

**GESUND UND KNACKIG AUF DEN TISCH**  
**Innovative Technologien für**  
**frische Lebensmittel**



# GESUND UND KNACKIG AUF DEN TISCH

## Innovative Technologien für frische Lebensmittel

Verbraucher erwarten zu Recht, dass Lebensmittel frisch verfügbar sind und die Qualität stimmt. Lebensmittelsicherheit und -qualität sind wesentliche Aspekte des Food-Chain-Managements. Eine lückenlose Rückverfolgung über alle Produktionsstufen wird in der Praxis nicht durchgeführt, obgleich eine durchgängige Qualitätskontrolle technisch machbar wäre. Über die Hälfte aller Lebensmittel verdirbt auf dem Transportweg; der wirtschaftliche Schaden ist enorm. Um solche Missstände entlang der Lebensmittelkette abzustellen, wurde eine Fraunhofer-Allianz gegründet und das Forschungsprojekt »Food Chain Management – Ganzheitliche Verfahren für Qualität, Sicherheit und Transparenz in der Lebensmittelkette« gestartet. In diesem Projekt entwickelt Fraunhofer IPM unterschiedliche Messsysteme zur zeitnahen Online-Überwachung von Lebensmitteln.



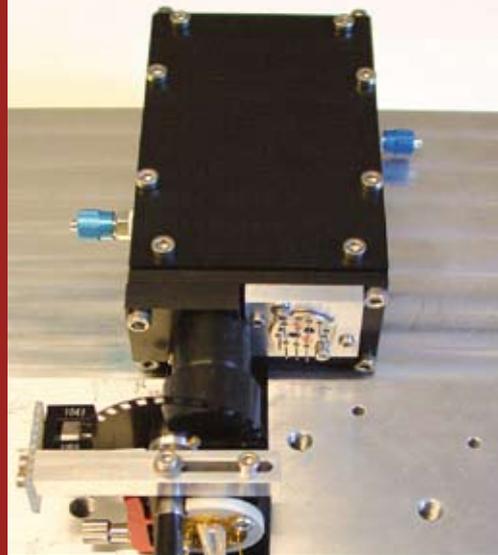
*Im Food-Chain-Management betrachtet man die Kette der Lebensmittelherstellung – von der Produktion über Transport und Verarbeitung – bis hin zum Kauf durch den Verbraucher als einen ganzheitlichen Prozess. Fraunhofer-Forscher haben hierfür ein interdisziplinäres Team gegründet, in dem Experten für Logistik, Mikrosystemtechnik, Informationstechnik und Lebensmittelanalytik eng zusammenarbeiten.*

*Bildquelle: BVDC / Fotolia*

Sorgfältig in Körben ausgelegt sehen sie verlockend aus – aber nichts ist ärgerlicher, als wenn die Kiwis aus Neuseeland dann vergoren schmecken, die Mangos aus Thailand matschig sind und die Tomaten aus Spanien überreif im Einkaufskorb platzen. Das gilt genauso für heimisches Obst und Gemüse, Käse und andere Milchprodukte, Fisch und Fleisch. Der globale Handel mit frischen oder tiefgekühlten Lebensmitteln hat in den letzten Jahren stetig zugenommen, selbst kleine Supermärkte müssen heute ein breitgefächertes Sortiment anbieten, denn der Verbraucher hat an dem globalisierten Angebot Geschmack gefunden. Was für Bauern, Lebensmittelproduzenten, Transportunternehmen, Groß- und Einzelhandel eine Chance darstellt, hat auch eine Kehrseite: Ohne Kontrollen geht es nicht. Matschige Tomaten sind eklig, verdorbener Fisch oder nicht ausreichend gekühlte Produkte mit rohem Ei können jedoch zu einem ernsthaften Gesundheitsrisiko werden. Im Nachhinein will man gerade dann lückenlos zurückverfolgen, woher die verdorbenen Waren stammen.

### Lückenlose Kontrolle der Kühlkette

Deswegen entwickeln Experten für Logistik, Mikrosystemtechnik, Informationstechnik und Lebensmittelanalytik innovative Lösungen für die Praxis. Die Fraunhofer-Allianz »Food Chain Management« ist ein strategischer Verbund aus zehn Instituten, die gleichnamige WISA (Wissenschaftliche Strategische Allianz) ein anwendungsorientiertes Forschungsprojekt mit sechs Fraunhofer-Partnern. So können sie den Kunden aus Logistik, Lebensmittelindustrie und Handel eine umfassende Lösung aus einer Hand bieten. Um Lebensmittelanalytik und -technik kümmern sich innerhalb der WISA »Food Chain Management« Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME. Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV ist für die beste Verpackungstechnik zuständig, während das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und die Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS für Prozessberatung und logistische Systeme verantwortlich zeichnen. Die Informations- und RFID-Technologie wird von Fraunhofer IML und SCS und dem Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM ausgearbeitet, Know-how aus der Mikrosystemtechnik und dem Bau von Messsystemen liefern Fraunhofer IZM und das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM.



**1** Das optische Ethylenmesssystem (rechts) überwacht die Ethylen-Konzentration in Obstlagern. Durch die gezielte Steuerung von Belüftungsanlagen kann man den Reifeprozess von Früchten wie Bananen, Äpfeln oder Tomaten kontrollieren.

Bildquelle: Martina Taylor / Pixelio, Fraunhofer IPM

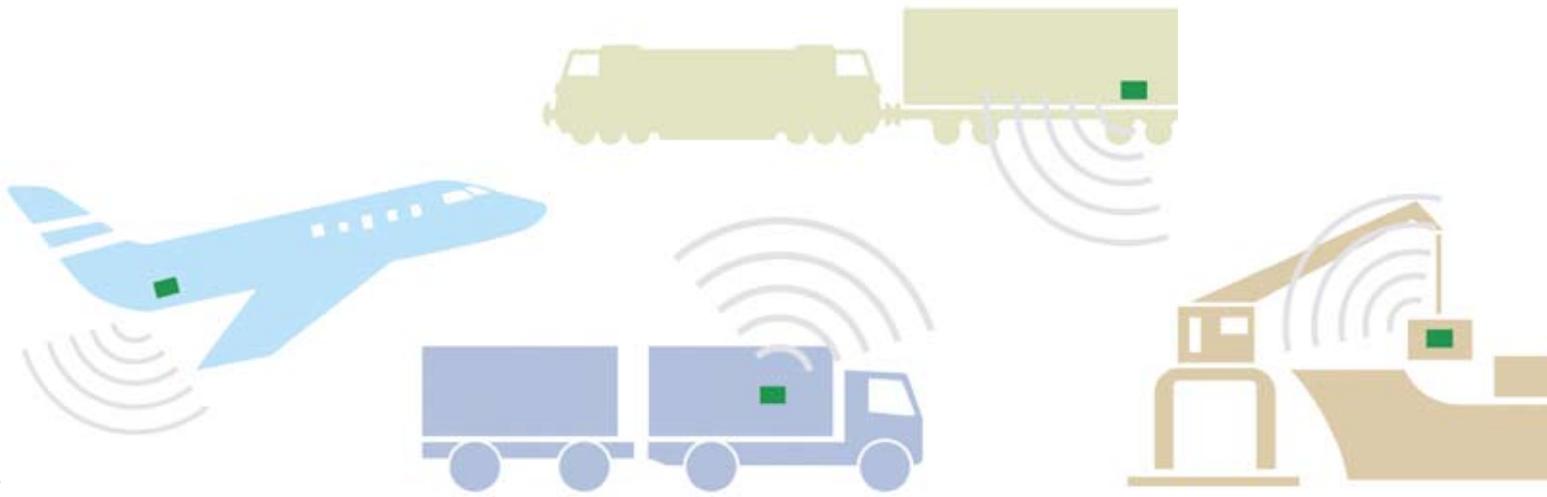
Die Praxistauglichkeit der entwickelten Lösungen wollen die Kooperationspartner beispielhaft an den Lebensmitteln »Tomate« und »Rindfleisch« zeigen. Zu Beginn der Fraunhofer-WISA stellten sich die beteiligten Institute erst einmal grundlegende Fragen: Welche Technologie verbessert Qualität und Sicherheit in der Transport- und Kühlkette? Und wie kann ich die optimale Funktionsweise der Lebensmittelkette dokumentieren und transparent darstellen? Die Lebensmittelindustrie und ihre Partner müssen sich dabei in einem zunehmend komplexen Umfeld aus gesetzlichen Bestimmungen und spezifischen Standards bewegen. Um auf die vielseitigen Anforderungen des Food-Chain-Management eingehen zu können, entwickelt Fraunhofer IPM robuste tragbare Geräte für die Zustandsbestimmung und Qualitätskontrolle von Lebensmitteln mittels eines optischen Ethylenmesssystems, einen Schnelltest zur Qualitätskontrolle verderblicher Lebensmittel durch die Kombination von Gaschromatographie und Gassensor-Array und RFID-basierte Sensorik für Tracking and Tracing mittels flexibler Feuchte-, Temperatur-, Licht- und Gassensorik.

### Optisches Ethylenmesssystem zur Überwachung der Fruchtreife

Früchte wie Bananen, Äpfel oder Tomaten scheiden Ethylen aus. Ethylen beschleunigt den Stoffwechsel benachbarter Früchte oder Gemüse: Eine hohe Ethylenkonzentration führt zu einem schnelleren Reifen und schlussendlich zum Verderben von Früchten; Pflanzen vertrocknen, welken und vergilben. Durch die Überwachung der Ethylenkonzentration in der Umgebung kann man somit gezielt einem erheblichen wirtschaftlichen Schaden entgegenwirken. Das von Fraunhofer IPM entwickelte optische Ethylen-Monitoring-Messsystem überwacht die Ethylenkonzentration und damit die Fruchtreife in Obstlagern bzw. auf dem Transportweg. Das Messsystem basiert auf einem miniaturisierten Filterphotometer bei  $10,6 \mu\text{m}$ , welches aus einem IR-Strahler, einer Langwegzelle und einer Detektoreinheit besteht (Abb. 1, rechts). So können beispielsweise Belüftungsanlagen gesteuert werden, um bei der Lagerung ein geringes Ethylen-niveau einzustellen oder einen geregelten Reifeprozess durch Ethylenbegasung durchzuführen.

### Tragbares Gaschromatographie-System für Lebensmittel-Schnelltests

Für Schnelltests zur Online-Kontrolle der Lebensmittelqualität ist die Detektion von flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) im Sub-ppm-Bereich notwendig. Ob zum Beispiel Fleischwaren während der Produktion oder Weiterverarbeitung kontaminiert wurden, ist derzeit nur durch analytische Verfahren nachprüfbar. Fraunhofer IPM und IME entwickeln ein portables System, mit dem Messungen direkt vor Ort, schnell und zuverlässig durchgeführt werden können. Das tragbare Gaschromatographie-System verwendet als Detektor ein Sensorarray. Dieses Array basiert auf Halbleitersensoren, die sehr kleine VOC-Konzentrationen nachweisen. So kann die Fruchtreife durch die Detektion der Aromen Ethylbutyrat und Limonen ermittelt werden, die Fleischqualität anhand des Nachweises von Methylmercaptan. Methylmercaptan entsteht beim



**2** Beim Transport von Tiefkühlkost oder Milchprodukten darf die Kühlkette nicht unterbrochen werden; Obst und Gemüse werden unreif geerntet und gelagert, bevor sie auf dem Weg in den Supermarkt künstlich zur Reife gebracht werden. Diese Produktions- und Lieferkette ist stör anfällig: Ein Stau auf der Autobahn, ein Fluglotsenstreik oder ein ausgefallenes Kühlaggregat können zur Folge haben, dass ganze Container voller Obst, Gemüse, Fleisch, Fisch oder Milchprodukten verderben.

Zerfall von Eiweiß und ist somit ein Indikator für verdorbenes Fleisch. Des Weiteren kann das System zur Online-Überwachung von Prozessen in der lebensmittelverarbeitenden Industrie, z. B. in Obstlagern oder bei Röstvorgängen, und für den Verbraucherschutz zum Einsatz kommen.

### Sensorik für RFID-Labels – Funketiketten überwachen Transportgüter

Wird die Kühlkette während des Transports unterbrochen, kann die Qualität von Fleisch- oder anderen Frischwaren nicht mehr gewährleistet werden (Abb. 2). Eine lückenlose Überwachung mittels RFID-basierter Sensorik macht es möglich, Transportbedingungen wie Temperatur, Feuchte, Licht oder die Gasatmosphäre zu überwachen und sicherzustellen. Diese RFID-Tags sollen flexibel einzusetzen sein, müssen aber zugleich dem ISO-Standard 15693 genügen. Möglichst energieeffizient und leistungsarm sollen Temperatur- und Feuchtesensoren ihre Umgebung schnell und berührungslos erfassen und die Klimatechnik steuern: Sie schlagen beispielsweise Alarm, sobald die Kühlkette unterbrochen wird. Lichtsensoren wiederum geben Auskunft, ob der Container während des Transports vorschriftswidrig geöffnet wurde. Prototypen eines RFID-Tags mit integrierter Feuchte- und Temperatursensorik wurden bereits in Feldversuchen getestet. Dabei handelt es sich um semi-aktive RFID-Tags, welche bei 13,56 MHz arbeiten. Außerdem haben sie eine interne Spannungsversorgung, um die Messwerte zu erfassen. Diese werden passiv ausgelesen und zentral oder vor Ort gespeichert.

Der Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln sind Fraunhofer IPM und die Allianz »Food Chain Management« damit ein großes Stück nähergekommen. Als nächste Herausforderung steht der Aufbau eines benutzerfreundlichen Systems zum Abruf der benötigten Informationen an – damit auch die Verbraucher jederzeit nachprüfen können, was auf den Tisch kommt.

#### Kontakt:

Fraunhofer-Institut für  
Physikalische Messtechnik IPM  
Heidenhofstraße 8  
79110 Freiburg  
[www.ipm.fraunhofer.de](http://www.ipm.fraunhofer.de)

Prof. Dr. Jürgen Wöllenstein  
Gruppenleiter Integrierte  
Sensorsysteme  
Telefon +49 761 8857-134  
[juergen.woellenstein@ipm.fraunhofer.de](mailto:juergen.woellenstein@ipm.fraunhofer.de)

An der Verbesserung der Lebensmittelqualität arbeiten Marie-Luise Bauersfeld, Ina Schumacher, Katrin Schmitt, Carolin Peter, Sven Rademacher, Georgi Todorov, Andreas Kürzinger und Jürgen Wöllenstein.

#### Literatur:

- [1] J. Fonollosa, B. Halford, L. Fonseca, J. Santander, S. Udina, M. Moreno, J. Hildenbrand, J. Wöllenstein, S. Marco, *Ethylene optical spectrometer for apple ripening monitoring in controlled atmosphere store-houses*, Sensors and Actuators B: Chemical 136, 2, 546–554 (2009).
- [2] I. Sayhan, M.-L. Bauersfeld, J. Wöllenstein, T. Becker, *Dye and polymer based light sensor for tag integration*, Microsystem Technologies 14, 4–5, 659–664 (2008).
- [3] A. Oprea, N. Bârsan, U. Weimar, M.-L. Bauersfeld, D. Ebling, J. Wöllenstein, *Capacitive Humidity Sensors on Flexible RFID Labels*, Sensors and Actuators B: Chemical 132, 2, 404–410 (2008).
- [4] M.-L. Bauersfeld, C. Peter, J. Wöllenstein, J. Bruckert, J. Steinhanses, M. Bücking, *Low-cost gas chromatography in food industry processes*, 7<sup>th</sup> IEEE Conference on Sensors, Lecce (Italien), New York (USA), 1167–1170 (2008).

