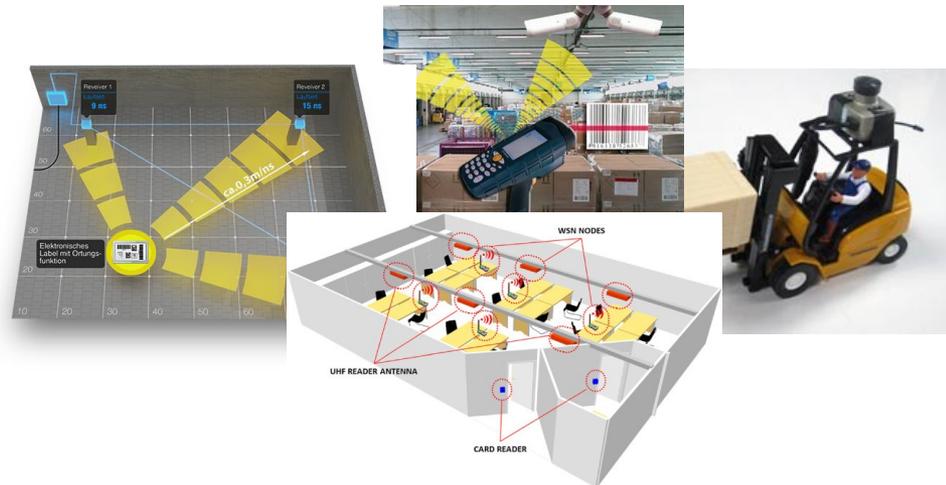
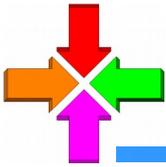


Wie praxistauglich sind Indoor-Ortungslösungen für das IoT heute?

Eine kritische Analyse möglicher Systeme





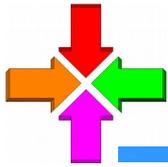
Industrie 4.0 ?



Industrie 4.0 ist ein **Deutscher Marketingbegriff**. Er wird, wie viele solcher Begriffe in der Öffentlichkeit genutzt, ohne dass für ihn eine eindeutige, wissenschaftliche Präzisierung existiert.

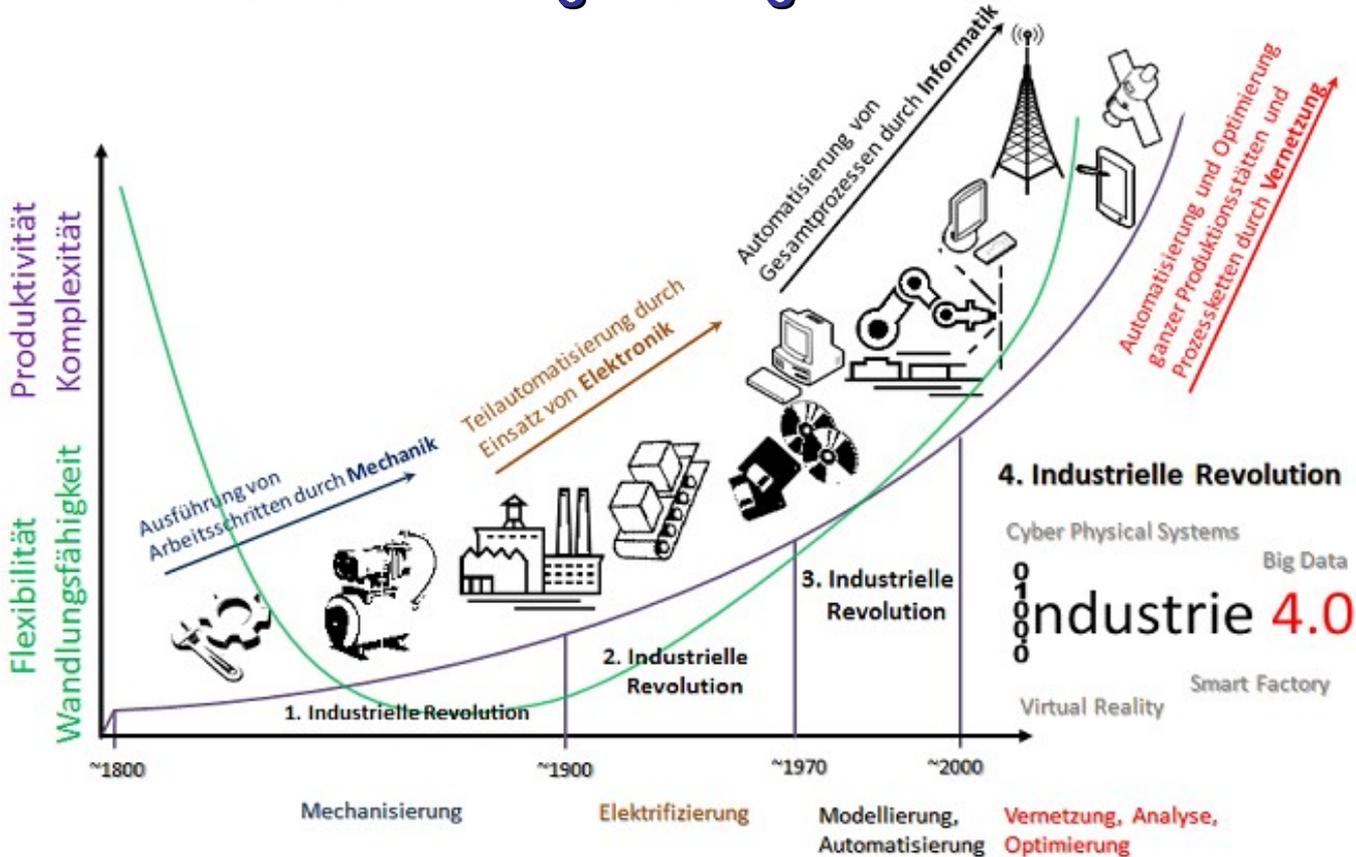
Aufgrund der fehlenden exakten Definition werden Einzelheiten des Begriffes unterschiedlich interpretiert:

- was zählt man zur Industrie?
- was wird als Industrialisierung bezeichnet?
- welche Bereiche in der Gesellschaft werden durch Industrie 4.0 berührt?
- handelt es sich um einen nachhaltigen gesamtgesellschaftlichen Entwicklungstrend?
- wird es Industrie 5.0 u.s.w. geben?
- was wird sich in der Arbeitswelt durch Industrie 4.0 f.f. verändern?

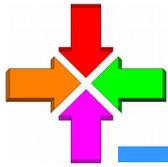


Hier verwendete Begriffe und Bedeutungen

Industrie 4.0 als Paradigmenfolge



Aus: **Industrie 4.0 – Die Story** Mai 23, 2013 von Benjamin Aunkofer ; In: www.der-wirtschaftsingenieur.de/index.php/industrie-4-0-die-story/



Hier verwendete Begriffe und Bedeutungen

Industrie 4.0 Basics

Neue Eigenschaftsparadigmen

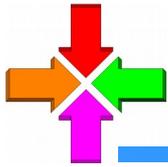
- Individualisierung der Produkte (selbst in der Serienfertigung)
- Hybridisierung (Kopplung von Produktion und Dienstleistung)
- Integration von Kunden und Geschäftspartnern in vernetzte Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse

Eingebettete KI-Systeme

- Teil-autonome Maschinen, die sich ohne menschliche Steuerung in und durch Umgebungen bewegen
- Neue Technologien: 3D-Drucker u.a.

Vernetzung der Technologien

- Mit Mikroelektronik versehene Gegenstände (Prozessoren, Sensoren, RFID..)
- Hochkomplexe Strukturen von IT-Systemlösungen
- Cyber-physische Systeme (CPS)
- Internet der Dinge (IoT)

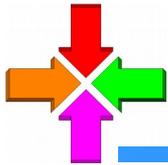


Hier verwendete Begriffe und Bedeutungen

Industrie 4.0 Basics (2)

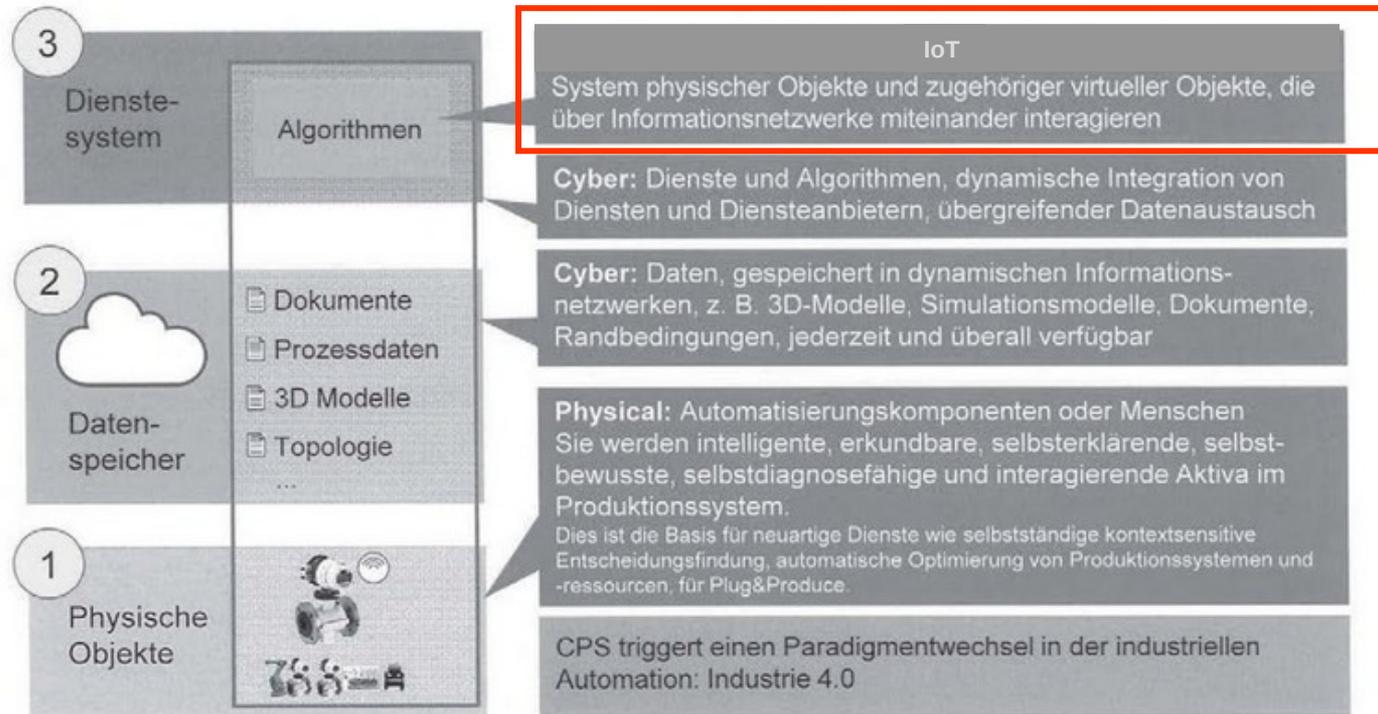
Hauptziele

- **Anpassungs- und Wandlungsfähigkeit von Produktion, Lieferkette, Handel und Kundenwünschen als Gesamtphänomen**
- **Bessere Marktorientierung mit sofortiger Reaktionsmöglichkeit auf Bedarf und Trends**
- **Ressourceneffizienz im Gesamtprozeß durch Verbesserung der Einzelprozesse und ihrer Verknüpfung, den Einsatz optimaler Mensch-Maschine-Schnittstellen, optimierter Wertschöpfung, Nutzung von KI und Internet der Dinge (IoT) u.a.**
- **Erhöhung verschiedener Formen der Sicherheit.**

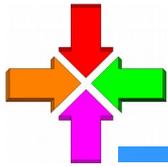


Hier verwendete Begriffe und Bedeutungen

Cyber Physische Systeme (CPS) und das IoT :



Das IoT ist Teil des Dienstesystems des von Industrie 4.0 genutzten CPS



Zur Erklärung

IoT und Industrie 4.0 :

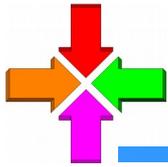
Das **Internet der Dinge** (IoT), bindet Menschen, Prozesse, Dinge und Daten in ein alles umspannendes Netz ein:

- **Synonym für die Verbindung der realen und der virtuellen Welt**
- **eindeutige Identifizierung von gegenständlichen Objekten**
- **realen Gegenständen werden virtuelle Informationen und Services zugeordnet („Smarte Dinge“),**
- **Gegenstände verfügen über eigene Intelligenz, Sensorik und Aktortechnik sowie IT- und Kommunikationsschnittstellen.**
- **Für die Verbindung mit dem Internet werden als Schnittstellen Tablets, Smartphones, kommerzielle Handhelds eingesetzt**
- **die smarten Dinge können sich zu komplexen, autonomen Systemen zusammenschließen.**



„Industrie 4.0 ist eigentlich das Internet of Things in einer spezifischen Branche, nämlich der Produktion.“

<http://www.agilita.ch>



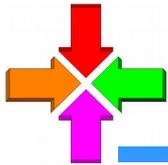
Zur Erklärung

Logistik 4.0

**Die Grundlage für Logistik 4.0 ist ein
Ganzheitliches Digital-Supply-Chain-Management (DSCM)**



Bild: www.psb-gmbh.de/industrie-4-0/



Zur Erklärung

Merkmale eines DSCM

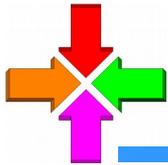
Grundlage des DSCM von Logistik 4.0 sind **Prozesse** mit Objekten, die sich selbst steuern und organisieren und mithilfe von Seamless Positioning (GPS+ Indoor-Ortung) identifiziert und lokalisiert werden können

Logistik 4.0 nutzt ein weiterentwickeltes, über die gesamte Supply Chain vernetztes Warehouse-Management System, Electronic Data Interchange (EDI), Internet, elektronischen Datenaustausch, On-Premise und Cloudbasierte Rechnerarchitekturen (Cloud-Computing)



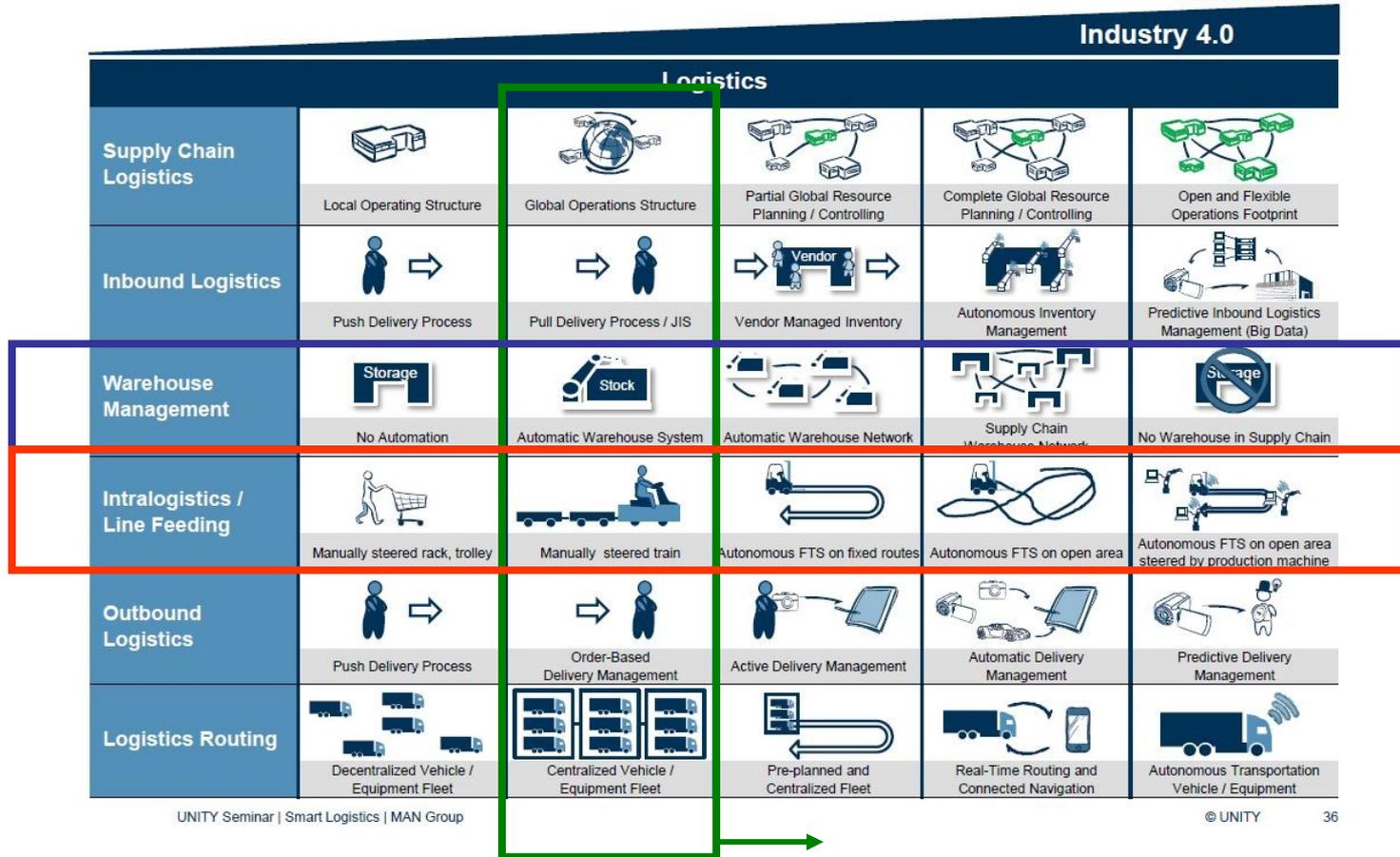
Übrigens:

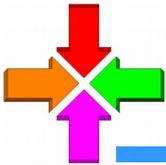
In der Logistik entstand erstmals der Gedanke eines Internet der Dinge. Treiber war vor allem die gesetzlich geforderte Rückverfolgbarkeit eines Erzeugnisses über die Herstellungs- und Lieferkette.



Der Gegenstand der Überlegungen

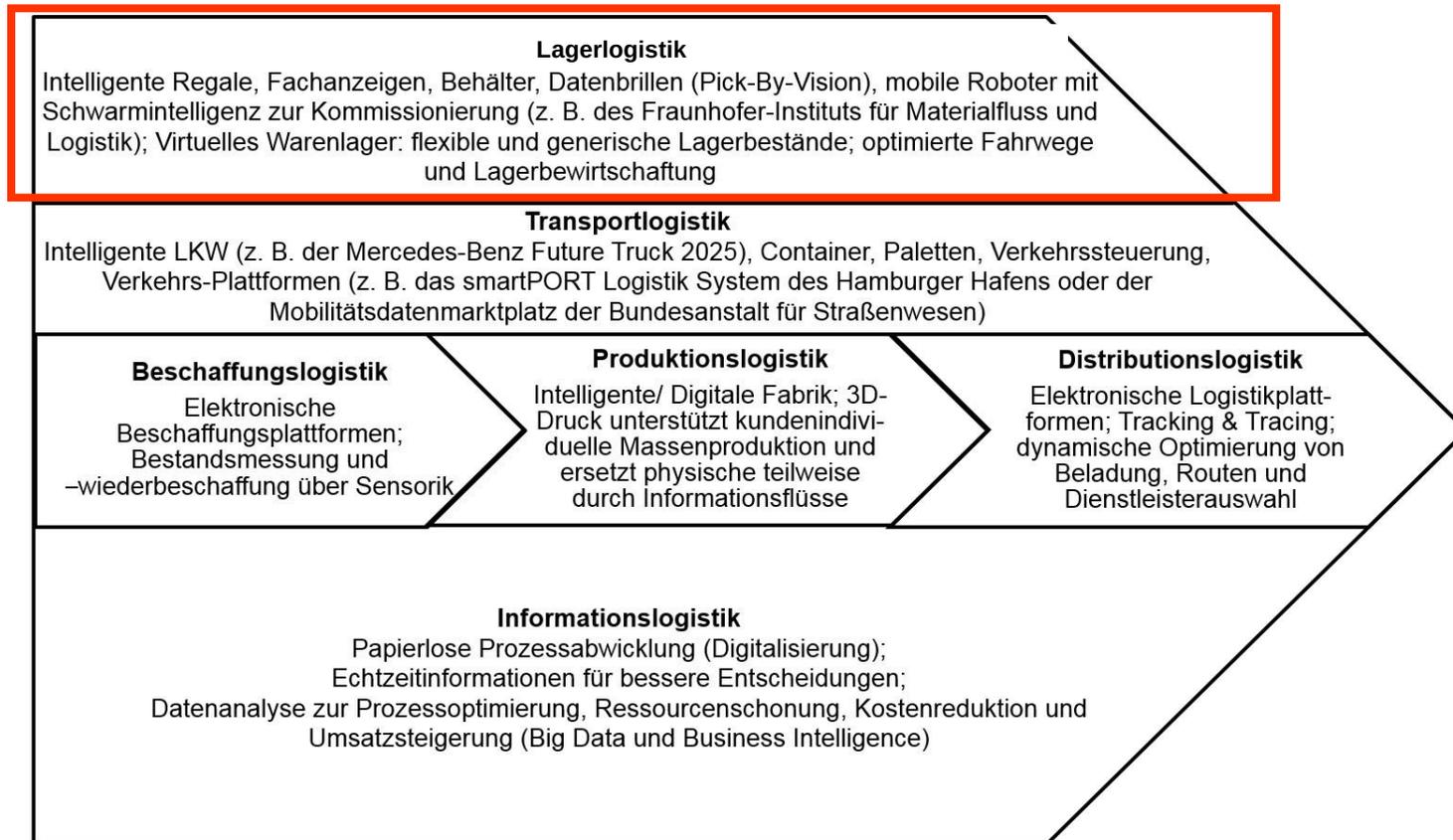
Indoor-Ortung für das Warehouse-Management



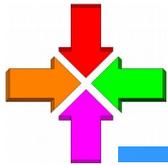


Der Gegenstand der Überlegungen

Die Lagerlogistik in Industrie 4.0



Quelle: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/logistik-40-54203/version-329884>



Der Gegenstand der Überlegungen

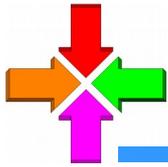


Für zahlreiche industrielle Anwendungen ist die **Positionserfassung in Innenräumen** ein wesentliches Funktionselement

- Objektverfolgung in intelligenten Fabriken und Lagern
- Positionsbestimmung und Routing von Intralogistik-Transportmitteln
- Informationen über den Standort von Assets und Mitarbeitern
- Positions-basierte Prozesssteuerung in der Lagerlogistik
- Automatisierte Prozeßüberwachung und Qualitätskontrolle
- Werkzeugassistenzsysteme an Montagelinien
- Objektzugriff und definierter Arbeitsbereich bei Industrierobotern
- Vermeidung von Transportkollisionen
- Roboterkooperation
- Verbesserung automatischer Sicherheitssysteme
- Intelligenter Arbeitnehmerschutz



Bildquelle: www.hebezeuge-foerdermittel.de



Der Ortungsansatz

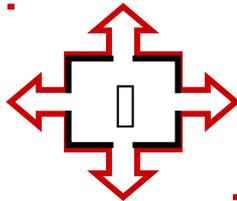
Bedingungen für die Ortung von Objekten in Industrie 4.0 -Szenarien:

Beim Ortungsansatz muß nach **Open-Loop** und **Closed Loop** unterschieden werden :

Open-Loop-Szenarien

(Objekt verlässt das System)

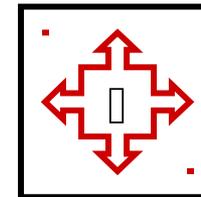
Material
Zwischen- und Endprodukte
Transportmittel in Liefer- und
Zulieferketten (vorwiegend)

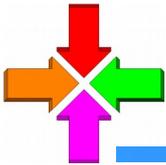


Closed-Loop-Szenarien

(Objekt verlässt das System nicht)

Maschinen, Robotik, Werkzeuge
Allgemeine Fertigungsausrüstung
Intralogistik-Transportmittel
Lager-Ausrüstung (vorwiegend)





Der Ortungsansatz

Prozeßbezogenheit der Ortungs-Szenarien im Warehouse Management

Open-Loop-Szenarien (Objekt verlässt das System)

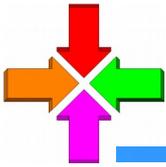
Die elektronische Kennzeichnung von einzelnen Waren als Logistikobjekte ist prozesstechnisch nicht machbar bzw. zu kostenintensiv, da die Transponder mit der Ware abwandern oder durch zusätzliche Prozessschritte montiert und entfernt werden müssten. Nur einfache, besonders preiswerte Kennzeichnungen sind möglich, z.B. optische Marker, wie 2-D und 3-D Barcode,

Closed-Loop-Szenarien (Objekt bleibt im System)

Intralogistik-Transportmittel, Lagerausrüstung (Warenträger, Regale) und Personal bleiben im System. Ihre Kennzeichnung kann nachhaltig, und prozeßoptimiert erfolgen. Es sind auch aufwändigere, Lösungen möglich



Für die Lagerlogistik in Industrie 4.0 kommen nur **indirekte Ortungstechniken** in Betracht, also Ortung der Transporthilfsmittel bzw. der mobilen Scanner und räumliche Zuordnung der Waren zu diesen Bezugsobjekten.

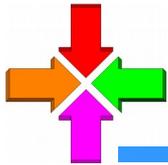


Ortung im WM der Logistik 4.0

Anforderungen an die Ortungstechniken*

- **Positionen von Logistikobjekten sollen indirekt über Ortung der Transportmittel bestimmt werden.**
- **Es sollen alle Transportmittel (Gabelstapler, Lagermitarbeiter oder Lieferfahrzeuge) einbezogen sein.**
- **Die Ortung der Transportmittel soll kontinuierlich und in Echtzeit erfolgen.**
- **Die Ortung soll flächendeckend und nahtlos über alle Lagerbereiche (indoor wie outdoor) erfolgen**

* Quelle: Projektbeschreibung ‚InLoc4Log‘, THWildau, SG Telematik , v. 15.09.2012,

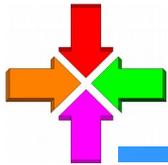


Ortung im WM der Logistik 4.0

Anforderungen an die Ortungstechniken (2)

- Die Ortung soll für alle üblichen Lagerungsarten und Logistikobjekte (Frei, Block, Regal, Einheiten, Kleinteile) einsetzbar sein.
- Auch in Zwischenbereichen, beispielsweise Verbindungsgänge oder Vorzonen soll – bei reduzierter Genauigkeit – eine Ortbarkeit gegeben sein.
- Die Ortung soll alle wesentlichen Teilprozesse der Transportvorgänge unterstützen bzw. automatisieren (Quittierung, Verifizierung, Plausibilisierung, Zielführung).

Quelle:ebenda

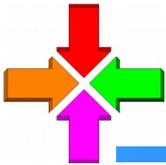


Ortung im WM der Logistik 4.0

Prozessbezogene Genauigkeitsanforderungen :

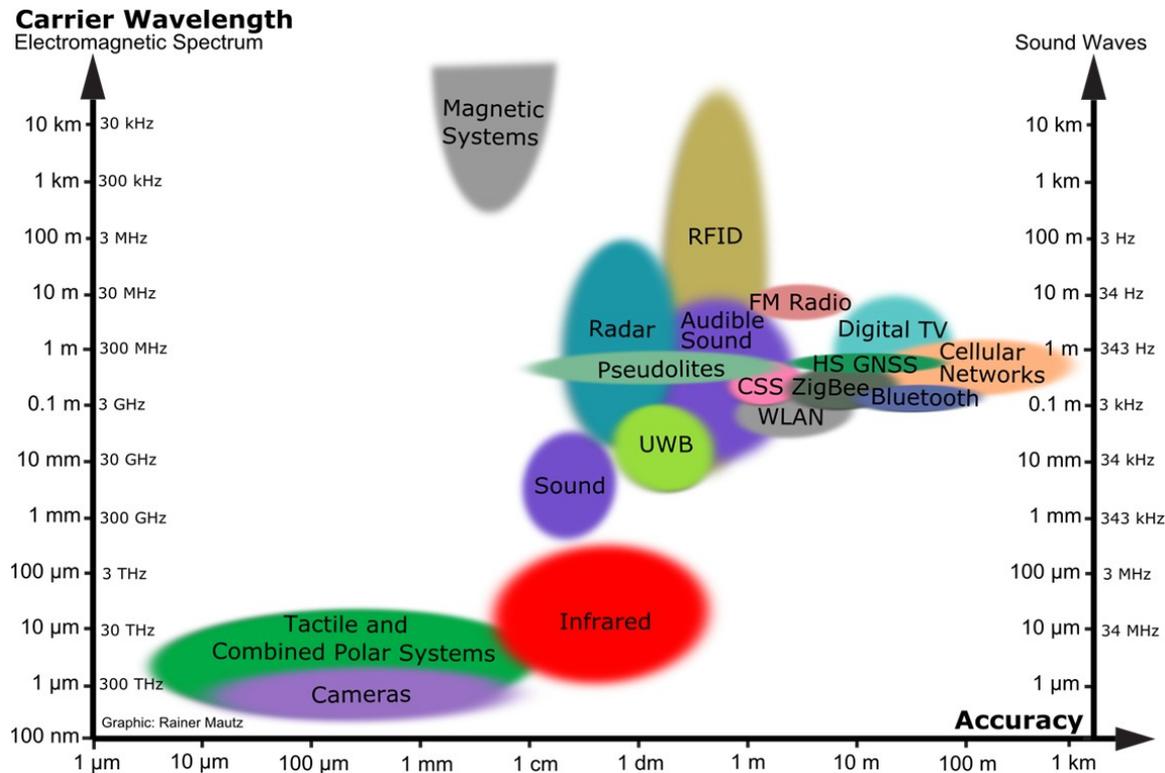
Teilprozess	Genauigkeitsanforderung	Nutzung/ Anwendungsbereich
Zielführung grob, Näherungshinweis, Kollisionserkennung	1m	Kleinteile-Lagerung (schmale Gänge)
	3m	Flächenlagerung, Blocklagerung, Einheitenregal-Lagerung
	5m	Frachthof
	3-10m	Zwischenbereiche (z.B. Hallen-Verbindungsgänge)
Zielführung objektgenau	40cm	Flächenlagerung, Blocklagerung, Einheitenregal-Lagerung
	2m	Frachthof (Andocken an einem Tor)
Plausibilisierung von Objekt und Ort	1m	Flächenlagerung, Blocklagerung, Einheitenregal-Lagerung, Kleinteile-Lagerung
	5m	Kleinteile-Lagerung bei entsprechender Einlagerstrategie(Artikelstreuung im Lagerbereich)
Verifizieren von Objekt und Ort	20cm	Kleinteile-Lagerung bei Fachgröße, minimal 40x40x40cm
	40cm	Flächenlagerung, Blocklagerung, Einheitenregal-Lagerung
	2m	Andocken am Ladetor bei Torbreite ca. 4m

Quelle:ebenda

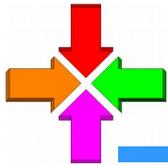


Verfügbare Verfahren

Es gibt eine Vielfalt von Verfahren zur Indoor-Ortung :



Bildquelle: Rainer Mautz, Overview of Indoor Positioning Technologies, International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, Guimarães, Portugal, 2011.

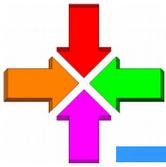


Verfügbare Verfahren

Verfahrensparameter dieser Technologien:

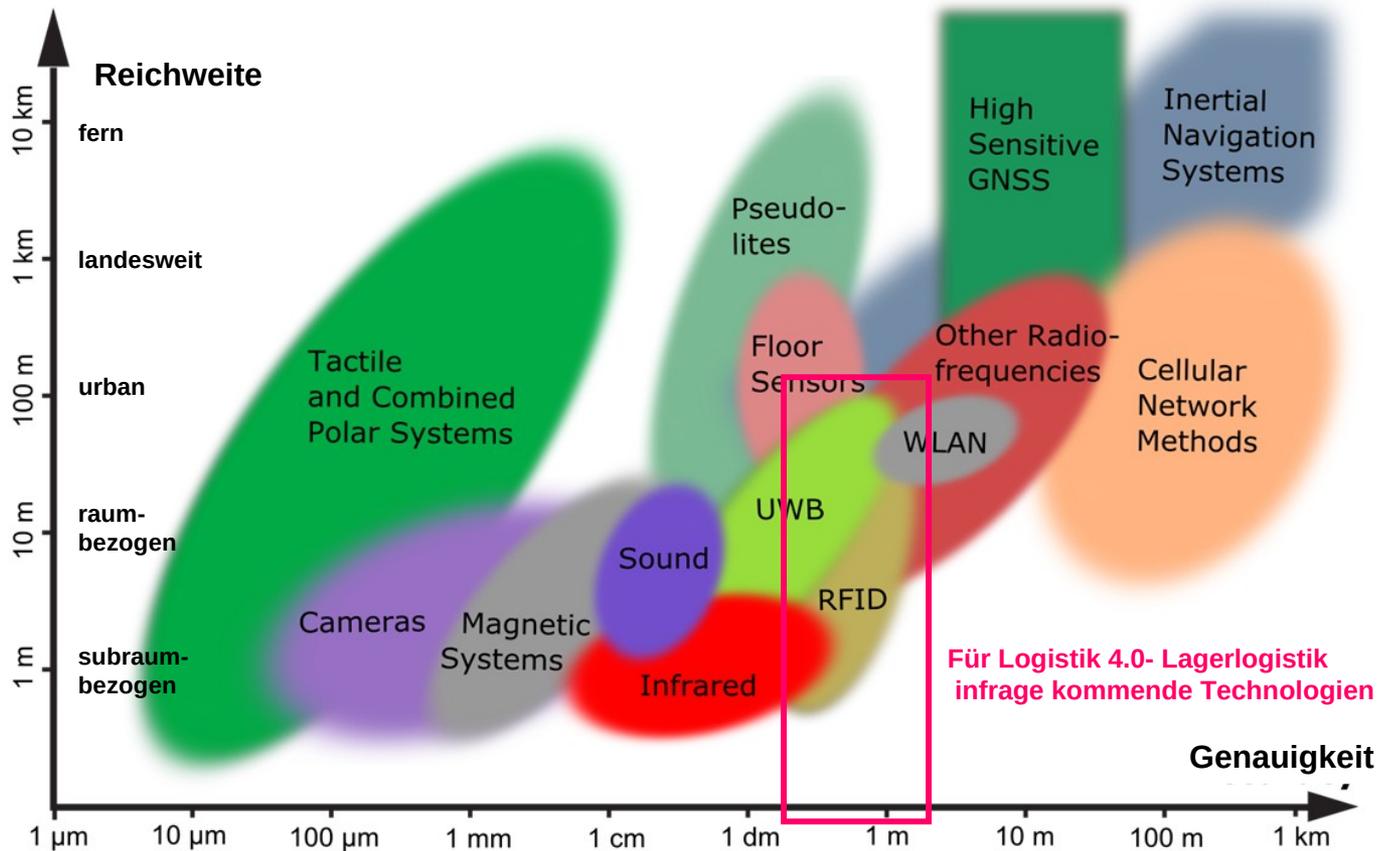
Technologie	Typische Genauigkeit	Erfassungsbereich pro Knoten (m)	Typisches Messprinzip	Typische Anwendung
Kameras	0,1 mm - dm	1 - 10	Winkelmessungen aus der Bildmesstechnik	Metrologie, Roboternavigation
Infrarot	cm - m	1 - 5	Wärmebildkameras, aktive Baken	Personenerkennung, Tracking
Taktile und polare Systeme	µm - mm	3 - 2000	Mechanisch, Interferometrie	Automotive, Messtechnik
Ton	cm	2 - 10	Entfernungen vom Zeitpunkt der Ankunft	Krankenhäuser, Tracking
WLAN / WiFi	m	20 - 50	Fingerprinting	Fußgängernavigation, LBS
RFID	dm - m	1 - 50	Näherungserkennung,	Fingerprinting Fußgängernavigation
Ultra-Wideband	cm - m	1 - 50	Körperreflexion, Ankunftszeit Robotik,	Automatisierung
High Sensitive GNSS	10 m	„global“	Parallelkorrelation, Assistenz für GPS-Ortungsdienste,	location based services
Pseudolites	cm - dm	10 - 1000	carrier phase ranging	GNSS in Bergwerken
Andere Funkfrequenzen	m	10 - 1000	Fingerprinting,	Personenortung in der Nähe
Inertial Navigation	1%	10 - 100	Navigation durch Fußgänger	
Magnetsysteme	mm - cm	1 - 20	fingerprinting, proximity	person tracking
Infrastruktursysteme	cm - m	Gebäude	Fingerprinting, Kapazität	Ambient Assisted Living

Quelle: Rainer Mauz, Overview of Indoor Positioning Technologies, International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, Guimarães, Portugal, 2011

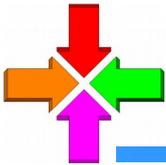


Verfügbare Verfahren

Reichweite und Genauigkeit

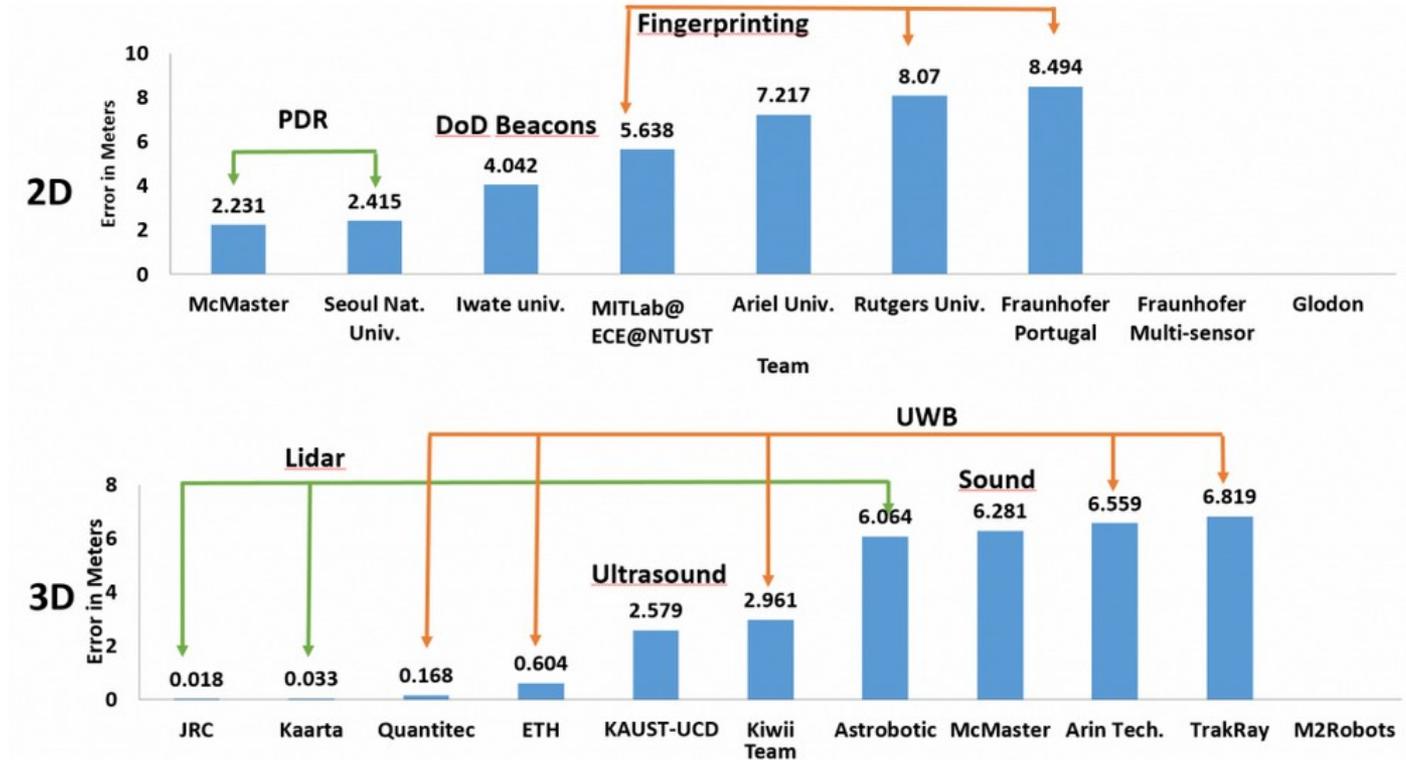


Bildquelle: Rainer Mauz, Overview of Indoor Positioning Technologies, International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, Guimarães, Portugal, 2011

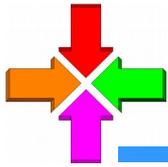


Verfügbare Verfahren

Aktuell in der Diskussion* sind:

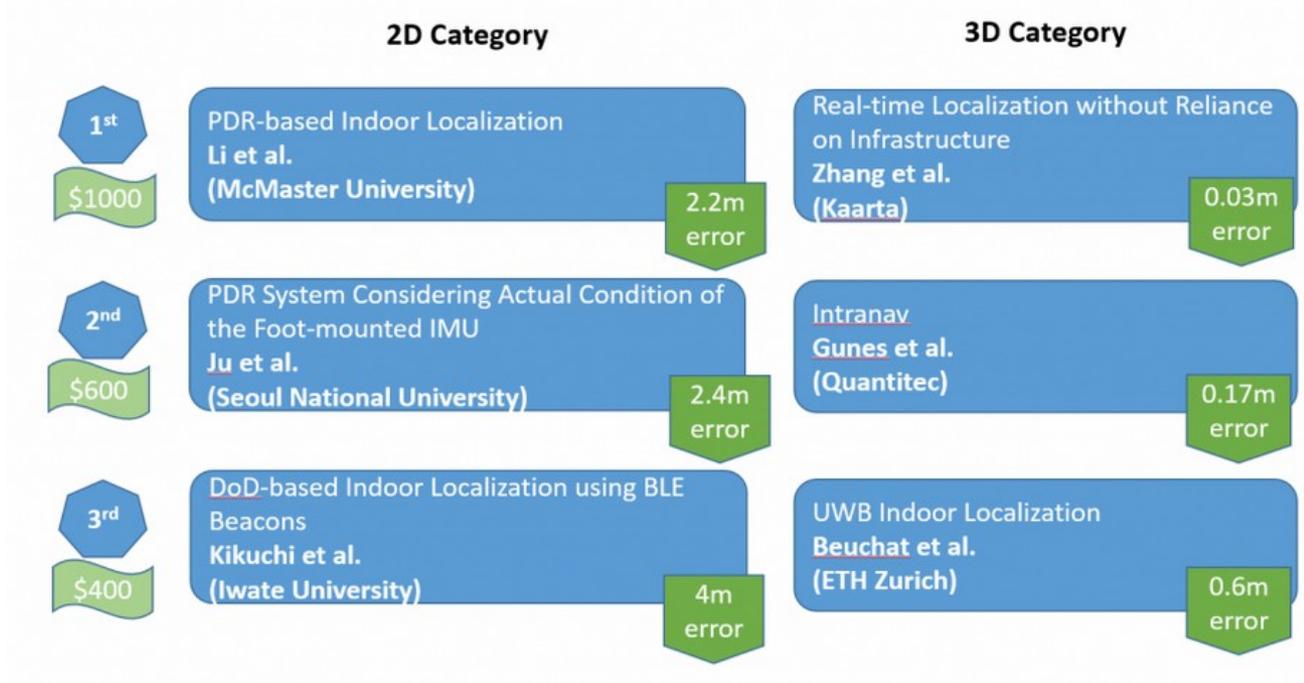


*Quelle: Jährlicher Wettbewerb „Microsoft Indoor Localization Competition“, 2018



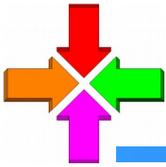
Verfügbare Verfahren

Preisträger* des Microsoft-Wettbewerbs 2018 sind:



BLE: Beacons :Bluetooth low energy beacon = Bluetooth Niedrigenergie Baken
PDR Personal Dead reconing: Personen-Wegverfolgung
UWB . Ultrabreitband -Kommunikation

*Quelle: Jährlicher Wettbewerb „Microsoft Indoor Localization Competition“ , 2018

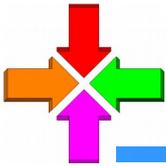


Bewertung und Auswahl

Auswahlkriterien (1)

Bei der Auswahl für den Anwendungsfall Lagerlogistik spielen auf die Prozesse und Prozeßabläufe bezogene Parameter die entscheidende Rolle:

- Erfassungsbereich und Wiederholgenauigkeit
- Art der einzulagernden Objekte
- Kommissionierbedingungen
- Vorhandener Zeitrahmen : ‚Quasi-Echtzeit‘ oder ‚remote‘
- Einflüsse durch Physikalische Gesetzmäßigkeiten:
HF-Ausbreitungsbedingungen, Eigenschaften von
Frequenzbereichen, Zeitsynchronisation, Sichtbarkeit, Klima
- Installationsbedingungen: Verschmutzung bei Betrieb, Notwendige
Kalibrierung, Zugängigkeit für die Wartung, Installationsaufwand u.s.w.

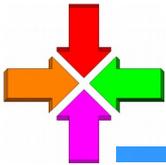


Bewertung und Auswahl

Auswahlkriterien (2)

Weitere Kriterien sind:

- Zu erwartender Kontext : Gebäude (Größe und Lage), Technische Ausstattung, Tauglichkeit für die mögliche Ortungstechnologie,
- Lagertopologie
- Supply-Chain Typ und -Eigenschaften (Cloudbasiert? CPS? Big Data? Spezielle Sicherheitstools?)
- Außenbereich? (Frachthof)
- Eigenschaften und Leistungsparameter des vorgesehenen WMS
- Neuinstallation oder Nachrüstung?
- Vorhandene oder nachzurüstende Sensorik zur Zustandserfassung von Prozeß und Kontext
- Umgebungseinflüsse Outdoor/Indoor
- Kosten-Nutzen Überlegungen

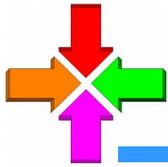


Bewertung und Auswahl

Eine Bewertung der aktuell auf der „Microsoft Indoor Localization Competition“ vorgestellten Systeme nach den prozeßbezogenen Logistik 4.0 Kriterien ergibt:

Technologie	geeignet	Bemerkungen
PDR	bedingt	nur für fußläufiges Lagerpersonal
BLE-Beacons	bedingt	nur Frachthof
Fingerprinting	ungeeignet	Zu kurze Gültigkeit eines Fingerprints in modernen Lagerszenarien
Ultrasound	bedingt	als zusätzliche Abstandssensorik für Transportmittel untereinander und gegenüber der Infrastruktur
Sound	bedingt	nur Frachthof und Zwischenbereiche, dort aber störanfällig wegen Umgebungseinflüssen
UWB	ja	aber in einer modifizierten Variante , welche ihr Optimum im Bereich dm bis m hat
LIDAR	nein	Subraumbezogen. Für Logistikanwendungen zu aufwändig





Verfügbare Verfahren

Hoheempfindliches GNSS / unterstütztes GNSS

Assisted GNSS
Lange Integration und
parallele Korrelation

Pseudolites

Pseudolites mit GNSS -
ähnlichen Signalen
GNSS Repeater

WLAN / Wi-Fi

Fortpflanzungsmodellierung
Ursprungszelle
Empirisches Fingerprinting
Entfernungsbasierte WLAN-
Methoden (Pathloss-Based
Positioning)

RFID

Aktives RFID
Passives RFID

Ultra-Wideband

Bereichsschätzung
Multipath-Abschwächung
Spezielle Positionierungs-
methoden
Polssysteme

Andere Hochfrequenztechnik

ZigBee
Bluetooth
DECT-Telefone
Digitales Fernsehen
Zellulare Netzwerke
Radar
UKW-Radio

Taktile und kombinierte Polarsysteme

Taktile Systeme
Kombinierte Polarsysteme

Optische Ortung/ Kameras

mit Referenz von 3D-
Gebäudemodellen
mit Referenz von Bildern
mit Referenz von einge-
setzten codierten Zielen
mit Referenz von projizie-
rten Zielen
Systeme ohne Referenz
Referenz von anderen
Sensoren

Schall

Ultraschall
Hörbarer Ton

Magnetische Lokalisierung

Systeme, die das Nahfeld der
Antenne verwenden
Systeme, die Magnetfelder aus
Strömen verwenden
Systeme mit Permanent-
magneten
Systeme mit magnetischem
Fingerprinting

Trägheitsnavigationssysteme

INS-Navigation ohne externe
Infrastruktur
Dead Reoning
INS-Fußgängernavigation mit
zusätzlichen Sensoren
Fußgänger-Fußgängernavigation

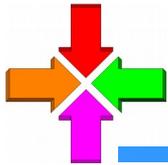
Infrarot

Aktive Beacons
Bildgebung mit natürlicher
Infrarotstrahlung
Bildgebung mit
künstlichem Infrarotlicht

Infrastruktursysteme

Stromleitungen
Bodenfliesen
Leuchtstofflampen
Leaky Feeder-Kabel

Quelle: Rainer Mauz, Overview of Indoor Positioning Technologies, International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, Guimarães, Portugal, 2011



Bewertung und Auswahl

Ausblick auf für Logistik 4.0 brauchbare Lösungen:

Ein Bewertung der von R. Mauz * angegebenen aktuell verfügbaren Systeme unter den o.g. Kriterien als aussichtsreich für Ortungslösungen in Logistik 4.0 ergibt:

Magnetische Lokalisierung

Systeme, die das Nahfeld der Antenne verwenden

Systeme, die Magnetfelder aus Strömen verwenden

Systeme mit magnetischem Fingerprinting

Infrastruktursysteme

Stromleitungen

Bodenfliesen

Leuchtstofflampen

RFID

Aktives RFID

Andere Hochfrequenztechnik

Bluetooth

Local Positioning Radar (Fa. Symeo)

Multi-Path-filtered Ranging MPfR (navtec) **

Mit dieser Basissensorik zu Hybridsystemen verknüpft werden sollten:

Optische Ortung/ Kameras

mit Referenz von 3D-Gebäudemodellen

mit Referenz von eingesetzten codierten Zielen

mit Referenz von projizierten Zielen

RFID

Passives RFID

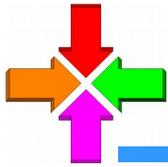
Dead Reconing

Wegeverfolgung und -Schätzung für Personen und Transportmittel

+ Integration von Topologie-Modellen in die Ortung (Generic Location ServerPrinzip)**

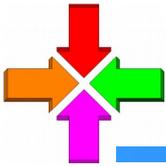
*Rainer Mauz, Overview of Indoor Positioning Technologies, International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, Guimarães, Portugal, 2011

** entwickelt im Projekt InLoc4Log der TH Wildau: Prof. Brunthaler, Prof. Fabig ,



Mängel bei aktuellen Logistik 4.0 Ortungslösungen

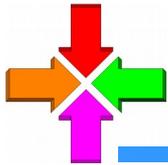
- ❖ **Keine prozessbezogene Positionsgenauigkeits-Abstufung**
- ❖ **Abdeckung und Verfügbarkeit sind in realen Logistik-Umgebungen nicht ausreichend**
- ❖ **Umfangreiche Knotenbereitstellungen und -wartungen führen zu teurer Infrastruktur, die sich bei den dynamisch ändernden Prozessstrukturen in Industrie 4.0 nicht rentiert**
- ❖ **Es wird vielfach ignoriert, dass die notwendige Berücksichtigung physikalischer Gegebenheiten das Anwendungsgebiet stark einschränkt.**
- ❖ **Es wird noch nicht verstanden, dass die neuen Anforderungen von Logistik 4.0 eine intensive Zusammenarbeit in Open-Innovation-Prozessen zur Entwicklung Hybrider Systeme verlangen**



Ansätze für Logistik 4.0 Ortungslösungen

Die Haupt-Auswahlgrundsätze

- ❖ **Spezifische Bestimmung und Quantifizierung von Anforderungsparametern für jeden Anwendungsfall**
- ❖ **Gründliches Benchmarking der verfügbaren Systeme bezüglich der optimalen Übereinstimmung zwischen quantifizierten Anforderungen und bewerteten Leistungsparametern**
- ❖ **Damit die Auswahl erfolgreich ist, müssen Benutzer, Anbieter, Entwickler und Hersteller von Indoor-Positionierungssystemen jeweils die potenziellen Leistungsparameter und Einsatzbedingungen einer Anwendung gemeinsam erörtern**
- ❖ **Einer Gesamtlösung - wie Seamless Positioning in der gesamten Supply Chain - ist vorläufig noch Zukunftsvision, weil dazu noch verbindliche Standards für Kommunikation und Protokolle fehlen.**



Anmerkungen

UWB:

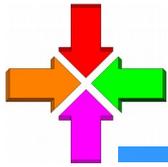
Nach aktuellem Stand ist UWB eine Indoor-Ortungstechnologie, die für Logistik 4.0 einsetzbar ist.

Noch ungeklärte Probleme sind :

der relativ hohe Installations-und Betriebsaufwand
die bisher fehlende Möglichkeit der Anwendung in Handhelds
Störung anderer Dienste (Radioastronomie !! u.a.)

Raue Ausbreitungsumgebungen oder Nicht-Sichtlinien-Situationen (NLOS)
führen zu Positionsschätzungen mit hohen Schätzfehlern.

Technology	Accuracy	Price	Use cases	Installation
WiFi	 5-15 m	€		 easy
Bluetooth	 1-3 m	€		 easy
UWB	 10-30 cm	€ € €		 complex



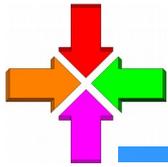
Anmerkungen

UWB:

Zitat: *

„In UWB-Verfahren werden extrem kurze Nadelimpulse (Dirac-ähnlich) im Zeitbereich unter einer Nanosekunde gesendet. Dirac-Pulse haben den Vorteil, so kurz zu sein, dass Mehrwegesignale gut voneinander zu unterscheiden sind. Sie haben aber den großen Nachteil, dass ihr Spektrum sehr breit sein muß. (Daher auch der Name ultra-wide-band.) Sehr breite Spektren gehen aber mit dem Nachteil einher, dass Verstärker und Antennen aufwendig (und damit teuer) zu realisieren sind. Da in der Praxis breite spektrale Bereiche auch nur bei sehr hohen Frequenzen verfügbar sind, muss auf kostenintensive Höchstfrequenzbauteile zurückgegriffen werden.“

* Quelle: Projektbeschreibung ‚InLoc4Log‘, THWildau, SG Telematik , v. 15.09.2012,



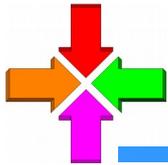
Anmerkungen

Infrastruktursysteme



Indoor-Ortungs-Systeme, die die vorhandene Infrastruktur im Lager zur Positionsbestimmung nutzen, erfüllen gegenwärtig am meisten die Anforderungen der Lagerlogistik:

- **Geringe Einflüsse durch physikalische Gesetzmäßigkeiten**
- **Kein zusätzlicher Installationsaufwand**
- **Keine Einfluss durch Verschmutzung**
- **keine Kalibrierung beim Betrieb, Zugängigkeit für die Wartung, usw.**
- **Geringer Installationsaufwand**
- **Gute Möglichkeiten zur Hybridisierung**



Anmerkungen

Radar



Besonders geeignet für die Ortung in Logistik 4.0 Szenarien sind auch spezielle Radarsysteme.

Beispiel: Das **„Local Positioning Radar“ (LPR) der Fa. Symeo.**

Es arbeitet mit Funktechnik im 5,8 GHz-Bereich und gewährleistet eine hochgenaue, berührungslose Ortung sowohl im Innen- als auch im Außenbereich

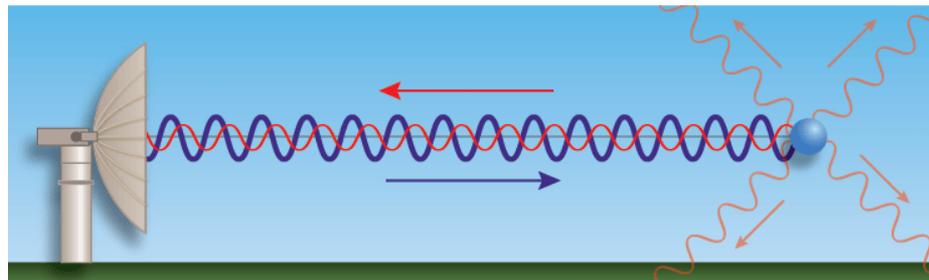
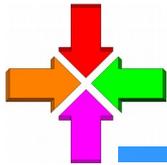


Bild: www.elektrosmog.com/



Anmerkungen

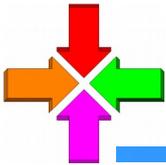
RFID

RFID ist eine erprobte Technologie zu Einzelobjekt-Identifizierung im Nahbereich (induktiv). Die Backscatter-Variante (HF-reflektiv) hat noch nicht ausgeschöpftes Potential für weitere Einsatzgebiete

Band		Regulierung	Reichweite	Datenrate	ISO/IEC 18000 Teil	Verwendung	Datenübertragung Tag → Reader
LF	120–150 kHz	nicht reguliert	10 cm	niedrig	Teil 2	- Tieridentifizierung - rauhe industrielle Umgebungen mit Metallen oder Wasser - Kfz-Wegfahrsperren	induktiv
HF	8,2 MHz	nicht reguliert	2 - 3 m	-	-	- Elektronische Artikelsicherungssysteme (EAS), kein "echtes" RFID, da nur ein einziges Bit (= "ich bin hier") übertragen wird.	
HF	13,56 MHz	ISM Band (weltweit)	< 10 cm (Proximity Cards) < 1,5 m (Vincinity Cards)	niedrig bis mittel	Teil 3	- Smart Cards nach ISO/IEC 15693, ISO/IEC 14443 A,B - proprietäre Smart Cards auf der Basis von ISO/IEC 14443 A (Mifare Classic, iCLASS, Legic, FeliCa ...). - NFC (Nahfeld-Kommunikation)	
UHF	433 MHz	SRD (Short Range Devices)	1–100 m	mittel bis hoch	Teil 7	- Materialwirtschaft	reflektiv (Backscatter)
UHF	865-868 MHz	ISM Band	1–10 m	mittel	Teil 6	- Supply Chain-Management - Warenwirtschaft (unter Verwendung des Elektronischen Produktcodes (EPC)) - Spielkasinos	
Mikrowellen	2450 MHz	ISM Band	1–2 m	hoch	Teil 4	- 802.11 WLAN-, Bluetooth-Standards	
Mikrowellen	3.1–10 GHz	UWB (Ultra wide band)	bis 200 m	hoch	nicht definiert	- hohe Reichweiten bei kleinen Signalpegeln - funktioniert auch in der Nähe von Metall - unanfällig gegen Störstrahlung	



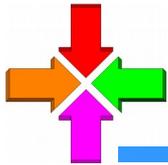
<https://kompendium.infotip.de/rfid.html>



Kritische Gesamteinschätzung

- ✓ **Die Bedeutung der Prozessbezogenheit für die Gestaltung und Auswahl von Indoor-Ortungslösungen wird bisher nicht ausreichend verstanden.**
- ✓ **Die Komplexität und Multidimensionalität des Optimierungsproblems, mit dem der Benutzer konfrontiert ist, wird noch nicht berücksichtigt.**
- ✓ **Für die Hybridisierung gibt es keine ausreichend erprobten Strategien**



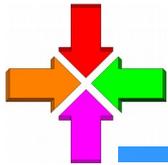


Kritische Gesamteinschätzung

- ✓ **Hybride Systeme mit einer Kombination verschiedener physikalischer Prinzipien stehen nicht im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit**
- ✓ **Die Auffassung, dass eine möglichst hohe Genauigkeit „... dann auch die geringeren Anforderungen mit abdeckt“ ist falsch.**



Die Menge an disruptiven Innovationen reicht für einen Start von Logistik 4.0 noch nicht aus.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !



Dipl.-Ing.
Dieter Skrobotz
Projektentwicklung und -Beratung
Telematik, RFID, Komplexe Systeme

Mobil: +49(0) 171 739 6709
Mailto: dieter@skrobotz.de
Tel.priv.: +49(0)30 6731912