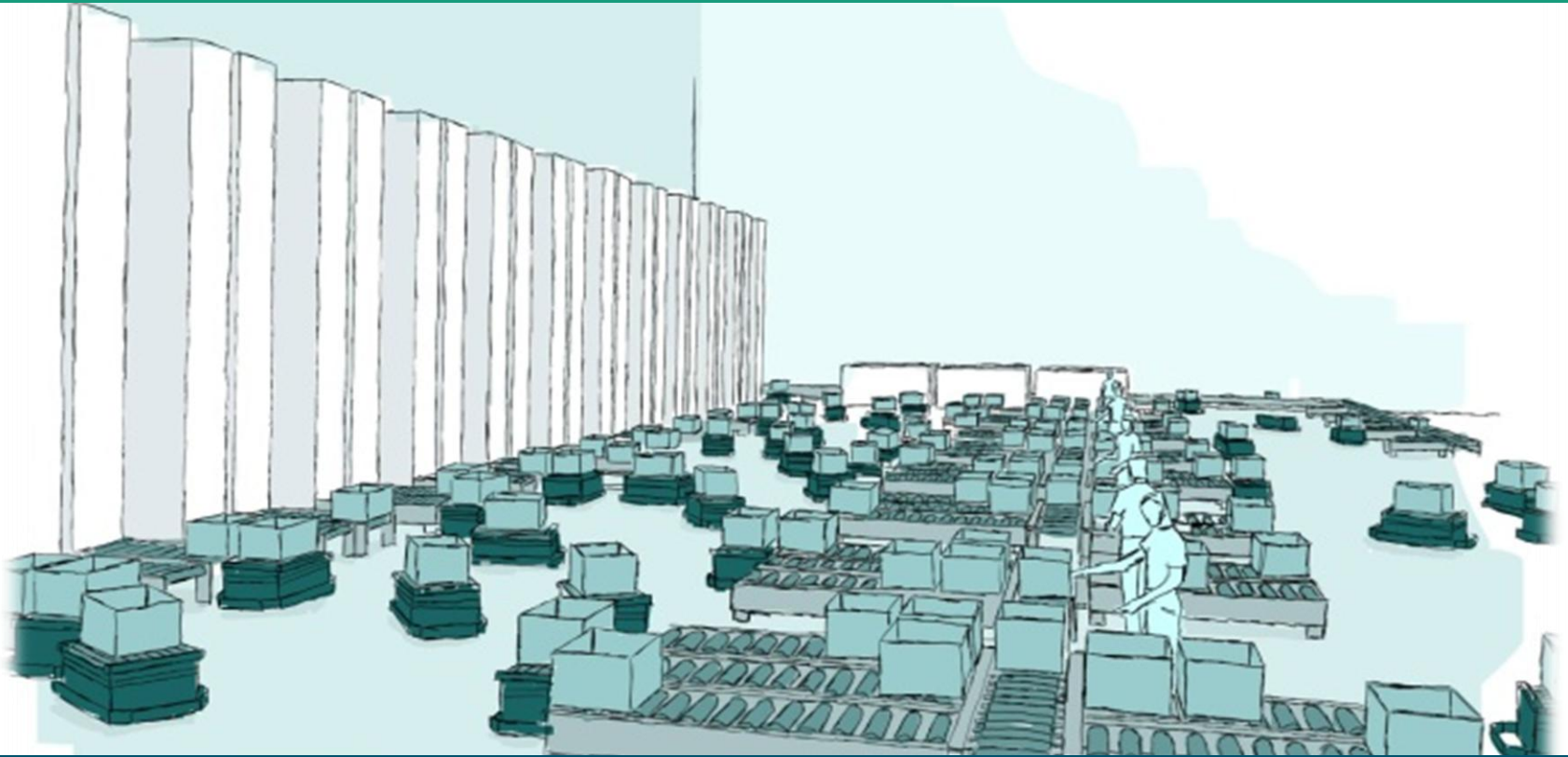


## Zellulare Transportsysteme – neue Wege für die Intralogistik

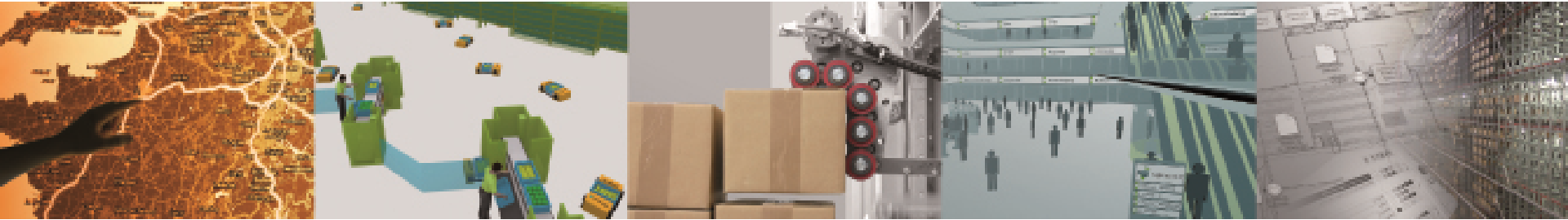
Dipl.-Ing. Andreas Kamagaew



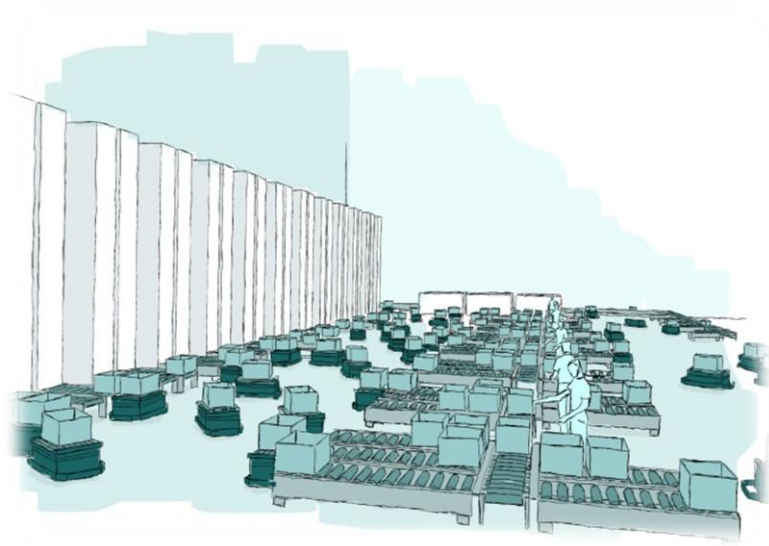
Forum „Junge Spitzenforscher und Mittelstand“  
9. November, Petersberg bei Bonn

# Übersicht

- Aktuelle Anforderungen der Intralogistik
- Idee und Definition
- Steuerung
- Technische Realisierung
- Vergleich
- Ausblick



# Aktuelle Anforderungen



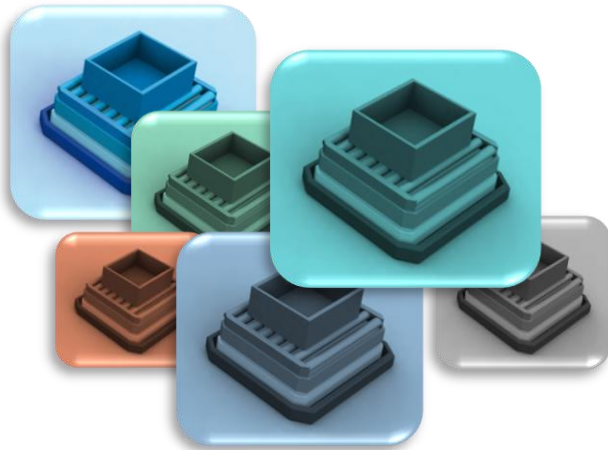
- Schnelle und flexible Reaktionen auf stetig wechselnde Leistungsanforderungen
- „plug and convey“

# Idee der Zellularen Transportsysteme



- Flexibilität und Wandelbarkeit steigern
- Skalierbarkeit eines Materialflusssystems erhöhen
- Unflexible Stetigfördertechnik durch kleine autonome Transporteinheiten ersetzen
- Selbststeuerung nach dem Internet der Dinge Prinzip
- Schwarmintelligenz zur Bewältigung komplexer Transportaufgaben nutzen
- Autonom Einzeltransporte bewältigen
- Transportleistung genau dort, wo sie benötigt wird

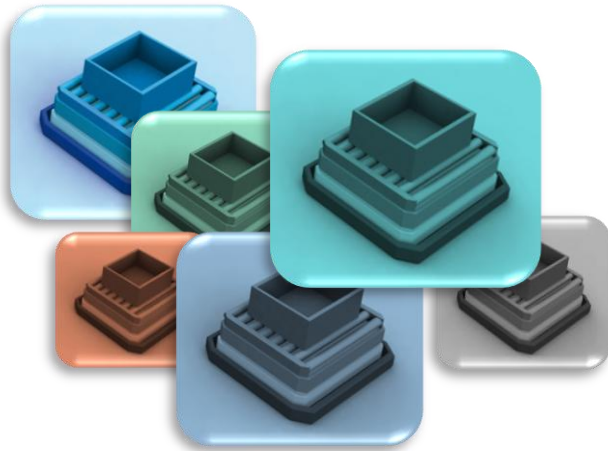
# Definition



**Zellulare Transportsysteme** (engl. Cellular transport systems) (auch „zellulare Fördertechnik“) basieren auf autonomen fördertechnischen „Entitäten“. Dies sind z. B. → autonome Transportfahrzeuge (s. → Shuttles) und/oder autonome Fördertechnikmodule. Die Kommunikation der Entitäten untereinander erfolgt wie auch die Steuerung selbst typ. durch (Software-) Agenten. Zellulare Transportsysteme sind „topologieflexibel“: Die Anordnung der fördertechnischen Entitäten im Raum (das fördertechnische Layout) kann jederzeit geändert werden. Werden den (bewegten) logistischen Objekten „Missionen“ und Strategien bzw. entsprechende Koeffizienten implantiert, so verfolgen deren Agenten in der Kommunikation mit der Umgebung und untereinander das vorgegebene Ziel selbständig (z. B. Ein-/Auslagerung, Transport, Sortierung etc.). Auch die gewünschte Emergenz im Sinne einer ressourcenschonenden Zielerfüllung des Z. T. ergibt sich durch Interaktion zwischen den fördertechnischen Entitäten und einer entspr. (serviceorientierten) Umgebung selbständig. Z. T. sind somit intralogistische Systeme höchster Flexibilität

Quelle: ten Hompel, M., Heidenblut, V.: Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik, Springer, Berlin, 2011, 3. Auflage, 361 S., ISBN 978-3-540-75661-3

# Definition



## Zellulare Transportsysteme

50 Fahrzeuge

Sensorknoten  
Adaption  
fraunhofer IML  
Kollisionsvermeidung

freie Räume

Autonome Systeme  
Lokalisation

Intelligente Sensoren

Multishuttle Move

Transport

direkte Wege

Swarm Intelligence

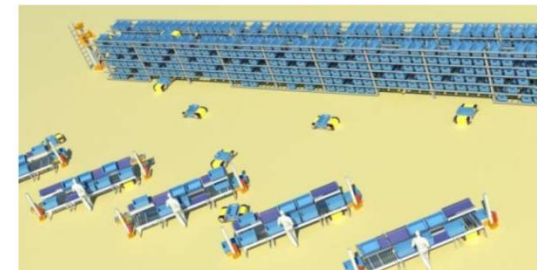
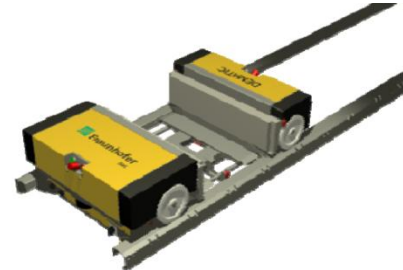
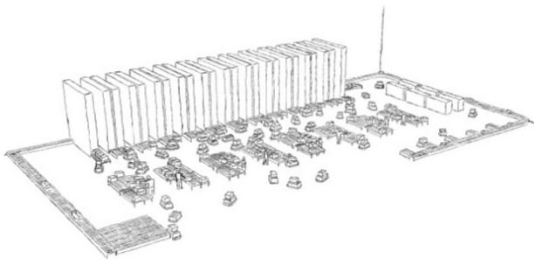
Multi-Agenten

Ameisenalgorithmen

Sensorfusion

# Steuerung

- Multi-Agenten-System nach dem „Internet of Things“ und „Swarm Intelligence“ Prinzip
- Erhöhte Anforderungen an die Rechenleistung aufgrund der Erhöhung der Freiheitsgrade
- Jede Transportentität kann mit anderen Entitäten kommunizieren
- Transportfahrzeuge verhandeln um Transportaufträge
- Jedes Fahrzeug muss selbstständig eine Transportaufgabe erfüllen können (Autonomes Verhalten)
- Im Schwarm können weitreichendere Transportaufgaben schneller und besser erfüllt werden, da vom Wissen des Kollektivs profitiert wird (Schwarmintelligenz)
- Visualisierungsgestützte Fehlersuche
- Sichere Interaktionen mit Personen und nichtautomatisierten Fahrzeugen



# Technische Realisierung

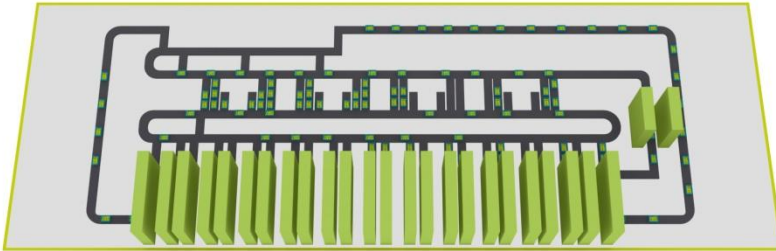


- Autonome, intelligente, selbstorganisierende Transportfahrzeuge
- Multimodales Fahrwerkskonzept (fahren im Hochregal und auf dem Boden)
- Dezentrales Steuerungskonzept mit Nutzung autonomes Fähigkeiten und Schwarmintelligenz
- Kommunikation mit Sensorknoten und WiFi nach IEEE 802.15.4 und IEEE 802.11
- Hybrides Sensorikkonzept aus Funkortung, Abstands- und Inertialsensoren
- Intelligente verteilte Lokalisation und Kollisionsvermeidung

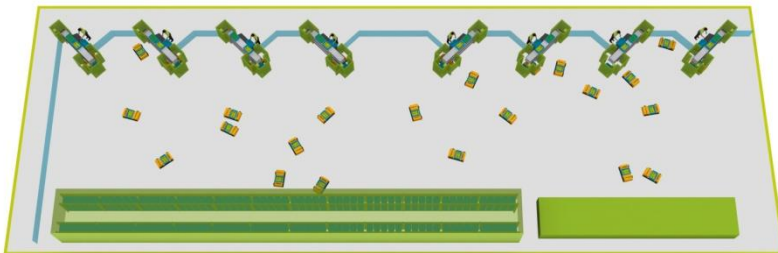
# Halle Zellulare Transportsysteme am Fraunhofer IML



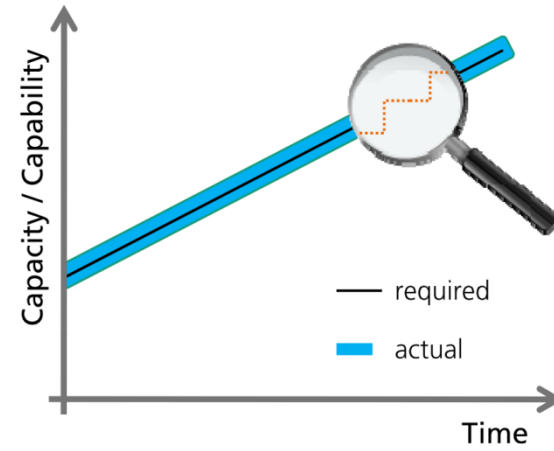
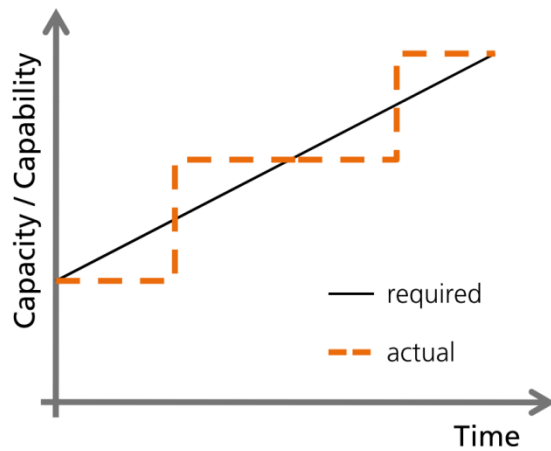
# Vergleich I



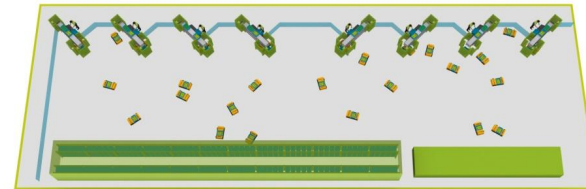
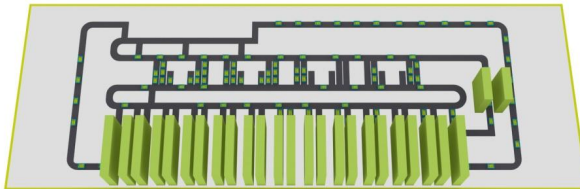
- Kennzahlen:
  - Max. 2000 Behälter/h
  - Konventionell: 50m Quelle-Ziel
  - Zellular: 22m Quelle-Ziel
- Notwendige Anzahl der Fahrzeuge:
  - 50 MultiShuttle Move
- Technische Vorteile:
  - Skalierbarkeit
  - Flexibilität
  - Freie Wegwahl
  - Direkte Wege



# Vergleich II



Quelle: M. ten Hompel, A. Kamagaew: 20. Deutscher Materialfluss-Kongress: Zellulare Intralogistik – In Zukunft nur noch Multishuttles?



# Ausblick





Vielen Dank für  
Ihre  
Aufmerksamkeit!

