223

Sonderdruck

aus Archiv der DLG, Band 11

(Vorträge der Wintertagung in Mainz)

Öffentliche Versammlung der Landfrauenabteilung

Montag, den 19. Januar 1953

Das Konservieren von Lebensmitteln in Dorfgemeinschaftsanlagen unter besonderer Berücksichtigung des Gefrierens

Vortragender: Dipl.-Ing. J. Gutschmidt,
Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe

1. Die Aufgabe der Gemeinschaftsanlage

Der Bau von Dorfgemeinschaftshäusern ermöglicht es, die Technik mehr als bisher in den Dienst der Landfrau zu stellen. Maschinen und Apparate zur Erleichterung und Verbesserung der Frauenarbeit, die durch ihre hohen Anschaffungs- und Betriebskosten auch in der für den Einzelhaushalt in Frage kommenden Größe nur von einigen wenigen Landfrauen angeschafft werden können, stehen in den Gemeinschaftshäusern vielen Landfrauen gegen eine Beteiligung an den Unkosten zur Verfügung. Aber nicht nur durch die gemeinsame Übernahme der Kosten ist die Verwendung von Gemeinschaftsanlagen vorteilhaft, bei den für solche Anlagen erforderlichen größeren Maschinen- bzw. Apparateeinheiten lassen sich die vorhandenen technischen Möglichkeiten vielmehr besser ausnützen als im Einzelhaushalt. Es kann also in einer Gemeinschaftsanlage häufig fortschrittlicher und wirtschaftlicher gearbeitet werden.

Ähnlich wie in der Landtechnik durch die gemeinschaftliche Verwendung von Maschinen neue, dem Stand der technischen Entwicklung entsprechende Arbeitsmethoden ausgebildet, eingeführt und verbreitet werden konnten, so eröffnen sich auch für die Konservierungstechnik in der Landwirtschaft neue Aussichten, wenn es möglich wird, neuzeitliche, hauptsächlich in der Konservenindustrie verwendete Verfahren der Landfrau durch die Gemeinschaftshäuser zugänglich zu machen. Dabei wäre zunächst an die Verwendung des seit Jahrzehnten zum Sterilisieren von Fleisch und Gemüse in der Industrie üblichen Autoklaven in den Gemeinschaftshäusern zu denken. Aber auch die in den letzten 20 Jahren stetig weiterentwickelte Gefrierkonservierung läßt sich auf diese Art am besten in die Landwirtschaft einführen. Durch die Verwendung dieser beiden Konservierungsarten neben dem herkömmlichen Räuchern und Pökeln läßt sich nicht nur der Ausfall an konservierten Lebensmitteln vermeiden, sondern auch die Qualität der Konserven z. T. beachtlich erhöhen.

Da vor allem der Gefrierkonservierung in ländlichen Kreisen großes Interesse entgegengebracht wird, möchte ich nach einigen Worten über das

Sterilisieren im Autoklaven auf das Gefrieren von Lebensmitteln näher eingehen.

2. Das Sterilisieren im Autoklaven

a) Das Einkochen im offenen Wasserbad

Beim Sterilisieren von Lebensmitteln in Dosen und Gläsern kommt es — wie der Name schon sagt — im wesentlichen darauf an, die den Verderb verursachenden Mikroorganismen durch die Einwirkung von Hitze zu vernichten oder so zu schädigen, daß sie nicht mehr entwicklungsfähig sind und dann durch ein vollkommen dichtes Verschließen der Behälter dafür zu sorgen, daß das Gut nicht neu infiziert wird. Das üblicherweise im Landhaushalt verwendete Einkochen, bei dem die in Dosen und Gläsern verschlossenen Lebensmittel im Wasserbad je nach der Art verschieden lang gekocht werden, um eine ausreichende Haltbarkeit zu erzielen, ist allgemein bekannt. Es kommt aber oft vor, daß trotz einwandfreien Verschlusses, also ohne daß eine Neuinfektion durch Mikroorganismen der Luft möglich war, nach kurzer Lagerzeit ein Teil der Gemüse- oder Fleischdosen bombiert bzw. ein Teil der Gläser aufgeht, so daß der Inhalt schnell verbraucht werden muß, wenn er nicht schon genußuntauglich geworden ist.

Dieses Verderben ist in der Regel darauf zurückzuführen, daß durch das Kochen im Wasserbad keine für die Haltbarkeit ausreichende Sterilität erzielt wurde. Der weitaus größte Teil der vegetativen Formen der Bakterien wird zwar durch eine verhältnismäßig kurze Kochzeit bei 100° C vernichtet. Es gibt jedoch eine ganze Reihe von Mikrobenarten, deren sehr widerstandsfähige Sporen auch ein stundenlanges Kochen bei 100° C überdauern. Normalerweise kommen diese schwer zu vernichtenden, sporenbildenden Bakterienarten in der Erde vor, so daß die Wirksamkeit des normalen Einkochens nicht nur in bezug auf eine niedrige Ausgangsinfektion, sondern auch im Hinblick auf die geringere Hitzebeständigkeit der Bakterien stark von der Sauberkeit der Lebensmittel und ihrer pfleglichen Behandlung bei der Vorbereitung abhängt. Es ist daher durchaus möglich, daß bei großer Sorgfalt der Verarbeitung die durch das Erhitzen im offenen Wasserbad erreichte Abtötung bzw. Entwicklungshemmung der Mikroorganismen ausreicht, um die Konserven bei günstiger niedriger Lagertemperatur 6—12 Monate und auch länger aufzuheben. Eine Gewähr für die Haltbarkeit der bei 100° C eingekochten Fleisch- und Gemüsekonserven hat man aber auch bei größter Sauberkeit nicht.

Wie lange man Lebensmittel bei Anwesenheit einiger häufig vorkommender Bodenbakterien erhitzen muß, um sterile Konserven zu bekommen, zeigt Abb. 1. Hier sind die Abtötungskurven von Sporen der Bakterien Clostridium sporogenes (ausgezogene Linie) und Clostridium botulinus (gestrichelte Linie) dargestellt, zwei Bakterienarten, die zu den gegen Hitze widerstandsfähigsten gehören. Auf der Abszisse sind die Sterilisationstemperaturen, auf der Ordinate die Sterilisationszeiten in Minuten aufgetragen. Jeder Punkt der Kurve gibt also an, wie lange bei der zu ihm gehörenden Temperatur sterilisiert werden muß, um diese Bakterienarten in einer neutralen Nährlösung zu vernichten. Die Nährlösung muß 310 bzw. 280 Minuten bei der Temperatur von 100° C gehalten, also 5 Stunden lang gekocht werden, wenn eine volle Sterilität erreichten werden soll. Wenn

man bedenkt, daß diese Zeit erforderlich ist, um nur die Randzone der mit diesen Bakterien infizierten Lebensmittel in einer Dose oder einem Glas zu vernichten und die Zeit hinzurechnet, die notwendig ist, um auch das Gut in der Dosenmitte steril zu machen, wird man erkennen, daß hierbei Kochzeiten angewendet werden müssen, die nicht nur die Qualität des Gutes stark verschlechtern, sondern des hohen Brennstoffverbrauchs wegen auch wirtschaftlich untragbar sind.

Durch ein zweites oder auch drittes Kochen nach einer kurzen Lagerzeit versuchen viele Hausfrauen, die beim ersten Kochen nicht zerstörten, in der Zwischenzeit unter den günstigen Vegetationsbedingungen in der Dose ausgewachsenen Sporen zu vernichten, um dadurch eine bessere Haltbarkeit ihrer Konserven zu erzielen. Zweifellos kann ein mehrmaliges Kochen je nach Art und Stärke der Infektion vorteilhaft sein; doch abgesehen davon, daß es — da man die erste Kochzeit kaum verkürzen kann, um den Kern des Gutes noch hinreichend zu erhitzen — wesentlich umständlicher und teurer ist, mehrmals zu sterilisieren, hat im allgemeinen das wiederholte Sterilisieren doch nur einen sehr bedingten Wert. So ist z. B. zur Vernichtung der Sporen von Clostridium botulinus eine Verlängerung der Erhitzungszeit weitaus wirksamer als ein wiederholtes Erhitzen, da durch das erste Kochen die Keimung dieser Sporen bis zur Dauer von einem Jahr auf sich warten lassen kann.

b) Grundsätzliches über das Sterilisieren im Autoklaven

Aus dem Verlauf der Kurven auf Abb. 1 ist zu erkennen, daß durch die Erhöhung der Sterilisationstemperaturen auf über 100° C die volle Sterilität in wesentlich kürzerer Zeit erreicht werden kann. Bei einer Temperatur von 110° C beträgt die notwendige Sterilisationszeit nur noch 30 bzw. 50 Minuten, und bei 120° C ist sie schon auf 3 bzw. 5 Minuten abgefallen. Leider kommt man beim Sterilisieren in normalen Behältern mit solchen Erhitzungszeiten nicht aus, da — wie erwähnt — nicht nur die Randzone, sondern das gesamte Gut in der Dose entsprechend hoch erwärmt werden muß. Je nach den Abmessungen der Dose und der Art der Konserven wird die

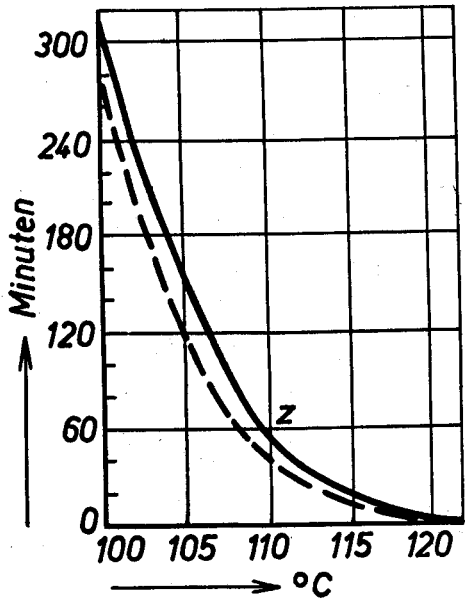

Abb. 1: Abtötungskurven von Bakteriensporen in neutraler Phosphatlösung bei einem Anfangskeimgehalt von 6×10^{10} Sporen/ml nach Esty und Meyer.
Ausgezogene Linie: Clostridium sporogenes.
Gestrichelte Linie: Clostridium botulinum.

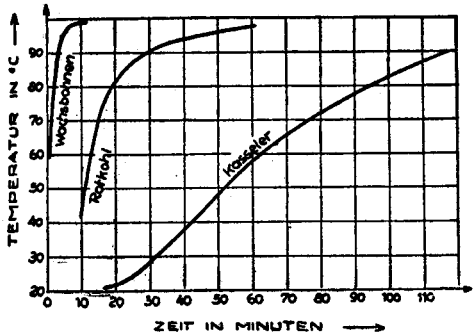

Abb. 2: Temperaturverlauf in der Mitte von DIN 1/1-Konservendosen beim Sterilisieren verschiedener Produkte im Wasserbad bei 100° C nach Riedel.

Erhitzungsdauer verlängert werden müssen. Bei Erbsen und Bohnen, die in der Aufgußflüssigkeit schwimmen, wird z. B. durch die Bewegung des Doseninhalts infolge der Erwärmung der Randschicht die Wärme schneller auf den Kern übertragen als bei Fleisch, bei dem die Wärme durch das Gut geleitet werden muß. Auf Abb. 2 ist der Verlauf der Kerntemperatur einer DIN-1/1-Dose, die in ein Wasserbad mit einer Temperatur von 100° C getaucht wird, in Abhängigkeit von der Erwärmungszeit dargestellt. Bei kleinstückigen Wachsbohnen dauert es danach keine 10 Minuten, bis der Kern die Badtemperatur erreicht hat, während bei Kassler nach einer Zeit von 2 Stunden die Kerntemperatur erst auf 90° C angestiegen ist. Entsprechend diesen Erwärmungszeiten werden in den USA für das Sterilisieren im Haushaltsautoklaven Bedingungen empfohlen, die nach Umrechnung auf die bei uns üblichen Dosengrößen in Abb. 3 und 4 wiedergegeben sind. Für Gemüse in der DIN-1/1-Dose werden nach Abb. 3 Sterilisationstemperaturen von 115° C und Zeiten von 30 bis 60 Minuten angewendet. Eine Ausnahme macht Spinat. Er wird, wie auch Fleisch, entsprechend den Werten in Abb. 4 bei einer Temperatur von 121° C sterilisiert. Die Sterilisierzeiten für Fleisch in der DIN-1/1-Dose liegen je nach der Fleischart bei 110 und 115 Minuten. Obwohl die fleischverarbeitende Industrie auch in Deutschland unter diesen Bedingungen sterilisiert, kommt man nach unseren Erfahrungen in der Landwirtschaft infolge der sorgfältigen Verarbeitung mit kürzeren Sterilisationszeiten aus. Diese sollen demnächst im Auftrag der DLG in einem Merkblatt über das Sterilisieren mit dem Autoklaven zusammengestellt werden.

c) Die Autoklaven und ihre Arbeitsweise

Auf Abb. 5 ist der feuerbeheizte Autoklav der Firma Th. Loos dargestellt, der bereits auf der DLG-Wanderausstellung in Hamburg gezeigt wurde. Der eigentliche Druckkessel, der ja entsprechend dem Dampfdruck bei 121° C einen Überdruck von 1 atü mit der erforderlichen Sicherheit aushalten muß, ist beim Loos-Autoklaven isoliert und verkleidet. Der schwere Deckel ist mit Hilfe eines Gewichtsausgleichs leicht zu öffnen. Eine Gummidichtung und Schrauben mit Knebelmuttern sorgen für einen dichten und sicheren Verschluß. Eine gut regelbare Beheizung — neben Feuerung ist die Heizung durch direkt eingeblasenen Wasserdampf hoher Temperatur gebräuchlich — ist sehr wichtig für eine einwandfreie Arbeit beim Sterilisieren.

Für den Sterilisiervorgang wird der Autoklav etwa bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt, das durch die Heizung — hier durch direkte Feuerung — zum Kochen gebracht wird. Die wie zum normalen Einkochen vorbereiteten

Sterilisiertemperaturen und -zeiten von schwach sauren Gemüsen

Füllgut	Temperatur in °C	Zeit in Minuten Din 1/1 Dose	1 l Glas
Blumenkohl	115	30	40
Brechbohnen	115	30	40
Erbsen	115	40	50
Gemischtes Gemüse	115	35	45
Karotten	115	30	35
Kohlrabi	115	30	35
Pilze	115	30	35
Puffbohnen	115	50	60
Rosenkohl	115	35	40
Sellerie	115	30	35
Spargel	115	30	50
Spinat	121	55	65
Suppengemüse	115	60	70

115 °C entspricht einem Überdruck von 0,75 at
121 °C entspricht einem Überdruck von 1,1 at

Abb. 3: In den USA für das Sterilisieren von schwachsauren Gemüsen im Haushalt empfohlene Temperaturen und Zeiten, umgerechnet auf die in Deutschland üblichen Behältergrößen.

Sterilisiertemperaturen und -zeiten für Fleisch

Füllgut	Temperatur in °C	Zeit in Minuten Din 1/1 Dose	1 l Glas
Rindfleisch	121 °C, entsprechend einem Überdruck von 1,1 at		
Gulasch		110	120
Bratenstück		110	120
gehackt		115	120
Schweinefleisch			
Bratenstück		110	120
Wurstmasse		115	120
Kalbfleisch			
Bratenstück		110	120
Frikassee		110	120
Hammelfleisch			
Bratenstück		110	120
Ragout		110	120
Kaninchenfleisch		110	120
Geflügel			
mit Knochen		110	120
entbeint		75	85
Fleischbrühe		30	30
Geflügelsuppe (dick)		75	80

Bei heißem Einfüllen kann die Sterilisierzeit 5 Minuten kürzer gewählt werden

Abb. 4: In den USA für das Sterilisieren von Fleisch und Fleischwaren im Haushalt empfohlene Temperaturen und Zeiten, umgerechnet auf die in Deutschland üblichen Behältergrößen.

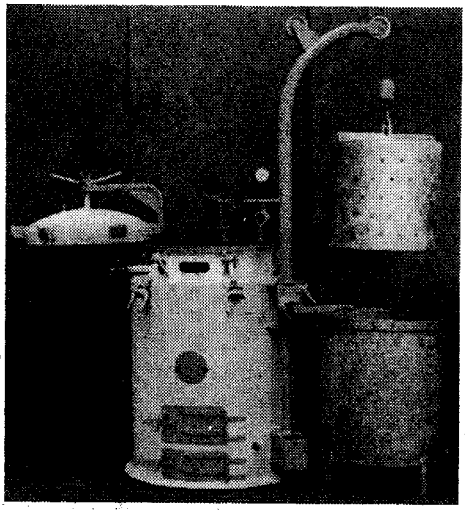

Abb. 5: Autoklav zum Sterilisieren von Fleisch und Gemüse mit direkter Feuerung während der Beschickung mit hängendem Dosenkäfig. Werkphoto der Firma Teodor Loos, Gunzenhausen.

und verschlossenen Dosen werden in den Autoklavenkäfig gestellt und entweder mit der Hand oder wie beim Loos-Autoklaven mit Hilfe eines kleinen Hebezeuges in den Autoklaven hineingelassen. Das Wasser im Autoklavenkessel muß jetzt durch die Verdrängung so hoch gestiegen sein, daß die oberste Dosenschicht gerade noch unter dem Wasserspiegel liegt. Nach dem Schließen des Autoklavendeckels — Abb. 6 zeigt den geschlossenen Autoklaven — und Öffnen des an der höchsten Stelle des Dekkels angebrachten Entlüftungsventils wird die Heizung voll angestellt. Das Entlüftungsventil wird erst geschlossen, wenn aus ihm der Dampf zischend ausströmt, ein Zeichen dafür, daß das Wasser im Autoklaven erneut zum Kochen gekommen ist und durch die Dampfentwicklung die Luft aus dem Kopfraum verdrängt worden ist. Nach dem Erreichen der erforderlichen Sterilisationstemperatur, die meist auf dem Manometer direkt in ° C abgelesen werden kann, wird die Heizung so geregelt, daß diese Temperatur für die Dauer der Sterilisierzeit gehalten wird. Die Sterilisierzeit wird also vom Erreichen der Sterilisierungstemperatur an gerechnet. Auch für die Erhöhung der Temperatur im Autoklaven von 100° C auf die Sterilisiertemperatur (Steigen) und ihre Senkung nach beendetem Sterilisiervorgang durch Ablassen des Druckes auf 100° C (Fallen) muß eine bestimmte Zeit eingehalten werden. Erst nach vollständiger Druckentlastung mittels des Entlüftungshahnes kann der Deckel geöffnet werden. Der Käfig mit den Dosen wird an-

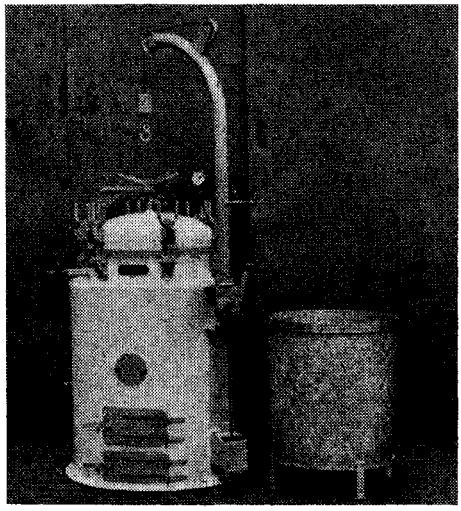

Abb. 6: In Bild 5 dargestellter Autoklav in Betriebsstellung.

schließend meistens in fließendem kaltem Wasser auf Handwärme abgekühlt.

Einen Autoklaven üblicher Bauart für die Heizung mit direkt einströmendem Dampf zeigt Abb. 7; hier ist der Druckkessel ohne Isolierung dargestellt. Der Deckel ist wiederum, wie beim Autoklaven der Firma Loos mit sechs Schrauben befestigt. Unten sind die Ventile für den Dampfeintritt und für den Wasserablaß beim Entleeren zu sehen, oben an der höchsten Stelle wiederum der Entlüftungshahn. Ein Manometer und ein Sicherheitsventil, das abbläst, wenn der zulässige Druck überschritten wird, vervollständigen die unbedingt erforderliche Ausrüstung. Der Autoklav besitzt jedoch außerdem noch ein Zeigerthermometer, so daß man hier auch direkt und nicht nur indirekt über den Druck die im Autoklaven herrschende Temperatur ablesen kann. Für den Betrieb eines solchen Autoklaven ist ein besonderer Dampferzeuger nötig, der einen Dampf mit etwa 2 atü liefern kann. Der Druck eines Niederdruckdampfkessels, wie er zu Waschzwecken in Gemeinschaftshäusern normalerweise verwendet wird, reicht zum Sterilisieren nicht aus.

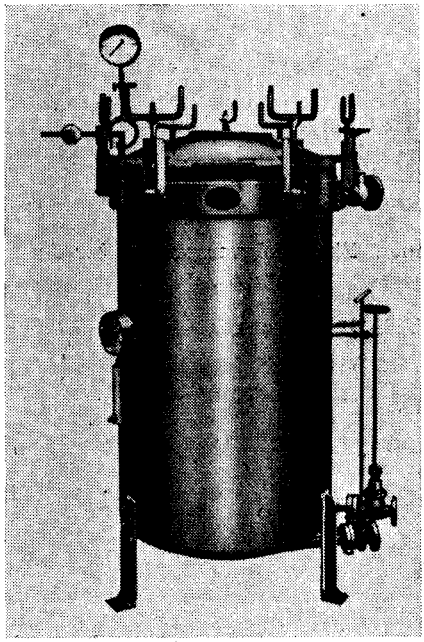

Abb. 7: Autoklav zum Sterilisieren von Fleisch und Gemüse mit Beheizung durch direkt einströmenden Dampf.

3. Die Gefrierkonservierung

a) Grundsätzliches über das Gefrieren

Obwohl der Nährwert der im Autoklaven sterilisierten Konserven gut erhalten bleibt, verändert der Kochprozeß doch die den Genußwert bestimmenden Eigenschaften der Lebensmittel gegenüber den frischen Produkten weitgehend, z. T. nach der schlechten, z. T. aber auch nach der guten Seite hin. So können sterilisierte Kirschen z. B. voller und aromatischer schmecken als frische, wenn sie ihren Frischewert auch weitgehend verloren haben.

Ein Konservierungsverfahren, bei dem gerade der Charakter des frischen Lebensmittels sehr gut erhalten bleibt, gleichgültig, ob es sich um Fleisch, Geflügel, Fisch, Gemüse oder Obst handelt, ist das Gefrieren. Die Gefrierkonservierung ist die natürlichste und daher schonendste Konservierungsart, wenn es darum geht, den Frischewert für lange Zeit zu erhalten. Demzufolge hat sie sich, trotz der nicht unerheblichen Kosten für die Erstellung

und den Betrieb der Gefrieranlagen, in Ländern mit einem hohen Lebensstandard der Landbevölkerung, so z. B. in den USA und in Dänemark, neben den bewährten älteren Konservierungsarten durchgesetzt.

Auch von den deutschen Kältemaschinenfirmen sind Gefrieranlagen sowohl für den einzelnen Landhaushalt als auch für die gemeinschaftliche Benutzung in größeren und kleineren Dörfern entwickelt worden. Während jedoch in den USA der Anteil der Haushaltsanlagen immer mehr zunimmt, dürften bei uns der geringeren Investitions- und Betriebskosten wegen wohl hauptsächlich Gemeinschaftsgefrieranlagen in Betracht kommen. Ein erfolgversprechender Ansatz zur Einführung solcher Anlagen wurde bereits gemacht.

b) Die konservierende Wirkung der Kälte

In Dosen und Gläsern werden die Lebensmittel dadurch haltbar gemacht, daß man die verderbbringenden Mikroorganismen durch die Einwirkung von Hitze abtötet. Man kann die Entwicklungsfähigkeit der Mikroorganismen aber auch durch eine Senkung der Temperatur hemmen. Je nach der Bakterienart liegt in der Regel die für die Vermehrung günstigste Temperatur zwischen etwa 15 und 35° C bei einer relativen Feuchtigkeit von nahezu 100%. Mit sinkender Temperatur und abnehmender Feuchtigkeit geht das Bakterienwachstum zuerst schwach, dann immer stärker zurück. Auf den z. T. gefrorenen Lebensmitteln (z. B. bei —2 bis —4° C) sind nur noch wenige Mikroorganismenarten entwicklungsfähig, und auch diese können sich nach einer weiteren Senkung der Temperatur auf etwa —10° bis —12° C nicht mehr vermehren. Haben die Lebensmittel eine Temperatur von unter —12° C und wird diese Temperatur gehalten, dann kann demnach kein Verderb durch Mikroorganismen mehr auftreten.

Außer durch Mikroorganismen tritt aber bei der Lagerung der meisten leicht verderblichen Lebensmittel eine Qualitätsminderung und schließlich ein Verderb auch noch durch biochemische Umsetzungen im Lebensmittel selbst ein. Diese Abbauvorgänge werden durch Enzyme gesteuert. Während beim Sterilisieren die Enzyme durch die Hitzeeinwirkung inaktiviert werden und daher nicht mehr schädigend wirken können, gehen bei den in der Regel für Gefrierprodukte verwendeten Lagertemperaturen die enzymatischen Veränderungen, wenn auch stark verlangsamt, so doch stetig weiter. Schon bei Lagerzeiten von 2 bis 3 Monaten können sie in bestimmten Produkten beachtliche Qualitätsveränderungen hervorrufen. Erst bei einer Temperatur von unter —40° C, bei der zu gefrieren und zu lagern wirtschaftlich nicht mehr tragbar ist, kommen auch alle enzymatischen Vorgänge praktisch zum Erliegen.

Biochemische Umsetzungen der erwähnten Art sind die erwünschten Reifungsvorgänge des Fleisches, die dann auch bei der Gefrierlagerung sehr langsam weiter verlaufen. Bei Gemüse werden die z. T. sehr qualitätsmindernden Farb-, Geruch- und Geschmacksveränderungen durch ein kurzes Abkochen vor dem Gefrieren verhindert. Obst wird meist unter Zuckerlösung eingefroren, um Geschmacks- und Farbveränderungen zu verhindern, die insbesondere durch die Einwirkung des Luftsauerstoffes zustandekommen.

c) Die Auswahl der Rohware und ihre Verarbeitung

Das Gefrieren von Lebensmitteln ist einfach, der Arbeitsaufwand ist bei vielen Produkten gering. Großer Wert muß allerdings auf die Auswahl der Rohware gelegt werden. Die Eignung der einzelnen Lebensmittel zum Gefrieren ist sehr unterschiedlich. In der Regel geben Lebensmittel, die gekocht gegessen werden, wie Fleisch und Gemüse, bessere Gefrierprodukte als solche, die man roh ißt, wie Obst oder Salate. Es können aber auch innerhalb der einzelnen Lebensmittelarten, ja sogar zwischen den einzelnen Sorten wesentliche Unterschiede in der Eignung bestehen. Da jedoch durch die Gefrierkonservierung die typischen Eigenschaften der Lebensmittelart oder Sorte nicht wie bei vielen anderen Konservierungsverfahren ausgeglichen werden, sondern weitgehend erhalten bleiben, lohnt es sich, für das Gefrieren eine gute, qualitativ einwandfreie Ware auszuwählen und auf ihre sachgemäße Verarbeitung den größten Wert zu legen. Durch das Gefrieren lassen sich aber die Eigenschaften der Lebensmittel nicht verbessern, sondern bestenfalls erhalten.

Alle Lebensmittel werden wie zum Frischverzehr vorbereitet und dann gefroren. Fleisch muß vor dem Gefrieren abgehängt und gegebenenfalls entbeint werden; Obst gefriert man eßreif, nicht pflückreif; Gemüse sollte gartenfrisch zur Verarbeitung kommen, da es nach der Ernte schnell an Qualität verliert. Das Fleisch wird in die für die einzelnen Mahlzeiten gewünschten kleinen Portionen aufgeteilt, das Gemüse geputzt, gewaschen und zerkleinert und das Obst geschält, entsteint und zerteilt.

Die Verpackung der Gefrierkonserven ist, wie auch neuerdings in amerikanischen Arbeiten immer wieder betont wird, neben der Wahl der Lagertemperatur für die Erhaltung der Qualität vieler Produkte von entscheidender Wichtigkeit. In dem jetzt gemeinsam mit der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe, von der DLG herausgegebenen Merkblatt über die Haltbarmachung von Lebensmitteln durch Gefrieren wird daher ausführlich zur Frage der Verpackung Stellung genommen.

d) Das Gefrieren und die Gefrierlagerung

Unmittelbar nach dem Verpacken und dem Beschriften der Verpackung werden die Lebensmittel gefroren. Es ist nicht nur aus organisatorischen Gründen, sondern auch in bezug auf die Qualitätserhaltung wichtig, daß die Produkte, insbesondere Fleisch, nicht zu langsam gefrieren. In den Gemeinschaftsgefrieranlagen sind deshalb meistens vom Lagerraum abgetrennte Schnellgefrierabteile eingebaut, in denen auch nach dem Einbringen der raumwarmen Produkte eine Temperatur von unter —20° C gehalten werden kann. Eine Packung mit einem Fleischstück von etwa 1 kg und einer Dicke von etwa 5 cm sollte in spätestens 5 Stunden, größere Stücke in entsprechend längerer Zeit durchgefroren sein. Die größten Fleischstücke sollten nicht mehr als etwa 5 kg, Obst- und Gemüsepackungen nicht mehr als etwa 3 kg wiegen, damit sie auf jeden Fall am Tag nach dem Einbringen die Lagertemperatur auch im Kern erreicht haben und dann aus dem Gefrierabteil in das Lagerfach umgelagert werden können.

In den Lagerfächern werden die gefrorenen Lebensmittel bis zum Verbrauch bei niedriger Temperatur gehalten. Bedeutend wichtiger als die

Abkürzung der Gefrierzeit ist die Einhaltung einer günstigen Lagertemperatur. Sowohl in den USA als auch in Deutschland wurde in zahlreichen Versuchen der Einfluß der Lagertemperatur auf die Qualitätserhaltung der Gefrierware geprüft. Die Untersuchungsergebnisse zeigten deutlich, daß bei einer Lagertemperatur von —40° C praktisch keine Veränderungen in der Zusammensetzung festzustellen sind. Auch bei einer Temperatur von —18° C bleiben die Vitaminverluste bzw. die biologische Wertigkeit der Eiweiße während der üblichen Lagerzeit nahezu voll erhalten. Bei Temperaturen von —12° C und darüber tritt jedoch bereits innerhalb weni-

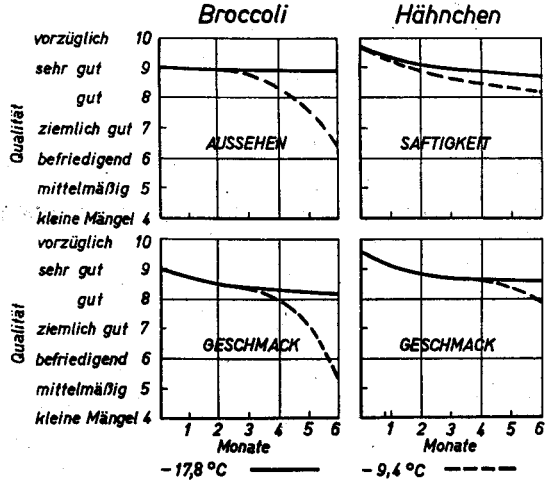

Abb. 8: Qualitätsveränderung von zubereiteten Speisen während der Gefrierlagerung bei — 18 und — 10° C, nach Gleim u. Fenton.

ger Monate ein beachtlicher Verlust an Vitamin C in Gemüse auf. In Fleisch wurde eine nicht zu vernachlässigende Denaturierung des Eiweißes festgestellt.

Dieser Schwund bzw. diese Veränderung ernährungsphysiologisch wichtiger Stoffe geht in der Regel Hand in Hand mit einer Abnahme des Genußwertes. Das bei —12° C gelagerte Gemüse z. B. ist nach 10 Monaten nicht mehr so frisch wie das bei —18° C gelagerte.

An zubereiteten Speisen, die sich meist etwas schlechter gefrieren lassen als nur küchenfertig zugerichtete, wurde von amerikanischen Wissenschaftlern der in Abb. 8 dargestellte Qualitätsverlauf gefunden. Die Produkte wurden bei —18° C und —10° C gelagert. Jeden Monat wurde ein Teil der Proben für eine Sinnenprüfung durch 8 bis 12 geschulte Prüfer entnommen. Bewertet wurde nach einer Notenskala, die im Bild mit den entsprechenden Prädikaten zusammen als Ordinate aufgetragen worden ist. Die ausgezogene Linie stellt den Qualitätsverlauf der bei —18° C gelagerten, die gestrichelte Linie den der bei —10° C gelagerten Produkte

dar. Wie aus dem Kurvenverlauf hervorgeht, nimmt die Qualität von Brokkoli bereits nach einer Lagerdauer von 2 bis 3 Monaten bei —10° C gegenüber den bei —18° C gelagerten Proben stark ab. Sowohl im Aussehen als auch im Geschmack ist der Unterschied nach einer Lagerdauer von 6 Monaten erheblich. Ebenso verlieren zubereitete Hähnchen bei —10° C sowohl an Saftigkeit als auch nach einer Lagerzeit von 4 Monaten an Geschmack stärker, als wenn sie bei —18° C gelagert werden.

Für die Lagerung von Gefrierkonserven hat sich auf Grund der wissenschaftlichen Untersuchungen und der Erfahrungen in der Praxis eine Temperatur von —18° C als am vorteilhaftesten erwiesen. Bei —18° sind einerseits die Qualitätsverluste der wichtigsten Gefrierprodukte während der üblichen Lagerzeit von 6 bis 12 Monaten verhältnismäßig gering und außerdem können die Kosten für die Kälteerzeugung in durchaus erträglichen Grenzen gehalten werden. Bei höheren Temperaturen steigt der

Lebensmittel	Gefriereignung	mögliche Lagerdauer bei —18 °C in Monaten
1. Fleisch		
Rindfleisch	sehr gut	12—15
Schweinefleisch	sehr gut	5— 8
Kalbfleisch	sehr gut	8—12
Hammelfleisch	sehr gut	8—12
Weichwurst	gut	2— 4
Hackfleisch	gut	2— 3
Geflügel	sehr gut	8—12
Reine tierische Fette	sehr gut	10—15
2. Fisch		
Fette Fische	gut	2— 3
Magere Fische	sehr gut	6—12
Fischfilets	sehr gut	5— 8
3. Eimasse	sehr gut	10—12
4. Obst*		
Äpfel	gut	12—24
Apfelmus	sehr gut	12—24
Birnen	gut	12—24
Erdbeeren	gut	12—24
Himbeeren	sehr gut	12—24
Kirschen	gut	12—24
Pfirsiche	gut	12—24
5. Gemüse*		
Blumenkohl	gut	12—24
Bohnen	sehr gut	12—24
Erbsen	sehr gut	12—24
Gurken	befriedigend	12—24
Salat	ungeeignet	12—24
Spargel	sehr gut	12—24
Spinat	sehr gut	12—24
Tomatenmark	gut	12—24

* Bei Auswahl geeigneter Sorten

Abb. 9: Erfahrungswerte über die mögliche Lagerdauer verschiedener wichtiger Gefrierprodukte bei — 18° C.

Qualitätsverlust vieler Produkte unverhältnismäßig stark an, bei tieferen Temperaturen wird nur bei einigen Produkten bzw. bei längeren Lagerzeiten eine wesentliche Qualitätsverbesserung zu erwarten sein.

Für die Wahl der Lagertemperatur ist natürlich der gestellte Qualitätsanspruch ausschlaggebend. Die Ware wird nicht verderben und einige Produkte werden noch eine gute Qualität aufweisen, wenn sie im Lagerfach bei —12° C gefrieren und 6 Monate bei dieser Temperatur lagern. Erstklassige Gefrierprodukte gewinnt man aber bei dieser Behandlung in vielen Fällen nicht mehr. Außerdem besteht bei dieser Raumtemperatur schon die Gefahr des Auftretens von Mikroorganismen.

Auf Abb. 9 sind einige Erfahrungswerte der etwa möglichen Lagerdauer bei —18° C für verschiedene wichtige Gefrierprodukte zusammengestellt worden; diese Lagerzeiten können, ohne daß ein wesentlicher Qualitätsabfall eintritt, erreicht werden. Fleisch und Fleischwaren — in der 1. Gruppe aufgeführt — lassen sich in der Regel um so besser gefrieren, je einheitlicher ihre Zusammensetzung ist. Mageres Rindfleisch z. B. kann bei —18° C 12 bis 15 Monate ohne wesentliche Qualitätseinbuße gelagert werden, so daß es durchaus möglich ist, dieses Fleisch auch bei —12 bis —15° C 6 Monate lang zu lagern. Auch reine tierische Fette guter Ausgangsqualität kann man bis zu 15 Monate ohne Bedenken bei —18° C lagern. Bei der Gefrierlagerung von Schweinefleisch jedoch, insbesondere bei Fleisch von fetten Schweinen, wie sie in Deutschland auf dem Land geschlachtet werden, fällt die Qualität schon ab, wenn es bei —18° C länger als 5 bis 8 Monate gelagert wird. Auch fettes Geflügel dürfte kaum länger als 8 Monate bei —18° C zu lagern sein, während man junge Hähnchen bei dieser Temperatur ohne Bedenken 12 Monate aufheben kann. Die geringste Haltbarkeit zeigen Hackfleisch und Weichwurst; je nach der Zusammensetzung sind bei diesen Produkten nur Lagerzeiten von 2 bis 4 Monaten möglich. Fette Fische — in der 2. Gruppe aufgeführt — werden bei —28 bis —30° C gelagert, wenn sie längere Zeit aufgehoben werden sollen. Bei —18° C ist, wenn eine Oxydation der Fette vermieden werden soll, eine Lagerzeit über 2 bis 3 Monate nicht möglich. Magere Fische lassen sich dagegen längere Zeit bei dieser Temperatur lagern. Eimasse läßt sich sehr gut gefrieren und bis zu 12 Monaten ohne Qualitätsabfall bei —18° C aufheben. Obst und Gemüse kann in der Regel 12 Monate und darüber bei —18° C gelagert werden; die Qualität des Endproduktes hängt hier stark von der Gefriereignung der Art und der Sorte ab.

e) Gefrierschließfachanlagen

Bei den für das gemeinschaftliche Gefrieren verwendeten Gefrierschließfachanlagen besteht das Lagerteil aus Fächern, die normalerweise mit verschließbaren Türen versehen sind. Die einzelnen Fächer, die in der Regel einen Inhalt von etwa 150 bis 200 l haben, so daß man etwa 70 bis 110 kg Gefrierprodukte in ihnen unterbringen kann, werden meistens von der Gemeinde an die Landfrauen vermietet, können aber auch beim Bau der Anlage käuflich von ihnen erworben werden.

Obwohl von einigen deutschen Landfrauen schon seit Jahren in den Gefrierräumen der Kühlhäuser gefroren wird, wurde die erste Schließfachanlage doch erst 1950 in Steinhöring/Obb. aufgestellt. Es handelt

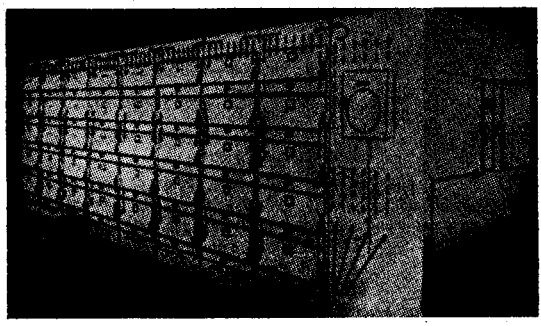

Abb. 10: Schließfachanlage der Steel Partitions Inc., Jamestown N. Y., aufgestellt in Steinhöring Obb.

sich um die auf Abb. 10 dargestellte Anlage der Steel Partition Corp., die im Rahmen der ERP-Hilfe aus den USA nach Deutschland geliefert wurde. Die Steinhöringer Anlage besteht aus 8 in den äußeren Abmessungen gleichen isolierten Baueinheiten, die von der Lieferfirma montagefertig hergerichtet worden sind. Die Anlage kann, da auch der Maschinensatz bis auf den Strom- und Wasseranschluß betriebsfertig in einem gleichen Bauelement untergebracht ist, von den Dorfhandwerkern nach dem mitgelieferten Aufstellungsplan und den Schaltskizzen ohne weiteres in einem hierfür geeigneten Raum, der aber nicht isoliert zu werden braucht, aufgestellt werden. In den einzelnen Schließfachelementen sind je 10 Schließfächer in Schubladenform untergebracht, so daß in der Steinhöringer Anlage insgesamt 80 Fächer mit einem Inhalt von je 170 l zur Verfügung stehen. Die Anlage wird aber auch mit weniger Fächern geliefert. Zum Gefrieren sind in der Einheit neben dem Kältemaschinenteil Fächer mit Seitenwänden und Böden aus Drahtgeflechten angeordnet, durch die die vom Luftkühler kommende kälteste Luft hindurchgeleitet wird. Ein Teil der Kaltluft streicht von oben nach unten an den aus Vollblech hergestellten Lagerfächern vorbei. Für die Gefrierfächer ist nach Angabe der Firma eine Temperatur von —23° C, für die der Lagerfächer eine von —18° C vorgesehen. Die Anlage in Steinhöring arbeitet mit höheren Temperaturen, so daß bei den in der Übersicht auf Abb. 9 angegebenen Lagerzeiten bereits ein merklicher Qualitätsabfall auftreten kann.

Eine kleinere deutsche Anlage mit 18 isolierten Lagerfächern von je 150 l und 2 Lagerfächern von je 600 l Inhalt wurde von der Herstellerfirma Linde, Sürth, für das Dorfgemeinschaftshaus Winterstettenstadt (Württ.) geliefert (Abb. 11). Gefroren wird in zwei, vorne in der Nähe des Luftkühlers hierfür vorgesehenen Gefrierabteilen. Zwei Frauen sind — wie auf der Abbildung zu sehen ist — gerade dabei, die Pakete mit den Lebensmitteln gut ausgebreitet auf die Roste des Gefrierabteils zu legen. In dieser Anlage wird eine Temperatur von —15 bis —18°C in den Lagerfächern und von —18° C im Gefrierabteil eingehalten.

Diese isolierten Fächerschränke sind nur bis zu einer bestimmten Größe der Anlage wirtschaftlich. Für heutige deutsche Verhältnisse dürfte diese Größe bei 20 bis 30 Fächern liegen. Bei größeren Anlagen werden die Bau-

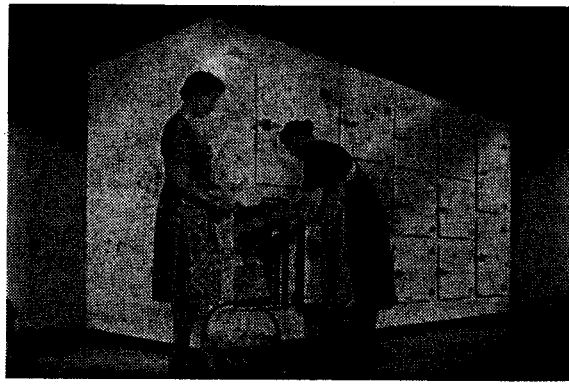

Abb. 11: Schließfachanlage mit 2 Gefrier- und 20 Lagerfächern, aufgestellt in Winterstettenstadt Krs. Biberach/Riß. Werkphoto der Maschinenfabrik Sürth, Zweigniederlassung der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Sürth bei Köln.

kosten geringer, wenn man den Raum, in dem die Fächer untergebracht werden sollen, isoliert und kühlt. Die Schließfächer selbst brauchen dann natürlich nicht isoliert zu werden, so daß sie sehr einfach ausgeführt werden können. Ein Nachteil dieser Anlagen ist darin zu sehen, daß die Landfrau einen Raum mit einer Temperatur von —18° C betreten muß. Sie muß sich also jedesmal vor dem Betreten des Lagerraumes warm anziehen, um sich nicht zu erkälten.

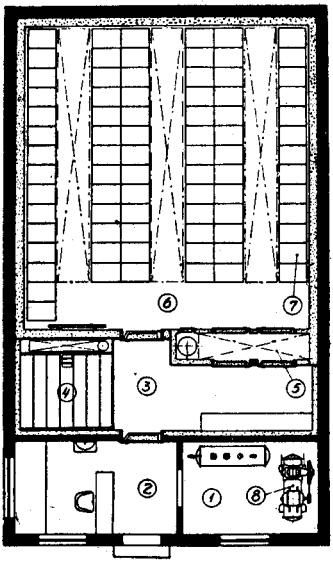

Abb. 12: Grundriß einer dänischen Schließfachanlage: 1 = Maschinenraum, 2 = Anlieferung und Ausgabe, 3 = Vorraum, 4 = Kühlraum für kurzfristige Lagerung, 5 = Schnellgefrierapparat, 6 = Schließfachraum, 7 = Schließfach, 8 = Kältemaschine.

Den Grundriß einer Raumanlage, wie sie in Dänemark und ähnlich auch in Deutschland gebaut werden, zeigt Abb. 12. In einem größeren isolierten Lagerraum (6) sind etwa 400 Gefrierfächer (7) untergebracht. Ein Schnellgefrierabteil (5) ist dem Schließfachraum vorgelagert und kann von einem Vorraum (3), in dem eine Temperatur von +2° C herrscht, beschickt und vom Schließfachraum aus entleert werden. Neben dem Maschinenraum (1) mit den Kältemaschinen (8) liegt ein Raum (2), in dem die zu Hause vorbereitete und verpackte Ware zum Gefrieren und Einlagern angenommen bzw. die gefrorene zum Verbrauch ausgegeben wird. Das Gefrieren und Umlagern der Lebensmittel wird jedoch meistens von den Schließfachmietern selbst vorgenommen.

Wie ich schon andeutete, können die Schließfächer in solchen Räumen sehr ein-

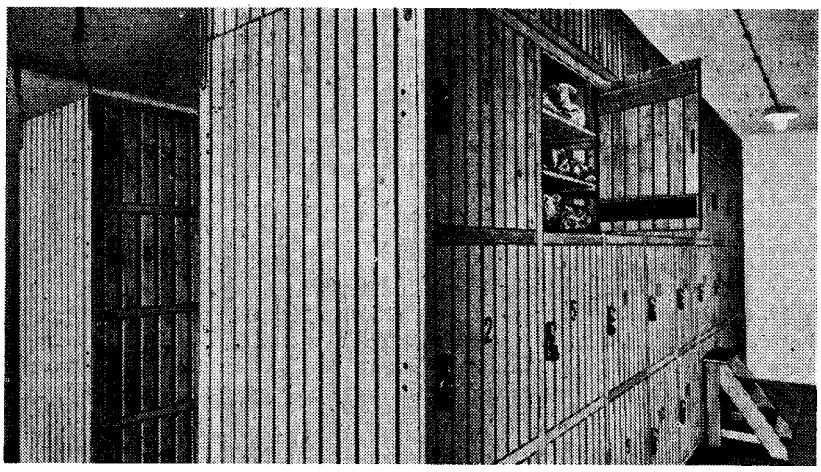

Abb. 13: Mit Holzfächern ausgerüsteter Schließfachraum der Landwirtschaftlichen Bezugs- und Absatzgenossenschaft, Krefeld-Hüls. Werkphoto der Maschinenfabrik Sürth, Zweigniederlassung der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Sürth bei Köln.

fach gehalten oder sogar, wie in einigen schwedischen Anlagen, auch durch offene Regale ersetzt werden. Es kommt ganz darauf an, wieviel Geld für die Inneneinrichtung zur Verfügung steht bzw. in welchen Serien die Schließfacheinheiten gebaut werden können. Man kann bei Einzelfertigung in einem Gefrierraum durch sauber ausgeführte Holzverschläge die einzelnen Fächer gegeneinander und nach dem Gang zu ab-

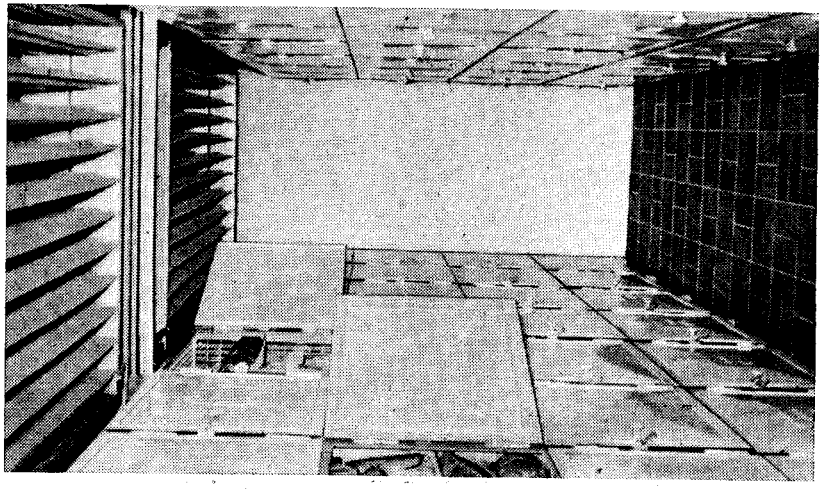

Abb. 14: Mit Metallfächern ausgerüsteter Schließfachraum der Gemeinde Süderlügum, Schleswig-Holstein. Werkphoto der Fa. Brown, Boveri u. Cie., Mannheim 1.

trennen, wie z. B. in der von Linde, Maschinenfabrik, Sürth, in Krefeld-Hüls erstellten Anlage (Abb. 13); wenn aber Schränke für mehrere Anlagen gleichzeitig gefertigt werden können, dann wird die Stahlblechausführung, wie z. B. von der Firma BBC, Mannheim, in der Schließfachanlage Süderlügum eingebaut (Abb. 14), oft nicht viel teurer. Vielfach ist es jedoch zweckmäßig und wirtschaftlich, die Inneneinrichtung des Gefrierraumes von örtlichen Handwerkern herstellen zu lassen.

f) Die Kosten der Gefrierkonservierung in einer Schließfachanlage

Unter Zugrundelegung der heute in Deutschland gültigen Preise sind in Abb. 15 die Anschaffungs- und Betriebskosten von verschieden großen Gefrierschließfachanlagen einander gegenübergestellt. Die Preise wurden für Anlagen mit 32, 60, 120 und 240 Fächern gewählt, da diese Größen wohl hauptsächlich den für deutsche Verhältnisse in Frage kommenden Bereich

Kosten von Gefrierschließfachanlagen 1952/53

Größe der Anlage Fächerzahl à 200 l		32 Schrank	32 Raum	60	120	240
Anschaffungskosten . .	DM	19 000.—	12 500.—	16 500.—	23 000.—	36 000.—
Anschaffungskosten/Fach	DM	600.—	390.—	280.—	190.—	150.—
Stromverbrauch	kW	0,5	1,2	1,8	3,2	5,6
Wasserverbrauch . . .	m^3/h	0,15	0,25	0,3	0,6	1,0
Tägliche Laufzeit der Maschine	Std.	16	16	16	16	16
Stromkosten/Monat 1 kWh = 0,12 DM .	DM	29.—	70.—	104.—	185.—	320.—
Wasserkosten/Monat 1 m^3 = 0,12 DM . .	DM	8,50	14,50	19.—	38.—	58.—
Betriebskosten/Monat. .	DM	37,50	84,50	113.—	223.—	378.—
Betriebskosten/Fach und Monat	DM	1,20	2,70	1,90	1,85	1,60
Kosten aus der Anschaffung/Fach und Monat	DM	8,80	5,80	4,10	2,80	2,20
Mietpreis/Fach und Monat	DM	10,—	8,50	6,—	4,65	3,80

Abschreibung 6,7%; Verzinsung 8%; Instandhaltung 3%

Abb. 15: Geschätzte Anschaffungs- und Betriebskosten für verschieden große Schließfachanlagen.

decken dürften. Bei den Schließfachanlagen handelt es sich um Raumanlagen; nur die Anlage mit 32 Fächern wurde zum Vergleich auch als Schrankanlage aufgenommen. Die Fachgröße von 200 l, die den Berechnungen zugrunde gelegt wurde, dürfte, wie die Planungsarbeit der Firma Linde ergeben hat, in vielen Fällen zu groß sein. Insbesondere in Dörfern mit Arbeiterfamilien, die nur für ihren Eigenbedarf 1 oder 2 Schweine

halten und das Fleisch sowie das Obst und Gemüse aus ihrem eigenen Garten gefrieren möchten, dürften neben dieser Fachgröße auch kleinere Fächer von 70 bis 150 l Inhalt gefragt sein.

Die Preise für die Anschaffung schließen die Kosten für die Kälteanlage, die Isolierung mit den Kühlraumtüren und die Inneneinrichtung, wie Schließfächer, Gehänge, Leiter usw., jedoch keine Baukosten ein. — Wie aus den runden Zahlen schon hervorgeht, handelt es sich um angenäherte Werte, von denen die wirklichen Preise erheblich nach oben oder auch nach unten abweichen können. Besonders die Anschaffungskosten für die Inneneinrichtung können in weiten Grenzen schwanken.

Steht ein geeigneter Raum für den Einbau zur Verfügung, dann ergeben sich Anschaffungskosten in Höhe von 12 500,— DM für eine Raumschließfachanlage mit 32 Fächern, bis zu 36 000,— DM für eine Anlage mit 240 Fächern. Schon bei einer Fächerzahl von 32 sind die Anschaffungskosten für die Schrankanlage mit 19 000,— DM wesentlich größer als die für die Raumanlage mit der gleichen Fächerzahl. Bei diesen Preisen ergeben sich dann Anschaffungskosten je Fach, also für jeden Käufer eines solchen Faches, von 150,— DM bei der Anlage mit 240 Fächern; bis zu 600,— DM bei der Schrankanlage, oder wenn man mit den üblichen Abschreibungs-, Verzinsungs- und Instandhaltungssätzen rechnet, monatliche Kosten in Höhe von 2,20 bis 8,80 DM.

Zu diesen Kosten kommen dann noch die Betriebskosten hinzu. Die Maschinen haben, wie aus Abb. 15 zu ersehen ist, einen Stromverbrauch von 0,5 bis 5,6 kWh und einen Wasserverbrauch von 0,15 bis 1,0 m^3/h, so daß bei einer durchschnittlichen täglichen Laufzeit von 16 Stunden und mit Preisen von 12 Pf für eine kWh und 12 Pf für 1 m^3 Wasser, mit denen man wohl heute im Mittel rechnen kann, monatliche Betriebskosten von 87,50 bis 378,— DM entstehen. Auf das einzelne Fach umgerechnet ergibt sich damit eine Ausgabe für die Betriebskosten von 1,20 bis 2,70 DM/Monat, so daß sich unter Berücksichtigung der Kostensätze aus der Anschaffung ein Mietpreis von 3,80 DM für die Anlage mit 240 Fächern bis zu 10,— DM für die Schrankanlage mit 32 Fächern ergibt. Diese Preise sind nur Richtwerte. Ich glaube aber, daß aus ihnen doch recht deutlich zu ersehen ist, wie vorteilhaft die Errichtung einer größeren Gemeinschaftsanlage in wirtschaftlicher Hinsicht sein kann. Besonders im Vergleich mit der Gefrierkonservierung im einzelnen Haushalt ist das Gefrieren in größeren Gemeinschaftsanlagen wirtschaftlicher, kostet eine Gefriertruhe mit 200 l Inhalt doch heute etwa 2000,— bis 2500,— DM.

4. Ausblick

Auf Abb. 16 ist der Grundriß einer ländlichen Konservierungsanlage dargestellt, wie sie in Amerika oft anzutreffen sind. Der Schließfächer enthaltende Gefrierlagerraum ist, wie der auf Abb. 12 dargestellte, wiederum gegen Kälteverluste stark isoliert; das Schnellgefrierabteil liegt bei dieser Anlage allerdings im Zentrum des Raumes hinter dem Eingang. Zu beachten ist aber, daß der Schließfachraum hier nur etwa 1/3 der gesamten Anlage einnimmt. Wie in den meisten ländlichen Gemeinschaftskonservierungsanlagen in Amerika werden auch in dieser die Lebensmittel nicht nur gefroren, sondern auch auf andere Weise konserviert und für die ver-

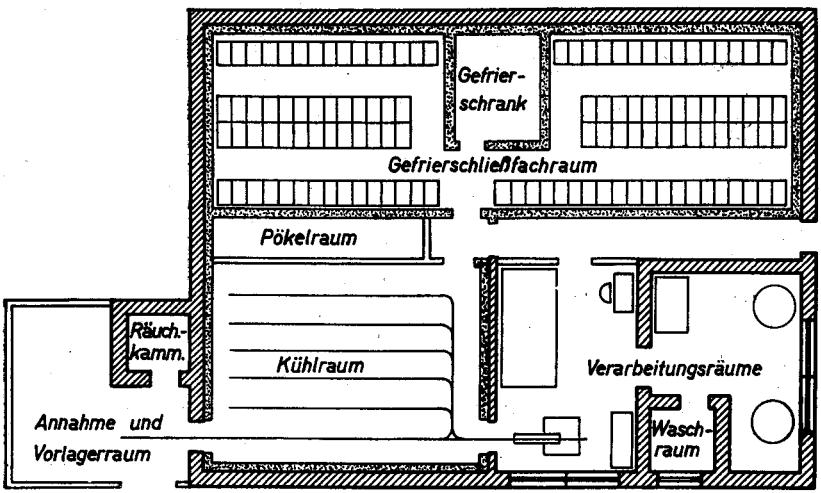

Abb. 16: Grundriß einer typischen amerikanischen Gemeinschaftsanlage zur Konservierung von Lebensmitteln nach W. E. Guest.

schiedenen Konservierungsarten zugerichtet und vorbehandelt. Fleisch z. B. kommt frisch geschlachtet in die Anlage und wird hier im Reifungsraum bei einer Temperatur von 2 bis 3° C abgehängt und anschließend im Verarbeitungsraum zerlegt. Weiterhin kann es dann auf die verschiedensten Arten konserviert werden. Man kann es verpacken und gefrieren; es kann aber auch gepökelt, geräuchert und in einzelnen Anlagen außerdem im Autoklaven sterilisiert werden.

Ich kann mir vorstellen, daß, ähnlich wie auf Abb. 16 dargestellt, künftig auch in deutschen Dorfgemeinschaftshäusern neben der Gefrieranlage ein entsprechend großer Vorkühlraum nicht nur für die Reifung von Fleisch, sondern auch für die Frischhaltung von Lebensmitteln, wie Fleisch, Obst und Eier zur Verfügung steht und daß in ihnen außer dem Autoklaven eine gemeinsame Pökel- und Räucheranlage untergebracht sein wird, so daß die Landfrau im Gemeinschaftshaus ihre ganze Konservierungsarbeit unter Zuhilfenahme neuzeitlicher technischer Einrichtungen vornehmen kann.