



WHITE PAPER

MODERNE VAKUUM- TECHNOLOGIE

ermöglicht lange Haltbarkeit und Frische von Lebensmittel

INHALT

EINLEITUNG	3
ARTEN DER VAKUUMVERPACKUNG	4
ARTEN VON VAKUUMVERPACKUNGSMASCHINEN	5
VERPACKUNGSPROZESS	6
VERPACKEN UNTER SCHUTZGAS (MAP)	7
VERPACKEN UNTER GLEICHGEWICHTSATMOSPHERE (EMAP) UND KONTROLLIERTER ATMOSPHERE (CAP ODER AMAP)	8
AUSWAHL DER IDEALEN VAKUUMPUMPE	8
ÖLGESCHMIERTE DREHSCHIEBER-VAKUUMPUMPEN	9
TROCKENE SCHRAUBEN-VAKUUMPUMPEN	10
TROCKENE KLAUEN-VAKUUMPUMPEN	11
ZUSAMMENFASSUNG	12

EINLEITUNG

Das Verpacken unter Vakuum oder unter Schutzgas (MAP = Modified Atmosphere Packaging) ist heute die gängigste Methode, um Lebensmittel hygienisch, portionsgerecht und für den Verbraucher attraktiv zu verpacken. Fleisch, Fleischwaren, Fisch und Käse waren bisher die Lebensmittel, die vorrangig unter Vakuum verpackt wurden. Mehr und mehr wird das Vakuumverpacken aber auch für Convenience-Produkte, Obst und Gemüse genutzt, was erst durch die Weiterentwicklung der Verpackungstechnik und des Verpackungsmaterials möglich wurde. Das Vakuum beziehungsweise das Schutzgas reduziert die Aktivität sauerstoffabhängiger Mikroorganismen in der Verpackung. Dadurch bleiben Lebensmittel auch ohne Konservierungsstoffe viel länger haltbar.

Sowohl bei dem Verpacken unter Vakuum als auch unter Schutzatmosphäre werden Vakuumpumpen eingesetzt, die die Luft aus der Verpackung absaugen und somit den Druck in der Verpackung auf ein bestimmtes Niveau reduzieren. Bei der Verwendung von Schutzgas wird dieses anschließend anstelle der Luft eingebracht, sodass in der Verpackung ein „künstlicher“ Atmosphärendruck herrscht. Beide Verfahren werden angewandt, um den sich in der Luft befindlichen Sauerstoffanteil von 21 Prozent auf ein möglichst niedriges Niveau zu reduzieren. Der Luftsauerstoffanteil beeinflusst, neben der sogenannten Wasseraktivität (aw-Wert), maßgeblich den Zersetzungsprozess von Lebensmitteln. Entzieht man der Verpackung den Sauerstoff, reduziert man die Aktivitäten der sauerstoffabhängigen Mikroorganismen im und am Lebensmittel und verlängert dadurch deren Haltbarkeit. Bei reiner Vakuumverpackung wird durch den Sauerstoffentzug die Fleischreifung verlangsamt und die Haltbarkeit erhöht. Beim Verpacken unter Schutzgas kann man durch dessen Zusammensetzung die Haltbarkeit weiter erhöhen, weil verschiedene andere Faktoren, wie beispielsweise der pH-Wert, beeinflusst werden können. Bei Rindfleisch kann sogar ein hoher Sauerstoffanteil bei gleichzeitiger Absenkung des pH-Werts die Haltbarkeit verlängern. Außerdem sorgt dieses Schutzgasgemisch dafür, dass die rote Fleischfarbe erhalten bleibt.

Neben der verlängerten Haltbarkeit bringt die Vakuumverpackung weitere Vorteile mit sich:

- Keine Veränderung des Lebensmittels in Bezug auf Geschmack, Geruch und Optik
- Schutz vor Berührung und Kontamination
- Kontrollierte Oxidation
- Vermeidung von Austrocknung
- Sous-vide-Kochen oder Marinieren wird vereinfacht
- Gute Lagerungs- und Präsentationsmöglichkeit

ARTEN DER VAKUUMVERPACKUNG

Grundsätzlich wird zwischen dem reinen Vakuumverpacken und dem Verpacken unter Schutzatmosphäre unterschieden. Bei der Vakuumverpackung wird mit der Vakuumpumpe die Luft aus der Verpackung abgesaugt, sodass sich die Folie dicht an das verpackte Lebensmittel anschmiegt. Bei der Verpackung unter Schutzatmosphäre wird nach dem Evakuieren der Luft aus der Verpackung diese durch ein Schutzgas ersetzt. Das heißt, in der versiegelten Verpackung selbst herrscht ein ähnlicher Druck wie außerhalb durch den Luftdruck. Man unterscheidet folgende Möglichkeiten des Verpackens unter Schutzatmosphäre:

- Schutzgasverpackung (Modified Atmosphere Packaging, MAP)
- Gleichgewichtsatmosphäre-Verpackung (Equilibrium Modified Atmosphere Packaging, EMAP)
- Kontrollierte-Atmosphäre-Verpackung (Controlled Atmosphere Packaging, CAP; bzw. Active Modified Atmosphere Packaging, AMAP)

ARTEN VON VAKUUMVERPACKUNGSMASCHINEN

In der Lebensmittelindustrie werden überwiegend diese vier Arten von Verpackungsmaschinen eingesetzt:

- Kammer-Verpackungsmaschinen (Fig. 1) – zum Verpacken mit Beuteln und Folien
- Traysealer-Verpackungsmaschinen - vorgefertigte Schalen (Trays) werden mit Folie oder einem zusätzlichem Kunststoffdeckel versiegelt beziehungsweise verschlossen
- Tiefzieh-Verpackungsmaschinen (Fig. 2) - die Schale (Tray) wird durch Tiefziehen der Unterfolie in der Verpackungsmaschine geformt und automatisch der Verpackungskammer zugeführt (Fig. 3); die eigentliche Verpackung erfolgt wie beim Traysealer
- Schlauchbeutel-Verpackungsmaschinen – Folie wird zu einem Schlauch verschweißt, durch beidseitige Versiegelung entsteht der sogenannte Schlauchbeutel



Fig. 1: Doppelkammer-Verpackungsmaschine mit integrierter R5 Drehschieber-Vakuumpumpe von Busch Vacuum Solutions

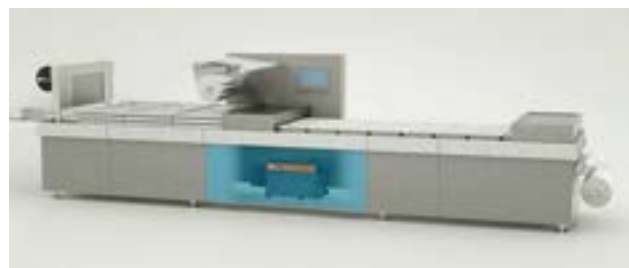


Fig. 2: Tiefzieh-Verpackungsmaschine mit integrierter R5 Drehschieber-Vakuumpumpe von Busch Vacuum Solutions

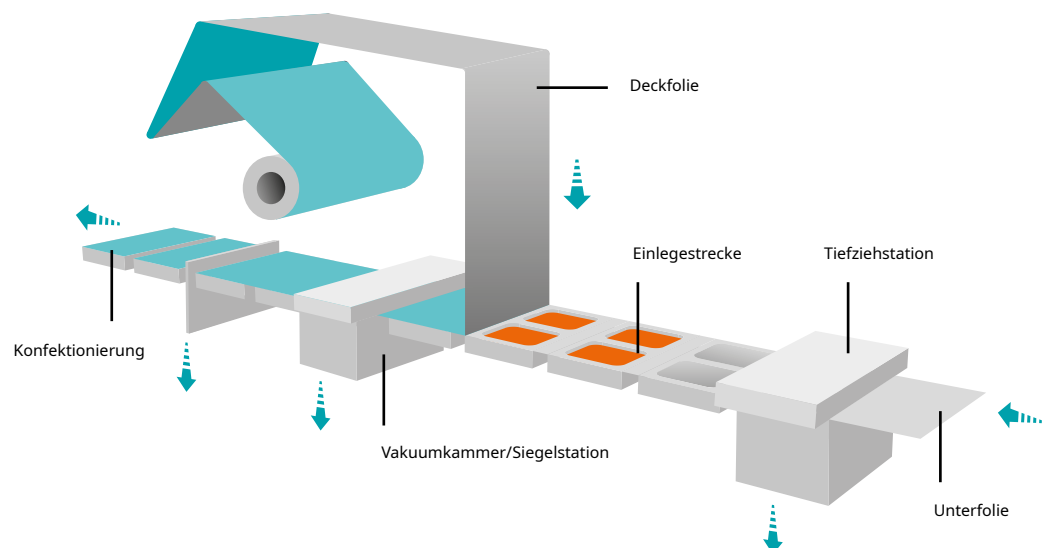


Fig. 3: Aufbau einer Tiefzieh-Verpackungsmaschine

VERPACKUNGSPROZESS

Prinzipiell läuft der eigentliche Evakuierungsprozess, also das Absaugen der Luft aus einer Verpackungskammer, mit dem anschließenden Belüften und Versiegeln, bei allen Verpackungsmaschinen ähnlich ab (Fig. 4). Das Lebensmittel gelangt in einem Beutel, zwischen Ober- und Unterfolie oder in einer vorgeformten Schale in die Verpackungskammer. Aus dieser wird durch die Vakuumpumpe die Luft abgesaugt. Das heißt, auch der in der Luft enthaltene Sauerstoff wird der Verpackungskammer und der Verpackung entzogen. Ist das gewünschte Vakuum erreicht, werden die Verpackungsteile miteinander versiegelt. Jetzt wird die Verpackungskammer auf Atmosphärendruck belüftet, sodass sich die Verpackungsfolie dicht an das verpackte Lebensmittel anschmiegt. Bei der Schutzgasverpackung wird das Schutzgas nach dem Evakuieren der Verpackungskammer in diese eingebracht, sodass die Verpackungskammer anstelle von Luft mit Schutzgas auf Atmosphärendruck belüftet und anschließend versiegelt wird.

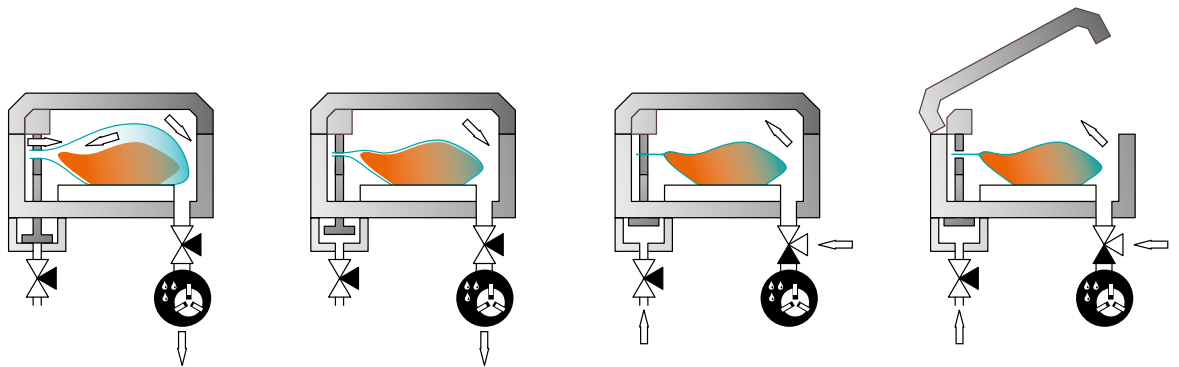


Fig. 4: Funktionsweise einer Kammer-Verpackungsmaschine:

1. Evakuieren der Vakuumkammer einschließlich des sich darin befindlichen Verpackungsbeutels
2. Versiegeln des Verpackungsbeutels
3. Belüften der Verpackungskammer
4. Öffnen, Entnahme des Verpackungsgutes

PACKAGING USING PROTECTIVE GAS (MAP)

Der große Vorteil bei der Verwendung von Schutzgasen ist, neben einer weiteren Erhöhung der Haltbarkeit, dass ein optimales Gasgemisch verwendet werden kann, um Form, Farbe oder Konsistenz des Produkts zu erhalten. Vor allem bei leicht verformbaren, quetschbaren oder zerbrechlichen Produkten wird man mit Schutzgas verpacken, damit das Produkt unter Vakuum seine Form nicht verändert beziehungsweise nicht zerstört wird.

Außerdem kann, je nach Produkt, die Warenpräsentation am POS (Point of Sale) wesentlich attraktiver sein, wenn die Kunststoffolie nicht direkt auf dem Produkt aufliegt. Als Schutzgas wird meist ein Gasgemisch aus Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Stickstoff (N₂) verwendet. Aber auch exakt dosierte Mengen Sauerstoff (O₂) können Teil des Gasgemisches sein. Das Mengenverhältnis dieser Gase wird dabei speziell auf das Produkt abgestimmt (Fig. 5).

Demgegenüber steht wiederum seit ein paar Jahren der Trend zur Skinverpackung (Skin Tray). Dabei handelt es sich um eine Vakuumverpackung, bei der, ohne Verwendung von Schutzgas, die Folie wie eine zweite Haut (Skin) direkt auf dem Produkt beziehungsweise der Schale aufliegt.

Schutzgasgemische (unverbindliche Beispiele)			
Lebensmittel	CO ₂	N ₂	O ₂
Rohes rotes Fleisch	40 %	-	60 %
Rohe Hähnchenteile	30 %	70 %	-
Wurstwaren	30 %	70 %	-
Kochschinken in Scheiben	40 %	60 %	-
Hartkäse	20 %	80 %	-
Forellen	15 %	65 %	20 %
Frischteigwaren	50 %	50 %	-
Pizza	70 %	30 %	-
Fertigsalate	30 %	70 %	-

Fig.5: Verwendete Schutzgasgemische (Beispiele)

VERPACKEN UNTER GLEICHGEWICHTSATMOSPHERE (EMAP) UND KONTROLLIERTER ATMOSPHERE (CAP ODER AMAP)

Das Verpacken unter Gleichgewichtsatmosphäre (EMAP) oder kontrollierter Atmosphäre (CAP oder AMAP) sind verhältnismäßig neue Arten der Vakuumverpackung und werden im Wesentlichen für Obst und Gemüse verwendet. Frisches Obst und Gemüse respiriert nach der Ernte weiter. Das heißt, es „atmet“, indem Sauerstoff aufgenommen und Kohlendioxid (CO_2) und Wasser abgegeben wird. In der Verpackung muss also ein Schutzgasgemisch eine Atmosphäre bilden, die ein Gleichgewicht zwischen Sauerstoff (O_2) und Kohlendioxid (CO_2) herstellt. Spezielle Folien mit Mikroperforation ermöglichen hierbei einen Gasaustausch zwischen den Atmosphären innerhalb und außerhalb der Verpackung. Bei der Verpackung mit kontrollierter Atmosphäre (CAP bzw. AMAP) kann die Gasdurchlässigkeit der Folie an eine veränderte Respiration angepasst beziehungsweise korrigiert werden. Dies ermöglicht eine weitere Verlängerung der Haltbarkeit.

AUSWAHL DER IDEALEN VAKUUMPUMPE

Neben der Wahl der geeignetsten Verpackungsart und der daraus resultierenden optimalen Verpackungsmaschine, entscheidet maßgeblich die eingesetzte Vakuumpumpe über die Qualität der Verpackung und somit über die Haltbarkeit und Qualitätserhaltung des Verpackungsguts. Außerdem haben die korrekte Wahl und Auslegung der Vakuumversorgung direkten Einfluss auf die Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit. Jedes Lebensmittel hat ein ideales Vakuumniveau in der Verpackung, bei dem die größtmögliche Haltbarkeit erreicht wird. Dieses Vakuumniveau gilt es, einzuhalten. Bei Frischfleisch beträgt das Vakuumniveau in der Verpackung üblicherweise zwischen zwei und fünf Millibar. Bei diesem Druck ist der Sauerstoffanteil in der Verpackung um den Faktor 200 geringer als bei Atmosphärendruck. Je niedriger der Enddruck einer Vakuumpumpe ist, umso sicherer kann der gewünschte Unterdruck in der Verpackung präzise eingestellt werden. Moderne Vakuumpumpen erreichen einen Enddruck von 0,1 Millibar. Dies entspricht einem zehntausendstel des atmosphärischen Luftdrucks auf Meereshöhe.

ÖLGESCHMIERTE DREHSCHIEBER-VAKUUMPUMPEN

Unabhängig von der Art der Verpackung und des verpackten Lebensmittels erfüllt die Vakuumpumpe immer dieselbe Aufgabe: Das Absaugen der Luft aus der Verpackungskammer. Dabei haben sich seit den Anfängen der Vakuumverpackung ölgeschmierte Drehschieber-Vakuumpumpen durchgesetzt. Im Jahre 1963 hat die Firma Busch Vacuum Solutions die erste Drehschieber-Vakuumpumpe speziell für diese Anwendung entwickelt und auf den Markt gebracht. Diese Vakuumtechnologie wurde stetig weiterentwickelt, sodass R5 Drehschieber-Vakuumpumpen (Fig. 6) von Busch stets den Stand der Technik beim Vakuumverpacken darstellen. Neben ihrer Zuverlässigkeit und Langlebigkeit zeichnen sie sich durch ihre hohe Wasserdampfverträglichkeit aus.

Die Wasserdampfverträglichkeit einer Vakuumpumpe hat direkten Einfluss auf die Qualität des verpackten Produkts. Sie sagt aus, wieviel Wasserdampf eine Vakuumpumpe neben der abzusaugenden Luft aus der Verpackungskammer zusätzlich absaugen kann, ohne dass dieser in der Vakuumpumpe auskondensiert oder die Evakuierungszeit negativ beeinflusst. Die allermeisten Lebensmittel besitzen einen mehr oder wenig großen Wasseranteil. Wird beim Evakuierungsprozess ein bestimmtes Vakuumniveau erreicht, beginnt das Wasser am oder im Lebensmittel zu verdampfen und muss zusätzlich von der Vakuumpumpe in Dampfform abgesaugt werden. Wird eine leistungsschwache Vakuumpumpe eingesetzt, ist diese damit überfordert, und die Evakuierungszeit kann sich erheblich verlängern. Die längere Evakuierungszeit wiederum kann sich negativ auf die Produktqualität auswirken, weil dem Lebensmittel Feuchtigkeit entzogen wird.

Deshalb ist es unerlässlich, eine Drehschieber-Vakuumpumpe einzusetzen, die bei niedrigen Drücken ein genügend hohes Saugvermögen aufbringt und somit das gewünschte Vakuumniveau erreicht, bevor Wasser verdampft oder Gase aus dem Lebensmittel austreten können. Außerdem muss eine Vakuumpumpe so konzipiert sein, dass sie auch beim Einsatz in gekühlten Räumen eine Betriebstemperatur erreicht, die verhindert, dass Wasserdampf in ihrem Innern auskondensiert. Dies könnte sich ansonsten negativ auf die Leistung und die Lebensdauer der Vakuumpumpe auswirken. Die richtige Auslegung der Vakuumpumpe und ihre Integration in die Steuerung setzt eine genaue Analyse des Verpackungsprozesses voraus. Busch bietet Verpackern dazu sogenannte VacuumAudits an, bei denen ein Vakuumexperte den kompletten Verpackungsprozess durchleuchtet und Verbesserungspotentiale in punkto Effizienz aufzeigt.



Fig. 6: Die Drehschieber-Vakuumpumpe R5 von Busch Vacuum Solutions ist der weltweit meist verwendete Vakuumerzeuger bei der Vakuumverpackung

TROCKENE SCHRAUBEN-VAKUUMPUMPEN

Eine Alternative zur ölgeschmierten Drehschieber-Vakuumpumpe kann eine trockene Schrauben-Vakuumpumpe sein. „Trocken“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass kein Öl oder andere Betriebsmittel zum Absaugen der Luft aus der Verpackung benötigt wird. Busch Vacuum Solutions bietet mit der COBRA verschiedene Ausführungen und Baugrößen von Schrauben-Vakuumpumpen (Fig. 7) an.

Bei größeren Verpackungsmaschinen wird neben der Drehschieber-Vakuumpumpe oft ein zusätzlicher Vakuum-Booster verwendet. Dieser wird direkt in die Verpackungsmaschine eingebaut, sodass aus Platzgründen die Drehschieber-Vakuumpumpe dann direkt neben der Verpackungsmaschine aufgestellt wird. Da Schrauben-Vakuumpumpen verhältnismäßig kompakt sind, kann eine solche mit größerer Leistung die Kombination Drehschieber-Vakuumpumpe und Vakuum-Booster ersetzen und dennoch Platz in der Verpackungsmaschine finden. Das Aufstellen einer Vakuumpumpe neben der Verpackungsmaschine entfällt somit.



Fig. 7: Trockene Schrauben-Vakuumpumpe COBRA NX von Busch Vacuum Solutions

TROCKENE KLAUEN-VAKUUMPUMPEN

Eine weitere Möglichkeit, Vakuum zum Verpacken zu generieren, bilden Klauen-Vakuumpumpen. Diese verdichten die abgesaugte Luft ebenfalls ohne Betriebsmittel im Verdichtungsraum und sind deshalb weitestgehend wartungsfrei. Busch Vacuum Solutions hat mit der MINK (Fig. 8) ebenfalls eine große Auswahl von Pumpen, die mit der Klauen-Vakuumpumpentechnologie arbeiten. Klauen-Vakuumpumpen erreichen ein Vakuumniveau von bis zu 40 Millibar. Sie sind bestens geeignet für das Verpacken unter Schutzatmosphäre.



Fig. 8: Trockene Klauen-Vakuumpumpe MINK MV von Busch Vacuum Solutions

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entscheidung für das Verpacken unter Vakuum setzt einige grundlegende Überlegungen voraus. Bei der Auswahl der Art der Vakuumverpackung können die Hersteller von Verpackungsmaschinen gut beraten. Bei der Auswahl der Vakuumtechnik sollte unbedingt ein Vakuumspezialist hinzugezogen werden, um die ideale Lösung zu finden. Auch bestehende Verpackungslinien sollten in punkto Wirtschaftlichkeit und Verpackungsqualität auf den Prüfstand gestellt werden. Busch Vacuum Solutions bietet dazu spezielle VacuumAudits an. Dabei untersucht ein Vakuumspezialist den gesamten Verpackungsvorgang und zeigt eventuelle Optimierungen des Prozesses auf.