

Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft  
- Herausgeberin -



Deutsche Gesellschaft  
für Hauswirtschaft e.V.

# LEBENSMITTELVERARBEITUNG IM HAUSHALT - TEIL V (2021)





## LEBENSMITTELVERARBEITUNG IM HAUSHALT - TEIL V

## INHALT

8	HALTBARKEIT UND LAGERUNG VON LEBENSMITTELN	5
8.1	LEBENSMITTELVERDERB	5
8.2	HALTBARKEITSVERFAHREN	8
8.3	LAGERUNG VON LEBENSMITTELN IM PRIVATEN HAUSHALT	15
8.4	LAGEREMPFEHLUNG UND AUFBEWAHRUNGSDAUER	26
8.5	EINFLUSS DER LAGERUNG AUF DIE LEBENSMITTEL- QUALITÄT	37
8.6	KÜHL- UND GEFRIERGERÄTE	42
8.7	SPEZIALKÜHLGERÄTE	50
8.8	ÖKOLOGISCHE ASPEKTE IM LEBENSZYKLUS VON KÄLTEGERÄTEN	52

## URHEBERRECHTLICHE HINWEISE UND BILDNACHWEISE

Die vorliegenden Texte, Abbildungen und Tabellen entstammen der aid-Publikation „Lebensmittelverarbeitung im Haushalt“ (3953), 2. Auflage (2016). Die redaktionelle Bearbeitung der Texte und die konzeptionelle Federführung hatten seinerzeit Prof. i.R. Dr. *WOLFHART LICHTENBERG* (HAW Hamburg) und Dipl.oec.troph. *UTE GOMM* (heute: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung), in Zusammenarbeit mit dem Fachausschuss Haushaltstechnik der Deutschen Gesellschaft für Hauswirtschaft e.V. (dgh) und den Autorinnen und Autoren der jeweiligen Kapitel.

Mit der vorliegenden Online-Publikation (2021) soll dieses in der Druckversion vergriffene Fachbuch für die Öffentlichkeit erhalten bleiben. Die Endredaktion hat insbesondere Kap. 8.8 (Ökologische Aspekte) vor dem Hintergrund des neuen EU-Energielabels 2017 und des deutschen Klimaschutzgesetzes 2021 aktualisiert, veraltete Aussagen revidiert und Fachbegriffe innerhalb der Kapitel vereinheitlicht.

Herausgeberin (2021) ist die Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e. V. (dgh), auf Basis des Vertrags vom 01. Dezember 2020 zur Einräumung von Nutzungsrechten durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Die Urheberrechte aller Texte, Abbildungen und Tabellen liegen bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) [©BLE, 53179 Bonn], sofern nichts anderes angegeben ist.

Titelbild: silviarita auf <<https://pixabay.com/de/>>

ENDREDAKTION UND INTERNET-LAYOUT: PROF. I.R. DR.-ING. *ELMAR SCHLICH*

Die vorliegende pdf-Datei ist für beidseitigen Druck auf Vor- und Rückseite DIN A4 formatiert. Daher beginnen die Hauptkapitel jeweils auf einer ungeraden Seite.

### Zitation

Klingshirn A, Lichtenberg W, Prange A und Schlich E (2021): Lebensmittelverarbeitung im Haushalt - Teil V. Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e.V. (Hrsg.). Hauswirtschaft und Wissenschaft 69 (2021), ISSN online 2626-0913. doi: 10.23782/HUW\_17\_2021

### Impressum

Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e.V.  
Hafenstraße 9  
48432 Rheine  
Tel.: +49 (0) 5971 8007398  
Mail: [dgh@dghev.de](mailto:dgh@dghev.de)

## 8 HALTBARKEIT UND LAGERUNG VON LEBENSMITTELN

Sachgerechtes Lagern und Haltbarkeitsverfahren verzögern die natürlichen Stoffwechselprozesse in den Lebensmitteln und deren Verderb. Bei rechtzeitigem Verzehr müssen weniger Lebensmittel entsorgt werden.

Der folgende Überblick über die unterschiedlichen Haltbarkeitsverfahren mit einem Schwerpunkt auf den Bereichen Kühl- und Tiefkühlagerung (TK-Lagerung) ist die Grundlage für einen nachhaltigen Umgang mit Lebensmitteln. Die Berücksichtigung produktspezifischer Anforderungen an das Lagerklima reduziert Lagerverluste und sichert den Qualitätserhalt.

### 8.1 LEBENSMITTELVERDERB

*ASTRID KLINGSHIRN UND ALEXANDER PRANGE*

In jedem Lebensmittel laufen auch nach der Ernte bzw. der Schlachtung noch natürliche Stoffwechselfvorgänge ab. Die Lebensmittel verändern sich, sie trocknen aus, werden matschig oder welken, sie werden bitter oder ranzig, verlieren Aroma oder Farbe. Vor allem Mikroorganismen, die sich von Natur aus auf den Lebensmitteln befinden oder aus der Luft oder durch Kontakt mit Gegenständen darauf gelangen, bewirken diese Veränderungen. Lebensmittel beginnen zu schimmeln oder zu faulen, sie gären oder werden sauer, kurz gesagt, sie verderben.

Alle Lebensmittel, die atypisch riechen, stark verfärbt oder angeschimmelt sind, sollten verworfen werden. Beim Einkauf ist stets darauf zu achten, dass die Ware einwandfrei ist. Die Zersetzung – also der Verderb – von Lebensmitteln ist aus rein biologischer Sicht ein natürlicher Vorgang, führt jedoch dazu, dass die Lebensmittel für den menschlichen Verzehr nicht mehr geeignet sind. Saubere Behandlung und konsequente Kühlung (als allgemeine länderübergreifende Empfehlung für die Kühltemperatur gelten +4 °C) tragen wesentlich zur Verhinderung des Verderbs bei. Durch Verderb können sich sensorische Merkmale und stoffliche Beschaffenheit (Textur) stark verändern. Verderbbedingter Geruch tritt aufgrund von Fäulnis und Ansäuerung sowie als Muffigkeit und Ranzigkeit in Erscheinung. Als weitere Veränderungen sind Verfärben, Verschimmeln, Trübung, Schleimbildung, Gasbildung, Erweichen oder Verhärten zu nennen.

Der Verderb von Lebensmitteln kann unterschiedliche Ursachen haben. Danach wird der Verderb als mikrobiologisch, biochemisch, chemisch oder physikalisch bedingt klassifiziert, wobei im Haushalt dem Verderb von Lebensmitteln durch den Befall mit Mikroorganismen die größte Bedeutung zukommt.

Mikrobieller Verderb entfaltet sich immer dann, wenn ein geeignetes Substrat wie das Lebensmittel und eine mikrobielle Flora vorhanden sind, die darauf ihre Stoffwechsel- und damit Wachstumsaktivität entfalten kann. Darüber hinaus kann Verderb durch den Befall mit tierischen (Vorrats-)Schädlingen verursacht werden.

Welche Art des Verderbs dominiert, ist abhängig von den biochemischen und physikalischen Eigenschaften des Lebensmittels selbst, also den inneren oder „intrinsic“ Faktoren, von den Lagerungsbedingungen, also den äußeren oder „extrinsic“ Faktoren sowie von den Herstellungsfaktoren, den sogenannten Prozessfaktoren.

- **Intrinsische Faktoren:** Wasseraktivität ( $a_w$ -Wert, d. h. frei verfügbares Wasser), pH-Wert, Redoxpotential, verfügbarer Sauerstoff, Nährstoffgehalt, natürliche Mikroflora, natürlich enthaltene Enzyme und andere Inhaltsstoffe, Konservierungsstoffe, Textur usw.
- **Extrinsische Faktoren:** Temperatur, relative Feuchte, Lichteinwirkung, Atmosphäre ggf. mit Schutzgas, Verpackungsmaterial usw.
- **Prozessfaktoren:** Herstellungsverfahren, Zerkleinerungsgrad, Temperaturen bei Herstellung und Verarbeitung, Personal-, Sach- und Betriebshygiene usw.

Tab. 8.1: Haltbarkeitskategorien von Lebensmitteln

Kategorie	Haltbarkeit	Lebensmittel
hochverderbliche Lebensmittel	1–30 Tage	Fleisch und Fleischwaren, Fisch und Fischprodukte, Milchprodukte (insbesondere Rohmilchwaren), roheihaltige Speisen, Lebensmittelreste und zubereitete Speisen, frisches Obst und Gemüse, einige Backwaren
verderbliche Lebensmittel	30–90 Tage	Hartkäse, Eier, geräucherte und gepökelte Fleisch- und Fischwaren, einige Obst- und Gemüsesorten, eingelegtes Gemüse
lagerstabile Lebensmittel	bis zu 3 Jahren	Konserven, getrocknete Lebensmittel, Getreideprodukte, Nüsse, Saaten, Nudeln, Reis, gefrorene Lebensmittel (Lagerung bei $-18^\circ\text{C}$ und kälter)

Neben der Art des Verderbs bestimmen die genannten Faktoren auch die Geschwindigkeit der Zersetzung von Lebensmitteln und sind daher wesentlich für deren Haltbarkeit. Aus dem Zusammenwirken der Faktoren ergibt sich der individuelle Verlauf des Verderbs. Die Veränderung der Faktoren kann gezielt genutzt werden, um Lebensmittel haltbar zu machen bzw. zu konservieren.

Auf Basis der naturgegebenen Eigenschaften der Zusammensetzung können Lebensmittel in hochverderbliche, verderbliche und lagerstabile Waren eingeteilt werden. Daraus resultieren Lagerdauer, Lagerfaktoren sowie die bei Umgang und Zubereitung einzuhaltenden Bedingungen.

#### MIKROBIOLOGISCHER VERDERB VON LEBENSMITTELN

Das Wachstum und die Vermehrung von Mikroorganismen in Lebensmitteln, ihre Stoffwechselaktivitäten sowie die Wirkung mikrobieller Enzyme und damit verbunden der Verderb werden vor allem durch die Faktoren Temperatur, Wasseraktivität, pH-Wert und Sauerstoffgehalt beeinflusst. Großen Einfluss hat die Anfangskeimbelastung. Da sich Mikroorganismen exponentiell vermehren und die Verdopplungszeit unter optimalen Wachstumsbedingungen vielfach nur 10 bis 60 min beträgt – eine Verdopplung in 20 min entspricht etwa einer Verzehnfachung pro Stunde –, wirkt sich die Anfangskeimbelastung entscheidend aus. Je höher die anfängliche Belastung, desto schneller können sehr hohe Keimzahlen und Veränderungen erreicht werden, die dann zum Verderb des Lebensmittels führen.

Wegen ihrer geringen Größe (ein Bakterium hat einen Durchmesser von nur etwa 0,001 mm = 1 µm) sind Mikroorganismen erst unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung zu erkennen. In dieser Unsichtbarkeit für das menschliche Auge liegt jedoch ein besonderes Gefahrenmoment. Visuell saubere Arbeitsflächen, Lebensmittel oder Hände sind generell aus mikrobiologischer Sicht unrein und können auch mit Mikroorganismen besetzt sein, die Verderbnis oder Lebensmittelvergiftungen auslösen. Beispielsweise kann ein augenscheinlich sauberes Wischtuch durchaus 100.000 Bakterien je cm<sup>2</sup> aufweisen, deutlich mehr als typischerweise auf einer Toilettenbrille anzutreffen sind. Neben der Anfangskeimbelastung ist die Temperatur der wichtigste Faktor.

#### BIOCHEMISCHER, CHEMISCHER UND PHYSIKALISCHER VERDERB VON LEBENSMITTELN

Neben dem mikrobiologischen spielt bei Lebensmitteln der biochemische Verderb eine wichtige Rolle, das heißt der Verderb durch lebensmitteleigene Enzyme. Die Enzyme sind über einen weiten Temperaturbereich von –30 bis etwa +40 °C aktiv. Sie bewirken autolytische (selbstaflösende) und andere gewebeigene Stoffumsetzungen wie enzymatische Bräunungs- oder Reifungsreaktionen. Die Aktivität von Enzymen bei niedrigen Temperaturen bedingt unter anderem auch, dass es bei TK-Temperaturen von –18 °C immer noch, wenngleich sehr langsam, zu Veränderungen des Lebensmittels kommt. Deshalb dürfen Lebensmittel bei haushaltsüblichen Temperaturen nur begrenzt gelagert werden.

Unter chemischem Verderb sind die nachteiligen Veränderungen des Lebensmittels durch chemische Reaktion von Lebensmittelinhaltsstoffen zu verstehen, ggf. auch begünstigt durch äußere Faktoren wie Luftsauerstoff und Licht. Mit physikalischem Verderb sind Veränderungen aufgrund von extrinsischen Faktoren (siehe oben) wie Austrocknen (Feuchteverlust) oder mechanische Beschädigungen gemeint. Im Vergleich zum mikrobiologischen und biochemischen Verderb spielt der chemische oder physikalische Verderb im Haushalt eine untergeordnete Rolle.

## 8.2 HALTBARKEITSVERFAHREN

ASTRID KLINGSHIRN

Unter Haltbarkeitsverfahren (Konservierungsverfahren) sind alle gegen den Verderb von Lebensmitteln gerichteten Maßnahmen zu verstehen, die eine kurz-, mittel- oder langfristige Lagerung ermöglichen. Haltbarkeitsverfahren basieren auf der Inaktivierung von Enzymen und Mikroorganismen – die Verderbsprozesse werden mehr oder weniger stark gehemmt oder ganz gestoppt. Abb. 8.1 gibt einen Überblick über konventionelle Haltbarkeitsverfahren.

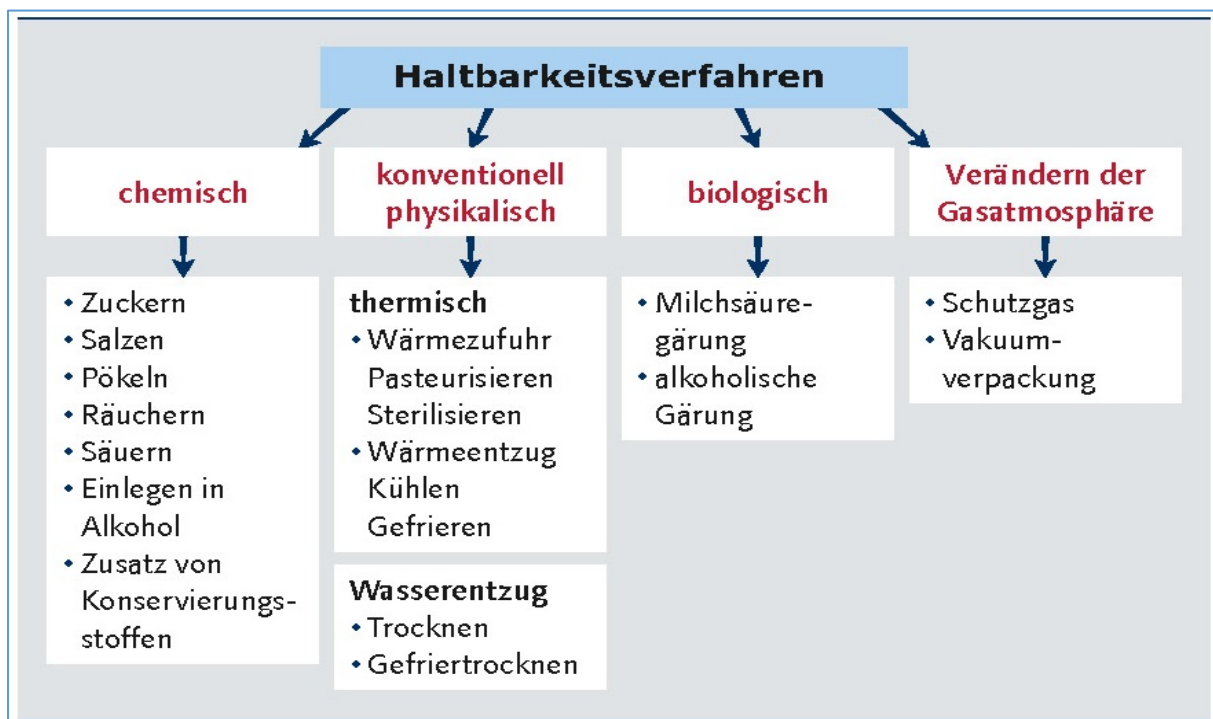


Abb. 8.1: Konventionelle Haltbarkeitsverfahren im Überblick

### CHEMISCHE VERFAHREN

Chemische Verfahren (siehe Tab. 8.2) hemmen das mikrobielle Wachstum oder töten Mikroorganismen ab. Dazu werden Konservierungsstoffe eingesetzt oder Substanzen genutzt, die beim Räuchern oder Pökeln gebildet werden. Der Zusatz von Salz und Zucker senkt den  $a_w$ -Wert, das Säuern den pH-Wert, so dass mikrobielles Wachstum gehemmt wird.



Tab. 8.2: Chemische Haltbarkeitsverfahren

Verfahren	Art der Konservierung	Lebensmittel	Lagerdauer
Zuckern	Zuckerzusatz, Wärmeeinwirkung: Wasserentzug (Senkung des $a_w$ -Wertes); Hemmung des Wachstums von Mikroorganismen	Marmelade, Konfitüre, Gelee, Fruchtsirup, kandierte Früchte	einige Monate bis 1 Jahr
Säuern	Zusatz von Essig oder Essigsäure: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Störung der zellulären pH-Regulation</li> <li>• Hemmung des Wachstums von Mikroorganismen, Abtötung bei hoher Konzentration</li> </ul>	Gurken, Mixed Pickles, Fisch, süß-sauer eingelegtes Obst und Gemüse	einige Monate
Einlegen in Alkohol	Zusatz von Alkohol: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemmung des Wachstums von Mikroorganismen, Absterben bei hoher Konzentration (Zerstörung des Zelleiweißes)</li> </ul>	Rumtopf, Früchte in Alkohol	einige Monate
Einlegen in konservierende Lösungen (Wasserglas, Öl)	Verhindern des Luftzutritts: Hemmung des Mikroorganismenwachstums	Eier, Kräuter, Schafskäse	Wochen bis Monate
Salzen	Kochsalzzusatz: Hemmung des Wachstums von Mikroorganismen durch Wasserentzug (Senkung des $a_w$ -Wertes)	Fisch, Fleisch, Fleischwaren	Wochen bis Monate
Pökeln	Pökelsalzzusatz: Wasserentzug ( $a_w$ -Wert-Senkung), Hemmung des Wachstums von Mikroorganismen, teilweise Abtötung durch Nitrit	Fleisch, Fleischwaren	einige Wochen
Räuchern	Einwirkung von Räucherrauch und Temperaturerhöhung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserentzug (<math>a_w</math>-Wert-Senkung), Hemmung des Wachstums von Mikroorganismen, teilweise Abtötung durch Antioxidantien</li> </ul>	Fleisch, Fisch	Wochen bis Monate

## KONVENTIONELLE PHYSIKALISCHE HALTBARKEITSVERFAHREN

Die konventionellen physikalischen Haltbarkeitsverfahren (siehe Tab. 8.3) verlangsamen oder hemmen das Wachstum der Mikroorganismen sowie enzymatische Verderbsvorgänge, und zwar durch Wärmezufuhr (Pasteurisieren, Sterilisieren), durch Wärmeabfuhr (Kühlen, Tiefkühlen) oder durch Wasserentzug (Trocknen).

Tab. 8.3: Konventionelle physikalische Haltbarkeitsverfahren (Teil 1)

Verfahren	Art der Konservierung	Lebensmittel	Lagerdauer
Kühlen	Temperaturabsenkung auf 0 °C bis +14 °C: Verlangsamung des Zellstoffwechsels und der Wachstumsrate von Mikroorganismen sowie des enzymatischen und chemischen Verderbs	verderbliche Lebensmittel: Fleisch, Fisch, Eier, Milchprodukte, Obst, Gemüse	1 Tag bis mehrere Monate
Gefrieren	Temperatursenkung auf –18 °C und darunter: Unterbrechung des Wachstums von Mikroorganismen und Reduktion der Enzymaktivität	Fisch, Fleisch, Obst, Gemüse, Backwaren, selbst hergestellte Speisen	einige Monate bis 1 Jahr
Pasteurisation	Kurzzeiterhitzen auf 60 °C bis 90 °C zur Abtötung von Mikroorganismen. Die kurzzeitige Wärmeeinwirkung bei mäßiger Temperatur führt zur Abtötung der meisten Lebensmittelverderber (Teilentkeimung) bei weitgehendem Erhalt der Lebensmitteleigenschaften. Pasteurisierte Lebensmittel müssen kühl gelagert oder zusätzlich haltbar gemacht werden, da es nicht zur Abtötung von Sporen kommt.	Milch, Obst, Gemüse, Flüssigei	Tage bis Monate
Einkochen (Pasteurisieren im Haushalt)	Wärmeeinwirkung zwischen 75 °C und 100 °C: Hemmung des Wachstums von Mikroorganismen – teilweise Abtötung, Reduktion der Enzymaktivität – begrenzt Abtötung von Sporen	Frucht- und Gemüsesäfte, Marmeladen, Konfitüre, Gelee, Chutneys	bis 1 Jahr

Tab. 8.4: Konventionelle physikalische Haltbarkeitsverfahren (Teil 2)

Verfahren	Art der Konservierung	Lebensmittel	Lagerdauer
Sterilisieren	Einwirkung von Temperaturen zwischen 115°C und 135°C: Mikroorganismen und auch Sporen werden abgetötet, so dass eine langzeitige Lagerstabilität erzielt wird.	Gemüse-, Fleisch- und Wurstkonserven	bis 2 Jahre
Trocknen	Wasserentzug durch Wärmezufuhr (Senkung des $a_w$ -Wertes), Beeinflussung der osmotischen Regulation, dadurch Hemmung des Mikroorganismenwachstums und der Enzymaktivität	Trockenobst, Hülsenfrüchte, Kräuter, Getreide	bis 1 Jahr

### NEUARTIGE HALTBARKEITSVERFAHREN

Die sogenannten neuartigen Haltbarkeitsverfahren sind physikalischer Art. Der Fokus liegt auf einer Reduktion der thermischen Belastung während des Verfahrens, um so die sensorischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften möglichst wenig zu beeinflussen. Diese Verfahren werden in der industriellen Lebensmittelverarbeitung angewandt mit dem Ziel, mikrobielle Verderbniserreger ohne Einsatz von chemischen Mitteln zu vernichten und so die Sicherheit und Haltbarkeit der Lebensmittel zu verbessern. Zu unterscheiden sind thermische und nicht-thermische Verfahren (siehe Abb. 8.2). Der Einsatz ionisierender Strahlen ist auf wenige Lebensmittelgruppen begrenzt und wird vor allem zur Behandlung von Gewürzen, Hartkäse sowie von einzelnen Obst- und Gemüsearten angewendet.

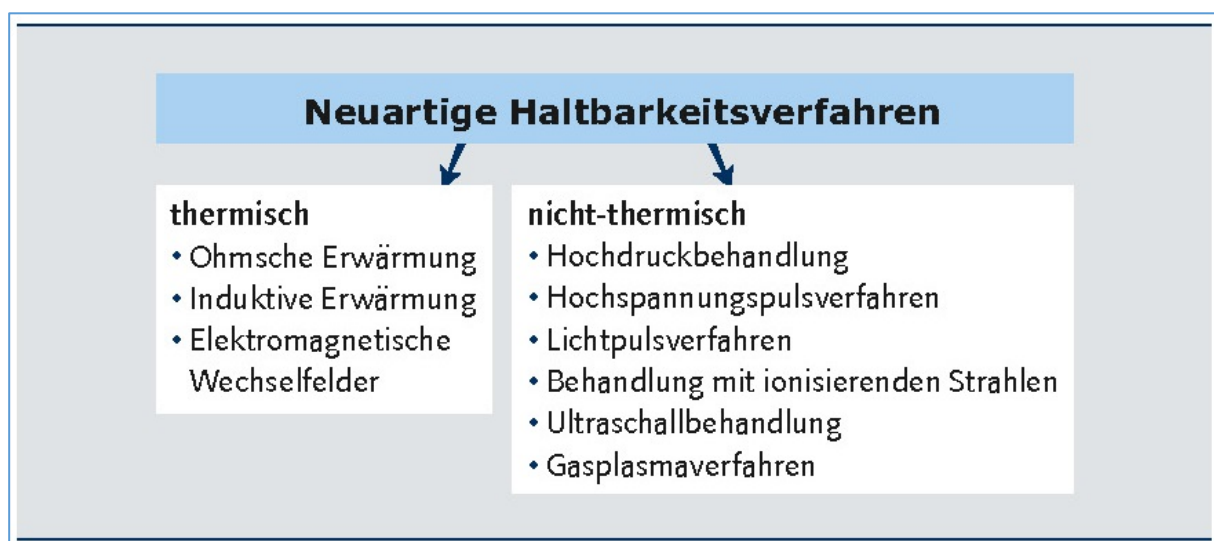


Abb. 2.2: Neuartige Haltbarkeitsverfahren

Als **thermische Verfahren** sind zu nennen:

**Ohmsches Erwärmen:** Das Lebensmittel wird mittels Durchleitung von elektrischem Strom direkt erwärmt – dafür muss es eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Wie bei den konventionellen thermischen Haltbarkeitsverfahren beruht die Wirkung auf der Inaktivierung von Mikroorganismen durch die Temperaturerhöhung. Die Ohmsche Erwärmung eignet sich zum Zellaufschluss bei der Saftproduktion, der Pasteurisation von Fruchtzubereitungen und Säften, zum schonenden Blanchieren von Gemüse oder zum raschen Erhitzen von Fleischbrät. Die Vorteile liegen in kürzeren Erhitzungszeiten und der Vermeidung des Temperaturabfalls zum Lebensmittelkern hin, der bei konventioneller Erwärmung von außen zwangsläufig auftritt. Anderweitig bedingte Temperaturdifferenzen können durch kombinierten Einsatz von elektromagnetischen Wechselfeldern (s. u.) ausgeglichen werden.

**Induktive Erwärmung:** Auch hier wird wie beim Ohm'schen Verfahren die Erwärmung durch Stromfluss (Wirbelströme) im Lebensmittel erzeugt. Die Übertragung der elektrischen Energie erfolgt dabei kontaktlos durch Induktion: Das elektrisch leitfähige Lebensmittel wird in nichtleitenden Glas- oder Kunststoffrohren um einen Eisenkern geführt.

**Elektromagnetische Wechselfelder:** Die Lebensmittelpasteurisation oder -sterilisation mittels elektromagnetischer Wechselfelder basiert auf der Umwandlung elektromagnetischer Feldenergie in Wärmeenergie – im Prinzip wie bei der Mikrowellenerwärmung mit dem Vorteil der im Vergleich zu konventionellen Erhitzungstechnologien deutlich verkürzten Prozesszeiten.

Dabei kommen unterschiedliche Frequenzbereiche zum Einsatz. Die Hochfrequenzerwärmung wird für viskose und breiförmige Lebensmittel, zur Sterilisation von Fertiggerichten sowie zur Insektenabtötung in Trockenprodukten genutzt. Um eine homogene Erwärmung sicherzustellen, wird das Verfahren bei Pasteurisations- und Sterilisationsprozessen häufig mit temperierten Wasserbädern kombiniert.

Neben den zuvor genannten thermischen Verfahren kommen sogenannte **nicht-thermische Verfahren** zur Anwendung. Diese Verfahren haben den Vorteil, dass die Haltbarkeit bei weitgehendem Erhalt der ursprünglichen sensorischen Produkteigenschaften erzielt wird.

**Hochdruckbehandlung:** Bei diesem Verfahren wird das Lebensmittel für Prozesszeiten von wenigen Sekunden bis mehreren Minuten einem Druck zwischen 100 und 1.000 MPa ausgesetzt. Die Druckübertragung erfolgt über Flüssigkeiten, meist Wasser. Das Lebensmittel wird vakuumverpackt oder in Folienbehälter abgefüllt. Durch die Hochdruckeinwirkung kommt es zur einer Reduktion des pH-Wertes, zur

Veränderung von Proteinstrukturen sowie zur Inaktivierung von Enzymen, wodurch Mikroorganismen auch bei niedriger Prozesstemperatur abgetötet werden, während wertgebende Inhaltsstoffe sowie Farb- und Aromastoffe weitestgehend erhalten bleiben. Das Verfahren wird heute v. a. bei Fruchtsäften und Fruchtpürees, Konfitüren, Rohschinken und Avocadozubereitungen angewandt.

**Hochspannungspulsverfahren:** Bei dieser Methode (auch PEF-Verfahren – pulsed electric fields) wird das Lebensmittel kurzen elektrischen Hochspannungsimpulsen ausgesetzt, was eine Öffnung der Zellmembranporen bewirkt, die zum Zelltod führt. Wegen der kurzen Prozesszeit und der geringen Erhöhung der Produkttemperatur bleiben Inhaltsstoffe und sensorische Qualität besser erhalten als bei thermischer Behandlung. Einsatz findet das PEF-Verfahren vorzugsweise bei pflanzlichen Lebensmitteln sowie bei Milch- und Eiprodukten, häufig in Kombination mit leichter Erwärmung bis 50 °C sowie anschließender Kaltlagerung.

**Lichtpulsverfahren:** Hier wird das Licht einer Xenon-Blitzlampe bei hoher Intensität mit Wellenlängen zwischen 170 Nanometer (UV) und 2.600 Nanometer für eine Millionstel bis eine Zehntel Sekunde eingestrahlt, was zur Inaktivierung von Mikroorganismen führt. Das Lichtpulsverfahren wird heute vor allem im Bereich der Oberflächenentkeimung von Verpackungsmaterialien angewendet.

**Ionisierende Strahlen:** Bei der Bestrahlung von Lebensmitteln werden durch energiereiche Strahlungsteilchen Elektronen aus den Atomhüllen herausgestoßen. In der solcherart ionisierten Materie kommt es zu den verschiedensten chemischen Reaktionen. Mikroorganismen werden durch eine Vielzahl von Mechanismen zerstört, während die ernährungsphysiologischen und sensorischen Eigenschaften kaum beeinflusst werden. Die Bestrahlung wird mit Gammastrahlen aus radioaktiven Quellen, mit Elektronenstrahlen aus Teilchenbeschleunigern oder mit Röntgenstrahlen durchgeführt. In Deutschland ist nur die Behandlung getrockneter Kräuter und Gewürze mit ionisierender Strahlung zulässig. In anderen Ländern wird das Verfahren auch zur Entkeimung von tiefgefrorenen Lebensmitteln (Hackfleisch, Garnelen), reif geerntetem Obst (Papaya, Mango) sowie als Alternative zur chemischen Insektenbekämpfung bei pflanzlichen Lebensmitteln eingesetzt.

**Ultraschallbehandlung:** Ultraschall (Frequenz über 16 Kilohertz) mit hoher Energiedichte wird vorzugsweise zur Entkeimung von flüssigen Lebensmitteln und Wasser eingesetzt. Die keimtötende Wirkung beruht darauf, dass im flüssigen Medium durch den Hochenergie-Ultraschall Dampfblasen erzeugt werden, die nachfolgend kollabieren. Dabei entstehen starke lokale Druck- und Temperaturänderungen und zudem freie Radikale, woraufhin wesentliche Zellfunktionen ausfallen. Weil aber mit Ultraschall allein keine ausreichende Entkeimung zu erzielen ist, wird Ultraschall (außer zur Vorbehandlung) stets in Kombination mit anderen Konservierungsmethoden, z. B. Erhitzen oder Hochdruckbehandlung eingesetzt.

**Gasplasmaverfahren:** Bei diesem Verfahren wird das Lebensmittel einem Gasplasma ausgesetzt, d. h. geladenen Luft- oder Stickstoffteilchen und freien Elektronen sowie weiteren Plasmakomponenten, die Oxidations-, Spaltungs- oder Polymerisationsreaktionen bewirken. Dies hat die Inaktivierung von Mikroorganismen auf Oberflächen (bei relativ niedriger Temperatur) zur Folge. Das Verfahren wird derzeit als Dekontaminations-Alternative für frisches Obst und Gemüse, Fleisch und Eier untersucht.

## BIOLOGISCHE HALTBARKEITSVERFAHREN

Die biologischen Verfahren (siehe Tab. 8.5) mittels alkoholischer oder Milchsäuregärung hemmt durch Senkung des pH-Wertes sowie Verdrängung von Sauerstoff das Wachstum von Mikroorganismen.

Tab. 8.5: Biologische Haltbarkeitsverfahren

Verfahren	Art der Konservierung	Lebensmittel	Lagerdauer
Milchsäuregärung	Milchsäurebakterien wandeln Kohlenhydrate in Milchsäure um und verbrauchen dabei den Sauerstoff im Lebensmittel. Das saure Milieu (pH-Wert-Absenkung) und der Sauerstoffmangel hemmen das Wachstum anderer Mikroorganismen.	Sauerkraut, saure Bohnen, Quark, Joghurt	einige Monate bis einige Wochen
alkoholische Gärung	Hefegärung: Hemmung des Wachstums anderer Mikroorganismen durch Bildung von Alkohol und pH-Wert-Absenkung	Bier, Wein, Met, Apfelmost	einige Monate bis mehrere Jahre

## MODIFIZIERTE ATMOSPHÄRE

Viele Frischeprodukte im Lebensmitteleinzelhandel werden als MAP-Produkte (= Modified Atmosphere Packaging, Verpackung in modifizierter Atmosphäre) angeboten, insbesondere vorgebackene Brötchen und Brotwaren zum Aufbacken, pasteurisierte Lebensmittel wie Pasta- oder Fertiggerichte, Frischfleisch, Wurstaufschnitt oder Käse in Scheiben, Würstchen, Frischkäse sowie geschnittene Obstprodukte.

Je nach Lebensmittel erfolgt die Verpackung in einer Hochbarriereverpackung oder in einer gezielt durchlässigen Verpackung mit definiert eingestellter Gaszusammensetzung. Durch die veränderte Gaszusammensetzung werden mikrobielles Wachstum, enzymatischer Verderb sowie chemische Verderbsprozesse reduziert.

Bei der Mehrzahl der Lebensmittel werden als Schutzgase reaktionsträge Gase wie  $N_2$  oder  $CO_2$  eingesetzt, um den Sauerstoff zu verdrängen, der eine Hauptursache des Verderbs von Lebensmitteln in geschlossenen Verpackungen darstellt. Durch den Ausschluss von Sauerstoff können unerwünschte Oxidationsreaktionen verhindert werden,  $CO_2$  wirkt zudem ab ca. 15 Vol.-% Anteil bakterienhemmend. Bei Frischfleisch wird der Sauerstoffanteil in der Verpackung gezielt erhöht, um die appetitliche Fleischfarbe zu erhalten.

#### VAKUUMIEREN UND LAGERUNG UNTER LUFTAUSSCHLUSS

Beim Vakuumieren wird in der Lebensmittelverpackung die darin enthaltene Luft mittels einer Pumpe weitgehend entfernt. Die Lebensmittellagerung erfolgt in dem erzeugten sogenannten Grobvakuum. Der Druck innerhalb der Verpackung beträgt etwa ein Zehntel des Atmosphärendrucks. Das Verpackungsmaterial darf nur eine geringe Luftdurchlässigkeit aufweisen. Für die Vakuumlagerung im privaten Haushalt sind versiegelte Folienbeutel und Glas- oder Kunststoffbehälter mit Belüftungsventil für das Öffnen gebräuchlich. Vakuumverpackungssysteme finden vor allem zur Kühl- und TK-Lagerung von Fisch, Fleisch oder Gemüse Anwendung. Nicht geeignet für das Vakuumieren sind weiche, flüssige oder breiige Lebensmittel.

### 8.3 LAGERUNG VON LEBENSMITTELN IM PRIVATEN HAUSHALT

*ASTRID KLINGSHIRN*

#### SINNVOLLE GESTALTUNG DER LAGERUNG UND VORRATSHALTUNG IM HAUSHALT

Die Lagerfläche und die Lagerbedingungen müssen die kurz-, mittel- und langfristige Versorgung des Haushaltes sicherstellen. Der Lebensmittelvorrat ist individuell so zu planen, dass er der Haushaltsgröße und -struktur sowie den gegebenen Lagerbedingungen entspricht. Zudem sind Ernährungsgewohnheiten, Vorlieben, Unverträglichkeiten und Einkaufsmöglichkeiten zu berücksichtigen.

Eine planvolle und strukturierte Vorratshaltung bietet neben der Sicherung der Grundversorgung eine Vielzahl weiterer Vorteile wie die Entkopplung von Einkauf und Verzehr sowie ein hohes Maß an Flexibilität bei der Lebensmittelauswahl und der Zubereitung. Unverzichtbar sind eine Bestandsdokumentation mit regelmäßiger Aktualisierung, die Einlagerung nach dem „first-in-first-out“-Prinzip sowie eine regelmäßige Kontrolle des Mindesthaltbarkeitsdatums (MHD). Auch selbst eingemachte oder tiefgefrorene Lebensmittel sind mit Datum und Mengenangabe zu versehen, um den Überblick langfristig sicherzustellen.

## KURZ-, MITTEL- UND LANGFRISTIGE VORRATSHALTUNG

Da Lebensmittel nur begrenzt haltbar sind, muss der Grundvorrat je nach Haltbarkeit der einzelnen Lebensmittel regelmäßig ausgetauscht und ergänzt werden. Außerdem sind die Art und die Ausgangsqualität des Lebensmittels, die Convenience-Stufe bzw. der Verarbeitungsgrad (Frischprodukte, gekühlte oder tiefgekühlte Lebensmittel, Trockenprodukte, Konserven) sowie die Transport- und Lagerbedingungen ausschlaggebend für die maximale Lagerfähigkeit eines Lebensmittels im Haushalt.

Eine gute Orientierung liefert dabei das Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD). Prinzipiell werden bei der Vorratshaltung je nach Lagerdauer drei Kategorien unterschieden:

**Kurzfristige Lagerung** betrifft frische, leicht verderbliche Lebensmittel, bei denen ein Vorrat für maximal eine Woche angelegt werden sollte. Wichtigster Ort für die Lagerung dieser Lebensmittel ist das Kühlgerät. Dort wird der Lebensmittelverderb durch die niedrigen Temperaturen verzögert, wenn auch nicht verhindert.

Bei der Lagerung ist zu beachten:

- Nach dem Einkauf die Lebensmittel sofort einräumen.
- Im Kühlgerät sollten die Lebensmittel am jeweils optimal geeigneten Ort (Obst im Obst- oder Gemüsefach, Getränke in der Gerätetür) gelagert werden.
- Nicht alle frischen Produkte sind für die Kühlung geeignet. Südfrüchte, Kartoffeln, Paprika und Zucchini sollten trocken und nicht zu kühl, frostsicher und unter Beachtung der Freisetzung von Ethen<sup>1</sup> bzw. Empfindlichkeit aufbewahrt werden.
- Immer das FIFO-Prinzip – first in first out – beachten. Dies gilt grundsätzlich für jede Lebensmittellagerung.

Für die **mittelfristige Lagerung** sind Lebensmittel geeignet, die unter optimalen Bedingungen zwischen einem halben und einem dreiviertel Jahr lagerfähig sind wie z. B. tiefgekühlte Produkte, Öle, Kartoffeln. Bei Tiefkühlgut ist während des Transports auf die Einhaltung der Kühlkette, beim Lagern auf das richtige Verpackungsmaterial – luftdicht, reißfest und lebensmittelecht – ebenso wie auf die Einhaltung des MHD zu achten. Im Haushalt wird bei  $-18\text{ °C}$  (und kälter) im Drei-Sterne-Fach des Kühlgeräts oder im Tiefkühlgerät gelagert.

---

<sup>1</sup> Ethen: sogenanntes Reifegas, Phyto- oder Reifehormon  $\text{C}_2\text{H}_4$  (veraltet: Äthylen, Ethylen)



Eine **langfristige Lagerung** ist bei Lebensmitteln zulässig, die unter optimalen Umgebungsbedingungen (15 bis 20 °C, relative Luftfeuchtigkeit 50 bis 70 %) ein Jahr und länger in Schränken oder Regalen lagerfähig sind wie z. B. bei Konserven und Trockenprodukten.

#### KÜHLLAGERUNG

Die Kühllagerung ermöglicht die kurzfristige Aufbewahrung von hochverderblichen und verderblichen Lebensmitteln bei Temperaturen zwischen 0 und 14 °C. Die Temperaturerniedrigung reduziert oder stoppt die chemischen und enzymatischen Verderbsvorgänge sowie das mikrobielle Wachstum. Eine Temperaturabsenkung um 10 °C verlängert die Lagerdauer von Lebensmitteln um den Faktor 2 bis 3, und qualitätsbestimmende Eigenschaften wie Konsistenz, Farbe und Geschmack bleiben besser erhalten. Für die meisten Lebensmittel liegt die optimale Lagertemperatur nahe dem Gefrierpunkt.

Ausnahmen stellen kälteempfindliches Obst und Gemüse dar, vor allem Nachtschattengewächse, die bei zu kühler Lagerung Kälteschäden davontragen können, außerdem Brot- und Backwaren, deren sensorische Qualität bei zu kühler Lagerung durch die Beschleunigung von Retrogradationsprozessen (verkleisterte Stärke wird unlöslich; Ursache für Altbackenwerden) beeinträchtigt wird. Bei Fleisch- und Fischprodukten bieten Temperaturen im sogenannten „Super-Chilling“-Bereich um -2 °C einen zusätzlichen Lagervorteil durch weitere Verzögerung des Verderbs.

#### TIEFKÜHLLAGERUNG

Durch Tiefkühlen (Einfrieren) und Lagern bei Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt können verderbliche Lebensmittel langfristig nahezu ohne merkliche Qualitätseinbußen gelagert werden. Der Vorgang lässt sich in drei Phasen gliedern.

- In der Vorgefrierphase wird das Lebensmittel von der Einbringtemperatur bis zum Gefrierpunkt abgekühlt.
- In der Gefrierphase gefriert der Hauptteil des im Lebensmittel enthaltenen Wassers zu Eis. Dieses Stadium muss rasch durchschritten werden, um zu vermeiden, dass Zellwände im Gewebe durch Diffusionsvorgänge zerstört werden und beim späteren Auftauen der Tropfsaftverlust erhöht wird.
- In der dritten Phase wird die Produkttemperatur auf die vorgesehene Endtemperatur gesenkt.

Wegen der tiefen Temperaturen und der durch die Eisbildung erniedrigten Wasseraktivität wird eine Vermehrung von Mikroorganismen und damit der mikrobielle Verderb verhindert. Biochemische Reaktionen wie Fettoxidation und enzymatische Abbauprozesse sind zwar nicht völlig unterbunden, aber stark verlangsamt.

Daher bleiben sowohl die sensorischen Eigenschaften (Aussehen, Aroma, Geschmack usw.) als auch ernährungsphysiologisch wertvolle Inhaltsstoffe weitgehend erhalten.

Bei der langfristigen Lagerung von Tiefkühlkost ist eine Temperatur von  $-18\text{ °C}$  oder darunter einzuhalten. Durch tiefere Temperaturen kann die Lagerdauer (auf Kosten des Energieverbrauchs) noch verlängert werden, da die Abbauprozesse weiter verzögert werden. Trotz der niedrigen Lagertemperaturen ist Tiefkühlgut nur bedingt haltbar (siehe Tab. 8.19 und 8.20).

Obwohl Fettspaltungsprozesse bis  $-30\text{ °C}$  noch eindeutig nachweisbar sind, wird eine Lagertemperatur von  $-18\text{ °C}$  als ausreichend angesehen. Für die langfristige Lagerung werden jedoch  $-20\text{ °C}$  bis  $-24\text{ °C}$  empfohlen. Temperaturschwankungen, Unterbrechen der Tiefkühlung bzw. Auftauen und Wiedereinfrieren sind unbedingt zu vermeiden, um sensorische Qualitätseinbußen und Austrocknungseffekte in den Randzonen des Lagergutes sowie Konsistenzveränderungen zu verhindern.

Die Lagerqualität wird durch die Ausgangsqualität der Produkte, die grundsätzliche Gefriereignung der Lebensmittel, die Vorbereitungsprozesse und die Verpackung bestimmt.

#### GEFRIEREIGNUNG VON LEBENSMITTELN

Wenn die wichtigsten qualitätsbestimmenden Eigenschaften und die Zusammensetzung beim Gefrieren erhalten bleiben oder sich nur wenig ändern, ist das Lebensmittel gefriergeeignet. Im Allgemeinen sind Lebensmittel, die gekocht, gebraten oder gebacken werden, tauglicher für die TK-Lagerung als solche, die roh verzehrt werden. Alle Lebensmittel müssen für das Einfrieren eine hohe Ausgangsqualität aufweisen und produktspezifische Vorbereitungsprozesse durchlaufen, um langfristig lagerfähig zu sein. Tab. 8.6 gibt einen Überblick zur Gefriereignung von Lebensmitteln.

Gemüse sind sehr gut gefriergeeignet, die meisten Arten müssen aber vor dem Einfrieren blanchiert werden, um die Enzymaktivität vor der langfristigen Lagerung zu stoppen. Küchenkräuter wie Dill, Petersilie oder Schnittlauch können roh eingefroren werden.

Nicht geeignet zur TK-Lagerung sind Blattsalate, Rettich und Radieschen. Bei Obst weisen vor allem Beerenfrüchte eine hohe Gefriereignung auf. Äpfel, Birnen und Pfirsiche sollten vor dem Tiefkühlen kurz blanchiert werden. Zur Verbesserung der Lagerfähigkeit empfiehlt sich bei Stein- und Kernobst ein Einfrieren in Zucker- oder Ascorbinsäurelösung.

Tab. 8.6: Gefriereignung von Lebensmitteln

Lebensmittelgruppe	gefriergeeignete Produkte	nicht gefriergeeignete Produkte
Gemüse	Hülsenfrüchte, Kohl, Spinat, Karotten	Gemüsesorten, die üblicherweise roh verzehrt werden: Blattsalat, Radieschen
Milchprodukte	Quark, Butter, Käse, Sahne, Sauerrahm	Buttermilch, Dickmilch, Joghurt
Eier	Eigelb, Eiklar	Eier in der Schale, gekochte oder blanchierte Eier
Obst	Beeren, Obstpüree, Kern- und Steinobst	Weintrauben, ganze Äpfel oder Birnen
Fleisch, Geflügel, Fisch	alle Arten	
Backwaren	Brot, Brötchen, Trockenkuchen, Torten, Kleingebäck, roher Teig	Gebäck mit frischem Obst

Milch- und Milchprodukte sind – mit Ausnahme von Milch, Dickmilch, Crème fraîche und einigen Käsesorten – zum Einfrieren ebenso geeignet wie rohe Eimasse oder Dotter und Eiklar getrennt. Ferner sind Brot- und Backwaren sowie rohes Fleisch und roher Fisch bei TK-Lagerung lange haltbar. Wurstwaren sind dagegen nur bedingt gefriergeeignet.

#### BLANCHIEREN

Die meisten Gemüsearten sind vor dem Gefrieren zu blanchieren, um lebensmitteleigene Enzyme zu inaktivieren, die bei der späteren Tiefkühl Lagerung Vitamine abbauen und andere unerwünschte Veränderungen im Tiefkühlgut fördern würden. Darüber hinaus erhält das Blanchieren die frische Farbe der Produkte und tötet eventuell vorhandene Mikroorganismen ab. Blanchieren bedeutet kurzzeitiges Erhitzen auf Temperaturen zwischen 80 und 100 °C. Bei der industriellen Herstellung von Tiefkühlgemüse werden die Rohwaren nur 1 bis 2 min mit Heißdampf behandelt. Im Haushalt ist es empfehlenswert, Gemüse für 1 bis 2 min zu dämpfen und anschließend schnell abzukühlen, zum Beispiel in einem Eiswasserbad. Blanchieren durch kurzzeitiges Tauchen im siedendem Wasser ist weniger empfehlenswert, da wasserlösliche Nährstoffe (Vitamine der B-Gruppe, Vitamin C, Mineralstoffe) verstärkt in Lösung gehen und für die Ernährung damit verloren sind.

Tab. 8.7: Verluste an Inhaltsstoffen beim Blanchieren von Gemüse

Inhaltsstoff	Verluste in %		Anzahl Gemüsearten
	Mittelwert	Schwankungsbreite	
Trockensubstanz	15	9 bis 27	4 <sup>1)</sup>
Gesamtzucker	35 <sup>2)</sup>	30 bis 40	1 <sup>2)</sup>
Mineralstoffe	20 <sup>2)</sup>	15 bis 27	4 <sup>1)</sup>
Kalium	36	11 bis 50	4 <sup>1)</sup>
Magnesium	17	1 bis 35	4 <sup>1)</sup>
Eisen	25	5 bis 90	4 <sup>1)</sup>
Zink	30	20 bis 50	4 <sup>1)</sup>
Vitamin C	20 <sup>2)</sup>	10 bis 30	7 <sup>3)</sup>
Vitamin B <sub>1</sub>	25	0 bis 35	4 <sup>1)</sup>
Vitamin B <sub>2</sub>	10	0 bis 22	4 <sup>1)</sup>
Vitamin B <sub>6</sub>	23	20 bis 40	4 <sup>1)</sup>

1) Blumenkohl, Grüne Bohnen, Spinat, Möhren  
2) Möhren  
3) Blumenkohl, Brokkoli, Grüne Bohnen, Grüne Erbsen, Rosenkohl, Spinat, Spargel

## AUFTAUEN

Der Auftauprozess bezeichnet die Erwärmung des Lebensmittels bis zu dem Punkt, bei dem es auch im Kernbereich nicht mehr gefroren ist. Dies dauert generell länger als Einfrieren, weil flüssiges Wasser eine höhere Wärmekapazität und eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit als Eis hat. Energetisch bestimmend ist dabei der Phasenübergang fest/flüssig. Dieser läuft im offenen System grundsätzlich isotherm<sup>2</sup> und isobar<sup>3</sup> ab, aber nicht isochor<sup>4</sup>, da sich beim Phasenübergang fest/flüssig von Wasser die Dichte erhöht und das spezifische Volumen verringert.

Für den Phasenübergang fest/flüssig ist Energiezufuhr erforderlich. Die Thermodynamik<sup>5</sup> spricht hier von der Schmelzenthalpie<sup>6</sup>, die beim Auftauen aus der Umgebung auf das gefrorene Lebensmittel übertragen werden muss. Die spezifische Schmelzenthalpie<sup>7</sup> ist wesentlich größer als diejenige Energie, die für eine Temperaturänderung um 1 °C beim Abkühlen bzw. Erwärmen ohne Phasenübergang benötigt wird.

<sup>2</sup> Isotherm: Zustandsänderung bei konstanter Temperatur.

<sup>3</sup> Isobar: Zustandsänderung bei konstantem Druck.

<sup>4</sup> Isochor: Zustandsänderung bei konstantem Volumen.

<sup>5</sup> Thermodynamik: Lehre von der Stoff- und Wärmeübertragung als Teilgebiet der Verfahrenstechnik.

<sup>6</sup> Enthalpie: Summe aus thermischer (= innerer) Energie und Volumenänderungsarbeit.

<sup>7</sup> Spezifische Schmelzenthalpie: Enthalpie in kJ/kg, die zum Schmelzen (Phasenübergang Fest/Flüssig = Auftauen) eines Festkörpers erforderlich ist und diesem zugeführt werden muss.

Der Gefrierprozess erfolgt von außen nach innen, d. h. die frei werdende spezifische Kristallisationsenthalpie<sup>8</sup> aus dem Lebensmittelkern kann durch eine gut wärmeleitende, bereits gefrorene Hülle abgeführt werden. Beim Auftauen dagegen muss dieselbe Energie (hier als Schmelzenthalpie) durch die schlechter leitende, schon aufgetaute Hülle zugeführt werden. Das Auftauen schreitet daher bis zum Erreichen der Schmelztemperatur rasch voran, verläuft dann aber langsamer weiter, sobald die Oberfläche des Lebensmittels zu tauen beginnt.

Die Auftaubedingungen haben wesentlichen Einfluss auf die Produktqualität. Die Lebensmittelqualität nach dem Auftauen ist vor allem durch Tropfsaft- und Vitaminverluste sowie sensorische Verluste infolge der Oxidation von Fettkomponenten und der Veränderung von Proteinen bestimmt.

Die Wahl der Auftaumethode und die Art ihrer Anwendung sind aber auch entscheidend für die mikrobiologische Sicherheit. Für das Abtöten von Mikroorganismen hat das Auftauen eine höhere Relevanz als das Einfrieren.

Tab. 8.8: Empfehlungen zum Auftauverfahren (Teil 1)

Lebensmittel	empfohlene Auftauverfahren	Anmerkungen
Obst	Kühlschrank optional: Mikrowelle	Die Auftaumethode beeinflusst bei Obst nur die Tropfsaftverluste, die bei Temperaturen von 2 bis 4°C am geringsten sind. Vitamingehalt und Aroma werden durch die Methode des Auftauens nicht beeinträchtigt.
Gemüse	sofortiges Kochen (guter Vitaminerhalt) optional: Mikrowelle	Der Nährstoffgehalt von Gemüse bleibt am besten erhalten, wenn die Produkte sofort weiterverarbeitet werden. Tropfsaftverluste bei langwierigem Auftauen fördern Vitaminverluste.
Fleisch	Kühlschrank, Temperatur unter 5°C; optional: sofortiges Verarbeiten bei Kleinportionen, Mikrowelle, Kaltwasser	Auftauen im Kühlschrank ist einem schnellen Auftauen vorzuziehen, da dann die Tropfsaftverluste höher sind. Temperaturen unter 5°C verhindern die rasche Vermehrung pathogener Keime.
Fisch	Kühlschrank, Temperatur unter 5°C; optional: sofortiges Verarbeiten, Mikrowelle, Kaltwasser	Auftauen im Kühlschrank wie bei Fleisch. Das Auftauen in der Mikrowelle kann zu lokalen Überhitzungen und damit sensorischen Beeinträchtigungen führen.

<sup>8</sup> Spezifische Kristallisationsenthalpie: Enthalpie in kJ/kg, die beim Kristallisieren einer Flüssigkeit (Phasenübergang flüssig/fest = Gefrieren) frei wird und daher abgeführt werden muss.

Tab. 8.9: Empfehlungen zum Auftauverfahren (Teil 2)

Lebensmittel	empfohlene Auftauverfahren	Anmerkungen
Milchprodukte	Kühlschrank, Temperatur unter 5°C	Durchgängige Kühlung ist sicherzustellen, um mikrobiellen Verderb zu verhindern
Eier	Kühlschrank, Temperatur unter 5°C	Sofortige Verarbeitung nach dem Auftauen, um mikrobiellen Verderb zu verhindern
Brot	Raumtemperatur, Backofen	Zur Vermeidung von Austrocknen geeignete Verpackung erforderlich
Fertiggerichte	Mikrowelle optional: Backofen, Topf	Sofortige Weiterverarbeitung

Mikroorganismen überleben im Allgemeinen besser bei schnellem Auftauen, als wenn langsam im Kühlgerät aufgetaut wird, doch zeigen sich im Detail Unterschiede. Das mikrobielle Risiko ist aber schwierig quantifizierbar, da die nachfolgenden Prozesse eine wesentliche Rolle spielen. In Verbindung mit mangelnder Hygiene, Tropfsaftverlusten, unzureichendem Erhitzen oder Kreuzkontamination kann es zu einer erheblichen Gesundheitsgefährdung kommen. Vor allem bei hochverderblichen Waren wie Fleisch und Fisch kann unsachgemäßes Auftauen die unerwünschte Keimvermehrung sehr begünstigen.

Für das sachgemäße Auftauen von Tiefkühlprodukten im Haushalt gibt es keine Standardempfehlung. Vielmehr ist abhängig von Produktart, Portionsgröße, Verpackung, verfügbarer Zeit und beabsichtigter Verwendung jeweils eine andere Methode am besten geeignet, um eine optimale Produktqualität zu erzielen. Die Tabellen 8.8 und 8.9 geben einen Überblick.

Das Auftauen kann idealer Weise langsam im Kühlgerät bei etwa 2 bis 7 °C erfolgen. Dazu sollte das auftauende Lebensmittel in seiner Verpackung auf einem passenden Teller oder Untersatz platziert sein, um das Tropfwasser aufzufangen und nicht etwa darunter gelagerte andere Lebensmittel damit zu kontaminieren. Zudem sorgt das Auftauen im Kühlgerät für Rückgewinnung derjenigen Energie, die für das Einfrieren erforderlich war. Große Bratenstücke wie z. B. eine tiefgekühlte Weihnachtsgans können im Kühlgerät mehr als 24 Stunden Auftauzeit benötigen.

Tiefkühlwaren mit größerer Oberfläche wie z. B. Hamburger-Pattys oder Pizza tauen grundsätzlich sehr schnell auf, so dass diese unmittelbar nach der Entnahme aus dem Tiefkühlgerät in der Pfanne oder im Backofen gegart werden können. Auftauen gelingt auch im Wasserbad, in der Mikrowelle oder bei Raumtemperatur.

Die Auftauzeit variiert je nach Art des Lebensmittels, Auftautechnik und -temperatur sowie Packungsgröße. In Tabelle 8.10 sind durchschnittliche Auftauzeiten angegeben.

Tab. 8.10: Durchschnittliche Auftauzeiten für Lebensmittel

Lebensmittel	Gewicht in kg	Auftauzeit in Stunden <sup>1)</sup>		
		Backofen (ca. 50°C)	Küche (ca. 20°C)	Kühlschrank (ca. 5°C)
Bratenstücke	0,8–1,0	3–5	6–10	20–30
Hähnchen	0,6–0,8	1,5–2	5–7	12–16
Huhn, Ente	1,5	2–3	12–15	22–25
Gans, Pute	4,0–6,0	3,5–4	16–20	35–38
Größere Fische	0,8–1,0	ca. 2	ca. 5	ca. 16
Krabben	–	–	2–3	6–9
Gurkenscheiben	–	–	3–4	6–8
Beerenobst:				
• gezuckert	0,4–0,5	–	4–6	10–12
• mit Zuckerlösung	0,4–0,5	–	5–7	12–15
Steinobst:				
• gezuckert	0,4–0,5	–	5–7	10–12
• mit Zuckerlösung	0,4–0,5	–	8–10	13–15
Ganze Kuchen <sup>2)</sup>	–	0,3–1	3–6	–

<sup>1)</sup> Die Auftauzeit im Mikrowellengerät ist vom Gerät abhängig (vgl. Herstelleranleitungen).

<sup>2)</sup> Speziell bei Rührkuchen und Hefe-Kastenkuchen ist zu empfehlen, nach einstündigem Vortauen bei 20 °C die in hitzebeständige Folie verpackten Backwaren 10 Minuten lang bei 200 °C im Backofen zu erwärmen.

#### LAGERUNG IM VORRATSKELLER, IM VORRATSSCHRANK UND IN DER SPEISEKAMMER

Länger haltbare Produkte, für die eine Kühlung nicht notwendig ist, können im Keller, im Vorratsschrank einer Küche oder in einer Speisekammer – sofern vorhanden - gelagert werden. Auch dabei sind einige Grundforderungen an die Lagerbedingungen einzuhalten, um einen vorzeitigen Verderb zu vermeiden. Der Lagerort sollte möglichst kühl, dunkel und trocken sein. Bei Kellerlagerung sollte das ganze Jahr hindurch eine Temperatur von 8 bis 12 °C vorliegen. Die Lagertemperatur in der Vorratskammer sollte 8 bis 20 °C betragen. Zu feuchte Umgebung oder zu hohe Temperaturen beschleunigen den mikrobiellen Verderb und können außerdem das Verpackungsmaterial angreifen.

Die Einwirkung von Licht ist in jedem Fall ungünstig, weil es beim überwiegenden Teil der Lebensmittel den Verderb fördert. Außerdem wird der Abbau von Lebensmittelbestandteilen begünstigt, mit der Folge von Verfärbungen, Vitaminabbau, Fettoxidation sowie Konsistenz- und Geschmacksveränderungen.

Um die Kontrolle über den Warenbestand zu behalten, sollte die Einlagerung auch hier dem „first-in/first-out“-Prinzip folgen. Neue Waren sind stets hinter den bereits eingelagerten Produkten einzuordnen. Auf diese Weise und durch sorgfältige Dokumentation lässt sich dem Überschreiten von Verfallsdaten vorbeugen.

#### EMPFEHLUNGEN FÜR EINEN LEBENSMITTEL-NOTVORRAT

Zur Überbrückung von Engpässen wird jedem Haushalt empfohlen, einen stromunabhängigen Notvorrat an langfristig lagerfähigen Lebensmitteln anzulegen. Die Lebensmittel sollen kühl, trocken und lichtgeschützt aufbewahrt werden. Besonders wichtig ist es, Mineralwasser, Säfte oder andere lagerfähige Getränke im Haushalt zu haben. Damit nichts verdirbt, empfiehlt es sich nur Waren zu bevorzugen, die den Essgewohnheiten der Haushaltsmitglieder entsprechen. Die Lebensmittel sollen ohne Kühlung haltbar sein. Auch Kerzen, Batterien, ein Campingkocher und ein netzunabhängiges Radio gehören zur Ausstattung.

Richtwerte für einen 14-tägigen Grundvorrat für eine Person mit einem Gesamtenergiebedarf von ca. 9.000 kJ pro Tag (= 2.200 kcal) enthalten die nachfolgenden Tab. 8.11 und 8.12.

Aktualisierte Hinweise zum Thema Notvorrat finden sich auf der Homepage des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Siehe: [https://www.bbk.bund.de/DE/Ratgeber/VorsorgefuerdenKat-fall/Pers-Notfallvorsorge/Lebensmittel/lebensmittel\\_node.html](https://www.bbk.bund.de/DE/Ratgeber/VorsorgefuerdenKat-fall/Pers-Notfallvorsorge/Lebensmittel/lebensmittel_node.html) (zuletzt abgerufen 24.06.2021)



Tab. 8.11: Richtwerte für einen 14 Tage reichenden Notvorrat für eine Person mit einem Energiebedarf von ca. 9.000 kJ pro Tag (= 2.200 kcal/d) – Teil 1

Lebensmittelgruppe	Menge	Beispiele	
Getreideprodukte, Brot, Kartoffeln	4,9 kg	Vollkornbrot	1000 g
		Zwieback	400 g
		Knäckebrot	1000 g
		Nudeln	500 g
		Reis	250 g
		Hafer-/Getreideflocken	750 g
		Kartoffeln, roh und geschält	1000 g
Gemüse, Hülsenfrüchte	5,6 kg	Bohnen in Dosen	800 g A.
		Erbsen/Möhren in Dosen	900 g A.
		Rotkohl in Dosen/Gläsern	700 g A.
		Sauerkraut in Dosen	700 g A.
		Spargel in Gläsern	400 g A.
		Mais in Dosen	400 g A.
		Pilze in Dosen	400 g A.
		Saure Gurken im Glas	400 g A.
		Rote Beete	400 g A.
		Zwiebeln, frisch	500 g
Obst	3,6 kg	Kirschen im Glas	700 g A.
		Birnen in Dosen	250 g A.
		Aprikosen in Dosen	250 g A.
		Mandarinen in Dosen	350 g A.
		Ananas in Dosen	350 g A.
		Rosinen	200 g
		Haselnuskerne	200 g
		Trockenpflaumen	250 g
		Frischobst, roh (Apfel, Birne, Banane, Orange)	1000 g
Getränke	28 l	Mineralwasser <sup>2)</sup>	28 l
		Zitronensaft	0,2 l
		Kaffee (Pulver) <sup>1)</sup>	250 g
		Tee schwarz, trocken	125 g
Milch, Milchprodukte	3,7 kg	H-Milch 3,5 % Fett	3 l
		Hartkäse	700 g

Tab. 8.12: Richtwerte für einen 14 Tage reichenden Notvorrat für eine Person mit einem Energiebedarf von ca. 9.000 kJ pro Tag (= 2.200 kcal/d) – Teil 2

Lebensmittelgruppe	Menge	Beispiele	
Fisch, Fleisch, Eier	2,1 kg	Thunfisch in Dosen	150 g A.
		Ölsardinen in Dosen	100 g A.
		Hering in Soße	100 g
		Corned Beef in Dosen	250 g
		Bockwürstchen in Glas/Dose	300 g A.
		Kalbsleberwurst in Glas/Dose	300 g
		Dauerwurst (z. B. Salami)	360 g
		10 Eier, Gewichtsklasse M (à 60 g Einkaufsgewicht)	600 g
		Fette, Öle	0,5 kg
		Öl (z. B. Maiskeim, Sonnenblumen)	0,3 l

A. = Abtropfgewicht

- 1) Es handelt sich um allgemeine Empfehlungen, die gegebenenfalls an die individuellen Ernährungsbedürfnisse angepasst werden müssen.
- 2) Bei dem vorgeschlagenen Mineralwasservorrat sind neben dem durchschnittlichen Getränkebedarf eines Erwachsenen in Höhe von 1,5 Litern pro Person und Tag auch die zum Kochen der angegebenen Mengen an Nudeln, Kartoffeln und Reis erforderlichen Wassermengen in Höhe von 0,5 Litern pro Person und Tag berücksichtigt. Für Personen im Alter von 65 Jahren und älter wird eine erhöhte Getränkezufuhr in Höhe von 2 Litern pro Person und Tag empfohlen, Kinder (nicht Säuglinge) im Alter von bis zu 12 Jahren haben einen durchschnittlichen Getränkebedarf in Höhe von 1 Liter pro Person und Tag.

## 8.4 LAGEREMPFEHLUNGEN UND AUFBEWAHRUNGSDAUER

*ASTRID KLINGSHIRN*

Die Vorratshaltung im Haushalt kann je nach den vorliegenden Gegebenheiten und Raumverhältnissen in Kühl- und Tiefkühlgeräten (TK-Geräte) oder in Vorratskeller, Speisekammer oder Küche erfolgen. Je nach Zusammensetzung und Vorbehandlung der Lebensmittel bestehen spezifische Anforderungen an die Lagerbedingungen, und die maximale Aufbewahrungsdauer ist unterschiedlich. Bei verpackten Produkten muss das Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD) oder das Verbrauchsdatum genannt sein.

- Das Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD) gibt an, bis zu welchem Datum das Lebensmittel bei Einhaltung der aufgedruckten Lagerungsbedingungen mindestens seine Qualitätseigenschaften wie Nährwert, Farbe, Konsistenz, Geruch und Geschmack behält. Die Angaben beziehen sich stets auf ungeöffnete Packungen. Auch nach Ablauf des MHD können die Lebensmittel noch verzehrt werden, jedoch sind sensorische Qualitätseinbußen möglich.

- Bei schnell verderbenden Lebensmitteln wie Hackfleisch, Geflügelfleisch oder frische Vollmilch ist anstelle des Mindesthaltbarkeitsdatums das Verbrauchsdatum („zu verbrauchen bis ...“) angegeben. Nach Überschreitung des Verbrauchsdatums sollte das Lebensmittel nicht mehr verzehrt werden, da eine unmittelbare Gesundheitsgefährdung nicht auszuschließen ist.

## KÜHLLAGERUNG

Um bei der Kühlung von Frischprodukten die Qualitätseinbuße möglichst gering zu halten, sind einige Grundregeln zu beachten:

- Einwandfreie Ausgangsqualität der Waren;
- Sachgemäße Verpackung, um Austrocknung, Geschmacksveränderungen, Geruchsübertragung und Kreuzkontamination zu vermeiden; rohe und gekochte Lebensmittel stets getrennt voneinander einlagern;
- Unterlassen häufigen Umpackens, um das Kontaminationsrisiko zu reduzieren;
- Größere Mengen warmer Speisen vor Einlagerung auf Raumtemperatur abkühlen, um Erwärmung des Lagergutes im Kühlgerät zu verhindern;
- Rohe Lebensmittel und Auftaugut nie lose über anderen offenen Lebensmitteln einlagern, um eine Kontamination über Tropfsaftverluste auszuschließen;
- Sinnvolle Lagerhaltung nach dem Rotationsprinzip durch gezielte Platzierung von frisch gekauften hinter bereits gelagerten Waren unterstützen sowie
- Überfüllung des Kühlgeräts vermeiden, um eine Luftzirkulation zwischen dem Lagergut und dadurch auch rasches Abkühlen zu ermöglichen.

Bei den in Tab. 8.13 (Obst) und 8.14 (Gemüse) genannten Anhaltswerten für die maximale Lagerdauer handelt es sich um Richtwerte, die unter optimalen Kühlbedingungen gelten. Vorausgesetzt sind eine hohe Ausgangsqualität und ein produktgerechter Umgang mit dem Lagergut. Bei der Lagerdauer ist zu beachten, dass bei Bezug der Ware aus dem Lebensmitteleinzelhandel bereits ein Teil der zulässigen Lagerdauer durch die Transport- und Zwischenlagerzeiten „verbraucht“ ist. Deshalb kann im Haushalt oft nicht mehr mit der maximalen Lagerdauer gerechnet werden.

Für die meisten kälteunempfindlichen Obst- und Gemüsearten sowie für alle angeschnittenen oder zerkleinerten Produkte ist eine Lagertemperatur von nahe 0 °C ideal. Kälteempfindliches Obst wie Südfrüchte sollten bei Temperaturen von 8 °C bis 10 °C gelagert werden, um Aromaverluste und Texturschäden zu vermeiden,

kälteempfindliche Gemüsearten bei 8 °C. Obst und Gemüse müssen bei hoher Luftfeuchte gelagert werden, um Austrocknung zu verhindern. Für Obst gilt ein Wert der relativen Feuchte von  $90 \pm 5$  Prozent als ideal, für Gemüse von  $95 \pm 5$  Prozent.

Tab. 8.13: Maximale Lagerdauer in Tagen von Obst unter optimalen Lagerbedingungen

Kälteunempfindliches Obst, Lagerung nahe 0 °C, feuchte Lagerung (85–95 % rel. Feuchte)		Kälteempfindliches Obst, feuchte Lagerung (85–95 % rel. Feuchte)		
Obstart	maximale Lagerdauer <sup>1)</sup>	Obstart	optimale Lagertem- peratur in °C	maximale Lager- dauer <sup>1)</sup>
Äpfel	180	Ananas	8–10	28
Aprikosen	20	Avocado	8–10	28
Birnen	90	Banane	13	10
Datteln	50	Cantaloup-Melone	5–7	21
Erdbeeren	7	Grapefruit	10–15	40
Feigen	14	Guaven	8–10	20
Heidelbeeren	14	Mandarine	4–5	40
Johannisbeere (rot)	7	Mango	8–10	40
Johannisbeere (schwarz)	12	Kumquat	8–10	30
Kirschen, sauer	14	Orange	5–10	60
Kirschen, süß	28	Papaya	8–10	20
Kiwi	80	Passionsfrucht	8–10	30
Nektarinen	28	Wassermelone	12–15	30
Pfirsiche	40	Zitrone	13	150
Pflaumen	21	<sup>1)</sup> Anhaltswerte		
Preiselbeeren	80			
Quitten	80			
Weintrauben	40			

Tab. 8.14: Maximale Lagerdauer in Tagen von Gemüse unter optimalen Lagerbedingungen

Kälteunempfindliches Gemüse, Lagerung nahe 0°C, feuchte Lagerung (90–95 % rel. Feuchte)		Kälteempfindliches Gemüse, feuchte Lagerung (90–95 % rel. Feuchte)		
Gemüseart	maximale Lagerdauer <sup>1)</sup>	Gemüseart	optimale Lagertem- peratur in °C	maximale Lager- dauer <sup>1)</sup>
Artischocke	40	Aubergine	8–12	14
Blumenkohl	28	Grüne Bohnen	7–8	14
Brokkoli	14	Gurke	7–10	14
Chicorée	28	Kartoffeln	4–7	150
Chinakohl	60	Kürbis	7–10	80
Dill	7	Paprika	7–10	21
Eisbergsalat	28	Süßkartoffeln	13–15	140
Erbsen	21	Tomate	8–10	14
Feldsalat	21	Zucchini	8–10	14
Fenchel	21	<sup>1)</sup> Anhaltswerte		
Karotten	120			
Knoblauch (65–70 % r. F.)	180			
Kohl	140			
Kohlrabi (ohne Grün)	80			
Lauch	60			
Petersilie	28			
Pilze	7			
Radieschen	14			
Rettich	10			
Rhabarber	28			
Rosenkohl	35			
Salat	21			
Sellerie	28			
Spargel	28			
Spinat	7			
Zwiebeln (65–70 % r. F.)	150			

Fisch, Fleisch, Milchprodukte und Lebensmittelreste sind verpackt zu lagern, um auch hier Austrocknungserscheinungen, Geschmacksübertragung und Kreuzkontamination zu vermeiden. Für Fleisch und Fleischprodukte ist eine Lagertemperatur von  $-0,5$  bis  $1$  °C bei einer relativen Feuchte von 50 Prozent optimal, bei Fisch und Fischprodukten eine Temperatur von  $-1$  bis  $0$  °C bei gleicher Feuchte. Bei MAP- und vakuumverpackter Ware spielt die Feuchte im Lagerraum natürlich keine Rolle. Anhaltswerte für die maximale Lagerdauer sind Tab. 8.15 zu entnehmen.

Tab. 8.15: Maximale Lagerdauer in Tagen von Fleisch, Fisch und Fleisch- und Fischprodukten unter optimalen Bedingungen

Art des Lebensmittels	maximale Lagerdauer <sup>1)</sup>
Fleisch und Fleischprodukte, $-0,5$ bis $0$ °C (verpackte Lagerung, ca. 50 % rel. Feuchte)	
Wurstaufschnitt	7
Lammfleisch, Schweinefleisch, Geflügel	5
Lammfleisch, Schweinefleisch, Geflügel (MAP-verpackt)	12
Lammfleisch, Schweinefleisch, Geflügel (vakuumverpackt)	14
Rindfleisch	7
Rindfleisch (MAP-verpackt)	12
Rindfleisch (vakuumverpackt)	14
Wild	7
Hackfleisch	1
Innereien	7
gekochtes Fleisch	5
Fisch und Fischprodukte, $-1$ bis $0$ °C (verpackte Lagerung, ca. 50 % rel. Feuchte)	
Dosenfisch (geöffnet)	2
gekochter Fisch/Meeresfrüchte	3
Fisch	2
Meeresfrüchte	3
geräucherter Fisch	14
<sup>1)</sup> Anhaltswerte MAP: modifizierte Atmosphäre	

Für Milch, Eier, Milch- und Eiprodukte ist generell eine Lagertemperatur nahe 0 °C zu empfehlen. Anhaltswerte für die maximale Lagerdauer zeigt Tab. 8.16.

Tab. 8.16: Maximale Lagerdauer in Tagen von Milch, Eiern, Milch- und Eiprodukten unter optimalen Bedingungen

Art des Lebensmittels	maximale Lagerdauer <sup>1)</sup>
Milch und Milchprodukte, nahe 0 °C (verpackte Lagerung, 50–80 % rel. Feuchte)	
Milch	7
Butter	90
Buttermilch	12
Joghurt	30
Quark	25
Sahne	7
Käse, nahe 0 °C (zur Nachreifung 8–12 °C, verpackte Lagerung, 50–80 % rel. Feuchte)	
Frischkäse	20
Weichkäse	30
Hartkäse (am Stück/Aufschnitt)	120/30
Schmelzkäse	120
Ei und Eiprodukte, nahe 0 °C (verpackte /unverpackte Lagerung, 50–80 % rel. Feuchte)	
eihaltige Füllungen (verpackt)	3
Eigelb, Eiweiß (verpackt)	3
Eier, gekocht	14
Eier, roh	70
<sup>1)</sup> Anhaltswerte	

In Tab. 8.17 und 8.18 ist die maximale Lagerdauer ausgewählter Lebensmittel bei konventioneller Kühlung (5 °C) einer Lagerdauer in sogenannten Kaltlagerfächern (nahe 0 °C in Abteilungen mit niedriger und sehr hoher Luftfeuchte) gegenüber gestellt. Diese „Nullgradzonen“, die einige Kühlgeräte anbieten, ermöglichen eine längere Lagerung, wenn die Lebensmittel dort bevorratet werden.

Tab. 8.17: Lagerdauer ausgewählter Lebensmittel bei ~ 4 –7 °C im herkömmlichen Kühlgerät und im Kaltlagerfach nahe 0 °C (Teil 1)

Lebensmittel, lose Ware	Lagerdauer <sup>1)</sup>	
	im herkömmlichen Kühlschrank bei ~4–7 °C	im Kaltlagerfach nahe 0 °C
Fleisch und Fleischprodukte		
Hackfleisch	< 1 Tag	1–2 Tage
Hühnerfleisch	1–2 Tage	3–5 Tage
Innereien	1–2 Tage	3–5 Tage
Rindfleisch	1–4 Tage	5–7 Tage
Schweinefleisch	1–3 Tage	5 Tage
Wurstwaren (Aufschnitt)	3–5 Tage	5–7 Tage
Fisch		
Dosenfisch (geöffnet)	1–2 Tage	3 Tage
frischer Fisch, Meeresfrüchte	1 Tag	2–3 Tage
geräucherter Fisch	3 Tage	5–7 Tage
Eier		
Eier (frisch, in der Schale)	3–5 Wochen	10 Wochen
Eier (hartgekocht, in der Schale)	8 Tage	10–14 Tage
Milch und Milchprodukte		
Butter	bis zu 5 Wochen	10 Wochen
Milch	2–4 Tage	5–7 Tage
Sahne	2–3 Tage	5–7 Tage
Käse		
• Weichkäse	3–5 Tage	7–10 Tage
• Frischkäse	3–5 Tage	7–10 Tage
• Hartkäse	bis 4 Wochen	17 Wochen



Tab. 8.18: Lagerdauer ausgewählter Lebensmittel bei ~ 4 –7 °C im herkömmlichen Kühlgerät und im Kaltlagerfach nahe 0 °C (Teil 1)

Lebensmittel, lose Ware	Lagerdauer <sup>1)</sup>	
	im herkömmlichen Kühlschrank bei ~4–7 °C	im Kaltlagerfach nahe 0 °C
Lebensmittelreste		
gekochte Nudeln	1–2 Tage	3 Tage
gekochter Fisch	1–2 Tage	3–4 Tage
gekochter Reis	1–2 Tage	3 Tage
gekochtes Fleisch	2–3 Tage	3–5 Tage
Gemüse		
Brokkoli	5–7 Tage	14 Tage
Karotten	10–20 Tage	80–120 Tage
Kohl	14–20 Tage	90 Tage
Kräuter	7–10 Tage	28 Tage
Pilze	1–3 Tage	5–7 Tage
Salat	2–5 Tage	7–20 Tage
Spinat	3–5 Tage	10–14 Tage
Obst		
Äpfel	21–35 Tage	100–180 Tage
Birnen	14–21 Tage	50–90 Tage
Erdbeeren	1–3 Tage	5 Tage
Kirschen	5–10 Tage	21 Tage
Nektarinen	5–10 Tage	5–7 Tage
Pfirsiche	5–10 Tage	14–40 Tage
Trauben	14–21 Tage	40 Tage

<sup>1)</sup> Anhaltswerte

Die Tab. 8.19 und 8.20 geben einen Überblick über die maximale Lagerfähigkeit von tiefgekühlten Lebensmitteln bei –18 °C (Kennzeichnung: drei Sterne \*\*\*). Bei TK-Geräten im Haushalt kann – je nach Modell – auch eine Lagertemperatur von –6 °C (Kennzeichnung: ein Stern \*, Lagerdauer bis zu einer Woche) oder –12 °C (Kennzeichnung: zwei Sterne \*\*, Lagerdauer bis zu drei Wochen) für die Lagerung bereits tiefgekühlter Einkäufe (TK-Ware) zur Verfügung stehen.

Tab. 8.19: Maximale Lagerdauer von TK-Lebensmitteln bei -18 °C \*\*\* (Teil 1)

Lebensmittel	Lagerzeit (Monate)
<b>Obst</b>	
Ananas, Birnen	12
Aprikosen, Kirschen, Pfirsiche	18
Erdbeeren, Fruchtsaftkonzentrat	24
Heidelbeeren, Johannisbeeren	12
Himbeeren	24
Kompott, Pflaumen, Stachelbeeren	12
<b>Gemüse</b>	
Blumenkohl, Spargel	12
Bohnen, Brokkoli, Rosenkohl	15
Erbsen	24
Karotten, Spinat	18
Paprika	6
Zwiebeln	10
<b>Fisch</b>	
Fettfisch	5
Magerfisch	9
Muscheln	6
Shrimps	5
<b>Fleisch</b>	
Gans	12
Geflügel, Lamm, Rind	18
Hackfleisch, Schweinefleisch	10
Kalbfleisch, Leber, Wild	12
Truthahn	15

Tab. 8.20: Maximale Lagerdauer von TK-Lebensmitteln bei -18 °C \*\*\* (Teil 2)

Lebensmittel	Lagerzeit (Monate)
<b>Milch und Milchprodukte</b>	
Butter	9
Eiscreme	24
Hartkäse	2-4
Margarine, Quark, Sahne	12
Weichkäse	3
<b>Fertiggerichte / Lebensmittelreste</b>	
Eintopfgerichte	4-6
Fischgerichte	2-3
Fleischgerichte	4-6
Gemüsebeilagen	3
Suppen	4-6
Teigwaren, Reis	6
<b>Backwaren</b>	
Biskuitboden	6
Biskuitteig, Hefeteig, Rührteig	1
Blätterteig, Torten	2
Brot, Brötchen, Hefengebäck	6
Obstkuchen, Rührkuchen	6
Pasteten	4
Stollen	3
<b>Eier</b>	
Eigelb, Eimasse, Eiweiß	12

**LAGERUNG IN VORRATSKELLER, VORRATSSCHRANK UND SPEISEKAMMER**

In Tab. 8.21 und 8.22 sind Anhaltswerte für die Höchstlagerdauer von lagerstabilen Lebensmitteln bei der Bevorratung im Vorratskeller, Vorratsschrank in der Küche oder in einer Speisekammer (sofern noch vorhanden) bei ca. 20 °C angegeben.

Tab. 8.21: Lagerdauer von lagerstabilen Lebensmitteln bei ca. 20 °C (Teil 1)

Lebensmittel	maximale Lagerdauer	Lagerhinweise
Backpulver	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Dosen (Gemüse, Obst, Fleisch, Fisch)	2 Jahre	nach Öffnen: Kühlung, rasch verbrauchen
Essig	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Gelatine	18 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Gemüsebrühe (Pulver)	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Gewürze (gemahlen)	6 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Gewürze (ungemahlen)	1–2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
H-Milch	6 Monate	nach Öffnen: Kühlung, rasch verbrauchen
Honig	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Kaffee (Extraktpulver)	3 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Kaffee (gemahlen)	1 Jahr	nach Öffnen: Kühlung (besserer Aromaerhalt)
Kakao	6 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Kartoffeltrockenprodukte	12 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Kekse	6 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Knäckebrot	12 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Kondensmilch	12 Monate	nach Öffnen: Kühlung bis 7 Tage
Konfitüre	12 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Kuchen (Fertigware)	9 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Marmelade	12 Monate	nach Öffnen: Kühlung, bald verbrauchen
Mayonnaise	2–3 Monate	nach Öffnen: Kühlung, bald verbrauchen
Mehl	10 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Kaffeeweißer	9 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Nudeln	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen

Tab. 8.22: Lagerdauer von lagerstabilen Lebensmitteln bei ca. 20 °C (Teil 2)

Lebensmittel	maximale Lagerdauer	Lagerhinweise
Nüsse (gemahlen)	3 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Nüsse (in der Schale)	4 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Nüsse (vakuumverpackt)	1 Jahr	trocken und luftdicht verschlossen
Öl	bis 6 Monate	Kühllagerung verzögert Fettverderb
Puddingpulver	12 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Reis	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Salzgebäck	8 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Schokolade	6 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Semmelbrösel	6 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Senf	2 Jahre	nach Öffnen: Kühllagerung, rasch verbrauchen
Speisestärke	18 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Suppen (Trockensuppen)	12 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Süßstoff	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Tee (Beutel)	18 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Tee (Instanttee)	3 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Tee (lose)	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Trockenfrüchte	6 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Trockengemüse	1 Jahr	trocken und luftdicht verschlossen
Trockenhefe	1–2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Zucker (braun)	4 Monate	trocken und luftdicht verschlossen
Zucker (weiss)	2 Jahre	trocken und luftdicht verschlossen
Zwieback	12 Monate	trocken und luftdicht verschlossen

## 8.5 EINFLUSS DER LAGERUNG AUF DIE LEBENSMITTELQUALITÄT

*ASTRID KLINGSHIRN*

### QUALITÄT KÜHLGELAGERTER LEBENSMITTEL

Bei der Kühllagerung bleibt im Vergleich zu anderen Verfahren der Vorratshaltung die ernährungsphysiologische und sensorische Qualität von Lebensmitteln sehr gut erhalten. Die Verzögerung von chemischem, enzymatischem und mikrobiologi-

schem Verderb durch die Temperaturabsenkung verlängert die Haltbarkeit bei minimalem Einfluss auf die Produktqualität. Voraussetzungen sind eine optimale Lagertemperatur und die Vermeidung von Austrocknung während der Lagerung. Je niedriger die Temperatur gewählt wird, desto geringer ist in der Regel die Qualitätseinbuße.

#### LEBENSMITTELQUALITÄT BEI KÜHL GELAGERTEM OBST UND GEMÜSE

Bei Obst- und Gemüse ist der Stoffwechsel auch nach der Ernte noch aktiv. Frischmasseverluste treten bei der Kühllagerung insbesondere durch Transpirationsverluste auf. Die relative Luftfeuchte sollte möglichst über 95 % gehalten werden, um Austrocknung und den damit verbundenen Verlust an Vitaminen und sensorischer Qualität (Welken, Verfärbung und Verhärtung) zu unterbinden. Zu vermeiden ist dabei die Bildung von Kondenswasser auf dem Produkt, denn dies zieht negative Effekte nach sich (Förderung des mikrobiellen Wachstums, Quellerscheinungen und Reduktion der Gasdiffusion an der Produktoberfläche). Zudem ist die Lagertemperatur konstant niedrig zu halten. Besonders empfindlich ist Blattgemüse, das über seine große Oberfläche rasch Frischmasse verliert. Hier führt bereits ein Frischmasseverlust von 3 % zu irreversiblen Produktschäden.

Bei Obst und Gemüse sind bei den Makronährstoffen Proteinverluste und Veränderungen in der Kohlenhydratzusammensetzung zu berücksichtigen. Durch die Produktatmung werden während der Lagerung Kohlenhydrate verstoffwechselt. Die Zusammensetzung der Kohlenhydrate ändert sich während der Lagerung auch durch Umformungsprozesse wie Stärkebildung kontinuierlich. Die Mineralstoffe unterliegen keinem Abbau, jedoch kann es zur Umlagerung von Mineralstoffen in den Pflanzenorganen kommen.

Vitaminverluste sind vor allem für Vitamin C und für die B-Gruppe gut dokumentiert. Voraussetzung für einen optimierten Vitaminerhalt in Frischware ist neben der Einhaltung der optimalen Lagertemperatur in engen Grenzen und der optimalen Luftfeuchte eine rasche Abkühlung. Tab. 8.23 zeigt den Vitamin C-Verlust in Obst und Gemüse in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchte.

Bei Obst und Gemüse spielt für den Erhalt der Produktqualität auch der Einfluss von Reifegasen eine Rolle, insbesondere von Ethen. Ethen ist ein gasförmiges Phytohormon, das von einer Vielzahl pflanzlicher Erzeugnisse während der Reifung in die Lageratmosphäre abgegeben wird. In ethensensitiven Produkten induziert es Reifung und Alterung und damit auch eine Beschleunigung des Nährstoffabbaus. Die gemeinsame Einlagerung von Ethen produzierenden und ethensensitiven Produkten ist zu vermeiden, außer wenn Reifungsprozesse gezielt begünstigt werden sollen. Tab. 8.24 zeigt die Ethenproduktion von Obst und Gemüse.

Tab. 8.23: Einfluss von Lagertemperatur und relativer Luftfeuchte auf den Vitamin C-Gehalt von Gemüse

Lebensmittel	Temperatur im Kühlschrank in °C	mittlerer Vitamin C-Verlust pro Tag in %	
		unverpackt <sup>1)</sup>	verpackt <sup>3)</sup>
Kopfsalat	1	9,7	4,8/1,9 <sup>4)</sup>
	5	12,2/3,5 <sup>2)</sup>	5,6
	10	9,4	6,6
Petersilie	1	4,5	2,2
	5	5,2	2,2
	10	9,5	3,1
Grüne Bohnen	1	4,6	1,9
	5	1,7	3
	10	0,4	5,1
Karotten	1	0,6	0
	5	2,5	0
	10	1,6	0
rote Johannisbeere	1	0,9	0,6
	5	0,6	0,7
	10	0,6	1

<sup>1)</sup> rel. Luftfeuchte bei 1 °C: 40–60 %, bei 5 °C: 55–75 %, bei 10 °C: 60–85 %

<sup>2)</sup> Gemüsefach im konventionellen Kühlschrank: rel. Luftfeuchte 75–80 %

<sup>3)</sup> rel. Luftfeuchte in der Verpackung: 96–100 %

<sup>4)</sup> Lagerung in der Null-Grad-Zone eines Kühlschranks

Tab. 8.25: Produktionsrate von Ethen bei verschiedenen Gemüsearten

Ethen- produktion	Produktionsrate in µl/(kg · h)	Beispiele
sehr hoch	> 100	Apfel, Cherimoya, Passionsfrucht
hoch	> 10–100	Aprikose, Avocado, Baumtomate, Birne, Nektarine, Papaya, Pfirsich
mittel	> 1–10	Banane, Feige, Fidjoa, Honigmelone, Jackfrucht, Litschi, Mango, Mangostane, Pflaume, Tomate, Bohne, Mandarine, Olive, Lauch, Zitrone
niedrig	> 0,1–1	Aubergine, Beeren, Bohne, Clementine, Eisbergsalat, Gurke, Kiwi, Kokosnuss, Kopfsalat, Kürbis, Olive, Paprika, Quitte, Rettich, Wassermelone, Zucchini
sehr niedrig	> 0,01–0,1	Ananas, Blumenkohl, Brokkoli, Champignon, Chicorée, Chinakohl, Endivie, Erbse, Grapefruit, Grünkohl, Möhre, Kartoffel, Kirsche, Mandarine, Meerrettich, Orange, Radieschen, Rhabarber, Rosenkohl, Rote Beete, Rotkohl, Spargel, Spinat, Süßkartoffel, Traube, Weißkohl, Zitrone, Zwiebel
keine	≤ 0,01	Bitterorange, japanischer Rettich, Knollenfenchel, Pfifferling, Preiselbeere, Schwarzwurzel

## QUALITÄT KÜHLGELAGERTER, ZUBEREITETER LEBENSMITTEL

Bei zubereiteten Lebensmitteln haben neben der Lagertemperatur und -dauer die vorgelagerten Rüstprozesse sowie die Garverfahren den größten Einfluss auf die Erhaltung der ernährungsphysiologischen Qualität. Durch die Kühl Lagerung treten keine signifikanten Veränderungen beim Protein-, Fett- und Mineralstoffgehalt auf, eine Abnahme allerdings ist ausschließlich bei den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein in Fleisch- und Fischwaren zu verzeichnen. Für den Vitaminerhalt ist die Abkühlgeschwindigkeit warmer Speisen. Je länger die Abkühlzeit, desto größer ist der Vitaminverlust, vor allem an Vitamin C und an B-Vitaminen. Entscheidend für den Vitaminverlust während der Lagerung ist auch hier die Lagertemperatur.

## QUALITÄTSVERÄNDERUNGEN BEI DER TIEFKÜHLLAGERUNG (TK-LAGERUNG)

Bei der TK-Lagerung von Lebensmitteln bleibt die ernährungsphysiologische und sensorische Qualität im Allgemeinen sehr gut erhalten. Das Verfahren ist anderen Methoden der langfristigen Bevorratung überlegen, wenn einige Grundregeln bei der Vorbereitung des Gefriergutes und bei der Einlagerung beachtet werden. Das Einfrieren selbst ändert den Wert des Lebensmittels nicht, jedoch haben Vorbereitungs- und Rüstprozesse wie die Zerkleinerung oder Reinigung und auch die Lagerung einen Einfluss auf die Inhaltsstoffe.

Proteine und Fette erfahren während der TK-Lagerung chemische Veränderungen wie Löslichkeitsverluste, eine Minderung der Wasserbindungskapazität sowie Proteinverhärtungen und Modifikation von Fettsäuren. Dies alles führt jedoch nur zu einer sehr geringen Einbuße an ernährungsphysiologischer Qualität und spielt bei Lagertemperaturen  $\leq -18\text{ °C}$  eine untergeordnete Rolle. Die Veränderung des Vitamingehalts während der TK-Lagerung ist stark produktabhängig.

Das Gefriergut ist nach entsprechender Vorbereitung (Blanchieren, Portionieren) in einem Material zu verpacken, das Austrocknen sowie Sauerstoffaustausch und damit Oxidation verhindert. Das Verpackungsmaterial muss bei Temperaturen von  $-40$  bis  $+80\text{ °C}$  seine mechanischen Eigenschaften behalten und außerdem fett- und säurebeständig sowie geruchs- und geschmacksneutral sein.

Die Verpackung sollte möglichst dicht anliegen, um Luft einschließen und damit die Gefrierbrandneigung zu reduzieren. Für die TK-Lagerung besonders geeignet sind Folien und Beutel aus Polyethen<sup>10</sup> (PE), ferner Aluminiumfolie sowie Gefrierdosen aus Polystyrol (PS) oder Polyethen (PE). Ein weitgehend luftdichter Verschluss lässt sich mit Folienschweißgeräten, Gummiringen, Metall- und Kunststoffclips oder gefriergeeigneten Klebebändern erreichen.

<sup>10</sup> Polyethen: Polymer auf Basis von Ethen  $\text{C}_2\text{H}_4$  (veraltet Polyäthylen, Polyethylen).



Harte Verpackungsmaterialien wie Quark- oder Eisbecher sind zwar gesundheitlich unbedenklich, sie werden bei tiefen Temperaturen aber meist brüchig. Nicht geeignet sind im Allgemeinen Verkaufsverpackungen bestehend aus Papier oder Folien sowie Glas. Um die Übersicht zu behalten, sind auf der Verpackung Art und Menge des Lebensmittels sowie das Einlagerungsdatum zu verzeichnen. Neben konsequenter Ordnung im TK-Gerät (wo wird was gelagert?) erleichtert vor allem eine aktuelle Dokumentation außerhalb des Gerätes den Überblick.

Bei Obst und Gemüse werden hauptsächlich Vitamin C und die B-Vitamine abgebaut. Die Vitaminstabilität nimmt mit Absenkung der Lagertemperatur auf  $-20$  bis  $-25$  °C weiter zu. Bei  $-25$  °C liegt der jährliche Vitamin C-Verlust um 10 %, während er bei einjähriger Lagerung unter „Zwei-Sterne-Bedingungen“ ( $-12$  °C und kälter) bis zu 90 % beträgt. Eine kontinuierliche TK-Lagerung bei  $-18$  °C ist also für den Erhalt der ernährungsphysiologischen Qualität unabdingbar. Die B-Vitamine weisen eine höhere Lagerstabilität als Vitamin C auf, ausgenommen Folsäure, die ein ähnliches Abbauverhalten zeigt.

In Fleischwaren sind vor allem die wasserlöslichen B-Vitamine, Vitamin C sowie das fettlösliche Vitamin E zeit- und temperaturbestimmten chemischen Veränderungen während der Lagerung ausgesetzt. Der ernährungsphysiologische Wert von tierischen Lebensmitteln wird während der TK-Lagerung durch in der Fettfraktion ablaufende Oxidationsprozesse beeinflusst. Veränderungen in der Proteinfraction wirken sich auf die physikalisch-chemischen und spezifische biologische Eigenschaften aus, haben jedoch keinen Einfluss auf die ernährungsphysiologische Qualität.

#### MÖGLICHE QUALITÄTSBEEINTRÄCHTIGUNGEN BEI DER TK-LAGERUNG

Beim Auftauen gehen durch Tropfsaftverluste wasserlösliche Vitamine und freie Aminosäuren verloren. Dies kann aber durch ein geeignetes Vorgehen minimiert werden (siehe Tab. 8.8 und 8.9). Lagerzeitbegrenzend bei der TK-Lagerung ist die sensorische Beeinträchtigung, vor allem durch Fettoxidation. Die Qualitätseinbuße wird auch durch Lagertemperaturen um  $-30$  °C nicht völlig gestoppt.

Eine Qualitätsbeeinträchtigung bei der TK-Lagerung wird häufig durch den sogenannten Gefrierbrand verursacht. Darunter ist eine besondere Form der Austrocknung zu verstehen, die als weißliche bis grau-braune Verfärbung sichtbar wird. Das im Gewebe mikrokristallin verteilte Wasser sublimiert und tritt in Dampfform aus. Besonders gefährdet sind Lebensmittel mit hohem Wasseranteil, vor allem Fleisch, Fisch sowie Obst und Gemüse. Ursächlich für Gefrierbrand sind ungeeignetes, fehlerhaftes, beschädigtes oder nicht eng genug anliegendes Verpackungsmaterial sowie Temperaturschwankungen (z. B. infolge der Öffnung der Gerätetür). Die Wasserabgabe ist irreversibel. Durch Gefrierbrand werden Konsistenz, Farbe und Geschmack (Beschleunigung von Oxidationsprozessen) beeinträchtigt, zudem wird der Vitaminabbau gefördert.

## 8.6 KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE (TK-GERÄTE)

ASTRID KLINGSHIRN

Kühl- und TK-Geräte im privaten Haushalt arbeiten überwiegend mit dem Kompressorverfahren. Dazu dienen Kältemittel, die bei Temperaturen unterhalb der Kühl- bzw. TK-Temperatur verdampfen. Der Verdampfer ist im Innenraum des Kühl- bzw. TK-Geräts angeordnet, entweder an der Rückwand oder horizontal unterhalb der TK-Fächer. Durch die Differenz zwischen der Kühl- bzw. TK-Temperatur und der niedrigeren Verdampfungstemperatur des Kältemittels geht Wärme aus dem Kühlraum auf das verdampfende Kältemittel über. Das gasförmige Kältemittel wird vom Kompressor (Verdichter) angesaugt und verdichtet (siehe Abb. 8.3).

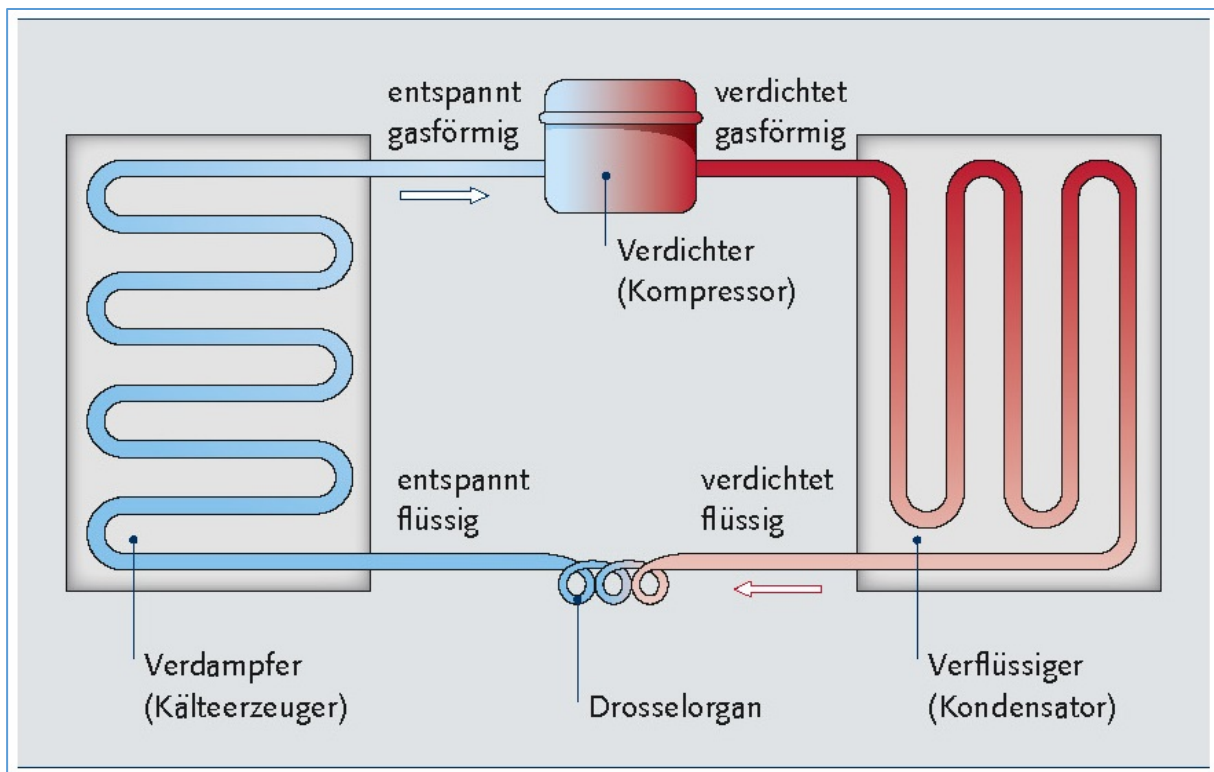


Abb. 8.3: Kältemittelkreislauf beim Kompressorverfahren

Bei der Kompression erhöht sich nicht nur der Druck des Kältemittels, sondern gleichzeitig erwärmt es sich auf Temperaturen oberhalb der Umgebungstemperatur und gelangt so in den Kondensator (Verflüssiger), der sich außen an der Rückseite oder Seitenwand des Geräts befindet. Dort wird nicht nur die thermische Kompressionsenergie, sondern vor allem die bei der Verflüssigung frei werdende Kondensationsenthalpie<sup>11</sup> an die Umgebung abgegeben. Das nun wieder flüssige Kältemittel wird zum Druckabbau durch ein Kapillarrohr zurück in den Verdampfer geleitet, womit sich der Kältemittelkreislauf schließt. In Europa wird seit einigen Jahren als Kältemittel bei Haushaltsgeräten ausschließlich Isobutan eingesetzt (Kurzbezeichnung R 600 a).

<sup>11</sup> Kondensationsenthalpie: Energie, die bei der Kondensation von Gasen frei wird.

Bauform und Nutzinhalt sind nach Haushaltsgröße, Einkaufs- und Kochgewohnheiten sowie baulichen Gegebenheiten zu wählen. Für die Kühlung ist in Ein- und Zweipersonenhaushalten ein Lagervolumen von 120 bis 140 l ausreichend. Jede weitere Person erfordert ein zusätzliches Lagervolumen von etwa 60 l. Für die TK-Lagerung in Haushalten mit ausgeprägter Vorratshaltung ist mit 100 bis 130 l Nutzinhalt pro Person zu rechnen, für Haushalte mit geringer Vorratshaltung reichen 50 bis 80 l pro Person. Tab. 8.25 zeigt die verfügbaren Gerätetypen und ihre Temperaturbereiche, in Tab. 8.26 sind Aufstellhinweise für die unterschiedlichen Bauformen enthalten. Zudem sind herstellerspezifische Angaben zu berücksichtigen.

Tab. 8.25: Temperaturbereiche von Kühl- und Tiefkühlgeräten

Gerätetyp und Fach (Lagerbereich)	Temperaturbereich in °C	Verwendung
Kühlschrank	0 bis 14	Lagerung kühlbedürftiger Lebensmittel
Kühlfach	0 bis 8	Fach für die Lagerung frischer Lebensmittel
Kaltlagerfach	-2 bis +3	Fach, das speziell für die Lagerung von leicht verderblichen Lebensmitteln vorgesehen ist (frischer Fisch, Fleisch- und Wurstwaren)
Kellerfach	8 bis 14	Fach für die Lagerung von Lebensmitteln oder Getränken, die auch bei leicht erhöhter Kühltemperatur haltbar sind
Gefrierschrank, Gefriertruhe	-26 bis -6	Lagerung von Tiefkühlkost und Einfrieren frischer Lebensmittel
Ein-Sterne-Tiefkühlfach	nicht wärmer als -6	Tiefkühlfach für die Lagerung von Gefriergut und die kurzzeitige Lagerung von TK-Ware (1 bis 2 Tage)
Zwei-Sterne-Tiefkühlfach	nicht wärmer als -12	Tiefkühlfach für die kurzzeitige Lagerung von TK-Ware (ca. 1 Woche)
Drei-Sterne-Tiefkühlfach	nicht wärmer als -18	Tiefkühlfach für die Langzeitlagerung von Gefriergut
Gefrierfach (Vier-Sterne-Fach)	nicht wärmer als -18	Fach, das zum Einfrieren von Lebensmitteln geeignet ist, aber auch für die Lagerung unter Drei-Sterne-Bedingungen
Eisbereitungsfach		Lagerfach für das Gefrieren und Lagern von Eis
Kühl-Gefrier-Kombinationen	-18 bis 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühl-Gefriergeräte (zwei Temperaturzonen: Kühlbereich, Gefrierbereich)</li> <li>• Mehrzonengeräte (i. A. mindestens Kühl-, Gefrier- und Kellerfach, häufig auch 0°C-Zone)</li> </ul>

Tab. 8.26: Bauformen und Aufstellhinweise für Kühl- und Tiefkühlgeräte

Gerätebauform	Standardmaße	Aufstellhinweise
Tischgerät	Höhe: 85 cm Breite: 40–60 cm Tiefe: 60 cm	Lüftungsgitter im Sockelbereich und an der Hinterkante der Tischplatte freihalten (Wärmeabfuhr vom Verflüssiger)
Unterbaugerät	Höhe: 78,5–87 cm Breite: 50–90 cm Tiefe: ≤ 57,5 cm	Mindestabstand 3 cm von daneben stehendem Kühl- oder Gefriergerät (Gefahr von Schwitzwasserbildung)
Einbaugerät	Höhe: nicht festgelegt Breite: 60 cm Tiefe: ≤ 57,5 cm	Ein- und Auslassquerschnitt für die Luftzirkulation mindestens 200 cm <sup>2</sup>
Standgerät	Höhe: 85–204 cm Breite: 40–121 cm Tiefe: 60 cm	Abluftführung im Gehäuse integriert, Gerät kann dicht an die Wand gestellt werden
Gefriertruhe	Höhe: 83–91,5 cm Breite: 54,5–165 cm Tiefe: 65–81,5 cm	Für die Belüftung erforderlicher Wandabstand wird meist schon durch die außen angebrachten Scharnierblöcke erzwungen

Unter einem Standgerät ist ein freistehendes Kühl- oder TK-Gerät, eine freistehende Kühl-Gefrier-Kombination oder eine Tiefkühltruhe zu verstehen. Tischgeräte sind ebenfalls als Kühl- oder TK-Geräte oder aber als Kühlgeräte mit Gefrierfach erhältlich. Es handelt sich dabei um Standgeräte mit einer Tischplatte, die auch als Arbeitsplatte nutzbar ist. Sogenannte Unterbaugeräte können (ohne Umbauschrank) unter eine Arbeitsplatte eingeschoben werden. Generell sind Tischgeräte durch Abnehmen der Deckplatte in Unterbaugeräte umzuwandeln. Bei Einbaugeräten ermöglichen die Maße das Einschieben in einen Umbauschrank. Die Geräte besitzen einen Dekorrahmen oder sind für den Einbau hinter einer sogenannten Schlepptür konstruiert, so dass das Gerät dem Küchendesign angeglichen werden kann.

#### AUFBAU UND NUTZUNG VON KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTEN

Bei Kühl- und TK-Geräten ist zu unterscheiden zwischen statischer Kühlung (Luftzirkulation aufgrund natürlicher Konvektion) und dynamischer Kühlung (gezielte Luftführung über Lüfter und Luftführungskanäle; vorwiegend bei sogenannten NoFrost-Geräten). Der sogenannte Bruttoinhalt eines Geräts ist von geringer praktischer Relevanz, denn dieser bezeichnet das Volumen ohne Berücksichtigung der Ausstattungsteile. Dagegen ist die Angabe des sogenannten **Nutzinhalts** wichtig. Sie beschreibt das Volumen, das für die Lagerung von Lebensmitteln verfügbar ist.

In Kühlgeräten mit **statischer** Kühlung befindet sich der Verdampfer an der Rückwand oder im oberen Bereich des Kühlfachs. Wegen der größeren Dichte der kalten Luft sinkt diese im Lagerraum nach unten, so dass sich im Gerät eine Temperaturschichtung ausbildet (siehe Abb. 8.4). Bei statischer Kühlung ist es meistens wegen der Temperaturschichtung auf der untersten Glasablagefläche oberhalb des Gemüsefachs am kältesten. Hier sollten hochverderbliche Waren wie Fisch oder Fleisch gelagert werden. Im mittleren Lagerbereich sind Milchprodukte und zubereitete Lebensmittel einzuordnen, oben geräucherte Fleisch- und Fischwaren sowie Hartkäse. Obst und Gemüse sind im separaten Gemüsefach zu lagern. Für wenig temperaturempfindliche Ware wie Butter oder Getränke sind die Türfächer geeignet.

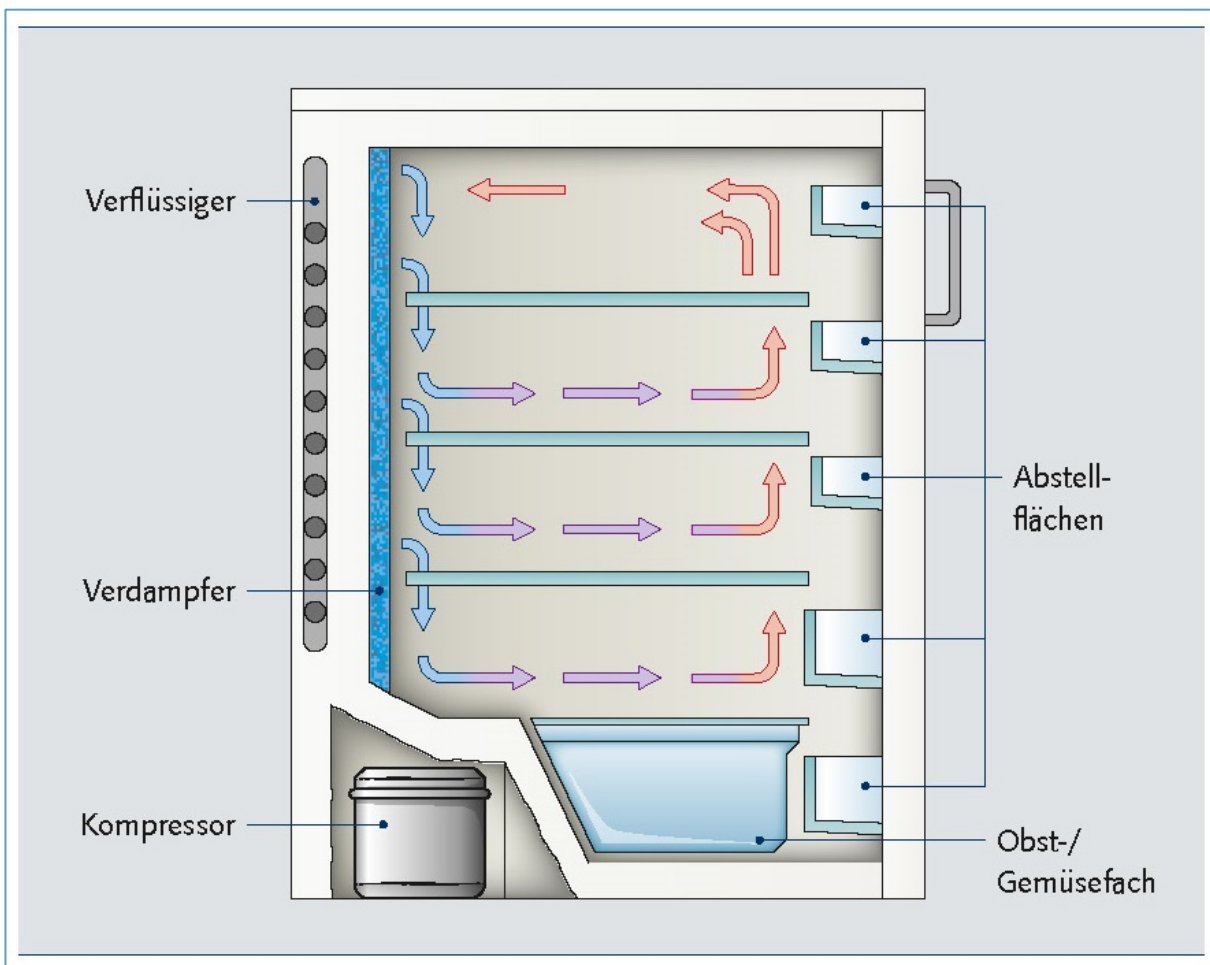


Abb. 8.4: Temperaturverteilung in Kühlgeräten mit statischer Kühlung

Bei **dynamischer** Kühlung wird die Kühlluft über einen außerhalb des Lagerraums liegenden Verdampfer und dann durch ein Kanalsystem gleichmäßig auf alle Lagererebenen geleitet. Abb. 8.6 zeigt den Aufbau für ein TK-Gerät – für ein Kühlgerät ist dies in gleicher Weise gültig. Es ergibt sich eine homogene Temperaturverteilung (siehe Abb. 8.5). Dadurch sind nahezu alle Lagerplätze im Gerät gleichwertig. Für Fisch, Wurst und Fleisch sowie Obst und Gemüse können zusätzlich separate Kaltlagerfächer vorgesehen sein.

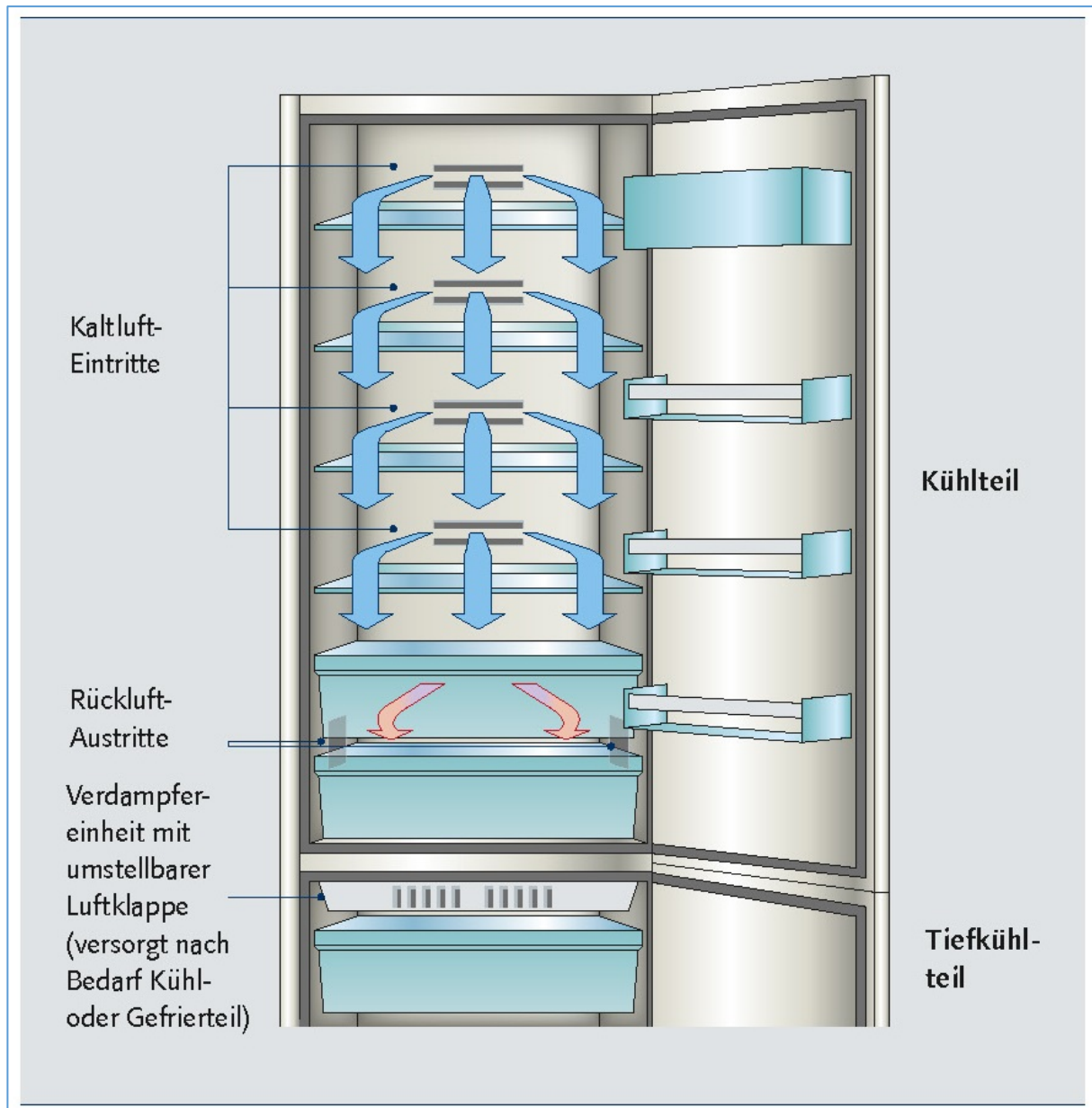


Abb. 8.5: Luftzirkulation im Kühlteil einer Kühl-Gefrier-Kombination

Auch in dynamisch gekühlten Geräten sollten gewisse Lagerprinzipien eingehalten werden. Um Kreuzkontaminationen zum Beispiel durch Tropfsaft zu vermeiden, sollten rohe und gegarte Lebensmittel getrennt voneinander aufbewahrt werden, verzehrfertige Lebensmittel sollten über Rohwaren lagern. Damit der Lagerbestand auf einen Blick erfasst werden kann, empfiehlt es sich, gleichartige Lebensmittel in unmittelbarer Nähe zueinander zu platzieren.

In Mehrzonenkühlgeräten werden die unterschiedlichen Temperaturbereiche innerhalb eines Geräts durch separate Verdampfer oder durch spezielle Luftführung erzielt. Das Kühlfach (2 bis 8 °C) ist meist getrennt vom Kaltlagerfach (-2 bis +3 °C), vom Kellerfach (8 bis 14 °C) und vom Gefrierfach (-18 bis -26 °C) regelbar. Neuentwicklungen bieten eine noch größere Variationsbreite hinsichtlich der Lagerbereiche und der Temperaturzonen.

## BESONDERHEITEN VON TK-GERÄTEN

TK-Geräte werden wie Kühlgeräte als Tisch-, Stand-, Unterbau- oder Einbaugeräte angeboten. Die Lagerung erfolgt in Lagerschalen oder direkt auf den Verdampferlamellen hinter Frontklappen. TK-Truhen sind freistehende Geräte, die von oben beladen werden. Zumeist ist dort ein Vorgefrierfach mit erhöhter Kälteleistung vorhanden, räumlich vom restlichen Lagerbereich getrennt. Hängekörbe oder verschiebbare Trennwände erlauben eine bessere Übersicht. Wegen der schlechteren Zugänglichkeit des TK-Guts werden Truhen oft als Vorrat für selteneren Zugriff (Beladung, Entnahme) eingesetzt, weshalb auch die Aufstellung in Vorratskammern oder im – meist kühlen – Keller gebräuchlich ist. Dies wirkt sich auch günstig auf den Energieverbrauch aus.

Brutto- und Nutzinhalt sind wie bei Kühlgeräten definiert. Zusätzlich wird diejenige Lagergutmasse angegeben, die maximal eingelagert werden kann. Bei einem Nutzinhalt von 100 l können 50 bis 70 kg gemischtes TK-Gut eingelagert werden (50 bis 80 kg Fleisch oder 40 bis 60 kg Obst bzw. Gemüse). Um einen optimierten Qualitätserhalt des TK-Guts zu gewährleisten, darf nur eine bestimmte Menge frischer Waren eingelagert werden. Als tägliches Gefriervermögen ist die maximale Masse von thermisch wasseräquivalentem Lebensmittel definiert, die – unter festgelegten Bedingungen – innerhalb von 24 h in einem TK-Gerät von +25 °C auf –18 °C eingefroren werden kann. Das Gefriervermögen hängt im Wesentlichen von der Kälteleistung des Kompressors und den vom Hersteller empfohlenen Vorgefrierbedingungen ab. Wenn das Gerät beispielsweise vor dem Einlagern der Gefrierlast einige Zeit auf Einstellung „Gefrieren“ (Super-Schaltung: Kompressor im Dauerbetrieb) laufen soll, sinkt die Temperatur des bereits eingelagerten TK-Guts und schafft damit eine bessere Voraussetzung für das Tiefkühlen frischer Ware. TK-Geräte müssen nach DIN je 100 l Nutzinhalt mindestens 4,5 kg an (thermisch wasseräquivalenten) Lebensmitteln einfrieren können.

Ein Ausfall der Kühlung infolge von Stromausfall oder von Störungen im Kältekreislauf ist über eine gewisse Zeit ohne große Relevanz für die sensorische oder hygienische Qualität der eingelagerten Lebensmittel. Ein Maß für die tolerierbare Zeitspanne ist die vom Hersteller angegebene Zeit für einen Temperaturanstieg bei Störung, definiert als die Zeit, in der sich bei unterbrochenem Betrieb das eingefrorene TK-Gut von –18 auf –9 °C erwärmt. Die Spezifikation bezieht sich auf eine Beschickung mit 80 kg Lagergut (thermisch wasseräquivalent) je 100 l Nutzinhalt – ein praxisferner Zustand. Bei normal gefülltem Gerät beträgt die praktische „Lagerzeit bei Störung“ nur etwa ein Drittel der genannten Zeitspanne.

Außer konventionellen Geräten mit statischer Kühlung sind sogenannte NoFrost-Geräte erhältlich, bei denen die gewünschte Temperatur im Lagerraum durch das Einblasen von Kaltluft erreicht wird. Aufbau und Funktionsweise gehen aus Abb. 8.6 hervor. Bei NoFrost-Geräten entfällt für den Benutzer das ansonsten erforderliche regelmäßige Abtauen (siehe auch unten).

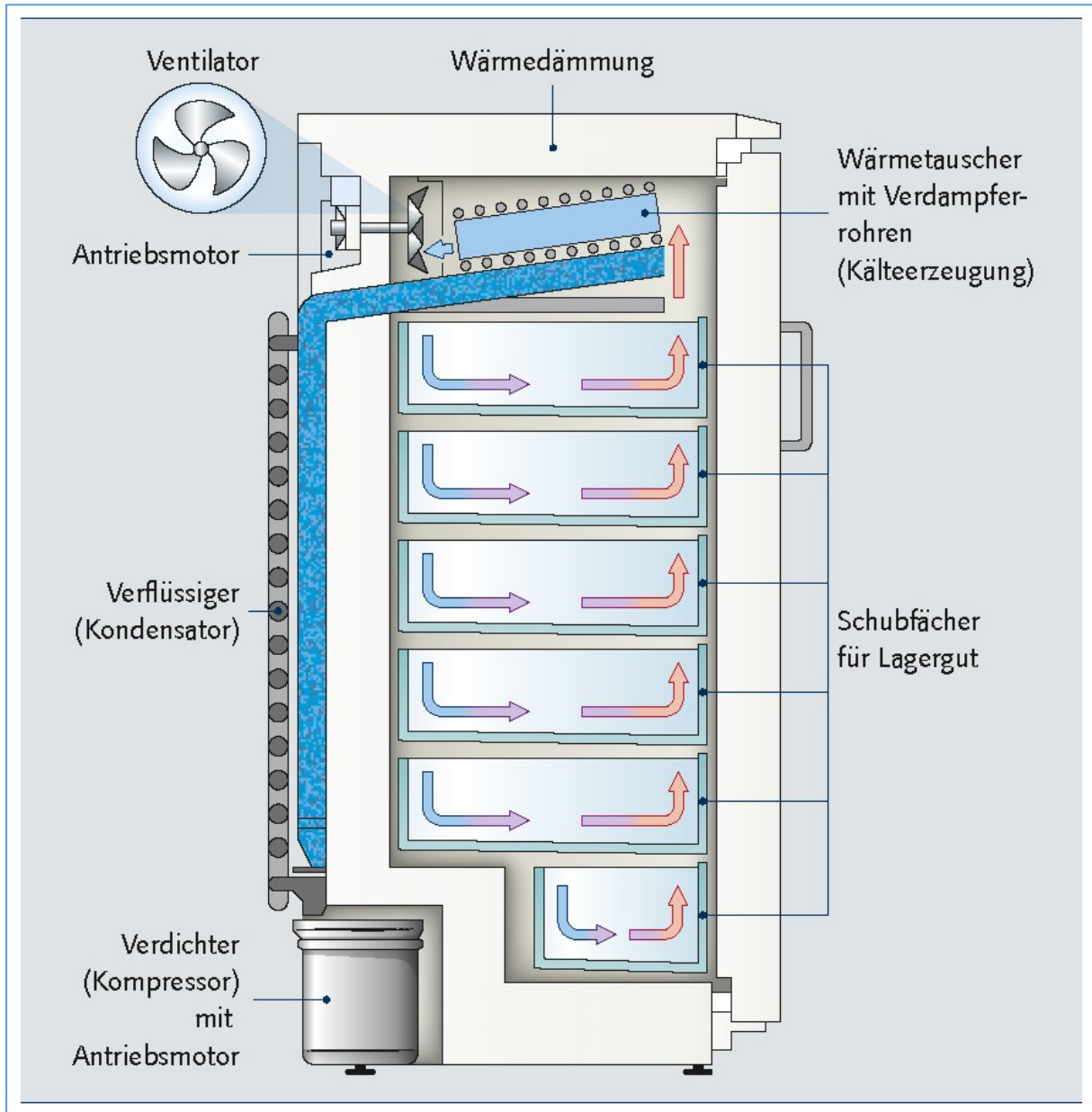


Abb. 8.6: No-Frost-Tiefkühlgerät

## WARTUNG UND PFLEGE

### ABTAUEN

Im Laufe der Betriebszeit bildet sich durch kondensierende Luft- und Lebensmitteleuchte auf der Verdampferoberfläche eine Reif- und später Eisschicht. Diese behindert den Wärmedurchgang aus dem Kühlraum zum Verdampfer, führt so zu längerer Laufzeit des Kompressors und erhöht den Energieverbrauch.



Außerdem wird die Luftzirkulation behindert, so dass die Kälteleistung sinkt und die Lagertemperatur steigt. Deshalb sind die Geräte nach Bedarf abzutauen – die Eisschicht sollte eine Stärke von 1 cm keinesfalls übersteigen.

Für **Kühlgeräte** gibt es folgende Abtauverfahren:

- Bei Geräten **ohne** jegliche **Abtauautomatik** wird das Abtauen durch einen Benutzereingriff eingeleitet. Das Gerät wird ausgeschaltet und nach Ende des Abtauprozesses wieder eingeschaltet, wobei das Tauwasser von Hand entfernt oder über ein Ablaufrohr fortgeleitet wird.
- Beim **teilautomatischen Abtauen** wird das Kälteaggregat vom Verbraucher zwar manuell außer Betrieb gesetzt, das Wiedereinschalten erfolgt aber selbsttätig, wenn der Eisansatz am Verdampfer restlos geschmolzen ist und die Temperatur steigt. Das Tauwasser fließt in einen Auffangbehälter.
- Mit **Abtauautomatik** taut der großflächige Verdampfer an der Rückwand des Kühlraums in den Taktpausen der Regelung während der Standzeiten des Kompressors selbsttätig ab, weil er sich in diesen Zeiten ausreichend erwärmt. Im ggf. vorhandenen TK-Fach des Kühlgeräts wird während des Abtauens die Mindestlagertemperatur sicher eingehalten. Das Tauwasser gelangt über eine Ablaufrinne unterhalb des Verdampfers im Gerät und eine Durchführung in der Geräterückwand nach außen in eine Verdunstungsschale oberhalb des Kompressors. Die Ablaufrinne und die Durchführung nach außen ist regelmäßig sauber und schimmelfrei zu halten, damit das Tauwasser sicher ablaufen kann.
- Bei NoFrost-Geräten schlägt sich die Feuchtigkeit nicht im Kühlraum und auf dem Lebensmittel nieder, sondern sammelt sich außerhalb am Lamellenverdampfer – die Kühlung des Lagerguts erfolgt wie schon beschrieben durch Kaltluft, die vom Verdampfer aus in das Gerät geblasen wird. Der Verdampfer kann nach Unterbinden des Luftzutritts zum Kühlraum durch eine Beheizung abgetaut werden, ohne dass sich der Kühlraum erwärmt. Anfallendes Tauwasser wird wie bei Abtauautomatik abgeleitet.

**Konventionelle TK-Geräte** (also ohne NoFrost-Technik) sowie TK-Fächer von Kühl-Gefrierkombinationen sind von Hand nach Bedarf, mindestens jedoch einmal jährlich abzutauen. Dazu müssen die eingelagerten Lebensmittel herausgenommen werden. Vor dem Abtauen ist durch Einschalten auf Dauerbetrieb eine Kältereserve zu schaffen. Abtauen ist zudem bei niedrigen Außentemperaturen im Winter empfehlenswert, um die TK-Lebensmittel während des Abtauvorgangs auf dem Balkon oder im Außenbereich der Wohnung – sofern vorhanden – zwischenzulagern. Je nach Gerät kann das Abtauen auch durch einen Tauwasserablauf im Sockel oder eine Auffangschale für das Tauwasser erleichtert sein.

## REINIGUNG

Das Hygieneproblem wird bei Kühl- und TK-Geräten meist unterschätzt. Zwar lässt die Temperatur des Lagerraums allenfalls psychrophile Keime zu, aber die hohe relative Luftfeuchtigkeit bewirkt doch eine nennenswerte Vermehrung. Auch die Schimmelbildung sollte nicht unterschätzt werden. Deshalb sollten die Lagerfächer sowohl bei Kühl- als auch bei TK-Geräten in regelmäßigen Zeitabständen gründlich gereinigt werden, am besten anlässlich des Abtauens. Zur Säuberung eignen sich lauwarmes Wasser und ein mildes, leicht saures Reinigungsmittel (pH < 6,7) oder auch Essigwasser. Vor der Wiedereinlagerung der Lebensmittel und der Inbetriebnahme ist das Gerät innen gründlich zu trocknen, um die neuerliche, rasche Bildung einer Eisschicht auf dem Verdampfer und eine feuchtebedingte Schimmelbildung zu vermeiden.

## 8.7 SPEZIALKÜHLGERÄTE

*ASTRID KLINGSHIRN*

Für den Haushaltsbereich steht eine Reihe von Spezialkühlgeräten zur Verfügung, die eine Komplettierung der Standardpalette darstellen, als mobile Ergänzung dienen und Nischen im marktgängigen Geräteprogramm füllen. Inwieweit die Anschaffung und der laufende Betrieb der Spezialkühlgeräte für einen Privathaushalt sinnvoll ist, hängt von den jeweiligen Vorlieben, den individuellen Komfortansprüchen und nicht zuletzt der finanziellen Situation ab.

Einen Überblick über Spezialkühlgeräte geben Tab. 8.27 und 8.28.

Tab. 8.27: Spezialkühlgeräte – ein Überblick (Teil 1)

Gerät	Technische Eigenschaften und Lagerparameter
Kühlrolley	Kühlrolleys arbeiten nach dem Kompressorprinzip und werden von oben beschickt. Die Lagertemperatur beträgt 2 °C bis 8 °C. Die Geräte sind auf Rollen leicht fahrbar und vor allem für die Getränkekühlung konzipiert.

Tab. 8.28: Spezialkühlgeräte – ein Überblick (Teil 2)

Gerät	Technische Eigenschaften und Lagerparameter
Weinlager-schrank sowie Weintemperier-schrank	<p>Weinlagerschränke decken eine Temperaturzone ab und dienen der langfristigen und fachgerechten Vorratshaltung von Wein. Weintemperierschränke erlauben die Lagerung in der jeweils gewünschten Trinktemperatur. Die Temperatur ist bei diesen Geräten in bis zu fünf Zonen zwischen ca. 5 bis 20 °C für die Lagerung von Weiß- und Rotweinen sowie Sekt einstellbar. Die Geräte sind auf die speziellen Anforderungen optimiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektronische Temperaturregelung für exakte Konstanz</li> <li>• homogene Temperaturverteilung durch dynamische Kühlung (Umluftsystem)</li> <li>• schwingungsfreie Aufhängung und besondere Laufruhe des Aggregats, um eine vibrationsarme Weinlagerung zu gewährleisten</li> <li>• freie Wahl der Luftfeuchtigkeit zwischen 50 und 80 %</li> <li>• Aktivkohlefilterung zur Erhaltung der Luftqualität</li> <li>• Glastür (soweit vorhanden) mit UV-Filter ausgestattet, um eine Schädigung der gelagerten Weine zu vermeiden</li> </ul> <p>Weinlagerschränke sind als Standgeräte, Einbaugeräte oder Side-by-Side-Kombinationen erhältlich.</p>
Kühlbox	<p>Kühlboxen sind portable Lagerboxen zur kurzfristigen Aufbewahrung von Lebensmitteln und Getränken mit einem Lagervolumen von 8 bis 30 Litern. Passiv gekühlte Kühlboxen ermöglichen eine Kurzzeitlagerung, meist unter Beipacken von tiefgefrorenen Kühlakkus, deren Inhalt bei Minustemperaturen flüssig wird und dabei eine große Wärmemenge bindet. Aktive Kühlboxen arbeiten meist mit Peltierkühlung. Peltierelemente (Halbleiterdioden) sind nicht nur billig, sondern auch sehr platzsparend, haben allerdings einen schlechten Wirkungsgrad, vor allem bei hoher Umgebungstemperatur.</p>
Minikühl-schrank (Kapa-zität 5 bis 20 l)	<p>Minikühlschränke sind wie aktiv gekühlte Boxen aufgebaut. Die niedrigste einstellbare Lagertemperatur liegt (abhängig von der Außentemperatur) bei 3 °C bis 8 °C. Einige Modelle können auch auf Warmhalten (bis 65 °C) umgeschaltet werden.</p>
Schnellkühl-gerät/Schock-gefriergerät	<p>Schnellkühl- oder Schockgefriergeräte sind Standgeräte für den privaten Haushalt oder die Kleingastronomie zur schnellen Abkühlung von zubereiteten oder rohen Lebensmitteln, nicht jedoch zur anschließenden Lagerung. Warme Speisen sollen in 90 Minuten auf 2 °C bis 3 °C gekühlt werden. Die Geräte (die Temperatur beträgt im Allgemeinen –35 °C) gewährleisten ein rasches Einfrieren.</p>

## 8.8 ÖKOLOGISCHE ASPEKTE IM LEBENSZYKLUS VON KÄLTEGERÄTEN

ASTRID KLINGSHIRN, WOLFHART LICHTENBERG UND ELMAR SCHLICH

Wegen des Dauerbetriebs hat der Verbrauch an Betriebsenergie (Elektroenergie) von Kühl- und Tiefkühlgeräten einen besonders hohen Stellenwert. Im Vergleich zu den 1990er Jahren ist der laufende Verbrauch an Betriebsenergie von Neugeräten durch Verbesserung der Wärmedämmung, effizientere Verdichter sowie Optimierungsmaßnahmen bei der Regelung und den Komponenten des Kältekreislaufs etwa auf ein Drittel gesenkt worden. Abb. 8.7 gibt einen Überblick über die im Zeitraum von 1997 bis 2012 erzielte Reduktion von 65 bis 73 %. Diese bis 2012 bereits erzielte Reduktion deutet darauf hin, dass das technische Einsparpotential heute weitgehend ausgeschöpft sein dürfte, wobei noch effektivere Abtautechnik, wirksamere Isolation und bessere Kompressoren vorstellbar sind.

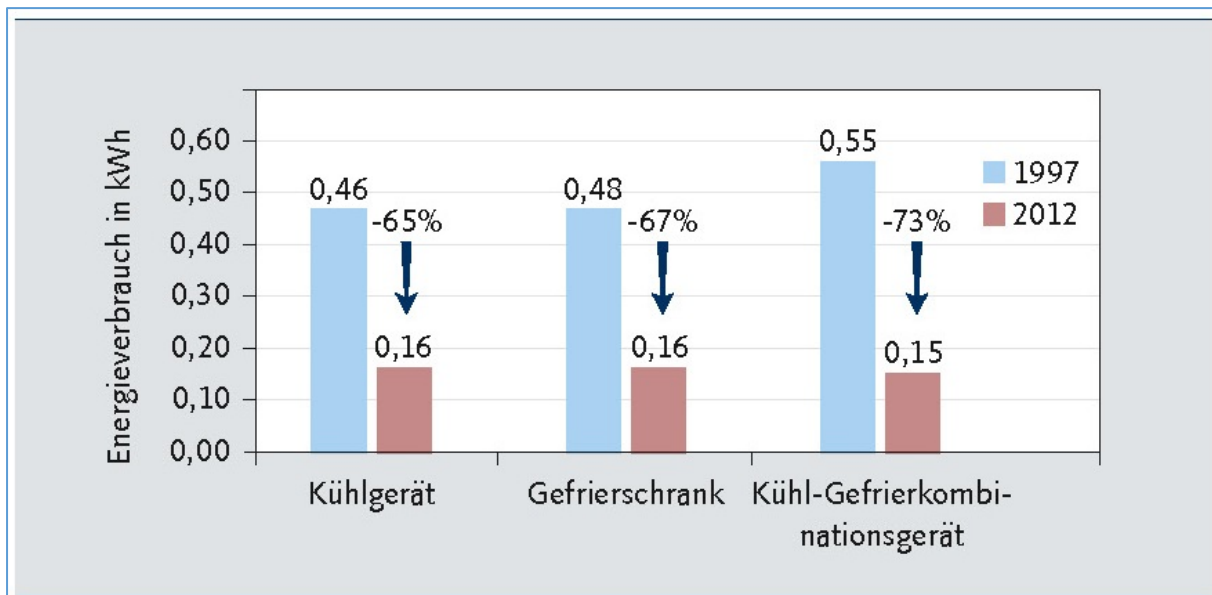


Abb. 8.7: Vergleich des mittleren Verbrauchs an Elektroenergie von neuen Kühl- und TK-Geräten der Baujahre 1997 und 2012 (je 100 l Nutzvolumen in kWh pro Tag)

Die Lebensdauer von Kühl- und TK-Geräten liegt bei etwa 15 Jahren. Nur 55 % der Geräte sind jünger als 5 Jahre. Der Austausch alter gegen energieeffizientere neue Geräte amortisiert sich durch die Reduktion der Energiekosten des laufenden Betriebs schon nach kurzer Zeit, allerdings logischer Weise nur, wenn das Altgerät fachgerecht entsorgt und nicht etwa als zusätzliches Vorratsgerät weiter betrieben wird.

Schon seit 1995 müssen Kühl- und TK-Geräte in Verkaufs- und Ausstellungsräumen nach der seinerzeit gültigen europäischen Richtlinie etikettiert werden, um dem Nutzer einen Vergleich des Verbrauchs an Betriebsenergie zu ermöglichen.

Nach mehreren Modifikationen dieser Richtlinie haben das Europäische Parlament und der Rat am 04. Juli 2017 die aktuell gültige Energieverbrauchs-Kennzeichnungs-Verordnung (EnKVO 2017<sup>12</sup>) erlassen, die am 01. März 2021 in Kraft getreten ist. Kühlgeräte unterliegen zusätzlich der Delegierten Verordnung (EU) 2019/2016<sup>13</sup>, die als Ergänzung zur EnKVO 2017 vorliegt. In Abb. 8.8 ist das aktuell gültige europäische Energieverbrauchskennzeichnungsetikett (EU-Energie-label) für Kühl- und Tiefkühlgeräte dargestellt und erläutert.

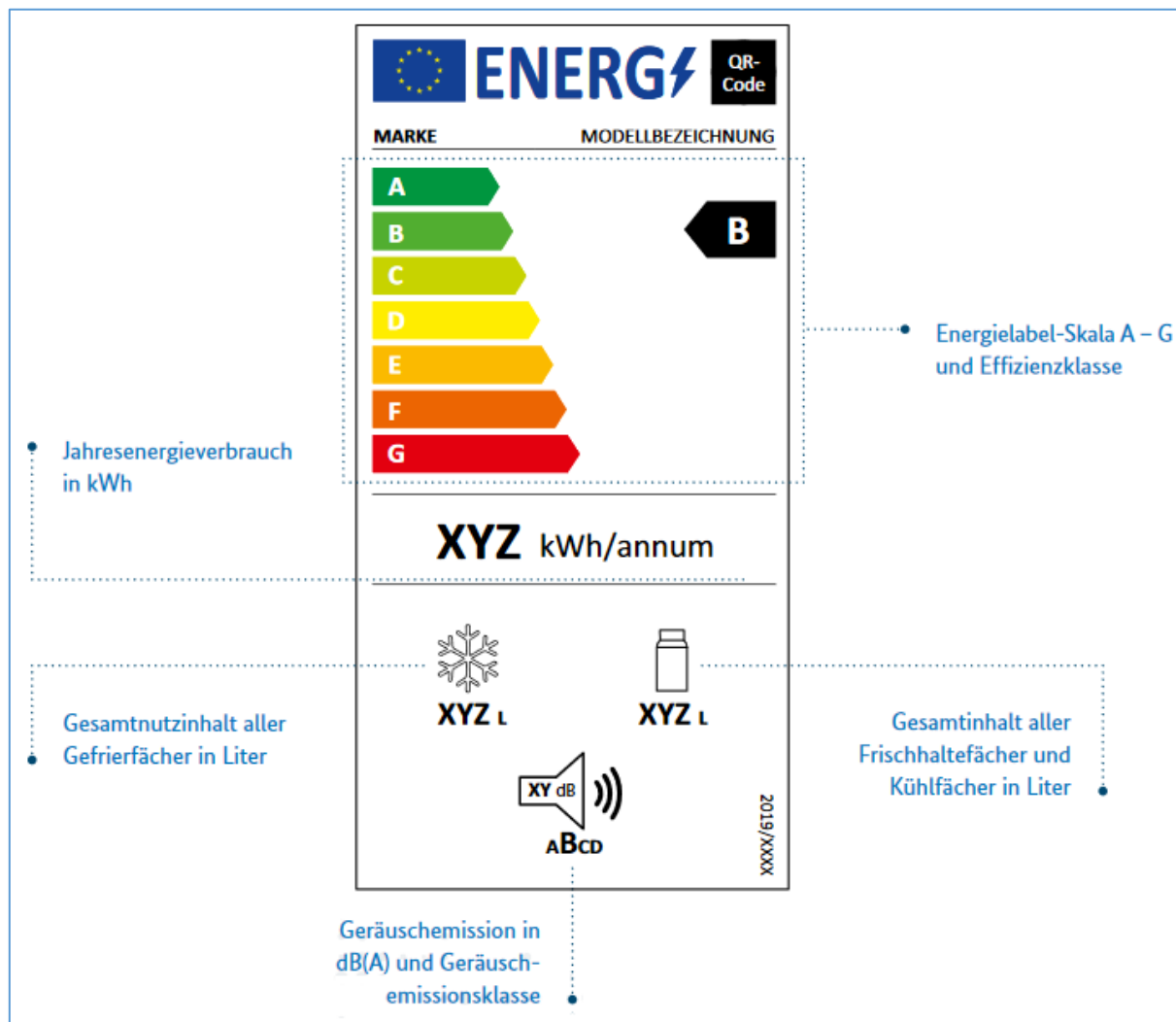


Abb. 8.8: Energie-label 2021 für Kühl- und Tiefkühlgeräte

Das Energie-label 2021 für Kühl- und TK-Geräte gibt neben der farblichen Visualisierung der Klassen A bis G Informationen zum Jahresenergieverbrauch, zum Nutzinhalt der Kühl- und Tiefkühlfächer sowie zur Geräuschemission des Geräts.

<sup>12</sup> EnKVO 2017: Verordnung (EU) 2017/1369 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2017 zur Festlegung eines Rahmens für die Energieverbrauchskennzeichnung und zur Aufhebung der Richtlinie 2010/30/EU.

<sup>13</sup> (EU) 2019/2016: Delegierte Verordnung (EU) 2019/2016 der Kommission vom 11. März 2019 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2017/1369 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von Kühlgeräten und zur Aufhebung der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 1060/2010 der Kommission.

Wie schon in Teil II, Kap. 3.2 (2021) dargelegt, werden die Geräte nach dem Verbrauch an Betriebsenergie in Energieeffizienzklassen eingeteilt. Die Energieeffizienzklasse beschreibt das Verhältnis zwischen dem unter Normbedingungen gemessenen Verbrauch an Elektroenergie zu einem gerätespezifischen Bezugswert, in den der Nutzinhalt, die Art des Gerätes, die Kühltechnik, die Klimaklasse (siehe unten) sowie die Art der Lagerfächer eingehen. Die EnKVO 2017 schreibt die Einteilung in die Energieeffizienzklassen A bis G vor. Die früheren Klassen A+, A++ und A+++ sind entfallen. Die Energieeffizienzklassen gemäß EnKVO 2017 entsprechen inhaltlich nicht den bisherigen, obwohl sie nominell gleichlauten.

Ein weiterer Bestandteil des Energielabels ist der QR-Code, der mit einem Smartphone gescannt werden kann, um über die EPREL-Datenbank<sup>14</sup> zusätzliche Produktinformationen zu erhalten. Diese Daten geben die Hersteller derzeit in die öffentlich einsehbare Datenbank ein. Zudem können von privatwirtschaftlichen Unternehmen und Nichtregierungsorganisationen weitere Apps zur Unterstützung der Kaufentscheidungen entwickelt werden, zum Beispiel zur Berechnung der Amortisationszeit oder zum Produktvergleich.

Indem Art und Größe der Kältegeräte optimal an die jeweiligen Haushaltserfordernisse angepasst werden, lässt sich der Verbrauch an Elektroenergie minimieren. Beispielsweise ermöglichen Kombinationsgeräte mit Magnetventil im Kältemittelkreislauf eine unabhängige Nutzung von Kühl- und Tiefkühlteil, und es kann eine „Urlaubsschaltung“ oder ein Energiesparmodus zur Anpassung an individuelle Nutzungsbedingungen gewählt werden.

Der Energieverbrauch ist außerdem maßgeblich durch das Benutzerverhalten und die Aufstellsituation bestimmt. Haupteinflussfaktoren sind:

- die gewählte Kühl- und TK-Temperatur,
- die Aufstellsituation und die Umgebungstemperatur,
- der Beladungszustand und die Beladungsgewohnheiten,
- die Häufigkeit und die Dauer der Türöffnungen,
- der Wärmeeintrag durch defekte Türdichtungen (regelmäßige Reinigung!) sowie
- die Vereisung des Verdampfers (regelmäßiges Abtauen!).

Die Erhöhung der Kühltemperatur von 5 auf 7 °C reduziert zwar den Energieverbrauch um 13 %, jedoch muss die Kühltemperatur an das Kühlgut angepasst sein. Für hochverderbliche Fleischwaren oder Rohmilchprodukte sollten höchstens 4 °C gewählt werden, um die Lebensmittelsicherheit und -qualität zu gewährleisten.

---

<sup>14</sup> EPREL: Europäische Produktdatenbank für Energielabel. Siehe [https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/product-database\\_de](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/product-database_de) (zuletzt abgerufen 09.07.2021)

Kühl- und TK-Geräte finden in kühlen und gut belüfteten Räumen optimale Betriebsbedingungen vor – die Absenkung der Umgebungstemperatur um 1 °C bewirkt bei Kühlgeräten eine Energieeinsparung von etwa 8 %, bei TK-Geräten etwas weniger. Der Aufstellort ist so zu wählen, dass keine direkte Sonneneinstrahlung und keine Wärmezufuhr durch einen Heizkörper oder Herd erfolgt. Wichtig ist außerdem eine ausreichende Belüftung des Kondensators an der Geräterückseite, um den Abtransport der dort anfallenden Wärme sicherzustellen. Dazu müssen die Zuluftöffnung am Geräteboden (unten, vorne) und die Abluftöffnung an der Oberseite (oben, hinten) frei und sauber sein, damit die notwendige Konvektion am rückseitigen Kondensator gewahrt bleibt.

Bei extrem niedriger oder hoher Temperatur (unter 10 °C oder über 32 °C) im Aufstellungsraum kann es ausnahmsweise erforderlich werden, anstatt der in Deutschland üblicherweise vertriebenen Kältegeräte der Klimaklasse SN (erweitert normal) eine Sonderausführung für die Subtropen (Kurzzeichen ST: bis 38 °C) oder die Tropen (Kurzzeichen T: bis 43 °C) anzuschaffen. Kritisch kann es bei einer Umgebungstemperatur unter 10 °C bei Kühlgeräten mit integriertem Tiefkühlfach werden, wenn nur ein Temperaturwähler (im Kühlraum) vorhanden ist. Dann sind die Stehzeiten des Kompressors u. U. so lang, dass im TK-Fach eine Temperatur von –18 °C überschritten wird. Dies kann bei einigen Geräten durch Betätigung eines zusätzlichen „Winter“-Schalters im Kühlraum oder durch zusätzliche elektronische Ausstattung verhindert werden.

Der Verbrauch an Betriebsenergie von Kühlgeräten lässt sich in gewissen Grenzen durch das Beladungsverhalten beeinflussen. Das Einlagern von Lebensmitteln mit einer Temperatur um +50 °C kann den Energieverbrauch im Vergleich zu einer Einlagerung mit +20 °C vorübergehend verdreifachen und führt außerdem zur Erwärmung des übrigen Kühlguts.

Das Auftauen von TK-Gut im Kühlgerät kann dessen Energieverbrauch dagegen zeitweilig um bis zu 25 % senken. Ein Wärmeeintrag in Kältegeräte erfolgt außer durch das Einlagern warmer Lebensmittel wesentlich durch das Öffnen der Gerätetür. Durch zweckmäßige Planung und Lagersystematik lassen sich Öffnungsdauer und Häufigkeit reduzieren und damit der Betriebsenergieverbrauch mindern.

Nachdem die Hersteller durch technische Neuerungen und Optimierungen den Verbrauch an Betriebsenergie neuer Geräte in den letzten Jahrzehnten drastisch reduziert haben, liegt es nun an den Nutzerinnen und Nutzern, diese effizienten Geräte sinnvoll einzusetzen. Vor dem Hintergrund der ehrgeizigen politischen Reduktionsziele hinsichtlich der Emission klimarelevanter Gase ist heute das Nutzerverhalten in den privaten Haushalten entscheidend. Tab. 8.29 fasst die hier angegebenen Hinweise für ein optimiertes Nutzerverhalten zusammen.

Tab. 8.29: Zusammenfassende Hinweise zu Kauf, Nutzung und Entsorgung von Kühl- und TK-Geräten

Phase im Lebenszyklus	Hinweise für Nutzer und Nutzerinnen im privaten Haushalt
<b>Gerätekauf</b>	Anpassung von Zahl und Größe der Geräte an die Haushaltserfordernisse (Anzahl der Personen, Einkaufsrhythmus, Aufstellungssituation), Notwendigkeit für automatische Abtauung bei TK-Geräten abwägen (höherer Energieverbrauch bei geringerem Wartungsaufwand)
	Vergleich von Geräteangeboten im Handel anhand des Energiekennzeichnungsetiketts (Jahresenergieverbrauch)
	Amortisationsrechnung zur Abwägung höherer Anschaffungskosten gegen niedrigere Energiekosten unter Berücksichtigung steigender Energiekosten für eine Lebensdauer von 15 Jahren
<b>Nutzung</b>	Einkauf CO <sub>2</sub> -freier Elektroenergie beim Energieversorger (Ökostrom)
	Wahl des Aufstellungsorts in kühlen, gut belüfteten Räumen
	Regelmäßiges Abtauen des Verdampfers bei statisch arbeitenden Kühlgeräten, Sauberhalten der Abflussrinne und Abflussöffnung für das Tauwasser (innen, unterhalb des Verdampfers), regelmäßige Reinigung des Kondensators (Geräterückseite)
	Regelmäßiges Säubern und Prüfung der Türdichtung auf Dichtheit
	Freihalten der Zuluftöffnung (Gitter an der Vorderseite, unten) und der Abluftöffnung (Gitter an der Rückseite, oben) zur Gewährleistung der freien Konvektion am Kondensator
	Kühltemperatur auf +4 °C, TK-Temperatur auf -18 °C einstellen
	Lebensmittel gut verpackt einlagern, um Austrocknung und Verderb zu verhindern; Überladung vermeiden, um ausreichende Luftzirkulation zu ermöglichen
	Einlagerung noch warmer Lebensmittel vermeiden und deren Abkühlung auf Raumtemperatur abwarten
	Auftauen von TK-Lebensmitteln im Kühlgerät, dabei je nach Stückgröße den Zeitbedarf beachten
	Beachtung des First-In/First-Out Prinzips sowie Prüfung von MHD und Verbrauchsdatum eingelagerter Lebensmittel zur Vermeidung von Lebensmittelverlusten (food waste)
Häufiges Öffnen der Gerätetür vermeiden, planvolle Entnahme und Beladung	
<b>Entsorgung</b>	Altgeräte beim Neukauf eines Geräts über den Einzelhandel bei der Lieferung oder über kommunale Entsorger fachgerecht entsorgen
	Keinesfalls das Altgerät als Zweitgerät weiternutzen
	Geräte, die älter als ca. 15 – 20 Jahre sind, durch ein Neugerät ersetzen



Deutschland soll nach dem Willen des Gesetzgebers bis 2045 klimaneutral werden. Dazu plant der Gesetzgeber, das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) 2019 in der Neufassung vom 29. Juli 2021<sup>15</sup> zu novellieren. Danach soll die Emission von Treibhausgasen – vorwiegend CO<sub>2</sub> – bis 2030 um 65 % und bis 2040 um 88 % reduziert werden, jeweils bezogen auf die Emission des Jahres 1990.

Damit soll eine sogenannte „Klimaneutralität“ erreicht werden, nach der genau so viel Treibhausgas emittiert werden darf wie seitens der Umwelt aufgenommen und verstoffwechselt werden kann. Nachdem bei Kühl- und TK-Geräten das technische Reduktionspotential herstellerseitig weitgehend ausgereizt ist und die politischen Rahmenbedingungen durch öffentlichen Druck (z. B. durch die Friday for Future-Bewegung) und durch Gerichtsentscheidungen gesetzlich eindeutig sind, liegt es nun an den Nutzerinnen und Nutzern, durch effizientes Verbraucherverhalten die Emission von Treibhausgasen nachhaltig zu reduzieren.

Die Klimarelevanz des gesamten Lebenszyklus eines Kühl- oder TK-Geräts (Herstellung, Betrieb und Entsorgung) wird mit dem sogenannten TEWI-Wert<sup>16</sup> dargestellt. Dieser Wert fasst die Treibhauswirkung freiwerdender Kältemittel (Leckagen im Betrieb und bei der Entsorgung) und der Treibgase für die aufgeschäumte Wärmedämmung mit der Treibhauswirkung des Verbrauchs an Betriebsenergie zusammen.

Zur Berechnung der Umweltwirkung sind die im Gerät eingesetzten Kältemittel und Treibgase für die Wärmedämmung mit Kennwerten zur Ozonzerstörung (Ozone Depletion Potential ODP<sup>17</sup>) und zur Treibhauswirkung (Global Warming Impact, GWP<sup>18</sup>) gekennzeichnet. Dabei ist hinsichtlich Ozonschicht und Treibhauseffekt von sehr großer Bedeutung für die Umwelt, dass Altgeräte fachgerecht entsorgt werden, ohne dass die in diesen Geräten noch benutzten FCKW-Kältemittel in die Atmosphäre gelangen. Dazu muss der Haushalt das ausgemusterte Altgerät dem Einzelhandel oder der Kommune zur fachgerechten Entsorgung übergeben und keinesfalls als Zweitgerät weiter betreiben.

---

<sup>15</sup> KSG 2021: Bundesklimaschutz-Gesetz in der novellierten Fassung vom 29.07.2021. siehe [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/ksg\\_aendg\\_2021\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/ksg_aendg_2021_bf.pdf) (zuletzt abgerufen 07.07.2021)

<sup>16</sup> TEWI: Total Equivalent Warming Impact (siehe <https://cold.world/de/know-how/treibhauseffekt-und-tewi-kennwert> (zuletzt abgerufen 06.07.2021)

<sup>17</sup> Ozone Depletion Potential (ODP): Ozonabbaupotential von Kältemitteln und Treibgasen. Siehe <https://cold.world/de/know-how/odp-ozone-depletion-potential-von-k> (zuletzt abgerufen 06.07.2021).

<sup>18</sup> Global Warming Potential (GWP): Treibhausfaktor von Kältemitteln und Treibgasen. Siehe <https://cold.world/de/know-how/gwp-von-kaeltemitteln> (zuletzt abgerufen 06.07.2021).