

RFID – eine Zukunftstechnologie für den Mittelstand
Industrie- und Handelskammer Osnabrück-Emsland, 17.10.2007

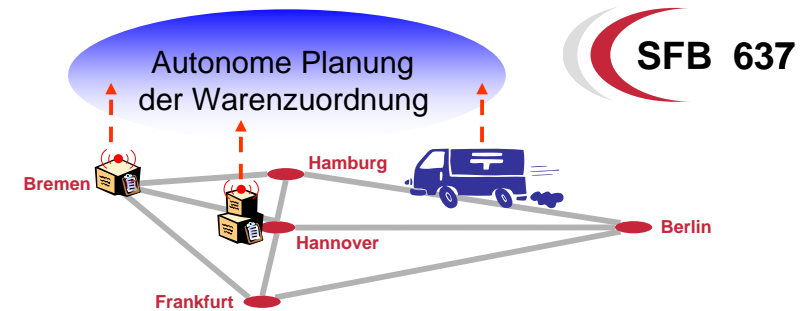
Dipl.-Ing. Reiner Jedermann


Sensorische Erfassung von Lebensmitteln über RFID

Institut für Mikrosensoren, -aktuatoren und
-systeme (IMSAS)
Universität Bremen

Sonderforschungsbereich Logistik

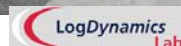
- Selbststeuerung autonomer logistischer Prozesse



- IMSAS / Microsystems Center Bremen 

Bremen Research Cluster for Dynamics in Logistics

„Forschungs-
verbund Logistik“



Lebensmittel

- RFID und
 - Standard Identifikation / Rückverfolgung
 - Mit welchen Chemikalien wurde das Futter behandelt, dass die Kuh gefressen hat, von der die Milch stammt, aus der der Quark hergestellt wurde?
 - Zusatzinformation
 - Mehr als Seriennummer
 - Temperaturüberwachung
 - Qualitätsinformationen
 - Einfluss durch Feuchte

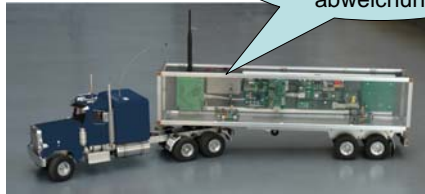
Visionen

Warenart: **Bananen**
 Haltbar bis: **20.11.2007**
 Temperatur: **16.5 °C**



- Zusatzinformationen auf RFID Tag
- Selbstüberwachung der Ware

Alarm:
 Qualitätsverlust durch Temperaturabweichung!



Einteilung Kommunikation

Passive Tags

- Kommunikation ohne eigene Energie
- HF + UHF
- Gen2 Tags



Semi-Passiv

- Zusätzlich Batterie für Sensorik
- RFID Datenlogger nur HF
- Erhöhung Reichweite UHF



Aktiv

- Höhere Reichweite, Batterieleistung und Preis
- Containeridentifikation
- Drahtlose Sensornetze



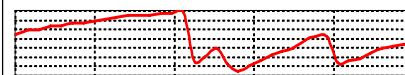
RFID als Datenspeicher

Welche Daten können auf dem Tag gespeichert werden?

Beispiel: 28 Byte User Memory

IP Hersteller	134.102.186.81
IP Warenlager	134.102.186.83
Haltbarkeitsdatum	22.10.2007
Soll-Temperatur	14.5 °C
Max. Temperatur	16.2 °C
Qualitätsindex	80%
Ziel (Text)	HB-Fruchthof

Temperaturgeschichte



1 Messung je 15 Minuten über 1 Woche = 700 Werte

EPC 96 Bit = 12 Byte

Header	1 Byte
Hersteller (Manager)	3.5 Byte
Produkt-Code (Object)	3 Byte
Seriennummer	4.5 Byte

Datenrate

- Wie schnell und wie sicher können diese Informationen gelesen werden?

- Zeit wenige Sekunden für Durchfahrt Gate beim Entladen
- Lesen und Schreiben
 - Außenseite oder innerhalb der Ware / Palette
- Zugriffsgeschwindigkeit
 - Zeitmessungen und Analyse des Gen2-Protokolls

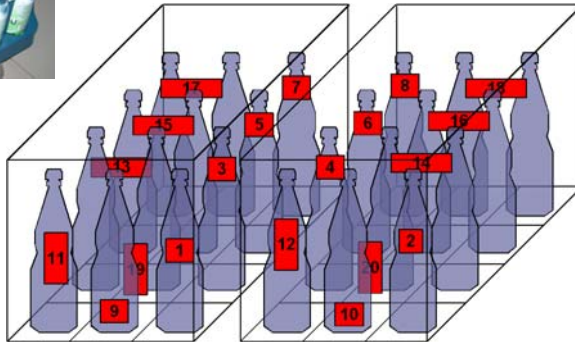


Laborversuch Eindringtiefe und Beschreiben der Tags



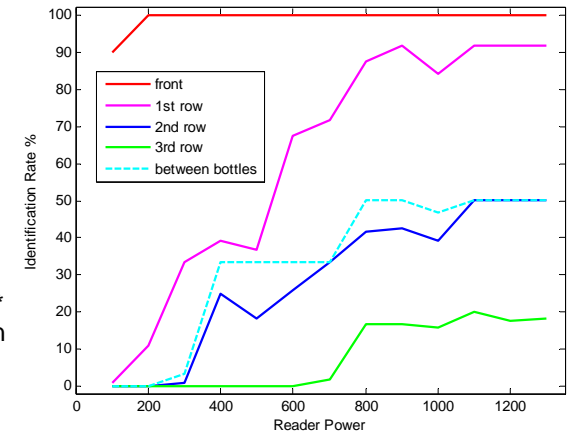
- 20 Tags NXP / TagNology
 - 75*75 mm
 - 19*98 mm

- Abstand Lese-
gerät: 50 cm
- Seitliche
Verschiebung
3 Positionen
(-15, 0 +15 cm)

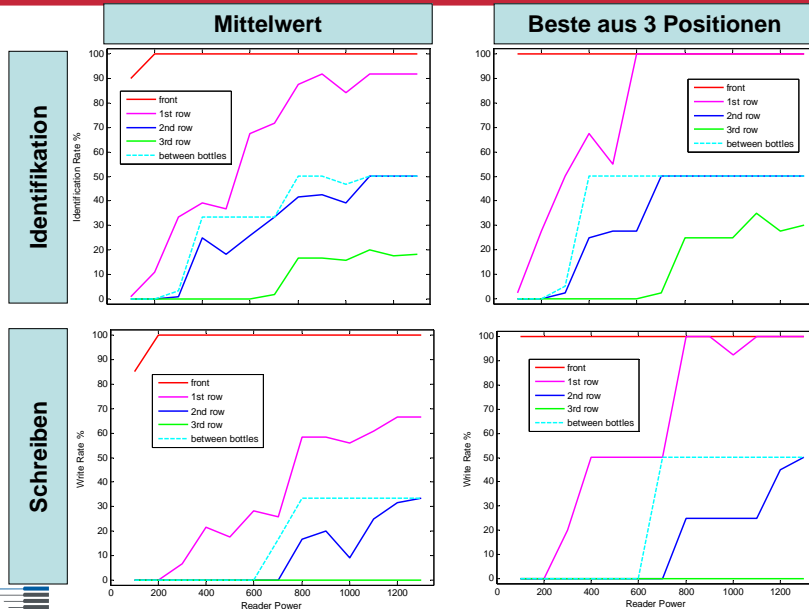


Ergebnisse: Leseratte im Inneren der Ware

- Leserate für
verschiedene
Abstände zur
Vorderseite
- Variation der
Sendeleistung
- 10 Wieder-
holungen * 3
Verschiebungen *
4 Tags je Position
und Leistungs-
stufe



Ergebnisse: Leseratte im Inneren der Ware

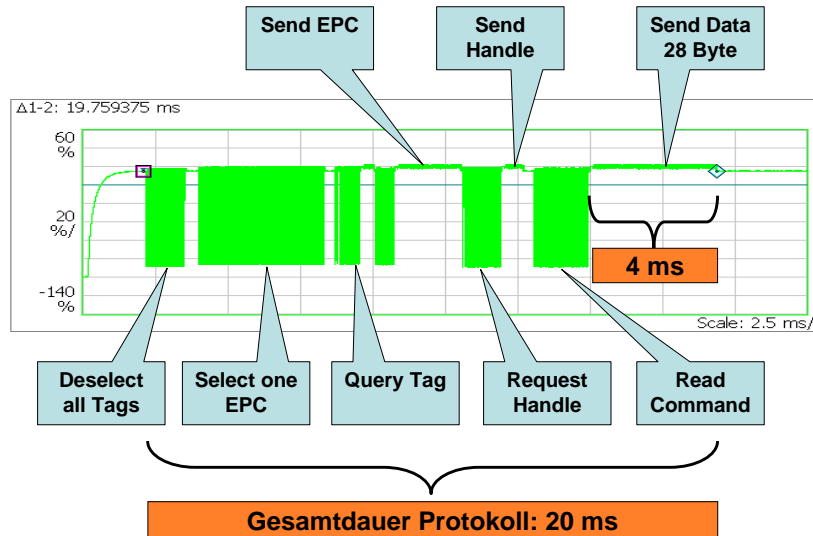


Datenrate EPC Class 1 Gen2 Protokoll

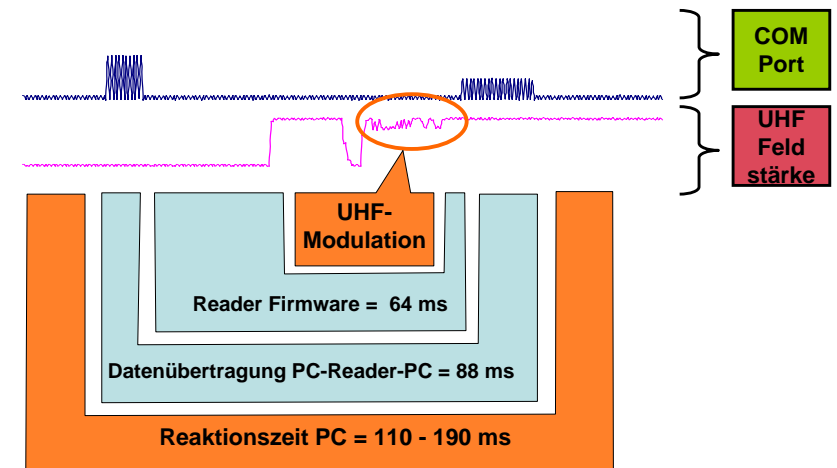
A big Mystery?

- Unterschiedliche Baudraten definiert
- Unterschiede in erlaubter Bandbreite (USA / Europa)
- Reduzierte Bandbreite bei weiteren Readern auf dem Firmengelände (1 km²)
- Wird die maximal angegebene Datenrate von 640 kBit pro Sekunde in der Praxis erreicht?

Analyse der HF-Modulation: Lesen



Reale Dauer der Datenübertragung (28 Byte Lesen)



Dauer Protokoll-Sequenz

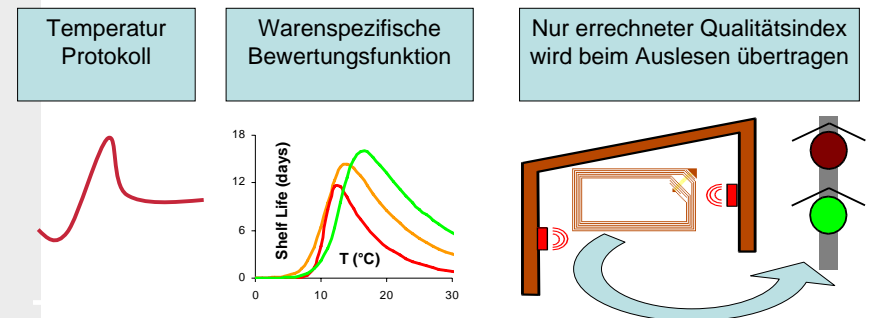
Einstellungen	Setting	Pessimistic	Optimistic
	Interrogator -> Tag	40 kBaud	80 kBaud
Tag -> Interrogator	64 kBaud	160 kBaud	

Zeitmessungen	Inventory 4 Tags	28 1000+ ms	15 1000+ ms
	Write 28 Byte	171 ms	141 ms
	Read 28 Byte	20 ms	10 ms
	Read 1024 Byte	222 ms	97 ms
	Read Quality Index	17 ms	9 ms

Abschätzung	Inventory 4 Tags	Pessimistic	Optimistic
	Temperaturprotokoll	1388 ms	688 ms
Inventory + Quality Index 40 Tags	1280 ms	760 ms	

Bewertung der Temperaturdaten auf dem Tag

- Intelligent RFID
- Bewertung der Auswirkung von Temperaturabweichungen „on-chip“



Definition und Messung von Qualität

Was ist Qualität?

▪ Gesetzliche Vorschriften

Temperatur Grenzwerte

- Physikalische Eigenschaften: Farbe, Festigkeit
- Bakterien Wachstum
- Definition durch Verbraucher

Skalen zur Qualitätsbewertung

Ja / Nein
OK / Abgelaufen

Kontinuierlich /
Prozentuale Skala

Fest (gedrucktes
Haltbarkeitsdatum)

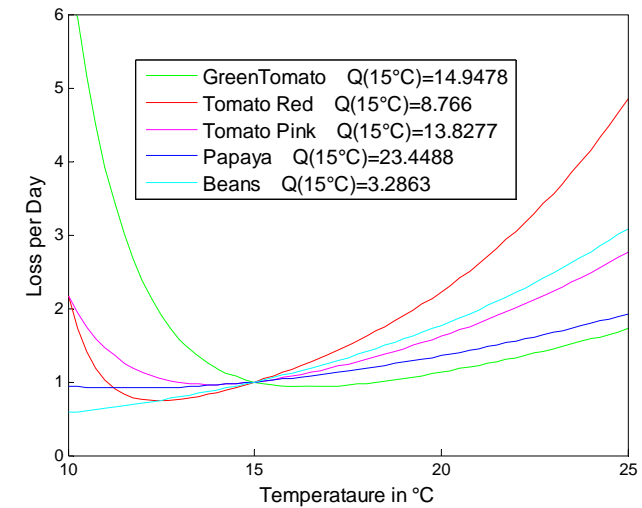
Dynamisch (Neuberechnung bei Temperaturänderungen)

Allgemeine Skala:

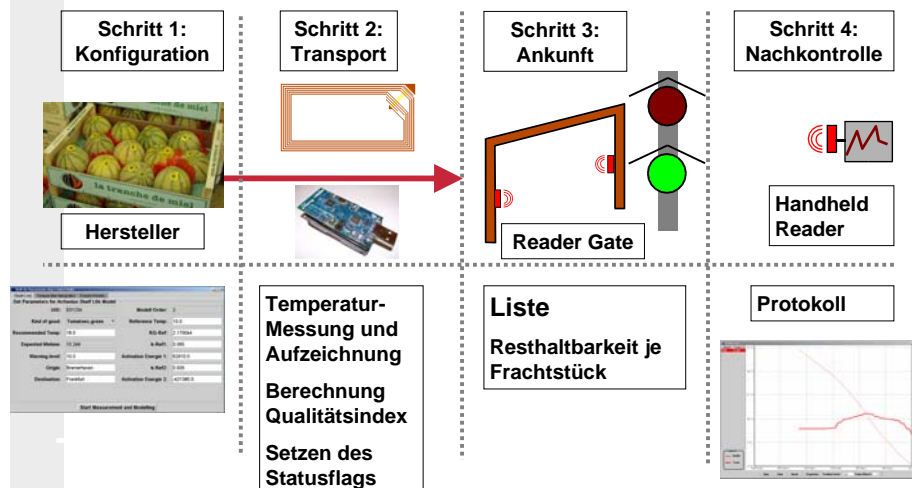
Keeping quality / Shelf life

Anzahl der Tage bis ein definierter Schwellwert unterschritten wird (Farbverlust, Anzahl Micro Organismen, Konsumer Akzeptanz ...)

Shelf Life Model



Intelligent RFID im Prozess der Lieferkette



Miniaturisierte Datenlogger

- RFID 13.56 MHz HF
 - TurbTag (RFID)
 - KSW Variosens (RFID)
- Electrical Interface
 - Ibutton
- Genauigkeit:
 - Anforderung Lebensmittel: $< 0.5 \text{ } ^\circ\text{C}$
 - Standardabweichung: $2/3$ der Werte innerhalb $\pm\delta$

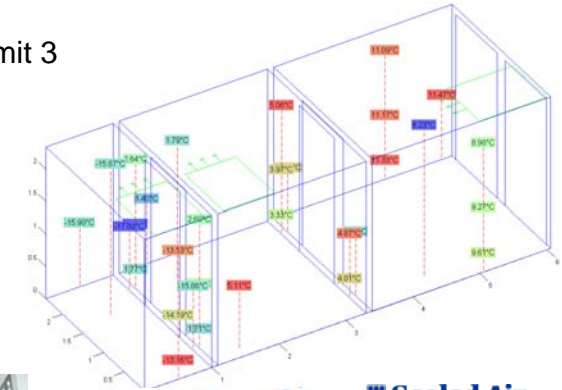


Vergleich verschiedener Datenlogger-Typen

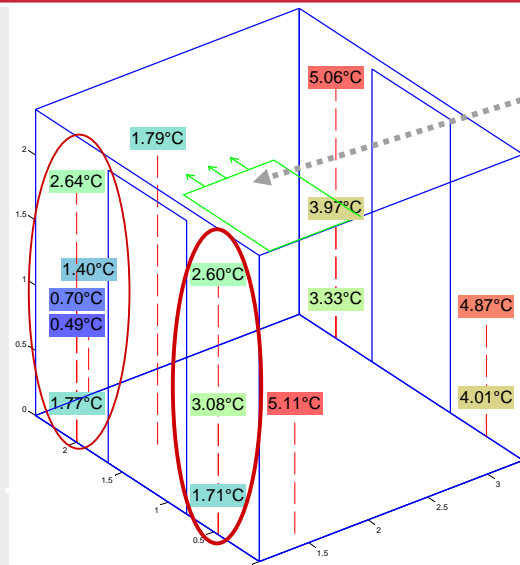
Typ	KSW	TurboTag	iButton
Datenpunkte	700	700	4000
Batterie	±	+	++
Auflösung	~ 0.3 °C	~ 0.2 °C	0.0625 °C
Genauigkeit	± 0.4 °C	± 0.18 °C	< ± 0.1 °C
Interface	RFID	RFID	One-Wire
Preis	5-10 \$		> 40 \$
Handhabung	+	++	-
Software	±	++	±

Erfassung räumlichen Temperaturprofile in Praxistests

- Lieferfahrzeuge mit 3 Kammern
- Vortest mit 40 Datenloggern

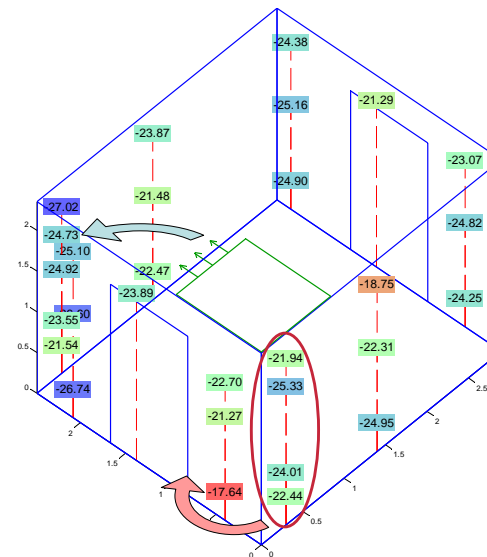


Räumliche Temperaturverteilung

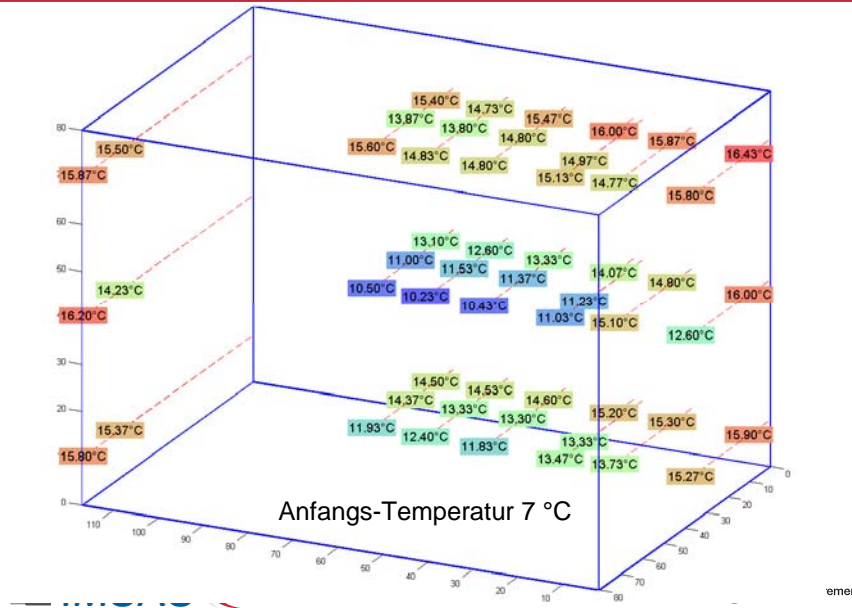


- Durchschnitt der Aggregatseite ~2°C kälter
- Einzelne Logger verhalten sich chaotisch
 - Ersatz von Loggern durch Mittelwert nicht möglich

Tiefkühlabteil nach 5 Stunden

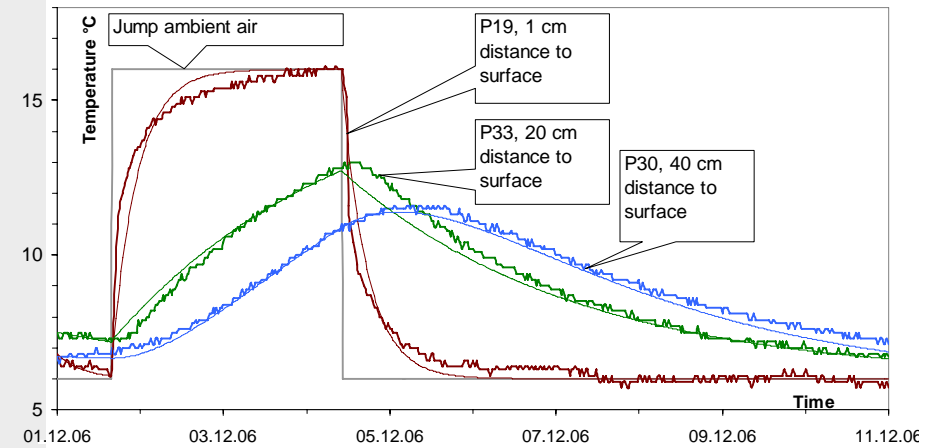


Versiegelte Palette nach 60 Stunden



emen

Zeitlicher Temperaturverlauf



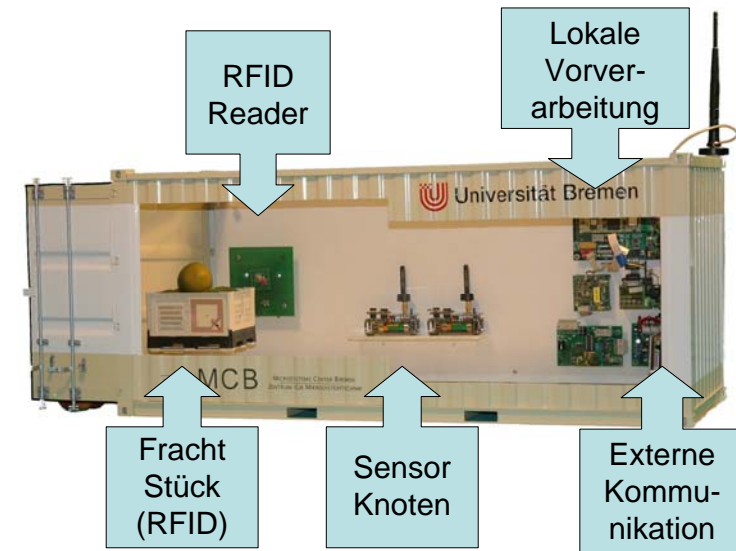
Offline versus Online Überwachung



Semi-passive Datenlogger Drahtlose Sensornetze

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kostengünstig, ▪ Evt. auch Einweglogger ▪ Zugriff nur durch (manuelles) Auslesen an Umschlagpunkten ▪ Begrenzte Speicherkapazität | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Höhere Kosten ▪ Rückgabe/ feste Installation ▪ Online / On-road Zugriff ▪ Sofortige Reaktion auf Störungen möglich |
|--|---|

Hardware



Warenbegleitende Informationsströme

Logistisches Objekt
→ passives RFID-Label



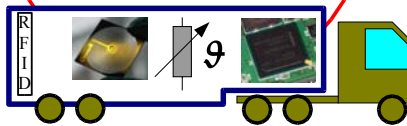
Dynamische Verknüpfung



Intelligenter Agent
→ Software Repräsentation des physikalischen Objektes
→ Transport- und Gebrauchsanweisung

Lesen des RFID-Tags beim Beladen

Transportmittel fordert Agenten beim Beladen an



Lager oder Transportmittel
→ Rechnerplattform
→ Sensorik
→ RFID-Reader

Eingabe des Transportauftrages

Freight Creator

Standard Model | Shelf Live

Create Agent for new Freight item

UID: e00401000749c536 Modell Order: 2

Kind of good: Tomatoes, pink Reference Temp: 10.0

Recommended Temp: 14.0 KQ-Ref: 6.389

Expected lifetime: 14.366 k-Ref1: 0.2409

Warning level: 10.0 Activation Energie 1: 77910.0

Host platform: hades k-Ref2: 0.7591

Origin: Bremerhaven Activation Energie 2: -421380.0

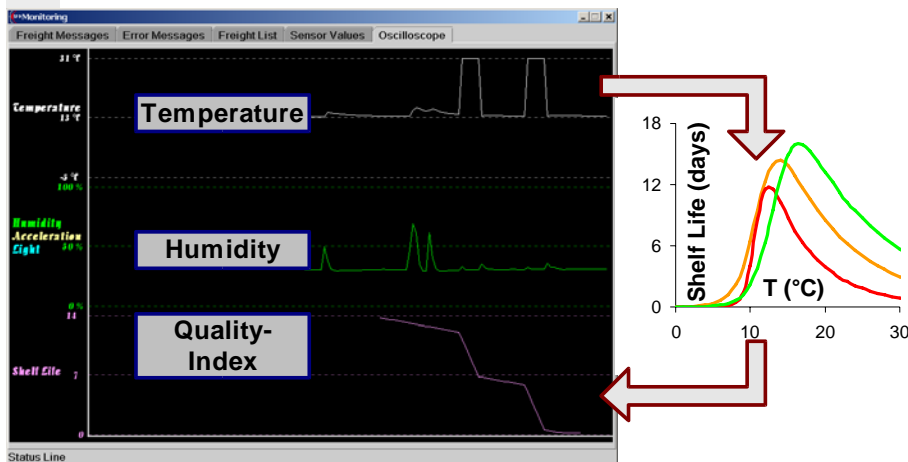
Destination: Frankfurt TimeUnit: Minutes

Required Sensors

Temperature Humidity Illumination Gas Acceleration

Write data on tag and start agent

Oscilloscope View



Nachrichten der Transportüberwachung

Monitoring

Time	Location	Message	UID	Product	Priority	QIndex
15:58:49	Warehouse-97	Moved to new vehicle	e004010000588592	Fish	normal	38.3
15:55:23	...	Quality loss, take immediate action!	e004010000588592	Fish	yellow	74.01
15:54:59	...	Freight is losing quality	e004010000588592	Fish	normal	87.63
15:54:15	...	Critical Temperature overstepped	e004010000588592	Fish	yellow	97.46
15:54:11	Vehicle IP-82	OK - All Sensor available	e004010000588592	Fish	normal	...
15:53:57	Vehicle IP-82	Moved to new vehicle	e004010000588592	Fish	normal	98.13
15:53:53	Vehicle IP-82	Sensor missing: Humidity Temperature	e004010000588592	Fish	red	...
15:51:36	Warehouse-97	Freight item waiting for transport	e004010000588592	Fish	normal	100

Time: 15:54:59

Message: Freight is losing quality

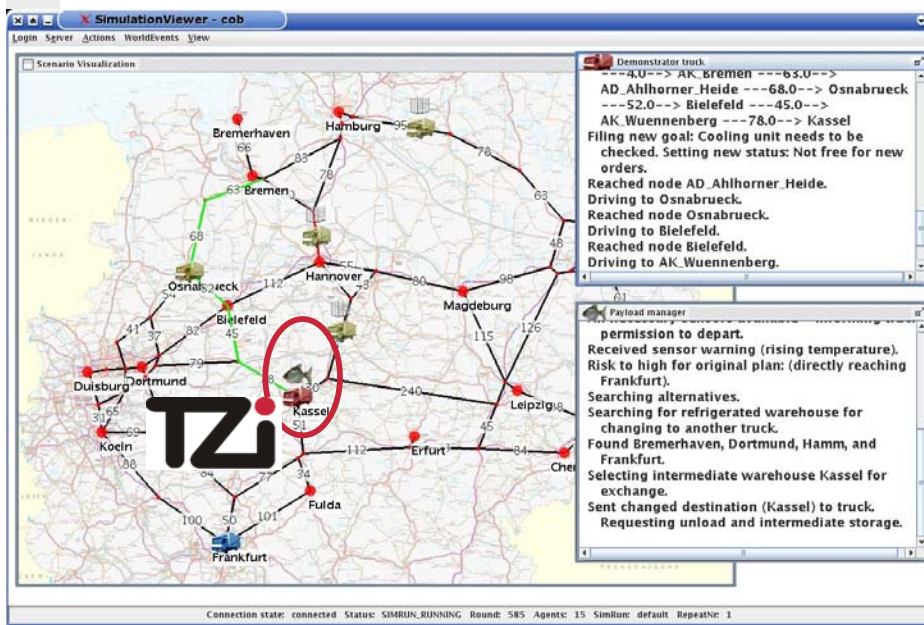
UID: e004010000588592

Product: Fish

Priority: normal

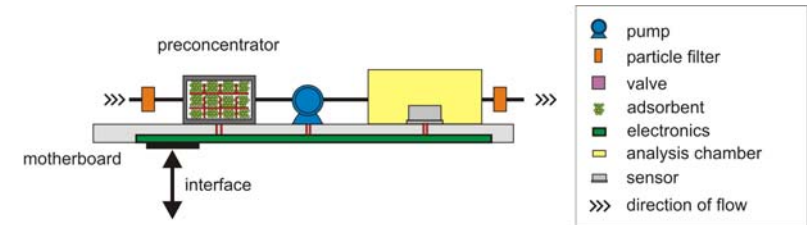
QIndex: 87,63

e004010000588592 : Moved to new vehicle

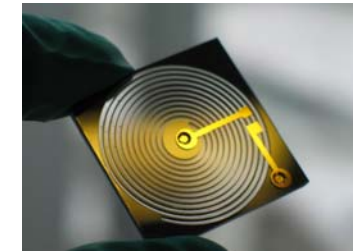


Messung des Reifungsindikators Ethylen

- Erhöhung der Auflösung durch Preconcentrator



- Reduktion von Quer-Empfindlichkeiten durch Gas Chromatographie



Ende

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit**

www.intelligentcontainer.com

**Institut für Mikrosensoren, -aktuatoren und
-systeme (IMSAS)**

Universität Bremen, FB1

Otto-Hahn-Allee, NW1

D-28359 Bremen, GERMANY

Phone +49 421 218 7364, Fax +49 421 218 2479

Email rjedermann@imsas.uni-bremen.de