

# Modified Atmosphere Packaging – Wie das Verpacken unter Schutzatmosphäre die Haltbarkeit von Lebensmitteln verlängert

## Grundlagen des Verpackens unter Schutzatmosphäre / Modified Atmosphere Packaging

Modified Atmosphere Packaging hat sich in der Lebensmittelindustrie fest etabliert und nimmt weiter an Bedeutung zu. Dabei wird, vereinfacht gesagt, die natürliche Umgebungsluft in der Verpackung durch ein Gas oder Gasgemisch, häufig Stickstoff und Kohlendioxid ersetzt. Dieses Verpacken unter Schutzatmosphäre erhält die Qualität von Frischwaren über einen längeren Zeitraum, verlängert die Regalzeiten und ermöglicht Lebensmittelproduzenten einen geografisch größeren Markt für verderbliche Produkte. Und das für Fleisch- und Wurstwaren, Milchprodukte, Brot, Obst und Gemüse, Fisch oder Convenience-Produkte.

Modifizierte Atmosphären werden nicht nur in der Verpackung verwendet. Ebenso können Sie bereits beim Verarbeitungsprozess, z.B. bei Hackfleisch, oder bei Lagerung und Transport, z. B. von Obst und Gemüse in Hallen oder Containern, verwendet werden.

Die Anforderungen an den Verpackungsprozess sind beim Modified Atmosphere Packaging vergleichsweise hoch. Nur, wer den Verpackungsprozess beherrscht und kontrolliert, bekommt eine sichere Lebensmittelverpackung. Daher setzen Lebensmittelhersteller auf moderne MAP-Gastechnologie und verschiedene Stufen der Qualitätssicherung für höchste Prozesssicherheit.

## Vorteile von Schutzatmosphären

- **Verlängerung der Haltbarkeit / Erhöhung der Qualität**

Lebensmittel, die unter Schutzatmosphäre verpackt sind, verderben wesentlich langsamer. Verbunden mit durchgehender Kühlung kann mit Modified Atmosphere Packaging die Frische und Haltbarkeit deutlich verlängert werden. Dies variiert je nach Produktart. Eine Verdoppelung der Haltbarkeitsdauer ist aber meist möglich. MAP Produkte weisen also in der Regel über einen längeren Zeitraum eine möglichst hohe Qualität auf und erreichen den Konsumenten in möglichst optimalem Zustand.

- **Vermeidung von Abfall**

Längere Haltbarkeit ist häufig verbunden mit weniger Problemen bei langen Transportwegen und längeren Regalzeiten. Dadurch lässt sich in vielen Fällen das Abfallaufkommen aufgrund verdorbener Lebensmittel reduzieren.

- **Erweiterte Vertriebsmöglichkeiten**

Aufgrund der längeren Haltbarkeit eröffnet Modified Atmosphere Packaging den Herstellern häufig neue geografische Märkte. Gerade bei leicht verderblichen Waren lassen sich auch längere Transportwege realisieren. Häufig wird ein globaler Markt damit zur Realität.

- **Weniger Konservierungsstoffe**

Das Verpacken unter Schutzatmosphäre verlängert die Haltbarkeit von Lebensmitteln in der Form, dass in vielen Fällen der Einsatz von Konservierungsstoffen verringert oder gar ganz gestoppt werden kann. Die Konsumenten erhalten Produkte, die keine künstlichen Zusatzstoffe enthalten.

- **Attraktive Verpackung**

Im Wettstreit um Konsumenten spielt neben funktionalen Aspekten ganz entscheidend die Optik der Verpackung eine Rolle. Die Ästhetik und Qualitätsanmutung beeinflussen stark das Kaufverhalten. Schutzgasverpackungen eignen sich sehr gut für eine möglichst ansprechende Verpackungsgestaltung und Präsentation des Lebensmittelproduktes.

## Nachteile von Schutzatmosphären

- **Vergleichsweise hohe Komplexität**

Der MAP Verpackungsprozess stellt vergleichsweise hohe Anforderung. Mögliche Fehler sind falsche Gaszusammensetzung oder Undichtigkeiten wegen fehlerhafter Temperatur- oder Druckverteilung, ungeeignete Fügwerkzeuggestaltung, verunreinigte oder verschlissene Werkzeuge, Nahtkontaminationen oder fehlerhaftes Material. Mit moderner MAP-Technik und Maßnahmen zur Qualitätssicherung lassen sich die Risiken jedoch sicher beherrschen.

- **Relativ hoher Preis**

Neben hochwertigen Folien verursachen vor allem der Gasverbrauch und der Personalaufwand zur Qualitätskontrolle Kosten. Diese Kosten lassen sich jedoch mit effizientem Ressourceneinsatz minimieren.

- **Einfluss auf die Produktqualität**

Anders als etwa bei Konservierungsstoffen, werden die Schutzgase in den meisten Fällen nicht vom Lebensmittel aufgenommen und verändern folglich auch nicht die Beschaffenheit oder den Geschmack des Produkts. Es gibt aber Ausnahmen von dieser Regel. So kann eine zu hohe Konzentration von CO<sub>2</sub> dazu führen, dass Lebensmittel das Gas absorbieren und schneller sauer werden. Diese Effekte lassen sich aber mit angepassten Gasgemischen vermeiden. Der Einfluss von sehr hohen Sauerstoffkonzentration auf die Qualität von Fleisch ist umstritten. Es wird vereinzelt vermutet, dass das Fleisch in solchen Atmosphären eher dazu neigt, zäh zu werden. Die Faktenlage ist allerdings gering.

## Einflussfaktoren auf die Haltbarkeit von Lebensmitteln und der Einfluss von Schutzatmosphären

Ab dem Zeitpunkt, an dem Obst und Gemüse geerntet bzw. Tiere geschlachtet werden, beginnt der Verderb von Lebensmitteln. Dieser Prozess wird häufig umso mehr beschleunigt, je stärker die Produkte verarbeitet werden, etwa bei geschnittenem Obst oder Hackfleisch. Wie lange Lebensmittel haltbar, das heißt zum Verzehr geeignet sind, ist sehr unterschiedlich und hängt von verschiedenen Faktoren ab, z.B. Wasser- und Salzgehalt des Produktes, pH-Wert, Hygienebedingungen bei Herstellung, Lagerbedingungen wie Temperatur oder Luftfeuchte, Verpackung. Je nach Ausprägung und Kombinationen dieser Faktoren sind Lebensmittel unterschiedlich empfindlich für mikrobiellen oder chemisch/biochemischen Verderb.

### Chemischer und biochemischer Verderb

Direkt nach Ernte von pflanzlichem bzw. Schlachtung von tierischem Material beginnen chemische Prozesse, die die Struktur bzw. Qualität verändern. Teilweise ist dies erwünscht, z.B. beim Abhängen von Fleisch, das man durchaus als Reifung zur Qualitätsverbesserung auffassen kann. Grundsätzlich nimmt jedoch die Qualität organischem Materials ab. Beispielsweise führt die Oxidation von vorhandenen Fetten schnell zu einer Ranzigkeit des Produkts.

### Mikrobieller Verderb

Mikroorganismen sind eine große Gefahr für die Haltbarkeit und Genießbarkeit von Lebensmitteln. Zum einen beeinflussen Sie Farbe und Geruch, zum anderen können sie aber auch zu gesundheitlichen Gefahren führen und die Produkte ungenießbar machen. Quelle der Mikroorganismen ist entweder das Lebensmittel selbst oder eine nicht vollständig auszuschließende Verunreinigung im Herstellungs- und Verpackungsprozess.

Die Veränderungen durch chemischen/biochemischen und mikrobiellen Verderb können durch MAP-Techniken in Verbindung mit Kühlung deutlich verlangsamt werden. Verschiedene Gase und Gemische mit unterschiedlichen Eigenschaften kommen zum Einsatz, um den Prozess des Verderbs möglichst stark zu verlangsamen.

## Typische Gase für das Verpacken unter Schutzatmosphäre / Modified Atmosphere Packaging

Als Schutzgase in Lebensmittelverpackungen werden hauptsächlich Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Stickstoff (N<sub>2</sub>) eingesetzt. In manchen Ländern sind daneben auch Kohlenmonoxid (CO) oder Argon (Ar) üblich. Auch Sauerstoff (O<sub>2</sub>) kommt in bestimmten Fällen zur Anwendung.

**Sauerstoff (O<sub>2</sub>)** bewirkt grundsätzlich den oxidationsbedingten Verderb von Lebensmitteln und bildet die Voraussetzung für das Wachstum aerober Mikroorganismen. Daher wird Sauerstoff bei Schutzgasverpackungen häufig ausgeschlossen. In manchen Fällen, z.B. bei rotem Fleisch, wird bewusst mit hohen Sauerstoffkonzentrationen gearbeitet, um ein Verblässen der roten Farbe zu verhindern und das Wachstum anaerober Organismen zu hemmen.

**Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)** ist farblos, geruchs- und geschmacksneutral. Es wirkt oxidationshemmend und wachstumshemmend auf die meisten aeroben Bakterien und Schimmelpilze. Das Gas wird häufig verwendet, um die Haltbarkeit von Lebensmitteln zu erhöhen. Gewöhnlich ist die Haltbarkeit verpackter oder gelagerter Lebensmittel umso länger, je höher der CO<sub>2</sub>-Gehalt ist. Bei zu hoher Dosierung können manche Produkte allerdings schneller sauer werden. Zudem kann das Gas aus der Packung diffundieren oder vom Produkt absorbiert werden - die Packung fällt zusammen. Ein Einsatz von Stütz- oder Füllgasen kann diesen Effekt verlangsamen.

**Stickstoff (N<sub>2</sub>)** ist ein inertes Gas und weist herstellungsbedingt eine hohe Reinheit auf. Es wird in der Regel zur Verdrängung von Luft, d.h. insbesondere von Luftsauerstoff, in Lebensmittelverpackungen eingesetzt. Dies verhindert die Oxidation von Lebensmitteln und hemmt das Wachstum von aeroben Mikroorganismen. Es wird häufig als Stütz- oder Füllgas verwendet, da es sehr langsam durch Kunststofffolien diffundiert und somit lange in der Packung verbleibt.

**Kohlenmonoxid (CO)** ist farblos, geruchs- und geschmacksneutral. Ähnlich wie Sauerstoff wird Kohlenmonoxid teilweise eingesetzt, um die rote Farbe vorwiegend von Fleisch zu erhalten. Die notwendigen Konzentrationen sind sehr gering. In einigen Ländern, u.a. in der EU, ist der Einsatz von Kohlenmonoxid für Schutzatmosphären in Lebensmittelverpackungen allerdings untersagt.

**Argon (Ar)** ist inert, farblos, geruchs- und geschmacksneutral. Aufgrund seiner ähnlichen Eigenschaften wie Stickstoff kann Argon Stickstoff in vielen Anwendungen ersetzen. Man geht davon aus, dass gewisse Enzymaktivitäten gehemmt werden und Argon bei einigen Gemüsearten metabolische Reaktionen verlangsamt. Aufgrund der geringen Effekte und des verglichen mit Stickstoff höheren Preises ist der Einsatz eher selten.

**Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und Helium (He)** sind in einigen Anwendungen Bestandteil der modifizierten Atmosphäre. Bei diesen Gasen geht es aber nicht um eine Verlängerung der Haltbarkeit. Vielmehr dienen sie als Hilfgase für einige am Markt erhältliche Verfahren der Dichtheitsprüfung. Man macht sich dabei die relativ geringe Molekülgröße der Gase zu Nutze, die ein schnelles Entweichen durch undichte Verpackungsstellen ermöglicht. Da diese Gase ansonsten keine positiven Eigenschaften auf die Lebensmittel haben und zudem recht teuer bzw. aufwändig in der Handhabung sind, ist der Einsatz selten. In der Regel kommen zur Dichtheitsprüfung Verfahren zum Einsatz, die CO<sub>2</sub> detektieren, welches in vielen MAP Prozessen zentraler Bestandteil ist.

Wenn Lebensmittel unter Schutzatmosphäre verpackt werden, muss dies auf dem Label angegeben werden. Zudem müssen gemäß EU Verordnung 95/2/EC die verwendeten Gase mit ihrer entsprechenden E-Nummer aufgeführt werden. Die E-Nummern für die wichtigsten Gase sind:

Argon E 938  
Helium E 939  
Kohlendioxid E 290  
Sauerstoff E 948  
Stickstoff E 941  
Wasserstoff E 949

## Lebensmittel, die unter Schutzatmosphäre verpackt werden

Modified Atmosphere Packaging eignet sich für zahlreiche Lebensmittel. Während traditionell hauptsächlich Milchprodukte, Fleischprodukte oder Backerzeugnisse unter Schutzatmosphäre verpackt wurden, wird MAP immer häufiger auch für andere Lebensmittelprodukte eingesetzt, z. B. für Fisch, Kaffee, Obst oder Gemüse. Zusätzlich ist die wachsende Beliebtheit von Fertiggerichten ein weiterer Wachstumsmotor für Modified Atmosphere Packaging.

### Fleisch- und Wurstwaren

Fleisch- und Wurstwaren, vor allem rohes Fleisch, sind aufgrund ihres hohen Feuchtigkeits- und Nährstoffgehaltes sehr anfällig für Verderb durch mikrobielles Wachstum. Ganz gleich, ob Rind-, Schweinefleisch oder Geflügel – ab dem Moment der Schlachtung und vor allem der Zerteilung beginnt der Prozess des Verderbs. Neben hohen Hygienestandards und permanenter Kühlung können Schutzatmosphären die Haltbarkeit von Fleisch- und Wurstwaren erheblich verlängern. Die größte Bedeutung unter den Schutzgasen hat CO<sub>2</sub>. Bei Konzentrationen von über 20% kann CO<sub>2</sub> mikrobielles Wachstum deutlich verringern.

Bei rotem Fleisch besteht zudem die Gefahr der Oxidation der roten Farbpigmente. Das Fleisch verliert seine rote Farbe, wird grau und unansehnlich. Vor allem bei Rindfleisch ist diese Oxidation stark ausgeprägt. Ein hoher Sauerstoffanteil in Schutzgasverpackungen kann die Oxidation verhindern. Auch ein geringer Anteil von Kohlenmonoxid (ca. 1%) kann dazu beitragen, die rote Farbe von Fleisch zu erhalten. Der Einsatz des Gases ist allerdings beispielsweise in der EU nicht erlaubt.

Geflügel ist besonders empfindlich für schnellen Verderb und stellt daher noch höhere Anforderung an permanente Kühlung. Auch hier verlängert eine Schutzatmosphäre mit CO<sub>2</sub>-Anteil die Haltbarkeit. Bei Geflügel ohne Haut wird ebenfalls häufig ein hoher Sauerstoffanteil eingesetzt, um die Farbe des Fleisches zu erhalten. Teilweise kann das CO<sub>2</sub> von den Lebensmitteln absorbiert werden. Um zu verhindern, dass die Verpackungen zusammenfallen, wird Stickstoff als Stützgas eingesetzt.

Wurstwaren und Fleischprodukte, z.B. marinierte oder geräucherte Fleischstücke, reagieren je nach Zubereitung sehr unterschiedlich. Die von Beginn an längere Haltbarkeit kann auch mit Schutzgasen positiv beeinflusst werden. Der CO<sub>2</sub>-Anteil sollte bei diesen Produkten nicht zu hoch sein, um einen sauren Geschmack zu vermeiden.

### Fisch und Meeresfrüchte

Fisch und Meeresfrüchte gehören zu den empfindlichsten Lebensmitteln. Bereits kurz nach dem Fang droht schneller Qualitätsverlust und Verderb. Ursache sind der neutrale pH-Wert als ideale Voraussetzung für Mikroorganismen sowie spezielle Enzyme, die Geschmack und Geruch negativ beeinflussen. Fisch, der reich an Fettsäuren ist, wird zudem schnell ranzig.

Wichtigstes Element für eine längere Haltbarkeit ist die Kühlung nahe 0° Celsius. Schutzatmosphären mit mindestens 20% CO<sub>2</sub> bremsen zudem das Bakterienwachstum. Häufig werden CO<sub>2</sub>-Anteile um 50 % eingesetzt. Höhere CO<sub>2</sub>-Konzentrationen können zu unerwünschten Nebeneffekten wie Flüssigkeitsverlust oder einem sauren Geschmack führen.

Bei fettarmem Fisch und Schalentieren wird auch O<sub>2</sub> in der Verpackung verwendet. Dies verhindert ein Ausbleichen bzw. Verlust der Farbe und dient zugleich als Wachstumshemmer für einige Bakterienarten.

Bei Schalen- und Krustentieren sollte besonders auf einen nicht zu hohen CO<sub>2</sub>-Anteil geachtet werden. Zum einen zeigt sich hier am deutlichsten ein saurer Geschmack, zum anderen nehmen diese Produkte am meisten CO<sub>2</sub> auf, wodurch die Verpackung zusammenfallen kann. Stickstoff als inertes Stützgas verhindert diesen Effekt.

### Milchprodukte

Der Verderb von Käse erfolgt vor allem durch mikrobielles Wachstum oder Ranzigkeit. Eine durchgängige Kühlkette verlängert grundsätzlich die Haltbarkeit der Waren. Bei Hartkäse besteht bei Kontakt mit Sauerstoff die Gefahr der Schimmelbildung. Früher wurden daher häufig Vakuumverpackungen verwendet, die

## Whitepaper – Verpacken unter Schutzatmosphäre

umständlich zu öffnen sind und zugleich unattraktive Abdrücke am Produkt hinterlassen können. CO<sub>2</sub> verhindert wirksam die Schimmelbildung, beeinflusst aber ansonsten nicht die Reifung des Käses.

Weichkäse kann schnell ranzig werden. Auch diesem Problem kann man mit CO<sub>2</sub>-Schutzatmosphären begegnen. Da Weichkäse aber wesentlich stärker CO<sub>2</sub> aufnimmt als Hartkäse, besteht die Gefahr, dass die Verpackung zusammenfällt. Der CO<sub>2</sub>-Anteil sollte also entsprechend geringer gewählt werden.

Bei Milchprodukten wie Joghurt oder Sahne besteht die Gefahr, dass die Produkte zu viel CO<sub>2</sub> aufnehmen und sauer werden. Der CO<sub>2</sub>-Anteil sollte daher geringer gewählt werden.

Milchpulver, vor allem zur Verwendung für Babynahrung, ist ein hochsensibles Produkt. Zur Verlängerung der Haltbarkeit muss vor allem auf die Verdrängung von Sauerstoff aus der Verpackung geachtet werden. In der Praxis wird häufig unter reinem Stickstoff verpackt, bei möglichst geringem Restsauerstoffanteil.

### **Brot und Kuchen**

Bei Brot, Kuchen und Gebäck wird die Haltbarkeit vor allem durch mögliche Schimmelbildung beeinträchtigt. Ein hoher Hygienestandard bei Produktion und Verpackung kann dieses Risiko deutlich minimieren. Das Verpacken unter Schutzatmosphäre mit CO<sub>2</sub> und ohne Sauerstoff beugt einem Schimmeln der Produkte weitgehend vor und wirkt haltbarkeitsverlängernd. Um ein Zusammenfallen der Verpackung aufgrund der CO<sub>2</sub>-Absorption durch die Produkte zu verhindern, wird in vielen Fällen Stickstoff als Stützgas verwendet.

### **Obst und Gemüse**

Schutzatmosphären in der Verpackung ermöglichen es, den Verbrauchern frische und unbehandelte Produkte - sprichwörtlich ‚knackfrisches‘ Obst und Gemüse - mit langer Haltbarkeit zu bieten. Dabei stellen Obst und Gemüse ganz spezielle Anforderungen an die Beschaffenheit von Verpackung und Atmosphäre. Denn anders als bei anderen Lebensmitteln atmen Obst und Gemüse nach der Ernte weiter und benötigen folglich einen Sauerstoffanteil in der Verpackung. Zudem darf die Verpackungsfolie nicht vollkommen dicht sein. Durch Berücksichtigung der Atmung des Produktes und der Durchlässigkeit der Folie, z. B. durch Mikroperforation, wird die für das Produkt ideale Zusammensetzung aus Kohlendioxid, Stickstoff und geringen Mengen Sauerstoff aufrechterhalten. Man spricht von einer gleichgewichtigen Schutzatmosphäre (Equilibrium Modified Atmosphere = EMA). Die Gaszusammensetzung wird individuell auf das entsprechende Produkt angepasst.

Ein gründliches Säubern sowie eine hygienische Verarbeitung sind Grundvoraussetzung für langanhaltende Frische. Mittels Schutzatmosphären, verbunden mit entsprechender Kühlung, lässt sich die Haltbarkeit frischer Erzeugnisse verlängern und zudem ein ansprechendes Verpackungsdesign am Point of Sale realisieren.

### **Pasta und Fertiggerichte**

Die Beschaffenheit und Zusammensetzung von frischer Pasta und vor allem Fertiggerichten unterscheiden sich sehr stark. Besonders Multikomponentenprodukte wie Fertigpizza oder Sandwiches enthalten viele unterschiedliche Lebensmittel mit verschiedenen Haltbarkeiten und Verderbeigenschaften. In den allermeisten Fällen können Schutzatmosphären ohne Verwendung von Sauerstoff die Haltbarkeit deutlich verlängern. Dabei kommen Gemische aus CO<sub>2</sub> und Stickstoff zum Einsatz. Die Konzentration der Gase richtet sich dabei nach den Inhaltsstoffen des Produktes. Besteht beispielsweise die Gefahr, dass große Mengen CO<sub>2</sub> vom Produkt aufgenommen werden, sollte der Stickstoffanteil höher gewählt werden, um ein Einfallen der Verpackung zu verhindern.

### **Snacks und Nüsse**

Bei Snackprodukten, wie beispielsweise Kartoffelchips oder Erdnüssen, bestehen in erster Linie Probleme verbunden mit dem Fettgehalt der Lebensmittel. Es besteht die Gefahr der Oxidation, wodurch die Produkte bei nicht optimaler Verpackung schnell ranzig werden können. Zur Verlängerung der Haltbarkeit ist es daher wichtig, den Kontakt mit Sauerstoff zu minimieren. Häufig werden Schutzatmosphären mit 100% Stickstoff eingesetzt. Dadurch kann zum einen der vorzeitige Verderb verhindert werden, zum anderen bieten diese Atmosphären auch einen Schutz vor mechanischen Beschädigungen bei empfindlichen Waren oder Verpackungen, z.B. bei Kartoffelchips in der klassischen Schlauchbeutelverpackung.

## Kaffee

Kaffee ist als trockenes Produkt relativ unempfindlich gegen einen Verderb durch Mikroorganismen. Größer ist jedoch die Gefahr, dass die enthaltenden Fettsäuren oxidieren und das Produkt ranzig wird. Um dies zu verhindern, wird Kaffee unter Ausschluss von Sauerstoff verpackt. In Beuteln oder Kaffeekapseln kommt stattdessen häufig eine Schutzatmosphäre aus reinem Stickstoff zum Einsatz.

## Beispielhafte Gaszusammensetzungen beim Schutzgasverpacken

Produkt	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Fleisch, roh, rot	70	23-30	0-10
Innereien, roh	80	20	0
Geflügel, roh, mit Haut	0	30	70
Geflügel, roh, ohne Haut	70	20-30	0-10
Fleisch, gekocht / Wurstwaren	0	20-30	70-80
Fisch, roh, fettarm	20-30	40-60	20-40
Fisch, roh, fettreich	0	40	60
Fisch, gekocht/geräuchert	0	30-60	40-70
Schalen- und Krustentiere	30	40	30
Käse, hart	0	30-100	0-70
Käse, weich	0	10-40	60-90
Käse, geschnitten	0	30-40	60-70
Frischkäse	0	100	0
Joghurt	0	0-30	70-100
Milchpulver	0	0-20	80-100
Brot, zum Aufbacken	0	50-100	0-50
Kuchen, Gebäck	0	50	50
Obst / Gemüse, frisch	3-10	3-10	80-90
Gemüse, gekocht	0	30	70
Fertiggerichte	0	30-60	40-70
Pasta/Pizza, frisch	0	30-60	40-70
Sandwiches	0	30	70
Snacks/Chips/Erdnüsse	0	0	100
Wein, weiß / Rosé	0	20	80
Wein, rot	0	0	100
Kaffee	0	0	100

## Qualitätskontrolle beim Verpacken unter Schutzatmosphäre

Modified Atmosphere Packaging stellt vergleichsweise hohe Anforderungen an den Verpackungsprozess, vor allem an die Siegelung. Viele Fehlerquellen können hier zu undichten Stellen führen, in der Regel Microleaks. Aber schon bei der Zusammensetzung des Gasgemisches und beim Einbringen des Gases in die Verpackung ist höchste Sorgfalt angebracht. Ein fehlerhaftes Gemisch oder eine undichte Verpackung kann gravierende Auswirkungen haben – vom Verlust an Nährstoffen, Geschmack, Farbe oder Struktur bis hin zu schlechtem Geruch oder Befall von Mikroorganismen. Je nach Produkt können dabei auch gesundheitliche Risiken beim Verbraucher nicht ausgeschlossen werden.

Schutzgasverpacken erfordert also eine technisch moderne Ausstattung und kompromisslose Hygiene. Da aber auch mit bester Technologie Fehler nicht zu 100% vermieden werden können, sind entsprechend umfassende Maßnahmen zur Qualitätssicherung unbedingt erforderlich. Diese beginnen beispielsweise schon beim Einsatz einer Inline-Gasanalyse, die die Zusammensetzung der Schutzatmosphäre laufend während des Verpackungsprozesses kontrolliert. Im Anschluss an das Verpacken müssen die Produkte mindestens stichprobenartig auf die korrekte Gasmischung und nicht zuletzt auf Dichtheit überprüft werden. Nur mit diesem Aufwand ist gewährleistet, dass die Schutzgasverpackung ihre positiven Eigenschaften ausspielen kann und der Kunde ein hochwertiges Produkt in bester Qualität enthält.

## Gasetechnik für Modified Atmosphere Packaging

### Verpackungsmaschinen

Es gibt nicht die eine spezielle Verpackungsmaschine für ein Verpacken unter Schutzatmosphäre. Vielmehr lässt sich Modified Atmosphere Packaging mit verschiedenen Maschinentypen von zahlreichen Anbietern umsetzen.

**Hand-Vakuumkammermaschinen** sind die einfachste Form von Schutzgasverpackungsmaschinen. Die Maschinen werden von Hand betrieben und eignen sich daher eher für kleinere Betriebe. Vorgeformte Beutel aus speziellen Folien werden in die Kammer der Verpackungsmaschine gelegt und mit dem zu verpackenden Produkt gefüllt. Nach dem Schließen der Kammer erzeugt die Maschine ein Vakuum und saugt die vorhandene Luft ab. Im nächsten Schritt wird die Schutzatmosphäre zugeführt, bevor die Verpackung schließlich versiegelt wird.

Für größere Verpackungsvolumen werden automatisierte Verpackungslinien verwendet. Sogenannte **Tiefziehmaschinen** arbeiten mit Verpackungsfolien auf Rollen. Die Folien werden in der Maschine erwärmt und mit Formwerkzeugen zu Schalen verarbeitet. Die Schalen werden mit dem jeweiligen Lebensmittel gefüllt. Die nächsten Schritte ähneln der Handkammermaschine, erfolgen jedoch automatisch. In einer Vakuumkammer wird die Umgebungsluft abgesaugt und durch das jeweilige Gasgemisch ersetzt. Danach werden die Schalen versiegelt. In gleicher Weise arbeiten **Traysealer-Maschinen**. Unterschied hier: die Trays, also Schalen, werden nicht in der Maschine hergestellt, sondern sind bereits vorgefertigt und werden lediglich mit einer Folie versiegelt.

Als weitere Maschinenvariante gibt es die **Schlauchbeutelverpackungsmaschinen**. Man unterscheidet nach horizontalen und vertikalen Schlauchbeutelmaschinen. Diese Maschinen formen aus einem Folienstrang einen fortlaufenden Schlauch und platzieren das Produkt darin. Die Luft in diesem Schlauch wird durch ein permanentes Spülen mit Schutzatmosphäre praktisch vollständig verdrängt, bevor die einzelnen Verpackungen versiegelt werden.

### Gasmischer- und -dosierer

Während des Verpackungsprozesses wird die Umgebungsluft in der Verpackung durch Gas oder durch ein Gasgemisch ersetzt. Schutzatmosphären sind bereits vorgemischt in unterschiedlichen Zusammensetzungen und unter verschiedenen Markennamen am Markt erhältlich. Zur Erzeugung der Gasgemische werden heute jedoch in den meisten Fällen Gasmischsysteme vor Ort verwendet. MAP-Gasmischer gewährleisten kontrollierte Gasqualität und Sicherheit in Ihrem Verpackungsprozess – für keimfreie und lange haltbare Lebensmittel. Vor allem aber bieten sie dem Anwender eine hohe Flexibilität. Auf Knopfdruck lassen sich in kürzester Zeit verschiedene Gemische in einer Verpackungslinie realisieren, je nachdem, welche Zusammensetzung das jeweilige Produkt erfordert.

### Gasanalytoren

Gasanalytoren sind unerlässlich zur Qualitätskontrolle im MAP-Prozess. Die Kontrolle kann entweder als permanente Analyse direkt während des Verpackungsprozesses oder im Anschluss an den Verpackungsprozess mittels Stichprobe erfolgen. Bei der permanenten Analyse wird ein Gasanalysemodul in das Gasmischsystem integriert. Der Gasanalytoren überwacht laufend die korrekte Zusammensetzung des Gasgemisches.

Die Stichprobenanalyse wird als Qualitätskontrolle bei nahezu allen Unternehmen durchgeführt, die mit modifizierten Atmosphären verpacken. Mittels einer Nadel wird eine Probe aus der Verpackung entnommen. Hochwertige Gasanalytoren arbeiten mit moderner Sensorik. Sie sind äußerst präzise und schnell und benötigen nur eine sehr geringe Gasmenge. Damit eignen sie sich auch für Verpackungen mit sehr kleinem Headspace, also einer kleinen Menge an Schutzgas in der Verpackung. Alle Messdaten werden gespeichert und können zur dauerhaften, vollständigen Dokumentation der Qualitätskontrolle archiviert werden.

### Dichtheitsprüfung

Die Vorteile von Schutzatmosphären kommen nur dann zur Geltung, wenn das Schutzgas dauerhaft in der Verpackung bleibt, die Verpackung also vollständig dicht ist. Als ‚Frischegarantie‘ für den Handel und den

Verbraucher kann Verpackungsdichtheitsprüfung heute ein echter Wettbewerbsvorteil sein. Indem man die Dichtheit von Verpackungen einfach und verlässlich überprüft, kann man unnötigen Retouren, drohendem Imageverlust, rechtlichen Konsequenzen und im schlimmsten Fall dem Verlust des Kunden vorbeugen. Zur Optimierung Ihrer Qualitätssicherung hat der Anwender die Wahl zwischen Systemen zur Stichproben- oder Inline-Prüfung. Systeme zur Dichtheitsprüfung von Verpackungen detektieren zuverlässig auch kleinste Undichtigkeiten und überzeugen mit einfachster Bedienung. Selbstverständlich können alle Tests digital gesichert und für die Kunden dokumentiert werden.

### **Raumluftüberwachung**

Gaswarnsystemen zur Raumluftüberwachung schützen Mitarbeiter und machen zum Beispiel die Verwendung von Kohlendioxid sicherer. Dieses ist zwar nicht giftig, sammelt sich aber unbemerkt in geschlossenen Räumen an und verdrängt den Luftsauerstoff. Kohlendioxid kann schon ab einer Konzentration von 0,3 Prozent in der Raumluft der Gesundheit schaden. Die erlaubte maximale Arbeitsplatzkonzentration MAK liegt bei 0,5 Prozent. Bei fünf Prozent können Kopfschmerzen und Schwindel auftreten, acht Prozent und mehr führen zu Bewusstlosigkeit oder sogar bis zum Tod. Die Gaswarnanlage kontrolliert permanent die Konzentration in der Raumluft und löst bei Überschreiten von individuell definierbaren Grenzwerten einen akustischen und visuellen Alarm aus. Bei Obst und Gemüse werden kontrollierte Atmosphären nicht nur innerhalb der Verpackung eingesetzt, sondern beispielsweise zur Reifesteuerung in speziellen Reifekammern mit Hilfe des Gases Ethylen. Hier kann mit Gasanalysatoren die korrekte Raumluft laufend überwacht werden.