Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 115 (1973)

Heft: 7

Artikel: Ursachen von Qualitätseinbussen bei tiefgefrorenen Fertiggerichten

Autor: Grossklaus, D.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-592192

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 08.01.2026

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

Schweizer Archiv für Tierheilkunde

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizerischer Tierärzte

Band 115 . Heft 7 . Juli 1973

Schweiz. Arch. Tierheilk. *115:* 281–300; 1973

1/1822

Aus dem Institut für Veterinärmedizin (Robert-von-Ostertag-Institut) des Bundesgesundheitsamtes in Berlin-Dahlem (Leiter: Prof. Dr. D. Grossklaus)

Ursachen von Qualitätseinbußen bei tiefgefrorenen Fertiggerichten[1]

von D. Grossklaus[2]

I.

In den zurückliegenden Jahren ist der Pro-Kopf-Verbrauch an tiefgefrorenen Lebensmitteln in den hochindustrialisierten Ländern weiter gestiegen. Aus Tab. 1 wurde er für zehn Länder und das Jahr 1971 zusammengestellt, um eine Vergleichsmöglichkeit zu erhalten. Ohne Geflügel und Eiscreme liegt

Tabelle 1: Pro-Kopf-Verbrauch —Tabellen 1971

Land	Verbrauch von TKK (ohne Geflügel und Eiskrem) – in kg –	Verbrauch von TKK (einschl. Geflügel) – in kg –
BRD	3,56	10,6
Frankreich	2,16	2,20
Italien	0,70	0,75
Dänemark	8,0	11,5
Finnland	3,9	4,85
Großbritannien	7,5 (?)	15,0 (?)
Norwegen	7,4	8,0
Österreich	2,7	4,7
Schweden	12,6	15,9
Schweiz	5,32	10,94
USA (1970) :	ca. 33 kg	ca. 39 kg

Quelle: Deutsches Tiefkühlinstitut

er demzufolge in der BRD bei 3,56 kg, in der Schweiz sogar bei 5,32 kg (Tab. 1). In welchem Maße dabei die einzelnen Produktgruppen beteiligt sind, mögen für diese beiden Länder die Tab. 2 und 3 belegen. Bei den Fertiggerichten hat sich – zumindest was die Entwicklung in der BRD anbelangt – in den letzten Jahren nur ein Aufwärtstrend in der Gemeinschaftsverpflegung abgezeichnet,

[1] Vortrag im Rahmen der Jahresversammlung und Vortragstagung der Schweiz. Tierärztl. Vereinigung für Fleischhygiene am 7. Dezember 1972 in Bischofszell.

[2] Adresse: Prof. Dr. D. Grossklaus, Institut für Veterinärmedizin des Bundesgesundheitsamtes, 1 Berlin 33, Postfach.

während hiervon der private Haushalt nicht oder in nur geringem Umfang profitierte. Die Gründe hierfür sind im wesentlichen

1. eine noch nicht optimale Gefrierkette vom Hersteller über den Handel bis in den Haushalt des Konsumenten,
2. eine noch nicht ausreichende Aufklärung der Bevölkerung über die Vorteile einer solchen Verpflegungsform,
3. eine noch nicht völlig überwundene Voreingenommenheit gegenüber Gefriererzeugnissen und
4. ein noch immer zu hoher Preis derartiger Erzeugnisse.

Tabelle 2:

Verbrauch an Tiefkühlkost (einschl. Großverbraucher) in der BRD

Produktgruppe	Absatz 1971 in t	Veränderungen 70/71 in %	Pro-Kopf-Verbrauch in g	Anteil der Warengruppen in %
Gemüse	87.430	2,9	1.419	39,9
Obst und Fruchtsäfte	4.565	13,4	74	2,1
Fischerzeugnisse	45.270	./. 9,3	735	20,7
Fleisch u. Fleischprodukte	20.995	3,8	341	9,6
Kartoffel und Kartoffelprodukte	36.110	40,3	586	16,5
Milcherzeugnisse	4.125 1)	./. 21,4	67	1,9
Backwaren	3.937	11,8	64	1,8
Fertiggerichte	16.515	./. 2,2	268	7,5
Sonstiges	50	–	–	–
Total	218.997	4,0	3.555	100,0

Quelle: Deutsches Tiefkühlinstitut

Sicher dürfte sein, daß sich die Vorbehalte im Haushalt in Zukunft weiter abbauen lassen. Im Gegensatz zum Haushalt entwickelte sich die Nachfrage nach tiefgefrorenen Fertiggerichten im Rahmen der Gemeinschaftsverpflegung, wie z.B. in Krankenhäusern, Betrieben, Schulen, Heimen und ähnlichen Einrichtungen, um so stürmischer. So verfügt u.a. das neuerbaute Großklinikum in Berlin-Steglitz über ein derartiges Verpflegungssystem, und auch die Berliner Verwaltung stellt inzwischen alle ihr unterstehenden Einrichtungen mit Gemeinschaftsverpflegung auf diese Verpflegungsform um. Welche Vorteile sind damit verbunden? Sie liegen im wesentlichen

a) im *ökonomischen*,
b) im *ernährungsphysiologischen* und
c) im *hygienischen* Bereich.

Betriebswirtschaftliche Vorteile besonderer Art bietet die Bevorratung mit und der Einsatz von diversen tiefgefrorenen Fertiggerichten in der Gemeinschaftsverpflegung und im Haushalt. Vielfach ist unbekannt, daß tiefgefrorene Fertiggerichte serviert werden: im Flugzeug, in der Bahn, in einigen Restaurationsbetrieben. Hein (1969) wies darauf hin, daß sich z.B. die Investitions-

kosten bei der Einrichtung einer betriebseigenen Küche auf etwa 1000 DM je Essenteilnehmer belaufen und eine lediglich auf tiefgefrorene Fertiggerichte abgestellte «Auftauküche» dafür nur etwa 150 DM benötigt. Diese moderne Verpflegungsform leitete ein völlig neues Kapitel in der Ernährungsgeschichte ein. Sie wurde begünstigt durch die schnell fortschreitende Industrialisierung, die gleichzeitig gestiegenen Ansprüche an die Qualität der Ernährung und die durch Personalknappheit bedingten Schwierigkeiten in den Küchen von Kantinen und Haushalten. Diese Gründe zwingen zu Rationalisierungsmaßnahmen auch in diesen Arbeitsbereichen. Die heute erwarteten Sozialleistungen schlie-

Tabelle 3:

Verbrauch an Tiefkühlkost (einschl. Großverbraucher) in der Schweiz

Produktgruppe	Absatz 1971 in t	Veränderungen 70/71 in %	Pro-Kopf-Verbrauch in g	Anteil der Warengruppe in %
Gemüse	8.341	14,5	1.330	25,0
Früchte	837	14,8	133	2,5
Obstsäfte	687	1,0	110	2,1
Fischerzeugnisse	10.204	9,2	1.627	30,6
Fleischprodukte	1.581	31,6	252	4,7
Kartoffelprodukte	4.513	65,0	720	13,5
Bäckereiprodukte	1.552	65,5	247	4,7
Fertiggerichte	994	59,0	158	2,9
Spezialitäten u. Sonstiges	1.817	16,7	290	5,5
Wild	2.851	./. 2,3	455	8,5
Total	33.377	19,2	5.322	100,0

Quelle: Deutsches Tiefkühlinstitut

ßen zudem die Forderung des Berufstätigen nach täglicher Einnahme einer warmen Mahlzeit mit ein. All diesen Entwicklungen kommt eine Verpflegung mit tiefgefrorenen Fertiggerichten optimal entgegen. Sie ermöglicht es außerdem, der Gemeinschaftsverpflegung den Nimbus einer uniformen Massenabfertigung durch die Bereitstellung mehrerer und auch mengenmäßig ausreichender Gerichte (komplettes Menü 600–750 g, Teilgericht 150–250 g) zur Auswahl zu nehmen, und wirkt damit auch im soziologischen Bereich dem Gefühl der Gleichschaltung entgegen. Hinzu kommt die Möglichkeit, jederzeit auch Schon- und Diätkost zu reichen. Für die Krankenhausverpflegung bieten sich zusätzliche Vorteile: sie läßt sich stärker als bisher in den Therapieplan integrieren. Für die Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung gilt jedoch, daß ihre größere Wirtschaftlichkeit infolge einer Umstellung auf tiefgefrorene Fertiggerichte im allgemeinen nur dann gewährleistet ist, wenn auf eine eigene Produktionsstätte verzichtet wird. Die Herstellung solcher Erzeugnisse sollte also sowohl aus Gründen notwendiger hoher Investitionen als auch der größeren Erfahrungen wegen Spezialbetrieben überlassen bleiben, die heute zum Teil schon mehr als 35 000 Gerichte täglich produzieren.

Auch die *ernährungsphysiologischen* Vorteile tiefgefrorener Lebensmittel insgesamt sind unbestritten. Hierüber findet sich eine Fülle von Literaturangaben. Auf das Fleisch bezogen, bestehen sie in erster Linie darin, daß die Kälte in die meisten durch Mikroorganismen und Enzyme verursachten Stoffwechselvorgänge eingreift und diese reversibel oder irreversibel aufheben oder zumindest ihren Ablauf stark verlangsamen kann. Hierauf beruht im wesentlichen der Konservierungseffekt. Nun gibt es bekanntlich bestimmte psychrophile Mikroorganismen, die ihre Lebensvorgänge erst bei Temperaturen unter –10° C vollständig einstellen. Hierzu zählen die sehr kälteresistenten Hefen und Schimmelpilze. Auch einige Enzyme können bei sehr niedrigen Temperaturen noch aktiv sein. Diese Tatsachen trugen mit dazu bei, daß die Wissenschaft bestimmte Temperaturbereiche für das Einfrieren und die Gefrierlagerung empfahl, Temperaturen also, bei denen ein Optimum an Konservierungsfähigkeit und Ausnutzungsmöglichkeit einer hohen biologischen Wertigkeit garantiert erschien. Daß trotzdem die Lagerzeit besonders von tiefgefrorenem Fleisch limitiert ist, liegt an jenen Enzymen, die offenbar ihre Aktivität in besonderem Maße bei sehr niedrigen Temperaturen (um –15° C und darunter) in Gegenwart hoher Salzkonzentrationen entfalten, wie sie unter bestimmten Voraussetzungen beim Gefrieren entstehen können. Hierzu zählen z.B. die Enzyme Peroxydase, Katalase und Lipase. Verfärbungen des Gefriergutes sowie Geruchs- und Geschmacksveränderungen bei fettem Fleisch und damit ein beträchtlicher Qualitätsabfall können die Folge sein (Kühnau, 1964; Fricker, 1969, u.a.). Demgegenüber stehen jene bei niedrigen Temperaturen aktivierten und ernährungsphysiologisch positiven Enzymwirkungen, die zur Erhöhung der Verdaulichkeit beitragen. Letztere kommt durch die von Proteasen und Peptidasen vorgenommene Denaturierung des Eiweißes in leichter aufschließbare Verbindungen zustande. Ein weiterer Vorteil dieser Enzymaktivitäten bei Gefriertemperaturen liegt in der Bildung bestimmter Aromastoffe (z.B. Glutaminsäure), die bei einwandfrei behandeltem tiefgefrorenem Fleisch das volle Aroma liefern. Auch die Stabilisierung zahlreicher Vitamine im Gefriergut ist ernährungsphysiologisch von besonderer Bedeutung. Während der Vitamin-C-Gehalt in tiefgefrostetem Gemüse als Indikator für die biologische Wertigkeit herangezogen wird, da sein Abbau auf das Ausmaß oxydativer Vorgänge Rückschlüsse erlaubt, ist im vitaminärmeren Fleisch u.a. die weitgehende Erhaltung von Vitaminen des B-Komplexes durch den Gefrierprozeß begrüßenswert.

Die Fortschritte in der *Hygiene* liegen auch bei den tiefgefrorenen Fertiggerichten auf der Hand. In besonderem Maße wirkt sich hier jede unhygienische Behandlung nachteilig auf die Qualität derartiger Erzeugnisse aus. Bakteriologische Untersuchungen von tiefgefrorenen Fertiggerichten halfen zunächst, Prädilektionsstellen im Herstellungsgang für eine Kontamination zu erkennen (Grossklaus, 1966, 1968). Außerdem konnten damit der Einfluß der einzelnen Herstellungsphasen auf den Keimgehalt und der bakteriologische Status von auf dem Markt befindlichen Erzeugnissen ermittelt werden (Levetzow,

Baumgarten und Grossklaus, 1969). Die ermittelte Gesamtkeimzahl und die Art der isolierten Keimflora berechtigten zu dem Schluß, daß es sich – von wenigen Ausnahmen abgesehen – auch in hygienischer Hinsicht um qualitativ hochwertige Erzeugnisse handelt. Hinzu kommt, daß spezifische Infektionserreger, z.B. Salmonellen, bisher in keinem Fall ermittelt werden konnten. Zu ähnlichen bakteriologischen Befunden gelangten in den letzten Jahren Adam (1967), Wagner und Borneff (1967), Knothe (1972), Mohs (1972) u.a. Ein wesentlicher Fortschritt in der Hygiene stellt das auf tiefgefrorene Fertiggerichte umgestellte Verpflegungssystem für die Gemeinschaftsverpflegung dar. Der Thermophor als Ursache zahlreicher Lebensmittelvergiftungen der Vergangenheit und andere hygienisch suspekte Stellen in den konventionell arbeitenden Küchen und Verteilersystemen sind damit ausgeschaltet.

II.

Die genannten Vorteile einer Kost, die sich auf tiefgefrorene Fertiggerichte stützt, gehen dann verloren, wenn sich Mängel bei der *Herstellung* solcher Erzeugnisse, an ihrer *Verpackung*, der *Lagerung*, dem *Transport* und der *Zubereitung* einstellen. Im folgenden soll im einzelnen hierauf eingegangen werden:

A. Herstellung

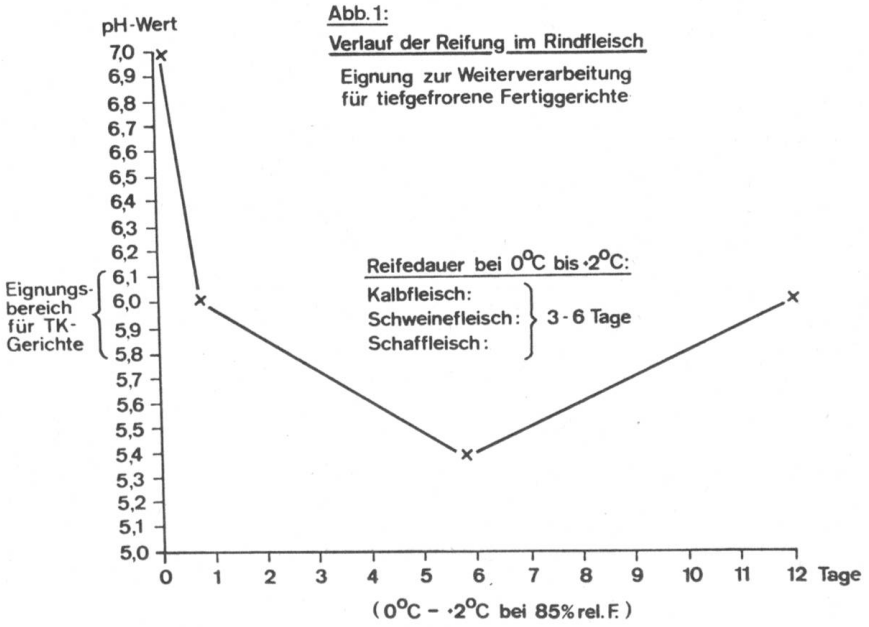
An die Herstellung tiefgefrorener Fertiggerichte müssen besonders hohe Anforderungen gestellt werden. An Mängeln wurden u.a. beobachtet:

1. Verwendung von unreifem Fleisch,
2. längeres Stehenlassen der heißen Menüteile vor dem Abfüllen,
3. mangelhafte Auswahl des Rohmaterials,
4. fehlerhafte Saucenherstellung und fehlerhafte Würzung.

1. Verwendung von unreifem Fleisch

Als wichtigste Forderung gilt zunächst die, daß nur *ausgereiftes Fleisch* möglichst junger Schlachttiere verwendet wird. Die Forderung, die wir noch 1966 (Grossklaus, 1966, 1968) zusätzlich erhoben haben, nur Fleisch von ausgeruhten Schlachttieren zu verwenden und für eine besonders optimale Ausschlachtungshygiene zu sorgen, ist zwar berechtigt, heute jedoch nicht immer kontrollier- und erfüllbar. Wohl nirgendwo wirkt sich die Verarbeitung unreifen Fleisches nachteiliger als bei der Tieffrostung aus, denn das zu tiefgefrorenen Erzeugnissen verarbeitete Fleisch erhält vor dem Verzehr keine Möglichkeit zur Nachreife. Während der Lagerung bei Temperaturen unter 0° C sistieren bekanntlich die für die Reifung erforderlichen komplexen Enzymaktivitäten und dadurch die den pH-Wert senkende Milchsäurebildung. Die Folge ist, daß solches Fleisch im Fertigprodukt zäh bleibt und fade schmeckt. Hier ist festzustellen, daß sich die Hersteller anscheinend nicht immer über die mit der Verarbeitung unreifen Fleisches verbundene Qualitätseinbuße im klaren

sind. Bei den Qualitätsprüfungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, die für die Abteilung Tiefgefrierkost auf Fleischbasis jährlich in Bamberg durchgeführt werden, war dieser Mangel wiederholt festzustellen. Auch die von uns laufend durchgeführten Prüfungen von im Verkehr befindlichen Fertiggerichten weisen diesen Fehler nach. Dabei hat heute jeder Hersteller die Möglichkeit, mittels eines pH-Wert-Meßgerätes den Reifegrad des Fleisches an Ort und Stelle zu prüfen. Am besten eignet sich Fleisch, das einen pH-Wert von mindestens 5,8 und höchstens 6,1 aufweist, wie aus der folgenden Abb. 1 ersichtlich ist. Zu berücksichtigen ist, daß die Zartheit des Fleisches durch den



Gefrierprozeß und besonders durch die Lagerung bei niedrigen Temperaturen günstig beeinflußt wird. Beim Rind- und Kalbfleisch können daher nach Burke (1964) u.a. bis zu 30 % geringere Garzeiten veranschlagt werden, sie werden dann von der Gefrierlagerung (20 %) und durch das Auftauen (10 %) nachgeholt. Werden die Vorkochzeiten nicht exakt eingehalten, schmeckt das spätere Fertigerzeugnis wie «aufgewärmt». Während der Gefrierlagerung kommt es zu einer teilweisen Denaturierung des Muskeleiweißes; sie ist am Rückgang der Löslichkeit des Myosins in Salzlösungen erkennbar. Dadurch vermindert sich zwangsläufig das Wasserbindungsvermögen des Eiweißes, was zu einem größeren Saftverlust und damit zur Beeinträchtigung der Konsistenz führen kann. Häufig ist dies der Grund dafür, wenn bei längerer Lagerdauer und ungünstigen Temperaturen Fleischteile trocken, faserig und strohig geworden sind. Die Kenntnis von der Abhängigkeit der Proteindenaturierung, des Wasserbindungsvermögens und der Konsistenz von Lagerdauer und Lagertemperatur haben mit zu den Empfehlungen über die günstigste Lagerung und Haltbarkeitsdauer beigetragen.

Völlig unzulässig ist es, aus ökonomischen Gründen zugeschnittene *Fleischteile* in frischem Zustand einzufrieren, dann erst zuzubereiten und *erneut* zum Fertigerzeugnis zu *frosten*. Dies gilt auch für die *Verarbeitung* von *Gefrierfleisch* zu tiefgefrorenen Fertiggerichten. Abgesehen von den günstigen Wachstumsvoraussetzungen, die die Mikroorganismen im aufgetauten Fleisch finden – so verbietet die deutsche HackfleischVO aus hygienischen Gründen, Gefrierfleisch zur Herstellung von tiefgefrorenem Hackfleisch zu verwenden –, führt dies zu einer nachteiligen Konsistenzveränderung in erster Linie durch einen größeren Saftverlust. Dieser wiederum ist die Folge einer veränderten Permeabilität und Saftverteilung in und zwischen den Zellen. Wird z.B. Fleisch im pH-Bereich von 5,0–5,5 (isoelektr. Punkt) eingefroren, ist die Tropfsaftbildung («Tau-Rigor») besonders hoch, sie ist am niedrigsten bei der Vollreife (um pH 6,0). Mit dem Saftverlust sinkt gleichzeitig die biologische Wertigkeit, und schließlich gehen dadurch wertvolle Aromastoffe (z.B. Glutaminsäure) verloren. In diesem Zusammenhang spielt auch die *Gefriergeschwindigkeit* eine Rolle. Nach den Richtlinien der VDI-Fachgruppe Lebensmitteltechnik werden unterschieden:

a) das sehr langsame Gefrieren von einer mittleren Gefriergeschwindigkeit unter 0,1 cm/h,
b) das langsame Gefrieren mit 0,1–0,5 cm/h,
c) das Schnellgefrieren mit 0,5–5 cm/h,
d) das sehr schnelle Gefrieren mit einer mittleren Gefriergeschwindigkeit von über 5 cm/h und
e) das ultraschnelle Gefrieren in flüssigen Gasen bei tiefer Siedetemperatur.

Wichtig ist, daß das Fleisch der Schlachttiere, auch das bereits zubereitete, mit einer mittleren Gefriergeschwindigkeit gefrostet wird, die nicht unter 0,2 cm/h liegt. Liegt sie darunter, kommt es zu irreversiblen physikalischen Veränderungen im Gewebe, die sich vornehmlich durch die Bildung spitzer Eiskristalle bis zu einer Größe von 150 μm auszeichnen. Diese befinden sich in den interzellulären Räumen; sie deformieren und zerstören schließlich die Zellwände, es kommt beim Auftauen zu größerem Saftverlust. Diese Gefahren sind vor allem beim Obst und Gemüse gegeben. In Kenntnis dieser Vorgänge bedienen sich die Hersteller heute allgemein einer schnellen Gefriergeschwindigkeit, die zwischen 0,5 und 5 cm/h liegt. Zu beachten ist, daß sich unreifes Fleisch, besonders das im Stadium des Rigor mortis, auch deshalb zum Einfrieren nicht eignet, weil es in besonderem Maße dazu neigt, eben diese großen, die Zellmembran zerstörenden Eiskristalle interzellulär zu bilden. Dies ist wiederum die Folge der Verfügbarkeit größerer, zwischen den Zellen liegender Saftmengen, die sich aus der Schrumpfung der Fibrillen und ihrer dadurch herabgesetzten Fähigkeit ergeben, Wasser in ausreichendem Maße zu adsorbieren. Dieser Vorgang geht mit einer gleichzeitigen Erweiterung der interfibrillären Kapillarräume einher. Da die wünschenswerte Gefriergeschwindigkeit für die zu frostenden Lebensmittel unterschiedlich anzusetzen ist, hat man in der

BRD 1970 die Leitsätze für tiefgefrorene Lebensmittel des Deutschen Lebensmittelbuches dahingehend geändert, daß auf die Angabe einer Gefriergeschwindigkeit – sie betrug 1 cm/h – verzichtet wurde. Damit wurde der Erkenntnis entsprochen, daß besonders hohe Gefriergeschwindigkeiten (zwischen 2 und 16 cm/h) zu einer Qualitätsverbesserung lediglich bei bestimmten Obst- (Erdbeeren) und Gemüsesorten (Bohnen, Tomaten) sowie Eiklar führen können. Bei Fleisch und Fisch kann es bei hohen Gefriergeschwindigkeiten über 1 cm/h unter bestimmten Voraussetzungen sogar zu Rißbildungen kommen.

2. Längeres Stehenlassen der heißen Menüteile vor dem Abfüllen

Dieser Mangel ist in erster Linie aus *hygienischen* Gründen bedenklich. Bereits Burke (1964) forderte 1963 aus mikrobiologischen Gründen, daß entweder ganz heiß oder kalt abgefüllt wird. Aus Konsistenzgründen stieß diese Forderung jedoch zuweilen auf Schwierigkeiten. Da die Erwärmungstemperaturen unmittelbar vor dem Verzehr keine Sterilisation darstellen, ist der Temperaturbereich zwischen 90°C des heißen und +5°C des schnell abgekühlten Gerichtes hygienisch von besonderem Interesse. Am besten ist, unmittelbar nach dem Kochen heiß abzufüllen und danach möglichst schnell tiefzufrosten, denn die höhere Viskosität pastöser Anteile beim kalten Abfüllen bietet erhebliche Schwierigkeiten. Die dadurch entstehende Qualität und Quantität der Mikroflora bleibt dann als Hygienestatus des Gerichtes bei sachgerechter Weiterbehandlung bestehen und kontrollierbar. Dieser Hygienestatus ist natürlich abhängig von der Anzahl und der Art der vorliegenden Keime, vor allen Dingen von der Anzahl vorhandener Sporenbildner und von nicht sporenbildenden, jedoch relativ thermoresistenten Arten wie Staphylokokken und Enterokokken. In Kenntnis dieser Sachlage ist in den letzten Jahren – wie unter I. bereits ausgeführt – von verschiedenen Autoren die bakteriologische Beschaffenheit tiefgefrorener Fertiggerichte bestimmt worden (Thatcher, 1963; Hobbs, 1964; Grossklaus, 1966; Abrahamson, 1966; Adam, 1967; Wagner und Borneff, 1967; Levetzow, Baumgarten und Grossklaus, 1969; Schmidt-Lorenz, 1970; Knothe, 1971, u.a.). Daraus abgeleitet wurde versucht, durch die Festsetzung mikrobiologischer Standards (siehe unten) Sicherheiten für die Herstellung solcher Gerichte einzubauen, die sich als besonderer Hygienevorteil bei der Gemeinschaftsverpflegung niederschlagen sollen.

Bakteriologische Untersuchung: Um über den mikrobiologischen Status feststellen zu können, ob die Fertiggerichte der technologisch erreichbaren Hygienenorm entsprechen, untersuchten wir seit 1966 tiefgefrorene Fertiggerichte verschiedener Hersteller auf ihre bakteriologische Beschaffenheit mit Hilfe einer standardisierten Untersuchungstechnik (Levetzow, Baumgarten und Grossklaus, 1969).

Zur bakteriologischen Untersuchung wurde dabei der gesamte Fleischanteil einschließlich Sauce und eventuell darin befindlicher Gemüsearten in einem Becherglas mit einem Rührstab mit Messervorsatz vorzerkleinert und gemischt. Nach Einwiegen von 10 g dieses Materials in 90 ml Pepton-Kochsalz-Lösung (0,85 % NaCl und 0,1 % Pepton)

und Homogenisieren mit dem Ultra-Turrax (60 Sekunden bei 20 000 Umdrehungen/Min.) erfolgte die Herstellung einer Verdünnungsreihe bis zur Stufe $1:10^6$. Von jeder Verdünnungsstufe wurde 0,1 ml auf die verschiedenen Nährböden ausgespatelt. Zur Feststellung von Clostridien wurden 3mal 1 ml der Verdünnungsstufe 1:10 untersucht. Zur Anreicherung auf Salmonellen wurden 50 g des vorzerkleinerten Materials in 450 ml Kaliumtetrathionatbouillon übertragen. Nach 24- und 48stündiger Bebrütung bei +37° C wurde auf Brillantgrün-Phenolrot- und Gassner-Agar ausgestrichen.

Zur Bestimmung der aeroben Gesamtkeimzahl sowie einiger besonderer Keimarten gelangten die folgenden Nährböden zur Anwendung:

1. Aerobe Gesamtkeimzahl = ISO-Medium (1964) modifiziert mit 1 % Glukose. Bebrütung: 48–72 Std. bei +30° C.
2. Aerobe Sporenbildner = Kalzium-Kasein-Pepton-Agar nach Schönberg und Kraus (1958). Bebrütung: 48–72 Std. bei +30° C.
3. Enterokokken = Barnes-Medium (1956). Bebrütung: 48 Std. bei +37° C.
4. Enterobacteriaceen = Violet-Red-Bile-Agar + 1 % Glukose (Mossel u. Mitarb., 1962). Bebrütung: 18–20 Std. bei +37° C.
5. Salmonellen = Kaliumtetrathionat-Anreicherung nach Müller-Kauffmann-Preuss (Fertignährboden von «Merck»). Bebrütung: 48 Std. bei +37° C.
6. Staphylokokken/Mikrokokken = Kran-Agar (Sinell und Baumgart, 1965). Bebrütung: 48 Std. bei +37° C und 24 Std. bei +20° C.
7. Schimmelpilze = Sabouraud-Agar nach Fisher und Arnold (siehe bei Hallmann). Bebrütung: 48–72 Std. bei +30° C.
8. Clostridien = SPS-Agar (Angelotti u. Mitarb., 1962). Bebrütung: 72 Std. bei +37° C.

Die von den entsprechenden Selektivnährmedien isolierten Staphylokokken, Streptokokken und Clostridien wurden einer näheren Differenzierung unterzogen.

Zur Zeit werden folgende mikrobiologischen *Standards* diskutiert (Abrahamson, 1958; Thatcher, 1962; Adam, 1967, u.a.):

Aerobe Gesamtkeimzahl:	weniger als	100 000/g
Enterobacteriaceen:	weniger als	100/g
E. coli:	bis zu	5/g
Koagulasepositive Staphylokokken:	keine pro Gramm	(Abrahamson)
	100/g	(Hobbs)
	weniger als 100/g	(Thatcher)
Salmonellen:	keine	

Wir fanden in Übereinstimmung mit Adam (1967) und Knothe (1971), daß die *aerobe Gesamtkeimzahl* in nahezu 90 % der untersuchten Gerichte unter 100 000/g lag, was allerdings allein noch nichts über die hygienische Unbedenklichkeit eines Lebensmittels aussagt. *Aerobe Sporenbildner* stellen – wie auch wir fanden – einen erheblichen Anteil in Fertiggerichten. Nahezu 90 % der untersuchten Proben wiesen aber Keimzahlen unter 10 000/g auf, womit ihre hygienische Bedeutung bei sachgerechter Herstellung relativ gering zu sein scheint.

Enterokokken fanden sich in etwa 30 % der untersuchten Proben und waren damit dreimal häufiger als *Enterobacteriaceen*, die nur in geringer Menge festgestellt wurden (unter 100/g).

Salmonellen wurden bisher noch niemals nachgewiesen. Zur Abtötung solcher Infektionserreger sind nach unseren Untersuchungen Erhitzungszeiten von mindestens 3 Minuten bei einer Kerntemperatur von 80° C erforderlich.

In 46 % der untersuchten Proben wurden Mikrokokken ermittelt, ihre Zahl lag unter 10 000/g. Von den isolierten 72 Stämmen erwiesen sich 40 als *Staphylokokken* und davon wieder sieben als plasmakoagulasepositiv. Drei erwiesen sich hiervon als Enterotoxinbildner (2× Typ A, 1× Typ C); da ihre Zahl unter 10 000/g lag, dürften Lebensmittelvergiftungen hiervon kaum ausgehen können.

Schimmelpilze und *Hefen* finden sich bei ordnungsgemäß hergestellten Gerichten nur selten, und dann nur in sehr geringer Menge. Auch *Clostridien* konnten nur vereinzelt ermittelt werden, die Zahlen lagen unter 100/g; von den neun Stämmen erwiesen sich zwei als Cl. perfringens.

Der Umstand, daß im übrigen durch den sich anschließenden Tiefgefrierprozeß und die Lagerung bei niedrigen Temperaturen zahlreiche Keime subletal geschädigt werden (Schmidt-Lorenz, 1970) und sich so den üblichen bakteriologischen Nachweisverfahren entziehen können, läßt eine Vorbebrütung oder Alterung der leicht verdünnten Lebensmittelsuspension zur Einleitung der Regeneration (Woodbine u. Mitarb.) zweckmäßig erscheinen, sofern der bakteriologische Status nicht unmittelbar nach dem Abfüllen vor der Frostung ermittelt wird. Es besteht nun kein Zweifel, daß sich die Quantität der festgestellten Keime ändert, wenn zwischen Erhitzen und Abfüllen der einzelnen Menübestandteile kritische Temperaturbereiche zwischen 30° und 50° C für mehrere Stunden entstanden sind.

Liegt der Gesamtkeimgehalt deutlich über 10^6 Keime/g, so können häufig schon sensorisch wahrnehmbare Veränderungen festgestellt werden (typischer unreiner und Altgeschmack). Bei sachgerechter Weiterbehandlung der Fertiggerichte nach dem Abfüllen in die Menüschalen oder Kochbeutel ist dann entweder hygienisch suspektes Ausgangsmaterial verwendet oder aber fahrlässig zwischen Koch- und Abfüllzeit vorgegangen worden. Bei kleineren Fabrikationsstätten ist dieser Mangel keine Seltenheit.

Nach den bisher durchgeführten bakteriologischen Untersuchungen läßt sich mit Elliot und Michener (1961) auch für Tiefgefriergerichte feststellen, daß ein niedriger Keimgehalt durchaus erreichbar ist, womit eine einwandfreie Qualität einhergeht und die Lagerfähigkeit verlängert werden kann. Zur Erreichung dieses Zieles können mikrobiologische Standards unter bestimmten Voraussetzungen als Richtwerte dienen.

3. Mangelhafte Auswahl des Rohmaterials

Auch für die Produktion tiefgefrorener Fertiggerichte gilt, daß aus einer mangelhaften Rohware kein geeignetes Endprodukt hergestellt werden kann. Dies trifft für alle Menübestandteile wie Fleisch, Gemüse und Beilagen gleichermaßen zu. Um Fehler in der Auswahl vermeiden zu können, bedarf es zunächst der Kenntnis über die *Gefriereignung* der Rohware. *Fleisch* eignet sich generell unter der Voraussetzung, daß es von jungen, gut genährten Schlachttieren stammt und die vorgesehenen Teilstücke ausgereift und nicht zu fett sind. Unter Nr. 1 (Herstellung) wurde bereits darauf verwiesen, daß die Tiere vor

dem Schlachten ausreichend ausgeruht sein sollten und die Schlachtung selbst hygienisch einwandfrei durchgeführt sein muß. Die zuerst genannte Forderung dürfte nur in wenigen Fällen, die zweite nicht immer erfüllt werden. Auf die dafür verantwortlich zu machenden Gründe, die dem Fleischhygieniker Sorgen bereiten und in erster Linie wirtschaftlich bedingt sind, kann hier nicht näher eingegangen werden. Bei unseren Prüfungen wurden folgende Mängel festgestellt:

Die Verarbeitung von gepökeltem Fleisch (Schinken, Kaßler, Rippchen) führt nach über dreimonatiger Lagerung zur Ranzigkeit des Fettes. Sie wird durch den Salzgehalt gefördert. Ähnlich ist es bei der Mitverarbeitung von geräuchertem Speck als Rouladenfüllung. Der Speck wird hier zusätzlich mürbe und schmierig. Durch das in die Umgebung diffundierende Salz wird außerdem das Rouladenfleisch unansehnlich. Auch die Mitverarbeitung von Speck bei der Schaschlikherstellung führt leicht zur Ranzigkeit des Erzeugnisses. Das gleiche trifft für alle fetten Schweinefleischteile und für Erzeugnisse aus Putenfleisch zu. Grundsätzlich eignen sich sog. «trockene», d.h. ohne Sauce hergestellte Fleischerzeugnisse für die Frostung weniger gut. Derartig hergestellte gekochte, geschmorte oder gebratene Fleischteilgerichte neigen dazu, trocken zu sein. Sie sind es schon oberflächlich, da die fehlende Sauce schnell zur Austrocknung des Fleisches führt. Durch Oxydation der Phospholipide und unter dem Einfluß von Hämverbindungen erweisen sich solche Erzeugnisse ohnehin als ausgesprochen unstabil (Tressler u. Mitarb., 1968, zit. nach Herrmann, 1970). Das Grillen scheint im übrigen dem Braten unterlegen zu sein, eine Beobachtung, die auch Zacharias (1959) getroffen hat, denn gegrillte Fleischerzeugnisse sind häufig zu trocken und ohne Aroma, sie schmecken flach. Sauerbraten muß in jedem Fall vorher mehrere Tage in einem Sud aus Essig und Gewürzen gelegen haben. Ist allein die Sauce angesäuert, führt die Gefrierlagerung nicht etwa zu einer nachträglichen Säuerung des Fleisches; vielmehr entzieht sie dem Fleisch sämtliche Aromastoffe. Schweinefleisch schmeckt in Tieffrosterzeugnissen häufig alt und teilweise stark nach Stall. Hier ist zu berücksichtigen, daß die Frostung solche Einflüsse potenziert. Unausgeruhte, ältere und möglicherweise mit Fischmehl gemästete Schweine eignen sich daher zur Verarbeitung zu Tieffrosterzeugnissen nicht.

Bei *Gemüse* und *Obst* spielt die Auswahl geeigneter Rohware die gleiche wichtige Rolle. Auch hier sind das Reifestadium und die Eignung zur Frostung von Bedeutung. Aus diesem Grunde hat man sich in den letzten Jahren der Züchtung besonderer gefriergeeigneter Sorten gewidmet, um das Angebot zu vergrößern. Entscheidend ist hier, daß die Zeitspanne zwischen Ernte und Verarbeitung möglichst kurz gehalten wird, da sonst die stürmisch verlaufenden biochemischen Veränderungen zur biologischen und organoleptischen Wertminderung führen. Zu harte, von der Sorte her aber geeignete Erbsen im Fertigerzeugnis weisen im allgemeinen darauf hin, daß überreife Ware verarbeitet worden ist. Dies ist über den Stärkegehalt feststellbar. Ungenügendes Blanchieren führt häufig zu enzymatisch bedingten Braunverfärbungen beim Kohl-

gemüse, und holziger Spargel ist sortenbedingt oder überreif. Wurde er über 5 Minuten in siedendem Wasser blanchiert, verliert er zusätzlich seine Turgeszenz. Glasige und aromalose, wenig mehlige Salzkartoffeln sind die Folge einer falschen Sortenwahl. In solchen Fällen enthalten sie zu große Mengen reduzierenden Zuckers und zu geringe Mengen Stärke, was Einfluß auf Farbe und Konsistenz hat. Zu tiefgefrorenen Salzkartoffeln eignen sich nur wenige Sorten, anders liegen die Verhältnisse für die Herstellung von Kartoffelerzeugnissen wie Pommes frites, Kroketten und Kartoffelbrei.

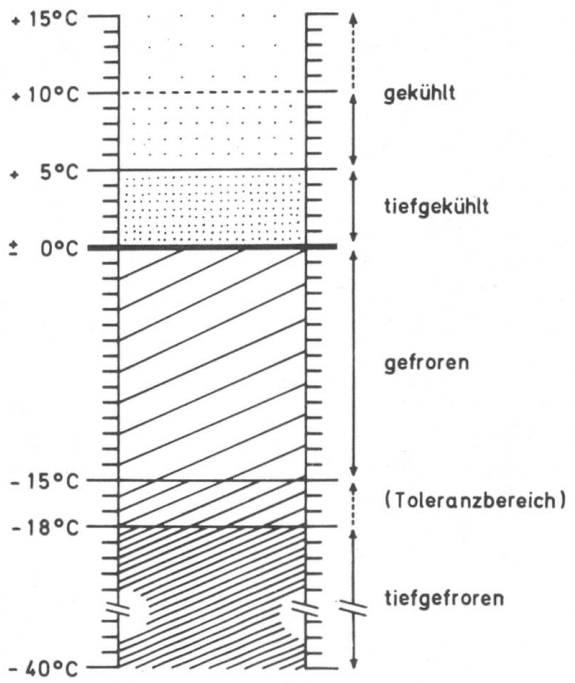
Abb. 2: Gefriertruhe über die Stapelgrenze gefüllt

4. Fehlerhafte Saucenherstellung und Würzung

Bei den tischfertigen Gefriergerichten erfordert die Saucenherstellung besondere Sorgfalt. Der von der Konservenherstellung bekannte brenzlige Geschmack als Folge einer Überhitzung ist dann im gefrorenen Fertigerzeugnis verstärkt feststellbar. Ähnlich deutlich wahrnehmbar sind nicht einwandfreie Fette, dasselbe gilt für nicht einwandfreie Bindemittel (Weizen- oder Reismehl). Gut geeignet sind nach Herrmann (1970) aufgeschlossene Stärken (z.B. Reisstärke) mit einem Amylopektingehalt um 99 %. Häufig trifft man zu dicke Saucen an, was auf eine zu üppige Verwendung des Bindemittels hinweist, oder aber die Sauce setzt wegen mangelhafter Homogenität oder wegen eines zu hohen Fettgehaltes irreversibel ab. Konsistenzmängel, Klumpenbildung und Entmischung zählen zu den häufigsten Mängeln. In vielen Fällen sind es Fehler beim Homogenisieren, die durch den Gefrier- und Auftauprozeß verstärkt hervortreten. Derartige Entmischungen kommen durch die beim Gefrieren entstehende Volumenausdehnung der wäßrigen Phase, durch Deformation der

emulgierten Fettkügelchen und durch Verlust der stabilisierenden Wirkung des Emulgators zustande, wie Schulze und Anter (1968) näher untersucht haben. Die Qualität der Sauce hängt jedoch auch von der dem Gericht angepaßten, abgerundeten Würzung ab. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß manche Gewürze im Verlaufe der Lagerzeit bei tiefen Temperaturen an Würzkraft zunehmen und demzufolge unterdosiert werden müssen. Hierzu zählen u.a. Dill, Thymian, Zwiebel, Kümmel. Andere Gewürze müssen überdosiert werden, weil ihre Würzkraft während der Lagerung abnimmt, wie z.B. Majoran,

Abb. 3:
Die beim Kühlen und Gefrieren verwendeten Temperaturbereiche



Muskat, Paprika und Pfeffer. Schwierigkeiten bereitet die Verarbeitung von Wein, der durch den Gefrierprozeß unvorhergesehene Geschmacksveränderungen eingeht und meistens bitter schmeckt.

B. Verpackung

Die häufigsten Verpackungsfehler ergeben sich durch Beschädigung des Behältnisses. Im wesentlichen handelt es sich bei den tiefgefrorenen Fertiggerichten um ein- oder mehrteilige Aluminiumschalen oder aber um Kochbeutel aus Kunststoffolie (Polyäthylen- oder Verbundfolien, 0,2–0,6 mm stark),

die zusammengesetzt wie im Baukastensystem ein Menü ergeben. Die Kochbeutel sind zuweilen zu dünn und mechanischen Belastungen nicht gewachsen. Entscheidend ist, daß solche Folien form- und belastungsbeständig, ausreichend temperaturunempfindlich in Bereichen zwischen –50° C und +140° C, außerdem gas- und wasserdampfdicht, geruchs- und geschmacksneutral und in gesundheitlicher Hinsicht unbedenklich sind. Die Folge defekter oder ungeeigneter Behältnisse sind Eisbildung, Austrocknung bis zum echten Gefrierbrand, Verfärbungen und Fettveränderungen durch Oxydation. Bedauerlich ist, daß manche Hersteller immer noch dazu neigen, an der Verpackung zu sparen. Wenn z.B. eine zu starke Beutelbeanspruchung durch in Rouladen oder Schaschlik befindliche Holzspieße erfolgt, dann sollte man entweder auf die Holzspieße verzichten oder belastungsfähiges Folienmaterial verwenden. Zur Verhinderung von Oxydationsprozessen ist es wünschenswert, nur dem Inhalt anliegende Behältnisse ohne zu großen Leerraum einzusetzen oder aber das Behältnis zu evakuieren.

C. Lagerung

Das bei Temperaturen zwischen –30° und –40° C schockgefrostete Fertiggericht wird nun bei Temperaturen unter –20° C gelagert. Dabei findet die Lagerung entweder beim Hersteller bzw. Zwischenhändler oder im Einzelhandel statt. Während Hersteller und Großhändler meistens für eine sachgerechte Lagerung sorgen können, treten beim Einzelhandel noch Mängel auf, die die Folge von zum Teil erheblichen Temperaturschwankungen sind.

Seinerzeit war die Lagertemperatur auf –18° C festgesetzt worden. In diesem Bereich war zu erwarten, daß mikrobiologische Vorgänge sistieren und sich enzymatisch in Grenzen halten. Diese Temperaturforderung fand auch Eingang in die deutschen Leitsätze für tiefgefrorene Lebensmittel. Wir fanden bei unseren Untersuchungen in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit folgende Mängel:

1. Schneebildung in den Packungen als Hinweis für erhebliche Temperaturschwankungen,
2. im Gefolge zu 1. mikrobiologische, chemische, ernährungsphysiologische und organoleptische Veränderungen,
3. defekte Verpackungen, dadurch Austrocknungen und Gefrierbrand,
4. Überlagerungen mit einhergehenden Konsistenz- und Farbveränderungen.

1. Schneebildung

Sie weist meistens auf erhebliche Schwankungen im Temperaturbereich hin und entsteht häufig durch defekte oder nicht leistungsfähige Tiefkühltruhen, durch schlechte Wartung der Geräte oder durch Überstapelung in den Truhen, wie sie die Abb. 2 zeigt. Gefördert wird die Schneebildung zusätzlich durch zu große Leerräume in den Packungen. In solchen Fällen muß zwangsläufig mit irreversiblen Qualitätseinbußen gerechnet werden. Es sind dies

2. Mikrobiologische, chemische, ernährungsphysiologische und organoleptische Veränderungen

In den Abb. 3 und 4 soll zunächst eine Orientierung über die Begriffe *Kühlen* und *Gefrieren* anhand einer Temperaturleiste erfolgen (Abb. 3) und dann das Keimverhalten im Kühl- und Frostbereich (Abb. 4) demonstriert

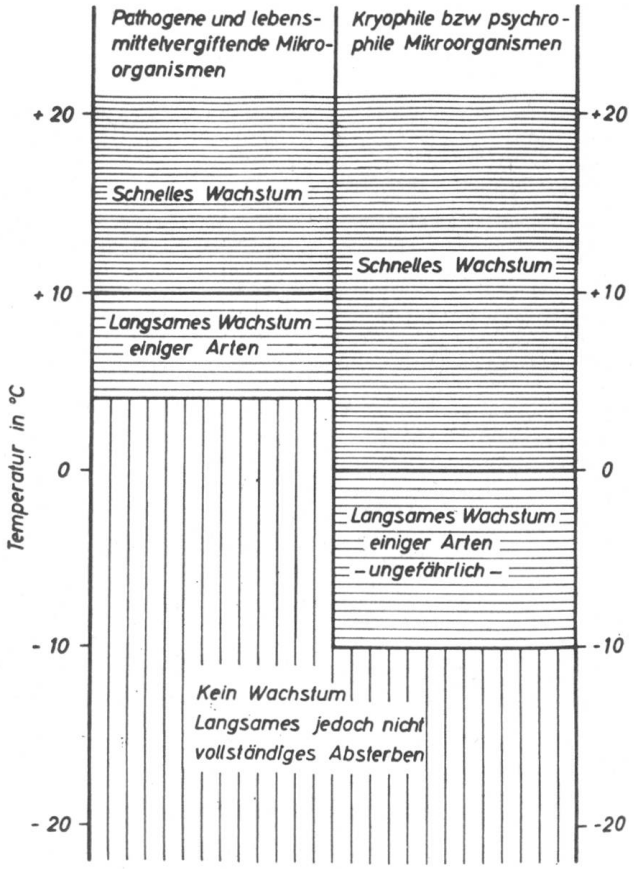


Abb. 4: Wachstumsgrenzen von Mikroorganismen bei sinkender Temperatur (nach GUTSCHMIDT 1964)

werden. Daraus ist ersichtlich, daß es bei Temperaturen über –10° C durchaus zu mikrobiologischen Lebensvorgängen und bei –20° C zu einer Umschichtung der vorhandenen Mikroflora führen kann. Von den psychrophilen Mikroorganismen sind vor allem die Schimmelpilze von Interesse, da sie Mycotoxine bilden können, von denen nach Leistner u. Mitarb. (1970) inzwischen über 60 von insgesamt 240 toxinogen wirkenden Arten festgestellt werden konnten. Durch Lagerfehler kommen auch bei tiefgefrorenen Fertiggerichten weiße Schimmelkolonien vor. Sie sitzen z. B. auf der Fleisch- und Gemüseoberfläche unter dem Deckel einer Aluschale und sind nach dem Erhitzen, mit dem Inhalt

vermischt, nicht mehr erkennbar. Einen solchen Fall zeigt die Abb. 5. Gelangt das Gefriergericht vorübergehend sogar in Bereiche um 0°C und darüber, setzt eine sehr rasche Vermehrung aller psychrophilen und psychrotoleranten Keime ein. Von diesen Keimen gehen dann zusätzlich Enzymaktivitäten aus. So wirken auf diese Weise gebildete Lipasen bei Temperaturen um –18°C weiter fettspaltend (Frank, 1969). Die bisherige Auffassung, daß die gramnegative Flora weitgehend inaktiviert wird und zahlenmäßig stark abnimmt, scheint an gewisse Voraussetzungen geknüpft zu sein, was Isolierungen von Salmonellen bei

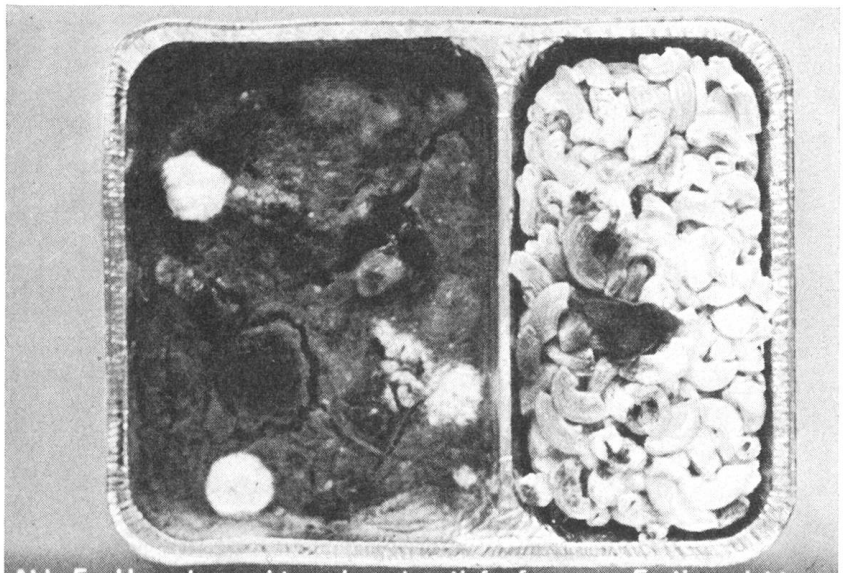


Abb. 5: Unsachgerecht gelagertes tiefgefrorenes Fertiggericht
– Schimmelbildung –

gefrorenen Hasen und gefrorenem Geflügel selbst nach längerer Lagerung andeuten. Andererseits ist aus Gründen der möglichen augenfälligen Reduzierung von Enterobacteriaceen der Nachweis einer fäkalen Verunreinigung über die Ermittlung des Coli-Titers fragwürdig. Ob sich hierfür die relativ kälte- und hitzeresistenten Enterokokken anbieten, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Bei unsachgerechter Lagerung entstehende *chemische* Veränderungen betreffen vornehmlich die oxydativen Umsetzungen der Fette mit der Bildung von Peroxyden, Aldehyden, Ketonen u.a. Damit verbunden sind Farb-, Geruchs- und Geschmacksveränderungen, die sowohl bei relativ hohen Lagertemperaturen und kurzer Lagerdauer als auch bei einer Überlagerung auftreten können. *Ernährungsphysiologisch* nachteilig wirken sich die Oxydationsprozesse durch den Vitaminabbau aus, der beim Fleisch vorwiegend die B-Gruppe betrifft (B_1, B_2, Pantothensäure, Nikotinsäureamid). *Organoleptisch* erstrecken sich die meisten Veränderungen auf die Konsistenz, die durch eine mehr oder weniger starke Denaturierung des Eiweißes während der Lagerung bestimmt

wird. Die Folgen sind, daß z.B. Fleisch wegen des gleichzeitig eintretenden Verlustes der Wasserbindungsfähigkeit mehr Saft verliert und dadurch im erhitzten Fertigerzeugnis fester, trockener, faseriger und strohiger wird. Wie bei allen Lagerungsfehlern spielt hier die *Zeit-Temperatur-Abhängigkeit* eine überragende Rolle.

3. Defekte Verpackungen

Sie führen relativ schnell zu Austrocknungen und schließlich zum Gefrierbrand. Durch häufiges Umherwerfen der Fertiggerichte werden diese selbst dann beschädigt, wenn ihre Umverpackung noch einwandfrei ist. Austrocknungen können allerdings ebenso bei intakter wasserdampfdichter Verpackung auftreten, wenn der Inhalt dem Behältnis nicht dicht anliegt und mehr oder weniger große Leerräume vorhanden sind. Häufig erfolgt die Austrocknung an den Randschichten. Im wesentlichen ist sie ein Vorgang, der mit der Veränderung des Wasseranteils einhergeht. Dies löst zwangsläufig eine Denaturierung der Strukturproteine aus (Partmann, 1963). Die Übergänge sind fließend: Temperaturschwankungen führen zunächst zur Sublimation von Eiskristallen aus den oberflächlichen Gewebsschichten. Die Folge ist eine poröse, schwammartige Struktur von ausgetrocknetem Gewebe. Wird dagegen dessen Konsistenz pergamentartig und strohig-zäh, liegt Gefrierbrand vor. Da besonders in den Truhen des Einzelhandels Temperaturschwankungen und zuweilen auch Überlagerungen festzustellen sind, kommen diese Mängel gar nicht selten vor.

4. Überlagerungen

Über eine vorausberechnete Haltbarkeitsdauer hinaus gelagerte Fertiggerichte weisen zuweilen beträchtliche Konsistenz- und Farbveränderungen auf. Im allgemeinen ist die Haltbarkeit solcher Lebensmittel bei sachgerecher Lagerung mit 3 bis 6 Monaten zu veranschlagen. Liegt sie wesentlich darüber, kommt es infolge einer fortschreitenden Denaturierung des Muskeleiweißes zum Nachlassen der Wasserbindefähigkeit, zu einem erhöhten Saftverlust und damit zu einer festeren Konsistenz. Ursprünglich zartes Fleisch wird trocken und faserig. Durch Oxydation des Hämoglobins wird nach längerer Lagerung die rote Fleischfarbe in eine unnatürliche, dunkelrote umgewandelt. Beim Gemüse kommt es durch Enzymaktivitäten zu chemischen Umsetzungen und u.a. zur Umwandlung des Chlorophylls in Phäophytin. Durch den Blanchierprozeß wird diese Verfärbung zwar vermindert, jedoch auch bei Temperaturen um −18°C und längerer Lagerung nicht verhindert. Durch Evakuieren der Packungen und Ausschluß des Luftsauerstoffes können diese Vorgänge zusätzlich gebremst werden. Schließlich führt eine zu lange Lagerung zur Ranzigkeit des Fettes und damit zu teilweise erheblichen Geruchs- und Geschmacksveränderungen in den Tieffrostgerichten.

D. Transport

Das im allgemeinen bei Temperaturen unter –20°C gelagerte Fertiggericht muß in die Auftauküche der Kantine oder des Einzelverbrauchers ohne wesentlichen Kälteverlust gelangen, damit Qualitätseinbußen vermieden werden. Für kurze Fahrten, die in den Sommermonaten 1 Stunde nicht überschreiten, genügt in der Regel ein Transportfahrzeug mit entsprechender Isolierung. Die Kältereserven dürften dann das Menü intakt halten. Sind die Anfahrtswege länger, bedarf es eines Transportfahrzeuges mit eigenem Kälteaggregat, mit Kühlung durch Trockeneis oder mit Hilfe von flüssigem Stickstoff. Letztere Kühlmethode scheint sich durchzusetzen; in der BRD sind damit bereits über 300 Spezialfahrzeuge ausgerüstet. Handelt es sich um kleinere Mengen, sind Transportfahrzeuge ohne Kühlung ausreichend, wenn die Fertiggerichte in Containern, die mit Kohlensäureeis oder Kältekissen beschickt sind, transportiert werden. In jedem Fall muß vermieden werden, daß die Ware antaut. Würde sie danach sofort zum Verzehr erwärmt werden können, entfielen die Bedenken, die sich dann ergeben, wenn ein derart angetautes Fertiggericht erneut für längere Zeit tiefgefroren werden muß. Der Qualitätsverlust läge dann sowohl im sensorischen und ernährungsphysiologischen als auch im hygienischen Bereich.

E. Zubereitung

Unsere heutigen Kenntnisse über die Erhaltung der Qualität und des Nährwertes lassen es ohne Risiko zu, portionierte tiefgefrorene Fertiggerichte in gefrostetem Zustand, also ohne vorher auf- oder angetaut zu werden, auf Temperaturen um 70°C zu erwärmen. Hierzu stehen für Aluschalengerichte Heißdampf- und Heißluftgeräte, für Kochbeutelgerichte Mikrowellengeräte und das heiße Wasserbad zur Verfügung. In keinem Fall darf die Ware überhitzt werden. Auftau- und Erhitzungszeit betragen zusammen 20–30 Minuten und lediglich im Mikrowellengerät 4–5 Minuten, geht man von der normalen Portionsgröße des Gerichtes aus. Das schonendste Verfahren ist das mit *Heißdampf*. Hier kommt es vor allen Dingen nicht zum oberflächlichen Austrocknen und Anbrennen, worauf auch Zacharias (1963) hinweist. Nachteilig ist, daß gebratene Stücke ihre knusprige Beschaffenheit einbüßen und oft «aufgewärmt» riechen und schmecken. Dies ist beim *Heißluftgerät* nicht der Fall. Es arbeitet mit Temperaturen um 200°C. Bei *Mikrowellengeräten* (Frequenz etwa 2400 MHz) wird die hochfrequente Schwingungsenergie von den unterschiedlich dicken Fleischteilen auch unterschiedlich stark absorbiert. Dadurch erfolgt die Erwärmung des Inhalts nicht gleichmäßig. Sofern es sich nicht um Gerichte mit knuspriger Beschaffenheit handelt, eignet sich auch das heiße *Wasserbad*. Soll ausnahmsweise die Ware vor dem Erhitzen angetaut werden, um Zeit für das Erwärmen zu sparen, sollte dies bei Kühlschranktemperatur über Nacht bis auf etwa 0°C geschehen. In keinem Fall dürfen an- oder aufgetaute Gerichte länger bei Zimmertemperatur gehalten werden, da es sonst

zu einer Keimvermehrung um mehrere Zehnerpotenzen kommt. Das gleiche gilt für das erhitzte Gericht, das umgehend verzehrt werden sollte. Durch die Erwärmung bis auf 80°C im Kern geht der Keimgehalt beträchtlich zurück. Die Mehrzahl der vegetativen Formen verschwindet, während Sporen und eventuell vorhandene Toxine nicht inaktiviert werden. Letzteres unterstreicht die Feststellung, daß Frosten, Auftauen und Erwärmen aus einem hygienisch bedenklichen Fertiggericht kein einwandfreies Lebensmittel machen können.

Zusammenfassung

Nach einem Überblick über den Verbrauch an tiefgefrorenen Lebensmitteln in mehreren westeuropäischen Ländern und den USA wird über die Entwicklung des Marktes für tiefgefrorene Fertiggerichte in der BRD und in der Schweiz im Jahre 1971 berichtet. Unter Hinweis auf die wirtschaftlichen, ernährungsphysiologischen und hygienischen Vorteile von Tieffrostkost besonders im Rahmen der Gemeinschaftsverpflegung werden im einzelnen die Mängel beschrieben, die diese Vorteile zunichte machen können. Sie sind bei der Herstellung, Verpackung, während der Lagerung, des Transports und der Zubereitung zu erwarten. Schließlich wird eingehend über die Mikroflora und deren Bewegung bei unsachgerechter Behandlung tiefgefrorener Fertiggerichte und über die Ursachen zu beobachtender Qualitätseinbußen berichtet.

Résumé

L'auteur donne un aperçu de la consommation des denrées alimentaires surgelées dans plusieurs pays de l'Europe de l'Ouest et aux Etats-Unis, puis il rapporte sur l'évolution du marché des produits surgelés prêts à l'emploi en Allemagne fédérale et en Suisse durant l'année 1971. Il énonce les avantages économiques, physiologiques, nutritifs et hygiéniques des préparations surgelées, en particulier dans le cadre des cuisines collectives et il décrit les inconvénients qui risquent de compromettre les avantages énumérés. Des erreurs peuvent être commises au cours de la fabrication et de l'emballage, pendant le stockage et le transport et finalement au cours de la préparation des plats cuisinés. Enfin l'auteur rapporte en détail sur la microflore et son développement, due à des erreurs de manipulation des préparations surgelées et sur les causes de la dégradation de la qualité.

Riassunto

Dopo una panoramica sull'uso di derrate alimentari surgelate in diversi paesi dell'Europa occidentale ed in USA, si dà una relazione sullo sviluppo di mercato per prodotti surgelati nella Germania occidentale ed in Isvizzera nel 1971. Dopo aver ricordato i vantaggi economici, di fisiologia alimentare ed igienici degli alimenti surgelati, specialmente nella alimentazione di gruppo, vengono descritti singolarmente i difetti, che possono annullare i vantaggi. Essi si sviluppano durante la preparazione, l'imballaggio, il deposito, il trasporto, la preparazione del pasto. In fine si discute a fondo il problema della microflora ed il suo sviluppo a seguito di un trattamento inadeguato di cibi pronti surgelati e sulle cause che determinano una diminuzione della qualità.

Summary

A survey of the amount of deep-frozen food consumed in several western European countries and in the USA is followed by an account of the development of the market for deep-frozen ready-cooked meals in the Federal Republic of Germany and in Switzerland in 1971. After indicating the economic, nutrition-physiological and hygienic advantages of deep-frozen food, particularly when catering for large numbers, the author describes in detail the weaknesses which may counteract the advantages already men-

tioned. These may appear in the course of production and packing, as well as during storage, transport and preparation for eating. Finally a detailed account is given of the microflora and its movements when deep-frozen ready-cooked meals are incorrectly treated, and of the causes of the deterioration in quality which may then be observed.

Literatur

Abrahamson A.E.: Administrative microbiological standards for sanitary control of frozen foods. Publ. Health Rep. *81*, 83–86 (1966). – Adam W.: Bakteriologische Untersuchungen an Tiefgefrier-Fertigmenüs und Tiefgefriergemüse. Dtsch. Lebensm. Rdsch. *63*, 229–233 (1967). – Angelotti R. u. Mitarb.: Quantitation of Clostridium perfringens in foods. Appl. Microbiol. *10*, 193–199 (1962). – Barnes E.M.: Methods for the isolation of fecal streptococci (Lancefield Group D) from bacon factories. J. appl. Bact. *19*, 193–203 (1956). – Burke H.: Gefrorene Fertiggerichte. Symposium über Probleme der Ernährung durch Gefrierkost, Karlsruhe 1963. Wiss. Veröffentl. Deutsche Ges. Ernährung, Steinkopf-Verlag Darmstadt 1964, S. 77–91. – Elliot R.P. and Michener H.D.: Microbiological standards and handling codes for chilled and frozen foods. A review. Appl. Microbiol. *9*, 452–468 (1961). – Frank H.K.: Mikrobiologische Grundlagen der Lebensmittelkonservierung. Landarzt *45*, H. 32, 1517–1523 (1969). – Fricker A.: Die Bedeutung der Enzyme für die Konservierung von Lebensmitteln. Landarzt *45*, H. 32, 1513–1517 (1969). – Grossklaus D.: Hygiene und Bakteriologie tischfertiger Gefrierspeisen in der Gemeinschaftsverpflegung. Ernährungsumsch. *10*, 414–416 (1966). – Grossklaus D.: Hygiene der Gemeinschaftsverpflegung unter besonderer Berücksichtigung tiefgefrorener Fertiggerichte. Wehrmed. *6*, 149–159 (1968). – Grossklaus D.: Tiefgefrorene Fleischerzeugnisse. Fleischwirtschaft *50*, 915–919 (1970). – Gutschmidt J.: Das Kühlen und Gefrieren von Lebensmitteln im Haushalt und in Gemeinschaftsanlagen. DLG-Verlag Frankfurt/M. 1964. – Hallmann L.: Bakteriologische Nährböden. Georg Thieme-Verlag Stuttgart 1953. – Hein G.: Das Menü, das aus der Kälte kommt. Frankfurter Allg. Ztg. 10.7.1969. – Herrmann K.: Tiefgefrorene Lebensmittel. Parey-Verlag Berlin-Hamburg 1970. – Hobbs B.C.: Mikrobiologische Standards für einige gefrostete Lebensmittel. R.C. Inst. Sup. Sanita *26*, 498–505 (1963); Ref.: Z. Lebensm. Unters. u. Forsch. *130*, 325 (1963). – Knothe H.: Bakteriologische Beschaffenheit von tiefgefrorenen Fertiggerichten. Referat Deutsches Tiefkühlinstitut geh. am 22.10.1971 in Saarbrücken. – Kühnau J.: Ernährungsphysiologische Gesichtspunkte bei der Verwendung von Gefrierprodukten. Symposium über Probleme der Ernährung durch Gefrierkost, Karlsruhe 1963. Wiss. Veröffentl. Deutsche Ges. Ernährung, Steinkopf-Verlag Darmstadt 1964, S. 1–11. – Leistner L. u. Mitarb.: Unerwünschte Schimmelpilze bei der Fleischwarenherstellung. Vortrag Kulmbacher Woche 1970. – Levetzow R., Baumgarten H.-J. und Grossklaus D.: Tiefgefrorene Fertiggerichte auf Fleischbasis (Methodik und Ergebnisse bakteriologischer und organoleptischer Untersuchungen). Fleischwirtschaft *49*, 1025–1032 (1969). – Mohs H.J.: Mikrobiologische Untersuchungen von Fertiggerichten. Gordian *72*, 203–205 (1972). – Mossel D.A.A. u. Mitarb.: Use of a modified MacConkey Agar medium for the selective growth and enumeration of enterobacteriaceae. J. Bact. *84*, 381 (1962). – Partmann W.: Physikalische und biochemische Veränderungen von Lebensmitteln beim Gefrieren und bei der Gefrierlagerung. Symposium über Probleme der Ernährung durch Gefrierkost, Karlsruhe 1963. Wiss. Veröffentl. der Deutschen Ges. Ernährung, Steinkopf-Verlag Darmstadt 1964, S. 12–30. – Schmidt-Lorenz W.: Mikrobiologische Probleme bei tiefgefrorenen und gefriergetrockneten Lebensmitteln. Alimenta *9*, 245–252 (1970). – Schönberg F. und Kraus H.: Zur Feststellung und Bewertung von Kaseolyten in Vorzugsmilch. Arch. Lebensmittelhyg. *9*, 199–200 (1958). – Schulze I. und Anter E.: Das Verhalten der gebundenen Soßen bei der Gefrierkonservierung. Nahrung *12*, 183–187 (1968). – Sinell H.-J. und Baumgart J.: Selektivnährböden zur Isolierung von Staphylokokken aus Lebensmitteln. Zbl. Bakt. I Orig. *197*, 447–461 (1965). – Thatcher F.S.: The microbiology of specific frozen foods in relation to public health: Report of an International Committee. J. appl. Bact. *26*, 266–285 (1963). – Tressler D.K.: zit. nach Herrmann (1970). – Wagner M. und Borneff J.: Hygienisch-bakteriologische Untersuchungen an Tiefkühlgemüse. I. Mitt.: Die Beschaffenheit der Handelsware. Arch. Hyg. *151*, 64–74 (1967). – Woodbine M. u. Mitarb.: In: Kampelmacher E.H., Ingram M. and Mossel D.A.A.: The microbiology of dried foods. Grafische Industrie Harlem 1969. – Zacharias R.: Das Gefrieren von Fleischgerichten. Kältetechnik *11*, 394–400 (1959). – Zacharias R.: Das Auftauen und Zubereiten von Gefrierprodukten. Symposium über Probleme der Ernährung durch Gefrierkost, Karlsruhe 1963. Wiss. Veröffentl. der Deutschen Ges. Ernährung, Steinkopf-Verlag Darmstadt 1964, S. 93–104.