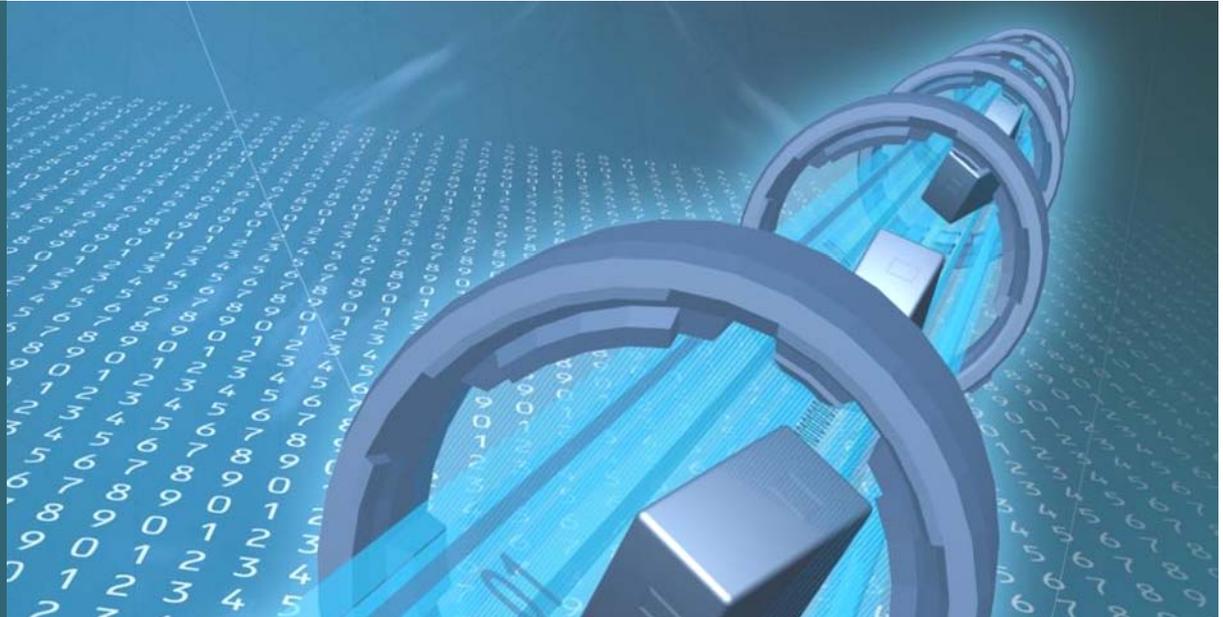


Individuell bewegen



Internet der Dinge und Dienste
Wissenschaftssymposium der BVL 2010

Prof. Dr. Michael ten Hompel



EffizienzCluster LogistikRuhr adressiert die Megatrends



- Effizienter Umgang mit Ressourcen
 - Effizienter Warentransport und Produktion
 - effizienter Umgang mit Ressourcen und Umwelt



- Individualität bewahren
 - individuelle Versorgung mit Ware + Information
 - Erhalt der individuellen Mobilität



- Urbane Versorgungssicherheit
 - robuste und sichere Logistik für Ballungsräume
 - urbane Logistiksysteme im globalen Kontext



Zentrale logistische Forschungsfrage

- Es wird in den nächsten Jahren darum gehen, den Widerspruch zwischen Ressourceneffizienz und Individualität¹ aufzulösen.
- Hierbei werden das Internet der Dinge & Dienste eine große Rolle spielen.

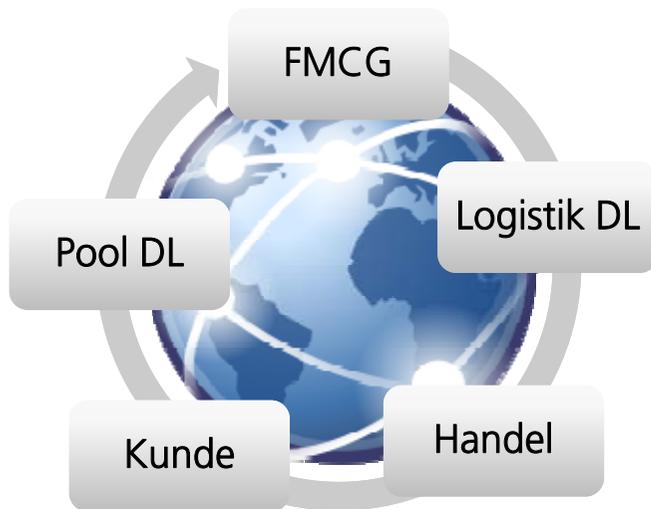




Die Leitthemen des EffizienzClusters



EU Forschung am Fraunhofer IML smartI - reusable transport items



- Branchen- und Supply-Chain übergreifendes Konzept zur Entwicklung intelligenter Ladungsträger
- Standardisierte Entwicklungsarchitekturen für AutoID-Technologien und IT-Dienste
- Integration von Dualfrequenz RFID (HF+UHF Chip), Lokalisierung zur dezentralen Nutzung auf verschiedenen Supply-Chain Ebenen
- Projektdetails
 - 3,5 Jahre Laufzeit
 - 8,4 Mio. EUR Volumen
 - 8 Industrie- und Forschungspartner
 - Stakeholdergroup mit mehr als 20 Großunternehmen geführt durch GS1





EffizienzCluster LogistikRuhr Wirkung und Ziele

Marktpotenzial



2.285 Mio. €

Arbeitsplätze



>4.000

Produkte/Patente



>100

BMBF Förderung



ca. 40 Mio. €



Internet Gesellschaft



- Internet
 - Das Internet hat das klassische Beziehungsgeflecht in Produktion und Handel nachhaltig verändert.

- Individualität
 - Die Beziehungen der Marktteilnehmer werden immer individueller, immer schneller die Reaktionen auf Angebot und Nachfrage.

- Stabilität
 - Mit Web 2.0 und Logistik 2.0 entstehen hoch dezentralisierte, schwer zu kontrollierende und divergente Systeme.



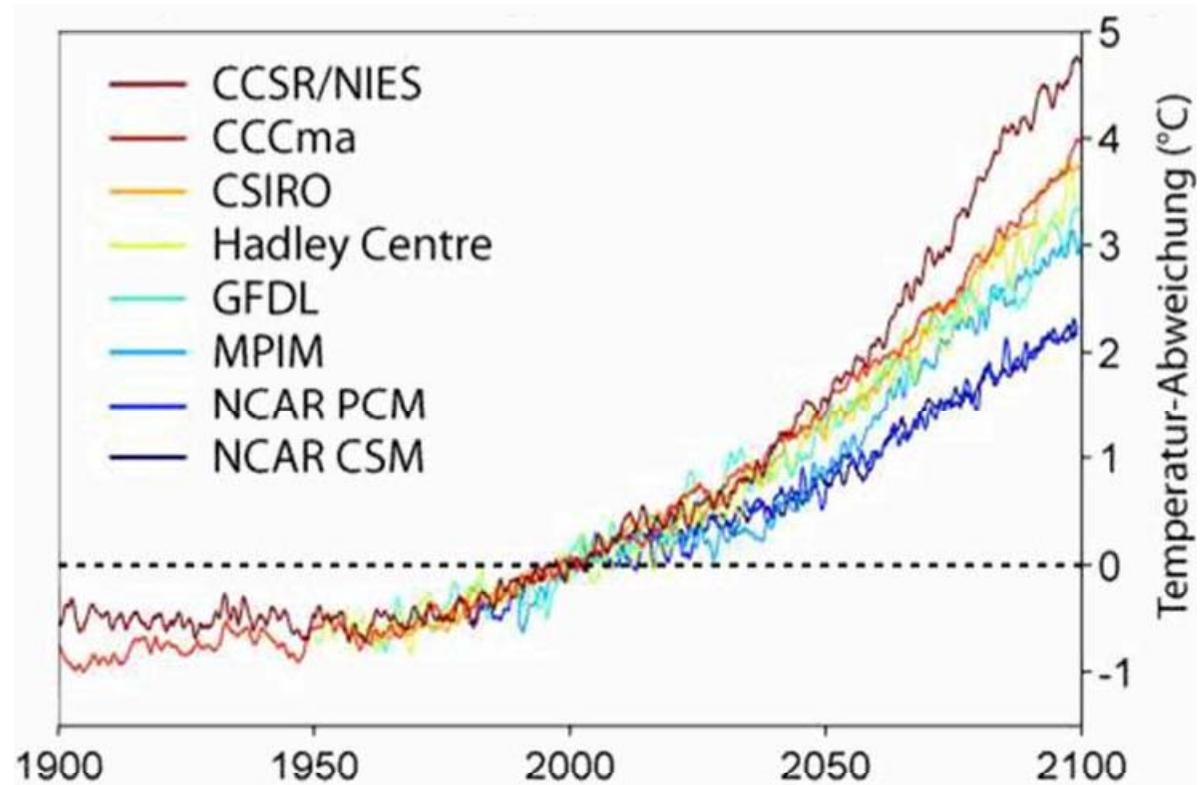
Individualität Internet der Dinge gibt Antworten

- Das Internet der Dinge schafft Wandelbarkeit und Individualität!
 - Jeder Behälter verfolgt seine Mission und steuert sich selbst.
 - Effizienz durch analoge Steuerung für jeden Behälter individuell.
 - Das Internet der Dinge ist robust und beliebig skalierbar.





Klimawandel globale Erwärmung [IPCC 2006]





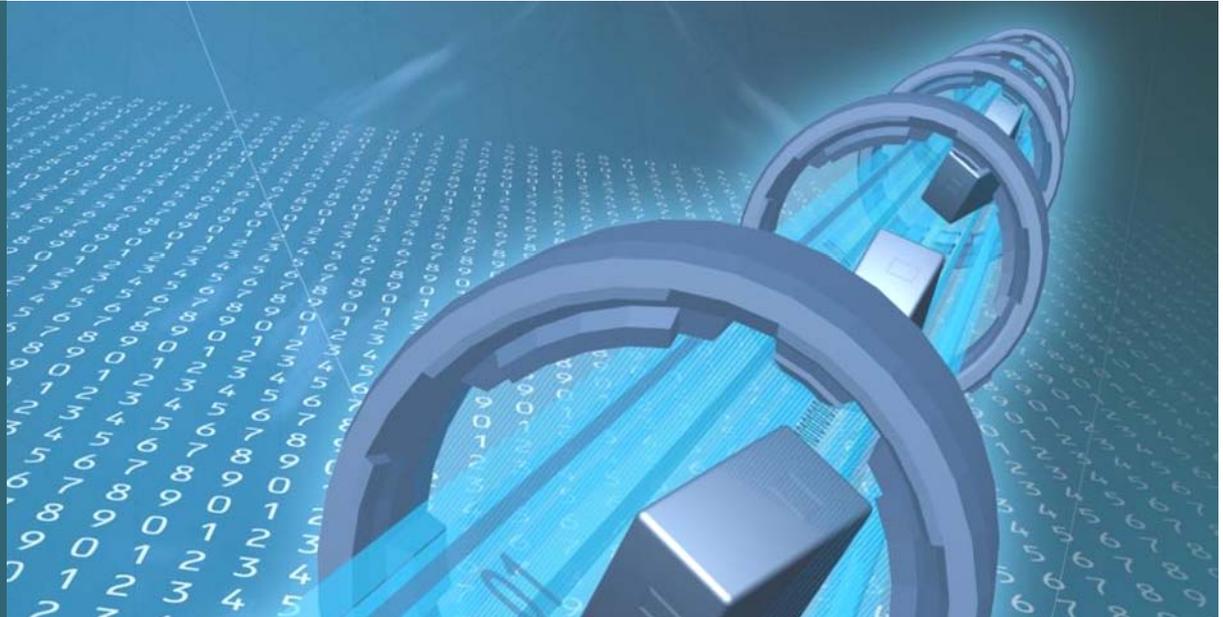
Energiekosten

- Bei einem Energiepreis von 10 Cent pro kWh erreichen die Stromkosten für einen durchschn. Elektromotor* bereits nach einem Jahr den Kaufpreis für den Motor. Nach 5-10 Jahren übertreffen die Stromkosten die Investitionen für gängige Stetigfördertechnik.
- Diese Kosten können für ein normales Distributionszentrum durch intelligente Steuerung und/oder Regelung halbiert werden.





Unvermeidlich

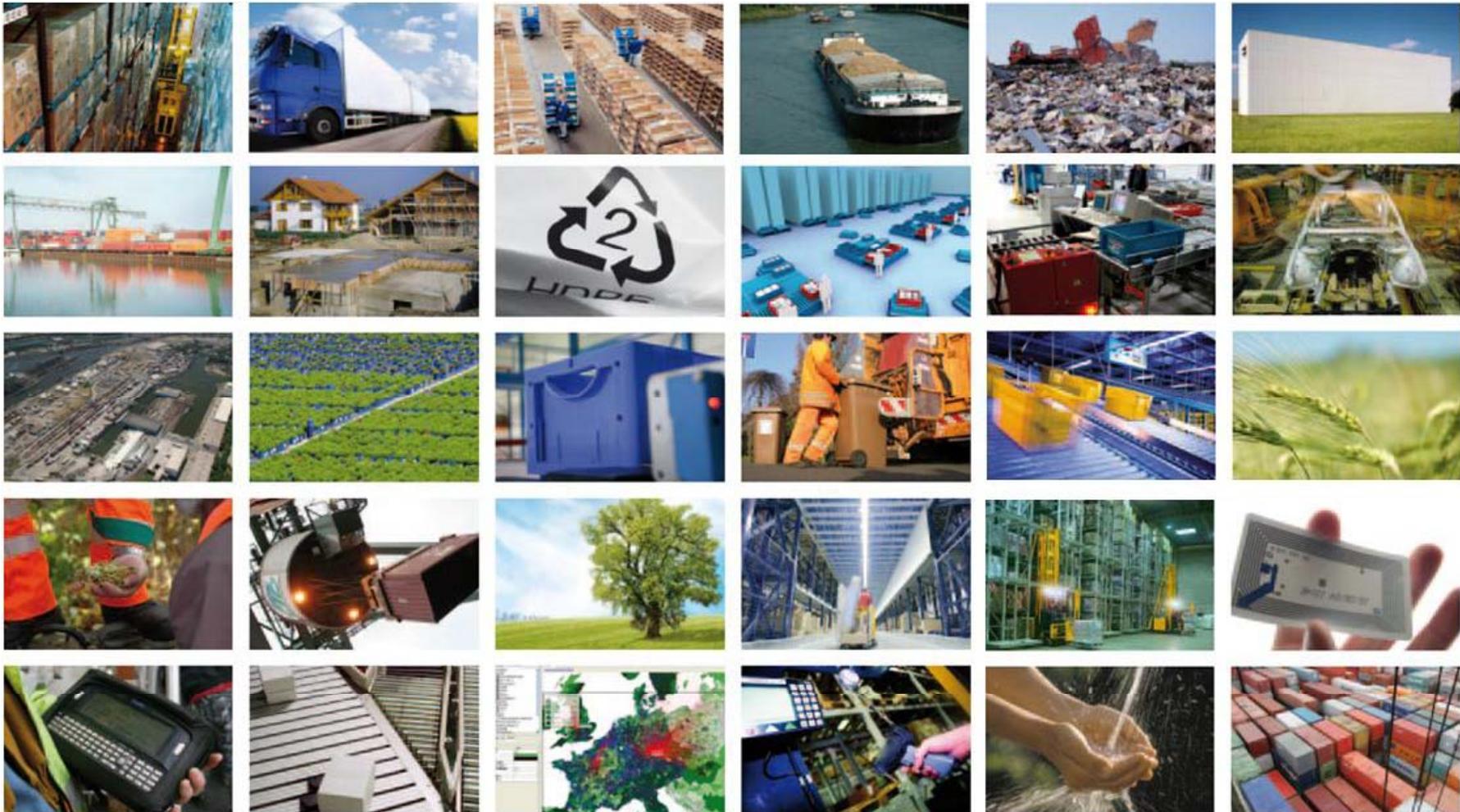


Internet der Dinge und Dienste
Wissenschaftssymposium der BVL 2010

Prof. Dr. Michael ten Hompel



Logistik ist bunt ... und interdisziplinär





Logistik ist schwerer vorherzusagen als das Wetter – von dem sie häufig abhängt!





Logistik ist komplex: Datenkomplexität

- Die Menge intralogistischer Informationen ist in den vergangenen 10 Jahren um den Faktor 1.000 gestiegen.
 - Im Jahr 2000 war das gesamte Internet nur 21 TerraByte groß.
 - In der gleichen Zeit stieg die Rechnerleistung um den Faktor 30-50.





Logistik ist nicht deterministisch

- Intralogistik ist in weiten Teilen nicht deterministisch.
 - Ereignisse und vor allem deren zeitliche Folge sind nicht vorbestimmt.
- Intralogistik ist probabilistisch.
 - Eine Folge von Ereignissen trifft mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ein.





Die Unschärferelation der Logistik

- Ein logistisches System ist nicht deterministisch!
- Ein logistisches System muss echtzeitnah gesteuert werden.
- Je genauer ein Prozess in der Zukunft bestimmt wird, umso unwahrscheinlicher wird sein Eintreffen in vorbestimmter Zeit.





(Intra) Logistik ist individuell

- Intralogistik ist hochgradig individuell (Artikel, Branchen, Chargen etc.).
 - Dies führt auch zu **individuellen Layouts**
- Wir steuern unsere Welt mit **individuellen Heuristiken**.
 - Kunst mit begrenztem Wissen und wenig Zeit zu guten Lösungen zu kommen.
- Um diese Individualität zu ermöglichen, ist es zumeist wichtiger, eine sinnvolle Entscheidung in begrenzter Zeit zu treffen als eine vermeintlich «optimale» zu spät.

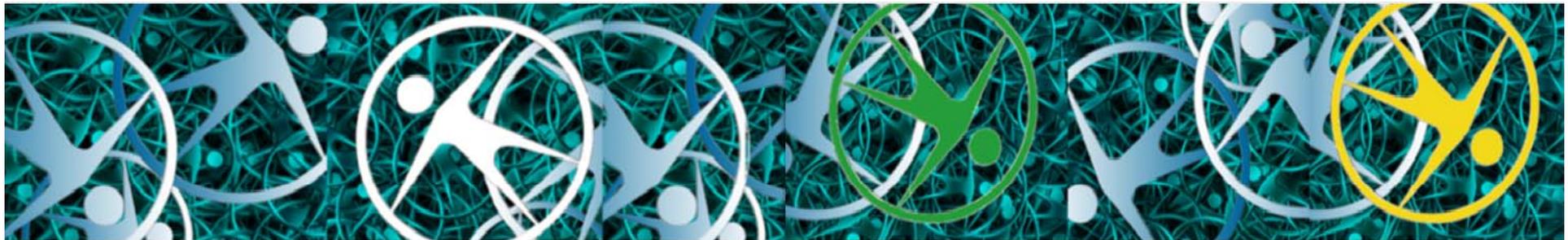


Bild: basierend auf © Gerd Altmann auf www.Pixelio.de



Das Paradoxon der standardisierten Zukunft



- Standardisierung zielt auf Vereinheitlichung von Prozessen/Prozessketten.
- Durch die Standardisierung von Supply Chains wird die Nutzung von Erfahrungswissen für aktuelle und zukünftige Prozesse möglich.
- Die Standardisierung in der Logistik ist der Versuch, zukünftige Ereignisse vorherzusagen, um bei deren Eintreffen mit standardisierten Verhaltensmustern zu reagieren.
- **Standardisierung setzt eine vorhersagbare Zukunft voraus.**



Auflösung des Paradoxons der standardisierten Zukunft



- Das Einzige, was vorbestimmt ist, ist der Wechsel:
 - Prozess → Service
 - SCM → SOA
 - Standard → konvergenten Services

- Am Ende steht der Wechsel vom klassischen, vorgedachten Supply Chain Management hin zur Logistics on Demand – zu konvergenten Services, die bei Bedarf abgerufen werden.

- ...und die **Standardisierung der Services**



Was bedeutet Cloud Computing ? Definitionsversuch

Cloud Clients



Definition

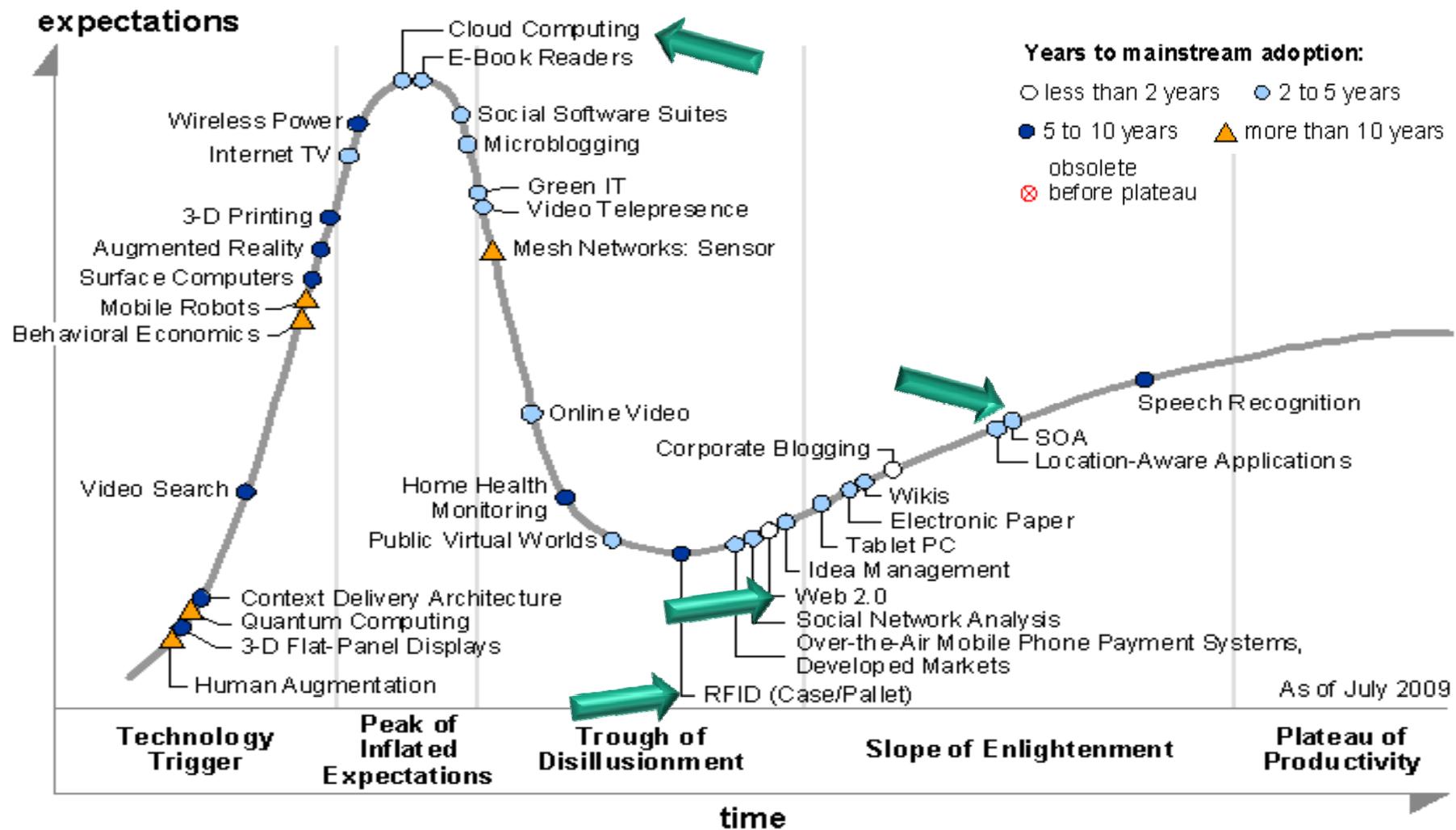
- **Cloud Computing** ist ein Begriff aus dem IT-Management. Es handelt sich dabei um das Konzept, Betrieb, Bereitstellung, Support, Management, Sourcing, Architektur und Verwendung von IT, über einen oder mehrere externe Anbieter zu beziehen.

Funktionalitäten befinden sich nicht mehr auf dem lokalen Rechner oder im Firmenrechenzentrum, sondern sind über das Internet verfügbar.

Eine geeignete Auswahl von Funktionen und Daten bildet in der „Cloud“ die Anwendung.



Was bedeutet Cloud Computing ? Gartner Hype Cycle 2009





Logistics Mall

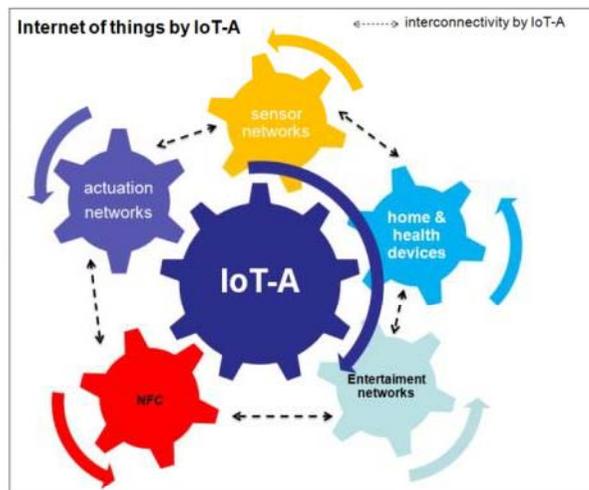




EU Forschung am Fraunhofer IML IoT-A: Internet of Things Architecture



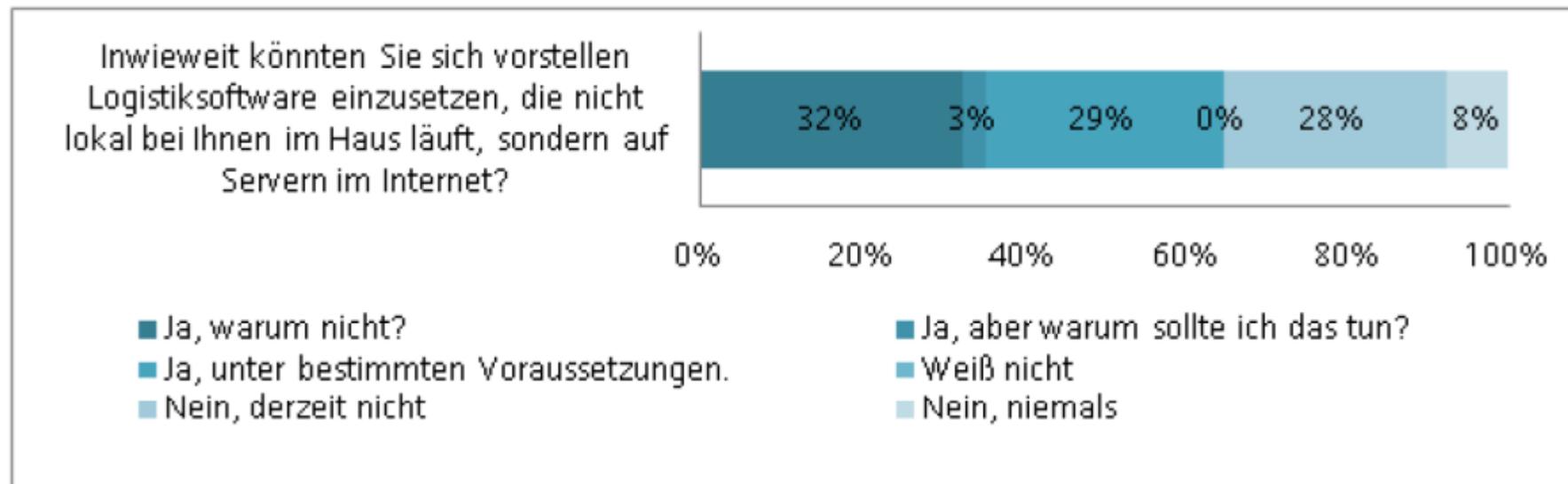
- IoT-A ist das größte Europäische Leuchtturmprojekt (FP7 IP) im Bereich Internet of Things
- Das Ziel von IoT-A ist die Etablierung einer gemeinsamen universellen Architektur für alle Anwendungen im Internet der Dinge
- Projektdetails:
 - 19 Industrie- und Forschungspartner
 - Budget von über 20 Mil. EUR
 - Laufzeit von 3 Jahren
 - Fraunhofer IML:
 - Leitung der Anwendungsentwicklung
Architektur- und Protokollentwicklung

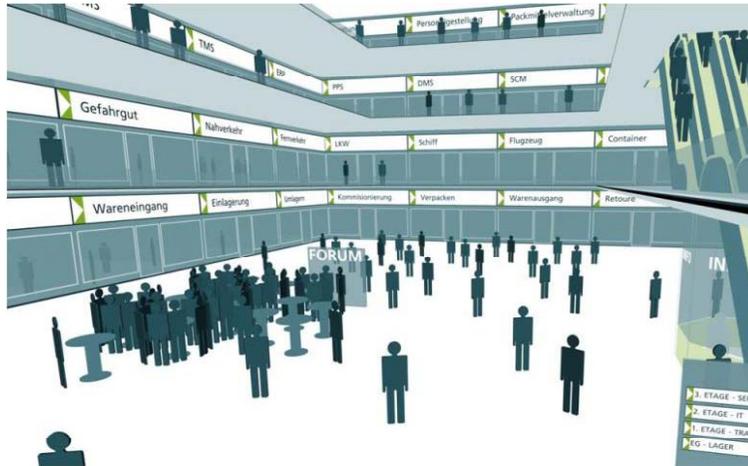




64% können sich vorstellen Software aus der Cloud zu beziehen

- 64% können sich vorbehaltlos oder unter definierten Voraussetzungen vorstellen, SaaS/Cloud Computing einzusetzen.
- Nur 4% der Logistikdienstleister (8% der Befragten) können sich nicht vorstellen, SaaS/Cloud Computing einzusetzen.





Internet der Dienste logistics mall

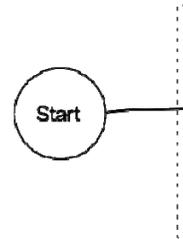
Normative Ebene
Auftragsdurchlauf
Selbstorganisation
Software as a Service



Internet der Dinge Zellulare Intralogistik

Operative Ebene
Echtzeitsteuerung
Selbststeuerung
Multishuttle Move

Weiterführende Technologien

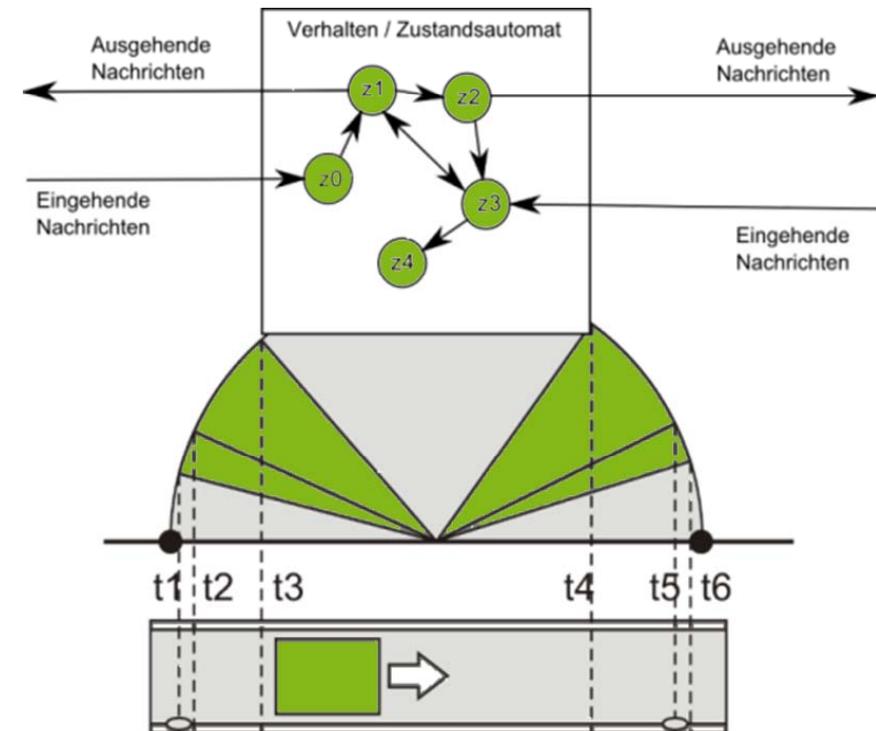


- Model Checking
 - Automatische Verifikation von Materialflusssystemen
 - Ausschließlich maschinenverarbeitbare Spezifikationen
 - Erste Studie zeigt Anwendung in der Praxis
- Echtzeitfähigkeit garantieren
 - Steuerungsverhalten, Material- und Informationsfluss zukünftig in einem Modell & Werkzeug
 - Model Checking unter Berücksichtigung von Zeitrestriktionen



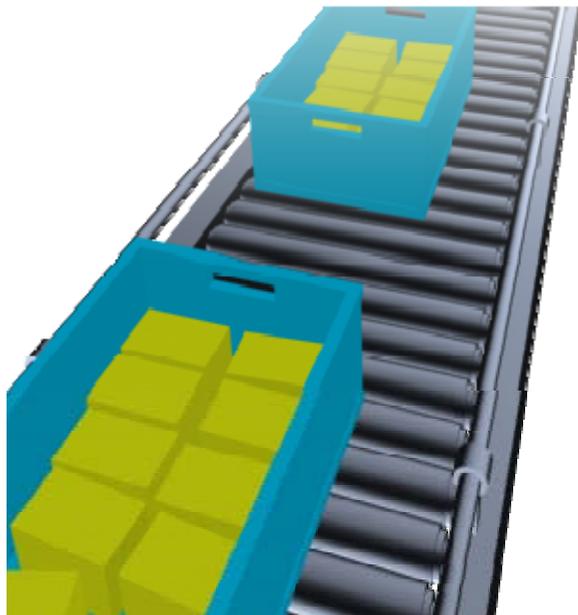
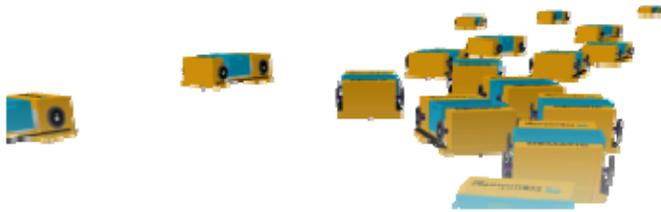
RealTime Logistics

- Modellerweiterung durch den Einsatz erweiterter Modelle für endliche Zustandsautomaten
 - Communicating Finite State Machines (CSFM)
 - Communicating Real-Time State Machines (CRTSM)
- Entwicklung analytischer Verfahren zum Nachweis der Echtzeitfähigkeit
 - Steuerungsverhalten, Material- und Informationsfluss in einem Modell & Werkzeug
 - Visualisierung von Echtzeitverhalten, Material- und Informationsfluss realer Anlagen



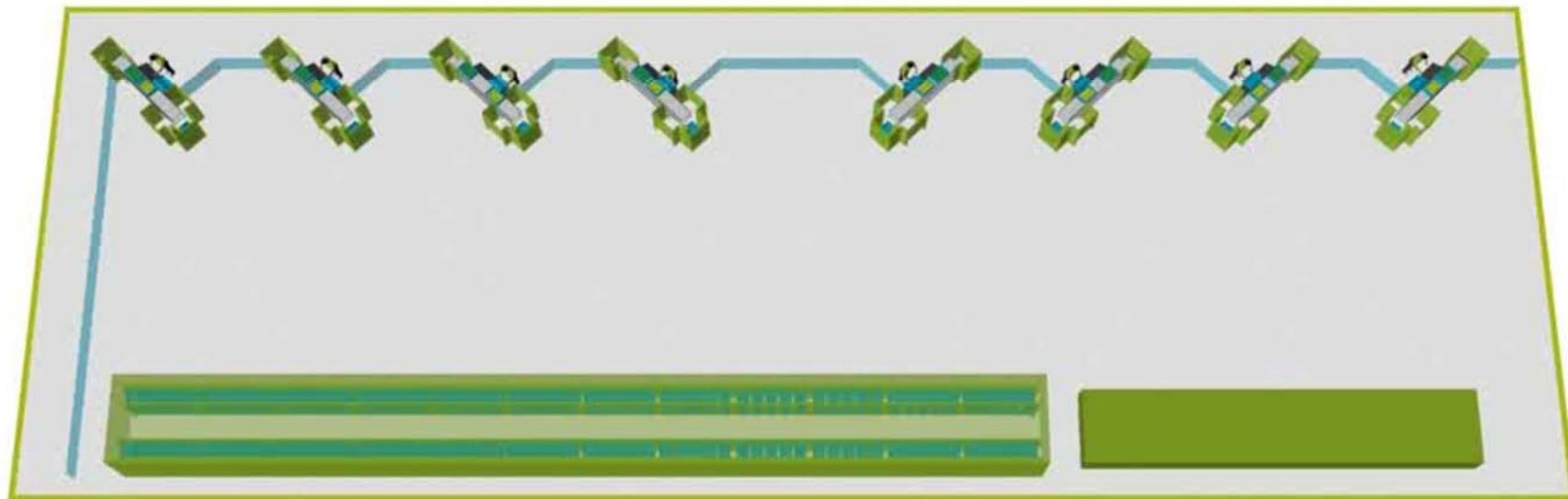


Zellulare Intralogistik & Transportsysteme



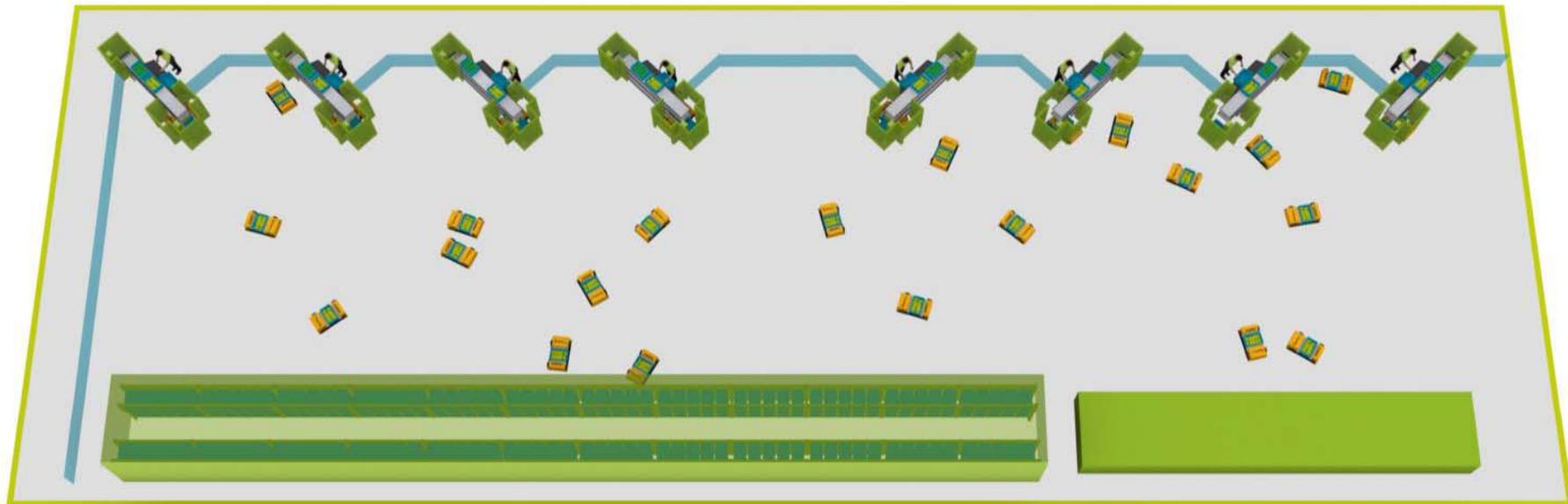
- Die Zellulare Intralogistik antizipiert den Ruf nach Individualität und macht ihn zur Methode.
- Zellulare Intralogistik ist die konsequente Fortsetzung der logistics mall auf operativer Ebene.
- Die Philosophie der «Logistics on Demand» wird auf den physischen Materialfluss übertragen:
 - Starre, herkömmliche Fördertechnik wird aufgelöst.
 - An ihre Stelle treten autonome Fahrzeuge und Module (Zellen), die wie die Zellen eines Organismus arbeiten.
 - Jede Zelle bietet einen Service an – z. B. den Transport eines Behälters von einer Quelle zum Ziel.
 - Der klassische Materialflussrechner wird durch kooperierende Zellen (Entitäten) ersetzt.
- Konsequenz: **Maximale Flexibilität und Dynamik**

Konsequent zu Ende gedacht: Der ideale logistische Raum ist leer!





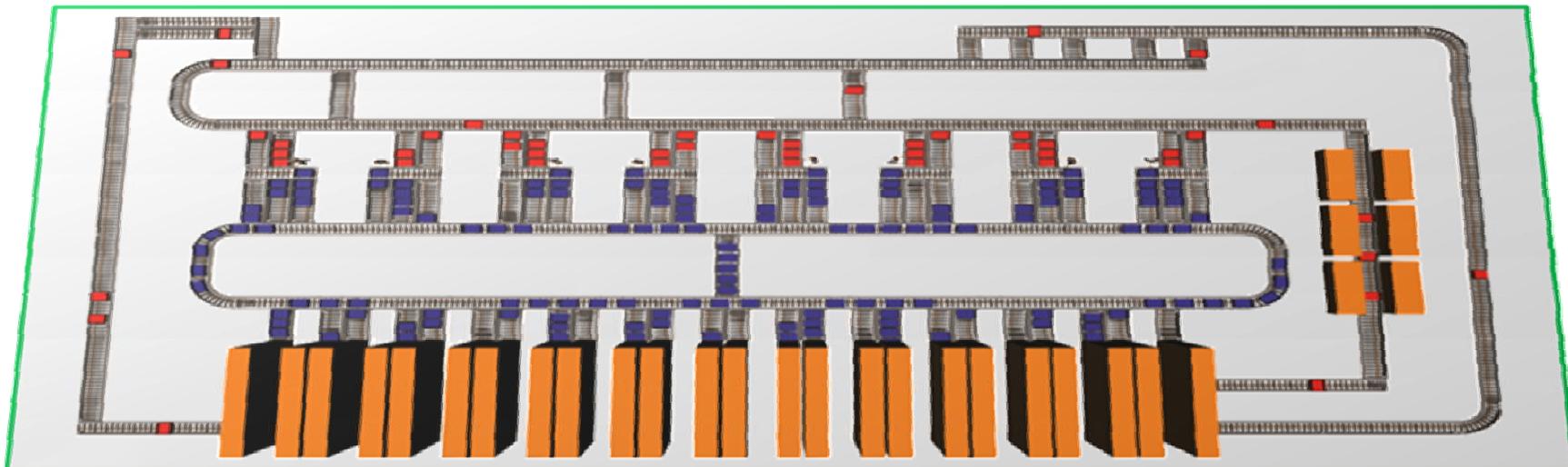
Individualität hat Methode! Internet der Dinge-Zellulare Intralogistik





Zum Vergleich: Konventionelles Lager + Vorzone

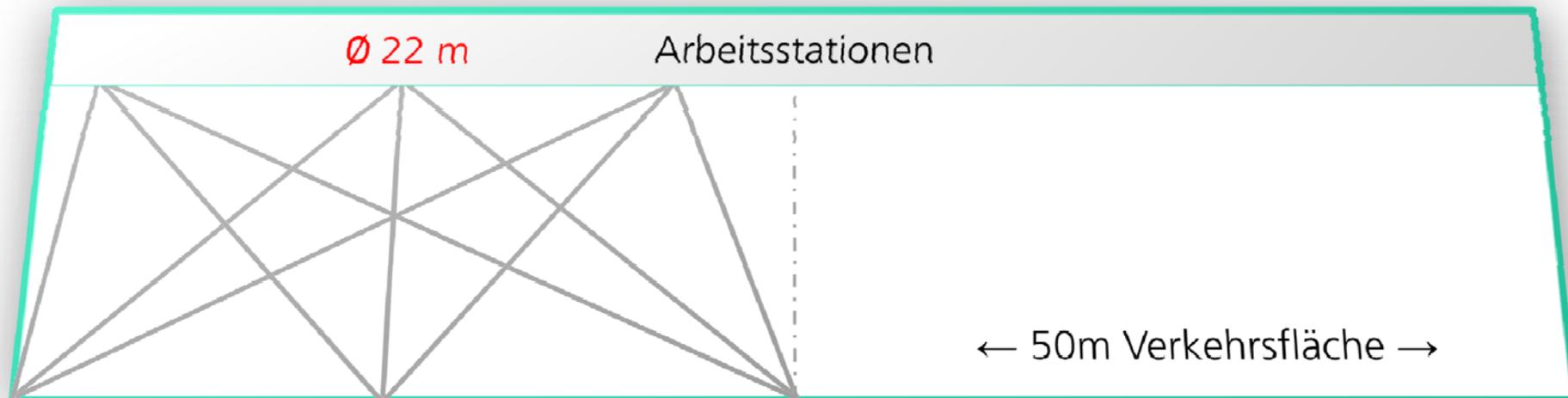
- Typ. Versorgungslager und Distributionssystem (65m Halle)
 - 50.000 Pos./Tag und
 - max. 2.000 Behälter/h in der Vorzone
 - Ø 50m Transportentfernung Quelle-Ziel





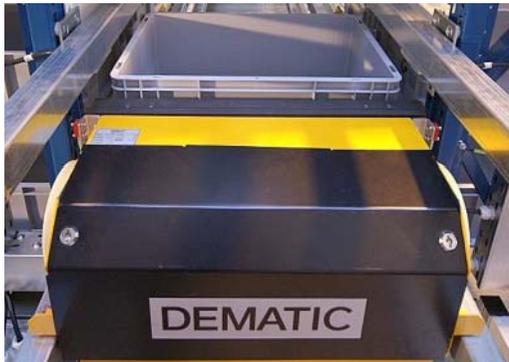
Zellulare Transportsysteme

- Typ. Versorgungslager und Distributionssystem (65m Halle)
 - max. 2.000 Behälter/h in der Vorzone und **Ø 22m Quelle-Ziel**
 - Fahrzeuge mit 1m/sec. Und 2 · 4sec. Lastübergabe ergeben 120 Transporte/h
 - => **17 Multishuttles** für den einfachen Transport
 - => **34 Multishuttles** (nur Einfachspiele)
 - => 50 Multishuttles inkl. 50% Fahrzeugreserve (Ladezyklen, Vorfahrt etc.)





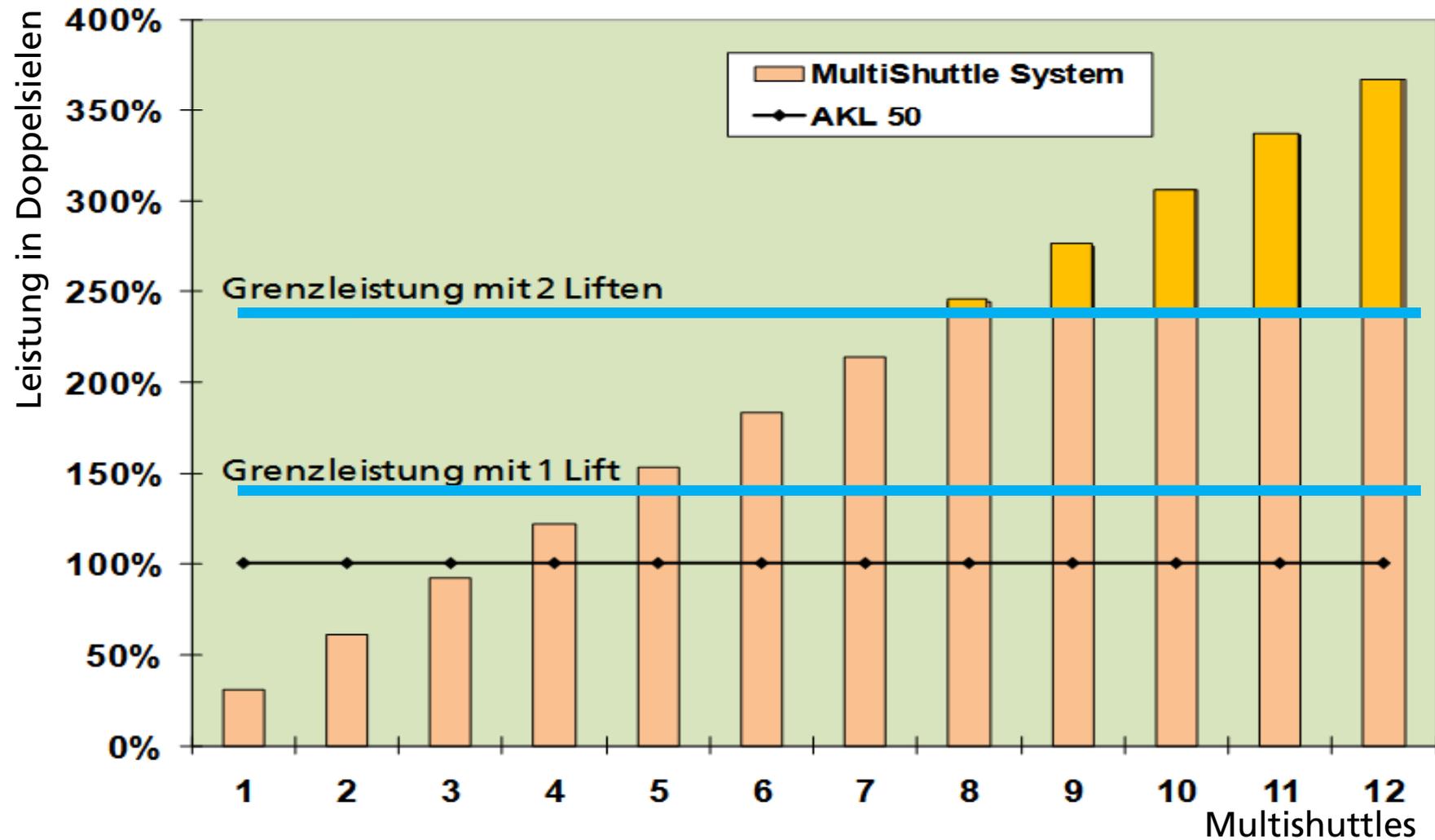
Multishuttle – Autonome auf Schienen



- Multishuttle I in zwei Varianten
 - Captive
Je Regalebene kommt ein eigener Shuttle zum Einsatz, die Warenübergabe zwischen den Ebenen erfolgt über einen Behälterlift
 - Roaming
Für Lagersysteme mit niedriger bis mittlerer Umschlagleistung, aber hohen Anforderungen an Flexibilität
- Multishuttle I fährt schienengeführt
 - Im Lager
zur mehrfach tiefen Regalbedienung oder als Kanalfahrzeug
 - Außerhalb des Lagers
zur Versorgung von Vorzonen, Kommissionierplätzen Arbeitsstationen etc.

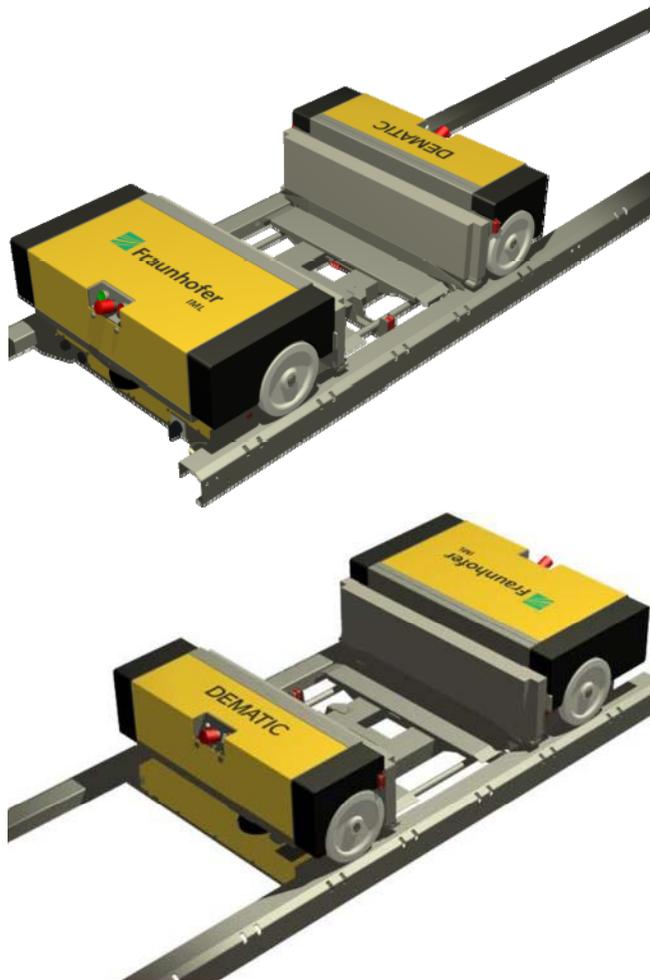


Leistungsvergleich AKL – MultiShuttle





Multishuttle Move – Zellulare Intralogistik

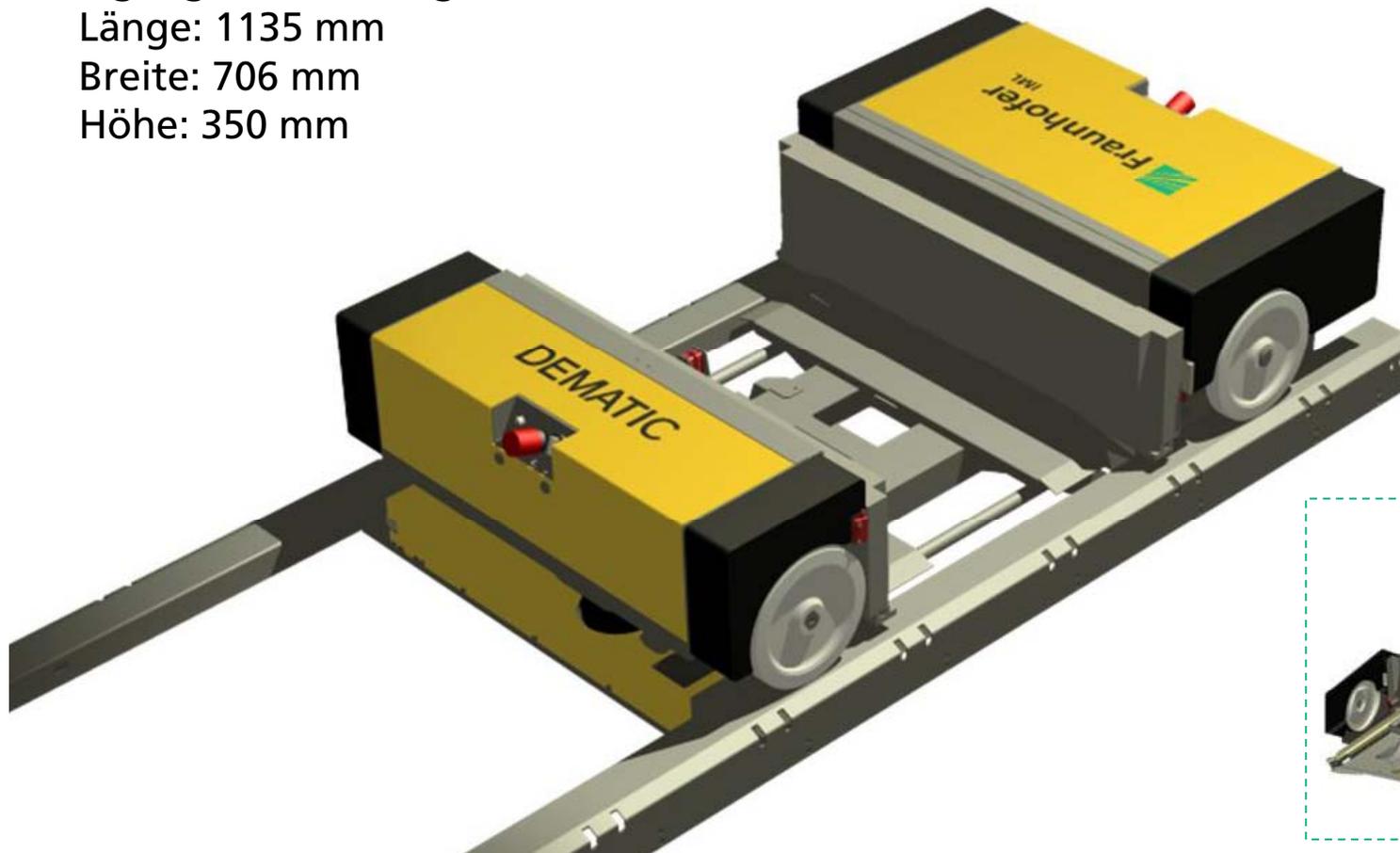


- Ein Antrieb, zwei Fahrwerke ermöglichen
 - Fahrt in der Schiene – wie Multishuttle I
 - Fahrt auf dem Boden wie ein FTF
 - ...
- Integrierte Systemkomponenten
 - Lastaufnahme – auch mehrfachtieft
 - RFID Scanner für «intelligente» Behälter
 - Sensornetz zur autonomen Zielkontrolle
 - Laderegler für untersch. Batteriekonzepte
 - Kommunikation Shuttle/Shuttle und zentral
 - ...
- Agentenbasierte Software
 - autonome Zielfahrt
 - Auftragsmanagement über Logistics Mall + SAP (2011)



Multishuttle Move - Zahlen und Fakten

Nutzlast bis 40 kg
Eigengewicht 134kg
Länge: 1135 mm
Breite: 706 mm
Höhe: 350 mm





Freie Verkehrsfläche ermöglicht direkte Zielfahrt





Zielanfahrt in zellularen Transportsystemen



- Auf den freien Verkehrsfläche zellulärer Transportsysteme müssen kein Fahrwege definiert werden.
- Der Transport erfolgt in direkter Zielanfahrt.
- Die Ziele werden markiert und durch preiswerte Sensoren erkannt.
- Fahrzeuge weichen nach einfachen Verkehrsregeln aus (rechts vor links).



Logistik: Das Wissen ums Wie



- Die Logistik ist mehr denn je aufgerufen, an den Zukunftsthemen mitzuarbeiten.
- Es gilt, die Logistik als Basistechnologie und als Antwort auf viele Aspekte auch gesellschaftlicher Fragen zu begreifen.
- **Von der Wirkung (Reagieren):**
Die Logistik bringt die richtige Ware zur richtigen Zeit zum richtigen Ort
- **Zum «Wie» (Agieren):**
Logistik entscheidet, wie was, wann womit, woher wohin bewegt wird!
...und stellt sich damit auch den klassischen W-Fragen



Internet der Dinge und Dienste
Wissenschaftssymposium der BVL 2010

Prof. Dr. Michael ten Hompel