

Stand und Perspektiven der Gefriertrocknung von Lebensmitteln

W. WARTEMANN, M. SCHARNBECK

Im Verlauf des letzten Jahrzehnts wurden in unserem Institut eine Vielzahl von Lebensmittelvariationen und Komponenten gefriergetrocknet. Ausgehend von der Technologie der Vorbereitung, des Gefrierens, des Trocknens und des Verpackens wurde von uns eine Pilotgefrieretrocknungsanlage entwickelt, konstruiert und gebaut. Mit Hilfe dieser Anlage konnte ein großes Sortiment gefriergetrockneter Lebensmittel produziert werden. Es war möglich, einen breiten Interessentenkreis mit diesen neuartigen Lebensmitteln bekannt zu machen. Für die notwendigen Untersuchungen konnten die erforderlichen Mengen bereitgestellt werden.

Probleme, die sich aus den einzelnen Stufen des Verfahrensablaufes ergaben, wurden gelöst, so daß jetzt der Weg zur industriellen Produktion gefriergetrockneter Lebensmittel vom Standpunkt der Technologie, des Sortiments und des Einsatzes aus gesehen, frei ist. Faktoren, welche von besonderem Einfluß auf die Einführung der industriellen Produktion sind, ergeben sich aus

- den Kosten
- dem Absatz
- dem Bedarf.

Die Tatsache, daß die Methode des Gefriertrocknens aus zwei konventionellen Verfahren der Haltbarmachung von Lebensmitteln besteht, wovon jedes allein die Konservierung leichtverderblicher Lebensmittel sichert, hat natürlich Einfluß auf die Kosten. Die als bekannt vorausgesetzten Vorteile der Gefriertrocknung gegenüber dem Gefrieren oder dem konventionellen Trocknen fordern und begünstigen jedoch den industriellen Einsatz des neuen Verfahrens. Es ist nicht die Aufgabe der Gefriertrocknung, andere Konservierungsverfahren zu ersetzen. Ebenso wie das Gefrieren die Sterilkonservierung nicht verdrängen konnte. Sie hat die Funktion einer qualitativen Ergänzung im Rahmen der gesamten volkswirtschaftlich notwendigen Aufgabe der Haltbarmachung von Lebensmitteln zu erfüllen. Die angesammelten Erfahrungen weisen nach, daß wenn die gefriergetrockneten Lebensmittel kostenmäßig nicht zu stark belastet werden sollten, dann die Anlagen eine bestimmte Mindestkapazität besitzen müssen, dreischichtig genützt werden und die Produktion spezialisiert wird. D. h. es sollten nicht alle Sortimente in einem Betrieb hergestellt werden.

Bei der Erarbeitung des Produktionsprogrammes ist davon auszugehen, daß die Gefriertrocknung nicht für alle Erzeugnisse die gleiche Bedeutung besitzt

und daß unser den Kosten vor allem die Eignung und der spezifische Verwendungszweck beachtet werden müssen. Vergleiche der reinen Trocknungskosten in Abhängigkeit von der Anlagenleistung ergeben folgendes Bild:

Tabelle 1

	Produktionsselbstkosten kg Frischgut bei 4,25 m ² Stellfläche, MDN	Produktionsselbstkosten kg Frischgut bei 150 m ² Stellfläche, MDN
Gulasch	3,71	0,84
Quark	4,16	0,92
Erbsen	4,60	0,95
grüne Bohnen	5,54	1,18
Erdbeermark	6,61	1,25

Zugrundegelegt ist dreischichtiger Betrieb bei 300 Produktionstagen/Jahr.

Daraus ergibt sich z. B. eindeutig, dass es vorerst Heimgefrier-trocknungsanlagen analog der Heimgefrieranlagen nicht geben wird. Das wird deshalb angeführt, weil es über dieses Problem bereits Diskussionen gibt. Zum derzeitigen Stand der Entwicklung wird eine Produktion gefriergetrockneter Lebensmittel erst dann rentabel sein, wenn große Mengen verarbeitet werden.

In bezug auf die Kosten wird es neben der Erfüllung der vorstehend angeführten Voraussetzungen einer Großproduktion vorteilhaft sein, gefriergetrocknete Lebensmittel mit konventionell getrockneten guter Qualität zu kombinieren. Beispiele dafür gibt es in den USA, Großbritannien und der Bundesrepublik Deutschland. Die Verkaufspackungen enthalten mehrere Beutel, wovon einer jeweils den Anteil gefriergetrockneter Produkte enthält. Ein weiteres Problem in Zusammenhang mit den Kosten ergibt sich aus der Verpackung, wobei dieses Problem im engen Zusammenhang mit der Qualität steht. Ideal ist ein licht-, wasserdampf- und gasundurchlässiger Behälter, mit ausreichender mechanischer Festigkeit, z. B. eine unter Schutzgas (N₂-CO₂) gasdicht verschlossene Blechdose. Letztere erhöht jedoch die Gesamtkosten und beansprucht viel Raum.

Kostengünstig und in vieler Hinsicht vorteilhafter sind Einfach- oder Verbundfolien. Wird Gasdichte verlangt und eine Verpackung unter Schutzgas, so sind Verbundfolien erforderlich, es ergeben sich gegenüber Blechdosen geringere Kosten.

Für zahlreiche weniger empfindliche Lebensmittel ergibt sich die Möglichkeit der Verwendung von Einfachfolien, wie z. B. Polyäthylen. Daraus ergibt sich eine weitere Kostensenkung.

Im VEB Golzaplast der DDR wurden seit einiger Zeit Polyäthylenfolien und Beutel bis zu 250 μ Stärke produziert. Diese befriedigen für nicht sauerstoffempfindliche jedoch stark hygroskopische Erzeugnisse, speziell Obst und Gemüse, völlig, selbst für eine 12-monatige Lagerung. Bei einem hohen Verhältnis $\frac{\text{Inhalt}}{\text{Außenfläche}}$ — also bei Großpackung werden Aromaverluste unbedeutend.

Der augenblickliche Entwicklungsstand in der Folienherstellung der DDR läßt in absehbarer Zeit ein ausreichendes Angebot an preisgünstigen wasser-

dampf- und gasdichten Folien erwarten. Der Absatz gefriergetrockneter Lebensmittel wird außer vom Preis vor allen von der Qualität und dem Verwendungszweck bestimmt werden.

Der Trend in der Entwicklung der Ernährungsgewohnheiten und Verbrauchergewohnheiten der Konsumenten zeigt eindeutig

— die Abkehr von ballaststoffreichen, voluminösen Lebensmitteln

— den Übergang zu konzentrierten, hochveredelten, konsumreifen Lebensmitteln

Diesem Trend kommen gefriergetrocknete Lebensmittel in idealer Weise entgegen.

In Abhängigkeit von den Kosten, der Qualität und dem Verwendungszweck werden sich gefriergetrocknete Lebensmittel ihren Absatzmarkt erobern.

In bezug auf Qualität und Verwendungszweck der neuen Lebensmittel ergibt sich gedrängt dargestellt folgendes Bild:

Fleisch läßt sich unvergleichlich viel besser durch die Gefrier Trocknung als durch Lufttrocknung entwässern. Gefriergetrocknete Fleischerzeugnisse aller Art, sei es roh, in Scheiben oder als Hackfleisch oder tafelfertig als Gulasch, Ragout oder Braten, hätten die Verbraucher in den Nachkriegsjahren mit Begeisterung aufgenommen. Heute aber steht ein umfangreiches Angebot an Frischfleisch, Fleischkonserven oder Wurst zur Verfügung, gegenüber welchem es besonders den roh gefriergetrockneten Fleischprodukten schwer sein wird, als Konkurrent aufzutreten. Rohes Fleisch verliert im Laufe einiger Wochen Lagerung auch unter Schutzgas seine frische rote Farbe und wird graubraun. Tafelfertig gefriergetrocknete Fleischerzeugnisse sind dagegen weit ansprechender und praktischer. Sie versprechen für Gastronomie, Haushalt und Campingfreunde eine große Hilfe zu werden.

Fisch und Meeresprodukte wie Krabben, Garnelen, Langusten ergeben gefriergetrocknet ebenfalls ein wesentlich besseres Erzeugnis als es durch Lufttrocknung zu erreichen ist. Wegen der schwer wasserdampfdurchlässigen Fischhaut ist es nicht wirtschaftlich, ganze Fische zu trocknen. Auch Filets, die allgemein in Längsrichtung der Fische abgetrennt und verzehrfertig gemacht werden, haben nach dem Abtrennen der eigentlichen Fischhaut noch feste äußerliche Gewebeschichten (Spiegel genannt), die bei der Gefrier Trocknung den Wasserdampf abzug stark behindern und zu Schrumpfungen führen.

Am zweckmässigsten ist es, die Fische für die Gefrier Trocknung im Karbonatenschnitt zu zerlegen. Die so entstehenden Fischkoteletts sind nach dem Rekonstituieren, Panieren und Braten sehr ansprechend, wenn sie nach der Trocknung nicht zu lange gelagert haben. Das Fleisch ist etwas fester und trockener als es beim Gefrieren und wieder aufgetauten Fisch zu beobachten ist. Bei sehr weichfleischigen Fischen wie Heilbutt ist das günstig. Im Laufe der Lagerzeit nimmt die trockene Konsistenz jedoch merklich zu.

Eigene Untersuchungen an Kabeljau, Rotbarsch, Heilbutt und Hering ergaben, dass nach dreimonatiger Lagerung der gefriergetrockneten Fische infolge der Konsistenz und dem sehr „betonten“ Fischgeschmack die Verbrauchererwartung nicht mehr erfüllt wird. Es ist noch eine sehr intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit erforderlich, um lagerfähige gefriergetrocknete Fischerzeugnisse von hoher Qualität auf den Markt zu bringen. Wesentlich günstiger verhalten sich Krustentiere. Diese sehr beliebten Nahrungsmittel

sind nach dem Gefriertrocknen und Rekonstituieren praktisch nicht vom frischen Ausgangsmaterial zu unterscheiden. Eigene Untersuchungen an Langstenschwänzen bestätigten die ausländischen Angaben über gute Eignung und Lagerfähigkeit.

Von den Milchprodukten zeichnet sich besonders Magerquark als für die Gefriertrocknung geeignet aus. Während andere fettarme und fettreiche Milchprodukte ihren Frischgeschmack auf Kosten eines unangenehmen Trockenmilchgeschmacks im Laufe der Lagerung verlieren, ist gefriergetrockneter Magerquark farblich und geschmacklich recht beständig auch ohne Schutzgasverpackung.

Quark gehört zu den wenigen Produkten neben Obstmark, deren Volumen sich gegenüber dem Frischvolumen wesentlich verringert, wenn man sie nach der Gefriertrocknung pulverisiert. Normalerweise behalten nämlich gefriergetrocknete Produkte ihr Volumen, weil sie beim Wasserentzug nicht schrumpfen.

Mit Hilfe von gefriergetrocknetem Magerquark können die heute sehr zahlreichen Diabetiker saisonunabhängig versorgt werden. Bei den Eiprodukten scheint sich das Gefriertrocknen von Vollei-Melange durchzusetzen. In Australien soll eine Gefriertrocknungsanlage 15—20 t gebaut werden (1) und in Großbritannien verarbeitet schon eine Anlage 20—25 t Frischgut/Tag (2). Die Einsparungen an Transport-, Verpackungs- und Lagerkosten sollen es möglich machen, gefriergetrocknetes Eipulver nicht teurer zu verkaufen als gefrorene Ei-Melange. Im Hinblick auf die Zerbrechlichkeit der frischen Eier und die raumaufwendige Verpackung für bruchsicheren Transport ist ein guter Absatz auch in unserem Land denkbar.

Setzt man frisches Vollei den Suppen oder Soßen zu, die tafelfertig gefriergetrocknet werden sollen, so verbessert es die Bindigkeit. Reine Eiprodukte, z. B. gekochtes, gebratenes Ei oder Rührei haben nach dem Rekonstituieren eine schlechte Konsistenz. Das ursprünglich glatte Substanzgefüge ist griesig. Durch Zusatz geeigneter Mengen Salz und Milch gelang es uns, Rührei der gewohnten geschmeidigen Konsistenz herzustellen. Dies ist ein Beispiel dafür, daß es möglich ist, augenscheinlich nicht für die Gefriertrocknung geeignete Speisen durch Rezepturversuche so zu vervollkommen, daß sie zu annehmbaren Trocknungserzeugnissen führen. Ähnliche Beobachtungen machten wir übrigens mit Gulasch und anderen Fertigspeisen, die auf Hausmacherart vorbereitet nicht immer voll befriedigten. Wir können daraus die Schlußfolgerung ziehen, daß mit Hilfe geeigneter Vorbehandlungsverfahren auch schwierige Produkte für die Gefriertrocknung geeignet gestaltet werden können, sofern sich eine Nachfrage ergibt.

Noch Ende der fünfziger Jahre vertraten namhafte amerikanische Fachleute der Gefriertrocknung die Ansicht, daß Gemüse wegen ihres hohen Wassergehaltes vorerst wenig Aussicht hätten, in industriellem Maßstab gefriergetrocknet zu werden. Heute sind Erbsen und Champignons bereits im Handel. Fast alle Gemüse sind bei ausreichend wasserdampfdichter Verpackung im gefriergetrockneten Zustand gut lagerfähig. Ihre Verwendung ist auch für die industrielle Weiterverarbeitung als qualitätsverbessernde Anteile von Fertiggerichten, kombiniert mit bewährten Produkten konventioneller Trocknung sehr günstig. Gefriergetrocknetes Suppengrün und Gewürze dürften u. E. von den Verbrauchern im Einzelhandel sehr vorteilhaft eingeschätzt werden.

Über Obstprodukte wird seit langem positiv im Hinblick auf die Eignung zur Gefriertrocknung gesprochen. Man errechnete die Transporteinsparungen für den Fall, dass nur das gefriergetrocknete Zitrussaftkonzentrat über den Ozean zu schicken wäre und baute in Gedanken kontinuierliche Riesenanlagen. Es ist aber nicht bekannt, daß irgendwo in der Welt eine rentable Gefriertrocknungsanlage ausschließlich für Obstsaft arbeitet. Aus den USA wird über die erfolgreiche Herstellung Weiterverarbeitung von gefriergetrockneten Beeren für Gebäck, besonders Heidelbeeren, berichtet. Von unseren einheimischen Früchten eignen sich vor allem die Erdbeeren zur Herstellung von gefriergetrocknetem Erdbeermark. Hierfür bestehen wegen des beliebten typischen Aromas sehr viel Verwendungsmöglichkeiten in der weiterverarbeitenden Industrie und im individuellen Verbrauch. Wichtig ist die Sortenwahl oder evtl. Neuzüchtung von Früchten, die neben reichlichem Zucker- und Säuregehalt einen hohen, nicht wasserlöslichen Feststoffanteil besitzen. Anderenfalls bedingen die löslichen Stoffe mit ihrem niedrigen Erstarrungspunkt sehr niedrige Trocknungstemperaturen und folglich lange Trocknungsdauer und relativ hohe Kosten.

In der Zusammenstellung von Getränkegrundlagen aus Fruchtsäften und Milchprodukten, in der Entwässerung von Fermentpräparaten und Spezialextrakten bietet sich eine außerordentliche Vielfalt für den Einsatz der Gefriertrocknung. Bisher hat sich jedoch nur der Kaffee-Extrakt in breitem Maße den Markt erobert. Für den zur Gefriertrocknung bestimmten Flüssigkeitsextrakt sind aromatische Kaffeemischungen und eine wesentlich schonendere Extraktion als für die Sprühtrocknung zu wählen. Nur so kommt die aromaerhaltende Wirkung des neuen Trocknungsverfahrens voll zur Geltung. Wir stehen gegenwärtig am Beginn der industriellen Einführung der Gefriertrocknung. Anfangsschwierigkeiten und Mißerfolge, die in einigen Ländern aufgetreten sind, sind zweifellos im wesentlichen auf folgende Tatsachen zurückzuführen:

— daß man sich auf die von den Herstellern der Gefriertrocknungsanlagen angegebenen Kapazitätswerten, die sich auf die günstigsten Produkte mit den besten Trocknungsgeschwindigkeiten (gegartes Fleisch) bezogen, verließ. Gemüse, Obst und auch schon rohes Fleisch fordern aber eine behutsamere Gefriertrocknung und ergeben eine entsprechend geringere Trocknungskapazität. Hier einige Beispiele von Produktionsleistungen eigener Ermittlung:

Tabelle 2

Produkt	Trocknungskapazität in kg Frischgut pro m ² Stellfläche in 7 h
Bratenscheiben	10
Gulasch	9
Eintopf-Fertigspeisen	7,5—9
Spinat, Grünkohl, Erbsen	7
rohe Fleischscheiben	7
Quark	7
Rotkohl, Weißkohl	6
Spargel, Blumenkohl	5
Erdbeermark	5
Erdbeeren, halbiert oder in Scheiben	4,5

— daß die technologischen Grundlagen einschl. Vorbehandlung der Produkte nicht sicher erarbeitet waren. Die zweckentsprechende Vorbehandlung ist aber in den meisten Fällen ausschlaggebend für die Qualität des Endproduktes.

— daß die Verpackungsansprüche gefriergetrockneter Lebensmittel nicht genügend berücksichtigt wurden, denn die Qualitätsminderung bei unzureichender Verpackung macht sich bei der feinporösen Struktur gefriergetrockneter Erzeugnisse viel schneller bemerkbar als bei den Trocknungsprodukten herkömmlicher Verfahren.

Wird die Gefriertrocknung zweckmässig und sinnvoll eingesetzt und gefördert, muß sie bei den Vorzügen der Produkte trotz der zumindest anfänglich hohen Trocknungskosten einer erfolgreichen Weiterentwicklung entgegengehen. Es werden sich Produkte herausstellen, die der Verbraucher bevorzugt gefriergetrocknet verlangen wird. Hierzu gehören z. B. zweifellos Champignons, denn in der Erhaltung von Aroma und Konsistenz dieser Pilze kann weder die Steril- noch die Gefrierkonservierung mit der Gefriertrocknung konkurrieren.

Gefriertrocknungsprodukte werden mit Sicherheit die Bedeutung der üblichen Trockenkonserven, seien es Suppen oder Gemüse, übertreffen. Die Gefriertrocknung wird unter den Konservierungsverfahren eine gleichberichtigte Stellung einnehmen. Wie weit sie in den Interessenbereich anderer Konservierungsverfahren Eingang findet, wird von der Wechselwirkung von Verwendungszweck und -möglichkeiten, Qualität, Kosten, Verbrauchergeschmack, Verbrauchergewohnheit und Verbraucherumgewöhnung bestimmt. Mit Sicherheit dürfen wir erwarten, daß unser Speisezettel um viele nahrhafte und wohl-schmeckende Erzeugnisse erweitert und die Speisenzubereitung angenehm vereinfacht wird.

L i t e r a t u r

1. La Revue Générale du Froid 1967, Nr. 2, S. 222.
2. Anonym, La lyophilisation alimentaire — aspects techniques et technico-économiques des applications industrielles; Techniques Nouvelles, 1966, Mai, S. 6 u. f.

Stav a perspektívy lyofilizačného sušenia potravín

S ú h r n

Predpoklady pre zavedenie lyofilizácie potravín v priemyselnom merítku. Vhodnosť jednotlivých druhov potravín (mäso, ryby, mliečne výrobky, vajcia, ovocie, zelenina) na konzervovanie lyofilizovaním s ohľadom na trvanlivosť, prijateľnosť a obľubu u konzumenta. Uvádzajú sa príčiny neúspechov pri zavádzaní priemyselnej lyofilizácie potravín.

Настоящий уровень и перспективы лиофилизационной сушки пищевых продуктов

Резюме

Предпосылки для внедрения лиофилизации пищевых продуктов в промышленном масштабе. Пригодность отдельных видов пищевых продуктов, (мясо, рыба, молочные изделия, яйца, фрукты, овощи), для консервирования при лиофилизации, принимая во внимание долгосрочность и пристрастие потребителей. Приведены причины неуспехов при внедрении лиофилизации пищевых продуктов в промышленном масштабе.

State and Perspectives of Foods Freeze-drying

Summary

The assumptions for the commercial freeze-drying of the foods. The convenience of the individual brands of the foods (meat, fish, milk products, eggs, fruit, vegetables) for the preservation by freeze-drying with regard to the durability, acceptability and popularity by the consumer. The reasons are mentioned of the failures in the commercial freeze-drying of some foods.