

13. Europäischer FleischforscherkongressRotterdam 20. - 26. 8. 1967

Dr. K. Tändler

Bundesanstalt für Fleischforschung

Kulmbach/Deutschland

Untersuchungen zur Qualitätserhaltung bei der Tauglichmachung  
von schwachfinnigem RindfleischEinleitung

Der Befall der Rinder mit *Cysticercus inermis* (Finne des Menschenbandwurmes *Taenia saginata*) führt in den meisten Staaten Europas zu hohen Verlustquoten infolge Beanstandungen der Tierkörper bei der amtlichen Fleischuntersuchung (46). Rinder mit starkem Finnenbefall werden als genussuntauglich verworfen, während das Fleisch schwachfinniger Rinder durch verschiedene Behandlungsarten (Gefrieren, Erhitzen, Pökeln, Kühlen) genusstauglich gemacht werden kann. Dominierend ist dabei die Gefrierbehandlung.

Aufgabenstellung

Bei allen vier Behandlungsverfahren treten in unterschiedlicher Höhe Qualitätsverluste und Minderungen in der Handels- und Lagerungsfähigkeit des Fleisches ein. Ziel unserer Untersuchungen war es, diese Qualitätsverluste bei der Gefrierbehandlung schwachfinnigen Rindfleisches zu erfassen und Vorschläge für qualitätsschonendere Behandlungsformen zu entwickeln.

Gesetzliche Behandlungsvorschriften

Zweck der Gefrierbehandlung von schwachfinnigem Rindfleisch ist eine sichere Abtötung aller eventuell im Tierkörper vorhandenen *Cysticercen*. In Tabelle 1 sind die in 21 Ländern geforderten Mindestbedingungen bezüglich der Gefriertemperatur und Gefrierdauer aufgeführt.

Als Richtwert für Kerntemperaturen wird in Deutschland,

freien Körnung nochmals gefroren werden muss.

Minderungen der Farbbildung und Farbhaltung bei Rohwurst treten besonders durch die Verarbeitung der Oberflächenschichten der aufgetauten Gefrierviertel ein, die stärkere Oxydations- und Austrocknungserscheinungen aufweisen.

Dosenrindfleisch: Bei Verarbeitung des aufgetauten Gefrier- viertelfleisches zu Dosenrindfleisch (Rindfleisch im eigenen Saft) wurden gegenüber vergleichbarem Kühlfleisch höhere Werte beim Gelee- und Fettabsatz sowie eine schlechtere Farberhaltung festgestellt.

Brühwurstherstellung: Besonders eklatant trat die Qualitäts- minderung bei Verarbeitung des aufgetauten Gefrierfleisches zu Brühwurst in Erscheinung. Es wurden Versuche mit Brühwurst in Natur- und Kunstdärmen, mit Dosenbrühwurst sowie Saitlings- und Schäldarmwürstchen in Dosen durchgeführt. Wir konnten regel- mässig feststellen, dass sich bereits Zusätze von 10 % als sicht- bar qualitätsverschlechtern auswirkten (s. Tabelle 12). Als typische Mängel wurden schlechtere Bindungsverhältnisse, höherer Gelee- und Fettabsatz und schlechtere Farbbildung und Farbhaltung ermittelt.

#### Vorschläge zur Verbesserung der Qualitätserhaltung bei der Gefrierbehandlung

Die bei in Vierteln oder Hälften gefrorenem Fleisch schwach- finniger Rinder beobachtete Qualitätsminderung beruht auf zu geringer Gefriergeschwindigkeit, wozu in der Praxis zumeist noch grobe Auftaufehler kommen. Obschon seit langem die Voraus- setzungen für ein qualitätsschonendes Gefrieren und Auftauen von Fleisch bekannt sind, lassen sich diese gewöhnlich nicht in die Praxis übertragen. In der Regel ist die kältetechnische Ausstattung der Schlachthöfe des In- und Auslandes völlig unzu- reichend, um ein qualitätserhaltendes Schnellgefrieren der schwachfinnigen Rinder zu gewährleisten. Besonders ungünstig sind an den Schlachthöfen die Auftaubedingungen, da die Gefrier- viertel zumeist in wiederholt begangenen und mit schlachtwarmen Tieren beschickten Kühlräumen aufgetaut werden, in denen Raum- temperatur und Luftfeuchte starken Schwankungen unterworfen sind.

Da mit diesen kältetechnischen Mängeln an den meisten Schlachthöfen auch in naher Zukunft noch gerechnet werden muss, suchten wir nach Möglichkeiten zur Minderung der qualitätsschädigenden Auswirkungen, die auch unter den gegebenen Verhältnissen realisierbar sind. - Von den nachstehend aufgezeigten drei Verbesserungsmöglichkeiten (I, II, III) dienen die ersten zwei insbesondere einer Beschleunigung der Gefriereschwindigkeit, während beim dritten Verfahren zusätzlich das konventionelle Auftauverfahren mit seinen qualitätsmindernden Auswirkungen entfällt.

Die Gefriereschwindigkeit ist eine Funktion verschiedener Faktoren, zu denen A.) die spezifische Wärme des Gefrierergutes, B.) die Temperatur der Kältequelle, C.) die Grösse des Temperaturgefälles zwischen Ausgangstemperatur des Gefrierergutes und Temperatur der Kältequelle, D.) die Wärmeübergangszahl der Oberfläche, E.) die Wärmeleitzahl des Gefrierergutes, F.) das Verhältnis von Volumen zu wärmeaustauschender Oberfläche und G.) die Entfernung des thermischen Mittelpunktes des Gefrierergutes von der Oberfläche zählen. Mit Ausnahme des konstanten Wertes der spezifischen Wärme könnte man theoretisch alle übrigen Faktoren im Sinne einer Gefrierzeitverkürzung beeinflussen, doch erlauben die an Schlachthöfen gegebenen kältetechnischen Möglichkeiten in der Regel keine wesentliche Verbesserung der Punkte B., C. und D.. Uns blieb demzufolge nur die Möglichkeit, durch Veränderung der Faktoren E., F. und G. eine qualitätserhaltende Beschleunigung der Gefrierbehandlung von schwachförmigem Rindfleisch zu bewirken.

I. Gefrierbeschleunigung durch Abklappen der Oberschale \*)

In der Funktionsformel für die Gefriereschwindigkeit spielt die unter Punkt G. aufgeführte Entfernung des thermischen Mittelpunkt des Gefrierergutes von der Oberfläche, die man bei Rinderhintervierteln etwa mit der Hälfte des Durchmessers gleichsetzen kann, eine dominierende Rolle. Die Zeit des Einfrierens ist ungefähr direkt proportional dem Quadrat des Durchmessers. Demnach müsste theoretisch eine Minderung des Durchmessers eines Gefrierergutes um die Hälfte zu einer Verkürzung der Gefrierzeit um das Vierfache führen.

- Aus diesen Überlegungen bot sich für unsere Zielstellung als einfachste Methode eine Halbierung der Hinterschenkel an. Um möglichst adäquate Arbeitsbedingungen zu haben, verwendeten wir in unseren Versuchen vom gleichen Tier jeweils den einen Hinterschenkel geschlossen und klappten bei dem anderen die Oberschale  $\kappa$ ) ab. Durch Führung des Trennschnittes bis an das Hüftgelenk gelingt es, den Vierteldurchmesser etwa zu halbieren. Mit dieser Methode erzielten wir nicht nur eine Halbierung der Entfernung zum thermischen Mittelpunkt des Gefriergutes (G.), sondern durch Vergrößerung der Gesamtoberfläche eine Verbesserung im Sinne des oben aufgeführten Faktors F..

Versuchsanordnung: Zur Messung der Wärmeleitung wurden in den Kern des geschlossenen Hinterviertels zwei Eisenkonstantan-Thermoelemente eingebracht. Da es bei dem "aufgeklappten" Hinterviertel praktisch kein "Kerngebiet" mehr gibt, wurden zur Ermittlung des thermischen Mittelpunktes vier Thermoelemente in alle Partien stärkeren Durchmessers eingeführt.

- Den Temperaturgang zeichnete ein elektronischer 12-Farben-Kompensationsschreiber für jede Messleitung getrennt kontinuierlich auf. Alle Versuche kamen unter den normalen Arbeitsbedingungen eines Schlachthofes bzw. einer Fleischwarenfabrik zur Durchführung. - Als Versuchstiere standen uns 50 männliche und weibliche Rinder verschiedener Altersgruppen zur Verfügung. Es wurden dafür nur stärkere Tiere gewählt, um mit möglichst extremen Belastungen zu arbeiten. Die Durchmesser der Hinterviertel betragen bis zu 36 cm.

Gefrierzeitverkürzung: Wir hatten in früheren Untersuchungen ermittelt, dass die nach deutschem Fleischbeschaugesetz für vorgekühlte Rinderviertel vorgeschriebene Gefrierdauer von 6 Tagen bei  $-10^{\circ}\text{C}$  bei Anwendung von  $-20^{\circ}\text{C}$  auf 3 Tage reduziert werden kann (3, 7) und legten diese Gefrierbehandlungsdauer, die in der deutschen Praxis schon vielerorts zur Tauglichmachung schwachfönniger Rinder angewandt wird, unseren Versuchen zugrunde.

---

$\kappa$ ) Oberschale; Topside; Tende de Tranche: Mm. psoas major, ilicus semimembranaceus, sartorius, gracilis, pectineus, adductor.

Wie aus dem Diagrammverlauf und der tabellarischen Aufstellung der Abbildung 3 hervorgeht, kann bei vorgekühlten Rindervierteln mit abgeklappter Oberschale in Gefrierräumen mit  $-20^{\circ}\text{C}$  und mindestens  $1,5\text{ m/sec}$  Luftgeschwindigkeit die Gefrierbehandlungszeit infolge der schnelleren Wärmeableitung auf 2 Tage verkürzt werden, ohne dass die sanitäre Sicherheit dabei in Frage gestellt wird. - Die durch ein Abklappen der Oberschale \*\* ) (mit vorsichtigem Trenne der Muskelgruppen im Zwischenbindegewebe) erzielbare Beschleunigung der Kältebehandlung könnte überall dort genutzt werden, wo - wie in Deutschland - die Tierbesitzer Wert auf eine möglichst schnelle Rückgabe der beschlagnahmten Tierkörper legen. Sie bietet ausserdem die Möglichkeit für eine zeitliche Entlastung der Gefrierräume und eine spürbare Minderung der Energiekosten (um etwa 25%).

Gewichtsverluste: Gegenüber diesen Vorteilen musste bei einem Einfrieren von Rindern mit abgeklappten Oberschalen und Schultern infolge der Oberflächenvergrösserung mit höheren Gewichtsverlusten gerechnet werden, doch ist dies bei Anwendung der verkürzten Gefrierzeiten nicht der Fall (Tabelle 4).

## II. Gefrierbeschleunigung durch Einphasengefrieren

Als weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Gefriergeschwindigkeit wurde das Einphasengefrieren von aufgeklappten Vierteln gewählt. Bei dieser Kombination werden von den oben aufgezählten Funktionswerten für eine Beschleunigung der Gefriergeschwindigkeit die Vorteile einer Halbierung des Durchmesser (G.), einer Vergrösserung der Oberfläche (F.), einer Erhöhung des Temperaturgefälles zwischen Kältequelle und Gefriergut (C.) und einer schnelleren Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit (E.) genutzt. - Während bei der vorstehend besprochenen Methode I nur eine beschleunigte Wärmeableitung erzielt wird, kommt es beim Einphasengefrieren zusätzlich zu einer massgeblichen Beeinflussung des Reifungsgeschehens, da der Gefrierprozess Vorgänge wie die Glycolyse, den ATP-Abbau, den Rigor mortis etc. mehr oder weniger abstoppt und unterbricht.

---

\*\* ) Bei besonders starken Tieren sollte zusätzlich auch die Schulter bzw. das Vorderbein durch Trennung der verbindenden Muskulatur so weit gelöst werden, dass das Vorderbein etwas abklappt und die Wärme aus den Innenpartien gut abgeleitet werden kann.

Versuchsordnung: Unsere Versuche mit dem Einphasengefrieren schwachfönniger Rinder waren bereits im Jahre 1961 von Bartels und Tändler (5, 7, 10) an geschlossenen Vierteln begonnen und nunmehr durch Gefrieren von aufgeklappten Vierteln starker Tiere fortgesetzt worden. Dabei wurde jeweils die eine Tierkörperhälfte vor dem Gefrieren konventionell 24 Stunden geköhlt und die andere Hälfte ca. 2,5 Stunden nach der Schlachtung in den Gefriererraum gebracht.

Gefrierzeitverkürzung: Abbildung 5 zeigt den Temperaturverlauf im Kern der bei  $-20^{\circ}\text{C}$  mit  $1,5\text{m/sec}$ . Luftbewegung gefrorenen Viertel. Die Wärmeableitung ist infolge der für ein Einphasengefrieren ungenügend starken Luftbewegung nicht optimal. Doch lassen der Kurvenverlauf und die tabellarische Aufstellung erkennen, dass die gesamte Kältebehandlung nach 2 Tagen abgeschlossen werden kann, was gegenüber der konventionellen Behandlungsmethode mit 1 Tag Köhlen und 3 Tagen Gefrieren eine Verkürzung auf 50 % bedeutet. Auch hier kommt wieder zu der für Schlachthof und Tierbesitzer vorteilhaften Zeitverkürzung eine spürbare Minderung der Energiekosten (um etwa 35 - 45 %).

Theorie und Praxis des modernen Schnellgefrierens beruhen auf der Forderung eines schnellen Durchschreitens des sog. kryoskopisch-kritischen Bereiches. Dieser liegt bei Rindfleisch zwischen  $-1^{\circ}\text{C}$  und  $-5^{\circ}\text{C}$  (nicht so sehr bei  $-8$  oder  $-10^{\circ}\text{C}$ , wie man verschiedentlich noch liest). Bei  $-4$  sind schon mindestens 71% des ausfrierbaren Wassers gefroren, bei  $-5$  bereits 83% (39, 40). Das bedeutet, dass in diesem Temperaturbereich die Eiskristallbildung weitgehend abgeschlossen ist. - Die Geschwindigkeit, in der der Temperaturbereich der Eisbildung durchlaufen wird, ist ausschlaggebend für die Zahl der sich bildenden Kristallisationskerne, für ihre Lage im Gewebe und für ihre Wachstumsgeschwindigkeit und beeinflusst dergestalt direkt die Qualität des Produktes nach dem Auftauen.

Obwohl unsere Einfrierbedingungen bei  $-20^{\circ}\text{C}$  keinesfalls optimal waren, sind die Unterschiede beim Durchschreiten des kritischen Bereiches doch offensichtlich (Abbildung 5). Die Kurve der Maximalwerte der konventionell geschlossen gefrorenen Hinterviertel ist geradezu ein Musterbeispiel des Langsamge-

frierens (A in Abbildung 5). Sie bleibt fast 2 Tage lang vor und im kryoskopisch-kritischen Bereich hängen, weil die Ableitung der beim Aggregatwechsel freiwerdenden latenten Wärme durch die starken Muskelschichten nur schwer möglich ist. - Bei den aufgeklappten, einphasig gefrorenen Vierteln (B in Abbildung 5) verläuft dagegen die Ableitung der latenten Wärme wesentlich schneller, so dass in diesen der kritische Bereich in nur einem Bruchteil der Zeit durchlaufen wird wie in den geschlossenen.

Wärmegangsdiagramm: Wie die in verschiedener Schichttiefe eines Hinterviertels gemessenen Wärmeganglinien erkennen lassen (Abbildung 6), bestehen in einer derart kompakten Fleischmasse Zonen unterschiedlicher Gefriereschwindigkeit. Man wird dementsprechend das Fleisch eines Rinderviertels bezüglich der Gefrierwirkung nicht als homogenes Ganzes betrachten können und mit einem Abstoppen der Reifungsvorgänge in verschiedenen Stadien rechnen müssen.

Ein Vergleich der Wärmeganglinien in konventionell nach 24-stündigem Vorkühlen (A in Abbildung 6) und in einphasig gefrorenen aufgeklappten Vierteln (B in Abbildung 6) verdeutlicht die zwischen beiden Verfahren bestehenden grossen Unterschiede in der Wärmeableitung. Da die Wärmeabführung wesentlich von der Grösse des Temperaturgefälles abhängt, wirkt sich besonders die zweite Hälfte des Kühlprozesses physikalisch ungünstig aus, was sich in einer Verdichtung der Wärmeganglinien in diesem Bereich ausdrückt. Nach Verbringen der Kühlviertel in den Gefrierraum fällt zwar die Oberflächentemperatur schnell ab, doch kommt es bei der Ableitung der latenten Gefrierwärme aus dem Kerngebiet noch zu einer längeren Verzögerung. - In den einphasig gefrorenen, durch Aufklappen halbierten Vierteln (B in Abbildung 6) finden wir dagegen wesentlich günstigere Wärmegangsverhältnisse. Sie werden bereits bei Beginn der Kältebehandlung einem erheblich grösseren Temperaturgefälle ausgesetzt als die Viertel im Kühlraum (der Unterschied beträgt ca. 20 Grad). Bereits nach kurzer Zeit beginnen die oberflächlichen Fleischschichten zu gefrieren und werden zügig weiter abgekühlt. Dadurch entsteht auch innerhalb des Viertels ein grosses Temperaturgefälle, das einer schnellen Wärmeableitung aus dem Kerngebiet förderlich ist.

- Im gleichen Sinne wirkt sich die Wärmeleitfähigkeitserhöhung in den gefrorenen Randschichten aus. Die sehr schnell gefrierenden Aussenzonen der Viertel wirken verstärkt wärmeableitend, da in ihnen die Wärmeleitfähigkeit des Fleisches von 0,51 Kcal auf 1,9 bis 2,1 Kcal ansteigt (24, 28).

Gefrieren bei  $-35^{\circ}$  C: Abbildung 7 soll demonstrieren, wie stark die Gefriereschwindigkeit durch Senkung der Gefrieretemperatur auf  $-35^{\circ}$  C und durch Erhöhung der Luftgeschwindigkeit auf 3,5 m/sec. beschleunigt werden kann. Dabei ist eine wesentlich schnellere Wärmeabführung selbst in konventionell gefrorenen starken Hintervierteln (A in Abbildung 7) und insbesondere in einphasig gefrorenen aufgeklappten Vierteln (B in Abbildung 7) zu erzielen. - Die Erhöhung der Luftbewegung von 1,5 m/sec. (Abbildung 3) auf 3,5 m/sec. (Abbildung 7) hat durch eine Vergrößerung der Oberflächen-Wärmeübergangszahl einen massgeblichen Anteil an der Gefrierbeschleunigung. - Leider wird man mit derart günstigen (bezüglich der Luftgeschwindigkeit noch keinesfalls optimalen) Verhältnissen in Schlachthöfen in der Regel nicht rechnen können.

Gefriereschwindigkeit: Tabelle 8 bringt einen Vergleich der mit den verschiedenen vorstehend beschriebenen Methoden erzielten mittleren linearen Gefriereschwindigkeiten, deren Errechnung nach der klassischen Methode im Bereich von 0 bis  $-5^{\circ}$  C erfolgte. - Bei Anwendung der von Plank vorgeschlagenen Geschwindigkeitseinteilung liegen die Gruppen 1 und 2 noch im Bereich des Langsamgefrierens, während die Gruppen 3 - 5 bereits eine mittelschnelle und Gruppe 6 eine schnelle mittlere lineare Gefriereschwindigkeit erreicht haben.

Vorreifungszeit: Ein besonderes Anliegen unserer Versuche galt der Frage nach dem günstigsten Zeitpunkt des Beginns des Einphasengefrierens. Bei Auswertung der diesbezüglichen Literatur findet man Beobachtungen und Hinweise, die teils für ein sofortiges Gefrieren nach dem Schlachten, teils für einen Gefrierbeginn nach mehrstündigem Einsetzen des pH-Abfalles und der Reifungsvorgänge sprechen (1, 2, 11, 12, 15, 16, 21-37, 41-43, 48-50). Dabei gilt es zu beachten, dass viele der an isolierten Muskeln ermittelten Beobachtungen nicht auf das



Gefrieren von Rindervierteln übertragbar sind, da bei letzteren ein wesentlich langsamerer Gefrierverlauf und entsprechend andersartige Einflüsse der Kälte auf die verschiedenen Reifungsvorgänge gegeben sind. So wird es z.B. beim Einphasengefrieren von Vierteln selbst bei günstigen kältetechnischen Voraussetzungen nicht gelingen, die Hauptmasse des Fleisches im Prärigor-Stadium zu gefrieren. - Bei einem Vergleich der biochemischen Charakteristika von einphasengefrorenem Gefrier Viertelfleisch und schlachtwarm schnellgefrorenem, zerkleinertem Fleisch (siehe Abschnitt III) ergaben sich wesentliche Unterschiede im Gehalt an ATP, Glycogen etc..

Nach unseren bisherigen Beobachtungen scheint für das Einphasengefrieren von Rindervierteln oder -hälften, die ohne Gefrierlagerung sofort wieder aufgetaut werden sollen, ein Gefrierbeginn etwa 2,5 Stunden nach der Tötung günstig zu sein.

Auftauen: Bezüglich des Auftauprozesses gelangten wir zu der Feststellung, dass zum Frischfleischverkauf bestimmte, einphasig gefrorene Viertel möglichst langsam aufgetaut werden sollten, während für Verarbeitungszwecke auch schnell aufgetaute Viertel voll geeignet erscheinen.

Gewichtsverluste: Die beim Gefrieren von Fleisch auftretenden Gewichtsverluste werden durch verdampftes bzw. sublimiertes Wasser verursacht. Das Mass der Verdampfung hängt von der Differenz zwischen dem Dampfdruck an der Fleischoberfläche und dem Dampfdruck der Umgebungsluft ab und wird durch die jeweiligen Temperaturen und die Raumluftheuchte beeinflusst. Da bei einphasig gefrorenem Fleisch die Oberflächentemperatur sehr schnell absinkt, und in Gefrierräumen ohnehin günstigere Luftfeuchteverhältnisse herrschen als in Kühlräumen, sieht man beim Einphasenverfahren in der Regel geringere Gewichtsverluste als bei konventionellem Gefrieren (5, 14, 16, 21-29, 33, 36, 37, 41, 42, 48-50). - Wir fanden auch bei den einphasig gefrorenen aufgeklappten Vierteln bei Anwendung der verkürzten Gefrierzeiten wesentlich geringere Verluste (Tabelle 9) als bei konventionell gefrorenen. - Diese Minderung der Gewichtsverluste wurde auch nach längeren Auftau- und Nachreifungszeiten, nach gewerbeüblichem Zerlegen der Viertel und bei Koch-, Grill- und Bratproben festgestellt.

### Qualitative Beschaffenheit und Verarbeitungseignung

Im Gegensatz zu der international üblichen Zielstellung, durch Einphasengefrieren die Gefrierlagerungsmöglichkeiten zu verlängern, ging es uns vordringlich um eine Ausnutzung der durch Einphasengefrieren erzielbaren Gefrierbeschleunigung. Die schwachförmigen Tierkörper sollten der Verarbeitungspraxis möglichst schnell wieder zur Vergügung stehen und wurden sofort im Anschluss an die Gefrierbehandlung wieder aufgetaut. Unter diesen speziellen Bedingungen war eine Reproduzierbarkeit der von anderen Autoren an länger gefriergelagertem, einphasig gefrorenem Fleisch gemachten Beobachtungen bezüglich der qualitativen Beschaffenheit (1, 13, 16, 24, 26, 28, 32, 33) nicht unbedingt zu erwarten.

Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf allgemeine Qualitätskriterien sowie auf die Verarbeitungseignung nach schnellem Auftauen innerhalb von 3 Tagen bzw. nach langsamem Auftauen und Nachreifen innerhalb von 5 - 8 Tagen. Diese Ermittlungen sind z. T. noch nicht abgeschlossen und nachfolgende Mitteilungen als vorläufig zu betrachten.

Bei Prüfung der Farbe fanden wir zwischen den einphasig gefrorenen (A) und den nach 24 Stunden Kühlung gefrorenen (B) Rindervierteln bei etwa 60% keine Unterschiede, während bei den übrigen das Fleisch von A nach schnellem Auftauen (innerhalb von 3 Tagen) eine etwas dunklere Farbe aufwies als das Fleisch von B.

In den Geruchs- und Geschmackswerten wurden bei etwa 80% der geprüften Tiere zwischen A und B keine Unterschiede ermittelt. Bei den übrigen Tieren hatte das Fleisch nach schnellem Auftauen bei A etwas weniger Geruchs- und Geschmacksaroma als bei B. Diese Unterschiede traten besonders beim Grillen, weniger beim Kochen und beim Braten in Fett hervor.

Unterschiede in der Zartheit bestanden etwa bei 50% der Tiere, wobei nach schnellem Auftauen A weniger zart als B gefunden wurde.

Wurden dagegen die Viertel erst nach 5 - 8-tägigem Auftauen bzw. Nachreifen geprüft, so waren die Farb-, Geruchs-, Geschmacks- und Zartheitsunterschiede in der Regel verschwunden! Nach dieser verlängerten Auftauzeit hatte das Fleisch der einphasig gefrorenen Viertel die gleiche Verzehrqualität wie das

konventionell gefrorener Viertel.

Man sollte deshalb bei Verwendung des Gefrierviertelfleisches für den Frischfleischverkauf eine verlängerte Auftauzeit anwenden. - Soll dagegen das einphasig gefrorene Fleisch zu Rohwurst oder Brühwurst verarbeitet werden, so hat es nach 3-tägigem Auftauen gleichgute Verarbeitungseignung wie nach Kühlung gefrorenes. - Offensichtlich scheinen in der Rohwurstmasse die abgestoppten Vorgänge der Fleischreifung neben denen der Rohwurstreifung einherzulaufen, so dass Endprodukte ohne Unterschiede im Aroma, in der Farbbildung und Farbhaltung usw. erzielbar waren. - Bei der Brühwurstherstellung konnten wir wiederholt ein besseres Fremdwasserbindevermögen bei Verarbeitung von einphasig gefrorenem Rindfleisch nach 3-tägigem Auftauen beobachten.

Wasserbindung: Vorgenannte Feststellung korreliert mit den durch die Pressmethode nach Grau-Hamm (18) gemessenen Werten für das Eigenwasser-Bindevermögen und den mittels Konstantpressmethode nach Reuter-Tändler (38) ermittelten Werten für das Fremdwasser-Bindevermögen. Diese Werte waren in der Regel schon nach 3-tägigem Auftauen und besonders nach längerem Nachreifen bei einphasig gefrorenen Vierteln günstiger als bei nach Kühlung gefrorenen.

### III. Gefrieren von geschrotetem Fleisch

Als günstigstes Verfahren im Sinne der Gefrierzeitverkürzung und insbesondere der Qualitätserhaltung erwies sich die Methode, das Fleisch schwachfinniger Rinder am Schlachthof zu entbeinen, im Fleischwolf zu schroten (grobe Scheibe) und in flachen Schichten in Metallmulden (Satten) oder im Plattenkontaktfroster zu gefrieren. Bei dieser Form der Kältebehandlung werden von den oben angeführten sechs variablen Funktionsfaktoren der Gefriergeschwindigkeit bei Benutzung von Gefrierräumen fünf und bei Gefrieren im Plattenkontaktfroster sechs vorteilhaft beeinflusst.

Gefrierzeitverkürzung: Wir führten Wärmegangmessungen bei schlachtwarm entbeintem und bei nach 24 Stunden Kühlung entbeintem geschrotetem Rindfleisch in Satten durch. Obwohl wir aus verarbeitungstechnischen Überlegungen nur eine Schichthöhe von höchstens 8 - 10 cm empfehlen, wurde zur Absicherung des

sanitären Effektes auch in überfüllten Satten mit 15 cm Schicht-  
höhe der Temperaturgang gemessen. Der Kurvenverlauf in Abbil-  
dung\_10 zeigt, dass das zerkleinerte Warmfleisch und Kühl-  
fleisch in beiden Schichten spätestens binnen 24 Stunden bei  
 $-20^{\circ}\text{C}$  durchgefroren ist. - Das gleiche gilt auch für ein  
Gefrieren bei  $-35^{\circ}\text{C}$ . Auch hier ist nach spätestens 24 Stunden  
der Gefrierprozess abgeschlossen (Abbildung\_11).

Bei Zugrundelegung der feststehenden Abtötungsquoten für  
Cysticercen (Tabelle\_2) ergibt sich für eine 24-stündige Ge-  
frierbehandlung ein mehr als gesicherter Abtötungseffekt. Allere-  
dings darf man in diesem Falle nicht die Richtzeit von 24  
Stunden bei  $-3^{\circ}\text{C}$  verwenden, sondern muss die Abtötungszeiten  
für  $-10$  und  $-20^{\circ}\text{C}$  heranziehen.

Bei einem Gefrieren des Schrotfleisches im Plattenkontakt-  
froster ist infolge Erhöhung der Oberflächen-Wärmeübergangs-  
zahl um mehr als das Sechsfache (17) der gesamte Durchfrier-  
prozess bereits nach wenigen Stunden abgeschlossen. - Über  
Plattenkontaktfroster zum Gefrieren von schwachfönnigem  
Fleisch wird zwar nur ein Teil der Verarbeitungsbetriebe mit  
eigener Schlachthanlage verfügen, ein Einfrieren in grossen  
flachen Satten ist dagegen an jedem Schlachthof möglich. -  
Bei Übereinanderstapelung von Satten mit Stapelfüssen kommt  
zu der enormen Gefrierzeitverkürzung eine wesentliche Ver-  
minderung des benötigten Kühl- und Gefriertraumes gegenüber  
der konventionellen Behandlung in Vierteln oder Hälften.

Obwohl in der deutschen Praxis vorwiegend Gefriertemperaturen  
von  $-20^{\circ}\text{C}$  von Interesse sind, haben wir das entbeinte und  
geschrotete (schlachtwarne oder gekühlte) Fleisch schwach-  
fönniger Rinder auch bei  $-5^{\circ}\text{C}$  und  $-10^{\circ}\text{C}$  in Schichthöhen von  
10 und 15 cm gefroren. Wir fanden als sichere Behandlungsver-  
fahren bei Zugrundelegung der für  $-5^{\circ}\text{C}$  bzw.  $-10^{\circ}\text{C}$  erforder-  
lichen Abtötungszeiten für Cysticercen (Tabelle\_2)

für  $-5^{\circ}\text{C}$  eine Gesamtgefrierzeit von 72 Stunden (3 Tage und

für  $-10^{\circ}\text{C}$  eine Gesamtgefrierzeit von 48 Stunden (2 Tage).

Bei Anwendung dieser Behandlungsart könnte vor allem in Ländern,  
in denen noch Gefrierzeiten von 10-20 Tagen vorgeschrieben sind,  
ausser für den Schlachthof und Tierbesitzer beachtlichen Zeit-  
verkürzungen eine signifikante Minderung der Energie- und  
Behandlungskosten (um etwa 60 bis 75%) erzielt werden. -14-

Qualitätserhaltung und Verarbeitungseignung: Wir hatten die Frage nach der Qualitätserhaltung und der Verarbeitungseignung des geschrotet gefrorenen Rindfleisches zur Hauptaufgabe unserer Untersuchungen gemacht und überprüften sie in einer grossen Zahl von Versuchen mit unterschiedlicher Zielstellung unter praxisgleichen, standardisierten Verarbeitungsbedingungen. Dabei wurde das gefrorene Schrotfleisch zu Rohwurst, Brühwurst und Dosen-Rindfleisch verarbeitet.

Rohwurstherstellung: Für die Rohwurstherstellung sollte man das Fleisch vor dem Zerkleinern und Gefrieren erst 24 Stunden in Vierteln im Kühlraum reifen lassen oder schlachtwarm entbeintes zerkleinertes Fleisch in Satten 24 Stunden kühlen und dann einfrieren. Derart behandeltes Fleisch braucht vor der Verarbeitung nicht erst aufgetaut werden. Es wird in Tafeln bis zu 10 cm Dicke gefroren und bei der Rohwurstherstellung mit der Fleischbandsäge oder dem Gefrierfleischslicer zerkleinert und gefroren verarbeitet. Mit diesem Fleisch hergestellte Rohwurst war von einwandfreier Qualität. - Ein sichtbarer Qualitätsgewinn war gegenüber konventionellem Gefrierviertelfleisch bei feinkörnigen Rohwurstsorten wie Cervelatwurst erzielbar.

Dosen Rindfleisch: Das nach 24 Stunden Kühlung zerkleinert gefrorene Rindfleisch zeigte bei Verarbeitung zu Dosen-Rindfleisch (Rindfleisch im eigenen Saft) mindestens die gleiche Eignung wie in Vierteln gefrorenes.

Brühwurstherstellung: Für die Brühwurstherstellung bietet das Verfahren des Einfrierens entbeinteten Fleisches geradezu ideale Möglichkeiten der Qualitätserhaltung. Man entbeint hierfür die Tierkörper schlachtwarm, salzt das Fleisch mit Nitritpökelsalz oder Kochsalz an, schrotet es im Fleischwolf und friert es in Satten oder im Kontaktplattenfroster ein. Mit dieser Behandlungsmethode, bei der sich das hohe Wasserbindevermögen des Wermfleisches mehrere Wochen lang konservieren lässt, kann das bislang für die Brühwurstherstellung kaum geeignete aufgetaute Gefrierviertelfleisch in ein Produkt höchster Verarbeitungsqualität gewandelt werden. Auch dieses Fleisch wird gefroren zerkleinert und verarbeitet, wodurch die sonst üblichen Auftauzeiten und -schäden entfallen.

Versuchsdurchführung: Wir verarbeiteten derart behandeltes Rindfleisch in mehr als 50 Versuchen zu Darmbrühwurst, Dosenbrühwurst, Saitlingswürstchen und Schäldarmwürstchen. Diese mit unterschiedlicher Zielstellung durchgeführten Versuche unter Praxisbedingungen stellen die technologische Erprobung der bereits von Hamm (20) veröffentlichten Modellversuche über die Möglichkeiten der Kältekonservierung des Warmfleisचेffektes dar. Wir verglichen in unseren Versuchen schlachtwarm geschrotetes und gesalzen gefrorenes Warmfleisch u.a. mit sofort verarbeitetem Warmfleisch, 3 Tage angehangenem Kühlfleisch und Chargen mit Zusätzen von Gefrierviertyelfleisch in unterschiedlicher Menge.

Verarbeitungshinweise: Das zerkleinerte schlachtwarne Rindfleisch wurde mit 25 g Nitritpökelsalz oder Kochsalz pro kg gesalzen, fest in Satten eingedrückt und bei  $-20^{\circ}$  C gefroren. Um das grosse Wasserbindevermögen des schlachtwarmen Fleisches möglichst voll zu erhalten, sollen die gründliche Durchmischung des zerkleinerten Fleisches mit dem Salz und das Gefrieren möglichst bald erfolgen, ehe ein wesentlicher Teil des Adenosintriphosphates (ATP) abgebaut wird und der pH-Wert absinkt. Wir fanden bei Fleisch, das spätestens 4 - 5 Stunden nach der Schlachtung gefroren wurde, eine hervorragende Erhaltung der Wasserbindungskapazität. Für ein Gefrieren in Satten empfehlen wir Schichthöhen von etwa 8 cm, da sich gefrorene Tafeln dieser Stärke noch ohne maschinelle Hilfsmittel zerkleinern lassen. - Bei der späteren Verarbeitung wird das gefrorene Material unter Zugabe des auf das Gesamtbrät berechneten restlichen Salzes (ohne Wasserzusatz) im Kutter mit Langsamgang bis zu Erbsengrösse zerkleinert. Erst danach folgt die fraktionierte Wasserschüttung. Die Zugabe der übrigen vorzerkleinerten Fleisch- und Fettmengen findet erst statt, sobald das Magerbrät gut bindig ausgekuttert ist. Der Zusatz von Natriumascorbat (0,4 - 0,5 g pro kg Gesamtmasse) geschieht während der letzten Kutterrunden mit einem Rest des Wassers, dessen Gesamtmenge in der Regel 80% des Schrotfleisches ausmachte.

Ergebnisse: Tabelle 12 bringt typische Ergebnisse von vier Brühwurstversuchen, bei denen nach Möglichkeit für alle Chargen

das Fleisch eines Tieres verwendet wurde. - Die Befunde der ersten Längsspalten wurden von einem erfahrenen Prüferteam ermittelt, während die Beliebtheitsprüfung ungeübte Beurteiler ausführten. Für jede Spalte ist eine Höchstpunktzahl von 5 (mit Abstufung bis 1) mit zugehörigen Qualitätsdefinitionen festgelegt.

Die hier an Dosenwürstchen demonstrierten Befunde wurden in gleicher Graduierung analog auch bei Darmbrühwurst (Frischware und Brühdauerware), Schäldarmwürstchen und Dosenbrühwurst ermittelt. Allgemein war festzustellen, dass mit gefrorenem Schrotfleisch hergestellte Brühwurstwaren in der Regel von gleich guter Qualität wie die aus frischem Warmfleisch gefertigten und den unter Zusatz von Gefrierviertelfleisch gearbeiteten signifikant überlegen waren. Diese Qualitätsvorteile zeigten sich ausser in den besseren Bindungsverhältnissen besonders in geringeren Gewichtsverlusten und geringerem Gelee- und Fettabsatz.

Von gleich guter Eignung erwies sich das gefrorene Schrotfleisch auch bei der Herstellung von Bratwürstchen sowie als Fleischgrundlage für Fleischsalat, als Farce für Pasteten und Formrouladen, als Grundbrät für Fleischkäse, Leberkäse, Geflügelgalantine und verschiedene Geflügelzubereitungen wie Chickenham, Chicken Roll, verschiedene Geflügelwurstarten usw..

Lagerung und Transport: Sollen die Gefrierschrottafeln einige Zeit gelagert werden, so sind sie zum Schutze gegen Austrocknung und Gefrierbrand mit wasserdampfdichter Folie zu umhüllen. Bei sachgemässer Verpackung können diese Tafeln unter Gefrierbedingungen transportiert werden und bieten mit Kontaktplattenfroster ausgestatteten Betrieben Möglichkeiten, das bislang unbeliebte Fleisch schwachfenniger Rinder als hochwertiges Verarbeitungsmaterial für Brühwurst zu handeln.

#### IV. Direktverarbeitung zu erhitzten Fleischwaren

Die in den Abschnitten I bis III aufgezeigten Vorschläge könnten im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Gefrierbehandlungsverfahren und der derzeit gegebenen kältetechnische Möglichkeiten fraglos zu gravierenden Zeitverkürzungen und wertvoller Qualitätserhaltung führen. Es sollte aber das Fernziel der

Gesetzgeber aller Länder sein. Voraussetzungen und Möglichkeiten für eine Direktverarbeitung des schwachfynnigen Rindfleisches zu erhitzten Fleischwaren zu schaffen. Nur auf diesem Wege gelingt es generell, das Fleisch ohne Qualitätsverluste zu handelsüblichen Produkten zu verarbeiten.

Nach unseren Untersuchungen (46) ist  $+58^{\circ}$  C als Temperatur für eine sichere Abtötung für *Cysticercus inermis* zu betrachten. Man wird demnach bei Verarbeitung des schwachfynnigen Rindfleisches in gewerbe-üblichen Verfahren zu Brühwurst im Darm, Dosenwürstchen, Dosenbrühwurst, Corned beef oder Rindfleisch im eigenen Saft volle sanitäre Sicherheit erzielen. - Eine Direktverarbeitung des Rindfleisches könnte in bereits vorhandenen Freibank-Konservenbetrieben, Konservenabteilungen der Schlachthöfe und staatlich lizenzierten Konservenfabriken erfolgen, wobei selbstverständlich für eine sichere Überwachung Sorge getragen werden müsste.

#### Wünsche an die Gesetzgeber

In sehr vielen Ländern oder Landesteilen dürfte die anzustrebende Direktverarbeitung von schwachfynnigem Rindfleisch zu erhitzten Fleischwaren mangels geeigneter Verarbeitungsbetriebe in absehbarer Zeit kaum realisierbar sein. Die von uns aufgezeigten Möglichkeiten zur Verbesserung der bisher gebräuchlichen Gefrierbehandlung könnten dagegen allgemein ohne nennenswerte Investitionen sofort genutzt werden, wenn die Fleischbeschau-Vorschriften entsprechend ergänzt würden. In der Regel dürfte die Aufnahme des folgenden Passus in die Behandlungsvorschriften genügen:

"Ausser den bestehenden Verfahren sind zur Tauglichmachung von schwachfynnigem Rindfleisch auch Gefrierverfahren zugelassen, bei denen mit Sicherheit eine Kälteeinwirkung von  $-5^{\circ}$  C während 10 Stunden oder  $-10^{\circ}$  C während 3 Stunden oder  $-20^{\circ}$  C während 30 Minuten in allen Teilen des Fleisches gewährleistet ist." - Damit würden Wege für signifikante Zeitverkürzungen, Entlastungen der Schlachthöfe und bedeutende Energieeinsparungen unter den derzeit gegebenen kältetechnischen Voraussetzungen sowie Möglichkeiten für eine bessere Qualitätserhaltung eröffnet.



### Diskussion der Ergebnisse und Zusammenfassung

Die beim Gefrieren von schwachfinnigem Rindfleisch auftretenden Qualitätsschäden und Minderungen in der Verarbeitungseignung wurden unter gewerbeüblichen Arbeitsbedingungen studiert. Als Folge zu geringer Gefriereschwindigkeit und mangelhafter Auftauverhältnisse ist das Gefrierviertelfleisch nur begrenzt zur Verarbeitung geeignet und als Zusatz zu Brühwurstwaren fast unbrauchbar.

Zur Erhöhung der Gefriereschwindigkeit unter den an Schlachthöfen gegebenen kältetechnischen Bedingungen wird vorgeschlagen:

- I. den Durchmesser der Viertel durch Abklappen der Oberschale (und gegebenenfalls der Schulter) zu halbieren,
- II. die aufgeklappten Viertel einphasig zu gefrieren oder
- III. die Tierkörper zu entbeinen und das Fleisch gewolft in Schichten von etwa 8 cm zu gefrieren.

Mit jeder der drei Methoden werden gegenüber den konventionellen Gefrierbehandlungsverfahren signifikante Verkürzungen der Behandlungsdauer und Minderungen der Energiekosten erzielt. So kann beispielsweise die in Deutschland für Raumtemperaturen von  $-20^{\circ}$  C gebräuchliche Kältebehandlungszeit von 1 Tag Kühlen und 3 Tagen Gefrieren bei Methode I um 25%, bei Methode II um 50% und bei Methode III um 50% bis 75% verkürzt werden.

Die mit den Gefriermethoden I und II gewonnenen Zeitverkürzungen gehen nicht zu Lasten der Verarbeitungseignung. - Das nach Methode II einphasig gefrorene Fleisch hat ein besseres Wasserbindevermögen und geringere Gewichtsverluste bei der Verarbeitung als das konventionell nach Kühlung gefrorene.

Wird das Fleisch nach Methode III schlachtwarm entbeint und mit 25 g pro kg Salz vermischt gefroren, so bleibt das hohe Wasserbindevermögen des Warmfleisches erhalten. Mit derart behandeltem Rindfleisch konnten Brühwurstwaren (Darmwürste, Würstchen, Schäldarmwürstchen, Dosenwürste) und andere Fleischwaren von hervorragender Qualität hergestellt werden, die den aus ungefrorenem Warmfleisch gefertigten Würsten qualitativ nicht nachstanden. Der mit Methode III erzielbare Qualitätsgewinn beruht ausser auf der Beschleunigung der Gefrierge-

schwindigkeit auch auf dem Wegfall des qualitätsmindernden Auftauprozesses.

Es wird empfohlen, international als Fernziel eine Direktverarbeitung von schwachfinnigem Rindfleisch zu erhitzten Darm- und Dosenfleischwaren anzustreben, da mit dieser Form der Brauchbarmachung der höchste Grad der Qualitätserhaltung erreichbar ist. Solange aber dafür die fabrikationstechnischen Möglichkeiten noch fehlen, sollten die fleischbeschau-gesetzlichen Vorschriften dahingehend ergänzt werden, dass sie eine Anwendung der aufgezeigten Verbesserungsvorschläge für die Gefrierbehandlung ermöglichen.

#### Discussion of the results and summary

The quality damage and decrease in relation to the suitability for processing frozen beef with a low infestation of *Cystrercerci* was studied under commercial working conditions. Because of the freezing speed and the inefficient thawing conditions, the use of frozen beefquarters is limited, as they are almost useless in sausage production.

We advice therefore for an increase of the freezing speed under conditions of any abbatoir the following:

- I. The reduction of the diameter into half by flapping the topside (and the shoulder).
- II. The freezing of the flapped quarter in one phase or
- III. to debone the carcasses and to freeze the meat minced in layers of about 8 cm.

With each of the three methods we achieved in comparison to the conventional freezing method a significant reduction of the time of processing as well as a decrease of the electricity costs. The commercial treatment in Germany for instance of a room temperature of  $-20^{\circ}$  C and an application of 1 day cooling plus 3 days freezing. could be reduced by 25% when method I was applied, 50% with method II and 50% - 75% with method III.

We found that the time decrease for the treatment I and II does not decrease the suitability of the meat for processing.

- Furthermore we observed that the freezing treatment II showed a better water holding capacity and a decreased

weightloss when processed than the conventional meat that was frozen after previous cooling.

If the meat was deboned immediately after slaughter, mixed with 25 g/kg salt and frozen the high water holding capacity was maintained. From beef that was processed in this way we produced bolonies (hot dogs, sausages, skinless sausages and sausages in tins) as well as other meat products of an outstanding quality which were in no way inferior to sausages processed from unfrozen fresh meat. The gain of quality we observed when the meat was frozen by method III is based on an acceleration of the freezing speed as well as on the elimination of the quality-decreasing thawing process.

We advice as an international intention for the future to aspire a direct processing treatment of beef with a low infestation of cystererci to heated meat products in casings and tins, because in this way the highest degree for a maintenance of the quality would be achieved. As long as we lack the suitable technological possibilities the meat inspection regulations should be supplemented in that way as to ensure the application of these mentioned suggestions to improve freezing.

Literatur

1. Aduzkewitsch, V.: Mikroskopische Veränderungen des Fleisches während des Gefrierens und der Lagerung. Mjasnaja industrija SSSR 1960, Nr. 6, 45; Ref. Fleischwirtschaft 14, 40 (1962).
2. Arsic, K. u. Tadic, R.: Influence of freezing moment and thawing method on blanching shrink. Technologija mesa IV/12, 353 (1963).
3. Bartels, H. u. Tändler, K.: Zum Gefrieren von Fleisch finniger Rinder. Fleischwirtschaft 13, 707 (1961).
4. Bartels, H. u. Tändler, K.: Einige Ergebnisse neuer Untersuchungen über Rinderfinnen. Fleischwirtschaft 13, 905 (1961).
5. Bartels, H. u. Tändler, K.: Gefrierbehandlung schwachfinniger Rinder durch schlachtwarmes Einfrieren. Jahresbericht 1962 der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, S. 67.
6. Bartels, H. u. Tändler, K.: Die Abtötung von Rinderfinnen durch Kälte. Jahresbericht 1962 der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, S. 69.
7. Bartels, H. u. Tändler, K.: Neuzeitliche Kälteanwendung zur Abtötung gesundheitsschädlicher Rinderfinnen. IX Kongress Europäischer Fleischforscher, Budapest 1963.
8. Bartels, H. u. Tändler, K.: Die Gefrierbehandlung schwachfinniger Rinder bei  $-35^{\circ}$  C. Fleischwirtschaft, 15, 87 (1963).
9. Bartels, H. u. Tändler, K.: Bei welchen Gefriertemperaturen sterben Rinderfinnen ab? Fleischwirtschaft 15, 709 (1963).
10. Bartels, H. u. Tändler, K.: Abtötung gesundheitsschädlicher Rinderfinnen. Fleischwirtschaft 15, 1114 (1963).
11. Bendall, J.R.: The Role of the Marsh Factor in Rigor Mortis and Thaw-Rigor. Bull. Inst. Internat. Froid, 1955, Supp. 1, 60.
12. Bendall, J.R. u. Marsh, B.B.: The Biochemistry of Muscular Tissue in Relation to Loss of Drip during Freezing. Food Investigation Miscellaneous Paper, 1951, Nr. 35.
13. Bouton, B.E., Howard, A. u. Lawrie, R.A.: Untersuchungen über die Qualität von Rindfleisch. Bull. Inst. Int. Froid 39, 146 (1959).
14. Burcev, L.: Die allgemeine Einführung des schlachtwarmen Einfrierens von Fleisch muss beschleunigt werden. Mjasnaja industrija 35, 3, 21 (1964).
15. Drosdow, N.: Einfluss der Lagerdauer des Fleisches vor dem Einfrieren auf die Eigenschaft nach dem Auftauen. Fleischind. d. UdSSR, Moskau 5/1954, S. 48.

16. Gekev, A. u. Dimitrova, N.: Studies on one-phase freezing of meat. Scientific Res. Inst. for Animal Prod. Techn., Sofia, Jahrbuch 1962, 25.
17. Golowkin, W. u. Schagan, O.: Veränderung der mechan. und chem. Eigenschaften von Muskelgewebe bei der Kältebehandlung von Fleisch. Kältetechnik, Moskau 35, 6, 42 (1958).
18. Grau, R. u. Hamm, R.: Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskels. II. Mitt. Über die Bestimmung der Wasserbindung des Muskels. Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 105, 446 (1957).
19. Grossklaus, D.: Über die Eignung von Gefriertemperaturen um  $-35^{\circ}$  C zur Brauchbarmachung finnigen Rindfleisches. Fleischwirtschaft 45, 1023 (1965).
20. Hamm, R.: Die Verarbeitung von schlachtwarm eingefrorenem Fleisch. Fleischwirtschaft 46. 772, 856 (1966).
21. Howard, A. u. Lawrie, R.A.: Studies on beef quality. The effect of blast-freezing hot beef quarters. II. Physiological and biological effects. III. Influence of variation pre-slaughter treatments on weight losses and eating quality of beef carcasses. Gt. Brit. Dept. Sci. Ind. Research Spec. Rept. No. 63 (London) 1956.
22. Howard, A. u. Lawrie, R.A.: Studies on beef quality. IV. The effect of combining blast-freezing of hot beef quarters with pre-slaughter injection of magnesium sulphate. Brit. Dept. Scie. Ind. Research Spec. Rept. No. 64 (London).
23. Howard, A. u. Lawrie, R.A.: Beeinflussung des Gewichtsverlustes und der Verzehrqualität gefrorenen Rindfleisches von schlachtwarmen Vierteln durch Gebläsegefrieren. Vortrag Kopenhagen, August 1957.
24. Jasper, W.: Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Gefrierverfahrens durch schlachtwarmes Einfrieren von Fleisch. Schlacht- u. Viehhof-Ztg. 58, 272 (1958).
25. Jasper, W.: Neue Erkenntnisse beim Kühlen, Gefrieren und Auftauen von Fleisch. Kältetechnik 13, 121 (1959).
26. Jasper, W.: Über das direkte Gefrieren von schlachtwarmen Rindervierteln. Fleischermeister 14, 72 (1961).
27. Jasper, W.: Der gegenwärtige Stand der Technik bei der Kältebehandlung von Fleisch. Fleischermeister, H. 4 (1963).
28. Jasper, W.: Das schlachtwarme Gefrieren und Auftauverfahren. Vortrag geh. 11. Arbeitstagung der Fachsektion Lebensmittelhygiene der Wissenschaftl. Gesellschaft für Veterinärmedizin in der DDR am 27. 4. 1966 in Binz.
29. Karan-Djurdjic, S.: Der Einfluss des Gefrierens auf die strukturellen Veränderungen des Fleisches. 7. Tagung des Europäischen Fleischforscherkongresses in Warschau vom 18. bis 23.9. 1961.

30. Locker, R.H. u. Hagyard, C.J.: A cold shortening effect in beef Muscles. *Sci. of Food and Agriculture* 14, 787 (1963).
31. Love, R.M. u. Haroldsson, S.B.: Kälteanwendung bei Tieren und tierischen Nahrungsmittelerzeugnissen. *Nature G.B.* 181, 1334 (1958).
32. Lorentzen, G.: Investigation of Heat Transfer and Weight Loss During Freezing of Meat. Vortrag Internat. Kältekongress Kopenhagen 1959.
33. Lorentzen, G. u. Rosvec, S.: Untersuchungen über den Wärmeaustausch und den Gewichtsverlust beim Frieren von Fleisch. *Die Kälte* 12, 591 (1959).
34. Marsh, B.B. u. Leet, N.G.: Studies in meat tenderness. III. The effects of cold shortening on tenderness. *J. of Food Science* 31, 450 (1966).
35. Moss, V.G., Kielsmeier, E.W. u. Olson, F.C.: Die Beziehung zwischen energiereichen Phosphaten, pH und Viskosität von Kuh- und Bullenfleischbrät. Vortrag, 10. Internat. Kongress d. Fleischforschungsinstitute v. 10. - 15. 8. 1964 in Roskilde.
36. Pawlowsky, P.: Einstufiges Einfrieren in der UdSSR. *Mjasnaja industrija* Nr. 2/ 1963.
37. Ravasz, E.: Die Frage des modernen Fleischgefrierens. *Husipar* Nr. 3, 114 (1965).
38. Reuter, H. u. Tändler, K.: Eine Konstant-Pressmethode zur Bestimmung der Wasserbindung von Warmbräten. *Fleischwirtschaft* 44, 998 (1964).
39. Riedel, L.: Zum Problem des gebundenen Wassers in Fleisch. *Kältetechnik* 13, 122 (1961).
40. Riedel, L.: Kalorimetrische Untersuchungen an Fleisch und Eiklar. *Kältetechnik* 16, 363, (1964).
41. Rjutow, D.: Über Vorteile des einstufigen Schnellgefrierens von Fleisch nach Untersuchungen in der UdSSR. *Mjasnaja industrija* Nr. 1 (1963).
42. Savic, I. Belgrad/Jugoslawien: Unveröffentlichte Arbeiten und Schriftwechsel 1967.
43. Scheffer, A.: Untersuchungen der Vorgänge beim schlachtwarmen Einfrieren von Fleisch. *Fleischind. d. UdSSR, Moskau* 30, 4, 39 (1959).
44. Tändler, K.: Nimmt die Zahl der Rinderfinnenfunde ab? *Fleischwirtschaft* 45, 1025 (1965).

45. Tändler, K.: Methoden zur Erhaltung des Wasserbindungsvermögens von Warmfleisch zur Brühwurstherstellung. Allg. Fleischerzeitg. 67, 3 (1966).
46. Tändler, K.: Fragen der sanitären Sicherheit und der Qualitätserhaltung bei der Tauglichmachung von schwachfönnigem Rindfleisch. I. Fragen der sanitären Sicherheit. Fleischwirtschaft Juliheft 1967 (im Druck).
47. Tändler, K. u. Hamm, R.: Erfahrungen mit der Verarbeitung von schlachtwarmem und schlachtwarm gefrorenem Fleisch zu Brühwurst. In Vorbereitung.
48. Wartemann, W., Kochan, A. u. Börtitz, S.: Ursachen der besseren Qualitätserhaltung von Fleisch durch Einphasengefrieren. Fleischermeister H. 7, 175 (1963).
49. Webster, H.L. u. Howard, A.: Investigations on the Improvement of Quality of Frozen Beef Carried out at Brisbane in Association with the British D.S.I.R. Proceedings of Conferences on Beef Export Industrie, Brisbane 1955. Agric. Res. Liaison Sect. Melbourne 1955.
50. Wlassow, S.: Erfahrungen beim schlachtwarmen Einfrieren von Fleisch. Kältetechnik Moskau 35, 6, 61 (1958).

- - - -

Tabellen und Abbildungen zur Arbeit

# Untersuchungen zur Qualitätserhaltung bei der Tauglichmachung von schwachfärbigem Rindfleisch

von Dr. K. Tändler

Tabelle 1

Tauglichmachen durch Gefrierbehandlung

Land	vorgeschriebene Kühlung	Gefrierbehandlung Mindesttemperatur	Mindestgefrierdauer oder sonstige Richtwerte
Jugoslawien	+ 2° C	— 5° C	Kerntemperatur von — 5° C mindestens 24 Stunden
Italien		— 5° C	15 Tage
Frankreich bis 1963		— 5° C	8 Tage
CSSR			7 Tage (mindestens 48 Std.) bis Kerntemperatur von — 5° C erreicht ist; diese Temperatur 24 Stunden halten
Ägypten		— 7° C	Schlachttierkörper 21 Tage (3 Wochen), Teilstücke (joints) 4 Tage
Großbritannien		— 6,6° C (20° F)	21 Tage (3 Wochen)
Kanada		— 10° C (14° F)	14 Tage (2 Wochen)
Dänemark		— 9,4° C (15° F)	20 Tage
Westdeutschland	0/+ 2° C 24 Stunden	— 10° C	240 Stunden (10 Tage)
Ostdeutschland	+ 5° C (Mindesttemp.)	— 10° C	bei — 10° C wenigstens 144 Stunden (6 Tg.) oder Kerntemperatur von — 3° C mindestens 24 Stunden
Frankreich ab 1964		— 10° C	Kerntemperatur von — 3° C mindestens 24 Stunden
Ungarn		— 10° C	10 Tage
Israel		— 10° C	21 Tage
Rep. Südafrika		— 10° C	240 Stunden (10 Tage)
Belgien		— 10° C	14 Tage
Holland		— 10° C	10 Tage
USA		— 10° C — 12,2° C (10° F)	10 Tage Schlachttierkörper mindestens 10 Tage entbeintes Fleisch in Kartons und Behältnissen 20 Tage
Schweiz	auf 0 bis + 4° C	— 10° C	6 Tage
Österreich		— 20° C	3 Tage
Schweden			Kerntemperatur von — 3° C mindestens 24 Stunden
Türkei		— 15° C	10 Tage
Portugal			Kerntemperatur von — 3° C mindestens 24 Stunden
		— 20° C	10 Tage



Stunden

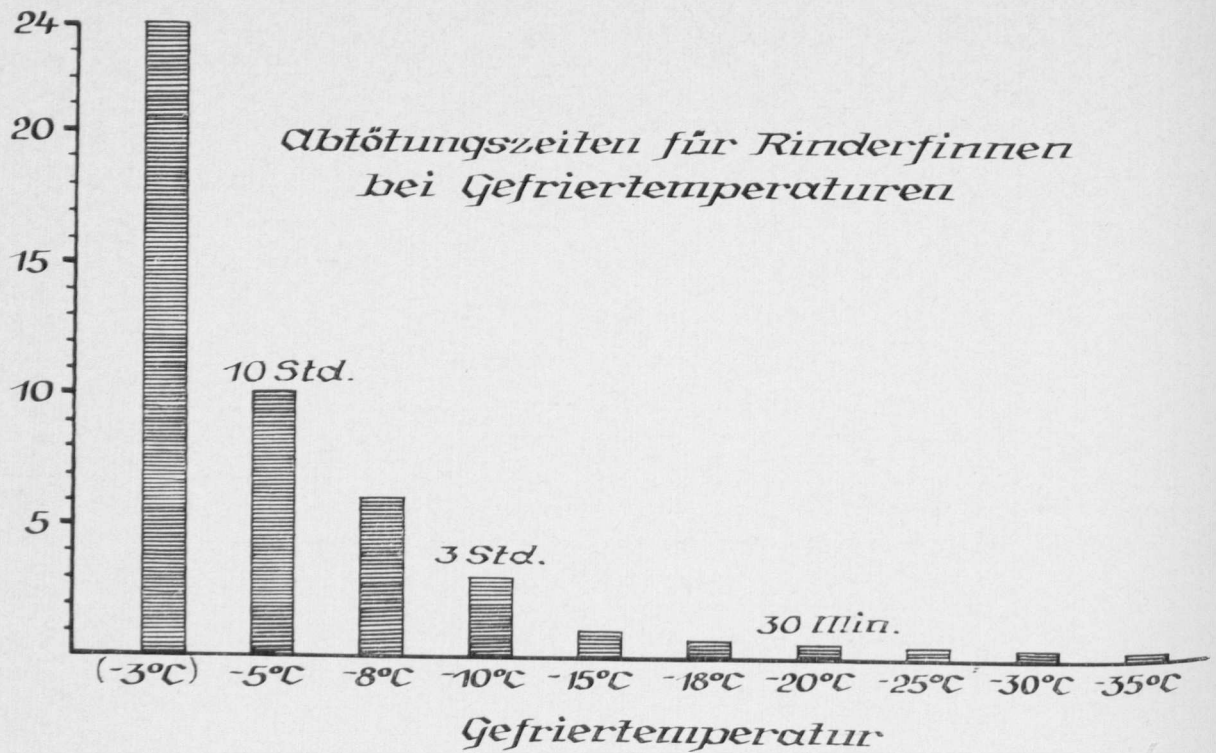


Abb. 2

**Temperaturverlauf in Rinder-Hintervierteln (Kerntemperatur-Maximalwerte)**

(24 Std. Kühlung bei  $\pm 0/+2^{\circ}\text{C}$ ; 3 Tage Gefrierbehandlung bei  $-20^{\circ}\text{C}$ ; 3 Tage Auftauen bei  $+2/+6^{\circ}\text{C}$ )

A. ● — Hinterviertel geschlossen  
 B. ▴ - - - - - Hinterviertel mit abgeklappter Oberschale

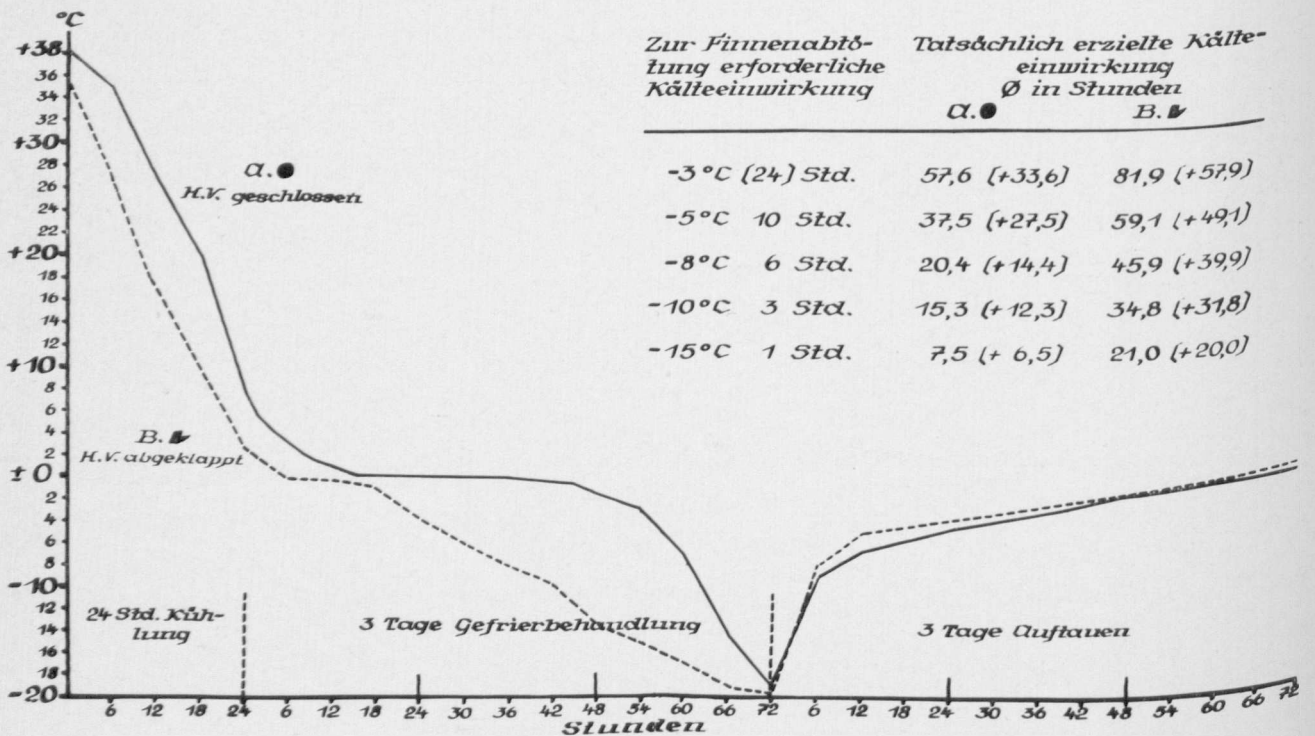


Abb. 3

Tabelle 4

Behandlung	A) aufgeklappte Viertel	B) geschlossene Viertel
nach 24stündiger Kühlung bei +2° C	1,85 (1,05 / 2,43%)	1,68 (0,95 / 2,29%)
nach 2tägiger (A) bzw. 3tägiger (B) Gefrierbehandlung bei -20° C	2,26 (1,48 / 3,30%)	2,35 (1,55 / 3,25%)
nach 3tägigem Auftauen bei +2° C	2,05 (1,03 / 3,00%)	2,10 (0,95 / 3,05%)

Durchschnittswerte der Gewichtsverluste bei der Kältebehandlung und dem Auftauen von schwachfinnigen Rindern (In Klammer Minimal- bzw. Maximalwerte)

Temperaturverlauf in Rinder-Hintervierteln (Kerntemperatur-Maximalwerte)

A. ● — Hinterviertel geschlossen, 24 Stunden gekühlt, dann gefroren  
 B. ▼ - - - - - Hinterviertel abgeklappt, schlachtwarm gefroren -20° C

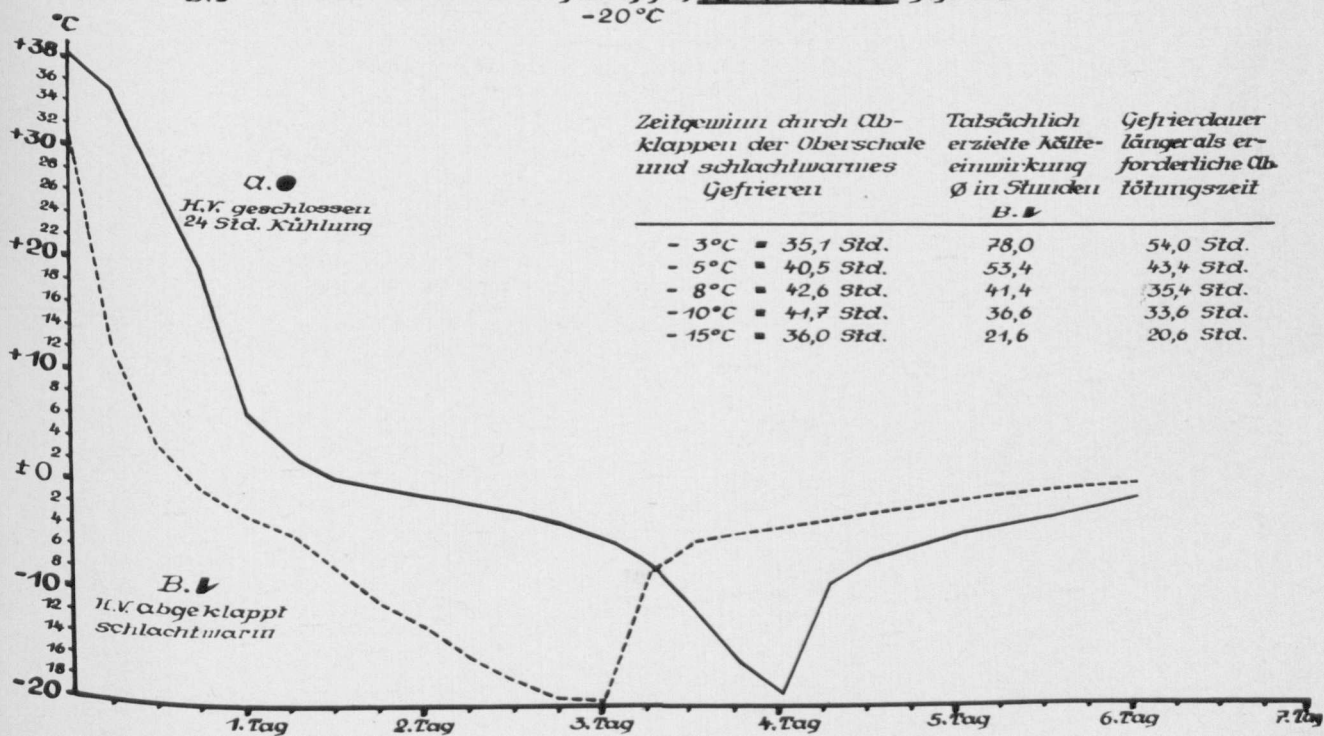


Abb. 5



Mittlere lineare Gefriergeschwindigkeit in Rinderhintervierteln ( $\Phi$  32 cm)

	Mittlere lineare Gefriergeschwindigkeit
-20° C	
1. Geschlossenes Viertel, 24 Stunden vorgekühlt bei +2° C, gefroren bei -20° C und 1,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	0,4 cm/h
2. Aufgeklappte Viertel, 24 Stunden vorgekühlt bei +2° C, gefroren bei -20° C und 1,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	0,8 cm/h
3. Aufgeklappte Viertel (ohne Vorkühlung) einphasig gefroren bei -20° C und 1,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	1,2 cm/h
-35° C	
4. Geschlossene Viertel, 24 Stunden vorgekühlt bei +2° C, gefroren bei -35° C und 3,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	3,2 cm/h
5. Aufgeklappte Viertel, 24 Stunden vorgekühlt bei +2° C, gefroren bei -35° C und 3,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	4,1 cm/h
6. Aufgeklappte Viertel (ohne Vorkühlung) einphasig gefroren bei -35° C und 3,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	6,0 cm/h

Abb. 8:

Tabelle 9

Behandlung	A) schlachtwarm gefrorene aufgeklappte Viertel	B) nach 24 Stunden Kühlung gefrorene geschlossene Viertel
nach 24stündiger Kühlung bei +2° C	—	1,64 (0,75 / 2,82%)
nach 2tägiger (A) bzw. 3tägiger (B) Gefrierbehandlung bei -20° C	1,36 (0,10 / 2,14%)	2,30 (1,67 / 3,45%)
nach 3tägigem Auftauen bei +2° C	0,98 (0,32 / 2,03%)	2,29 (0,99 / 3,21%)

Durchschnittswerte der Gewichtsverluste

bei der Kältebehandlung und dem Auftauen von schwachfönnigen Rindern (In Klammer Minimal- bzw. Maximalwerte)

400

Wärmegangmessungen in Satten mit Schrotfleisch

Gefrieren bei  $-20^{\circ}\text{C}$

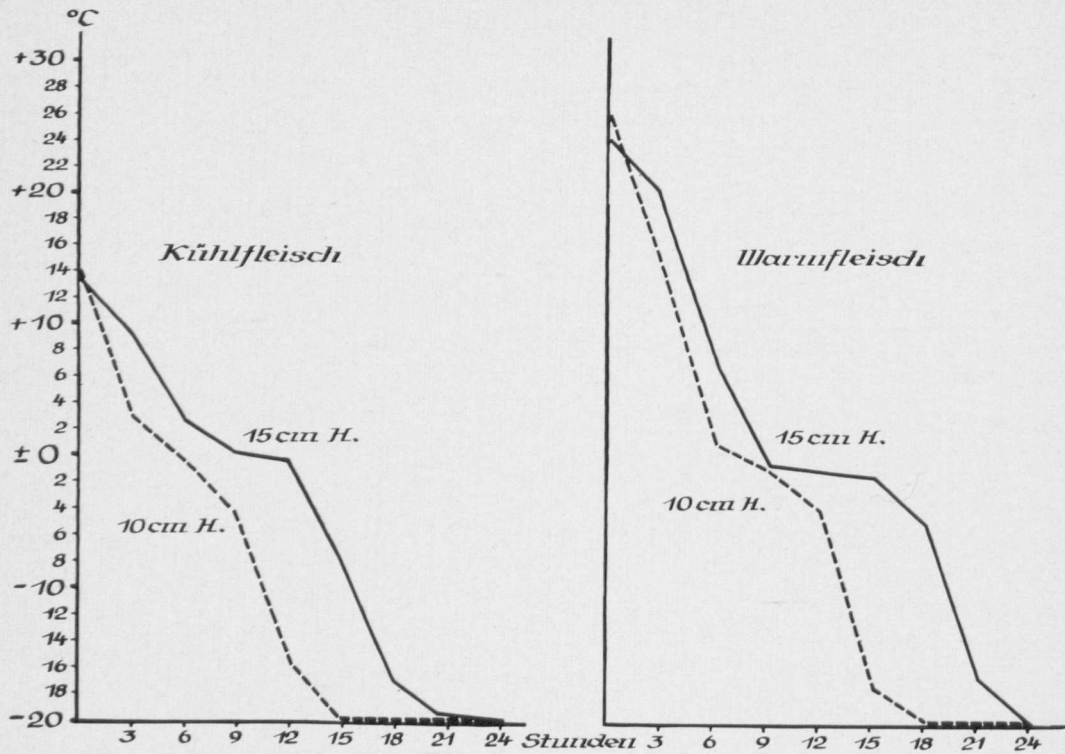


Abb. 10:

Wärmegangmessungen in Satten mit Schrotfleisch

Gefrieren bei  $-35^{\circ}\text{C}$

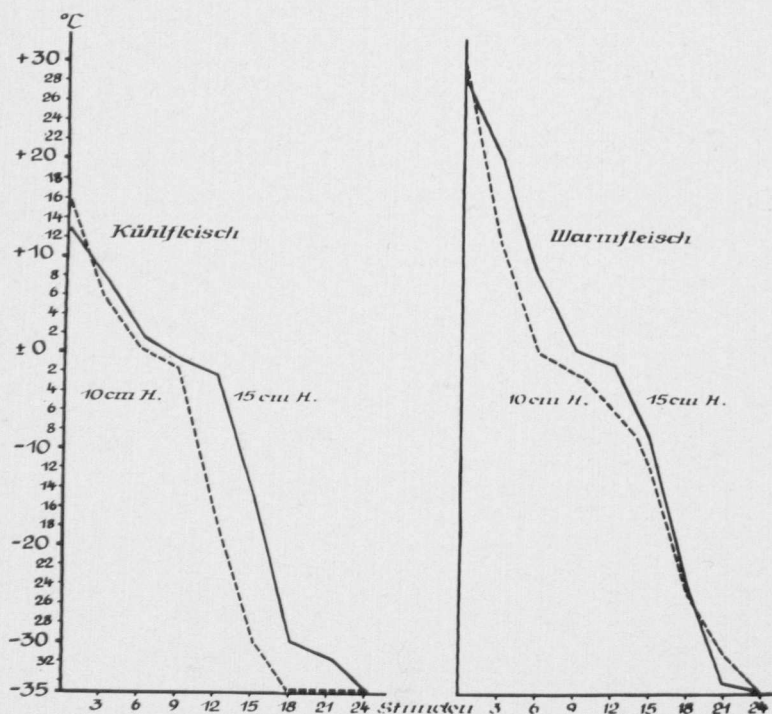


Abb. 11:

Tabelle 12

**Organoleptische Befunde bei Warmprüfung von Brühwürstchen**  
Durchschnittswerte aus 4 Versuchen

Zusammensetzung	Aroma (Geruch und Geschmack)	Biß und Knacksigkeit	Bindung des Brätes	Saftigkeit	Beliebtheits- prüfung
1 Schlachtwarm verarbeitete Rindfleisch	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 4,8 5,0	5,0 4,6 5,0 5,0
2 Schlachtwarm geschrotetes, gesalzen gefrorenes Rindfleisch	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 4,8 5,0	5,0 5,0 4,8 5,0
3 Nach 3tägiger Kühlung verarbeitete Rindfleisch (Kühlfleisch)	5,0 5,0 5,0 5,0	4,0 3,8 4,0 3,8	2,6 2,8 2,8 2,4	3,4 3,2 3,0 3,2	3,0 2,8 3,0 3,2
4 Fleisch Nr. 1 + 10% Gefrierviertelfleisch	4,4 4,8 4,8 4,6	3,8 4,0 4,6 4,0	3,8 3,2 3,8 3,2	3,0 3,6 3,0 3,6	3,4 3,2 3,6 3,0
5 Fleisch Nr. 2 + 10% Gefrierviertelfleisch	4,4 4,6 4,8 4,6	3,8 4,2 4,6 4,2	3,8 3,2 3,6 3,6	3,0 3,4 3,2 3,6	3,2 3,4 3,6 3,2
6 Fleisch Nr. 3 + 10% Gefrierviertelfleisch	4,4 4,6 4,6 4,8	2,4 2,2 2,8 2,0	1,8 1,4 1,6 1,6	2,0 2,0 2,2 2,0	2,0 1,6 1,6 1,4

Tabellen und Abbildungen zur Arbeit

Untersuchungen zur Qualitätserhaltung bei der  
Tauglichmachung von schwachfinnigem Rindfleisch

von Dr. K. Tändler

Tabelle 1

Tauglichmachen durch Gefrierbehandlung

Land	vorgeschriebene Kühlung	Gefrierbehandlung Mindesttemperatur	Mindestgefrierdauer oder sonstige Richtwerte
Jugoslawien	+ 2° C	— 5° C	Kerntemperatur von — 5° C mindestens 24 Stunden
Italien		— 5° C	15 Tage
Frankreich bis 1963		— 5° C	8 Tage
CSSR			7 Tage (mindestens 48 Std.) bis Kerntemperatur von — 5° C erreicht ist; diese Temperatur 24 Stunden halten
Ägypten		— 7° C	Schlachttierkörper 21 Tage (3 Wochen), Teilstücke (joints) 4 Tage
Großbritannien		— 6,6° C (20° F)	21 Tage (3 Wochen)
Kanada		— 10° C (14° F)	14 Tage (2 Wochen)
Dänemark		— 9,4° C (15° F)	20 Tage
Westdeutschland	0/+ 2° C 24 Stunden	— 10° C	240 Stunden (10 Tage)
Ostdeutschland	+ 5° C (Mindesttemp.)	— 10° C	bei — 10° C wenigstens 144 Stunden (6 Tg.) oder Kerntemperatur von — 3° C mindestens 24 Stunden
Frankreich ab 1964		— 10° C	Kerntemperatur von — 3° C mindestens 24 Stunden
Ungarn		— 10° C	10 Tage
Israel		— 10° C	21 Tage
Rep. Südafrika		— 10° C	240 Stunden (10 Tage)
Belgien		— 10° C	14 Tage
Holland		— 10° C	10 Tage
USA		— 10° C — 12,2° C (10° F)	10 Tage Schlachtetierkörper mindestens 10 Tage entbeintes Fleisch in Kartons und Behältnissen 20 Tage
Schweiz	auf 0 bis + 4° C	— 10° C	6 Tage
Osterreich		— 20° C	3 Tage
Schweden			Kerntemperatur von — 3° C mindestens 24 Stunden
Türkei		— 15° C	10 Tage
Portugal			Kerntemperatur von — 3° C mindestens 24 Stunden
		— 20° C	10 Tage

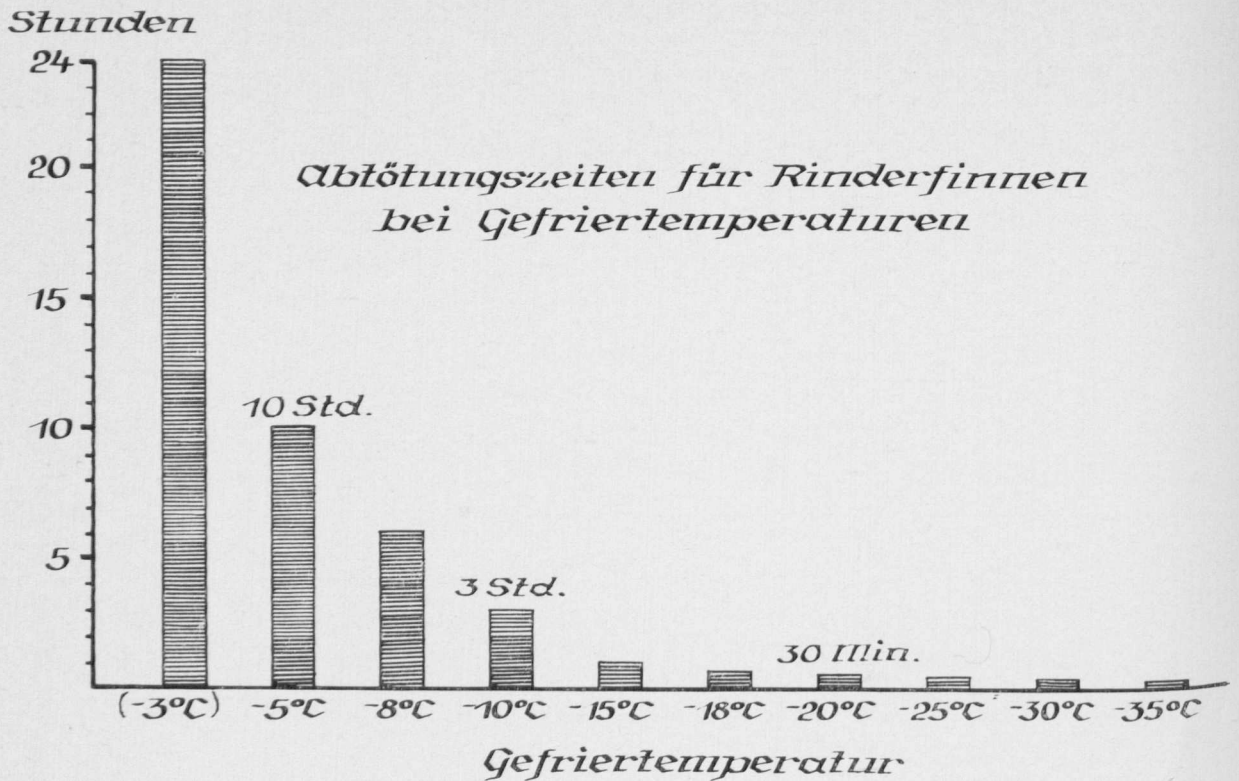


Abb. 2

**Temperaturverlauf in Rinder-Hintervierteln (Kerntemperatur-Maximalwerte)**

(24 Std. Kühlung bei  $\pm 0/+2^\circ\text{C}$ ; 3 Tage Gefrierbehandlung bei  $-20^\circ\text{C}$ ; 3 Tage Auftauen bei  $+2/+6^\circ\text{C}$ )

A. ● — Hinterviertel geschlossen  
 B. ▽ - - - - - Hinterviertel mit abgeklappter Oberschale

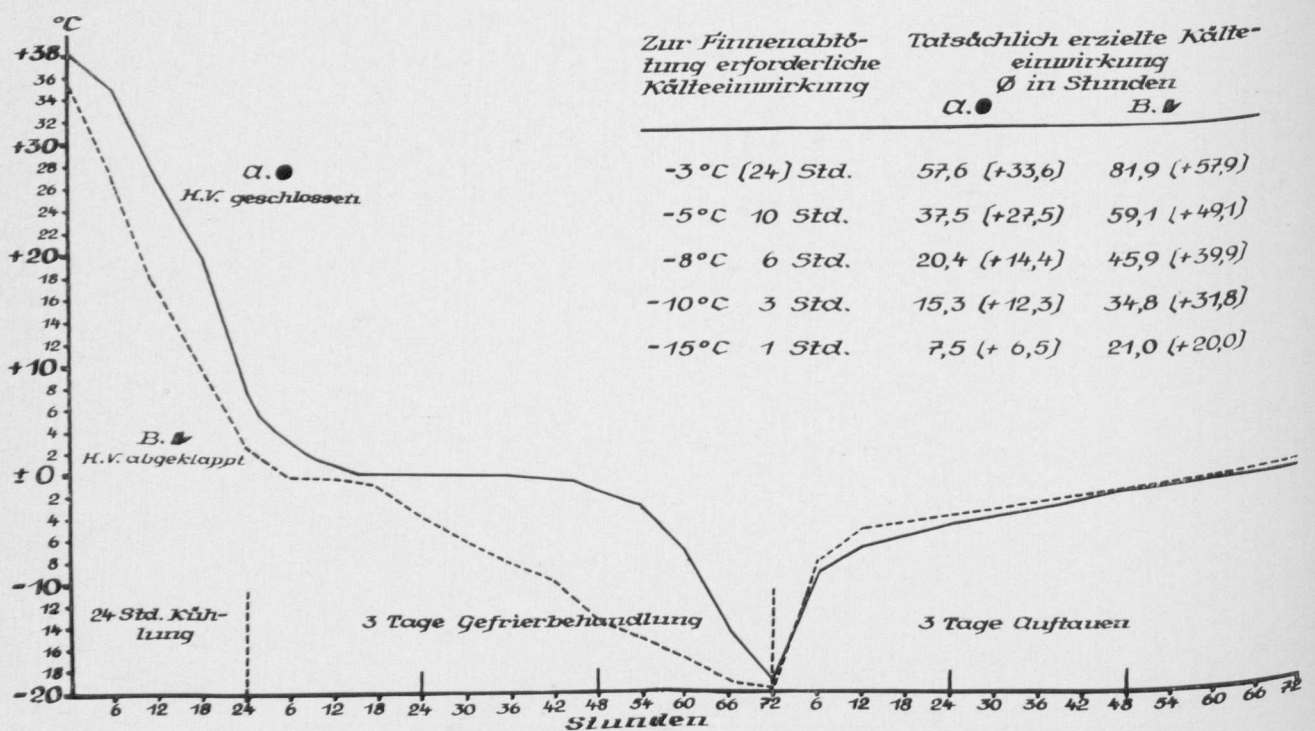


Abb. 3



Tabelle 4

Behandlung	A) aufgeklappte Viertel	B) geschlossene Viertel
nach 24stündiger Kühlung bei +2° C	1,85 (1,05 / 2,43%)	1,68 (0,95 / 2,29%)
nach 2tägiger (A) bzw. 3tägiger (B) Gefrierbehandlung bei -20° C	2,26 (1,48 / 3,30%)	2,35 (1,55 / 3,25%)
nach 3tägigem Auftauen bei +2° C	2,05 (1,03 / 3,00%)	2,10 (0,95 / 3,05%)

Durchschnittswerte der Gewichtsverluste bei der Kältebehandlung und dem Auftauen von schwachfinnigen Rindern (In Klammer Minimal- bzw. Maximalwerte)

Temperaturverlauf in Rinder-Hintervierteln (Kerntemperatur-Maximalwerte)

A. ● ——— Hinterviertel geschlossen, 24 Stunden gekühlt, dann gefroren  
 B. ▽ - - - - - Hinterviertel abgeklappt, schlachtwarml gefroren  
 -20°C

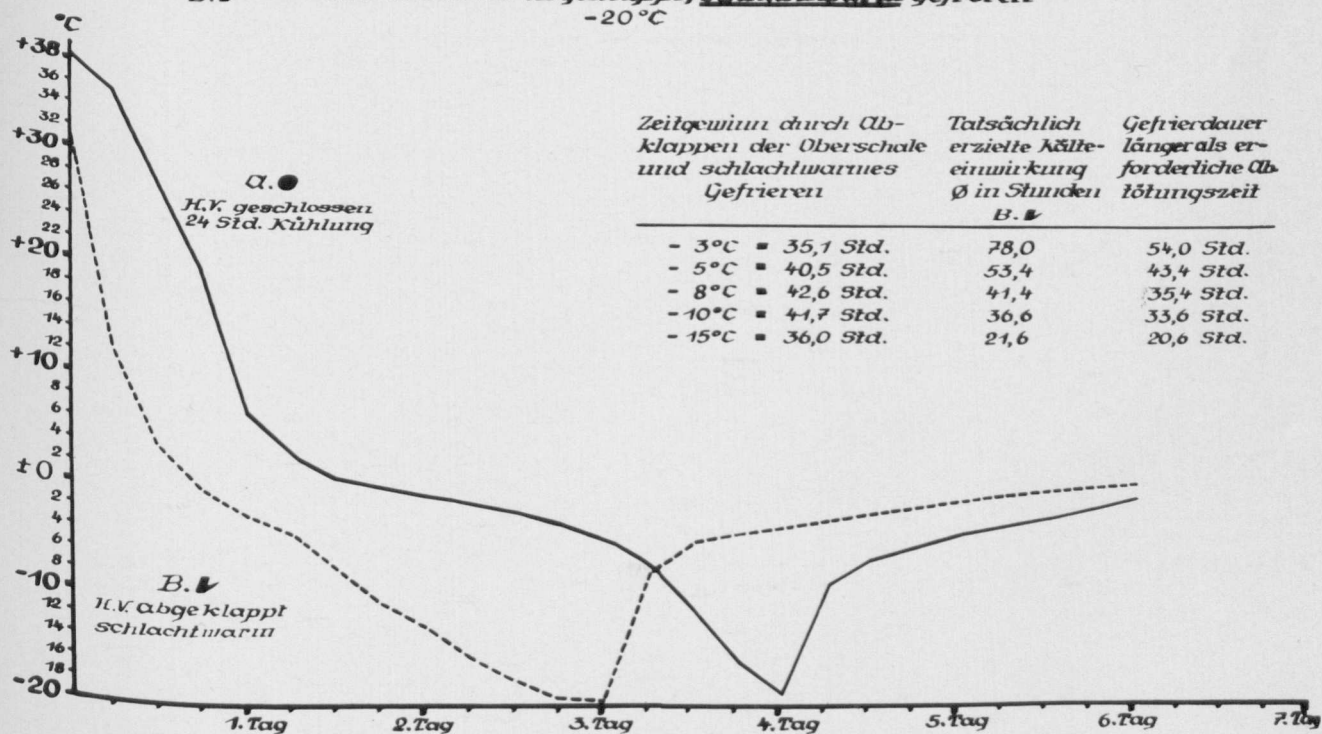


Abb. 5

**Wärmeganglinien in verschiedener Schichttiefe  
eines Rinder-Hinterviertels**

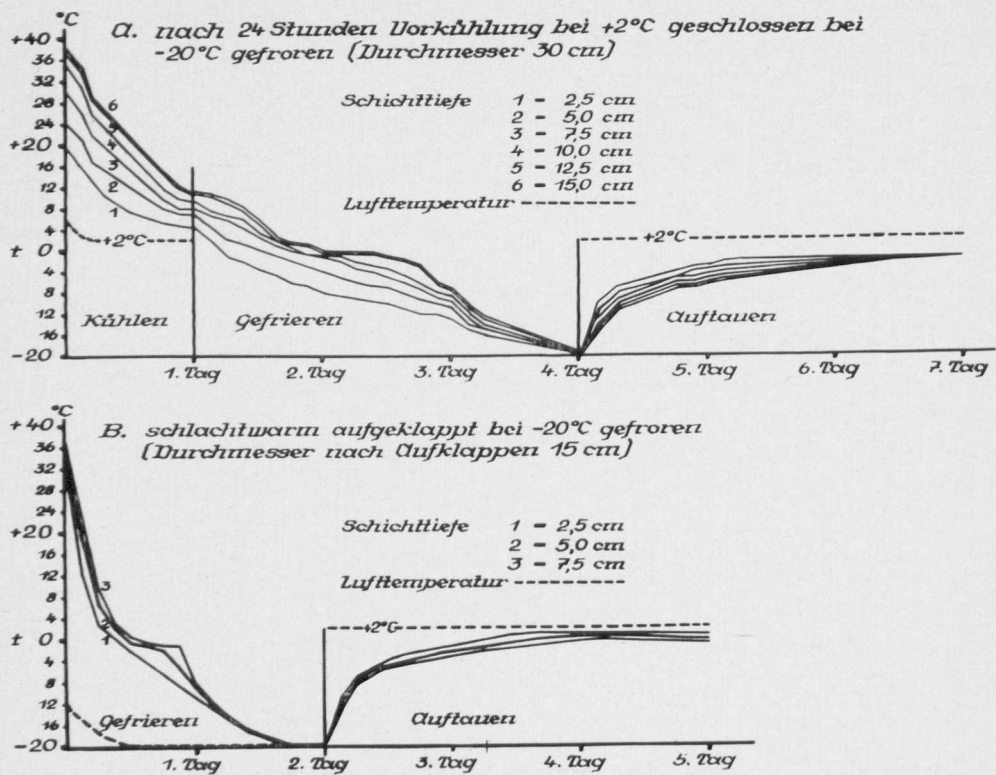


Abb. 6

**Temperaturverlauf in Rinder-Hintervierteln (Kerntemperatur-Maximalwerte)**

A. ● ——— Hinterviertel geschlossen, 24 Stunden gekühlt, dann gefroren  
B. ▽ ----- Hinterviertel abgeklappt, schlachtwarm gefroren  
-35°C

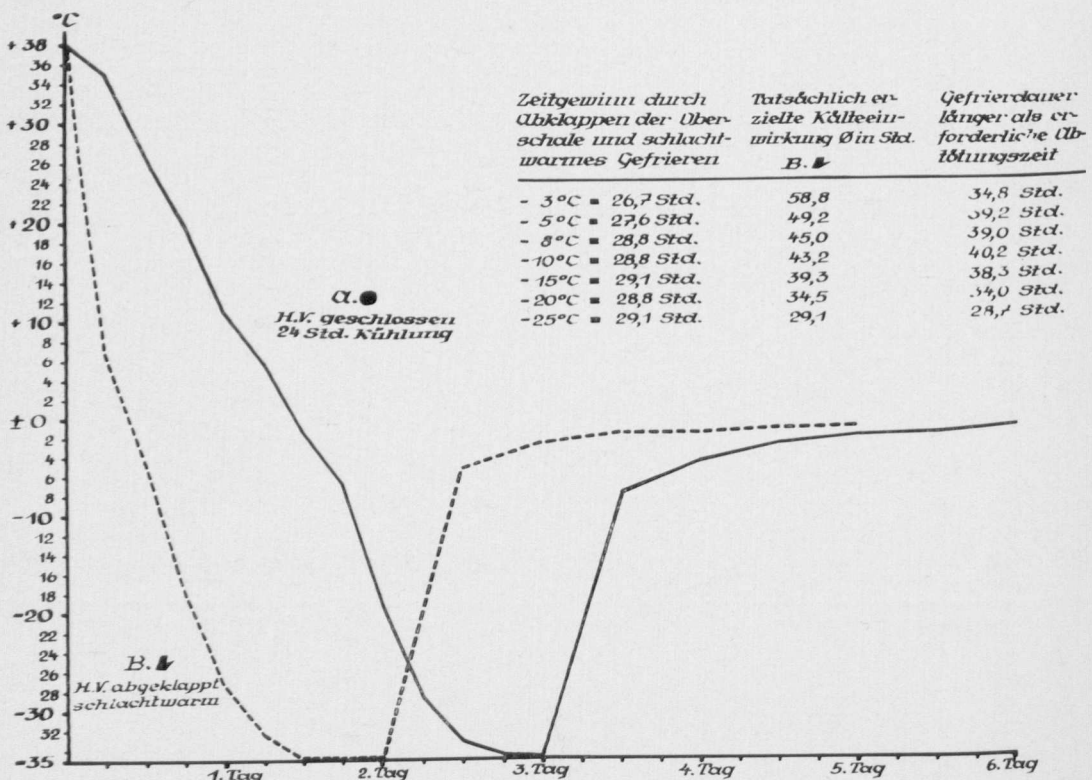


Abb. 7

Mittlere lineare Gefriergeschwindigkeit in Rinderhintervierteln ( $\phi$  32 cm)

	Mittlere lineare Gefriergeschwindigkeit
-20° C	
1. Geschlossenes Viertel, 24 Stunden vorgekühlt bei +2° C, gefroren bei -20° C und 1,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	0,4 cm/h
2. Aufgeklappte Viertel, 24 Stunden vorgekühlt bei +2° C, gefroren bei -20° C und 1,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	0,8 cm/h
3. Aufgeklappte Viertel (ohne Vorkühlung) einphasig gefroren bei -20° C und 1,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	1,2 cm/h
-35° C	
4. Geschlossene Viertel, 24 Stunden vorgekühlt bei +2° C, gefroren bei -35° C und 3,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	3,2 cm/h
5. Aufgeklappte Viertel, 24 Stunden vorgekühlt bei +2° C, gefroren bei -35° C und 3,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	4,1 cm/h
6. Aufgeklappte Viertel (ohne Vorkühlung) einphasig gefroren bei -35° C und 3,5 m/sec Luftgeschwindigkeit	6,0 cm/h

Abb. 8:

Tabelle 9

Behandlung	A) schlachtwarm gefrorene aufgeklappte Viertel	B) nach 24 Stunden Kühlung gefrorene geschlossene Viertel
nach 24stündiger Kühlung bei +2° C	—	1,64 (0,75 / 2,82%)
nach 2tägiger (A) bzw. 3tägiger (B) Gefrierbehandlung bei -20° C	1,36 (0,10 / 2,14%)	2,30 (1,67 / 3,45%)
nach 3tägigem Auftauen bei +2° C	0,98 (0,32 / 2,03%)	2,29 (0,99 / 3,21%)

Durchschnittswerte der Gewichtsverluste bei der Kältebehandlung und dem Auftauen von schwachfönnigen Rindern (In Klammer Minimal- bzw. Maximalwerte)

Wärmegangmessungen in Satten  
mit Schrotfleisch

Gefrieren bei  $-20^{\circ}\text{C}$

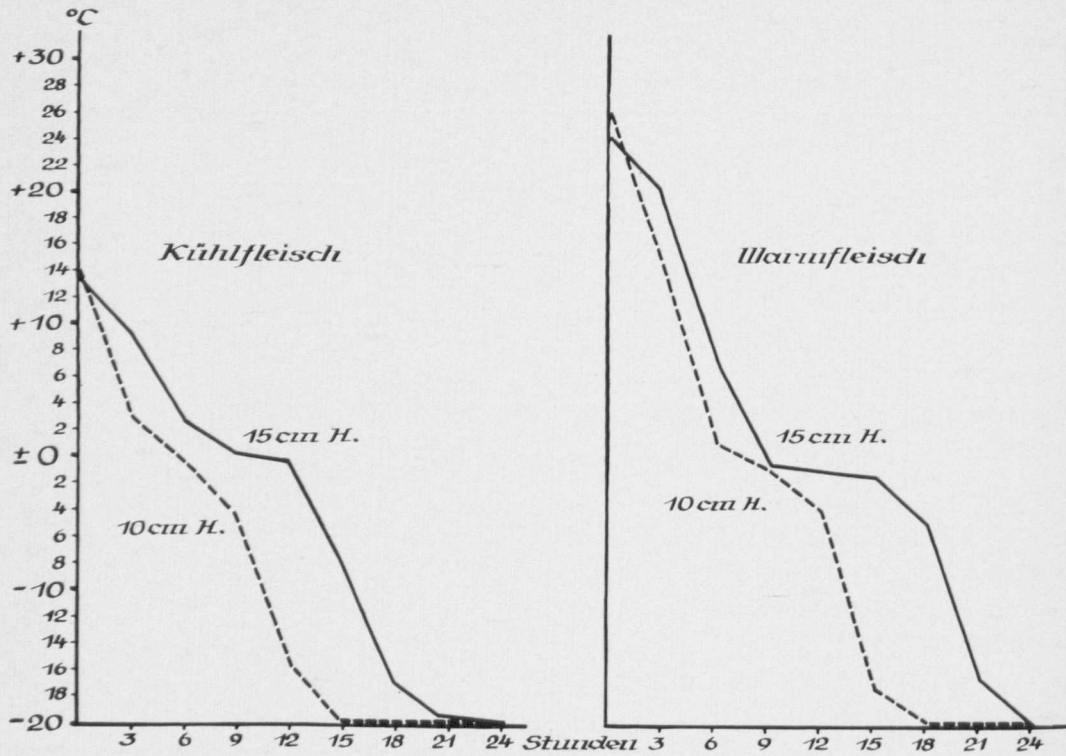


Abb. 10:

Wärmegangmessungen in Satten  
mit Schrotfleisch

Gefrieren bei  $-35^{\circ}\text{C}$

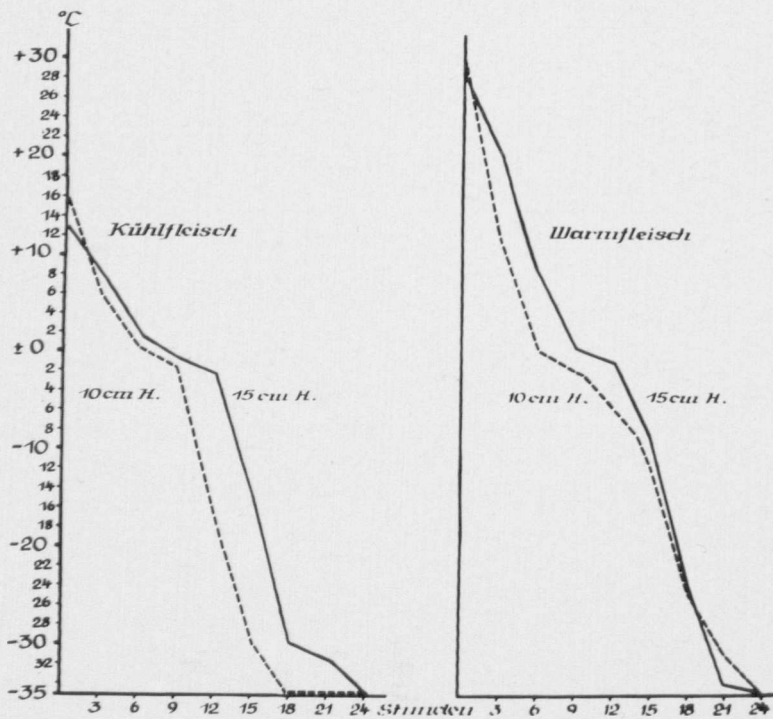


Abb. 11:

Tabelle 12

Organoleptische Befunde bei Warmprüfung von Brühwürstchen  
Durchschnittswerte aus 4 Versuchen

Zusammensetzung	Aroma (Geruch und Geschmack)	Biß und Knacksigkeit	Bindung des Brätes	Saftigkeit	Beliebtheits- prüfung
1 Schlachtwarm verarbeitetes Rindfleisch	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 4,8 5,0	5,0 4,6 5,0 5,0
2 Schlachtwarm geschrotetes, gesalzen gefrorenes Rindfleisch	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	5,0 5,0 4,8 5,0	5,0 5,0 4,8 5,0
3 Nach 3tägiger Kühlung verarbeitetes Rindfleisch (Kühlfleisch)	5,0 5,0 5,0 5,0	4,0 3,8 4,0 3,8	2,6 2,8 2,8 2,4	3,4 3,2 3,0 3,2	3,0 2,8 3,0 3,2
4 Fleisch Nr. 1 + 10% Gefrierviertelfleisch	4,4 4,8 4,8 4,6	3,8 4,0 4,6 4,0	3,8 3,2 3,8 3,2	3,0 3,6 3,0 3,6	3,4 3,2 3,6 3,0
5 Fleisch Nr. 2 + 10% Gefrierviertelfleisch	4,4 4,6 4,8 4,6	3,8 4,2 4,6 4,2	3,8 3,2 3,6 3,6	3,0 3,4 3,2 3,6	3,2 3,4 3,6 3,2
6 Fleisch Nr. 3 + 10% Gefrierviertelfleisch	4,4 4,6 4,6 4,8	2,4 2,2 2,8 2,0	1,8 1,4 1,6 1,6	2,0 2,0 2,2 2,0	2,0 1,6 1,6 1,4