

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 82 (1964)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete der Kältekonservierung von Lebensmitteln  
**Autor:** Kuprianoff, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-67436>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete der Kältekonservierung von Lebensmitteln

Von Prof. Dr. J. Kuprianoff, Technische Hochschule Karlsruhe<sup>1)</sup>

DK 621.565:664.8

Mit zunehmender Industrialisierung unserer gewerblichen Wirtschaft und insbesondere mit dem raschen Eindringen der Technik in alle Bereiche der Konservierung und Verarbeitung von Lebensmitteln ist natürlicherweise auch der Aufgabenbereich der Lebensmittelkonservierung durch Kälte, dieses schon seit jeher wichtigsten Gebietes der Kälteanwendung, gewachsen. So hat denn auch in neuerer Zeit die entscheidende Bedeutung der Kältetechnik, ohne die eine wohl organisierte Versorgung der Bevölkerung stark industrialisierter Staaten mit den notwendigen schnellverderblichen Lebensmitteln heute nicht mehr denkbar ist, weiterhin zugenommen. Im folgenden möchte ich mich nun der Haltbarmachung von Lebensmitteln auf ihrem Wege vom Erzeuger zum Verbraucher, also der Kühl- und Gefrierkette, zuwenden, und die auf den beiden Gebieten des Kühlens und Gefrierens von Lebensmitteln in den letzten Jahren gewonnenen Erkenntnisse und Entwicklungstendenzen diskutieren.

Auf eine Besonderheit der allgemeinen Entwicklung auf dem Lebensmittelsektor [10] — die zugleich unser Thema berührt — möchte ich besonders hinweisen. Es handelt sich um die auf uns zukommende Veränderung in der Ernährungssituation durch das überall zunehmende grundsätzliche Interesse der Verbraucher an vorbereitetem, küchenfertig zugesetzten oder gar essfertig zubereiteten und nur noch einer Erwärmung bis auf die Esstemperatur bedürfenden Lebensmittel. Diese allgemeine Tendenz in den stark industrialisierten Ländern mit hohem Lebensstandard traf zuerst die Dosenkonserven und die Gefrierprodukte. Bei den Dosenkonserven wurden z. B. essfertige Komposte angeboten oder Gemüsezubereitungen, die vor dem Essen nur noch erwärmt zu werden brauchten. Bei Gefrierprodukten hingegen handelte es sich zunächst — mit Ausnahme von Frischobst — meist um küchenfertig zugesetzte Rohware, die vor dem Verzehr noch gekocht, gedämpft oder gebraten werden musste. Später kamen dazu die essfertig zubereiteten und durch Gefrieren haltbar gemachten Fertiggerichte, die nur noch einer Erhitzung auf die Esstemperatur bedurften. Daneben hat man aber angefangen, auch Frischware küchenmäßig zugesetzt und vorverpackt zu vertreiben, was u. a. eine der Voraussetzungen für den Verkauf dieser Produkte in Selbstbedienungsläden war. Damit zwangswise gekoppelt war naturgemäß die Notwendigkeit einer ununterbrochenen Kältelagerung gegeben, die nunmehr heute auch beim Vertrieb von vorverpackter Frischware eine Selbstverständlichkeit geworden ist. Die sich anbahrende Situation kann vielleicht ein Beispiel beleuchten: so kommt in den USA heute bereits mehr verarbeitetes als frisches Gemüse auf den Markt, obwohl der jährliche Gesamtverbrauch an Gemüse je Kopf der Bevölkerung weiter zunimmt.

Ganz allgemein wird somit das Lebensmittel zum möglichst haltbar gemachten Industrie Produkt [10]. Letztlich bedeutet dies aber eine Verlagerung der küchenfertigen Zubereitung und z. T. auch schon der Zubereitung von Lebensmitteln aus der Küche des privaten Haushaltes und sonstiger Restaurationsbetriebe — einschliesslich der Werkskantinen — in die aufs höchste mechanisierten und daher rationell arbeitenden Industriewerke. Insgesamt führte diese Entwicklung zum Aufkommen und zu starker Verbreitung von portoziert fertig verpackten Lebensmitteln, die ihrerseits u. a. neue Organisationsformen des Vertriebes — wie Selbstbedienungsläden, Supermarkets, usw. — ermöglichten.

### A. Kältelagerung von Lebensmitteln

#### a) Abkühlung

Die Erkenntnis, dass ein schnellverderbliches Lebensmittel möglichst bald nach seiner Gewinnung oder nach seiner Ernte und so schnell wie es wirtschaftlich zu verantworten ist, auf die für seine Lagerung günstigste Temperatur abgekühlt werden soll, ist heute Allgemeingut geworden. Die schon seit längerer Zeit z. B. bei Obst und Fisch angewandten Verfahren der Schnellabkühlung haben sich nunmehr allgemein — insbesondere auch bei Fleisch — durchgesetzt. Dabei neigt man in neuerer Zeit — z. B. bei Abkühlung von Schweinen — zu tieferen Anfangstemperaturen der Luft im Bereich von — 15 bis — 30 °C. Gerade bei Fleisch wurde offensichtlich, dass es sich bei der Schnellabkühlung nicht nur um Verbesserung der Haltbarkeit allein handelt, sondern dass gleichzeitig auch Qualitätssteigerung und wirtschaftlich bedeutsame Verringerung des Gewichtsverlustes erzielt werden. Während bei Fleisch ausschliesslich Luft hoher Geschwindigkeit als Kälteübertragungsmittel benutzt wird, hat man bei Fisch — und auch bei einigen Obst- und Gemüsearten — Eiswasser oder auch ein Gemenge von kleinstückigem Eis bzw. Schneematsch (hydrocooling) zur raschen Abkühlung in die Nähe von 0 °C im Betracht gezogen. Bei Fischen, die weiterverarbeitet werden sollen, wird vor allem in Kanada auch die Abkühlung im Meerwasser oder in Sole vorgenommen. Schliesslich ist noch die in den USA in beachtlichem Umfang angewandte «Vakuumkühlung» (vacuum cooling) zu erwähnen, die sich für Blattgemüse (wie Salat) besonders gut eignet: hier werden die in Kisten oder gelochten Kartons bzw. Kunstfoliensäcken verpackten Produkte — die gegebenenfalls vorher künstlich mit 5 bis 6 % Wasser befeuchtet wurden — waggonweise in besonderen Tunnels dem durch Dampfstrahlgebläse erzeugten Vakuum ausgesetzt [25]. Die Abkühlung erfolgt sehr schnell, da die rasche Verdunstung auf der Oberfläche des Gutes je 1 % des verdampften Wassers eine Temperatursenkung von 5,5 °C bewirkt. Insgesamt werden demnach zur Abkühlung um 25 °C dem Gut etwa 4 bis 5 % Wasser entzogen. Die Temperatur im Innern der Kisten oder gelochten Kartons kann binnen 20 bis 40 Minuten auf 0 °C gesenkt werden, wobei durch Einhalten des Vakuums von nicht unter etwa 4,5 Torr das Gefrieren sicher vermieden wird. Bei

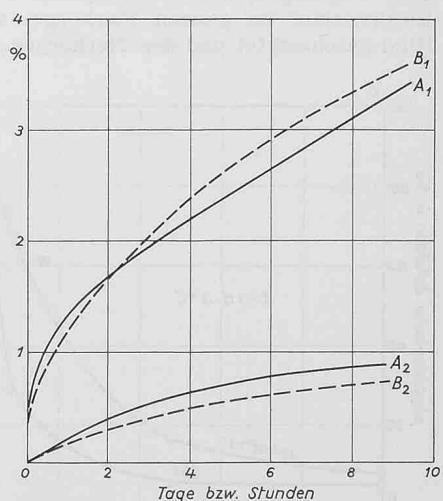


Bild 1. Gewichtsverluste der Probestücke [1]

A trocken

B künstlich befeuchtet

Index 1 Tage

Index 2 Stunden

<sup>1)</sup> Vortrag gehalten am Kolloquium des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik am 22. Oktober 1963 in Zürich.

Lattich z. B. wirkt sich selbst ein Eigenwasserverlust von 5 % nicht nachteilig aus.

Allerdings muss in allen Fällen, in denen eine Berührung von Wasser mit dem abzukühlenden Gut stattfindet, die Frage nach der Auswirkung dieser Berührung besonders beachtet werden. Bei Fleisch z. B. spritzt man nach dem Schlachten zur Beseitigung von Blutresten die ganzen oder halben Tierkörper mit Druckwasser aus besonderen Düsen ab. Das dabei in erster Linie von mageren Gewebesteinen aufgenommene Wasser bleibt jedoch nicht stark gebunden und wird zum Teil schon während der Abkühlung und zum Teil während der anschliessenden Lagerung wieder abgegeben (vgl. Bild 1); daher ist der Gesamtgewichtsverlust von mit Wasser abgespritzten und ohne Berührung mit Wasser gebliebenen Rindervierteln nach Beendigung der Reifung gleich [1]. Dagegen übt die beim ganzen Fisch übliche Beeisung günstigen Einfluss aus, da das abfliessende Schmelzwasser u. a. die Fischoberfläche vor dem Austrocknen schützt; dagegen müsste längeres Liegenlassen von filetiertem Fisch im Wasser zum Auslaugen führen, wobei sich allerdings eine kleine Gewichtszunahme ergibt.

Bei lebenden Pflanzenorganen, wie sie frisches Obst und Gemüse darstellen, kann u. U. mit Störungen des Stoffwechsels gerechnet werden, wenn ihre Oberfläche längere Zeit durch Wasser benetzt oder bedeckt bleibt. So hat sich zum Beispiel bei grünen Bohnen und Wachsbohnen die Berührung mit schmelzendem Eis als ungünstig erwiesen, da das Wasser an der Bohnenoberfläche Schäden verursacht, die an Gefrierschäden erinnern. Nach dem Vakuumkühlungs-Verfahren werden aber in den USA jetzt mit gutem Erfolg vor allem Lattich und daneben Sellerie, Spinat, Kopfsalat, Spargel, Karotten, Blumenkohl und Erbsen sowie Pfirsiche im industriellen Maßstab und in beschränktem Umfang auch noch Kirschen, Pflaumen und Erdbeeren gekühlt.

### b) Kaltlagerung

Bei der Benützung der Kaltlagerung zur Vorratshaltung schnellverderblicher Lebensmittel kann es sich sowohl darum handeln, lediglich eine möglichst lange Haltbarkeit zu erzielen, als auch darum, gegebenenfalls schon während der Lagerung (z. B. Fleisch) oder im Anschluss daran (z. B. bei Obst) bestimmte Reifungsvorgänge stattfinden zu lassen, die zur Verzehr- oder Genussreife der Produkte führen; dabei ist man vielfach z. B. bei manchen Obstarten (Bananen, Birnen) erst nach der Kaltlagerung an einer besonders beschleunigten Reifung interessiert. Bei Fleisch dagegen handelt es sich heute um ein Produkt, das nicht saisonabhängig anfällt, vielmehr während des ganzen Jahres zu einer beliebigen Zeit bereitgestellt werden kann; daher mag es bei guter Frischfleischversorgung unwirtschaftlich erscheinen, die von dem Verbraucher gewünschte Zartheit durch eine 14tägige Lagerung bei 0 °C zu erzielen. Man hat daher in den USA zur Abkürzung der Reifung von Rindfleisch ein besonderes Verfahren (Protein-Verfahren) entwickelt, nach dem den Tieren kurz vor dem Schlachten intravenös eine bestimmte Dosis eines Papainpräparates eingespritzt wird, das sich über den Blutkreislauf im ganzen Tierkörper verteilt; nachdem das Rind geschlachtet und der Tierkörper abgekühlt ist, kann er

sofort zerlegt und das Fleisch vertrieben werden: beim Erhitzen während der Zubereitung bewirkt das Papain ein Zartwerden des Fleisches und wird dann selbst zerstört, da es aus Eiweiß aufgebaut ist. Dieses Verfahren wurde in den USA von der Food and Drug Administration zugelassen und wird bereits in grossem Ausmass angewendet.

Ganz allgemein ist festzustellen, dass neuerdings — ähnlich wie bei Fleisch — bei zahlreichen Lebensmitteln die für ihre Lagerung oder Verwertung gewünschten Eigenschaften durch frühzeitig angewandte, geeignete Massnahmen angestrebt werden, also bei pflanzlichen Produkten schon vor ihrer Ernte und bei tierischen Produkten vor der Schlachtung. Derartige Massnahmen am «lebenden Objekt» können als Vorbehandlung oder auch als Zusatzverfahren angesehen werden. Auf diese Weise ist es z. B. möglich, das Ranzigwerden von gefrorenem Schweinefleisch bei der Lagerung zu verzögern, wenn man an die Tiere vor dem Schlachten Vitamin-E-Gaben verfüttert; durch ante mortem-Injektionen von Antibioticum Oxytetracyclin-Lösung lässt sich das Fleisch z. B. bei 43 °C in 24 Stunden ohne Gefahr des mikrobiellen Verderbs reifen. Auch von intravenöser Injektion von Chlortetracyclin bei Rindern wird berichtet.

Das Problem der pathogenen und lebensmittelvergiftenden Bakterien wurde in letzter Zeit erneut aufgegriffen, wobei die neben *Clostridium botulinum* besonders eingehend die wichtige Gruppe der *Salmonellen* untersucht wurde. Dabei wurde gefunden, dass unterhalb von +5 °C eine Vermehrung der *Salmonellen* nicht stattfindet, während ein kälteresistenter Botulinismus-Stamm (Typ E) noch bei 3 bis 4 °C ein Wachstum zeigt. Daraus kann die sehr wichtige Schlussfolgerung gezogen werden, dass bei den üblichen Kaltlagertemperaturen in der Nähe von 0 °C eine Vermehrung der pathogenen und toxine-produzierenden Mikroorganismen vollständig unterbunden wird. Anderseits unterstreichen diese Beobachtungen die Notwendigkeit der bestmöglichen hygienischen Bedingungen bei der Verarbeitung von Lebensmitteln sowohl zwecks Erzielung einer besseren Haltbarkeit, als auch wegen der Gefahr der Krankheits-Uebertragung und der möglichen Vergiftung der Verbraucher; dies gilt in besonderem Masse für Produkte tierischen Ursprungs, die ohne ausreichende Erhitzung verzehrt werden.

In neuerer Zeit hat es sich gezeigt, dass die in grossem Umfang bei Äpfeln und Birnen angewandten Pflanzenschutzmittel (Fungizide) die Qualität und Haltbarkeit dieser Obstarten stark beeinflussen können [24], [3]. Dabei kann nicht nur das Ausmass der Lagerfäule (vorwiegend als Folge der Infektion durch den Pilz *Gloesporium album* noch am Baum) sehr wesentlich herabgesetzt, sondern durch Auswahl geeigneter Spritzmittel auch die Reife beschleunigt werden.

Für die eigentliche Kaltlagerung von Lebensmitteln haben sich in neuerer Zeit keine grundsätzlich neuen Gesichtspunkte ergeben. Bemerkenswert ist, dass — wie schon erwähnt — der Vertrieb von fertig verpackter Frischware mit beachtlich guter Haltbarkeit meist in Klarsichtpackungen weiterhin stark zunimmt. Die allgemeine Tendenz nach Erniedrigung der Lagertemperatur in die Nähe der Temperatur des Gefrierbeginns der Lebensmittel und sogar darunter sowie nach der Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit wurde durch die Entwicklung entsprechender zuverlässiger Steuergeräte unterstützt; daneben wurde erkannt, dass — insbesondere bei fetthaltigen Produkten — die Haltbarkeit in Klarsichtpackungen durch Herabsetzung des Sauerstoffpartialdruckes (Vakuum in der Packung) wesentlich erhöht werden kann. Hinsichtlich der Temperatur ist hierbei zu beachten, dass bei manchen Obst- und Gemüsearten die optimalen Lagerbedingungen erheblich über 0 °C liegen; dies trifft insbesondere bei Produkten zu, die grünreif eingelagert werden und die entweder im Kühlraum oder unter erhöhter Temperatur, gegebenenfalls auch unter Anwendung von Aethylen nachgereift werden müssen, wie Ananas, Bananen, Birnen, Citrusfrüchte, Melonen, Tomaten usw. Empfehlungen des Internationalen Kälteinstituts für die Lagerbedingungen schnellverderblicher Lebensmittel, die 1959 veröffentlicht wurden, enthalten zahlreiche diesbezügliche Hinweise [7].

Bekanntlich gibt es für die Höhe der relativen Luftfeuchtigkeit bei der Kaltlagerung schnellverderblicher Produkte gewisse Grenzen, die durch starkes Auftreten des

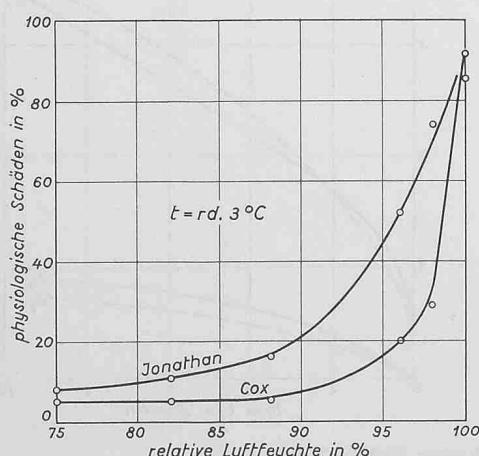


Bild 2. Der Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit auf physiologische Schäden bei normal kühlgelagerten Cox- und Jonathan-äpfeln [4]

mikrobiellen Verderbs bestimmt werden; verbessert man die Hygiene bei der Verarbeitung der Lebensmittel, so kann allerdings diese relative Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Nun hat es sich aber ergeben, dass auch noch andere Faktoren für die Begrenzung der relativen Luftfeuchtigkeit massgebend sein können. So zeigte es sich z. B. bei Äpfeln (Bild 2), dass mit zunehmender Luftfeuchtigkeit der Anteil an physiologisch erkrankten Früchten (Fleischbräune, später Mehligkeit und Aufplatzen der Schale) oberhalb von  $\varphi = 88$  bis 90 % stark ansteigt [4]. Auch der Reifezustand der Früchte bestimmt die optimalen Werte für die relative Luftfeuchtigkeit bei der Lagerung, wobei sie mit fortschreitender Reifung etwas gesenkt werden sollte [5]. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass bei Gaslagerung die relative Luftfeuchtigkeit ohne Schaden erhöht werden kann — was sich in bezug auf den Gewichtsverlust günstig auswirkt —, sofern die angewandten CO<sub>2</sub>-Gehalte nicht zu hoch sind; denn bei hoher Feuchtigkeit nimmt der Prozentsatz der physiologisch erkrankten Früchte (Äpfel) mit zunehmendem CO<sub>2</sub>-Gehalt zu: es scheint so zu sein, dass bei Anwendung stoffwechselhemmender Mittel (wie erhöhter CO<sub>2</sub>- und erniedrigter O<sub>2</sub>-Gehalt der Lageratmosphäre) ein Stoffwechsel-Stress entsteht und dass die Frucht dabei eine zusätzliche Belastung ihres Stoffwechsels durch erhöhte Luftfeuchtigkeit nur bis zu einer bestimmten Grenze verträgt [5].

Das in der Vergangenheit so viel diskutierte Problem des Nutzens der sog. «Luftwäsche» bei Obstlagerung konnte inzwischen nach mehrjährigen Versuchen geklärt werden. Mit Hilfe der Luftwäsche ist es möglich, in den Kaltlagerräumen bei guter Luftverteilung eine gleichmässige und genügend hohe relative Luftfeuchtigkeit zu erzielen; wenn auch flüchtige und wasserlösliche Stoffwechselprodukte des Obstes von den Luftwäschern ausgewaschen werden, so tritt — wie ursprünglich erwartet — ein reifungshemmender Effekt doch nicht auf. Bei Gaslagerung kann man mit dem Luftwässcher auch die gewünschten Werte von CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>-Konzentration einhalten [5].

Die Bemühungen, die Haltbarkeit schnellverderblicher Lebensmittel bei der Kaltlagerung durch Zusatz von Konserverungsstoffen oder Behandlung mit kleinen Mengen gesundheitlich unbedenklicher Substanzen zu verbessern, gehen weiter; es sei hier nur an die Verwendung von Natriumnitrit und Chlortetracyclin als Eiszusatz für Fischbeisung, von Antibiotikum beim Geflügel, von Diphenyl bei Citrusfrüchten usw. erinnert. Neuerdings wurden als Fungizide Ester des o-Phenylphenols zur Behandlung von Orangen und Tomaten vorgeschlagen [26]. U. a. wurde auch Pyrokohlen-säurediäthylester weiter eingehend untersucht; bekanntlich ist diese Substanz deswegen besonders interessant, weil sie im wässrigen Milieu in Aethylalkohol und CO<sub>2</sub> zerfällt, die beide physiologisch harmlos sind. Es zeigte sich, dass dieses Pyro-Ester für Geflügel ungeeignet ist, dass aber z. B. die Haltbarkeit von Erdbeeren, die in 0,05 bis 0,1 %ige Lösung getaucht waren, bei 0 ° und 15 °C verdoppelt werden kann; dabei zerfällt der Pyro-Ester in zwei bis drei Tagen nach der Behandlung [21].

Bei geschälten und in Plastikbeuteln verpackten rohen Kartoffeln kann eine gute Haltbarkeit auch ohne SO<sub>2</sub>-Behandlung erzielt werden, wenn sie bei 4 bis 5 °C gelagert werden; sie bleiben wenigstens zehn Tage in jeder Beziehung einwandfrei, eine Zeit, die für den normalen Vertrieb gut ausreicht [6].

## B. Gefrierverhalten von Lebensmitteln

Die Anwendung des Gefrierens als langfristiges Konserverungsverfahren hatte nicht nur die Entstehung einer besonderen Industriegattung — der Gefrierindustrie — zur Folge, sondern zwang diese, auch sehr stark in die Erzeugung und Behandlung der später zu gefrierenden Produkte einzutreten. Nicht nur, dass die Gefrierwerke z. B. den Anbau des Gefriergemüses weitgehend kontrollieren oder die Aufzucht von Geflügel selbst betreiben, sondern auch die Hochseefischerei wird gegenwärtig sehr gründlich industrialisiert: die Flotte der Gefriertrawler und der Fabrikschiffe wächst rasch. Massgebend für diese Entwicklung war die Erkenntnis, dass die Verantwortung für das fertige Ge-

frierprodukt nur auf einer zuverlässigen und leicht zu kontrollierenden Erzeugung geeigneter Rohprodukte beruhen kann.

### a) Gefrieren

Eine der wichtigsten Voraussetzungen der erfolgreichen Anwendung der Gefriertechnik bei Lebensmitteln ist die Auswahl der Produkte nach ihrer *Gefriereignung*. Obwohl eine eindeutige wissenschaftliche Begründung hierfür fehlt, so hat man doch auch in neuerer Zeit die Frage nach der Gefriereignung weiterhin eingehend und systematisch — wenn auch empirisch — studiert und bei Obst und Gemüse geeignete neue Sorten gezüchtet, deren organoleptische Eigenschaften nach dem Gefrieren denjenigen der Frischprodukte nahekommen oder sie gar übertreffen.

Beim Studium der erforderlichen Eigenschaften und des Frischzustandes der zu gefrierenden Produkte wurde in den letzten Jahren ihr Einfluss auf die Qualität des Fertigerzeugnisses besonders deutlich erkannt [8]. Diese Frage interessierte schon seit längerer Zeit z. B. bei Erbsen, die in entschotetem Zustand besonders schnell verderblich sind und bei Anwendung moderner Dreschmaschinen sehr schonend entschotet, in die Fabrik sehr schnell und möglicherweise im Eiswasser transportiert und sofort gefroren werden müssen. Aber auch bei der Untersuchung von Kartoffelsorten, die sich für das Gefrieren zu Fertiggerichten eignen, zeigte es sich, dass beim Gefrieren unmittelbar (spätestens 4 Wochen) nach der Ernte — mit wenigen Ausnahmen — eine bessere Qualität erhalten wird. Bei Fischen ist die Frage nach zulässiger Lagerdauer in beeistem Zustand vor dem Gefrieren studiert worden, wobei bestätigt wurde, dass der Fisch so schnell wie möglich nach dem Fang gefroren werden soll; eine Vorlagerung in Eis von 2 bis 3 Tagen bei Kabeljau und von 3 bis 4 Tagen bei Rotbarsch ist zulässig, um noch Gefrierware von guter Qualität herzustellen. Es ist bemerkenswert, dass bei Kabeljau die Grenzen durch Konsistenzverschlechterung und bei Rotbarsch durch den Geruchs- und Geschmacksabfall bestimmt werden [12]. Beim Fleisch ergab sich ein ähnliches Problem als Folge des unmittelbaren Gefrierens schlachtwärmer Tierkörper, was an sich wirtschaftlich günstiger ist als das Abkühlen mit anschliessendem Reifen und darauffolgendem Gefrieren; die postmortalen Vorgänge (Autolyse, Totenstarre, usw.) verlaufen jedoch wenn auch stark verlangsamt weiter, und es kann so je nach Lagertemperatur und Lagerdauer der Fall eintreten, dass die Totenstarre erst beim Auftauen auftritt, was zu erhöhtem Saftverlust und faseriger Fleischkonsistenz führt. Es wurde nun nachgewiesen, dass das schnelle Gefrieren schlachtwärmer Tierkörper nicht nachteilig ist, wenn das Fleisch nach der Lagerung unter Kontrolle aufgetaut und zu Fleischwaren weiterverarbeitet wird; dagegen erscheint es nach wie vor zweckmäßig, das für den Frischkonsum bestimmte Fleisch vor dem Gefrieren zu reifen, falls nicht feststeht, dass es sehr lange gelagert werden wird. Das Studium postmortaler Veränderungen hat im übrigen ergeben, dass das Reifen des Fleisches an nicht zerlegten Tierkörpern bessere Qualität (zarter, weniger faserig) ergibt, als wenn es vom Knochengerüst losgelöst in jeder Richtung kontrahieren kann.

Die Frage nach dem Nutzen einer hohen Gefriergeschwindigkeit stand während der letzten Jahre oft im Mittelpunkt der Diskussionen. Durch schnelles Gefrieren bei tiefer Temperatur erhält man bekanntlich eine kleinkristalline Struktur und somit die geringsten histologischen Veränderungen im Gewebe; da hierbei die Zeit für Entmischungs- und Diffusionsvorgänge klein ist, bilden sich die Kristalle an den Stellen, an denen sich die flüssige Phase des Lebensmittels bei Gefrierbeginn befindet; beim Auftauen kann daher die entstehende Flüssigkeit leichter resorbiert werden. Während die molekular-dispersen Systeme sich nach dem Gefrieren wieder vollkommen rekonstituieren, ist dies sowohl bei kolloidalen Lösungen als auch bei grob-dispersem Verteilungszustand (Emulsionen) kaum vollständig zu erzielen; im letzten Fall kann es sogar zu einem Zusammenbruch der Emulsion kommen. Daher ergibt eine grössere Gefriergeschwindigkeit im allgemeinen auch eine bessere Revierabilität der Gefriervorgänge, wenn auch dies bei einzel-

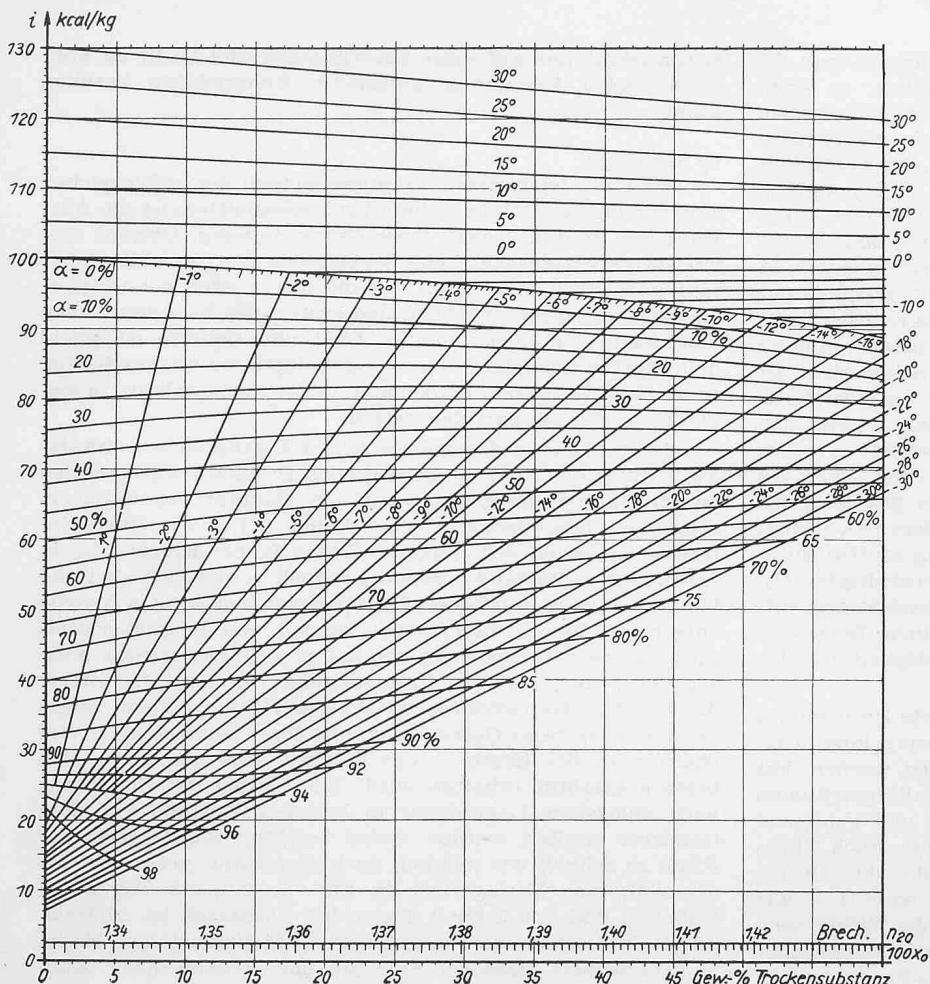


Bild 3. Enthalpie-Konzentrations-Diagramm für Obst- und Gemüsesäfte nach L. Riedel, Karlsruhe [14].  $x_0$  Trockensubstanzgehalt des Saftes,  $\eta_{20}$  Brechungsvermögen bei  $20^\circ\text{C}$ ,  $\varphi$  Eisanteil in Prozenten des Gesamtwassergehaltes,  $i = 100,00 \text{ kcal/kg}$  bei  $0^\circ\text{C}$  für alle Werte von  $x_0$

Gut unter Anwendung des Flotationsprinzips weiterentwickelt wurde (28). Dabei können Produkte mit so kleinen Abmessungen wie Erbsen in von unten nach oben gerichtetem Luftstrom in kontinuierlichem Verfahren im Wirbelstrom schwebend sehr schnell gefroren werden, ohne dass die einzelnen Körner zusammenbacken; das Verpacken der fertig gefrorenen Ware erfolgt anschliessend.

Aber auch das Kontaktverfahren, das wohl insgesamt gesehen überwiegt, wurde weiter entwickelt. Die hierbei verwendeten Plattenapparate — mit Platten aus Aluminium mit Kältemittelkanälen oder aus vakuumverschlossenem Stahlblech mit eingebauter Rohrschlange — haben beim Gefrieren verpackter Lebensmittel eine grössere Kapazität pro Volumeneinheit und werden daher gerne dort verwendet, wo es auf einen kleinen Raumbedarf der Anlage ankommt, wie z.B. in Gefrierschiffen. Als Kältemittel wird heute meist R 22 mit einer hermetisch gekapselten Umlämpumppe verwendet. Auf die Entwicklungsarbeit der Torry Research Station in Aberdeen gestützt, sind in neuerer Zeit nun derartige Apparate auch mit vertikal angeordneten Platten eingeführt worden; darin können sowohl verpackte

Fischfilets oder andere Produkte (z.B. Eiskrem), als auch Ganzfisch in Blöcken gefroren werden. In derartigen Apparaten ist auch ein kontinuierliches Gefrieren möglich.

In den USA bemüht man sich, den als Nebenprodukt bei der Sauerstoffgewinnung in grossen Mengen anfallenden flüssigen Stickstoff zum Gefrieren von Lebensmitteln zu verwenden. Die ausserordentlich tiefe Temperatur des Stickstoffs erlaubt u.a. ein sehr rasches Gefrieren. Man muss hierbei aber auch daran denken, dass nicht alle Produkte ohne weiteres in flüssigem Stickstoff bei rd.  $-190^\circ\text{C}$  gefroren werden können, da es bei vielen infolge der raschen Erhärtung der äusseren Partien des Gutes und der Ausdehnung des Kernes beim Gefrieren zur Rissbildung kommt, die unerwünscht ist. Es gibt demnach optimale Gefriergeschwindigkeiten, deren Überschreitung unzweckmäßig sein kann. Nun wurde aber vor kurzem an Kabeljau auch noch gezeigt [11], dass die Wasserbindung mit sinkender Temperatur (bis  $-180^\circ\text{C}$ ) infolge Denaturierung der Proteine irreversibel zurückgeht. Ebenso nimmt die Hämolyse des Blutes mit sinkender Temperatur zu.

Um das Verhalten von Gefrierapparaten objektiv und auf billige Weise prüfen und miteinander vergleichen zu können, wurde eine besondere Prüfmasse entwickelt, deren thermische und kalorische Eigenschaften recht genau denjenigen des mageren Rindfleisches entsprechen [13], [2]. Diese neue Modellsubstanz, die sich wiederholt benutzen lässt, hat sich inzwischen — insbesondere bei vergleichenden Untersuchungen — ausgezeichnet bewährt und wird u.a. auch zur Prüfung der Normleistung von Gefriertruhen mit gutem Erfolg verwendet.

Die Grundlagen zur Berechnung von Gefrierapparaten für Lebensmittel und der dazugehörigen Kältemaschinen wurden in den letzten Jahren ebenfalls geschaffen: Riedel hat aufgrund sorgfältiger kalorischer Messungen Enthalpie-Konzentrations-Diagramme für alle wichtigen Lebensmittelgruppen aufgestellt, wie Obst- und Gemüsesäfte, Bild 3 [14], Rindfleisch, Bild 4 [15] (gültig auch für Schweinefleisch, Kalbfleisch, Lammfleisch, Geflügel und Wild), Magerfisch [16], Eigelb, Eiklar und Flüssigei [17], Weissbrot und andere Mehlprodukte [18], Kartoffelstärke [19]; für eine

nen Produkten erst bei Unterschreitung bestimmter Mindestwerte sichtbar wird. Organoleptisch braucht dabei ein Unterschied zwischen schnell und langsam gefrorenen Erzeugnissen nicht aufzutreten, bei den meisten Produkten sogar in sehr weiten Grenzen der Gefriergeschwindigkeit. Man kann jedoch nachweisen, dass z.B. Gefrierfleisch — das als relativ unempfindlich gegen kleine Gefriergeschwindigkeiten gilt — erst bei einer Gefriergeschwindigkeit von mindestens  $0,6 \text{ cm/h}$  das gleiche Quellungsvermögen wie Frischfleisch zeigt. Es gibt aber auch Produkte, die durch zu langsames Gefrieren bemerkbar in der Qualität nachlassen (z.B. Spargel, Gurken).

Man hat früher zweifellos die Bedeutung des schnellen Gefrierens überschätzt; erst später wurde erkannt, dass die Lebensmittelveränderungen während der Gefrieralagerung wesentlich schwerwiegender sind und nach längerer Lagerzeit den Einfluss der Gefriergeschwindigkeit stark überlagern. Das Gefrierlagern ist aber ein unabdingbarer Bestandteil des gesamten Gefrierverfahrens, ebenso wie auch das Auftauen dazugehört. Bei der Betrachtung des gesamten Verfahrens-Komplexes musste auch festgestellt werden, dass bestimmte Gefrierveränderungen von grundsätzlicher Art sind und z.T. auch unabhängig von der Gefriergeschwindigkeit entstehen: so tritt z.B. eine unvermeidbare Auflockerung des Gewebes ein, wodurch seine Konsistenz und Permeabilität beeinflusst wird. Daher nimmt z.B. beim Fleisch durch das Gefrieren die Zartheit desto stärker zu, je unreifer das Fleisch ist, je schneller gefroren wurde und je tiefere Temperatur am Ende erreicht wird [9]; durch Zunahme der Permeabilität der Zellwände geht die Turgescenz zurück und es entsteht ein Saftverlust als Folge der erhöhten Durchlässigkeit.

In bezug auf die Gefrierverfahren müssen wir feststellen, dass sowohl das Kontaktverfahren, als auch das Gefrieren in Luft angewandt werden und dass das Gefrieren vorverpackten portionierten Gutes dominiert. Bekanntlich eignet sich das Gefrieren in Luft besonders gut für unverpackte Ware von unregelmässiger Form sowie für grossstückiges Gut. Es ist daher besonders interessant, dass in den letzten Jahren auch das Gefrieren von kleinstückigem

Bild 4. Enthalpie-Konzentrations-Diagramm für mageres Rindfleisch nach L. Riedel [15].  
 α Eisanteil in Prozenten des Gesamtwasser-gehaltes,  $i = 0,00 \text{ kcal/kg bei } -40^\circ \text{ C}$

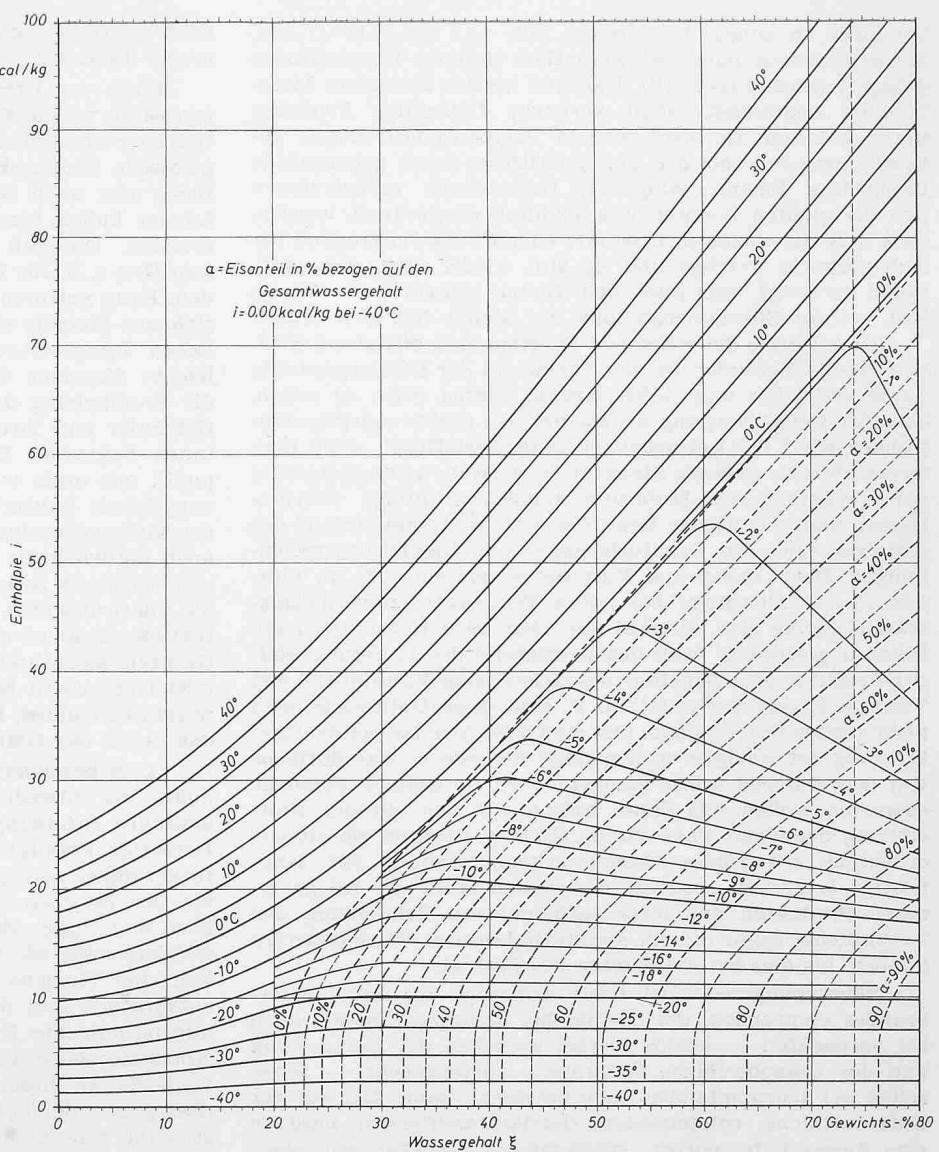
grosse Anzahl verschiedener Öle und Fette wurden Enthalpie-Temperatur-Kurven aufgenommen, Bild 5 [20]. Mit Hilfe dieser Diagramme und der Mischregel lässt sich für praktisch alle möglichen Varianten in der Zusammensetzung der Lebensmittel z.B. der Kältebedarf leicht berechnen. Die meisten Diagramme gelten im Temperaturbereich von +30 bis  $-30^\circ \text{ C}$ .

#### b) Gefrierlagern

In den letzten Jahren wurden Veränderungen von Lebensmitteln beim Gefrierlagern besonders eingehend studiert, nachdem erkannt worden war, dass vor allem sie die Qualität der Gefriprodukte beeinflussen. Summarisch können wir die Gefrierveränderungen organoleptisch als Veränderungen der Konsistenz, des Geschmacks, des Geruchs und der Farbe (oder des allgemeinen Aussehens) feststellen, wobei in der Regel die beiden ersten stark in den Vordergrund treten. Als wichtigste Einflussgrößen erweisen sich bei verpackter Ware von gegebener Ausgangsqualität eindeutig die Lagertemperatur (Bild 6) und bei vielen Produkten — insbesondere mit hohem Gehalt an ungesättigten Fettsäuren — der Sauerstoffgehalt der sie umgebenden Atmosphäre (Bild 7).

Die eigentlichen Gefrierlagerveränderungen sind vielfältig, und ihre Auswirkungen können bei den einzelnen Lebensmitteln — und sogar bei verschiedenen Sorten derselben Fruchtart — sehr verschieden sein. Die enzymatischen Veränderungen (z.B. Proteolyse) laufen bekanntlich auch beim Gefrierlagern — wenn auch sehr verzögert — weiter, sofern sie durch Inaktivieren der Enzyme nicht unterbunden werden. Den Qualitätsabfall eines Produktes bedingen vor allem die irreversiblen Veränderungen der Proteine (Denaturieren), welche zur Schädigung der Konsistenz und zum Saftverlust führen, und die Hydrolyse und Oxydation der Lipide, die Ranzidität verursachen. Die beim Gefrieren bei tieferen Temperaturen eintretende Konzentrierung der flüssigen Phase ergibt eine Elektrolytlösung, die die Kolloidsysteme angreift; das führt zur Alterung dieser Kolloidsysteme und zur Ausflockung von Eiweißstoffen, wobei es auch zur irreversiblen Schädigung der Systeme kommt, die zunächst den nicht ausfrierenden Anteil des Wassers fest gebunden halten. Dieses Wasser friert nun auch aus, vor allem an den bereits vorhandenen Kristallisationskernen; gleichzeitig wachsen die größeren Kristalle auch auf Kosten der kleineren, da diese einen etwas höheren Dampfdruck und dementsprechend auch einen niedrigeren Schmelzpunkt haben, insofern der Diffusionswiderstand der sie trennenden Schichten (Zellmembranen, Bindegewebe, Fett, usw.) dies erlaubt. Ebenso verhält es sich mit der möglicherweise vorhandenen unterkühlten Flüssigkeit. Temperaturschwankung im Gefrierlagerraum begünstigt diese Vorgänge. Jedenfalls wird auch das Wasser aus der Zelle herausdiffundieren (Pseudoplasmylose) und im interzellulären Raum gefrieren. Die neben der vorwiegend durch Katepsine verursachten Proteolyse eintretende Denaturierung des Muskelproteins wird — wie an Fisch gezeigt wurde — durch Hydrolyse und Oxydation der Lipide begünstigt.

Es ist sehr wesentlich, dass alle diese Prozesse — demnach auch Proteindenaturierung — durch weitergehende



Temperatursenkung verlangsamt werden (vgl. als Beispiel Bild 8). Man ist daher dazu übergegangen, nicht nur fett-haltige Produkte, sondern ganz besonders auch die anfälligen stark proteinhaltigen Güter bei tieferen Temperaturen zu lagern. Allerdings hat man gefunden, dass die Denaturierungseffekte bei verschiedenen Produkten selbst bei etwa gleichem Proteinanteil ein ganz unterschiedliches Ausmass annehmen können: so verlaufen sie bei gleicher Temperatur z.B. bei Magerfleisch wesentlich langsamer als bei Magerfisch. Während man daher früher für Fische  $-18^\circ \text{ C}$  als ausreichend ansah, hält man heute — insbesondere für längere Lagerung — Temperaturen von  $-25$  bis  $-30^\circ \text{ C}$  für erforderlich (Bild 9). Bei magerem Rindfleisch kommt man

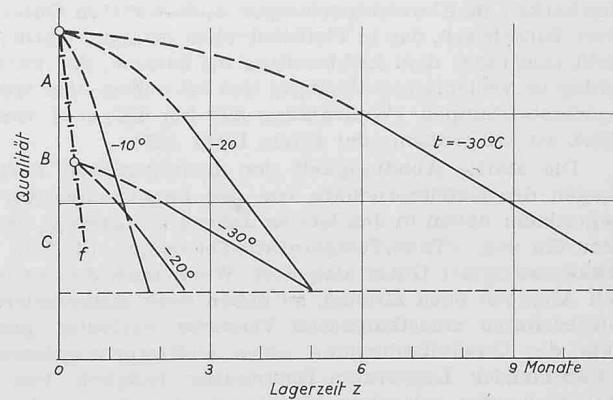


Bild 6. Qualitätsabfall von Gefriermüll, das zum Teil vor dem Gefrieren eine Qualitätsminderung erfuhr, in Abhängigkeit von der Lagerzeit bei verschiedenen Lagertemperaturen. Kurve f stellt den Qualitätsabfall der Rohware dar [8].

bei nicht zu langen Lagerzeiten mit —12 bis —15° C aus; Schweinetfleisch muss bei wesentlich tieferen Temperaturen gelagert werden (Bild 10). Daneben werden besondere Massnahmen angewandt: man verpackt fetthaltige Produkte unter Vakuum; Geflügel wird in Polyphosphatlösungen getaucht, usw.; die bei den Fertiggerichten durch gegenseitige ungünstige Beeinflussung der Bestandteile aufgetretenen Schwierigkeiten konnten u. a. dadurch ausgeräumt werden, dass man die einzelnen Produkte oder Produktengruppen für sich verpackt gefriert und sie erst wieder nach dem Auftauen vereinigt, was auch den Vorteil gröserer Freizügigkeit bei der Zusammenstellung der Menüs mit sich bringt.

Eine Frage, die schon seit längerer Zeit diskutiert wird, betrifft die Veränderung des Nährwerts der Gefrierprodukte durch Gefrieren und Gefrierlagern. Hierzu wäre zu sagen, dass der Gefriervorgang als solcher den ernährungsphysiologischen Wert der Lebensmittel kaum beeinflusst, wenn man davon absieht, dass die Struktur der Gewebe etwas gelockert wird. Während der Lagerung kommt es infolge enzymatischer und chemischer Reaktionen zu weiterem Ablauf der Autolyse sowie zu Denaturierungs- und Oxydationserscheinungen. Dabei treten u. a. Vitaminverluste ein, z. B. an Vitamin C, die allerdings bei tiefen Temperaturen verhältnismässig gering sind. Es sind nun aber auch Untersuchungen bekannt geworden, nach denen während der Lagerung einiger Produkte eine Zunahme des Gehaltes an Vitamin B 6 und Vitamin K eingetreten ist; m. E. sind diese Untersuchungen nicht restlos überzeugend, und man wird hier bei vorsichtiger Wertung der wenigen vorliegenden Befunde — was übrigens von den Autoren selbst gemacht wird — weitere Versuche abwarten wollen. Bis dahin sollten wir uns mit der Feststellung begnügen, dass wir im Gefrierverfahren ein außerordentlich schonendes Konservierungsverfahren für langfristige Lagerung besitzen, mit dessen Hilfe wir bei geeigneten Produkten und ihrer sachgemässen Behandlung den Verbraucher sogar oft mit qualitativ besserer Ware beliefern können, als dies bei Frischware der Fall ist.

Sehr unangenehm wird das Auftreten des sog. Gefrierbrandes empfunden, der sowohl bei unverpackten als auch bei verpackten — jedoch hierbei zwischen der Verpackung und der Gutsüberfläche Hohlräume aufweisender — Ware selbst bei schrumpfender Folie entstehen kann. Die auf der Gutsüberfläche entstehenden Gefrierbrandflecken besitzen eine äusserst feinporige, schwammige Struktur mit einer sehr grossen und reaktionsfähigen inneren Oberfläche. Von aussen her kann der Gefrierbrand auch in die im Innern des Gutes liegenden Schichten eindringen. Die Irreversibilität des Gefrierbrandes wird zunächst durch den örtlich sehr weitgehenden Wasserentzug eingeleitet (wobei Proteine denaturiert werden), dem dann Oxydationsprozesse folgen, in deren Verlauf sich u. a. Peroxyde und freie Fettsäuren bilden. Begünstigt werden diese Prozesse durch höhere Temperaturbereiche, Temperaturschwankungen und sehr langsam durchwanderte ungünstige Wassergehaltsbereiche (so besteht z. B. bei Karpfenmuskulatur Stabilitätsminimum bei 20 % Wasser). Temperatursenkung und Fernhalten von Sauerstoff wirkt sich auch hierbei sehr günstig aus.

Seit einiger Zeit wird auch der Lichteinfluss auf die Haltbarkeit in Klarsichtpackungen aufbewahrten Gutes studiert. Rindfleisch, das in Tiefkühltruhen gelagert wurde, verfärbt sich unter dem Lichteinfluss ins Braune; der Farbumschlag ist wellenlängenabhängig und bei gelben oder weissen Leuchtstofflampen (Wellenlänge 560 bis 630  $\mu$ ) weniger stark als bei grünem oder rotem Licht [27].

Die starke Abhängigkeit der unerwünschten Veränderungen der Gefrierprodukte von der Lagertemperatur und Lagerdauer haben in den letzten Jahren umfassende Studien über die sog. «Time-Temperature-Tolerance» (T-T-T) verschiedenartigster Güter ausgelöst. Wenn auch die vorliegenden Angaben noch streuen, so haben doch insbesondere die ausgedehnten amerikanischen Versuche eindeutig gezeigt, dass die Qualitätsabnahme eines Gefriererzeugnisses bei schwankender Lagerraum-Temperatur lediglich von dem entsprechenden zeitlichen Mittelwert der Temperatur des Produktes abhängig ist, und nicht von der Frequenz ihrer Schwankungen. Dies ist nicht nur für das Lagern wichtig, sondern vor allem für den Transport und den gesamten Ver-

trieb der Gefrierprodukte, d. h. für die Gefrierkette, von erheblicher Bedeutung.

Eines der Probleme, das in neuerer Zeit besonders interessiert, ist die Frage nach dem hygienischen Zustand von Gefrierprodukten; man diskutiert z. Zt. die Möglichkeit, hygienische Standards auf nationaler oder gar internationaler Basis oder auch Normativbestimmungen aufzustellen. Viele Länder haben bereits besondere Vorschriften für Speiseeis erlassen. Daneben gibt es vielfach auch besondere Vorschriften z. B. für Fisch, der innerhalb bestimmter Zeit nach dem Fang gefroren sein muss [22]. Gefrierprodukte sind von sich aus niemals steril; während der Lagerung bei den üblichen Temperaturen von —18 °C und darunter tritt eine leichte Abnahme der Keimzahl ein [23]. Demnach gewinnt die Handhabung der Produkte und ihre Kontrolle vor dem Gefrieren und ihre Behandlung beim bzw. nach dem Auftauen besondere Bedeutung. Vom gesundheitlichen Standpunkt aus muss man dabei an pathogene und lebensmittelvergiftende Bakterien, an Parasiten und an die Möglichkeit des Vorhandenseins toxischer Substanzen denken [22], wenn auch natürlich die Lebensmittelverderber u. U. indirekt gesundheitlichen Schaden anrichten können. Dabei wirken sich die unerwünschten Bakterien erst von einer bestimmten Infektionsstärke ab aus; auch die Toxinmenge muss bestimmte Grenzen überschreiten. Die Stärke der Infektion an Lebensmittelverderbern bestimmt aber die Haltbarkeit des aufgetauten Produktes. Parasiten, wie Finnen und Trichinen, werden durch das Gefrieren und Gefrierlagern zerstört.

Ganz besonders wichtig ist die Hygiene für Gefrierprodukte, die entweder nur in aufgetautem Zustand oder nach mässiger Erhitzung (z. B. Fertiggerichte) verzehrt werden. Derartige Erzeugnisse müssen strenger hygienischen Anforderungen genügen als die entsprechende Frischware, die bei der üblichen küchenmässigen Zubereitung ausreichend hoch und lange erhitzt wird. Wir haben daher bereits heute Gefrierwerke, die den höchsten Anforderungen an Sauberkeit und Hygiene bei der Verarbeitung ihrer Erzeugnisse entsprechen und durch geeignete technische Einrichtungen und permanente Überwachung der Räume, Maschinen und Apparate sowie des Personals Vorbildliches leisten. Es darf vielleicht an dieser Stelle auch darauf hingewiesen werden, dass ganz allgemein in den Betrieben der Lebensmittelindustrie die Anwendung der Luftkonditionierung verbunden mit guter Luftfilterung ständig zunimmt.

Eine wesentliche Rolle für den Vertrieb fabrikmässig fertig portionierter Produkte spielt die Verpackung, die nicht nur das Portionieren im voraus gestattet, sondern die verpackte Ware auch vor ungünstigen äusseren Einwirkungen zu schützen vermag; im Hinblick auf den hygienischen Schutz kann sie gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Hier hat in den letzten Jahren eine starke Entwicklung stattgefunden, und wir haben heute ein grosses Angebot von Folien für gekühlte und gefrorene Produkte, die verschiedenartigsten Anforderungen, vor allem aber den der gesundheitlichen Unbedenklichkeit, gut entsprechen. Vorwiegend sind es Zellglas, Spezialpapiere, Kunststoffe und Aluminiumfolien, die — oft vielschichtig — verwendet werden; dabei gibt es auch schon die Möglichkeit, die sog. Fertig-zum-Kochen (ready to cook)-Gerichte in der Verpackung eßfertig zu erhitzen und darin — bei tellerartigen Verpackungen — zu servieren bzw. daraus zu essen.

Bei der Betrachtung der in den letzten Jahren gewonnenen oder vertieften Erkenntnisse und der daraus resultierenden Entwicklungstendenzen auf dem Gebiete der Lebensmittelkonservierung durch Kälte wird eine starke Zunahme des Einflusses der Forschung deutlich. So scheint z. B. auf dem Gefriermarkt die wirtschaftliche Entwicklung sichtbar auf Forschung gestützt fortzuschreiten. Die wissenschaftliche Arbeit — ob in wissenschaftlichen Instituten oder in entsprechenden Laboratorien der Industrie — ist von erheblicher Bedeutung geworden und bildet die eigentliche Grundlage für die gesamte zukünftige Entwicklung der Gefrierindustrie. Auch die Lebensmittelindustrie, deren Bestandteil ja die Gefrierindustrie ist, hat bereits vor längerer Zeit die offensichtlich immer mehr zunehmende Verwissenschaftlichung der Technik erkannt und daher auch von sich aus

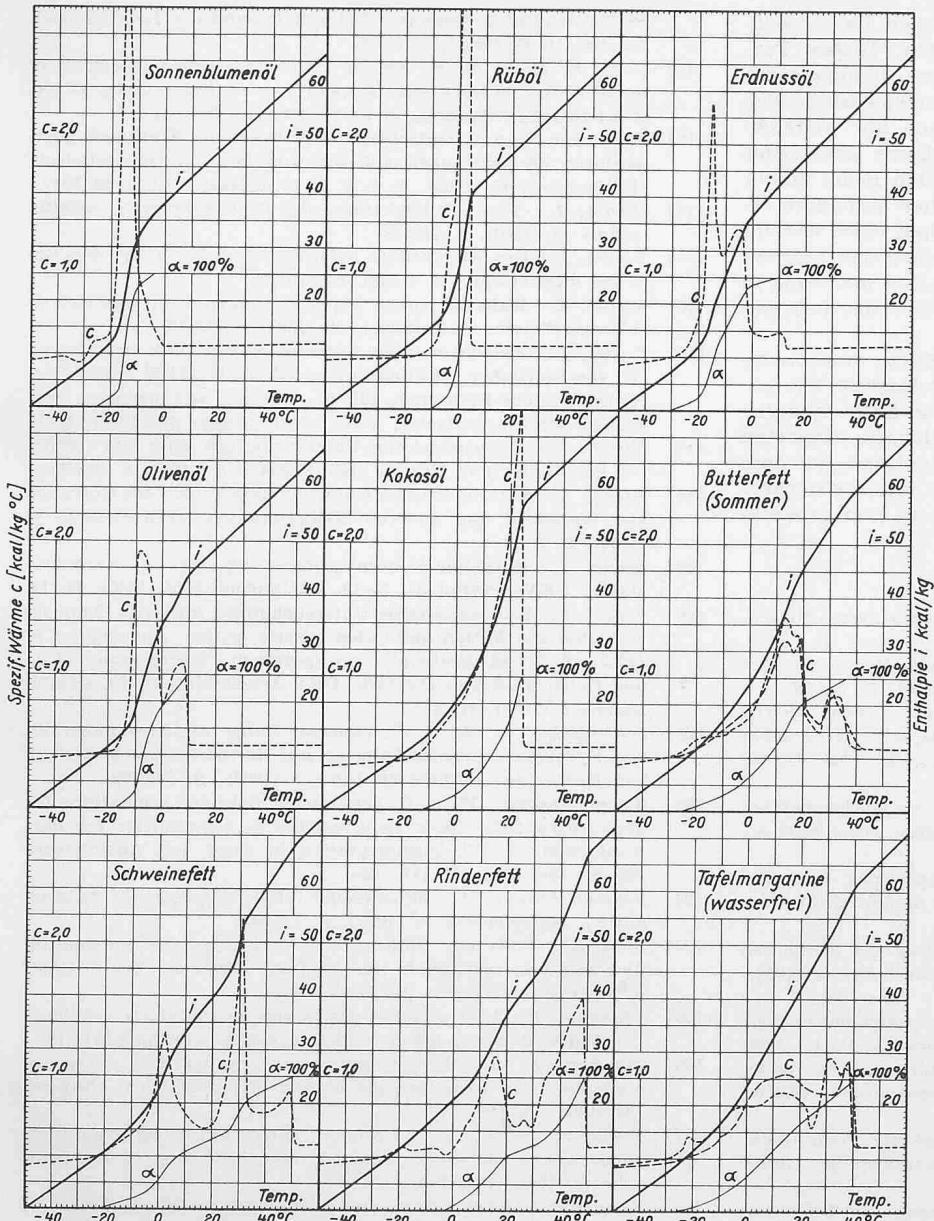


Bild 5. Enthalpie  $i$  und spezifische Wärme  $c$  von Fetten und Ölen nach L. Riedel [20].  $\alpha$  Gewichtsanteil des geschmolzenen Fettes. Für Butterfett und Tafelmargarine sind zwei  $c$ -Kurven eingezeichnet, um die Abweichungen zu zeigen, mit denen im Einzelfall gerechnet werden muss.

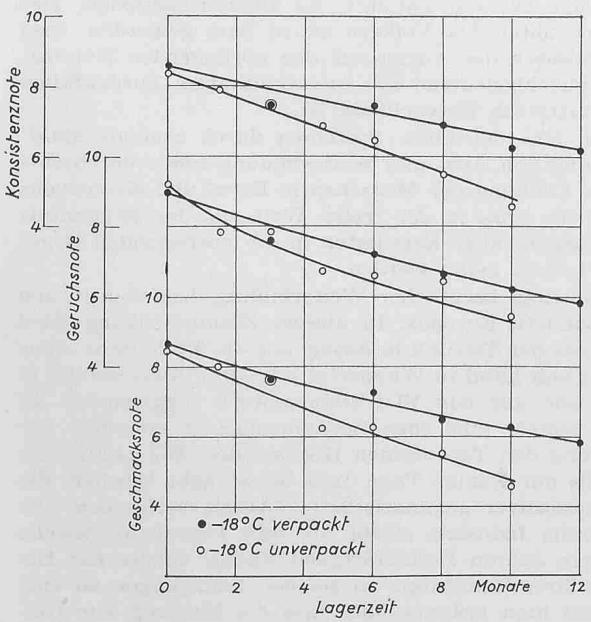


Bild 7. Abfall der durchschnittlichen Geschmacks-, Geruchs- und Konsistenznoten der bei  $-18^\circ\text{C}$  gelagerten verpackten und unverpackten Hähnchen während einer Lagerdauer von 10–12 Monaten (nach J. Gutschmidt «Kältetechnik» 11 [1959], H. 10, S. 310–317).

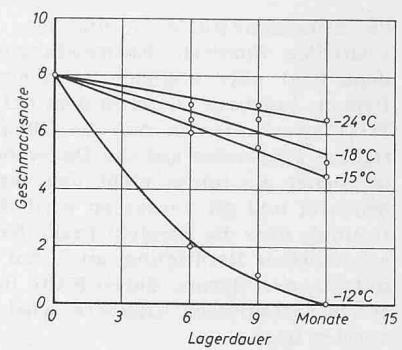


Bild 8. Abfall der Geschmacksnote von Schlangengurken während der Lagerung bei verschiedenen Temperaturen.

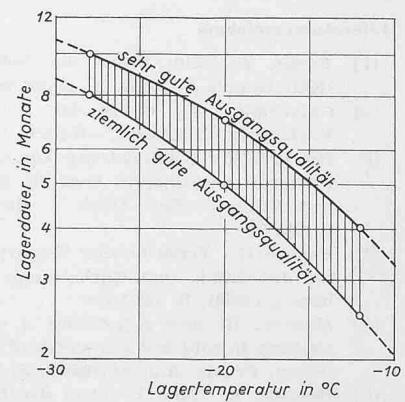


Bild 9. Mögliche Lagerdauer von unmittelbar nach dem Tode, auf dem Höhepunkt und nach dem Abklingen der Totenstarre gefrorenem Kabeljau und Rotbarsch (ganze Fische und Fischfilets) in Abhängigkeit von der Lagertemperatur, wenn die Konsistenz des Kabeljau und der Geschmack des Rotbarsches noch befriedigen, d. h. die Note 6 nicht unterschreiten soll [12].

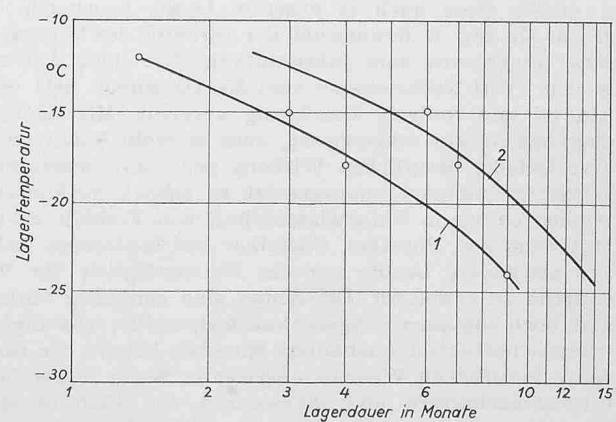


Bild 10. Lagerdauer der untersuchten Schweinekotelets im Temperaturbereich von  $-24$  bis  $-12^\circ\text{C}$ . Kurve 1 bei einer Geschmacksverschlechterung der mageren Teile von Note 8,4 auf Note 7 (fette Teile etwa Note 5). Kurve 2 bei einer Geschmacksverschlechterung der mageren Teile von Note 8,4 auf Note 6 [12].

die Forschungstätigkeit und ihre Bemühungen um wissenschaftlich fundierte Entwicklungen verstärkt. Dieser Tendenz liegt aber zugleich auch ein wichtiges ökonomisches Prinzip zugrunde: denn in dem natürlicherweise bestehenden Wettbewerb werden nur die Tüchtigsten und am weitsichtigsten Planenden auf die Dauer bestehen. Diese Erkenntnis ist sicher als solche nicht neu, wenn sie auch nicht immer beachtet und oft vergessen wird. Es ist daher besonders erfreulich, dass die Einsicht in die Notwendigkeit einer wissenschaftlichen Betätigung auch auf dem Gebiet der Lebensmittelkonservierung durch Kälte in neuerer Zeit und auch in Wirtschaftskreisen allerorts wieder besonders deutlich geworden ist.

Zum Schluss sei besonders auf die in Kürze erscheinenden Empfehlungen des Internationalen Kälteinstituts für gefrorene Lebensmittel hingewiesen. In diesen Empfehlungen — von einem vortrefflichen Team internationaler Experten zusammengestellt — sind die neuesten Erkenntnisse auf dem Gebiete der Herstellung und Handhabung von Gefrierprodukten berücksichtigt. Ich bin sicher, dass sie von grossem praktischem Nutzen sein werden.

#### Literaturverzeichnis

- [1] Burke, H.: Zur Frage der Schnellabkühlung von Fleisch. «Kältetechn.» 8 (1956), S. 155/60 und 197/91.
- [2] Gutschmidt, J.: Ueber das Herstellen und Verpacken der Karlsruher Prüfmasse. «Kältetechn.» 12 (1960), S. 226/29.
- [3] Hansen, H.: Kühl Lagerung von Aepfeln und Birnen. Welche Faktoren beeinflussen Qualität und Haltbarkeit von Aepfeln und Birnen? «Bad. Obst- u. Gemüsebauer» 56 (1963), H. 12, S. 266/68.
- [4] Hansen H.: Versuche und Erfahrungen mit Luftwäschegegeräten bei der Kühl- und Gaslagerung von Aepfeln «Erwerbsobstbau» 4 (1962), S. 103/106.
- [5] Hansen, H. und Kuprianoff J.: Some experience with air-washing in cold and gas stores of pears and apples. «Bull. Inst. Intern. Froid», Annexe 1961-1, S. 245/49.
- [6] Heintze, K.: Zum Problem der Farberhaltung bei geschälten rohen Kartoffeln. «Ind. Obst- u. Gemüseverwertung» 47 (1962), S. 495/99.
- [7] Institut International du Froid: Conditions recommandées pour l'entreposage frigorifique des denrées périsposables. Paris: 1959.
- [8] Kuprianoff, J.: Der Einfluss der Temperatur und Lagerdauer auf die Gefrierlagerveränderungen von Lebensmitteln. «Kältetechn.» 8 (1956) H. 3, S. 102/107.
- [9] Kuprianoff, J.: Physikalische und biochemische Veränderungen von gefrorenen Lebensmitteln. «Kältetechn.» 12 (1960), S. 284/90.
- [10] Kuprianoff, J.: Bedeutung und Auswirkungen der Technisierung und Industrialisierung auf dem Ernährungssektor.
- [11] Love, R. M. u. M. K. Elerian: The irreversible loosening of bound water at very low temperatures in cod muscle. «Proc. of XI Internat. Congress of Refr.» 1963 (im Druck).
- [12] Partmann, W. u. J. Gutschmidt: Zur Frage des Einflusses post-mortaler Veränderungen auf die Qualität von Gefrierfleisch. «Kältetechn.» 15 (1963), H. 5, 6, 7, S. 130/136, 170/177, 200/204.
- [13] Riedel, L.: Eine Prüfsubstanz für Gefrierversuche. «Kältetechn.» 12 (1960), S. 222/25.
- [14] Riedel, L.: Der Kältebedarf beim Gefrieren von Obst und Gemüse. «Kältetechn.» 2 (1950), S. 195/202.
- [15] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Gefrieren von Fleisch. «Kältetechn.» 9 (1957), S. 38/40.
- [16] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Gefrieren von Seefischen. «Kältetechn.» 8 (1956), S. 374/77; Enthalpie-Konzentrations-Diagramm für das Fleisch von mageren Seefischen. DVK-Arbeitsblatt 8—18, «Kältetechn.» 11 (1959), H. 4.
- [17] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Gefrieren von Eiklar und Eigelb. «Kältetechn.» 9 (1957), S. 342/45.
- [18] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Gefrieren von Weissbrot und anderen Mehlprodukten. «Kältetechn.» 11 (1959), S. 41/43.
- [19] Riedel, L.: Enthalpie-Konzentrations-Diagramm für Kartoffelstärke. DVK-Arbeitsblatt 8—19, «Kältetechn.» 12 (1960), H. 12.
- [20] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Schmelzverhalten von Fetten und Oelen. «Fette, Seifen, Anstrichm.» 57 (1955), S. 771/82. Enthalpie und spezifische Wärme von Fetten und Oelen im Schmelzbereich. DVK-Arbeitsblatt 8—10, «Kältetechn.» 8 (1956), H. 3.
- [21] Schmidt-Lorenz, W. u. H. Hansen: Ueber die Anwendbarkeit von Pyrokohlsäurediäthylester zur Haltbarkeitsverlängerung von Erdbeeren. «Fruchtsaft-Ind.» 7 (1962), S. 293/309.
- [22] Schmidt-Lorenz, W. u. U. Schützack: Sanitary regulations for deep-frozen fish: Basic requirements — possibilities for harmonisation. «OECD-Documentation in Food and Agriculture» No. 51, 1961-Serie, S. 117—125.
- [23] Schmidt-Lorenz, W.: Mikrobieller Verderb gefrorener Lebensmittel. «Kältetechn.» 15 (1963), S. 379/383.
- [24] Stoll, K.: Ueber den Einfluss von Fungiziden auf die Qualität und das Lagerverhalten von Aepfeln. «Schweiz. Zs. f. Obst- u. Weinbau» 67 (1958), S. 36/40, 120/24.
- [25] Thevenot, R.: Réfrigeration par le vide des produits végétaux. «Le Vide», Sondernummer «Congrès Avifia» (1962), S. 111/18.
- [26] Tomkins, R. G.: Use of paper impregnated with esters of o-phenylphenol to reduce the rotting of stored fruit. «Nature» 199 (1963), S. 699.
- [27] Townsend, W. E. u. L. J. Bratzler: Effect of storage conditions on the colour of frozen packaged retail beef cuts. «Food Technol.» 12 (1958), S. 663/66.
- [28] Fluidizing freezer offers unique flexibility. «Food Eng.» 34 (1962), Nr. 11, S. 60/62.

## Zur Weiterbildung der Ingenieure DK 373.62

Ueber diese auch in unserem Lande brennende Frage erliess Dr. Ing. H. Grünwald, der Direktor des Vereins Deutscher Ingenieure, zum Jahresanfang 1964 einen Aufruf, der in den «VDI-Nachrichten» vom 25. Dezember 1963 erschienen ist und weiteste Beachtung verdient. Mit Recht wird eingangs darauf hingewiesen, dass es wohl kaum noch andere Gebiete beruflichen Wirkens gebe, auf denen sich die Wissensgrundlagen unausgesetzt so schnell verändern und vermehren wie in Naturwissenschaft und Technik. So stehen Mathematiker, Physiker, Chemiker und Ingenieure viel stärker als andere Berufe vor der Notwendigkeit, ihr Wissen dauernd zu erweitern. Die Zeiten sind endgültig vorbei, wo man noch von einer «abgeschlossenen» natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung sprechen konnte, die für viele Jahre beruflichen Wirkens ausreichte. Wenn bisher bei Naturwissenschaftern und Ingenieuren wie auch in anderen Berufen der Antrieb zur intensiven Weiterbildung nach dem Studium in erster Linie aus dem Streben nach beruflichem Aufstieg und besseren Verdienstmöglichkeiten, also hauptsächlich aus persönlichen Motiven, kam, so setzt sich mehr und mehr die Erkenntnis durch, dass künftig ganz andere Faktoren bestimmend sein werden, was zur Fortbildung getan werden muss. Ob und wie jemand sein erlerntes Wissen und Können stetig und systematisch auf den neuesten Stand der Erkenntnisse bringt, kann nicht mehr den Neigungen des einzelnen überlassen bleiben, sondern es wird zu einer

«Schriftenreihe d. Bundes f. Lebensmittelrecht u. Lebensmittelkunde», H. 37 (1961), S. 63/76.

- [11] Love, R. M. u. M. K. Elerian: The irreversible loosening of bound water at very low temperatures in cod muscle. «Proc. of XI Internat. Congress of Refr.» 1963 (im Druck).
- [12] Partmann, W. u. J. Gutschmidt: Zur Frage des Einflusses post-mortaler Veränderungen auf die Qualität von Gefrierfleisch. «Kältetechn.» 15 (1963), H. 5, 6, 7, S. 130/136, 170/177, 200/204.
- [13] Riedel, L.: Eine Prüfsubstanz für Gefrierversuche. «Kältetechn.» 12 (1960), S. 222/25.
- [14] Riedel, L.: Der Kältebedarf beim Gefrieren von Obst und Gemüse. «Kältetechn.» 2 (1950), S. 195/202.
- [15] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Gefrieren von Fleisch. «Kältetechn.» 9 (1957), S. 38/40.
- [16] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Gefrieren von Seefischen. «Kältetechn.» 8 (1956), S. 374/77; Enthalpie-Konzentrations-Diagramm für das Fleisch von mageren Seefischen. DVK-Arbeitsblatt 8—18, «Kältetechn.» 11 (1959), H. 4.
- [17] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Gefrieren von Eiklar und Eigelb. «Kältetechn.» 9 (1957), S. 342/45.
- [18] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Gefrieren von Weissbrot und anderen Mehlprodukten. «Kältetechn.» 11 (1959), S. 41/43.
- [19] Riedel, L.: Enthalpie-Konzentrations-Diagramm für Kartoffelstärke. DVK-Arbeitsblatt 8—19, «Kältetechn.» 12 (1960), H. 12.
- [20] Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen über das Schmelzverhalten von Fetten und Oelen. «Fette, Seifen, Anstrichm.» 57 (1955), S. 771/82. Enthalpie und spezifische Wärme von Fetten und Oelen im Schmelzbereich. DVK-Arbeitsblatt 8—10, «Kältetechn.» 8 (1956), H. 3.
- [21] Schmidt-Lorenz, W. u. H. Hansen: Ueber die Anwendbarkeit von Pyrokohlsäurediäthylester zur Haltbarkeitsverlängerung von Erdbeeren. «Fruchtsaft-Ind.» 7 (1962), S. 293/309.
- [22] Schmidt-Lorenz, W. u. U. Schützack: Sanitary regulations for deep-frozen fish: Basic requirements — possibilities for harmonisation. «OECD-Documentation in Food and Agriculture» No. 51, 1961-Serie, S. 117—125.
- [23] Schmidt-Lorenz, W.: Mikrobieller Verderb gefrorener Lebensmittel. «Kältetechn.» 15 (1963), S. 379/383.
- [24] Stoll, K.: Ueber den Einfluss von Fungiziden auf die Qualität und das Lagerverhalten von Aepfeln. «Schweiz. Zs. f. Obst- u. Weinbau» 67 (1958), S. 36/40, 120/24.
- [25] Thevenot, R.: Réfrigeration par le vide des produits végétaux. «Le Vide», Sondernummer «Congrès Avifia» (1962), S. 111/18.
- [26] Tomkins, R. G.: Use of paper impregnated with esters of o-phenylphenol to reduce the rotting of stored fruit. «Nature» 199 (1963), S. 699.
- [27] Townsend, W. E. u. L. J. Bratzler: Effect of storage conditions on the colour of frozen packaged retail beef cuts. «Food Technol.» 12 (1958), S. 663/66.
- [28] Fluidizing freezer offers unique flexibility. «Food Eng.» 34 (1962), Nr. 11, S. 60/62.

Kardinalfrage für die Zukunft der Industrienationen. Der Wettbewerb unter den Völkern ist so hart geworden, dass ein Verschliessen der Augen vor den vorliegenden Notwendigkeiten gleichbedeutend mit unaufhaltbarem Zurückfallen in der industriellen Entwicklung ist.

Was in den totalitären Systemen durch zentrale staatliche Planung von Aus- und Weiterbildung sowie durch entsprechende Lenkung der Menschen in Beruf und Nachwuchs erreicht wird, muss in der freien Welt aus der Erkenntnis und der Einsicht aller Beteiligten in die vorliegenden Gegebenheiten heraus getan werden.

Möglichkeiten beruflicher Weiterbildung bestehen in den meisten Ländern Europas. In diesem Zusammenhang wird auf das Haus der Technik in Essen, auf die Technische Akademie Bergisch Land in Wuppertal mit ihrer Außenstelle in Esslingen und auf das VDI-Bildungswerk hingewiesen. In den USA besteht eine enge Zusammenarbeit zwischen der Industrie und den Technischen Hochschulen. Die Lehrgänge dauern teils nur wenige Tage, teils bis zu acht Wochen. Sie sind mit intensiver seminaristischer Arbeit verbunden. Die amerikanische Industrie strebt an, ihre Ingenieure jeweils nach einigen Jahren Berufstätigkeit immer wieder zur Erweiterung ihrer Kenntnisse zu solchen Lehrgängen zu entsenden, weil man erkannt hat, dass die Neigung zur freiwilligen Weiterbildung in der Freizeit von Jahr zu Jahr nachlässt, und damit auch ein untragbarer Rückgang der