

# 26. Deutscher Materialfluss-Kongress

mit VDI-Fachkonferenz  
Innovative Intralogistik  
für den Handel



## VDI-Berichte 2305

# VDI-BERICHTE

Herausgeber: VDI Wissensforum GmbH



# 26. Deutscher Materialfluss-Kongress

mit VDI-Fachkonferenz  
Innovative Intralogistik  
für den Handel

TU München, Garching, 6. und 7. April 2017



## VDI-Berichte 2305



**Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

**Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek**

(German National Library)

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie

(German National Bibliography); detailed bibliographic data is available via Internet at

<http://dnb.ddb.de>.

© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2017

Alle Rechte vorbehalten, auch das des Nachdruckes, der Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, auszugsweise oder vollständig.

Der VDI-Bericht, der die Vorträge der Tagung enthält, erscheint als nichtredigierter Manuskriptdruck. Die einzelnen Beiträge geben die auf persönlichen Erkenntnissen beruhenden Ansichten und Erfahrungen der jeweiligen Vortragenden bzw. Autoren wieder.

Printed in Germany.

ISSN 0083-5560

ISBN 978-3-18-092305-5

# Inhalt

Seite

Vorwort	1
---------	---

## Mobile Robotik I / Hersteller

<i>E. Issing</i>	Kommissionierung mit FTS und innovativer Pick by Watch Technologie	3
<i>F. Brantner</i>	Mobile Kommissionierroboter – Pick-by-Robot für die Lagerlogistik der Zukunft	9

## Mobile Robotik II / Hersteller

<i>H. Stubert</i>	Autonome Transportroboter für flexible Materialfluss- konzepte – Individuelle Fahrzeuge für die Produktion	17
<i>W. Holl, A. Richtsfeld</i>	SALLY – Ein innovatives selbstfahrendes System für die Mikrologistik	31

## Zukunft oder Illusion?

<i>G. Ullrich</i>	Technikvergleich zwischen FTS und autonomen PKW – Die Bedeutung von Automatisierung	41
<i>S. Reuss, C. Schorndorfer</i>	Vom C-Teile-Lieferant zum Datenmanagement – Was wirklich geschah!	47
<i>P. M. Buse</i>	Multifunktionale Strukturen für B2C und Omnichannel – Das Arvato-Projekt in Dorsten/Marl	49

## Digitale Transformation I

<i>B. Mokbel</i>	Instandhaltung und Betriebsführung von Materialflussanlagen mit Unterstützung von maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz	57
<i>M. Philipp, C. Erb</i>	Steuerung komplexer Prozesse in der Distribution – Industrie 4.0 bei SICK – Orchestrierung von Technologie, Software und Prozess im Lager	63
<i>T. Herwig</i>	Digitale Logistikplanung in der Smart Factory – Durchgängige Planung stärkt die Wettbewerbsfähigkeit	67

## Digitale Transformation II

<i>M. Drücke, M. Zentgraf</i>	Industrie 4.0 Applikationen in den Kommissioniersystemen des John Deere Werks Mannheim	75
<i>A. Schmidt</i>	Future Factory – Sennheisers Weg zu Industrie 4.0	85
<i>K. Schneider</i>	Schrittweise Investition in Technik und intelligente Anpassung von Prozessen – Wie die Soennecken eG ihre Logistik auf die Zukunft ausrichtet	97

## Best Practice: Fit für Industrie 4.0

<i>H. Santos</i>	Weltweite Steuerung der Performance und höhere Kundenzufriedenheit	109
<i>R. Kleedörfer, A. Schindler</i>	SmartGlasses als Baustein eines modernen Servicekonzepts – Konzepte, Praxistest und Ausblick	125
<i>C. Peter, P. Luig</i>	Individualisierung in der Pharmawelt durch Batchkommissionierung und effiziente Sortierung	133

## Best Practice: Fit für Industrie 4.0 II

<i>U. Möllmann</i>	Effiziente Logistik durch intelligente IT-Lösungen	137
--------------------	--	-----

## Supply Chain Management der Zukunft

<i>J. Heim, M. Graf</i>	Lücken schließen – Datengenauigkeit, Transparenz und Rückverfolgbarkeit bei industriellen Kennzeichnungsprozessen	143
-----------------------------	---	-----

## F&E I

<i>J. Behling, G. Follert</i>	Regalloses Regal – Neuartige Bedientechnik SAM ermöglicht hochflexible automatische Behälterlagerung	151
<i>G. Prestifilippo</i>	Smart Logistics Grids	159
<i>M. Kaiser</i>	Industrie 4.0 trifft IoT – Logistik und Supply Chain im digitalen Wandel	167

## F&E II

<i>S. Feldhorst, S. Kaczmarek, R. Grzeszick</i>	Zero Effort – Real Data – Automatische Prozessanalysen durch Aktivitätserkennung	173
---	--	-----

## **VDI-Fachkonferenz Innovative Intralogistik für den Handel**

### **Intralogistik im Handel**

<i>M. Gleiss</i>	Vollautomatisches Lebensmittellager – nach 20 Jahren immer noch state of the art	181
<i>A. Oy</i>	Robotics 4.0: Vollautomatische Getränkekommissionierung	197
<i>C. Brauneis</i>	Smart Logistics – Smart Production – Smart Warehouse	199

### **Intralogistik Lösungen für den Onlinehandel**

<i>P. Kannenberg</i>	Integration stationärer Händler in den E-Commerce am Beispiel Zalando	205
----------------------	---	-----

### **Innovative Systeme**

<i>R. Schäffler, M. Zenses</i>	Scale your intralogistics. Vertical Buffer Module – Innovative Intralogistik für Handel und Industrie	219
------------------------------------	---	-----

**Goldsponsor**



[www.werma.com](http://www.werma.com)

**Silbersponsor**



[www.cemat.de](http://www.cemat.de)



## Vorwort

Sehr geehrte Kongress-Teilnehmerinnen und Kongress-Teilnehmer,

die Intralogistikbranche treibt die Entwicklungen für die Industrie 4.0 und für die vernetzte Logistiklandschaft weiter voran. Neue Lösungen für den unverändert boomenden Online-Handel, vor allem im Lebensmittelbereich, werden erprobt und eingeführt. Diese Entwicklungen, noch zusätzlich befördert durch fehlende Arbeitskräfte, werden zu einer weiter zunehmenden Automatisierung in der Intralogistik führen. Autonome Fördermittel und immer intelligere, zum Teil mobile Roboter, getrimmt auf hohe Leistungsfähigkeit, Durchsatz und Fehlervermeidung, übernehmen Aufgaben, die heute noch durch Menschen ausgeführt werden.

Der 26. Deutsche Materialflusskongress am 6./7. April 2017 wird sich schwerpunktmäßig mit diesen Entwicklungen und neuen Lösungsansätzen befassen. In verschiedenen Fachsequenzen wird der Einsatz der Robotik, das Zusammenspiel von Mensch und Maschine sowie die digitale Transformation in den Geschäftsprozessen der Logistik aus Praxis und Wissenschaft aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet. Darüber hinaus werden wieder in bewährter Weise auch die neuesten Themen aus der Lager- und Materialflusstechnik aufgezeigt und diskutiert. Zum Abschluss der Veranstaltung wird der ehemalige Kulturstatsminister und renommierte Philosoph Prof. Dr. J. Nida-Rümelin den Zusammenhang zwischen Ökonomie und Ethik in unserer komplexen, vernetzten Welt aufzeigen und beleuchten.

Nutzen Sie den Kongress, um sich gute Lösungsbeispiele anzusehen, um sich einen Überblick über neue Entwicklungen zu machen und in konstruktiven Diskussionen neue Ideen und Anregungen zu finden. Ich freue mich, Sie auf dem 26. Deutschen Materialfluss-Kongress begrüßen zu dürfen.

Im Namen des Programmausschusses

Ihr

**Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Willibald A. Günthner**

Leiter des Lehrstuhls fml - Fördertechnik Materialfluss Logistik,

Technische Universität München,

Vorsitzender des Programmausschusses





## Kommissionierung mit FTS und innovativer Pick by Watch Technologie

**Elmar Issing, SSI Schäfer, Giebelstadt**

Sobald im logistischen Umfeld standardisierte Transporte erfolgen, können Prozesse mit Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) automatisiert werden, ohne dass eine fest installierte Fördertechnik die Flächen- und Raumnutzung beeinträchtigen würde. Anwender profitieren zudem von einer Reduktion der operativen Betriebskosten und einer Steigerung von und Sicherheit. Kleinere FTS sind prädestiniert für Transporteinheiten wie Behälter und Kartons oder im Falle von limitierten Raumverhältnissen. Während größere fahrerlose Transportfahrzeuge mit Gabelhub oder Förderelementen für Paletten und Rollcontainer Aufgaben im Bereich Transport, Lagerung und Kommissionierung Insofern schließen diese skalierbaren Automationslösungen mit autonomen Transportsystemen die Lücke zwischen Staplertransport und klassischer Lager- und Fördertechnik.

Die Navigation der FTS erfolgt überwiegend laserbasiert und wird durch modernste Sensorikkomponenten unterstützt. Bei Bedarf und je nach Anforderung sind allerdings auch klassische Formen der Spurführung wie beispielsweise optische oder induktive Leitspur denkbar. Die Steuerung der FTS von SSI Schäfer erfolgt entweder über Bordrechner, koordiniert durch einen stationären Leitrechner oder schwarmintelligent. Diese Multi-Agenten-Technologie erlaubt dabei eine wechselseitige Kommunikation der einzelnen autonomen Systeme. Ein großer Vorteil der Lösung liegt dabei in der Kompetenz der Ausgestaltung durchdachter, hochstandardisierter Schnittstellen zu anderen Systemen, ganz im Sinne des Internet-of-Things-Gedanken und des Warehousing 4.0-Ansatzes.

Das mit dem „International Forklift of the Year“ (IFOY) Award 2016 in der Kategorie „Intralogistics Solution“ ausgezeichnete FTS WEASEL® von SSI Schäfer besticht dabei durch seine hohe Flexibilität und Skalierbarkeit. Darüber hinaus lässt es sich einfach in die Transportabläufe eines Lagers einbinden. Ob Behälter, Kartons oder Hängeware, das FTS meistert nahezu alle Transportaufgaben. Erste Kommissionieranwendungen mit der innovativen Pick by Watch Technologie wurden bereits umgesetzt. Die SmartWatch unterstützt dabei die Kommissionierung im Lager und zeigt dem Picker den Weg zum Artikel. Die Picks werden auf dem Display der SmartWatch bestätigt und von einer Software Besonderer Vorteil des Konzeptes: in der Person-zur-Ware-Kommissionierung ohne lange Einarbeitungszeiten oder nennenswerte Belastung durch die Hardware.

Eingesetzt in Wareneingangs- und Kommissionierprozessen bietet das Weasel als Hängewaren-Transportsystem eine hohe auch bei eingeschränkten Raumverhältnissen. Eine vollautomatische Wareneingangslesung wird mittels RFID-Lesetunnel zur automatischen RFID-Pulk-Erfassung der transportierten Warenstücke ermöglicht. Das System bietet dabei einen ganzheitlichen und skalierbaren Lösungsansatz. Der innovative Fashion-Logistikdienstleister NextLevel Logistik® GmbH mit Sitz in Eltmann bei Schweinfurt setzt bei seinen innerbetrieblichen Warentransporten bereits auf eine Flottenlösung mit fahrerlosen Transportsystemen vom Typ WEASEL®. Die Fahrzeuge von SSI Schäfer vereinen mit höchster Flexibilität und Wirtschaftlichkeit. Das macht sie zur optimal mitwachsenden Lösung für automatisierte Warentransporte. Besonders Unternehmen und Start-ups, deren Geschäftsfelder

Der Einsatz der FTS-Technologie ermöglicht der modernen Intralogistik somit völlig neue Perspektiven. Über die bisherigen Transportaufgaben sowie Verbindungsapplikationen zwischen Lagersystemen und Bedarfsstellen hinausgehend, eröffnen schwarmintelligente Systeme von SSI Schäfer heute neue Einsatzfelder in den Bereichen Kommissionierung, Lagerung, Pufferung sowie Sortierung und Sequenzierung.

Zahlreiche Referenzen belegen bereits die Relevanz dieser Technologie. Im Logistikzentrum des französischen Herstellers hochwertiger Mode-Accessoires Longchamp ist beispielsweise eine FTS-Flotte vom Typ 2Stack im Einsatz. Diese ist mit dezentraler Intelligenz und jeweils eigener Recheneinheit ausgerüstet, kommuniziert untereinander und organisiert Ihre Aufgaben autonom. Die Geräte transportieren hier bis zu 70 Paletten pro Stunde zwischen Palettenlager und Kommissionierzone. Außerdem bewegen sich die autonomen Shuttles via Lasernavigation frei im Lager, umfahren oder stoppen vor Hindernissen, übermitteln einander Akkuladezustände, Stati, aktuellen Einsatzmodi, exakte Positionen sowie die aktuellen Zielpunkte.

In einer weiteren Referenzanwendung beim belgische Transport- und Logistikunternehmen 2XL realisierte SSI Schäfer mit nur 15 FTS über 360 Paletten-Bewegungen pro Stunde. Dies ist zum einen durch eine dezentrale Architektur der Steuerung möglich und zum anderen durch unsere innovative 2Lite®-Batterielösung. Die Fahrzeugbatterien werden in nur acht Minuten vollautomatisch geladen, sodass die FTS im 24/7-Betrieb fahren und nur drei Ladestationen benötigen. Hervorzuheben ist überdies, dass sich die Anlage seit mehr als vier Jahren in einem reibungslosen Dauerbetrieb und immer noch die Erstbatterien bei über 20.000 Ladezyklen verwendet werden.



Die FTS-Flotte beim belgischen Transport- und Logistikunternehmen 2XL sorgt für die



Die NextLevel Logistik® GmbH setzt bei ihren innerbetrieblichen Warentransporten auf eine Flottenlösung vom Typ WEASEL®.



Eine WEASEL®-Flotte stellt auch in der Kommissionierungsumgebung eines Hängewarenlagers eine mitwachsende Lösung für automatisierte Warentransporte dar.



Im V

Typs

WEASEL® die Abläufe.

### Ihr Pressekontakt

Zentrale Pressestelle SSI Schäfer Deutschland:

Lea Werthebach, Fritz Schäfer GmbH

Tel. +49 2735 70-395, E-Mail: [lea.werthebach@ssi-schaefer.com](mailto:lea.werthebach@ssi-schaefer.com)

Pressekontakt SSI Schäfer, Giebelstadt:

Desiree Kreisel, Marketing Automation

Tel. +49 93349 795-41, E-Mail: [desiree.kreisel@ssi-schaefer.com](mailto:desiree.kreisel@ssi-schaefer.com)

Die SSI Schäfer Gruppe ist der weltweit führende Lösungsanbieter von modularen Lager- und Logistiksystemen. Das Unternehmen beschäftigt am internationalen Hauptsitz in Neunkirchen, in 60 Auslandsgesellschaften sowie an Produktionsstätten im In- und Ausland über 8.500 Mitarbeiter. Verteilt auf sechs Kontinente entwickelt SSI Schäfer innovative Konzepte und Lösungen in den Branchen seiner Kunden und gestaltet so die Zukunft der Intralogistik.

Das Unternehmen plant, konzeptioniert und produziert Systeme zur Einrichtung von Lagern, Betrieben, Werkstätten und Büros, manuelle und automatische Lager-, Förder-, Kommissionier- und Sortiersystemen sowie Lösungen für Abfalltechnik und Recycling. SSI Schäfer hat sich zu einem der größten Anbieter für releasefähige Software für den innerbetrieblichen Materialfluss entwickelt. Mehr als 900 IT-Experten entwickeln hochperformante Anwendungen und stehen den Kunden für Lösungen zur intelligenten Verknüpfung von Software- und Hardwarekomponenten beratend zur Seite. Das umfassende Software Portfolio mit WAMAS® und

SAP deckt alle Vorgänge von Lagerverwaltung bis ab. Gleichzeitig optimiert SSI Schäfer mit eigenen Lösungen die Produktivität und Arbeitsleistung der Kunden und schafft die Möglichkeit, durch Messung und Bewertung mit Hilfe von KPIs das Lager aktiv zu bewirtschaften.

SSI Schäfer realisiert als global tätiger Generalunternehmer komplexe Logistiksysteme, ausgehend von der Systemplanung und -beratung bis hin zur schlüsselfertigen Anlage und maßgeschneiderten Service- und Wartungsangeboten.



# Mobile Kommissionierroboter

## Pick-by-Robot für die Lagerlogistik der Zukunft

Frederik Brantner, Magazino GmbH, München

### Kurzfassung

Im Bereich der Advanced Robotik passiert zur Zeit unglaublich viel – was sich auch an der allgemeinen Berichterstattung zur Digitalisierung und Industrie 4.0 widerspiegelt. Kaum ein Newsletter in den Logistikmedien, der nicht mindestens eine Überschrift mit „Viemull“ beinhaltet. Bedeutete Robotik lange Zeit, dass mechanische Schritte im Sekundentakt tausende Male auf den Millimeter genau wiederholt wurden, so kommen mit neu entwickelten Sensoren, Kameras und Programmierkonzepten ganz neue Fähigkeiten dazu: Roboter lernen zu sehen, zu fühlen und in unbekannten und unstrukturierten Situationen autonom Entscheidungen zu treffen. Die Intralogistik war im Gegensatz zu Produktionslinien nie so vorhersehbar – weshalb Automatisierungen aufgrund der Komplexität in einem Lager oder den Kosten oft ausgeblieben sind. Das ändert sich gerade mit wahnsinniger Geschwindigkeit. Perzeptionsgesteuerte, also Wahrnehmungsgesteuerte Roboter sind bereits in den ersten E-Commerce Lagern unterwegs und machen es möglich, dass Prinzip „Pick-by-Robot“ schon heute Realität und keine Zukunftsmusik mehr ist. Doch was unterscheidet die neue Generation von Robotern von den bisherigen? Warum wird das in der Intralogistik so wichtig? Und welche neuen Geschäftsmodelle ergeben sich daraus?

### 1. Wahrnehmungsgesteuerte Roboter – eine neue Generation der Automatisierung

Die Welt der Robotik verändert sich zurzeit massiv. Die Entwicklung geht mit riesigen Schritten voran - Roboter werden immer selbstständiger und übernehmen Aufgaben, die bislang noch viel zu komplex für Maschinen waren. Doch worin unterscheiden sich die Roboter von morgen von denen, die schon seit Jahrzehnten in unseren Fabriken stehen?

Ein Industrieroboter wird in der Regel einmal programmiert und ist dann in der Lage, einen festgelegten Arbeits- bzw. Bewegungsablauf repetitiv durchzuführen. Der stationäre Roboter bewegt sich deshalb auf fest programmierten Bahnen. Diese Form der Robotik bedarf Schutzmaßnahmen für den Menschen, zum Beispiel in Form von Schutzgittern mit gesicherten Schutztüren oder Lichtschranken, weil enorme Kräfte freigesetzt werden.



Standen in der Industrierobotik bislang Kriterien wie Wiederholgenauigkeit, Kraft und Schnelligkeit im Mittelpunkt, sind nun Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Selbstständigkeit gefordert. Roboter sind dadurch nicht länger auf strukturierte, kontrollierte Umgebungen begrenzt. Autonome mobile Roboter sind in der Lage, in Echtzeit auf ihre ihnen unbekannte Umgebung zu reagieren. Anstelle einprogrammierter Befehlsfolgen, werden dem Roboter nur Regeln vorgegeben, mit denen er die ihm gestellten Aufgaben autonom lösen kann. Die Grundlage dafür bildet seine Wahrnehmung mittels Sensoren. Dazu erkundet der mobile Roboter zunächst seine Umwelt und legt das Wissen in einer Art elektronischen Karte ab. Mit dieser Karte kann der mobile Roboter anschließend seinen optimalen Pfad planen.

Tabelle 1: Unterschiede zwischen klassischen Industrierobotern und autonomen, mobile Robotern

Klassische Industrieroboter	Autonome mobile Roboter
Evtl. mit Sensoren für Berührung, Messung der Temperatur, etc. ausgestattet (geringe Ungewissheit erfordert nur wenige Sensoren)	Wahrnehmung durch Sensoren (Kameras, Triangulationssensoren, Laserscanner, Ultraschall)
Explizite Programmierung (Befehle, wenn/dann)	Aufgabenorientierte und implizierte Programmierung (Regeln statt Befehle)
Repetitiver Arbeits- und Bewegungsablauf	Anpassung an Veränderungen in seiner Umgebung
Vollständig bekannte Umgebung, Bewegungen in fest programmierten Bahnen (mit Sensoren in Grenzen variierbar)	Selbstständige Planung und Durchführung komplexer Aufgaben in unbekannter Umgebung in Echtzeit (z.B. Navigationsplanung)
Fehlermeldung bei Abweichungen	Reaktion auf Ereignisse und Fehler

Das Neue an dieser Form der Robotik liegt also darin, dass der Roboter eine vorgegebene Aufgabe autonom löst und selbständig Entscheidungen treffen kann. Der Roboter kann folglich – mithilfe seines internen Weltbildes – auf wechselnde Anforderungen und Problemstellungen seiner dynamischen Umwelt reagieren und sein Verhalten dementsprechend anpassen – ohne Änderungen von außen am softwaretechnischen System.



Bild 1: Der mobile Roboter TORU Cube generiert mit seinen Sensoren rund 2GB Daten pro Minute.

Die Entwicklung der Robotik geht also mehr und mehr von Roboterarmen, die immer wieder die exakt gleichen Bewegungen ausführen, hin zu autonomen Maschinen, die ihre Umgebung wahrnehmen und ihre Aktionen selbständig planen können. Derartige Roboter erfordern komplett andere Programmieransätze als bisher: Statt ihnen exakte Koordinaten und Wegpunkte im Raum vorzugeben, muss der Programmierer den Robotern jetzt Verhaltensregeln einprogrammieren, die beschreiben, wie sie auf welche Situationen und Ereignisse reagieren sollen. Nur so können die Roboter auf ihre sich verändernde und ihnen nur teilweise bekannte Umgebung und plötzlich auftretende Störungen reagieren. Gleichzeitig steigt die Anzahl der Sensoren und Software-Komponenten, die in das System und den Gesamtablauf integriert werden müssen. Mit klassischen Programmierkonzepten wie der Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) ist dies kaum möglich. Die Toru-Roboter von Magazino werden auf Basis des Robot Operating System (ROS) programmiert, einer open-source Software-Schicht, die ermöglicht, derart komplexe und verteilte Robotersteuerungen zu realisieren. ROS erlaubt den Einsatz moderner Programmiersprachen und Software-

Technologien, um schnell neue Anwendungen zu entwickeln und eine skalierbare Systemarchitektur aufzubauen.

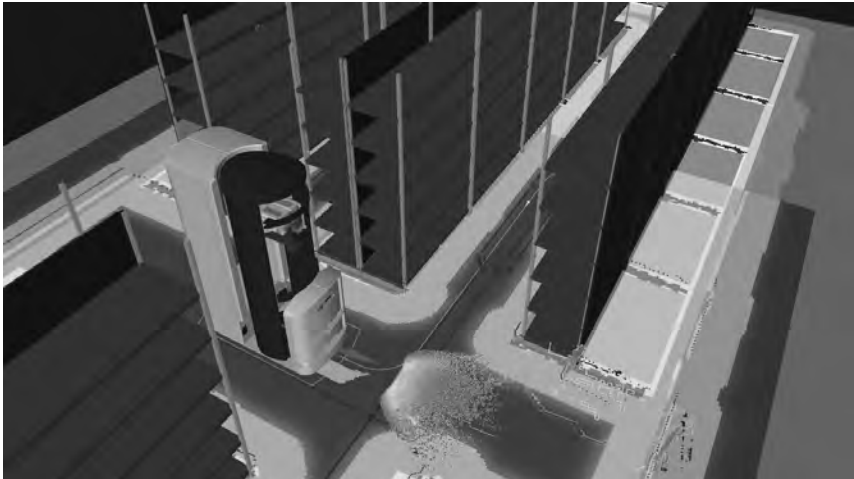


Bild 2: Über Laserscanner und 3D Kameras kann sich ein mobiler Roboter auch in einem unübersichtlichen Lager zurechtfinden und gleichzeitig Hindernisse erkennen.

Das Verhalten der Toru-Roboter wird über einen „Behavior Tree“ festgelegt. Dieses neuartige Programmierkonzept wird bereits erfolgreich bei der Programmierung von Computerspielen eingesetzt, um das oft sehr komplexe Verhalten virtueller Charaktere modellieren zu können. Die Anforderungen sind hier ähnlich wie in der Robotik: Die Figuren müssen auf ihre Umgebung und die Aktionen anderer Spieler reagieren, aus einer Menge möglicher Aktionen die richtige auswählen, ihre Wege durch die Umgebung planen etc. In diesem Fall wurde dieses Konzept auf die Robotik übertragen und angepasst. Behavior Trees ermöglichen es, sehr übersichtlich hochkomplexe Verhaltensmuster beschreiben und nachvollziehen zu können. Sie sind sehr modular aufgebaut, können einfach angepasst werden, und ermöglichen die Priorisierung verschiedener Teilaufgaben.

## 2. Warum autonome Roboter ausgerechnet in der Intralogistik ihren Durchbruch haben werden

Die großen Schwierigkeiten ausreichende bezahlbare Arbeitskräfte zu finden auf der einen Seite und die Lagerhaus-spezifische Umgebung andererseits, erlauben es, dass autonome Roboter (oder perception-driven robotics) wohl zu aller erst in dieser Branche ihren Durchbruch erleben werden.

Zuerst die Branche: Der Bedarf an Arbeitsplätzen ist enorm. Mancherorts werden vorhandene Lagerhausfläche gar nicht vollständig ausgenutzt, weil keine weiteren „Picker“ verfügbar sind. Hohe Lohnkosten, Streiks etc. leisten ihr übriges, dass die Branche einen dringenden Bedarf hat. Allerdings waren bisherige automatisierte Systeme (Ware oder besser Ladungsträger zu Mann) zu unflexibel, zu teuer und schwer skalierbar.

Zwar ist die Umgebung in der Intralogistik zu komplex für deterministische Systeme (bspw. durch SPS gesteuert), jedoch bieten die Lagerhäuser im Gegensatz zu Privathaushalten oder Pflegeheimen, Bereiche in denen auch über autonome Roboter diskutiert wird, viele Vorteile: Geschultes Personal, ebene Böden, strukturierte Umgebung und vor allem eine schon existierende Repräsentation der echten Welt in einer Datenbank (WMS).



Bild 3: Die übersichtlichen Strukturen von Lagerhallen sind die perfekte Umgebung für intelligente Roboter die sich ohne Hilfsmittel von Außen frei bewegen und navigieren sollen.

### 3. Herausforderungen in der Intralogistik mit Künstlicher Intelligenz begegnen

Konstantes und automatisiertes Lernen sowie der Austausch zwischen den TORU-Robotern zu Gelerntem über eine zentrale Cloud schafft die Grundlage für ein hohes Maß an flexibler Automatisierung durch Roboter. Ein stationärer Roboter an einer Produktionslinie hat es einfach: Er wartet auf das Karosserieteil und setzt die Schweißnaht jedes Mal an der gleichen Stelle – dafür macht er dies in unglaublicher Präzision und Geschwindigkeit. Unser wahrnehmungsgesteuerter TORU muss sich auf sein Umfeld einstellen. Für einen Menschen gestaltet sich dies leicht. Allerdings handelt es sich um Milliarden sich in Feinheiten unterscheidender Umgebungsbedingungen, die nicht durch ein standardisiertes einprogrammiertes Verhalten erfasst werden können: Eine unermessliche Anzahl an unterschiedlichen Objekttypen; unterschiedlich liegende Objekte; und auch unterschiedliche Lichtbedingungen, wodurch die Objekte für TORU immer unterschiedlich erscheinen.



Bild 4: Für den automatisierten Griff in die Kiste können über eine 3D Kamera einzelne Objekte sowie der perfekte Greifpunkt für einen Sauggreifer identifiziert und lokalisiert werden.

Methoden der künstlichen Intelligenz sowie das Lernen im Schwarm werden uns in Zukunft ermöglichen auch mit noch so unerwarteten Situationen umgehen zu können. Was also ver-

birgt sich hinter Artificial Intelligence und was bedeutet dies für Roboter wie TORU? Die Kommissionier-Roboter sammeln große Mengen an Bilddaten, Objektdaten, Verhaltensdaten und immer auch das Ergebnis einer Aktion. Hierdurch entstehen sogenannte gelabelte Daten: Was hat der Roboter zunächst gesehen und worum handelt es sich in Wirklichkeit. Am Anfang muss TORU dafür oftmals mehrere Anläufe nehmen um zum Beispiel ein Objekt erfolgreich zu greifen. Die Vielzahl dieser gelabelten Daten wird in Zukunft helfen, schneller zu arbeiten (höhere Performance), viel häufiger automatisiert zu lernen (schneller Roboter-Entwicklung), und noch weniger Ausfälle bzw. Pausen durch Sondersituationen zu haben (höhere Robustheit). Das erlernte Verhalten eines Roboters lässt sich dann nach sorgfältiger Evaluation auf alle anderen übertragen.

#### **4. Mit neuen Technologien neue Geschäftsmodelle ermöglichen**

Eine modulare Bauweise erlaubt es, dass Roboter wie TORU schrittweise in das bestehende Lagersystem integriert werden kann. Hohe Investitionskosten, lange Projektierungszeiträume und angepasste Spezialkonstruktionen gehören mit dem Kommissionier-Roboter der Vergangenheit an.

Mit Hardware-as-a-Service (HaaS), zum Beispiel als Pay-per-Pick, bei dem nur die Pick-Leistung des Roboters bezahlt wird und nicht der Roboter selbst, wird TORU zum idealen Betriebsmodell das je nach Auftragslage eingesetzt werden kann. Durch die hohe Transparenz beim Einsatz der digitalen Lagerhelfer kann dann jeder einzelne Pick nachverfolgt werden. Das ermöglicht die Abrechnung auf den einzelnen Pick genau. In Zukunft könnten Roboter deshalb nicht nur als Investitionsgut verkauft werden, sondern über Dienstleister lediglich für eine vereinbarte Gesamtleistung in einem bestimmten Zeitraum zum Einsatz kommen. Neben der Pick-genauen Abrechnung der Leistung ermöglichen sich noch ganz Andere Geschäftsfelder: die bereits vorhandeneameratechnik kann einerseits für fortlaufende Inventuren genutzt werden, andererseits lassen sich durch das Verknüpfen der zahlreichen, durch die Roboter erzeugten Datenströme, Erkenntnisse zur weiteren Optimierung der Warenströme ablesen.



# **Autonome Transportroboter für flexible Materialflusskonzepte**

## **Individuelle Fahrzeuge für die Produktion**

Dipl.-Ing. **Henry Stubert** (MBA), InSystems Automation GmbH, Berlin

### **Kurzfassung**

Neuartige Navigationssteuerungen und Batterietechnik ermöglichen intelligente Transportfahrzeuge, die als Fahrzeugflotte eigenständig den innerbetrieblichen Materialfluss bewerkstelligen. Im Folgenden wird erläutert, wie autonome fahrerlose Transportsysteme funktionieren, welche technischen Voraussetzungen gegeben sein müssen und welche Vorteile sich für den Kunden gegenüber herkömmlichen Systemen ergeben.

Anhand eines realisierten Kundenprojektes für Fässer bis zu 100 kg wird aufgezeigt, wie eine Flotte aus Transportrobotern in eine Produktionsumgebung integriert wurde.

### **Abstract**

Innovative navigation control and battery technology allow intelligent vehicles, which manage the internal material flow as an autonomous vehicle fleet. Hereafter, the functionalities of autonomous transport systems, the necessary technical requirements and the benefits for the customer in comparison with conventional systems are explained. The description of a completed customer project for barrels until 100 kg shows how a fleet of transport robots was integrated in the manufacturing environment.

## **1. Übersicht**

### **1.1. Was sind autonome Transportroboter**

Autonom navigierende Transportroboter berechnen ihren Fahrweg eigenständig, sie haben weder feste Routen auf den Verkehrswegen, noch wird ihnen vom Leitsystem der Fahrweg vorgegeben. Die Transportroboter von InSystems finden sich mittels eines Laserscanners in ihrer Umgebung zurecht und benötigen keinerlei Markierungen, Reflektoren oder Spurführungen.

Vom Leitsystem erhalten die Fahrzeuge einen einfachen Transportauftrag „hole bei A, bringe zu B“ und überlegen sich dann die optimale Route zu den Stationen.



Bei der Berechnung der Route berücksichtigt der Transportroboter nicht nur die kürzeste Strecke zu Ziel, sondern auch von anderen Fahrzeugen erkannte Engstellen. Stellt ein Fahrzeug fest, dass sich ein Hindernis auf der berechneten Fahrstrecke befindet, das nicht umfahren werden kann, dann entscheidet es sich selbständig für eine Alternativroute.

## **1.2. Vorteile von autonomen Transportrobotern**

Autonome Fahrzeugflotten bieten ein hohes Maß an Flexibilität und Verfügbarkeit und lassen sich nach fachgemäßer Konfiguration aller Komponenten schnell in die Materialfluss-Abläufe integrieren.

### **Inbetriebnahme**

Die Inbetriebnahme autonom navigierender Fahrzeuge kann in der Regel in sehr kurzer Zeit erfolgen, da keine bauliche Maßnahmen auf den Fahrwegen erforderlich sind und die Einrichtung der Navigationskarte schnell durchzuführen ist. Änderungen am Layout können einfach und intuitiv zu bedienen vom Kunden selber ausgeführt werden.

### **Skalierbarkeit**

Eine Fahrzeugflotte kann mit der Anzahl der Transporte mitwachsen. Wird die Produktion gesteigert, können weitere Fahrzeuge hinzugefügt werden, die dazu einfach nur im System angemeldet werden müssen.

### **Wandelbarkeit**

Bei Änderungen auf der Produktionsfläche, wie zusätzliche Maschinen, Arbeitsplätze oder Stellflächen für Paletten oder Container, lässt sich ein autonomes Transportsystem leicht an geänderte Wege und Aufgaben anpassen

### **Redundanz**

Fällt in einem stationären Fördersystem oder bei spurgeführten Fahrzeugen nur eine Komponente aus, so kommt es zum Stau oder Stillstand des gesamten Materialflusssystems. Ist dagegen ein autonomes Fahrzeug defekt, übernehmen die anderen Fahrzeuge die Transportaufträge.

## Verfügbarkeit

Die verwendete Batterietechnik ermöglicht einen Dauerbetrieb nahezu ohne Ladestillstand, da die Zellen häufig kurz nachgeladen werden können und ein günstiges Ladeverhältnis von ca. 1:4 (Ladezeit zu Fahrzeit) besitzen.

### 1.2. Individuelle Fahrzeuge von InSystems

InSystems Automation erstellt seit über 17 Jahren am Wissenschaftsstandort Berlin Adlershof innovative Automatisierungslösungen für Produktion, Montage Materialfluss und Qualitätssicherung. Aus dieser Erfahrung heraus beschäftigt sich InSystems speziell mit Transportsystemen für die automatische Beschickung von Maschinen in der Produktion.

Aus unserer Erfahrung sind die Anforderungen in der Produktion sehr unterschiedlich, häufig sind es gewachsene Strukturen, die nur für einen manuellen Transport von Material und Produkten ausgelegt ist. Oft sind es auch höhere Lasten und verschiedenartige Transportgüter, anders als beim Einsatz in Lagern, wo überwiegend Standardbehälter und Standardfördertechnik eingesetzt werden. In vielen Lagern, in denen automatische Regalbediengeräte arbeiten, besteht während des Betriebs kein Personenverkehr, was die Gefährdungsbeurteilung wesentlich vereinfacht. Deshalb sind die Sicherheitsanforderungen für Transportroboter, die sich mit den Menschen die Verkehrswege teilen, erheblich höher.

Typische Aufgaben für Transportroboter in der Produktion sind

- Automatischer Materialfluss zwischen Lager, Maschinen Arbeitsplätzen und Versand  
z. B. KLT Behälter, Trays, Fässer, Rollen
- Ausschleusung von Baugruppen und automatischer Transport zur Qualitätskontrolle oder zu Nacharbeitsplätzen
- Transport von Werkzeugen und Prüfgeräten an Montageband oder -arbeitsplätze

InSystems erstellt seit über 5 Jahren Transportrobotersysteme mit kundenindividuellen Fahrzeugen und integriert sie komplett aus einer Hand in die Produktionssteuerung bei den Kunden.



Bild 1: Übersicht Transportroboter

### 1.3. Technische Details zu Transportrobotern

#### 1.3.1. Autonome Navigation mittels Laserscanner

Damit sich die Fahrzeuge in ihrer Umgebung zurechtfinden, wird bei der Installation des Transportsystems einmalig mit einem Fahrzeug in Handbetrieb eine 2D Umgebungskarte gescannt. Diese Karte wird danach auf einem PC ähnlich wie mit einem einfachen Zeichenprogramm bearbeitet und die Zielpunkte eingezeichnet, Lade- und Parkstationen festgelegt. Weiterhin können auch Bereiche definiert werden,

- in die Fahrzeuge nie fahren dürfen, z.B. vor Fluchttüren,
- die nur als Einbahnstraße befahren werden dürfen,  
z.B. weil der Weg zu schmal für zwei entgegenkommende Fahrzeuge wäre.
- in denen sich immer nur ein Fahrzeug zeitgleich befinden darf (One-AGV Area),  
z.B. an Stellen mit viel Personenverkehr oder automatischen Brandschutztüren

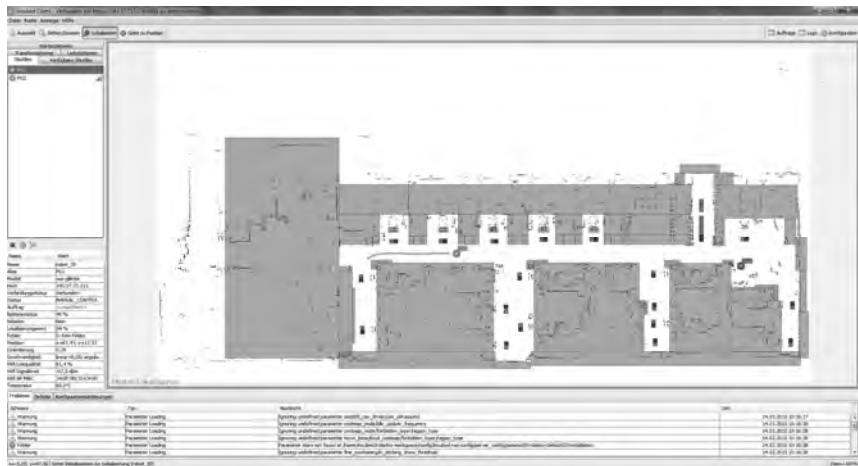


Bild 2: Graphical User Interface: Navigationskarte

Diese Umgebungskarte mit allen Definitionen wird an alle Fahrzeuge übertragen.

Erhält ein Fahrzeug seinen Transportauftrag von A nach B, dann berechnet es selbständig die optimale Route dorthin. Dazu kommuniziert es auch mit den anderen Fahrzeugen, um diesen rechtzeitig aus dem Weg zu fahren. Befindet sich im berechneten Weg ein unerwartetes Hindernis, z. B. eine abgestellte Palette, die das Fahrzeug nicht umfahren kann, so berechnet es eine Alternativroute. Sollte es keinen möglichen Weg zum Ziel geben, gibt das Fahrzeug eine Meldung an die Leitsoftware, dass ein Transportauftrag nicht ausgeführt werden kann. Je nach Festlegung in der Software kann das Material automatisch nach einem Time-out zurück in das Lager gebracht werden oder ein Eingreifen durch einen Bediener anfordern.

### 1.3.2. Kommunikation mit Leitstand und Maschinen

Die Fahrzeuge kommunizieren über verschlüsseltes WLAN untereinander und mit dem Fahrzeug Leitstand, der die Flotte betreut. Der Flottenmanager versendet die Transportaufträge an die Fahrzeuge und überwacht den Ladezustand der Batterien, um die Fahrzeuge ggf. aus der Disponierung zu nehmen und sie an die Ladestation zu schicken.

Aus Sicherheitsgründen müssen die Fahrzeuge auch mit den Maschinen und der Förder-technik kommunizieren. Wenn die Fahrzeuge an Maschinen, Loadports oder Ladestationen andocken, führen sie zunächst ein hardwaretechnisches Handshake aus, mit dem sicherge-

stellt wird, dass die Fahrzeuge wirklich korrekt positioniert stehen. Danach kommunizieren die Fahrzeuge direkt mit den Komponenten für den Übergabe- und Ladevorgang.

### 1.3.3. Sicherheit

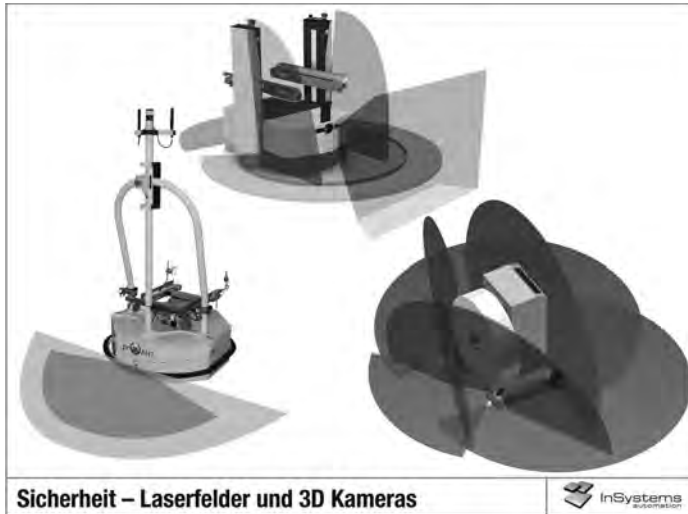


Bild 3: Sicherheit durch Laserfelder

Autonome Transportroboter müssen in Fahrtrichtung mit einer Personenerkennung ausgestattet sein. Eine zusätzliche Absicherung kann erforderlich sein, wenn die Gefahrenbeurteilung dies ergibt oder um einen möglichen Sachschaden zu verhindern.

Bei einer Absicherung durch Laserscanner mit geschwindigkeitsabhängigen Warn- und Schutzfeldern überwacht das Fahrzeug den Bereich weit voraus in Fahrtrichtung und über seine Fahrzeugbreite hinaus.

Je schneller das Fahrzeug verfährt, desto größer sind die Felder geschaltet. Die Größe der Felder wird im Laserscanner parametrisiert und unter Berücksichtigung des Bremsweges (Gewicht, Geschwindigkeit, Untergrund, Sicherheitszuschläge) bei der Inbetriebnahme berechnet und durch Bremstests validiert.

Erkennt der Scanner ein Hindernis oder einen Menschen innerhalb des Warnfeldes, so reduziert das Fahrzeug seine Geschwindigkeit. Tritt eine Person in das Schutzfeld, führt das zum sofortigen Not-Halt. Nach Ablauf der Wiederanlaufverzögerung von einigen Sekunden, geht

das Fahrzeug wieder in Automatikbetrieb, schaltet auf das kleinste Schutzfeld und versucht das Hindernis langsam zu umfahren.

Die Fahrzeuge überwachen die Umgebung auch über die Sicherheitszonen hinaus und ändern ihre Fahrtrichtung bereits sehr vorausschauend, um Not-Halts zu vermeiden.

#### **1.3.4. Batterietechnik**

Die eingesetzten Lithium Akkus LiFeYPO gehören zu den Trockenbatterien und haben erhebliche Vorteile: Lithium-Eisenphosphat ist ungiftig, die LiFeYPO<sub>4</sub> Zellen sind hochstromfähig, zyklenfest und kaum selbstentladend.

LiFeYPO<sub>4</sub> Batterien ermöglichen kurze Ladezeiten, je nach Ladestrom kann die Batterie in wenigen Minuten vollständig geladen werden, allerdings sind möglichst geringe Ladeströme besser für die Haltbarkeit der Batterie. Ein ständiges Nachladen schadet ihr dagegen nicht, bei diesen Batterien gibt es keinen Memoryeffekt (wie NiCd oder NiMH Akkus). Die längste Lebensdauer wird erreicht, wenn die Batterie immer im Bereich von 70-30% ihres Ladezustands verwendet wird.

Die einzelnen Batteriezellen werden zu einem Block verbunden und mit einer Batteriemanagement-Steuerung in Temperatur und Ladungszustand überwacht.

## **2. Konfiguration eines Transportrobotersystems**

Die technische Herausforderung bei Applikation der autonomen Transportsysteme entsteht durch die vielfältigen Gegebenheiten bei den Kunden. Nicht nur die Fahrzeuge müssen individuell gestaltet werden, denn Lasten, Übergabehöhen und vorhandene Fördertechnik sind nie gleich, teilweise nicht einmal innerhalb eines Unternehmens. Auch die Kommunikation der Fahrzeuge mit den Produktionsmaschinen sowie des Flottenleitsystems mit der vorhandenen Produktionssteuerung, muss passgenau integriert werden. Nur so können aus dem Materialbedarf Transportaufträge erzeugt, der Produktionsablauf abgebildet und alle Sicherheitsanforderungen eingehalten werden.

Im Grunde handelt es sich bei der Entwicklung von individuellen Transportrobotern immer um eine Prototypentwicklung. Oft muss die Übergabe an Maschinen auch mit zusätzlich Handlings ausgestattet werden, die entwickelt, getestet und optimiert werden müssen.

Die Sicherheit der Last auf dem Fahrzeug und die Übergaben müssen sicherheitstechnisch im Vorfeld betrachtet werden, damit das Transportrobotersystem personensicher ist.

Daher beginnt ein Projekt mit autonomen Transportfahrzeugen in der Regel mit der Erstellung eines Pflichtenheftes, indem in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden alle Umgebungsbedingungen erfasst und die Anforderungen an das System ermittelt werden.

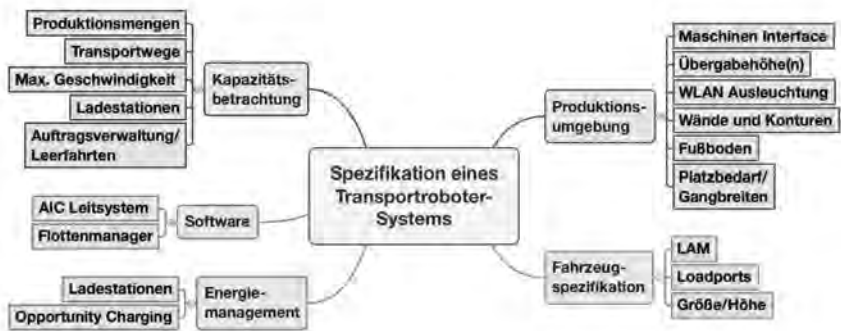


Bild 4: Erforderliche Spezifikation eines Transportroboter-Systems

## 2.1. Kapazitätsbetrachtung

Der Kapazitätsbetrachtung ist die Basis für die weitere Projektierung des Transportsystems und daher von größter Wichtigkeit. Sie erfordert ein genaues Verständnis der Produktionsabläufe auf Seiten des Planers und wird in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden erarbeitet.

Die umfangreiche Betrachtung garantiert eine ausreichende Verfügbarkeit für die durchschnittliche Produktionsauslastung und auch die Abdeckung von Produktionsspitzen:

- Produktionsmengen und –geschwindigkeit, Art des Transportgutes
- Produktionsumgebung: Länge der Transportwege, Anzahl Transporte je Stunde je Weg
- Mögliche maximale Geschwindigkeit: Abhängig von den Gangbreiten, Häufigkeit querenden Personenverkehrs
- Ladestationen: Wege, Verhältnis Ladezeit zu Transportzeit
- Auftragsverwaltung: Anteil von Leerfahrten

Das Ergebnis ist die Anzahl der benötigten Fahrzeuge und Ladestationen für beide Produktionsauslastungen, aus der die Empfehlung für die Größe der Flotte abzuleiten ist.

## 2.2. Energiemanagement

Wurde durch die Kapazitätsbetrachtung die erforderliche Anzahl der Ladestationen ermittelt, so ist die Lage im Layout festzulegen, auch für die Übergabestationen, an denen das Fahrzeug im laufenden Betrieb für kurze Ladezeiten von ca. 40-60 s nachgeladen werden kann (Opportunity Charging).

## **2.3. Produktionsumgebung**

### **2.3.1. Interface zu Maschinen oder Loadports**

Die Fahrzeuge müssen mit den Maschinen oder den davorgestellten Loadports direkt kommunizieren.

Damit die Last sicher übergeben werden kann und nicht herunterfällt, muss zur Sicherheit durch ein hardwaretechnisches Handshake sichergestellt sein, dass

- das Fahrzeug richtig positioniert steht
- beide Seiten wirklich zur Übergabe/Übernahme bereit sind
- ein übergreifender Not-Halt möglich ist

Sieht beispielsweise ein Mitarbeiter, dass die Lastübergabe fehlschlägt und drückt am Fahrzeug den Not-Halt Taster, so muss auch die Fördertechnik an der Maschine gestoppt werden. Es gibt verschiedene sensortechnische Möglichkeiten, diese Sicherheitsfunktion zwischen den Fahrzeugen und den Übergabestellen umzusetzen.

### **2.3.2. WLAN - Ausleuchtung**

Es müssen Messungen der WLAN Ausleuchtung auf der Produktionsfläche vorgenommen werden um die Anzahl und Position der Accesspunkte festzulegen. Ist die WLAN Abdeckung nicht überall ausreichend gegeben, könnten die Fahrzeuge den Kontakt verlieren und nicht mehr mit den anderen Fahrzeugen und ihrem Leitstand kommunizieren.

### **2.3.3. Wände und Konturen**

Der Laserscanner arbeitet in einer bestimmten Höhe, möglichst knapp über dem Fußboden. Damit werden Konturen, die möglichst markant sein sollten, nur in dieser Höhe erkannt. Glaswände oder stark reflektierende Flächen können problematisch sein. Für diese Sonderfälle müssen geeignete Maßnahmen geplant werden, mit denen für den Laserscanner sichtbare Konturen erzeugt werden.

Auskragungen werden mit dem Personensicherheitsscanner nicht erkannt. Wenn solche Stellen nicht generell im Layout ausgeschlossen werden können, müssen zusätzliche Scanner oder 3D Kameras vorgesehen werden.



### 2.3.4. Fußboden

Der Fußboden sollte möglichst eben sein, leichte Rampen, Fugen und Kanten können aber bewältigt werden.

Die Oberfläche des Fußbodens hat Einfluss auf den Bremsweg und damit auch auf die Parametrierung der Warn- und Schutzfelder des Sicherheitslaserscanners. Verschiedene Fußböden können unterschiedliche Konzepte bei Fahrwerk und Antriebsrädern bedingen.

### 2.3.5. Platzbedarf - Breite der Gänge, Gegenverkehr oder Kreisverkehr, Überholen

Die erforderlichen Wegbreiten sind in der technischen Regel zur Arbeitsstättenverordnung [1] festgelegt und von der Fahrzeugbreite abhängig, die wiederum von der Größe, Form und Gewicht der Last bestimmt wird.

Das Layout der Produktionsfläche muss hinsichtlich der Gangbreiten analysiert werden und Engstellen sowie Fluchtwege, Übergabestellen definiert werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Fahrzeuge an Übergabestellen auch länger stehen und dadurch die Verkehrswege verengen. Schon in der Planungsphase muss eine Grobplanung im Layout vorgenommen werden, weil die Wegbreiten, Engstellen, Einbahnstraßen oder One-AGV Bereiche die möglichen Fahrgeschwindigkeiten und damit auch die Kapazitätsberechnungen beeinflussen.

## 2.4. Software

Zum Betreiben einer Fahrzeugflotte wird ein Flottenleitsystem benötigt, bei InSystems wird diese Software als AIC (AGV Interface Controller) bezeichnet.

Der AIC besitzt eine Schnittstelle zur Auftragsverwaltung des Kunden und übersetzt die Materialanforderung in Transportaufträge für die Fahrzeuge. Der AIC funktioniert dabei wie eine Taxizentrale und disponiert die Fahraufträge jeweils an das optimale Fahrzeug.

Kriterien für die Disponierung eines Fahrzeugs sind unter anderem die Entfernung zum Abholpunkt, die Vermeidung von Leerfahrten und der Batteriezustand.

Bei der Projektierung des AICs müssen die Schnittstellen zu dem vorhandenen Produktionssystem und den Maschinen sowie alle Funktionen der Software (Verhalten bei Time-out, Brandalarm) geplant werden.

## 2.5. Fahrzeugkonfiguration

Das Fahrzeug und das darauf installierte Lastaufnahmemittel müssen für die individuelle Last konzipiert werden. Dabei spielt die Übergabehöhe eine entscheidende Rolle und wie alle Elemente (Batterieblock, Antriebe, Fahrzeugsteuerung etc.) am besten in dem Chassis

untergebracht werden können. Es muss erreicht werden, dass der Schwerpunkt im Fahrzeug mit der Last möglichst tief liegt, damit das Fahrzeug bei Gefahrenbremsungen nicht kippen kann. Ein tiefer Schwerpunkt erlaubt auch größere Geschwindigkeiten, weshalb eine Hubfunktion auf dem Fahrzeug bei größeren geforderten Übergabehöhen von großem Vorteil ist.

Bei der Lastaufnahme ist es am besten, wenn die Last auf der Rückseite des Fahrzeugs aufgenommen wird, damit die Last bei Bremsungen sicher an einem Anschlag geführt und nicht über die offene Seite der Lastaufnahme herunterfallen kann.

Ergibt die Analyse der Produktionsumgebung, dass unterschiedliche Übergabehöhen bei den Maschinen vorliegen, dann ist zu überlegen, ob der Höhenunterschied

- auf dem Fahrzeug durch eine Hubfunktion realisiert werden kann  
(Nachteil: größeres Fahrzeuggewicht und höherer Energiebedarf)
- durch den Maschinen vorgelagerte Loadports mit Hub übernommen wird, oder
- durch Anpassungen an den Maschinen diese auf eine einheitliche Übergabehöhe gebracht werden können.

### **3. Beschreibung Kundenprojekt**

#### **3.1. Der Kunde**

InSystems hat für die Bierbaum Unternehmensgruppe eine Fahrzeugflotte zum Transport von Fässern gebaut. Bei dem Kunden handelt es sich um ein mittelständisches, Unternehmen, das sich mit der Herstellung von textilen Konsumgütern für Handel und Industrie sowie technischen Textilien beschäftigt. Bierbaum ist Marktführer für Bettwäsche in Deutschland und mit Abstand Europas größter Drucker von Textilien. Durch einen hohen Automatisierungsgrad ist es Bierbaum gelungen, in einer Branche die mehrheitlich in Billiglohnländer abgewandert ist, seit 120 Jahren erfolgreich zu sein und beschäftigt derzeit 750 Mitarbeiter fast ausschließlich in Deutschland.

#### **3.2. Beschreibung Aufgabe**

Es sind Fässer in drei verschiedenen Größen mit flüssiger Farbe von der Farbküche zu 4 Druckmaschinen und leer zurück zu transportieren. Die Fässer sind oben offen und weisen Gewichte zwischen 25 und 100 kg auf. Die Fässer sollen an den Übergabestationen automatisch übergeben werden.

Das Transportvolumen beträgt 1440 Fässer pro Tag, es wird 24 h produziert. Jeweils ein Fass wird transportiert, was 60 Fahrten pro Stunde ergibt.

Bisher wurden die Transporte durch Mitarbeiter mit Sackkarren durchgeführt, die die Fässer manuell in die Maschinen eingebracht haben.

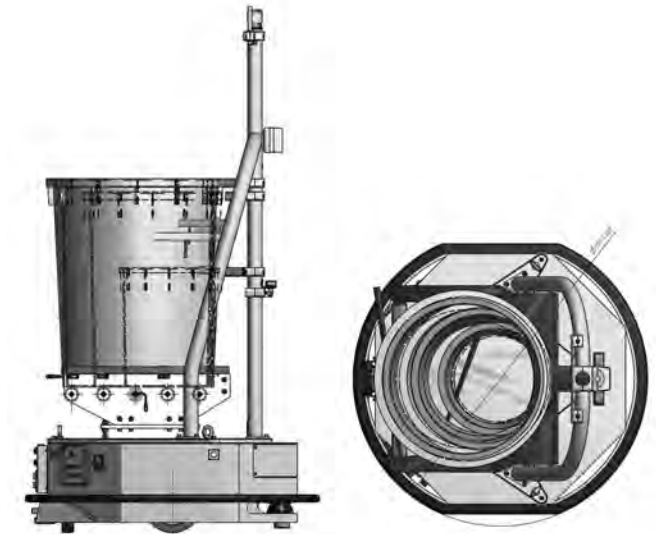


Bild 5: Transportroboter für Fässer

### 3.3. Beschreibung Lösung

Die Kapazitätsberechnung ergab eine Flotte aus 4 Fahrzeugen. Als Fahrzeug konnte das bereits entwickelte proANT 490 verwendet werden, das bis 200 kg Last transportieren kann. Die Lastaufnahme wurde individuell für die Fässer konstruiert und gebaut. Sie besteht aus angetriebenen Rollen einem runden Anschlag und 3 Anlageblöcken für die unterschiedlichen Fässerhöhen.

Die Last wird von hinten aufgenommen, damit die Fässer beim Bremsen immer sicher auf dem Fahrzeug stehen. Die Anlageblöcke dienen dazu, dass sich die Fässer bei starken Bremsungen wie bei Not-Halts an den Sicherheitsbügel anlegen können.

Auf der Lastaufnahme überwachen 2 Lichtschranken als Spaltkontrolle die Position der Fässer, eine weitere Lichtschranke erfasst den Status „belegt“ oder „frei“.

Die Spaltkontrolle am Anschlag schaltet die angetriebenen Rollen ein, sobald sich das Fass aus der Endposition herausbewegt hat. Durch diese Nachregelung wird sichergestellt, dass das Fass immer in der korrekten Position transportiert wird, was für den Schwerpunkt und

die Sicherheit entscheidend ist. Sollte sich das Fass soweit aus dem Anschlag herausbewegt haben, dass es die hintere Spaltkontrolle auslöst, bleibt das Fahrzeug stehen, damit die Fässer nicht herunterfallen können.

Zur Übernahme/Übergabe fährt das Fahrzeug an einen definierten Zielpunkt ca. 80 cm vor der Zielposition und führt dann eine Feinpositionierung durch, bei der es sich an einem gewinkelten Blech orientiert. Steht das Fahrzeug korrekt mittig, dann dreht es auf der Stelle.

Über 3 dreieckig angeordnete photoelektrische Sensoren auf der Rückseite des Transportroboters und an der Übergabestation erfolgt das hardwaretechnische Handshake, also die sicherheitstechnische Bestätigung, dass das Fahrzeug richtig und dicht genug an der Übergabestelle steht.

Die Transportroboter wurden mit zusätzlichen 3D Kameras ausgestattet, um auf der Produktionsfläche abgestellte Dockenwagen (für den Laser sind nur die weit auseinander liegenden Rollen erkennbar und es würde versuchen hindurchzufahren) und die Gabeln von Handhubwagen zu erkennen.

Das kundeneigene MES (Manufacturing Execution System) koordiniert die verschiedenen Anlagen in der Produktion. Der AIC (AGV Interface Controller) empfängt die Materialbedarfe und sendet sie als Subaufträge an die Transportroboter. Die Fahrzeuge informieren den AIC über den aktuellen Auftragsstatus und der AIC informiert wiederum das MES über den aktuellen Transportstatus.

Es werden alle Transportaufträge in einer lokalen Datenbank (MS SQL Server) gespeichert und alle aktuellen Status (Quelle, Ziel, Status) visualisiert.

### 3.4. Schwierigkeiten und Optimierung

Die besondere Aufgabe liegt in der physikalischen Eigenschaft der Flüssigkeit. Die Druckfarbe ist zwar relativ viskos, dennoch schaukelt sie sich durch Brems- und Beschleunigungsbewegungen des Fahrzeugs auf. Bei Bremsungen neigt sich Fahrzeug nach vorne und richtet sich danach wieder auf. Die Fässer sind durch den Sicherheitsbügel gegen Kippen geschützt, aber die Flüssigkeit gerät in Bewegung,

Durch das Schwingen der Flüssigkeit wandern die Fässer mehr auf den Rollen als zu vermuten war. Das konnte auch durch das Nachregeln der Rollenbahn nicht schnell genug ausgeglichen werden, so dass die Fässer in der zweiten Spaltkontrolle recht häufig einen Not-Halt

ausgelöst haben. Diese Not-Halts wiederum haben die Flüssigkeit noch weiter aufgeschaukelt.

Zur Abhilfe werden Rollen mit einer höheren Friktion verwendet. Außerdem wird das Fahrverhalten der Transportroboter noch weiter optimiert, um die Beschleunigungs- und Bremsbewegungen weicher zu gestalten.



Bild 6: Transportroboter Flotte

- [1] BAuA, Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.8 – Verkehrswege, Ausgabe November 2012, geändert GBMI 2016,

## SALLY

### Ein innovatives selbstfahrendes System für die Mikrologistik

Dipl.-Ing. **Wolfgang Holl**, Dr. **Andreas Richtsfeld**,  
DS AUTOMOTION GmbH, Linz, Österreich

#### Kurzfassung

Mit "SALLY" erweitert DS AUTOMOTION sein Sortiment von fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) um die Kompaktklasse. Dieses neue Fahrzeug für Kleinlast-Transporte bis 100 kg lässt sich mittels mechatronischer Schnittstellen flexibel an unterschiedliche Transportaufgaben anpassen.

Das 1,6 m/s flinke Fahrzeug navigiert per konturbasierter Lokalisierung. Dazu tastet SALLY mit einem Laser-Scanner die Konturen des umgebenden Raumes ab und erstellt eine Landkarte mit leicht wiederauffindbaren Merkmalen. SALLY erkennt laufende Veränderungen im Raum und reagiert situationsbedingt entsprechend darauf. Zur automatisierten Lastübergabe kann SALLY auch künstliche Landmarken benutzen, denn ihr hybrides Navigationssystem erlaubt die Kombination unterschiedlicher Ortungsmethoden.

Personensicherheit und Kollisionsvermeidung stehen auch bei diesem Fahrzeug an oberster Stelle. Somit sind alle bewährten Sicherheitseinrichtungen wie Laser-Scanner, Signaleinrichtungen, Trittschutzleiste, NOT-HALT, etc. vorhanden. Mit SALLY schließt DS AUTOMOTION die Lücke zwischen Makro- und Mikrologistik auf dem Weg zu Industrie 4.0.



Bild 1: SALLY – aus dem Hause DS AUTOMOTION GmbH

## 1. Die Herausforderung: Schließung der Lücke zwischen Makro- und Mikrologistik

Fahrerlose Transportsysteme sind seit nun gut 50 Jahren erfolgreich im Einsatz. Sie wurden und werden vorrangig für den unbemannten Sammeltransport von schweren Gegenständen oder ganzen Paletten über längere Strecken eingesetzt. Die Andienung der einzelnen Bauteile an die jeweiligen Verbrauchsorte bis hin zum Werker, Konsumenten bzw. zur Fertigungsmaschine wurde bis dato noch nicht systematisch erschlossen. Die Gründe dafür sind vielfältig:

- Die erheblichen Anschaffungskosten bewirkten eine bevorzugte Entscheidung zu großen Transporteinheiten.
- Eine kleine Bauweise von Fahrzeugen war in der Vergangenheit durch fehlende Miniaturisierung von Aktoren, Sensoren und Energieversorgung technisch schwer machbar.
- Die aktuelle Sicherheitstechnik erlaubte nur bedingt den Betrieb in öffentlichen Bereichen bzw. unter nicht eingewiesenen Menschen.
- Die eingeschränkten Möglichkeiten bei der Interaktion zwischen Mensch/Maschine und Maschine/Maschine begrenzten die Anwendung.

Somit war das klassische FTF auf den reinen Transport von Gütern mit der anschließenden Notwendigkeit der Vereinzelung mit zusätzlichem, meist manuellem Transport zum Verbraucher beschränkt.

### Anspruch aus Industrie 4.0

- Anlagen, Maschinen, Menschen, Logistik und Produkte kooperieren und kommunizieren in der Industrie 4.0 direkt miteinander. Produktions- und Logistikprozesse im Unternehmen und zwischen Unternehmen werden intelligent miteinander verzahnt, um die Produktion noch effizienter und vielfältiger zu gestalten.
- Adaptive Produktionsanlagen stellen sich selbsttätig auf veränderliche Parameter ein und ermöglichen so eine Einzelanfertigung zu Konditionen der Massenproduktion. Um diese Vision einer „Industrie 4.0“ real werden zu lassen, braucht es eine Anlagenautomatisierung, die den Materialfluss mit einbezieht.
- Im Sinne dieser durchgängigen, flexiblen Automatisierung der Produktionsprozesse mit Losgröße Eins ergibt sich die Notwendigkeit den Transport mit einer Flotte von kostengünstigen, eher kleinen, weitgehend autonomen und selbstorganisierenden Fahrzeugen zu erledigen.

Auch soll das Aufgabengebiet nicht nur auf den Transport beschränkt bleiben. Die Fahrzeuge können Arbeiten wie Aufnehmen bzw. Übergeben des Transportgutes an die kooperierende Maschine, Montagearbeiten wie Einlegen und Verschrauben von Bauteilen, Einsammeln von Leergebinden usw. mit übernehmen.

Beispiele:

- Individueller Essentransport inklusive Medikamente und medizinischer Hilfsmittel im Krankenhaus bis zum Patienten
- Kleinmaterialtransport bis zum Verbau-Ort an der Montagelinien inklusive Kooperation mit den Fertigungsmaschinen

Um das Zusammenspiel der zukünftigen Akteure in der digitalen Fabrik reibungslos zu gestalten ist eine Standardisierung und Normung von elektromechanischen Schnittstellen und vor allem der Kommunikations- und Informationsschnittstellen erforderlich.

## 2. Modulare Bauweise: Fit für neue, noch nicht erschlossene Anwendungen

Als Basis für die Erfüllung der neuen Anforderungen an ein FTS im Kontext der digitalen Fabrik hat DS AUTOMOTION Mitte 2016 das Transportfahrzeug SALLY auf den Markt gebracht. Bei der Entwicklung wurde auf folgende Aspekte besonderer Wert gelegt:

**Modularer Aufbau in Leichtbauweise:** Die tragende Konstruktion besteht aus gekanteten Blechteilen. Der Antrieb erfolgt durch zwei separat angetriebene Laufräder (Differentialantrieb). Für die Standsicherheit sind noch zusätzlich zwei Mitlaufrollen verbaut. Zur Vermeidung von statischer Überbestimmtheit wird der Differentialantrieb auf einer Wippe verbaut. Das Fahrzeug ist mit schlagfesten, hochbeständigen GFK-Abdeckungen verkleidet.



Bild 2-4: SALLY - Aufbau



**Mechanische und elektrische Schnittstellen für kundenspezifische Anpassung:** Für die Steuerung von anlagenspezifisch benötigten An- und Aufbauten stehen alle gängigen elektrischen Schnittstellen wie digitale IOs, CAN-Bus, Ethernet und 24V Stromversorgung standardmäßig zur Verfügung.



Bild 5-6: SALLY – kundenspezifische Anpassungen

**Intuitive Mensch-Maschinenschnittstelle (MMI):** Durch gezielten Einsatz von intuitiv verständlichen MMIs konnte die Interaktion zwischen Maschine und Bediener simplifiziert werden. Mehrfarbige Lichteffekte zeigen den Zustand der Maschine an und fordern den Bediener zu Interaktionen auf. Eine zusätzliche Sprachausgabe unterstützt die Bedienung bei komplexeren Eingriffen. Optional sind ein Touch-Terminal, Barcodescanner, RFID-Leser und vieles mehr integrierbar.

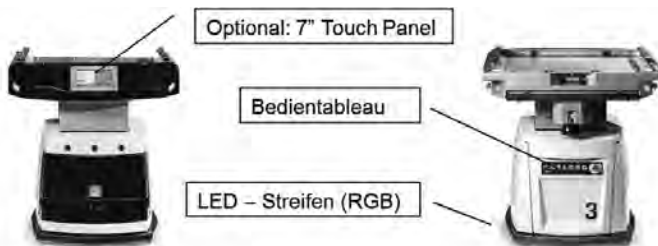


Bild 7: SALLY – Mensch Maschinenschnittstelle

**Moderne, effiziente Energieversorgung und Ladetechnik:** SALLY ist mit einem 48V/40Ah LiFePO<sub>4</sub>-Akkumulator ausgerüstet. Dieser ermöglicht eine Laufzeit von 12h ohne Zwischenladung. Automatisch geladen wird mit einer kompakten Ladestation über Bodenkontakte oder optional über eine berührungslose induktive Ladestation.

### 3. Hybridnavigation - Durch Sensorfusion immer richtig verortet

Im Bereich der fahrerlosen Transportsysteme (FTS) ist die Lokalisierung und die Navigation von Fahrzeugen immer ein aktuelles Thema, da es einer ständigen Weiterentwicklung unterliegt. Die ersten FTS basierten auf **physikalischer Spurführung**. Physische Spurführung ist vor allem für Montagelinien bestens geeignet, da dort die Fahrzeuge sequentiell auf einem geschlossenen Rundkurs geführt werden und damit komplexe Fahrwege mit Verzweigungen und Kreuzungen meist nicht notwendig sind. Bei der physischen Spurführung haben sich der im Boden eingelegt aktiv-induktive Leitdraht und das im Boden eingelegte Magnetband am meisten bewährt, da sie sehr robust und zuverlässig im rauen industriellen Umfeld funktionieren.

Mit Beginn der Automatisierung von Intralogistikanwendungen, sei es mit Gabelstapler oder mit kundenspezifischen Transportfahrzeugen wie sie heutzutage in Krankenhäusern verwendet werden, hat sich die Technologie Richtung **virtueller Spurführung** weiterentwickelt. Heute sind drei Methoden weit verbreitet: die Magnetkoppelnavigation, die Lasernavigation mit künstlichen Landmarken und die konturbasierte Lasernavigation. Bei diesen Technologien ist zu beachten, dass es sich dabei um Lokalisierungstechnologien handelt. Selbstlokalisierung ist zwingender Bestandteil von Navigation muss aber um regelungstechnische Komponenten zur Spurführung erweitert werden um ein vollständiges Navigationssystem zu realisieren.

Bei der **Magnetkoppelnavigation** werden Magnetpunkte als künstliche Marken im Boden als Stützpunkte für die Lokalisierung eingesetzt. Die Lage (Position und Richtung) des Fahrzeugs wird dann mittels Koppelnavigation bestimmt. Dabei bedarf es einer genauen Erfassung der Odometriedaten durch Wegmessräder und Gyroskop um zwischen den Peilungspunkten möglichst genau navigieren zu können, als auch einer genauen Peilung der in regelmäßigen Abständen in den Boden eingelassenen Magneten um einer Drift durch Aufsummieren von kleinen Fehlmessungen der Odometrie entgegenzuwirken. Die Sensorfusion zwischen Odometrie und Magnetpeilung erfolgt dabei üblicherweise mittels Kalman-Filter.

Die **Lasernavigation mit künstlichen Landmarken** war im letzten Jahrzehnt der Hauptkonkurrent der Magnetenavigation. Retroreflektierende Folien werden in Form von zylindrischen Stangen oder planen Tafeln an den Wänden und Säulen angebracht und können von einem rotierenden Laserscanner auch über größere Entfernungen genau vermessen werden. Mindestens 3 Marken müssen zur exakten und eindeutigen Positionsbestimmung mittels Triangulation sichtbar sein.

Wenn mehr Reflektoren zur Verfügung stehen kann die Genauigkeit durch eine Fehlerausgleichsrechnung noch verbessert werden. Wegen der hohen Messraten kann bei der Lasernavigation auf Odometrie verzichtet werden.

Die **konturbasierte Lasernavigation mit natürlichen Landmarken** ist eine Technologie zur Lagebestimmung, die auf externe Hilfsmittel wie Reflektoren oder Magnetpunkte verzichten kann. Auch intern am Fahrzeug wird dabei keine zusätzliche Sensorik benötigt, denn das zentrale Element dieser Technologie ist der bereits für die Personensicherheit vorhandene Laserscanner der gleichzeitig auch zur Positionsbestimmung genutzt werden kann. Vor der ersten Inbetriebnahme wird dazu einmalig eine Lernfahrt durchgeführt. Dabei wird das FTF manuell durch die Anlage geführt während der Laserscanner laufend rundum die Abstände speichert und sich so wortwörtlich ein Bild vom Einsatzbereich macht. Die gesammelten Abstandsvektoren aus der Lernfahrt werden mittels SLAM-Verfahren zu einer Konturkarte zusammengefügt und können dann zur Lagebestimmung verwendet werden. Im Betrieb scannt das Fahrzeug laufend seine Umgebung, vergleicht diese Daten mit den gespeicherten Mustern in der Konturkarte und kann so Position und Orientierung in der Anlage für die Navigation des Fahrzeugs bestimmen. Das System ist störungsunempfindlich und toleriert dabei ohne weiteres andere Fahrzeuge, Personen oder andere "veränderliche" Objekte im Scanbereich.

Vergleicht man die Navigationsarten hinsichtlich absoluter Positioniergenauigkeit so wird ersichtlich, dass die Magnetkoppelnavigation mit absoluter Genauigkeit unter 10 mm (Abhängig von der Anzahl der Magnete) ein Fahrzeug am genauesten positionieren kann. Bei Lasernavigation wird meist der Laserscanner am oberen Ende des Fahrzeugs angebracht, was bei kleinen Bodenunebenheiten zu einer schlechteren Positionierung am Boden führen kann. Die konturbasierte Navigation hat diesen Nachteil bei Verwendung der Sicherheitslaserscanner nicht, muss aber dafür mit mehr Messungengenauigkeit der Sicherheitslaserscanner zurechtkommen. Diese wird dann auch noch verstärkt, wenn wenige oder nur weit entfernte Konturen an einer Übergabestation zur Verfügung stehen.

Um die Genauigkeit der konturbasierten Navigation zu erhöhen, lässt sich diese Technologie mit den anderen Methoden zur **Hybridnavigation**, wie bei SALLY angewendet, erweitern. Dabei werden zwei der drei erwähnten Technologien gleichzeitig eingesetzt. Hybridnavigation mit Magnetpunkten kann wieder die hohe Genauigkeit etwa im Bereich von Übergabestationen gewährleisten. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn lange Fahrtwege zwischen den Stationen zurückzulegen sind, auf denen die genaue absolute Positionierung des Fahrzeugs nicht relevant ist. Auf diesen langen Strecken kann dann auf das Setzen und Vermessen von Magnetpunkten oder Reflektoren verzichtet werden.

Die Hybridnavigation mit künstlichen Landmarken ergänzt sich optimal mit konturbasierter Navigation da wieder derselbe Sensor verwendet werden kann. Landmarken in der Form von Reflektoren werden wieder nur an den Stationen verwendet um lokal die absolute Genauigkeit zu erhöhen und um automatische Lastübergaben sicher durchführen zu können.

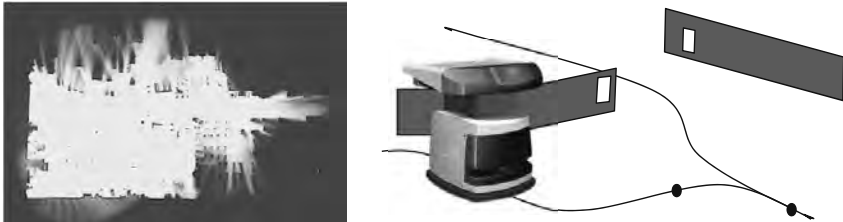


Bild 8: Konturbasierte Lokalisierung und Hybridnavigation

#### 4. Sicherheitstechnik - Sicheres Navigieren unter Menschen

Heute vermischen sich fahrerlose Transportsysteme für die Mikrologistik immer mehr mit mobilen Roboteranwendungen und dringen dabei immer weiter in den Bereich der Menschen vor. Dabei stoßen sie im öffentlichen Raum (z.B. Krankenhaus) auf Personen die im Umgang mit automatisierten Fahrzeugen nicht geschult sind und die Gefahren welche von den Fahrzeugen ausgehen nicht einschätzen können. Die Anforderungen an die personensichere Navigation eines Fahrzeuges unter Menschen sind daher im nicht-industriellen Umfeld weit- aus höher als im industriellen Sektor.

Fahrzeuge die sich im (halb-)öffentlichen Bereich unter Menschen bewegen, müssen die Umgebung ausreichend erfassen um sich gegen Kollisionen mit Menschen und Objekten zu schützen. Damit sollen direkte oder indirekte Schäden an Personen oder Objekten im Umfeld verhindert und der sichere Betrieb garantiert werden. Dies bedeutet dass ein Laserscanner, der nur auf einer Ebene seine Umgebung abtastet, nicht ausreicht. Es muss Sensorik für die Überwachung des gesamten Arbeitsraums des Fahrzeugs zur Verfügung stehen. Durch die Entwicklung von Tiefenbild-Sensoren (Stereo, Triangulation, Time-of-flight, usw.), welche ein 3-dimensionales Abbild mit einer hohen Wiederholrate aufnehmen können, ergibt sich eine Vielzahl an neuen Möglichkeiten für die Absicherung gegen Kollisionen. Da diese Sensoren aktuell aber noch nicht mit der nötigen Sicherheitszertifizierung zur Verfügung stehen, können sie nur für den Kollisionsschutz verwendet werden.

In der Sicherheitsbetrachtung für Personenschutz dürfen diese Sensoren nicht berücksichtigt werden. Um jedoch den Personenschutz zu gewährleisten, können taktile Sensoren mit Sicherheitszertifizierungen eingesetzt werden, allerdings muss dann die Fahrtgeschwindigkeit entsprechend reduziert werden. Bei der großflächigen Verwendung auf der Außenhülle eines Fahrzeugs ergeben sich in Zukunft neue Möglichkeiten für eine sichere Navigation unter Menschen. Eine Notwendigkeit besteht dafür meist in engen Räumlichkeiten wie zum Beispiel im Lift oder in Durchgängen, wo es durchaus zu Berührungen zwischen Mensch und Maschine kommen kann. So kann zum Beispiel ein manuelles Verdrängen von Fahrzeugen realisiert werden, falls dieses einem Menschen im Weg steht.

Im Zentrum der Sicherheitstechnik bei fahrerlosen Transportsystemen steht der Sicherheitslaserscanner. Zusammen mit taktilen Schutzleisten die vor Quetschungen schützen sollen und manuellen Not-HALT Einrichtungen, wie Tastern und dgl., bilden sie den Personenschutz.

## 5. Verkehrsregelung - Autonomie versus zentral gesteuertes Flottenmanagement

Bei der klassischen Navigation von automatisierten Transportfahrzeugen kommen üblicherweise manuell vordefinierte Routen zum Einsatz und bei Auftreten von Hindernissen am Fahrweg wird das Fahrzeug gestoppt. Bei dieser Art der Navigation hat das Steuerungssystem immer alle Fahrzeuge unter Kontrolle und leitet damit die Fahrzeuge exakt am Kurs. Das Transportsystem ist hinsichtlich Störungen aber sehr empfindlich, da schon die Blockierung eines einzelnen Fahrzeugs ausreicht um die ganze Flotte in der Ausführung der Transportaufträge zu stören oder gar ganz zu hindern.

Bei der **freien Pfadplanung** wird der Pfad erst zur Laufzeit am Fahrzeug erstellt, wobei auf vorher aufgezeichnetes Kartenmaterial zurückgegriffen wird. Dieser Pfad beschreibt eine Verbindung zwischen Start- und Endpunkt ist aber nicht direkt befahrbar da dieser nicht die Fahreigenschaften des Fahrzeuges berücksichtigt. Die tatsächlich gefahrene Trajektorie wird dann erst zur Laufzeit unter Berücksichtigung der Sensordaten und dem Embodiment (Verkörperung des Fahrzeugs mit sensorischen oder aktuatorischen Beschränkungen) erstellt. Durch spezielle Auswertung der Sensordaten und genauer Kenntnis über die möglichen Bewegungsmanöver (Fahrdynamik), die durch den Antrieb des Fahrzeugs definiert sind, lässt sich so der Weg des Fahrzeugs hinsichtlich verschiedener Verhalten durch Vorgabe von verschiedenen Parametern lenken und optimieren. Diese Parameter können Geschwindigkeit, Energieverbrauch, Genauigkeit zum vorgegeben Pfad und/oder Weitere sein. Durch

geeignete Anpassung dieser Parameter während der Laufzeit kann so das gewünschte Verhalten an die Umgebung angepasst werden.

Durch die Entwicklung in Richtung mobiler Robotik werden die Fahrzeuge autonomer und dadurch unempfindlicher hinsichtlich Störungen. Es können zum Beispiel Hindernisse autonom umfahren werden. Das Leitsteuerungssystem kann dann aber nicht mehr garantiert, dass sich Fahrzeuge gegenseitig blockieren und im schlechtesten Fall in Staus oder Deadlocks geraten. Analog zum Straßenverkehr (wo auch jedes Auto autonom gesteuert wird) wird ein Leitsteuerungssystem benötigt, das vielbefahrene Wege oder Wege mit Blockierungen erkennt und dann Fahrzeuge auf alternative Routen umleitet.

Ziel ist also die Flexibilität des Transportsystems hinsichtlich unerwarteter Störungen unsensibler zu machen ohne dabei die Kontrolle über die Flotte zu verlieren. Daher wird eine **Verteilung der Autonomie** vom Leitsteuerungssystem zu den einzelnen Fahrzeugen angestrebt, wobei diese Autonomie aber zur Laufzeit beeinflusst werden kann. Das Leitsteuerungssystem muss dann eine Koordinationsrolle übernehmen und darf die Kontrolle über das Transportsystem nicht verlieren um die Transportleistung des gesamten Systems garantieren zu können. Im optimalen Fall sollen Transportaufträge systemoptimal durchgeführt werden, d.h. dass nicht die kürzeste oder schnellste Abarbeitung eines einzelnen Auftrags angestrebt wird, sondern die optimale Planung aller Fahrzeug um die maximale Transportleistung des Gesamtsystems zu erreichen.

Das Leitsteuerungssystem soll die Wege der Fahrzeuge vorausschauend planen, sodass die maximale Transportleistung bei maximaler Flexibilität und minimaler Störungsempfindlichkeit erreicht werden kann. Dazu muss die Autonomie der Fahrzeuge durch die Leitsteuerung steuerbar sein (skalierbare Autonomie).

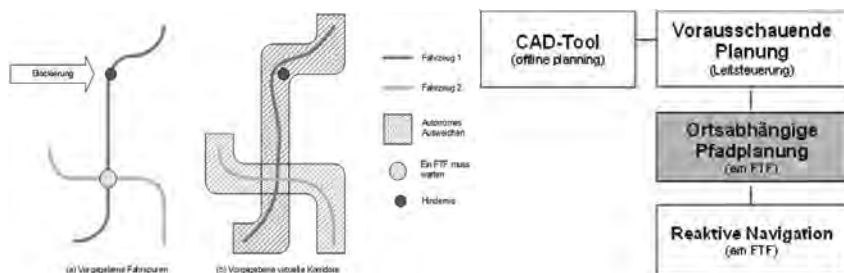


Bild 8-9: Freie Pfadplanung, verteilte Autonomie

Das Leitsystem soll immer die Möglichkeit haben ein Fahrzeug auf einen vorgegebenen Kurs zu zwingen um die vollständige Kontrolle zu haben, oder aber auch dem Fahrzeug die maximale Autonomie zu verleihen. Das Leitsystem gibt also den Fahrzeugen das Verhalten in verschiedenen Situationen vor.

Die Planung erfolgt im klassischen Leitsteuerungssystem üblicherweise anhand von statischem Wissen über die Umgebung. Dynamische Veränderungen der Umgebung gehen daher überhaupt nicht in die Steuerung ein. Damit die Steuerung der Autonomie funktioniert, müssen Daten über die Umgebung gesammelt werden, sei es durch Sensoren oder aber auch durch statistische Auswertungen durch das Leitsteuerungssystem. Wenn Veränderungen erkannt werden, kann eine Wissensdatenbank von statischen und dynamischen Daten aufgebaut werden die dann zur Planung durch das Leitsteuerungssystem verwendet werden kann.

## **Zusammenfassung**

Mit SALLY hat DS AUTOMOTION die Basis zur Erschließung von neuen Anwendungen für automatisierte Transport- und Assistenzleistungen im Sinne von Industrie 4.0 geschaffen. Es obliegt nun unserer Fantasie SALLY für neue, derzeit nicht angedachten Aufgaben, einzusetzen. Wir erwarten uns eine Ausweitung des FTS-Marktes auf Marktsegmente in denen bis dato der Einsatz von fahrerlosen Transportsystemen nicht angebracht war. Sei es auf Grund der Größe und Bedrohlichkeit der Fahrzeuge oder wegen der vermittelten Komplexität derartiger Systeme.

Ä

**A**

 $\bar{A}$  $\bar{A}$  $\bar{A}$ 

67

 $\bar{A}$ 

6T

On  
Fi

6T

3\_

41

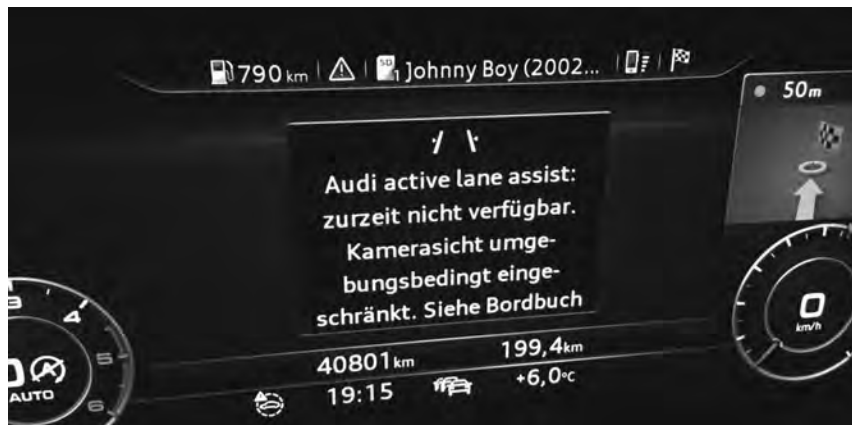
△





;XÄ PRPYJLdÄ\_XÄ8FEÄgYYPYÄNSÖPÄYÄTNVÄMPXÄ3\_ÄZÄ\_QÖPYÄLSIPÄPÄWJJPY&EZÄ  
 VZXX^PÄJÄPMPYÄPXÄ3\_ÄZQLSPYÄ\_PÄYOÄJNSPIÄ\_NSÄXNSÄYRPÄÄOPÄ\_V\_YQÄX PÄ  
 aTPOPÄd\_ÄEÄZYPPYÄaZÄÖÄFPNSVÄPÄJLRÄ4TQÄ+ÄdRÄPbR[ WJNSÄÖÄ5ZNVYÄ3YdRPÄ  
 MPÄJNSVNSPXÄI P^PÄ TÄ PTYPXÄLV^PÄWYÄC/\$Ä\_YOÄOPÄ QRPYOPÄ\_QY^YRÄOPÄ  
 7TYJNSfYV\_YRPYÄPYÄ^KXÄPPÄLV^PÄWYÄFPÄ4PÖY\_YRJLYT\_YRÖÄ  
 ;YÄZRPYOPÄ\_L^ZYPPYÄ^OPÄ\_Z[TWÄXgRVNSPÄPTJPA^NSÄZWQYVZYJGSTRÄOPÄPRÄ  
 QVNSPÄVQXL^ZYPPYÄYÄ

- Ä 6 PÄNSÄ^ÄNSVNSÄL\_QY^YOÄZYÄ^LIVPXÄDPRPYÄNSYPPÄPMPÄJa &#8ÄÄ
- Ä : PÄJÄ >NSÄ "ENSPÄPÄQÄ PYRPRPYVZXPYOPÄ8LSdP\_RPÄZOPIÄ ÖTPV^PJÄ  
 EZYPPYÄ#ÄJ^g^PÄNS^ÄOPÄ=EXL&Ä
- Ä 6 PÄ3\_ÄZ[TWÄZX[ZYPY^PÄ^ÄMPJNSfCR^ÄZOPÄX TÄENSLX X\$Ä7T\$ÄENSYPPÄ^N&Ä  
 MPOPÄWÄ
- Ä 7 TÄXÄÄ ZOPÄXÄZYÄ^PÄJÄMBV^PÄPPYQYÄ\_YO'ZOPÄPSTOPÄ^TPÄZX[ZYPY^PÄ  
 "d&Ä4&ÄRLS\LQRPÄZOPÄTYÄ\_QVMPÄ#Ä
- Ä EPÄQLSPYÄOLZOPÄÄL\_QÄPÄMPJYOPÄJÄPYRZOPÄÄV\_RPÄÄLi P&ÄÄ
- Ä &&ÄÄ



4TQÄ+0Ä\_QY5ZNVYÄ3YdRPÄMPJNSVNS^PÄ P^PÄ

Ä

3VJZÄhMPYÄTX^ÄOPÄLSIPÄPÄPÖPY\_YRÄPÄ8LSdP\_RJÄYOÄPÄHPLY^aZÄ\_YRÄhDLJÄ  
 8LSIPY&ÄÄ

Ä

Ä

EPW<sup>Ä</sup> 4L]T]Q\_YVZYLV<sup>Ä</sup> PYÄ LIMP<sup>Ä</sup> PYÄ QP<sup>Ä</sup> SV<sup>Ä</sup> LQ<sup>Ä</sup> ÄZOPIÄ Y\_Ä TYP<sup>Ä</sup> SLW<sup>Ä</sup> `ZYÄ PYR<sup>Ä</sup> PYÄ  
Ecj<sup>Ä</sup> PXR<sup>Ä</sup> IPYd<sup>Ä</sup> PY0Ä

- Ä 7\VPYY\_YRÄ`ZYÄHP\VP<sup>Ä</sup>SV<sup>Ä</sup>NS<sup>Ä</sup>TYÄ
- Ä E[\_\PIVPYY\_YRÄ
- Ä GYZZ<sup>Ä</sup> T<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> ÄZ<sup>Ä</sup> W<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> X]\_YR<sup>Ä</sup> PYÄ
- Ä 8PSW<sup>Ä</sup> P\[\P<sup>Ä</sup> L<sup>Ä</sup> ZY<sup>Ä</sup> PYÄ`ZYÄ8LS\]L<sup>Ä</sup> ZY<sup>Ä</sup> PYÄ
- Ä EI %\_R]Ä

EPW<sup>Ä</sup> ^P\j<sup>Ä</sup> fYO<sup>Ä</sup> VNS<sup>Ä</sup> ÄTOÄLVdP\^P<sup>Ä</sup> ^ÄL]J]ÄOP<sup>Ä</sup> ÄJ]T]j<sup>Ä</sup> ^PYd]c]j<sup>Ä</sup> ^XP<sup>Ä</sup> ÄPR<sup>Ä</sup> W<sup>Ä</sup> iTRÄ\_]j<sup>Ä</sup> ^PTR<sup>Ä</sup> PYÄYOÄ  
OP<sup>Ä</sup> ÄLS\PIÄMP\YPS<sup>Ä</sup> X<sup>Ä</sup> YÄ\_]j<sup>Ä</sup> &Ä  
Ä

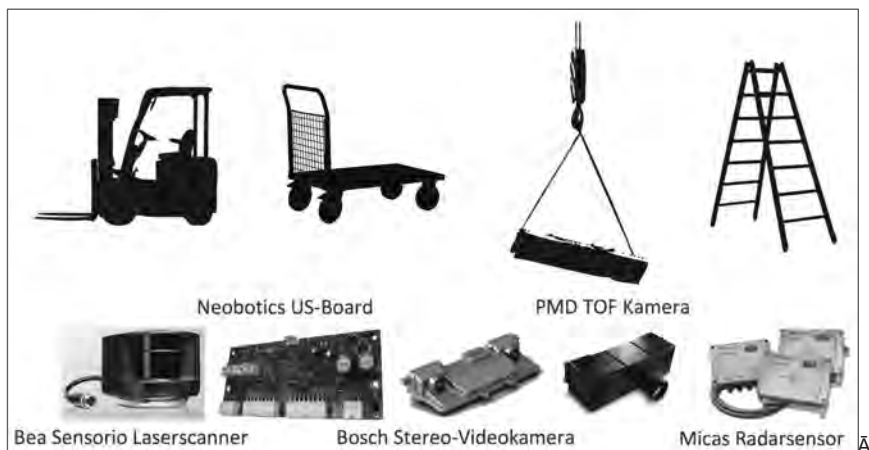
6PÄET\_L^TZYÄ<sup>Ä</sup> MPT<sup>Ä</sup> ÄFEÄ<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> PYÄgWW<sup>Ä</sup> MY<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> GÄ]ÄEcj<sup>Ä</sup> ^PXÄX\_]j<sup>Ä</sup> Ä]TNSP<sup>Ä</sup> ÄSZNS<sup>Ä</sup> ÄQ<sup>Ä</sup> RML<sup>Ä</sup> VYOÄ  
`P\W]j<sup>Ä</sup> WNSÄLIMP<sup>Ä</sup> PYÄYOÄaLÄZSPYÄ<sup>Ä</sup> TY<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> ÄLS\PIÄL<sup>Ä</sup> VÄLNV\_[%Ecj<sup>Ä</sup> PXÄX\_]j<sup>Ä</sup> PYÄ<sup>Ä</sup> WNSÄLTP<sup>Ä</sup> PYÄ  
MPXÄFEÄ<sup>Ä</sup> TYOÄ

- Ä 6PÄ<sup>Ä</sup> T]L^d\_XRPM\_YRÄSL^Ä\PI<sup>Ä</sup>NS<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> G]j<sup>Ä</sup> PV^PÄÄ
- Ä 6PVÄBP]j<sup>Ä</sup> ZY<sup>Ä</sup> PY]NS\_^dÄX]j<sup>Ä</sup> ÄRPRMPYÄ]j<sup>Ä</sup> &Ä
- Ä 6PÄ<sup>Ä</sup> P]j<sup>Ä</sup> ^P<sup>Ä</sup> W<sup>Ä</sup> R<sup>Ä</sup> M<sup>Ä</sup> ÄTP<sup>Ä</sup> Ä7%=ZYQZ<sup>Ä</sup> X<sup>Ä</sup> f<sup>Ä</sup> j<sup>Ä</sup> P\VV\_YRÄLM&Ä
- Ä 9PYL\_RVP<sup>Ä</sup> T<sup>Ä</sup> MR<sup>Ä</sup> T<sup>Ä</sup> LS\PYÄ\_YOÄMÄBZ]j<sup>Ä</sup> T<sup>Ä</sup> ZY<sup>Ä</sup> PYÄX\_]j<sup>Ä</sup> ÄPb^Ä\PXÄSZNSÄ]j<sup>Ä</sup> PYÄ
- Ä HP\QhRMLV<sup>Ä</sup> PYÄ`ZYÄLYYfSP\YQÄ]j<sup>Ä</sup> ÄPIOPYÄP<sup>Ä</sup> Z<sup>Ä</sup> OPIÄ&Ä

Ä

"Ä C?Ä35:ÄÄ-Ä

4T]SPiÄT<sup>Ä</sup> ÄOPÄ<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> WOP]j<sup>Ä</sup> ÄFEÄdaPTOKPY]ZYLWÄZaZSÄOPVBP]j<sup>Ä</sup> ZY<sup>Ä</sup> PY]NS\_^dÄVÄL\_NSÄOPÄ  
@L`RL<sup>Ä</sup> ZYÄIP<sup>Ä</sup> PYd<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> X<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> T<sup>Ä</sup> ÄL\_ÄdaPTOKPY]ZYLWÄ>L]P]j<sup>Ä</sup> NLYYPVÄOPÄ\_YPYÄXÄ8F8Ä  
PYR<sup>Ä</sup> PMLÄ<sup>Ä</sup> TYOÄ6PÄBP]j<sup>Ä</sup> ZY<sup>Ä</sup> PY]NS\_dÄMP]NS\fyVÄ]TNSÄL\_ÄPTYPaP]j<sup>Ä</sup> PYPYÄBP]j<sup>Ä</sup> ZYLWÄTKÄ  
TYO\_]j<sup>Ä</sup> ^P<sup>Ä</sup> WYÄGXQ<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> VYOÄNSW<sup>Ä</sup> ^ÄOPYÄQ<sup>Ä</sup> PYWNSPYÄPI<sup>Ä</sup> TNSÄM<sup>Ä</sup> WNSPiaP]j<sup>Ä</sup> IPÄ\_]j<sup>Ä</sup> &Ä  
4PÄ<sup>Ä</sup> OPIÄ;YOZZ%@R<sup>Ä</sup> UZYÄRPSÄ\_OPIÄFipyOÄd\_ÄL\_@L`RL<sup>Ä</sup> ZYÄX<sup>Ä</sup> T<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> VÄYLh\WNSPÄ  
GXRPM\_YR]j<sup>Ä</sup> PTNS^YR<sup>Ä</sup> PYÄOPÄOPYÄR<sup>Ä</sup> WNSPYÄEPY]ZiÄ`PiaPYOPÄ6LX<sup>Ä</sup> TÄaPIOPYÄOPÄ  
RP]j<sup>Ä</sup> P<sup>Ä</sup> WNSPYÄZIRLMPYÄQWÄPZOZNSÄMPYÄP<sup>Ä</sup> WÄhy]NSPÄQ<sup>Ä</sup> PYÄPIYPÄhOPÄLYÄ\_NSÄ  
:TYOP]j<sup>Ä</sup> PÄVPYYPYÄSPÄ<sup>Ä</sup> NSÄMPISUMOPÄENLYYPMPYÖR]j<sup>Ä</sup> Ä6%ENLYYP]j<sup>Ä</sup> MPYOPYÄOPÄ  
LMPVEXRPM\_YR]j<sup>Ä</sup> dPYL<sup>Ä</sup> PYÄRLYdSPNSÄPIVPYYPYÄ8LdÄanfPÄLVMOTR]j<sup>Ä</sup> ÄOPVÄ[\_YRÄT<sup>Ä</sup> OPÄ  
VPLWÄ+6%PWÄYZ^aPYRÄZaZd\_ÄSPÄYZNSÄÄEPY]TÄ\_YOÄÄB]j<sup>Ä</sup> aP^P]j<sup>Ä</sup> ZQ^aLIPÄQPÄW  
Ä



4TQÄ,Ä AMBÖV^%WÄ& LjNSVPYjNS\_dÄk TÄ+6%EPYjZVÄ

Ä

eSYWNSÄTPÄMPXÄL3ÄRTM^ÄJÄMjSPVÄVÄOPjPYÄTYjL^dÄPYPYÄPYjZ\$ÖPÄWÄBYQZIOPI\_YRPYÄ  
P\QWÄYjÄRTMÄVjZÄdaPTÄ gRTNSVPPYÄY^aPOPÄTÄLVdP\^PYÄVÄOPÄFE%iPWAÄRPLYL\_jZÄ  
aTPÄjÄMPXÄL3Äj PwJ^ Pj^fyOwNSÄT^ÄkÄ\_Y^ZWZXXYPYÄPYjZiPYÄYOÄLXTÄPRPXÄiTRPÄ  
8PSWÄZOPÄLMPÄaTÄQjTZTPPYÄ^PjNSPOPYÄPYjZiPYÄd\_ÄEPYjZjCj^PX PYÄ\_YOÄ  
LVdP\^PYÄOPÄOLXTÄ^PIM\_YOPYPYÄSPiPYÄZj^PYÄZaTPÄOPYÄPYZKPYÄ^PNSjYNSPYÄ  
3\_QaLYOÄÄPÄPINSÖPÄ6%3\_jaP^PjZQ^aLjFÄhVÄOPÄKZMPYÄZMZ^PÄXTÄOXÄTjL^ddPWÄ  
mgQYNSPÄPÄPINSiÄ^ÖPÄNSaPÄPÄ PRÄZSVÄZML^ÄZjNSÄYOÄTOÖPÄ PTPiPYÄdTVWRÄ  
OPÄCj^PXPÄVÄOPYÄINSj^PYÄLSiPYÄPjKXPYÄ

Ä

#ÄCA3==6>73AAC>8Ä

6LjÄ8FEÄjTPWÄPYÄNSMjPWZVÄYÄOPÄVÄLWRjTÄVÄOPÄEXLÄBLNZicÄYOÖPÄYO\_jTPÄ  
,&Ä&PÄKZMPÄZMZVÄYOÖPÄTjL^dQWÄYÄQYNSPYÄPIPTNSPYÄPIOPYÄPÄFE%iPWA  
MPÄPNSPiÄPÄ\_ÄZYXPYÄ\_YVZYPYÄÄ\_ÄZYXPYÄVÄÄPiWjPYÄjNSÄ\_QPYÄLSiPÄ  
6LjÄ8FEÄ\_jjÄjTNSPÄMPiPNSPYMLVÖÄTÄGNSjPÄHiQhRMLVÄTMPPYÄQÖÄSYPRPYÄ  
8LSiPÄL\_jVZXXPYÄ&PÄ^PNSYÄZjNSPYÄPIL\_jQZIOPI\_YRPYÄMPXÄ8FEÄVPRPYÄKÄ+6%  
BPjZYPYÄYOÄMBV^jNS\_dÄYOÄVÄOPÄNSiT^aPPYÄVVPYY\_YRÄYÄPRPYjTYOPYÄYOÄ  
EdPYLITPYÄZÄYÄOPÄ\_ÄZXZMTVOTj^TPÄYYPYÄTÄOPYÄPRÄMPÄOPÄ3jJTj^PYdCj^PXPÄ  
hMPiYPSXYÄTSÄPÄKPSi&ÖPÄNE^LYOLIOI%EPYjZVÄÄjPiPYÄ\_ÄZjÄgYYPYÄTÄKÄ8FEÄ  
WÖPÄVNS^ÄhMPiYPSYÄÄaFÖPÄ8FE%PWÄTPÄRPYPÄÄ



# Vom C-Teile-Lieferant zum Datenmanagement

## Was wirklich geschah!

**Stefan Reuss, Christian Schorndorfer,**  
Würth Industrie Service GmbH & Co. KG, Bad Mergentheim

### Kurzfassung

Die Würth Industrie Service GmbH & Co. KG ist innerhalb der Würth-Gruppe für die Belieferung der Industriebranche zuständig. Über das WINWORK (Würth Industrial Network) profitieren Kunden weltweit von den innovativen Systemen der Würth Industrie Service. Dieses flächendeckende Netzwerk stellt einen schnellen Informationsfluss und eine reibungslose Projektumsetzung in den einzelnen Ländern weltweit sicher. Kunden in ganz Europa werden direkt aus Bad Mergentheim beliefert. Als Dienstleistung bietet die Würth Industrie Service GmbH & Co. KG kundenspezifische Versorgungskonzepte von Verbrauchsmaterialien unter der Servicemarke „CPS® – C-Produkt-Service“ an. Logistische und dispositive Dienstleistungen wie scannerunterstützte Regalsysteme oder eine Just-in-time-Versorgung mittels Kanban- Behältersystemen bieten dabei einen entscheidenden Beitrag zur Produktivitätssteigerung.

### 1. Aufgabenstellung

Vorbei sind die Zeiten, in denen eine C-Teile-Versorgung von Unternehmen durch eine reine Belieferung der geforderten Artikel geprägt war. Vielmehr entwickelt sich der Zulieferer zu einem Partner, der in die Prozesslandschaft von Unternehmen integriert ist, das Unternehmen durch ganzheitliche Systeme, Dienstleistungen und Informationsmedien bei der Vernetzung der digitalen und physischen Welt unterstützt und ihm ermöglicht den Anforderungen der Industrie 4.0 sowie Logistik 4.0 gerecht zu werden.

## 2. Lösungen

Industrie 4.0 ist das große Thema der Industriebranche und damit der Bereiche der Intralogistik, Logistik und Materialwirtschaft.

Digitalisierung beginnt schon jetzt die Produktionsabläufe und die Materialversorgung zu verändern. In der Fabrik der Zukunft werden sich diese Bedingungen grundlegend weiter wandeln und moderne IT-Technologien mit klassischen Produktionsprozessen vernetzen. Flexibilität, effiziente Prozesse, maximale Versorgungssicherheit, zielgenaue Konzentration auf das Kerngeschäft – ein schlankes C-Teile-Management ist mittlerweile nicht mehr aus der produzierenden Industrie wegzudenken. Doch schlanke Prozesse werden in Zukunft nicht mehr ausreichen und es werden individuelle und ganzheitliche Lösungen gefragt sein, die sich im Gesamtsystem und mit dem Menschen vernetzen!

Die Anforderungen an die Partner der Industrie und somit die Logistik werden in der Zukunft noch vielschichtiger. „Intelligente Kisten“ wie der iBin® oder das digitale Regaletikett iDIS-PLAY® stehen gemeinsam mit onlinebasierten Plattformen wie CPS®MOBILE, CPS®ONLINE oder dem Würth Online-Shop stellvertretend für diesen grundlegenden Wandel.

Durch diese innovativen Systeme ist man nun in der Lage Daten zu sammeln und dadurch Wissen über Kunden, über Prozesse und Produkte zu generieren. Zunehmend ist ein Trend zu spüren, dass die Systeme der Würth Industrie Service mit den Systemen der Kunden vernetzt werden, um darüber die Prozesse der Kunden zugänglich zu machen.

# Multifunktionale Strukturen für B2C und Omnichannel

## Das Arvato-Projekt in Dorsten/Marl

Dipl.-Kfm. **Peter Mark Buse**, Arvato SCM Solutions, Gütersloh

### Das Arvato-Projekt “Dorsten/Marl” in einem Satz

Um den vielfältigen Herausforderungen der eCommerce-Branche zu begegnen, und um in diesem sehr volatilen Umfeld nachhaltig zu wachsen, hat Arvato als Teil seiner eCommerce-Strategie mit dem Distributionszentrum in Dorsten/Marl einen neuen Standort entwickelt, welcher wesentliche Markt- und Kundenerfordernisse bestmöglich berücksichtigt, und dabei gleichzeitig auf eine nachhaltige Entwicklung von Arvato in diesem Segment ausgelegt ist. Die wesentlichen Charakteristika dieses Projekts für die Schaffung des Distributionszentrums werden nachfolgend genauer dargestellt.

### 1. Herausforderungen und Marktentwicklung im eCommerce

Die eCommerce-Branche gehört heute nicht nur zu den wachstumsstärksten Wirtschaftsbereichen weltweit, sondern auch zu den Bereichen die sich am schnellsten und am nachhaltigsten verändern. Dabei werden die Standards in immer kürzeren Zyklen neu gesetzt, meist von großen Marktteilnehmern wie Amazon, oder regional und branchenspezifisch dominanten Unternehmen wie z.B. Zalando für den Fashion- und Lifestyle- Bereich in Europa.

Die Auswirkungen dieser Veränderungen betreffen längst nicht nur spezifische Marktbereiche wie eben den eCommerce, sondern wirken sich auf ganze Marktsegmente aus wie den Modehandel allgemein, oder den Handel insgesamt inklusive des stationären Bereichs, der in den meisten Fällen rückläufig ist, während der Onlinehandel stetig weiter wächst.

Für die Marktteilnehmer wie für die angeschlossenen Dienstleister wird es zunehmend wichtig, rechtzeitig auf die Marktentwicklungen und Marktveränderungen zu reagieren, und das eigene Angebot flexibel auf verschiedenste Einflüsse anzupassen, um nicht signifikante Wettbewerbsnachteile zu erleiden die aufgrund des disruptiven Charakters vieler Marktentwicklungen in diesem Segment schnell existenzbedrohend werden können. Speziell Outsourcing- Dienstleister wie Arvato sind in diesem Umfeld aufgefordert, ein möglichst innovatives und gleichzeitig flexibles Angebot zu entwickeln, unabhängig vom teilweise langfristigen Charakter von Investitionen, z.B. in Gebäude und Anlagen.



## **2. Wachstumserfordernisse in einem volatilen Branchenumfeld, am Beispiel des Onlinehandels für Mode- und Lifestyle- Produkte**

Um in einem sich stetig verändernden Marktumfeld Wachstum generieren und abbilden zu können, sind neben der grundsätzlich erforderlichen Bereitstellung von attraktiven Produkten und Dienstleistungen in ausreichender Anzahl, noch eine Reihe von Faktoren und Voraussetzungen notwendig, die einerseits strategisch (also langfristig) definiert werden müssen, die aber andererseits in der Lage sein müssen, flexibel und möglichst passend auf Veränderungen reagieren zu können, die zum Zeitpunkt der Entscheidungsfindung nur rudimentär oder gar nicht bekannt sind. Die Endkunden werden dabei immer anspruchsvoller, bekommen in Bezug auf Anzahl und Qualität stetig steigende Dienstleistungen angeboten, und das Einkaufserlebnis entkoppelt sich zunehmend vom Einkaufskanal, und soll kanalübergreifend störungsfrei möglich sein.

Im Modesegment heißt dies konkret, dass noch vor wenigen Jahren der Zeitraum von 3-5 Tagen nach Bestellung eine allgemein akzeptierte Versanddauer abgebildet hat, während im Jahr 2016 eine Versandzeit von 2 Tagen oder weniger bereits den Standard bildet, Tendenz fallend. [1] Gleichzeitig sank die Bearbeitungsdauer einer Retourensending von ehemals Wochen auf inzwischen unter 3 Tagen. [2] Die dominanten Marktplayer wie Amazon messen die Versanddauer aktuell in Stunden (z.B. „PrimeNow“), und kreieren damit eine weiter steigende Anspruchshaltung bei allen Endkunden, egal wo diese letztlich online einkaufen.

Dabei bekommen geographisch wie konzeptionell passende Lagerstrukturen eine anhaltend wachsende Bedeutung, um diese optimierten Services umsetzen und ausbauen zu können, verbunden mit einer bestmöglichen Vernetzung der beteiligten Transportfirmen (letzte Meile). Diese Kernfaktoren bilden die Grundlage für Investitionsentscheidungen im eFulfillment, sind aber gleichzeitig nur ein Teil der zu betrachtenden Einflussfaktoren.

Dabei ist neben den zeitlichen und qualitativen Leistungsaspekten vor allem die Umsetzungszeit eines Projekts wichtig, denn auch hier ist die Zeit ein kritischer Faktor, sei es beim Wechsel des Fulfillment-Angebots auf einen anderen Dienstleister, oder auch im Fall eines Neustarts im Online-Segment. Es muss die Möglichkeit gegeben sein, innerhalb von Monaten (und nicht Jahren) eine funktionsfähige Struktur bereitstellen und in Betrieb nehmen zu können, um mit den marktimmanenten Geschwindigkeitserfordernissen Schritt halten zu können.

### 3. Optimierte eCommerce-Lieferstrukturen und Response-Zeiten – das Arvato Projekt „Dorsten/Marl“

Aus Sicht der Markterfordernisse und in Bezug auf die Marktteilnehmer waren daher für Arvato, als Outsourcing-Partner für Händler und Markenunternehmen, eine Reihe von relevanten Faktoren maßgeblich um ein passendes eFulfillment-Angebot zu definieren und umzusetzen. Zunächst einmal sollten Kernelemente wie Lieferzeit und Lieferoptionen optimal und nachhaltig abgebildet werden können, und dies auch ohne die mengenmäßige Schwungmasse, welche ein dominanter Marktteilnehmer zur Verfügung hat. Hierzu gehört vor allem auch eine optimale Vernetzung mit den wichtigsten Distributionscarriern, um auf dem Weg zum Endkunden möglichst wenig Reibungsverluste zu generieren. Zu diesen Carriern gehören aus Sicht des deutschen eCommerce-Marktes vor allem DHL und Hermes, aber auch dominante Carrier der angrenzenden Nachbarländer, wie z.B. La Poste (Frankreich) oder TNT (Niederlande).

Die nächste Kernanforderung lag im Angebot möglichst kurzer Umsetzungszeiten für Neukunden, um die meist kurzfristigen Realisierungsfristen von Kundenprojekten im Bereich eCommerce einhalten zu können, plus einem Wachstumsangebot für Bestandskunden. Dies resultierte in der Konzeption eines modularen Baukörpers, bei dem zunächst ein Basisblock erstellt wird, und danach modular weitere Komponenten (Hallenmodule) angebaut werden können, je nach Kunden- und Geschäftserfordernissen. Dies bedeutete gleichzeitig eine notwendige passende Größe des Grundstücks, in diesem Fall von über 100.000 m<sup>2</sup>.

Hinzu kam die gewünschte Möglichkeit auch weitere eFulfillment-Services (wie Kundendienste oder Finanzdienstleistungen) ggf. vor Ort mit anbieten zu können, was entsprechende Planungen des Bürogebäudeteils erforderlich machte (siehe Bild 1).



Bild 1: Projektion des Gebäudes in Dorsten/Marl nach Fertigstellung

Eine weitere wichtige Grundanforderung war die Möglichkeit, in einem akzeptablen (und sich stetig verringermendem) Zeitfenster möglichst viele Endkunden erreichen zu können. Hier spielt neben der Organisation der Distributionscarrier (mit deren Zentren) vor allem die Siedlungsstruktur der Bevölkerung eine wesentliche Rolle. Ergänzt wurde diese Betrachtung noch durch die Notwendigkeit, in der trotz Automatisierung nach wie vor arbeitsintensiven Fulfillment-Umfeld eine ausreichende Anzahl von Arbeitskräften zur Verfügung zu haben, sowohl in Vollzeit als auch in Teilzeit und über Zeitarbeit (für saisonale Spitzen). Ein wesentlicher Faktor ist in diesem Kontext die Unterstützung der lokalen Kommunen und Arbeitsämter, der normalerweise korreliert mit der lokalen Arbeitslosenquote, bzw. mit der strukturellen Gesamtsituation einer Region.

Als abschließender, aber nicht unwichtigster, Punkt ist die Unterstützung der Behörden generell von Bedeutung, sei es kommunal, regional oder auch auf Landesebene. Ohne einen passenden Schulterschluss mit Politik und Behörden ist ein solches Großprojekt massiven Unwägbarkeiten ausgesetzt, was im Hinblick auf den zeitlich kritischen Aspekt insbesondere im B2C-Umfeld schnell zu einem Ausschlusskriterium werden kann.

#### 4. Umsetzung des Arvato Projekts „Dorsten/Marl“

Als Konsequenz der generellen Wachstumsüberlegungen von Arvato im eCommerce-Sektor, und nach interner Identifikation der kritischen Parameter, fand in einem ersten Schritt die Standortanalyse und Standortauswahl statt. Zu diesem Zweck wurden in ganz Deutschland die nach dem definierten Anforderungsmuster (s.o.) in Frage kommenden Regionen überprüft, und die dort verfügbaren Grundstücke identifiziert. Schnell war in diesem Zusammenhang klar dass eine Ansiedlung in der ungefähren Mitte von NRW eine Reihe von Vorzügen bietet, und sowohl marktseitig als auch im Hinblick auf die Arvato-eigenen Anforderungen und Notwendigkeiten eine Reihe von Vorteilen bietet.



Bild 2: Luftansicht des Grundstück Dorsten/Marl vor Baubeginn

Im zweiten Schritt wurde dann Kontakte zur lokalen/regionalen Wirtschaftsförderung hergestellt, um den Auswahlprozess bestmöglich zu unterstützen, und um die lokale und regionale Akzeptanz von Arvato als möglichem Investor sowohl zu testen als auch zu fördern. Diese Kontakte wurden im Rahmen des Auswahlprozesses sukzessive erweitert und intensiviert, und stellten einen wichtigen Faktor dar bei der endgültigen Entscheidung für den Standort „Dorsten/Marl“. Dabei fand eine Auswahl aus einer zunächst zweistelligen Anzahl von regionalen Optionen statt, die über eine Shortlist letztlich das gewünschte und bestmögliche Ergebnis erzielt hat.

Während des Auswahlprozesses begannen die ersten Gespräche auf lokaler Ebene über die Akquisition des Grundstücks, welche dann nach Abschluss des Auswahlverfahrens zügig abgeschlossen wurden, mit unmittelbar danach startender Bauphase. Die modulare Bauweise beinhaltet gewisse Grundannahmen über künftige Arvato-Kunden an diesem neuen Standort, wobei wesentliche Teile der initialen Bauphase zunächst ohne konkreten Nutzer erstellt wurden. Parallel zur startenden Bauphase wurde der neue Standort aber auch Teil der Vertriebsaktivitäten von Arvato (siehe Bild 1), und wurde seitdem explizit auch möglichen Neukunden angeboten, mit dem Ziel einer möglichst schnellen Belegung der Fläche des initialen Baukörpers.

Ziel der Bauaktivitäten war eine Verfügbarkeit innerhalb von ca. 9 Monaten, um das neue Angebot auch möglichst schnell nutzbar zu machen. Während die Bauaktivitäten aktuell andauern und in vollem Gange sind (siehe Bild 3 und 4), wird die zeitliche Zielstellung aus aktueller Sicht erreicht, und der erste Kunde geht im Q2 dieses Jahres „Live“. Die baulichen Aktivitäten gehen indes auch über diesen Zeitpunkt hinweg weiter, die nächsten Kunden folgen im unmittelbaren Anschluss, und ab erstem Live-Gang ist eine vollständige Belegung des initialen Baus innerhalb einer Jahresfrist absehbar. Weiterhin laufen bereits die ersten Vorbereitungen für die modulare Erweiterung am neuen Arvato-Standort in Dorsten/Marl.



Bild 3: Baufortschritt in Dorsten/Marl – Toransicht



Bild 4: Baufortschritt in Dorsten/Marl - Regalaufbau

Als Fazit ist das Projekt „Dorsten/Marl“ für Arvato bisher ein großer Erfolg, und ein wichtiger Eckpfeiler in der geplanten eCommerce-Wachstumsstrategie für die nächsten Jahre. Dabei bleibt die flexible Anpassung an das nach wie vor sehr bewegliche Marktumfeld ein Betrachtungsfokus auch für die Zukunft, und bildet die Grundlage für die auch langfristig erfolgreiche Projektumsetzung für Arvato.

## 5. Megatrend „Omnichannel“

Neben den bereits dargestellten Trends und Entwicklungen im eCommerce bestimmt ein wichtiger Megatrend die weitere Entwicklung der nächsten Jahre, und damit auch die Zukunft des Arvato-Projekts „Dorsten/Marl“. Dieser üblicherweise unter dem Begriff „Omnichannel“ zusammengefasst Trend setzt den Kunden und sein Einkaufserlebnis ins Zentrum aller Betrachtungen, und zwar kanalübergreifend, also unabhängig davon wo und mit welchem Hilfsmittel der Kunde entweder einkauft oder auch nur in Erscheinung tritt.

Die Konsequenz aus Anbietersicht ist zunächst einmal die zwingende Notwendigkeit einer möglichst vollständigen und einheitlichen Sicht auf die Daten (siehe auch den weiteren Megatrend „Big Data“), und genauso eine Vereinheitlichung der Warenbestände, sei es nun virtuell über die Daten oder physisch.[3] Auch hier kommt den Outsourcing-Dienstleistern eine wesentliche Rolle zu um die Händler und Markenunternehmen bestmöglich zu unterstützen, und um kanalübergreifend ein reibungsloses Einkaufserlebnis für die Endkunden zu ermöglichen.

Für das Arvato-Projekt „Dorsten/Marl“ bedeutet dieser Trend unter anderem, dass die Möglichkeit bestehen muss sowohl Waren für den Onlinekanal als auch für den Offlinekanal (Einzelhandel) zu bearbeiten, und zwar jeweils so wie es für den einzelnen Kanal erforderlich ist. Dabei bestehen signifikante Unterschiede zwischen Handel und eCommerce, die zu berücksichtigen und in ein ideales Verhältnis zu bringen sind. Auch dieser Aspekt ist als weitere Anforderung in die Überlegungen rund um das Projekt „Dorsten/Marl“ eingeflossen, sodass Arvato seine Kunden auch in Bezug auf die Notwendigkeiten im Omnichannel optimal bedienen und unterstützen kann.

Quellen:

- [1] HMMH Fulfillment Benchmarking 2016, Seite 9.
- [2] HMMH Fulfillment Benchmarking 2016, Seite 9.
- [3] Arvato Omnichannel Statusbericht 2016, Seite 16

# Instandhaltung und Betriebsführung von Materialflussanlagen mit Unterstützung von maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz

**Bassam Mokbel**, Resolto Informatik GmbH, Herford

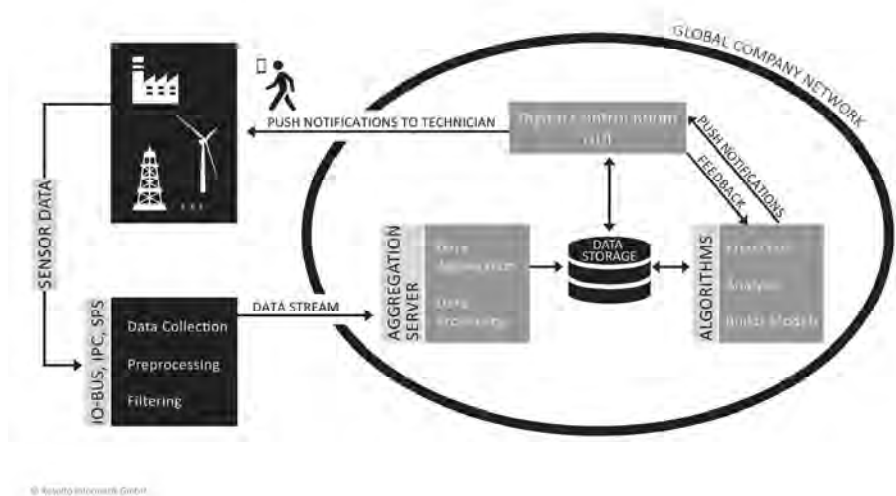
## Kurzfassung

Um einen effizienten Produktionsablauf zu gewährleisten, ist es nötig, Anlagen-Störungen frühzeitig zu erkennen oder vorherzusagen. Dies gilt insbesondere für Materialflussanlagen, welche die Bindeglieder der Produktion darstellen. Der hohe Komplexitätsgrad dieser Anlagen erfordert jedoch große und fehleranfällige Aufwände bei der manuellen Modellierung von Anlageneigenschaften, wie es in klassischen Condition-Monitoring-Systemen durchgeführt wird. Die Plattform PROGNOS liefert hierfür eine innovative Lösung, welche auf modernen Algorithmen des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz basiert. Anhand gesammelter Sensor-Datenströme wird das Normalverhalten einer Anlage in all seinen Facetten gelernt und in einem Modell aggregiert. Dieses Modell bewertet daraufhin in Echtzeit den Betrieb der Anlage, liefert eine Vorhersage über das Anlagenverhalten und kann kontinuierlich verfeinert werden, indem es aus neuen Daten lernt. Darüber hinaus kann PROGNOS entscheidende Betriebsparameter einer Anlage automatisch optimieren, um einen möglichst effizienten Betrieb nach bevorzugten Kriterien zu gewährleisten.

## Kurzfassung ENGLISCH

In order to ensure an efficient production process, it is necessary to detect or predict disturbances in transportation machines at an early stage. This applies in particular to material flow systems, that crucially link all stages of production. Often however, a machine's high degree of complexity requires great effort for modelling its physical and functional properties manually; an error-prone process which is typically necessary in conventional condition monitoring systems. The PROGNOS platform provides an innovative solution based on modern algorithms from machine learning and artificial intelligence. The machine's normal behaviour in all its facets is learnt based on collected sensor data streams which are aggregated and abstracted to a model. This model then evaluates the machine's operation in real-time, provides a prediction of its behaviour, and can be refined by learning continuously from new data. Furthermore, PROGNOS can automatically optimize the significant operating parameters of a material flow system to achieve the most efficient operation possible according to preferred criteria.





Die Materialflussindustrie stellt Transport- und Distributionsanlagen her, welche in nahezu alle Produktionsprozesse integriert sind. Diese bilden eine essenzielle Grundlage für einen effizienten Produktionsablauf, daher ist die frühzeitige Erkennung oder Vorhersage von Störungen äußerst wichtig. Transportanlagen können allerdings äußerst komplex und heterogen sein, so dass sich zahlreiche Fehler auch von Experten nur sehr schwer im Voraus erkennen lassen. Beispielsweise können sich Störungen nur sehr subtil im Betriebsverhalten der Anlage äußern oder als Korrelationen verschiedener Sensor-Messwerte. Es ist annähernd unmöglich, komplette Anlagen ununterbrochen durch menschliche Experten überwachen zu lassen.

Das klassische Condition Monitoring versucht hier zu helfen. Sensoren beobachten und vermessen kontinuierlich, was der Mensch mit seinen Sinnen eben nicht in der Weise erfassen kann. Werden Grenzwerte überschritten, melden sich die Systeme und ein Experte kann prüfen, was gegebenenfalls im Argen liegt. In der Praxis zeigt sich aber, dass häufig Informationen zu spät geliefert werden, oder irrelevant sind. Auch Korrelationen werden bei diesem einfachen Ansatz nicht bedacht. Da Prognosen bei dieser klassischen Art des Condition Monitoring nicht möglich sind, ist es bei Informationen zu Grenzwertüberschreitungen oft bereits

zum Fehlerzustand gekommen. Durch den daraus resultierenden möglichen Stillstand der Anlage entstehen hohe Kosten.

Ein weiteres Problem ist, dass für alle Werte saubere Grenzbereiche definiert werden müssen. Da sich Anlagen und Maschinen in ihren Umgebungen und Prozessen nicht immer eins zu eins vergleichen lassen, kann hier ein sehr hoher Arbeitsaufwand bei der individuellen Konfiguration des Systems jeder einzelnen Anlage entstehen.

In den letzten Jahren haben darum sogenannte Machine-Learning-Verfahren sehr viel Interesse geweckt. Algorithmen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz, zu denen zum Beispiel auch neuronale Netze gehören, sind in der Lage die Datenströme der Sensoren zu beobachten und aus ihren spezifischen Abläufen zu lernen. So lassen sich zum Beispiel Grenzbereiche dynamisch optimieren, aber auch korrelative Verhaltensmuster in den Anlagen erkennen. Wenn sich ein Wert beispielsweise immer negativ verändert während ein anderer positiv ansteigt, kann daraus eine Abhängigkeit beider Informationen abgeleitet werden. Ein zukünftiger Alleingang von einem der Datenströme würde dann als Abweichung registriert. Dies kann zu einer Benachrichtigung führen, welche in einem Web-Interface als auch auf mobilen Endgeräten dargestellt wird und einem zugeordneten Mitarbeiter wertvolle Informationen liefert.

Im Wesentlichen ist eine moderne Machine-Learning-Software heute in der Lage vier Dinge zu tun:

- Tausende paralleler Eingangssignale beobachten und interpretieren
- Korrelative Muster identifizieren und als "normal", "bekanntes Fehlermuster" oder "zu klassifizierendes Muster" kommunizieren
- Trends erkennen und so zukünftiges Verhalten interpolieren, um Prognosen abgeben zu können
- Gelerntes Wissen auf andere Produktionseinheiten übertragen, um das Lernen und die Adaption zu beschleunigen.

Aber auch bei diesem sehr modernen Ansatz kann der Teufel im Detail liegen. Zum einen wird zwar viel über solche Algorithmen gesprochen, kaum ein Hersteller hat aber wirklich einsetzbare Lösungen im Angebot. Die meisten prototypischen Beispiele laufen derzeit noch im Hochschul Umfeld oder bei forschenden Instituten. Große Unternehmen z.B. der Chemie- und Prozessindustrie erfassen zwar bereits unzählige Daten und archivieren diese in ihren Rechenzentren, genutzt und interpretiert werden sie aber meist nur zur nachträglichen Ana-

lyse, nachdem es zu einem teuren Schaden kam. Zudem sind die archivierten Daten häufig bereits "verdichtet" um Speicherplatz zu sparen. Feine Veränderungen und Informationen gehen so für alle Zeit verloren.

Eine einsatzfähige, leistungsstarke und wirklich hilfreiche Lösung muss daher zwei innovative Themen kombinieren: die Echtzeiterfassung großer Datenmengen bei gleichzeitiger Interpretation durch künstliche Intelligenz.

Die Automobilindustrie experimentiert mit solchen Ideen schon seit einiger Zeit. Um Autos ohne Fahrer auf den Weg zu schicken, müssen zahlreiche Umgebungsvariablen kontinuierlich erfasst und ausgewertet werden. Zunächst versuchte man daher, die Algorithmen alle denkbaren Fehlerfälle lernen zu lassen. Dies ist eine komplexe Vorbereitung, denn auch Korrelationen müssen berücksichtigt werden. Es zeigte sich schnell, dass dieser Ansatz nicht funktionierte, denn es traten immer wieder Fehler auf, die vorher niemals aufgetreten waren. So wurde unvorhersehbar eine Katze einfach überfahren, weil gleichzeitig die Tankanzeige leuchtete, die Straße nass war und eine Ampel auf Grün schaltete.

In Ostwestfalen hat sich darum vor gut fünf Jahren das Softwareunternehmen Resolto gemeinsam mit dem Fraunhofer IOSB in Lemgo an die Arbeit gemacht dieses Problem zu lösen und das Ergebnis für die Industrie mit einer Standardsoftware nutzbar zu machen. Das Lernverfahren wird dabei einfach umgedreht. Die Software muss nicht sämtliche Fehler lernen, sondern den Normalzustand in all seiner Komplexität.

So funktioniert diese Software am Beispiel eines Windparks: Dreißig unterschiedliche Anlagen sind auf einer großen Fläche verteilt, jede liefert 300 Datenströme und ist zahlreichen natürlichen Veränderungen ausgesetzt. 9000 Informationen werden also von der Machine Learning Software in einem Takt von mindestens 1Hz, besser jedoch 10 Hz oder feiner, kontinuierlich erfasst. Zusätzlich werden Daten vom Deutschen Wetterdienst inklusive deren Prognosen angeschlossen. So lernt die Software im Laufe der Zeit immer präziser, was im Windpark vor sich geht und wie es mit dem Wetter korreliert. Sie entwickelt selbstständig eine Ereigniswolke aus Normalzuständen. Servicemitarbeiter vor Ort oder in einer Leitwarte haben dabei die Möglichkeit, der Software mitzuteilen, ob ein Zustand nicht Teil dieser Normalität ist, also ein Fehler auftritt. Nach einer gewissen Lernphase wird die Software dann sehr zuverlässig erkennen können, ob etwas normal oder unnormal ist und entsprechende Hinweise geben. Eine menschliche Rückmeldung zu diesen Hinweisen lässt die Algorithmen

im Laufe der Zeit immer klüger werden. Mithilfe von historischen Daten lässt sich sehr genau simulieren und überprüfen, wie treffsicher solche Verfahren in ihren Aussagen und Prognosen sind. Fehler, die in der Vergangenheit zu teuren Ausfällen führten, lassen sich oft lange im Voraus erkennen und verhindern.

Inzwischen ist aus dem ostwestfälischen Projekt eine fertige Standardsoftware entstanden. Sie heißt PROGNOS und funktioniert für alle Produktionsbereiche. Auch sehr unregelmäßige oder sogar Batch-Prozesse werden über einen größeren Zeitraum zu definierter Normalität. Und wenn Abläufe erst einmal erfasst und erkannt werden, lassen sie sich auch gegeneinander optimieren. Hier ist ein gutes Beispiel die Optimierung von Energieverbräuchen oder die Erhöhung von produktivem Output. Allerdings sollte der Produktionspark mit Materialflussanlagen eine gewisse Größe haben um wirklich profitieren zu können. Ein einzelnes Förderband kann sicher auch sehr gut von ihrem Anwender selbst überwacht werden.

Um herauszufinden, ob künstliche Intelligenz die eigenen Produktionsprozesse transparenter und lukrativer machen kann, ist kein großer Aufwand nötig. Oft reicht es schon, historische Daten simulativ auswerten zu lassen und so zu schauen, welche aus der Vergangenheit bekannten Fehler viel früher hätten erkannt werden können. Auch die ersten Schritte in Richtung einer Echtzeitinterpretation sind sehr überschaubar. Moderne Datenlogger erfassen die Sensorströme und verbinden sich automatisch mit den Servern des Softwareherstellers Resolto, um schnell erste Ergebnisse überprüfen und sehen zu können. Solche Server können mit der lizensierbaren Software PROGNOS aber auch von den produzierenden Anwendern in Eigenregie betrieben werden.

Die Informatiker und Ansprechpartner der Firma Resolto geben jederzeit gerne weitere Auskünfte und stehen auch für eine individuelle Beratung oder Vorträge zum Thema zur Verfügung.



# Steuerung komplexer Prozesse in der Distribution – Industrie 4.0 bei SICK

## Orchestrierung von Technologie, Software und Prozess im Lager

**Manuel Philipp**, SICK AG, Waldkirch;  
**Christian Erb**, SALT Solutions AG, Würzburg

### 1. Ausgangssituation

Als einer der weltweit führenden Hersteller von Sensoren und Sensorlösungen für industrielle Anwendungen in der Fabrik-, Logistik- und Prozessautomatisierung entschloss sich die SICK AG zum Neubau eines Distributionszentrums für die weltweite Logistik in Waldkirch.

Das Unternehmen beauftragte SALT Solutions mit der Entwicklung einer Software-Lösung zur Steuerung der logistischen Prozesse innerhalb des neuen Distributionszentrums.

Technologie, Software und Prozesse waren komplett neu zu konzipieren und optimal aufeinander abzustimmen, um den weltweiten Versand zu unterstützen.

Das neue Distributionszentrum wurde auf einer Fläche von 11.000 Quadratmetern geplant – das entspricht etwa der Größe von anderthalb Fußballfeldern – und sollte mit einem höchstmöglichen Automatisierungsgrad Platz für rund 48.000 Produkte bieten. Die SICK AG beliefert aus dem Distributionszentrum mehrere zehntausend Kunden in Europa sowie die über den Globus verteilten Tochtergesellschaften. Unterstützt wird das Unternehmen beim globalen Versand von KEP-Dienstleistern und Speditionen, deren Daten beim Pack- und Etikettierprozess für eine durchgängige Prozesskette – von der Einlagerung über die Kommissionierung bis zum Versand und der Sendungsverfolgung – unabdingbar sind.

### 2. Zielsetzung

Im Rahmen der globalen Logistikstrategie setzt die SICK AG auf die Supply Chain Execution Plattform von SAP mit höchster Transparenz und Prozessintegration. Ziel des Projekts war es deshalb, die logistischen Prozesse des neuen Distributionszentrums so nah am Standard von SAP EWM wie möglich zu steuern – und ausschließlich mit der integrierten Materialflusststeuerung MFS.

Die Konzeption, Entwicklung und Integration der SAP-basierten Software-Lösung sollte parallel zum Bau verlaufen. Eine weitere Herausforderung war es, Multiorder-Lieferungen au-

tomatisiert zu ermöglichen, also Lieferungen mit Positionen aus unterschiedlichen Lagerbereichen.

Neben der Umsetzung dieser komplexen Prozessanforderungen an Lagerverwaltung, Materialfluss, Verpackung und Versand sollten ein Shuttle-Lager mit 7.200 Stellplätzen, ein Hochregallager mit über 6.600 Stellplätzen und ein mehrfachtiefs automatisches Kleinteilelager mit mehr als 117.000 Stellplätzen an die SAP-basierte Software-Lösung angebunden werden.

### 3. Die Lösung

Das Distributionslager zeichnet sich durch höchste Automatisierung und Performance aus, insbesondere im Shuttle-Lager mit Reaktionszeiten von unter 100 Millisekunden. Waren werden in höchstmöglicher Geschwindigkeit zu den vier Pick-it-Easy-Stationen sowie zu den sechs Klein- und vier Großpackplätzen oder den Arbeitsplätzen für Value Added Services bewegt – mit SAP EWM und der integrierten Materialflusssteuerung MFS.

Die komplexe Lager- und Materialflusssteuerung, die Positionen aus unterschiedlichen Sektionen berücksichtigt, wurde mit einem Prozess für Multiorder-Lieferungen umgesetzt.

Mitarbeiter in der Kommissionierung profitieren von Technologien, die den Fokus auf Usability und Prozesssicherheit legen und so die Akzeptanz der Lösung steigern. Auf Basis von SAPUI5 sind Dialoge mit höchster Ergonomie entstanden, die Interaktionen mit dem Subsystem in Echtzeit gewährleisten.

Die Anbindung von KEP-Dienstleistern und Speditionen erfolgt über das vollständig in SAP integrierte SALT Add-On KEP-Monitor, so dass sich der Etikettendruck im Packprozess sowie die Sendungsverfolgung per DFÜ automatisieren lassen.

### 4. Fazit

Zwei Jahre dauerte es vom Kickoff-Meeting im Frühjahr 2014 bis zum Go-Live der Lösung im April 2016. Größte Herausforderung war die Konzeption der Software-Lösung parallel zum Bau des Distributionslagers: Funktions- und Integrationstests der Lösung fanden mit Hilfe von Emulationen bereits statt, als gerade mal die Grundmauern des späteren Lagers zu sehen waren. Durch den Einsatz dieser Emulationen wurden die Prozesse im Lager realistisch simuliert und anschließend im Lagerneubau mit Tageslasten getestet. Bugs oder fehlerhafte Abläufe ließen sich sofort identifizieren, so dass die Software-Lösung und Prozesse in weiteren Sprints zur Reife wachsen konnten. So entstand sukzessive und innerhalb mehrerer Testrunden eine Software-Lösung mit SAP EWM, die heute in der Lage ist, pro Tag über

2.500 Auslieferungen mit etwa 6.300 Positionen für den Versand vorzubereiten. Die Lösung ist ein stabiles Fundament für die weltweite Warendistribution der SICK AG und beweist täglich aufs Neue ihre hohe Leistungsfähigkeit.



Bild 1: Außenansicht Distributionszentrum Buchholz der SICK AG



Bild 2: Innenansicht Distributionszentrum Buchholz der SICK AG





# Digitale Logistikplanung in der Smart Factory

## Durchgängige Planung stärkt die Wettbewerbsfähigkeit

Wirtsch.-Ing. **Tobias Herwig**, IPO.Plan GmbH, Leonberg

### Kurzfassung

Anforderungen an die Fabrik der Zukunft lassen sich mithilfe von Industrie 4.0 Technologien und einer durchgängigen digitalen Planung meistern. Mithilfe von Software wie IPO.Log ist es schon heute möglich Routenzüge zusammen mit der Produktion auf Basis des Produktionsprogramms Line-Back zu simulieren. So kann in einem gemeinsamen digitalen Modell der Fabrik ein gemeinsames Optimum erreicht werden. Durch ein harmonisches Zusammenspiel von Produktion und Logistik ist die Smart Factory nicht nur flexibel und effektiv, sondern bietet auch die Möglichkeit schneller als die Konkurrenz neue Produkte auf dem Markt zu platzieren.

### Abstract

Needs of the factory of the future could be faced with IoT technology and holistic digital planning. With software like IPO.Log it is possible to have a line back simulation of a milk run together with a production line on basis of a production program. Because of a shared digital model of the factory, you could achieve a shared optimum. Based on a harmonic interaction of production and logistics, the smart factory will be flexible and efficient. Additional to that, there is the possibility to reduce the time to market adverse to competitors.

### 1. Trends und Initiativen in der Smart Factory

Die Industrie wartet nicht mehr länger mit der Digitalisierung der Produktion. Die externen Einflussfaktoren und Treiber der Digitalen Welt wie Elektromobilität, autonomes Fahren, neue Kommunikationsmedien und die neuesten technologischen Entwicklungen treffen auf die hohe Variantenvielfalt und Komplexität in der Produktion.

Die Planung, Entscheidungsfindung und Optimierung in die digitale Welt der Produktion zu verlegen ist unabdingbar. Die Industrie reagiert auf diese Möglichkeiten und erwartet durch neue Technologien verstärkte Flexibilität in der Produktion, verkürzte Time-to-Market Phasen, steigende Effizienz und schnelle Reaktion auf die Veränderungen in den Märkten, um sich behaupten zu können.

## 2. Chancen durch Industrie 4.0

Bei Industrie 4.0 geht es nicht nur um die Einführung und Verwendung neuer Technologien, sondern um die einhergehende Digitalisierung von Unternehmen um wettbewerbsfähig zu bleiben und den Arbeitsplatz ihrer Mitarbeiter zu sichern.

Der Grundbaustein für die hierfür benötigte Smart Factory ist mit der Industrie 4.0 oder unter dem internationalen Begriff „Internet of things“ bereits gelegt. Mit der Smart Factory ergeben sich viele Möglichkeiten - wie beispielsweise die Erfassung von Echtzeitinformationen aus denen sicherere Prognosen für die Logistik und Produktion ermittelt werden können. Mit ansteigender Transparenz des Informationsflusses durch die vernetzte Produktion kann die Entscheidungsfindung sowohl im Tagesgeschäft, als auch im strategischen Management beschleunigt werden.

Eine Chance ist die Möglichkeit **schneller Markteinführungen** durchführen zu können. Die wird durch eine wandlungsfähige Fabrik in Kombination mit digitalen Planungswerkzeuge erreicht. Wichtig ist es hier ein durchgängiges digitales Modell der Produktion und Logistik zu haben um bereits in der Produktentstehung Produktion und Logistik planen zu können.

Industrie 4.0 bietet die Chance **flexibler auf Veränderungen reagieren** zu können. Die transparentere Ausgangssituation des Informationsflusses und flexible Gestaltung der Prozesse bietet die Chance schneller und gezielter auf individuelle Kundenwünsche einzugehen und die Fertigung und Logistik an die neuen Anforderungen anzupassen.

Als weiteres kann die **Effizienz gesteigert** werden, da verfügbare Ressourcen in Produktion und Logistik ideal aufeinander abgestimmt werden, um die Auslastung auf ein Maximum anzuheben. Durch diese Effizienz steigt das Spektrum der Aufträge an, da mit Hilfe neuer Technologien Aufträge mit geringeren Losgrößen attraktiv werden, da die Produktionsprozesse flexibel angepasst werden können und die Kosten geringgehalten werden.

Parallel dazu werden durch die Digitalisierung einfache Tätigkeiten verstärkt durch Maschinen und Software übernommen. Jedoch werden durch die Umstellung von Produktion und Logistik werden neue höherqualifizierte Arbeitsplätze geschaffen. Um hier die besten Arbeitnehmer zu halten und zu gewinnen werden **attraktive Arbeitsplätze** mit innovativer Hard- und Software, die eine intuitive (Mensch-Maschine-)Interaktion und Bedienung ermöglichen, zur Pflicht werden.

### 3. Herausforderungen in der Logistikplanung

Unabhängig von den Anforderungen, die durch die aktuellen Trends in der Smart Factory entstehen, sieht die Planung der Produktionslogistik aktuell schon vor vielfältigen Herausforderungen. Die richtigen Entscheidungen in komplexen Systemen wie einer Fabrik schon Jahre vorher zu treffen, ist eine der verantwortungsvollsten Herausforderung in der Industrie von heute.

In vielen Fällen sind Probleme und Fehler auf die **schlechte Zusammenarbeit zwischen einzelnen Abteilungen** zurückzuführen. Oft werden viele iterative Schleifen in der Planung benötigt, um überhaupt einen abteilungsübergreifenden Blick auf die anstehende Planung zu bekommen. Dabei ist es schwierig ein gemeinsames Optimum zu finden und die Logistik leidet im Besonderen, da Sie immer wieder auf die Umplanungen in der Produktion reagieren muss.

Oft sorgt die zwingende Reaktion auf Änderungen im Produktionsprozess zusammen mit der Komplexität für mehrmaliges Umplanen wodurch oft das Prinzip von „**Try-and-Error**“ zum Einsatz kommt, bei welchem weitere Planungsänderungen bereits vorprogrammiert sind und für Frust bei dem Beteiligten sorgen kann.

Stand heute ist in der Logistik das populärste Werkzeug die **Planung in Excel**. Dadurch jede Neu- oder Umplanung zu einem Akt stupider und riskanter Zahlen-Jonglage. Oft beherrschen nur wenige Mitarbeiter die Zusammenhänge in den selbst entwickelten Exceltools. Dabei wird die statische Planung vor allem in der Logistik unscharf und gerne schleichen sich Rechen- und Logikfehler ein.

Neben der reinen Kalkulation ist in der Logistik oft die simulative Betrachtung über die Zeit wichtig. Hierbei kommen Spezialisten zum Einsatz, die auf Basis einer bestehenden Planung ein **komplexes Simulationsmodell** programmieren, welches zur Validierung der Planung genutzt wird. Im schlimmsten Fall ist dieses Modell bei der Auswertung jedoch schon veraltet und die Ergebnisse wertlos. Zudem kann der Planer nur bedingt bewerten, ob das Simulationsmodell korrekt aufgebaut ist und wirklich die entsprechende Fragestellung beantwortet.

Oft sind im Unternehmen **viele Daten in der operativen Welt ungenutzt** vorhanden. Viele dieser Daten haben einen kaufmännischen Fokus und sind separat von der technologischen Welt in ERP-Systemen hinterlegt. Für Neu- / Umplanung werden diese nur teilweise genutzt

und die Aufbereitung ist mit einem großen Aufwand verbunden, der in keinem Nutzenverhältnis steht.

#### **4. Durchgängige digitale Planung als Schlüssel**

Unterstützt durch die hohe Rechenleistung aktueller Computer, innovativer Software und die aktuellen Entwicklungen der Virtual Reality, ist es ein Muss den Status Quo zu überdenken und die jahrelang existierenden Probleme durch neue Lösungen aus der Welt zu schaffen.

Der Schlüssel für funktionierende und abteilungsübergreifende Planung ist die durchgängige Digitale Planung. Hier werden Zusammenhänge sichtbar und Auswirkungen von Änderungen für den Anwender verständlich.

Zu den Erfolgsfaktoren der Digitalen Planung gehören zum einen die Planung, Visualisierung und Simulation in einem Modell miteinander zu vernetzen. Alle Beteiligten eines Planungsprojektes, egal in welcher Abteilung, müssen mit unterschiedlichen Rollen und Rechten im gleichen Modell zusammenarbeiten und bekommen somit ein übergreifendes Verständnis ohne Kommunikationsprobleme. Die Durchgängigkeit einer softwaregebundenen Lösung von der Planung über die Serie bis zum „End of Production“ in den betreffenden Abteilungen sichert die Umsetzbarkeit und macht planen effizient. Die Planung darf in Zukunft kein Abfallprodukt mehr sein, sondern einen großen Mehrwert über den gesamten Lebenszyklus liefern.

Technologien im Kontext von Industrie 4.0 ermöglicht zudem die Vernetzung des Digitalen mit der Realität. Die Digitale Planung verwendet hierbei unter anderem die AR-Technologie und lässt die Planung im dreidimensionalen Raum mit der Realität verschmelzen.

#### **5. Planungsbeispiele zeigen Durchgängigkeit**

Die Vorteile der digitalen Planung liegen vor allem in der Effizienz und durch das ganzheitliche 3D-Modell welches hilft realistisch, sicher und transparent für alle Beteiligten zu arbeiten. Durch eine solche Planung verkürzt sich die Time-to-Market und beschleunigt sich die Reaktionszeit auf Änderungen.

Am Beispiel des Planungssystems IPO.Log zeigt sich, wie Software auf die Anforderungen des Benutzers zugeschnitten und eine einfache Bedienung garantiert werden kann. Diese Anforderungen werden erfüllt, da bereits während der Softwareentwicklung Ingenieure mit der Software arbeiten und Ihre Vorstellungen und Arbeitsweisen mit einfließen.

Interdisziplinär kombiniert IPO.Log dabei die Logistik und Produktion, wodurch die Durchgängigkeit im Planungs- und Optimierungsprozess entstehen.

### 5.1. Produktion und Material-Bereitstellung

In der Produktion oder Montage wird mit der IPO.Log die Materialbereitstellung auf Knopfdruck optimal an die Produktionslinie gestellt. Dabei wird die logistische Bereitstellung direkt auf Kollisionen mit dem Layout geprüft. Die Wege, welche die Werker aus der Produktion zurücklegen, um das Material zu picken und zu verbauen werden ebenfalls auf Basis dieser Daten simuliert und dargestellt. Erfahrungen bei Anwendern zeigen, dass diese Visualisierung dafür sorgt, dass Optimierungspotentiale erkannt werden und Kommunikationsbarrieren fallen [1]. Per Drag-and-Drop können Prozesse zwischen den Werkern verschoben werden. Die Auswirkungen des Linebalancing auf die Logistik werden im 3D Modell sofort sichtbar. Zusätzlich kann manuell in die Material-Bereitstellung und das gesamte Modell eingegriffen werden indem per Drag-and-Drop Ladungsträger oder Regale verschoben oder ausgetauscht werden.

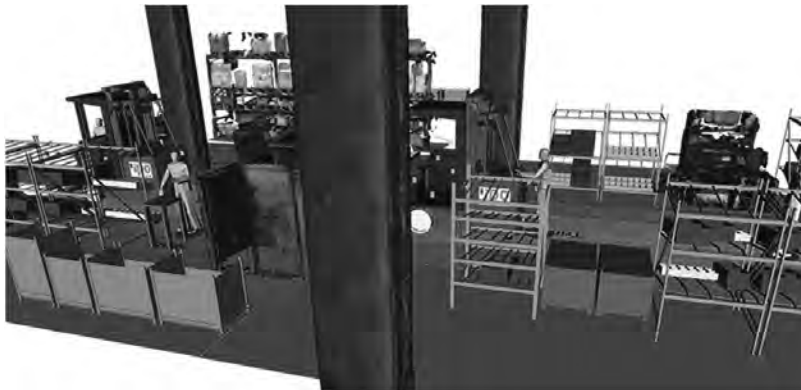


Bild 1: Hybrides Modell einer Staplerproduktion mit Logistik und Montage

### 5.2. Supermarktplanung und Werkersimulation

Die automatisierte und zugleich detaillierte Planung spart nicht nur in der Montagelinie Zeit und Geld, sondern eignet sich auch ideal für die digitale Abbildung von Lager oder Kommissionier-Zonen. Die Simulation der Pickvorgänge eröffnet als vierte Dimension die Zeit. Somit können direkt im Live-Modell unterschiedliche Strategien durchgespielt, bewertet und das

Gesamtergebnis verbessert werden. Durch die sofortige Neuberechnung bei Veränderungen sorgt dafür, dass jederzeit transparent ist wie stark jeder Arbeitsplatz ausgelastet ist.

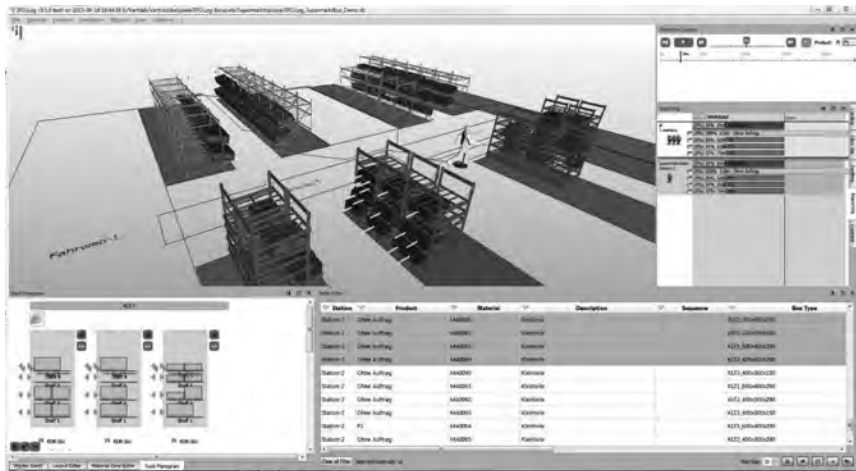


Bild 2: Simulation der Laufwege im Supermarkt in IPO.Log

### 5.3. Routenzugplanung und Optimierung

In der neusten Version von IPO.Log wird der Produktionsablauf und die Logistik auf Wunsch durch ein konkretes Produktionsprogramm gesteuert und die Auswirkungen auf den gesamten Materialfluss berechnet und dargestellt. In der Line-Back-Simulation werden nicht nur die Auslastung der Lagerflächen und Mitarbeiter sichtbar, sondern auch die einzelnen Touren der Routenzüge berechnet und in 3D dargestellt. Verschiedenste Strategien und Varianten können im Modell interaktiv durchgespielt und simuliert werden. Routenzüge können so im gesamten Kontext geplant und optimiert werden. Durch clevere Algorithmen ist dies mit wenig Aufwand bereits in einer Grobplanung möglich.

Die direkte Anbindung an ein Produktionsprogramm liefert eine genaue Planung, nicht nur vorab mit einer einfachen Mengentückliste, sondern schafft später auch die Brücke zum operativen Betrieb mit einem tagesaktuellen Produktionsprogramm. Zusammen mit der Durchgängigkeit zur Produktion spart der Logistiker hierdurch Zeit und Geld, gewinnt Sicherheit über seinen Prozess und erhält ein realistisches Bild zum aktuellen Status der Planung oder erkennt im Betrieb rechtzeitig Engpässe.

## 6. Ausblick zur technologischen Entwicklung

In Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern wird IPO.Log ständig weiterentwickelt und der Mehrwert für den Anwender erhöht. Auch wenn die Logistik immer mehr in den Fokus rückt, „die Produktion bildet weiterhin das Herzstück von IPO.Log“, sagt IPO.Plan-Geschäftsführer Matthias Kellermann [2]. Die Layout-Funktionen bieten bisher die Möglichkeit Montagelinien und Lager anzulegen. Zukünftig werden Fahrwege hinzukommen damit der gesamte Materialfluss vollkommen abgebildet werden kann. Auf diesen Fahrwegen können dann verschiedenste Versorgungsstrategien zum Einsatz kommen. Der Planer kann verschiedene Transportressourcen wählen und kombinieren, wie Routenzüge, Stapler oder Fahrerlose Transportsysteme.

Durch die abgebildete Logistik und die Verknüpfung mit der Produktion werden detaillierte Aussagen über den Bedarf an Flurförderzeugen und die Ressourcenauslastung getroffen. Die gesamten Materialflüsse werden in der Software grafisch dargestellt. Die Simulation und Visualisierung tragen dazu bei, die ermittelten Kennzahlen optisch nachzuvollziehen. Betrachtet man beispielsweise die Kosten kann man diese verschieden aufschlüsseln, einmal möchte man die Kosten für jedes einzelne verbaute Teil betrachten und in einer anderen Situation die Gesamtkosten.

Um der zunehmenden Vernetzung Rechnung zu tragen bieten unterschiedliche Planungsrollen und Nutzerrechte eine kollaborative Zusammenarbeit in einem gesamten Modell. Der Vorteil ist der Blick aus unterschiedlichen Planungsperspektiven auf eine gemeinsame Sache. Jeder sieht das Gleiche und redet vom Gleichen und die verschiedenen Planungsbereiche sind gemeinsam erfolgreich.

[1] P. M.: Vierte Dimension. Logistik Heute, 7-8 2015, S.36

[2] P. M.: Aus Logistik- und Montagesicht. Logistik Heute, 3 2016, S.42-43





## Industrie 4.0 Applikationen in den Kommissioniersystemen des John Deere Werks Mannheim

Dipl.-Kfm. **Martin Drücke**, Wirt.-Ing. **Marc Zentgraf**,  
John Deere GmbH & Co. KG, John Deere Werk Mannheim, Mannheim

### Kurzfassung

Der Anteil an vorkommissionierten Teilen für die Montagebänder steigt in der Automobillogistik weiter an. Die zentralen Herausforderungen für die Logistik liegen darin, eine hohe Pickqualität mit geringem Ressourceneinsatz zu erreichen und gleichzeitig flexibel für neue Produktserien zu sein. Im John Deere Werk Mannheim kommen dafür je nach Anwendungsfall innovative Kommissioniersysteme wie Pick-By-Glove und Pick-By-Vision bzw. klassische Kommissioniersysteme wie Pick-By-Light und Pick-By-Scan zum Einsatz. In dem Beitrag werden Einsatzmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile (z.B. Investitionskosten, Flexibilität, Mitarbeiterakzeptanz) der Kommissioniertechnologien in der Automobillogistik vorgestellt. Besonderes Augenmerk wird auf eine Pick-By-Vision-Lösung mit Datenbrille gelegt, die für verschiedene Teilgruppen im Mannheimer Werk produktiv im Serienbetrieb eingesetzt wird.

### Abstract

The number of parts that are delivered in sequence to the assembly line has increased in the automotive industry. Logistics processes are also required to be highly efficient at high quality levels. Additionally, new products and parts need to be integrated with little effort. The John Deere Works Mannheim is using conventional picking technologies (pick by light, pick by scan) and innovative technologies like pick by glove and pick by vision. The article states advantages and disadvantages of the different picking technologies (e.g. costs, flexibility, acceptance of workers) and evaluates possible application areas. Specific focus is on the pick by vision system with smart glasses that is used for several part families in running operations.

### 1. Kommissioniersysteme zur Unterstützung von Montagequalität und -produktivität

Seit mehreren Jahren sieht sich das John Deere Werk Mannheim mit einem zunehmenden Variantenreichtum der Montageprodukte konfrontiert. So führt die Integration neuer Produktserien zu einer stark zunehmenden Teileanzahl an den Montagebändern in der Getriebe- und Traktorenproduktion [1]. Die hohe Teile- bzw. Variantenvielfalt stellt einen erheblichen Komplexitätstreiber für den Montagewerker dar. Die Folge sind hohe Suchzeiten für Material durch

den einzelnen Montagewerker, der auftragsspezifisch die erforderlichen Teile für den Bauauftrag aus den Behältern an den Montagebändern kommissionieren muss. Die Suche und die Identifikation der richtigen Teile und der Weg zurück zum Anbauort sind für den Montagewerker sehr zeitintensiv und verringern die verfügbare Zeit für die Montage. In Summe verschiebt sich der Arbeitsinhalt eines Montagevorgangs weg von der Montagetätigkeit und hin in Richtung von logistischen Tätigkeiten. Die Konzentration des Montagewerkers auf diese logistischen Aktivitäten und die steigende Komplexität verursachen somit ein erhöhtes Risiko werkerbedingter Montagefehler oder der Montage von falschen Teilen.

Für die steigende Teileanzahl wird weiterhin in der Montage mehr Fläche benötigt. Dieses Problem wird dadurch verstärkt, dass neue Produktserien flächenintensivere Montage- und Produktionsverfahren erfordern. Als Folge ist die steigende Teileanzahl auf der begrenzten Fläche in den Montagen nicht mehr abzubilden [1,2].

Die Antwort auf die geänderten Rahmenbedingungen ist der Wechsel von einer auftragsanonymen zu einer auftragsbezogenen Materialbereitstellung an den Montagebändern. Hierbei werden in vorgelagerten Logistikbereichen die Bauteile für einen bestimmten Bandabschnitt und für eine bestimmte Anzahl von Fahrzeugen in der Auftragsreihenfolge der Montage auf Sequenzwägen kommissioniert. Die vorbereiteten Wägen werden anschließend in die Montage gefahren. Der Montagewerker entnimmt für seinen Montagevorgang die bereits kommissionierten Bauteile aus dem Wagen. Häufig werden verschiedene Teile, die zusammen am Montageort verbaut werden, zu sogenannten Teilekits zusammengefasst. So werden am Bedarfsort in der Montage lediglich die erforderlichen Teile für die nächsten Montageaufträge bereitgestellt.

Der Logistikeanteil und die damit einhergehende Komplexität im bisherigen Montageprozess werden an die Logistik verlagert. Der Montagewerker wird entlastet und kann sich auf die wertschöpfenden Montageprozesse konzentrieren, während die Logistik über Systeme und Prozesse verfügt, um mit der Komplexität umzugehen. Die hohe Anzahl an flächenintensiven Großladungsträgern befindet sich zudem nicht mehr in der Montage, sondern in den verschiedenen Kommissionierbereichen auf dem Werksgelände sowie in einem externen Logistikzentrum. Damit löst die Verlagerung der Logistiktätigkeiten sowohl das Flächen- als auch das Komplexitätsproblem in der Montage.

Die Umsetzung der Kommissionierung bringt drei zentrale Herausforderungen mit sich. Zum einen stellt die Kommissionierung einen zusätzlichen Handlungsschritt dar, der so effizient wie möglich zu gestalten ist. Zweitens führt die ausschließlich auftragsbezogene Materialbereitstellung am Bedarfsort in Verbindung mit räumlich weiter entfernten Kommissionierbereichen dazu, dass Kommissionierfehler in der Logistik Bandstillstände oder hohe Nacharbeitskosten verursachen. Zuletzt müssen kontinuierlich neue Teile und Teilekits in die Kommissionierbereiche integriert werden, was bestimmte Anforderungen hinsichtlich Flexibilität und Skalierbarkeit der eingesetzten Kommissioniersysteme mit sich bringt.

## 2. Kommissioniersysteme der John Deere Werke Mannheim

Die zunehmende Serienreife innovativer Industrie 4.0 Technologien bietet neue Lösungsansätze für die genannten Herausforderungen. In der Werkslogistik kommen je nach Anwendungsfall innovative Kommissioniersysteme wie Pick-By-Glove und Pick-By-Vision bzw. klassische Kommissioniersysteme wie Pick-By-Light und Pick-By-Scan zum Einsatz. Als zweiten wichtigen Faktor setzt die Mannheimer Werkslogistik zusätzlich auf organisatorische Methoden, die eine effiziente und fehlerfreie Kommissionierung ebenfalls unterstützen sollen. Die folgende Abbildung 1 verdeutlicht das Mannheimer Kommissionierkonzept.

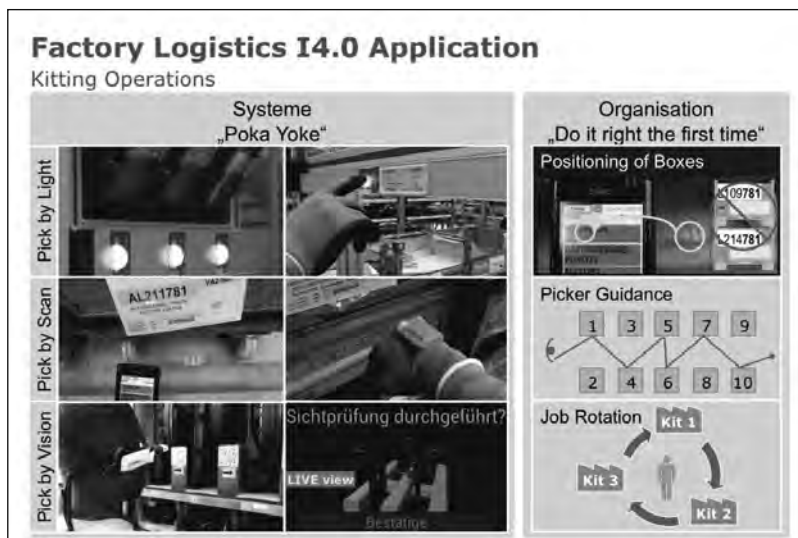


Bild 1: Kommissionierkonzept des John Deere Werks Mannheim

Grundlage für jedes Kommissioniersystem ist ein Manufacturing Execution System (MES), das den Fortschritt des Traktorauftrags erfasst. Sobald ein definierter Status erreicht ist, wird die Information an das Kommissioniersystem übergeben und der jeweilige Kommissionierauftrag für den Bereich gebildet. Der Kommissionierprozess ist für den Mitarbeiter systemübergreifend gleich, sodass ein flexibler Einsatz über die verschiedenen Systeme möglich ist. Bei jedem System wird das zu kommissionierende Teil angezeigt und muss bei Entnahme bestätigt werden. Durch die Bestätigung der Entnahme wird sichergestellt, dass das richtige Teil kommissioniert wird. Lediglich die Form der Darstellung (Lampe, Maschinen-Daten-Erfassungsgerät, Datenbrille) sowie der Bestätigung (Scan, Taste) sind für den Mitarbeiter unterschiedlich.

## 2.1 Pick-By-Light

Im klassischen Pick-By-Light ist über jedem Regalplatz eine Lampe angebracht, die auf die zu kommissionierenden Teile des Auftrags hinweist. Die Installation von Pick-By-Light-Systemen führt zu vergleichsweise hohen Investitionskosten für die technische Infrastruktur. Vor allem bei Großladungsträgern sind dafür größere Umbauten notwendig. Um zusätzliche Teile für neue Varianten oder neue Optionen in die Sequenzierbereiche aufzunehmen ist es erforderlich, weitere Regalplätze mit den Pick-By-Light-Modulen auszustatten. Alternativ können freie Plätze vorgehalten werden. Daher kommt dieses System vorwiegend in Bereichen mit Kleinladungsträgern sowie wenigen Veränderungen zum Einsatz. Weiterhin wird das System nur eingesetzt, wenn ein Kommissionierauftrag pro Wagen bearbeitet wird, da das richtige Wagenfach nicht abgesichert werden kann.

Ein weiterer Nachteil des Systems liegt darin, dass der Mitarbeiter zuerst alle Lampen bestätigen kann und anschließend die Teile aufgrund seiner Erfahrungswerte aus dem Fach entnimmt. Damit ist es möglich, die Absicherung durch das System zu umgehen.

## 2.2 Pick-By-Scan

Bei dem Pick-By-Scan-Prozess wird das zu kommissionierende Teil auf einem Maschinen-Daten-Erfassungsgerät (MDE) angezeigt. Die Entnahme des Teils wird durch den Scan am Lagerplatz bestätigt. Zusätzlich scannt der Mitarbeiter mit dem MDE das Zielfach, in welches das Teil gelegt wird. Somit ist der gesamte Kommissionierprozess systemseitig abgesichert. Das Verfahren wird eingesetzt, wenn mehrere Aufträge auf einen Wagen kommissioniert werden und die Teile in der Kommissionierzone vorwiegend in Großladungsträgern bereitge-

stellt werden. Im Vergleich zu Pick-By-Light-Systemen sind die Investitionskosten für die Infrastruktur geringer. Vor allem die Erweiterung der Systeme um neue Teileumfänge gestaltet sich einfach, da die neuen Plätze lediglich im System hinterlegt werden und die Lagerplätze mit Scancodes ausgestattet müssen. Damit lassen sich neue Teilfamilien mit geringem Aufwand integrieren. Durch den Scan von Lagerplatz und anschließend Zielfach muss der Mitarbeiter diese Reihenfolge einhalten und kann nicht mehrere Teile auf einmal aufnehmen. Die zwingende Prozessvorgabe sowie der Scan des Zielfaches stellen damit eine höhere Fehlersicherheit als ein Pick-By-Light-System dar.

Eine erweiterte Form von Pick-By-Scan ist Pick-By-Glove. Hierbei wird der Auftrag auf einem Display angezeigt, das an dem Kommissionierwagen angebracht ist. Der Scanvorgang von Lagerplatz und Wagenfach erfolgt durch einen Handschuh mit integriertem Scanner. Dies erleichtert den Arbeitsablauf und verbessert die Ergonomie für den Mitarbeiter, da für den Scanvorgang kein zusätzliches Gerät erforderlich ist. Der Handschuh kommt in Bereichen zum Einsatz, in denen sehr viele Scanvorgänge durchgeführt werden oder aufgrund der Teileigenschaften beide Hände für die Kommissionierung benutzt werden. Ein Nachteil ist, dass zusätzlich zum Handschuh ein Bildschirm/Terminal mitzuführen ist, auf dem die Informationen zu dem Kommissionierauftrag stehen. Folgende Abbildung 2 verdeutlicht die Vorteile des Pick-by-Glove:



Bild 2: Scan mit einem Smart Glove

### 2.3 Pick By Vision

Pick-By-Vision bezeichnet ein Kommissionierverfahren, bei der die Informationen zu dem Pickauftrag auf einer Datenbrille angezeigt werden. Die meisten Brillen verfügen zusätzlich über eine Kamera, die als Barcodescanner und für Fotoaufnahmen genutzt werden kann. Zudem ist eine Steuerung über Sprachbefehle (Pick-By-Voice) durch ein integriertes Mikrofon möglich.

In dem Pilotprojekt der Kühlersequenzierung werden insgesamt vier Teilegruppen auf einen Zug kommissioniert. Der Mitarbeiter scannt zum Beginn des Auftrags die Kommissionierliste und bekommt dann das erste Teil angezeigt. Er bestätigt jede Entnahme am Lagerplatz mit einem Scan und anschließend den Platz auf dem Wagen durch den Scanner der integrierten Kamera. Das Wagenfach kann alternativ auch über einen Sprachbefehl bestätigt werden. Nach dem Abschluss des letzten Teils werden Bilder zur individuellen Ladungssicherung angezeigt, die mit einem Sprachbefehl bestätigt werden müssen.

Die Kommissioniervorgänge sind bei jeder Teilegruppe unterschiedlich. Bei den kleineren Teilen entnimmt der Mitarbeiter mehrere Teile auf einmal und agiert zudem wegeoptimiert (vergleiche hierzu Abbildung 3). Schwere Komponenten werden mit einem Kran bewegt. Die Seitenteile müssen immer paarweise (links und rechts) in den Wagen sortiert werden.



Bild 3: Einsatz der Datenbrille mit Userinterface

Der Sequenzierbereich hatte aufgrund sehr ähnlicher Teile und verschiedener Kommissioniervorgänge eine vergleichsweise hohe Fehlerrate. Mit dem Einsatz der Datenbrille konnten die Kommissionierfehler eliminiert werden. Mit über 100.000 fehlerfreien Picks seit Beginn des Pilotprojekts weist der Bereich damit eine sehr gute Kommissionierqualität vor. Dies ist dadurch zu erklären, dass der Prozess genau vorgegeben wird und eingehalten werden muss. Zudem sind die unterschiedlichen Kommissioniervorgänge durch die Prozessvorgabe für neue Mitarbeiter leicht zu erlernen und Fehler in der Einarbeitungszeit werden vermieden. Dies führt zudem zu kurzen Einarbeitungszeiten von neuen Mitarbeitern.

Die Produktivität ist über alle Teilegruppen gestiegen, da der Mitarbeiter wegeoptimiert arbeitet und beide Hände zum Kommissionieren frei hat. Die Information über den Lagerplatz sowie das Zielfach werden auf dem Display an der Brille angezeigt und es entfällt der Weg zu einem Terminal oder einer Pickliste. Wie bei den Pick-By-Scan-Lösungen gestaltet sich die Integration neuer Teile deutlich einfacher als bei Pick-By-Light-Systemen.



Der Einsatz einer Datenbrille bringt allerdings auch neue Herausforderungen mit sich. Im Vordergrund steht die Mitarbeiterakzeptanz der Technologie. Die Brille ist schwerer als eine gewöhnliche Schutzbrille und erwärmt sich bei längerer Benutzung. Dieses Problem wurde in dem Pilotbereich dadurch gelöst, dass der Mitarbeiter für weitere Aufgaben wie den Materialnachschub zuständig war, bei denen die Brille abgesetzt wurde. Die Brille führt außerdem zu einer Einschränkung des Sichtfelds, weshalb Maßnahmen zur Sicherstellung der Arbeitssicherheit in Bereichen mit Staplerverkehren durchgeführt werden müssen. Für Mitarbeiter mit Sehschwäche sind besondere Brillen mit Sehstärke notwendig. Daher kann die Brille nicht für jeden Mitarbeiter ohne Anpassung eingesetzt werden.

Insgesamt ist Pick-By-Vision eine serienreife Alternative in der Kommissionierung. Die Vorteile dieses Verfahrens zeigen sich vor allem in Kommissioniervorgängen, bei denen beide Hände benötigt werden sowie bei komplexeren Kommissionierprozessen für den Mitarbeiter. Die nachfolgende Tabelle 1 stellt die vier Kommissionierverfahren hinsichtlich der Vor- und Nachteile gegenüber:

Tabelle 1: Vergleich der Kommissioniersysteme

	Pick-By-Light	Pick-By-Scan	Pick-By-Glove	Pick-By-Vision
<b>Kosten</b>	Hohe Hardwarekosten	Geringe Hardwarekosten	Geringe Hardwarekosten	Geringe Hardwarekosten
<b>Flexibilität</b>	Erweiterung erfordert Ausbau der Anlage	Erweiterung im T-System + neue Barcodes	Erweiterung im T-System + neue Barcodes	Erweiterung im T-System + neue Barcodes
<b>Produktivität</b>	Hände frei	Wegeoptimierung möglich	Hände frei Wegeoptimierung möglich	Hände frei Wegeoptimierung möglich
<b>Mistake Proof</b>	Keine Zielbestätigung möglich	Zielbestätigung möglich	Zielbestätigung möglich	Zielbestätigung möglich
<b>Einsatzgebiet</b>	Kleine Teile Hohe Pickrate Selten Neuteile	Große Teile Hohes Fehlerrisiko	Große Teile Beide Hände benötigt	Große Teile Beide Hände benötigt

### 3. Organisatorische Maßnahmen zur Sicherung der Kommissionierqualität

Die verschiedenen Kommissioniersysteme führen zu einer deutlichen Erhöhung der Kommissionierqualität. Trotzdem treten mitarbeiterbedingte Kommissionierfehler auf. So kommt es vor, dass Lagerplatz A gescannt jedoch aus Lagerplatz B gepickt wird. Mithilfe von organisatorischen Maßnahmen wird dieses Risiko in der Mannheimer Werkslogistik reduziert.

Jeder Sequenzierbereich verfügt über eigene Wägen, auf denen das sequenzierte Material an die Montage transportiert wird. Die Wagenfächer werden nach dem Poka-Yoke-Prinzip mit Einlagen so konzipiert, dass nur ein Bauteil aus der richtigen Teilegruppe darin platziert werden kann. Falsche oder fehlende Teile fallen dem Mitarbeiter sofort auf und der Fehler wird rechtzeitig erkannt und behoben.

Besonderes Augenmerk wird auf die Positionierung der Teile in der Kommissionierzone gelegt. Erfahrungsgemäß beachten Mitarbeiter ausschließlich die letzten drei Zeichen einer Teilenummer. Daher werden Behälter mit ähnlichen Teilenummern nie nebeneinander oder aufeinander angeordnet.

Zu der Prozessabsicherung durch organisatorische Methoden zählt auch die regelmäßige Rotation der Mitarbeiter in den einzelnen Kommissionierbereichen. Es zeigt sich, dass der Kommissionierer nach häufigen Wiederholungen Pickschemata erkennt und sich Teilekombinationen bei bestimmten Auswahlen merkt. In der Folge kommissioniert der Mitarbeiter nach seiner Erfahrung und achtet weniger auf die Anweisungen der Systeme. Aufgrund der weitestgehend standardisierten Prozesse über die Technologien hinweg gelingt die Rotation ohne längere Einlernzeit und durchbricht den Gewöhnungseffekt.

Die Grundlage für den Erfolg der organisatorischen Maßnahmen sowie der Absicherung durch Technologieeinsatz ist die Einhaltung der Standards sowie eine hohe Prozessdisziplin. Die eingesetzten Systeme und Maßnahmen werden als Unterstützung für den Mitarbeiter bei den Arbeitsvorgängen betrachtet, die ergänzend zu der Qualifikation des Mitarbeiters wirken und diese nicht ersetzen. Ein hohes Verantwortungsbewusstsein sowie eine sorgfältige Arbeitsweise sind nach wie vor die Voraussetzung für eine hohe Kommissionierqualität.

### 4. Fazit

Im Kontext der Produktionslogistik hat die Verlagerung der Logistiktätigkeiten aus der Montage in die Logistik erhebliche Vorteile. Die auftragsbezogene Bereitstellung der richtigen Teile führt zu einer Reduzierung von falsch verbauten Teilen. Außerdem führt die Reduzierung der Logistiktätigkeiten für den Werker dazu, dass die verfügbare Zeit für die wertschöpfenden Prozesse sowie die Qualitätssicherung in der Montage höher ist und werkerbedingte Montagefeh-

ler abnehmen. Damit hat ein hoher Anteil an kommissionierten Teilen einen positiven Einfluss auf die Montagequalität. Ebenso wird das Platzproblem als Folge der hohen Variantenvielfalt in Verbindung mit steigender Teileanzahl gelöst.

Die Arbeitsvorgänge in der Produktion sind auf die Optimierung der Montageprozesse und -zeit ausgerichtet. Die Logistiktätigkeiten stehen nicht im Mittelpunkt der Optimierung; längere Weg- und Suchzeiten sind die Folge. Obwohl die vorgelagerte Kommissionierung durch die Logistik zunächst einen zusätzlichen Handlungsschritt bedeutet, werden dadurch Produktivitätssteigerungen erreicht. Die Ursache liegt darin, dass die Logistikbereiche auf die Wegezeit optimiert sind und der Kommissionierer mithilfe der eingesetzten Systeme und Prozesse die Bauteile deutlich schneller findet und kommissioniert. Somit werden für die Logistiktätigkeiten in den Kommissionierbereichen weniger Mitarbeiter benötigt, als wenn die gleichen Tätigkeiten durch die montageorientierten Montagewerker am Band durchgeführt werden. Diese Erkenntnis ist vor allem interessant, da die Kommissionierung häufig mit der zunehmenden Komplexität für den Montagewerker sowie Platzmangel in der Montage begründet wird und nicht mit dem Ziel von Produktivitätssteigerungen.

Die Kommissioniersysteme unterstützen den Arbeitsprozess des Kommissionierers und haben unterschiedliche Vor- und Nachteile. In jedem Anwendungsfall sind die speziellen Anforderungen zu prüfen, um daraus ein geeignetes System abzuleiten. Neue Technologien wie Pick-By-Glove und Pick-By-Vision sind dafür serienreife Alternativen, die neue Vorteile ermöglichen und in den nächsten Jahren zunehmend eingesetzt werden.

[1] Drüke, M.: Auftragsbezogene Materialbereitstellung in der variantenreichen Traktor- und Getriebemontage, in VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik: 22. Deutscher Materialfluß-Kongress, VDI Verlag, Düsseldorf 2013, S. 75-86.

[2] Klug, F.: Logistikmanagement in Der Automobilindustrie: Grundlagen Der Logistik Im Automobilbau. Springer, Berlin Heidelberg New York 2010, S. 191

## **Future Factory – Sennheisers Weg zu Industrie 4.0**

Dr.-Ing. **Axel Schmidt**,  
Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark

### **Agenda**

- **Motivation und Treiber**
- **Der Weg zu I 4.0**
- **Herausforderungen**
- **Anwendungsbeispiele**
- **Fazit**

## Sennheiser auf einen Blick



- Familienunternehmen in der dritten Generation, gegründet 1945 durch Prof. Dr. Fritz Sennheiser, Firmensitz Wedemark bei Hannover
- Hersteller elektroakustischer Geräte und Systeme  
HF-Übertragungsstecken, Mikrofone, Kopfhörer, Headsets, Studiomonitore, Kommunikations- u. Informationssysteme

## Sennheiser auf einen Blick



- Produktionsstandorte in Deutschland, Irland und USA
- Forschung u. Entwicklung in Deutschland, Schweiz, Singapur, USA und Dänemark
- Weltweites Netz an Tochtergesellschaften und Vertragspartnern
- Jahresumsatz 2015 der Sennheiser Gruppe ca. 682 Mio. € (+7,5%) mit ca. 2700 Mitarbeitern weltweit (+4%)

## Lean – 1. und 2. Generation

Source: learningpool.com



**Kunden-  
orientierung**

**Verschwendung  
eliminieren**



- Fluss (Pull statt Push)
- Standardisierung
- Kaizen
- Visuelles Management
- Verantwortung

Source: flickr.com

## Mega Trends



## Komplexitätsmanagement



Source: simplesolutions.nl

## Agile Supply Chain



- Transparenz – Echtzeit Daten Analyse
- Vorausschau - Advanced Analytics
- Adaption – künstliche Intelligenz

Source: wattpad.com



Source: automobilwoche.de





## Digitalisierte Planung von Montagesystemen

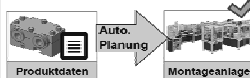
Produktdaten basierte, automatisierte Planung und Optimierung von Montagesystemen

**ProMoA**

www.projekt-promoa.de

Laufzeit: 01.10.16 – 30.09.19

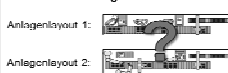
### Automatische Planung von Montageanlagen basierend auf Produktdaten.



### Automatische Umplanung von bestehenden Anlagen für neue Produkte.



### Objektiver Vergleich der erzeugten Planungsalternativen anhand relevanter Kenngrößen.



### Automatische Generierung von empfohlenen Produktänderungen.



### Projektkonsortium



<b>AP 1</b> Analyse und Systematisierung der Handlungsfehler Leitung: @continental.ch	<b>AP 2</b> Methodik und Architektur zur produktbasierten simulativen Güteauswertung Leitung: TUM	<b>AP 3</b> Modellstrukturen und Datenhaltung Leitung: SE	<b>AP 4</b> Automatische Abbildung von Prozessanforderungen Leitung: TUM	<b>AP 5</b> Produktbasierte Auswahl von Betriebsmitteln Leitung: TWT
<b>AP 6</b> Automatisierte Konfiguration und Optimierung Leitung: TUM	<b>AP 7</b> Wandlungsfähige Module und Demonstratoren Leitung: XENON	<b>AP 8</b> Anwendung und Bewertung Leitung: SENNHEISER	<b>AP 9</b> Koordination und Transfer Leitung: TUM	

gefördert vom



betreut vom



## Sichere und akzeptierte Kollaboration von Mensch und Maschine in der Montage

Gallgemeine Strategien und Konzepte zur Einführung und die Gestaltung von kollaborativen Montagesystemen



Laufzeit: 01.01.17 – 31.12.19

### Safe

sicher  
akzeptiert  
leistungserhaltend



### Mate

menschzentriert  
assistierend  
agil

Methoden
<b>Potentialeermittlung</b> AP 1
<b>Gestaltungsmethodik</b> AP 7
<b>Akzeptanzmodell</b> AP 2
<b>Lern- und Demonstrationszentrum</b> AP 8

### Wesentliche Ergebnisse

**Leitfaden zur Einführung von KMS**  
Einführungsstrategien und Ausgestaltungs-konzepte

**Best Practice Anwendungen**  
Fünf anspruchsvolle kollaborative Montagesysteme



gefördert vom



betreut vom



## Prozess & Organisation

Agiles Projektmanagement

### Sponsoring Group

#### COO Supply Chain

Director Engineering      General Manager  
(GER, IRL, USA)

### Program Board

#### Senior responsible owner

Program Manag./      Business Change Manag.  
Product Owner      (GER, IRL, USA)

### Scrum-Process



- IT GER
- IT IRL
- Engineering GER
- Engineering USA

Source: prokram

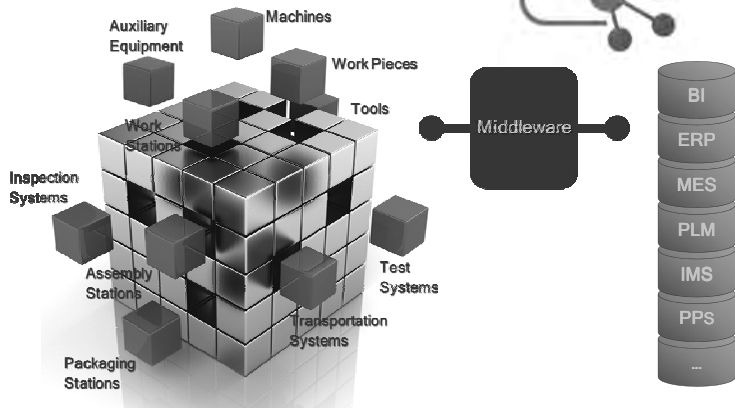
## Praxis Anwendungen

Source: hacker akademie



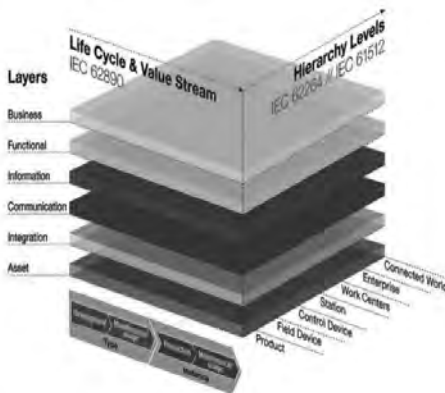
## Integrationsherausforderungen

Vielfalt der technischen Infrastruktur



## Referenzarchitektur Modell RAMI 4.0

Plattform Industrie 4.0 (VDMA, ZVEI, BITKOM, VDI/VDE, DIN/DKE)



### “5-S Ansatz”

- **Sortieren**
  - Verortung (IT-Landkarte)
  - Angewandte Standards
  - SWOT Analyse / Konflikte
- **Sicherheit**
  - Risikoidentifikation
  - Sicherheitsdesign
- **Standardisierung**
  - Zu ergänzende / eliminierende Standards
  - I4.0 Komponentenbeschreibung (Verwaltungsschale)
- **Selektieren**
  - Austausch nicht korrespondierender Elemente
- **Stabilisieren**
  - Auditierung

## Maschinendatenerfassung

Vereinheitlichung von Datenströmen mittels SSV Gateway als Middleware

### Installation

- Einfache Konfigurierbarkeit mit IBM NodeRed
- Keine low-level Programmierung erforderlich (Standardbibliothek)
- Unterstützt alle Standard-schnittstellen
- Konverter zur Einbindung nicht OPC-UA fähiger Maschinen

### Sicherheit

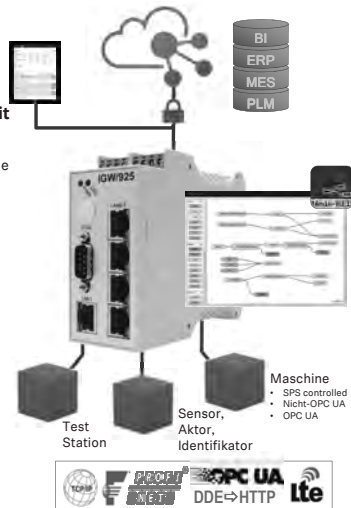
- Netzwerkseparation (Anlagen- / Büronetz)
- Integrierte Firewall-Funktion
- VPN Fähigkeit

### Flexibilität / Skalierbarkeit

- NodeRed GUI erlaubt einfache Skalierung, Wartung und Pflege
- Ermöglicht die Erstellung kundenspezifischer Knoten (Node.js, JavaScript)
- Anschlussmöglichkeiten für zusätzliche Hardware (Sensoren, Identifikatoren, Aktoren, ...)

### Kosten

- SSV Gateway: 500€ per EA
- IBM NodeRed: Freeware
- DDE→HTTP: kostenlos  
(Entwicklung durch Univ. Hannover)



## Digitaler Arbeitsplatz

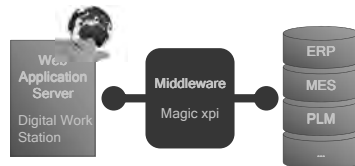
Papierlose Planung, Fertigung und Zustandsmeldung

### Herausforderungen

- Nicht wertschöpfende Arbeitsinhalte (z.B. Drucken, Rückmelden)
- Komplexitätsmanagement Unterstützung (z.B. Auftragsvarianten, Produkt-, Verpackungsvarianten)
- Informationsvollständigkeit (z.B. Materialstatus, -verfügbarkeit, -lokation)
- Kein Echtzeitstatus von Arbeitsaufträgen
- Informationsmanagement (Datenaktualität)
- Unterschiedliche Speicherorte für Daten / Informationen
- Systemakzeptanz (ERP, MES Benutzerinterface)



Fig.: Sennheiser Digital Work Station (DWS)



## Digitale Verpackungslinie

Automatisierte Planung, Smart Identifikation und visuelle Workflowassistenten

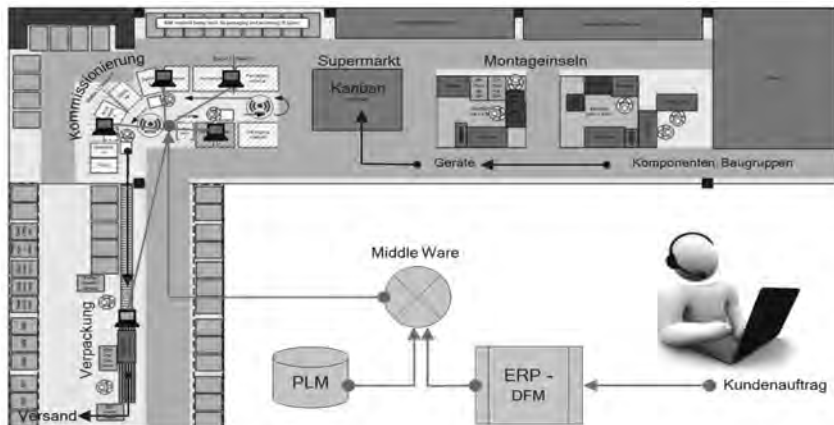
### Herausforderungen

- Variantenkomplexität  
(150 unterschiedliche Artikel - Hardware, Software, Zubehör)
- Visuelle Workflowassistenten
- Späte Variantenbildung
- Direkter Verpackungsdruck
- 24h-Auslieferung (M2O) aller Artikel (direkte/indirekte Belieferung)
- Skalierbares Linienmanagement
- Automatisierte Auftragsplanung und -steuerung
- Auftragsdatentransfer zur Verpackungslinie



## Digitale Verpackungslinie

Automatisierte Planung, Smart Identifikation und visuelle Workflowassistenten



## Mensch-Roboter Kooperation / Kollaboration

Roboter als Assistenten in der Montage und im Service

### Herausforderungen

- Demografischer Wandel
- Ergonomie und Psychische Belastung
- Qualität
- Low-Cost-Automation
- Kapazitätsschwankungen
- Reaktionsgeschwindigkeit
- Arbeits- und Lohnnebenkosten
- Sicherheit
- Akzeptanz
- Kompetenzentwicklung



## Fazit

„Lean first“

Industrie 4.0 - Befähiger zur Komplexitätsbewältigung

Trendanalyse als Basis zur Definition von Handlungsfeldern & Roadmapentwicklung

Lösungsansätze aus den Bereichen Infrastrukturvernetzung, Datenkommunikation, Visualisierung und KMS

Die digitale Transformation - der Weg über Echtzeit optimierte Wertschöpfungsnetze zum selbststeuernden Produktionssystem bei gleichzeitiger Fortsetzung des Lean Gedankens.

# Schrittweise Investition in Technik und intelligente Anpassung von Prozessen

## Wie die Soennecken eG ihre Logistik auf die Zukunft ausrichtet

**Klaus Schneider**, Soennecken eG, Overath

### Kurzfassung

Qualitätsführerschaft bei gleichzeitiger Kostenführerschaft – das ist der hohe Anspruch, den die Soennecken eG in Overath seit Inbetriebnahme ihres Logistikzentrums am Unternehmensstandort im Jahr 2009 verfolgt.

Mit diesem Script und dem begleitenden Vortrag beim 26. Deutschen Materialfluss-Kongress am 6. und 7. April 2017 in Garching wollen wir die in den vergangenen Jahren gemachten Erfahrungen mit Lesern und Gästen teilen und aufzeigen, wie es dem Unternehmen in einem sehr dynamischen Markt-Umfeld gelingt, den Status als Qualitätsführer in der Bürowirtschaft auszubauen und die Zufriedenheit der Mitarbeitenden stetig zu steigern.

### DAS UNTERNEHMEN: Soennecken eG – Kraft gemeinsamen Handelns

Die Soennecken eG ist im deutschsprachigen Raum die führende Einkaufs- und Marketingkooperation für Produkte und Dienstleistungen rund ums Büro. Ihre rund 500 Mitglieder an 1.000 Standorten sind Fachhändler im Einzelhandel und B2B-Geschäft. Über eines der modernsten Logistikzentren der Branche haben die Händler Zugriff auf rund 20.000 Markenartikel und die Exklusivmarke Soennecken.

# Soennecken



Bild 01-03: Auswahl Soennecken-Produkte





Rund 300 Mitarbeiter in Verwaltung und Logistik unterstützen die Mitglieder bei Beschaffung, Abrechnungsprozessen, Marketing, Technologieeinsatz, Aus- und Weiterbildung und mit individueller Beratung. Überall dort, wo ein einzelner Händler häufig nicht über ausreichende Ressourcen verfügt, bündelt Soennecken die Stärken der Mitglieder und fördert sie, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und zu steigern.

In der Tradition von Friedrich Soennecken (1848-1919), dem Erfinder von Ordner, Ringbuch und Locher sowie Inhaber unzähliger Patente, versteht sich die 1926 gegründete Genossenschaft als dynamisches und innovatives Unternehmen. Ihre Basis sind traditionelle Werte wie Solidität, Verlässlichkeit und Verantwortung, eine gesunde Unternehmenskultur und nachhaltiges Handeln. Der Gesamtabrechnungsumsatz der Soennecken eG betrug im Jahr 2015 rund 561 Millionen Euro (netto).

### Betreuung der Mitglieder in vier Geschäftsfeldern.

Die Soennecken eG betreut ihre Mitglieder in den Geschäftsfeldern Einzelhandel, Streckenhandel, Drucken & Kopieren sowie Büroeinrichtung.

Tabelle 1: Die Geschäftsfelder der Soennecken eG und ihre Spezifika

	<p><b>Einzelhandel:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkte rund um Schule, Schreiben und „Schöne Dinge“, z.B. hochwertige Papierwaren und Schreibgeräte, Geschenkartikel</li> <li>• Versorgung der Kunden mit Kleinmengen</li> <li>• „emotionales Käuferlebnis“</li> </ul>
	<p><b>Streckenhändler:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versand von Bürobedarf</li> <li>• Reibungslose, schnelle, unkomplizierte Versorgung</li> <li>• Kundenintention: Senkung von Kosten</li> <li>• „emotionsarme, sach-orientierte Kaufentscheidung“</li> </ul>
	<p><b>Professionelle Druck- und Kopiersysteme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkauf von Lösungen</li> <li>• Finanzierungsdienstleistungen</li> <li>• „Technische Welt“</li> </ul>
	<p><b>Büroeinrichtung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte für die moderne Gestaltung von Arbeitsbereichen</li> <li>• Dienstleistungen rund um die Büroeinrichtung</li> <li>• Ausbildungsprogramme rund um Büroeinrichtung</li> </ul>

### Einzelhandel: Ortloff in Köln.

Seit 2015 betreibt die Soennecken eG direkt in der Kölner Innenstadt das Fachhandelsgeschäft Ortloff. Über mehrere Monate befragte Soennecken die Ortloff-Kunden zu ihrem Kaufverhalten, ihren Bedürfnissen und ihren Wünschen bezüglich des Einkaufs und entwickelte gemeinsam mit den Ortloff-Mitarbeitern ein Geschäftsmodell. Die Themen: Positionierung, Zielgruppen, Rolle der Mitarbeiter, Sortimentsbausteine und on- und offline-Verzahnung. Eine komplett neue Gestaltung der Räumlichkeiten bietet den Kunden Angebot wie Atmosphäre, für die sich ein Besuch in der Innenstadt bezahlt macht. Neben der direkten Nähe zu Händleralltag und Kundenanforderungen ist ein entscheidender Grund für den Einstieg ins Direktgeschäft, dass die Soennecken eG neue Bausteine zur Stärkung des Einzelhandels mit Ortloff als Concept Store direkt in der Praxis erproben kann. Was sich dort bewährt, fließt als Rat, Konzept oder Dienstleistung an alle Mitgliedshändler weiter. Besuchen Sie die Website: [www.ortloff.de](http://www.ortloff.de)



Bild 04 – 06: Käuferlebnisse bei Ortloff, Köln

### Logistikzentrum in Eigenregie.

Das Logistikzentrum wurde 2009 im Rahmen eines erfolgreichen Insourcing-Projektes an den Unternehmenssitz verlagert und wird seitdem mit rund 140 Mitarbeitern in Eigenregie bewirtschaftet und weiterentwickelt.



Bild 07: Luftbild Logistikzentrum und Verwaltung

## **DER MARKT: Kundenanforderungen und Konkurrenzsituation ändern sich mit hoher Dynamik**

### **Veränderungen in der PBS Branche seit den 90er Jahren.**

Die Soennecken eG und die ihr angeschlossenen Mitglieder hatten seit Mitte der 90er Jahre Marktanteile im deutschen PBS-Markt verloren. Durch den Eintritt neuer Vertriebsformen in den PBS-Markt mussten sich viele Fachhändler der Branche aus dem Markt zurückziehen und ihre Geschäftstätigkeit aufgeben, weil sie nicht mehr alle vom Endkunden geforderten Leistungen erbringen konnten. Gewinner dieses Trends waren im Bereich der C-Kunden die Versender und im Bereich der A-Kunden die sogenannten „Globals“. Sowohl Versender als auch Globals arbeiten mit zentralen Logistik-Lösungen und einer zentralen Marktbearbeitung. In diesen Bereichen bietet die Regionalität des mittelständischen Fachhandels – so die bittere Erkenntnis aus dieser Phase – anders als im B-Kunden-Segment – keinen oder nur noch einen geringen Wettbewerbsvorteil.

### **Anpassung der Soennecken-Strategie an Marktanforderungen.**

Das Zusammenspiel von professioneller regionaler Kundenbetreuung durch das Mitglied einerseits und zuverlässiger zentraler Logistik durch die Genossenschaft andererseits sind die Erfolgsfaktoren des Verbundes zwischen der Soennecken eG und ihren Mitgliedern in Gegenwart und Zukunft.

Eine der Marktsituation entsprechende Servicequalität der zentralen Logistik war mit der seit 1995 bestehenden Logistikabwicklung über einen Dienstleister nicht mehr zu erreichen. Die Soennecken-Zentrale hat sich deshalb selbst auf die Erbringung von qualitativ hochwertigen Logistik- und IT-Dienstleistungen spezialisiert.

Dazu mussten die Anforderungen von mehreren hundert Händlern und ihren Kunden in einer Logistik und einer IT umgesetzt werden. Aus diesem Grund hat sich Soennecken für ein ganzheitliches Konzept zur Steigerung der Servicequalität mit den folgenden Hauptkomponenten entschieden:

- Datenidentität zwischen allen Medien in einem IT-System, das flexibel an die Anforderungen der Kunden angepasst werden kann.
- Effizientes Lager mit hoher Prozess-Qualität und niedrigen Kosten
- Transparenz der Prozesse für alle Beteiligten
- Leistungsfähiges, umfangreiches Sortiment

## DIE LOGISTIK: Wie die Anforderungen des Marktes umgesetzt werden.

Die Veränderungen seit den 90er-Jahren und eine abzusehende weiterhin hohe Dynamik hinsichtlich der Anforderungen in der Zukunft wirken sich massiv auf Sortiment und Bestellverhalten aus. Die Logistik muss in der Lage sein, diese Veränderungen effizient und flexibel abzubilden.

Das „papierlose Büro“ ist seit Jahren als „bald kommend“ in aller Munde. Zumindest das „papierarme Büro“ wird durch die voranschreitende Digitalisierung mehr und mehr Realität. Auch der Büroalltag ändert sich, hin zu einer ganzheitlichen Betrachtung des Büros als Teils des Lebensraumes. „Wohlfühlen im Büro“ ist ein wichtiges Differenzierungsmerkmal für Unternehmen geworden, die auch in Zukunft ein attraktiver Arbeitgeber sein wollen und ihren Mitarbeitern und Bewerberinnen Freiraum bei der Gestaltung ihrer Arbeitsplätze geben.

## Gestaltung eines zukunftsfähigen Sortiments.

Die Folge: Büroprodukte werden farbiger, designorientierter, individueller – außerdem erfolgt die Auswahl unter ökologischen Gesichtspunkten – Aufträge werden kleiner.

Produktkategorien, wie „Ablage und Registratur“ verlieren mehr und mehr an Bedeutung – Produkte, die mobiles Arbeiten fördern und unterstützen, werden von der Soennecken eG als Servicepartner „rund ums Büro“ inzwischen mit wachsenden Umsatzanteilen offeriert.



Bild 08-09: Mobile Office – Auszug aus dem Soennecken-Katalog BüroBest 2017

Bürobedarfsanbieter offerieren seit einigen Jahren nicht nur klassisches Papier-Bürobedarf-Schreibwarensortiment, sondern „alles“, was im Büroalltag gebraucht wird, so auch Cateringprodukte, Arbeitsschutz, Betriebshygiene und vieles mehr – bis hin zum Geburtstagsgeschenk für die Mitarbeitenden und Kunden. Soennecken ist in diesem Segment schon seit einiger Zeit Vorreiter.

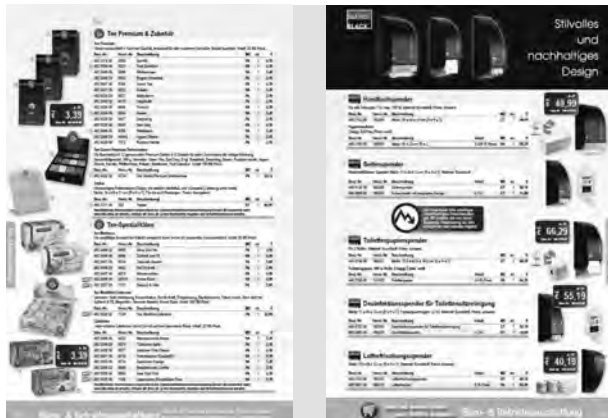


Bild 10-11: Catering und Hygiene – Auszug aus dem Soennecken-Katalog BüroBest 2017

Das Soennecken-Lager ist vor sechs Jahren mit 11.000 Artikeln an den Start gegangen. Ab 2017 verspricht Soennecken für 18.500 Artikel eine 99%ige Verfügbarkeit mit next-day-Anlieferung. Eine weitere erhebliche Ausweitung des Sortimentsumfangs ist in den kommenden Jahren geplant. Die Automatisierung des Materialflusses soll verstärkt werden.

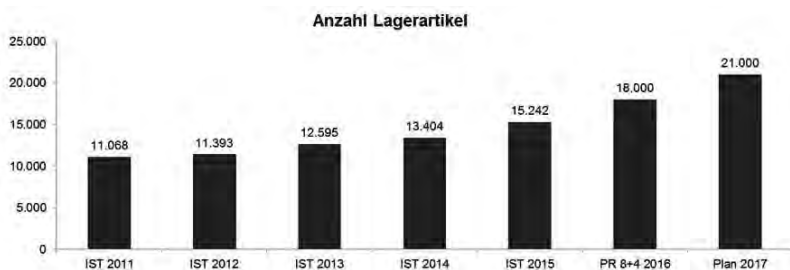


Bild 12: Sortimentswachstum 2011-2016

### Auswirkungen auf die Logistik.

Die Gestaltung eines marktfähigen Sortiments und eine leistungsfähige Logistik sind die zwei Kernbausteine des Soennecken-Warengeschäfts. Die schrittweise Umsetzung einer angepassten Sortimentsstrategie zeigt mindestens seit 2015 deutliche Umsatzerfolge. Der Umsatz und die logistische Inanspruchnahme steigen merklich.

Während die Anzahl der Artikel steigt, sinken die Positionen pro Auftrag. Das Einkaufsverhalten hat sich bei vielen Verbrauchern vom „Vorratskauf“ zum bedarfsbezogenen Impulskauf gewandelt. Eine weitgehende Miniaturisierung der Aufträge ist die Folge – oft ein Stück statt ein Karton.

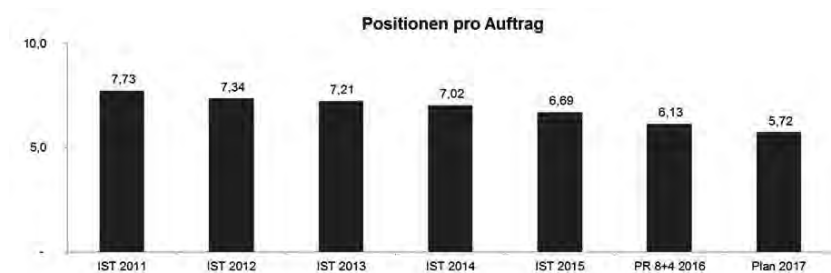


Bild 13: Entwicklung Anzahl Positionen pro Auftrag

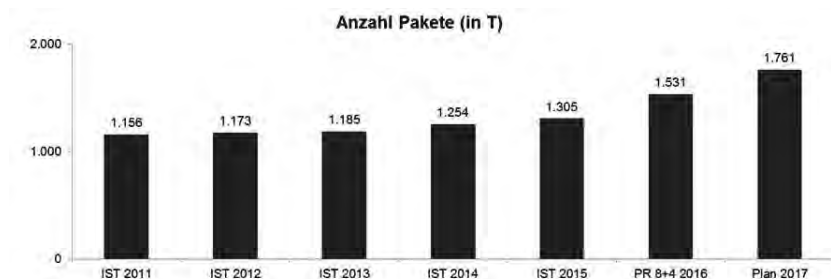


Bild 14: Entwicklung Anzahl Pakete 2010 bis 2016

Seit einigen Jahren hat sich die Soennecken-Zentrale mit ihren Mitgliedern darauf verständigt, dass Kunden mit einer großen Zahl an Büroarbeitsplätzen direkt durch das

Soennecken-Warengeschäft akquiriert und durch das Logistikzentrum in Overath beliefert werden.

Nicht nur umfangreiche Anforderungen an die individuelle Anbindung des Soennecken eProcurement-Systems an IT-Systeme der Großkunden stellen hohe Anforderungen an die Flexibilität der Organisation - auch eine anspruchsvolle Art der Warenübergabe, wie Schreibischielieferung an den Arbeitsplatz des Bestellers oder die Vertragung von Kopierpapier an den Ort des Verbrauchs, stellen neue Herausforderungen sowohl für die Intralogistik als auch für die von der Soennecken eG beauftragten Frachtdienstleister dar.

### **Soennecken-Logistikzentrum: Kernbaustein für die funktioniere Arbeitsteilung zwischen Mitglied und Zentrale.**

Das Soennecken-Logistikzentrum wurde 2009 im Rahmen eines dreijährigen Planungs- und Insourcing-Projektes „hochgefahren“ und in Betrieb genommen.

Als Devise galt: „Wer sich nicht nach vorne entwickelt und Prozesse und Verfahren in Frage stellt, wird vom Wettbewerb überholt“. Dem folgend wurden schon im ersten Jahr nach Inbetriebnahme organisatorische und prozessverbessernde Maßnahmen umgesetzt, um dem Anspruch Qualitätsführerschaft gerecht zu werden und die Veränderungen des Marktes aktiv mitgestalten zu können. Ein Beispiel ist die Ausweitung der zunächst nur für den Kommissionierprozess vorgesehenen Qualitätssicherung durch Errichtung ergonomischer Verpackungsplätze mit Wiegefunktion.



Bild 15: Arbeitsplätze Verpackung

Auch die durchgängige Qualitätssicherung durch Scannen und Verwiegen im Vereinnahmungsprozess, die die Wareneingangs-Mitarbeiter bei der Identifikation von Produkten unterstützt und Hinweise zu Mengenabweichungen gibt, ist eine Maßnahme zur Vermeidung von Fehlern und Rückabwicklungen.



Bild 16: Arbeitsplatz Warenvereinzelung

### **Gelebte Unternehmenskultur und beispielhafter Zertifizierungsgrad.**

Die Umstellung der 2009 installierten Pick-by-voice-Standardlösung auf eine durch Soennecken konzipierte „schlanke“ Pick-by-light-Lösung trägt zur Stabilisierung der Pickqualität bei, führt zu einer Verbesserung der Leistung um etwa 10% und vor allem – und das war ein Hauptziel der Investitionsentscheidung – zu einer deutlich verbesserten Arbeitsergonomie und geringeren körperlichen Belastung der Kommissionierer. Diese geringere körperliche Belastung hat sich direkt in den Ergebnissen der Mitarbeiterumfrage, die regelmäßig mit dem Institut „Great Place to Work“ durchgeführt wird, positiv niedergeschlagen.



Bild 17-18: Arbeitsplatz Kleinteilekommissionierung mit Pick by light-Kennzeichnung



Soennecken überwacht die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen im Rahmen eines Qualitätsmanagements nach ISO 9001 und ist seit Mitte 2016 bereits nach der neuesten Revision der Norm aus dem Jahr 2015 re-zertifiziert.



Bild 19: Zertifikat ISO 9001: 2015

Besonders stolz ist die Soennecken eG darauf, dass die meisten der erfolgreich umgesetzten Veränderungen von Mitarbeitern des Soennecken-Logistikzentrums initiiert wurden. Auf einige dieser Maßnahmen wird im Rahmen des Vortrags detaillierter eingegangen. Die Mitarbeiter im Logistikzentrum übernehmen dadurch, dass sie Aufträge im Namen der Soennecken-Genossen abwickeln, eine besondere Verantwortung für den Erfolg der Mitglieder.

## Zahlen, Daten und Fakten zum Soennecken-Logistikzentrum.



- Vollautomatisiertes Hochregallager mit 6.000 Europaletten-Plätzen
- 18.500 Artikel ständig verfügbar im Lager
- 16.200 qm Lagergrundfläche
- 9.000 Behälter im Autostore-System
- 25.000 konventionelle Kommissionier-Fächer (Palette, Durchlaufkanal und Fachboden)
- Kommissionierung von bis zu 33.000 Auftragspositionen in einer Schicht möglich
- Artikelverfügbarkeit von > 99%
- < 0,3% Reklamationsquote aufgrund logistischer Fehler:  
Kommissionierung 0,07%,  
Verpackung 0,15%,  
Transport 0,03%

Bild 20: Zahlen, Daten und Fakten zum Soennecken-Logistikzentrum

### Das neueste Projekt: Autostore.

Das Artikelsortiment der Soennecken ist von 13.000 Artikel Ende 2014 um mehr als 40% auf aktuell 18.500 Artikel gewachsen. Die Kommissionierung der vielen neuen Artikel war in der bestehenden Lagergeometrie nicht mehr abzuwickeln.

Soennecken hat daraufhin Anfang 2016 entschieden, in ein Autostore-System mit rund 9.000 Behältern zu investieren.

Dieses zeitlich sehr ambitionierte Projekt wurde bis Ende September 2016 durchgeführt, so dass rechtzeitig zum Erscheinen des neuen Katalogs „BüroBest 2017“ die Möglichkeit geschaffen ist, zusätzliche Artikel kommissionieren zu können.

Das Autostore-System – und das bestätigt sich bereits nach einigen Wochen des Systemhochlaufs – eignet sich hervorragend, um eine Vielzahl kleiner Artikel zu lagern und zur Kommissionierung bereit zu stellen.



Bild 21-24: Autostore-System bei Soennecken

Das Prinzip der durchgängigen Kontrolle der Kommissionierqualität durch Verwiegen nach jedem Pickschritt konnte durch intelligente Anpassung der Kommissionierprozesse adaptiert werden. Das Arbeiten am Autostore-Kommissionierplatz ist für die Mitarbeiter besonders attraktiv: gut angepasste Kommissionierdialoge, gepaart mit körperschonenden Arbeitsplätzen sorgen für eine nochmals verbesserte Arbeitsplatz-Ergonomie.

### **Roadmap für die Zukunft: Skalierbare Lösungen mit schrittweisen Investitionen.**

Mit schrittweisen und skalierbaren Erweiterungen auf sich verändernde und intensivere logistische Inanspruchnahme reagieren zu können, wird auch in den kommenden Jahren die Anforderung an die Logistik der Soennecken eG sein.

Aktuell arbeitet Soennecken mit seinem Planungspartner an Lösungen, ein weiteres Artikel- und Durchsatzwachstum abwickeln zu können. Erste Blicke darauf wird der Vortrag anlässlich des Materialflusskongresses zulassen.

# Weltweite Steuerung der Performance und höhere Kundenzufriedenheit

Dipl.-Ing. (FH) **Hondo Santos**, Balluff GmbH, Neuhausen

Agenda

**BALLUFF**

- 1** Balluff GmbH
- 2** Konventionelles Track+Trace
- 3** Cloud basiertes Track+Trace
- 4** Gelangensbestätigung in der Cloud
- 5** Ausblick

Agenda

**BALLUFF**

- 1** Balluff GmbH
- 2 Konventionelles Track+Trace
- 3 Cloud basiertes Track+Trace
- 4 Gelangensbestätigung in der Cloud
- 5 Ausblick

Balluff GmbH

**BALLUFF**

## BALLUFF – EIN FAMILIENUNTERNEHMEN IN DER VIERTEN GENERATION



Gebhard Balluff



Eduard Hermle



Rolf Hermle



Katrin Stegmaier-Hermle



Florian Hermle



Michael Unger

Balluff GmbH

**BALLUFF**

## BALLUFF – EIN WELTWEITES VERSPRECHEN

Wir stehen für Fortschritt – von der Spätzlespresse zu einem Komplett-Portfolio für die industrielle Automation

1921

2017

Balluff GmbH

**BALLUFF**

## BALLUFF – EIN WELTWEITES VERSPRECHEN

Wir sichern Nachhaltigkeit durch Innovation

1921 gegründet \_\_ 95 Jahre Ideenreichtum \_\_ 60 Jahre Sensortechnik \_\_

1921

2017

Balluff GmbH

**BALLUFF**

## BALLUFF – EIN WELTWEITES VERSPRECHEN

Globale Kundennähe – Wir stärken Netzwerke vor Ort




9 Produktionsstandorte  
61 Niederlassungen und Vertretungen  
366 € Mio Umsatz  
3200 Mitarbeiter

Balluff GmbH

**BALLUFF**

## BALLUFF – EIN WELTWEITES VERSPRECHEN

Wir garantieren weltweite Lieferfähigkeit und einheitlich hohe Qualitätsstandards




Balluff GmbH

**BALLUFF**

## BALLUFF – EIN WELTWEITES VERSPRECHEN

Mit unserem globalen Produktions- und Logistiknetzwerk leisten wir Wertschöpfung wo der Kunde sie braucht



The image shows a woman in a white lab coat working on a device. Overlaid on this is a world map with several locations marked: Florence, Vinhedo, Neuhausen a.d.F., Viernheim, Kirchheim, Neubiberg, Biel, Veszprém, and Chengdu.

Agenda

**BALLUFF**

- 1 Balluff GmbH
- 2 **Konventionelles Track+Trace**
- 3 Cloud basiertes Track+Trace
- 4 Gelangensbestätigung in der Cloud
- 5 Ausblick



Konventionelles Track+Trace

**BALLUFF**

## AUSGANGSLAGE

1.400 bis 1.700 Paketsendungen täglich

Hohe manuelle Aufwände (Tracking, Datenaufbereitung für Reports)

Kein einheitliches Tracking über die Balluff-Webseite möglich

Laufzeitüberwachung nur im Nachhinein über eine Einzelauswertung möglich und daher sehr aufwändig Laufzeitaussagen gegenüber Kunden zu machen

Keine Informationen über tatsächliche Ankunftsstermine im ERP-System

Konventionelles Track+Trace

**BALLUFF**

## MANUELLE AUFWÄNDE SEHR HOCH



Konventionelles Track+Trace

**BALLUFF**

## TRACK+TRACE FÜR BALLUFF KUNDEN

Kunde

Kunde

Kunde

Hinweis:  
Ihre Lieferung wurde mit... verschickt

Kein einheitliches Track+Trace System

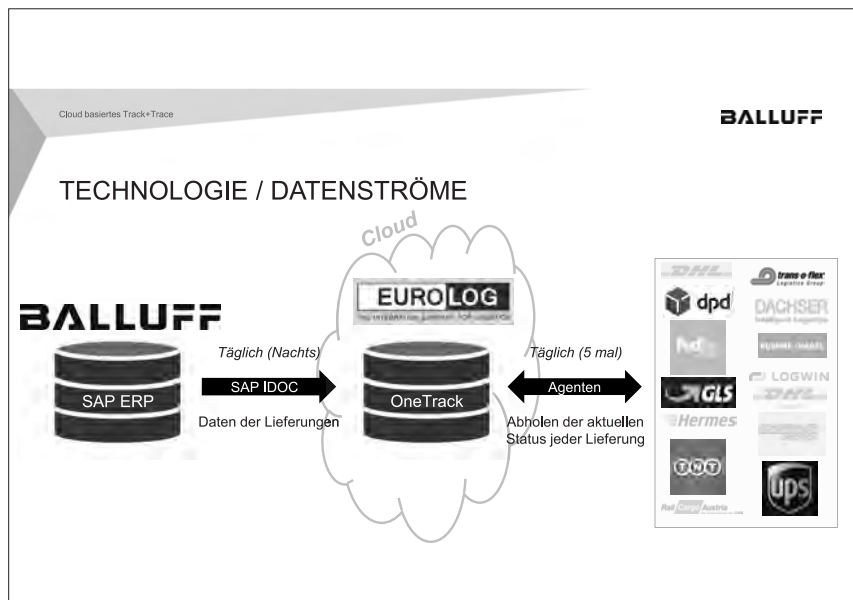
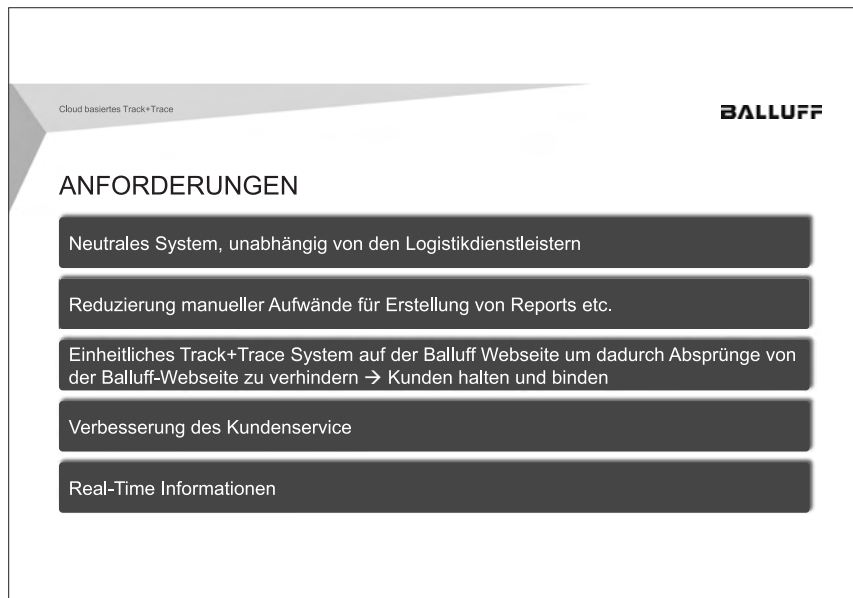
Kunden werden auf andere Webseiten verlinkt und "springen" ab

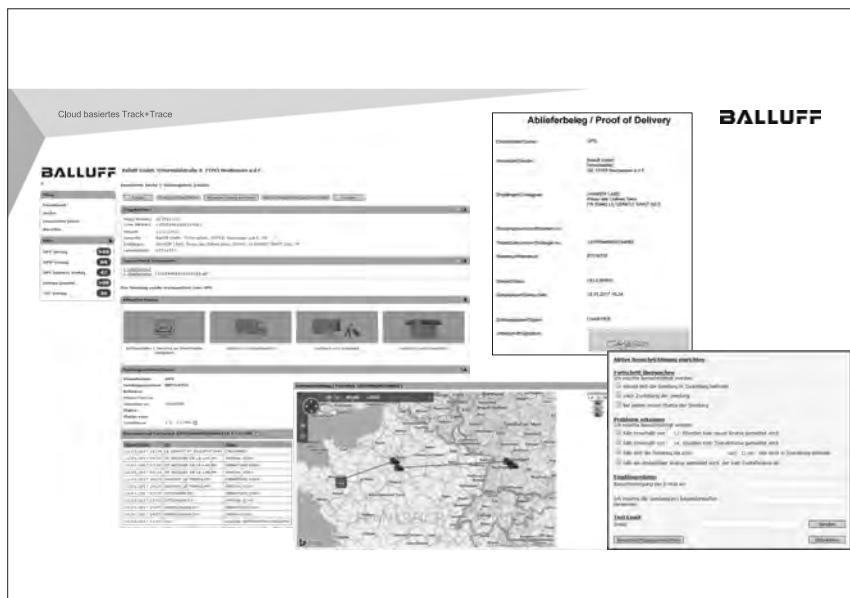
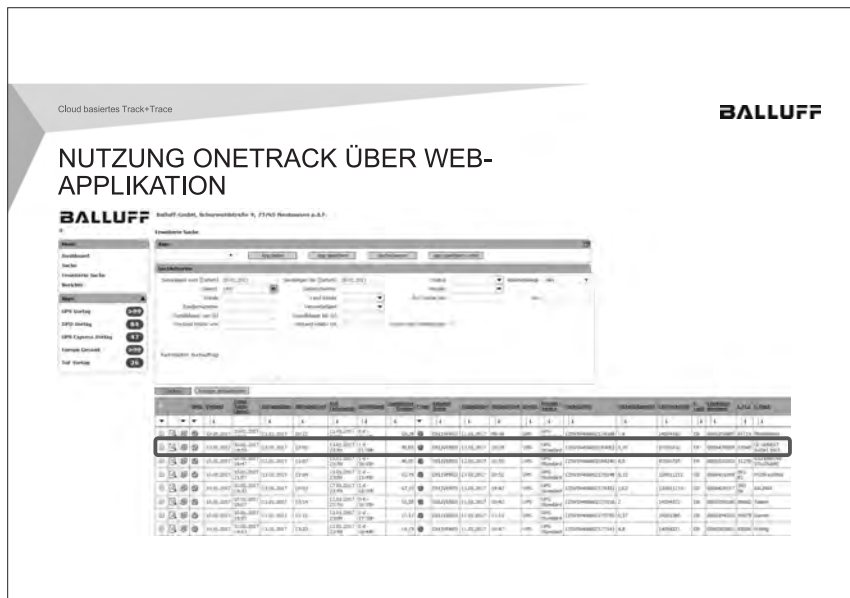
Kundenservice

Agenda

**BALLUFF**

- 1 Balluff GmbH
- 2 Konventionelles Track+Trace
- 3 Cloud basiertes Track+Trace**
- 4 Gelangensbestätigung in der Cloud
- 5 Ausblick



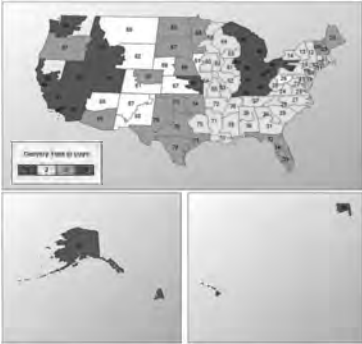




Cloud basiertes Track+Trace

**BALLUFF**

## INDIVIDUELLE ERSTELLUNG VERSCHIEDENER KARTENBERICHTE





*Balluff Kartenberichte auf  
Postleitzahlenbasis:*

- Europa
- USA
- Deutschland
- Österreich
- Belgien
- Tschechien
- Dänemark
- Frankreich
- Großbritannien
- Irland
- Ungarn
- Italien
- Niederlande
- Polen
- Slowakei
- Spanien
- Schweden
- Schweiz



Cloud basiertes Track+Trace

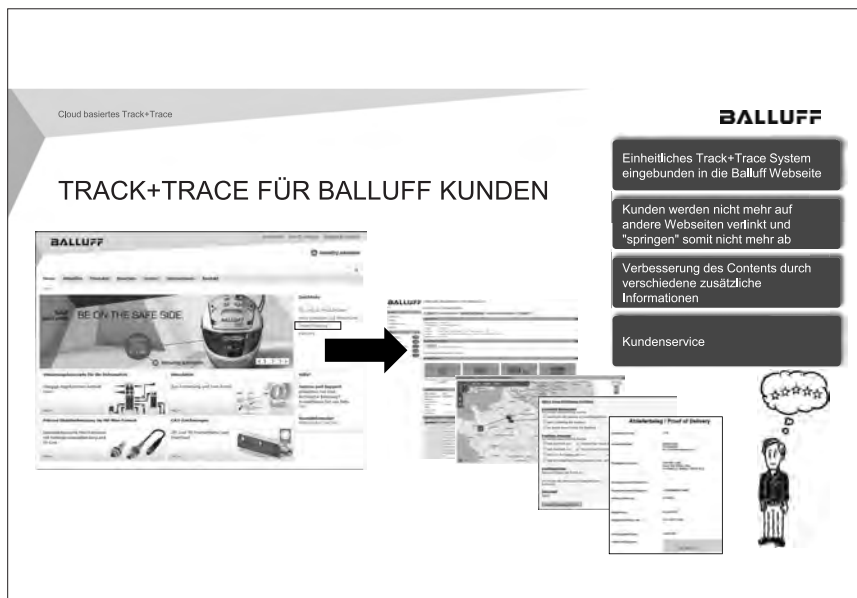
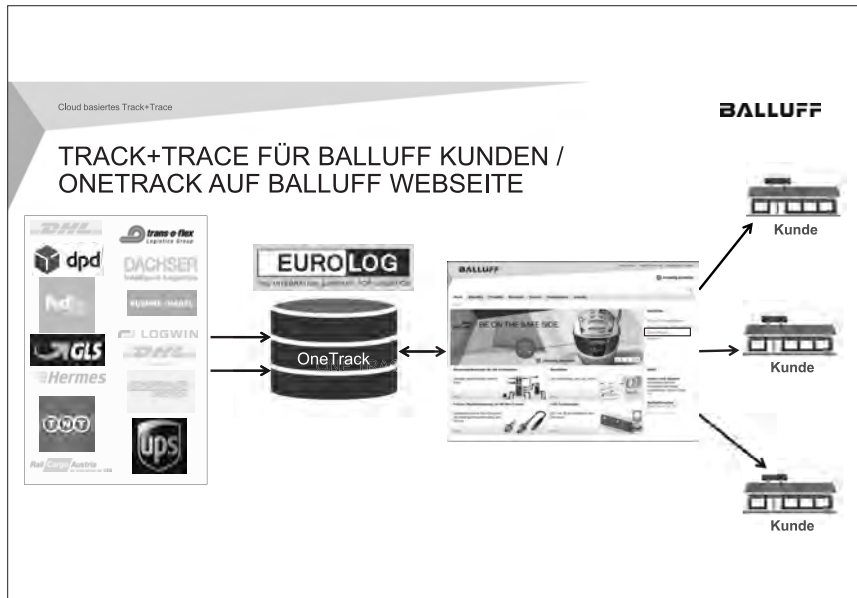
**BALLUFF**

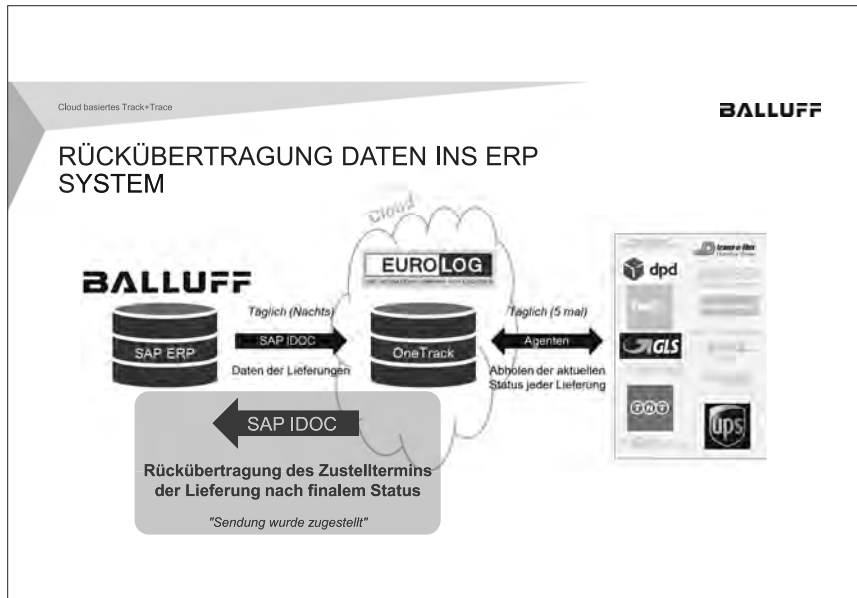
## INDIVIDUELLE AUSWERTUNGSMÖGLICHKEITEN

**Direkter Vergleich  
von Dienstleistern**





Agenda

**BALLUFF**

1	Balluff GmbH
2	Konventionelles Track+Trace
3	Cloud basiertes Track+Trace
4	<b>Gelangensbestätigung in der Cloud</b>
5	Ausblick



Gelangenbestätigung in der Cloud

**BALLUFF**

Für die Steuerbefreiung einer innergemeinschaftlichen Lieferung benötigt der Unternehmer seit dem 01.10.2013 (gemäß Elfter Verordnung zur Änderung der USIDV vom 25.3.2013) neben dem Doppel der Rechnung eine Bestätigung des Abnehmers, dass der Gegenstand der Lieferung in das übrige Gemeinschaftsgebiet gelangt ist (Gelangenbestätigung). Eine letzte Übergangsfrist ist ausgelaufen, so dass die Gelangenbestätigung seit dem **01.01.2014 zwingend erforderlich** ist. Mit der Gelangenbestätigung bestätigt der Kunde in einem anderen EU-Mitgliedsstaat, dass die gelieferte Ware in einem bestimmten Monat an einem bestimmten Ort im anderen EU-Mitgliedsstaat angekommen ist. Die **Verpflichtung** über den Nachweis des Gelagens des Gegenstandes der Lieferung ins übrige Gemeinschaftsgebiet liegt dabei **grundsätzlich beim Verkäufer**.

Die Gelangenbestätigung muss gem. § 17 a Abs. 2 Nr. 2 UStDV grundsätzlich folgende Angaben enthalten:

- Name und Anschrift des Abnehmers
- Menge des Gegenstandes der Lieferung und die handelsübliche Bezeichnung
- Ort und Monat der Ankunft des Gegenstandes im übrigen Gemeinschaftsgebiet
- Ausstellungsdatum der Bestätigung
- Unterschrift des Abnehmers oder eines von ihm zur Abnahme Beauftragten (nicht möglich Spediteur)

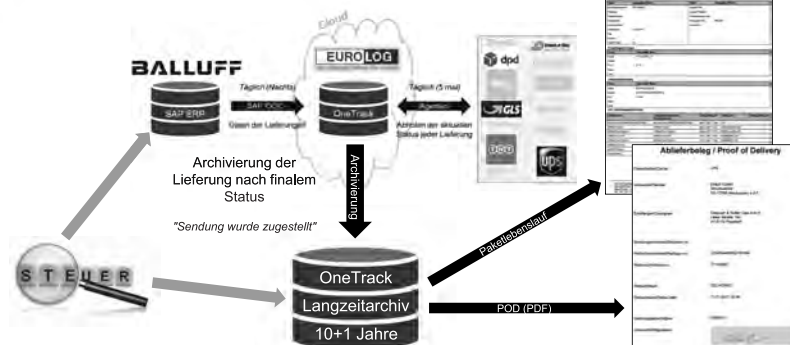
Folgende Alternativnachweise werden unter anderem genannt:

- Versandbeleg, insbesondere Frachtbrief
- Spediteurbescheinigung
- Tracking und Tracing-Protokoll sowie Nachweis der Beauftragung bei Versendung mittels KEP-Dienstleister

Gelangenbestätigung in der Cloud

**BALLUFF**

## ERFÜLLUNG DER ANFORDERUNGEN DER GELANGENSBESTÄTIGUNG



Agenda

**BALLUFF**

- 1 Balluff GmbH
- 2 Konventionelles Track+Trace
- 3 Cloud basiertes Track+Trace
- 4 Gelangensbestätigung in der Cloud
- 5 Ausblick**

Cloud basiertes Track+Trace

**BALLUFF**

## AUSBLICK

Anbindung weiterer Dienstleister an OneTrack → DACHSER Truck Transporte EU  
K+N Luftfracht Weltweit

Anbindung zusätzlicher Länder / KEP-Dienstleister an OneTrack (z.B. Kanada, China)

...



# SmartGlasses als Baustein eines modernen Servicekonzepts

## Konzepte, Praxistest und Ausblick

Dr.-Ing. **Ralf Kleedörfer**, LINDIG Fördertechnik GmbH,  
Krauthausen/Eisenach;

**André Schindler**, TeamViewer, Tampa, USA

### 1. Kurzfassung

Aufgrund der Komplexitätssteigerung im Bereich After-Sales-Bereich von Flurförderzeugen ist eine umfassendere Unterstützung des Servicetechnikers erforderlich. Das hier vorgestellte Konzept beschreibt eine Systemlandschaft zur erweiterten Servicierung von Flurförderzeugen im Außendienst. Eine Möglichkeit dazu ist die bessere Integration von Experten aus dem Helpdesk in die Reparatur der Maschine beim Kunden. Die Einbindung erfolgt hier mit Hilfe eines Remote-Zugangs auf den Diagnose-Laptop des Technikers gekoppelt mit einer Videoübertragung vom Geschehen am Einsatzort. In diesem Beitrag werden weiterhin die Voruntersuchungen zur Videoübertragung, die Ergebnisse von Labortest und Praxiseinsatz als auch die daraus folgenden Anforderungen an geeignete SmartGlasses für die Praxis dargestellt.

### 2. Motivation

Wie kann der heutige After-Sales von Flurförderzeugen (FFZ) beschrieben werden? Der ständige Wandel und die laufende Erhöhung der Komplexität ist ein Merkmal, das in diesem Arbeitsfeld ebenso vorkommt, wie in anderen technischen Bereichen. Der Servicetechniker, zuständig für Wartung und Reparatur der Geräte, wird mit einer Vielzahl unterschiedlicher Technologien (elektrische Antriebstechnik, Verbrennungsmotoren, Assistenzsysteme, Telemetrie, etc.) konfrontiert. Darüber hinaus wird durch die Diversifikation der Produkte eine hohe Anzahl an Varianten generiert, die in ihrem technischen Verhalten unterschiedlich zu beurteilen sind. Nicht zuletzt entstehen durch die Individualisierung der Produkte (Customizing) neue, singuläre Lösungen, die bei der Servicierung einen hohen Grad an technischer Kompetenz erfordern.

Aufgrund der oben dargestellten Rahmenbedingungen kann ein Servicetechniker heute alleine nicht mehr die gesamte Breite der Technik im Servicefall abdecken (s. auch BOUVERET

2016). Das Wissen des Technikers ist auch abhängig von seiner Erfahrung. Daher benötigen insbesondere junge oder neu in die Arbeitsumgebung eingestiegene Mitarbeiter eine breitere Unterstützung. Zur Entschärfung dieser Situation trägt in erster Linie die duale und qualitativ hochwertige Berufsausbildung der Monteure in Deutschland bei. In der Regel kann auf ein hohes Niveau an technischen Kenntnissen und Fertigkeiten zurückgegriffen werden, die für die reine Reparatur (Tausch von Teilen bzw. die Wiederinstandsetzung) ausreichend ist. Aus diesem Grund ist die eigentliche Reparatur **nicht** das zentrale Problem. Die Komplexität und damit der Bedarf der Unterstützung kommt insbesondere in der Diagnose zu Tage, bei der meistens ein vernetztes Denken erforderlich ist.

In komplexen mechatronischen Systemen können die Auswirkungen beim Ausfall einer einzelnen Komponente mehrere und zum Teil sehr unterschiedliche Auswirkungen nach sich ziehen. Zu erkennen, welche Ursache bei einem fehlerhaften Verhalten der Maschine vorliegt, ist die eigentlich komplexe Aufgabe bei der Reparatur der Maschinen. Aus diesem Grund fokussiert sich das hier dargestellte Lösungskonzept und die damit erarbeiteten Werkzeuge auf die Unterstützung in der ersten Phase der Reparatur.

Durch die hier dargestellte Systemlandschaft wird auch darauf abgezielt, dass kürzere Reaktionszeiten und damit auch geringere Störungszeiten beim Kunden auftreten. Durch eine punktgenaue Diagnose wird die Servicequalität erheblich gesteigert (s. auch MAYER 2016). Einher gehen damit der geringere Aufwand in der Reparatur und auch die geringeren Ausfallkosten beim Kunden.

Im Vergleich zu vielen stationär installierten Maschinen werden heute bei Standard-FFZ nur selten Remote-Access-Systeme eingesetzt. Aufgrund der geringeren Investitionskosten dieser mechatronischen Geräte war bzw. ist eine Anbindung via mobiles Internet oder Funknetzwerke nicht weit verbreitet. Aus diesem Grund ist eine maschinenbezogene Ferndiagnose in dieser Gerätekategorie heute noch nicht möglich.

### 3. Der Diagnoseprozess

Um fokussiert vernetzte Technologien in einem Prozess richtig einzusetzen, muss der eigentliche Service-Ablauf analysiert und verstanden werden. Im Reparaturfall, der heute noch in der Regel durch den Kunden angezeigt wird, erfolgt ein Außendiensteeinsatz eines Monteurs vor Ort beim Kunden. Nach der ersten Überprüfung (visuell, Funktion etc.) können viele Fehler bereits vollständig analysiert werden. Ist diese erste Überprüfung nicht ausreichend, wird die FFZ-Steuerung via Laptop ausgelesen. Die Fehlercodes werden (falls vorhanden) analysiert und die wichtigsten Steuerungsparameter mit Hilfe eines PC-basierten Diagnose-tools online überprüft. Wird in diesem Schritt die Fehlerursache erkannt, kann das Fahrzeug

repariert werden. Ist die Fehlerursache noch nicht eindeutig kann hier analysiert werden, was die Ursache ist.

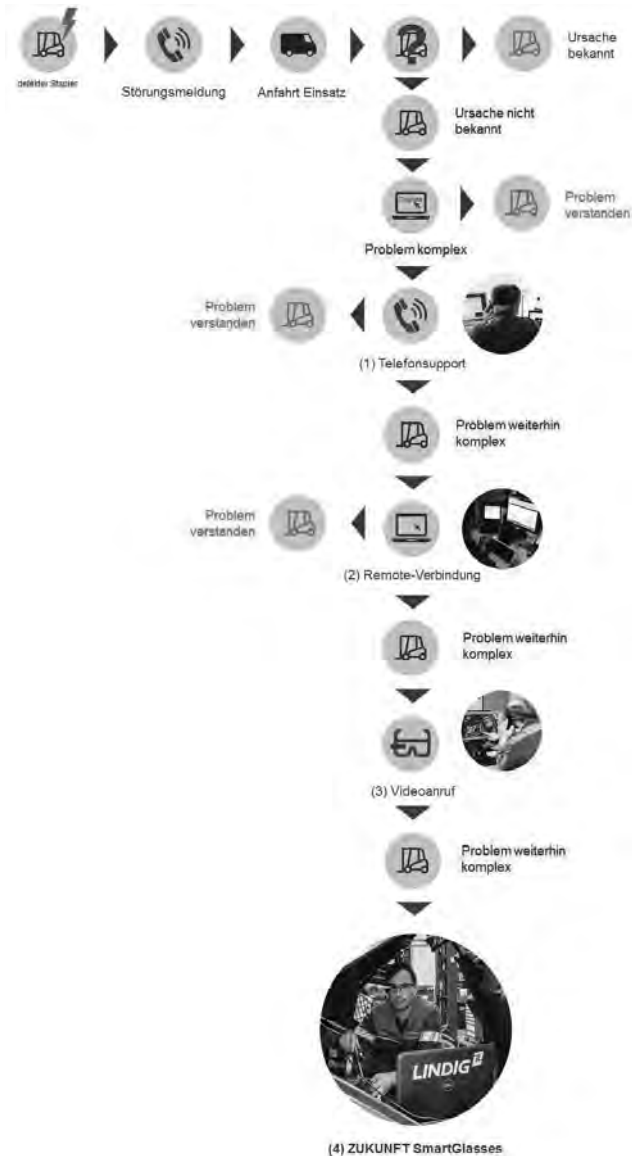


Bild 1: Wie erfolgt die Diagnose?

In diesem Schritt ist es wichtig, dass sich der Experte am Helpdesk einen möglichst holistischen Blick auf die Gesamtsituation erarbeiten kann. Neben den Standardabfragen (FFZ-Typ, Betriebsstunden etc.), sind Informationen über den Einsatz des Geräts (Umgebungsbedingungen, Temperatur, Schmutz, offensichtliche Beschädigungen, etc.) erforderlich. Kann gemeinsam die Ursache gefunden werden, so wird dann der Reparaturprozess vom Monteur alleine weiterverfolgt.

Ist die Sachlage komplexer wird eine Remote-Verbindung vom Experten via mobiles Internet zum Laptop des Servicetechnikers aufgebaut. Durch diesen Zugriff kann er im ersten Schritt visuell (und nicht umständlich via Sprache) die Fakten aus dem Diagnosetool auslesen. In der Regel erfolgt nach der ersten Datenaufnahme eine interaktive Phase, in dem der Experte die Steuerung des Diagnoselaptops remote übernimmt. Er kann dann intuitiv die verschiedenen Register des Diagnosetools bedienen und so seinen individuellen Problemlösungsprozess verfolgen.

Ist in den vorangegangenen Schritten die Lösung nicht gefunden worden, besteht nun der Bedarf, dass die Lösungsfindung durch Bild-Informationen weiter unterstützt wird. Insbesondere bei geometrisch komplexen Situationen, werden durch Bilder schneller und sicherer die relevanten Informationen übertragen.

#### **4. Konzeptuntersuchung Smart Devices**

Zum Feldeinsatz kommen in den oben beschriebenen Prozess unterschiedliche Systeme. Neben der bereits beschriebenen Remote-Verbindung (Software: TeamViewer) zum Laptop des Monteurs kommen bildgebende Verfahren zum Einsatz.

Vor der Umsetzung im Praxistest wurden unterschiedliche Systeme in einem möglichst praxisnahen Labortest untersucht. Neben zwei verschiedenen Smartglasses (Vuzix m100 und ODG R-7; Software: Simplifier) wurden eine Actioncam mit IP-Verbindung und ein Smartphone (iPhone 5; Software: Facetime) eingesetzt. Kriterien für die Beurteilung waren:

- Bedienbarkeit und Einfachheit
- Qualität von Bild und Ton
- Voraussetzungen und Aufwand
- Investitionskosten

Die nachfolgende einfache Punktebewertung durch Monteure, Help-Desk-Mitarbeiter und Experten für IT und Service ergaben diverse K.-o.-Kriterien der verschiedenen Varianten. Die Actioncam fiel aus der Bewertung, da nicht sichergestellt werden konnte, dass das übertra-

gene Bild auch den betreffenden Ausschnitt an der Reparaturstelle darstellt. Die Kontrolle der übertragenen Ansicht, wie sie bei SmartGlasses und Smartphone üblich ist, konnte im Fall einer Actioncam nicht geliefert werden. Aus diesem Grund wurde von einer weiteren Verwendung abgesehen. Insbesondere die heute noch komplexe Bedienung der SmartGlasses und deren fragiler mechanischer Aufbau verbietet einen Einsatz in der rauen Reparaturumgebung. Der Servicetechniker benötigt für seine Arbeit ein robustes und einfaches System. Die derzeitigen SmartGlass-Systeme erfüllen diese fundamentale Anforderung noch nicht. Darüber hinaus können bei bestimmten Varianten Brillenträger das System nicht nutzen.

Bei dem Smartphone konnte ausgehend vom Telefonat (ohne Wechsel der Hardware und der Software) direkt auf die Videoübertragung gewechselt werden. Die Qualität der Bildübertragung ist ausreichend für die Darstellung der unterschiedlichen Situationen im FFZ. Nachteil dieser Geräte ist, dass die Hände des Technikers bei der eigentlichen Arbeit nicht frei sind. Der Arbeitsprozess bei der Diagnose muss immer wieder unterbrochen werden. Eine schnelle intuitive Fehlersuche kann somit nur bedingt erfolgen. Aus diesem Grund werden Smartphones als heute funktionierende Systeme eingestuft, die dann abgelöst werden, wenn vergleichbar einfache und robuste SmartGlasses auf dem Markt sind.

## 5. Feldtest Smart Devices

Aus den o. g. Gründen wurde ein Feldtest mit Smartphones mit sechs Servicetechnikern gestartet. Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- In ca. 70 % der Anrufe war die Unterstützung mit Hilfe des Telefons ausreichend.
- Bei weiteren ca. 20 % der Kontaktaufnahmen konnte der Fehler mit Hilfe der Remote-Verbindung und Übertragung des Diagnosebildschirms erfolgreich abgeschlossen werden.
- In den restlichen Fällen wurde eine Bildübertragung gestartet. Hier konnte bei ca. 5 % der Fälle eine Lösung gefunden werden, weil entscheidende Informationen durch die Bildgebung übertragen wurden. In den restlichen Fällen war ein Einsatz des Experten vor Ort erforderlich.

Die Anzahl der Video-Verbindungen via Smartphone sind damit sehr gering. Allerdings konnte in dieser Stufe eine Erfolgsquote von ca. 50 % verzeichnet werden. Das bedeutet, dass in der Hälfte dieser Anrufe der Vor-Ort Einsatz des Experten eingespart werden konnte. Die Konsequenz ist, dass die Reaktionszeiten für den Kunden deutlich verkürzt und die First-



Time-Fix-Rate weiter erhöht wird. Darüber hinaus sind in diesen Fällen die Kosten aufgrund der Einsatzzeit des Experten und Wartezeit des Servicetechnikers eliminiert.

## 6. Der Arbeitsplatz Helpdesk

Am Helpdesk für FFZ waren bis heute bereits mehrere Systeme parallel im Einsatz, die fallweise in den Arbeitsprozess integriert wurden. Neben der Servicesoftware des Herstellers (Reparaturanleitungen, Serviceinformationen, Explosionszeichnungen, Ersatzteilstücklisten etc.) hatte der Experte Zugriff auf den dokumentierten Lebenslauf des FFZ. Abhängig vom Fehler konnte er zusätzlich auf die Know-how-Datenbank zurückgreifen. Hier sind neben der Dokumentation der Reparatur von komplexen Fehlern auch die technischen Unterlagen individualisierter Produkte abgelegt. Mit Hilfe der Beschreibung des Servicetechnikers über Telefon, konnte sich der Experte ein Bild von der Sachlage vor Ort machen.

Die Einführung des Remote-Zugriffs auf den Laptop des Servicetechnikers stellt eine deutliche Erleichterung für die Arbeit des Experten dar. Die Problemlösung kann dadurch deutlich effektiver und effizienter erfolgen. Der Grund für die Verbesserungen liegt in der Tatsache, dass die Übertragung der Daten (in der Regel Zahlen) direkt erfolgt und nicht erst durch den Monteur in Sprache „übersetzt“ und danach wieder durch den Experten interpretiert werden muss. Die Möglichkeit der Falschübertragung und Fehlinterpretation wird durch den Remote-Zugriff ausgeschlossen. Darüber hinaus kann sich der Experte rein auf die Zahlen und Fakten konzentrieren, um so genügend geistige Kapazitäten für den eigentlichen Problemlösungsprozess frei zu haben. Schließlich kann der Experte die Steuerung des Diagnosetools übernehmen und so seinen individuellen oft intuitiven Prozess verfolgen. Die Geschwindigkeit steigt und die Wahrscheinlichkeit der richtigen Lösung wird erhöht. Die für den Kunden elementare First-Fix-Time-Rate wird damit erhöht.



Bild 2: Was geschieht am Helpdesk?

Nicht zuletzt ist es bei bestimmten Prüfungen erforderlich, dass parallel zu Manipulationen am FFZ (Betätigung von Sensoren, Unterbrechung von Schnittstellen etc.) Messwerte aus der Steuerung beobachtet werden müssen. Oft ist das mit einem Mitarbeiter alleine nicht möglich. Hier kann der Experte die Beobachtung der Messwerte übernehmen, während der Servicetechniker die Veränderungen vornimmt. Mit dieser Möglichkeit werden die Geschwindigkeit der Reparatur erhöht und die Kosten gesenkt.

Die Grafik 2 zeigt, dass der durch die oben beschriebene Innovation der Experte zusätzliche Informationskanäle, zum Teil parallel, verarbeiten muss. Hier ist zu erkennen, dass ein vereinfachter Zugriff bzw. die Integration von Daten eine Erleichterung der Arbeit im Helpdesk darstellt.

## 7. Offene Fragen und Ausblick

Ein großes Hemmnis beim Einsatz von SmartDevices ist die immer noch unzureichende Netzabdeckung des mobilen Internets. Sowohl der Remote-Zugriff als auch die Bildübertragung wird in den oben Systemlandschaft über einen LTE-Router realisiert. Vorteil ist, dass dieses Gerät aufgrund der Funkreichweite des WLANs auch bei blechverkleideten Hallen und somit Faraday'schen Käfigen eingesetzt werden kann. Der Router bleibt außerhalb oder am Rande des Käfigs und hat somit eine ausreichend gute Verbindung mit dem LTE-Netzwerk. Das von ihm erzeugte WLAN kann innerhalb der Halle empfangen werden.

Der Einsatz von SmartGlasses ist derzeit im großem Umfang noch nicht erfolgt. Wie sowohl Kunde als auch Mitarbeiter darauf reagieren, bleibt abzuwarten. Hier gilt es zu beachten, dass eventuell vorliegende Ressentiments gegen die neuen Systeme nur mit Hilfe von Vertrauen und eine entsprechend offene Unternehmenskultur entgegen gehalten werden kann.

Die nächsten Schritte im Einsatz von SmartDevices sind die Einführung von Apps, die eine einfachere Abarbeitung der Aufgaben des Servicetechnikers ermöglichen. Parallel dazu werden in der Zukunft SmartGlasses, die mit einer robusten und einfach zu bedienenden Hard- und Software ausgestattet sind, zum breiten Einsatz kommen.



Bild 3: Nächste Schritte

Inwieweit Augmented Reality kurz- bis mittelfristig eine Rolle spielen bleibt offen. Ggf. sind Entwicklungen im Gaming-Bereich Einflüsse, die den Einsatz begünstigen. Im Servicebereich (in Deutschland) sehe ich weniger die Einblendung von (De-) Montagevorgängen als sinnvolles Betätigungsfeld. Die duale Ausbildung in Deutschland ist so gut, dass entsprechende Entwicklungen an dem Bedarf vorbei gehen. Vielmehr ist die Übertragung des „Fingerzeig“ des Experten, d. h. das Hinlenken bzw. Fokussieren des Blickes des Monteurs auf eine Zone oder Objekt, geleitet durch den Experten, ein nächster logischer Schritt in der Optimierung einer bildunterstützten Kommunikation. Darüber hinaus ist das Einblenden (von Ausschnitten aus) der Diagnosesoftware (Kennwerte, Messdaten etc.) ein weiterer Schritt, die die Arbeit des Technikers enorm erleichtern kann. Diese eher klein wirkenden Schritte bedeuten in der täglichen Arbeit im Service große Erleichterungen.

## Literatur

- [1] Bouveret, C.: Smartglasses Anwendungsfälle Im Betrieblichen Umfeld  
25. Deutscher Materialfluss-Kongress - VDI-Berichte 2275.  
Düsseldorf: VDI, 2016.
- [2] Mayer, P.: Assisted Self Maintenance. Staplerworld-Handlertag 2016.  
Mainz: Techtex, 2016.

## Individualisierung in der Pharmawelt durch Batchkommissionierung und effiziente Sortierung

Dr. **Christof Peter**, SSI Schäfer Automation GmbH;  
Dipl.-Ing, Dipl.-Wirsch.-Ing. **Patrick Luig**,  
APONEO Deutsche Versand Apotheke, Berlin

Der Trend zu geringen Losgrößen in der Logistik macht sich in allen Branchen bemerkbar - so auch in der Gesundheitsindustrie. In einer Umgebung, in der die Kundenbedürfnisse im Vordergrund stehen und derart individuell sind, wird eine patientengenaue Lieferung immer wichtiger. Sei es durch ärztlich vorgegebene Behandlungspläne, Produkte, die spezifisch für einen Patienten erstellt werden (z.B. Rezepturen für Chemotherapie) oder besondere Produkte, die der Kunde bevorzugt über den Versandhandel bezieht - Individualisierung ist ein wachsender Trend in der Pharmadistribution.

Bis vor Kurzem trat Individualität in der Pharmabranche im direkten Kontakt der Patienten zu Apothekenmitarbeitern, Krankenhausapothekern oder Pflegeern auf – bezüglich der Logistikkette war also die individuelle Betreuung beim letzten Glied relevant. Heute beginnt Individualisierung bereits bei der Verpackung: Die Ware wird im Logistikzentrum patientenindividuell zusammengestellt und direkt verschickt. Bei Versandapotheken mit ihren kleinen integrierten Großhandelslagern ist dies bereits immanent. Im Gegensatz dazu unterliegt die Zusammenstellung von Aufträgen auf Patientenebene für die Abgabe in stationären Apotheken, Heimen oder Spitalapotheken einem starken Wachstum.

Um gesetzliche Rahmenbedingungen verschiedener Länder zu erfüllen, müssen unterschiedliche Prozesse angewendet werden. In einigen Ländern sind patientenspezifische Etikettierungen mit Einnahmehinweisen sowie ein beiliegender Ausdruck in der landesüblichen Sprache notwendig. Oder aber bei Verpackung in der Plastiktüte werden diese individuell mit den Inhalten bedruckt. Eine weitere pharmaspezifische Anforderung ist die Erfassung von Chargennummer und Verfallsdatum bzw. der Seriennummer einer Packung (EU-Richtlinie 2011/62/EU, Falsified Medicines Directive).

Logistisch betrachtet stellt das Handling von vielen einzelnen Kundenaufträgen eine große Herausforderung dar. Die Fördertechnik vieler bestehender Lager ist nicht dafür ausgestat-

tet, derartig hohe Durchsätze von Einzelaufträgen zu verarbeiten. Ebenso sind viele Kommissioniersysteme nicht auf die Einzelprodukterfassung ausgelegt. Aber auch für diese Aufgaben gibt es effiziente Lösungen.

Eine Batch Pick Lösung, bei der vor der Verpackung ein Sortierschritt dazwischengeschaltet ist, kann in diesem Fall sehr hilfreich sein. Die Sortierung kann mit einer Einzelprodukterfassung kombiniert werden, die die Erfüllung von Fälschungssicherheitsrichtlinien gewährleistet. Der Zwischenschritt, bestehend aus einem Scantunnel und einer Sortiervorrichtung, kann wiederum mit verschiedensten Kommissioniersystemen kombiniert werden.

Bei der manuellen Kommissionierung aus Regalen kann durch eine Batchbildung eine wesentliche Leistungssteigerung der gepickten Produkte pro Gehweg erreicht werden. Ware-zur-Person-Systeme entlasten dabei die Arbeitskraft und erhöhen gleichzeitig die Pickleistung der Person, denn die Endkontrolle findet im Anschluss statt.

Bei der klassischen vollautomatischen Kommissionierung durch A-Frames können durch nachgerüstete Scantunnels ebenfalls die Seriennummern erfasst und die Produkte im Anschluss sortiert werden. Sollte eine patientenindividuelle Produktauszeichnung gewünscht werden, kann zwischen dem Erfassungsschritt und dem Sortierschritt noch eine automatische Produktetikettierung eingefügt werden. Auf Basis der Patientendaten können unter anderem Einnahmehinweise auf Etiketten gedruckt und automatisch angebracht werden.

## **Ihr Pressekontakt**

### **Zentrale Pressestelle SSI Schäfer Deutschland:**

Lea Werthebach, Fritz Schäfer GmbH

Tel. +49 2735 70-395, E-Mail: [lea.werthebach@ssi-schaefer.com](mailto:lea.werthebach@ssi-schaefer.com)

### **Pressekontakt SSI Schäfer, Giebelstadt:**

Desiree Kreisel, Marketing Automation

Tel. +49 93349 795-41, E-Mail: [desiree.kreisel@ssi-schaefer.com](mailto:desiree.kreisel@ssi-schaefer.com)

## **Unternehmensprofil SSI Schäfer Gruppe**

Die SSI Schäfer Gruppe ist der weltweit führende Lösungsanbieter von modularen Lager- und Logistiksystemen. Das Unternehmen beschäftigt am internationalen Hauptsitz in

Neunkirchen, Deutschland, weltweit in rund 70 operativ tätigen Gesellschaften sowie an über zehn Produktionsstätten im In- und Ausland über 8.500 Mitarbeiter. Verteilt auf sechs Kontinente entwickelt SSI Schäfer innovative Konzepte und Lösungen in den Branchen seiner Kunden und gestaltet so die Zukunft der Intralogistik.

Das Unternehmen plant, konzeptioniert und produziert Systeme zur Einrichtung von Lagern, Betrieben, Werkstätten und Büros, manuelle und automatische Lager-, Förder-, Kommissionier- und Sortiersysteme sowie Lösungen für Abfalltechnik und Recycling. SSI Schäfer hat sich zu einem der größten Anbieter für releasefähige Software für den innerbetrieblichen Materialfluss entwickelt. Mehr als 1.000 IT-Experten entwickeln hochperformante Anwendungen und stehen den Kunden für Lösungen zur intelligenten Verknüpfung von Software- und Hardwarekomponenten beratend zur Seite. Das umfassende Software Portfolio mit WAMAS® und SAP deckt alle Vorgänge von der Lager- bis zur Materialflussverwaltung ab. Gleichzeitig optimiert SSI Schäfer mit eigenen Lösungen die Produktivität und Arbeitsleistung der Kunden und schafft die Möglichkeit, durch Messung und Bewertung mit Hilfe von KPIs das Lager aktiv zu bewirtschaften.

SSI Schäfer realisiert als global tätiger Generalunternehmer komplexe Logistiksysteme, ausgehend von der Systemplanung und -beratung bis hin zur schlüsselfertigen Anlage und maßgeschneiderten Service- und Wartungsangeboten.



## Effiziente Logistik durch intelligente IT-Lösungen

Dipl.-Ing. **Ullrich Möllmann**, Dürr Systems AG, Bietigheim-Bissingen

Die Effizienz von Produktionslinien und Lagerbereichen wird maßgeblich durch eine kontinuierliche Verbesserung der Abläufe gesteigert. Dazu sind Daten und Auswertungen notwendig, die sowohl dem Betreiber als auch dem Management einen zielgerichteten Überblick über den aktuellen Produktionsstand und mögliche Optimierungspotenziale geben. Diese Aufgaben übernehmen in modernen Unternehmen „Manufacturing Execution Systeme“ (MES), die auch über ein separates Modul zur Lagersteuerung verfügen.

Die steigende Diversifikation in der Automobilindustrie erfordert eine zunehmende Flexibilität der Fertigungsprozesse in diesem industriellen Segment. Über alle Bereiche hinweg von Rohbau über Lack bis zur Montage ist heute ein durchgängiges Datenmanagement durch eine software-basierte Lösung erforderlich, um die anfallenden, hohen Datenmengen sinnvoll zu erfassen und zu verarbeiten. Nur so lassen sich weitere Optimierungspotentiale erreichen, um die vom Markt geforderte Produktvielfalt zu möglichst niedrigen Kosten herstellen und im internationalen Wettbewerb bestehen zu können.



### MES über alle Bereiche

Das zentralisierte Datenmanagement ist dabei kein Selbstzweck, sondern konkrete Ausprägung eines seit einigen Jahren stattfindenden Wandels in der Automobilbranche. Es wurde erkannt, dass die Steuerung der immer komplexeren Produktionsprozesse nicht mehr ohne eine entsprechende IT-Architektur möglich ist. Nach und nach wurden diverse Softwarelösungen für die bislang sehr unabhängig arbeitenden Produktionsbereiche eingeführt. Damit



konnten zumindest bereichsweise verbesserte Produktionsübersichten generiert und auch die Effizienz punktuell gesteigert werden.

Das vielleicht wichtigste Kriterium für eine moderne, vernetzte Produktion ist allerdings das Zusammenspiel der einzelnen Bereiche, d.h. nicht nur ein einzelner Bereich mit seiner Effizienz, sondern die Kooperation mit nachfolgenden Bereichen und der koordinierte Datentransfer stehen heute im Mittelpunkt der Optimierungsstrategien.

MES-Systeme verknüpfen Informationen aus der unternehmenseigenen Auftragssteuerung (ERP-Ebene) mit den Daten der Anlagenebene (SPS-Ebene). Die Managementebene erhält genaue Übersichten über die Leistungsfähigkeit der Produktion insgesamt und auch in einzelnen Abschnitten. Es ergeben sich folgende Aufgabenschwerpunkte für Softwarelösungen:

- Management der Produktdaten
- Management der Status-Informationen aus den Produktionslinien
- Visualisierung der Anlagenparameter
- Kontinuierliche Analyse der Betriebsdaten
- Management der Auftragssequenzen

Der sinnvollste Weg diese Aufgaben zu lösen ist eine übergreifende Software-Lösung, die für einen reibungslosen Datentransfer zwischen den Bereichen und einen optimalen Produktionsfluss sorgt.

Die verschiedenen Produktionslinien sind physisch und virtuell durch Lagerbereiche verbunden. Dabei wird zwischen Karosserien aus dem Rohbau und lackierten Karosserien unterschieden.

Für alle Karosserien sind die Daten aus der Auftragsverwaltung (ERP) im übergeordneten Leitsystem erfasst und werden dort gesteuert. Nicht nur die Weitergabe der aktuellen Fahrzeug-Daten an die jeweiligen Fertigungsplätze, sondern auch die Zusammenfassung von Prozess-Daten aus den jeweiligen Bereichen wird von der zentralen Lagersteuerung übernommen. Im Lagerbereich wird im Kontext-MES auch auf aktuelle Situationen und Informationen aus der Materialwirtschaft Rücksicht genommen werden.

Fertigungssysteme von verschiedenen Lieferanten werden angebunden, um die dort erzeugten Daten ebenfalls in der zentralen Datenbank verfügbar zu machen.

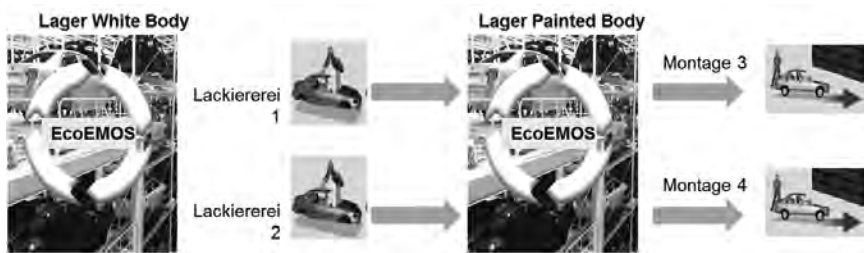


Bild: Lager Rohbau und Lack

Somit ist eine kontinuierliche Verfolgung der Karosserien und der dazugehörigen Datensätze über den gesamten Produktionsprozess möglich. Sequenz-Steuerungen des konzern-eigenen IT-Systems werden durch Datenkommunikation über eine standardisierte Schnittstelle unterstützt und verbessert. So werden Nacharbeitsvorgänge und Materialverfügbarkeiten automatisiert an dieses übergeordnete und standardisierte System gemeldet und können die Sequenz-Bildung im Hinblick auf einen optimalen Fertigungsablauf unterstützen.

Ein individuell konfigurierbares Regelmanagement erlaubt es auf aktuelle Situationen schnellstmöglich zu reagieren. Dabei ermöglicht die Software Priorisierungen und zeitliche Limitierungen dieser von der Fertigungsplanung generierten Regelerweiterungen.

Durch diese Regeln können Ausfälle oder Blockaden in der Fertigung aufgrund fehlender Teile vermieden oder verkürzt werden. Zusammen mit den Sequenz-Optimierungen mit Blick auf die Arbeitsbelastungen der Montage-Teams lassen sich mit dem Einsatz solcher ganzheitlichen Softwarelösungen Effizienzsteigerungen von bis zu 15 % erzielen.



Dies soll anhand eines praktischen Beispiels verdeutlicht werden:

Im europäischen Standort eines bekannten deutschen Automobilproduzenten werden sechs verschiedene Modelle in zwei Linien hergestellt. Durch die historischen Entwicklungen des Werkes stehen neben den zwei Hallen für den Rohbau auch zwei verschiedene Lackierereien zur Verfügung. Für die Montage verfügt das Werk über drei verschiedene Linien mit unterschiedlichen Zuordnungen.

Aus den Sektoren im Rohbau werden die Fahrzeuge in ein gemeinsames Lager gefördert. Spezielle Algorithmen sorgen für die optimierte Weiterleitung der Karosserien in die entsprechenden Lackierbereiche und die Bildung der sogenannten Farbblöcke. Die exakte Zuordnung der Karosserien und die Information der Lackiersysteme über die erforderlichen Farben sind essentiell. Die Karosserien werden nach dem vielschichtigen Lackauftrag direkt in den Lagerbereich transportiert (first-run) oder werden zu speziellen Arbeitsplätzen ausgeschleust (je nach erforderlicher Nacharbeit). Nach der Rückführung auf die Hauptlinie erreichen auch diese Fahrzeuge den finalen Qualitätscheck und dann den Lagerbereich.

Nach dem Lagerbereich werden die Fahrzeuge je nach Typ und Montage-Anforderungen auf eine der beiden Montagelinien gefördert.



Für jedes Fahrzeug werden die entsprechenden Informationen aus dem Produktionsprozess nicht nur gespeichert, sondern es besteht auch die Möglichkeit mit den so vernetzten Auswertungen der Daten zu generieren, die weitere wertvolle Informationen zur Optimierung der einzelnen Bereiche liefern. Eine MSQl-Datenbank bildet die Basis für verschiedene Auswertungen und Berichte, die abrufbar sind bzw. automatisiert einem definierten Personenkreis zur Verfügung gestellt werden.

Vor dem Hintergrund der aktuell vieldiskutierten Thematik Industrie 4.0 wird die Notwendigkeit einer einheitlichen und modern gestalteten Softwarelösung deutlich. Ohne eine solche Basis lassen sich die verschiedenen Aspekte dieser zukunfts-orientierten Entwicklung nicht angehen.

Bei der Planung und Einführung von MES-Systemen ist es besonders wichtig, die existierenden Fertigungs-Strukturen zu beachten und Möglichkeiten zu schaffen um vorhandene Software-Systeme anzubinden. Mit einer flexiblen Gesamtkonzeption lässt sich die Realisierung auch in Teilschritten umsetzen, das entlastet die einzelnen Budgets.

Das Gesamtsystem umfasst üblicherweise neben dem zentralen Server und dem Netzwerk auch die einzelnen Bedien-PCs an den Linien. Die modulare Architektur ist so ausgelegt, dass eine Ergänzung und Erweiterung von Anlagenbereichen jederzeit einfach möglich ist. Auf den Bedienterminals sind alle Daten, Auswertungen und Übersichten abrufbar. Der Betreiber kann die Informationen an allen Punkten der Anlage durch die Verbindung zum Ethernet abrufen oder sich über das Web zugänglich machen. Die Vorteile dieser Vernetzung liegen auf der Hand. Der Datentransfer wird vereinfacht, Fehler, die ggf. durch zahlreiche Schnittstellen verursacht werden, können bei einheitlicher Architektur und Funktionalität vermieden werden.

Alle Anlagendaten werden durch direkte Verknüpfung über Ethernet in die Datenbank geschrieben. Durch Standardisierung der Steuerungsarchitektur erfolgt dieser Transfer automatisch und somit fehlerfrei. Eine einheitliche Namensgebung ermöglicht die einfache Identifizierung und Zuordnung der Datenpunkte. Weitere Datenpunkte aus Steuerungen von Fremdfabrikaten können problemlos über OPC-Schnittstellen integriert werden.

In der neuesten Version der eingesetzten Software ist auch eine mobile Bedienung der Systeme möglich. Der Bediener wird unabhängig vom Arbeitsplatz im Kontrollraum und kann die aggregierten Daten direkt an der Linie abfragen und gezielt Auswertungen generieren.



Bild: Tablet

Verschiedene weitere Funktionen sind im Rahmen des modularen Aufbaus dieser Lösung für die Anwender verfügbar. Einfache Ergänzungen oder etwas komplexere Erweiterungen bei Einführung neuer Modelle stellen für die IT-Profis keine Schwierigkeit dar.

Das primäre Ziel moderner Software-Lösungen ist es die notwendigen Informationen für das Betreiberpersonal und das Management in übersichtlicher Form bereitzustellen und an allen erforderlichen Orten/Positionen zur Verfügung zu stellen. Mit der Kombination aus Produktionswissen und Softwarekompetenz wird eine ganzheitliche Lösung möglich.

# Lücken schließen – Datengenauigkeit, Transparenz und Rückverfolgbarkeit bei industriellen Kennzeichnungsprozessen

Dipl.-Wirtsch.-Ing. **Jürgen Heim, Michael Graf**,  
Novexx Solutions GmbH, Eching

## Agenda

---

- NOVEXX Solutions
- Marktbeobachtungen und Trends
- Heutige Anforderungen aus Sicht der Industrie
- Kontrolle über Daten & Kennzeichnung
- Datenmanagement-Lösung
- Vorteile
- Zusammenfassung



## NOVEXX Solutions

- Wir verfügen über mehr als 50 Jahre Erfahrung und globales Know-how in der Identifikationsbranche.
- Entstanden aus dem Geschäftsbereich „Industrielle Etikettierlösungen“ von Avery Dennison.
- Seit 1. Juni 2015 ist die NOVEXX Solutions GmbH als eigenständiges Unternehmen am Markt.



## Produktportfolio

### Druck- & Etikettierlösungen



### Etikettierer



### Trace-it Software



### Drucker



### Etiketten



### Thermotransferfolie



## Was vor uns liegt



### GLOBALISIERUNG

Einheitliches Datenmanagement  
über zahlreiche Standorte hinweg  
durch Zentralisierung.

Konsistente Unternehmens- und  
Markenidentität unabhängig vom  
Produktionsstandort



### GESETZGEBUNG & NORMIERUNG

Gesundheits- und  
Produktsicherheitsrichtlinien //  
GHS in der Chemieindustrie

Anforderungen an Rückverfolgbar-  
keit und Fälschungssicherheit //  
Serialisierung in der Pharmaindustrie  
(21 CFR)

Lebensmittelsicherheit //  
FSMA/ 21 CFR



### INFRASTRUKTUR

Zunehmende Vielfalt an  
ERP-Systemen

Unterschiedliche Betriebssysteme

Zunehmende Komplexität und  
Vielfalt an Kennzeichnungs-  
systemen in Produktionslinien



## FOKUS

1.  
Analyse der  
Kennzeichnungs- und  
Identifikationsprozesse an  
der Produktionslinie



2.  
Datenmanagement für die  
zuverlässige Identifikation  
von Produkt, Karton und  
Palette

### Heutige Anforderungen der Industrie

- Zentrale Verwaltung unterschiedlicher Kennzeichnungs- und Identifikationssysteme (Ink Jet, Laser, Thermotransfer, Druck- & Etikettiersysteme)
- Automatisierte Erhebung von Druckdaten während des gesamten Produktions- und Verpackungsprozesses, sowie in der Logistik
- Echtzeit-Anzeige des Druckvorgangs für Produkt, Karton und Palette
- Steigerung der Produktionslinien-Effizienz
- Rückverfolgbarkeit anhand gedruckter Daten auf der Verpackung



GS1-128 Etikett  
Karton  
Palette

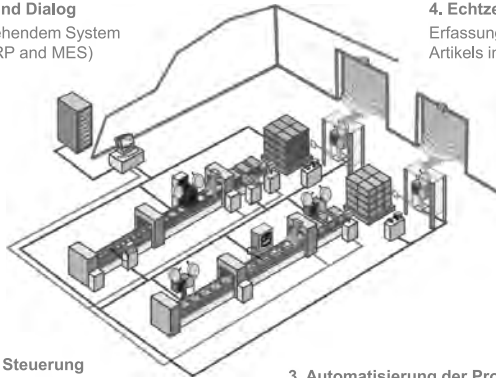
## Datenkontrolle

### 1. Integration und Dialog

Dialog mit bestehendem System  
des Kunden (ERP and MES)

### 4. Echtzeit-Überwachung

Erfassung jedes einzelnen  
Artikels in der Produktionslinie



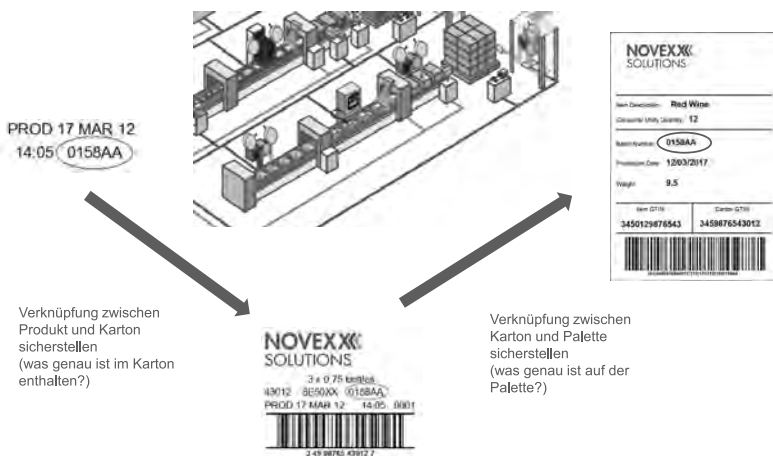
### 2. Kontrolle und Steuerung

aller Kennzeichnungssysteme an  
der Produktionslinie durch ein  
System

### 3. Automatisierung der Prozesse beim Kunden

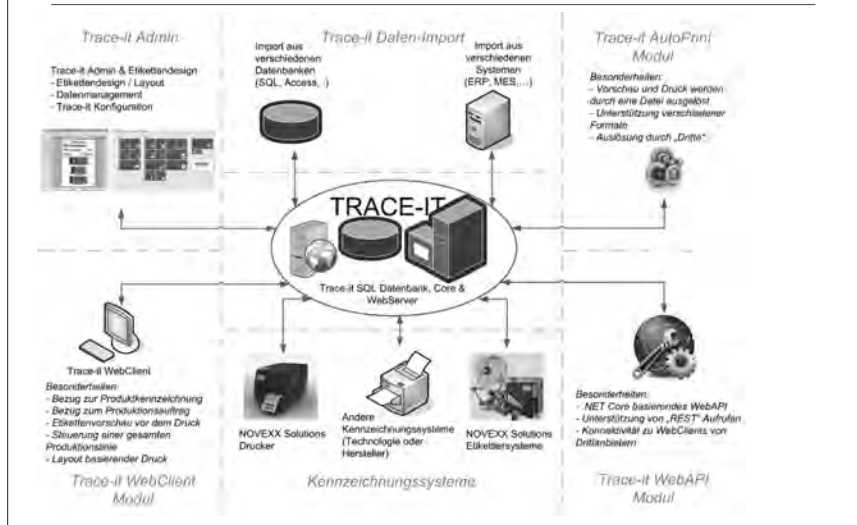
Reduzierung von manuellen Eingaben, sowie  
Kontroll- und Verifizierungsanzeigen

## Kontrolle der Etiketten – vom Produkt bis zur Palette

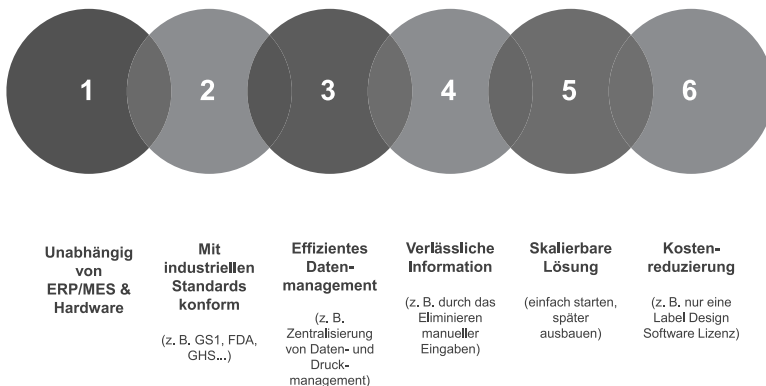




## Datenmanagement-Lösung



## Vorteile eines zentralisierten Systems



## Zusammenfassung

- Weniger Komplexität, höhere Transparenz = geringeres Risiko & Fehlerpotential
- Höhere Flexibilität im Datenaustausch – sowohl fixe als auch variable Daten
- Unabhängigkeit von ERP, MES System, Labeldesign Software & Softwarehäusern
- Unabhängigkeit von Hardware Anbieter/Hersteller
- Individuelles Design und Set Up durch Admin Funktionalität
- Modernste Anwendererfahrung dank Web API
- Einfache Integration von bestehenden und zukünftigen Richtlinien
- Global einsetzbar
- Positiver Effekt auf die TCO durch Reduzierung der Kosten pro Etikett als Ergebnis der genannten Punkte



## Regalloses Regal

### Neuartige Bedientechnik SAM ermöglicht hochflexible automatische Behälterlagerung

Dipl.-Logist. **Jan Behling**, Dipl.-Ing. **Guido Follert**,  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund

#### Kurzfassung

Die Stack Access Machine (SAM) ermöglicht durch zwei Lastaufnahmemittel den automatischen wahlfreien Einzelzugriff auf jeden Behälter in einem ausschließlich aus Behälterstapeln gebildeten Lager. Ein Einsatz dieser flexiblen Lagerbedientechnik kann beispielsweise in der Kommissionierung oder zur Produktionsversorgung erfolgen.

#### 1. Ausgangssituation

Automatische bediente Behälterlager werden mittels unterschiedlicher Technikprinzipien realisiert. Die verbreitetste Form sind mastgebundene Regalbediengeräte oder Shuttles, welche in einer aus Regalzeilen gebildeten Gassen verfahren. In den letzten Jahren findet vermehrt eine Technik Verbreitung, bei welcher Behälterstapel von mehreren Metern Höhe auf dem Hallenboden stehen und über denen ein System aus Fahrschienen montiert ist, auf welchen eine Vielzahl von Fahrzeugen die Ein- und Auslagerung von Behälter nach dem *Last-In-First-Out*-Prinzip durchführen. Auch werden portalbasierte Systeme eingesetzt, um auf einen aus Behälterstapel bestehenden Lagerblock zuzugreifen. Zudem existieren unterschiedliche Realisierungen von Horizontal- oder Vertikalumlaufregalen und Lagerliften.

Alle diese Techniken, die das Prinzip *Ware-zur-Person* realisieren, benötigen für ihre Anwendung fest im Gebäude installierte Infrastruktur. Dies erfordert einen gewissen Aufwand bei Installation, Erweiterung oder im Falle eines Umzuges. Das betrifft insbesondere die eingebrachte Regaltechnik selber, aber auch teilweise die installierten Schienen, wie sie beispielsweise für Portale nötig sind.

Dem gegenüber stehen manuell betriebene Lager nach dem Prinzip *Person-zur-Ware*. Diese werden bisher aus zwei wesentlichen Gründen nicht automatisiert. Zum einen ist eine Investition in übliche automatische Lagerbedientechnik erst ab einem höheren Durchsatz und einer entsprechenden Lagerkapazität wirtschaftlich. Zum anderen kann selbst in Anwendungsfällen, in denen beide Kriterien zutreffen, die Volatilität des Geschäftes einer solchen nur

mittel- bis langfristig sinnvollen Investition im Wege stehen. Dies trifft häufig auf Logistikdienstleister mit ihren typischerweise kurzen Projektlaufzeiten zu.

## 2. Funktionsprinzip

Die durch das Fraunhofer IML zum Patent angemeldete Idee der Stack Access Machine (SAM) basiert auf der Verwendung eines Fahrzeuges mit einem Aufbau, an dem sich zwei vertikal verfahrbare Lastaufnahmemittel (LAM) für Behälter befinden. Eine SAM verfährt in einer oder mehreren aus Behälterstapeln gebildeten Gassen. Für den Zugriff auf einen Zielbehälter innerhalb eines Stapels fährt eine SAM zunächst vor den entsprechenden Behälterstapel (vgl. Bild 1, Schritt 1). Während das untere LAM auf Höhe des Zielbehälters ausfährt, fährt zeitgleich das obere LAM auf Höhe des direkt darüber befindlichen Behälters aus. Beide LAM greifen jeweils den auf ihrer Höhe befindlichen Behälter und heben ihn zeitgleich an. Da das obere LAM zudem höher anhebt als das untere LAM (vgl. Bild 1, Schritt 2), kann das untere LAM den Zielbehälter aus dem Stapel entnehmen, indem es einfährt (vgl. Bild 1, Schritt 3) und den Zielbehälter innerhalb der SAM absetzt. Gleichzeitig setzt das obere LAM den angehobenen oberen Teilstapel auf dem verbleibenden unteren Teilstapel (oder ggf. Boden) ab (vgl. Bild 1, Schritt 4) und fährt anschließend ebenfalls ein. Die Einlagerung eines Behälters erfolgt analog in prinzipiell umgekehrter Reihenfolge oder direkt an der obersten Position eines Behälterstapels. Zusätzlich ist vorgesehen, auch mehrere übereinander befindliche Behälter aus einem Stapel zugleich entnehmen zu können. Zudem können aus verschiedenen Stapeln nacheinander mehrere Behälter entnommen und vor einem Transport zu einem Übergabepunkt in einer SAM gesammelt werden.

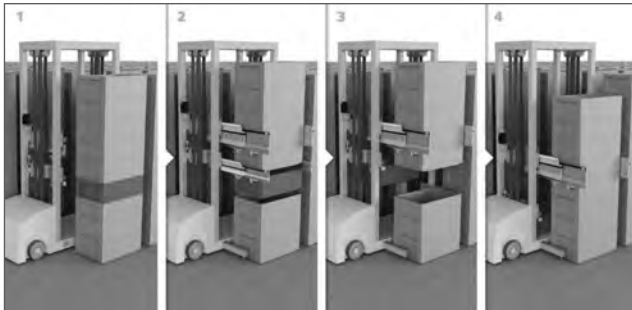


Bild 1: Funktionsprinzip einer Stack Access Machine (Schritte 1 bis 4)

Die aus dem Verzicht auf Regale resultierende Stapelung von Behältern führt üblicherweise zur Anwendung des *Last-In-First-Out*-Prinzips. Ein wahlfreier Einzelzugriff ist dagegen nur

bei Regalen möglich. Die Nutzung von SAM dagegen bietet die Regalfunktionalität *wahlfreier Einzelzugriff*, ohne die Notwendigkeit von Regalen.

Aufgrund des geringen Bedarfs an fest im Gebäude installierter Infrastruktur sind der Ort des Lagers sowie die Lagerkapazität leicht änderbar. Der Durchsatz ist durch Anpassung der Anzahl an SAM ebenfalls gut skalierbar. Leasingmodelle können die Flexibilität aus Anwendersicht zusätzlich steigern.

### 3. Anwendungsfälle

Potentielle Anwendungsfälle von SAM existieren in der Bereitstellung zur Kommissionierung, der Produktionsversorgung oder auch zur Sortierung. Dabei können unterschiedliche Bereitstellvarianten zum Einsatz kommen. Im einfachsten Fall stellen SAM verschiedene Behälter nacheinander und ggf. nebeneinander auf einem Tisch bereit. Ebenso ist es möglich, Behälter auf eine Stetigfördertechnik oder Unstetigfördertechnik (beispielsweise ein vergleichsweise kleines, einfaches FTF) abzugeben. Auch eine Bereitstellung in einem Regal bzw. die Nachfüllung eines solchen ist denkbar.

Durch die Nutzung von Behältern mit seitlicher Eingriffsöffnung entstehen zusätzliche Möglichkeiten. Diese Behälter lassen einen manuellen Zugriff auf den Inhalt auch im Stapelverbund zu (vgl. Bild 2). So kann mittels SAM am Bedarfsort ein kompletter Stapel als flexibles Quasi-Regal bereitgestellt werden. Ggf. können auch nur einzelne (leere) Behälter aus einem solchen Stapel ausgetauscht werden.



Bild 2: Stapel seitlich offener Behälter

Der Einsatz von SAM in der Kommissionierung lässt sich differenzieren in Anwendungen mit zentraler und mit dezentraler Bereitstellung. Im Rahmen der zentralen Bereitstellung verbleibt der Kommissionierer an einem Ort, während ihm eine oder mehrere SAM die erforderlichen Behälter bereitstellen (vgl. Bild 3). Im Vergleich zur Variante mit dem nacheinander Bereitstellen einzelner (seitlich geschlossener) Behälter lässt sich die Lastspielzeit reduzieren bzw. Bereitstellleistung erhöhen, wenn eine SAM einen Stapel mit seitlich offenen Behäl-



tern bereitstellt. Hier besteht eine gewisse Analogie zu existierenden Bereitstelltechniken, bei denen an stationären Kommissionierarbeitsplätzen auf FTF nacheinander Fachbodenregale bereitgestellt werden. Je nach Auftragsstruktur erfolgt dort jedoch für nur einen oder wenige Zugriffe der Transport eines gesamten Regals inklusive der sich darin befindlichen nicht benötigten Artikel.

Im Gegensatz dazu werden beim Einsatz von SAM mit seitlich offenen Behältern (Quasi-Regal) durch die vorherige Zusammenstellung des Behälterstapels im Lager nur tatsächlich benötigte Artikel bereitgestellt. Die hier nötige längere Sammelfahrt im Lager ist im Rahmen eines analytischen oder simulativen Vergleiches der geringeren Anzahl an erforderlichen Bereitstellfahrten und den weniger für andere Bereitstellungen „blockierten“, nicht benötigten Artikeln gegenüberzustellen.

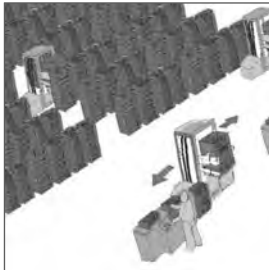


Bild 3: Nutzung von SAM zur zentralen Bereitstellung

Die dezentrale Bereitstellung zur Kommissionierung stellt eine Mischung der beiden Grundprinzipien *Ware-zur-Person* und *Person-zur-Ware* dar. Der Ansatz bei der Realisierung mit SAM basiert auf dem Einsatz von Behältern mit seitlicher Zugriffsöffnung. Mehrere nebeneinanderstehende Stapel solcher Behälter bilden eine Pickwall (vgl. Bild 2 und Bild 4). In einer solchen Pickwall befinden sich jeweils nur Artikel mit hoher Zugriffswahrscheinlichkeit sowie Artikel, die für die nächsten Aufträge benötigt werden. Entsprechend handelt es sich dabei um einen vergleichsweise geringen Anteil des gesamten Lagerbestandes bzw. Artikelspektrums.

Wird vereinfachend das klassische Beispiel der Verteilung von Zugriffshäufigkeiten herangezogen, bei dem 80% der Zugriffe auf 20% der Artikel entfallen, so besteht die Pickwall primär aus den A-Artikeln und somit ca. 20% des Lagerbestandes. Entsprechend fallen nur ca. 20% der Laufwege gegenüber der Reinform des Prinzips *Person-zur-Ware* an. Gleichzeitig entfallen auf die verbleibenden 80% des Lagerbestandes (B- und C-Artikel) nur 20% der Zugriffe.

Entsprechend stark reduziert sich der Bedarf an automatischen Bereitstellungen gegenüber der Reinform des Prinzips *Ware-zur-Person*.

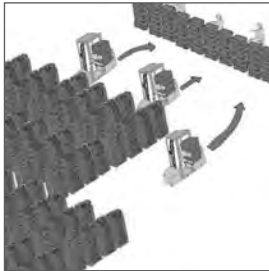


Bild 4: Nutzung von SAM zur dezentralen Bereitstellung (Pickwall)

Beim Einsatz von SAM zur Produktionsversorgung übernimmt SAM neben der Lagerbedienung auch eine Transportfunktion (vgl. Bild 5). Denkbar ist hier die Bereitstellung bzw. der Austausch von seitlich offenen Behältern in Stapeln oder die Bereitstellung in Regalen, beispielsweise an Montagearbeitsplätzen. Auch die Ver- und Entsorgung von Maschinen von/mit Behältern ist ein relevantes Szenario. In beiden Fällen nutzt SAM die Ausstattung mit den LAM zur Übergabe auf beliebigen Höhen an die Bereitstellregale oder direkt an die Maschinen und ersetzt damit die heute üblicherweise notwendige manuelle Handhabung der Behälter. Eine solche Anwendung ist eher sinnvoll für kurze Distanzen zwischen Lager und Bedarfsorten.

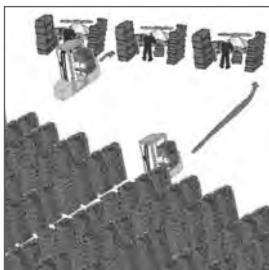


Bild 5: Nutzung von SAM zur Produktionsversorgung

Auch kann mittels SAM eine Sortierfunktion realisiert werden. Beispielsweise können durch eine Fördertechnik an einem Punkt eintreffende Behälter aufgenommen und auf mehrere

unterschiedliche Positionen verteilt werden (vgl. Bild 6). Ein möglicher Anwendungsfall ist hier die Sortierung auf unterschiedliche Touren im Warenausgang. Dabei können vorgegebene Beladereihenfolgen berücksichtigt werden, indem Behälter auch mittig in einem Stapel eingeordnet werden.

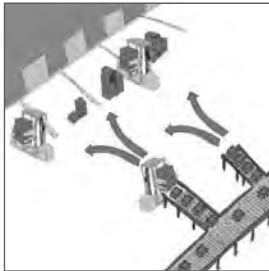


Bild 6: Nutzung von SAM zur Sortierung

#### 4. Konstruktive und sicherheitstechnische Anforderungen

Eine besondere Anforderung im Rahmen des Entwicklungsprozesses stellt der beim Zugriff auf schwere Behälterstapel außerhalb des Fahrzeuges befindliche Schwerpunkt dar. Gleichzeitig soll das Fahrzeug aus Rücksicht auf die Lagerdichte schmale Gassen erfordern. Es kann somit nur ein eher geringes Gegenmoment aufbringen. Daher verfügt eine SAM über eine Stütze, die vor Lastaufnahme der LAM in die zwischen Behälterstapeln befindliche Lücke ausfährt und das Kippmoment aufnimmt.

Im Gegensatz zu den häufig bei mastgebundenen Regalbediengeräten oder Shuttles eingesetzten LAM ist beim Einsatz einer SAM die komplette Behältermasse über seitliche Kraftangriffspunkte aufzunehmen. Ein Ziehen oder von unten flächiges Anheben der Behälter ist hier prinzipbedingt nicht möglich. Daher ist eine entsprechende Dimensionierung insbesondere der Teleskope der LAM erforderlich. Dabei ist, wieder aus Gründen der Lagerdichte, eine schmale Bauform anzustreben, um den Abstand zwischen den Behälterstapeln gering halten zu können.

Da der Einsatz von SAM keine besonderen Anforderungen durch fest im Gebäude installierte Infrastruktur stellen soll, ist die ausschließliche Verwendung nur innerhalb eines durch Zäune abgeschlossenen, durch Personen nicht zu betretenden Bereiches nicht das bevorzugte Einsatzszenario. Dementsprechend muss eine SAM personensicher sein. Das Absichern der Fahrfunktion kann hier ähnlich wie bei üblichen FTF mittels oberhalb der und parallel zur Fahrebene angebrachten Laserscanner erfolgen. Zusätzlich und weitaus herausfordernder

sind Gefährdungen von Personen zu vermeiden, welche beim Teleskopieren der LAM, beim Anheben oder Absetzen der Behälter sowie auch beim Verfahren der Stütze auftreten können. Hier können ebenfalls Laserscanner zum Einsatz kommen. So ist beispielsweise denkbar, einen virtuellen Käfig um den Zielstapel aufzuspannen. Zu berücksichtigen ist besonders an dieser Stelle der wirtschaftliche Einsatz von Sensorik, ohne Einbußen bei der Sicherheit.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Durch das fahrzeuggebundene Bedienkonzept und den Verzicht auf fest im Gebäude installierte Infrastruktur bietet der Einsatz von SAM Flexibilitätspotenziale hinsichtlich Durchsatz, Lagerkapazität und Einsatzort. Anwendungen sind im Rahmen der Kommissionierung, der Produktionsversorgung und der Sortierung denkbar.



Bild 7: Prototyp der SAM

Das Konzept einer SAM wurde im Rahmen eines Prototyps durch das Fraunhofer IML erfolgreich umgesetzt (vgl. Bild 7). Der Fokus dabei lag auf der Grundfunktionalität, also dem Behälter- bzw. Stapelzugriff. Im nächsten Entwicklungsschritt, der gemeinsam mit einem Entwicklungspartner erfolgen soll, sind die Anforderungen hinsichtlich eines gemeinsam zu definierenden Anwendungsspektrums näher zu spezifizieren und umsetzen. Dabei wird ein Fokus auf der Sicherheitstechnik liegen. Auch werden die allgemein aus einem Prototyp resultierenden Optimierungsansätze aufgegriffen.



# Smart Logistics Grids

Dr. Giovanni Prestifilippo, PSI Logistics GmbH, Berlin

## Kurzfassung

Ziel des Forschungsprojekts »Smart Logistic Grids« ist die Entwicklung eines Risikomanagementsystems, das auf Grundlage verbesserter Informationsverfügbarkeit und der reibungslosen Integration verschiedener Akteure eines Wertschöpfungsnetzwerks bessere Handlungsalternativen ermöglicht. Hierzu wurde ein integriertes Modell anpassungsfähiger Logistiknetzwerke für eine erweiterte strategische, taktische und operative Logistikplanung und -regelung entwickelt, das die theoretischen Grundlagen für die Bewertung von Störungen und geeigneten Entstörmassnahmen schafft. Nach dem Projekt wurde das Risikomanagementsystem prototypisch in einem »Supply Chain Operations Room« und einer globalen »Supply Chain Event Cloud« am Campus-Cluster Logistik der RWTH Aachen dauerhaft installiert. Partner des Projektes waren die PSI Logistics GmbH (Konsortialführer), FIR e.V. an der RWTH Aachen, TU Berlin Fachbereich Logistik, TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG, ZITEC Industrietechnik GmbH, Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG, GS1 Germany GmbH.

## 1. Anforderungserhebung

Um die unterschiedlichen, an anpassungsfähige, intermodale Logistiknetze gestellten, Anforderungen zu harmonisieren und eine gemeinsame Wissensbasis zu schaffen, wurde im ersten Arbeitspaket eine Anforderungsanalyse durchgeführt. Alle Projektpartner stellten sicher, dass alle für das Projekt benötigten Daten zur Verfügung gestellt werden. Darauf aufbauend wurde ein Zielbild in Form eines Ordnungsrahmens entwickelt. Des Weiteren wurden funktionale und nicht-funktionale Anforderungen, die an den zu entwickelnden Supply Chain Operations Room gestellt wurden, erhoben und in Form eines Lastenhefts dokumentiert.

## 2. Gestaltung eines agilen Logistiknetzwerks

Die Steuerung und Gestaltung von Logistiknetzwerken findet heutzutage in einem hochkomplexen und dynamischen Umfeld statt. Auf sie wirken sowohl interne als auch externe Treiber. Diese üben einen dauerhaften Druck auf die Leistungsfähigkeit der Netzwerke aus und erfordern ein immer höheres Maß an Anpassungsfähigkeit. Vor allem hohe Wiederbeschaffungs-

zeiten und Ausfallkosten durch Störungen in der Wertschöpfungskette gilt es mit einer besseren Reaktionsfähigkeit und höheren Agilität im Logistiknetzwerk zu begegnen.

Unternehmen sind im globalen Wettbewerb einem stetig steigenden Kostendruck ausgesetzt. Sie müssen ihre Kostenstrukturen und die monetären Auswirkungen anpassungsfähigkeitsbeeinflussender Maßnahmen stets im Blick haben. Zusätzlich sind immer häufiger die Umweltauswirkung entsprechender Maßnahmen zu evaluieren, da die Ansprüche der Kunden und Kapitalgeber in diesem Bereich zunehmend steigen. Umstellungen eines Logistiknetzwerkes müssen daher zu jeder Zeit transparent bewertet werden können, um eine Entscheidungsfähigkeit des Managements zu gewährleisten und wettbewerbliche Konsequenzen abschätzen zu können.

Bislang mangelt es jedoch an umfassenden Optimierungsmodellen, die in einer ganzheitlichen Kosten-Nutzen-Bewertung klassische Logistikkosten mit Aspekten der Ressourceneffizienz und des Risikomanagements bei der Bewertung von Handlungsalternativen integrieren.

Das zentrale Ziel des Arbeitspaketes bestand daher in der Entwicklung eines holistischen Ansatzes für die Bewertung anpassungsfähiger Logistiknetzwerke und eines Ansatzes zur kontinuierlichen Optimierung agiler Logistiknetzwerke. Dieses Gesamtziel beinhaltet mehrere Teilziele. So wurde in einem ersten Schritt ein netzwerk- und maßnahmenbezogener Bewertungsansatz entwickelt, der die existierenden Total-Cost-Methoden erweitert. In einem zweiten Schritt wurde auf Basis dieser Teillösung ein konzeptioneller Ansatz zur kontinuierlichen Optimierung agiler Logistiknetzwerke entwickelt. Damit wurde eine Grundlage geschaffen, um die strategische Optimierung von Logistiknetzwerken zu verbessern und an aktuelle Herausforderungen anzupassen.

### **3. Entwicklung eines integrierten Modells anpassungsfähiger Logistiknetzwerke**

Die präventive Erkennung logistischer Störungen setzt die ganzheitliche Berücksichtigung der logistischen Wirkungszusammenhänge voraus. Je umfassender die Wechselwirkungen zwischen den vernetzten Logistikeinheiten berücksichtigt werden, desto eher können zukünftige Störungen aus logistischen Kennzahlen abgeleitet werden. Der Aufbau, der Betrieb und die Weiterentwicklung von Informationssystemen zum Supply Chain Event Management besitzen daher den Charakter einer logistischen Kernkompetenz, die über technische Fragestellungen weit hinausgeht.

Die zuvor beschriebene Schwachstelle beeinträchtigt das Management logistischer Störungen, da auch diese eine detaillierte Kenntnis der wesentlichen Wirkungszusammenhänge voraussetzt. Insbesondere erfordert die Einleitung präventiver Strategien des Störungsmanagements die Transparenz über die zugrunde liegenden Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Die

Anpassung des Idealbilds an reale Rahmenbedingungen erfordert die systematische Berücksichtigung logistischer Störgrößen in kybernetischer Begriffsauffassung, welche die Stabilität und Effizienz der Logistikregelkreise gefährden. Hierzu gehören insbesondere operative Störfälle, wie z. B. Lieferverzögerungen oder Fehllieferungen.

Eine Steuerung von Entstörmaßnahmen, wie sie bis heute im überbetrieblichen Kontext überwiegend der Fall ist, kann aufgrund der fehlenden Berücksichtigung von Rückführungsgrößen i.S. einer Überwachungs- und Controllingfunktion die Stabilität von Logistiksystemen langfristig nicht sicherstellen. Eine effiziente Koordination besteht somit aus der präventiven Identifikation kritischer Störgrößen im Unternehmensnetzwerk, der gezielten Weiterleitung einer entsprechenden Ereignisses an die relevanten Organisationseinheiten und der Einleitung systematischer Eingriffe in die Auslegung oder den Betrieb der Geschäftsprozesse. Die Herausforderung besteht somit darin, logistische Störungen ursachenbezogen sichtbar zu machen und aktiv zu behandeln. Hierfür bedarf es der Gestaltung eines Störungsmanagements, welches ein ereignisorientiertes Eingreifen zentraler Planung und Steuerung gemäß standardisierter Regeln ermöglicht, um die Systemstabilität des logistischen Gesamtsystems planungseffizient sicherzustellen.

Der Lösungsansatz des Arbeitspakets liegt darin, die Koordination der Logistikprozesse soweit möglich auf das Management kritischer Störgrößen zu reduzieren. Somit erfolgt eine Abkehr vom Ansatz der maximalen Planungspräzision hin zu höchstmöglicher Planungseffizienz und Flexibilität hinsichtlich Ressourcenallokationen und Terminen. Die Effektivität und Effizienz der Logistiksysteme wird durch die Identifikation und präventive Berücksichtigung kritischer Störgrößen der Systemstabilität sichergestellt. Auf Grundlage von Echtzeitinformationen soll das Konzept in der Lage sein, logistische Störungen ereignisorientiert zu identifizieren, zu bewerten und darauf aufbauend zielorientierte Entstörstrategien abzuleiten.

Die Umsetzung der zu entwickelnden Modelle erfolgte in Form der Supply Chain Event Cloud und des Supply Chain Operation Rooms (siehe Abbildung 1). Für die umzusetzende Cloud-Lösung entwickelt GS 1 Germany zusammen mit dem FIR ein Architekturframework. Das angestrebte Framework schaffte die nötigen Voraussetzungen für die weitere Entwicklung und leistete wichtige Vorarbeiten für die Bereitstellung eines einheitlichen Business-Vokabulars.

#### **4. Entwicklung des Supply Chain Operations Room**

Die softwaretechnische Realisierung erfolgte als Prototyp auf dem bestehenden und am Markt etablierten Produkt *PSIglobal*. Hierdurch kann auf viele notwendige Basisfunktionalitäten aufgebaut werden. Die Softwareentwicklung kann damit auf die Umsetzung der Kernfunktionen konzentriert werden.



Wesentliche neue Programmfunktionen waren die Realisierung der Event Cloud und des Operations Room im Rahmen eines Prototypen. Neben der programmtechnischen Realisierung zur Steuerung der Anwendung wurden hier Algorithmen für agile Logistiknetzwerke realisiert. Des Weiteren wurden die Schnittstellen sowohl zu den Praxispartnern als auch zu den Vorsystemen der Event Cloud geschaffen. Kern der Programmerweiterung in *PSIglobal* liegt in der Funktionsbereitstellung, die komplexen Logistiksysteme durch Störungen steuern zu können.

Im ersten Schritt erfolgten die Identifikation und die Verabschiedung eines einheitlichen Modells für die Implementierung der entwickelten Lösungen für die softwaretechnische Steuerung der Logistiknetzwerke in einem Operations Room. Notwendige Datenstrukturen und Schnittstellen wurden definiert. Die Datenstrukturen bilden das Fundament effizienter Algorithmen. Über die Datenstrukturen wird die Datenbank für das Sammeln der Events (Supply Chain Event Cloud) definiert. Neben den Datenstrukturen wurden verschiedene Schnittstellen zwischen den Event-Quellen und der Event Cloud als auch zwischen der Event Cloud und dem Operations Room design und realisiert.

Des Weiteren wurde das Bedienkonzept definiert. Dies begann beim Import der Daten, Eingabe von Parametern und die Berücksichtigung von Restriktionen, Darstellung und Steuerung der Berechnungen und Ergebnisdarstellung und dem Export der Ergebnisse.

Auf Basis der Definitionen aus den hervorgegangenen Arbeitspaketen erfolgte in diesem Arbeitspaket die Dokumentation aller Anforderungen in ein Lastenheft. Dieses Lastenheft wurde von allen Projektpartnern gemeinsam verabschiedet. Im Lastenheft wurde u.a. auch die Definition der Implementierungsumgebung geklärt. D.h. welches Betriebssystem, Programmiersprache, Datenbanksystem u.a. gewählt werden sollen. Das Lastenheft bildet die Grundlage für die Erstellung eines Pflichtenheftes. Im Pflichtenheft werden zu allen Anforderungen konkrete IT-technische Lösungen erarbeitet, wie die Lösung im zu erstellenden Programm auf Basis der bestehenden Software *PSIglobal* aussieht. Auf der Grundlage des Pflichtenheftes wurde die Softwarelösung realisiert. Die Implementierung der Algorithmen, Datenstrukturen, Schnittstellen, visuellen Darstellung und Programmsteuerung erfolgte im bestehenden Programmsystem *PSIglobal*. Insbesondere die Realisierung des Operations Room und das Arbeiten der Event Cloud stehen dabei im Vordergrund.

Nach der Implementierung wurde das gesamte Programmsystem insbesondere die Algorithmen zur Steuerung des Logistiknetzwerkes über den Operations Room auf Korrektheit geprüft. Dazu wurden Testdaten generiert, wo im Vorfeld bekannt war, wie die Ergebnisse aussehen sollen.

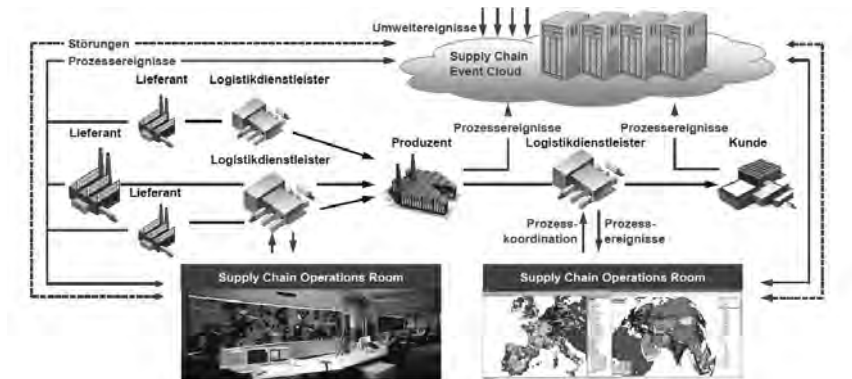


Bild 1: Supply Chain Operation und Supply Chain Event Cloud

## 5. Entwicklung eines integrierten Dienstleistungskonzepts und Geschäftsmodells

Die Globalisierung der Wertschöpfungsketten nimmt rapide zu. Durch die damit verbundene globale Vernetzung steigt die Komplexität der Logistik. Die angebotenen Logistikdienstleistungen unterliegen somit, aufgrund vielfacher Risikofaktoren wie bspw. wetterbedingten Ausfällen, einer immer stärkeren Unsicherheit. Dadurch entstehen nicht nur Lieferengpässe, sondern Logistikdienstleister geraten aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten in Probleme aufgrund von Verzugsstrafen o.ä. Eine Unterstützung bei der Bewältigung der steigenden Komplexität liefern heutige Systeme nicht. Ohne ein System, dass die dafür notwendigen Daten integriert und eine frühzeitige Reaktion und Erkennung von Störungen realisiert, kann diese Komplexität nicht beherrschbar gestaltet werden.

Mithilfe des geplanten Supply Chain Operations Room können sich Logistikdienstleister eines solchen Systems bedienen. Daher besteht der Lösungsansatz darin den Informationsgewinn durch die Nutzung des Supply Chain Operations Room in das bisherige Dienstleistungsportfolio eines Logistikdienstleisters zu integrieren. Zum einen ist somit eine Verbesserung existierende Dienstleistungen möglich. Durch die verbesserte Informationslage können sich die Liefertermintreue, die Kundenzufriedenheit und somit nicht zuletzt der finanzielle Erfolg eines Logistikdienstleisters erhöhen. Diese Verbesserungen sind darüber hinaus auch für die Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsstandorts Deutschland enorm wichtig. Zum anderen können durch den Einsatz des Supply Chain Operations Room und die damit gewonnenen Informationen neue Dienstleistungen entwickelt werden, die dem Kunden einen Mehrwert bieten. Dabei spielt die Einbindung des Supply Chain Operations Room innerhalb des Logistiknetzwerkes

eine wichtige Rolle. Denn durch weiteren Informationsgewinn wie bspw. Informationen aus der Fertigung können sich weitere neue Dienstleistungen ergeben.

Damit der Einsatz eines Supply Chain Operations Room im Logistiknetzwerk realisiert werden kann, bedarf es eines Geschäftsmodells. Dabei soll der Lösungsansatz des Frameworks „Business Model Canvas“ genutzt werden, um verschiedene Einsatzkonzepte zu detaillieren und zu bewerten. Ein wirtschaftlich rentables Geschäftsmodell ist für den Betreiber des Supply Chain Operations Room Grundlage für einen Betrieb im Markt.

## 6. Konzept und Planung des Feldversuchs

Erklärtes Ziel des Forschungsprojektes war die Erarbeitung praxismgerechter Lösungen, um Logistiknetzwerke effizient zu gestalten. Neben der Anforderungserhebung und Validierung der Lösungen in Workshops war deswegen die praktische Erprobung in Demonstratoren im Feldversuch von großer Bedeutung. Die erfolgreiche und effiziente Umsetzung des Feldversuchs war gerade im Verbundvorhaben, in dem unterschiedliche Anspruchsgruppen beteiligt sind, eine Herausforderung. In präzisen Beschreibungen der Anwendungsszenarien zum Feldversuch wurde das System getestet und bewertet. Anschließend erfolgte der Feldversuch.

## 7. Ergebnisse

Ziel des Projektes »Smart Logistic Grids« war es, die stetig steigende Komplexität in der globalen Wertschöpfung und die zunehmende Dynamik auf den Beschaffungs- und Absatzmärkten durch eine intelligente Logistiksteuerung beherrschbar zu machen. Im Zentrum des Projekts stand dabei die Entwicklung des Supply Chain Operations Rooms (SCOR). Dieser Leitstand war bei den Anwendungsunternehmen aufgebaut und über die Supply Chain Event Cloud (SCEC) verbunden.

In der SCEC wurden in einem öffentlichen Bereich Schnittstellen zu datenquellen wie Verkehrsdaten oder Wetterdaten geschaffen. In einem privaten Bereich wurden diesen Daten die Auftragsdaten gegenübergestellt. Die Software des SCOR war in der Lage, Verkehrsstörungen und Unwetterereignisse mit den Auftragsdaten zu verbinden und so Störungen für das eigene Liefernetz zu identifizieren. Festgelegte Handlungsalternativen wurden bezüglich weiterer Störungen und möglicher Kosten bewertet und dem Anwender vorgeschlagen. Somit war der Anwender in dem Feldversuch in der Lage, die Störung aufzulösen.

Die Software war in den drei Anwendungsfällen bei TOP Mehrwert, ZITEC und Hellmann im Einsatz. In dem 12-wöchigen Feldversuch war die Software dabei realen Bedingungen ausgesetzt. Auch wenn die Anforderungen in allen drei Anwendungsfällen sehr unterschiedlich

waren, war die Bewertung der Anwender durchgehend positiv. Dies spiegelt sich auch in den Projektergebnissen wider, mittels derer die Erreichung der in der Vorhabensbeschreibung definierten Ziele gemessen wird.

Es wurde eine Steigerung der Effizienz, Verbesserung der Robustheit, Minimierung von Störungsauswirkungen und Steigerung der Ressourceneffizienz quantitativ messbar erreicht. Die Ergebnisse sind zu finden unter: [www.smartlogisticgrids.de](http://www.smartlogisticgrids.de)



## Industrie 4.0 trifft IoT

### Logistik und Supply Chain im digitalen Wandel

Dipl.-Ing. (FH) **Michael Kaiser**,  
Senior Sales Manager, Kathrein Solutions GmbH, Stephanskirchen

#### 1. Kurzfassung

In einer globalen Welt werden die Anforderungen an die Logistik und Verteilketten immer vielfältiger. Dabei waren bisherige Lösungsansätze auf Teilbereiche der IT beschränkt. Kathrein RFID zeigt eine e2e-Lösung auf, bei der neueste Auto-ID Technologien in IT-Netzwerke eingebunden werden. Neben der Identifikation der Waren und Güter können zusätzliche Meta-Daten wie z.B. Richtungserkennung direkt aus dem Logistik-Prozess erfasst werden. Dies ermöglicht die lückenlose Erfassung der notwendigen Daten, die über eine Middleware-Schicht an Standard ERP-Systeme wie z.B. SAP übergeben werden können.

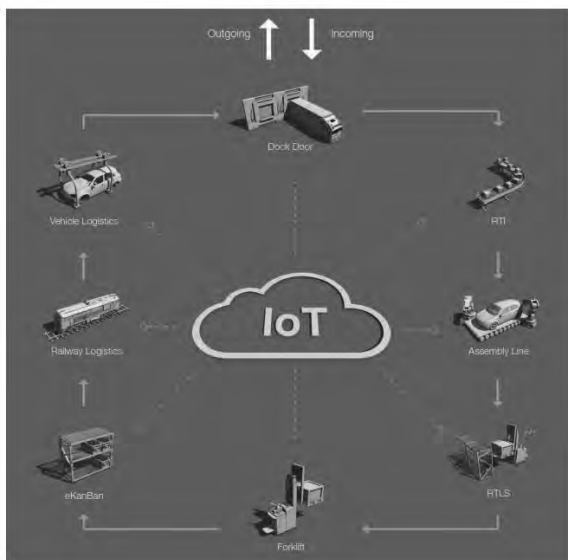


Bild 1: Anforderungen und Konzepte für IoT

## **2. Aktuelle Anforderungen an die Logistik**

Die Geschäfte werden globaler und die Abläufe immer optimierter. Um Just-in-sequence zu liefern, müssen vielen Zahnräder richtig ineinandergreifen. In vielen Fällen ist es heute noch nicht so oder erfolgreich gestartete Logistik-Projekte werden nach einiger Zeit wieder eingestellt, da der Return of Invest ausbleibt. Dass manchmal nur kleine Änderung über den Erfolg oder nicht-Erfolg eines Projektes entscheidet wird nachfolgend aufgezeigt.

### **3. Bisherige Situation in der Supply Chain**

Sieht man sich die Abläufe in den Produktionsstätte an, so fällt als erstes auf, dass eine Vielzahl unterschiedlichster Identifikations-Methoden und –Technologien benutzt wird. Da sind neben optischen Kennzeichnungssystemen wie Barcode, 2D- oder QR Code auch drahtlose Techniken wie RFID im Einsatz, die sich aber wieder in LF und HF-Systeme für kurze Reichweiten und UHF- bzw. MW-Systeme für lange Reichweiten aufteilt.

Ebenso kann man aber die guten alten Laufzettel für z.B. Kanban-Prozesse und ausgedruckte Lieferpapiere finden. Parallel halten aber bereits in einigen Bereichen neue Technologie wie NFC oder Bluetooth Einzug. Was also wählen, um in Zukunft erfolgreich zu sein?

Während in der Vergangenheit versucht wurde, auf den Gewinner dieses Richtungsstreit zu setzen und dann seine komplette AutoID Infrastruktur auf diese eine Technologie ausgelegt hat, wir heute immer deutlicher, dass alle Technologien Ihre Berechtigungen haben und nur das sinnvolle Zusammenspiel zum Erfolg führt.

Ein weiterer Aspekt wird es auf den zweiten Blick deutlich. Jede Technologie oder AutoID-Prozess wird sehr oft als Insellösung umgesetzt. In den jeweiligen Bereichen sind diese Lösungen optimiert, aber an den Übergängen vom Zulieferer zum Hersteller oder von der Produktion in die Logistik, kommt es zu einem Bruch in der Datenkette. Dies liegt zum einen an nicht-transparente Datenschnittstellen zwischen unterschiedlichen AutoID Techniken, aber auch sehr oft daran, das Daten nicht weitergereicht werden können bzw. dürfen.

## **4. Wie greifen cyber-physische Systeme aus dem Industrie 4.0 Umfeld in die Logistikketten der Zukunft ein?**

### **4.1 Voraussetzungen an HW und Netzwerk**

Smarte Objekte liegen cyber-physische Systeme und Industrie 4.0 Anwendungen zugrunde. Dabei werden aus Baugruppen, Werkstücken, Paletten Transport-Boxen intelligente Datenträger, bei denen die Änderungen der Zustände, wie z.B. Anzahl, Lieferadressen, Fertigungsreihenfolgen direkt am Teil selbst gespeichert werden.

Dies ist mit Barcode möglich, bedarf aber vorwährend neuer Barcode Label, die vor Ort gedruckt und aufgeklebt werden. Eleganter geht dies mit RFID Datenträger, die einfach wieder beschrieben werden können. Dies kann an jeder Lesestation geschehen, da Schreiben, neben dem Lesen ein essentieller Bestandteil, des RFID-Standards ist.

Was so einfach scheint, scheitert in der Praxis sehr oft an der fehlenden Netzwerk-Infrastruktur. Die Daten wären verfügbar, können aber nicht an die jeweiligen RFID-Lese- und Schreibgeräte verteilt werden, da die Netzwerke in den Produktionsstätten nicht verfügbar sind oder nicht flexibel sind, um den ständigen Produktionswechsel zu folgen.

Moderne RFID-Leser von Kathrein Solutions verfügen über mehrere Schnittstellen, die in der Industrie aber auch in der Logistik benötigt werden. Neben den Standard Ethernet Anschlüssen verfügen diese Leser auch über eingebaute WiFi-Module, die über die MiMo Technik immer die optimalen, drahtlosen Übertragungseigenschaften bereithalten.



Bild 2: RFID Reader von Kathrein Solutions mit WLAN, BLE und 3G-Option

Zusätzlich können Daten oder Zustandsmeldungen über Bluetooth direkt an mobile Terminals und Smart-Phones übertragen werden. Dies macht vor allem die Interaktion mit dem Anwender einfacher, da Meldungen direkt zurückgespielt werden können, ohne das auf Netzwerkauslastung oder –verfügbarkeit geachtet werden muss.

Ein weiterer Pluspunkt in der Netzwerktechnik, ist die Möglichkeit mit einfachen Mitteln eine autarke Netzwerkgruppe zu bilden. Über einen im Reader eingebauten Ethernet-Switch können sehr einfach weitere Geräte zu einem sogenannten Sub-Netze eingebunden werden. Dieser zusätzliche Netzwerk-Knoten macht diese Netze leistungsfähig und flexibel einsetzbar für Industrie und Logistik.

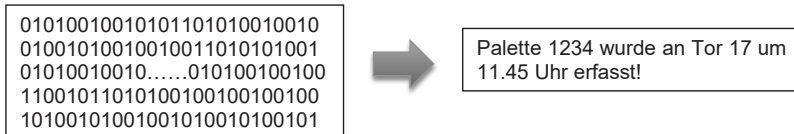
Dass die Stromversorgung dieser Komponenten mittels Power-over-Ethernet verteilt werden kann, ist ein zusätzlicher Vorteil. Dabei werden die Daten und die Stromversorgung auf ein Kabel zusammengeführt und verteilt. Mit dieser PoE+ Versorgung können in der Regel die Kosten für die Inbetriebnahmen drastisch reduziert werden.

Kontrolliert werden diese Netzwerk-Funktionen und -Dienste über einem im Reader eingebauten Industrie PC. Dies ermöglicht einen flexiblen Einsatz dieser Dienste, um die Kosten der Infrastruktur zu senken und den Return of Invest ins Positive zu kehren.

Ergänzend können mit diesem eingebauten Steuerrechner den einzelnen Leseunkten Aufgaben übertragen werden. Damit können z.B. die erfassten Rohdaten direkt vor Ort gefiltert und Entscheidungen getroffen werden. Anstatt hunderte von einzelnen Leseergebnissen an ein übergeordnetes Warenwirtschaftssystem zu senden, können die Ereignisse direkt bewerte werden und nur das Resultat wird übertragen. So wird z.B. bei der Durchfahrt von einer Palette durch ein Logistik-Tor einige hundert bis tausend einzelne Leseergebnisse von einem RFID-Reader erfasst.



Werden nun diese Daten vor Ort analysiert, kann das Telegramm sehr verkürzt werden.



Dadurch können die RFID-Lesegeräte von Kathrein Solutions nicht nur die Dinge identifizieren, sondern auch gleichzeitig die Richtung erkennen. Dies wird durch die Phased array-Technik erreicht, bei der Ausleuchtzone der Antenne in der Bewegungsrichtung der Güter geschwenkt werden kann. Damit werden die einzelnen RFID Transponder, bei der Durchfahrt mehrmals erfasst und in der Bewegung verfolgt. Der entscheidende Vorteil dabei ist, dass die Identifizierung und die Lokalisierung aus einer Quelle kommen. Die fehleranfällige Interpretation von Sensor-Daten wie z.B. Lichtschranken ist nicht nötig.

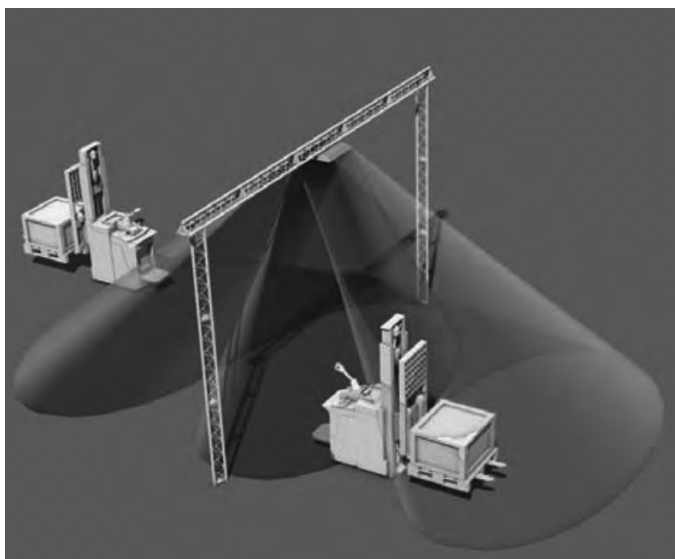
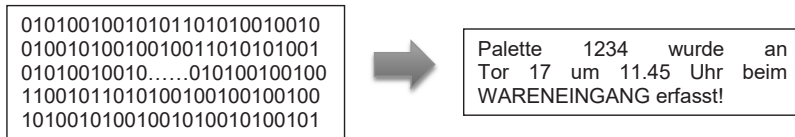


Bild 3: Ausleuchtung einer Gate-Anwendung mit Kathrein Circular Switch Beam Antennen

Ergänzend erfolgt die Auswertung der Rohdaten für die Bewegungserkennung ebenso direkt vor Ort, so dass der Warenfluss direkt mit abgebildet werden kann



Diese Funktionen und Dienste auf Basis moderner Lesegeräte sind die Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung von Anwendungen in der Produktion oder Logistik. Damit ist erst der Schulterschluss zwischen Zulieferer, Produktion, Logistik und Händler möglich.

#### 4.2 Voraussetzungen an SW bzw. Middleware

Für eine erfolgreiche Umsetzung von Projekten in Logistik und Produktion ist aber ebenso eine leistungsfähige IoT SW Suite notwendig. CrossTalk, die SW Lösung von Kathrein Solutions, bekommt dabei eine zentrale Bedeutung zu.

Zum einen ist es damit ein zentraler Austausch aller Daten möglich und überträgt damit die Business Events in die Warenwirtschafts-Systeme. Außerdem sind damit Track und Trace – Lösungen möglich, bei denen die vorhandenen Güter und Waren in der Produktions- oder Lieferkette verfolgt werden.

Außerdem dient CrossTalk als zentraler Sammelpunkt aller AutoID-Geräte. Sowohl Barcode und RFID-Leser können erfasst werden, als auch Real time locating-Systeme oder sonstige Sensorik.

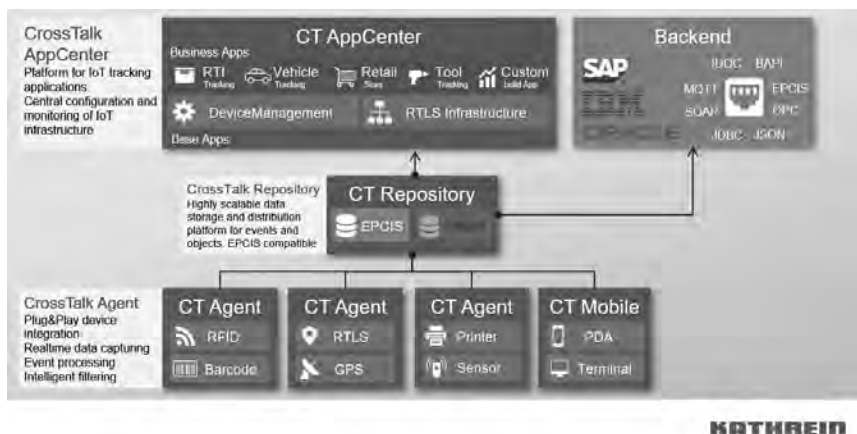


Bild 4: Überblick der Funktion der Kathrein Solutions IoT SW Suite CrossTalk

Dabei werden die jeweiligen HW-Komponenten über sogenannte CrossTalk Agenten eingebunden. Jeder dieser Agenten erfasst die Daten in Echtzeit und übermittelt sie, nach vorangegangener Filterung so, dass die Datenstruktur transparent und gleichförmig von allen beteiligten AutoID-Komponenten weitergegeben werden.

Auf der Gegenseite erfolgt der Eintrag in das vorhandene Backend über eine Vielzahl von Schnittstellen, so dass SAP, IBM oder Oracle Umgebungen direkt bedient werden können. Anpassungen an Kunden-spezifische Systeme sind ebenso möglich.

Ein dazwischen geschaltetes Repository kann alle Daten und Business Events auf Basis der EPCIS Standards aufnehmen, die bisher nicht in den ERP-Systemen erfasst wurden. Damit ist es möglich, Daten mit allen Beteiligten in der Lieferkette zu teilen. Egal ob Push- oder Pull-Vorgänge, begrenzter Zugriff oder eine komplette Freigabe, die Verwaltung der Zugriffsrechte ist zentral und einfach möglich.

Als wesentliches Merkmal von CrossTalk wird das AppCenter genutzt, um Business und Kunden-Applikation zu visualisieren. Dabei kann für bestimmte Anwendungen auf vorhandene Business-Apps zurückgegriffen werden.

Zusätzlich können aber zentral alle vorhandenen Komponenten über dieses AppCenter verwaltet und konfiguriert werden. Dies erleichtert die Aufgabe vor allem in weit verzweigten Netzen, dass Parametrierung oder Überwachung einheitlich und definiert erfolgt.

Ein weiterer Vorteil ist die Darstellung der Güter und Waren in einer globalen Karte. Damit werden alle Leseplätze visualisiert und mit den Warenfluss abgeglichen. Dabei ist es unerheblich ob der Fokus auf Länder oder Regionen liegt bzw. auf Standorte oder Gebäude. Das sogenannte Zone-Mapping ermöglicht eine einfache Darstellung in Gebäude-Plänen die als Pdf-Zeichnung eingescannt wurden. Somit ist eine lückenlose Verfolgung der Güter und Waren möglich.

## **5. Zusammenfassung**

In vielen Bereichen der produzierenden Wirtschaft sind heute bereits vielfältige Tools zur Visualisierung und Überwachung vorhanden. In der Regel erstrecken sie sich aber nur auf Teilbereich oder nur auf einen Teil der Güter und Waren.

Mit CrossTalk und den leistungsfähigen RFID Reader von Kathrein sind die zentralen Bausteine für solch eine komplette Überwachung und Steuerung der Lieferketten gegeben.

Durch die vielfältigen Anschlüsse und Netzwerk-Techniken können vor allem im Produktions-Umfeld die Kosten für die Versorgung mit Strom und Netzwerk drastisch reduziert werden. Der Return of Investment ist in diesem Fall genauer vorhersagbar und wird damit früher realisiert.

Durch die leistungsfähige Struktur von CrossTalk lassen sich Erweiterungen, auch über Standorte und Ländergrenzen hinweg, leichter einfügen. Somit sind die Lösungen von Kathrein Solutions leistungsfähig und zukunftssicher. Also ein idealer Startpunkt für Ihre Aufgabe im Bereich Internet of Things und Industrie 4.0.

## Zero Effort – Real Data

### Automatische Prozessanalysen durch Aktivitätserkennung

**Sascha Feldhorst, Sascha Kaczmarek, Rene Grzeszick,**  
MotionMiners, Dortmund

MotionMiners ist eine Initiative des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML

#### Kurzfassung

In diesem Beitrag wird eine Methodik zur Analyse von manuellen Prozessen in der innerbetrieblichen Logistik vorgestellt. Dabei werden langfristige Prozessaufnahmen genutzt, die mit Methoden des maschinellen Lernens verarbeitet werden, um den Analyseaufwand zu minimieren. Diese Methode wird von den Autoren auch als *MotionMining* bezeichnet und basiert auf einer sensorgestützten Bewegungsklassifikation, wie sie bspw. im Sport oder in der Medizin Anwendung findet. Hierbei trägt der Kommissionierer für die Prozessanalyse mobile Sensoren (*Wearables*), die seine Bewegungen anonym aufzeichnen. Auf Basis der aufgezeichneten Sensorwerte werden anschließend mit Verfahren des maschinellen Lernens die durchlaufenen Bewegungszustände analysiert und einzelnen Prozessschritten zugeordnet.

#### 1. Einleitung

Trotz der voranschreitenden Digitalisierung spielt der Mensch in vielen industriellen Prozessen aktuell und auch zukünftig eine wichtige Rolle. Das gilt im besonderen Maße für die Kommissionierung, die eine zentrale Aufgabe der innerbetrieblichen Logistik darstellt. Begründen lässt sich die Relevanz des Menschen für den Kommissionierprozess vor allem mit seinen kognitiven und motorischen Fähigkeiten sowie seiner schnellen Anpassungsfähigkeit. Bei der Optimierung und Neuplanung von manuellen Prozessen werden häufig verschiedene quantitative Prozessinformationen benötigt, wie bspw. die Häufigkeit der ausgeführten Prozessschritte oder deren Dauern. Die Kenntnisse der Arbeitsschritte und der Zeiten sind dabei zentral für den Erfolg der Optimierungs- und Planungsmaßnahmen. Genaue Zeitwerte erleichtern nicht nur die Modellierung der logistischen Tätigkeiten, sondern auch die Dimensionierung des Arbeitskräftebedarfs und der Puffergrößen. Allerdings gestaltet sich insbesondere bei den Kommissionierzeitanteilen, die für die Leistungsbestimmung wichtige Einflussparameter darstellen, eine Quantifizierung schwierig. Prozessaufnahmen zur Bestimmung der Zeitanteile sind sehr aufwändig, da sie entweder auf Beobachtungen von Experten mit

Klemmbrett und Stoppuhr basieren oder auf der Analyse von Videoaufnahmen. Beides ist mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden.

Deshalb werden Prozessaufnahmen in der betrieblichen Praxis meist nur punktuell durchgeführt oder entfallen gänzlich. Alternativ können arbeitswissenschaftliche Methoden wie *Methods-Time Measurement* (MTM) eingesetzt werden. Diese Verfahren haben jedoch den Nachteil, dass sie sich entweder idealisiert an Sollprozessen orientieren oder die Istprozesse feingliedrig nachmodellieren [1, 2]. Zudem bleiben vom Menschen nicht beeinflussbare Zeiten (z. B. technikbedingte Wartezeiten) unberücksichtigt. Daher muss in vielen Fällen eine Analyse der manuellen Prozesse durch eine Auswertung der betrieblichen Datenbanken erfolgen. Doch auch dieser Informationsquelle sind klare Grenzen gesetzt, da nur extrahiert werden kann, was im Vorfeld gebucht worden ist. Buchungen sind jedoch Momentaufnahmen, so dass die Datenbanken i. d. R. keinen Aufschluss über die Tätigkeiten zwischen den Buchungen liefern können. Dadurch bedingt, können verschiedene relevante Prozessgrößen aktuell nicht mit vertretbarem Aufwand ermittelt werden.

Folglich sind die manuellen Prozesse für viele Unternehmen derzeit vergleichbar mit einer Blackbox, d. h. die Ein- und Ausgabegrößen sind wohl bekannt, die internen Zusammenhänge hingegen bleiben meist verborgen. Das gilt auch für die Optimierungspotenziale innerhalb der Prozesse. Schätzungen gehen davon aus, dass deutsche Unternehmen pro Standort und Jahr durchschnittlich über ein unerschlossenes Optimierungspotenzial von mindestens 3.000 h (d. h. mindestens 60.000 EUR) verfügen [3].

Vor diesem Hintergrund bieten die vierte industrielle Revolution und die damit einhergehende Digitalisierung einen vielversprechenden Ansatz, um Zeitdaten automatisch aus den realen Prozessen zu gewinnen. In diesem Beitrag wird die Möglichkeit dargestellt, den manuellen Kommissionierprozess mit Methoden der Aktivitäts- und Kontexterkenkung automatisch anhand von Sensordaten zu analysieren. Hierbei tragen die Kommissionierer während der Arbeit für einen vordefinierten Zeitraum eine Messausrüstung in Form von *Wearables*, bestehend aus drei eigenständigen Sensoreinheiten, die Bewegungen aufzeichnen. Diese Daten werden mit zusätzlichen Kontextinformationen angereichert. Anschließend werden die gesammelten Daten mithilfe von Verfahren des maschinellen Lernens analysiert. Im Gegensatz zu anderen Anwendungsbereichen wie Sport oder Medizin sind die Aktivitäts- und Kontexterkenkung in der Kommissionierung ein neues Thema, das in den vergangenen Jahren von den Autoren intensiv erforscht wurde. Die vorgeschlagene Lösung hat dabei das Potenzial, die Art und Weise zu revolutionieren, wie Prozessanalysen in der innerbetrieblichen Logistik und insbesondere in der Kommissionierung durchgeführt werden.

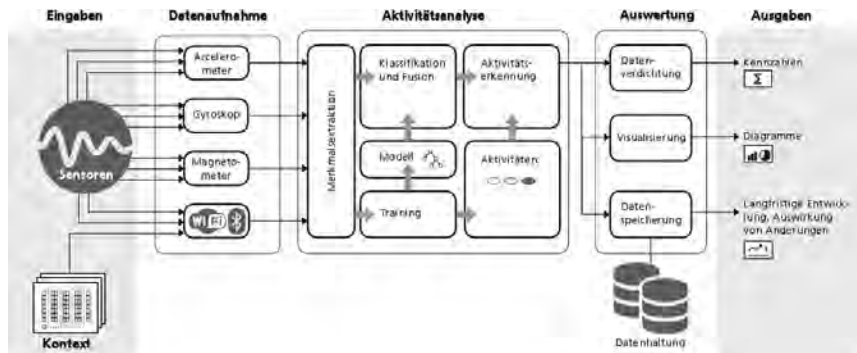


Bild 1: Übersicht über den Analyseprozess.

## 2. Methodik

Eine Übersicht über das vorgestellte MotionMining-Verfahren wird in Abb. 1 gegeben. Durch Sensoren werden die Bewegungsabläufe der Kommissionierer und zusätzliche Kontextinformationen, beispielsweise durch *Funkbeacons*, erfasst. Anschließend werden die Daten durch eine Aktivitätsanalyse mit Verfahren des maschinellen Lernens verarbeitet und zu Prozesskennzahlen verdichtet.

### 2.1 Datenaufnahme

Wie eingangs erwähnt, bilden mobile Sensoreinheiten die Grundlage der hier vorgestellten Methode, da sie kontinuierlich physikalische Größen direkt aus dem Prozess aufnehmen. Dazu zählen u. a. Beschleunigungen und Drehgeschwindigkeiten in X-, Y- und Z-Richtung. Der Kommissionierer trägt dazu während einer Aufnahme drei kleine Sensoreinheiten, die an den Handgelenken und am Torso befestigt werden. Insgesamt werden so pro Sekunde zwischen 3.000 und 4.000 Messwerte aus dem Prozess erfasst, die für eine ganzheitliche Analyse der Bewegungen herangezogen werden können.

Dieser Aufbau hat gegenüber Tracking-Lösungen aus dem Freizeitbereich den Vorteil, dass die drei Sensoreinheiten wesentlich detailliertere Informationen liefern als ein einzelnes Armband. Sie sind dennoch kompakter und alltagstauglicher als die in der Medizin oder im Leistungssport verwendeten *Motion-Capturing*-Anzüge, die mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet sind. Ein weiterer Vorteil dieser Form der Datenaufnahme ist, dass die Daten, im Gegensatz zur Beobachtung von Prozessen oder Videoaufzeichnungen, keinen direkten Personenbezug enthalten und daher deutlich leichter anonymisiert werden können. Ein beispielhafter Ausschnitt dieser Sensordaten ist in Abb. 2 zu sehen.

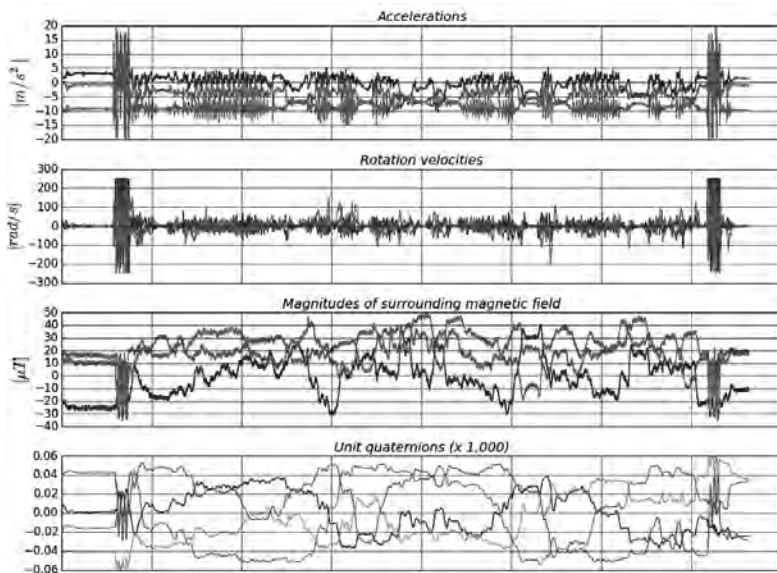


Bild 2: Beispielhafte Datenaufnahme einer Sensoreinheit in X-, Y- und Z-Richtung.

## 2.2. Datenanalyse

Aus den aufgezeichneten Daten werden anschließend innerhalb kurzer Zeitfenster (~1 Sek.) statistische Werte (bspw. Minimum, Maximum, Mittelwert etc.) abgeleitet. Anschließend wird ein Ansatz des maschinellen Lernens verfolgt, indem ein statistisches Klassifikationsmodell auf den Daten angelernet wird. Hierzu werden bekannte Verfahren wie die *Support Vector Machine*, der Bayes Klassifikator oder Entscheidungsbäume genutzt [4]. Für das Anlernen der Modelle wird eine kleine repräsentative Stichprobe der Daten benötigt, die im Bezug auf unterschiedliche Bewegungen annotiert werden muss (vgl. Abb. 2). Um dies zu realisieren, wird initial eine kurze Aufnahme (z. B. mithilfe von Videos oder anhand der Daten) manuell ausgewertet. Der Vorteil gegenüber klassischen Verfahren ist, dass nur ein Bruchteil der Prozessaufnahmen manuell betrachtet werden muss. Zudem können die Ergebnisse dieser Trainingsphase bei späteren Anlernvorgängen wiederverwendet werden.

Das gelernte Klassifikationsmodell erlaubt anschließend eine automatische Auswertung beliebig vieler weiterer Daten. Ein Zeitfenster wird anhand der errechneten statistischen Größen klassifiziert und einer der zuvor gelernten Bewegungen zugeordnet. Hierbei kann durch eine geeignete Überlappung eine Auflösung von bis zu 10 ms erreicht werden. Diese Ergebnisse dienen als Grundlage für eine weitergehende Analyse der manuellen Prozesse.



Bild 3: Zuordnung von Bewegungen zu Prozesszeiten

Neben den für die Prozesszeiten relevanten Bewegungen lassen sich durch diese Art der Analyse auch ergonomische Aspekte erfassen, wie die Anzahl der Bückvorgänge, zurückgelegte Wege oder Standzeiten.

### 2.3. Prozesszeiten

Zuletzt werden die erkannten Bewegungen den jeweiligen Prozesszeiten zugeordnet. Dabei ergibt sich eine Baumstruktur bei sich der aus verschiedenen analysierten Grundbewegungen die jeweiligen Prozesszeiten – Basiszeit, Greifzeit, Wegzeit und Totzeit – zusammensetzen. Auf diese Weise lassen sich die einzelnen Zeitanteile detailliert aufschlüsseln. Dies ist beispielhaft in Abb. 3 dargestellt. Insbesondere bei diesem Schritt ist die zusätzliche Information der *Funkbeacons* von großer Bedeutung, da die Unterscheidung von Rüst- und Totzeiten durch Kontextdaten innerhalb des Lagers wesentlich erleichtert wird.

### 3. Evaluierung

Um die vorgestellte Methodik zu verifizieren, wurden in Kooperation mit kommissionierenden Unternehmen, mehrere Feldstudien durchgeführt. Hier werden die Ergebnisse aus zwei Person-zur-Ware-Systemen vorgestellt. In beiden Systemen wurden drei Mitarbeiter bei ihrer Tätigkeit, sowohl durch die hier beschriebene Sensorlösung als auch durch eine Kamera, aufgezeichnet [6]. Anschließend wurden die Daten manuell annotiert, um die einzelnen Bewegungsabläufe aufzuschlüsseln. Auf Basis von Mehrfachannotationen, die von mehreren Probanden angefertigt wurden, konnte eine manuelle Analyse des Prozesses nachgestellt und mit den Ergebnissen der automatischen Analyse verglichen werden (s. Tab. 1). Hierbei zeigten sich vielversprechende Ergebnisse. Weitere Ausführungen zur manuellen Prozessanalyse finden sich in [5] und eine Auswertung der automatischen Analyse wird in [6] beschrieben.



Tabelle 1: Vergleich der Genauigkeit von menschlichen Betrachtern und der sensor-gestützten Analyse bezogen auf eine Referenzannotation.

	Manuelle Analyse	Automatische Analyse
<b>Standort 1</b>	75,6 ± 5,7 %	72,6 ± 1,5 %
<b>Standort 2</b>	88,5 ± 8,8 %	85,6 ± 1,5 %

#### 4. Fazit und Ausblick

Die hier vorgestellten Ergebnisse betrachten bisher vornehmlich Bewegungsdaten. Obwohl die menschlichen Beobachter bei der Bearbeitung der Videoaufnahmen auf mehr visuelle und auditive Details zurückgreifen konnten und darüber hinaus über zusätzliches Kontextwissen verfügten, konnte in dem Versuch annähernd eine menschliche Genauigkeit erzielt werden. Daher sind die Ergebnisse mit einer Differenz von unter fünf Prozent bei einer geringeren Streuung sehr vielversprechend.

Weitere Forschungsergebnisse der Autoren zeigen, dass durch eine bessere Integration der Kontextinformationen bereits innerhalb der Bewegungsanalyse, sowie durch den Einsatz von Methoden des *Deep Learning* die Analysequalität auf über 90 Prozent gesteigert werden kann. Diese Fortschritte sollen es ermöglichen, innerhalb dieses Jahres das *MotionMining* zu einer praxistauglichen Technologie mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten weiterzuentwickeln. Diese reichen von einzelnen Prozessstudien über ein dauerhaftes Monitoring der Prozesse bis hin zur bewegungsbasierten Mensch-Technik-Interaktion.

#### 4. Literatur

- [1] Zellerhoff, J.: Beitrag zur Dimensionierung von Kommissioniersystemen mittels analytischer Berechnungsverfahren, Dortmund : Praxiswissen, 2015
- [2] Kregel, M., Schmauder, M., Schmidt, T. & Turek, K.: Beschreibung der Dynamik manueller Operationen in logistischen Systemen: Schlussbericht, Dresden, 2010
- [3] Intermec Technologies Corp.: Versteckte Potenziale im Distributionszentrum, 2013
- [4] Duda, R.O., Hart, P.E. & Stork, G.E.: *Pattern classification*. Vol. 2., Wiley, 1973.
- [5] Feldhorst, S., Aniol, S. & ten Hompel, M.: Human Activity Recognition in der Kommissionierung: Charakterisierung des Kommissionierprozesses als Ausgangsbasis für die Methodenentwicklung. In: Wehking, Karl-Heinz (Hrsg.): Tagungsband zum 12. Fachkolloquium der WGT, 2016
- [6] Feldhorst, S., Masoudenijad, M., ten Hompel, M. & Fink, G.A.: Motion Classification for Analyzing the Order Picking Process using Mobile Sensors: General Concepts, Case Studies and Empirical Evaluation. In: International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM), 2016

VDI-Fachkonferenz  
Innovative Infralogistik  
für den Handel



## Vollautomatisches Lebensmittellager – nach 20 Jahren immer noch state of the art

Ing. **Martin Gleiss**, SPAR,  
Österreichische Warenhandels AG, Salzburg, Österreich

SPAR -  
GESCHICHTE

SPAR  
WELTWEIT

- SPAR ist in 42 Ländern auf 4 Kontinenten vertreten
- 12.100 SPAR-Standorte weltweit
- Aber: SPAR-Länder agieren selbstständig und unabhängig von einander!

SPAR-Präsentation 2016



## SPAR- GESCHICHTE

## ÖSTERREICH

SPAR-Präsentation 2016

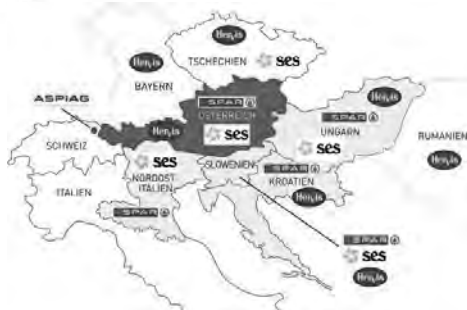
- 1954: Erste SPAR-Organisation in Österreich durch KR Hans F. Reisch in Kufstein
- 100 selbstständige Kaufleute aus Tirol und dem Salzburger Pinzgau schließen sich zur Handelskette SPAR zusammen



## WACHSTUMS- FÜHRERSCHAFT

Auf dem Weg zum  
mitteleuropäischen Handelskonzern

SPAR-Präsentation 2016



## DATEN &amp; FAKTEN

WACHSTUMS-  
FÜHRERSCHAFT

## Das Geschäftsjahr 2015

SPAR-Präsentation 2016

- SPAR-Konzern wächst im In- u. Ausland
- Lebensmittelhandel Österreich: Umsatz von 6,10 Mrd. Euro (+3,2 %)
- Umsatz der SPAR Österreich-Gruppe: 13,18 Mrd. Euro (+4,3%)
- Alle Infos: [www.spar.at/unternehmen](http://www.spar.at/unternehmen)

SPAR  
ÖSTERREICH-  
GRUPPE

## 3 SÄULEN

- **Lebensmittelhandel Österreich und Ausland**
- Sportfachhandel
- Shopping-Center

SPAR-Präsentation 2016



KONZEPT-  
FÜHRERSCHAFT

KAUFLEUTE  
& FILIALEN

SPAR-Präsentation 2016

- Selbstständige SPAR-Kaufleute: 784 Standorte (SPAR, EUROSPAR, SPAR express Tankstellenshops)
- Eigenfilialen von SPAR (SPAR, SPAR-Gourmet, EUROSPAR, INTERSPAR, Maximarkt): 772 Standorte



Standort  
SPAR-  
Kaufmann



Standort  
SPAR-Filiale

SPAR  
ÖSTERREICH-  
GRUPPE

3 SÄULEN

SPAR-Präsentation 2016

- Lebensmittelhandel Österreich und Ausland
- **Sportfachhandel**
- Shopping-Center



<p>SPORT- FACHHANDEL</p> <p><b>HERVIS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 191 Standorte in Österreich, Slowenien, Ungarn, Tschechien, Kroatien, Rumänien und Bayern (Deutschland)</li> <li>■ 2015: Umsatz von 469 Millionen Euro (+10,3%)</li> </ul>
<p>SPAR-Präsentation 2016</p>	 

<p>SPAR ÖSTERREICH- GRUPPE</p> <p><b>3 SÄULEN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lebensmittelhandel Österreich und Ausland</li> <li>■ Sportfachhandel</li> <li>■ <b>Shopping-Center</b></li> </ul>
<p>SPAR-Präsentation 2016</p>	



SHOPPING-CENTER

SES

SPAR-Präsentation 2016



- SES Spar European Shopping Centers
- 2007 gegründet
- Sitz: Bergheim bei Salzburg
- 2015: Umsatz von 2,69 Mrd. Euro (+4,8 %)



SHOPPING-CENTER

SES

SPAR-Präsentation 2016

30 Shopping-Center in Österreich, Italien, Slowenien, Ungarn, Tschechien und Kroatien



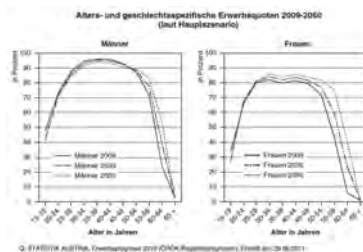
## Parameter SPAR-Logistik in Österreich

- Ca. 2.000 SPAR-Mitarbeiter
- 180 eigene LKW, 50 LKW von Speditionen, 3 Schicht-Betrieb
- 275.000.000 Colli pro Jahr
- 20.000 Artikel permanent in eigenen Lagerhäusern gelagert
- 8 Mio. Rollbehälter pro Jahr
- 820.000 Kundenstopps pro Jahr
- rund 240.000 Paletten Stellplätze
- 290.000m<sup>2</sup> Lagerfläche

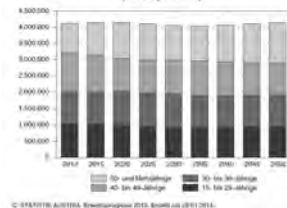


## Warum automatisieren wir in der Logistik?

- Die Arbeitnehmer in Österreich werden immer älter:



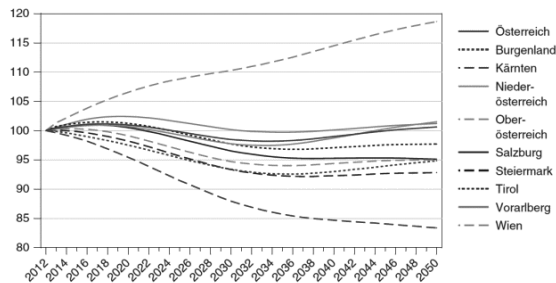
Entwicklung der Erwerbspersonen 2012 bis 2050 nach breiten Altersgruppen (laut Hauptszenario)



## Warum automatisieren wir in der Logistik?

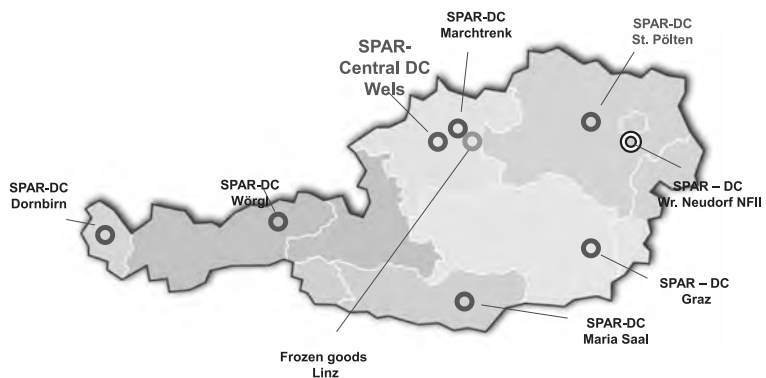
- Und in vielen Regionen des Landes immer weniger

Entwicklung der Erwerbspersonen 2012 bis 2050 nach Bundesländern  
(laut Hauptszenario)



Q: STATISTIK AUSTRIA. Erwerbsprognose 2013. Erstellt am 28.01.2014.

## Logistikstruktur SPAR Österreich



## Warum ein Zentrallager?

- Situation 1998 Trockensortiment:
  - Rund 4.500 Artikel im GH-Sortiment in 6 Regionallägern
  - Forderung von Einkauf und Vertrieb nach deutlich (4.000) mehr Artikeln im Grosshandel da
    - Industrie nicht direkt an kleine Standorte wirtschaftlich liefern kann
    - Bestell- Lieferzyklus schlecht
    - Mindestbestellmengen
  - Mögliche Lösung
    - Erweiterung aller Regionallager oder
    - Zentrallager
  - Entscheidung Zentrallager da hier drei Vorteile zum Tragen kommen:
    - Industrie kann an eine Stelle Ganzpaletten liefern statt an 6 Stellen Lagenpaletten
    - Investition nur an einer Stelle statt an 6
    - Regionale Investitionen hätten deutliche Verschlechterung der Produktivität nach sich gezogen (wesentlich weitere Wege)
    - Zentralisierung bot Möglichkeit der Automatisierung

## Was wurde zentralisiert?

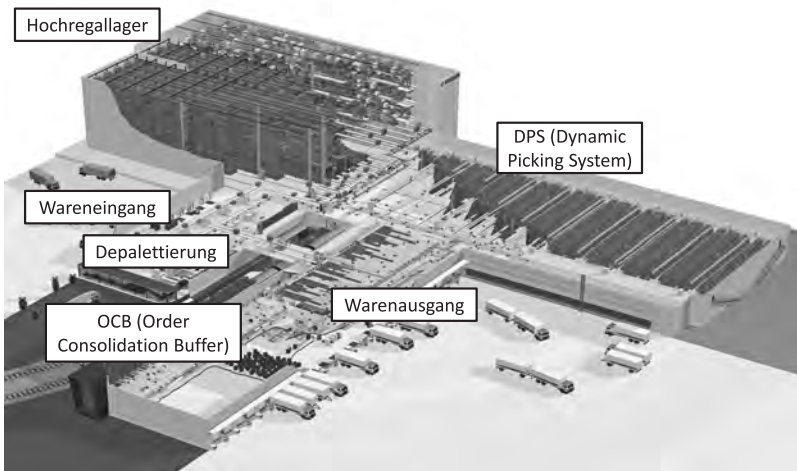
- Lager für rund 5.000 TS-Artikel
  - Jene Artikel die von der Volumsdrehung das geringste Volumen haben – Transportkosten!
- Regionallager konnten damit
  - entlastet werden
  - mussten nicht ausgebaut werden
  - hatten eine höhere Produktivität (mehr Palettenstellplätze als Greifplätze)

## Die Geschichte ZLW

- 1998 Start – 80.000 GVE/Tag – damals eines der modernsten Lagerhäuser der Welt!
- 2002 erste Erweiterung – 120.000 GVE/Tag
- 2007 – Lager wird zu klein – Lagerung von Paletten extern
- 2011 – Start der Kommissionierung in einem Außenlager – 2000 Artikel aber 1000 Kunden pro Tag!
- 2013 – Vorstandsentscheidung für 3. Baustufe
- Frühling 2014 – Baubeginn
- Oktober 2015 – Beginn Probebetrieb
- November 2015 – Vollbetrieb Baustufe 3
- März 2016 – volle Leistung Gesamtsystem

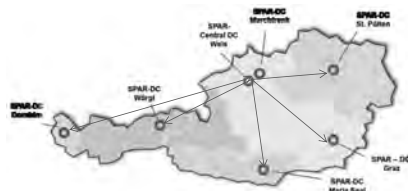


## Inhalte Baustufe I und II



## Philosophie der Baustufen I und II

- Kommissionierung für die Geschäfte ausschließlich in Klappkisten die auf Dolly gestapelt werden weil:
  - Sowieso kleinvolumige Artikel die Zielgruppe sind die tlw. zu klein für Rollbehälter wären
  - Diese Kisten auf Dolly geschichtet werden und nicht auf RB um das Rückfrachtvolumen über die großen Distanzen gering zu halten
- Kommissionierung in 50 verschiedenen Shipgroups
  - Maximal kurze Wege in den Geschäften zum Nachschichten
  - Kein Mehraufwand in der Kommissionierung durch Automatisierung
- Möglichst große Flexibilität was Artikelanzahl und Orderstruktur betrifft



## Änderungen durch Baustufe II

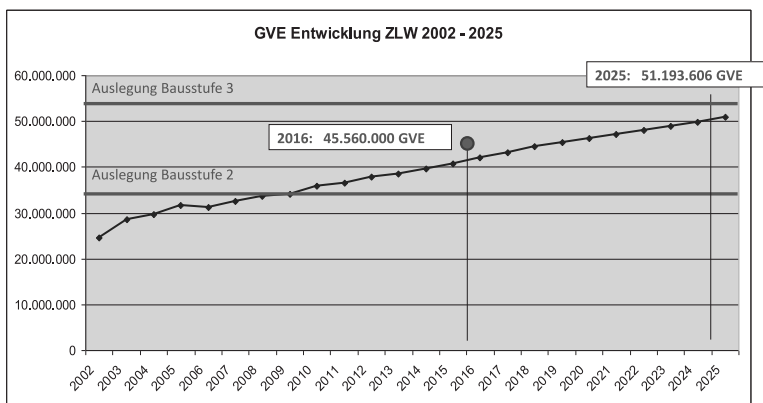
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit von 80.000 Colli auf 120.000 Colli
- Anpassung der entsprechenden Reservekapazität im HRL
- Integration vom OCP:



## Baustufe III:



## Entwicklung Colli – Ausgang ZLW



## Philosophie Baustufe III

- Nicht mehr Artikel (aktuell 14.000) müssen abgewickelt werden können sondern mehr Colli pro Artikel
- Engpass der BSII liegt in der maximal möglichen Anzahl an Kisten die im System transportiert werden können, die Anzahl der Menschen könnten ja immer erhöht werden durch kleinere Arbeitsplätze
- Lieferanten welche viele kleine aber wenig grosse Langsamdreher haben müssen abgewickelt werden können (Mussten bisher an 6 Stellen die großen Artikel und an das Zentrallager alle anderen liefern)
- Um die bestehenden Anlagenteile produktiver zu machen müssen die großvolumigen Produkte (Weinkartons) wo nur 1, 2 oder 3 Einheiten in eine Kiste passen, aus dem DPS entfernt werden.



Einsatz von Rollbehältern nötig!

## Philosophie Baustufe III



Eigenentwicklung von nestbaren Rollbehältern – 112 Stück pro Sattelzug ohne „stülpen“





### Technik, Vorteile/Nachteile:

- Logische Konsequenz war der Einsatz von Witron's OPM:
- Vollautomatisch
- Beste und wirtschaftlichste Lösung am Markt für diese Aufgabenstellung (bei Personalkosten von Österreich)
- Höchste Flexibilität was die Auftragsstruktur betrifft
- Systembedingt praktisch 100% fehlerfrei
- Hohe Investitionskosten
- Hoher Energiebedarf
- Teure Wartungskosten (alleine 55 Techniker im gesamten ZLW)



## Situation vor und nach Baustufe 3



- Großvolumige Artikel kommen auf den Rollbehälter (gesamt 4000 von den 14.000)



- Dadurch steigt der Füllgrad in der Kiste um 1 GVE
  - **Dadurch steigt die Leistungsfähigkeit im alten Lagerteil um 20%!**



- Mehrere Kunden auf einem RB gibt es nicht mehr – Leistungssteigerung im Regionallager um 0,4%

- Restekisten werden automatisch im neuen Lager ganz unten am Rollbehälter geschichtet



## Situation vor und nach Baustufe 3

- Automatisch geschichtete RB haben ein perfektes Packbild dadurch
  - Deutlich weniger Bruch
  - Deutlich mehr GVE am Rollbehälter – reduzierte Transportkosten ZLW und ZN
- Bis zu 300.000 GVE pro Tag können kommissioniert werden – Saisonspitzen sind somit erstmals abwickelbar
- Größere GVE als Kistenformat sind erstmals möglich – wenn Volumen groß aber Menge klein





# Robotics 4.0: Vollautomatische Getränkekommissionierung

## Kommissioniersysteme / Robotics und vernetzte Intralogistik

**Andreas Oy**, SSI Schäfer, Giebelstadt

Durch eine wachsende Vielfalt an Verpackungen, Produkten und Absatzwegen entstehen unterschiedlichste Herausforderungen an die Kommissionierung in der Getränkeindustrie. Vor dem Hintergrund der Kostenreduktion, der Leistungssteigerung und der Mitarbeiterentlastung gewinnt die Automatisierung in dieser Branche immer mehr an Bedeutung.

Roboter wie auch intelligente Maschinen können Mitarbeiter in Distributionszentren unterstützen und bieten gerade unter   und Ergonomieaspekten deutliche Vorteile. Vor allem bei wiederkehrenden, gleichbleibenden Aufgaben bieten Roboter eine leistungsstarke Automationskomponente und entlasten Mitarbeiter von anstrengenden Tätigkeiten.

Hochperformante Robotik-Applikationen sind heute ein zentraler Faktor für ganzheitliche Automationslösungen in der Intralogistik und bieten gerade im Kontext von Industrie 4.0 wesentliche Wettbewerbsvorteile. Portalroboter erlauben beispielsweise mit ihrer kinematischen Charakteristik   und gänzlich neue Lösungskonzepte im Hinblick auf Sortier-, Pufferungs- und Verkettungsfunktionen in Distributionszentren.

Gerade bei der End-of-Line-Palettierung und in Kommissionieranlagen der Getränkeindustrie eignet sich diese Technologie hervorragend. SSI Schäfer zeichnet sich in diesem Bereich als Innovationsträger aus und verstärkt seine Kompetenz in dieser Zukunftstechnologie seit Mitte 2016 mit der Mehrheitsbeteiligung am Kamener Portalroboter-Spezialisten RO-BER Industrieroboter GmbH.

Zahlreiche Referenzen belegen den hohen Praxisnutzen. Aktuelles Beispiel ist das Getränkelager der A. Kempf Getränkegroßhandel GmbH in Heddeshelm, einer 100-prozentigen Tochter der Edeka Handelsgesellschaft Südwest mbH. Hier wurde unter anderem eine moderne Portalroboter-gestützte Schnelldreher-Kommissionierung realisiert, welche die   und Transparenz der Prozesse deutlich verbessert hat.

**Ihr Pressekontakt**

Zentrale Pressestelle SSI Schäfer Deutschland:

Lea Werthebach, Fritz Schäfer GmbH

Tel. +49 2735 70-395, E-Mail: [lea.werthebach@ssi-schaefer.com](mailto:lea.werthebach@ssi-schaefer.com)

**Pressekontakt SSI Schäfer, Giebelstadt:**

Desiree Kreisel, Marketing Automation

Tel. +49 93349 795-41, E-Mail: [desiree.kreisel@ssi-schaefer.com](mailto:desiree.kreisel@ssi-schaefer.com)

Die SSI Schäfer Gruppe ist der weltweit führende Lösungsanbieter von modularen Lager- und Logistiksystemen. Das Unternehmen beschäftigt am internationalen Hauptsitz in Neunkirchen, in 60 Auslandsgesellschaften sowie an Produktionsstätten im In- und Ausland über 8.500 Mitarbeiter. Verteilt auf sechs Kontinente entwickelt SSI Schäfer innovative Konzepte und Lösungen in den Branchen seiner Kunden und gestaltet so die Zukunft der Intralogistik.

Das Unternehmen plant, konzeptioniert und produziert Systeme zur Einrichtung von Lagern, Betrieben, Werkstätten und Büros, manuelle und automatische Lager-, Förder-, Kommissionier- und Sortiersystemen sowie Lösungen für Abfalltechnik und Recycling. SSI Schäfer hat sich zu einem der größten Anbieter für releasefähige Software für den innerbetrieblichen Ma-

entwickelt. Mehr als 900 IT-Experten entwickeln hochperformante Anwendungen und stehen den Kunden für Lösungen zur intelligenten Verknüpfung von Software- und Hardwarekomponenten beratend zur Seite. Das umfassende Software Portfolio mit WAMAS® und SAP deckt alle Vorgänge von Lagerverwaltung bis ab. Gleichzeitig optimiert SSI Schäfer mit eigenen Lösungen die Produktivität und Arbeitsleistung der Kunden und schafft die Möglichkeit, durch Messung und Bewertung mit Hilfe von KPIs das Lager aktiv zu bewirtschaften.

SSI Schäfer realisiert als global tätiger Generalunternehmer komplexe Logistiksysteme, ausgehend von der Systemplanung und -beratung bis hin zur schlüsselfertigen Anlage und maßgeschneiderten Service- und Wartungsangeboten.

# Smart Logistics – Smart Production – Smart Warehouse

**Christian Brauneis,**

KNAPP Industry Solutions GmbH, Graz, Österreich

## ECKDATEN KNAPP AG

### KNAPP AG

Hart bei Graz

**Headquarter**  
Gründungsjahr: 1952  
Firmenareal: 120.000 m<sup>2</sup>  
Mitarbeiter im Headquarter :  
2.000  
Mitarbeiter weltweit: 3.000  
Standorte & Vertretungen: 33  
Umsatz 15/16: 582 Mio. Euro  
Exportquote: 98 %

### Produktion in Zahlen

Schrauben/Jahr: 7,8 Mio.  
Shuttles/Jahr: 3.100  
Lifte/Jahr: 210  
Schaltschränke/Jahr: 1.700  
Beschichtungspulver/Jahr: 44 t  
Beschichtete Farbfläche/Jahr:  
181.000 m<sup>2</sup>

### Zertifizierungen

Qualitätsmanagement  
ISO 9001  
Arbeits- und  
Gesundheitsschutz  
OHSAS 18001  
Umweltmanagement  
ISO 14001

## AUSGANGSSITUATION

- Verschmelzung von Produktion und Lager
- Masseneinzelfertigung – Single piece flow
- Sequenzierungsanforderungen – Store friendly picking
- Absatz- und Rücklaufkanäle – Omnichannel / Multichannel
- Internet & E-commerce
- Big Data

## SMART LOGISTICS

- Flexibilität
- Verfügbarkeit
- Skalierbarkeit

Lösungen mit einzigartiger Flexibilität und Skalierbarkeit stehen im Fokus.





### KNAPP YLOG-SHUTTLE TECHNOLOGIE

#### **Shuttle = Transportroboter im Regal**

- Jedes Shuttle kann jeden Stellplatz erreichen  
→ REDUNDANZ
- Die Leistung kann durch Hinzufügen von Shuttles skaliert werden  
→ SKALIERBARKEIT
- Regalblock ist in Größe und Form leicht anpassbar und veränderbar  
→ FLEXIBILITÄT
- 25-30% des Energiebedarfes im Vergleich zu herkömmlichen Lagerbediengeräten  
→ ENERGIE EFFIZIENZ



### KNAPP OPEN SHUTTLE TECHNOLOGIE

#### **Open Shuttle = freifahrender, autonomer Transportroboter**

- 100% freie Navigation
- Keine Infrastruktur vor Ort nötig
- Personensicher
- Einfache Inbetriebsetzung
- Jeder Bereich des Lagers/der Produktion wird erreichbar
- Automatisierung von nicht wertschöpfenden Tätigkeiten
- Transport von Behältern, Trays, Kartons, Paletten und Regalen
- Leichte Bedarfsanpassung/hohe Skalierbarkeit
- Transport ohne Verlust von wertvoller Lagerfläche



## SMART LOGISTICS

### Open Shuttle

- Transport von Behältern, Trays, Paletten
- Skalierbar
- Selbst fahrend/navigierend
- Sicherheit
- Energieeffizient
- Platzsparend
- Leichte Integration

### YLOG-Shuttle

- Schwenkbare Räder
- Skalierbar
- Hohe Lagerdichte
- Verfügbarkeit
- Energieeffizient
- Einfache Wartung



## SMART LOGISTICS

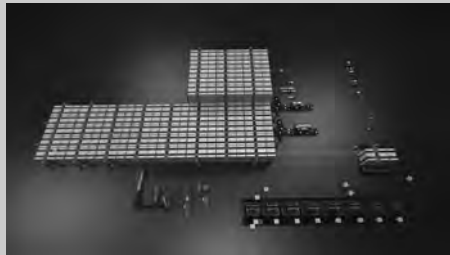
- Jeder Behälter aus dem Shuttlelager kann autonom jeden Ort erreichen
- Sequenzierung/Dynamisierung jederzeit möglich
- Jeder am Wareneingang vereinbarte Behälter steht unmittelbar zur Verfügung



## NUTZEN

**Die Verbindung zweier in sich flexiblen  
Lösungen erlaubt maximale:**

- FLEXIBILITÄT
- SKALIERBARKEIT
- REDUNDANZ





## Integration stationärer Händler in den E-Commerce am Beispiel Zalando

Philipp Kannenberg, gaxsys GmbH, Stutensee



## 1 WOHIN DIE REISE HIN GEHT



# TOTAL DEATH: „SOFTWARE EATS RETAIL“

Marc Andreessen

**brand eins: Herr Heinemann, Herr  
Krisch, hat der stationäre Handel in  
Deutschland eine Zukunft?**

**Gerrit Heinemann: *Ja.***

**Jochen Krisch: *Nein.***



*"We've spent the last 153 years building  
warehouses..."*

*...we just called them stores."*

The Wall Street Journal



- SURPASSED WALMART AS BIGGEST RETAILER THIS YEAR WITHOUT HAVING 1 ITEM IN STOCK
- **ABOUT 8,5 MILLION ACTIVE SELLERS**
- ROUGHLY 130 BILLION REVENUE
- ROUGHLY 46.000 EMPLOYEES



- MORE THAN 150 DISTRIBUTION CENTERS RUN BY WALMART
- WALMART STORES WORLDWIDE: 11.529
- ROUGHLY 2.1 MILLION EMPLOYEES
- **ABOUT 1.200 STORES PARTICIPATE IN E-COMMERCE**



- **ABOUT 25 MILLION RETAILERS WORLDWIDE**
- **MORE THAN 800 MILLION ITEMS LISTEN ON EBAY MARKETPLACES**
- **SAME DAY DELIVERY**
- **CLICK & COLLECT**



- **OVER 2 MILLION EXTERNAL RETAILERS WORLDWIDE**
- **APPROXIMATELY \$10 BILLION TURNOVER WITH EXTERNAL RETAILERS JUST IN GERMANY**
- **ABOUT 40% OF ALL AMAZON SALES ARE HANDLED BY EXTERNAL RETAILERS**
- **9 BILLION TURNOVER BY SERVICE FEES WORLDWIDE**



The Amazon logo is displayed in a bold, black, sans-serif font. Below the text, a thin, curved line representing the Amazon smile logo is visible.

- SAME DAY DELIVERY KOSTENLOS FÜR PRIME KUNDEN
- „PRIME NOW“: 2 STD KOSTENLOS
- „PRIME AIR“ DROHNEN IN DER ERPROBUNG
- „ON MY WAY“ AUSLIEFERUNG ÜBER PRIVATPERSONEN
- U-BAHN ALS ZUSTELLFAHRZEUG





## 2 SUMMA SUMARUM









## DEZENTRALISIERUNG VON LOGISTIK- PROZESSEN – DAS KANN IHR HANDEL

# Orderfulfilment

(keine eigene Infrastruktur für kleinteilige  
Sendungen notwendig)

## **DEZENTRALISIERUNG VON LOGISTIK- PROZESSEN – DAS KANN IHR HANDEL**

# **Retouren-Handling**

## **DEZENTRALISIERUNG VON LOGISTIK- PROZESSEN – DAS KANN IHR HANDEL**

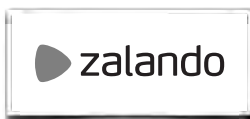
# **In-Store Pickup**

## **DEZENTRALISIERUNG VON LOGISTIK- PROZESSEN – DAS KANN IHR HANDEL**

# **Vor-Ort Beratung**

## **DEZENTRALISIERUNG VON LOGISTIK- PROZESSEN – DAS KANN IHR HANDEL**

### 3 ZALANDO MACHT ES ETWAS ANDERS



FILIALE 1



FILIALE 2



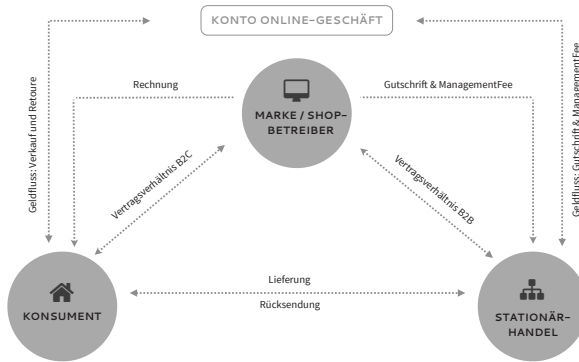
FILIALE 3



FILIALE 4



## PROZESSABLAUF DETAIL



## VORAUSSETZUNGEN BEIM HANDEL



**DRUCKER**  
FÜR VERSANDDOKUMENTE



**COMPUTER/TABLET**  
MIT INTERNETZUGANG



**VERPACKUNGEN**  
IM MARKENDESIGN

# Scale your intralogistics. Vertical Buffer Module

## Innovative Intralogistik für Handel und Industrie

Dipl.-Ing. (FH) **Reinhold Schäffler**, Dipl.-Betriebsw. **Marc Zenses**,  
Kardex Germany GmbH, Neuburg/Kammel

### Kurzfassung

Wachsendes Artikelsortiment, Platzmangel, kleinere Lösgrößen und verschärfter Wettbewerb stellen die Produktion und den Handel permanent vor neue Herausforderungen. Intralogistische Lösungen in diesen Bereichen müssen dementsprechend hohe Anforderungen, wie z.B. höhere Kommissionierleistung, Reduzierung der Kommissionierfehler, Flächeneinsparung und verbesserte Ergonomie erfüllen. Die neue Produktfamilie Vertical Buffer Module, hier repräsentiert durch den Kardex Remstar LR 35, überzeugt vor allem durch die hohe Kommissionierleistung, Energieeffizienz, einfache Integration, ergonomische Kommissionierstationen und durch eine hohe Kommissioniergenauigkeit. Der Kardex Remstar LR 35 wird häufig in den Bereichen Kommissionierung von Montagesets in der Produktionsversorgung, in der Auftragskommissionierung im Handel und als Komponente in einem automatisierten Intralogistiksystem in Produktion und Handel eingesetzt. Vor allem im Mittelstand bei Kunden mit mittlerer Kommissionierleistung und kleinerer bis mittlerer Lagerkapazität findet der Kardex Remstar LR 35 sein Einsatzfeld.

### 1. Ausgangssituation in der Produktion und im Handel

Eine Vielzahl an vorzuhaltenden Artikeln, permanent eingehende Bestellaufträge und die von Kunden erwarteten kurzen Lieferzeiten stellen die Effizienz der internen Lagerlogistik in der Produktion und im Handel permanent auf dem Prüfstand. Folgende generelle Aufgaben müssen in der Produktion und im Handel bewältigt werden:

- Wachsendes Artikelsortiment
- Platzmangel in der Produktion, bzw. im Lager
- Mehr Aufträge / kleinere Lösgrößen
- Gestiegene Kundenansprüche
- Altersstruktur der Belegschaft
- Saisonale Schwankungen
- Verschärfter Wettbewerb

- Prozesse / Sicherheit
- Zeitdruck

Der zunehmende Wachstum im Bereich E-Commerce stellt den Handel vor allem auf folgende Herausforderungen:

- Hohe Wettbewerbsintensität
- Starker Preisdruck
- Geringe Margen
- Hohe Ansprüche an Serviceleistungen
- Kurze Lieferzeiten
- Mehr Bestellungen mit kleineren Losgrößen
- Hohe Retouren-Quote

In der Produktion sind die Herausforderungen teilweise anders geartet:

- Stetig wachsende Variantenvielfalt des Angebots
- Immer mehr Bauteile und Vorprodukte
- Kürzere Produktzyklen
- Platzmangel am Montageband
- Just in Time Anlieferung vorkommissionierter Montagesets
- Integration neuer Technologien in den Produktionsprozess

Diese Herausforderungen in Produktion und Handel müssen durch intelligente, modulare und skalierbare intralogistische Systeme angegangen und gelöst werden.

## 2. Lösungsansatz von Kardex Remstar: Vertical Buffer Module

Eine effiziente Intralogistik in Produktion und Handel muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Hohe Bereitstellungs- und Kommissionierleistung
- Präzise Picks durch Automatisierung und Assistenzsysteme
- Platzsparende Lagerung
- Kurze Laufwege
- Ergonomie
- Effiziente Anbindung an Warenwirtschaftssysteme
- Geschwindigkeit bei der Bestellannahme und –bearbeitung
- Effizienz in der Bereitstellung der geordneten Ware
- Versand und Lieferzeit verkürzen
- Retourenpolitik

In Summe soll die Intralogistik den Materialfluss in der Produktion und im Lager, bzw. Verteilzentrum, optimieren, die Prozesse ordnen und strukturieren und somit auch die Intralogistik modernisieren.

Kardex Remstar hat für diese Anforderungen die neue Produktfamilie Vertical Buffer Module entwickelt. Als erstes Produkt in der Produktfamilie wurde der Kardex Remstar LR 35 entwickelt und in den Markt eingeführt.

Der Kardex Remstar LR 35 aus der Produktfamilie Vertical Buffer Module ist ein automatisiertes, vertikales Puffer- und Kommissionierlager zur Lagerung von Kleinteilen in Behältern und/oder auf Tablarern.

Der Kardex Remstar LR 35 besteht aus:

- einem mehrsegmentigem Regalsystem mit einer Gasse
- einem verfahrbaren Mast mit einem Behältergreifer
- Kleinteilebehältern, Tablarern in bzw. auf denen die Kleinteile gelagert sind
- einer oder mehreren Bedienöffnungen, bzw. Kommissionierstationen
- Steuerungshardware und -software

Bei einer Lagerkapazität von ca. 2.000 Behältern (mit den Abmaßen 600x400x120mm) pro Gerät und einer Kommissionierleistung von bis zu 500 Auftragspositionen pro Arbeitsstation (eine Arbeitsstation kann an ein oder mehrere Geräte angebunden sein) ist das Vertical Buffer Module hauptsächlich in Kommissionierlagern oder in Produktionen im mittleren Leistungsbereich in Bezug auf Lagerkapazität und Durchsatz einsetzbar.

Der Kardex Remstar LR 35 überzeugt vor allem mit folgenden Vorteilen:

- Hohe Kommissionierleistung (Technische Daten - siehe oben)
- Energieeffizienz by Design: Einsparen statt rückgewinnen. Effizienz bedeutet, größtmöglichen Nutzen mit minimalem Aufwand zu erreichen. Der Energieverbrauch des LR 35 liegt nur bei einem Drittel im Verhältnis zu vergleichbaren Systemen (AKL, Hubbalkensysteme).
- Einfache Integration in den bestehenden Materialfluss, bzw. in Softwaresysteme
- Ergonomische Kommissionierstationen und ergonomisches Bedienkonzept
- Hohe Kommissioniergenauigkeit durch kontrollierten Zugriff auf einen Behälter und durch den Einsatz von Pick-to-light-Systemen
- Hohe Skalierbarkeit und Modularität bietet kurze Projektierungs- und Lieferzeiten

### 3. Anwendungs- und Einsatzfelder

Der Kardex Remstar LR 35 wird häufig in folgenden Anwendungs- und Einsatzfeldern eingesetzt:

#### 3.1 Produktionsversorgung

Die Produktionslogistik hat die Aufgabe, die art- und mengenmäßig, räumlich und zeitlich abgestimmte Versorgung der Produktionsprozesse mit den benötigten Produktionsfaktoren sowie deren Entsorgung zu gewährleisten.

In der Just-in-Time Produktion wird nur das Material in der Stückzahl und zu dem Zeitpunkt produziert und geliefert, wie es auch tatsächlich zur Erfüllung der Kundenaufträge benötigt wird. Das Prinzip der Just-in-time-Produktion erfordert einen abgestimmten Produktions- und Materialfluss entlang einer Lieferkette.

In den Bereichen Maschinenbau, Automobilindustrie, Elektrotechnik, Oil&Gas und Medizingerätebau fertigen viele mittelständische Unternehmen ihre Produkte in Serienfertigung mit hoher Variantenvielfalt. Dabei ist die Kommissionierung von Montage- und Fertigungsbauteilen sowie die just-in-time Bereitstellung von Montagesets in der Produktion ein wichtiger Bestandteil in der Produktionslogistik bzw. in der Produktionsversorgung.

Mit dem Kardex Remstar LR 35 kann die Kommissionierung und somit die Produktionsversorgung optimal erfolgen. Die wichtigsten Argumente für einen hohen Kundennutzen für diesen Einsatz sind:

- Ergonomische Kommissionierstationen und ergonomisches Bedienkonzept ermöglichen kurze Laufwege für den Kommissionierer
- Trennung des Materialflusses zwischen Wareneingang und Kommissionierung
- Flexible und einfache Erweiterungsmöglichkeiten, z.B. von zusätzlichen Bedienöffnungen, Fördertechnikanschluss, Fahrerlosen Transportsystemen, Multi-Shuttle-Systemen, usw.



Bild 1: Kommissionierung für die Produktionsversorgung

### 3.2 Auftragskommissionierung im Handel (Warehouse & Distribution)

Der Handel von Gütern vor allem im Online-Geschäft steigt stetig an. Vor allem die Anzahl der kleinen und mittleren E-Commerce-Händlern steigt rapide an und der prozentuale Umsatz dieser kleinen und mittelgroßen Händler beträgt je nach Land zwischen 50 und 65% des E-Commerce-Gesamtumsatzes. Durch den starken Wachstum stoßen diese E-Commerce-Händler an folgende Probleme:

- Lagerhallen werden zu klein und Lageroptimierungen, bzw. Umzüge sind notwendig.
- Die Organisation des Lagers muss optimiert werden.
- Ansteigende Fixkosten
- Geringere Flexibilität
- Niedrigere Effizienz

Mit dem Kardex Remstar LR 35 kann die Lageroptimierung, die Lagerorganisation und die Kommissionierung optimal erfolgen. Die wichtigsten Kundennutzenargumente für diesen Einsatz sind identisch zu den unter 3.1 beschriebenen und bewältigen somit auch das stetige Wachstum im Bereich E-Commerce.

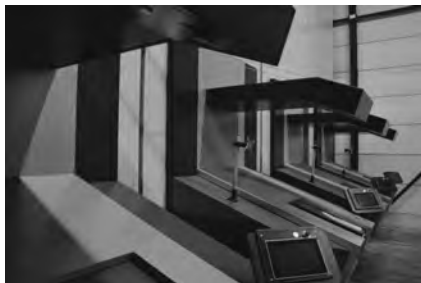


Bild 2: Kommissionierarbeitsplätze im Sanitärhandel

### 3.3 Automatisierte Anlagen in der Produktion und Handel

Die Automatisierung ist schon längst in die Bereiche Produktion und Handel eingedrungen und wird sich auch durch die Digitalisierung, Industrie 4.0 und durch die Mensch-Maschine-Kollaboration weiter fortsetzen.

Der Kardex Remstar LR 35 kann für automatisierte Intralogistiklösungen im Bereich Produktion z.B. als automatisierter Produktionspuffer und im Bereich Handel als Sequenzier- oder Konsolidierungspuffer eingesetzt werden. Die einfache Integration in den Materialfluss mit einer Anbindung über Fördertechnik, Fahrerlose Transportsysteme, Roboter, usw. sowie

in übergeordnete Softwaresysteme ist problemlos möglich. Die hohe technische Leistung macht den Kardex Remstar LR 35 zu einem optimalen Baustein in einer automatisierten Anlage, die jederzeit flexibel erweitert oder umgebaut werden kann.



Bild 3: Kardex Remstar LR 35 mit Roboter- und Fördertechnikanbindung als Produktionspuffer

#### 4. Ausblick/Zusammenfassung/Fazit

Kardex Remstar bietet mit dem LR 35, dem ersten Produkt aus der Produktfamilie Vertical Buffer Module, ein automatisiertes vertikales Puffer- und Kommissionierlager zur Lagerung von Kleinteilen in Behältern und/oder Tablaren, mit dem eine hohe Kommissionierleistung beim manuellen Picken erzielt wird. Die Ergonomie, Energieeffizienz und die einfache Integration in bestehende oder externe Systeme sind die wichtigsten Vorteile dieses Systems.

Auf der Intralogistikmesse LogiMAT 2017 wird das zweite Produkt dieser Produktfamilie, der Kardex Remstar LT 35, dem Markt vorgestellt. Auf Basis der gleichen, modularen Leichtbauweise richtet der LT 35 den Fokus auf Anwendungen mit schnellem Vertikaltransport mit zusätzlicher Pufferfunktionalität. Der LT 35 kann als kleiner dezentraler Puffer in der Produktion zur kurzzeitigen Lagerung von Montagesets verwendet werden. Im Handel bzw. im Lager kann dieser als Behälterpuffer, z.B. im Warenausgang oder in der QS oder auch als Heber in der Fördertechnik mit zusätzlicher Pufferfunktionalität eingesetzt werden.

Die Aussage von Herrn Guido Follert, Abteilungsleiter Maschinen und Anlagen, Fraunhofer Institut für Materialwirtschaft und Logistik (IML), Dortmund trifft das Produkt hervorragend: „Der Kardex Remstar ist ein starkes Stück Lagerlogistik, eine funktionierende Einheit.“