



Die Trocknung von Lebensmittel wird vor allem als Konservierungsmethode angewandt. Das folgende Infoblatt, welches im Rahmen des ELER-geförderten Projektes INNOProdukte erstellt wurde, soll einen grundlegenden Überblick zum Thema Trocknung geben und dabei sowohl allgemeine Grundsätze als auch spezifische Trocknungsmethoden genauer beleuchten.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemein	2
2	Trocknungsvorgang	2
3	Kontrollparameter	3
4	Verpackung.....	3
5	Methoden	3
5.1	Dörren	3
5.2	Infrarottrocknung	4
5.3	Gefriertrocknung (Lyophilisierung)	5
5.4	Sprühtrocknung	5
6	Technische Hinweise	6

Allgemein

Grundsätzlich wird einem Lebensmittel bei der Trocknung Wasser entzogen, um es länger haltbar zu machen. Der Trocknungsprozess ist eine der gängigsten Konservierungsmethoden und kann theoretisch auf alle Lebensmittel angewandt werden, die Wasser enthalten. Bekannte Beispiele sind Snacks aus getrocknetem Obst und Gemüse, Gewürze, getrocknete Kräuter, Trockenfleisch oder verschiedene Fertiggerichte.

Der Wasserentzug reduziert dabei das Wachstum von Mikroorganismen und verlangsamt oder stoppt biochemische Reaktionen (z.B. Bräunungsreaktion), welche das Lebensmittel normalerweise verderben lassen. Je nach Trocknungsgut müssen Zeit und Temperatur angepasst werden, poröse Produkte trocknen beispielsweise deutlich schneller als sehr dichte Lebensmittel. Zudem wirkt sich der Wasserentzug auf die sensorischen (Textur und Bissverhalten) und nährwertbezogenen Eigenschaften des Lebensmittels aus. Manche Inhaltsstoffe werden bei der Trocknung konzentriert (z.B. Zucker), andere wiederum gehen aufgrund des Verarbeitungsprozesses verloren oder werden reduziert. Vitamin C ist beispielsweise wasserlöslich und nicht hitzestabil, weshalb es durch die Temperaturen bei der Trocknung zerstört oder mit der Feuchtigkeit abgeführt wird.

Trocknungsvorgang

Der Trocknungsvorgang wird anhand der Trocknungsgeschwindigkeit und der Trocknungszeit definiert. Zu Beginn der Trocknung kann das Wasser schneller entweichen, da auch die Oberfläche des Lebensmittels noch feucht ist. Mit der Zeit bildet sich eine trockene Außenschicht, wodurch der Wasserentzug erschwert wird und die Trocknungsgeschwindigkeit immer langsamer wird. Deshalb sind Produkte mit hohem Trockengehalt sehr energieaufwändig.

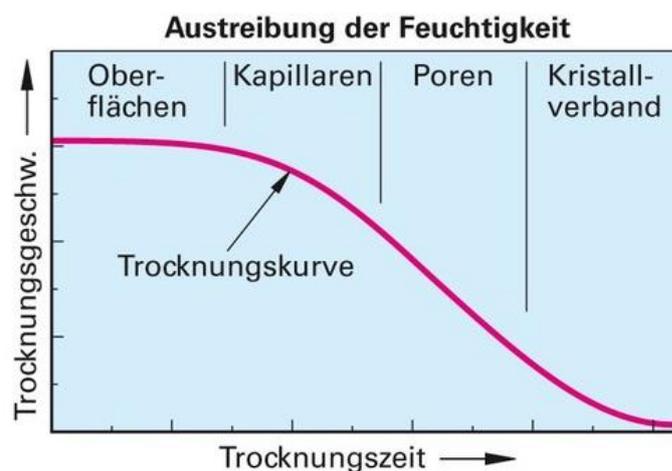


Abbildung 1: Trocknungskurve

Folgende Faktoren können die Temperatur und Zeit des Trocknungsvorganges beeinflussen:

- Konsistenz des zu trocknenden Produktes (porös, fest, Wassergehalt)
- Vorbereitung und Form des Rohprodukts (dünner Schnitt oder ganze Frucht),
- Zielkonsistenz (knusprig oder weich)

Kontrollparameter

Der Trocknungsprozess wird durch die Analyse des Wassergehalts und der Wasseraktivität (a_w -Wert) kontrolliert. Der Wassergehalt eines Lebensmittels gibt an, wie viel Wasser vorhanden ist. Bei Produkten mit einem Wassergehalt von 20 % und mehr sollte eine zusätzliche Konservierungsmethode angewandt werden, um ein stabiles Produkt zu erhalten.

Die Wasseraktivität zeigt, wie viel Wasser für Mikroorganismen zur Verfügung steht, da es im Produkt nicht gebunden ist und somit chemische und biologische Reaktionen eingehen kann – man spricht von „freiem Wasser“. Die Wasseraktivität wird mit einem Index zwischen 0 und 1 angegeben. Um die Lebensmittelsicherheit zu garantieren, sollte ein a_w -Wert unter 0,6 angestrebt werden. Mehl besitzt beispielsweise eine Wasseraktivität von 0,4 – 0,5.

Verpackung

Die Verpackung des getrockneten Produkts muss Teil des Konzepts sein. Nach dem Trocknungsprozess muss darauf geachtet werden, dass das Produkt keine Feuchtigkeit aus der Umgebung anzieht. Die Ware sollte deshalb bis zum Verpacken vor Feuchtigkeit geschützt gelagert werden. Beim Verpackungsmaterial muss auf ausreichende Barriere-Eigenschaften geachtet werden, um eine nachträgliche Wasseraufnahme zu verhindern. Hierbei gilt, je trockener das Produkt ist, desto leichter nimmt es die Feuchtigkeit aus der Luft auf.

Methoden

1.1 Dörren

Dörren ist sowohl im Haushalt als auch im kleinen Gewerbe die häufigste Art der Trocknung von Obst, Gemüse und Kräutern. Der Wasserentzug wird beim Dörren durch das Vorbeiströmen von warmer, trockener Luft erzeugt, welche die Feuchtigkeit des Lebensmittels aufnimmt und die entstandene feuchte Luft an die Umgebung abführt. Beim Dörren unterscheidet man zwischen dem Trocknen ohne technische Hilfsmittel (Lufttrocknung) und dem Trocknen mit Dörrapparaten.

1.1.1 Lufttrocknung

Unter Lufttrocknung versteht man das Trocknen an der Luft, unter der Sonne oder in entsprechenden Industrieanlagen mit Luftführung. Früher war dies vor allem im Haushalt eine wichtige Methode, um Produkte haltbar zu machen. Aber auch heutzutage findet die Lufttrocknung noch Anwendung, beispielsweise bei der Fleischtrocknung (z.B. Speck), der Trocknung von Datteln, Rosinen, Kaffee und Kakaobohnen. Der endgültige Wassergehalt des Produkts liegt hier in der Regel zwischen 15-25 %.

Tabelle 1: Vergleich der Vor- und Nachteile der Lufttrocknung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Geringer technischer Aufwand • Kostengünstige Methode 	<ul style="list-style-type: none"> • Witterungs- und Klima-abhängig • schwierig zu standardisieren • großer Platzbedarf • wenig Schutz vor Kontamination

1.1.2 Trocknung mit Dörrapparat

Damit die trocknende Luft möglichst viel Wasser aufnehmen kann, wird sie entweder erwärmt oder stark entfeuchtet, letzteres ermöglicht eine Trocknung bei sehr niedrigen Temperaturen. Wenn die trockene Luft die Feuchtigkeit aus dem Produkt aufgenommen hat, wird sie entweder direkt als Wasserdampf abgeführt oder in der Apparatur entfeuchtet und in einem Kreislaufsystem wiederverwendet, wobei das Wasser diesen Kreislauf verlässt.

Übliche Lufttemperaturen bei der Trocknung sind 40°C bis 80°C. Anlagen mit integriertem Luftentfeuchter können selbst bei Temperaturen zwischen 15°C und 50°C trocknen.

Bei den genannten Trocknungsverfahren kann eine Restfeuchte von 3% bis 7% erreicht werden.

Tabelle 2 Vergleich der Vor- und Nachteile der Trocknung mit Dörrapparat

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Standardisierung möglich • Unabhängig von äußeren Bedingungen • gut skalierbar • einfache Handhabung 	<ul style="list-style-type: none"> • Betrieb der Anlagen kostenintensiv

1.2 Infrarottrocknung

Die Infrarottechnologie eignet sich sowohl für die Trocknung von Obst, Gemüse und Kräutern in kleinen Geräten als auch in größeren Anlagen für die industrielle Anwendung.

Die Infrarotstrahlung ist auch als „Wärmestrahlung“ bekannt und wirkt direkt auf das zu trocknende Gut. Dadurch kann im Vergleich zur klassischen Strömungstrocknung (externe Wärmequelle heizt Luftstrom) ein höherer Wirkungsgrad und somit eine Energieeinsparung erzielt werden. Infrarotquellen werden mit Strom betrieben. Auch hier muss der austretende Wasserdampf abgeführt werden (Luftstrom), da es sonst zu einem Feuchtigkeitsstau am zu trocknenden Produkt kommen kann, ähnlich einer „Nebelbildung“. Diese würde den Trocknungsprozess verlangsamen.

Im Vergleich zur Mikrowellentrocknung (Erwärmung des Trocknungsgutes durch Mikrowellen) ist die Trocknung mittels Infrarotstrahlung etwas langsamer und hat dadurch weniger Probleme mit partiellen Verbrennungen (durch sog. Hotspotbildung).

Tabelle 3: Vergleich der Vor- und Nachteile der Infrarottrocknung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Standardisierung möglich • Unabhängig von äußeren Bedingungen • Schnelle Trocknung • Produktschonend 	<ul style="list-style-type: none"> • Betrieb der Anlagen kostenintensiv

1.3 Gefriertrocknung (Lyophilisierung)

Bei der Gefriertrocknung wird dem Produkt das Wasser nicht durch Verdampfung entzogen, sondern durch Sublimation. Das heißt, dass das Lebensmittel zuerst eingefroren wird und das enthaltene Wasser unter Vakuum anschließend direkt an die Umgebung abgegeben wird, man überspringt folglich die flüssige Phase des Wassers.

Dieser Trocknungsprozess ist besonders produktschonend. Die Struktur des zu trocknenden Gutes wird aufrechterhalten, und hitzebedingte Schäden (Verfärbungen, Fehlgeschmack, Zerstörung von Inhaltsstoffen) werden vermieden. Getrocknet werden können ganze Früchte, Stücke (Fruchtsnacks), Pasten (Pürees) und Flüssigkeiten (Saft).

In der Lebensmittel- und Pharmaindustrie wird diese Methode schon lange angewandt, sie kann aber auch für kleinere Produzenten interessant sein.

Tabelle 4 Vergleich der Vor- und Nachteile der Gefriertrocknung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Erhaltung der Inhaltsstoffe • Erhaltung der Struktur • Erhaltung des Geschmacks 	<ul style="list-style-type: none"> • Mit hohen Kosten verbunden • Hoher Zeitaufwand

1.4 Sprühtrocknung

Durch Sprühtrocknung können flüssige Substanzen (Lösungen, Suspensionen und fließfähige Pasten) getrocknet werden. Grundsätzlich wird dabei ein flüssiges Material sehr fein zerstäubt. Die dabei entstehenden feinen Tröpfchen werden direkt durch einen heißen Luftstrom getrocknet. Das Ergebnis ist ein trockenes Pulver.

Diese Art der Trocknung wird in einem sogenannten Trockenturm durchgeführt. Das Trockengut wird am oberen Ende des Turms zerstäubt, dafür wird die Flüssigkeit mit einem bestimmten Druck durch eine Düse oder durch rotierende Zerstäuberscheiben geleitet. Die heiße Luft im Trockenturm sorgt dafür, dass die feinen Tröpfchen bei ihrem Fall nach unten trocknen und so als Pulver am Ende des Turms ankommen und dort abgeschieden werden können. Die Trocknung erfolgt innerhalb von wenigen Sekunden.

Ein bekanntes Beispiel für die Anwendung von Sprühtrocknung ist die Herstellung von Milchpulver, aber auch viele andere Produkte, wie Waschpulver oder pharmazeutische Produkte, können durch diese Methode hergestellt werden.

Tabelle 5: Vergleich der Vor- und Nachteile der Sprühtrocknung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Besonders schnelle Trocknung• Für empfindliche Stoffe geeignet• Gut skalierbar	<ul style="list-style-type: none">• Mit hohen Kosten verbunden• Ggf. großer Platzbedarf

Technische Hinweise

Für die Trocknung von Lebensmitteln gibt es verschiedene Methoden und dementsprechend verschiedene Geräte und Anlagen. Anhand des gewünschten Zielprodukts sollte entschieden werden, welche Technologie für die eigene Verarbeitung geeignet ist.

Beim Vorgang der Trocknung soll die Temperatur (15°C – 80°C) der Luft präzise einzustellen und gut kontrollierbar sein. Dadurch können Produktbeschädigungen, Verluste und ungünstige Veränderungen am Produkt vermeiden werden.

Ein weiteres Augenmerk soll auf die Feuchte der Trocknungsluft gelegt werden. Feuchte und sehr warme Luft begünstigt die Bräunung der Produkte während der Trocknung. Trockene und warme Luft halten die Produkte hingegen heller und frischer im Geschmack.

Je nach angestrebtem Trocknungsgrad wird die Länge der Trocknungszeit gewählt. Die Produktqualität ist dabei dem Energie- und dem Arbeitsaufwand (Kostenaufwand) gegenüberzustellen.

Autoren

Hanspeter Alber (Tsum), Lukas Luggin, Lena Staffler (Südtiroler Bauernbund – Abteilung Innovation & Energie)

Editoren

Matthias Bertagnolli (Südtiroler Bauernbund – Abteilung Innovation & Energie)

Bilder

Titelbild: Pixabay

Abbildung 1: Ignatowitz, Eckhard. Chemietechnik, Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer, 2015.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der Autoren. Die Informationen dieses Merkblatts wurden mit größter Sorgfalt zusammengestellt, trotzdem kann keine Gewähr oder Haftung für die Richtigkeit und Aktualität übernommen werden. Sie beruhen auf dem Wissensstand von Oktober 2023. Zudem ist zu beachten, dass Gesetze und Interpretationen auch kurzfristig abgeändert werden können und daher Anwendungsprobleme grundsätzlich nicht auszuschließen sind. Im Zweifelsfalle und für eine Vertiefung der Materie wird auf die entsprechenden Rechtsquellen verwiesen bzw. auf entsprechende fachliche Beratung.



**Südtiroler
Bauernbund**

Südtiroler Bauernbund

Abteilung Innovation & Energie

E-Mail: innovation-energie@sbb.it

Tel.: +39 0471 999 363



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die
Entwicklung des ländlichen Raums 2014-2020
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete
EU-Verordnung 1305/2013

