

# Qualität von warmgehaltenen Speisen

*Ergebnisse aus der Untersuchung „Schulverpflegung mit warmgehaltenen Speisen aus Zentralküchen“*

Antal Bognár und Rosmarie Zacharias

*In dem vorliegenden Beitrag wird über die Veränderung von Nähr- und Genußwert beim Warmhalten von Speisen berichtet. Die Untersuchungen ergaben, daß für die Festlegung der noch tolerierbaren Warmhaltdauer von Speisen vor allem die Abnahme an Geschmack, Ascorbinsäure und Thiamin ausschlaggebend ist. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse sollte die Warmhaltetemperatur ca. 70°C und die Warmhaltdauer nicht länger als drei Stunden — gerechnet ab Ende der Zubereitung — betragen.*

Je rascher die Speisen nach ihrer Zubereitung verzehrt werden, umso besser ist in jeder Beziehung die Qualität. Diese allgemein bekannte Tatsache und die vorliegenden Literaturangaben waren vor allem der Grund für eine häufig geäußerte Ablehnung, Essenteilnehmern in Gemeinschaftseinrichtungen Speisen anzubieten, die in Zentralküchen zubereitet, in Thermophoren zur Verteilerküche transportiert und somit über einen längeren Zeitraum warmgehalten werden. Die kritische Durchsicht des Schrifttums erlaubt jedoch kein abschließendes Urteil, da in den Fallstudien vor allem „empfindliche“ Speisen untersucht und vorwiegend Ergebnisse über Veränderungen der Ascorbinsäure mitgeteilt werden. Die aus hygienisch-bakteriologischer Sicht durchgeführten Untersuchungen verfolgten insbesondere das Ziel, die noch zulässige untere Grenze der Warmhaltetemperatur festzulegen, mikrobiologische Kennziffern von Speisen unmittelbar nach der Zubereitung und nach dem Thermophorentransport vorzuschlagen und nicht zuletzt auch Empfehlungen für den sachgemäßen Einsatz und Reinigung von Thermophoren anzugeben (1—9).

Diese Ergebnisse und wohl weniger die sensorischen und chemischen Befunde führten in einigen Ländern bereits zu den Vorschriften bzw. Empfehlungen über die einzuhaltenden Warmhaltebedingungen. Die von der schwedischen Lebensmittelbehörde herausgegebenen Empfehlungen lauten, daß — vorbehaltlich der Ergebnisse einer noch nicht abgeschlossenen Forschungsarbeit — Speisen nicht länger als zwei Stunden warmgehalten werden sollen, und die Temperatur nicht unter 60°C absinken darf (10). Im französischen Lebensmittelrecht und auch in den Vorschriften der DDR ist eine Minimaltemperatur von ebenfalls 60°C und eine Warmhaltdauer von max. vier Stunden festgelegt. Der U.S. öffentliche Gesundheitsdienst verlangt eine Aufbewahrung von latent gefährdeten Lebensmitteln bei oder über 60°C; es fehlt jedoch eine Zeitangabe (11).

Die Literaturangaben reichten somit nicht aus, um die Frage zu beantworten, innerhalb welcher Zeit die in der Schulverpflegung am häufigsten vorkommenden Speisen ohne wesentliche Qualitätsminderung in Thermophoren warmgehalten werden können. Darüber hinaus fehlten eindeutige Aussagen über den Einfluß der Temperaturhöhe und einer unterschiedlichen Schichthöhe auf die Qualität. Ziel

der vorliegenden Gemeinschaftsarbeit von fünf Bundesforschungsanstalten war daher, in Modellversuchen und einem praxisnahen Großküchenversuch folgende Problemkreise zu untersuchen:

1. Nährwert und Genußwert der Speisen direkt nach Herstellung.
2. Einfluß der Warmhalte- bzw. Lagerbedingungen auf den Vitamingehalt und den Genußwert von Speisen und Salaten.
3. Ermittlung von Richtwerten für die noch tolerierbare Warmhaltdauer von Speisen und Lagerdauer von Salaten in Thermophoren.

Der nachfolgende Beitrag bringt einen Auszug der Ergebnisse aus dem Forschungsbericht „Schulverpflegung mit warmgehaltenen Speisen aus Zentralküchen“ (12). Er wurde unter dem Gesichtspunkt zusammengestellt, daß vornehmlich die Fragen über die Qualitätserhaltung beim Warmhalten von Speisen interessieren.

## 1. Experimenteller Teil

### 1.1 Versuchsplan und -durchführung

Tab. 1 enthält Angaben über die untersuchten Speisearten und Inhaltsstoffe sowie die für die Untersuchung verantwortlichen Bundesforschungsanstalten. Insgesamt wurden 24 warme Speisen und 5 Salate ausgewählt, die — mit Ausnahme der Salate — denjenigen der Untersuchung mit tiefgefrorenen Menükomponenten entsprachen (13, 14). Die Zubereitung, d.h. Art und Menge der Zutaten sowie Garverfahren für die Modellversuche erfolgte weitgehend nach den Angaben der Großküchenrezeptkartei der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V., die bekanntlich in vielen Großküchen die Grundlage für die Speisenherstellung bietet. Beim Großküchenversuch wurden gleichartige Rohwaren sowie Garverfahren verwendet, um damit einen Vergleich der Ergebnisse über den Nähr- und Genußwert zu ermöglichen.

Speziell bei den Modellversuchen waren vom Arbeitskreis folgende Parameter für die Untersuchung festgelegt worden:

- Zeit: 1, 3 und 5 Stunden  
Temperatur: 60, 70 und 80°C bzw. 4 und 20°C  
Schichthöhe: 5—7 cm sowie bei einigen Speisen zusätzlich 15 und 25 cm

Die beim Großküchenversuch eingesetzten rechteckigen, quadratischen und runden Thermophore

Tabelle 1: Zusammenstellung der Speisen für die Modell- und Großküchenversuche, Angabe der analysierten Inhaltsbestandteile sowie der für die Untersuchung verantwortlichen Bundesforschungsanstalten<sup>1)</sup>

Speisen		Nährstoffgehalt								Genußwert n. Garen u. Lagerung	Bundesforschungsanstalt für
		direkt nach Garen <sup>2)</sup>	direkt nach Garen/nach Lagerung								
Basis	Art		Retinol	β-Carotin	Thiamin	Riboflavin	Pyridoxin	Niacin	Ascorbinsre.		
Fleisch	Rindergulasch <sup>3)</sup>	x	-	-	x	x	-	x	-	x	Fleischforschung " " Ernährung "
	Schweinebraten	x	-	-	x	x	-	x	-	x	
	Schweineschnitzel	x	-	-	x	x	-	x	-	x	
	Hühnerfricassee	x	-	-	x	x	-	-	-	x	
	Frikadellen <sup>3)</sup>	x	-	-	x	x	-	x	-	x	
Fisch	Filet, gebraten	x	-	-	x	x	-	-	-	x	Fischerei "
	Filet in Soße	x	-	-	-	-	-	-	-	x	
Ei	Rührei m. Schink. <sup>4)</sup>	x	x	x	x	x	-	-	-	x	Milchforschung "
	Ei in Senfsoße	x	x	x	x	x	-	-	-	x	
Gemüse	Blumenkohl	x	-	-	x	x	-	-	x	x	Ernährung " " " " " "
	Bohnen, grün	x	-	-	x	x	-	-	x	x	
	Erbsen/Möhren	x	-	x	x	x	-	-	x	x	
	Rosenkohl	x	-	x	x	x	x	x	x	x	
	Rotkohl	x	-	-	x	x	x	-	x	x	
	Sauerkraut	x	-	-	x	x	-	-	x	x	
	Spinat <sup>5)</sup>	x	-	-	-	x	x	-	x	x	
Kartoffeln	Salzkartoffeln	x	-	-	x	x	-	x	x	x	" " "
	Kartoffelbrei	x	-	-	x	x	-	x	x	x	
	Kartoffelklöße	x	-	-	x	x	-	-	x	x	
Teigwaren Reis	Eierteigwaren	x	-	-	x	x	-	-	-	x	Getreidever- arbeitung "
	Reis	x	-	-	x	-	-	-	-	x	
	Milchreis	x	-	-	x	x	-	-	-	x	
Eintopf- gerichte	Erbsen m. Wurst	x	-	-	x	x	-	x	-	x	Ernährung "
	gr. Bohneneintopf m. Rindfl.	x	-	-	x	x	-	x	x	x	
Salate	Bohnensalat	x	-	-	-	-	-	-	x	x	Ernährung " " " " "
	Gurkensalat	x	-	-	-	-	-	-	x	x	
	Tomatensalat	x	-	-	-	-	-	-	x	x	
	Weißkrautsalat	x	-	-	-	-	-	-	x	x	
	Kartoffelsalat	x	-	-	x	x	-	-	x	x	

1) Großküchenversuche wurden im Institut für Hauswirtschaft der BfA f. Ernährung durchgeführt  
2) Bestimmung von Wasser, Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten (ber.), Asche und Mineralstoffen (Na, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, P, Cl)  
3) Fleisch und Soße getrennt warmgehalten  
4) Zusätzliche Bestimmung von Methionin, Cystin, Lysin  
5) " " " Nitrit/Nitrat und Chlorophyll

mit einem Fassungsvermögen von ca. 20 l wurden bis zu 3 cm unter Rand gefüllt, so daß sich je nach Format eine Schichthöhe der Speisen von 15, 33 oder 23 cm ergab. Lediglich in Scheiben geschnittener Schweinebraten wurde in kleineren Einsätzen warmgehalten, panierte Fischfilets durch Aluminiumfolie getrennt, so daß hier die Schichthöhe 10 bis 12 cm betrug.

### 1.2 Analysenmethoden und Auswertung

Die Aufarbeitung der Proben und die Bestimmung der ausgewählten Inhaltsstoffe erfolgte nach einheitlichen und überprüften Analysenvorschriften in den Laboratorien der Institute. Alle Ergebnisse der Modellversuche basieren auf einer 2- bis 3maligen Wiederholung, während der Großküchenversuch aus versuchstechnischen Gründen nicht wiederholt wurde.

Die den *Genußwert* der Speisen kennzeichnenden Merkmale Farbe, Form, Geruch, Geschmack und Konsistenz wurden von mindestens fünf geschulten Prüfpersonen mit Hilfe der bewertenden Prüfung mit 9-Noten-Skala beurteilt (15). Als Bezugsproben bei dem 1, 3 und 5-Stunden-Test der warmen Speisen dienten entweder die in kochfeste Beutel abgefüllten, sofort bei 4°C abgekühlten und in Wasser aufgewärmten Proben oder frisch zubereitete Speisen. Wie bei den chemischen Untersuchungen wurden die Modellversuche 2 bis 3 mal wiederholt, der Großküchenversuch nur einmal durchgeführt.

Die Ergebnisse der chemischen Analysen und sensorischen Prüfungen wurden mit Hilfe der statistischen Verfahren: Variationsanalyse, t-Test (Vergleich von Mittelwerten) sowie Korrelations- und Regressionsanalyse ausgewertet. Darüber hinaus wurde

— wie bei den Angaben über den Genußwert tiefgefrorener Speisen (14) — eine Einstufung der sensorischen Merkmale und zwar vorwiegend des Geschmacks in die vier Güteklassen A, B, C, D in Abhängigkeit der Warmhaltezeit vorgenommen. Für die Zuordnung war vor allem maßgebend der Regressionskoeffizient und das Ergebnis des t-Testes zwischen „Ist- und Sollwert“.

Zur Ermittlung der noch vertretbaren, d.h. tolerierbaren Aufbewahrungszeit wurde als „Sollwert“ die Note 5,5 (= untere Grenze der Güteklasse B) festgelegt. Entsprechend dem allgemein gültigen Bewertungsschema für eine 9-Noten-Skala bedeutet diese Note z.B. einen etwas abgeflachten und nicht vollständig abgerundeten Geschmack ohne erkennbare Fremdkomponente.

## 2. Ergebnisse und Diskussion

### 2.1 Qualität direkt nach Herstellung

Im Gehalt an den Nährstoffen Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten war zwischen den unter Modell- und Großküchenbedingungen zubereiteten Speisen eine recht gute Übereinstimmung festzustellen. Aufgrund der Literaturangaben war jedoch zu erwarten, daß die in der Großküche zubereiteten Speisen einen wesentlich niedrigeren Vitamingehalt, insbesondere an Ascorbinsäure, aufweisen würden als diejenigen aus den Modellversuchen. Diese Befunde konnten z.T. widerlegt werden. So war bei 8 von 15 untersuchten Speisen keine wesentliche Abweichung im Gehalt an Ascorbinsäure zu erkennen. In drei Speisen waren die Werte bei den Modellversuchen deutlich höher und in vier Speisen niedriger als bei den Großküchenversuchen. Auch der Gehalt an Thiamin, Riboflavin, Niacin, Retinol und  $\beta$ -Carotin in den Speisen der Großküchenversuche lag durchschnittlich in der gleichen Größenordnung wie in den Speisen der Modellversuche.

Die sensorische Qualitätsbeurteilung der Speisen aus den Modell- und Großküchenversuchen brachte ein sehr gutes Ergebnis. Die Merkmale Farbe, Form, Geruch, Geschmack (Tab. 2) und Konsistenz erfüllten die erwünschten Anforderungen und erhielten deshalb Bewertungsnoten im Bereich der Güteklasse A (9,0 bis 7,0 Noten). Damit ist erwiesen, daß auch unter Großküchenbedingungen hergestellte Speisen einen hohen bis sehr hohen Genußwert aufweisen können.

### 2.2 Qualitätsveränderung durch das Warmhalten

#### 2.2.1 Nährwert

Die Untersuchungen beschränkten sich auf die Bestimmung der Vitamine und einiger Aminosäuren, da die anderen nährwertbestimmenden Inhaltsstoffe wie Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate und Mineralstoffe

**Tabelle 2:** Geschmackswert von Speisen und ihre Einstufung in Güteklassen in Abhängigkeit von der Warmhaltezeit bei 70 bis 80°C.

Speisearart	Geschmacksnote Ausgang <sup>1)</sup>		Güteklasse <sup>2)</sup> nach einer Warmhaltezeit in Stunden					
	MV	GV	1	2	3	4	5	
Fleisch/Fisch/Ei mit Sauce ohne Sauce	Schweinebraten ohne Soße	7,1	8,2	A	B	B	C	C
	Schweineschnitzel, pan.	7,0	8,2	A	B	B	C	C
	Frikadellen ohne Soße	8,3	7,7	A	B	B	C	D
	Fischfilet, gebr.	7,1	7,0	B	B	C	C	D
	Rührei m.gek. Schinken	8,2	8,6	A	A	B	C	C
Gemüse	Rindergulasch	7,0	8,9	A	A	A	A	B
	Hühnerfricassee	8,6	8,5	A	A	A	B	B
	Fischfilet in Soße	7,0	8,1	A	A	B	B	B
	Eier in Senfsoße	8,3	8,8	A	A	A	B	B
Kartoffeln/Reis/ Eiwaren/Reis	Blumenkohl	7,6	7,7	A	A	B	B	C
	Bohnen, grün	6,3	8,1	B	B	B	C	C
	Erbsen/Möhren	7,0	7,5	B	B	B	C	C
	Rosenkohl	7,0	8,1	A	B	B	B	C
	Rotkohl	8,2	8,1	A	A	A	B	B
	Sauerkraut	8,0	8,4	A	A	A	A	B
	Spinat	8,0	8,5	A	B	B	C	C
Ein- topf- waren/Reis	Salzkartoffeln	7,9	7,8	B	B	C	D	D
	Kartoffelbrei	7,2	8,3	A	B	B	C	D
	Kartoffelklöße halb/halb	7,5	8,0	B	B	B	C	C
	Eierteigwaren	5,6	8,3	A	A	B	B	C
Ein- topf- waren/Reis	Reis	6,0	8,0	A	A	B	B	B
	Milchreis	8,6	8,2	A	B	B	C	D
	Erbseneintopf mit Wurst gr.Bohneneintopf m.Rdfl.	8,3 7,8	8,5 8,8	A A	A B	B B	B C	B C

1) berechnet mit Hilfe der Regressionsanalyse (MV = Modellversuch; GV = Großküchenversuch)  
2) Güteklasse/Notenbereich  
A = 9,0-7,0; B = 6,9-5,5; C = 5,4-4,0; D = 3,9-1,0

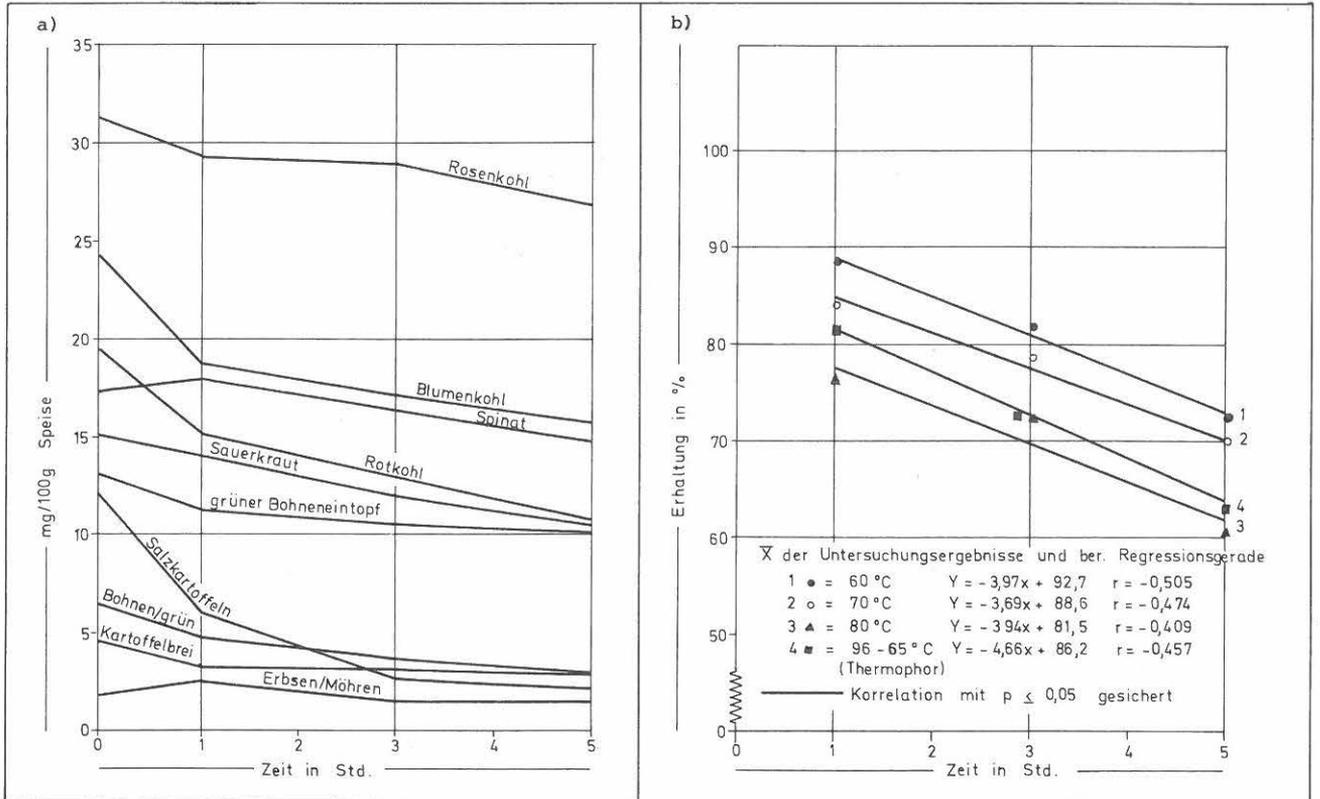
beim Warmhalten nicht oder nur unwesentlich verändert werden. Während des Warmhaltens bis zu einer Zeit von fünf Stunden im Temperaturbereich von 60 bis 80°C traten bei den Vitaminen Ascorbinsäure, Thiamin, Riboflavin, Pyridoxin, Niacin, Retinol und  $\beta$ -Carotin Verluste in unterschiedlicher Höhe bei fast allen untersuchten Speisen auf.

Der Gehalt an *Ascorbinsäure* nahm in Übereinstimmung mit den Literaturangaben (16—25) von allen untersuchten Vitaminen am stärksten ab und kann deshalb als begrenzender Faktor im Hinblick auf die Nährwerterhaltung während des Warmhaltens betrachtet werden.

Wie Abb. 1 zeigt, war die Abnahme bis zu einer Stunde Warmhalten bei den meisten Speisen am stärksten ausgeprägt und zugleich von der Warmhaltetemperatur abhängig. Bei den breiartigen Speisen stieg der Verlust bis 13%, bei den stückartigen Speisen bis zu 58% an. Im Mittel aller untersuchten Gemüsespeisen betrug die Abnahme in der gleichen Zeit bei 60°C ca. 11%, bei 70°C ca. 16% und bei 80°C ca. 24%. Bei längerem Aufbewahren erhöhte sich der Verlust nur um ca. 3,8% je Stunde Warmhaltezeit, und zwar weitgehend unabhängig von der Temperaturhöhe (Abb. 1 b).

Eine Ausnahme bildeten Salzkartoffeln, bei denen der schnelle Ascorbinsäureabbau sich bis zu 3-stündigem Warmhalten fortsetzte. Je nach Warmhalte-

**Abb. 1:** Ascorbinsäuregehalt von Speisen in Abhängigkeit von den Warmhaltebedingungen  
 a) Gehalt in mg/100 g Speise beim 70°C Warmhalten (n = 3)  
 b) Mittlere prozentuale Veränderung (n = 9)



temperatur lag nach einer Stunde der Verlust zwischen 41 und 58 % und nach 3 Stunden zwischen 72 und 79 %. Bis zu 5-stündigem Warmhalten erhöhte sich die Abnahme nur noch geringfügig um 2 bis 8 %. Die zur Verifizierung der Modellversuche durchgeführten Untersuchungen mit Speisen, die in einer Großküche zubereitet und anschließend in Thermophoren aufbewahrt wurden, beweisen, daß die Ergebnisse der Modellversuche für die Ascorbinsäure-Erhaltung ohne weiteres auf die in der Praxis üblichen Warmhaltebedingungen übertragbar sind. Der Vergleich mit den Ergebnissen der Modellversuche zeigt, daß beim Warmhalten von Speisen in nicht beheizten Thermophoren mit einer Abnahme an Ascorbinsäure gerechnet werden muß, die etwa in der gleichen Größenordnung wie beim 70 bis 80°C-Warmhalten unter konstanten Bedingungen liegt (Abb. 1b).

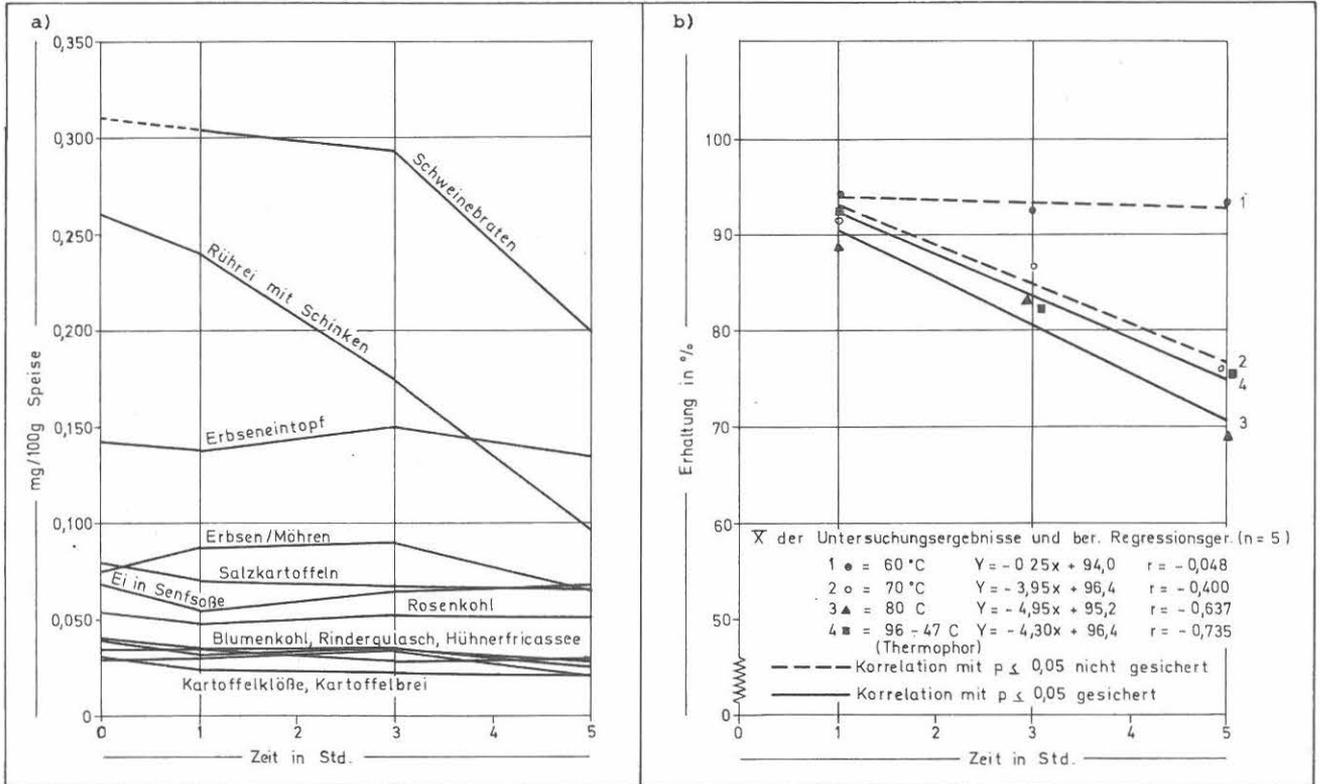
Im Vergleich zu Ascorbinsäure war die Veränderung an *Thiamin* geringer. Die Verluste betragen nach 1-stündigem Warmhalten je nach Speiseart und Warmhaltetemperatur bis zu 24 %. Bei den meisten Speisen war die Abnahme während dieser Zeit jedoch nicht signifikant. (Abb. 2).

Da die Thiaminveränderung sowohl mengenmäßig als auch prozentual in den Fleisch- und Eierspeisen

insbesondere während des Warmhaltens bei 70 und 80°C im Durchschnitt größer war als in Gemüsespeisen, wurde die statistische Auswertung für beide Speisegruppen getrennt durchgeführt. Wie die in Abb. 2b dargestellten Ergebnisse der Regressionsanalyse zeigen, betrug die durchschnittliche Abnahme an Thiamin bei den Fleisch- und Eierspeisen nach einer Stunde bei 60°C ca. 5 %, bei 70°C 8 % und bei 80°C 12 %. Während bei 60°C bis zu fünf Stunden keine weitere Veränderung beobachtet werden konnte, nahm der Thiamingehalt bei 70 und 80°C zwischen ein und fünf Stunden Warmhalten um 4 bzw. 5 % je Stunde weitgehend linear ab. Eine Ausnahme bildete paniertes Schweineschnitzel. Hier konnte keine signifikante Abnahme an Thiamin beim Warmhalten festgestellt werden, weshalb diese Ergebnisse bei der Regressionsanalyse nicht berücksichtigt wurden. Die hohe Streuung der Mittelwerte läßt vermuten, daß das abweichende Ergebnis vorwiegend durch den unterschiedlichen Gehalt an Thiamin im Rohfleisch bedingt ist.

Bei den Gemüsespeisen lag der mittlere prozentuale Verlust nach 1-stündigem Warmhalten mit 5 % bei 60°C, 9 % bei 70°C und 14 % bei 80°C in der gleichen Größenordnung wie bei den Fleisch- und Eierspeisen. Mengenmäßig war jedoch dieser Verlust

**Abb. 2:** Thiamingehalt von Speisen in Abhängigkeit von den Warmhaltebedingungen  
 a) Gehalt in mg/100 g Speise beim 70°C Warmhalten (n = 3)  
 b) Mittlere prozentuale Veränderung bei Fleisch- und Eierspeisen (n = 5)



nur unbedeutend und statistisch nicht signifikant. Die prozentuale Veränderung zwischen 1- und 5-stündigem Warmhalten war weitgehend temperaturunabhängig und betrug im Mittel 3,5 % je Stunde Warmhaltedauer.

Das Warmhalten in Thermophoren wirkte sich auf die Thiaminerhaltung in Fleisch- und Gemüsespeisen ähnlich wie bei 70°C im Modellversuch aus. Die Verluste lagen nach 1-stündigem Warmhalten im Durchschnitt unter 10%. Mit zunehmender Warmhaltedauer stiegen die Verluste — wie die Regressionskoeffizienten zeigen — bei den Fleischspeisen um 4,3 % und bei Gemüsespeisen um 3,7 % je Stunde an.

Über den Einfluß des Warmhaltens auf den Gehalt an Riboflavin war aufgrund der vorliegenden Ergebnisse keine sichere Aussage möglich. Generell läßt sich aber auch hier eine Tendenz erkennen, wonach mit zunehmender Warmhaltetemperatur und -dauer ein stärkerer Riboflavinabbau stattfindet (Abb. 3). So betrug der mittlere Verlust in Fleisch- und Eierspeisen nach 3 Stunden Warmhalten 11 % bei 70°C, 15 % bei 80°C und nach 5 Stunden 24 bzw. 27 %. In Gemüse- und Kartoffelspeisen war die Abnahme an Riboflavin nur wenig ausgeprägt

und lag nach 5-stündigem Warmhalten unabhängig von der Temperaturhöhe bei rd. 10 %.

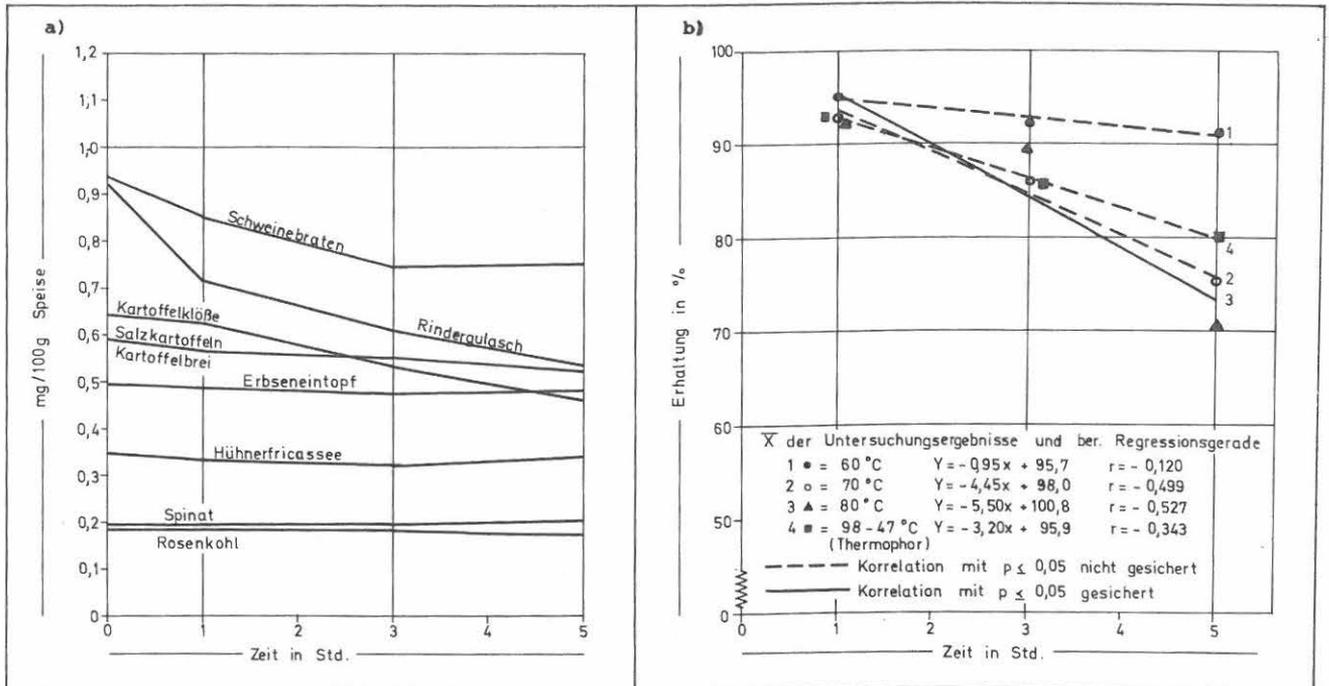
Die Untersuchung der in Thermophoren aufbewahrten Speisen ergab im Durchschnitt eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Modellversuche bei 70°C. Zusammenfassend kann daher festgestellt werden, daß beim Warmhalten in nicht beheizten Thermophoren bei Fleisch- und Eierspeisen mit einer Abnahme an Riboflavin von rd. 4 % je Stunde gerechnet werden muß (Abb. 3b). Die Verluste in Gemüse- und Kartoffelspeisen sind dagegen als unerheblich zu betrachten.

Die Vitamine Niacin und Pyridoxin zeigten über die Fehlergrenze der Einzelbestimmungen von ca. 10 % hinaus keine Veränderung in Abhängigkeit der Warmhaltebedingungen. Auch der Gehalt an Retinol und  $\beta$ -Carotin wurde während des Warmhaltens innerhalb von drei Stunden nicht oder nur unwesentlich beeinflusst. Bei längerer Warmhaltedauer der Speisen stiegen — und zwar unabhängig von der Warmhaltetemperatur — die Verluste an, deren Höhe allerdings auch nach fünf Stunden kaum mehr als 10 % betragen.

Die Untersuchungen über das Verhalten der essentiellen Aminosäuren: Methionin, Cystin und Lysin

Abb. 3: Riboflavingehalt von Speisen in Abhängigkeit von den Warmhaltebedingungen

- a) Gehalt in mg/100 g Speise beim 70°C Warmhalten (n = 3)
- b) Mittlere prozentuale Veränderung bei Fleischspeisen (n = 5)



in warmgehaltenem Rührei mit Schinken ergaben keine wesentlichen Verluste innerhalb einer 5-stündigen Warmhaltedauer bei 60, 70 und 80°C. Auch der verfügbare Anteil an Lysin wurde durch das Warmhalten bei 80°C nicht verändert.

### 2.2.2 Genußwert

Die sensorischen Prüfungen der den Genußwert kennzeichnenden Merkmale zeigten eindeutig, daß bei fast allen Speisen der Geschmack durch das Warmhalten stärker als die Farbe und Konsistenz verändert wurde und die Form weitgehend erhalten blieb. Der Grad der Veränderung war vor allem abhängig von der Speiseart, der Warmhaltedauer und -temperatur, während die Schichthöhe nur bei einigen Speisen einen gesicherten Einfluß ausübte und das Format der Thermophore ohne Bedeutung war.

In welcher Weise sich der Geschmackswert der einzelnen Speisengruppen mit zunehmender Warmhaltedauer ändert, ist deutlich aus den in Abb. 4 dargestellten Regressionsgeraden abzulesen.

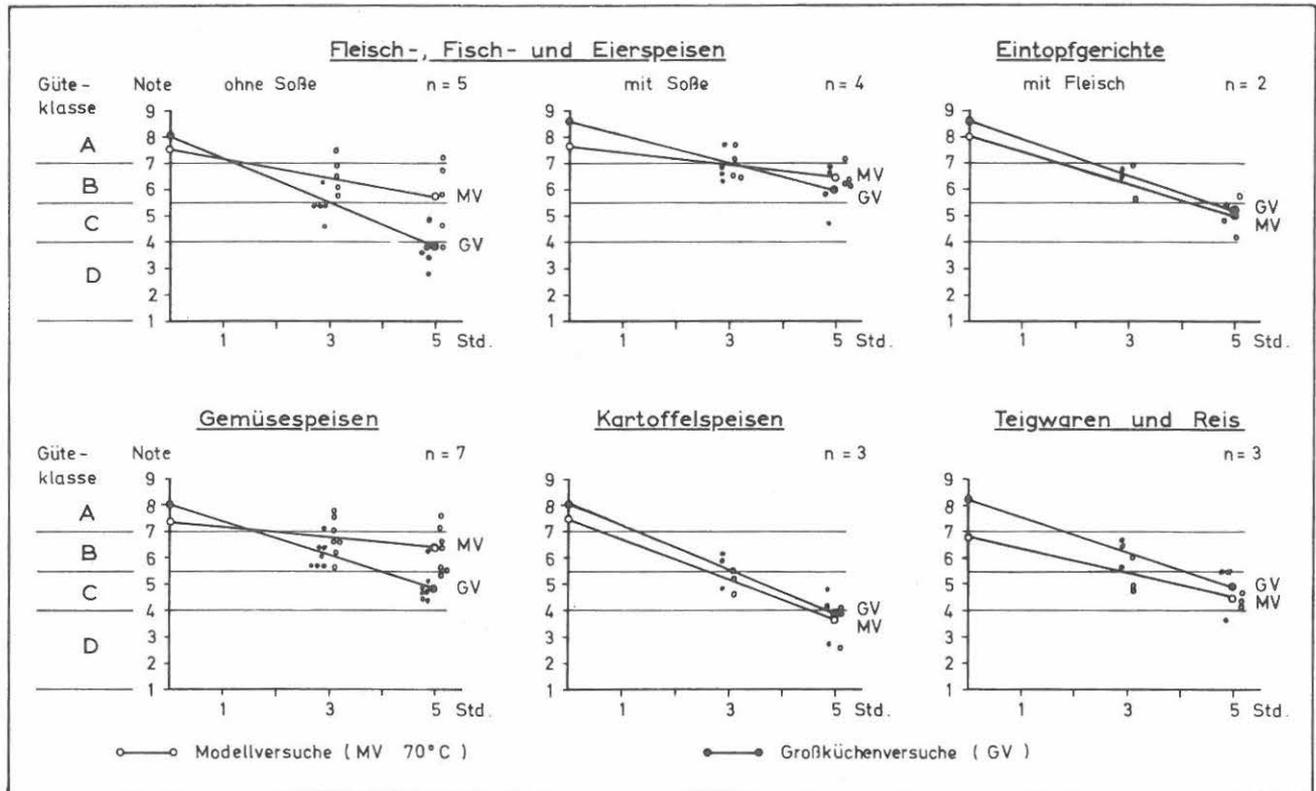
Fleisch-Saucenspeisen wiesen auch nach 5-stündigem Warmhalten einen befriedigenden Genußwert auf, während die ohne Sauce aufbewahrten Speisen aufgrund des etwas strengen und dumpfen Geschmacks der leicht trocken-faserigen Konsistenz und der etwas veränderten Farbe überwiegend den Anforderungen der Güteklasse C (5,4—4,0 Noten) entsprachen.

Der gleiche günstige Einfluß einer Saucenzugabe auf den Genußwert zeigte sich auch bei den Fisch- und Eierspeisen. Letztere sollten möglichst bei 70°C warmgehalten werden, da das Aufbewahren bei 80°C eine stärkere geschmackliche Abnahme verursachte.

Auch bei einigen Gemüsespeisen wurde eine bessere Erhaltung des Genußwertes erzielt, wenn die Warmhaltetemperatur nicht höher als 70°C lag und stückartige Speisen mit Sauce oder Kochbrühe aufbewahrt wurden. Nach 5-stündigem Warmhalten waren Rotkohl und Sauerkraut nur geringfügig verändert; die anderen Speisen zeigten bereits deutliche Mängel vor allem in den Merkmalen Farbe und Geschmack.

Die sensorische Qualitätsbeurteilung der stärkehaltigen Beilagen zeigte neben der Abhängigkeit von Zeit und Temperatur auch einen deutlichen Einfluß von der verwendeten Rohware und Rezeptur. So waren Salzkartoffeln nach 3-stündigem Warmhalten im Genußwert noch befriedigend, wenn geeignete Sorten aus bestimmten Anbaugebieten verwendet oder die Behälter bis zu ca. 200 Torr evakuiert wurden. Bei Teigwaren erscheint der Hinweis wichtig, in jedem Fall eine qualitativ hochwertige Rohware zu verwenden. Von Vorteil war weiterhin, wenn Teigwaren sowie Reis nach dem Garen dreimal mit kaltem Wasser abgeschreckt und erst kurz vor dem Einfüllen in die Thermophoren in der Kippbratpfanne mit wenig Fett auf etwa 75°C erwärmt wurden.

Abb. 4: Geschmacksnoten von Speisen in Abhängigkeit der Warmhaltezeit (Regressionsanalyse)



Eintopfgerichte waren im Genußwert bis zu 3-stündigem Warmhalten nur geringfügig abgefallen. Bei längerer Aufbewahrung fiel nur das aus grünen Bohnen, Kartoffeln und Rindfleisch zubereitete Gericht etwas stärker ab. Auch hier war die Veränderung desto größer, je höher die Warmhalte-temperatur lag.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse aus den Modell- und Großküchenversuchen ergab in jedem Fall eine gesicherte negative Korrelation zwischen Geschmacksnoten und Warmhaltezeit. Insgesamt gesehen war die Geschmacksabnahme je Stunde bei den Fleisch-, Fisch-, Eierspeisen ohne Saucenzugabe und Kartoffelspeisen etwas höher als bei den anderen Speisengruppen. Die teils festgestellten Abweichungen zwischen den Ergebnissen der Modell- und Großküchenversuche können sicherlich auf die unterschiedliche Rohware, Rezeptur oder auf die verschiedenen Garverfahren zurückgeführt werden.

### 3. Schlussfolgerungen und Richtwerte für die Warmhaltezeit von Speisen

Aus der Sicht der Essenteilnehmer hat — wie die Erhebung über die Beurteilung des Speisenangebotes durch die Schüler (13) zeigte — der Geschmack der Speisen die größte Bedeutung, gefolgt von der Konsistenz und dem Aussehen. Somit ist auch für die Akzeptanz warmgehaltener Speisen die sensorische Qualität und insbesondere der Geschmackswert zum Zeitpunkt des Verzehrs ausschlaggebend. Für den verantwortlichen Küchenleiter der Zentralküche ist für Planung und Organisation der Mahlzeitenher-

stellung und des Transportes zu den Verteilerküchen entscheidend, wie lange die verschiedenen Speisen in Thermophoren aufbewahrt werden können.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse kann festgestellt werden, daß unter der Voraussetzung einer hohen Ausgangsqualität und einer noch zulässigen Abnahme des Genußwertes bzw. der Geschmacksnote bis zu der unteren Grenze der Güteklasse B (= 5,5 Noten) alle untersuchten Speisearten bis zu drei Stunden warmgehalten werden können (Tab. 2). Allerdings muß nach dieser Zeit bei paniertem Fischfilet die weiche Panade und der dadurch etwas beeinträchtigte Geschmack akzeptiert werden. Falls bei Salzkartoffeln keine geeigneten Sorten zur Verfügung stehen, ist das Garen in der Verteilerküche zu empfehlen.

Prozentual gesehen zeigten 80% der Speisen bis zu einer Warmhaltezeit von einer Stunde keine wesentlichen Veränderungen. Nach 3-stündigem Warmhalten war das Verhältnis nahezu umgekehrt: 20% konnten der Güteklasse A = „gut“ zugeordnet und 70% aufgrund geringfügiger Geschmacksängel in die Güteklasse B = „befriedigend“ eingestuft werden. Nach 5-stündigem Warmhalten entsprach keine der untersuchten Speisen den Anforderungen der Güteklasse A, nur 33% erreichten die Güteklasse B. Alle übrigen Speisen fielen in die Güteklasse C = „ausreichend“ und D = „mangelhaft“. Somit dürfte aufgrund der sensorischen Qualitätsbewertung bewiesen sein, daß

**Tabelle 3:** Prozentuale Verteilung von Vitaminverlusten in Abhängigkeit von der Warmhaltdauer von Speisen.

Vitamine	Anz. Speisen	Verlust %	% Anteil bis zu einer Warmhaltdauer von		
			1 Std.	3 Std.	5 Std.
Ascorbinsäure	10	0 bis 10 11 bis 25 mehr als 25	20 60 20	20 50 30	- 30 70
Thiamin	14	0 bis 10 11 bis 25 mehr als 25	64 36 -	29 64 7	14 50 36
Riboflavin	14	0 bis 10 11 bis 25 mehr als 25	86 14 -	79 14 7	57 29 14
Niacin	6	0 bis 10 11 bis 25 mehr als 25	100 - -	83 17 -	66 34 -
Pyridoxin	3	0 bis 10 11 bis 25 mehr als 25	100 - -	66 33 -	66 - 33
Retinol	2	0 bis 10 11 bis 25 mehr als 25	100 - -	100 - -	50 - 50
$\beta$ -Carotin	5	0 bis 10 11 bis 25 mehr als 25	60 40 -	60 20 20	40 60 20

eine Warmhaltdauer bis zu 3 Stunden noch empfohlen werden kann, jedoch ein 5-stündiges Warmhalten abzulehnen ist.

Aus ernährungswissenschaftlicher Sicht ist für die Angabe von Richtwerten für die noch tolerierbare Warmhaltdauer die Veränderung der Vitamine ausschlaggebend. Aus der in Tab. 3 angegebenen Häufigkeitsverteilung läßt sich eindeutig ableiten, daß für eine Festlegung der tolerierbaren Warmhaltdauer von Speisen vor allem die Abnahme an Ascorbinsäure und Thiamin in Frage kommt. Würde als Grenzwert ein Verlust bis zu 10% unterstellt, wäre nur eine 1-stündige Warmhaltung der meisten Speisen möglich. Wenn jedoch die absolute Verlustmenge in Relation zum empfohlenen Tagesbedarf der Vitaminzufuhr (26) gesetzt wird, dürfte als Grenzwert noch ein Verlust von 25% vertretbar sein. Unter dieser Voraussetzung ist ebenfalls ein 3-stündiges Warmhalten noch tolerierbar, da nur bei 30% der Speisen die Abnahme an Ascorbinsäure und bei 7% der Speisen die Abnahme an Thiamin über 25% lag. Allerdings erscheint der Hinweis wichtig, je nach Speisenplangestaltung eine ggf. zu geringe Vitaminzufuhr durch ein zusätzliches Angebot an ascorbinsäure- und thiaminreichen Speisen bzw. Getränken auszugleichen.

#### Literatur

- 1) Trüb, C.L.P./Wundram, G.: Die Gemeinschaftsverpflegung in ihrer Beziehung zu den unspezifischen bakteriellen Lebensmittelvergiftungen. In: Veröff. Volksgesundheitsdienst Bd. 56 (1942). H. 1 (1. Jahressband 1943).
- 2) Lorenz, W./Trüb, P.: Weitere Beobachtungen über unspezifische Lebensmittelvergiftungen nach Gemeinschaftsverpflegung in Thermophoren (2. Mitt.). In: Mitt. d. öffentl. Gesundheitsdienstes 8 (1942). H. 12, S. A 257.
- 3) Schmjdt, B.: Hygienische Probleme bei Gewinnung, Verarbeitung und Vertrieb von Lebensmitteln. In: Wiss. Veröff. Dtsch. Ges. Ernährung 7. Darmstadt 1960, S. 125.
- 4) Longrée, K.: Quantity Food Sanitation. New York—London—Sydney 1967.

- 5) Seidel, G./Muschler, W.: Die bakteriellen Lebensmittelvergiftungen. Berlin 1970.
- 6) Münchow, S.: Lebensmittel-Infektionen und Gemeinschaftsverpflegung. In: Alimenta 1 (1969). H. 1, S. 23.
- 7) Hess, E.: Betriebshygiene und Desinfektion. In: Alimenta 8 (1970). S.
- 8) Werner, H.: Mikrobiologische Situation der durch Großküchen hergestellten Schulspeisung unter großstädtischen Bedingungen. In: Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R. XXII (1973). H. 2, S. 255.
- 9) Szentkúti, L./Leistner, L.: Heißaufbewahrung von Fleischwaren aus bakteriologischer Sicht. In: Die Fleischwirtschaft 48 (1968). H. 2, S. 163.
- 10) Varmhållning i storhushall. Hrsg. Institutet för storhushållens rationalisering (ISR), Stockholm 1975.
- 11) U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service. (1962) „Food Service Sanitation Manual.“ Washington, D.C. Publication No. 934.
- 12) Schulverpflegung mit warmgehaltenen Speisen aus Zentralküchen. Hrsg. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Bundesforschungsanstalt für Ernährung. Stuttgart 1976.
- 13) Schulverpflegung mit industriell hergestellten Gefriermentüs. Hrsg. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn, 1974.
- 14) Bognár, A./Zacharias, R.: Qualität tiefgefrorener Speisen. Ergebnisse aus der Untersuchung „Schulverpflegung mit industriell hergestellten Gefriermentüs.“ In: Hauswirtsch. Wiss. 23 (1975). S. 124.
- 15) Paulus, K./Gutschmidt, J./Fricker, A.: Karlsruher Bewertungsschema — Entwicklung, Anwendbarkeit, Modifikationen. In: Lebensm.-Wiss. u. Technol./2 (1969). S. 132.
- 16) Zobel, M.: Vitamin C-Verluste bei der Speisenzubereitung unter den Bedingungen einer Großküche. In: Hauswirtsch. Wiss./17 (1969). H. 3, S. 100.
- 17) Zobel, M.: Kritische Betrachtungen zum Warmhalten von Speisen in der Großküche. In: Ernährungs-Umschau/18 (1971). S. 374.
- 18) Zacharias, R.: Vitaminerhaltung bei der Verarbeitung von Lebensmitteln im Haushalt und in der Großküche. In: Wiss. Veröff. Dtsch. Ges. Ernährung/19. Darmstadt 1971, S. 118.
- 19) Virgin, E./Florin, V./Hellström, V./Andersson, R.: Die Vitamin C-Ausbeute bei der Handhabung von Lebensmitteln im Großhaushalt. In: Int. Z. f. Vitaminforschung/37 (1967). S. 10 u. S. 30.
- 20) Muskat, E.: Nährwertverluste bei der Zubereitung in der Großküche. In: Mitt. Lebensmittelchemie u. Gerichtliche Chemie/29 (1975). H. 1/2, S. 11.
- 21) Zacharias, R.: Kurzfristige Vorratshaltung von Fertigspeisen. In: Hauswirtsch. Wiss./14 (1966). S. 107.
- 22) Wagner, K. H.: Gemeinschaftsverpflegung und Gesichtspunkte optimaler Ernährung. In: Gemeinschaftsverpflegung, Kantinenwesen/20 (1972). H. 5, S. 6.
- 23) Herrmann, K./Nebe, G./Suter, G.: Das nachteilige Warmhalten gegarter Gemüse. In: Ernährungs-Umschau/21 (1974). S. 109.
- 24) Hansson, E./Olsson, H./Bosund, I./Rasmusson, I.: Förändringar vid varmhållning av livsmedel. In: Näringsforskning/16 (1972). S. 106.
- 25) Muskat, E./Aign, W./Kunsmüller, E./Bitsch, I.: Nährwertverluste beim Warmhalten tischfertiger Speisen im Wasserbad und im Hermetikschrank. In: Ernährungs-Umschau/18 (1971). H. 7, S. 286.
- 26) Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Frankfurt (Main) 1975.

#### Anschrift der Verfasser:

Wiss. Oberrat Dr. Antal Bognár und Wiss. Dir. Dr. Rosmarie Zacharias, Institut für Hauswirtschaft der BFA-Ernährung, Garbenstr. 13, 7000 Stuttgart 70.