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

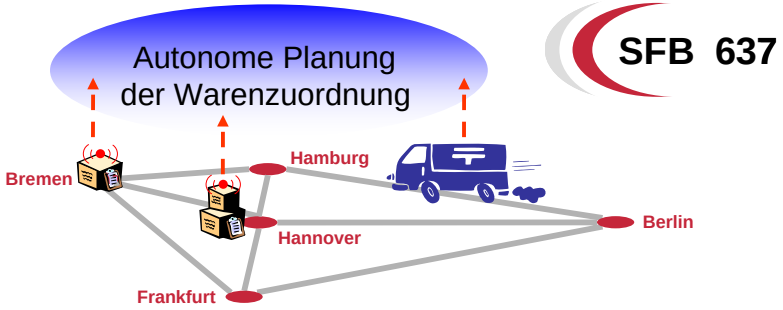
Dipl.-Ing. Reiner Jedermann

Sensorische Erfassung von Lebensmitteln über RFID

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

Sonderforschungsbereich Logistik

- Selbststeuerung autonomer logistischer Prozesse



SFB 637

- IMSAS / Microsystems Center Bremen

MCB

Bremen Research Cluster for Dynamics in Logistics

„Forschungs-
verbund Logistik“

LogDynamics

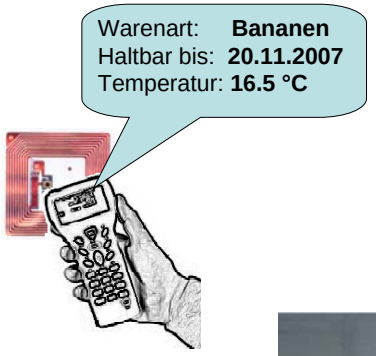
Global RF Lab Alliance

LogDynamics Lab

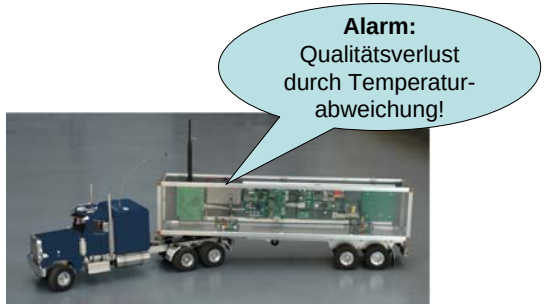
Lebensmittel

- 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



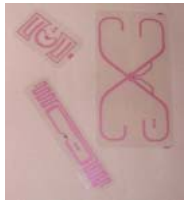
- Zusatzinformationen auf RFID Tag
- Selbstüberwachung der Ware



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

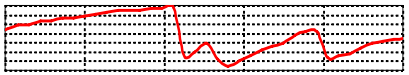
RFID als Datenspeicher

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

EPC 96 Bit = 12 Byte	
Header	1 Byte
Hersteller (Manager)	3.5 Byte
Produkt-Code (Object)	3 Byte
Seriennummer	4.5 Byte

Temperaturgeschichte



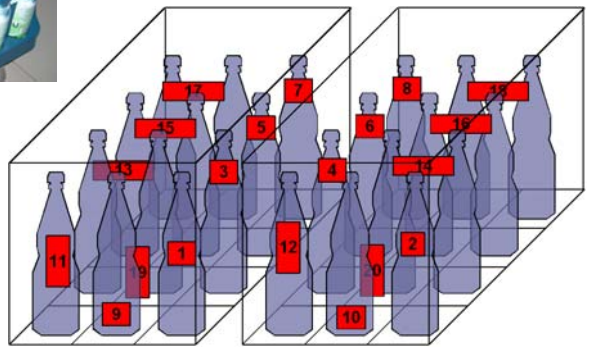
1 Messung je 15 Minuten über 1 Woche = 700 Werte

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

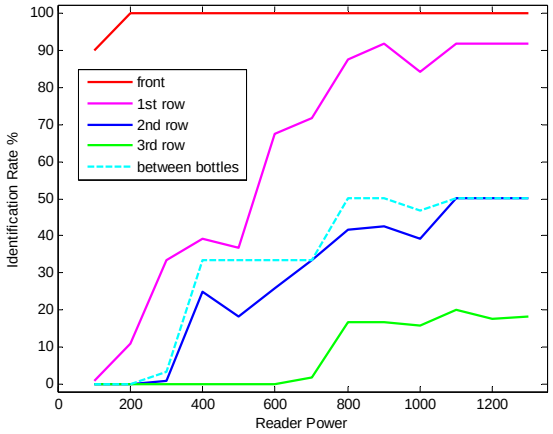
- 20 Tags NXP / TagNology
  - 75*75 mm
  - 19*98 mm



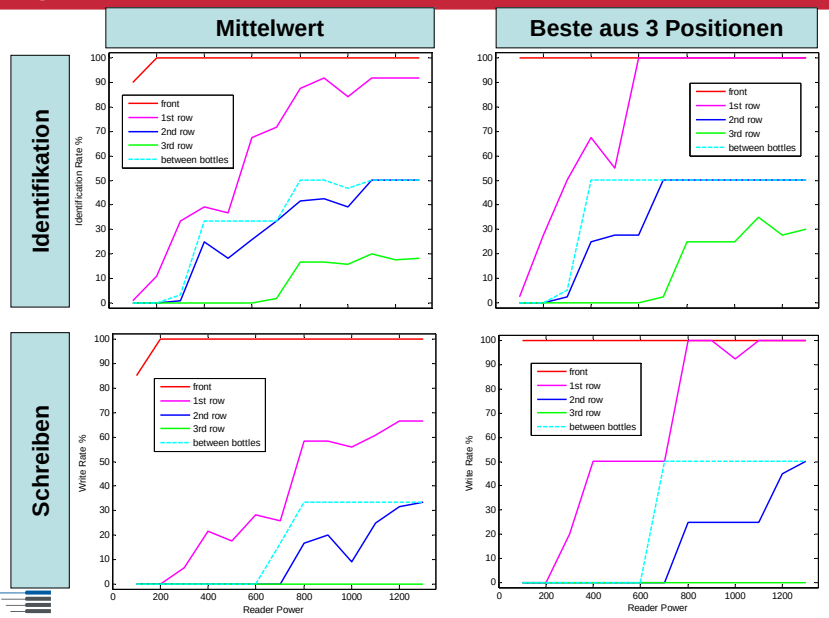
- Abstand Lese-gerät: 50 cm
- Seitliche Verschiebung 3 Positionen (-15, 0 +15 cm)

Ergebnisse: Leserate 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: Leserate im Inneren der Ware

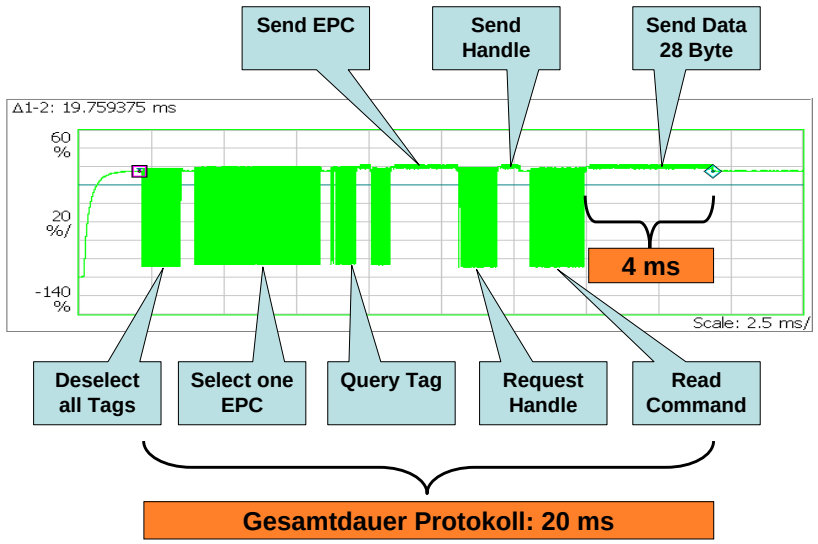


Datenrate EPC Class 1 Gen2 Protokoll

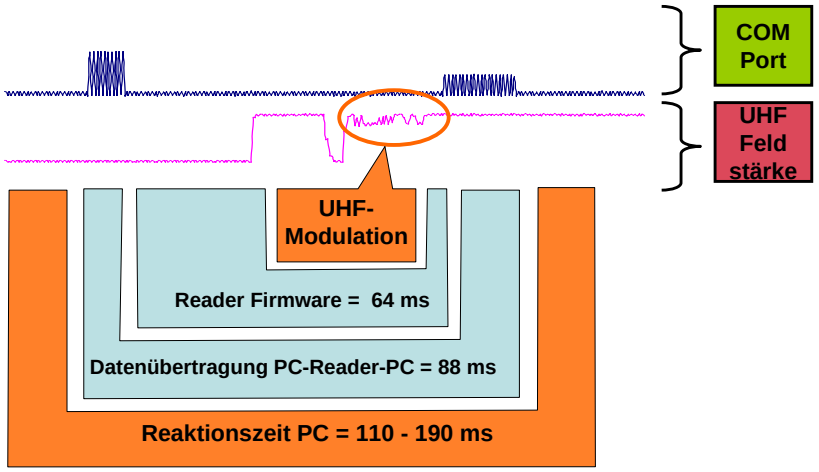
A big Mistery?

- Unterschiedliche Baudraten definiert
- Unterschiede in erlaubter Bandbreite (USA / Europa)
- Reduzierte Bandbreite bei weiteren Readern auf dem Firmengelände (1 km^2)
- 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)



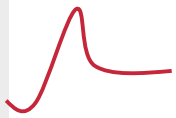
Dauer Protokoll-Sequenz

	Setting	Pessimistic	Optimistic
Einstel-lungen	Interrogator -> Tag	40 kBaud	80 kBaud
	Tag -> Interrogator	64 kBaud	160 kBaud
Zeitmes-sungen	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
Abschät-zung	Inventory 4 Tags **Temperaturprotokoll**	1388 ms	688 ms
	Inventory + **Quality Index** 40 Tags	1280 ms	760 ms

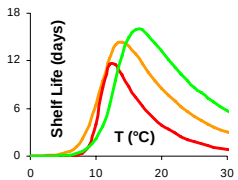
Bewertung der Temperaturdaten auf dem Tag

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

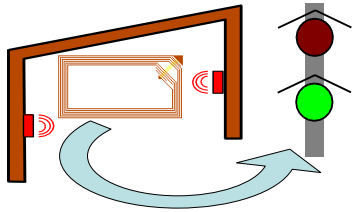
Temperatur Protokoll



Warenspezifische Bewertungsfunktion



Nur errechneter Qualitätsindex wird beim Auslesen übertragen



Definition und Messung von Qualität

Was ist Qualität?

- **Gesetzliche Vorschriften**

  Temperatur Grenzwerte

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

Skalen zur Qualitätsbewertung

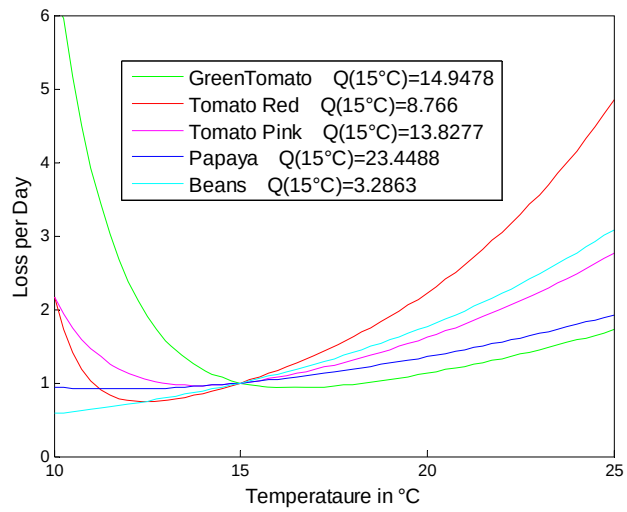
Ja / Nein OK / Abgelaufen	⟷	**Kontinuierlich** / Prozentuale Skala
Fest (gedruck-tes Haltbarkeits-datum)	⟷	**Dynamisch** (Neu-berechnung bei Tempe-ratur Änderungen)

Allgemeine Skala:

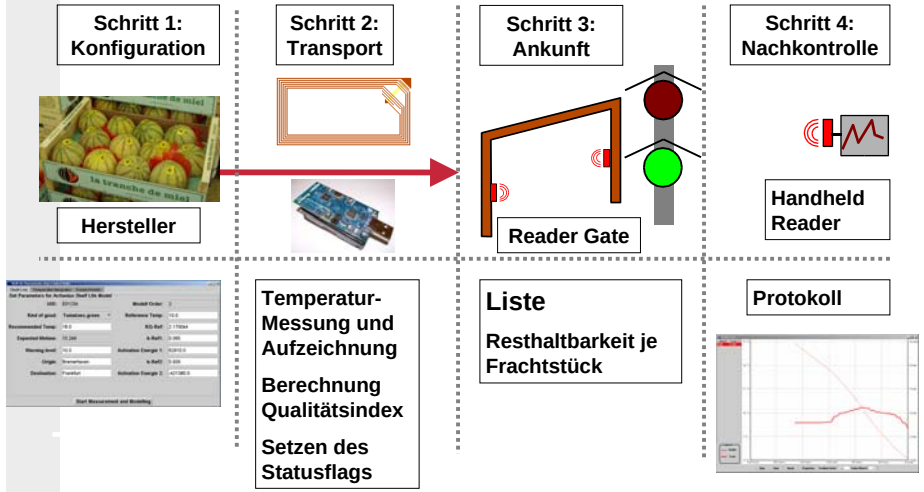
Keeping quality / Shelf life

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

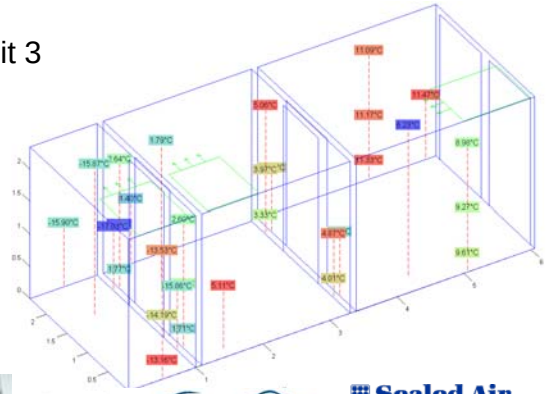
- RFID 13.56 MHz HF
  - TurbTag (RFID)
  - KSW Variosens (RFID)
- Electrical Interface
  - Ibutton
- Genauigkeit:
  - Anforderung Lebens-mittel: < 0.5 °C
  - Standardabweichung: 2/3 der Werte innerhalb ±δ

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

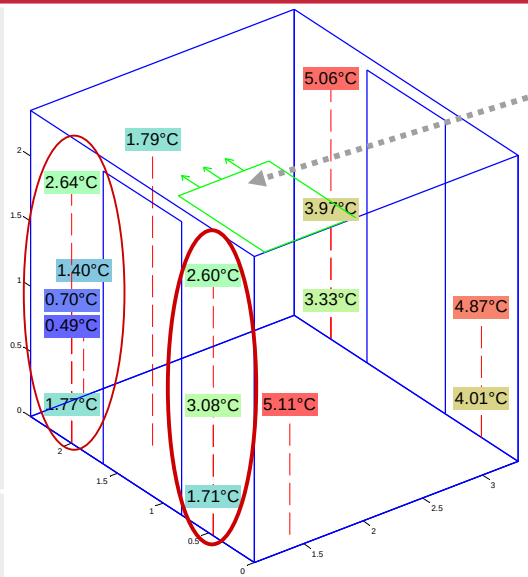


Sealed Air TurboTag™ RFID Monitoring Solutions

CCG

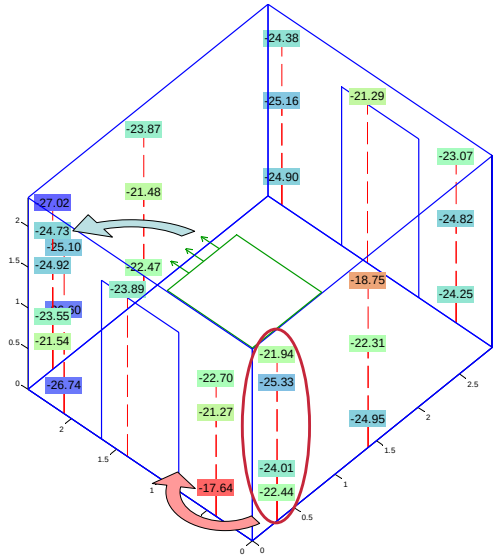
RUNGIS express

Räumliche Temperaturverteilung

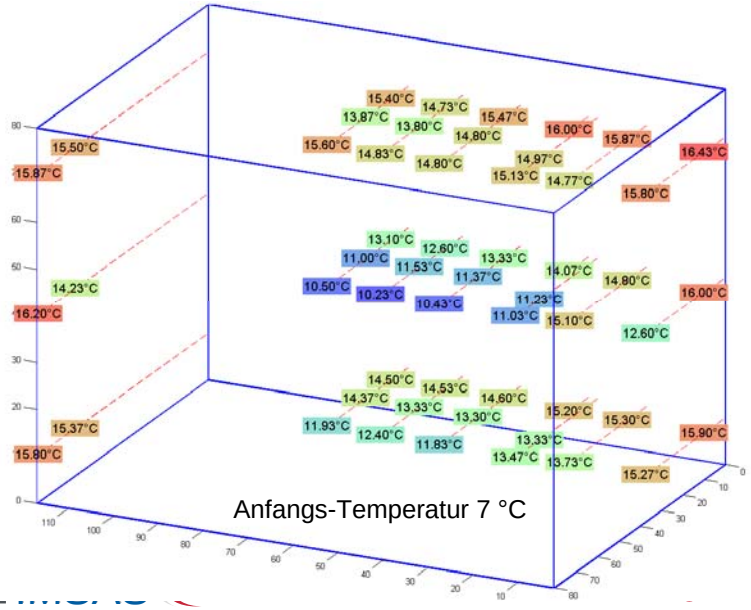


- Durchschnitt der Aggregatseite ~2°C kälter
- Einzelne Logger verhalten sich chaotisch
- Ersatz von Loggern durch Mittelwert nicht möglich

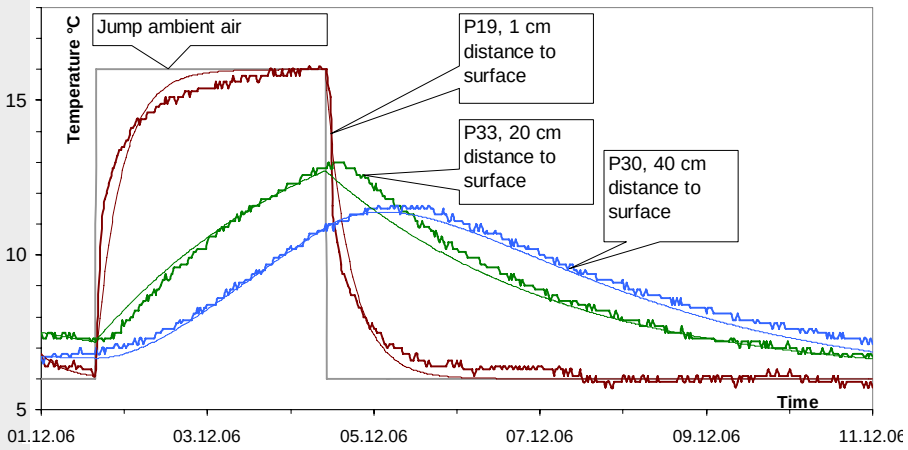
Tiefkühlabteil nach 5 Stunden



Versiegelte Palette nach 60 Stunden



Zeitlicher Temperaturverlauf



Offline versus Online Überwachung

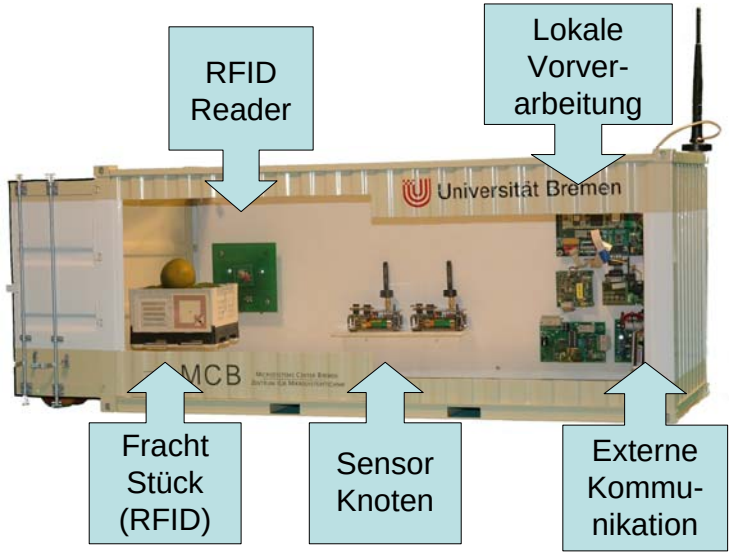
Semi-passive Datenlogger

- Kostengünstig,
- Evlt. auch Einweglogger
- Zugriff nur durch (manuelles) Auslesen an Umschlagpunkten
- Begrenzte Speicherkapazität

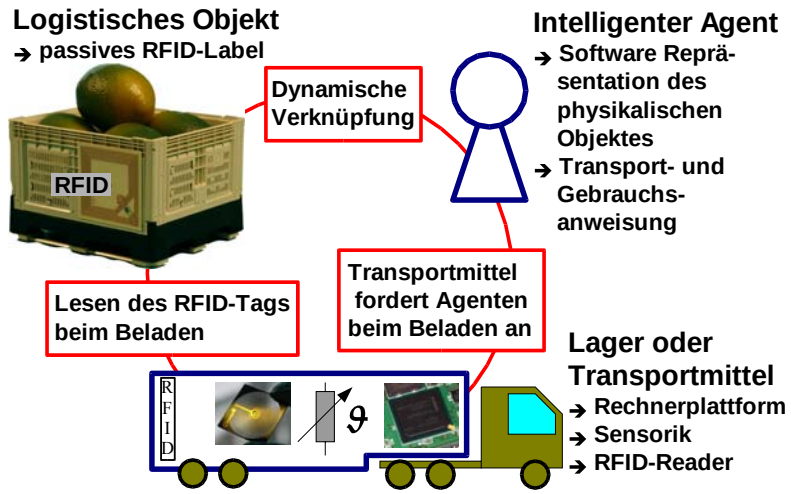
Drahtlose Sensornetze

- Höhere Kosten
- Rückgabe/ feste Installation
- Online / On-road Zugriff
- Sofortige Reaktion auf Störungen möglich

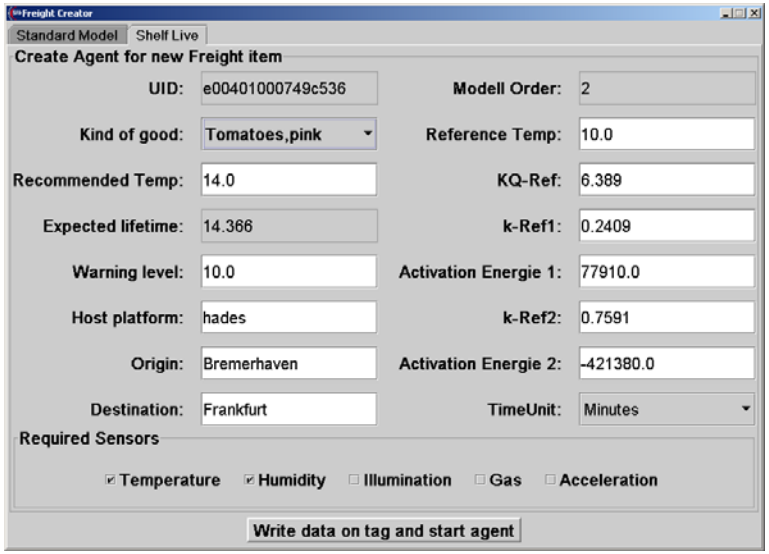
Hardware



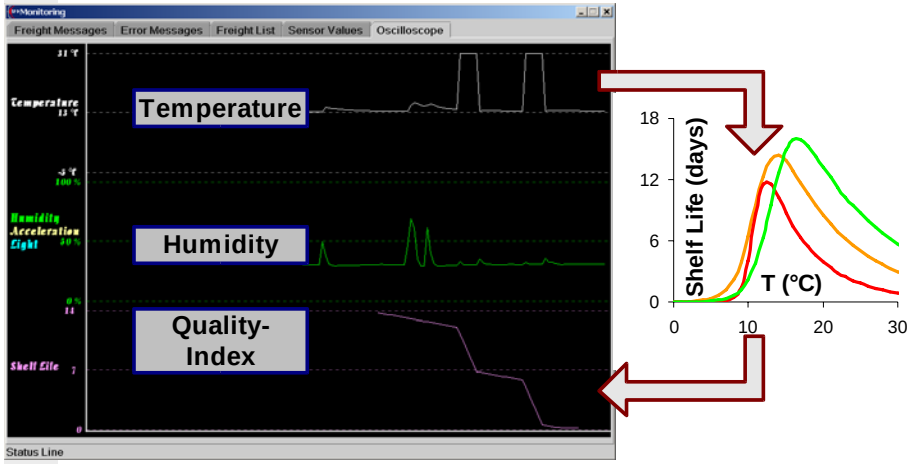
Warenbegleitende Informationsströme



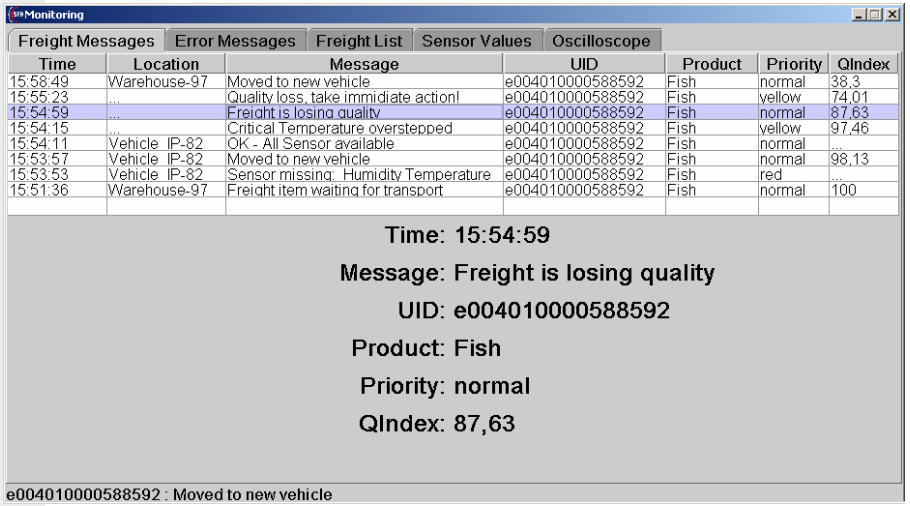
Eingabe des Transportauftrages



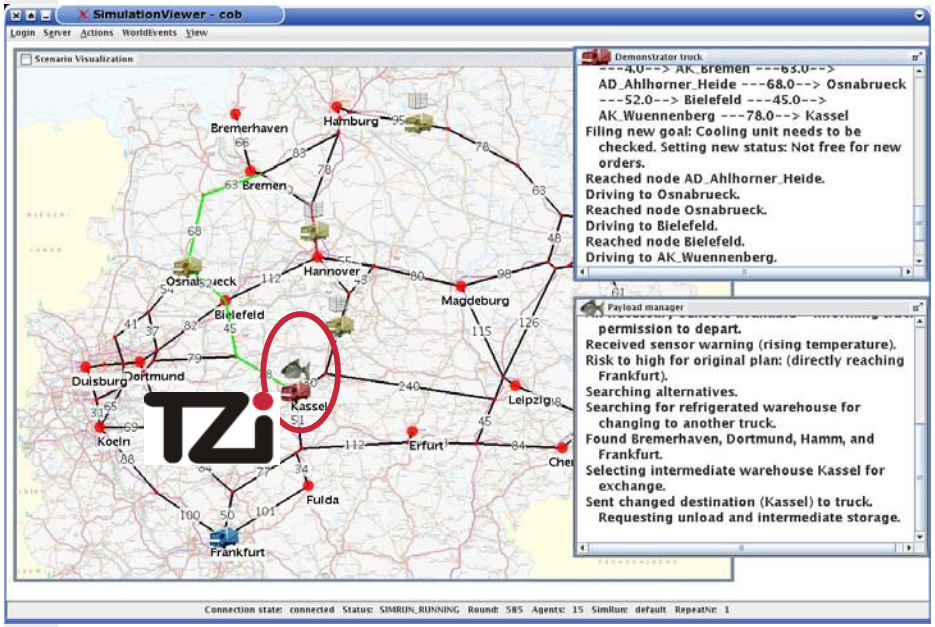
Oscilloscope View



Nachrichten der Transportüberwachung

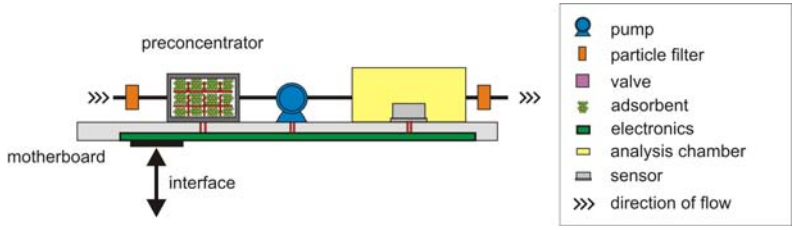


Time	Location	Message	UID	Product	Priority	QIndex
15:58:49	Warehouse-97	Moved to new vehicle	e004010000588592	Fish	normal	38,3
15:55:23	...	Quality loss, take immidiate action!	e004010000588592	Fish	yellow	74,01
15:54:59	...	Freight is losing quality	e004010000588592	Fish	normal	87,63
15:54:15	...	Critical 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

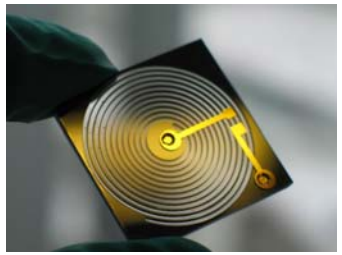


Messung des Reifungsindikators Ethylen

- 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