

# Dem Sauerstoff zu Leibe rücken

## Gekühlte Lebensmittel sollen von neuartigen Scavenger-Folien profitieren

Bis Dezember 2010 läuft ein aktuelles Forschungsprojekt der IVLV, das am Fraunhofer IVV in Freising bearbeitet wird. Es befasst sich mit der Optimierung transparenter Verpackungen für Kühltheckenprodukte durch Sauerstoff-Scavenger auf Eisenbasis. Mit ihnen können Restsauerstoffmengen aus MAP-Verpackungen entfernt werden, um so den Qualitätserhalt von Kühltheckenprodukten besser zu gewährleisten und die Haltbarkeitsdauer zu verlängern. Die Ergebnisse werden insbesondere für die Verbesserung bestehender Verpackungsmaterialien von großem Nutzen sein.

Durch das Abpacken von Lebensmitteln unter sauerstoffreduzierter Atmosphäre, wie dem Anlegen von Vakuum oder dem Begasen mit Schutzgas (MAP), wird eine Verlängerung der Haltbarkeit erreicht. Dabei bleiben aber im Kopfraum oder über das Lebensmittel „eingeschleppt“ bis zu zwei Prozent Restsauerstoff in der Verpackung zurück. Besonders unter Lichteinfluss reicht dies aus, um die Qualität des Lebensmittels nachhaltig zu schädigen. Um eine verlängerte Haltbarkeit der Lebensmittel in der vom Verbraucher gewünschten transparenten Verpackung unter handelsüblicher Beleuchtung zu erreichen, versucht die Verpackungsindustrie Sauerstoff-Scavenger in eine Mehrschichtfolie mit Scavenger-Schicht als aktiver Schicht und einer zusätzlichen Barrierschicht einzuarbeiten. Besonders eisenbasierte Scavenger sind aufgrund ihres günstigen Preises und der unkomplizierten Handhabung bereits im praktischen Einsatz. Die Zehrfähigkeit des Scavengers gegenüber Sauerstoff nimmt jedoch bei niedrigeren Temperaturen ab. Betroffen hiervon sind vor allem Kühltheckenprodukte, die eine geringe Haltbarkeit besitzen. So verlieren z.B. Wurstwaren bei Anwesenheit von Sauerstoff und Licht innerhalb weniger Stunden ihre

rote Farbe und werden unansehnlich, was für den Verbraucher nicht akzeptabel ist. Kühltheckenprodukte bieten auch deshalb ein ideales Einsatzfeld für aktive, sauerstoffzehrende Packstoffe, weil das Abpacken unter Schutzgasatmosphäre nicht ausreichend ist und das Abpacken unter Vakuum zu Druckschäden an Lebensmitteln führen kann.

### Den passenden Compound finden

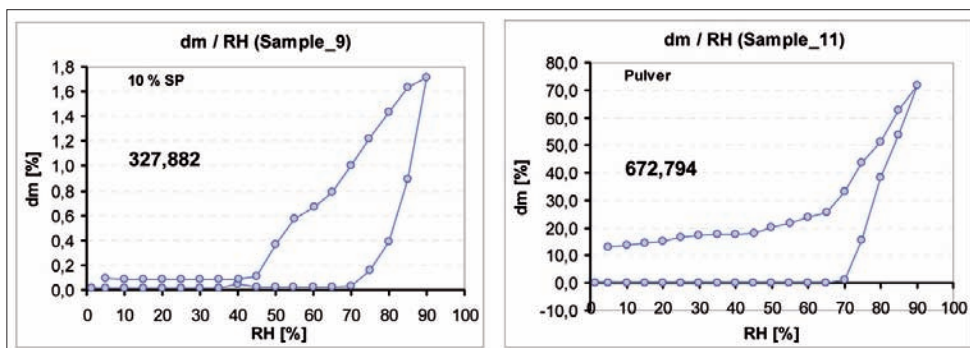
Ein Ziel des Projekts ist es daher, einen Compound aus einem eisenbasierten Sauerstoff-Scavenger und einem ausgewählten Polymer-Material zu entwickeln. Die Auswahl der Polymere erfolgt anhand ihrer Permeationsraten für Sauerstoff und Wasserdampf. Durch geeignete Messtechnik wird dabei die Zehrgeschwindigkeit für Sauerstoff ermittelt. Außerdem sollen Erkenntnisse über die Bedeutung der Permeationsraten von Wasserdampf und Sauerstoff für die Reaktion des Scavengers mit Sauerstoff gewonnen werden. Mithilfe dieser Erkenntnisse wird im Projekt eine Verpackung bestehend aus Tiefzieh-Tray mit eingearbeitetem Sauerstoff-Scavenger und transparenter Deckelfolie entwickelt und hergestellt, die die gewünschten Eigenschaften in die Praxis umsetzt. Die zusam-



**IVLV**  
Wissen vernetzen!

IVLV e.V.  
Schragenhofstraße 35  
80992 München  
Tel.: 089/14 90 09 0  
Fax: 089/14 90 09 80  
Internet: www.ivlv.de  
E-Mail: office@ivlv.de

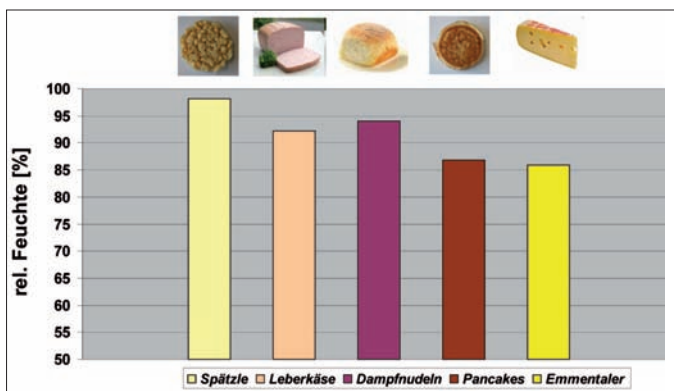
men mit Firmen aus dem projektbegleitenden Arbeitskreis entwickelten „Primärformulierungen“ werden dazu auf einer Flachfolienanlage im IVV mittels Coextrusion oder durch Extrusionskaschierung in Verbunde mit geeigneter Stabilität und Barriereigenschaften eingearbeitet. Dabei wird untersucht, welche Materialkombinationen ein Maximum an Zehrwirkung mit hoher Siegelbarkeit verbinden. Neben der Entwicklung der geeigneten Kombinationen aus Scavenger und Polymermaterial und der Anwendung der neuartigen Verpackungen für Kühltheckenprodukte stellt insbesondere die Idee, den bekannten Retortschock beim Pasteurisieren von Kunststoffverpackungen positiv zu nutzen, um den in der Verpackung enthaltenen Sauerstoff-Scavenger zu aktivieren, eine entscheidende Innovation dar.



Wassersorptionsverhalten eines eisenhaltigen PE-Granulats als zehnpromzentiger Zusatz in einer PE-Folie (I.) und als gemahlenes Pulver

### Wirksamkeit und Kinetik der Scavenger

Die hergestellten Materialien werden im „Testzentrum für Sauerstoffzehrende Materialien“ am Fraunhofer IVV untersucht. Durch Anwenden der Presens-Messtechnik oder der Clark-Elektrode kann die Änderung der Sauerstoffkonzentration im Kopfraum einer Messzelle ermittelt werden. Die



Relative Luftfeuchte in Verpackungen mit unterschiedlichen Kühltheckenprodukten

Messungen erfolgen nach gezieltem Einstellen der Reaktionsbedingungen (Temperatur, Feuchte, Anfangssauerstoffkonzentration). Ziel ist es dabei, eine Optimierung in Richtung einer niedrigen Sauerstoffkonzentration bei niedriger Temperatur und ausreichender Reaktionskinetik zu erreichen. Da Feuchte als Initiator für die Absorberaktivität der Folien eine große Rolle spielt, ist das Sorptionsverhalten der einzelnen scavengerdotierten Polymere von zentraler Bedeutung. Mittels der dynamischen Wasserdampfsorption DVS kann sowohl die Sorptionsisotherme von Folien als auch die Feuchteabhängigkeit der Oxidationsrate eines eingearbeiteten Sauerstoff-Scavengers gemessen werden. Für solche Oxidationsversuche wird das übliche Spülgas  $N_2$  gegen Luft ausgetauscht. In weiteren Versuchen wird die Scavenger-Folie durch Dampfstoß aktiviert, um die Aktivierung ggf. mit einem Pasteurisationsprozess koppeln zu können.

### Gekühlte Abpack- und Lagerversuche

In ersten Versuchen wurden die Sauerstoffzehraten ausgewählter Kühltheckenprodukte wie Wurst, Käse oder Teigwaren unter typischen Lagerbedingungen im Handel bei Temperaturen von 5 bis 8 °C und Lichteinflüssen von 0 lx und 1.000 bis 1.500 lx mittels Pressens-Messtechnik gemessen. Über den Vergleich der Zehraten des Lebensmittels mit denen des Sauerstoff-Scavengers können günstige Kombinationen von Lebensmittel und Scavenger ermittelt werden.

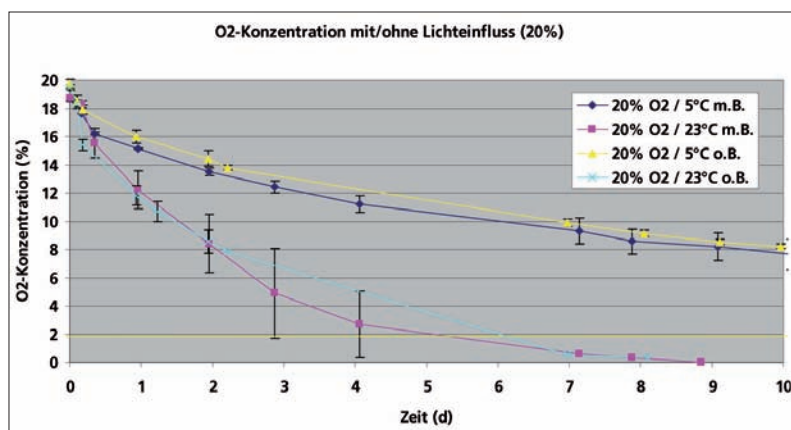
Hierbei soll die Zehrgeschwindigkeit des Sauerstoff-Scavengers größer sein als die des Lebensmittels. In weiteren Versuchen des Projekts wurde die „aktive Schicht“ in Form eines Folienstreifens als Inlay zusammen mit dem Lebensmittel in Standard-Trays mit transparenter Standarddeckelfolie abgepackt. Anschließend wurde die Sauerstoffzehrrate des hergestellten Systems bestimmt. Im aktuellen Schritt wird die „aktive Schicht“ in einen Folienverbund eingearbeitet. Mithilfe von Partnern aus dem projektbegleitenden Ausschuss werden ausgewählte Lebensmittel in Trays mit transparenter Deckelfolie verpackt. Die Abpack- und Lagerversuche werden bevorzugt mit gepökelten Wurstwaren durchgeführt, da diese sehr anfällig gegen Sauerstoff sind und sich durch Fotooxidation ein extrem schnelles Vergrauen des Produkts ergibt. In anschließenden Lagerversuchen werden neben der Gaszusammensetzung im Kopfraum der Verpackung auch Qualitätskriterien wie Aussehen, Geruch, Farbe, flüchtige Verbindungen oder Keimzahl geprüft. Als Referenz hierzu dienen Packungen ohne eingearbeiteten Sauerstoff-Scavenger. Untersucht wird auch der Effekt einer Karenzzeit zwischen Abpacken und Lichtexposition. In dieser Vorlaufzeit erhält der Scavenger die Chance den Restsauerstoff zu entfernen, wodurch später die Fotooxidation unterdrückt wird.

Zur Erfassung der im Markt vertretenen Verpackungen für Lebensmittel wurden auch Untersuchungen an herkömmlichen Packungen aus dem Lebensmitteleinzelhandel durchgeführt. Die Untersuchungen erstreckten sich dabei sowohl auf Kühltheckenprodukte als auch auf andere MAP-verpackte Produkte. Dabei wurde die Gaszusammensetzung im Kopfraum der Verpackung über die gesamte Haltbarkeitsdauer gemessen. Außerdem wurden der Schichtaufbau von Deckel und Boden sowie die Sauerstoffpermeabilität der Materialien ermittelt.

### Erstellung einer Datenbank

Mit den Ergebnissen wurde anschließend eine Datenbank erstellt. Die neuen Folien benötigen eine Mindestfeuchte von 70 Prozent, damit die sauerstoffzehrende Reaktion einsetzt. Auf der anderen Seite können die Folien problemlos bei Luftfeuchten von 60 Prozent und niedriger gelagert werden, ohne dass Verluste der Zehrkapazität eintreten. Von verschiedenen Kühltheckenprodukten wurden daher die vom Lebensmittel ausgehende und die sich in der Verpackung einstellende relative Luftfeuchte

bensmittelwirtschaft kooperieren in der Regel mit so genannten „Abpackern“. Es handelt sich hier um sehr flexibel operierende mittelständische Betriebe, die ihrerseits mit unterschiedlichen Lebensmittelherstellern in Kontakt sind. Diese Unternehmen werden meist damit beauftragt, die geeigneten Packstoffe für das jeweilige Lebensmittel zu finden und daraus in Zusammenarbeit mit dem Lebensmittelbetrieb das Packmittel zu entwickeln. Neue Verpackungssysteme, wie die mit Sauerstoff-Scavengern ausgerüsteten Polymerfolien, finden in diesem Netzwerk aus Lebensmittelherstellern und -abpackern eine breite Palette von möglichen nutzbringenden Anwendungen und können allen beteiligten Partnern einen Wettbewerbsvorteil sichern. Die voraussichtliche Nutzung der Forschungsergebnisse wird hauptsächlich in der Verbesserung der Barriereigenschaften bestehender Verpackungsmaterialien und der Integration aktiver Schichten zur Verbesserung der Lagerstabilität liegen. Außerdem besteht die Möglichkeit, neue Verpackungssysteme als kostengünstige Alternativen zu bisherigen Systemen zu etablieren. Dies ist insbesondere für Unternehmen mit Produk-



O<sub>2</sub>-Aufnahme von Emmentaler Käse in Abhängigkeit von Temperatur und Belichtung bei 20 Prozent Anfangssauerstoff

überprüft, um sicherzustellen, dass die Feuchtigkeit in der Verpackung ausreichend ist, um die sauerstoffzehrende Reaktion zu starten. Klein- und mittelständisch strukturierte Betriebe der Le-

ten für Kühlthecken und weiteren oxidationsanfälligen Lebensmitteln von Interesse. Denkbar ist auch die Anwendung für die Verpackung von flüssigen Kosmetika und Bedarfsgegenständen. KR/ct