

Sonderdruck aus der Zeitschrift

# KÄLTETECHNIK

Band 11 (1959), Heft Nr. 10, Seite 310 bis 317

VERLAG C.F.MULLER KARLSRUHE

Dipl.-Ing. J. GUTSCHMIDT, Karlsruhe

Mitteilung aus der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe

## UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE GEFRIERLAGERUNG VON HÄHNCHEN

*Die mögliche Lagerdauer von Hähnchen bei bestimmter Temperatur bzw. die erforderliche Temperatur bei vorgegebener Lagerdauer wurden ermittelt. Um eine befriedigende bis gute Qualität nach der Lagerung zu gewährleisten, sollten verpackte Hähnchen bei  $-24^{\circ}\text{C}$  höchstens 7 bis 8 Monate, bei  $-18^{\circ}\text{C}$  nur 5 bis 6 Monate und bei  $-12^{\circ}\text{C}$  3 bis 4 Monate gelagert werden. Bei unverpackten Hähnchen wird die Lagerzeit durch Veränderungen im Aussehen auf 3 bis 6 Wochen begrenzt.*

### Investigation of the storage conditions for frozen chicken

*The possible storage time for chicken at a given temperature or the necessary temperature level at a given storage time are determined. In order to assure a satisfactory or good quality of the products after storage the packaged chicken should be stored not exceeding 7 to 8 months at a temperature of  $-24^{\circ}\text{C}$ , or 5 to 6 months at  $-18^{\circ}\text{C}$ , or 3 to 4 months at  $-12^{\circ}\text{C}$ . The storage time of unpackaged chicken is limited to 3 to 6 weeks on account of unfavourable changes of appearance.*

### Sur la conservation des poulets congelés

*On a déterminé la durée de conservation à certaine température des poulets congelés, ou la température nécessaire pour une durée prescrite. Pour pouvoir assurer une satisfaisante ou même une bonne qualité, on ne devrait conserver les poulets emballés à  $-24^{\circ}\text{C}$  au delà de 7 à 8 mois, à  $-18^{\circ}\text{C}$  la conservation ne devrait pas dépasser 5 à 6 mois et à  $-12^{\circ}\text{C}$  3 à 4 mois. Pour les poulets non emballés la durée de conservation est limitée à 3 à 6 semaines à cause des changements défavorables de leur aspect.*

Für die Qualitätserhaltung von Gefrierkonserven ist die Lagerung bei einer hinreichend tiefen Temperatur von der Herstellung bis zum Verbrauch ausschlaggebend. Da nicht nur auf die Qualitätserhaltung, sondern auch auf die mit sinkender Temperatur steigenden Lagerkosten Rücksicht genommen werden muß, ist für eine Reihe von Gefrierprodukten die Temperatur-Zeit-Abhängigkeit des Lagerverhaltens untersucht worden. Mit Hilfe solcher Temperatur-Zeit-Werte kann die mögliche Lagerdauer eines bestimmten Produktes bei gegebener Temperatur oder die erforderliche Temperatur für eine gewünschte Lagerdauer abgeschätzt werden [1]. Da sich nicht nur die einzelnen Lebensmittelarten während der Gefrierlagerung unter gleichen Bedingungen verschieden verhalten, sondern auch innerhalb derselben Art je nach der Zusammensetzung und Verarbeitung erhebliche Unterschiede auftreten können, ist eine solche Schätzung um so eher möglich, je mehr Untersuchungsergebnisse von genau definierten Produkten vorliegen.

Das Verhalten von Geflügel während der Gefrierlagerung wurde hauptsächlich in den USA untersucht. Es zeigte sich

dabei, daß die Veränderungen außer von der Lagertemperatur, vorwiegend von der Art und Aufzucht [2, 3] sowie von der Verarbeitung [4, 5, 6] des Geflügels, aber auch von der relativen Luftfeuchtigkeit im Lagerraum [7, 8] oder von der Güte der Verpackung [9, 10, 11] abhängen. Nach Tressler [12] kann gut verpacktes Geflügel 12 bis 15 Monate bei  $-23,3$ , 8 bis 10 Monate bei  $-17,8$  und etwa 4 Monate bei  $-12,2^{\circ}\text{C}$  gelagert werden. Nach den Untersuchungen im Iowa State College treten bei Verwendung weitgehend wasserdampfdichter Packstoffe die ersten Veränderungen in der Konsistenz des Fleisches auf. Bei der Empfehlung von Lagerzeiten durch The Refrigeration Research Foundation wird vermerkt, daß eine den Verkaufswert noch nicht beeinflussende, leicht trockene Konsistenz des Brustfleisches nach einer Lagerzeit von sechs Monaten bei  $-23,3$  und  $-17,8^{\circ}\text{C}$  sowie nach drei Monaten bei  $-12^{\circ}\text{C}$ , und eine trockene Konsistenz nach neun Monaten bei  $-17,8^{\circ}\text{C}$  und  $-12,2^{\circ}\text{C}$  auftritt [13]. Von der Commission IV des Institut International du Froid wird eine mögliche Lagerzeit von sechs bis acht Monaten bei  $-18^{\circ}\text{C}$  und drei Monaten bei  $-12^{\circ}\text{C}$  angegeben [14]. Neuere Untersuchungen im Western Regional Research

Laboratory, Albany (Calif.), zeigen, daß die Lagerdauer vor dem Gefrieren gebratener, wasserdampfdicht verpackter Hähnchen durch das Auftreten eines ranzigen Geschmacks begrenzt wird. Wenn die Lagerung ausgedehnt wurde, bis bei 20% aller Einzelprüfungen eine Ranzidität gefunden wurde, konnten die Hähnchen neun Monate bei  $-17,8$ , sechs Monate bei  $-12,2$  und zwei Monate bei  $-6,7^{\circ}\text{C}$  gelagert werden [15]. Mit Rücksicht auf die Geschmacksveränderungen wird eine Lagerzeit von nicht über sechs Monaten bei  $-17,8$  bis  $23,3^{\circ}\text{C}$  vorgeschlagen. Durch die Senkung der Lagertemperatur von  $-23,3$  auf  $-34,4^{\circ}\text{C}$  konnte die Qualität von Truthähnen während einer Lagerdauer von 12 Monaten nicht verbessert werden [16]. Hähnchen und Truthähne verhalten sich bei gleichen Lagerbedingungen ähnlich. Nach amerikanischen Erfahrungen ist die Anwendung einer Lagertemperatur von unter  $-18^{\circ}\text{C}$  für Geflügel vorteilhaft, um die Austrocknung zu vermindern, wenn stark durchlässige oder nicht satt anliegende Packstoffe benutzt werden; sie scheint aber die Erhaltung des Geruchs und Geschmacks kaum noch zu verbessern [13].

Ogleich im Bundesgebiet Hähnchen gleicher Rassen unter ähnlichen Bedingungen aufgezogen, verarbeitet und gefroren werden wie in den USA, schien es zweckmäßig, Hähnchen aus der deutschen Produktion bei verschiedener Temperatur zu lagern, um dem starken Anstieg im Verbrauch Rechnung tragend, Temperatur-Zeit-Werte für die Lagerung in der Praxis zu ermitteln. In der Bundesforschungsanstalt wurde deshalb im Jahre 1958, als Tiere einheitlicher Aufzucht und Verarbeitung zur Verfügung standen, die Qualitätsveränderung von Hähnchen während der Lagerung bei verschiedenen Temperaturen verfolgt.

#### Aufzucht, Verarbeitung und Lagerung des Versuchsgutes

Die Lagerversuche wurden mit Goldhähnchen der Fa. Lohmann & Co. K. G., Cuxhaven, durchgeführt. Die insgesamt verwendeten 60 Hähnchen wurden der Normalproduktion des Geflügelzuchtbetriebes dieser Firma entnommen. Es handelt sich um Hähnchen aus der Rassenkreuzung „Nichols — Lohmann“. Alle Tiere waren im gleichen Stall des Mastbetriebes bei einheitlicher Temperatur, Lüftung und Beleuchtung in einer hygienischen Umgebung mit einem üblichen hochwertigen Maststarterfutter und anschließend mit einem Mastfutter einheitlich aufgezogen worden. Das Futter war in seiner Zusammensetzung auf den Bedarf schnell wachsenden Geflügels eingestellt und enthielt Mineralstoffe, Spurenelemente und Vitamine neben einer ausgeglichenen Menge an Kohlenhydraten und Protein sowie Aureomycin in der üblichen Fütterungsdosierung. Im Alter von acht Wochen wurden die Tiere unmittelbar hintereinander auf die übliche Weise getötet, gebrüht, gerupft, gekühlt und von der gleichen Hand vollständig ausgenommen. 50 Hähnchen wurden dann, der Normalproduktion entsprechend, in Cryovac-Beuteln verpackt. Die Beutel wurden wie üblich evakuiert, verschlossen und durch Erwärmen geschrumpft. Die Durchlässigkeit der 34 bis 38  $\mu$  dicken Cryovac-Folie für Wasserdampf wurde von uns unter Verhältnissen geprüft, die den Gefrierlagerbedingungen angeglichen waren. Sie betrug 0,01 bis 0,05  $\text{g/m}^2$  in 24 h bei  $-15^{\circ}\text{C}$  und einem Feuchtigkeitsgefälle von 100% (Berührung einer feuchten Fläche) auf 60%. Die Hähnchen wurden dann mit 10 unverpackten Vergleichsproben zusammen im Kaltluftstrom eines Herdengefrierapparates bei etwa  $-45^{\circ}\text{C}$  in zwei bis drei Stunden gefroren und anschließend bis zum Transport nach Karlsruhe 10 Tage bei  $-25^{\circ}\text{C}$  gelagert. Die Transporttemperatur lag unter  $-20^{\circ}\text{C}$ . Für die Lagerung der Hähnchen standen in der Bundesforschungsanstalt Gefrierlagerräume mit einer Temperatur von  $-24$ ,  $-18$  und  $-12^{\circ}\text{C}$  zur Verfügung. Die Schwankung der Lagertemperatur betrug  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  bei  $-24$  und  $-18^{\circ}\text{C}$  und  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  bei  $-12^{\circ}\text{C}$ . Den Kühlbedingungen entsprechend stellte sich bei  $-24^{\circ}$  und  $-18^{\circ}\text{C}$  eine relative Luftfeuchtigkeit von 65 bis 70% und bei  $-12^{\circ}$  von 70 bis 75% ein (Tabelle 3). Von den verpackten Hähnchen wurden je 15 bei den einzelnen Temperaturen, von den unverpackten 9 Stück bei  $-18^{\circ}\text{C}$  eingelagert. Die Hähnchen wogen bei der Einlagerung 1000 bis 1200 g.

#### Die Qualitätsprüfungen

Die Qualität der Hähnchen wurde am Beginn der Einlagerung sowie nach 1 1/2, 3, 4 1/2, 6, 8, 10 und 12 Monaten durch organoleptische Bewertungen sowie chemische und physikalische Bestimmungen geprüft. Nach 1 1/2 und 4 1/2 Monaten wurden die bei  $-24^{\circ}$  und  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagerten, nach 12 Monaten die unverpackten Hähnchen nicht in die Prüfung einbezogen. Für die Ausgangsuntersuchungen wurden fünf verpackte und ein unverpacktes, nach verschieden langer Lagerzeit jeweils zwei bis drei verpackte von jeder Lagertemperatur und ein oder zwei unverpackte Hähnchen für die Untersuchung verwendet.

Für die Qualitätsbestimmungen wurden die Hähnchen unmittelbar nach der Entnahme aus den Gefrierlagerräumen im gefrorenen Zustand in der Mitte des Brustbeins längs durchgesägt und eine der gewonnenen Hälften für die chemischen und physikalischen Bestimmungen und die zweite für eine vergleichende organoleptische Prüfung verwendet.

#### Die organoleptische Prüfung

Bei den Kostproben wurde nicht nur die Güte der einzelnen Eigenschaften im Vergleich zu einem optimalen Erfahrungswert bestimmt, sondern vor allem die Qualität der einzelnen Proben miteinander verglichen. Dadurch wurden neben dem Qualitätsniveau etwaige Qualitätsunterschiede unter den angelieferten oder zwischen den bei verschiedenen Bedingungen gelagerten Hähnchen ermittelt. Bei den Kostproben nach verschieden langer Lagerdauer wurden deshalb die bei  $-24$ ,  $-18$  und  $-12^{\circ}\text{C}$  gelagerten verpackten und die unverpackten Proben gemeinsam zubereitet und die einzelnen Eigenschaften unmittelbar hintereinander beurteilt. Parallelbewertungen wurden an aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt.

Die für die Kostprobe abgetrennten Hälften der Hähnchen standen nach der Entnahme aus dem Gefrierlagerraum vier Stunden bei Raumtemperatur, ehe sie, in leicht mit Palmin überstrichener Aluminiumfolie (Silpa) eingewickelt, im Backofen eines Gasherdes auf dem Mittelrost 25 min bei rd.  $300^{\circ}\text{C}$  und anschließend 35 min bei rd.  $200^{\circ}\text{C}$  gebraten wurden. Durch das Braten in Aluminiumfolie wurde eine stärkere Bräunung der Hähnchenhälften und dadurch eine Überdeckung etwaiger Nebengerüche durch den Geruch von Röststoffen vermieden. Die Brühe aus den Knochen, Beinen und dem Hals, der bei Raumtemperatur aufgetauten zweiten Hälfte des Hähnchens (insgesamt etwa 250 g je Probe) wurde in der doppelten Gewichtsmenge Wasser mit einem Zusatz von 0,5% Kochsalz durch einstündiges Kochen hergestellt und heiß in Schüsseln serviert.

An den Kostproben nahmen stets die gleichen sieben bis zehn Prüfer teil. Von ihnen wurden der Geruch, der Geschmack und die Konsistenz der neutral gekennzeichneten Proben beurteilt. Wegen des Einflusses der Zubereitung wurde die Farbe nicht bewertet. Nachdem der Geruch der halben Hähnchen

Tabelle 1. Ergebnis der organoleptischen Bewertungen der Hähnchen am Beginn der Lagerung

Verpackungsart	Eigenschaften	Durchschnittliches Urteil	
		Fleisch	Brühe
		Note	Note
Cryovac	Geruch	8,9	8,9
	Geschmack	8,6	8,9
	Konsistenz	8,6	—
unverpackt	Geruch	9,2	8,9
	Geschmack	8,5	9,0
	Konsistenz	8,4	—

Die Noten im Karlsruher Bewertungsschema bedeuten: 10 = vorzüglich, 9 = sehr gut, 8 = gut, 7 = ziemlich gut, 6 = befriedigend, 5 = mittelmäßig, 4 = kleine Mängel, 3 = mangelhaft, 2 = schlecht, 1 = sehr schlecht

von den Prüfern beurteilt worden war, wurden die Hähnchen nacheinander zerteilt und die zerschnittene Brust- und Schenkelmuskulatur zur Bewertung des Geschmacks und der Konsistenz auf getrennte Teller gelegt. Den Geschmack von Fleisch und Haut beurteilten die Prüfer zunächst einzeln und dann meist noch zusammen. Von der Brühe wurde nur der Geruch und der Geschmack getestet.

Für die Einstufung der Qualität wurde das Karlsruher Bewertungsschema mit der Notenskala 10 (beste Note) bis 1 (schlechteste Note) verwendet. Die Bedeutung der einzelnen Noten ist unter Tabelle 1 angegeben. Bestimmte Abweichungen von der als normal empfundenen Geruchs-, Geschmacks- und Konsistenzrichtung wurden zusätzlich beschrieben. Die in den Tabellen wiedergegebenen Noten und Bemerkungen sind abgerundete Durchschnittswerte bzw. Zusammenfassungen der einzelnen Äußerungen der Prüfer. Die Durchschnittsnoten für die einzelnen Eigenschaften der Brust- oder Schenkelstücke wurden meist aus 20 bis 30 Einzelurteilen, bei der Ausgangsware aus 50 Einzelurteilen gebildet.

#### Die chemischen und physikalischen Bestimmungen

Zur Kennzeichnung der Zusammensetzung der einzelnen Hähnchen wurden sowohl vom Fleisch als auch von der Haut der Gehalt an Trockensubstanz und Fett sowie vom Fleisch der Gesamtstickstoffgehalt und der pH-Wert bestimmt. Um die Veränderungen der Fette während der Lagerung objektiv zu erfassen, wurde neben der Peroxydzahl und der freien Fettsäure der Thiobarbitursäurewert des Fleisches und der Haut ermittelt. Es wurde versucht, Veränderungen der Eiweißbestandteile durch Bestimmung des Gehalts an Tyrosin-Stickstoff und an freien Aminosäuren zu erfassen.

Der Gehalt an Trockensubstanz wurde durch je zweistündiges Erhitzen bei 80°C im normalen und im Vakuumtrockenschrank bestimmt. Zur Ermittlung des Fettgehaltes wurde die Probe durch Kochen mit Salzsäure aufgeschlossen. Nach dem Abfiltrieren wurden das Fett aus dem getrockneten Filter mit Äther extrahiert, der Äther abdestilliert, das Fett getrocknet und gewogen. Zur Bestimmung des Eiweißgehaltes wurde die organische Substanz durch Oxydation mit Schwefelsäure zerstört, alkalisch gemacht und das abdestillierte Ammoniak mit 0,1 n-Natronlauge titriert. Die freien Aminosäuren wurden nach *Sørensen* durch Zugabe einer mit NaOH versetzten 40%igen Formaldehydlösung zum neutralisierten Hydrolysat und Titration mit n/4-NaOH bestimmt. Die freie Aminosäure Tyrosin wurde im enteweißten Fleischauszug durch Versetzen mit Phenolreagenz nach *Folin-Ciocalteu* oxydiert und die gleichzeitig durch Reduktion der Heteropolysäure zu Molybdänblau hervorgerufene Blaufärbung des Auszuges gemessen.

Zur Bestimmung der freien Fettsäure wurde das Fett einer Probe in Chloroform gelöst, zu neutralisiertem Alkohol gegeben und mit n/10-Kalilauge gegen Phenolphthalein titriert. Die Säurezahl *Sz* gibt die Menge an KOH in mg an, die zum Neutralisieren der in 1 g Fett enthaltenen freien Säuren erforderlich ist. Zur Ermittlung der Peroxydzahl gab man eine bestimmte Menge des extrahierten Fettes der gleichen Proben zu einer kaliumjodidhaltigen, siedenden Mischung von Chloroform und Eisessig und titrierte die aus Kaliumjodid infolge Oxydation durch die im Fett enthaltenen Peroxyde freier werdende Jodmenge mit Thiosulfatlösung. Die Peroxydzahl wird aus der verbrauchten Menge Thiosulfatlösung berechnet. Sie wird in Milliäquivalenten „aktiven Sauerstoffs“ je 1000 g Fett oder einfach in mVal Sauerstoff/1000 g Fett angegeben. Als Kennwert für den Oxydationsgrad der Fette wurde außerdem noch der Thiobarbitursäurewert bestimmt. Er ist die Extinktion des klaren Filtrats einer aus dem Fett, 10%iger Trichloressigsäure und 1 m Phosphorsäure bestehenden wäßrigen Lösung, die sich entsprechend dem Oxydationsgrad des Fettes nach Zugabe von 0,01 m 2-Thiobarbitursäure und nach anschließendem Kochen von 30 min rot färbt. Als Thiobarbitursäurewert wurde die bei 532 m $\mu$  bestimmte, auf 1 g Fett und 1 cm Schichtdicke bezogene Extinktion definiert.

Um den Gewichtsverlust der verpackten und unverpackten Hähnchen in Abhängigkeit von den Lagerbedingungen zu ermitteln, wurden je sechs der bei den verschiedenen Temperaturen untergebrachten verpackten und die neun bzw. jeweils die restliche Anzahl der unverpackten Hähnchen zu Beginn der Lagerversuche und nach bestimmten Zeitabständen gewogen.

Die Farbe von Brust- und Schenkeloberfläche der Hähnchen wurde durch Messung der drei Farbkomponenten amber, grün und blau mit dem trichromatischen Farbmeßgerät der Fa. *Photovolt*, New York, in gefrorenem und aufgetautem Zustand bestimmt. Außerdem wurde die Farbe der aufgetauten Hähnchen mit Hilfe der Farbtonkarten nach *Baumann-Prase* [17] eingestuft. Für die Vergleichsmessung wurden die Karten 2 bis 8 des Atlas 2 der *Baumannschen* Farbtonkarten verwendet.

Zur Erfassung der Konsistenz wurde die Festigkeit und die Saftlässigkeit des großen weißen Brustmuskels und der dunklen Oberschenkelmuskulatur mit dem Festigkeitsprüfgerät von *Wolodkewitsch* [18] bzw. nach der von *Grau und Hamm* [19] beschriebenen Preßmethode gemessen. Die Saftlässigkeit (Gehalt an lockerem Wasser) wurde aus der sich auf Filterpapier (*Schleicher & Schüll* 2040b) durch den ausgepreßten Saft bildenden gefärbten Ringfläche und Umrechnung nach der Formel  $\text{mg H}_2\text{O} = (\text{Flüssigkeitsfläche in cm}^2/0,0948) - 8,0$  bestimmt.

**Tabelle 2.** Ergebnisse der chemischen und physikalischen Untersuchungen an verpackten und unverpackten Hähnchen (Durchschnitt der Gesamtwerte bzw. der Ausgangswerte)

Bestimmung			verpackt				unverpackt			
			Fleisch		Haut		Fleisch		Haut	
			Mittelwert	$\sigma$	Mittelwert	$\sigma$	Mittelwert	$\sigma$	Mittelwert	$\sigma$
Gesamtwerte	Gehalt an Trockensubstanz	%	24,9	1,5	36,3	4,5	25,7	1,2	45,3	7,7
	Eiweiß	%	21,5	1,0	18,2	1,4	22,1	1,6	20,4	1,4
	Fett	%	3,2	1,1	18,2	4,9	3,2	1,1	19,8	7,1
	pH-Wert		6,4	0,3	—	—	6,2	0,5	—	—
Ausgangswerte	Peroxydzahl	mVal O <sub>2</sub> /1000 g Fett	0,0	—	2,3	1,3	1,3	—	6,4	—
	Thiobarbitursäurewert		0,8	0,7	0,4	0,3	0,4	—	0,1	—
	Säurezahl	mg KOH/g Fett	3,6	1,6	1,9	0,5	3,5	—	8,5	—
	Gehalt an Tyrosin	mg %	3,2	1,7	3,3	1,2	1,6	—	2,0	—
	Gehalt an freien Aminosäuren	mg %	64,2	7,7	—	—	70,0	—	—	—
	Quetschkraft nach <i>Wolodkewitsch</i>	Brust kg Schenkel kg	2,5 1,7	1,5 0,7	— —	— —	2,9 1,3	— —	— —	— —
	Gehalt an lockerem Wasser nach <i>Grau und Hamm</i>	Brust mg Schenkel mg	57 72	13,6 21,2	— —	— —	58 54	15,2 25,6	— —	— —
	Farbe nach <i>Baumann</i>	Brust Farbton Schenkel Farbton	— —	— —	218* 190*	— —	— —	— —	139* 134*	— —

\* häufigster Wert

## Die Ergebnisse

### Die Qualität der Ausgangsware

In der Ausgangsprüfung am Beginn des Lagerversuchs wurden der Geschmack, der Geruch und die Konsistenz sowohl der verpackten als auch der unverpackten Hähnchen als gut bis sehr gut beurteilt. Zwischen den Urteilen über die einzelnen Hähnchen sowie zwischen den Geschmacks- und den Konsistenznoten des Brust- und Schenkelfleisches bestand kein gesicherter Unterschied, so daß eine Durchschnittsnote für jede Eigenschaft gebildet werden konnte (Tabelle 1). Die Standardabweichung der zwischen 8,4 und 9,2 liegenden Noten betrug bei den Hähnchen 0,3 (Geruch) und 0,5 (Geschmack und Konsistenz), bei der Brühe 0,1 Noten.

Der Gehalt an Trockensubstanz, Eiweiß und Fett sowie der pH-Wert, änderten sich im Fleisch und in der Haut der Hähnchen während der Lagerung nicht, wenn man von der Streuung der Werte absieht, so daß ein Durchschnittswert aus den Ergebnissen der Analysen an allen verpackten Hähnchen gebildet werden konnte (Tabelle 2). Der Gehalt an Trockensubstanz im Fleisch erwies sich als ziemlich einheitlich, dagegen ergaben sich größere Streuungen bei der Haut, die in den noch größeren Schwankungen des Fettgehalts ihre Parallele finden. Auch die Unterschiede im Fettgehalt des Fleisches waren trotz gleicher Herkunft, Aufzucht und Größe der einzelnen Hähnchen erheblich. Obgleich die unverpackten Proben während der Lagerung bei  $-18^{\circ}\text{C}$  durch Austrocknung stark an Gewicht verloren (Tabelle 3), konnte infolge der starken Streuung ein Rückgang des Wassergehalts in der Haut der Hähnchen nicht festgestellt werden. Da schon bei der Ausgangsprüfung ein deutlich höherer Gehalt an Trockensubstanz gefunden wurde als bei den verpackten Proben und außerdem die Peroxydzahlen und der Gehalt an freien Fettsäuren in der Haut größer und die Hautfarbe von Brust und Schenkel heller waren (Tabelle 2), ist eine Veränderung wahrscheinlich schon beim Gefrierprozeß und der Vorlagerung eingetreten. Wie die Trockensubstanz wies auch der Fettgehalt der Haut eine starke Streuung auf. Der im Fleisch und der Haut der einzelnen Hähnchen gefundene Thiobarbitursäurewert sowie der Gehalt an freien Fett- und Aminosäuren wich erheblich voneinander ab. Auch die physikalisch bestimmten Werte zeigten eine starke Streuung.

**Tabelle 3.** Gewichtsverluste in Cryovac-Beuteln verpackter und unverpackter, gefrorener Hähnchen bei verschiedenen Lagerbedingungen

Lagerbedingungen			Verpackungsart	Monatlicher Gewichtsverlust in % <sup>*)</sup>	
Temperatur $^{\circ}\text{C}$	rel. Luftfeuchtigkeit %	Luftbewegung		Mittelwert	$\sigma$
$-24 \pm 0,2$	65 bis 70	stille Kühlung	Cryovac	0,025	0,006
$-18 \pm 0,2$	65 bis 70		Cryovac	0,045	0,005
$-12 \pm 0,5$	70 bis 75		Cryovac	0,060	0,006
$-18 \pm 0,2$	65 bis 70		unverpackt	1,3	0,19

<sup>\*)</sup> Das Ausgangsgewicht der Hähnchen betrug 1000 bis 1200 g

### Der Gewichtsverlust und die Veränderung des Aussehens

Das Gewicht der unverpackten und verschieden gelagerten verpackten Hähnchen nahm während der Gefrierlagerung gleichmäßig ab, so daß der Gewichtsverlust auf die Zeiteinheit bezogen werden konnte (Verluste/Monat, Tabelle 3). Es wurde bestätigt, daß die Hähnchen durch die Cryovac-Verpackung sehr wirksam vor einer Austrocknung während der Gefrierlagerung geschützt werden. Unter gleichen Lagerbedingungen ( $-18^{\circ}\text{C}$ , 65 bis 75 % rel. Luftfeuchtigkeit) nahm im Durchschnitt das Gewicht der unverpackten Hähnchen um 1,3% und das der verpackten um 0,045% im Monat ab. Die Gewichtsverluste der bei den einzelnen Temperaturen gelagerten verpackten Proben verhielten sich angenähert zueinander wie die zwischen Raumluft und Gefriergutoberfläche auftretenden Dampfdruckdifferenzen.

Während die unverpackten Hähnchen nach 3 bis 6-wöchentlicher Lagerung bei  $-18^{\circ}\text{C}$  durch eine stumpfe, aufgehellte

Farbe im gefrorenen Zustand unansehnlich zu werden begannen und dann im Verlauf der nächsten Monate einen immer stärker werdenden Gefrierbrand bekamen<sup>1)</sup>, zeigten die bei  $-18$  und  $-12^{\circ}\text{C}$  untergebrachten verpackten Hähnchen nur seitlich an der Brust, an der infolge des vorstehenden Schenkels die Verpackung nicht fest an der Haut anlag, nach Lagerzeiten von über sechs Monaten eine deutliche Veränderung im Aussehen. Durch die helleren kleinen Stellen wurde der Gesamteindruck der Hähnchen sowohl im gefrorenen als auch im aufgetauten Zustand kaum nachteilig beeinflusst.

Die Hautfarbe der verpackten und unverpackten Hähnchen hatte sowohl im gefrorenen als auch im aufgetauten Zustand eine sehr geringe Sättigung (Sättigungsstufe meist  $< 2$  nach der Normfarbtafel DIN 6164), so daß Unterschiede im Farbton nur schwer zu erkennen waren. Die Farbbestimmungen durch Vergleich mit den Farbtonkarten von *Baumann* an der Brust und am Schenkel ergaben bei der Ausgangsbewertung Farbtöne von „rot“ (Tafel 8) bis „orange nach gelb abweichend“ (Tafel 4) mit einer weitgehenden Abstufung ins Hellgraue (Farbwerte 218, 190, 184, 134, 106, 100). Bei den unverpackten Proben war nach sechs Wochen die Farbe ins Gelbe (Tafel 3) abgewichen (Farbwerte 72, 78, 84). Während die Farbe der verpackten Proben während einer Lagerdauer von 12 Monaten keine wesentlichen Veränderungen gegenüber dem Ausgangsprodukt zeigten (Farbwerte 100, 106, 111), hellten sich die unverpackten Hähnchen während der Lagerung infolge der Austrocknung besonders an den mit Gefrierbrand befallenen Stellen stark auf und nahmen einen Gelbton an (über Tafel 3 Farbwerte 72, 78, 84 nach Tafel 2 Farbwerte 38, 45, 46).

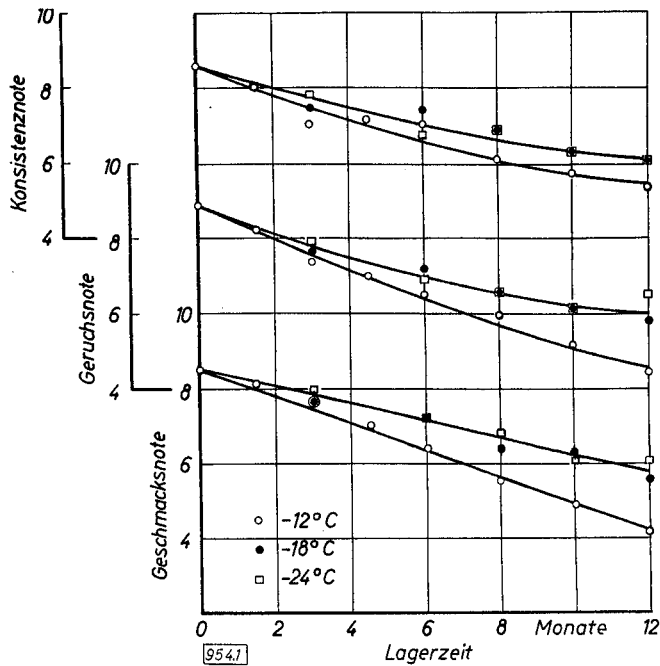
Die durch trichromatische Farbmessungen mit dem Photovolt gewonnenen und nach Umrechnung ins Farbdreieck eingetragenen Meßwerte zeigten eine erhebliche Streuung, so daß an Hand der Farbkoordinaten über die Veränderungen bei der Lagerung nichts ausgesagt werden kann, zumal grundsätzlich schon bei sehr geringer Sättigung der Farben die Koordinaten unter bestimmten Bedingungen keine zutreffende Vorstellung von der Art der Farbempfindung geben. Der Unterschied im Hellbezugswert vermittelt noch am besten einen Eindruck von den Farbveränderungen der Oberfläche der unverpackten Hähnchen während der Lagerung. Für die verpackten Hähnchen ergab sich bei den Messungen mit dem Photovolt durchgehend ein Hellbezugswert von 35 bis 40% im gefrorenen und von 32 bis 40 im aufgetauten Zustand, dagegen hatte sich nach dreimonatiger Lagerung der Wert für die unverpackt gelagerten Hähnchen auf 50 und nach  $4\frac{1}{2}$  Monaten auf 60% erhöht. Nach sechs und zehn Monaten wurden Werte in der gleichen Größenordnung wie nach  $4\frac{1}{2}$  Monaten gemessen, aber nach dieser Zeit war auch der Hellbezugswert im aufgetauten Zustand auf 47 bzw. 50 angestiegen. Da mit der Erhöhung des Hellbezugswertes ein Übergang zu einer etwas höheren Sättigungsstufe im Gelbbereich verbunden ist, wird bei den unverpackten Proben die subjektiv empfundene und mit der Farbkarte ermittelte Farbe durch die mit dem Photovolt gemessenen Farbwerte bestätigt.

Unter den angewendeten Lagerbedingungen (Tabelle 3, letzte Zeile) hatte sich bis zur ersten Qualitätsprüfung nach einer Lagerdauer von sechs Wochen die Farbe der unverpackten Hähnchen gegenüber derjenigen der verpackten bereits merklich verändert (Farbwerte nach *Baumann* 72, 84), so daß ihr Verkaufswert beachtlich gesunken war. Nach den Beobachtungen während der ersten Lagerzeit muß die Dauer der Gefrierlagerung auf drei bis sechs Wochen begrenzt werden, wenn die Hähnchen im gefrorenen Zustand noch ansprechend wirken sollen. Bei einwandfrei verpacktem Geflügel wird die Lagerdauer nicht durch Farbveränderungen, sondern durch die Veränderung des Geruchs und des Geschmacks begrenzt.

### Die Veränderung des Geruchs und des Geschmacks

Die Durchschnittswerte der von den Prüfern erteilten Geschmacks- und Geruchsnoten sind in Bild 1 für die bei verschiedenen Temperaturen gelagerten, verpackten Hähnchen,

<sup>1)</sup> Die Entstehung des Gefrierbrandes wurde getrennt untersucht; s. W. Partmann: „Versuch einer strukturellen und funktionellen Analyse von Gefrierbrandschäden an Geflügel“, *Fleischwirtschaft* 11 (1959), S. 347.

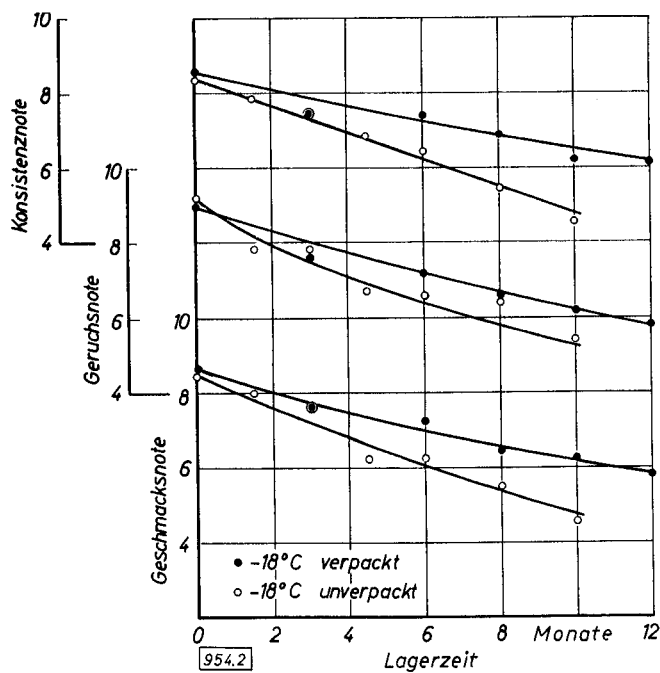


**Bild 1.** Abfall der durchschnittlichen Geschmacks-, Geruchs- und Konsistenznoten der verpackten Hähnchen während einer Lagerdauer von 12 Monaten bei  $-24^{\circ}\text{C}$ ,  $-18^{\circ}\text{C}$  und  $-12^{\circ}\text{C}$

in Bild 2 für die bei  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagerten unverpackten und verpackten Hähnchen aufgetragen worden.

Da die der Brust und dem Schenkel des gleichen Hähnchens erteilten Geschmacks- und Geruchsnoten auch nach der Lagerung keine statistisch gesicherten Unterschiede aufwiesen, wurde eine Durchschnittsnote aus diesen gebildet. Die in Bild 1 und 2 eingetragenen Punkte, Kreise und Quadrate sind demnach Durchschnittswerte aus 20 bis 60 Einzelurteilen.

Der Verlauf der Kurven in Bild 1 zeigt, daß von Beginn der Lagerung an die Güte des Geschmacks und Geruchs bei allen Proben, gleich bei welcher der drei verwendeten Temperaturen sie gelagert wurden, stetig zurückging. Nach einer Lagerdauer von 3 Monaten erhielten die anfangs im Mittel mit 8,6 (Geschmack) und 8,9 (Geruch) bewerteten Hähnchen nur noch eine zwischen 7 und 8 liegende Durchschnittsnote. Auch die



**Bild 2.** Abfall der durchschnittlichen Geschmacks-, Geruchs- und Konsistenznoten der bei  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagerten verpackten und unverpackten Hähnchen während einer Lagerdauer von 10 Monaten

bei  $-24^{\circ}\text{C}$  gelagerten verpackten Hähnchen waren im Geschmack von Note 8,6 auf 8,0 und im Geruch von Note 8,9 auf 7,9 im Mittel zurückgegangen; sie hatten nach dieser Lagerzeit ihren frischen Duft (Bloom) ebenfalls eingebüßt. Während die stets gleich zusammengesetzte Prüfergruppe ebenfalls im weiteren Verlauf der Lagerung nur geringe Unterschiede in der Qualität zwischen den bei  $-24$  und  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagerten verpackten Hähnchen fand, wurde der Geschmack der bei  $-12$  gelagerten Proben wesentlich schlechter beurteilt.

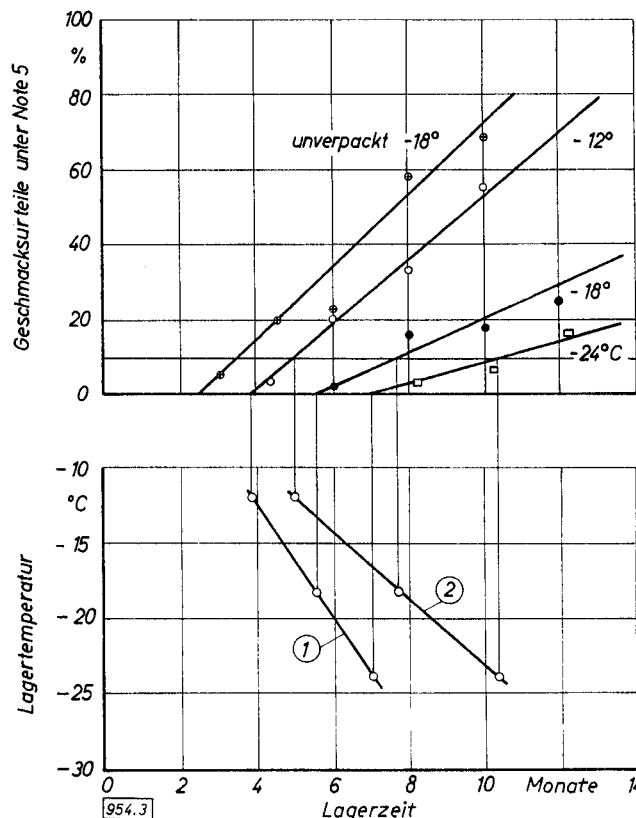
Ein statistischer Vergleich zwischen den durchschnittlichen Urteilen über den Geschmack der bei verschiedenen Temperaturen gelagerten Hähnchen (Tabelle 4) zeigt, daß zwischen den bei  $-18$  und  $-24^{\circ}\text{C}$  gelagerten Proben kein, dagegen zwischen den bei  $-12$  und  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagerten nach sechs Monaten und weiterhin ein gut gesicherter Unterschied bestand. Für den Geruch und die Konsistenz ergaben sich ähnliche Verhältnisse (Bild 1).

Wenn die Durchschnittsnote als Maß für die Qualität genommen werden, ist der Geschmack der Hähnchen nach einer

**Tabelle 4.** Statistischer Vergleich der Urteile über den Geschmack der bei verschiedenen Temperaturen gelagerten und der verpackten und unverpackten Hähnchen

Lagerdauer in Monaten	Verglichene Lagerbedingungen		
	$-24$ und $-18^{\circ}\text{C}$	$-18$ und $-12^{\circ}\text{C}$	verpackt und unverpackt
3	—	—	—
6	—	**	**
8	—	**	**
10	—	**	**
12	—	**	**

— = Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung  $P \geq 5\%$   
 \*\* = Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung  $P < 1\%$

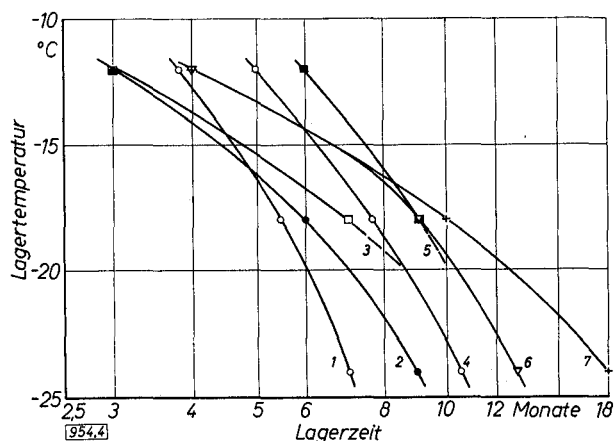


**Bild 3.** Oben: Prozentsatz der Geschmacksurteile, die bei den Einzelbewertungen im Verlauf der Lagerdauer von 12 Monaten bei  $-24$ ,  $-18$  und  $-12^{\circ}\text{C}$  unter Note 5 lagen oder den Vermerk „leicht ranzig“ enthielten  
 Unten: Temperatur-Zeit-Werte für die Gefrierlagerung der Hähnchen, wenn die Qualität am Ende der Lagerung noch ziemlich gut erhalten sein soll (1) und bis zur Grenze der Verkaufseignung (2)

Lagerdauer von 8 bis 12 Monaten bei  $-24$  und  $-18^{\circ}\text{C}$  befriedigend bis ziemlich gut. Bei einer Betrachtung der Einzelnoten zeigte sich, daß ihre Streuung im Verlauf der Lagerung stark zugenommen hatte; die Standardabweichung  $\sigma$  war von 0,5 Noten (Ausgangsbewertung) auf 1 bis 1,5 Noten nach acht Monaten angestiegen. Die Bewertungsgruppe und die Prüfbedingungen waren bei allen Kostproben gleich, so daß die Ursache für diesen Anstieg in der schwierigeren Beurteilung von nicht besonders guten Proben und in der unterschiedlichen Veränderung der einzelnen Teile des gleichen Hähnchens oder der parallel zueinander bewerteten Hähnchen zu suchen sein dürfte. Da bei einer Durchschnittsnote von 6 von einigen Prüfern z. T. bereits eine unter 5 liegende Note gegeben oder durch eine Bemerkung, wie z. B. leicht tranig, der Geltungsbereich einer über 5 gewählten Note eingeschränkt wurde, gibt der Mittelwert der Geschmacksnoten nur ein allgemeines Bild über den Qualitätsverlauf während der Lagerung, sagt aber nichts Endgültiges über die mögliche Lagerdauer im Hinblick auf die Verkaufseignung aus.

Um zu einer den großen Streuungen gerecht werdenden Begrenzung der Lagerdauer zu kommen, wurde in Bild 3 oben der Prozentsatz der unter Note 5 liegenden bzw. mit einer abfälligen Bemerkung versehenen Urteile aufgetragen, die bei den Bewertungen im Verlauf der Lagerzeit den unter verschiedenen Bedingungen gelagerten Hähnchen gegeben wurden. Der Verlauf der durch die Punkte in Bild 3 oben gelegten Geraden läßt erkennen, daß z. B. von den Geschmacksurteilen nach acht Monaten bereits 3% für die bei  $-24^{\circ}\text{C}$ , 12% für die bei  $-18^{\circ}\text{C}$  und 36% für die bei  $-12^{\circ}\text{C}$  gelagerten Hähnchen in den mit dem Prädikat „kleine Mängel“ versehenen Notenbereich von unter 5 einzustufen sind. Wenn im Hinblick auf die überdurchschnittliche Empfindlichkeit und die sehr kritische Einstellung einiger Prüfer einerseits und die getrennte Bewertung der Haut andererseits ein Anteil von 10% unter 5 liegende Noten als zulässig angesehen wird, gibt die Gerade 2 in Bild 3 unten die höchstmögliche Lagerdauer im Temperaturbereich von  $-24$  bis  $-12^{\circ}\text{C}$  an.

Nach dem Verlauf dieser Geraden sollte die bei  $-24^{\circ}\text{C}$  liegende Ware innerhalb von 10 bis 11 Monaten, die bei  $-18^{\circ}\text{C}$  liegende innerhalb von 7 bis 8 Monaten und die bei  $-12^{\circ}\text{C}$  untergebrachte innerhalb von 4 bis 5 Monaten verkauft werden. Als qualitativ hochwertig können die Hähnchen nur zum Verkauf angeboten werden, wenn die durch die Gerade 1 in Bild 3 unten gegebenen Temperatur-Zeit-Werte nicht überschritten werden. Der Verlauf der Geraden ergibt sich aus den Schnittpunkten der Geraden mit der Abszisse in Bild 3 oben (0% Urteile unter 5). Die danach mögliche Lagerdauer von 7 bis 8 Monaten bei  $-24^{\circ}\text{C}$ , 5 bis 6 Monaten bei  $-18^{\circ}\text{C}$  und 3 bis 4 Monaten bei  $-12^{\circ}\text{C}$  entspricht etwa derjenigen, die zulässig ist, wenn ein Rückgang der durchschnittlichen Ge-



**Bild 4.** Temperatur-Zeit-Abhängigkeit für die Gefrierlagerung von Geflügel. 1 nach unseren Versuchswerten, 2 nach Commodity Storage Manual [13], 3 nach Recommended Conditions [14], 6 nach Tressler [12] und nach Smith [22]. Lagerdauer bis zum Auftreten eines eben wahrnehmbaren ranzigen Geschmacks: 4 nach unseren Versuchswerten, 5 nach Hanson und Mitarb. an zubereiteten Hähnchen [15], 7 nach Du Bois und Mitarb. [9]

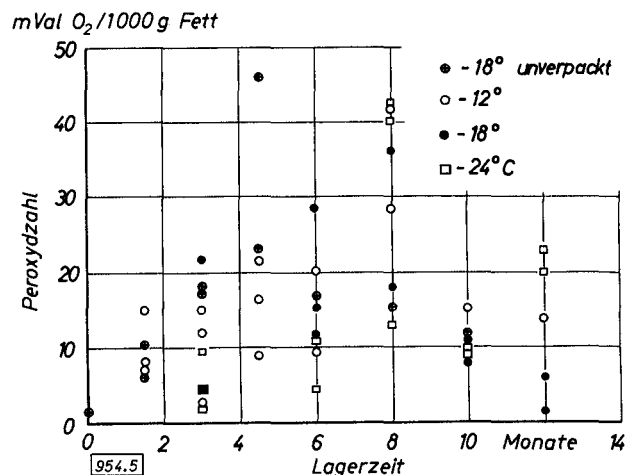
schmacksnote auf 7, d. h. um 1,6 Noten in Kauf genommen wird (6 bis 7 Monate bei  $-24$  und  $-18^{\circ}\text{C}$  und etwa 4 Monate bei  $-12^{\circ}\text{C}$ ).

Einen Vergleich der gefundenen Temperatur-Zeit-Abhängigkeit mit den eingangs genannten, hauptsächlich in den USA ermittelten Werten, gestatten die Kurven in Bild 4. Auch wenn man die Kurve 7 nicht berücksichtigt, da sie die beginnende Ranzidität angibt, bleibt ein weiter Bereich für die Wahl der Lagerzeiten bzw. -temperaturen. Die mögliche Lagerdauer liegt danach, wenn man die Kurven 1 bis 6 zugrunde legt und die Extremwerte außer acht läßt, für Geflügel zwischen 8 bis 12 Monaten bei  $-24^{\circ}\text{C}$ , 6 bis 8 Monate bei  $-18$  und 3 bis 4 Monate bei  $-12^{\circ}\text{C}$ . Das Verhältnis der Lagerveränderungen bei  $10^{\circ}\text{C}$  Temperaturunterschied, der  $Q_{10}$ -Wert, beträgt zwischen  $-30$  und  $-20^{\circ}\text{C}$  1,5 bis 2 sowie zwischen  $-20$  und  $-10^{\circ}\text{C}$  2 bis 4. Die Neigung der von uns ermittelten Kurven liegt mit 1,5 bzw. 2 an der unteren Grenze dieser Werte und entspricht im unteren Temperaturbereich der von Tressler, im oberen Temperaturbereich der von Hanson und Mitarb. gefundenen.

Die unverpackten Hähnchen waren nicht nur im Aussehen, sondern nach sechs Monaten auch im Geschmack und Geruch, deutlich schlechter als die unter gleichen Bedingungen gelagerten, in Cryovac-Beuteln verpackten (Bild 2 und 3, Tab. 4). Sie können, wenn die gleichen Ansprüche an den Geschmack wie bei den verpackten gestellt werden, nach Bild 3 bei  $-18^{\circ}\text{C}$  und 65 bis 75% rel. Luftfeuchtigkeit nicht länger als zwei bis drei Monate gelagert werden, da die Bildung eines ranzigen Geschmacks durch die Austrocknung gefördert wird. Die Lagerdauer der Hähnchen wird jedoch — wenn keine Räume mit extrem hoher relativer Luftfeuchtigkeit zur Verfügung stehen — durch die Veränderungen des Aussehens begrenzt.

Der Geruch der Hähnchen sowie Geschmack und Geruch der Brühe wurden in der Regel bei allen Lagerbedingungen nicht schlechter bewertet als der Geschmack der Hähnchen, so daß es zulässig erschien, auf Grund der diesen erteilten Geschmacksnoten Temperatur-Zeit-Werte für die Lagerung anzugeben.

Die als objektives Maß für die Veränderung des Geruchs und Geschmacks zu Beginn und im Verlauf der Lagerung bestimmten Peroxydzahlen und Thiobarbitursäurewerte sowie der Gehalt an freien Fettsäuren wiesen bei den im Gefrierraum verschiedenen lang gelagerten Hähnchen noch größere Streuungen als das Ausgangsprodukt (Tabelle 2) auf, so daß daraus ein Unterschied im Verhalten bei den verschiedenen Lagertemperaturen — wie er z. B. von Hanson und Mitarb. [15] oder Klose und Mitarb. [16] gefunden wurde — oder zwischen verpackten oder unverpackten Proben nicht zu ersehen ist. Lowe [20] weist jedoch schon auf die starken Unterschiede in der Jodzahl des Fettes von verschiedenen Hähnchen und auf die unterschiedliche Empfindlichkeit für eine Oxydation hin, und Zaehring u.



**Bild 5.** Ergebnisse der Peroxydbestimmungen an verpackt bei  $-24$ ,  $-18$  und  $12^{\circ}\text{C}$  und an unverpackt bei  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagerten Hähnchen während einer Lagerdauer von 12 Monaten (Ausgangswert der verpackten Hähnchen 0)

Mitab. [21] fanden große Streuungen bei der Lagerung von Schweinefleisch. Die an Fleisch der einzelnen Hähnchen gefundenen Peroxydzahlen sind, um einen Eindruck von der Höhe der Werte und ihrer Streuung zu geben, in Bild 5 über der Zeit aufgetragen worden. In ähnlicher Weise weichen die Thiobarbitursäurezahlen und der Gehalt an freier Fettsäure des Fleisches der Hähnchen voneinander ab. Im größten Streubereich nach acht Monaten wurden Thiobarbitursäurewerte von 0,4 bis 6 und eine Säurezahl von 6 bis 26 mg KOH/g Fett gefunden. Trotz der großen Streuung läßt sich bei den Peroxydzahlen und mehr noch bei den Thiobarbitursäurewerten eine ansteigende Tendenz bis zu einer Lagerdauer von sechs bis acht Monaten und dann ein Rückgang der Werte feststellen. Die im Fett des Hähnchenfleisches mögliche Höchstmenge an Peroxyden und an mit Hilfe des Thiobarbitursäuretestes nachgewiesenem Malondialdehyd scheint demnach im Verlauf dieser Lagerzeit erreicht zu werden. Darauf deuten auch die Analysenergebnisse von Zaehring u. Mitarb. hin.

Die Werte für die Haut sind bis zu einer Lagerzeit von sechs Monaten meist und weiterhin stets erheblich kleiner als für die am Fleisch gefundenen. Die Streuung ist jedoch bei ihnen nicht weniger groß.

#### Die Veränderung der Konsistenz

Die Mittelwerte der Konsistenznoten, die den einzelnen unter verschiedenen Bedingungen gelagerten Proben im Verlauf der Lagerung erteilt wurden, sind in Bild 1 und 2 oben aufgetragen. Zwar wurde, die Ausgangsbewertung ausgenommen, die Konsistenz des Brustfleisches bei allen Kostproben schlechter bewertet als die des Schenkelfleisches, aber da der Unterschied unabhängig von der Lagerzeit und -temperatur im Durchschnitt stets eine halbe bis eine Note betrug, gibt die Durchschnittsnote ein gutes Bild von der allgemeinen Veränderung der Konsistenz. Im Verlauf der Lagerung fielen die durchschnittlichen Konsistenznoten der verpackten Hähnchen bei  $-24$  und  $-18^{\circ}\text{C}$  gleich stark von 8,5 auf 6 ab, auch die bei  $-12^{\circ}\text{C}$  gelagerten Proben zeigten bis zu einer Lagerdauer von sechs Monaten den gleichen Rückgang, während sie bei Lagerzeiten von acht Monaten und darüber etwas schlechter bewertet wurden. Nach dieser Lagerdauer wurde nicht nur das Brustfleisch und z. T. auch das Schenkelfleisch der bei  $-12^{\circ}\text{C}$  gelagerten Hähnchen von den meisten Prüfern als trocken empfunden, sondern auch das Fleisch vieler der bei tieferen Temperaturen gelagerten Proben.

Ein deutlicher Unterschied zeigte sich zwischen den bei  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagerten verpackten und unverpackten Proben (Bild 2). Während von den verpackten Proben nur vereinzelte Hähnchen bei längerer Lagerdauer, insbesondere bei  $-12^{\circ}\text{C}$ , ein sehr trockenes Brustfleisch und auch ein trockenes und zäher gewordenes Schenkelfleisch hatten, war eine solche Konsistenz bei den 8 bzw. 10 Monate gelagerten unverpackten Proben die Regel, das Fleisch der Brust war sehr trocken, lockerer und griesig, das des Schenkels trockener und zäher geworden.

Die Verschlechterung der Konsistenz der Hähnchen während der Lagerung entspricht nahezu derjenigen des Geschmacks, so daß die Temperatur-Zeit-Werte in Bild 3 auch die Veränderung der Konsistenz berücksichtigen.

Zwischen den Konsistenznoten und den Ergebnissen der Festigkeitsmessungen wurde keine Korrelation gefunden. Die nach verschiedenen langer Lagerzeit bei den einzelnen Temperaturen an der Brust- und Schenkelmuskulatur gemessenen Quetschkraften und deren Streuung lagen in der Größenordnung der Ausgangswerte (Tabelle 2). Auch das als sehr trocken beurteilte Fleisch ergab keine auffallend vom Durchschnitt abweichenden Werte. Die Menge des lockeren, nach der Methode von *Gray* und *Hamm* abgepreßten Wassers stieg im Fleisch des Schenkels, aber auch in dem der Brust während der Lagerung bis zu einer Dauer von 8 bis 10 Monaten ganz leicht an. Zwischen den unter verschiedenen Bedingungen gelagerten Hähnchen war kein Unterschied in der Preßwassermenge festzustellen. Die Streuung der an gelagerten Hähnchen gefundenen Werte entsprach derjenigen der Ausgangswerte.

Die Konsistenz gefrorener, stark eiweißhaltiger Lebensmittel wird durch die Veränderung des Eiweißes beeinflusst [23]. Die

Denaturierung des Eiweißes während der Lagerung, die Hauptursache von Konsistenzänderungen, wurde nicht untersucht, da uns für Geflügelfleisch keine geeignete Methode zur Verfügung stand; es wurde aber durch Bestimmung des Gehalts an Tyrosin und der gesamten freien Aminosäuren überprüft, ob bei der Gefrierlagerung noch autolytische Veränderungen des Eiweißes auftreten. Nach den Ergebnissen bleibt der Gehalt an Tyrosin bei Berücksichtigung der Streuung der Werte konstant; der Gehalt an gesamten freien Aminosäuren stieg jedoch während der Gefrierlagerung bei allen Proben — bei  $-12^{\circ}\text{C}$  etwas stärker als bei  $-18$  und  $-24^{\circ}\text{C}$  — deutlich an. Ein Abbau der elastischen Fasern des Bindegewebes von Geflügel bei langer Gefrierlagerung durch die Einwirkung spezifischer Proteasen auf Elastin wurde beobachtet [24]. Da die Aktivität Eiweiß abbauender Enzyme im Temperaturbereich von  $-12$  bis  $-24^{\circ}\text{C}$  sehr klein ist [25] und z. B. im Fisch- und Rindfleisch praktisch keine Veränderungen hervorruft [26, 27], sollen die Ursachen des von uns gefundenen Anstiegs an freien Aminosäuren näher untersucht werden.

#### Zusammenfassung

Hähnchen bekannter einheitlicher Rasse, Aufzucht und Verarbeitung, wurden in Cryovac-Beuteln verpackt und unverpackt, bei  $-24$ ,  $-18$  und  $-12^{\circ}\text{C}$  gelagert und die Veränderungen während der Gefrierlagerung untersucht, um der deutschen Gefrierwirtschaft Unterlagen über die mögliche Lagerdauer bei bestimmter Temperatur oder die erforderliche Temperatur bei vorgegebener Lagerdauer — die Temperatur-Zeit-Abhängigkeit — für die Gefrierlagerung von Geflügel in die Hand geben zu können. Nach den in Abständen von  $1\frac{1}{2}$  bis 3 Monaten während der einjährigen Lagerdauer vorgenommenen organoleptischen Bewertungen ergaben die Durchschnittsnoten der 7 bis 10 Prüfer für den Geschmack, den Geruch und die Konsistenz einen statistisch gesicherten Unterschied zwischen den bei  $-12$  und den bei  $-18^{\circ}\text{C}$ , dagegen keinen zwischen den bei  $-18$  und  $-24^{\circ}\text{C}$  gelagerten Hähnchen. Eine Auswertung der erteilten niedrigen Geschmacksnoten ergab jedoch eine etwas bessere Haltbarkeit bei  $-24^{\circ}\text{C}$  als bei  $-18^{\circ}\text{C}$ . Es zeigte sich, daß die verpackten Hähnchen 10 bis 12 Monate bei  $-24^{\circ}\text{C}$ , 7 bis 8 Monate bei  $-18^{\circ}\text{C}$  und 4 bis 5 Monate bei  $-12^{\circ}\text{C}$  gelagert werden konnten, bis eine eben erkennbare Ranzidität auftrat. Wenn eine befriedigende bis gute Qualität nach der Gefrierlagerung gewünscht wird, sollten die Hähnchen nach einer Lagerdauer von 7 bis 8 Monaten bei  $-24$ , 5 bis 6 Monaten bei  $-18$  und 3 bis 4 Monaten bei  $-12^{\circ}\text{C}$  verbraucht werden. Während die Lagerdauer der verpackten Hähnchen durch das Auftreten eines ranzigen Geschmacks begrenzt wird, bestimmt bei unverpackten die Veränderung des Aussehens die mögliche Lagerzeit. Nach 3 bis 6 Wochen trat bereits eine merkliche Abtrocknung und Aufhellung ein. Eine beginnende Ranzidität wurde nach 3 bis 4 Monaten festgestellt.

Der Gewichtsverlust der in Cryovac-Beuteln verpackten 1000 bis 1200 g wiegenden Hähnchen betrug bei  $-18^{\circ}\text{C}$  und 65 bis 75% rel. Luftfeuchtigkeit 0,045% im Monat, während unter den gleichen Bedingungen die unverpackten 1,3% im Monat abnahmen.

Die Ergebnisse der chemischen und physikalischen Bestimmungen erwiesen sich für die Beurteilung der Qualität als wenig aufschlußreich. [954]

#### Schrifttum

- [1] J. Kuprianoff: Kältetechnik 8 (1956), S. 102.
- [2] A. A. Klose, E. P. Meechi, H. L. Hanson und H. Lineweaver: J. Am. Oil Chemist' Soc. 28 (1951) Nr. 4, S. 161; s. a. unter [12], S. 327.
- [3] O. S., Privett, F. J. Pusch, und W. O. Lindberg: Food Technol. 9 (1955) S. 347.
- [4] G. F. Stewart, H. L. Hanson, B. Lowe und J. J. Austin: Food Res. 10 (1945), S. 16.
- [5] C. E. Wagoner, G. E. Vail und R. M. Conrad: Poultry Sci. 26 (1947), S. 167.
- [6] J. W. Rodge und W. J. Stadelman: Food Technol. 13 (1959), S. 81.
- [7] W. H. Cook: Food Res. 4 (1939), S. 407.
- [8] W. H. Cook und W. H. White: Food Res. 4 (1939), S. 433.
- [9] C. W. Du Bois, D. K. Tressler und F. Fenton: Refrig. Eng. 44 (1942), S. 93.
- [10] J. O. Woodroof, I. Atkinson, und E. Shelor: Food Freezing 3 (1947), S. 2.
- [11] G. F. Stewart: Poultry Processing and Marketing 59 (1953) Nr. 7, S. 13; s. a. unter [12], S. 296.

- [12] D. K. Tressler und C. F. Evers: The Freezing Preservation of Food Bd. I, S. 894; The Avi Publishing Comp. Inc. Westport, Conn. 1957.
- [13] Storage of Frozen Poultry (1958) in Commodity Storage Manual der Refrig. Res. Foundation, Colorado Springs, Colo.
- [14] Recommended Conditions for Cold Storage of Perishable Foodstuffs S. 44; Institut International du Froid, Paris 1959.
- [15] H. L. Hanson, L. R. Fleischer und H. Lineweaver: Food Technol. 13 (1959), S. 221.
- [16] A. A. Klose, M. F. Pool und H. Lineweaver: Food Technol. 9 (1955), S. 372.
- [17] Baumann's Farbtonkarte Atlas II; Verlag Paul Baumann, Aue i. Sa.
- [18] Th. Grünewald: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forschung 105 (1957), S. 1.
- [19] R. Grau und R. Hamm: Z. Lebensmittelunters. u. -Forsch. 105 (1957), S. 446.
- [20] B. Love: Advances in Food Res. 1 (1948), S. 214.
- [21] M. V. Zaehring, S. V. Bring, C. A. Rickard, W. P. Lehrer jr.: Food Technol. 13 (1959), S. 313.
- [22] J. A. Smith: Air Cond. Refrig. Data Book — Application Vol., 5. Aufl., S. 27 — 04; ASRE New York 1955.
- [23] W. Partmann: Archiv für Lebensmittelhygiene 8 (1957).
- [24] B. Lowe: Experimental Cookery, 3. Aufl., John Wiley & Sons, Inc. New York 1943, it. nach (4).
- [25] A. K. Balls und H. Lineweaver: Food Res. 3 (1938), S. 57.
- [26] E. Ranke, B. Ranke u. F. Bramstedt: Archiv für Fischereiwiss. 8, 1. Beiheft 1953.
- [27] J. M. Ramsbottom, M. J. Strandine, L. B. Jensen, E. E. Rice u. H. B. Lockhart: Refrig. Eng. 54 (1947), S. 544.