



Der intelligente Container – Mit Sensornetzen Transportverluste bei Lebensmitteln vermeiden

Walter Lang, Reiner Jedermann

IMSAS: Institut für Mikrosensoren, -aktoren und -systeme
Universität Bremen



Inhalt

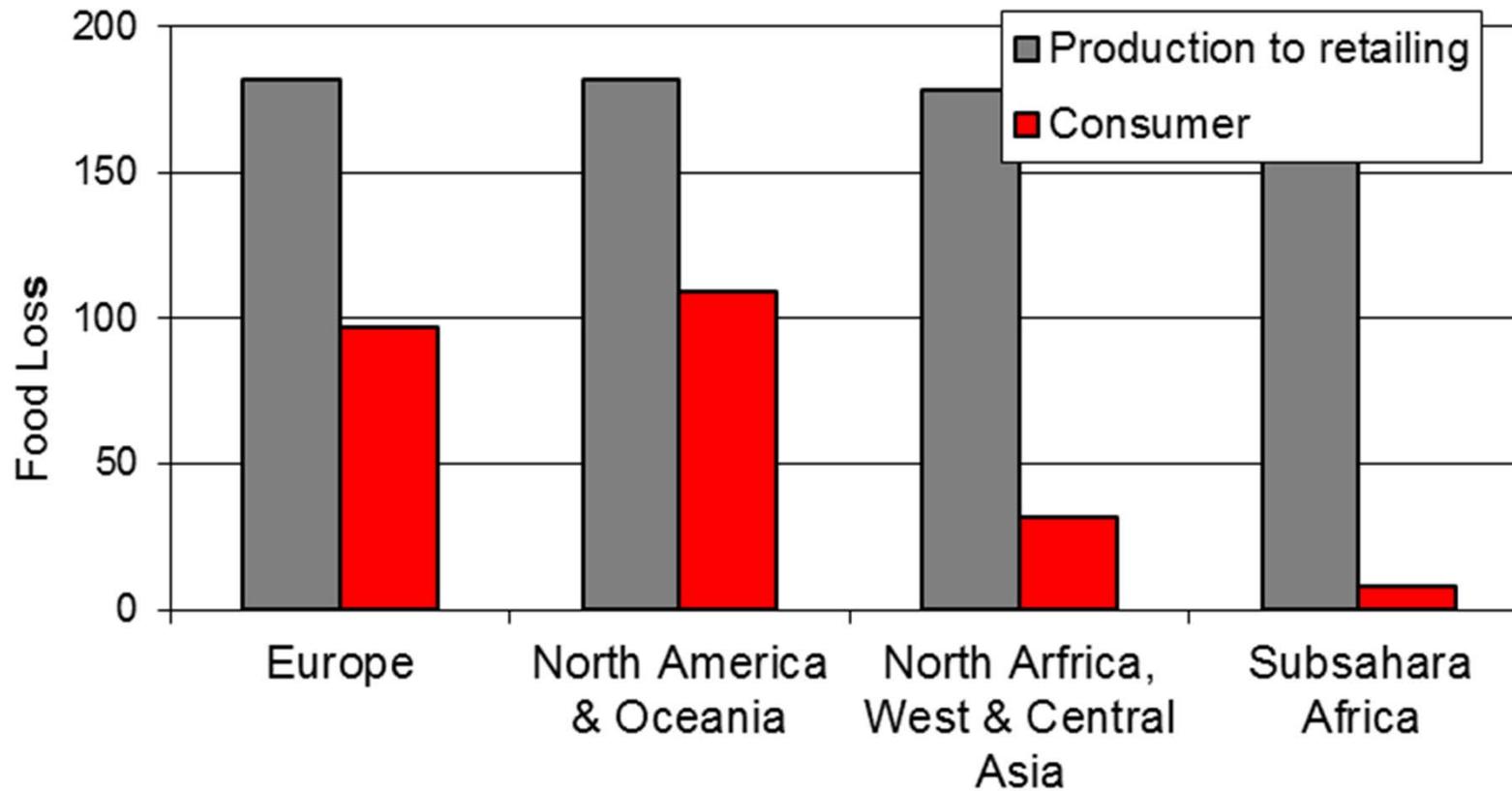
**Warum? – Der Verlust von Lebensmitteln in Supply
Chains**

Wie können Sensornetze helfen?

Welche Sensoren, und wie viele?

Ethylen – was die Banane uns sagt

Schimmelpilze detektieren



Verlust von Lebensmitteln in kg/Kopf und Jahr

Source: J. Gustavsson 2011



Wie können drahtlose Sensornetze helfen?

Daten zusammenfassen

100 Temperaturmessdaten pro Stunde → „ok“ –
zweimal am Tag

Risiko abschätzen und minimieren

Frühe Warnung wenn die Ladung verdirbt
Hotspots erkennen und vorhersagen
Vor Schimmelpilzen warnen

Das “Remaining Shelf Life” abschätzen

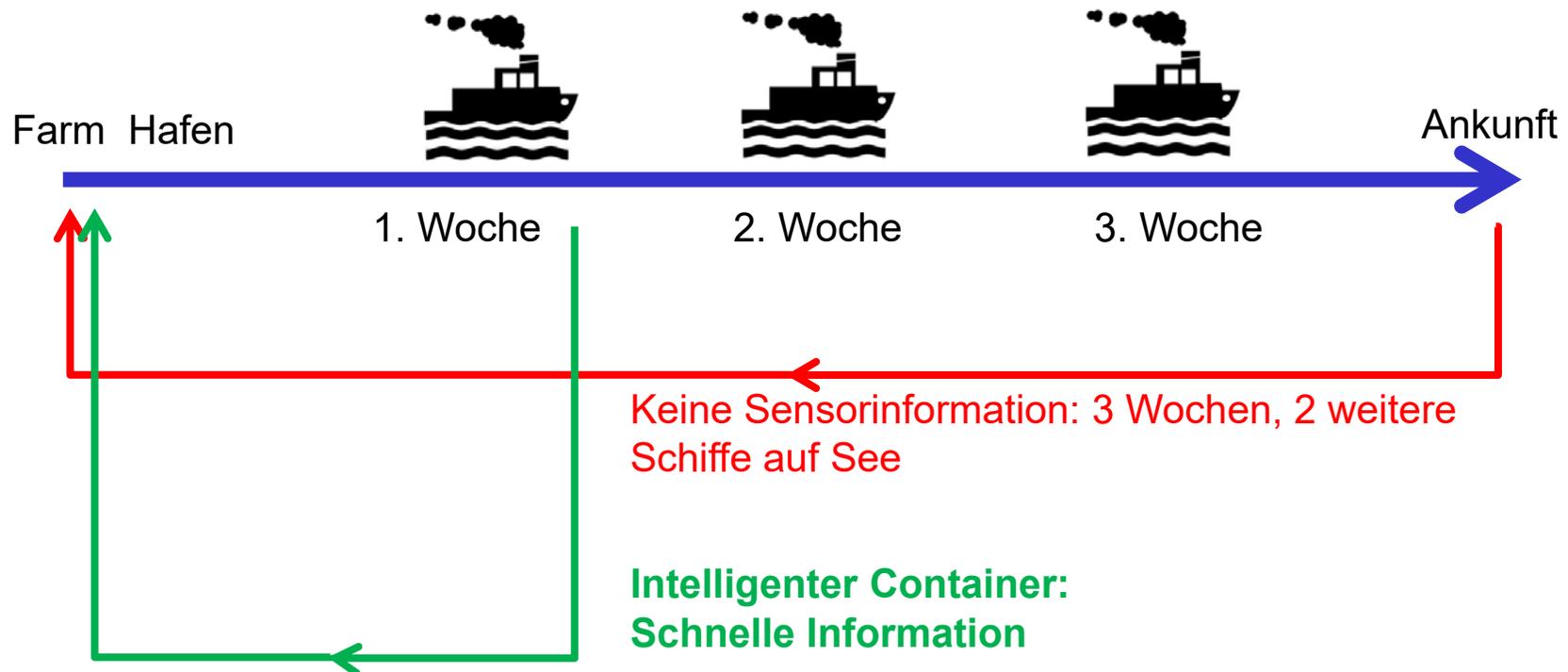
Die Supply Chain umlenken

Rettungsaktionen einleiten

Ethylene scrubbing

Frühe Warnung

Transport von Bananen von Costa Rica nach Antwerpen.
Es gibt ein Qualitätsproblem... Die Plantage muss handeln...



Biologische Wärme

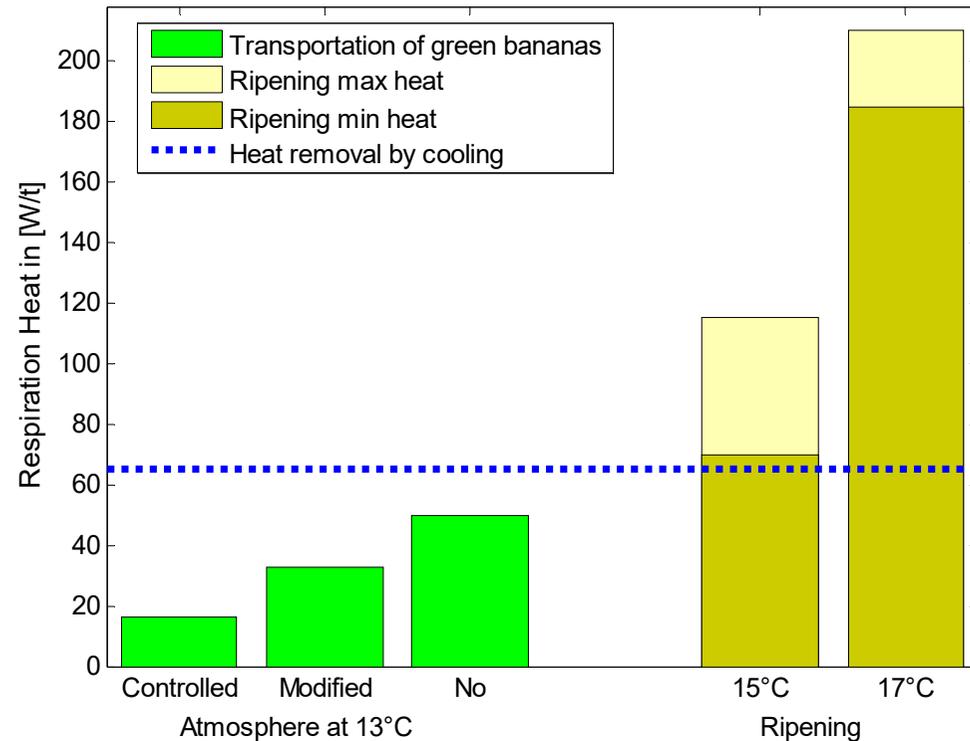
Bio-Aktivität generiert Wärme

Die lokale Wärmefreisetzung übersteigt die Kühlleistung

Die Temperatur steigt

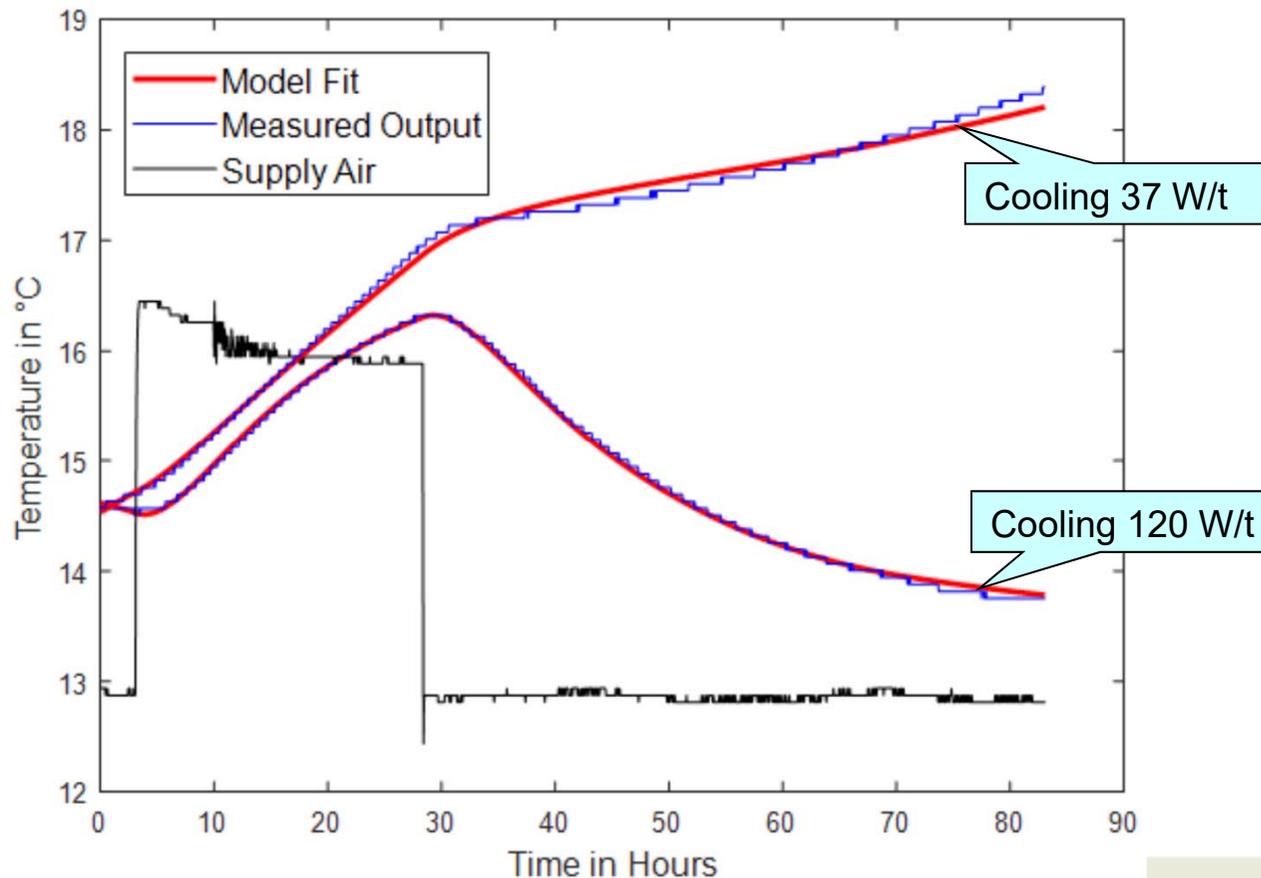
Die Reifung wird beschleunigt

Ein Hot Spot entsteht

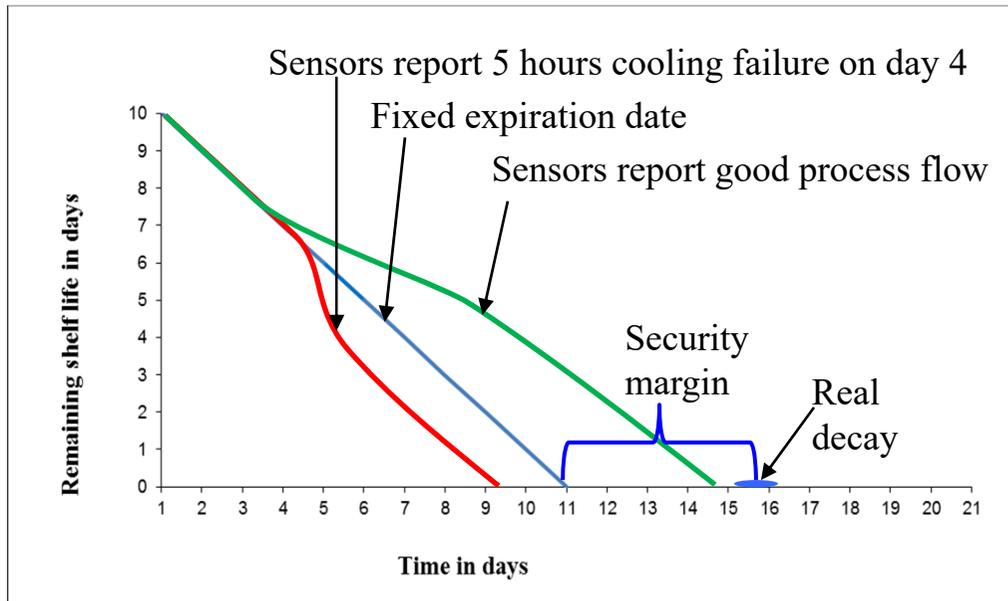


Modelle können die Temperaturentwicklung vorhersagen

Training des Modell in Woche 1, anschließend ist die Berechnung der effektiven Kühl- und erzeugten Wärmeleistung möglich.



Shelf life Abschätzung

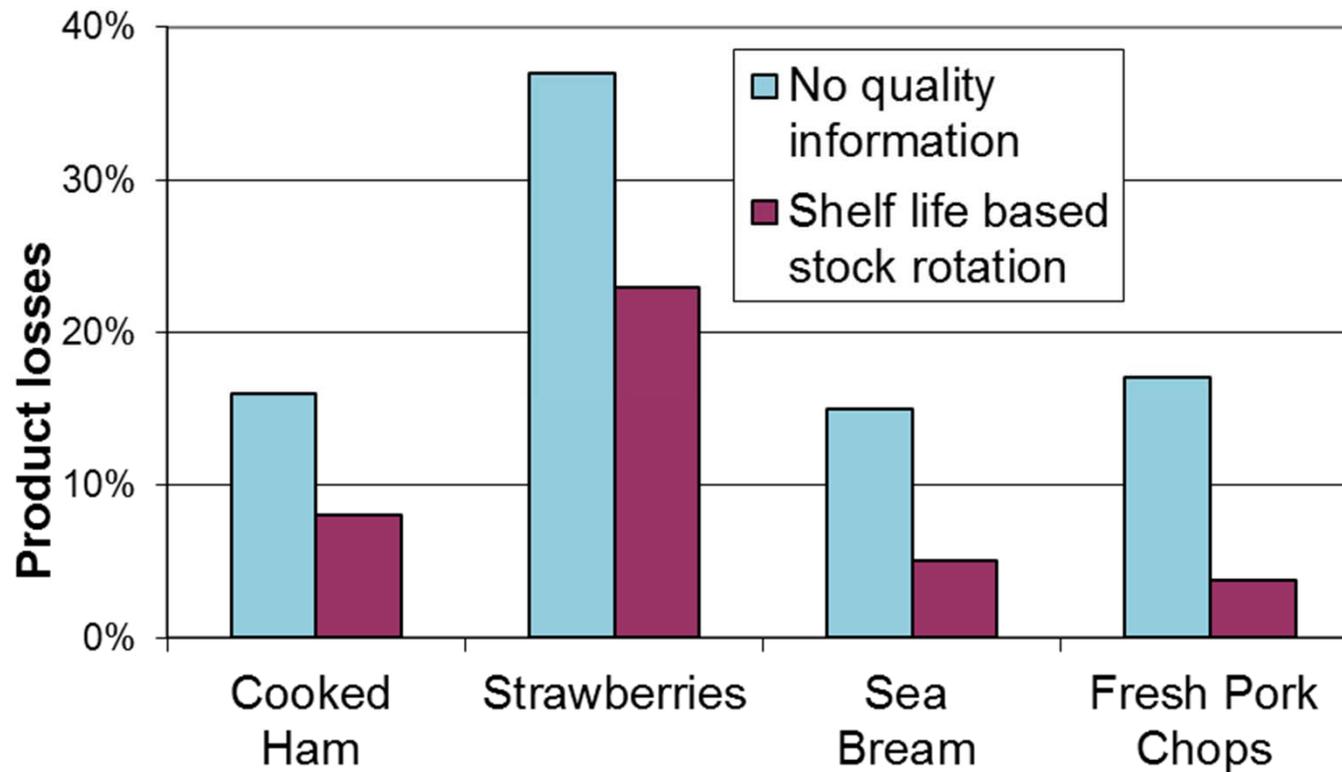


FIFO First In First Out

➔ FEFO
First Expire First Out

➔ *Dynamic* FEFO

Was können Sensornetze tun?



Supply chain modelling by different groups



Inhalt

**Warum? – Der Verlust von Lebensmitteln in Supply
Chains**

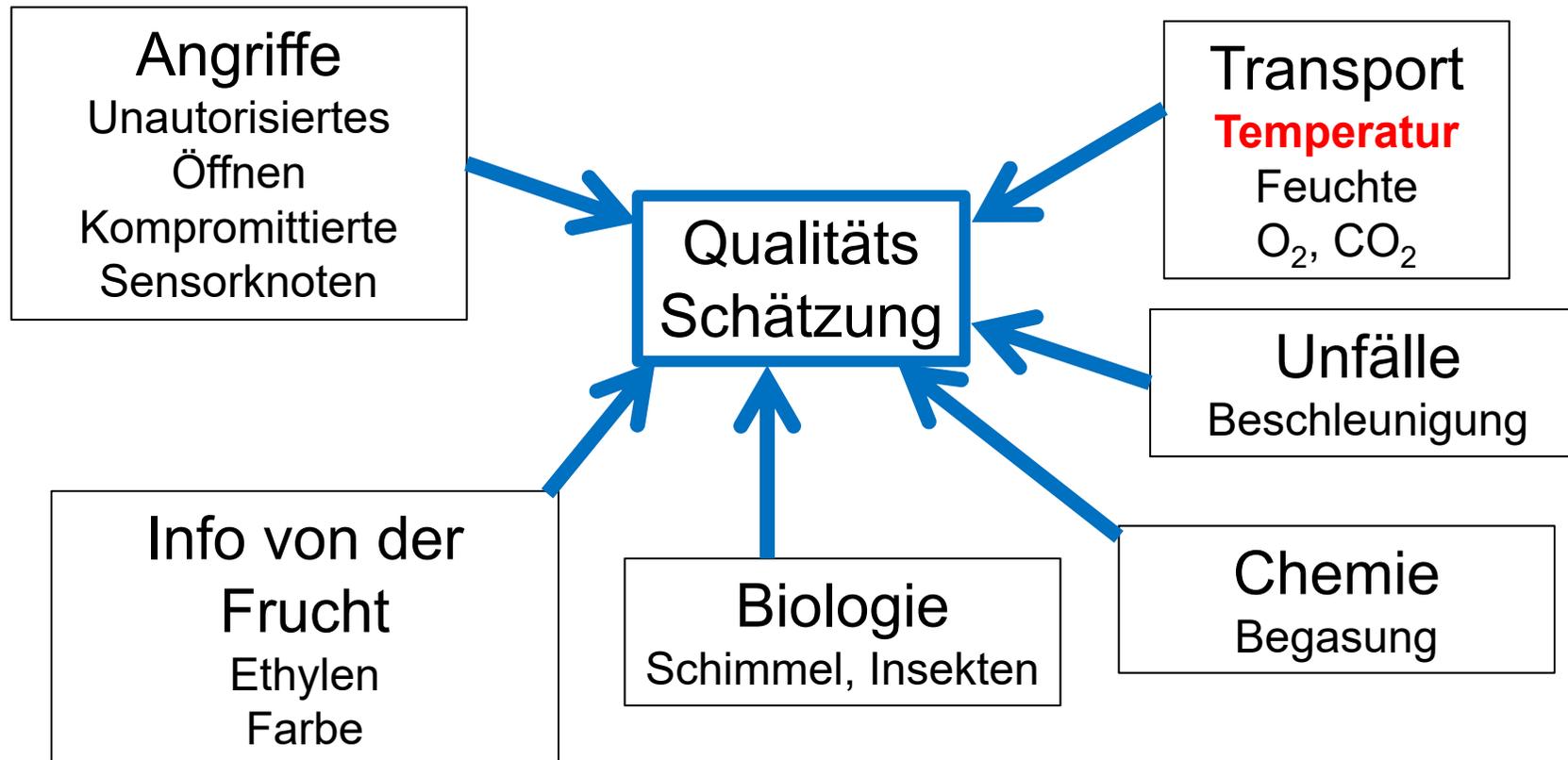
Wie können Sensornetze helfen?

Welche Sensoren, und wie viele? 

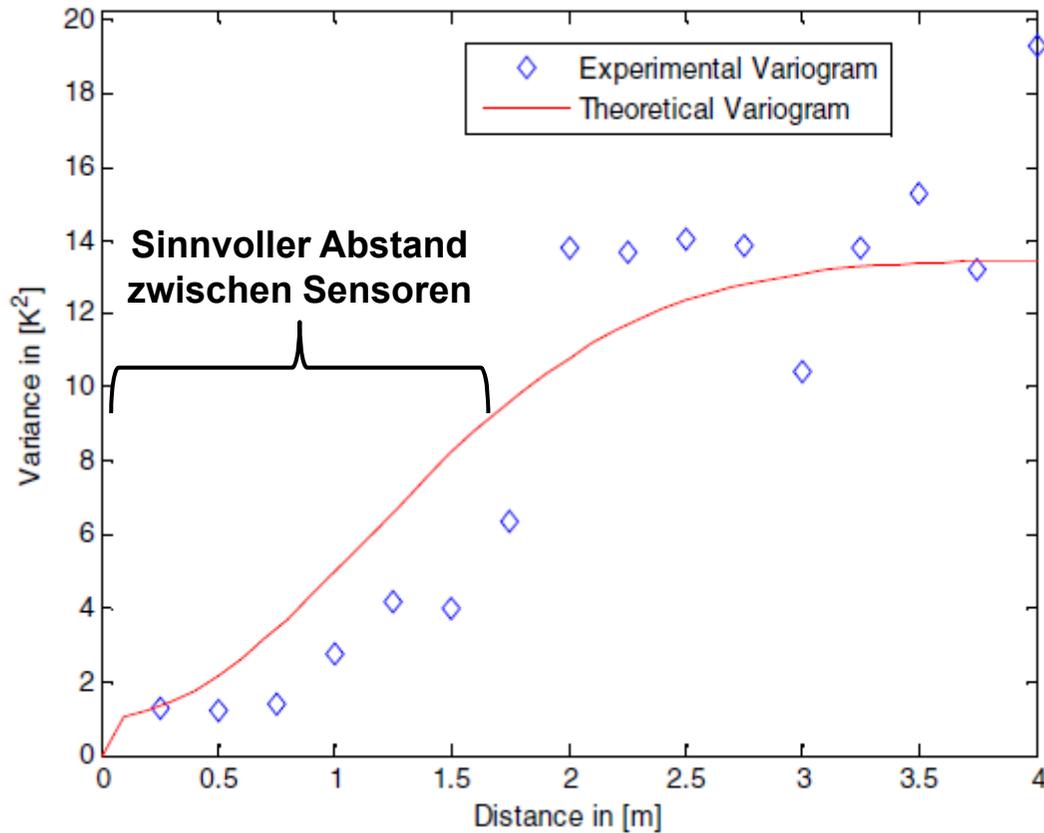
Ethylen – was die Banane uns sagt

Schimmelpilze detektieren

Sensoren – um was zu messen?



Sensoren – wie viele?



**Kriging
Variogramm**

**Varianz gegen
Abstand**

D.G. Krige 1950



Inhalt

**Warum? – Der Verlust von Lebensmitteln in Supply
Chains**

Wie können Sensornetze helfen?

Welche Sensoren, und wie viele?

Ethylen – was die Banane uns sagt ←

Schimmelpilze detektieren

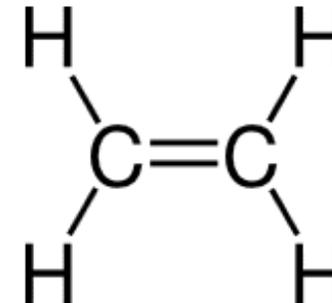
Was uns die Banane sagt

Ethylen ist ein gasförmiges Hormon in Früchten

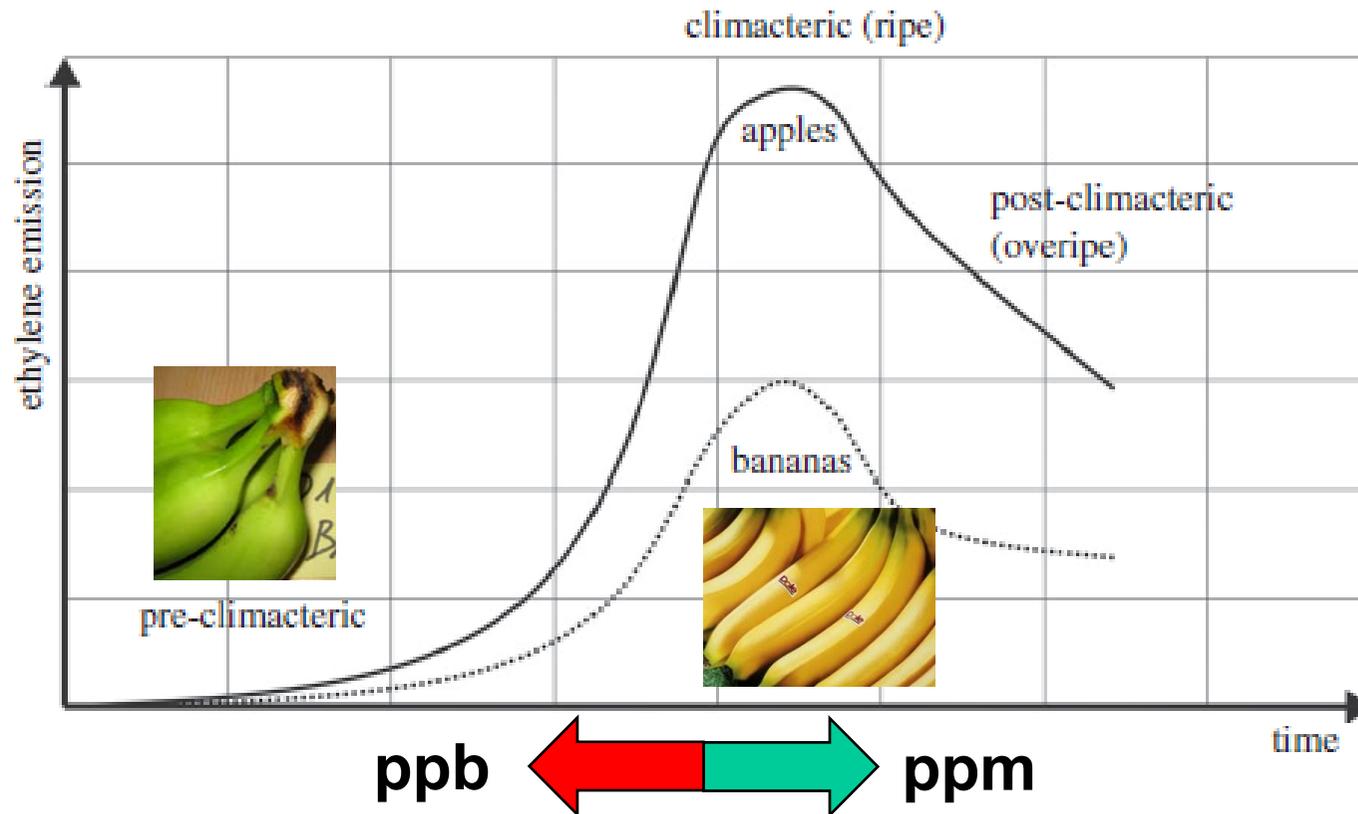
Reifende Früchte geben Ethylen ab

und

Ethylen triggert die Reifung



Ethylen



Ethylen

Wir müssen Ethylen im ppb Bereich (part per Billion) mit hoher Selektivität messen

**Preconcentrator +
Nichtdispersive Infrarot-Spektroskopie → 20 ppm**

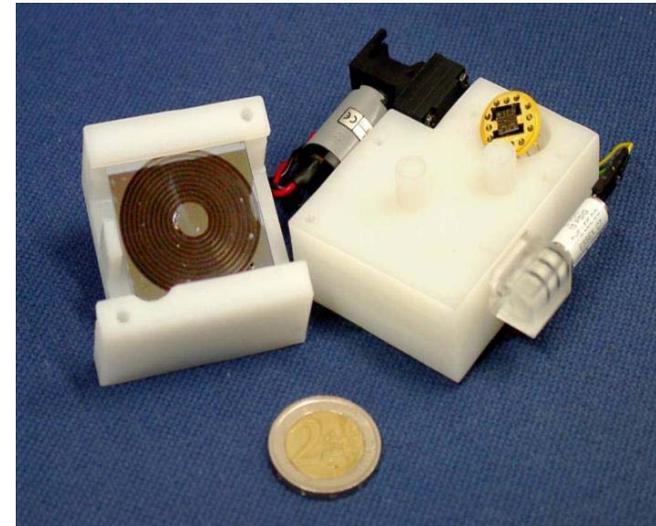
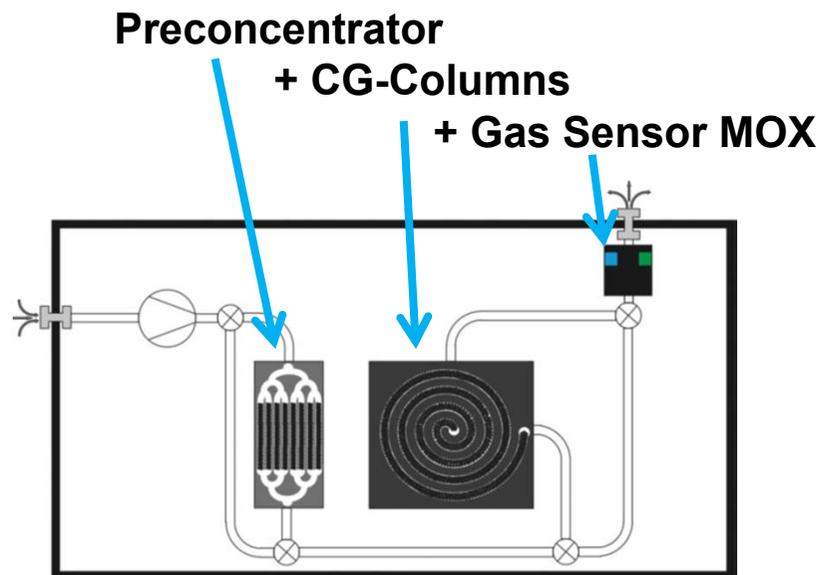
**Preconcentrator +
Gas Chromatographie + Gas Sensor → 10 ppb**

Was können wir tun wenn zu viel Ethylen da ist?

Ethylene scrubbing = Ethylen wird absorbiert und chemisch zerstört

Ethylen

Ethylen wird mit Gaschromatographie sensitiv (ppb) und selektiv gemessen



μ - Gas-Chromatographie

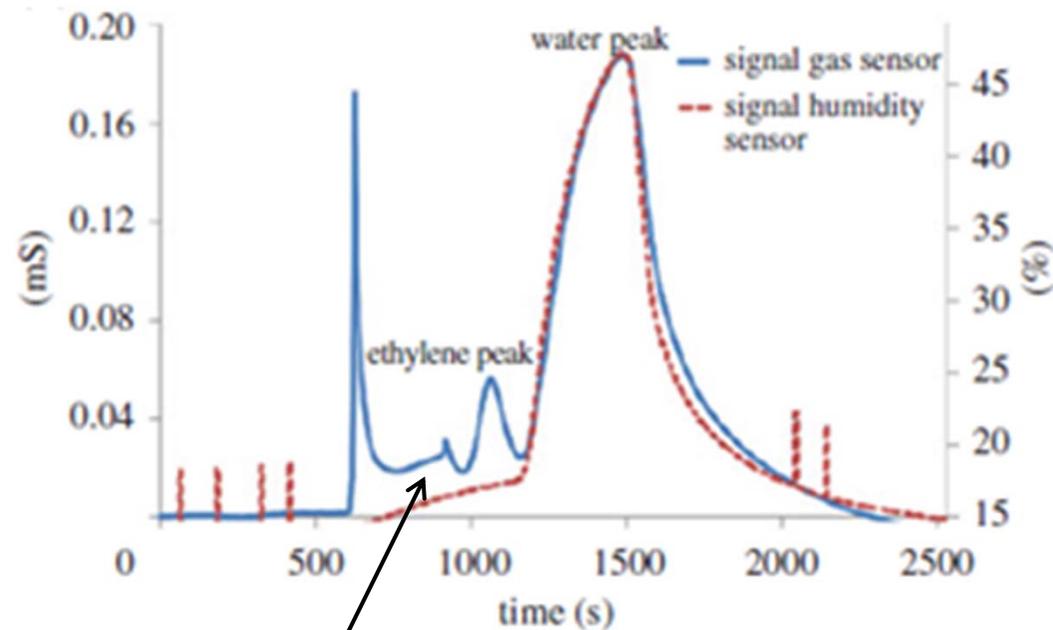
Herausforderung:

Wasser-Peak

Luft als Trägermedium

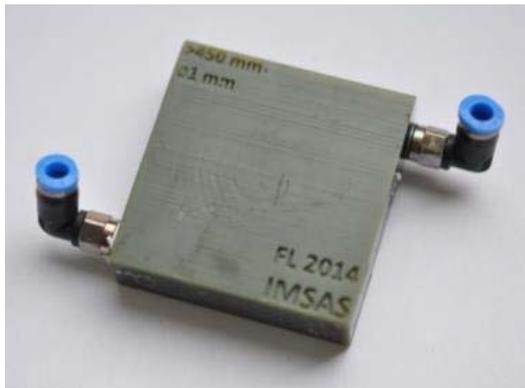
Autonome Operation

100 ppb Auflösung

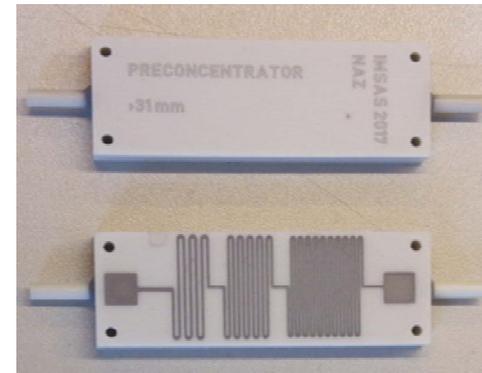


**Gasprobe 400ppb
Ethylen in Lust**

Neue Technologien vermeiden die teure Silizium-Mikrotechnologie



3D gedruckte
Chromatographiesäule



Keramischer
Preconcentrator

*Frieder Lucklum
Nayer A. Zaidi
Steffen Janßen*



Inhalt

**Warum? – Der Verlust von Lebensmitteln in Supply
Chains**

Wie können Sensornetze helfen?

Welche Sensoren, und wie viele?

Ethylen – was die Banane uns sagt

Schimmelpilze detektieren 

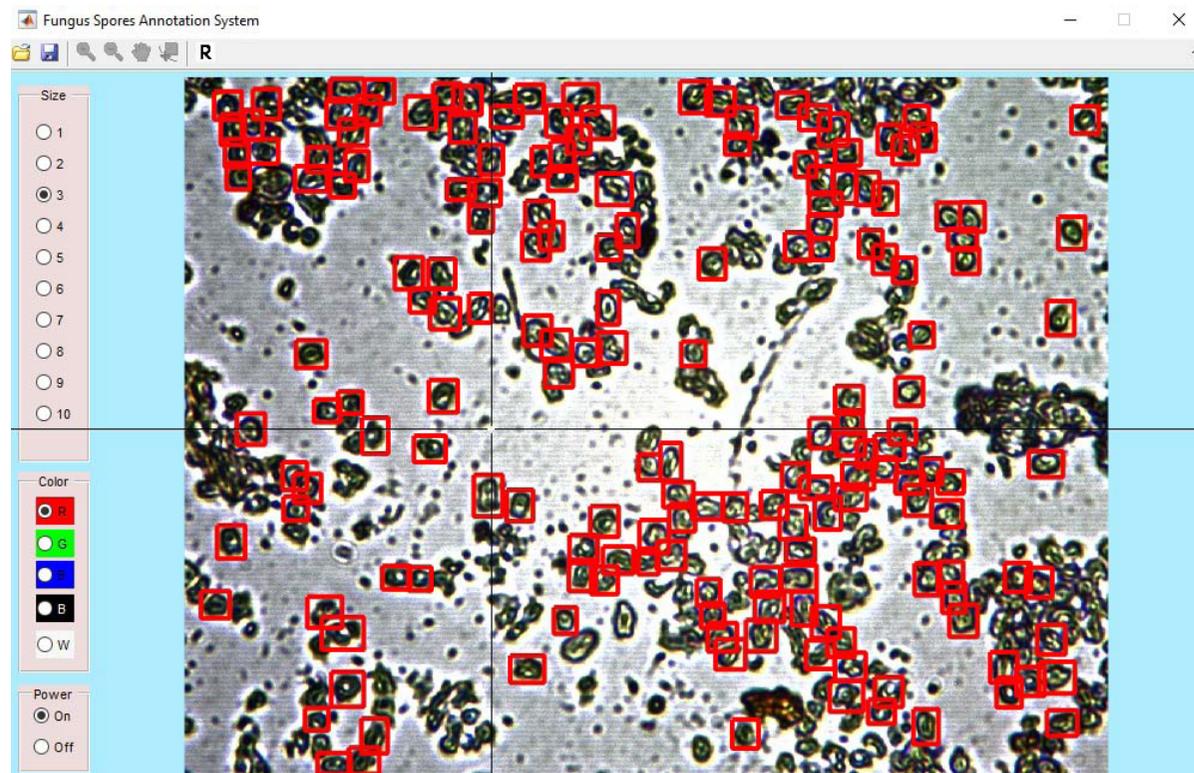
Schimmelpilze entdecken

Schimmelsporen auf
adhesiver Fläche
sammeln

Optische Mikroskopie

Bildererkennung mit HOG
(Histogram of Oriented
Gradients)

Roland Blank
M. Waseem Tahir



Outlook: Das Camsense Projekt

Das Gerät zum Sammeln und Detektieren der Sporen soll kommerziell verfügbar werden.

Entwicklung und Markteinführung werden vom BMBF unterstützt im EXIST Projekt [camsens](#).



Roland Blank



Outlook

Transfer:

Sensornetze

Dynamic FEFO implementieren

Ethylenmessung verfügbar machen

Weitere Forschung:

Logistische Prozesse untersuchen

Detektion von Insekten



Vielen Dank