

2. Industriekolloquium - Flexibilität durch Transparenz –
Praxis und Theorie im Dialog, 06.12.2007, Bremen
Transparenz in der Transportlogistik durch intelligente Ladungsträger

RFID und Sensorik zur Erfassung des Warenzustandes

Dipl.-Ing. Reiner Jedermann

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

Outline

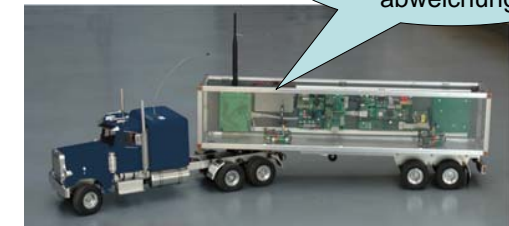
1. Anwendung: Überwachung von Lebensmitteln
2. Reale Temperaturabweichungen
3. Berechnung von Qualitätsverlusten
4. Kommunikationsengpässe
5. Implementierung auf RFID Ebene
6. Implementierung auf Fahrzeugebene

1

Lebensmittel sind
hochsensible Waren.
Intelligente Ladungsträger
können deren
Auslieferungsqualität
deutlich verbessern

Lebensmittel als hochsensible Waren

- Bis zu 30% Verlust bei frischem Obst und Gemüse
- Hauptursache Temperaturabweichungen
- Eine genaue Temperaturführung und -überwachung kann die Verlustquote deutlich reduzieren
- Die hohe Menge der anfallenden Sensordaten erfordert automatisierte Verarbeitung



Alarm:
Qualitätsverlust durch
Temperatur-
abweichung!

2

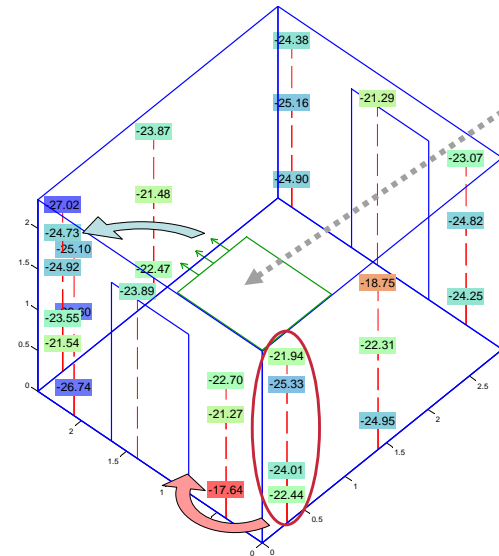
Temperaturabweichungen sind Realität

Räumliche Temperaturverteilung

- Messung mittels miniaturisierter RFID Datenlogger
- HF 13.56 MHz
- Manuelles Auslesen, da begrenzte Reichweite



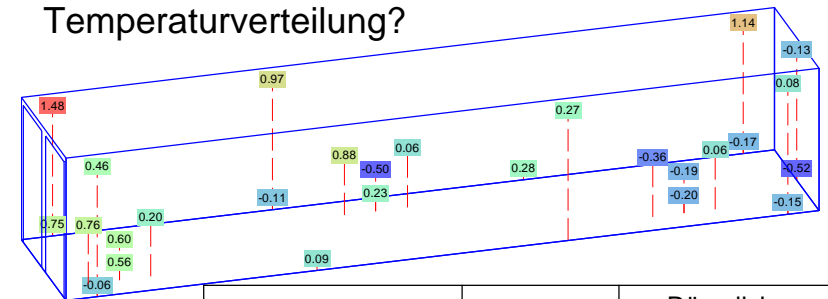
Tiefkühlabteil nach 5 Stunden



- Sollwert nur im direkten Luftstrom erreicht
- Abweichung ~10 °C

See-Container

- Homogene oder heterogene Temperaturverteilung?



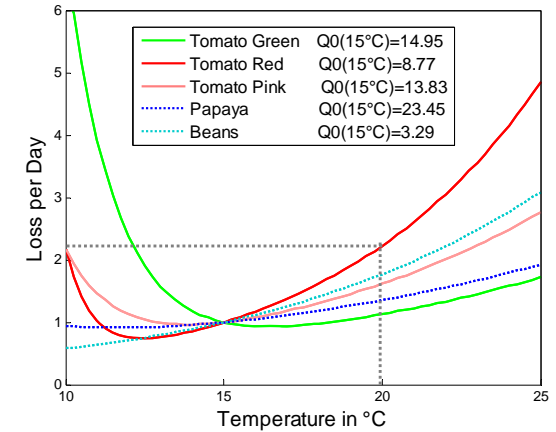
Route	Modus	Räumliche Abweichung
Bremen – Nigeria	Tiefkühl	5 °C
Chile – England	Chilled	1.8 °C
Hongkong – Bremen	Ungekühlt	2.6 °C

3

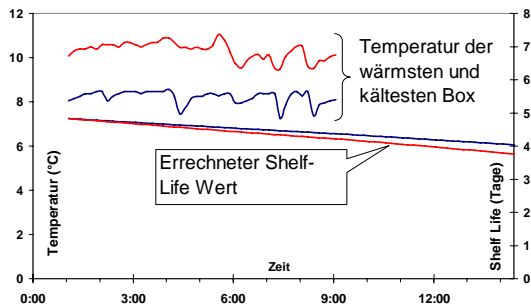
Shelf-Life-Modelle ermöglichen eine individuelle Qualitätsvorhersage

Modelle zur Berechnung der Resthaltbarkeit

- Qualitätsverlust pro Zeiteinheit als Funktion der Temperatur
- Gesetz von Arrhenius zur Reaktionskinetik



Anwendung auf Daten aus Straßentransporten



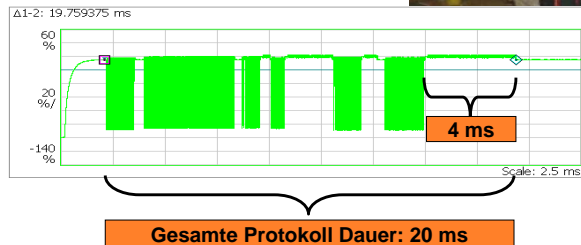
Box	Average	Zero Shelf-Life
Coldest	8.21 °C	3.5 days
Warmest	10.31 °C	2.5 days

4

Kommunikations-Engpässe erfordern eine lokale Verarbeitung der Daten

Analyse des Gen-2 Protokolls

- Aktueller UHF Standard: EPC Class 1 Gen 2
- Maximale Datenrate 640 kBit/sec nicht erreicht
- Geringere Bandbreite in EU
- Aufteilung zwischen Readern
- Protokoll-Overhead



Zeitbedarf zum Übertragen der Temperaturprotokolle

- Hochrechnung für einen UHF-Datenlogger
 - Derzeit noch keine Hardware verfügbar
- Mit passiver RFID Kommunikation kann nur eine sehr begrenzte Anzahl von Temperatur-Protokollen übertragen werden!

Data rate	Pessimistic	Medium
Interrogator -> Tag	40 kBaud	80 kBaud
Tag -> Interrogator	64 kBaud	160 kBaud
4 Tags Inventory + 700 Temperature data each	1388 ms	688 ms

Ansätze zur Überwindung des Flaschenhalses

On-Chip Processing der Sensor Daten durch intelligente RFID

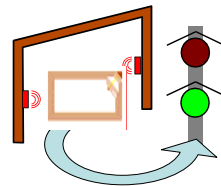
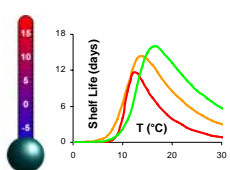
Shelf-Life Modell berechnet Effekte von Temperatur-Abweichungen

Während des Entladens nur Status übertragen

Trennung zwischen Identifikations- und Messaufgabe

Standard RFID tag am Frachtstück

+ Aktive Sensor Knoten für permanenten Zugriff



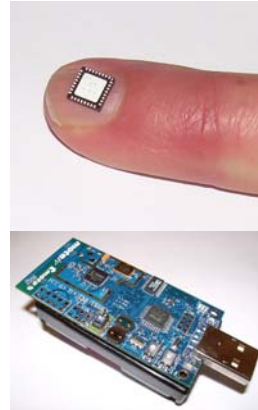
5

Es ist technisch möglich ein Shelf-Life-Modell auf einem RFID Tag zu implementieren

Notwendige Hardware Ressourcen

- Implementierung der Shelf-Life Berechnung auf einem Mikro-Chip

Type of Resource	Calculation of Arrhenius equations
Processing time	1.02 ms
Program memory	868 bytes
RAM memory	58 bytes
Energy	6 μ Joule



Verfügbare Energie

- Nur wenige zusätzliche Ressourcen im Vergleich zu Datenloggern
- Folienbatterie ausreichend für Shelf-Life Berechnung
- Vorarbeiten: HF-Tag zur Druckmessung

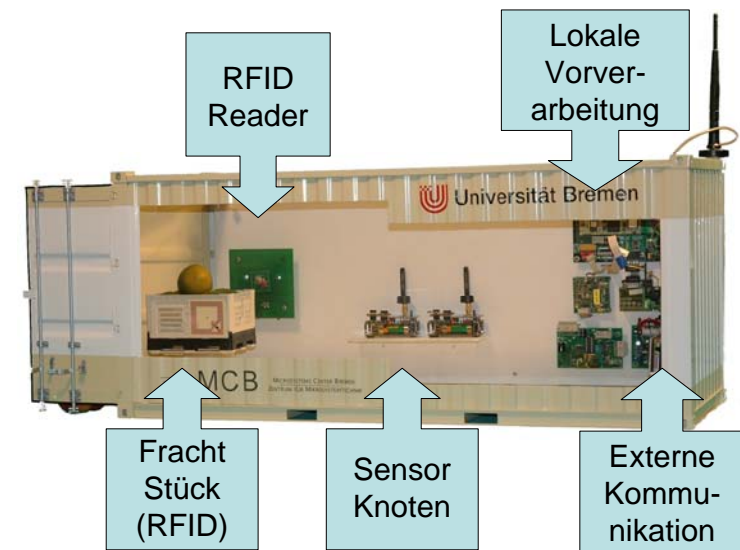
Power consumption per month	
Update every 15 minutes	0.020 J / month
Stand by current of MSP430 (1 μ A at 2.2V)	5.7 J / month
Turbo Tag (Zink oxide battery)	80 J



6

Eine Kombination von aktiven Sensoren und passiven RFID zur Qualitätsüberwachung kann bereits mit heute verfügbaren Technologien realisiert werden.

Der intelligente Container



Projektpartner

- CCG Holding AG
 - CCG FRA
 - Rungis Express
- Dole Fresh Fruit Europe OHG
- Cargobull Telematics GmbH



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