

## VII. Gefrierkonserven

### A. Grundsätzliches über die Gefrierkonservierung

Die konservierende Eigenschaft der Kälte beruht im wesentlichen darauf, daß sich bei einer Temperatur unter  $-10^{\circ}\text{C}$  die Mikroorganismen nicht mehr vermehren können und daß die durch Enzyme katalysierten und gesteuerten chemischen Umsetzungen mit sinkender Temperatur zurückgehen und bei  $-20^{\circ}\text{C}$  etwa nur 1/100mal so schnell verlaufen wie bei  $+20^{\circ}\text{C}$  (hierzu siehe Seite 28 und Seite 276). Für die Qualitätserhaltung ist demnach die tiefe Temperatur erforderlich, je höher die Temperatur einer Gefrierware ansteigt, desto schneller verändert sie sich, da nicht nur die Enzyme ihre Aktivität meist verstärkt wieder gewinnen, sondern auch die stets überlebenden Mikroorganismen bei entsprechend hoher Temperatur sich schnell vermehren.

Es ist aber nicht nur von besonderer Wichtigkeit, daß die im Gefrierapparat gewonnene erforderliche Lagertemperatur möglichst konstant bis zum Verbrauch erhalten bleibt, sondern daneben sind auch an das Gefrieren selbst und an das Auftauen bestimmte Anforderungen zu stellen.

#### a) Gefrieren

Die Zellflüssigkeit in pflanzlichen Lebensmitteln beginnt — wenn man von Unterkühlungserscheinungen absieht — je nach der Konzentration der in ihr gelösten Stoffe (Salze, Zucker, Säure und andere) bei  $-0,5$  bis  $-3^{\circ}\text{C}$  zu gefrieren (siehe Tabelle 53). Das Wasser gefriert wie bei einer anorganischen Lösung mit sinkender Temperatur nach und nach aus. Da sich die gelösten Stoffe durch die Eisbildung stetig anreichern, bedarf es einer immer tieferen Temperatur, um weiteres Wasser zu gefrieren. Der größte Teil des Wassers erstarrt — wie Figur 19 zeigt — zwischen dem Gefrierbeginn und  $-5^{\circ}\text{C}$ , unter  $-10^{\circ}\text{C}$  gefriert nur noch ein geringer Prozentsatz des Restwassers aus. Bei den üblicherweise angewendeten Gefrierlagertemperaturen von  $-18$  bis  $-20^{\circ}\text{C}$  nähern sich die Erstarrungskurven schon einem Endwert, so daß in normal gefrorenem und gelagertem Obst und Gemüse je nach dem Trockensubstanzgehalt des Ausgangsprodukts 4 bis 10 % des gesamten Wassers nicht ausgefroren sind. Man darf annehmen, daß das Restwasser zum Teil so fest an die Kohlenhydrate gebunden ist, daß es, nicht kristallisiert, zum Teil in der sehr stark konzentrierten Lösung verglast.

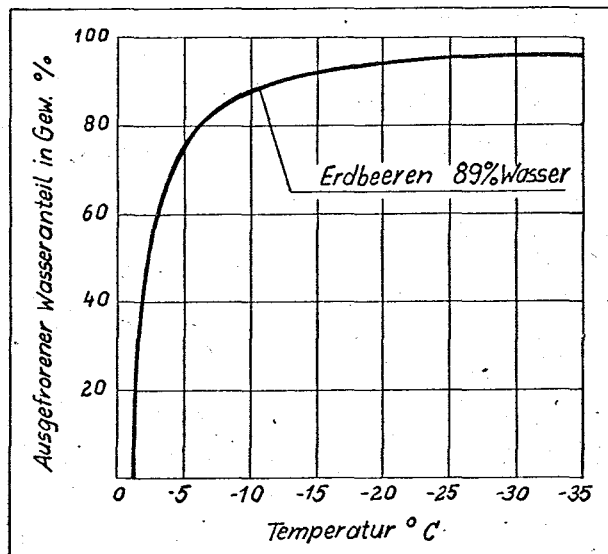
#### 1. Kältebedarf zum Gefrieren

Der zum Gefrieren von Obst und Gemüse erforderliche Kältebedarf entspricht der Differenz des Wärmehalts im Anfangs- und Endzustand. Er setzt sich zusammen aus dem Kältebedarf zum Abkühlen von der Einbringtemperatur auf den

Gefrierbeginn (meist  $-1^{\circ}\text{C}$ ), zum Ausgefrieren des Wassers und zum Unterkühlen auf die Lagertemperatur.

Der Kältebedarf  $q_{LK}$  zum Abkühlen von der Raumtemperatur  $t_A$  auf den Gefrierbeginn  $t_g$  oder auf  $0^{\circ}\text{C}$  kann mit Hilfe der mittleren spezifischen Wärme des Lebensmittels  $c_L$  im Abkühlbereich (siehe Tabelle 53) und der Temperaturdifferenz  $t_A - t_g$  berechnet werden.

$$q_{LK} = c_L (t_A - t_g) \text{ kcal/kg}$$



Figur 19: Ausgefrorener Wasseranteil in Gewichtsprozent des Gesamtwassers von Erdbeeren (Wassergehalt 89 %) nach Werten von Riedel.

Für den zum Gefrieren und Abkühlen von  $0^{\circ}\text{C}$  auf eine Lagertemperatur von  $-15$  und  $-20^{\circ}\text{C}$  erforderlichen Kältebedarf  $q_{LG}$  sind in Tabelle 53 für einige Produkte Werte angegeben, da eine hinreichend genaue Berechnung wegen der unterschiedlichen spezifischen Wärme und ausgefrorenen Wassermenge im Gefrierbereich umständlich ist. Der gesamte Kältebedarf  $q_L$  ist demnach:

$$q_L = q_{LK} + q_{LG}$$

## 2. Gefrierdauer

Als Gefrierdauer  $z_3$  wurde von Plank die Zeit angesetzt, die erforderlich ist, um die Temperatur im Kern einer Packung von  $0$  auf  $-5^{\circ}\text{C}$  zu senken, dabei nimmt der Packungsinhalt unter normalen Gefrierbedingungen eine Durchschnittstemperatur von etwa  $-15^{\circ}\text{C}$  an. Die Gefrierdauer läßt sich nach einer von Plank aufgestellten Formel berechnen. Sie ist abhängig vom Kältebedarf zum Gefrieren der betreffenden Lebensmittelpackung, von der Temperaturdifferenz zwischen dem Gefrierbeginn des Lebensmittels und dem Kälteübertragungsmittel (Kaltluft oder Metallplatte), von der Wärmeleitfähigkeit des Lebensmittels, von der Dicke und Wärmeleitfähigkeit der Verpackungsschichten und gegebenenfalls eingeschlossener Luftschichten, von den Abmessungen der Packung, insbesondere von ihrer Höhe, von der Wärmeübergangszahl zwischen der Packung und dem Kälteübertragungsmittel und von der Art des Wärmezugs (zweiseitig oder allseitig).

Tabelle 53

Durchschnittswerte des Wassergehalts, des Gefrierbeginns, der spezifischen Wärme und des Kältebedarfs von einigen vorgerichteten Lebensmitteln nach Riedel, Rjutow, Short und Wright.

Der Wassergehalt und damit die anderen Werte können erheblich von den angegebenen Durchschnittswerten abweichen.

Erzeugnis	Wassergehalt %	Gehalt an Trockensubstanz		Gefrierbeginn $^{\circ}\text{C}$	Spezifische Wärme $c$ über Gefrierbeginn kcal/kg $^{\circ}\text{C}$	Kältebedarf $q_{LG}$ in kcal/kg zum Abkühlen von $0^{\circ}\text{C}$ auf im Mittel	
		löslich %	unlöslich %			$-15^{\circ}\text{C}$	$-20^{\circ}\text{C}$
Bohnen (grün)	89,5	3,5	7,0	-1,1	0,92	76	79,5
Erbsen (grün)	75,8	16,0	8,2	-1,7	0,82	62,5	66
Gurken (geschält)	95,4	4,0	0,6	-0,5	0,96	81	84
Karotten (Nantes)	87,5	10,2	2,3	-0,9	0,90	71	75
Spargel (geschält)	92,6	6,0	1,4	-0,8	0,94	77,5	80,5
Spinat	92,2	4,5	3,3	-0,8	0,94	76	79
Tomaten	93,1	6,6	0,3	-0,8	0,93	76,5	80
Apfel	84,0	13,9	2,1	-1,4	0,89	72	75,5
Apfelmus	82,8	14,8	2,4	-1,5	0,89	65	69,5
Erdbeeren	89,3	8,3	2,4	-1,1	0,94	78,5	82
Himbeeren	82,7	11,5	5,8	-0,9	0,89	65,5	69,5
Heidelbeeren	85,1	10,5	4,4	-1,0	0,89	68	72
Pfirsiche (entsteint)	88,0	10,8	1,2	-1,5	0,91	71	75
Süßkirschen	77,0	21,0	2,0	-2,4	0,87	57	64
Zwetschen (entsteint)	80,3	19,2	0,5	-2,2	0,88	62	67
Beerenobst mit 40prozentiger Zuckerlösung, 2/3 Obst, 1/3 Lösung	~ 78	~ 20	~ 4	-2,2 *)	—	54	59
Beerenobst mit Trockenzucker, 1 Teil Zucker auf 3 Teile Obst	~ 65	~ 31	~ 4	—	—	35,5	43,5

\*)  $t_g$  Beerenobst  $-1,0^{\circ}\text{C}$  im Mittel;  $t_g$  Zuckerlösung 40prozentig  $-4,5^{\circ}\text{C}$ .

Eine vergleichende Gegenüberstellung von berechneten Gefrierzeiten für Erdbeeren in Zuckerlösung und für Bohnen einmal in einer Eco-Packung, zum anderen in einer Stülpchachte! mit Zellglasinnenbeute! und -umhüllung im Luft- und im Plattengefrierapparat gefroren, gibt Tabelle 54. Der Berechnung wurde eine

Packung mit den Innenabmessungen  $150 \times 100 \times 50$  mm und einem Füllgewicht von 500 g Erdbeeren mit 250 g Zuckerlösung bzw. 400 g Brechbohnen zugrunde gelegt. Als Gefriertertemperatur wurde für beide Apparate  $-35^\circ\text{C}$  und für den Luftgefrierapparat eine Windgeschwindigkeit von 4 m/sec angenommen.

Tabelle 54

Gefrierzeit  $z_0$  (Stunden) von verschiedenen verpackten Erdbeeren in Zuckerlösung und Brechbohnen im Luft- und Plattengefrierapparat

Erzeugnis	Luftgefrierapparat		Plattengefrierapparat	
	Eco-Packung	Stülpfachtel mit Zellglas	Eco-Packung	Stülpfachtel mit Zellglas
Erdbeeren in Zuckerlösung	1,56	1,64	0,90	1,07
Brechbohnen	1,75	2,44	1,77	1,87

Die in Tabelle 54 aufgeführten Gefrierzeiten für verpackte Lebensmittel lassen erkennen:

1. Produkte mit guter Wärmeleitfähigkeit (Erdbeeren in Zuckerlösung) in einschichtiger Verpackung (Eco-Packung) lassen sich — da der Wärmeübergang verbessert wird — im Plattengefrierapparat schneller gefrieren als im Luftgefrierapparat.
2. Produkte mit schlechter Wärmeleitfähigkeit (Bohnen ohne Aufguß) in einschichtiger Verpackung (Eco-Packung) lassen sich nach beiden Verfahren gleich schnell gefrieren, da die Gefriergeschwindigkeit durch die geringe Wärmeleitfähigkeit des Füllgutes bestimmt wird.
3. Produkte mit geringer Wärmeleitfähigkeit (Bohnen ohne Aufguß) in mehrschichtiger Verpackung (Stülpfachtel mit Zellglas) lassen sich im Plattengefrierapparat schneller als im Luftgefrierapparat gefrieren, da die isolierenden Luftschichten zwischen den Packstoffschichten durch den Plattendruck verdrängt werden. Beim Gefrieren von kompaktem Gut (Erdbeeren in Zuckerlösung) werden die Packstoffschichten durch die Ausdehnung des Füllgutes auch beim Gefrieren in Kaltluft aneinandergedrückt.
4. Produkte mit geringer Wärmeleitfähigkeit lassen sich im Plattengefrierapparat in einer mehrschichtigen Verpackung etwa genau so schnell gefrieren wie in einer einschichtigen, während die Unterschiede beim Gefrieren im Luftgefrierapparat erheblich sein können.

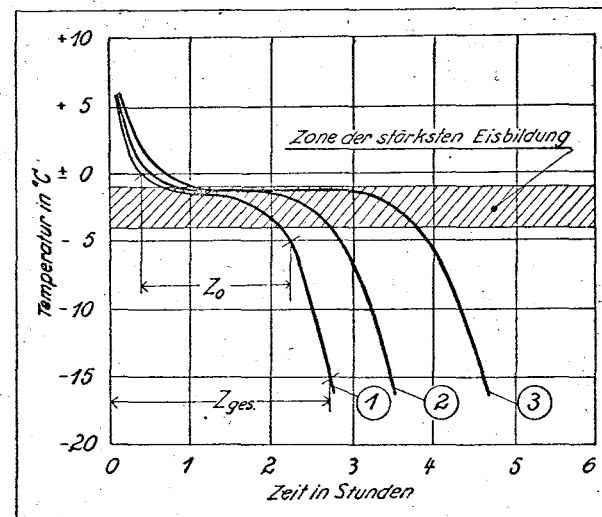
In ausgeführten Anlagen kann die Gefrierzeit durch Messen des Temperaturverlaufs im Kern des Gefrierguts (siehe Figur 20) auch bei unregelmäßig geformten Packungen auf einfache Weise bestimmt werden. Die Meßeinrichtung muß jedoch so ausgeführt und angebracht sein, daß durch sie der Verlauf der Kerntemperatur nicht beeinflußt wird.

Die  $z_0$ -Werte in Tabelle 54 gelten für das Senken der Kerntemperatur von 0 auf  $-5^\circ\text{C}$  (siehe Figur 20). Um die gesamte Gefrierzeit  $z_{\text{ges}}$  zu gewinnen, müssen — wie man aus Figur 20 ersieht — die Zeiten hinzugezählt werden, die zur Abkühlung der Ware von der Eintrittstemperatur auf  $0^\circ\text{C}$  und zur Reduzierung der Kerntemperatur von  $-5^\circ\text{C}$  auf einen tieferen Wert, bei dem man im Durchschnitt die gewünschte Lagertemperatur erreicht, nötig sind. Auch für die Berechnung dieser Zeiten sind Formeln angegeben worden (siehe hierzu einschlägige Literatur).

## 3. Gefriergeschwindigkeit

Lebensmittel müssen schnell gefroren worden sein, wenn sie als Gefrierkonserven zum Verkauf angeboten werden. Die Vorteile des Schnellgefrierens gegenüber dem langsamen Gefrieren beruhen zum Teil auf dem gleichmäßigeren Ausgefrieren des im Lebensmittel vorhandenen Wassers. Im wesentlichen sind folgende Vorteile zu erwarten:

1. Es treten keine so starke Entmischungen im Zellsaft auf.
2. Die Konzentrationsverschiebung zwischen Zellinnenraum und interzellularen Räumen bleibt geringer, weil in der kurzen Gefrierzeit nur wenig Wasser durch die Zellwände diffundieren kann.
3. Es entstehen keine großen Kristalle in den Interzellularräumen, so daß diese nicht wesentlich erweitert werden und daher bei empfindlichen Produkten die Struktur besser erhalten bleibt.
4. Die Temperaturzone zwischen Gefrierbeginn und  $-4^\circ\text{C}$  (siehe Figur 20), in der noch flüssige, stark mit Salzen und Säuren angereicherte Zellsaftbestandteile eine erhöhte chemische Umsetzung verursachen können, wird schnell durchlaufen.



Figur 20: Ungefäher Verlauf der Kerntemperatur beim Gefrieren von Brechbohnen ohne Aufguß in Kartonpackungen  $160 \times 100 \times 50$  mm mit Einsatzbeutel.

- 1 = im Plattengefrierapparat bei  $-35^\circ\text{C}$
- 2 = freiliegend im Luftgefrierapparat bei  $-35^\circ\text{C}$ , Luftgeschwindigkeit rund 4 m/sec
- 3 = freiliegend im Luftgefrierapparat bei  $-25^\circ\text{C}$  und einer Luftgeschwindigkeit von rund 1 m/sec

5. Es wird schnell eine Temperatur erreicht, bei der die Mikroorganismen nicht mehr zu wachsen vermögen.
6. Bei gleicher Gefrierleistung ist die Belastung der Apparate geringer, so daß diese kleiner gebaut werden können.

Um sich darüber verständigen zu können, wie schnell Lebensmittel gefroren werden sollen, mußte ein Maß für die Beurteilung des Gefriervorgangs eingeführt werden.

Für die Praxis hat sich der von Plank vorgeschlagene und verwendete Begriff der mittleren linearen Gefriergeschwindigkeit bewährt. Sie wird definiert als

$$w_m = \frac{d_0 \text{ cm}}{z_0 \text{ h}}$$

Darin ist  $d_0$  in cm die kürzeste Entfernung von der Oberfläche, durch die hauptsächlich die Wärme entzogen wird, bis zum Kern des Gefrierguts und  $z_0$  in Stunden die Gefrierzeit, die zur Senkung der Kerntemperatur vom Gefrierbeginn auf  $-5^\circ \text{C}$  (Durchschnittstemperatur etwa  $-15^\circ \text{C}$ ) erforderlich ist.

Bei einer Gefrierpackung mit der Höhe  $h_0$  ist die  $d_0 = h_0/2$ .

Nach den vorliegenden Erfahrungen kann ein Lebensmittel als schnellgefroren angesprochen werden, wenn es mit einer mittleren linearen Gefriergeschwindigkeit von 1 bis 3 cm/h gefroren worden ist. Mit dieser Gefriergeschwindigkeit wird auch in den üblichen Gefrierapparaten gearbeitet, da eine Steigerung über 3 cm/h qualitativ praktisch keine Vorteile mehr bringt, andererseits aber meist mit einem größeren Aufwand und höheren Betriebskosten verknüpft ist. Nach den im Entwurf vorliegenden Qualitätsnormen dürfen Gefrierprodukte nur als „schnellgefroren“ bezeichnet und zum Verkauf angeboten werden, wenn sie mit einer Gefriergeschwindigkeit von 1,25 cm/h oder schneller gefroren worden sind. Demnach muß die Temperatur einer 50 mm hohen Packung in zwei Stunden von  $\pm 0$  auf  $-5^\circ \text{C}$  im Kern ( $-15^\circ \text{C}$  im Durchschnitt) gesenkt werden, wenn die Wärme von zwei oder allen Seiten entzogen wird oder in vier Stunden bei einem Wärmeentzug von nur einer Flachseite. Die gesamte Gefrierzeit dieser Packung beträgt bei  $+15^\circ \text{C}$  Ausgangs- und  $-15^\circ \text{C}$  Endtemperatur im Kern beim Gefrieren zwischen Platten mit  $-30^\circ \text{C}$  etwa  $2\frac{3}{4}$  Stunden.

### b) Tiefkühlkette, Lager- und Transporttemperatur

Wenn die Lebensmittel im gefrorenen Zustand den Gefrierapparat verlassen, ist der Konservierungsvorgang nicht abgeschlossen, er ist vielmehr durch das Gefrieren als erste Stufe eingeleitet worden. Die Lagerung bei tiefen Temperaturen ist die eigentliche Konservierung und für die Qualitätserhaltung von entscheidender Bedeutung. Die für die Lagerung von Obst und Gemüse über eine bestimmte Zeit erforderliche Temperatur muß aufrecht erhalten werden bis die Gefrierkonserven in den Verkauf kommen.

Die Gefrierbetriebe verfügen meist nur über kleinere Gefrierlagerräume, so daß für die langfristige Lagerung Räume mit tiefen Temperaturen in den Kühlhäusern in Anspruch genommen werden müssen. Von hier aus wird dann die Gefrierware den einzelnen Großhändlern angeliefert, die die Verteilung auf die einzelnen Verkaufstruhen in der Regel aus einem eigenen Gefrierlagerraum übernehmen. Bei normalem Vertrieb durchläuft demnach die Gefrierware von der Produktion bis zum Verkauf den Auffanggefrierlagerraum beim Produzenten (kurzfristige Lagerung), die Gefrierlagerräume eines Kühlhauses (langfristige Lagerung), den Verteilergefrierlagerraum beim Großhändler (kurzfristige Lagerung) und die Tiefkühltruhen beim Kleinhändler (Lagerung bis zu 14 Tagen). Da nicht nur in den Lagerräumen und -truhen, sondern auch in den Transportmitteln, mit

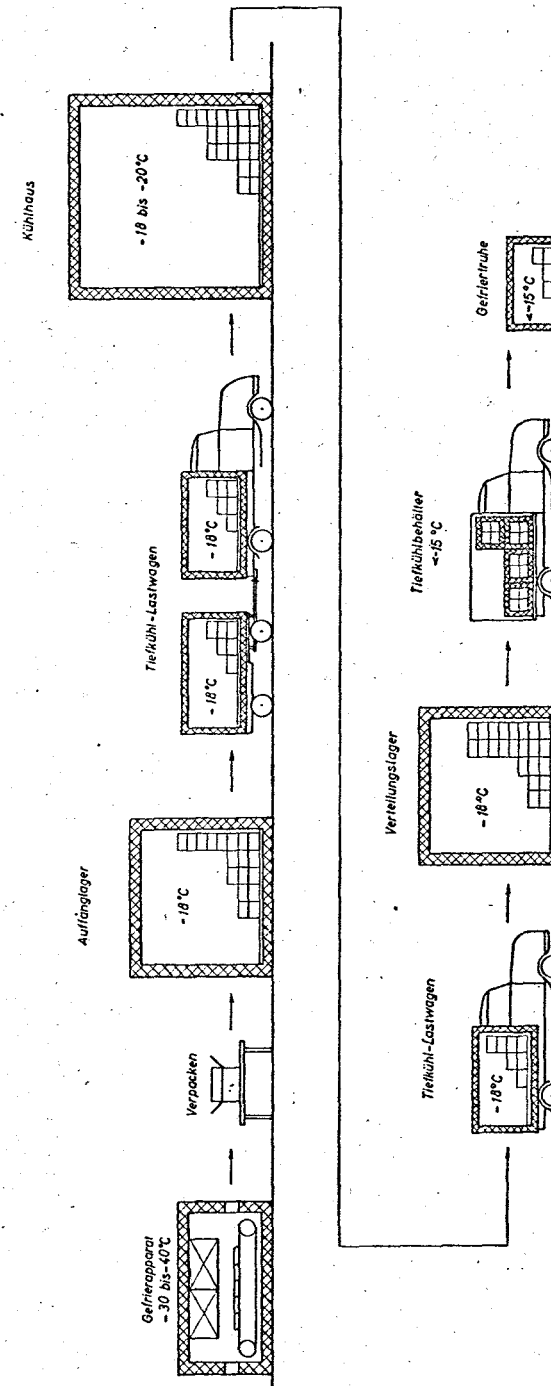


Abb. 90: Schematische Darstellung der Tiefkühlkette vom Gefrierbetrieb bis zum Kleinhändler.

denen das Gefriergut von einer Stelle zur anderen befördert wird, die tiefe Temperatur gehalten werden muß, spricht man von einer „Tiefkühlkette“ (siehe Abbildung 90). Diese Kette muß lückenlos geschlossen sein, damit die Temperatur sich nicht über die zulässigen Grenzwerte hinaus erhöht.

Die Qualität, mit der Gefrierkonserven den Gefrierapparat verlassen, kann während der Lagerung um so besser erhalten werden, je tiefer die Lagertemperatur gewählt wird. Andererseits steigen aber die Lagerkosten mit sinkender Temperatur. Wenn das Qualitätsniveau, mit dem eine bestimmte Gefrierware eingelagert worden ist und an die Hausfrau abgegeben werden soll und damit der während der Lagerung zulässige Qualitätsabfall festliegt, ist bei bekannter Lagerdauer die erforderliche Lagertemperatur für dieses Produkt oder bei bestimmter Lagertemperatur die mögliche Lagerdauer gegeben. Die Qualitätsveränderungen einzelner Gemüse- und Obstarten während der Gefrierlagerung bei verschiedenen

Tabelle 55

Vitamin-C-Gehalt verschiedener Gemüse- und Obstarten nach einjähriger Lagerung bei  $-28,9$ ,  $-17,8$  und  $-12,2^{\circ}\text{C}$  nach Wiesman (Angaben in Prozent des Ausgangswertes)

Erzeugnis	Gehalt nach dem Gefrieren mg/100 g	Gehalt in Prozent des Ausgangswertes nach zwölf Monaten		
		$-12,2^{\circ}\text{C}$	$-17,8^{\circ}\text{C}$	$-28,9^{\circ}\text{C}$
Spargel	40	10	100	100
Grüne Bohnen	14	5	70	100
Blumenkohl	78	5	35	80
Spinat	31	10	45	90
Pfirsische	6	25	75	75
Erdbeeren	38	25	85	100

Temperaturen ist untersucht worden, dabei ergab sich nicht nur eine Relation zwischen Lagertemperatur und Lagerzeit für bestimmte Produkte (siehe Abbildung 91), sondern es zeigte sich, daß das Lagerverhalten der einzelnen Obst- und Gemüsearten unterschiedlich ist (siehe Tabelle 55) und darüber hinaus auch von der verwendeten Sorte, dem Ausgangszustand und vor allem von der Vorbehandlung abhängen kann.

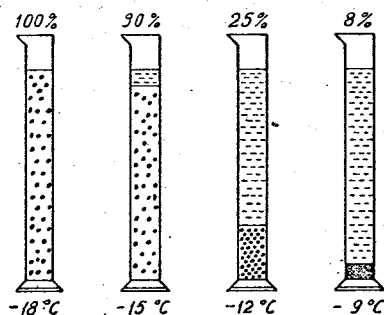


Abb. 91: Verteilung der Schwebstoffe in Mandarinensaft nach Verdünnung eines ein Jahr bei verschiedenen Temperaturen gelagerten Konzentrats nach Du Bois und Kew.

Sowohl beim Hersteller und Großhändler als auch im Kühlhaus werden die Erzeugnisse einer Jahresproduktion in der Regel nebeneinander gelagert, es kommt deshalb darauf an, eine Lagertemperatur zu finden, die eine gute Qualitätserhaltung aller Produkte bis zur üblichen Verbrauchszeit garantiert, und Grenzwerte für die Lagerdauer anzugeben, die nicht überschritten werden sollen. Eine Lagertemperatur von  $-18^{\circ}\text{C}$  hat sich für die meisten Lebensmittel als günstig erwiesen und wird allgemein auch für Obst- und Gemüseprodukte empfohlen. Bei  $-18^{\circ}\text{C}$  kann einerseits die Qualität der meisten Produkte bis zum Anschluß an die nächste Ernte gut erhalten werden, und andererseits bleiben die Lagerkosten in erträglichen Grenzen. Die mögliche Lagerdauer einzelner Gemüse- und Obstarten bei  $-18^{\circ}\text{C}$  sind in den Abschnitten E. und G. angegeben. Die Werte stützen sich auf Literaturangaben und eigene Erfahrungen.

Die chemischen Veränderungen steigen bei Temperaturen über  $-15^{\circ}\text{C}$  schnell an, so daß auch bei der Auslieferung von Gefrierware an die Kleinhändler und während der kurzfristigen Lagerung in den Verkaufstruhen eine Temperatur von  $-15^{\circ}\text{C}$  im Durchschnitt nicht überschritten werden sollte. Ein gesundheitsschädigender Verderb kann bei Lagertemperaturen unter  $-10^{\circ}\text{C}$  nicht auftreten, da sich keine Mikroorganismen entwickeln können (siehe Seite 28).

Beim Auftreten von Temperaturschwankungen im Lagerraum verändern sich vorschriftsmäßig verpackte Gefrierprodukte nicht stärker, als wenn sie bei der Durchschnittstemperatur gelagert werden, vorausgesetzt, daß die Maximaltemperatur  $-15^{\circ}\text{C}$  nicht überschreitet. Bei stückigem, ohne Aufguß verpackten Gut kann allerdings eine schon bei sehr geringen Temperaturschwankungen auftretende Austrocknung durch Abwanderung des Wassers an die Packstoffinnenflächen verstärkt in Erscheinung treten.

Da meist nur ein geringer Teil der Produktion beim Produzenten selbst gelagert werden kann, ist einer der wichtigsten Teile der Konservierung der unmittelbaren Aufsicht durch den Produzenten entzogen. Der Produzent ist aber für die Qualität der von ihm hergestellten Ware verantwortlich, so daß er sich ganz anders als bei der Dosenware um ihre Lagerung und ihren Vertrieb kümmern muß. Er muß sich vergewissern, daß die einzelnen Glieder der Tiefkühlkette den Anforderungen entsprechen und daß sie an keiner Stelle unterbrochen wird. Eine genaue Erfassung der eingelagerten Bestände ist unerlässlich, damit die zulässigen Lagerzeiten eingehalten werden können; überlagerte Ware erfüllt nicht die Qualitätsansprüche. Der Hersteller muß demnach in einem engen Kontakt und Informationsaustausch mit den Betrieben stehen, in deren Händen die anderen Glieder der Tiefkühlkette liegen.

### c) Auftauen und Zubereiten

Die Qualität von gefrorenem Obst und Gemüse kann stark vermindert werden, wenn es von der Hausfrau nicht sachgemäß behandelt und zubereitet wird. Es ist Aufgabe des Herstellers, die Hausfrau über die Behandlung und zweckmäßigste Verwendung der einzelnen Produkte zu unterrichten. Eine Gebrauchsanweisung sollte folgendes berücksichtigen.

Die Gefrierware ist von der Hausfrau nicht als Konserve, sondern als Frischware zu behandeln. Genau so wie beim zubereiten, das heißt gewaschenen und zerkleinerten frischen Obst und Gemüse sollte beim gefrorenen ein langes Stehenlassen bei Raumtemperatur vermieden werden. Gefrorenes Obst und Gemüse muß möglichst am Tag des Einkaufs verwendet werden. Der Frischwert von Gemüse bleibt am besten erhalten, wenn man es unmittelbar nach dem Kauf in noch gefrorenem Zustand zubereitet.

Bei normaler Kühlschranktemperatur von  $+3$  bis  $5^{\circ}\text{C}$ , dauert das Auftauen von Obst sechs bis zwölf Stunden, so daß es oft ohne wesentliche Qualitätsminderung im Kühlschrank bis zum nächsten Tag aufgehoben werden kann. Auch der Verbrauch von gefrorenem Gemüse läßt sich im Kühlschrank um einen Tag verzögern. Länger als einen Tag können Gefrierkonserven ohne merklichen Qualitätsabfall im Haushalt nur aufgehoben werden, wenn ein Gefrierfach mit einer Temperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  und tiefer im Kühlschrank zur Verfügung steht.

Kleinstückiges Gemüse wie Bohnen und Erbsen, aber auch Blumenkohl, gibt man am besten in noch gefrorenem Zustand in das siedende Wasser und läßt es garkochen. Zu einem homogenen Block zusammengefrorenes Gemüse wie Spinat, das sich kurz nach dem Einfüllen in kochendes Wasser nicht in einzelne Stücke zerteilen läßt, muß man vor dem Kochen antauen lassen und zerteilen, damit die Außenschichten nicht zerkochen, bevor der Kern aufgetaut ist. Beim Zubereiten von Gefriergemüse ist zu beachten, daß sich die Kochzeit nicht nur um die für das Blanchieren aufgewendete Zeit vermindert, sondern auch infolge des Gefriervorgangs etwas abnimmt. Man kommt mit der halben bis zweidrittel der üblicherweise zum Kochen der frischen Gemüsearten verwendeten Kochzeit aus. Auch wenn das Gemüse in Fett gedünstet werden soll, ist ein Auftauen in kochendem Wasser günstig. Gurkenscheiben setzt man an, sobald der Auftauprozess so weit fortgeschritten ist, daß sie sich voneinander lösen lassen.

Obst, das im frischen Zustand gegessen werden soll, taut man am besten in der Packung oder in einem hochwandigen Gefäß auf, damit die Fruchtteile während des Auftauens von der Zuckerlösung oder vom Zuckersaft bedeckt bleiben. Je nach der Größe und Form der Packung dauert das Auftauen drei bis sechs Stunden bei Zimmertemperatur. Obst sollte mit einer Temperatur von  $10$  bis  $15^{\circ}\text{C}$  gegessen werden, bei niedrigerer Temperatur ist das Aroma nicht voll entwickelt oder wird nicht als voll empfunden, bei höherer verliert es schnell an Qualität. Das Auftauen kann durch Berieseln der Packung oder Schüssel mit kaltem Wasser beschleunigt, durch das Auftauen im Kühlschrank verzögert werden.

Die Angabe von einigen Grundrezepten, vor allem für die Verwendung von Obst als Kuchenbelag ist vorteilhaft.

## B. Einrichtungen zum Gefrieren und zur Gefrierlagerung

### a) Gefrierapparate

Zum Gefrieren von Obst und Gemüse werden drei Verfahren verwendet:

1. Das Gefrieren im Kontakt mit kalten Platten,
2. das Gefrieren im Kaltluftstrom und
3. das Gefrieren in kalten Lösungen.

Dabei kommt den Verfahren 1. und 2. eine überragende Bedeutung zu; aber das Verfahren 3. hat in den USA neuerdings wieder für die Gefrierkonservierung von Obstprodukten, insbesondere von Obstsaften und Saftkonzentraten, die in Weißblechdosen verpackt werden, eine Bedeutung gewonnen.

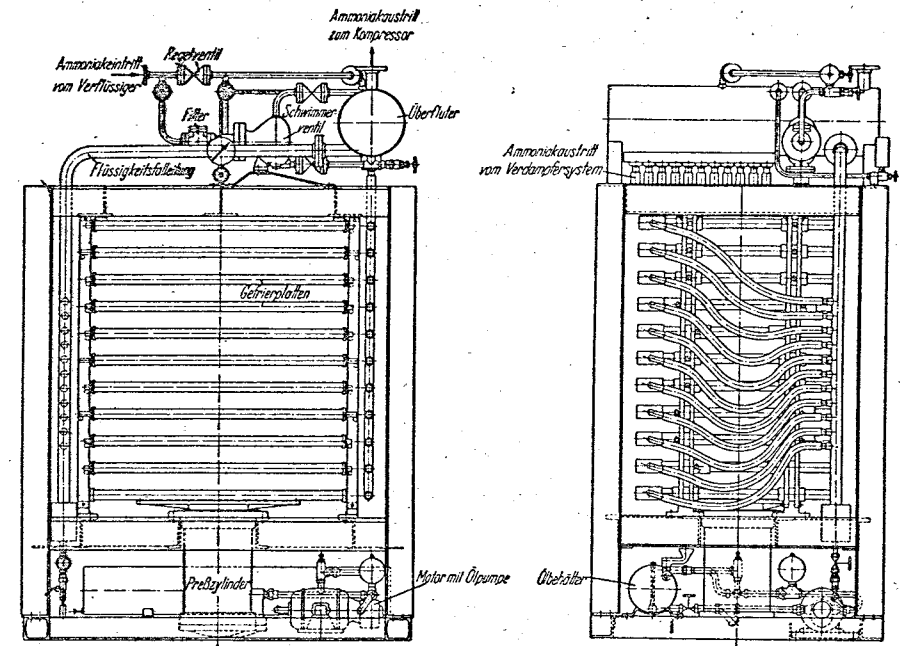


Abb. 92: Schematische Darstellung eines Mehrplattengefrieres nach Birdseye. Neuerdings wird der Preßzylinder meist oben eingebaut (siehe Abb. 93).

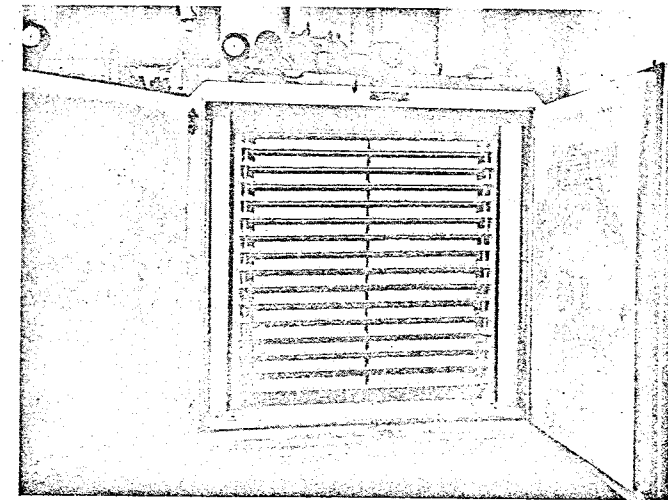


Abb. 93: Plattengefrierapparat mit 15 Stationen (16 Platten) der Firma Amerio Manufact. Inc. Union City, New Jersey (USA), nach der Beschickung.

## 1. Plattengefrierapparate

Zum Gefrieren von einheitlichen, planparallelen Kleinpackungen werden oft Plattengefrierapparate verwendet. Am gebräuchlichsten sind Mehrplattengefrierapparate (Abbildungen 92 und 93), die je nach der gewünschten Gefrierleistung mit 7 bis 21 übereinander liegenden Platten geliefert werden. Die Standardtype hat meist 15 Stationen, also 16 Platten mit einer Auflagefläche von etwa 1,4 oder 1,8 m Breite und etwa 1,1 m Tiefe. Die Platten stellt man neuerdings statt aus Aluminium aus Stahlblechen her, zwischen die eine Kühlschlange aus Rohren mit quadratischem Querschnitt gelegt wird. Nach dem Verschweißen der Platten wird meist der Innenraum evakuiert, so daß die Bleche durch den äußeren Luftdruck fest auf die Rohrschlange gepreßt werden und damit ein guter Kontakt entsteht.

Die einzelnen Platten sind durch einen Gelenkmechanismus miteinander verbunden, so daß ihr Abstand voneinander mit Hilfe eines meist an der obersten Platte befestigten, hydraulisch betriebenen Stempels verändert werden kann. Die Kleinpackungen werden normalerweise auf Aluminiumblechen liegend zwischen die auseinandergesetzten Platten geschoben. Nach dem Füllen des Schrankes werden die Platten gegen die feststehende untere Platte solange verschoben, bis sie mit einem leichten Druck (0,06 bis 0,1 kg/m<sup>2</sup>) den Flachseiten der Packungen anliegen. Ein Druck von 0,1 kg/cm<sup>2</sup> genügt, um die Luftschlüsse zwischen den Packstoffschichten an den Flachseiten weitgehend zu verdrängen, so daß ein höherer Druck keine Vorteile bringt. Distanzklötze sorgen dafür, daß der Druck nicht zu hoch wird.

Gekühlt werden die Platten durch ein in der eingepreßten Rohrschlange verdampfendes Kältemittel oder durch in dieser umlaufende Kühlsole. Das Kältemittel oder die Sole wird den Platten über Schläuche zugeleitet. In der Regel wird mit einer zwischen -30 und -40° C liegenden Verdampfungs- oder Soletemperatur gearbeitet.

Die Umlaufgeschwindigkeit der Sole liegt meist zwischen 0,2 bis 0,5 m/sec. Eine Steigerung auf über 0,5 m/sec bringt nur geringe Verkürzungen der Gefrierzeit. Neuerdings wird meist mit direkter Verdampfung gearbeitet. Als Kältemittel

Tabelle 56

Gefrierdauer und Leistung eines Mehrplattengefrierapparats (15 Stationen) der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG, Wiesbaden, bei Verwendung verschiedener hoher Packungen mit einheitlichem homogenen Gefriergut nach Hofmann.

Höhe der Packung		mm	25	38	50	65	75
Schrankinhalt an Gefrierware *)		kg	570	790	1 050	1 370	1 570
Verpackung Cellophan ohne nennenswerte Luftschicht	Gefrierdauer	Std	0,55	0,85	1,4	2	2,5
	Leistung **)h	kg/h	1 000	830	750	680	630
Verpackung Karton und Cellophan	Gefrierdauer	Std	1,35	2	2,75	3,4	4,2
	Leistung **)h	kg/h	420	390	380	380	375

\*) Bei den Schränken mit 18 und 20 Stationen erhöht sich der Schrankinhalt und damit die Leistung entsprechend.

\*\*) In der angegebenen Stundenleistung ist die Zeit zum Beschießen und Entleeren des Schrankes nicht berücksichtigt worden, sie beträgt je nach der Packungsart 20 bis 30 Minuten.

wird Ammoniak, für kleinere Anlagen auch F 22 oder F 12 verwendet (siehe Abschnitt XXI.).

Die Wände und Türen der Schränke sind entsprechend der tiefen Temperatur stark isoliert. Ein Bereifen der Platten beim Öffnen der Türen läßt sich nicht vermeiden, deshalb werden die Auflageflächen — um ein Angefrieren der Packungen zu vermeiden — oft mit einem geruchfreien Öl leicht abgewischt. In regelmäßigen Abständen müssen die Platten abgetaut werden.

Je nach der Plattentemperatur, dem Füllgut und der Verpackung werden Kleinpackungen von 40 bis 50 mm Höhe mit einer Gefriereschwindigkeit von 2 bis 4 cm/h gefroren.

Beim absatzweise zu beschickenden Mehrplattengefrierapparat der Firma Linde mit 15 Stationen (16 Platten) kann für homogenes, die Packung ganz ausfüllendes Gefriergut mit den in Tabelle 56 angegebenen Gefrierzeiten gerechnet werden, wenn Ware mit einer Anfangstemperatur von +10 auf eine Endtemperatur im Kern von -18° C gekühlt wird.

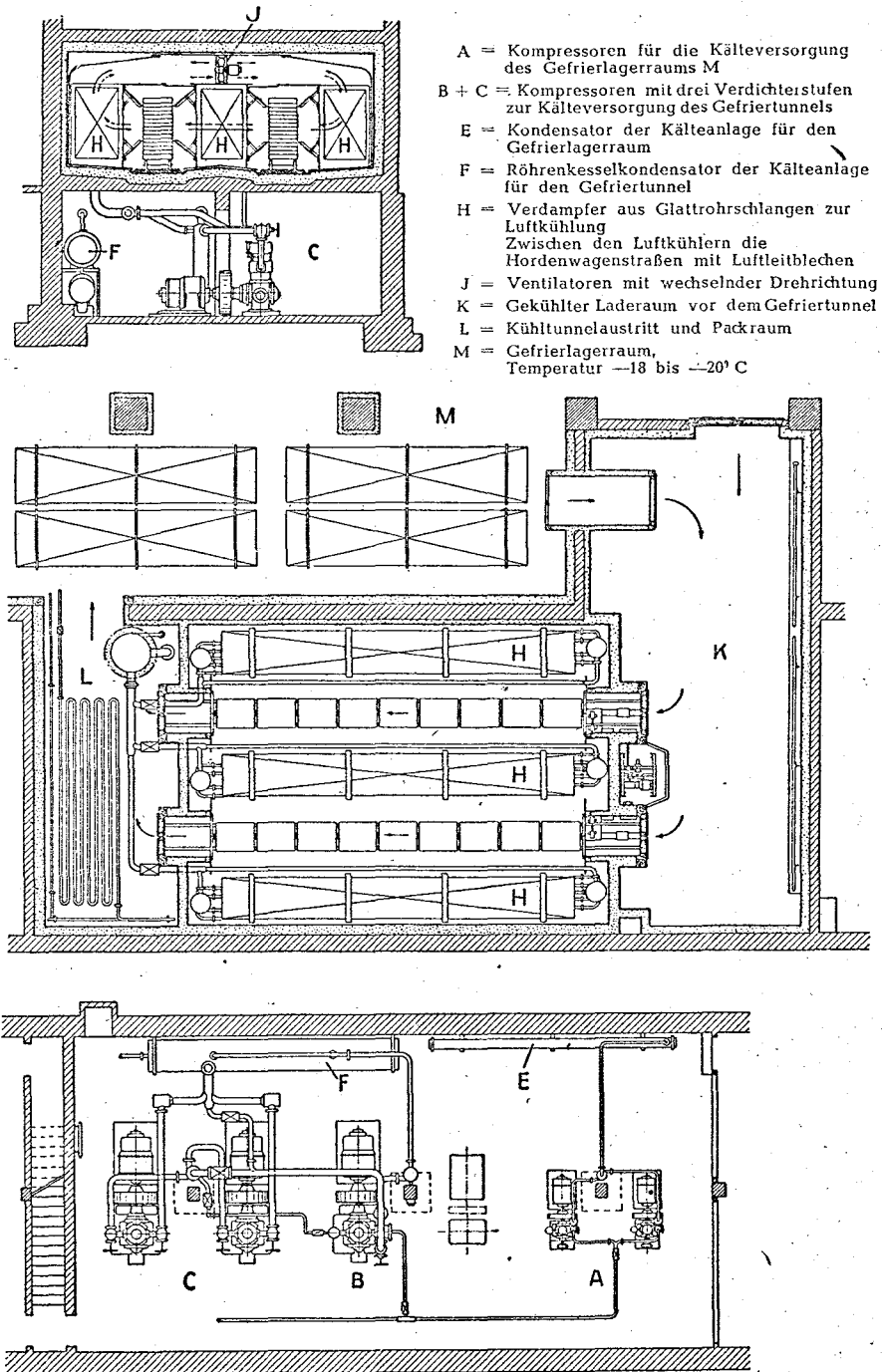
Die Beschickungs- und Entleerzeiten der absatzweise betriebenen Plattengefrierapparate werden dadurch verkürzt, daß auch an der Rückseite des Apparates eine Tür eingebaut wird; durch die eingeschobene frische Ware wird dann die gefrorene auf der Gegenseite ausgeschoben. Als Beschickungszeit eines solchen 15-Stationen-Schrankes mit 3 120 auf Horden gesetzten Kleinpackungen wurden rund 15 Minuten gemessen.

Neben den absatzweise zu beschickenden werden neuerdings in den USA auch kontinuierlich arbeitende Plattengefrierapparate verwendet. In diese werden nicht nur die einzelnen Platten gegeneinander verschoben, sondern der ganze Plattensatz kann gehoben oder gesenkt werden, so daß jeweils die neu zu beschickende Station vor der Beschickungsöffnung zu liegen kommt. Es wird dann der vor und unterhalb der Öffnung liegende Teil der Platten auseinandergesogen und durch einen Stoßbalken die vor die Beschickungsöffnung geförderte Packungsreihe mit frischem Gut zwischen die Platten hinein- und damit auf der anderen Seite eine Reihe gefrorener Packungen herausgeschoben. Beim kontinuierlichen Plattengefrierapparat der Firma Amerio werden vor der Beschickung etwaig angefrorene Packungen durch einen Stoß von den Platten gelöst, damit die neuen Packungen nicht durch einen zu großen Widerstand beschädigt werden. Wenn die unterste Station beschickt wird, haben die Packungen auf der obersten oft schon die Lagertemperatur erreicht, so daß nach dem Senken des Plattensatzes die Beschickung neu beginnen kann.

In dem kontinuierlichen Plattengefrierapparat von Patterson werden die Packungen in acht Stationen zwischen je einer feststehenden und einer beweglichen Platte schrittweise gefördert. Alle acht Stationen werden gleichzeitig mit je einer Reihe Packungen beschickt, dabei werden die auf den Platten liegenden weiter- und die letzte ausgeschoben.

## 2. Luftgefrierapparate

Das Gefrieren in Kaltluft ist das universellste, anpassungsfähigste Verfahren. Luftgefrierapparate werden nicht nur in Betrieben angewendet, in denen unverpacktes oder unregelmäßig geformtes Gut, wie zum Beispiel Geflügel, eingefroren wird oder in denen die Packungsform und Größe oft wechselt, sondern auch einheitliche Kleinpackungen gefriert man im Kaltluftstrom. Wenn die Anwendung von Luftgefrierapparaten zum Gefrieren von Kleinpackungen auch etwas zurückgegangen ist, so werden doch nach wie vor am meisten Lebensmittel in Luftgefrierapparaten gefroren.



Je nach der zur Förderung des Gefriergutes im Tunnel angewendeten Transporteinrichtung unterscheidet man Band-, Ketten-, Hordenwagen-, Paternoster- und Karussellgefrierapparate. Dominierend sind die Hordenwagenapparate (Abbildungen 94 und 95/96), die Band- und die Paternosterapparate (Abbildung 97). Sie arbeiten in der Regel kontinuierlich. Hordenwagengefrierapparate werden jedoch auch für absatzweise Beschickung hergestellt.

Das Gut wird nicht nur in den Hordenwagen- und den Paternostergefrierapparaten, sondern meist auch in den Bandapparaten auf Horden gefroren. Die Horden sind aus vollem oder gelochtem Aluminium- bzw. verzinnem Stahlblech hergestellt, oder sie bestehen aus einem festen Metallrahmen mit Drahtgeflechtboden. Die Horden werden mit losem Gut (Abbildung 98) oder Packungen gefüllt in die Hordenwagen oder Transport Schlitten geschoben oder laufen wie beim Paternoster direkt der Aufgabevorrichtung zu (siehe Abbildung 97). Neuerdings wird auch stückiges Gemüse lose auf Transportbändern liegend gefroren, meist werden jedoch dann mehrere Bänder über- oder nebeneinander liegend im Gefrierapparat untergebracht. Die Wagen, Schlitten oder Horden werden, um Kälteverluste zu vermeiden, in der Regel über Schleusen aufgegeben. Aufgabe- oder Vorschubtakt sowie die Band- oder Kettengeschwindigkeit sind bei kontinuierlichen Apparaten durch Variatoren in weiten Grenzen stufenlos regelbar, so daß die Verweildauer im Apparat und damit die erforderliche Gefrierzeit genau eingestellt werden kann.

Bei Luftgefrierapparaten kommt es darauf an, daß das Gefriergut gleichmäßig von Kaltluft umspült wird. Die Durchlaufzeit eines Hordenwagens zum Beispiel muß nach der Packung mit der höchsten Temperatur auf diesen eingestellt werden, da alle Packungen beim Verlassen des Gefrierapparates die vorgeschriebene Endtemperatur haben müssen. Schon die Aufteilung des Gefriergutes auf den Horden muß daher gut überlegt sein.

Band- und Hordenwagengefrierapparate sind meist langgestreckte Tunnel, so daß man — damit der Luftweg kurz bleibt — die Luft quer zur Förderrichtung des Gutes umlaufen läßt (Abbildung 94). Dabei werden Hordenwagen praktisch immer von der Seite beaufschlagt, während lose auf dem Band liegende oder in Schlitten und Gefrierkästen untergebrachte Ware auch von oben oder unten angeströmt wird. In kürzeren Luftgefrierapparaten wird auch im Gegenstrom gefroren (Abbildung 95/96).

Um eine gleichmäßige Luftverteilung im Gefrierraum zu erzielen, werden oft Luftleitbleche eingebaut. Lüfter, die während der üblichen Gefrierzeit einer Packung vier- bis sechsmal ihre Drehrichtung ändern, so daß die Packungen auf ihrem Weg durch den Tunnel sowohl von der einen wie von der anderen Seite angeströmt werden, haben sich bewährt (siehe Abbildung 94). Der gleiche Effekt wird beim Hordenwagengefrierapparat nach Finnegan dadurch erreicht, daß die Luft die ähnlich wie in Abbildung 94 auf beiden Seiten vom Gefrierkanal liegenden Luftkühler am vorderen Ende in der einen, am hinteren Ende in der anderen Richtung durchströmt. Außerdem wird hier durch eine geringe Schräglage der Horden (siehe Abbildung 98) erreicht, daß ein Teil der Luft durch die Horde hindurchgeht.

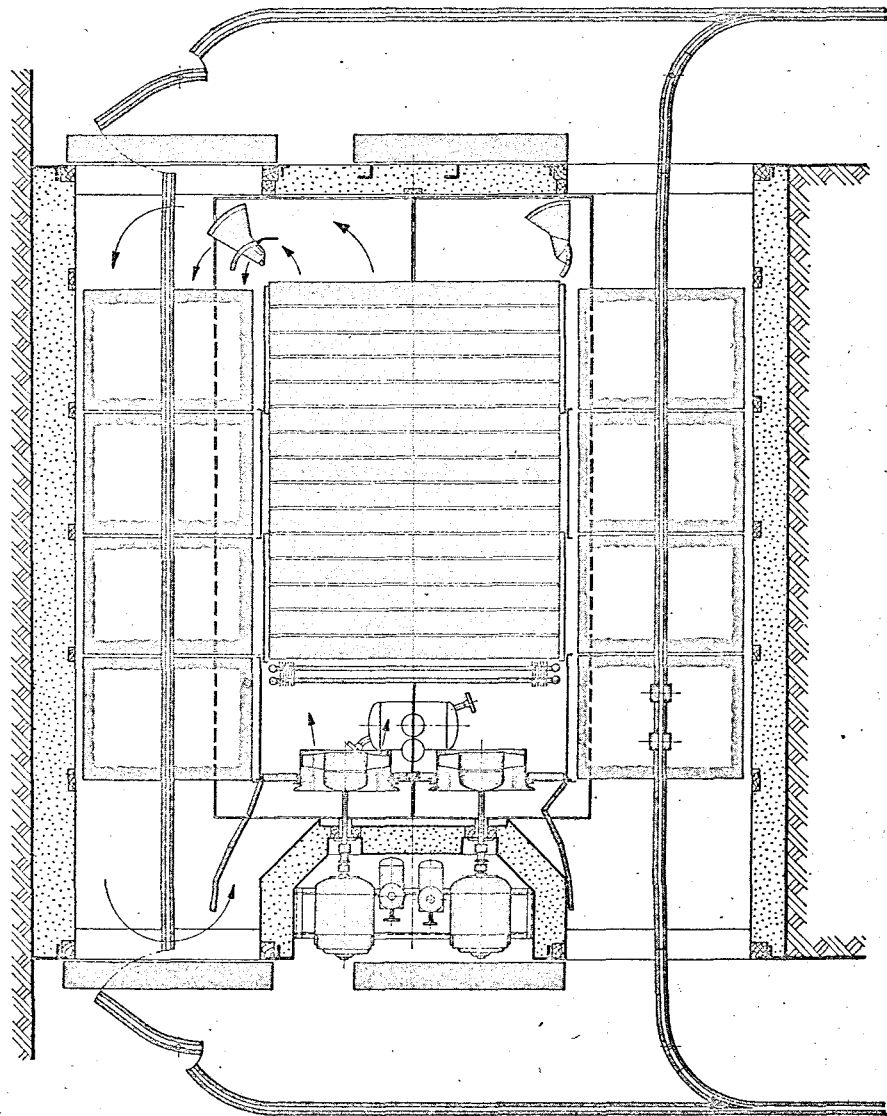
Die Luft wird meist mit Ventilatoren, zum Teil aber auch mit Gebläsen durch den Luftkühler und über bzw. durch das Gefriergut gefördert. Mit zunehmender Luftgeschwindigkeit verkürzt sich zwar die Gefrierzeit, andererseits steigt jedoch der Energiebedarf der Lüfter in der dritten Potenz ihrer Förderleistung an. Da das Wärmeäquivalent der Lüfterarbeit von der Kältemaschine abgeführt werden muß, ist eine zu hohe Windgeschwindigkeit unwirtschaftlich. Eine Geschwindig-

Abb. 94: Schematische Darstellung der in der Konservenfabrik Rorschach AG, Rorschach (Schweiz), erstellten Hordenwagen-Tunnel-Gefrieranlage. Gefrierleistung durchschnittlich 1 000 kg/h bei einer Kaltlufttemperatur von  $-40^{\circ}$  C.



keit von 3 bis 6 m/sec im leeren Gefrierteil der Apparate hat sich als günstig erwiesen. Es werden jedoch auch Luftgeschwindigkeiten von 10 m/sec und höher angewendet. In den USA wird mit einer umlaufenden Luftmenge von rund 200 m<sup>3</sup>/kg Gefriergut gerechnet.

Die Luftkühler liegen nur zum Teil seitlich vom Gefrierraum, zum Teil sind sie unter, zum Teil über diesem untergebracht. Um für den meist beträchtlichen Kälte-



bedarf nicht zu große Kühler zu bekommen, bildet man diese in der Regel als Rippenrohrverdampfer aus. Die Rippenabstände dürfen mit Rücksicht auf die besonders beim Gefrieren von losem Gut auftretende Bereifung des Verdampfers nicht zu eng gewählt werden. Damit der Luftkühler an der Eintrittsseite der Luft nicht zuwächst, wird oft ein Register von glatten Rohren vorgeschaltet. Trotzdem muß der Luftkühler beim Gefrieren unverpackter Ware täglich und sonst in größeren Abständen durch Abtauen vom Reif befreit werden. Die dazu erforderliche Zeit ist beim Festlegen der Tagesleistung zu berücksichtigen.

Als Kältemittel wird normalerweise Ammoniak verwendet; die Verdampfungstemperatur wird meist auf  $-40$  bis  $-45^{\circ}\text{C}$  gehalten. Da im allgemeinen mit einem Temperaturunterschied zwischen Verdampfungs- und Kaltlufttemperatur von 5 bis  $12^{\circ}\text{C}$  gerechnet werden kann, liegt die Lufttemperatur zwischen  $-30$  und  $-40^{\circ}\text{C}$ . In Luftgefrierapparaten werden in der Regel Gefriergeschwindigkeiten von 1 bis 3 cm/h erzielt.

Luftgefrierapparate werden in allen Größen bis zu Leistungen von 5 000 kg/h gebaut. Die in Deutschland zum Gefrieren von Obst und Gemüse entwickelten Apparate haben eine Leistung von 200 bis 300 kg/h.

### 3. Gefrieren in Lösungen

Die Verwendung von flüssigen Kälteträgern zum direkten Gefrieren von Lebensmitteln hat sich trotz der kältetechnischen Vorteile nicht durchsetzen können, weil meist die Lebensmittel nachteilig beeinflusst werden. Für das Gefrieren verpackter Lebensmittel scheint dieses Gefrierverfahren neuerdings jedoch an Bedeutung zu gewinnen.

Von der Food Machinery & Chemical Corp. (FMC), Hoopston/III. (USA), ist ein Gefrierapparat entwickelt worden, der wie der Durchlaufautoklav dieser Firma (siehe Seite 197) arbeitet. Die Dosen werden in einer Gefrierflüssigkeit aus Alkohol

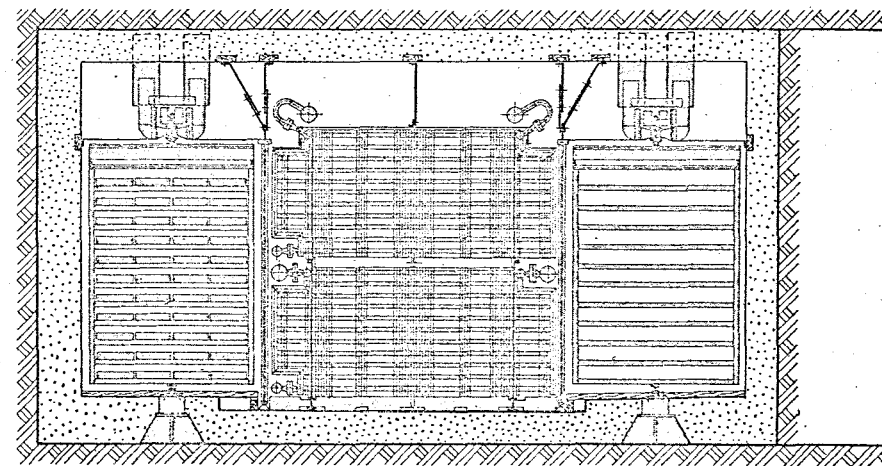


Abb. 95/96: Hordenwagen-Gefriertunnel mit hängenden Horden  
im Grundriß und Querschnitt

Luftkühlung durch Flüggenverdampfer.  
Verdampfungstemperatur  $-40$  bis  $-45^{\circ}\text{C}$ .

Symmetrische Teilung der Verdampfersysteme in der Längsachse, so daß Luftzirkulation jeder Hälfte für sich abgestellt werden kann. Hydraulisch betätigte Schiebetüren mit geheiztem Türrahmen.

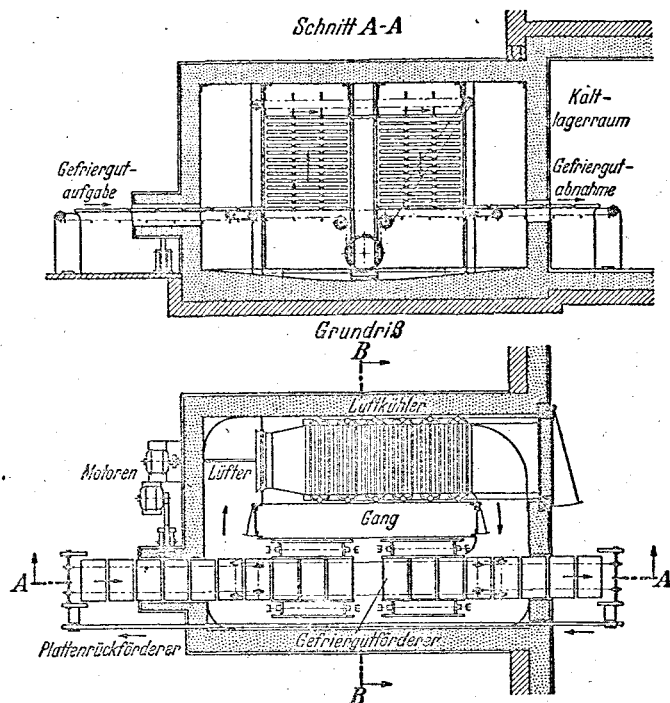


Abb. 97: Schematische Darstellung des Paternostergefrierapparates System Borsig-Loesch. Infolge der raumsparenden Transporteinrichtung ist dieses System auch für fahrbare Gefrieranlagen verwendet worden.

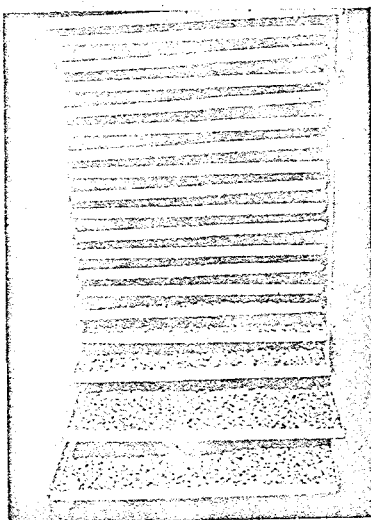


Abb. 98: Horden mit Brechbohnen im Hordenwagen des Luftgefrierapparates nach Finnegan. Durch die geringe Schräglage der Horden wird ein Teil Luft gezwungen, vertikal durch die Bohnen zu streichen.

und Sole infolge ihrer rotierenden Bewegung und des schnellen Umlaufs des Kälteträgers sehr rasch gefroren. Die Leistung der Anlage beträgt etwa 300 Dosen Größe 6 Z (Inhalt 172 cm<sup>3</sup>) je Minute. Die Gefrierzeit vorgekühlten Orangensaftes auf  $-28^{\circ}\text{C}$  wird mit 45 Minuten angegeben. Mit der gleichen Geschwindigkeit können in Behälter abgefüllte Säfte im Rotationsgefrierapparat von Finnegan gefroren werden.

#### 4. Vergleich der Gefrierverfahren

Das Gefrieren in Lösungen dürfte in der Obst- und Gemüseverwertungsindustrie auf das Gefrieren von in Dosen verpackten Lebensmitteln beschränkt bleiben. Obgleich Dosen in den USA nicht nur für Gefriersäfte und Gefrierkonzentrate, sondern auch zum Teil für Obst in Zuckerlösung verwendet werden, dürfte dieses Verfahren sich doch nur für speziell auf die Verarbeitung dieser Produkte ausgerichtete Betriebe eignen. Über die Verwendung von Dosen zum Gefrieren siehe auch Seite 299.

Wenn — wie in Deutschland üblich — Obst und Gemüse in einem Betrieb gefroren werden soll, wird man vor die Wahl gestellt, ob mit einem Platten- oder einem Luftgefrierapparat gearbeitet werden soll. Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile.

Tabelle 57

Platz- und Kältebedarf von Gefrierapparaten verschiedener Bauart

Gegenstand	Kontaktgefrierapparat (direkte Verdampfung)	Luftgefrierapparat	
		mit Band oder Paternoster	mit Hordenwagen
Platzbedarf *) für 100 kg/h in m <sup>2</sup>	0,8 bis 1,2	3 bis 6	4 bis 8
Raumbedarf *) für 100 kg/h in m <sup>3</sup>	2 bis 3	6 bis 15	10 bis 18
Verdampfungstemperatur °C	—34 bis —36	—42 bis —45	—42 bis —45
Lufttemperatur °C	—	—32 bis —38	—32 bis —38
Kältebedarf in kcal/kg			
Obst in Zuckerlösung von +10 auf $-20^{\circ}\text{C}$	70	70	70
Wärmeeinfall	3	5 bis 10	10
Ventilatorenarbeit	—	15	20
Abkühlung der Verpackung und Horden	3	3	3
Abkühlung Hordenwagen	—	—	4
Verluste: Beschickung, Schleusen, Türen	9 bis 14	etwa 5	5 bis 10
Gesamter Kältebedarf kcal/kg im Mittel	85 bis 90	100 bis 105	110 bis 120

\*) Gefrierapparat mit allem Zubehör, jedoch ohne Kompressor und Kondensator.

Bei den Mehrplattengefrierschränken ist nicht nur der Platz- und Raumbedarf wesentlich geringer als bei den Band- und Hordenwagen- und auch den Paternostergefrierapparaten (siehe Tabelle 57), sondern sie sind auch ihrem Aufbau nach besser zur Aufstellung in bereits eingerichteten Betrieben und zum Umstellen geeignet. Der Kältebedarf zum Gefrieren von 1 kg Ware ist trotz der hohen Kälteverluste beim Beschicken geringer als bei den Luftgefrierapparaten. Günstig auf den Energieverbrauch wirkt sich aus, daß hier nicht wie beim Gefrieren mit Kaltluft ein doppelter Wärmeübergang — vom Gefriergut an die Luft und von der Luft an den Verdampfer — in Kauf genommen werden muß, sondern die Wärme direkt vom Kältemittel aufgenommen wird und daher bei gleicher Gefriertemperatur mit einer höheren Verdampfungstemperatur gearbeitet werden kann (siehe Tabelle 57). Durch den geringeren Energieverbrauch werden die verhältnismäßig hohen Anschaffungs- und Wartungskosten weitgehend ausgeglichen. Vorteilhaft ist, daß zwischen Platten gefrorene Kleinpackungen ebene Flachseiten behalten, so daß sie gut kartoniert werden können. Bessere Stapelmöglichkeiten und gegebenenfalls auch etwas geringere Transportkosten sind die Folge.

Plattengefrierapparate sind nur zum Gefrieren von einheitlichen, planparallelen Kleinpackungen bis zu einer Höhe von 70 bis 75 mm geeignet, so daß für das Gefrieren unregelmäßig geformter Packungen und häufig wechselnder Packungsgrößen und -formen Luftgefrierapparate verwendet werden müssen. Auch unverpackte lose Ware kann vorläufig nur befriedigend in Luftgefrierapparaten gefroren werden. Das Gefrieren von stückigem Gemüse wie Erbsen und Bohnen in losem Zustand kann aber vorteilhaft sein (siehe Seite 302) und wird in den USA neuerdings mehr angewendet. Oft lassen sich Luftgefrierapparate auch besser in den Betriebsfluß einordnen und mit geringeren Bedienungskosten betreiben als absatzweise zu beschickende Plattenapparate. Kontinuierlich arbeitende Plattengefrierapparate sind nicht nur teuer in der Anschaffung, sondern ihres komplizierten Aufbaus wegen auch in der Wartung. Wenn die Gefrierzeiten von Packungen gleicher Abmessungen bei gleicher Gefriertemperatur zwischen kalten Platten auch kürzer sind als im Kaltluftstrom, so reicht doch die in den üblichen Luftgefrierapparaten erzielbare Gefriereschwindigkeit vollkommen aus, um die Qualität der Ware gleich gut zu erhalten.

### b) Einrichtungen zur Gefrierlagerung

In jedem Gefrierbetrieb muß ein Gefrierlagerraum zum Auffangen der gefrorenen und anschließend in Großpackungen verpackten Lebensmittel vorhanden sein. Er sollte ausreichen, um die Produktion von mindestens zwei Tagen zu fassen, damit die Transporte vom Betrieb zum Kühlhaus gut eingeteilt werden können. Um eine reibungslose Verteilung der Gefrierware zu sichern, muß auch der Großhandel über Gefrierlagerräume verfügen. Der Großhändler muß, wenn er die Größe seines Gefrierlagerraums festlegt, nicht nur seinen täglichen Absatz und die Häufigkeit der Nachlieferung, sondern auch den Umfang des Sortiments berücksichtigen, da jede Partie gut zugänglich sein muß.

Im allgemeinen werden Auffang- und Verteilerkühlräume eingeschossig in vorhandene Gebäude eingebaut. Ein größerer Gefrierlagerraum soll unterkellert sein; bei kleiner Grundfläche genügt meist eine 40 bis 50 cm hohe Kies- oder Schlackenschüttung, um ein Aufgefrieren des Bodens zu verhindern. Die Räume sollen nach Fertigstellung nicht unter 3 bis 3,2 m hoch sein. Die Tragfähigkeit der Stapelflächen soll 1 500 kg/m<sup>2</sup> betragen. Wände, Böden, Decke und Tür eines Gefrierlagerraums müssen entsprechend des großen Temperaturunterschieds zwischen Innen- und Außenluft mit einer starken Kälteisolierung versehen sein. Als Isolierstoff

hat sich expandierter Kork bewährt. Die Wärmedurchgangszahl  $k$  soll 0,2 kcal/m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C nicht überschreiten. Die Isolierung muß fachgerecht verlegt sein, damit keine Wärmebrücken auftreten. Eine Wasserdampfsperre darf auf der Außenseite der Isolierung (Innenseite der Mauer) nicht fehlen, um die Isolierung vor einer Durchfeuchtung zu schützen. Auf der Innenseite der Isolierschicht soll eine Wasserdampfsperre vermieden werden (Aufbau der Isolierung siehe Abbildung 99).

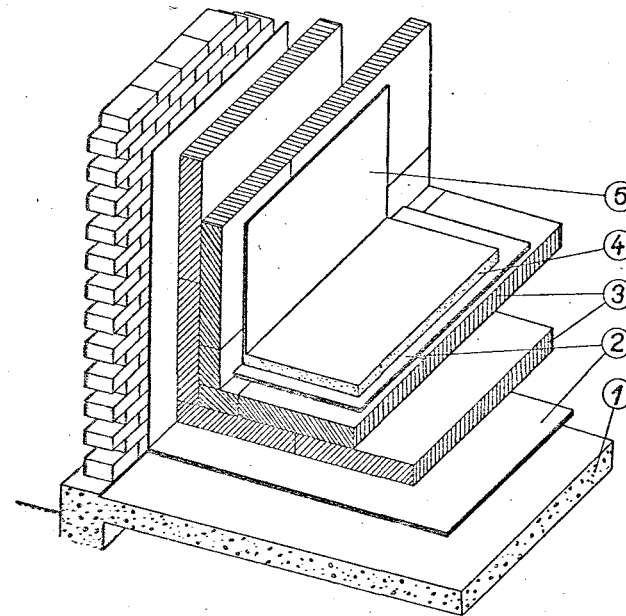


Abb. 99: Schematische Darstellung des Aufbaues der Wand- und Bodenisolierung eines Gefrierlagerraums

1 = Betondecke, 2 = Wasserdampfsperre (Asphalt, Bitumenpappe, usw.), 3 = versetzt verlegte Kälteisolierung (expandierte Korkplatten), 4 = Zementboden mit Glattstrich, 5 = Zementverputz

Die Gefrierlagerräume wurden früher, um die Austrocknung der Ware zu vermindern, nahezu ausschließlich durch Wand- und Deckenverdampfer gekühlt (Abbildung 100). Die von außen einfallende Wärme wird in diesen Räumen durch die Kühlsysteme abgefangen, so daß — da man die Ware mit Raumtemperatur einlagert — die Luftbewegung im Raum gering bleibt (stille Kühlung). Um die relative Luftfeuchtigkeit im Raum hoch zu halten, wird die Kühlfläche so groß gewählt, daß die Temperaturdifferenz zwischen Verdampfungs- und Gefriererraumtemperatur nicht mehr als 4 bis 6<sup>0</sup>C beträgt. Die relative Luftfeuchtigkeit in Gefrierräumen liegt bei normalem Betrieb dann zwischen 85 und 90%. Durch eine Mantelkühlung (Jacket-System) kann die Luftbewegung im Raum weiter verringert und die Feuchtigkeit noch mehr erhöht werden. Da jedoch die Austrocknungsgefahr bei ordnungsgemäß verpacktem Gefriergut klein ist, werden neuerdings kleinere Gefrierlagerräume meist mit bewegter Kühlung gebaut (siehe auch Abbildung 101). Die Luft wird dann so geführt, daß keine starke Luftbewegung im Stapelraum auftritt.

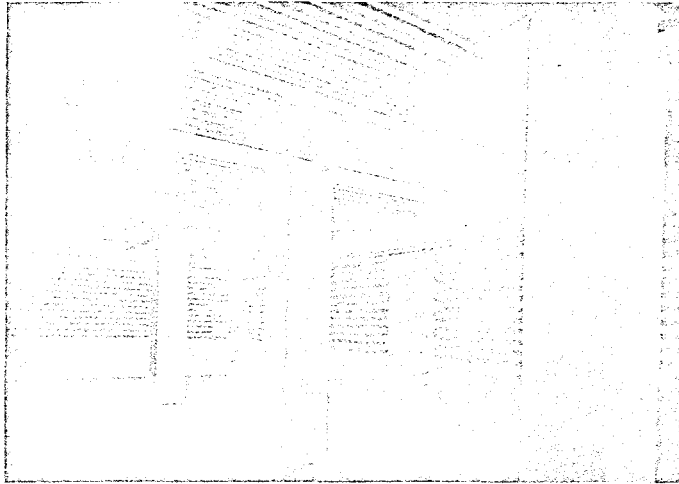


Abb. 100: Gefrierlagerraum mit stiller Kühlung durch Wand- und Deckenverdampfer im Kühlhaus Luzern  
(Gebrüder Sulzer, Winterthur/Schweiz)

Für das Auffangen und Verteilen von Gefrierware beim Hersteller bzw. beim Großhändler werden auch aus vorgefertigten, isolierten Wänden zusammengesetzte Gefrierzellen verwendet (Abbildung 101).

Die mit Gefriertemperatur meist in Wellpappkisten von 10 bis 20 kg Inhalt angelieferte Ware soll möglichst dicht auf 5 bis 10 cm hohen Bodenrosten bzw. Paletten gestapelt werden. Zwischen Wände und Stapel ist ein Abstand von 20

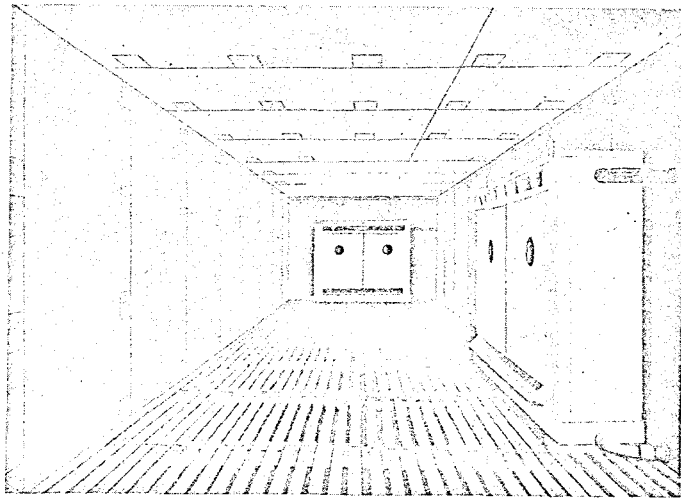


Abb. 101: Gefrierlagerzelle mit bewegter Kühlung, vorn rechts und an der Rückwand die Luftkühler  
(Brown, Boveri & Cie., Mannheim)

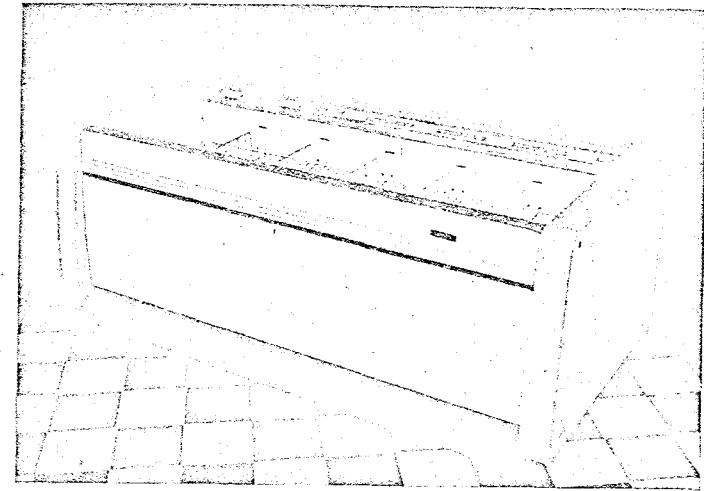


Abb. 102: Offene Verkaufstruhe für Gefrierprodukte mit bewegter Kühlung. Die zirkulierende Kaltluft schützt den Truhinnenraum gegen das Eindringen von Warmluft ab.  
(Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG, Wiesbaden)

bis 30 cm einzuhalten. Das Stapelgewicht von Gemüse beträgt 400 bis 500 kg/m<sup>3</sup>, von Obst in Zuckerlösung und breiigen Gütern 600 bis 700 kg/m<sup>3</sup>. Die Stapelhöhe wird in der Regel durch die Tragfähigkeit der Großpackungen begrenzt. Nur wenn die Kleinpackungen den Umkarton satt ausfüllen, kann ohne Paletten über 2,5 m hoch gestapelt werden, die Belegung der Gefrierflächen beträgt dementsprechend 1 000 bis 1 500 kg/m<sup>2</sup>.

Für die Gefrierlagerräume im Kühlhaus, in denen die Gefrierkonserven meist langfristig gelagert werden, gilt grundsätzlich das gleiche wie für die Einzelräume. Neuerdings werden Gabelstapler und Paletten zum Transport und Stapeln in Kühlhäusern verwendet. Dadurch ist es möglich, Gefrierkonserven 4 bis 5 m hoch zu stapeln und dementsprechend die Räume höher zu bauen. Kühlhäuser haben in der Regel eine kubische Bauform, um die stark isolierten Außenflächen im Verhältnis zum umbauten Raum klein zu halten; bei der neuen Stapelweise ist es jedoch auch möglich, wirtschaftlich arbeitende Kühlhäuser in Flachbauweise auszuführen.

Für den Verkauf von Gefrierkonserven sind Tiefkühltruhen in den verschiedensten Bauformen entwickelt worden. Die zur Selbstbedienung geeignete offene Truhe setzt sich mehr und mehr durch. Die in diesen Truhen zum Verkauf angebotene Gefrierware sollte durch einen über die Öffnung streichenden Kaltluftstrom gegen das Eindringen von Warmluft geschützt werden (siehe Abbildung 102).

### c) Transporteinrichtungen

Für den Transport der Gefrierkonserven vom Gefrierbetrieb zum Kühlhaus, vom Kühlhaus zum Großhändler und für ihre Verteilung auf die Verkaufstruhen der Kleinhändler sind isolierte Transportmittel erforderlich. Gekühlte Schiffsladerräume, Eisenbahnkühlwagen, Kühllastwagen (Abbildung 103) oder Kühlbehälter (Abbildung 104) verschiedenster Größe werden für die Beförderung verwendet.



Abb. 103: Tiefkühlkraftwagen für den Transport von Gefrierprodukten. An der Stirnwand des Sattelauflegers die Kältemaschine.  
(Fahrzeugfabrik Eylert KG, Wuppertal)

Für die Isolierung von Fahrzeugen und Behältern werden neben anderen hauptsächlich auf Kunststoffbasis hergestellte Isolierstoffe genommen. Die Wärmedurchgangszahl  $k$  soll  $0,25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  bei Fahrzeugen und Behältern für lange Transporte,  $0,3$  bei kleineren Fahrzeugen und  $0,5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  bei Auslieferbehältern nicht überschreiten. Die übliche Isolierstärke für Kühllastwagen liegt bei  $14$  bis  $16 \text{ cm}$ , der Universal-Kühlwagen der Bundesbahn ist  $30 \text{ cm}$  stark isoliert.

Die meisten Transportmittel müssen zusätzlich gekühlt werden, da in ihnen die Einbringtemperatur gehalten werden muß, also keine Kältereserve vorhanden ist. Nur bei der Auslieferung von Gefrierware an die Kleinhändler kann eine Erwär-

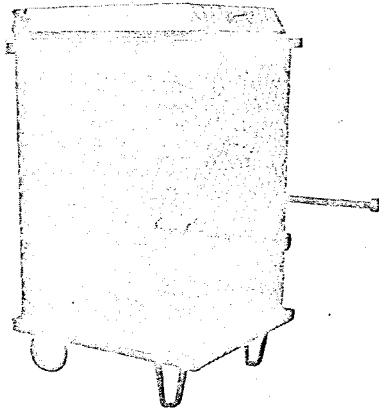


Abb. 104: Fahrbarer Tiefkühlbehälter. Transportkühlung durch Zugabe von Trockeneis.  
(Continental-Frost GmbH, Bremerhaven)

mung der Ware auf im Durchschnitt  $-15^\circ\text{C}$  zugelassen werden, so daß je nach dem Produkt eine Kältereserve von  $2$  bis  $3 \text{ kcal/kg}$  Gefriergut zur Verfügung steht (siehe Tabelle 53). Vor jedem Beladen oder Füllen sind die Transportmittel vorzukühlen. Das gilt vor allem für Behälter, die ohne zusätzliche Kühlung zur Verteilung der Gefrierware auf die Tiefkühltruhen vom Großhändler eingesetzt werden. Oft werden sie im Gefrierlageraum gefüllt.

Für die Kühlung während des Transports werden hauptsächlich Trockeneis oder Kältemaschinen, aber auch Patronen mit eutektischem Eis verwendet. Trockeneis (Verdampfungstemperatur  $-78^\circ\text{C}$ , Kälteleistung  $148 \text{ kcal/kg}$  bei  $-20^\circ\text{C}$ ) wird in Fahrzeugen und großen Behältern meist in offenen Decken oder Stirnwandbunkern untergebracht und in kleineren Behältern in gelochten Wellpappkästen auf die Großpackungen gelegt oder im Deckel untergebracht. Der tägliche Trockeneisbedarf läßt sich bei bekannter mittlerer Tagestemperatur für bestimmte Transporteinrichtungen wie folgt berechnen:

$$G_{Tr} \approx 0,16 k \cdot F \cdot (t_a - t_i) \text{ kg/Tag}$$

Darin bedeuten:

- $k$  = die Wärmedurchgangszahl der isolierten Wände in  $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- $F$  = die isolierte Oberfläche des Transportmittels in  $\text{m}^2$
- $t_a$  = die mittlere Tagesaußentemperatur in  $^\circ\text{C}$
- $t_i$  = die Transporttemperatur der Gefrierware in  $^\circ\text{C}$

Bei maschinengekühlten Fahrzeugen (Abbildung 103) wird die Kältemaschine in der Regel von einer Brennkraftmaschine direkt oder über einen Generator und Motor angetrieben. Der Laderaum wird hier nahezu ausschließlich mit kompakten Lamellen- oder Rippenrohrverdampfern und durch umgewälzte Kaltluft gekühlt. Bodenroste und Abstandsleisten sorgen dafür, daß die Ladung von der Kaltluft umspült wird.

## C. Verpacken von Gefrierkonserven

Wie bei der Naßkonservierung dient auch bei der Gefrierkonservierung die Verpackung nicht nur dazu, dem Verbraucher eine seinen Erwartungen entsprechende Menge des Produkts hygienisch abgepackt anbieten zu können, sondern sie ist für die Qualitätserhaltung während der langfristigen Lagerung erforderlich. Gefrorenes Obst und Gemüse sind hochwertige Produkte, man sollte ihre Qualität nicht durch die Verwendung einer mangelhaften Verpackung gefährden.

An die für Gefrierkonserven verwendete Verpackung (Packstoff und Verschlüsse) sind folgende Forderungen zu stellen:

1. Sie muß weitgehend wasserdampfdicht sein, da durch eine Austrocknung während der Lagerung nicht nur ein Gewichts-, sondern normalerweise auch ein Qualitätsverlust entsteht. Der Gewichtsverlust einer Kleinpäckung Gemüse oder Obst soll von der Herstellung bis zum Verkauf  $1\%$  nicht überschreiten, damit das frische Aussehen erhalten bleibt. Im allgemeinen bleibt der Gewichtsverlust geringer, wenn die Wasserdampfdurchlässigkeit der gesamten Packungsschicht  $100 \text{ g/m}^2$  in  $24$  Stunden nicht überschreitet; das gilt auch für die im Stapel außen liegenden Packungen, sofern die relative Luftfeuchtigkeit im Gefrierlageraum über  $70\%$  liegt und die Luftbewegung am Gefriergut klein ist.

2. Ihre Gasdurchlässigkeit muß gering sein, um einen Luftaustausch mit der Umgebung, der oxydative Veränderungen fördern kann, zu unterbinden.
3. Sie muß gegen die Aufnahme und Abgabe von Aromastoffen einen genügenden Schutz bieten.
4. Sie darf keine gesundheitsschädlichen Stoffe und auch keinen Geruch und Geschmack an das Füllgut abgeben.
5. Sie darf durch das Füllgut nicht angegriffen werden. Obstpackungen müssen säurebeständig und auch flüssigkeitsdicht sein.
6. Sie darf weder durch das stark wasserhaltige oder flüssige Füllgut von innen, noch von außen durch die Taubildung auf der kalten Packung während des Auftauens durchnäßt werden.
7. Sie soll so aufgebaut und geformt sein, daß sie ein schnelles Gefrieren zuläßt (kleine Höhe, Einschichtpackung ohne Luftschnüßle).
8. Durch die Einwirkung von Kälte dürfen die Packstoffe nicht spröde und brüchig werden, die Festigkeit, Widerstandsfähigkeit und Dichtigkeit muß auch bei einer Temperatur von  $-30^{\circ}\text{C}$  ausreichend sein.
9. Die Packung muß sich maschinell aufstellen, füllen und verschließen lassen. Sie muß daher eine gewisse Festigkeit und Stabilität haben, die auch für die Stapelfähigkeit von Bedeutung ist.
10. Da die Gefrierlagerung teuer ist, soll sich die Gefrierpackung möglichst ohne toten Raum stapeln lassen.
11. Die Packung soll für die Gefrierkonserve werben, sie muß daher gut bedruckbar sein oder die meist sehr leuchtenden Farben der Produkte sehen lassen.
12. Sie soll billig sein, um durch Einsparungen an der Verpackung einen gewissen Ausgleich für die im Vergleich zu Naßkonserven hohen Lager- und Vertriebskosten zu haben.

Eine Verpackung, die in idealer Weise alle diese Eigenschaften erfüllt, gibt es nicht. Es kommt darauf an, durch Auswahl oder Kombination von vorhandenen Packstoffen möglichst alle Bedingungen zu erfüllen. In Deutschland und auch in einigen anderen Ländern sind noch keine endgültigen Gefrierpackungen eingeführt, so daß es gegenwärtig nur möglich ist, die Entwicklungsrichtungen aufzuzeigen.

Die verwendeten Gefrierpackungen lassen sich in drei Gruppen unterteilen, und zwar in Verpackungsfolien, Kartonpackungen und Blechpackungen.

### a) Verpackungsfolien

Von der Gefrierindustrie werden Kunststoff-, Zellglas- und Aluminiumfolien zum Teil für sich, zum Teil in Kombination miteinander oder mit Karton bzw. Papier als Kleinpäckung oder auch als Einsatzbeutel für Großpackungen verwendet.

#### 1. Kunststoffolien

Von den Kunststoffolien haben sich besonders Polyäthyl (auch als Verbundfolie mit Zellglas), Polyvinylidenchlorid und zur Beschichtung von Kartons auch weichmacherfreies Polyvinylchlorid eingeführt. In den USA wird daneben noch die Kautschuk-Hydrochloridfolie (Pliofilm) verwendet. Nähere Einzelheiten über die Eigenschaften und die Verwendung von Folien als Verpackungsmaterial für Gefrierkonserven sind im Abschnitt XVI. beschrieben.

### 2. Aluminiumfolien

Aluminium wird als Folie im allgemeinen in Stärken von 0,01 bis 0,02 mm blank, lackiert oder auf Papier kaschiert zur Verpackung von Lebensmitteln und als dünnes Band in einer Stärke von 0,05 bis 0,3 mm zur Herstellung von gezogenen, formfesten Behältern für den gleichen Zweck verwendet. Dünne Folien aus Aluminium haben eine geringe Festigkeit, so daß bei der Verarbeitung leicht Poren und Risse auftreten. Für die Gefrierindustrie haben sie daher nur auf Karton kaschiert eine Bedeutung gewonnen<sup>1)</sup>. Die Folienschicht ist, wenn sie keine Poren aufweist, wasser-, wasserdampf-, gas- und aromadicht. Das blanke Material ist jedoch empfindlich gegenüber Säuren und Alkalien, so daß die Folie, wenn sie nicht als Zwischenkaschierung verwendet wird, durch eine Lackierung geschützt werden muß. Leicht konisch gezogene Gefrierpackungen aus lackiertem Aluminiumband, hauptsächlich in einer Stärke von 0,05 bis 0,08 mm hergestellt, werden vor allem in einer vierkantigen Form für die Verpackung der meisten Gefrierprodukte verwendet werden können; die größte Bedeutung haben sie jedoch in den USA zur Verpackung von gefrorenen Fertiggerichten erlangt. Die für diesen Zweck verwendeten Behälter, Schalen oder Tablett fertigt man aus Bandmaterial mit einer Stärke bis zu 0,3 mm und prägt zum Teil Rippen zur Trennung der einzelnen Bestandteile einer Mahlzeit ein.

### b) Kartonpackungen

Beutelpackungen haben den Vorteil, daß sie relativ billig sind und daß bei Verwendung durchsichtiger Folien die meist sehr ansprechenden Gefrierprodukte für den Verkauf werben. Ein großer Nachteil ist, daß sie keine kantige Form haben und daher weder in die Großpackung noch in die Verkaufstruhe raumfüllend eingesetzt werden können. Auch stößt das Gefrieren von Beutelpackungen in Plattengefrierapparaten auf Schwierigkeit und ist nur bei einer bestimmten Festigkeit von Folien und Verschluss möglich. Aus diesen Gründen werden in den USA fast ausschließlich Kartonpackungen zum Gefrieren von Gemüse und häufig auch zum Gefrieren von Obst verwendet. In Deutschland fand diese Verpackung bei der Einführung der Gefrierkonservierung 1939 bis 1942 die weiteste Verbreitung.

Rechteckige Kartonpackungen für Gefrierkonserven werden aus Zellulose- oder auch aus Chromersatzkarton hergestellt, je nach der Größe und Form wird für Kleinpäckungen bis 1 Liter Inhalt ein Karton mit einem Flächengewicht von 300 bis 600 g/m<sup>2</sup> verwendet. Der Karton für Gefrierpackungen muß, vor allem wenn die Packung innen oder außen keinen zusätzlichen Schutz erhält, mit geeigneten Paraffinemulsionen bzw. Paraffinen imprägniert oder paraffiniert sein, damit er Wasser abstößt und nicht durchfeuchtet wird. Wenn auch durch diese Veredlung die Wasserdampfdichtigkeit stark erhöht wird, so werden doch heute Kartonpackungen praktisch nur noch in Kombination mit einem anderen Packstoff angewendet. Dieser soll die Eigenschaften besitzen, die zur Verhinderung des Stoffaustausches zwischen Inhalt und Umgebung erforderlich sind, so daß der Karton praktisch nur noch die mechanischen Beanspruchungen zu ertragen hat. Die Folie kann auf den Karton oder zwischen zwei Kartonschichten kaschiert sein. Die Wandung der früher viel von der deutschen Gefrierindustrie verwendeten Eco-Packung (Abbildung 105), bestand zum Beispiel aus zwei Kartonschichten mit einer Aluminiumfolie als Zwischenkaschierung. Neuerdings wird sie für Gefrierzwecke mit einer Innenkaschie-

<sup>1)</sup> Neutralisierte (Lackschicht 2 bis 3 g/m<sup>2</sup>) Aluminiumfolie in einer Stärke von 0,02 bis 0,03 mm wird zum Einwickeln von Fleisch und Geflügel für die Gefrierkonservierung im Landhaushalt gebraucht.

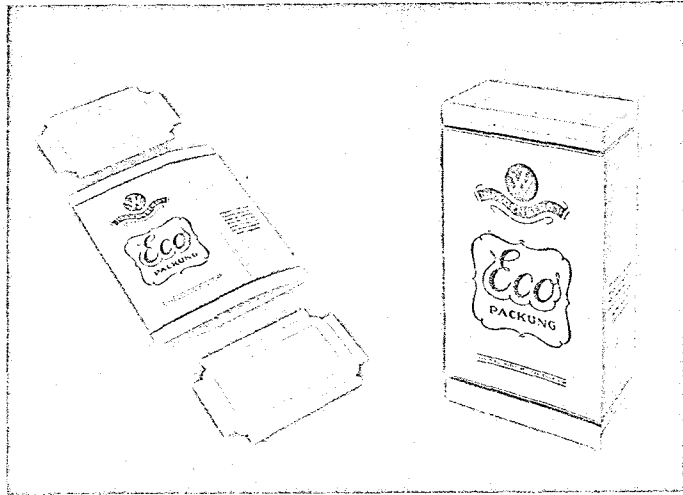


Abb. 105: Eco-Packung vor der Verwendung und nach dem Verschließen  
(Jagenberg-Werke AG, Düsseldorf)

ung aus Polyvinylchlorid geliefert. Eine in Schweden, aber auch in Deutschland zum Verpacken von Gefrierkonserven verwendete Faltschachtel, die Hermetic-Verpackung, besitzt ein Innenfutter aus mit Diofan beschichtetem Pergamin, das mit dem Karton verklebt ist. Eine weitere von schwedischen Gefrierfirmen verwendete Faltschachtel mit Innenkaschierung, die Espresso-Packung, zeigt Abbil-

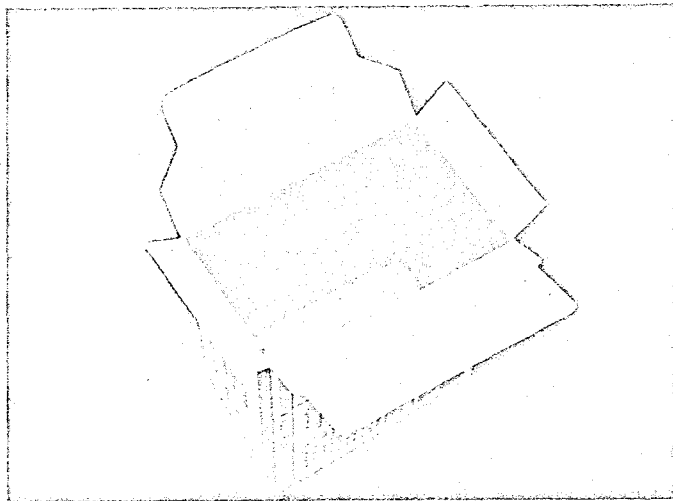


Abb. 106: Zum Füllen geöffnete Espresso-Packung  
(AB Ackerlund und Rausing, Lund/Schweden)

dung 106. Am häufigsten wird aber auch heute noch von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Kartonpackung zusammen mit einem Einsatzbeutel oder mit einem Einwickler oder mit beiden zu verwenden. Einsatzbeutel oder Einwickler aus wetterfestem Zellglas haben sich dazu als gut geeignet erwiesen.

Kartonverpackungen werden in Form von Faltschachteln mit Füllöffnung an der Stirn- bzw. an der Flachseite oder als Greiferstülpeschachtel für Gefrierkonserven verwendet. Die Zuschnitte werden bei allen Formen flachliegend angelie-

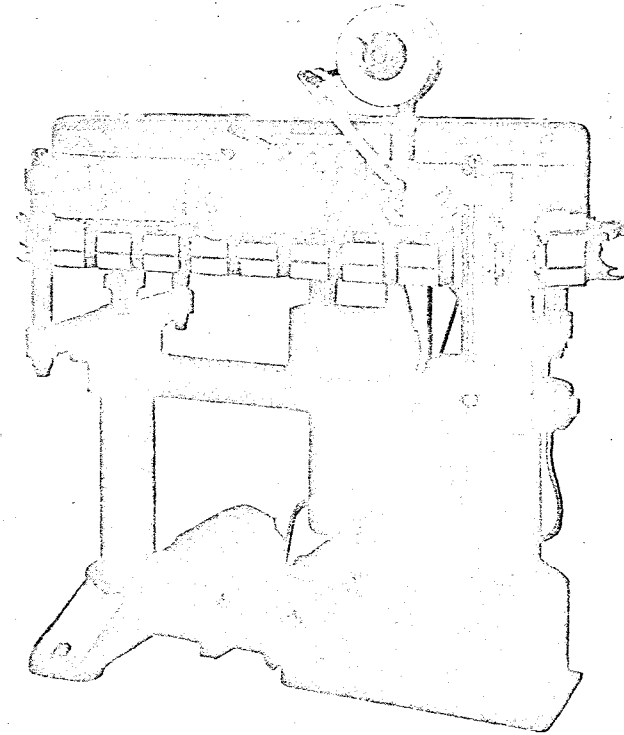


Abb. 107: Halbautomatische Verschleißmaschine für die Espresso-Packung (Abb. 104). Leistung 40 bis 50 Packungen je Minute.

(AB Ackerlund und Rausing, Lund/Schweden)

fert, wobei der Mantel oft geschlossen ist, so daß er nur aufgedrückt zu werden braucht (siehe Abbildung 105). Durch das Aufstellen der Packungen unmittelbar vor dem Füllen kann erheblich an Transport- und Lagerraum gespart werden. Vielfach werden die Arbeitsgänge vom Vorbereiten der Verpackung bis zum Verschließen einzeln mit den entsprechenden Vorrichtungen durchgeführt. Für das Aufstellen, Füllen und Verschließen von einigen durchentwickelten Verpackungen stehen jedoch halb- oder vollautomatische Abpackanlagen zur Verfügung (siehe Abbildungen 107 und 108).

Sowohl bei Verpackungen mit eingesetztem Beutel als auch bei solchen mit eingeklebtem Futter wird erst der Beutel durch eine Schweiß- oder Siegelnaht und anschließend dann der Karton je nach der Packungsart durch einen Kleb- oder

Steckverschluß, aber auch durch einfaches Einstülpen und Umhüllen mit einer heißsiegelfähigen Folie verschlossen und gesichert. Zum Verkleben des Kartons müssen kältebeständige Klebstoffe verwendet werden. Bei entsprechend behandelte Kartoninnenfläche kann lockeres Gut ohne zusätzlichen Beutel abgefüllt

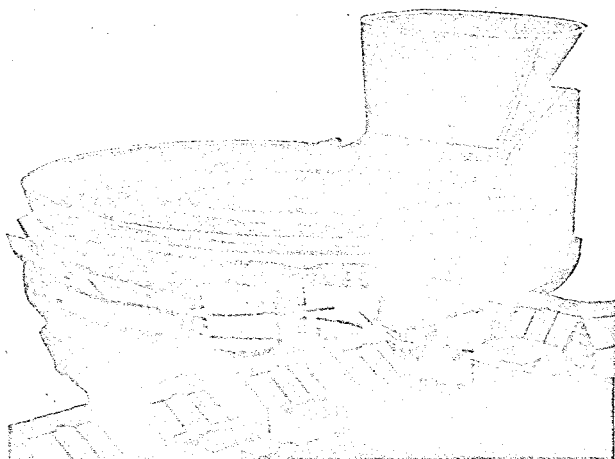


Abb. 108: Füllteil einer automatischen Abpackanlage für Faltschachteln. Leistung etwa 100 Packungen je Minute

(Food Machinery Corp. [FMC], San José/Calif. USA)

(siehe Abbildung 108) und die Wasserdampfdichtigkeit durch Einwickeln in eine Folie oder ein Papier mit entsprechenden Eigenschaften erreicht werden. Wenn die Innenfläche des Kartons mit einer heißsiegelfähigen oder verschweißbaren Schicht überzogen ist, kann die Packung auch durch Einschweißen von Boden und Deckel

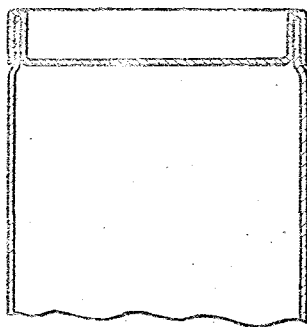


Abb. 109: Schematische Darstellung über den Sitz der eingeschweißten Böden und Deckel bei der Eco-Packung (Abb. 103)

dicht verschlossen werden (siehe Abbildung 109). Bei der Espresso-Packung (Abbildung 106) wird der dichte Abschluß der Packung durch das Versiegeln oder Verschweißen des Bodens und der Füllöffnung mit einem über alle vier Verschlußlappen gehenden, beschichteten Papier erreicht (siehe Abbildung 107).

Neben den Faltschachteln werden als weitere auf Faserstoffbasis hergestellte Behälter geklebte oder gezogene Becher verwendet. Diese werden meist aus hochwertigem Zellulosekarton hergestellt und erhalten durch den Boden und die Bodennaht eine hohe Standfestigkeit. Eine starke Wachsschicht gibt ihnen die für die Verwendung als Gefrierpackung erforderliche Dichtigkeit und Beständigkeit, so daß die Becher ohne weitere Schutzschicht verwendet werden können. Die Becher werden meist rund, aber auch viereckig hergestellt; sie sind stets leicht konisch, so daß sie, raumsparend ineinandergesetzt, angeliefert werden können. In kleineren Betrieben kann durch die füllfertigen und infolge ihrer Stabilität leicht zu handhabenden Behälter Zeit gewonnen werden. Auch der Verschließvorgang ist meist einfach. Die Becher werden mit einem Deckel oder durch Zusammenklemmen der Füllöffnung verschlossen.

Als Becherpackung dieser Art wird in Deutschland der Perga-Becher zum Verpacken von Obst in Zuckerlösung und breiigen Gütern verwendet. Bei dieser Packung wird die zusammengefaltete Füllöffnung durch einen Metallbügel verschlossen. Neu entwickelt wurde der Perfan-Becher mit einer kunststoffkaschierten Innenfläche und einem Heißsiegelverschluß.

Ein Nachteil der konischen Packung mit zusammengefalteter Füllöffnung ist, daß sie die Großpackungen nicht ganz ausfüllen und daher der Gefrierlagerraum weniger gut ausgenutzt werden kann als bei ziegelförmigen Packungen.

### c) Blechpackungen

Von der Verwendung von Konservendosen für die Verpackung von Gefrierkonserven wurde beim Beginn des industriellen Gefrierens abgeraten:

1. weil der Verbraucher durch diese Standardverpackung für Naßkonserven veranlaßt werden könnte, das Gefrierprodukt wie eine Naßkonserven zu behandeln. Ein Verderb der nicht sterilen Gefrierware wäre die Folge.
2. weil die runde Konservendose den Gefrierlagerraum und die Transportmittel infolge der toten Räume zwischen den Dosen nicht voll auszunutzen gestattet.
3. es erschien möglich, mit einer billigeren Verpackung auszukommen, da an einen Behälter, der zum Sterilisieren und zur Erhaltung der Sterilität des Inhalts dienen soll, höhere Ansprüche zu stellen sind als an eine Gefrierpackung.

Des hermetischen Abschlusses der Produkte, der Möglichkeit des Evakuierens und der guten Handhabung im Betrieb wegen werden neuerdings in den USA mehr und mehr Dosen auch zum Verpacken von Gefrierprodukten verwendet. Fruchtsäfte und Fruchtsaftkonzentrate werden dort gegenwärtig nahezu ausschließlich in runde Dosen verpackt, aber auch zum Verpacken von Obst werden sie viel verwendet. Neben lackierten Weißblechdosen führen sich Behälter ein, deren Rumpf aus einem schweren paraffinierten oder beschichteten Karton besteht. Sie sind billiger und erfüllen die Anforderungen in gleicher Weise.

### d) Packungsabmessungen und Füllgewichte

Da der Gefrierlagerraum gut ausgefüllt werden muß, ist die Verwendung von einheitlichen Packungen in der Gefrierindustrie besonders wichtig. Bald nach der Einführung der Gefrierkonservierung in Deutschland wurde mit der Vorarbeit für eine Normung der Abmessungen begonnen. Nach dem im Normentwurf DIN 10 084 festgelegten Abmessungen wurde nur ein geringer Teil der Packungen hergestellt. In der Standardgröße der ziegelförmigen Gefrierpackungen mit 800 cm<sup>3</sup> Inhalt zum Beispiel wurden neben einer Stülpchachtel mit den Innenabmessungen 150 × 100 × 53,3 mm in großem Umfang eine weitere mit 160 × 100 × 50 mm und



die Eco-Packung mit den gleichen Innenabmessungen, aber infolge vorstehender Siegelränder mit einer Außenlänge von 180 mm verwendet.

Die Nettofüllmenge der 800-cm<sup>3</sup>-Packung betrug für die meisten Gemüse- und Obstarten 500 g, eine Ausnahme bildeten Bohnen und Blumenkohl mit 400 g und Spinat mit 700 g Einwaage. Dem Obst wurde in der Regel 300 g Zuckerlösung zugegeben, so daß die Gesamteinwaage 800 g betrug.

Gegenwärtig wird in Deutschland Gefrierware meist in Kleinpackungen mit 450 g Nettofüllgewicht in den Handel gebracht. Daneben gibt es für Obst jedoch auch kleinere Packungen mit einem Nettofüllgewicht von 225 g und für einige Gemüse, die sich wie Spinat nicht lose gefrieren lassen, größere Packungen mit einer Einwaage bis 1 000 g. Bei der Verwendung von Polyäthylenbeutel wird die flachliegende Breite entsprechend dem Schüttgewicht der einzelnen Produkte gewählt und die Packungslänge konstant gehalten.

Vom Fachnormenausschuß Verpackung im Deutschen Normenausschuß werden zur Zeit die für die Ausarbeitung von neuen Normvorschlägen erforderlichen Unterlagen zusammengestellt.

In den USA haben sich die Abmessungen der Kleinpackungen für Gemüse einander angeglichen. Die meistverwendeten Normalpackungen haben außen eine Länge von 5 1/4" (rund 133 mm), eine Breite von 4" (rund 102 mm) und eine Höhe von 1 3/4" (rund 45 mm) und entsprechend ihrer Größe eine Nettoeinwaage je nach dem Füllgut von 284 g (Brechbohnen, Broccoli, Blumenkohl, Rosenkohl), 340 g (Erbsen, Karotten, Mischgemüse, Spargel, Zuckermais) und 396 g (Spinat). Die Einführung eines einheitlichen Füllgewichtes von 284 g für alle Gemüse, mit Ausnahme von Spinat (340 g) und Pommes frites (255 g) wurde vorgeschlagen. Pfirsiche sollen nach dem gleichen Vorschlag mit einem Nettogewicht von 340 und 454 g, ganze Erdbeeren mit 454 g, geschnittene mit 284 und 454 g und Himbeeren mit 284 g verkauft werden.

In England sind Kartonverpackungen für Gefrierkonserven genormt worden. Als Innenabmessungen für die Einheitspackung zum Gefrieren in Plattenapparaten wird 5 × 4 × 1 3/8, 1 1/2 und 1 7/8" (127 × 102 × 35, 38, 48 mm) angegeben, zum Gefrieren im Luftstrom gibt es eine Kleinpackung von 6 × 4 × 1 1/2" (152 × 102 × 38 mm) und eine Packung für die Belieferung von Großabnehmern von 10 × 10 × 2 1/8" (254 × 254 × 54 mm).

In den skandinavischen Ländern richtet man sich zum großen Teil nach den angloamerikanischen Maßen, Packungsabmessungen von 5 1/4 × 4 × 1 3/4" und 1 1/2" und die entsprechenden Nettofüllmengen sind gebräuchlich.

Vom Sekretariat des Technischen Komitees 53 der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO), das die Normung von Verpackungen für Gefrierkonserven bearbeitet, wurde 1953 vorgeschlagen, die Außenmaße der Einheitspackungen und die Innenmaße der Großpackungen, Behälter und Truhen zu normen und als Grundabmessungen für die Kleinpackung 5 × 4" oder 125 × 100 mm sowie als dritte Dimension einfache Brüche oder Vielfache von 4" (100 mm), 5" (125 mm), 9" (225 mm) und 12" (300 mm) empfohlen. Die Anwendung des Zollsystems wurde wegen der großen Anzahl amerikanischer Gefrierapparate für vorteilhaft gehalten und die Umrechnung der Nennwerte mit 1" = 25 mm und der tatsächlichen Maße mit 1" = 25,4 mm vorgeschlagen.

Für die Größe der in den USA zum Gefrieren von Obst und Obstsaften verwendeten Dosen gelten die bei der Verpackung von Naßkonserven üblichen Gesichtspunkte. Der Durchmesser der für den Verkauf bestimmten Dosen soll den der DIN-1/1-Dose (99 mm) nicht überschreiten, damit ein schnelles Gefrieren gesichert ist. Im allgemeinen werden Dosen mit einem Nenndurchmesser von 84 mm

und darunter verwendet. Dosen mit Gefrierkonserven sollten deutlich gekennzeichnet sein, da der Inhalt gleich nach dem Auftauen verbraucht werden muß. Runde Dosen können nicht in Plattengefrierapparaten gefroren werden.

### e) Großpackungen

Die Großpackungen, die zur Aufnahme einer bestimmten Menge von Kleinpackungen oder unter Verwendung von wasserdampfdichten Beuteln zur Aufnahme von lose gefrorenem Gut dienen, werden in der Regel als Gürtelkarton aus Wellpappe hergestellt (Abbildung 110). Die isolierende Wirkung der in der Welle enthaltenen Luft verhindert einen Feuchtigkeitsniederschlag auf der Packung bei kurzen Transportwegen in wärmerer Umgebung.

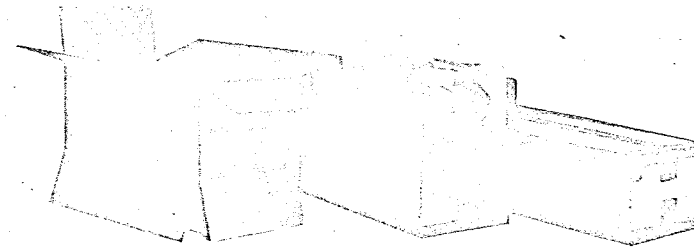


Abb. 110: Wellpappkiste (Gürtelkarton) mit wasserdampfdichtem Einsatzbeutel zum Verpacken von lose gefrorenem Gemüse

Die Tragfähigkeit der Kartons (Wellpappkisten) muß entsprechend der gewünschten Stapelhöhe gewählt werden; dabei ist zu berücksichtigen, daß loses Schüttgut und Beutel nicht die Stabilität geben wie raumfüllende rechteckige Packungen. Eine Doppelwellpappe mit einem Flächengewicht von 500 bis 800 g/m<sup>2</sup> je nach der Größe und Form der Großpackungen sollte zur Herstellung verwendet werden. Ein Verkleben der Kartonnähte mit Klebeband ist üblich. Der Klebstoff muß kältebeständig sein. Für Konservendosen sind Wellpappkisten ungeeignet, es müssen daher auch für Gefrierkonserven in Dosen, die in der Konservenindustrie üblichen Kartons aus Vollpappe genommen werden.

Früher wurden von der Gefrierindustrie nahezu ausschließlich Wellpappkisten mit den Innenabmessungen 515 × 215 × 220 und 555 × 280 × 210 zur Aufnahme von 30 Stülpfacheln bzw. 30 Eco-Packungen mit 800 cm<sup>3</sup> Inhalt verwendet. Heute ist man allgemein zur Verwendung kleinerer Wellpappkisten übergegangen. Fassungsvermögen zum Beispiel 20 bis 24 Kleinpackungen mit je 450 g Inhalt oder 10 kg lose Ware.

Vierkantige, innen lackierte Weißblechbehälter mit einem Fassungsvermögen bis zu 20 Liter werden zum Gefrieren von Gefrierpulpe und -mark und in den USA auch zum Gefrieren von Obst für Großverbraucher verwendet. Sie werden meist mit Eindrückdeckeln verschlossen. Wenn in Deutschland dazu übergegangen wird, weniger empfindliche Obstarten in größeren Behältern für den gleichen Zweck zu gefrieren, sollte darauf geachtet werden, daß die kleinste Breite 20 cm nicht überschreitet, damit bei einer Gefriereschwindigkeit von 1,25 cm/h die Gefrierzeit acht Stunden nicht übersteigt.

## f) Verpacken vor und nach dem Gefrieren

Die meisten Gefriergemüse können vor oder nach dem Gefrieren verpackt werden; Obst mit Zuckerlösung oder Trockenzucker sowie breiiges Gut dagegen muß man vor dem Gefrieren verpacken, wenn es nicht in Metallformen gefroren wird. Gemüse, das in Großpackungen an Krankenhäuser, Hotels oder ähnliche Großabnehmer geliefert werden soll, gefriert man — wenn möglich — in loser Schüttung und verpackt es anschließend. In Deutschland wurde früher vielfach der Verpackungsvorgang auch aufgeteilt, die vor dem Gefrieren gefüllten Packungen wurden erst nach dem Gefrieren verschlossen, um die Gefriereschwindigkeit und die Leistungsfähigkeit von Luftgefrierapparaten zu erhöhen.

Das Verpacken von stückigem Gut vor dem Gefrieren hat den Vorteil, daß man es auch in Plattengefrierapparaten gefrieren kann, daß die Zeitspanne von der Entnahme aus dem Gefrierapparat bis zur Lagerung im Auffanggefrierraum kurz

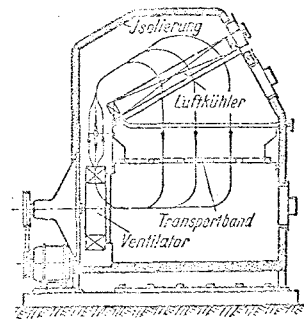
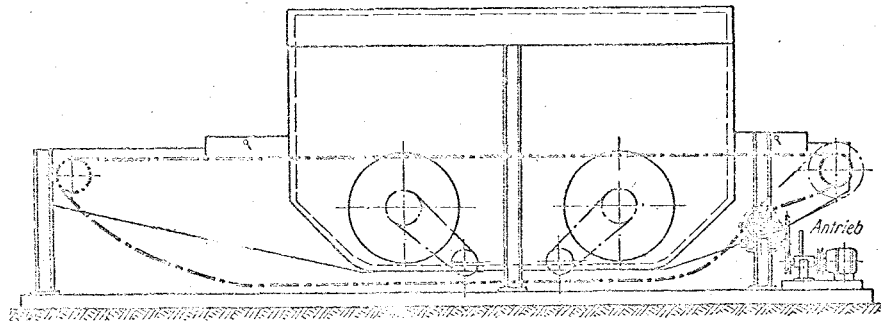


Abb. 111: Bandvorkühlapparat für stückiges Gemüse und Obst. Der Vorkühlapparat ist ähnlich aufgebaut wie der Dampfblancheur des Herstellers und kann mit einer Zwischenkühlung an diesen angeschlossen werden.  
(Werkspoor NV, Amsterdam)

bleibt und vor allem, daß zum Teil höhere Füllgewichte möglich sind, da das Gut im gefrorenen Zustand hart und spröde und daher, wie zum Beispiel bei Bohnen, zum Teil sperrig ist. Andererseits hat man aber beim losen Gefrieren und späteren Verpacken den Vorteil, daß für Großabnehmer stückiges Gut unmittelbar in Großpackungen abgefüllt werden kann. Außerdem besteht die Möglichkeit, das Gut in Behältern jeder Größe oder sogar in kleinen isolierten Silos zu lagern und vor dem Verbrauch in einer Zeit geringerer Betriebsauslastung in Kleinpackungen

abzufüllen. Ein Mischen von zum Beispiel Erbsen und Karotten ist dabei ohne weiteres möglich.

Das Auf- bzw. Herstellen der Karton- oder Beutelpackungen, das Füllen und Verschließen ist vor dem Gefrieren ohne Schwierigkeit möglich, wenn sich die Vorgänge auch technisch nicht so gut lösen lassen wie bei der Verwendung von Blechpackungen. Über den Verpackungsvorgang und Abpackeinrichtungen siehe Seite 297.

Mehr Probleme wirft das Verpacken nach dem Gefrieren auf. Wenn das Gemüse — wie es üblich ist — nach dem Blanchieren oder Waschen, leicht abgetropft auf gelochte Hordenbleche geschüttet, in den Gefrierapparat kommt, gefrieren die Teile durch das noch anhaftende Wasser zu einer Platte zusammen und können, wenn überhaupt, nur sehr schwer wieder voneinander getrennt werden. Die Ware muß daher gut abgetrocknet sein, bevor sie zu gefrieren beginnt. Vorteilhaft ist es, dem Luftgefrierapparat einen Vorkühltunnel (Abbildung 111) vorzuschalten, in dem die Temperatur der Ware mit trockener Luft bis nahe an den Gefrierpunkt gesenkt wird. Trotzdem müssen die Hordenbleche, auf denen anschließend das Gut gefroren wird, mit einem Silikonlack oder ähnlichem überzogen sein, um ein Angefrieren zu verhindern. Meist ist auch dann eine Einrichtung, mit der zusammenhängende Teile vorsichtig auseinander gebrochen werden können, nicht zu entbehren. Das so gewonnene rieselfähige Schüttgut kann später vollautomatisch wie jedes andere Gut in die vorgeschriebenen Packungen abgepackt werden. Damit die Waagen der Abpackmaschine ordnungsgemäß arbeiten, ist es vorteilhaft, sie in einen Gefrierlagerraum einzubauen, aus dem das Gut dann der Packmaschine zuläuft.

Von der kommerziellen Seite ist zu beachten, daß die Ausbeute durch diese Behandlungsart etwas geringer wird (kein anhaftendes Wasser). Durch einen dünnen Wasserfilm an der Oberfläche der Gemüseteile bleibt außerdem die Farbe des gefrorenen Gutes länger frisch und satt; auf die Farberhaltung nach der Zubereitung hat er jedoch keinen Einfluß.

## D. Gefrieren von Gemüse

Gemüse, das im gekochten Zustand gegessen wird, eignet sich im allgemeinen so gut zum Gefrieren, daß in Vergleichsprüfungen von zubereiteter Ware die frischen von den gefrorenen Proben meist nicht unterschieden werden können. Das gilt für Bohnen, Puffbohnen, Erbsen, Paprika, Rosenkohl, Steinpilze, Tomatenmark und Zuckermais, aber auch Blumenkohl, Karotten, Kohlrabi, Kopf- und Grünkohl, Champignons und Spargel ergeben bei entsprechend richtiger Behandlung gute Gefrierprodukte. Dagegen sind Produkte, die im frischen Zustand gegessen werden und durch ihr straffes Gewebe und ihre knackige Konsistenz ansprechen und die deswegen auch nicht blanchiert werden, zum Teil zum Gefrieren ungeeignet, wie zum Beispiel Radieschen, Rettiche und Blattsalate, oder geben mangelhafte Produkte, wie zum Beispiel ganze Tomaten. Eine Ausnahme bilden Salatgurken, deren Konsistenz sich zwar durch das Gefrieren verschlechtert, die aber doch ihren frischen Charakter behalten und, sowohl ganz als auch in Scheiben gefroren, ein befriedigendes, gern gekauftes Gefrierprodukt ergeben. Auch Paprikaschoten lassen sich unblanchiert gut gefrieren. Da alle anderen Produkte in blanchiertem Zustand gefroren werden müssen, sind sie für die Herstellung von Rohkostplatten ungeeignet.

### a) Allgemeine Anforderungen an die Rohware

Bei sachgemäßer Verarbeitung und Lagerung gelangen zum Gefrieren geeignete Gemüsearten mit der Qualität in die Hand des Verbrauchers, mit der sie im Betrieb angeliefert worden sind. Da die typischen Eigenschaften geeigneter Gemüsearten derart gut erhalten werden können, sollte auf die Auslese hochwertiger Sorten für die Gefrierproduktion Wert gelegt werden. Im allgemeinen sind Sorten, die sich für den Frischverzehr eignen, gute Gefriersorten. Gefriergemüse wird, vom Blanchieren abgesehen, nicht gekocht, deshalb sind manche für die Naßkonservierung gefragten Sorten nicht besonders gut zum Gefrieren geeignet, das gilt besonders für Erbsen. In den USA ist auf die Züchtung von speziell für das Gefrieren geeigneten Sorten viel Arbeit verwendet worden. Auch in Deutschland werden Neuzüchtungen auf ihre Gefriereignung hin geprüft. Selbstverständlich müssen neben der Gefriereignung alle für den Anbau, die Ernte und die reibungslose Verarbeitung im industriellen Betrieb wichtigen Gesichtspunkte bei der Auswahl der Sorte genau so berücksichtigt werden wie bei der Rohware für die Naßkonservenindustrie.

Der Zustand der angelieferten Ware ist von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Endproduktes. Alle Produkte sind wie für das Sterilisieren im optimalen Reifegrad zu ernten und müssen der „Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für frisches Obst und Gemüse“ entsprechen. Die Gefahr, im fortgeschrittenen Reifegrad angelieferte Rohware nicht mehr verwenden zu können, ist in der Gefrierindustrie größer als bei der Naßkonservenherstellung. Leicht überreife Erbsen zum Beispiel mit einem Texturemeterwert von über 120 bis 130 sind, auch wenn sie eine schöne grüne Farbe haben und noch eine befriedigende Naßkonserven ergeben, zum Gefrieren ungeeignet, da sie nicht weich gekocht werden können.

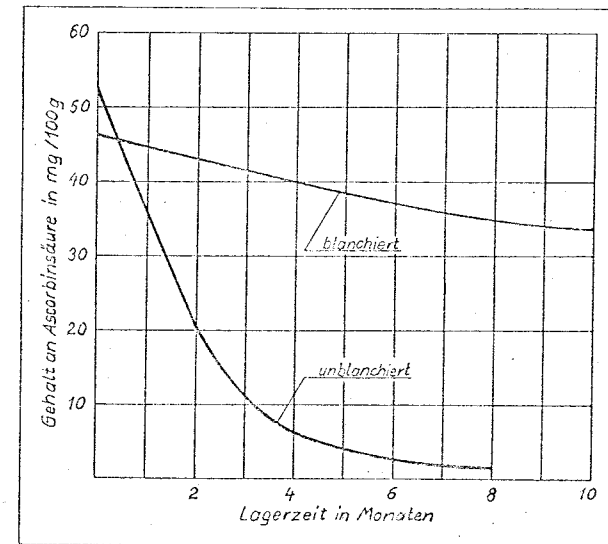
### b) Transport und Lagerung der Rohware

Für den Transport der Rohware vom Erzeuger zum Betrieb und für ihre Lagerung von der Anlieferung bis zur Vorverarbeitung gilt grundsätzlich das gleiche wie für die zum Sterilisieren vorgesehene Ware (siehe Abschnitt VI.). Empfindliche Gemüsearten, wie zum Beispiel Drüscherböden und Zuckermais, sollten wenige Stunden nach der Ernte gefroren werden; nur dann erhält man beste Gefrierprodukte. Für den Transport der Erbsenkörner von den Dreschmaschinen zum Betrieb sind Kühltransporte in vollem Umfang einzusetzen. Am zweckmäßigsten dürfte es sein, an den Dreschstationen Beeisungseinrichtungen aufzustellen und die Erbsen in den Transportbehältern sofort nach dem Füllen mit einem Eisgrus zu bedecken. Eine solche Beeisungseinrichtung kann aus einem kleinen isolierten Eisbunker zur Aufnahme der Eisstangen oder -blöcke und einer unter diesem angebrachten Schäl- mühle zur Zerkleinerung des Eises bestehen. Für beeiste Transporte müssen ge- löchte Behälter verwendet werden, damit das Schmelzwasser ablaufen kann. Schoten- erbsen sollten, wie alle anderen Produkte, kühl gelagert werden, wenn man sie nicht am Tag der Anlieferung verarbeitet.

### c) Blanchieren

Beim Eindosen von Gemüse werden die Enzyme durch den Sterilisiervorgang vollständig inaktiviert. Wenn trotzdem Dosenware vor dem Sterilisieren blan- chiert wird, so dient dies neben anderem hauptsächlich dem Zweck, die Luft aus dem Gewebe zu verdrängen und die Gemüseteile geschmeidiger zu machen (siehe Seite 147). Anders beim Gefrieren. Da hier eine Erhitzung nicht zum Konservie-

rungsverfahren gehört, müssen die Enzyme vorher zerstört werden, wenn nicht ernsthaftige Schäden während der Gefrierlagerung auftreten sollen. Das gilt vor allem für Pflanzenteile, die man wie Spargel, Bohnen oder Erbsen in der Wachstumsperiode erntet und die daher außerordentlich aktive Enzymsysteme besitzen. Wenn diese Gemüse unblanchiert eingefroren und gelagert werden, tritt nach einer Lagerdauer von ein bis drei Monaten schon eine merkliche Verfärbung und ein fremdartiger Geruch und Geschmack auf, so daß die Produkte ungenießbar werden. Die Geruchs- und Geschmacksveränderungen scheinen zum großen Teil durch ein Ranzigwerden der Fette bedingt zu sein. Eine Zunahme der freien Fettsäure und der Peroxydzahl wurde beobachtet. Parallel zur Verschlechterung der durch die Sinne erfassbaren Eigenschaften werden auch ernährungsphysiologisch wichtige Stoffe abgebaut (Figur 21).



Figur 21: Verlust an Ascorbinsäure (Vitamin C) in blanchiertem und unblanchiertem Spinat während der Gefrierlagerung bei  $-20^{\circ}\text{C}$  nach Paech.

Beim Blanchieren von Gemüse vor dem Gefrieren kommt es darauf an, die Blanchierzeit und -temperatur so zu wählen, daß einerseits die schädigenden Enzyme inaktiviert sind und andererseits die Auslaugverluste gering bleiben. Bei zu langem Blanchieren oder Vorkochen geht die Qualität der Gefrierprodukte in der Regel leicht zurück; das gilt für alle Eigenschaften, insbesondere für die Konsistenz. Zu einer größeren Schädigung führt jedoch das Unterblanchieren der Ware.

Obgleich die Qualität der einzelnen Gemüsearten etwas besser erhalten werden kann, wenn sie bei einer Temperatur zwischen  $85$  und  $93^{\circ}\text{C}$  blanchiert werden, blanchiert man doch in der Praxis ganz allgemein entweder in kochendem Wasser oder in strömendem Dampf bei Atmosphärendruck und verändert nur die Zeit entsprechend der Art, Reife und Größe der Gemüseteile. Die zur Inaktivierung der Enzyme und zur Erhaltung einer hohen Qualität erforderlichen Blanchierzeiten sind im allgemeinen niedriger als die für Naßkonserven angewendeten. Das Blanchieren in Dampf ist etwas schonender als in Wasser und für einige Gemüse der

geringeren Auslaugverluste wegen vorteilhaft (siehe dazu auch Seite 60). Meist werden beim Blanchieren in strömendem Dampf 30 bis 50 % längere Zeiten benötigt als beim Blanchieren in kochendem Wasser. Das Blanchieren in einem Dampf-Luftgemisch hat sich nicht bewährt.

Es ist zweckmäßig, am Beginn einer Produktion anhand eines Peroxydasctestes (siehe Seite 43) zu kontrollieren, ob die Blanchierzeit richtig eingestellt ist, da sie stark von der Größe der Teile und dem Reifezustand abhängen kann.

#### d) Abkühlen nach dem Blanchieren

Unmittelbar nach dem Blanchieren muß das Gemüse abgekühlt werden, da sich die Farbe und das Aroma bei einem Verweilen im heißen Zustand verschlechtern und der Vitamin-C-Gehalt rasch abnimmt. Je schneller und tiefer die Temperatur gesenkt wird, desto besser ist die Qualitätserhaltung. Ein zu langes Kühlen in Wasser ist ungünstig, da nach dem Blanchieren das Gemüse leicht auslaugt.

Es hat sich als ausreichend erwiesen, die Ware mit einem starken Sprühregen frischen kalten Leitungswassers (Temperatur 10 bis 15° C) abzukühlen. Dabei wird das Gut meist in einer dünnen Schicht ausgebreitet auf einem Schwingtisch oder Transportband gefördert.

Sehr wirksam kann auf einem Maschenband geförderte Stückware auch mit bewegter nasser Luft gekühlt werden, dabei wird die durch Sprühdüsen befeuchtete Luft durch das Gut hindurch angesaugt. Aber auch bei dieser Art des Kühlens ist es nötig, das Gemüse unmittelbar nach dem Austritt aus der Blanchiermaschine erst durch einen kräftigen Sprühregen abzuschrecken, da sonst die Schale von Erbsen und Puffbohnen platzen kann.

Es ist kältetechnisch vorteilhaft, die Temperatur nach dem Blanchieren noch weiter zu senken, als es mit Leitungswasser möglich ist; das gilt vor allem, wenn das Gemüse verpackt gefroren wird. In speziell auf das Gefrieren ausgerichteten Betrieben wird daher mitunter das Leitungswasser in Durchlaufkühlern bis nahe an den Gefrierpunkt abgekühlt, ehe es zur Kühlung der blanchierten Ware verwendet wird. Die Temperatur der Ware kann auch in Vorkühlapparaten (siehe Abbildung 111) bis auf den Gefrierbeginn gebracht werden.

#### e) Verwendung von Aufgüssen und Zugaben

Gemüse wird ohne Aufguß eingefroren, nachdem in Vergleichsprüfungen praktisch kein Unterschied zwischen den trocken und den mit ein- und zweiprozentiger Salzlösung eingefrorenen Proben gefunden wurde. Dagegen wird neuerdings in den USA von einigen Firmen den Bohnen, dem Blumenkohl, dem Spinat, dem Rosenkohl und dem Mais Mononatriumglutamat als Ersatz für das beim Waschen und Blanchieren verlorengegangene zugesetzt. Die übliche Menge von etwa 0,15 % wird meist mit Sprühvorrichtungen in Form einer 22,5prozentigen Mononatriumglutamatlösung unmittelbar vor dem Verschließen der Packungen zugegeben.

## E. Verarbeitungshinweise für einzelne Gemüsearten

Gemüse wird in der Regel zum Gefrieren genau so vorbereitet und vorbehandelt wie zum Sterilisieren, deshalb wird in Betrieben, die sowohl Gefrier- als auch Naßkonserven herstellen, die Ware für die beiden Konservierungsarten meist erst vor dem Verpackungsvorgang in zwei Ströme aufgeteilt. Besser ist es jedoch, wie es auch bei Erbsen geschieht, einzelne Sortierungen oder besonders geeignete

Posten vor der Blanchiermaschine abzuzweigen und sie mit der für Gefrierkonserven erforderlichen Zeit zu blanchieren und anschließend schneller und tiefer als üblich abzukühlen.

#### a) Blumenkohl

Geeignet sind alle festen, nicht zur Verfärbung während der Verarbeitung neigende Sorten mit vollem Aroma. Die Rohware muß feste, glatte, gleichmäßige Köpfe besitzen; fleckige und zum Teil aufgeschossene Köpfe sind ungeeignet. Vorbereitung, Putzen, Zerteilen, Reinigen, Waschen wie für das Sterilisieren (siehe Seite 239).

Blanchieren drei bis vier Minuten in strömendem Dampf oder zwei bis drei Minuten in kochendem Wasser unter Zusatz von 0,1 bis 0,2 % Zitronensäure zum Blanchierwasser. Verpacken am besten in Kartonpackungen. Gefrieren im Platten- oder Luftgefrierapparat. Lagerung bei  $-18^{\circ}\text{C}$ ; mögliche Lagerdauer sechs bis zehn Monate.

#### b) Bohnen

Geeignet sind fadenlose Buschbohnen, unter anderem der grünen Sorten „Schreibers Imuna“, „van Waverens Favorit“, „Saxa o. F.“, „Paas Lintorfer“ (vorzügliche Farbe, doch Aroma nicht so voll) und der Wachsbohnen „Wachs beste von Allen“, „Saxa Gold“. Die Rohware muß jung, fleischig, straff, fadenfrei, einheitlich grün oder goldgelb sein, sie darf keine ausgebildeten Kerne haben und keine Flecken aufweisen.

Verarbeitung in der Regel zu Brechbohnen, aber auch zu Prinzeßbohnen (feinste Sortierungen) oder Delikateßbohnen. Arbeitsgänge, Sortieren, Abspitzen, Verlesen, Brechen, Waschen wie für das Sterilisieren (siehe Seite 221). Für das unverpackte Gefrieren Brechlänge nicht über 30 mm. Blanchieren in strömendem Dampf oder kochendem Wasser.

Tabelle 58

Sortierung mm	Blanchierzeit	
	Wasser	Dampf
	Minuten	
bis 7,5	1½	2
bis 9,5	2—2½	3
über 9,5	3	4

Abkühlen, Abtropfen, Verpacken von Brechbohnen in Beutel, Kartons oder Großpackungen vor bzw. nach dem Gefrieren, von Prinzeßbohnen nur vor dem Gefrieren in Kartonpackungen. Gefrieren im Plattengefrierapparat (nur verpackte Bohnen) und Luftgefrierapparat, Beutel müssen der Beanspruchung beim Gefrieren zwischen Platten gewachsen sein. Lagerung bei  $-18^{\circ}\text{C}$ ; Lagerdauer acht bis zwölf Monate.

#### c) Große Bohnen (Puffbohnen)

Geeignet sind alle Sorten mit zarter Schale, besonders solche mit saftigem Fleisch und mit grüner oder weißgrüner Farbe. Die Rohware muß gleichmäßig reif sein, überreife Bohnen mit hartmehligter Konsistenz und zäher Schale sind ungeeignet. Verarbeitung, Löchten auf Spezialmaschinen, damit Druck- und Fleckenbildung vermieden wird, Waschen, Größensortierung, gutes Verlesen ver-

färbter und beschädigter Kerne nach dem Blanchieren wie für das Sterilisieren (siehe Seite 228). Zum Abscheiden der überreifen Bohnen können Salzgräder eingesetzt werden. Blanchiert wird in kochendem Wasser, und zwar Sortierungen bis 20 mm zwei Minuten und über 20 mm drei Minuten. Abkühlen, Abtropfen, Verpacken und Gefrieren wie Brechbohnen. Lagerung bei  $-18^{\circ}\text{C}$ ; Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### d) Erbsen

Geeignet sind vor allem Markerbsen mit hohem Zuckergehalt, die auch beim Erreichen der vollen Größe noch eine zarte Schale haben wie „Wunder von Kelvedon“, „Salzmünder Frühe“, „Lincoln“, aber auch „Salzmünder Grüne“ und „Edelperle“ im frühen Reifezustand. Neue Sorten sind in der Prüfung.

Die Rohware darf keinesfalls überreif sein, soll aber auch nicht zu viele unentwickelte Körner enthalten. Erbsen mit einem Texturemeterwert von 90 bis 110 ergeben ein gutes Gefrierprodukt. Die Ware muß allen Anforderungen in bezug auf den Frischzustand genügen.

Die Verarbeitung, das Dreschen, Vorreinigen, Reinigen, Waschen, Sortieren, Blanchieren, Kühlen, gegebenenfalls Qualitätssortierung, Verlesen, ist ähnlich wie für das Sterilisieren (siehe Seite 207). Aus verarbeitungstechnischen Gründen ist eine so weitgehende Sortierung wie für Naßkonserven nicht nötig. Die Verwendung einer Qualitätssortiereinrichtung (Salzgräder) dürfte besonders für Betriebe, in denen neben Gefrierkonserven auch Naßkonserven hergestellt werden, interessant sein. Blanchiert wird in strömendem Dampf oder kochendem Wasser.

Tabelle 59

Sortierung mm	Blanchierzeiten	
	Wasser	Dampf
	Minuten	
bis 8,5	1 — 1½	2
bis 9,5	2 — 2½	3
über 9,5	3	4

Abkühlen (siehe Seite 303), Abtropfen, Verpacken und Gefrieren wie Brechbohnen. Die für die Herstellung von Mischgemüse lose gefrorenen Erbsen werden wie die dafür bestimmten Karotten am zweckmäßigsten in festen, wiederverwendbaren Kisten mit Beuteleinsatz oder wasserdampfdichten Behältern aufbewahrt, dafür können aber auch Säcke aus Polyäthylenfolie mit einer Wandstärke von etwa 0,1 mm oder aus kaschiertem Packstoff verwendet werden. Lagerung erfolgt bei  $-16^{\circ}\text{C}$ ; Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### e) Grünkohl

Geeignet sind alle gut gekrausten Sorten. Die Rohware muß eine sattgrüne Farbe (keine verfärbten Blätter) haben. Es ist nur feldfrische, straffe Ware zu verwenden. Verarbeitung, Putzen (Entfernen der Strünke und Stiele), Waschen, Blanchieren in Wasser eine bis eineinhalb Minuten. Verpacken und Gefrieren wie Weißkohl. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer bis zwölf Monate.

#### f) Gurken

Geeignet sind Salatgurken mit hohem Fleischanteil und wenig Samen wie „Chinesische Schlangen“, „Sensation“ einwandfreier Herkunft, aber auch die „Riesenschälgurke“, wenn der Samenanteil gering ist. Die Rohware muß frisch sein, für das Gefrieren kommen nur grüne Gurken mit festem Fleisch in Frage. Im Reifegrad zu weit vorgeschrittene mit ausgeprägtem Samen sind ungeeignet.

Gurken werden normalerweise in Scheiben, können aber auch ganz eingefroren werden. Ganze Gurken sollten jedoch nicht in den Kleinverkauf kommen, da sie sich aufgetaut nur sehr schwer in dünne Scheiben schneiden lassen. Für Großabnehmer, bei denen die Gewähr besteht, daß die Gurken im gefrorenen oder leicht angetauten Zustand geschnitten werden, sind ganze Gurken gut geeignet. Verarbeitung zu Scheiben: Waschen, Schälen und Schneiden (Scheibenstärke zwischen 2 und 3 mm, nicht dünner). Schwierigkeit in der Verarbeitung bietet das Auftreten von bitteren Gurken. Versuche, die Gurken nach dem Schälen durch mehrstündiges Einlegen in fünfprozentige Sodalösung und anschließendes gutes Wässern zu entbittern, verliefen erfolgreich. Ganze Gurken brauchen vor dem Gefrieren nur sehr gründlich gewaschen zu werden (bürsten). Gurken werden nicht blanchiert.

Ganze Gurken werden entweder in Großpackungen mit Einsatzbeuteln verpackt oder aber auch einzeln in Zellglas wetterfest oder Verbundfolie eingewickelt. Das Einwickeln nach dem Gefrieren ist vorteilhaft.

Gurkensalat wird am besten in Kartonpackungen verpackt. Die Verwendung von Polyäthylenpackungen ist wegen des auch noch bei Gefriertemperaturen auftretenden intensiven Geruchs nicht empfehlenswert.

Gurkensalat kann im Platten- und Luftgefrierapparat, ganze Gurken nur im Luftgefrierapparat gefroren werden. Bei einer Lagertemperatur von  $-18^{\circ}\text{C}$  sollte eine Lagerdauer von sechs bis neun Monaten nicht überschritten werden. Für eine Lagerdauer von zwölf Monaten beträgt die Lagertemperatur  $-24^{\circ}\text{C}$ .

#### g) Karotten (Möhren)

Geeignet sind die eigentlichen Karotten „Pariser Markt“ und „Duwicker“ zum Gefrieren als ganze Karotten und mittellange Sorten mit kräftiger, roter Farbe, mit hohem Rindenanteil und wenig Herz wie „Nantaiser“ und „Marktgärtner“ für die Herstellung von geschnittenen und gewürfelten Karotten. Die Rohware soll feldfrisch und straff sein.

Verarbeitung, Waschen, Sortieren, Vorkochen, Putzen, Nachputzen, Würfeln oder Schneiden wie für das Sterilisieren. Zum Vorkochen sollte keine Sodalösung, sondern kochendes Wasser verwendet werden. Die Kochzeit ist so zu wählen, daß auf ein zusätzliches Blanchieren verzichtet werden kann. Sie soll jedoch möglichst nicht länger sein, als zur Inaktivierung der Enzyme erforderlich ist. Folgende Blanchierzeiten in kochendem Wasser sind ausreichend:

Durchmesser bis 20 mm = zwei bis drei Minuten,

Durchmesser bis 30 mm = drei bis vier Minuten.

Bei Anwendung einer Hochdruckschälmaschine (siehe Seite 216) zum Schälen wird in den USA nach dem Putzen und Würfeln blanchiert. Eine Blanchierzeit von ein bis eineinhalb Minuten ist dann ausreichend. Schnelles Abkühlen, gegebenenfalls im befeuchteten Luftstrom, Abtropfen oder Abtrocknen. Verpacken und Gefrieren wie Erbsen, Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer bis zwölf Monate.

## h) Kohlrabi

Geeignet sind Sorten mit gleichmäßig zartem holzfreiem Fleisch wie „Rogglis blauer Trieb“, „Rogglis blauer Freiland“ und „Rogglis weißer Freiland“, aber auch „Wiener blauer Glaß“ und „Wiener weißer Glaß“ sowie „Delikateß blauer“ und „Delikateß weißer“. Die blauen Sorten scheinen in der Fleischqualität den weißen geringfügig überlegen zu sein. Die Rohware soll im optimalen Entwicklungsstadium holz- und schoffrei und nicht rissig sein. Laub und Herzblatt sollen frisch und straff sein.

Verarbeitung: Schälen, Waschen, in Scheiben schneiden (3 bis 4 mm stark) wie vor dem Sterilisieren (siehe Seite 232). Auch die Herzblätter können in der gleichen Weise behandelt werden. Blanchieren der Scheiben zwei bis drei Minuten in kochendem Wasser (bei Streifenschnitt auch drei Minuten in Dampf), Abkühlen, Verpacken vor dem Gefrieren in Kartonpackungen, in Streifen geschnittene Ware auch nach dem Gefrieren in Großpackungen, Lagerung bei  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer sechs bis neun Monate.

## i) Paprikaschoten

Geeignet sind sowohl rote als grüne Sorten mit zarter Schale und bitterfreiem Geschmack (geschützte Sorten nicht vorhanden). Die Rohware soll eine einheitliche sortentypische Farbe haben, die Schoten sollen nicht ganz ausgereift, frisch und straff sein. Die Paprikaschoten werden sorgfältig gewaschen, halbiert oder am Stielansatz geöffnet, im Innern gepulvt, erneut gewaschen und unblanchiert oder, um das Packen zu erleichtern, blanchiert eingefroren. Blanchierzeit in kochendem Wasser eine bis zwei Minuten.

Verpacken vor dem Gefrieren am besten in Kartonpackungen, ganze Schoten auch nach dem Gefrieren in Klein- oder Großpackungen. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zehn bis zwölf Monate.

## j) Pilze

Gefroren werden hauptsächlich Steinpilze, aber auch Champignons und junge Pfifferlinge. Im allgemeinen sind Steinpilze besser zum Gefrieren geeignet als Pfifferlinge, die bei nicht ganz vorschriftsmäßiger Behandlung leicht zum Zähwerden und zu Verfärbungen neigen. Die Rohware muß atypisch, sehr frisch und gesund sein, Kappen möglichst madenfrei. Pilze mit weichem, schlaffem Gewebe oder wässriger, schlüpfriger Oberfläche sollten nicht verarbeitet werden.

Die Verarbeitung: Putzen (Entfernen des Röhrenfutters bei Steinpilzen), Sortieren, Waschen, Zerteilen wie vor dem Sterilisieren (siehe Seite 243). Auch bei Pfifferlingen muß der Reinigungs- und Sortiergang vor dem Blanchieren abgeschlossen sein. Blanchiert wird in kochendem Wasser, dem insbesondere beim Verarbeiten von Pfifferlingen 0,1 bis 0,2% Zitronensäure zuzusetzen ist. Blanchierzeit je nach Größe der Pilze bzw. Pilzscheiben zwei bis drei Minuten. Ein schnelles Abkühlen ist erforderlich, um Verfärbungen zu vermeiden.

Verpacken vor dem Gefrieren in Kartonpackungen. Gefrieren im Platten- oder Luftgefrierapparat. Pfifferlinge sollen nicht zu langsam gefroren werden, da sie sonst eine etwas ledrige Konsistenz bekommen. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer acht bis zehn Monate.

## k) Rosenkohl

Geeignet sind alle festen Sorten wie „Hilds Ideal“ und andere. Die Rohware muß grüne, festgeschlossene, glatte Knospen haben. Lockere Knospen ergeben kein gutes Gefrierprodukt. Möglichst bald nach der Ernte verarbeiten.

Verarbeitung: Putzen, Waschen, Sortieren in zwei Größen wie für das Sterilisieren (siehe Seite 239). Blanchieren in kochendem Wasser je nach der Größe drei bis fünf Minuten. Vereinzelt wird auch mit einem Zusatz von 1% Salz zum Wasser blanchiert, Abkühlen, Abtropfen, Verpacken und Gefrieren wie Brehbohnen. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer neun bis zwölf Monate.

## l) Schwarzwurzeln

Zum Gefrieren sollen nur einjährige, glatte, unverzweigte, möglichst lange Wurzeln von schwarzer Farbe verwendet werden.

Verarbeitung: Intensives Waschen, Schaben, Schälen und Teilen (dicke Wurzeln auch in Längsrichtung) wie zum Sterilisieren (siehe Seite 236). Wie beim Sellerie ist das Aufheben in 0,2prozentiger Zitronensäurelösung nach dem Schälen und Zerteilen zur Erhaltung der weißen Farbe erforderlich. Blanchiert wird je nach der Dicke der Stangen zwei bis vier Minuten in kochendem Wasser oder drei bis fünf Minuten in strömendem Dampf. Die Blanchierzeit ist dann ausreichend, wenn das zerdrückte Gewebe an der Luft nicht mehr braun wird. Schnell abkühlen, verpacken in Kartonpackungen und gefrieren wie Bohnen. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer acht bis zehn Monate.

## m) Sellerie

Sorteneignungsprüfungen von Sellerie fehlen, doch dürften nach den vorliegenden Erfahrungen die für die Naßkonservierung verwendeten Sorten auch zum Gefrieren geeignet sein. Auch die an die Rohware zu stellenden Anforderungen müssen denjenigen der Naßkonservenindustrie entsprechen (siehe Seite 234).

Verarbeitung: Putzen, Säubern, Waschen, Kochen (je nach Größe der Knollen bis 50 Minuten), Schälen, Kühlen, Schneiden je nach Verwendungszweck in Scheiben verschiedener Dicke wie für das Sterilisieren (siehe dort). Durch Einlegen der Ware in 0,2- bis 0,5prozentiger Zitronensäurelösung kann eine Verfärbung während der Produktion verhindert werden. Es ist auch möglich, Sellerie ungekocht zu verarbeiten und die Scheiben je nach Dicke ein bis drei Minuten in kochendem Wasser, gegebenenfalls unter Zusatz von 0,1 bis 0,2% Zitronensäure zu blanchieren. In Vergleichsversuchen ergab die ersterwähnte Verarbeitungsart das bessere Produkt.

Schnelles Abkühlen, Verpacken in Kartonpackungen und Gefrieren ist zur Farbeerhaltung erforderlich. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , mögliche Lagerdauer bis zwölf Monate.

## n) Bleichsellerie

Feste, zarte, nicht zu weit entwickelte Stauden mit gelbweißer Farbe im frischen, straffen Zustand (Stauden müssen glatt brechen) mit eingeschlossenen Herzblättern geben ein gutes Gefrierprodukt.

Zum Gefrieren werden die Außenblätter entfernt, Knollen- und Blattende gründlich gewaschen (bürsten), auf Länge geschnitten (17 cm) und in kochendem Wasser unter Zusatz von 0,1% Zitronensäure blanchiert. Eine durchschnittliche Blanchierzeit von zwölf Minuten wird angegeben.

Kühlen, Abtropfen und wie Spargel in Kartonpackungen verpacken und gefrieren. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer voraussichtlich zehn bis zwölf Monate.

## o) Spargel

Die bisher geprüften Spargelsorten „Ruhm von Braunschweig“ und „Geospargel“ haben sich als zum Gefrieren geeignet erwiesen. Die Rohware soll von

der gleichen Beschaffenheit sein wie die für die Herstellung von Naßkonserven erforderliche, das heißt der Spargel soll frisch und ungewaschen sein und im übrigen der Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für frisches Obst und Gemüse genügen.

Verarbeitung: Wässern, Schälen, Sortieren, Schneiden wie für das Sterilisieren (siehe Seite 199). Blanchiert wird Stangenspargel zweckmäßigerweise im Kochkessel. Damit die Kopfsenden kürzer als die unteren Stangenenden erhitzt werden können, setzt man die Spargelstangen mit den Köpfen nach oben in die Spargelblanchierkörbe und taucht sie erst bis zum Kopfende und dann nach der vorgeschriebenen Zeit ganz in das Wasserbad. In kochendem Wasser können folgende Blanchierzeiten verwendet werden.

Tabelle 60

Stangendurchmesser mm	Enden		Köpfe
	Minuten		
bis 12	2—3		1 1/2
12—15	3—4		2
über 15	4—5		3

Abkühlen, Verpacken vor dem Gefrieren in Kartonpackungen, Gefrieren im Platten- oder Luftgefrierapparat. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer acht bis zwölf Monate.

#### p) Spinat

Geeignet sind hochstrebende Sorten mit tiefgrüner Farbe und zarten Blättern ohne lange Stiele und grobe Blattrippen. Mit den Sorten „Matador“, „Breusteds Spica“, „König von Dänemark“ und „Hilids Loreley“ sind gute Ergebnisse erzielt worden. Die Rohware für die Herstellung von passiertem Spinat soll gesund und frisch sehr und straffe grüne Blätter haben. Ein überständiger Spinat mit verfärbten und schlaffen Blättern oder Schuß ist ungeeignet. Für die Herstellung von Blattspinat müssen zarte, junge, grüne Blätter ohne Wurzel und Hals angeliefert werden.

Verarbeitung zu passiertem Spinat: Verlesen, sehr gründliches Waschen des mit Wurzelhals angelieferten Spinats, vorkochen, bis sich die Stiele zwischen den Fingern zordrücken lassen, passieren wie für das Sterilisieren (siehe Seite 229). Wenn der Spinat nicht passiert, sondern im Wolf gröber zerkleinert werden soll, braucht man ihn nur mit der zur Inaktivierung der Enzyme erforderlichen Zeit von zwei bis drei Minuten zu blanchieren.

Blattspinat wird nach dem Waschen ein bis eineinhalb Minuten in Wasser oder zwei Minuten in strömendem Dampf blanchiert. Das Blanchieren in Dampf ist bei mildem Spinat der geringeren Auslaugverluste wegen vorzuziehen. Ein wirksames, gleichmäßiges Blanchieren im Dampfstrom ist nur möglich, wenn dieser von unten her durch den auf einem Siebband in nicht zu dicker Schicht ausgebreiteten Spinat hindurchstreicht. Nach dem Blanchieren wird der Spinat unter Wasserbrausen abgeschreckt und kann dann durch einen Strom befeuchteter Luft, der wie der Dampf von unten her durch das Gut tritt, schnell weitergekühlt werden. Wenn eine Wasserkühlung verwendet wird, muß das Wasser vor dem Verpackungsvorgang abgepreßt werden (Trockensubstanzgehalt 7%).

Spinat wird vor dem Gefrieren in Kartonpackungen, aber auch Beutelpackungen verpackt. Gefroren wird im Platten- und Luftgefrierapparat. Beutelpackungen

müssen der Beanspruchung beim Gefrieren zwischen Platten gewachsen sein. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zehn bis zwölf Monate.

#### q) Tomaten

Das Gefrieren von ganzen Tomaten und Tomaten in Scheiben ist nicht zu empfehlen. Durch den Gefriervorgang wird nicht nur die Gewebestruktur in der gleichen Weise verändert wie bei einem leichten Aufkochen, die meisten Sorten bekommen auch einen fremdartigen metallischen Geschmack. Das Durchtesten von Neuzüchtungen und Kreuzungen läßt vermuten, daß zum Gefrieren geeignete Stämme entwickelt werden können. Wenn Tomaten gefroren werden sollen, kommen dafür nur die kleineren Sortierungen von festen, vollfleischigen, runden Sorten, wie zum Beispiel „Helffrucht“ oder „Fremgens Rheinlands Ruhm“ in Frage. Die Rohware soll gleichmäßig rot und fest sein, überreife oder geplatzte Tomaten sind ungeeignet.

Da die Schale gefrorener Tomaten gleich welcher Sorte als unangenehm hart empfunden wird, schält man Tomaten, die ganz oder in Scheiben gefroren werden sollen. Dazu werden sie kurze Zeit in siedendes Wasser getaucht und anschließend schnell abgekühlt. Blanchiert werden Tomaten nicht. Tomatenscheiben sollen nicht zu dünn geschälten werden (Dicke etwa 4 mm).

Ganze, geschälte Tomaten und Tomatenscheiben werden vor dem Gefrieren in Kartonpackungen verpackt und im Platten- oder Luftgefrierapparat eingefroren.

Tomaten lassen sich auch im leicht angetauten Zustand schälen und in Scheiben schneiden, so daß für Großbetriebe, in denen für eine ordnungsgemäße Zubereitung gesorgt ist, auch ungeschälte ganze Tomaten unverpackt im Luftstrom gefroren und in Großpackungen verpackt werden können.

#### r) Tomatenmark

Für die Herstellung von gefrorenem Tomatenmark gilt das gleiche hinsichtlich der Auswahl der Rohware und der Verarbeitung wie für das Sterilisieren (siehe Seite 233).

Verpackt wird das nach dem Austritt aus der Eindickanlage gut vorgekühlte Tomatenmark in Becher- oder Kartonpackungen. Becherpackungen können nur im Luftgefrierapparat gefroren werden. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### s) Weißkohl, Rotkohl, Wirsingkohl

Im allgemeinen dürfte das Gefrierverfahren wegen der verhältnismäßig hohen Lagerkosten nur zum Gefrieren von Blumenkohl, Rosenkohl und Grünkohl lohnend sein, aber auch Weiß-, Rot- und Wirsingkohl werden in Sonderfällen gefroren. Der Grund ist einmal darin zu suchen, daß in den auf die Verarbeitung von Gefriergemüsen eingestellten Großküchen Arbeitskräfte zum Gemüseputzen nicht zur Verfügung stehen und zum anderen, daß dem gefrorenen Kohl eine bessere Verdaulichkeit (keine Blähwirkung) zugeschrieben wird. Der letztere Grund, obgleich durch ernährungsphysiologische Untersuchungen nicht bestätigt, bietet den Kliniken einen Anreiz für die Verwendung. Zum Gefrieren ist nur die beste Rohware, feste, geschlossene Köpfe mit typischer Farbe und straffen Blättern, seldfrisch ohne Transportschäden zu verwenden.

Verarbeitung: Putzen (Entfernung von Deckblättern und verfärbten Blättern sowie Strünken und harten Rippen), Schneiden in Segmente oder Zerlegen in Blatt-

teile, Waschen, Blanchieren eineinhalb bis drei Minuten in kochendem Wasser oder drei bis vier Minuten in strömendem Dampf je nach Stückgröße. Bei Kohl ist das Blanchieren in Dampf vorzuziehen. Eine Blaufärbung des Rotkohls kann allerdings nur durch Blanchieren in Wasser mit einem Essigzusatz von 0,5% unterbunden werden. Aber auch bei der späteren Zubereitung verschwindet die blaue Farbe, wenn dem Kochwasser ein Schuß Essig zugegeben wird.

Verpacken kann man Kohl in Kartonpackungen vor dem Gefrieren oder für Großabnehmer auch in Großpackungen nach dem Gefrieren. Beim unverpackten Gefrieren im Luftgefrierapparat gefriert der Kohl zu einer Platte zusammen, so daß die Großpackung und die Hordenabmessungen aufeinander abgestimmt werden müssen. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer acht bis zwölf Monate.

#### b) Zuckermais

Maiskörner in der Milchreife sind in den USA ein beliebtes Gefrierprodukt. Der Mais wird geerntet, wenn die Kolben geschlossen mit Körnern gefüllt sind und diese gerade die typische Farbe angenommen haben. Die Milch der Körner muß noch dünn und süß sein.

Die Verarbeitung erfolgt unmittelbar nach der Ernte. Von den Maiskolben werden die Hüllblätter und Seidenhaare maschinell entfernt, die Kolben gewaschen und auf Länge geschnitten (150 mm) und dann in Wasser oder in strömendem Dampf blanchiert und schnell gekühlt. Wenn nur die Körner gefroren werden sollen, werden die Kolben maschinell entkörnt, die Maiskörner gereinigt, gewaschen, blanchiert, gekühlt und sorgfältig verlesen. Es ist vorteilhaft, Mais in Dampf zu blanchieren und möglichst kurz zu kühlen (Eiswasser), um ein Abflachen des Geschmacks zu verhindern. Beim Blanchieren am Kolben bleibt der Zuckergehalt höher und der Geschmack voller.

Sowohl Maiskolben als auch Maiskörner werden normalerweise vor, aber auch nach dem Gefrieren in Karton- oder Beutelpackungen verpackt. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer für Mais am Kolben acht bis zehn Monate, für Maiskörner zwölf Monate und länger.

## II. Gefrieren von Obst

Obgleich die ursprüngliche Qualität mancher Obstarten durch die Gefrierkonservierung besser erhalten werden kann als durch jedes andere Konservierungsverfahren, so geht doch auch beim Gefrieren der Charakter der frischen Frucht zum Teil verloren. Dies ist im wesentlichen auf eine Verschlechterung der Konsistenz zurückzuführen, aber auch der Geruch und Geschmack einiger Beerenfrüchte können durch den Gefriervorgang nachteilig verändert werden. Bei den meisten Obstarten sind jedoch Sorten ausgesehen und gezüchtet worden, die sich in bezug auf die Farb-, Geruchs- und Geschmackserhaltung gut gefrieren lassen. Eine Gleichsetzung des gefrorenen mit dem frischen Produkt wie bei einigen Gemüsearten ist jedoch wegen der Strukturänderung bei Obst im allgemeinen nicht möglich.

Bei Auswahl geeigneter Sorten lassen sich Apfelsinen, Aprikosen, Brombeeren, Erdbeeren, Heidelbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren, dunkle Sauerkirschen, Pfirsiche, Rhabarber, Stachelbeeren und Zwetschen sehr gut gefrieren. Apfel, Melonen, helle Sauerkirschen, dunkle Süßkirschen geben befriedigende bis gute Gefrierprodukte, eine mittelmäßige Eignung zeigen Birnen, Mirabellen, Pflaumen und Weintrauben. Zum Gefrieren ungeeignete Sorten gibt es bei allen Obstarten; helle Glas-

kirschen, die meisten Pflaumensorten, Trauben mit weichem Fruchtleich zum Beispiel sollten nicht gefroren werden. Gefrorenes Obst wird nicht gefärbt, da die Farberhaltung bei richtiger Behandlung ausgezeichnet ist.

#### a) Allgemeine Anforderungen an die Rohware

Bei Obst ist die Auswahl zum Gefrieren geeigneter Produkte von größerer Bedeutung als bei Gemüse. Während bei Gemüse die Qualität der Rohware gut erhalten werden kann und die Eignungsunterschiede mehr durch das Qualitätsniveau der Frischware bestimmt werden, so kann bei Obst eine qualitativ hochwertige Frischware zum Gefrieren vollkommen ungeeignet sein. Wie unterschiedlich zum Beispiel das Gefrierverhalten verschiedener Erdbeersorten sein kann, zeigt Figur 22, in dem die für die einzelnen qualitätsbestimmenden Eigenschaften vor und nach dem Gefrieren erteilten Noten einander gegenübergestellt worden sind. Die Sorten, deren Eignung zur Gefrierkonservierung erwiesen ist, sind im Abschnitt Obstrohware (siehe Seite 102) jeweils besonders gekennzeichnet. Bei allen übrigen Obstsorten ist es ratsam, sich zunächst durch Gefrierversuche von dem Verhalten der Rohware beim Gefrieren zu überzeugen.

Da die Eignung der Rohware nicht nur von der Sorte, sondern, insbesondere bei Beerenfrüchten, auch von den Klima- und Anbauverhältnissen abhängt, ist es oft zweckmäßig, durch einen Gefriertest eine informatorische Eignungsprüfung durchzuführen. Dabei wird eine kleine Portion der Früchte ordnungsgemäß zubereitet, auf die übliche Art eingefroren, unmittelbar danach wieder aufgetaut und beurteilt. Wenn starke Veränderungen beim Gefrieren auftreten, ist von einer Aufnahme der Ware in den Gefrierbetrieb abzusehen.

Die Güte des Gefrierproduktes hängt entscheidend vom Reifegrad des zur Verarbeitung kommenden Obstes ab. Das Obst muß für die Gefrierkonservierung voll ausgereift, aber noch fest sein. Dementsprechend wird es meist später geerntet, als es für die Herstellung von Narkonserven und auch für den Frischmarkt üblich ist. Es darf aber keinesfalls überreif sein, da überreifes Obst noch weniger zum Gefrieren geeignet ist als unreifes. Nicht ausgereiftes Obst hat auch nach dem Gefrieren wenig Aroma, da es während der Gefrierlagerung nicht nachreift, überreifes zerfällt dagegen meist beim Auftauen oder hat eine unangenehm weiche Konsistenz. Auf die Anlieferung gesunder, einheitlich reifer Ware, die im übrigen der „Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für frisches Obst und Gemüse“ entsprechen muß, ist zu achten. Vollreif geerntete Früchte einheitlicher Sorten wird der Gefrierbetrieb in den meisten Fällen nur durch einen Kreis zuverlässiger Anbauer in genügender Menge erhalten können.

#### b) Transport und Lagerung der Rohware

Obst für die Gefrierkonservierung muß, da es normalerweise im vollreifen Zustand geerntet wird, sorgfältig transportiert werden, das gilt insbesondere für empfindliche Beerenfrüchte, wie zum Beispiel Himbeeren. Die Verwendung von kleinen Körben oder Behältern, in denen die Ware keine Druckstellen bekommt und nicht zusammengedrückt wird, ist für den Transport erforderlich. Beerenfrüchte sollen von der Pflücke bis zur Aufnahme in die Produktion nicht umgeschüttet werden.

Die Ware soll möglichst am Tag der Ernte dem Betrieb angeliefert werden. Wenn die angelieferten vollreifen Früchte nicht gleich verarbeitet werden können, sind sie im Kühlraum aufzuheben (siehe Seite 138). Von anderen Laadesteilen oder aus dem Ausland bezogenes baumreifes Stein- und Kernobst soll erst verarbeitet werden, wenn es den richtigen Reifegrad erreicht hat. Unreife Früchte muß man



dementsprechend unter günstigen Bedingungen nachreifen lassen. Bei gefrorenen Pfirsichen, für deren Herstellung zum Teil am Baum, zum Teil im Betrieb voll ausgereifte Früchte verwendet wurden, konnte ein Qualitätsunterschied nicht festgestellt werden.

### e) Blanchieren

Obst wird im allgemeinen nicht blanchiert. Eine Ausnahme machen Apfel- und Birmenteile. Diese blanchiert man oft, da eine Bräunung des Fruchtfleisches während der Lagerung und des Auftauens auf andere Weise schwer zu verhindern ist. Auch Aprikosenhälften werden in einigen Betrieben aus dem gleichen Grund blanchiert. Das Blanchieren in strömendem Dampf ist wegen der geringeren Auslaugverluste demjenigen in Wasser vorzuziehen. Durch das Inaktivieren der Enzyme werden nicht nur Verfärbungen, sondern auch geschmackliche Veränderungen unterbunden. Durch das Erhitzen entstehen jedoch Kompottfrüchte.

### d) Verwendung von Aufgüssen und Zusätzen

Als Aufguß für gefrorenes Obst wird Zuckerlösung und als Zusatz außer Trockenzucker im wesentlichen nur Ascorbinsäure (Vitamin C) für hellfarbige Produkte verwendet. Nur wenige Obstarten wie Preiselbeeren, Rhabarber und zum Teil auch Heidelbeeren, Schwarze Johannisbeeren und blanchierte Apfelschnitze geben ohne Zusatz von Zuckerlösung oder Trockenzucker ein Gefrierprodukt von ähnlicher Qualität wie mit Zusatz. Wenn auch die Früchte gut geeigneter Erdbeeren, Himbeer-, Johannisbeer- und Stachelbeersorten ohne Zusatz eingefroren werden können, so müssen sie doch, um ein abgerundetes volles Aroma zu gewinnen, während des Auftauens gezuckert werden. Weniger geeignete Sorten dieser Beeren geben meist mit Zuckerlösung eingefroren bessere Produkte. Um alle Möglichkeiten einer falschen Behandlung im Haushalt und eines Qualitätsverlustes während der Konservierung auszuschließen, werden daher für den Kleinhandel normalerweise nicht nur Obstarten, die, wie zum Beispiel Pfirsiche oder Mirabellen, nur mit Zuckerlösung gefroren ein annehmbares Gefrierprodukt ergeben, sondern alle Obstarten, die in gezuckertem Zustand gegessen oder verwendet werden, mit Zuckerlösung oder Trockenzucker eingefroren. Für Bäckereien und andere Großverbraucher, bei denen eine sachgemäße Behandlung sichergestellt ist, gefriert man diese Früchte auch ohne Zuckerzugabe.

#### 1. Zugabe von Zuckerlösung

Die Verwendung von Zuckerlösung als Aufguß ist erforderlich bei Aprikosen, Birnen, hellen Sauerkirschen, Mirabellen und Pfirsichen, wenn ansprechende Gefrierprodukte gewonnen werden sollen. Auch Pflaumen und Weintrauben werden, wenn überhaupt, in Zuckerlösung gefroren. Darüber hinaus bietet jedoch die Zugabe von Zuckerlösung bei jeder Obst- und -sorte, deren Gefrierqualität nicht eindeutig erwiesen ist, die Gewähr für die Erzielung eines meist noch befriedigenden Gefrierproduktes.

Die qualitätserhaltende Wirkung der Zuckerlösung beruht im wesentlichen auf dem Ausschluß des Luftsauerstoffs von den Oberflächen und zum Teil auch aus den Interzellularräumen der Fruchtteile. Das Bedecken der Früchte mit Zuckerlösung verhindert nicht nur weitgehend eine Verfärbung hellfarbiger Obstarten und die damit verbundene Geruchs- und Geschmacksverschlechterung, sondern daneben wird in der Regel die Form und die Konsistenz besser erhalten. Um eine gute Durchsüßung der Früchte zu erreichen, läßt man in den USA die meist in kleinere Stücke zerteilten Früchte vor dem Gefrieren einige Stunden in der Zuckerlösung ziehen. Wenn auch oft dadurch der typische Geschmack der Früchte

abgerundet werden kann, so tritt doch auch häufig eine Nivellierung und Abflachung des Aromas der Früchte selbst auf. Da deutsche Konsumenten vielfach den Kontrast zwischen säuerlicher, aromareicher Frucht und süßer Lösung bevorzugen, sollte die Dauer des Ziehenlassens je nach der Art des Produkts und der Verbraucherwünsche gewählt werden. Es ist vorteilhaft, die Früchte bei Kühlraumtemperatur ziehen zu lassen.

Nachteile der Zugabe von Zuckerlösungen sind, wenn man von dem Abflachen des Geschmacks einiger Fruchtarten absieht, die größere Beanspruchung der Packung, die größeren Füll- und Transportgewichte, der höhere Kälteaufwand zum Gefrieren, die Einschränkung der Verwendbarkeit, da nicht für jeden Verwendungszweck die Zuckerlösung benötigt wird.

Für die Gefrierkonservierung von Obst werden normalerweise in Deutschland 35-, 40- oder 45prozentige Zuckerlösungen je nach der Art und dem Säuregrad der Frucht angewendet. Die in den USA zum Teil mit Zuckerlösungen bis zu 60% und mehr gefrorenen Produkte sind für das Geschmackempfinden deutscher Verbraucher zu süß. Um eine konzentrierte Lösung mit geringerem Süßungsvermögen zu erhalten, wurden Mischungen von Traubenzucker oder Stärkesirup mit Rohrzucker zum Ansetzen der Zuckerlösungen verwendet. Eine Mischung von 1:1 der beiden Zucker soll sich bewährt haben. Nach eigenen Versuchen sind die Vorteile gering. Eine Zuckerlösung von unter 30% sollte man nicht zusetzen, da der Geschmack dann verwässert wird.

Die Zuckerlösung kann in der für die Konservindustrie üblichen Art (siehe Abschnitt XVII.) heiß angesetzt werden. Sie ist aber vor der Verwendung abzukühlen, wenn möglich in einem Durchlaufkühler auf  $-2$  bis  $-3^{\circ}\text{C}$  (Gefrierbeginn 40prozentiger Zuckerlösung  $-4,5^{\circ}\text{C}$ ). Für das Zugeben kann man die üblichen Dosiereinrichtungen nehmen. Es sollte darauf geachtet werden, daß die Früchte mit Lösung bedeckt sind und nicht aufschwimmen. Je nach der Fruchtart, den Packungsabmessungen und der Strammheit des Packens ändert sich das Verhältnis von Frucht und Zuckerlösung, so daß es vor Beginn einer Produktion stets überprüft werden sollte. Da die Gefrierfrüchte frisch eingefüllt werden, ergeben sich niedrigere Füllgewichte als bei einer für das Sterilisieren vorgebehandelten Ware, so daß der freie Raum in der Packung und damit auch der Bedarf an Aufgußflüssigkeit größer ist. Er liegt bei Verwendung von 40prozentiger Zuckerlösung etwa zwischen 1 kg Zuckerlösung auf 1,2 kg Frucht bei großen Himbeeren und 1 kg Zuckerlösung auf 2 kg Frucht bei gut gepackten Pfirsichen, so daß auf 450 g Frucht zwischen etwa 320 und 260 g Zuckerlösung aufgegossen werden muß. Es handelt sich hierbei um Richtwerte für rechteckige, 50 mm hohe Packungen.

Statt Zuckerlösung kann auch aus nicht so hochwertigen Früchten der gleichen Provenienz gewonnener gesüßter Obstsaft den zum Gefrieren ausgelassenen Früchten zugesetzt werden.

#### 2. Zugabe von Trockenzucker

Die Zugabe von Trockenzucker sollte auf Beerenfrüchte mit guter Gefrierreignung beschränkt bleiben. Unbedenklich können Heidelbeeren, Johannisbeeren und dunkle Sauerkirschen, aber auch Brombeeren in vollreifem Zustand mit Trockenzucker eingefroren werden, dagegen sollte bei Erdbeeren und Himbeeren die Gefrierreignung der Sorte erwiesen sein. Bei Beerenfrüchten, die weiterverarbeitet werden, ist ganz allgemein die Zugabe von Trockenzucker üblich.

Die Verwendung von Trockenzucker für die Gefrierkonservierung von Beerenfrüchten hat den Vorteil, daß der Geschmack oft voller erhalten bleibt als beim Gefrieren in Lösung und daß die Produkte vielseitiger verwendbar sind. Es

braucht auch kein zusätzliches Wasser eingefroren, gelagert und transportiert zu werden, wie bei der Zugabe von Zuckerlösung. Der Zucker zieht Saft aus den Früchten, so daß auch die mit Trockenzucker eingefrorenen Beerenfrüchte zum Teil in Flüssigkeit getaucht sind. Andererseits kann jedoch durch diesen Wasserentzug das Aussehen der Früchte leiden.

Eine Trockenzuckerzugabe von einem Teil Zucker auf vier bis sechs Teile Frucht wird empfohlen. Die deutsche Gefrierindustrie setzt mit Rücksicht auf den Geschmack des inländischen Verbrauchers zum Teil nur einen Teil auf zehn Teile Obst zu. In den USA wird Trockenzucker meist im Verhältnis 1 : 3 zugegeben.

Der Zucker soll gut auf die Früchte verteilt bzw. schonend mit den Früchten vermischt werden.

### 3. Bräunungsverhindernde Zusätze (Behandlung)

Eine Bräunung unblanchierter hellfarbiger Früchte kann auch bei Verwendung von Zuckerlösung während längerer Gefrierlagerung und beim Auftauen nicht ganz verhindert werden, zumal wenn die Früchte — wie es oft der Fall ist — beim Auftauen nicht ganz mit Zuckerlösung bedeckt sind. Zur Verhinderung der Bräunung werden deshalb zum Beispiel in den USA für Bäckereien und zur Herstellung von Kompotten bestimmte Apfelschnitze und Aprikosenhälften von einigen Firmen einer Sulfidbehandlung unterworfen. Üblich dabei ist, die Teile vor dem Gefrieren in eine Natriumbisulfidlösung mit 0,2 bis 0,3 % aktivem  $\text{SO}_2$  je nach der Größe ein bis drei Minuten zu tauchen und sie dann noch einige Stunden kühl stehen zu lassen, bis man sie gefriert.

Als sehr wirksames Mittel zum Unterbinden einer Bräunung hat sich ein Zusatz von Ascorbinsäure (Vitamin C) zur Zuckerlösung erwiesen, so daß es für unbehandelte hellfarbige Früchte ganz allgemein angewendet wird. Ein Zusatz von 0,3 bis 0,1 % auf die Fruchteinwaage gerechnet ist gebräuchlich. Die Ascorbinsäure ist in kristalliner Form der abgekühlten Zuckerlösung unmittelbar vor der Verwendung zuzugeben. Je nach der erforderlichen Aufgabemenge muß die Zuckerlösung mehr oder weniger Vitamin C enthalten. Zitronensäure hat sich im Vergleich zur Ascorbinsäure als wenig wirksam zur Verhinderung von Bräunungen erwiesen. Auch durch Zusatz einer Mischung von Ascorbin- und Zitronensäure kann die Wirkung der reinen Ascorbinsäure kaum verstärkt werden.

Es ist versucht worden, durch Zugabe von niederveresterten Pektinen zur Zuckerlösung die Qualität der Früchte besser zu erhalten. Durch den Film, der sich dabei um die Frucht legt, soll bei Erdbeeren das Aussehen und das Säftehaltvermögen verbessert worden sein.

## G. Verarbeitungshinweise für einzelne Obstarten

Obst wird meist zum Gefrieren in ähnlicher Weise vorbereitet (waschen, gewaschen, gepulvt, sortiert, geschält, zerteilt) wie für die Herstellung von Naßkonserven, so daß die gleichen Einrichtungen dafür verwendet werden können. Da bis auf wenige Ausnahmen die Früchte nicht vorbehandelt zu werden brauchen, ist die Gefrierkonservierung von Obst normalerweise einfacher als die Naßkonservierung.

### a) Äpfel

Geeignet zum Gefrieren sind die meisten festen Apfelsorten mit wenig zur Bräunung neigenden, saftigem Fleisch und vollem, charakteristischem Geschmack

wie „Golden Delicious“, „Jonathan“, „Freiherr von Berlepsch“ und „Cox Orangen Renette“. Mehligere Sorten sind ungeeignet. Die zum Gefrieren verwendeten Äpfel sollen vollreif, jedoch fest sein, überreife und unreife Äpfel sind ungeeignet. Unreif angelieferte Äpfel kann man nachreifen lassen (Kühlagerung siehe Seite 138).

Verarbeitung, Schälen, Entfernen des Kernhauses, Schneiden zu Schnitten (acht oder zwölf aus einem Apfel) oder Scheiben wie für das Sterilisieren (siehe Seite 253). Geschälte und zerteilte Äpfel werden vor dem Blanchieren vorteilhaft in einprozentiger Kochsalzlösung aufgehoben. Eine Behandlung weicherer Apfelsorten mit Calciumsalzen vor dem Blanchieren erhöht die Festigkeit.

Blanchieren je nach Schnittengröße oder Scheibendicke am besten in strömendem Dampf zwei bis drei Minuten, aber auch in kochendem Wasser einminhalb bis zwei Minuten. Für eine gleichmäßige Schichtung und Aufteilung in einzelne Stücke muß beim Blanchieren im Dampfstrom gesorgt werden. Gekühlt wird am besten im nassen Kaltluftstrom (siehe Seite 303).

Apfelschnitte werden in den USA nach entsprechender Vorbehandlung auch unblanchiert gefroren. Eine Reihe von Behandlungsmethoden sollen sich bewährt haben, und zwar

1. das Tauchen der Apfelschnitten für eine Minute in eine 0,2 %  $\text{SO}_2$  enthaltende Natriumbisulfidlösung mit einer anschließenden Eindringzeit von acht und mehr Stunden vor dem Gefrieren,
2. das Einfüllen der Apfelschnitten in eine auf 76 bis 82° C erhitzte Zuckerlösung mit Ascorbinsäurezusatz (Ascorbinsäuregehalt des Gemisches Lösung + Äpfel 0,05 %),
3. das Einlegen der Schnitten unmittelbar nach dem Teilen in einprozentige Kochsalzlösung für drei bis fünf Minuten, abtropfen, eintauchen in eine 50- bis 60prozentige Zuckerlösung mit 0,2 bis 0,3 % Ascorbinsäure, evakuieren auf 0,02 ata für zwei bis drei Minuten, Auflösen des Vakuums und Entnahme, wenn die Lösung in das Gewebe eingedrungen ist, ein bis zwei Minuten abtropfen.

Blanchierte Äpfel werden entweder ohne oder mit einem Aufguß von 35prozentiger Zuckerlösung eingefroren; unblanchierte Äpfel gefriert man stets in Zuckerlösung oder mit einem Teil Trockenzucker auf fünf bis sechs Teile Frucht unter Zugabe von 0,05 % Vitamin C auf das Gemisch gerechnet. Verpackt wird vor dem Gefrieren in flüssigkeitsdichten Kartonpackungen oder -behältern, aber für Großverbraucher auch in 10- bis 20-Liter-Kanistern. Lagertemperatur —18° C, Lagerdauer zwölf Monate und länger.

### b) Apfelmus

Für die Herstellung von gefrorenem Apfelmus gilt das gleiche in bezug auf die Auswahl der Rohware und die Verarbeitung wie für das Sterilisieren (siehe Seite 254).

Das fertige Apfelmus ist vor dem Verpacken möglichst weit abzukühlen. Die Kühlvorrichtungen müssen so arbeiten, daß ein Einrühren von Luft oder große Berührungsflächen von Apfelmus und Luft vermieden werden.

Verpacken von Apfelmus in Beutel- oder Kartonpackungen mit Einsatzbeutel oder Innenkaschierung und gefrieren. Lagertemperatur —18° C, Lagerdauer zwölf Monate und länger.

### c) Aprikosen

Am besten geeignet sind Sorten mit festem, gleichmäßig gelbem, wenig bräunendem Fruchtfleisch und leicht lösendem Stein wie „Blenheim“ und „Moorpark“. Die Rohware soll vollreif, doch noch fest sein. Weiche Früchte sind ungeeignet.

Verarbeitung: Verlesen, Halbieren, Entsteinen, Enthäuten wie zum Sterilisieren (siehe Seite 257). Aprikosen mit glatter, dünner Haut können auch mit Haut eingefroren werden. Aprikosen für den Frischverzehr werden unblanchiert in 40- oder 45prozentiger Zuckerlösung mit einem Zusatz von Ascorbinsäure gefroren. Eine Ascorbinsäuremenge von 0,05 % der Fruchteinwaage hat sich als ausreichend zur weitgehenden Verhinderung einer Bräunung erwiesen. Verpacken am besten in flüssigkeitsdichte Kartonpackungen, aber auch in lackierte Dosen und gefrieren.

Zum Backen und für die Weiterverarbeitung können auch blanchierte Aprikosen verwendet werden. Die Blanchierzeit der Fruchthälften in strömendem Dampf beträgt drei bis vier Minuten je nach Größe. Wenn die Aprikosen in Wasser abgekühlt werden, ist ein Zusatz von 1 % Zitronensäure zum Kühlwasser empfehlenswert. Blanchierte Aprikosen werden in den USA ohne oder mit Trockenzucker für Großabnehmer in 10- bis 15-Liter-Kanistern oder auch ungezuckert lose gefroren und dann in Wellpappkisten mit Einsatzbeutel verpackt. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer ohne Ascorbinsäurezusatz acht bis zehn Monate, mit Ascorbinsäurezusatz zwölf Monate und länger.

#### d) Birnen

Geeignet sind saftige, nicht mehlig Sorten wie „Williams Christ“ und „Alexander Lukas“. Oft sind jedoch sterilisierte Birnen den gefrorenen qualitativ überlegen. Bei Birnen werden besondere Ansprüche an den Reifegrad gestellt, sie müssen vollreif verarbeitet werden, aber schon bei einer leichten Überreife ergibt sich ein unbefriedigendes Produkt. Längere Zeit kühlgelagerte Birnen eignen sich nicht zum Gefrieren.

Verarbeitung: Schälen, Teilen, Kerngehäuse auslöffeln wie zum Sterilisieren (siehe Seite 256). Einlegen in 0,2prozentige Zitronensäure- oder einprozentige Salzlösung zur Überbrückung von Wartezeiten nach dem Schälen empfehlenswert. Blanchieren der Birnenhälften je nach Größe zwei bis drei Minuten in strömendem Dampf und abkühlen in nassem Kaltluftstrom. Die Birnen müssen durchblanchiert sein (keine Bräunung im Kern nach dem Durchbrechen).

Verpacken in Kartonpackungen, bedeckt mit 30- oder 35prozentiger Zuckerlösung und gefrieren. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### e) Brombeeren

Geeignet sind beide in Deutschland hauptsächlich angebaute Sorten, doch „Theodor Reimers“ besser als „Wilsons Frühe“. Brombeeren geben nur ein gutes Gefrierprodukt, wenn sie voll ausgereift sind. Auf die Anlieferung gleichmäßig tiefschwarzer Ware ist zu achten.

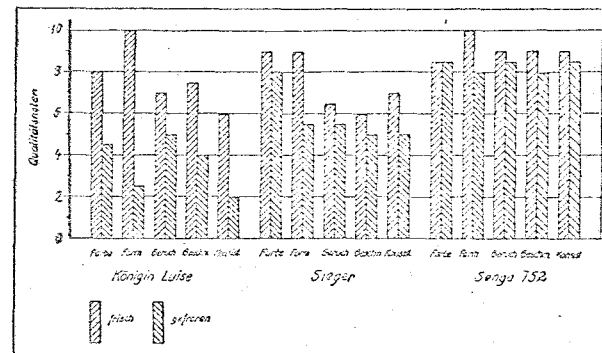
Verlesen, vorsichtig waschen (abbrausen), abtropfen, verpacken in Kartonpackungen. Am besten bedeckt mit 40- oder 45prozentiger Zuckerlösung, aber auch unter Zusatz von 1 : 4 oder 1 : 5 Trockenzucker gefrieren. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer bis zwölf Monate.

#### f) Erdbeeren

Geeignet sind Sorten mit festen, rotfleischigen, kleinen bis mittelgroßen Früchten, möglichst ohne Kelchansatz mit vollem, herzhaftem Geschmack wie zum Beispiel die Sorten „Senga 752“ und „Climax“. Weiche Sorten mit großen, luftigen Beeren wie „Madame Moutôt“ ergeben mangelhafte Produkte (siehe Figur 22). Die Durchführung eines Gefriertestes ist vorteilhaft.

Die Rohware soll sortenrein, frisch, gleichmäßig vollreif, aber noch fest und ohne Druckstellen sein. Beeren mit grünen Spitzen sind nicht geeignet. Die Beeren sollen möglichst sauber in nicht zu großen Körben angeliefert werden. Wenn ein Verarbeiten am gleichen Tag nicht möglich, im Kühlager aufheben (siehe Seite 138).

Vorbereitung, Sortieren, Waschen (Entkeldchen) und Verlesen wie für das Sterilisieren (siehe Seite 250). Erdbeeren werden in Deutschland meist als ganze Frucht in einer 35- bzw. 40prozentigen Zuckerlösung oder gut geeignete feste Sorten mit einem Teil Trockenzucker auf fünf bis acht Teile Frucht gemischt eingefroren. Ein kurzes Ziehenlassen vor dem Gefrieren hat sich bei festeren Sorten als vorteilhaft erwiesen.



Figur 22: Durchschnittsnoten der subjektiven Bewertung verschiedener Erdbeersorten vor und nach dem Gefrieren. Die Qualitätsnoten bedeuten: 10 = vorzüglich, 8 = gut, 6 = befriedigend, 4 = kleine Mängel, 2 = schlecht.

In den USA, wo eine stärkere Durchsüßung der Frucht gewünscht wird, gefriert man einen großen Teil der Beeren, in 6 bis 7 mm dicke Scheiben geschnitten, mit einem Teil Trockenzucker auf vier bis fünf Teile Frucht gemischt. Neuerdings finden jedoch halbierte Erdbeeren des besseren Aussehens wegen in den USA mehr und mehr Eingang. Die Erdbeerhälften werden wie die Scheiben vor dem Abpacken mit der gleichen Menge Zucker in besonderen Vorrichtungen sorgfältig gemischt. Auch für deutsche Verhältnisse dürfte das Gefrieren halbiertter Früchte von Interesse sein.

Verpacken der Erdbeeren mit Zucker für den Kleinverkauf in flüssigkeitsdichten Kartonpackungen oder auch in Dosen vor dem Gefrieren.

Für Bäckereien und die Speiseeisherstellung werden Erdbeeren in den USA hauptsächlich in 10- bis 15-Liter-Blechkanistern mit einem Teil Trockenzucker auf drei Teile Frucht gefroren.

Feste kleine Erdbeeren können auch unverpackt im Luftgefrierapparat eingefroren und anschließend in Klein- oder Großpackungen verpackt werden. Für den Frischverzehr müssen sie während des Auftauens reichlich gezuckert werden. -- Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate.

#### g) Heidelbeeren

Heidelbeeren lassen sich gut gefrieren, wenn sie gleichmäßig vollreif angeliefert werden. Weiche, zum Teil zerdrückte Rohware ist zum Gefrieren ungeeignet.

Vorbereitung, Reinigen, Waschen, Verlesen wie zum Sterilisieren (siehe Seite 251). Gut abtropfen und mit einem Teil Trockenzucker auf fünf bis sechs Teile Beeren oder bedeckt mit 40prozentiger Zuckerlösung in Kartonpackungen oder Dosen gefrieren. Heidelbeeren lassen sich auch gut ohne Zucker gefrieren, zweckmäßig ist es jedoch, sie auch dann vor dem Gefrieren zu verpacken. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate.

#### h) Himbeeren

Geeignet sind Sorten mit gleichmäßig tiefrot gefärbten, festen, nicht zum Zerbröckeln neigenden Beeren. Gute Erfahrungen wurden mit den Sorten „Preußen“, „Winklers Sämling“ und „Marlborough“ gemacht, als weniger geeignet erwiesen sich die Sorten „Deutschland“ und „Lloyd George“. Bei der Durchprüfung eines Sortiments zeigten die Sorten „Cayuga“, „Herbert“ und „Seneca“ eine vorzügliche Gefrierreignung. Die Rohware muß vollreif, aber fest und trocken in Körben oder Kästen von nicht über 2,5 kg Inhalt am Erntetag angeliefert und möglichst am gleichen Tag verarbeitet werden, sonst im Kühlraum aufheben (siehe Seite 252). Ein Umschütten ist zu vermeiden.

Himbeeren werden gut verlesen, vorsichtig in kaltem Wasser gewaschen (abgebraust) und mit 35- bzw. 40prozentiger Zuckerlösung oder mit einem Teil Trockenzucker auf fünf bis acht Teile Beeren je nach Säuregrad und Verbraucherkreis in Kartonpackungen gefroren. Für die Weiterverarbeitung durch Großverbraucher können Himbeeren in 10 bis 20 Liter großen, innen lackierten Blechkanistern ohne oder mit Trockenzucker gefroren werden. Ein Verpacken vor dem Gefrieren ist stets erforderlich. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### i) Johannisbeeren

Geeignet sind alle Sorten mit tiefroter oder tiefschwarzer Farbe. Die Rohware muß gleichmäßig vollreif in trockenem, unbeschädigtem Zustand angeliefert werden.

Das Waschen und Entrappen erfolgt wie für das Sterilisieren (siehe Seite 252). Die Beeren werden anschließend meist mit einem Teil Zucker auf vier bis sechs Teile Frucht vermischt eingefroren. Auch in 40prozentiger Zuckerlösung gefroren ergeben sie gute Produkte.

Kartonpackungen und für Beeren mit Trockenzucker auch Beutelpackungen können zum Gefrieren von Johannisbeeren verwendet werden. Für die Weiterverarbeitung werden die Beeren meist in 10 bis 20 Liter großen Blechkanistern mit Innenlackierung unter Trockenzuckerzugabe gefroren. Johannisbeeren müssen stets vor dem Gefrieren verpackt werden. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### j) Kirschen

Im allgemeinen sind gleichmäßig durchgefärbte, dunkle Sorten besser als helle und Sauerkirschen besser als Süßkirschen zum Gefrieren geeignet, so gibt die Sauerkirsche „Große Lange Lotkirsche“ ein vorzügliches und die hellfarbige „Glas-kirsche“ ein schlechtes Gefrierprodukt. Mit den Süßkirschen „Große Schwarze Knorpelkirsche“ und „Hedelfinger Riesen“ und mit der roten Sauerkirsche „Ludwigs Frühe“ wurden jedoch bei sachgemäßer Behandlung gute Erfahrungen gemacht. In einem Betrieb, in dem sowohl Gefrier- als Naßkonserven hergestellt werden, wird man es jedoch oft vorziehen, Süßkirschen zu sterilisieren.

Die Rohware muß den gleichen Ansprüchen genügen wie für die Herstellung von Naßkonserven. Auch die Verarbeitung der Kirschen, Waschen, Entstielen,

Sortieren und Entsteinen entspricht den Vorbereitungsarbeiten für das Sterilisieren (siehe Seite 259). Sauerkirschen ergeben sowohl mit als ohne Stein gute Gefrierprodukte; Süßkirschen werden jedoch besser mit Stein eingefroren.

Sauerkirschen mit und ohne Stein können in 40prozentiger Zuckerlösung, die dunklen Sorten auch mit einem Teil Trockenzucker auf vier bis sechs Teile Frucht in Kartonpackungen oder in Dosen verpackt werden. Süßkirschen geben in 30- bis 35prozentiger Zuckerlösung, aber auch ohne jeden Zusatz gefroren, befriedigende Produkte für den Kleinabnehmer. Für Bäckereien und als Halbfabrikate werden in den USA die entsteineten Sauer- und Süßkirschen mit einem Teil Trockenzucker auf drei bis vier Teile Frucht in 15 bis 20 Liter großen Blechkanistern gefroren. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### k) Melonen

Geeignet sind nur Zuckermelonen (Cantaloupes) mit festem, saftigem, lachs- oder orangefarbigem Fruchtfleisch; Wassermelonen sind ungeeignet.

Nach dem Schälen, Aufscheiden und Entfernen der Kerne und der weichen Innenteile teilt man das Fleisch je nach dem Verwendungszweck in etwa 2 cm starke Rippen oder in Würfel und gefriert sie in 45prozentiger Zuckerlösung oder mit einem Teil Trockenzucker auf fünf Teile Frucht und gelegentlich auch ohne Zusatz. Wie bei allen Früchten ist auch bei Melonen das Gefrieren in Zuckerlösung mit geringerem Risiko verbunden, aber geeignete feste Früchte ergeben, ohne und mit Trockenzucker gefroren, ein gutes Gefrierprodukt. Ein Zuckern der ohne Zusatz gefrorenen Früchte während des Auftauens ist erforderlich. Verpacken der Melonen in Kartonpackungen vor dem Gefrieren und Verwendung einer nicht zu kleinen Gefriereschwindigkeit. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer nicht über zwölf Monate.

#### l) Mirabellen

Geeignet sind feste, gleichmäßig gefärbte, wenig zur Bräunung neigende Sorten. Die Sorte „Nancy“ wurde zum Beispiel mit befriedigendem Erfolg gefroren. In der Regel sind sterilisierte Mirabellen den gefrorenen im Genußwert überlegen, wenn auch die Geschmacksrichtung eine andere ist. Die Rohware muß am Baum ausgereift und darf nicht geschüttelt worden sein; sie muß eine gleichmäßige Farbe haben und darf keine Druckstellen aufweisen.

Waschen und mit 35prozentiger Zuckerlösung vollständig bedeckt in Kartonpackungen gefrieren und auch später unter Zuckerlösung in der hochkant gestellten Packung auftauen lassen. Nicht mit Zuckerlösung bedeckte Früchte bräunen während der Gefrierlagerung und besonders stark nach dem Auftauen. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer nicht länger als zwölf Monate.

#### m) Pfirsiche

Die Auswahl geeigneter, vom Kern lösender Sorten mit festem, glatten, gleichmäßig gefärbten, wenig bräunenden Fleisch und vollem aromatischen Geschmack ist wesentlich für die Herstellung eines guten Gefrierprodukts. Neben Sorten mit einheitlicher gelber Farbe geben auch diejenigen mit rotem Kernfleisch sehr gute Gefrierprodukte, da die rote Farbe bei der Gefrierkonservierung nicht verwaschen wird. Die Sorte „Roter Ellerstädter“ hat sich trotz ihres etwas faserigen Fleisches wegen ihres voll aromatischen Geschmacks als zum Gefrieren gut geeignet erwiesen. Sehr gut lassen sich auch die in Italien viel angebauten gelblichstigen Sorten „J. P. Hale“ und „Elberta“ gefrieren.

Die Pfirsiche müssen im vollreifen, aber noch festen Zustand verarbeitet werden. Unreife und überreife Früchte und solche mit Druckstellen sind zum Gefrieren ungeeignet. Unreife Früchte muß man unter günstigen Bedingungen nachreifen lassen.

Verarbeitet, enthäutet, geteilt und entsteint werden die Pfirsiche wie für das Sterilisieren (siehe Seite 261). Wegen der Bräunungsgefahr müssen die Pfirsichhälften unmittelbar anschließend in Kartonpackungen bzw. in Dosen gefüllt und mit einer 40- oder 45prozentigen Zuckerlösung bedeckt werden. Der gekühlten Zuckerlösung sind vor der Verwendung 0,1 bis 0,2 % Ascorbinsäure je nach der benötigten Aufgabemenge zuzusetzen. Der Ascorbinsäuregehalt in der Packung soll 0,05 % der Fruchtinwaage betragen. Auch für die Speiseeisbereitung und für Bäckereien müssen Pfirsiche unter Zuckerlösung mit Ascorbinsäurezusatz gefroren werden. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer ohne Ascorbinsäure acht bis zehn Monate, mit Ascorbinsäure zwölf Monate und länger.

#### n) Pflaumen und Renekloden

Nur wenige feste Pflaumensorten mit dünner Schale und nicht bräunendem Fleisch wie „Anna Späth“ geben ein befriedigendes Gefrierprodukt, die meisten Sorten sind ungeeignet. Da Pflaumen und Renekloden im allgemeinen als Naßkonserven einen höheren Genußwert haben, ist es vorteilhafter, sie einzudosen. Zwetschen ergeben jedoch ein gutes Gefrierprodukt.

#### o) Rhabarber

Geeignet sind tiefrote, aber auch grüne Sorten mit zartem, nicht faserigem Fleisch und kräftigem Geschmack. Die Rohware soll frisch und straff sein, schlaffe faserige Stiele sind nicht verwendbar.

Der Rhabarber kann geputzt, gewaschen und, in etwa 3 cm lange Stücke geschnitten, in rohem Zustand, aber auch auf die übliche Art zu Rhabarberkompott gekocht, gefroren werden. Beim Herstellen von Rhabarberkompott ist zweckmäßigerweise der Zucker zum Teil vor, zum Teil nach dem Kochen zuzugeben. Die Gesamtmenge richtet sich nach dem gewünschten Süßegrad. Das Kompott muß vor dem Verpacken und Gefrieren möglichst auf Kühlraumtemperatur vorgekühlt werden.

Rhabarberstücke geben in 40prozentiger Zuckerlösung und ohne Zusatz gefroren gute Gefrierprodukte. Mit Trockenzucker sollte er nicht gefroren werden. Die mit Zuckerlösung bedeckte Ware und das Kompott werden vor dem Gefrieren am besten in Kartonpackungen verpackt. Rhabarberstücke können vor oder nach dem Gefrieren in Beutelpackungen und nach dem Gefrieren auch in Großpackungen abgepackt werden. Das Gefrieren von Rhabarberkompott in Kunststoffbeuteln ist möglich. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### p) Stachelbeeren

Geeignet sind vor allem die für Bäckereien und die Herstellung von Kompotten verwendeten kleinfrüchtigen, grünen Sorten, aber auch andere feste Sorten können gefroren werden. Die Stachelbeeren werden am besten kurz vor Erreichen der Vollreife gepflückt. Die angelieferte Ware darf keinesfalls überreif und weich sein.

Verarbeiten, putzen, waschen, sortieren, wie für das Sterilisieren (siehe Seite 253). Zum Gefrieren in Zuckerlösung werden die Beeren in manchen Betrieben auch gestichelt. Verpacken in Kartonpackungen unter Zugabe von 40prozentiger Zuckerlösung ist vorteilhaft. Stachelbeeren können aber auch ohne Zucker vor

und nach dem Gefrieren in Beutelpackungen bzw. Großpackungen verpackt werden. Ein kurzes Aufkochen in Zuckerlösung vor der Verwendung ist dann erforderlich. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate und länger.

#### q) Weintrauben

Das Gefrieren von Weintrauben ist nicht empfehlenswert. Wenn überhaupt, sollen nur Sorten mit kleinen festen Beeren und zarter, nicht zur Bräunung neigender Schale, möglichst kernlos, in vollreifem, prallem Zustand verarbeitet werden. Nach intensivem Waschen und Verlesen werden die Beeren in kleinen Trauben, besser aber einzeln in Kartons gepackt mit 35- oder 40prozentiger Zuckerlösung bedeckt gefroren.

#### r) Zwetschen

Festfleischige Spätzwetschen wie die „Deutsche Hauszwetsche“ eignen sich sehr gut zum Gefrieren. Die Zwetschen sollen kurz vor der Vollreife (auch am Stielansatz noch fest), aber schon gleichmäßig blau verarbeitet werden. Sie müssen gepflückt sein; beschädigte und gesprungene Rohware ist abzuweisen bzw. auszulesen.

Verarbeitung, waschen, sortieren, halbieren und entsteinen wie für das Sterilisieren (siehe Seite 261). Zwetschen können auch als ganze Früchte eingefroren werden, so daß sie dann nur gewaschen und gegebenenfalls entstielt zu werden brauchen.

Halbierte Zwetschen werden je nach Säuregrad mit 40- oder 45prozentiger Zuckerlösung in Kartonpackungen oder Dosen vor dem Gefrieren verpackt. Ganze Früchte packt man am besten nach dem Gefrieren in Beutelpackungen oder in Großpackungen ab. Sie sollten nur an solche Betriebe geliefert werden, bei denen die Gewähr besteht, daß sie im leicht angetauten Zustand halbiert, entsteint und weiterverwendet oder zu Kompott in Zuckerlösung aufgekocht werden. Ganze Zwetschen werden ohne Zusatz gefroren. Halbierte Zwetschen geben ohne Zusatz oder mit Trockenzucker eingefroren ein unbefriedigendes Produkt. Lagertemperatur  $-18^{\circ}\text{C}$ , Lagerdauer zwölf Monate und länger.

## H. Gefrieren von Obstpulp und Obstmark

#### a) Obstpulp

Vergleichsprüfungen mit Konfitüren aus gefrorenen und  $\text{SO}_2$  konservierten Früchten zeigten, daß die aus gefrorenen Früchten hergestellten Konfitüren das natürliche Aroma und den Geschmack der frischen Früchte besser erhalten und auch ungefärbt eine ansprechende Farbe hatten. Dagegen war die Konsistenz der Konfitüre, die aus  $\text{SO}_2$  konservierten Früchten hergestellt war, leicht überlegen.

Wegen der hohen Lagerkosten werden in der Regel nur Früchte für die Herstellung hochwertiger Konfitüren durch Gefrieren konserviert. Für die Auswahl der Rohware und ihre Verarbeitung gelten die Hinweise im Abschnitt G. Der Reifezustand und der Zerkleinerungsgrad werden dem späteren Verwendungszweck entsprechend gewählt. Bei zur Bräunung neigenden Früchten kann eine Verfärbung durch ein Blanchieren mit Dampf vor dem Gefrieren verhindert werden. Eine schnelle, schonende Abkühlung nach dem Erhitzen ist erforderlich.

Zum unverpackten Gefrieren geeignete Früchte können nach dem Gefrieren ohne Zusatz in wasserdampfdichte Behälter oder Kisten beliebiger Größe ver-

packt und bis zur Verwendung gelagert werden. Die anderen füllt man vor dem Gefrieren am besten mit einem Zusatz von einem Teil Trockenzucker auf vier bis fünf Teile Frucht, aber auch ohne Zucker, in Kanister mit etwa 20 Liter Inhalt (siehe Abschnitt X.). Sowohl die lose Ware als auch die Kanister müssen im Luftgefrierapparat gefroren werden.

Die Gefrierlagerung bei  $-18^{\circ}\text{C}$  sollte im Hinblick auf die Kosten nicht länger als bis zur nächsten Kochperiode ausgedehnt werden. Für die Begrenzung der Lagerdauer durch den Qualitätsabfall gelten die im Abschnitt G genannten Zeiten.

Vor der Verwendung ist das gefrorene Obst soweit aufzutauen, daß sich zu einem Block zusammengefrorene Früchte in kleinere Teilstücke zerbröckeln lassen; sonst werden die Randschichten zerkocht, ehe der Kern auftaut. Lose gefrorenes Obst läßt sich im allgemeinen nach einem leichten Antauen verarbeiten.

### b) Obstmark

Für die Weiterverarbeitung in Konditoreien und Eiskrembetrieben ist gefrorenes Obstmark ausgezeichnet geeignet und wird dazu in zunehmender Menge hergestellt. Auch als FruchtdeSSERT für den Haushalt könnte es Bedeutung gewinnen.

Normalerweise gibt Obstmark ein besseres Gefrierprodukt als die Frucht, aus der es hergestellt worden ist, einmal, weil es besser mit Zucker durchmischt werden kann, und zum anderen, weil die Angriffsfläche für den Luftsauerstoff und damit die oxydativen Veränderungen bei der Lagerung geringer sind.

Rohware guter Qualität im vollreifen Zustand wird auf die übliche Weise verarbeitet, verlesen, gewaschen, entsteint, zerteilt. Hellfarbige und nicht passierfähige Früchte werden gedämpft und schnell wieder abgekühlt. Es ist vorteilhaft, wenn nicht nur die Temperatur der gedämpften, sondern auch diejenige der nicht erhitzten Früchte und Fruchtteile vor dem Passieren auf  $+2^{\circ}\text{C}$  gesenkt wird. Zum Passieren sollen möglichst Einrichtungen verwendet werden, in denen eine Durchmischung mit Luft vermieden wird (siehe Seite 231). Trotzdem ist ein Entlüften des Obstmarks unmittelbar nach dem Passieren und vor dem Abpacken erforderlich.

Ein Zusatz von 5 bis 30% Trockenzucker je nach Fruchtart und Verwendungszweck ist gebräuchlich; Obstmark wird jedoch auch ohne Zuckerzugabe gefroren. Für die Herstellung bestimmter Eiskremarten wird in den USA dem Mark Pektin zugesetzt.

Obstmark wird für die Weiterverarbeitung am zweckmäßigsten in Kanistern von 5 bis 20 Liter Inhalt, für den Kleinverbraucher in Karton- oder Beutelpackungen aber auch in Dosen eingefroren. Ein Evakuieren der Packungen oder das Abdecken der Oberfläche mit einer oxydationsverhindernden Schicht ist vorteilhaft. Auf die Ausdehnung des Inhalts muß beim Füllen von Behältern Rücksicht genommen werden. Gelagert wird Obstmark bei  $-18^{\circ}\text{C}$ , die mögliche Lagerdauer entspricht derjenigen der Früchte (siehe Abschnitt G).

## J. Gefrieren von Obstsäften und Obstsaftkonzentraten

### a) Obstsaft

Die Qualität von Obstsaft kann bei sachgemäßer Verarbeitung durch die Gefrierkonservierung besser erhalten werden als diejenige der Früchte, aus denen er gewonnen wird. Trotz der sehr guten Gefriereignung haben sich gefrorene Obstsaftkonzentrate aus zwei Gründen nicht durchsetzen können:

1. weil es möglich ist, pasteurisierte Säfte hoher Qualität herzustellen, die billiger gelagert und vertrieben werden können und.
2. weil Obstsaft einerseits unmittelbar nach dem Auftauen noch kühl getrunken werden sollen, andererseits aber lange Zeit zum Auftauen brauchen und damit nie für den schnellen Bedarf zur Verfügung stehen.

Auch für gefrorene Zitrus-säfte, deren Qualität den pasteurisierten Produkten überlegen ist, gilt das letztere. Eine gewisse Bedeutung hat die Gefrierlagerung von Säften für die spätere Weiterverarbeitung gewonnen.

Der in schneller Verarbeitung auf die normale Weise gewonnene Saft (siehe Abschnitt XV.) wird nach der Entlüftung in den USA meist an der Innenwandung einer von außen durch verdampfendes Kältemittel gekühlten Trommel mit etwa 150 mm Durchmesser zu einem Eisbrei (slush) gefroren, wobei durch umlaufende Schaber die Kühlflächen sauber gehalten werden. Anschließend wird die gewonnene breiartige Masse, in Behälter abgefüllt, nachgefroren. Von der Firma Escher Wyss, Zürich, wurde eine Gefriervorrichtung hergestellt, mit der Saft nach einem bereits für die Herstellung von Wassereis angewendeten Verfahren auf einer rotierenden Trommel mit Schabeeinrichtung gleich zu einem Eisschnee mit der erforderlichen Lagertemperatur gefroren werden kann. Der gefrorene Saft wird hier in großen Behältern oder Silos bis zur Weiterverarbeitung gelagert. Fruchtsäfte können 12 bis 15 Monate bei  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagert werden.

### b) Obstsaftkonzentrate

Im Gegensatz zu Obstsäften fanden Obstsaftkonzentrate schnell Eingang in alle Verbraucherkreise, da das Konzentrat in gefrorenem Zustand der zum Verdünnen erforderlichen Wassermenge zugesetzt werden kann, in dieser, durch seine niedrige Schmelztemperatur noch begünstigt, sehr schnell auftaut und das Wasser gleichzeitig auf die Trinktemperatur kühlt. In den USA hat insbesondere gefrorenes Orangenzuckerkonzentrat den Markt erobert; nach Tressler wurden dort in der Saison 1953/54 rund 1,1 Mrd. Liter Orangensaft konzentriert und gefroren.

Um ein Konzentrat zu gewinnen, das, auf den Ausgangswassergehalt gebracht, dem frischen Saft in der Qualität nur wenig nachsteht, werden auf die übliche Weise gewonnene und entlüftete Säfte (siehe Abschnitt XIII.) bei einer Temperatur von 15 bis  $30^{\circ}\text{C}$  im Vakuum oder bei Gefriertemperaturen konzentriert. Sowohl für das Konzentrieren der gefrorenen Säfte als auch für den Wasserentzug im Vakuum sind eine Reihe von Verfahren entwickelt worden. Während jedoch die Gefrierkonzentration wenig angewendet wird, hat das Ausdampfen des Wassers im Vakuum die größte wirtschaftliche Bedeutung gewonnen. Mehrstufige Vakuumverdampfer mit Brüdenverdichtung (siehe auch Abschnitt XIII.) ohne und mit künstlichem Saftumlauf und Dünnschichtverdampfer werden normalerweise angewendet.

Um die Qualität des Endproduktes zu erhöhen, konzentriert man die Säfte stärker als sie in den Handel gebracht werden sollen. Orangensäfte zum Beispiel auf 55 bis  $60^{\circ}\text{Brix}$ , und setzt dem auf 2 bis  $4^{\circ}\text{C}$  vorgekühlten Konzentrat gekühlten Frischsaft zu und stellt so auch die genaue Endkonzentration ein. Gefrorene Orangensäfte kommen in den USA in der Regel mit  $42^{\circ}\text{Brix}$  in den Kleinhandel. Bei Apfelsäften hat es sich als vorteilhaft erwiesen, vor dem Konzentrieren die leichtflüchtigen Aromastoffe zu entziehen und später dem Konzentrat wieder zuzusetzen. Auch mit Trübstoffen angereicherte Säfte werden, von manchen Herstellern entsprechend gesiebt und gekühlt, dem Konzentrat zugegeben und gleichmäßig in diesem verteilt.

Das fertige Konzentrat wird entweder mit einer Temperatur von 2 bis 4° C zu den Füllmaschinen geleitet, oder es wird erst zu einem Eisbrei mit einer Temperatur von etwa -6° C (siehe Obstsaft) gefroren und dann in Packungen abgefüllt (in den USA meist in 6-oz-Dosen). Die Temperatur der verschlossenen Packungen wird im Luftgefrierapparat oder bei Dosen auch in einem Tauchgefrierapparat auf die des Gefrierlagerraumes gesenkt. Das gefrorene Konzentrat wird kartoniert und ins Lager gebracht. Obstsaftkonzentrate können bei -18° C ein Jahr und länger gelagert werden.

### Literaturhinweise

- Beiträge zur Kälte- und Lebensmitteltechnik, VDI-Verlag GmbH, Berlin 1940.
- Cruess, W. V., Commercial fruit and Vegetable Products. Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 3. Aufl. 1948.
- Diehl, H. C., Wiegand, E. H., und Berry, J. A., Preservation of Fruits and Vegetables by Freezing in the Pacific Northwest. U. S. State Department of Agriculture, April 1939.
- Gefriertaschenbuch, VDI-Verlag GmbH, Berlin, 2. Aufl. 1944.
- Gortner, W. A., Erdman, F. S. und Masterman, N. K., Principles of Food Freezing. John Wileys and Sons, Inc., New York, 2. Aufl. 1950.
- Handbuch der Kältetechnik. Springer-Verlag, Berlin, Bd. 1, 1954, Bd. IX, 1952.
- Heiss, R., Fortschritte in der Technologie des Konservierens von Gemüse und Obst. Verlag Dr. Serger & Hempel, Braunschweig, 1955.
- Paech, K., Gefrierkonservierung von Gemüse, Obst und Fruchtsäften. Verlag Paul Parey, Berlin, 2. Aufl. 1945.
- Pohlmann, W., Taschenbuch für Kältetechniker. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 13. Aufl. 1956.
- Serger, H., und Kirchhoff, H., Gemüse- und Pilzkonservierung. Verlag Dr. Serger & Hempel, Braunschweig, 4. Aufl. 1956.
- Tuchschnid, M. W., Die Kältebehandlung schnellverderblicher Lebensmittel. Brücke-Verlag Kurt Schmiersow, Hannover, 2. Aufl. 1951.
- Tressler, D. K., und Evers, C. F., The Freezing Preservation of Foods. The Avi Publishing Comp., Inc., Westport, Conn., 3. Aufl. 1957.

## VIII. Trocknen von Gemüse (Pilzen) und Obst

### A. Allgemeines

Auf Seite 30 wurde gezeigt, daß die Mikroorganismen, die eine Verderbnis der Lebensmittel hervorrufen können, für ihre Lebenstätigkeit eine bestimmte Mindestmenge Wasser benötigen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, Lebensmittel durch Wasserentzug (Trocknen, Dehydrieren) haltbar zu machen.

Die in der Obst- und Gemüseverwertungsindustrie angewandten Trocknungsverfahren haben zum Ziel, den natürlichen Wassergehalt der Rohware, der bei 80 bis 95% liegt, unter die für das Bakterienwachstum kritische Grenze bei 12 bis 15% zu bringen. Dabei sollen die qualitativen Eigenschaften, vor allem der Geschmack, das Aussehen und die ernährungsphysiologisch wichtigen Bestandteile, während der Trocknung möglichst wenig verändert werden. Das Trockengut soll so beschaffen sein, daß es sich durch Wiederaufquellen in Wasser in einen Zustand zurückführen läßt, der der Rohware möglichst weitgehend ähnelt. Das setzt voraus: eine Trocknung unter weitgehender Schonung des Gutes und eine derartige Vorbereitung der Rohware, daß Veränderungen nichtbakterieller Natur, also insbesondere die durch enzymatische Vorgänge ausgelöst, am Trockengut nicht mehr eintreten können.

Man kann grundsätzlich drei Arten der Trocknung unterscheiden:

- a) Bei der Verdunstungstrocknung wird durch Zufuhr eines erwärmten oder getrockneten Stromes von Luft (oder eines anderen Trägergases) erreicht, daß das Trockengut einen höheren Dampfdruck aufweist als das vorbeiströmende Trägergas und die Feuchtigkeit in Form von Dampf an dieses abgibt. Bei dieser Art der Trocknung bleibt (zumindest im ersten Abschnitt der Trocknung) die Temperatur des Gutes unterhalb des Siedepunktes von Wasser, weil die zugeführte Wärme als Verdampfungswärme, nicht jedoch zur Temperaturerhöhung verwendet wird.
- b) Wird das Gut selbst bis zum Siedepunkt des Wassers erwärmt, so handelt es sich um eine Verdampfungstrocknung. Man erreicht das, indem entweder die Wärme entsprechend zugeführt (zum Beispiel durch Wärmestrahlung oder mit überhitztem Dampf) oder indem der Siedepunkt des Wassers durch Anlegen eines Vakuums so weit abgesenkt wird, daß er in der Nähe der Temperatur des Trockengutes liegt.
- c) Bei der Sublimationstrocknung (Gefriertrocknung) wird das Gut zunächst eingefroren. Durch Anlegen eines Vakuums wird anschließend bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt das im Gut enthaltene Eis direkt in Dampf überführt (Sublimation). Der Wasserdampf wird durch Ausfrieren an Eiskondensatoren entfernt.

Wegen der Empfindlichkeit von Gemüse und Obst kommen zum Trocknen nur die Verfahren zur Anwendung, bei denen die Gutstemperatur während des Trock-

Etwa ein Drittel der insgesamt erforderlichen Wärmemenge wird benötigt, um die Heiz- und Kochgeräte aufzuwärmen, ein Drittel zum Aufwärmen des Wasserbades und nur ein Drittel zum Aufheizen der Dosen oder des Blanchiergutes. Wenn man den Betrieb durchgehend einrichten kann, werden also mehr als ein Drittel des Wärmeverbrauches gespart. Die Aufwendungen für Energie (Kohle, Gas, Wasser, Strom) machen in der Konservenindustrie etwa ein Drittel bis ein Viertel der Aufwendungen für Löhne und Gehälter aus.

### Literaturhinweise

#### a) Überblick über Energiewirtschaft

Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch; Berlin, 2. Aufl., Bd. II A, 1955.  
Zeitschrift „Brennstoff, Wärme, Kraft“; VDI-Verlag, Düsseldorf.  
Zeitschrift „Energie“; Franzis-Verlag, München.

#### b) Dampfkessel, Feuerungen, Brennstoffe

Gunz, Kurzes Handbuch der Brennstoff- und Feuerungstechnik; Berlin, 2. Aufl., 1953.

Lenz, Olfeuerung für Dampfkessel; Berlin, 1955.

Konejung, Sicherheitstechnische Vorschriften für Landdampfkessel; München, 1951.

#### c) Kesselbetrieb

VGB (Vereinigung der Großkesselbesitzer), Kesselbetrieb; Berlin, 3. Aufl., 1950.

#### d) Wasseraufbereitung

Schmidt, Eignung von Speisewasseraufbereitungsanlagen im Dampfkesselbetrieb; Düsseldorf, 3. Aufl., 1952.

SD 403

## XXI. Kälteanlagen

Zum Gefrieren der Lebensmittel und zur Aufrechterhaltung der tiefen Temperaturen im Gefrierlagerraum ist Kälte erforderlich, die in Gefrierbetrieben fast ausschließlich mit Kompressionskältemaschinen erzeugt wird.

### A. Wirkungsweise einer Kompressionskältemaschine

Die Wirkungsweise einer Kompressionskältemaschine ist in Abbildung 137 schematisch dargestellt. Sie beruht darauf, daß ein geeignetes Kältemittel bei niedriger Temperatur verdampft und die zur Verdampfung erforderliche Wärme der Umgebung entzieht, diese also kühlt. Die aufgenommene Wärme wird dann auf einer höheren Druckstufe an Kühlwasser oder Kühlluft abgegeben, wobei das

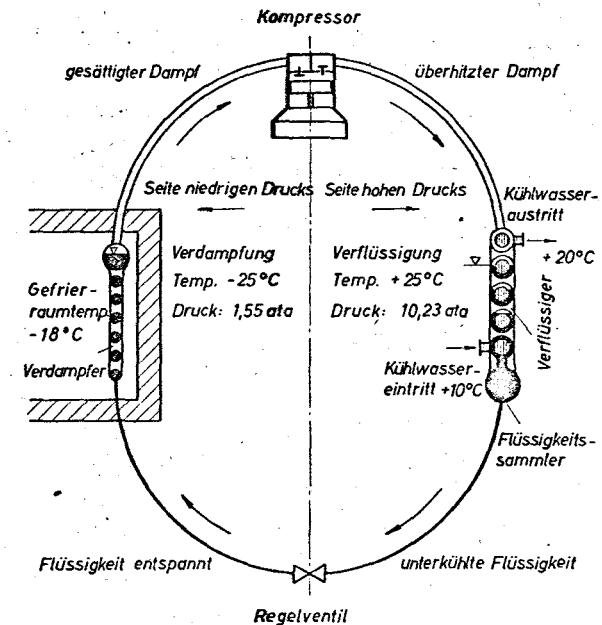


Abb. 137: Schematische Darstellung des Kältemittelkreislaufes bei einer Kompressionskältemaschine. Die eingetragenen Temperatur-Druck-Verhältnisse gelten für Ammoniak.

Kältemittel wieder in den flüssigen Zustand übergeht und erneut verdampft werden kann. Um diesen Kreislauf zu ermöglichen, ist außer dem Kühlkörper (Verdampfer) und dem Verflüssiger ein Verdichter (Kompressor) erforderlich, um die im Kühlkörper entstehenden Kältemitteldämpfe laufend abzupumpen und auf den



zur Verflüssigung erforderlichen Druck zu verdichten und ein Expansionsventil, um das flüssige Kältemittel vom hohen Verflüssigungsdruck auf den niedrigen Verdampfungsdruck zu entspannen und den Flüssigkeitsstand im Verdampfer konstant zu halten.

## B. Kältemittel

Für die Kälteerzeugung muß man Stoffe verwenden, deren Arbeitsprozeß sich unter technisch leicht aufrecht zu erhaltenden Drucken abspielt, die einen tiefen Siedepunkt bei hoher Verdampfungswärme haben und deren spezifisches Volumen bei normalen Verdampfungstemperaturen gering ist. Daneben sind noch Eigenschaften wie Schädlichkeit, korrodierende Wirkung, Mischbarkeit, Kosten und andere zu berücksichtigen.

Die von der Gefrierindustrie verwendeten großen Kälteanlagen arbeiten nahezu ausschließlich mit Ammoniak  $\text{NH}_3$  und die kleinen und mittleren im wesentlichen mit Dichlordifluormethan  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  [ $\text{F}_{12}^1$ ), Freon 12<sup>1)</sup>), Frigen 12<sup>2)</sup>), aber auch mit Methylchlorid  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , das ähnliche kältetechnische Eigenschaften wie Frigen 12 hat, als Kältemittel.

### a) Ammoniak $\text{NH}_3$

Ammoniak  $\text{NH}_3$  ist das älteste und auch heute noch eins der wichtigsten und am weitesten verbreiteten Kältemittel, da es billig, ausgiebig und sehr beständig ist. Infolge seines niedrigen Siedepunktes ( $-33^\circ\text{C}$  bei Atmosphärendruck) eignet es sich besonders für das Arbeiten bei Gefriertemperaturen von  $-10$  bis  $-40^\circ\text{C}$ . Es kann bis zu einer Verdampfungstemperatur von  $-65^\circ\text{C}$  verwendet werden. Die je nach Kühlwassertemperatur normalerweise auftretenden Verflüssigerdrücke zwischen 9 und 12 ata bereiten keine technischen Schwierigkeiten. Die kritische Temperatur beträgt  $132^\circ\text{C}$ . Ammoniak hat von allen Kältemitteln die größte Verdampfungswärme (327 kcal/kg bei  $-33^\circ\text{C}$ ), so daß bei großen Leistungen die Rohrleitungen und Wärmeaustauscher verhältnismäßig klein bleiben. Bei kleinen Anlagen kann die geringe umlaufende Kältemittelmenge Schwierigkeiten bereiten.

Ammoniak ist ein ätzender Stoff, der auf der Haut, namentlich auf den Schleimhäuten und der Hornhaut des Auges Entzündungen mit Blasenbildung hervorruft. Eingeatmet, können schon kleine Konzentrationen von 0,1 bis 0,2 % in der Raumluft schädigend auf den Menschen wirken (Erstickungs- und Schwindelgefühl, Erbrechen), und eine Konzentration von über 1 % wirkt tödlich. Über Unfallschutz siehe Seite 590. Geringfügige, die Atmung nicht behindernde Konzentrationen haben keine nachhaltigen Folgen auf den Organismus. Eine längere Einwirkung von Ammoniak macht Lebensmittel ungenießbar.

Ammoniak hat einen stechenden Geruch, der die geringste Undichtigkeit anzeigt. Eine gute Dichtigkeitskontrolle der Anlage ist dadurch möglich, so daß eine Abdichtung erfolgen kann, ehe größere Kältemittelverluste auftreten. Eine Lokalisierung der undichten Stelle kann mit Hilfe eines in Salzsäure getauchten Glasstabes oder durch Bestreichen mit verdünnter Salzsäure (Seifenwasser unwirksam) vorgenommen werden; an der Leckstelle bildet sich ein weißer Nebel. Auch Indikatorpapier ist zum Suchen von Undichtigkeiten geeignet. Beim heutigen Stand der Kältetechnik ist der Bau gasdichter Ammoniakanlagen ohne weiteres möglich.

<sup>1)</sup> Schutzmarke der Du Pont de Nemours & Comp., Wilmington, Ill./USA.

<sup>2)</sup> Schutzmarke der Farbwerke Hoechst AG, Frankfurt (Main). Frigen 12 wird auch als einziges der als Kältemittel verwendeten Frigene ohne Zahlenangabe genannt.

Ammoniak-Luft-Gemische mit 17 bis 27 %  $\text{NH}_3$ -Gehalt sind explosiv. Obwohl solche Konzentrationen praktisch nie vorkommen, ist bei Öffnen von Verdichtern daran zu denken.

Ammoniak greift bei geringem Wassergehalt alle Metalle außer Eisen und Stahl an. Als Dichtungsmaterial wird Klingerit, aber auch Gummi verwendet.

Zum Schmieren von Ammoniak-Kompressoren werden Spezialöle verwendet (siehe Tabelle 102).  $\text{NH}_3$  ist mit Öl kaum mischbar. Ölabscheider zum Abfangen mitgerissenen Öls sind erforderlich. Da  $\text{NH}_3$  leichter als Öl und schwerer als Luft ist, kann das Öl an dem Boden des Ölsammlers und Luft an der höchsten Stelle der Anlage abgelassen werden.

### b) Frigen 12

Frigene gewinnen eine wachsende Bedeutung als Kältemittel, nicht nur für kleinere und mittlere, sondern auch für größere Leistungen. Für Klima- und Schiffskühlanlagen werden sie, ihrer Unschädlichkeit wegen, nahezu ausschließlich verwendet.

Der Siedepunkt von F 12 bei Atmosphärendruck beträgt  $-30^\circ\text{C}$ , so daß für die meisten Verwendungszwecke in der Tiefkühlkette bei F 12 wie bei Ammoniak auch auf der Verdampferseite ein leichter Überdruck bestehen bleibt. F 12 kann bis zu einer Verdampfungstemperatur von  $-70^\circ\text{C}$  angewendet werden. Die Verdichtungs- endtemperatur ist wesentlich niedriger als bei Ammoniak. Die Verdampfungswärme ist gering, so daß im Vergleich zu  $\text{NH}_3$  eine größere Kältemenge bei gleicher Leistung umlaufen muß. Leitungs- und Verdichterquerschnitte müssen etwa einhalbmal so groß sein.

Tabelle 102

Kältemaschinenöle der Deutschen Shell AG. für Ammoniak und Frigen

Kältemittel	Anwendung im Temperaturbereich bis			
	$-25^\circ\text{C}$	$-30^\circ\text{C}$	$-40^\circ\text{C}$	$< -40^\circ\text{C}$
Ammoniak	BG 8 BG 33	JY 3	A 11	V 7556
Frigen 12	BG 33	JY 3 BG 27	BG 29 sup. BG 27	BG 27

Frigen ist sehr flüchtig und dringt durch die feinsten Poren. Um mit erheblichen Kosten verbundene Kältemittelverluste zu verhüten, ist die Verwendung gasdichten Gusses und sorgfältig abgedichteter Stopfbuchsen und Anschlüsse erforderlich. Als Dichtungsmaterial können Asbest-, Graphit-, Klingerit-, Buna- und Metalldichtungen verwendet werden. Wachs und Naturgummi enthaltende Dichtungen sind ungeeignet. Frigen greift die im Maschinenbau üblicherweise verwendeten Metalle nicht an. Undichtigkeiten können mit der „Halogenlampe“ ermittelt werden; beim Eindringen von Frigen in den aus Kupfer hergestellten Sonderbrenner verfärbt sich die Spiritusflamme ins Grüne.

Frigen ist unschädlich. Schädigend wirkt es erst in einer Konzentration, die ausreicht, um den für die Atmung erforderlichen Luftsauerstoff zu verdrängen. Luft mit 20 % Frigengehalt zum Beispiel kann stundenlang unbedenklich eingeatmet werden. Lebensmittel, die mit Frigen in Berührung gekommen sind, erleiden keinen Schaden. Frigendämpfe sind im Gegensatz zu Ammoniak schwerer als Luft; Lüftungen müssen daher unten angebracht sein; Frigen ist nicht brennbar.

Die Löslichkeit von Wasser in Frigen ist sehr gering, so daß Wasser an den Drosselstellen ausgeschieden wird und Störungen verursacht. Da die Anwesenheit von geringen Wassermengen im Kältekreislauf noch weitere Nachteile hat, ist bei Montagen sorgfältig darauf zu achten, daß keine Feuchtigkeit in das System gelangt. Der Einbau von Trockenpatronen mit Silicagelfüllung zwischen Verflüssiger und Regelventil ist vorteilhaft. Nach Aufnahme von 10 % des Silicagelgewichts an Wasser ist das Trockenmittel durch Erwärmen auf 110 bis 120° C zu regenerieren.

Als Schmiermittel dürfen für F12 nur speziell dafür hergestellte Mineralöle verwendet werden (siehe Tabelle 102). Glycerin, Glykol und andere sind ungeeignet. Kältemittel und Öl sind vollkommen miteinander mischbar, so daß Öl, das in den Kreislauf des Kältemittels gelangt, diesen mitmacht. Infolge der innigen Mischung setzt sich kein Ölfilm an den Kühlflächen ab; die Zähigkeit des Schmiermittels wird aber geringer.

### c) Richtlinien für den Umgang mit Kältemitteln

Nach den Richtlinien für Kälteanlagen vom Dezember 1933 gilt folgendes:

Die Art des Kältemittels ist an jeder Kältemaschine, mit Ausnahme solcher Kleinkältemaschinen, die betriebsmäßig nicht geöffnet werden können, dauerhaft anzugeben. Der Vorrat an Kältemitteln ist außerhalb des Maschinenraumes in einem geeigneten Raum zu lagern. Gefüllte oder leere Transportflaschen sind liegend oder gegen Umfallen gesichert aufzubewahren, gefüllte außerdem gegen Wärme- einwirkung und starken Frost zu schützen. Hartes Aufsetzen und Werfen der Transportflaschen ist unzulässig.

## C. Leistung einer Kälteanlage unter verschiedenen Betriebsbedingungen

Die Temperaturen  $t_0$  (Verdampfung),  $t$  (Verflüssigung) und  $t_u$  (Unterkühlung) kennzeichnen das „innere Verhalten“ einer Kältemaschine. Die theoretische Kälteleistung der Anlage ist erst bestimmt, wenn diese Werte angegeben werden. Um die Größe eines Verdichters unabhängig vom jeweiligen Verwendungszweck angeben zu können, wird als Normaltemperatur in Angleichung an amerikanische Werte gewählt:

Verdampfungstemperatur	$t_0$	=	-15° C
Verflüssigungstemperatur	$t$	=	+30° C
Unterkühlungstemperatur	$t_u$	=	+25° C

Die gesamte Kälteanlage einschließlich Wärmeaustauscher und nicht die des Verdichters allein wird durch ihr „äußeres Verhalten“ gekennzeichnet, das sich auf die Zustandsänderungen der umgebenden Medien bezieht, zum Beispiel auf die Wärmeabgabe der Luft an dem Verdampfer und die Wärmeaufnahme des Kühl-

wassers im Verflüssiger. Als Normalwerte für diese gelten nach den VDI-Kältemaschinen-Regeln

Austrittstemperatur der Luft aus dem Luftkühler	$t_{la}$	=	-5° C
Kühlwassereintrittstemperatur	$t_{we}$	=	+15° C
Kühlwasseraustrittstemperatur	$t_{wa}$	=	+25° C

Die Garantien der Lieferfirma sollen sich nicht auf Normaltemperaturen, sondern auf die erforderlichen Betriebstemperaturen beziehen. Dabei kann die Bruttokälteleistung der Anlage, das heißt die Kälteleistung des Verdampfers bei den das „innere Verhalten“ kennzeichnenden Temperaturen oder die Nettokälteleistung, das heißt die Temperatur der Kaltluft und die Gefrierleistung zum Beispiel garantiert werden.

Zur Umrechnung der Bruttokälteleistung eines Verdichters und seines Kraftbedarfs von den Normaltemperaturen  $t_0 = -15° C$ ,  $t = +30° C$  und  $t_u = +25° C$  auf andere Betriebsbedingungen oder umgekehrt können die Werte in Tabelle 103 verwendet werden.

Tabelle 103

Umrechnungswerte zur Ermittlung der Kälteleistung  $Q_0$  und des Kraftbedarfs  $N_e$  von Ammoniakverdichtern.

Wert 1 bei den Normaltemperaturen  $t_0 = -15° C$ ,  $t = +30° C$  und  $t_u = +25° C$ .

Verdampfungstemperatur $t_0$ °C	Verflüssigungs- und Unterkühlungstemperatur $t/t_u$ °C							
	+20 / +15		+25 / +15		+30 / +25		+35 / +30	
	Werte für		Werte für		Werte für		Werte für	
	$Q_0$	$N_e$	$Q_0$	$N_e$	$Q_0$	$N_e$	$Q_0$	$N_e$
-10	1,47	0,90	1,14	0,93	1,30	1,05	1,19	1,17
-15	1,14	0,88	1,09	0,90	1,00	1,00	0,92	1,11
-20	0,87	0,82	0,83	0,85	0,76	0,94	0,69	1,03
-25	0,65	0,76	0,63	0,79	0,55	0,87	0,49	0,95
-30	0,48	0,70	0,46	0,73	0,39	0,79	0,35	0,86
-35	0,34	0,65	0,32	0,66	0,27	0,71	0,22	0,76
-40	0,24	0,60	0,21	0,61	0,16	0,65	0,12	0,68

## D. Verwendung ein- oder zweistufiger Kältemaschinen

Mit fallender Verdampfungstemperatur  $t_0$  vergrößert sich das Druckverhältnis zwischen dem Verflüssigungsdruck  $p$  und dem Verdampferdruck  $p_0$ .

Das Arbeiten mit einer sehr tiefen Verdampfungstemperatur, das heißt einem hohen Druckverhältnis bei einstufiger Verdichtung, hat sowohl konstruktive als auch thermodynamische Nachteile. Man wählt daher bei Ammoniak und Frigen eine zweistufige Verdichtung mit Zwischenkühlung, wenn ein Druckverhältnis von sieben bis neun überschritten wird. Demnach kann bis zu einer Verdampfungstemperatur von -30 bis -35° C, also bei der Kühlung von Gefrierlager-räumen wirtschaftlich noch mit einstufigen Verdichtern gearbeitet werden, während für den Betrieb von Gefrieranlagen, die in der Regel mit Verdampfungstemperaturen von unter -40° C arbeiten, eine zweistufige Verdichtung erforderlich ist.

Die zweistufige Verdichtung kann entweder in einem Mehrzylinderkompressor oder in zwei getrennten Kompressoren erreicht werden. Abbildung 138 zeigt eine für Gefrierapparate übliche Schaltung einer zweistufigen Kälteanlage. Das im Verdampfer 5 (Luftkühler oder Kontaktplatten) unter Wärmeaufnahme verdampfte Kältemittel wird vom Niederdruckzylinder 6 angesaugt und auf einen Mitteldruck  $p_m = \sqrt{p \cdot p_0}$  komprimiert. Die überhitzten Gase werden in die Mitteldruckflasche (Abscheider) 3 geleitet, die als Verdampfer der Hochdruckstufe arbeitet. Die Kältemitteldämpfe werden beim Durchgang durch das in der Mitteldruckflasche anwesende flüssige Kältemittel verflüssigt. Die Mitteldruckflasche ist demnach der Verflüssiger der Niederdruckstufe. Das je nach dem Druck bei einer Temperatur

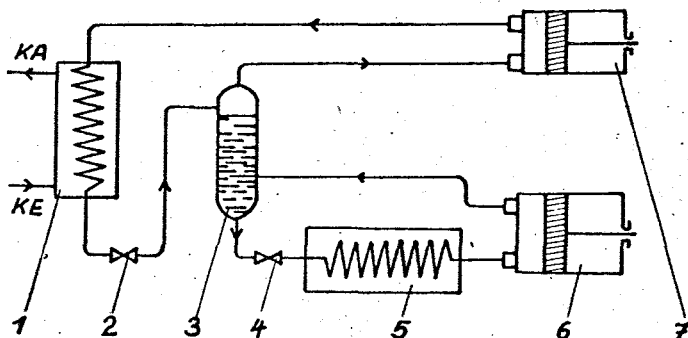


Abb. 138: Schema der Arbeitsweise einer zweistufigen Kälteanlage mit einem Verdampfer und Zwischenkühlung durch Kältemittel.

1 = Verflüssiger, 2 = Regelventil, Hochdruckstufe, 3 = Mitteldruckflasche, 4 = Regelventil, Niederdruckstufe, 5 = Verdampfer, 6 = Niederdruckzylinder, 7 = Hochdruckzylinder.

von  $-5$  bis  $-20^\circ\text{C}$  verflüssigte Kältemittel wird dann im Regulierventil 4 wieder auf den Verdampfdruck entspannt. Der sich in der Mitteldruckflasche bildende Dampf wird vom Hochdruckzylinder 7 oben abgesaugt und auf den Verflüssigerdruck komprimiert, im Verflüssiger 1 abgekühlt, verflüssigt und unterkühlt und dann im Regulierventil 2 wieder auf Mittel- oder Zwischendruck entspannt. Neben dieser sind noch andere Schaltungen von zweistufigen Maschinen möglich, dabei kann die Verdampfung auf der Mitteldruckstufe auch zur Erzeugung von Kälte bei dieser Temperatur verwendet werden.

## E. Bauarten von Kompressionskälteanlagen

Die Kompressionskälteanlagen bestehen, wie Abbildung 137 zeigt, im wesentlichen aus vier Teilen:

1. dem Verdichter mit Antriebsmotor,
2. dem Verflüssiger,
3. dem Verdampfer (Kühlkörper) und
4. der Regulierstation mit den erforderlichen Sicherheits-, Regel- und Kontrollgeräten.

Dazu kommen die erforderlichen Verbindungsleitungen mit Ventilen und gegebenenfalls Zusatzeinrichtungen wie Olabscheider, Trockenpatronen und andere.

## a) Verdichter

Für die Kälteerzeugung im Gefrierbetrieb werden meistens Kolbenverdichter in stehender Bauart, für die auf der Niederdruckstufe zu fördernden großen Dampfmen gen gelegentlich aber auch Rotationsverdichter verwendet. Kolbenverdichter mit großen und mittleren Leistungen arbeiten in der Regel einfachwirkend nach dem Gleichstromprinzip. Dabei ist das Saugventil im Kolben und das Druckventil im Zylinderdeckel untergebracht. Je nach der gewünschten Leistung sind zwei oder mehr Zylinder nebeneinander stehend oder auch in V-Form angebracht. Infolge eines kurzen Hubs bleibt auch bei hoher Drehzahl die Kolbengeschwindigkeit in zulässigen Grenzen, so daß die Verdichter oft direkt mit dem Antriebsmotor gekuppelt werden können. Ein vollautomatischer Betrieb ist bei Mehrzylindermaschinen möglich, da das Anlaufmoment bei gutem Massenausgleich nicht zu hoch wird. Bei großen handbedienten Maschinen wird aber meist durch einen Druckausgleich (Öffnen eines Verbindungsventils — Anlaufventil — zwischen Hoch- und Niederdruckseite) das Anlaufdrehmoment der Maschine verringert. Der Motor für Kälteanlagen wird in der Regel 20 bis 30 % größer als der Kraftbedarf an der Welle gewählt. Der Platzbedarf der Maschinen ist gering (siehe Abbildung 139).

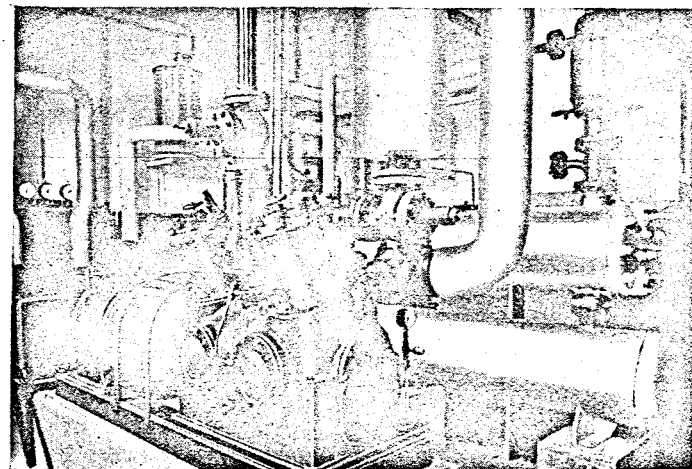


Abb. 139: Blick in den Maschinenraum eines Gefrierbetriebes mit einem zweistufigen Kolbenverdichter V4H der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG, Wiesbaden.

Bei Verdichtern kleinerer bis mittlerer Leistung wird das Gleichstromprinzip neuerdings wieder verlassen; die Ventile werden hier nebeneinander in einer Ventilplatte eingebaut, um besser eine Mitnahme von Öl aus dem Kurbelgehäuse zu verhindern, einen leichteren Ausbau der Ventile zu ermöglichen und den Ausnutzungsgrad zu verbessern, der durch Niederschlagen von Kältemittel auf dem kalten Kolbenboden und Rückexpansion zurückgehen kann.

Kälteanlagen bis zu etwa 50 000 kcal/h werden oft als komplette Maschinen-sätze geliefert, bei denen der Kompressor mit Antriebsmotor, der Verflüssiger und die Regelorgane auf einer gemeinsamen Grundplatte montiert sind.

### b) Verflüssiger

Der Verflüssiger dient dazu, dem Kältemittel die im Verdampfer und durch die Verdichterarbeit aufgenommene Wärme wieder zu entziehen. Man verwendet für große und mittlere Kälteleistungen wassergekühlte Verflüssiger, und zwar, wenn genügend Wasser zur Verfügung steht, Doppelrohr-, Bündelrohr- oder Röhrenkesselverflüssiger und Berieselungs- oder Verdunstungsverflüssiger, wenn an Wasser gespart werden muß. Bei kleineren Kälteleistungen wird der Verflüssiger als Lamellenrohrkörper ausgebildet und die Kondensationswärme von durchgeblasener Raumluft aufgenommen.

Doppelrohrverflüssiger haben eine gute Wärmeübergangszahl, leichte Reinigungsmöglichkeit und geringe Raumbeanspruchung. Wegen der kleineren Anzahl von Rohrkrümmern, zur Verbindung der Wasserrohre untereinander, bevorzugt man heute Bündelrohrverflüssiger, bei denen das Wasser nicht in einem, sondern in einem Bündel von Rohren dem im umgebenden Mantelrohr entgegenströmenden Kältemittel die Wärme entzieht. Unter dem Verflüssiger ist meist eine Sammelflasche eingebaut, die das gesamte in der Anlage umlaufende Kältemittel beim Abtauen oder bei Reparaturen zu fassen vermag. Beim Röhrenkesselverflüssiger sind alle wasserführenden Rohre in einem liegenden Kessel zusammengefaßt. Stege in den Deckeln des Kessels sorgen für die erforderliche Wasserführung. Wegen der gedrängten Bauart wird dieser Verflüssiger vielfach für Kältesätze verwendet. Bei Berieselungsverflüssigern, die luftig zu stellen sind, zirkuliert ständig das gleiche Wasser und berieselt die vom Kältemittel durchflossenen Rohr-schlangen. Durch eine teilweise Verdunstung auf den großen Flächen kühlt es sich dabei stets wieder ab. Die Verdunstungs- und Spritzverluste müssen laufend durch Frischwasser ersetzt werden. Nachteile sind die große Raumbeanspruchung, kleine Wärmedurchgangszahl und hoher Preis dieser Verflüssiger. Es sind jedoch Sonderbauarten entwickelt worden, die weniger Raum beanspruchten und wirtschaftlicher arbeiten. Während der Wasserverbrauch des Berieselungsverflüssigers etwa auf ein Drittel des bei Doppelrohrverflüssiger benötigten zurückgeht, fällt er beim Verdunstungsverflüssiger auf etwa 1/20 ab. Der Verdunstungsverflüssiger wird meist durch Spritzdüsen feucht gehalten, während im Gegenstrom Außenluft über die Kühlflächen gesaugt wird. Das abfließende Wasser wird von einer Pumpe umgewälzt.

### c) Verdampfer (Kühlkörper)

Die Kühlkörper, in denen das Kältemittel unter Aufnahme von Wärme verdampft, werden je nach dem Verwendungszweck auf verschiedene Weise ausgeführt. Gefrierlagerräume können zum Beispiel durch an Wänden und Decke angebrachte Verdampferschlangen aus glatten Rohren (siehe Abbildung 100) oder auch durch einen außerhalb des Raumes liegenden kompakten Rippenrohr- oder Lamellenrohrkühlkörper mit Hilfe zirkulierender Kaltluft gekühlt werden. In kleineren Räumen oder Gefrierzellen werden normalerweise Lamellenkühlkörper mit Lüfter als geschlossenes Kühlelement an einer Querwand eingebaut (siehe Abbildung 101). Das gleiche gilt für maschinengekühlte Fahrzeuge (siehe Abbildung 103).

Für Luftgefrierapparate mit großen Leistungen werden oft Steilrohrverdampfer mit kurzen, senkrechten, glatten oder berippten Rohren, die oben und unten in ein Sammelrohr eingeschweißt sind, verwendet. In Plattengefrierapparaten sind die Platten die Kühlkörper, in denen das Kältemittel verdampft. Ein Flüssigkeitsabscheider liegt bei diesen Konstruktionen direkt oberhalb oder neben den Kühlrohren bzw. -platten, so daß sich kurze und nur geringen Widerstand bietende Wege für das Dampf-Flüssigkeits-Gemisch ergeben.

Die Kühlung von Flüssigkeiten, wie zum Beispiel die Vorkühlung von Zuckerlösung oder von Obstsäften, kann in Durchlaufkühlern ähnlicher Bauweise wie ein Röhrenkesselverflüssiger vorgenommen werden. Die Kältemitteldämpfe werden hier über einen Dom abgesaugt.

### d) Regel-, Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen

Das Regelventil trennt im Kältemittelkreislauf die Hochdruck- und die Niederdruckseite. Es wird so eingestellt, daß für den aus dem Verdampfer abgesaugten Kältemitteldampf die gleiche Gewichtsmenge flüssiges Kältemittel nachströmt. Das Regelventil kann dabei von Hand, vom Verdampferdruck oder von der Temperatur des abgesaugten Dampfes gesteuert werden. Der Flüssigkeitsstand in einem überfluteten Verdampfer kann aber auch mit einem Schwimmerregler auf gleicher Höhe gehalten werden. Ein solcher Niederdruckschwimmer wird meist neben dem Abscheider eingebaut; kommunizierend mit diesem öffnet oder schließt er je nach der Flüssigkeitshöhe das Durchlaßventil. Bei der Verwendung eines vor dem Ventil eingebauten Hochdruckschwimmerreglers wird die gesamte im Verflüssiger anfallende Flüssigkeitsmenge dem Verdampfer zugeleitet, so daß dieser einen entsprechend großen Inhalt haben muß. Eine Umgehungsleitung mit Handregulier-ventil ist bei Verwendung von Schwimmerreglern üblich.

Bei einer automatisch arbeitenden Kältemaschine, zum Beispiel für einen Gefrierlagerraum, wird innerhalb eines engen Temperaturbereichs die Maschine durch einen Thermostaten über ein Relais aus- und eingeschaltet.

Bei kleinen und mittleren Maschinen wird insbesondere bei Verwendung von Frigen als Kältemittel das flüssige Kältemittel durch den aus dem Verdampfer angesaugten Kaltdampf in einem Wärmeaustauscher zusätzlich gekühlt; dieses kann den Wirkungsgrad der Anlage erhöhen und den Verdichter bei einigen Bauarten gegen den Eintritt flüssigen Kältemittels schützen.

Luft und nichtverflüssigte Gase stören den normalen Betrieb, weil sie den Verflüssigungsdruck erhöhen, den Wärmeübergang verschlechtern und die Regelung erschweren. Sie sammeln sich am höchsten Punkt des Verflüssigers und können von dort abgeleitet werden. Selbsttätige, während des Betriebes arbeitende Entlüftungsapparate sind entwickelt worden.

Wasserspuren können insbesondere bei Frigenanlagen durch Ausgefrieren an Drosselstellen Störungen hervorrufen; um sie zu entfernen, werden Trockner eingebaut.

Um zu vermeiden, daß Öl aus dem Verdichter in den Verflüssiger mitgerissen wird und von dort in den Verdampfer gelangt, werden oft gesonderte Ölabscheider

eingebaut. Ein Ölfilm kann den Wärmeaustausch im Verdampfer erheblich verschlechtern und so zu einer Leistungsminderung führen. Ein Olablaß an den Wärmeaustauschern ist bei großen Anlagen erforderlich.

Das Entstehen eines zur Überbelastung des Kompressors und Verflüssigers führenden hohen Drucks muß durch Einbau eines Überdrucksicherheitsschalters, der beim Überschreiten des normalen Betriebsdruckes um 1 bis 2 at die Maschine abschaltet (höchstzulässiger Betriebsdruck nach DIN-Entwurf 8975 16 kg/cm<sup>2</sup> für NH<sub>3</sub> und 13 kg/cm<sup>2</sup> für Frigen 12. Außerdem muß jeder Zylinder des Kompressors mit einer Sicherheitsvorrichtung versehen sein, soweit sie, wie zum Beispiel bei mehrstufigen Maschinen, betriebsmäßig einzeln absperrbar sind.

Der Sicherheitsschalter ist oft mit dem Kühlwasserregler, durch den die durch den Verflüssiger fließende Kühlwassermenge abhängig vom Verflüssigerdruck gesteuert wird, zu einem Gerät vereinigt.

Bei nicht vollautomatisch arbeitenden Anlagen sind auf der Druck- und Saugseite, bei zweistufigen Anlagen auch auf der Zwischendruckstufe Manometer für den betreffenden Druckbereich angebracht, die auf einer Innenskala den Druck und auf einer Außenskala die zu diesem Druck gehörende Sättigungstemperatur des verwendeten Kältemittels angeben. Eine rote Markierung des zulässigen höchsten Überdrucks ist erforderlich. Die Manometer sind gut zu beleuchten.

Zur Kontrolle des Flüssigkeitsstands im Verdampfer größerer Anlagen dienen Hampsonmeter; sie gestatten es, an der Regulierstation die Höhe des Flüssigkeitsspiegels im Verdampfer bzw. Abscheider abzulesen. Flüssigkeitsanzeiger für direkte Anzeige müssen gegen Beschädigung gesichert sein.

Mit Hilfe eines in eine Flüssigkeitsleitung zwischen Verflüssiger und Regelventil eingebautem Leistungsprüfers kann man die zirkulierende Kältemittelmenge messen und die Füllung und Leistung der Anlage überprüfen. Für den Nachweis der garantierten Leistung ist ein Leistungsversuch nach den Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und -anlagen erforderlich, der nur durch einen erfahrenen, unparteiischen Fachmann vorgenommen werden kann.

Für das Absperrn der Maschinen und Apparate dürfen nur normgerechte Ventile verwendet werden. Sie sollen eine Rückdichtung gegen den Stopfbuchsenraum haben. An folgenden Stellen sind Absperrventile erforderlich:

Am Saug- und Druckanschluß jedes Verdichters oder am Sauganschluß jedes Verdichters und am Druckanschluß des Verflüssigers, wenn dieser mit dem Verdichter baulich vereinigt ist. Sind Absperrventile am Saug- und Druckanschluß des Verdichters für betriebsmäßige Betätigung eingerichtet, so muß die Stellung des Druckventils augenfällig erkennbar sein, oder die Ventile müssen so gegeneinander verriegelt sein, daß sie nur in richtiger Reihenfolge bedient werden können.

Am Druckanschluß des Verflüssigers, wenn dieser getrennt aufgestellt, das heißt nicht mit dem Verdichter baulich vereinigt ist.

Am Flüssigkeitsaustritt des Verflüssigers bzw. Sammlers, wenn letzterer eine Einheit mit dem Verflüssiger bildet.

Am Flüssigkeitsaustritt des Sammlers, wenn dieser vom Verflüssiger getrennt angeordnet ist.

Apparate, die mehr als 100 kg Frigen oder 50 kg Ammoniak bei üblichem Betrieb enthalten, müssen am Ein- und Ausgang abgesperrt werden können.

## F. Anforderungen an Kältemaschinenräume

Die Anforderungen sind in den sicherheitstechnischen Grundsätzen für Bau, Ausrüstung und Aufstellung von Kälteanlagen DIN 8975 zusammengestellt. Danach gilt unter anderem folgendes:

1. Kältemaschinenräume sollen mit dichtschießenden, nach außen aufgehenden Türen ausgerüstet sein und sollen keine Öffnungen besitzen, durch die Kältemittel in angrenzende Räume entweichen können.
2. Nicht ins Freie führende Türen sollen selbstschließend und bei Anlagen, die mit Ammoniak oder anderen gefährlich wirkenden Kältemitteln über 50 kg Füllgewicht arbeiten, feuerhemmend sein.
3. Jeder Maschinenraum muß durch Fenster und Türen oder durch mechanische Lüfter ausreichend entlüftet werden können. Bei Anlagen mit Kältemitteln, deren Gase leichter sind als Luft, sind die Ansaugöffnungen an der Decke, bei solchen, deren Gase schwerer sind als Luft, am Boden anzubringen. Luftgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Luftmenge: 3 bis 8 m/s. Für die Bemessung können folgende Richtwerte als untere Grenze angenommen werden:

Tabelle 104

Kältemittel- füllung kg	Natürlich freie Fläche m <sup>2</sup>	Mechanisch Luftstrom m <sup>3</sup> /h
100	1,40	1 100
1 000	4,40	5 000
10 000	14,00	23 500

4. Einrichtungen für mechanische Entlüftung müssen auch außerhalb des Maschinenraumes eingeschaltet werden können.
5. Außerbetriebsetzen der Kälteanlagen soll durch einen Notschalter außerhalb des Maschinenraums möglich sein, wenn das Füllgewicht bei Frigen größer als 1 000 kg, bei Ammoniak größer als 100 kg ist. Notschalter sind als solche zu kennzeichnen und gegen Mißbrauch zu sichern.

## G. Betrieb und Wartung von Kälteanlagen

Kältemaschinen, die einer ständigen Wartung bedürfen, müssen so aufgestellt sein, daß Maschinen und Apparate gut beobachtet und sicher bedient werden können; das gilt auch für Olablaßstellen.

Als Richtlinie für die Wartung von Kälteanlagen gilt nach einer behördlichen Bekanntmachung vom Dezember 1933:

1. Die Wartung von Kälteanlagen soll nur Personen übertragen werden, die mindestens 18 Jahre alt und mit den Anlagen genau vertraut sind. Die Aufklärung über die Eigenschaften der Kältemittel und die Maßnahmen zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen und Gefahren ist mindestens halbjährlich zu wiederholen. Die besonderen Bedienungsvorschriften und eine Anweisung über das Verhalten bei Störungen sind im Maschinenraum auszuhängen und genau zu beachten.

2. Alle Sicherheitsvorrichtungen sind stets betriebsfähig zu erhalten und regelmäßig zu prüfen. Unregelmäßigkeiten an ihnen und an den selbsttätigen Reglern hat der Wärter dem Betriebsinhaber oder seinem Stellvertreter zu melden.
3. Die Inbetriebsetzung hat nach den Anweisungen der besonderen Bedienungsvorschriften zu erfolgen. Verdichtungsmaschinen, bei denen die Betätigung der Ventile nicht zwangsläufig geregelt ist, dürfen erst in Betrieb gesetzt werden, wenn das Druckventil und das Saugventil offen sind und bei Wasserkühlung das Kühlwasser läuft.
4. Während des Betriebes hat der Wärter alle Sicherheitsvorrichtungen genau zu beobachten, um unzulässige Druck- und Temperatursteigerungen zu verhüten. Er darf die Anlagen, und zwar auch diejenigen, die keine ständige Wartung erfordern, in der ersten Viertelstunde nach der Inbetriebsetzung nicht verlassen.
5. Undichtheiten an den Behältern und den Leitungen sind durch Untersuchungen sofort festzustellen und ihre Beseitigung ist zu veranlassen.
6. Bei stärkeren Ausströmungen von Kältemitteln ist der Maschinenraum zu schließen und für seine Entlüftung zu sorgen (Ventilator anstellen, Verdichter stillsetzen).
7. Jede Anlage ist in regelmäßigen Zwischenräumen und jedesmal vor der Inbetriebsetzung nach längerem Stillstand eingehend zu untersuchen. Insbesondere sind dabei die Sicherheitsvorrichtungen, Regler und Ventile zu prüfen. Dabei ist auf Schädigungen der Werkstoffe durch die Betriebsstoffe und durch elektrolytische Wirkungen zu achten. Vor dem Auseinandernehmen sind die Anlagen völlig zu entleeren, wobei die Kältemittel gefahrlos abzuführen sind.

Beim Ingangsetzen einer Kälteanlage ist im einzelnen wie folgt vorzugehen:

1. Anstellen des Kühlwassers für Verflüssiger und Verdichter.
2. Gegebenenfalls Entölen der Anlage.
3. Überprüfung des Ölstandes im Kurbelgehäuse des Verdichters und am Zentralöler.
4. Öffnen des Druckabsperrventils oder -ventile.
5. Öffnen des Anlaufventils oder -einrichtung, wenn vorhanden.
6. Anlassen des Motors.
7. Überprüfen am Oldruckmanometer, ob die Ölpumpe richtig arbeitet.
8. Anlaufventil langsam schließen.
9. Saugabsperrventil unter Beobachtung des Niederdruckmanometers langsam öffnen (beim Auftreten von Flüssigkeitsschlägen wieder drosseln). Bei zweistufiger Maschine erst Hochdruck- und dann Niederdruck-Saugabsperrventil öffnen.
10. Regelventile einstellen, Flüssigkeitsstand beachten.

Beim Abstellen der Anlage ist im einzelnen wie folgt vorzugehen:

1. Schließen der Regelventile und Absperrventile an den Regelstellen.
2. Schließen des Saugabsperrventils bzw. erst des Niederdruck- und dann des Hochdruck-Saugabsperrventils am Verdichter.
3. Verdichter abschalten.
4. Schließen des Druckabsperrventils bzw. -ventile unmittelbar nach dem Abstellen.
5. Kühlwasser für Verflüssiger und Verdichter abstellen.

## H. Verhalten bei Störungen

Einige der häufiger an Kältemaschinen auftretenden Störungen sind nachstehend zusammengestellt und die vermutliche Ursache und mögliche Beseitigung nach Pohlmann angegeben.

Störung	Ursache	Abhilfe
Hoher Verflüssigerdruck bei normaler Füllung.	Zu wenig oder zu warmes Kühlwasser.	Mehr oder kühleres Wasser. Kühlwasserleitung reinigen.
Niedriger Verflüssigerdruck. Heißes Druckrohr, auch bei weit geöffnetem Regelventil. Schlechte Verdampferleistung.	Zu geringe Füllung.	Kältemittel nachfüllen, Verflüssigungstemperatur soll 4 bis 5° C höher als Wasserablauf-temperatur sein.
Schnelles Sinken des Verdampferdruckes. Steigen des Verflüssigerdruckes. Heißes Druckrohr.	Regelventil verstopft oder zu wenig geöffnet.	Regelventil öffnen. Bei Verstopfung Ausbauen des Regelventils nach Absperrern und Absaugen der Leitung. Vorsicht, da NH <sub>3</sub> -Flüssigkeit austreten kann!
Hoher Verdampferdruck, Druckrohr kalt. Gefahr von Flüssigkeitsschlägen im Verdichter.	Regelventil zu weit offen.	Regelventil schließen.
Lautes Schlagen der Verdichterventile.	Verdichterventil-Federbruch.	Neue Federn einsetzen.
Unregelmäßiges Arbeiten der Verdichterventile.	Verunreinigung der Verdichterventile.	Ventile nachsehen.
Saugwirkung des Verdichters vermindert.	Undichter Kolben.	Kolben nachsehen.

Störung	Ursache	Abhilfe
Sehr hoher Verflüssigerdruck, starkes Zittern der Manometer- und der Verflüssigerschlangen, Temperatur am Manometer bedeutend höher als Temperatur des ablaufenden Kühlwassers. Druckrohr bleibt kalt.	Zu große Füllung oder Luft in der Maschine.	Kältemittel ablassen, Luft ablassen.
Zu niedriger Saugdruck; Temperaturdifferenz zwischen $\text{NH}_3$ und Luft größer als 10 bis 12° C.	Verölung oder Vereisung der Verdampfer.	Kühlsystem abtauen. Verdampfer entölen.

Die Unfallverhütungsvorschrift UVV 20 der Hauptverwaltung Arbeit und Sozialfürsorge, Ausgabe 1949, enthält unter anderem folgende Bestimmung:

Arbeiten an Kälteanlagen, bei denen mit dem Austreten des Kältemittels zu rechnen ist, zum Beispiel Öffnen und Abnehmen von Maschinenteilen, Rohrleitungen, Ventilen, in denen sich Kältemittel befinden oder befunden haben, auch Arbeiten an Stopfbüchsen, Dichtungen usw. dürfen nur bei Benutzung von Atemschutzgeräten mit Augenschutz vorgenommen werden. Die arbeitende Person ist dabei von einer zweiten (Helfer) zu beobachten.

Die Geräte sind kühl, trocken und leicht erreichbar außerhalb der gefährdeten Räume aufzubewahren. Sie sind regelmäßig auf ihre Brauchbarkeit und Betriebssicherheit zu prüfen.

Alle in Kälteanlagen beschäftigten Personen sind mit den Schutzgeräten und ihrer Handhabung praktisch vertraut zu machen und zur Benutzung der Schutzmittel anzuhalten. Mit ihnen sind jährlich mindestens einmal Geräteübungen vorzunehmen.

### Literaturhinweise

Bäckström, M., Kältetechnik; Verlag G. Braun, Karlsruhe, 1953.

Pohlmann, W., Taschenbuch für Kältetechniker; Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 13. Aufl., 1956.

Kältemaschinen-Regeln; Verlag C. F. Müller, 5. Aufl., Karlsruhe, 1958.