

*Aus dem Physiologisch-Chemischen Institut der Universität des Saarlandes, Homburg  
(Direktor: Professor Dr. Dr. Ammon)*

## Untersuchungen über Nährwertverluste bei der Zubereitung von Speisen mit automatisch arbeitenden Großküchenmaschinen

### II. Mitteilung: Verluste an Mineralien (Phosphor, Kalium und Calcium) \*)

Von W. KUNKEL

Mit 8 Tabellen

(Eingegangen am 31. Mai 1965)

In dem ersten Teil dieser Arbeit berichteten wir über die Bedeutung der Nährwertverluste in Großküchen und über die Ergebnisse unserer Versuche über Gesamt-Vitamin-C-Verluste.

Beim Garen von Gemüsen und Kartoffeln werden hitzelabile Vitamine zerstört, aber auch wasserlösliche Substanzen aus den Nahrungsmitteln ausgelaugt und in dem Dämpfwater zurückbehalten.

Diesem Auslaugeeffekt sind die Mineralien besonders unterworfen. Wir untersuchten deshalb den Grad der Auslaugwirkung auf Phosphor, Kalium und Calcium beim Garen von Kartoffeln und Gemüsen mit einem Dämpftransferautomaten. Wir verglichen die Ergebnisse mit Befunden nach Garen derselben Nahrungsmittel in Kesseln.

#### Methodik

Die in der Mensaküche der Universität Saarbrücken gedämpften Kartoffeln und Gemüse wurden aus dem Dämpftransferautomaten der Firma Neff (Bruchsal) entnommen, in einem Glasgefäß in das Laboratorium transportiert und  $\frac{1}{2}$ , bis 1 Stunde nach der Fertigstellung der Speise untersucht.

Dämpfzeiten: Für Kartoffeln 28 Minuten,      Wirsing 14-20 Minuten,  
Weißkohl 28 Minuten,      Rotkohl 40 Minuten.

Zu der gleichen Zeit, wann das Gedämpfte aus dem Austeilbehälter des Automaten entnommen wurde, nahmen wir eine Probe der rohen Nahrungsmittel aus dem Einfüllbehälter.

Die rohen Kartoffeln und Gemüse waren bereits gesäubert, klein geschnitten und gewässert.

#### Veraschung

##### Erforderliche Substanzen

Magnesiumacetat p. a., Salpetersäure, rauchend, D  $\sim$  1,52 p. a., Salzsäure, rauchend, D = 1,19 p. a., Herstellung der Magnesiumacetatlösung, 20%ig: 25 g Magnesiumacetat p. a. werden in 100 ml Wasser gelöst.

\*) Ein Teil dieser Ergebnisse wurde auf dem 6. Internationalen Ernährungskongreß 1963 in Edinburgh mitgeteilt.

Die Untersuchungen wurden mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt.

### Arbeitsweise

Wir entnahmen dem rohen und gedämpften Gut je 3-5 Durchschnittsproben von je 20 g. Jede Probe setzte sich aus radiären Scheiben verschiedener Kartoffelknollen oder aus homologen Teilen der Kohlblätter zusammen.

In Steingutschalen trockneten wir das Gut bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz. Das Trockengewicht ergab sich aus dem arithmetischen Mittel der Gewichte der 3-5 Parallelproben.

Das getrocknete Material wurde in Platinschalen überführt. 5 ml der 20%igen Magnesiumacetatlösung wurden in jede Schale eingegeben, um Verlusten an Phosphor bei der Veraschung vorzubeugen (1). Vortrocknen in einem Muffelofen bei ca. 100° C, bis das Wasser verdampft ist, langsam die Temperatur erhöhen und vermeiden, daß Untersuchungsmaterial aus den Schalen spritzt. Die Veraschung führten wir bei maximal 550° C durch. In den meisten Fällen wird nur dann eine ganz weiße Asche erhalten, wenn der Veraschungsvorgang unterbrochen wird, um die Kohlepartikel zu zerstoßen und mit einigen Tropfen Salpetersäure abzurauchen.

Die Asche ließen wir an der Luft abkühlen, mit einigen Tropfen konz. Salzsäure, die mit etwas Wasser verdünnt worden war, in den Platinschalen erhitzen und nach Lösung der Asche den Inhalt jeder Schale in je einen 100 ml Meßkolben einfüllen. Die Meßkolben werden bis zur Marke mit aqua dest. aufgefüllt.

Für die Bestimmung der genannten Mineralien werden aliquote Teile aus dem Meßkolben entnommen.

Von dem Wannenwasser des Dämpfautomaten verdampften wir Mengen von 5-10 ml und veraschten das Trockenmaterial ebenso wie die Nahrungsmittel. Die Aschen wurden gleichfalls in 100 ml Meßkolben aufgelöst und aliquote Teile gemessen.

### Phosphorbestimmung

#### Prinzip

Durch Reduktion mit Metol wird Phosphorammoniummolybdat in „Molybdänblau“ übergeführt. Nach Zugabe von Natriumacetat wird die Reduktion abgestoppt, so daß eine Stabilisierung der entstandenen Färbung erreicht wird. Die Extinktion wird im Photometer „Eppendorf“ bei 578 nm und 20 mm Schichtdicke gemessen (2, 3, 4, 5).

#### Erforderliche Substanzen

Schwefelsäure p. a. D = 1,84, Ammoniummolybdat p. a., Kaliumpyrosulfit p. a., Metol (Monomethyl-p-Amidophenolsulfat), Natriumacetat p. a. Kaliumphosphat, primär n. SÖRENSEN.

#### Herstellung der Lösungen

##### a) Ammoniummolybdatlösung:

40,5 ml Schwefelsäure langsam unter Rühren in 109 ml Wasser einfließen lassen, ergibt eine etwa 10 n Schwefelsäure. Während des Abkühlens 12,5 g fein gepulvertes Ammoniummolybdat in etwa 100 ml Wasser lösen und nach dem Abkühlen in 125 ml der soeben hergestellten 10 n Schwefelsäure unter Rühren einfließen lassen. Mit Wasser auf 250 ml auffüllen.

##### b) Metollösung (2,5 molar):

25 g fein gepulvertes Kaliumpyrosulfit werden in etwa 60 ml Wasser gelöst. Danach löst man 0,2 g Metol in 10 ml Wasser, vereinigt beide Lösungen und füllt mit Wasser auf 100 ml auf. Abschließend wird die Metollösung durch ein Faltenfilter filtriert, die ersten 20 ml werden verworfen, und in einer braunen Flasche aufbewahrt. Die Haltbarkeit beträgt mindestens 2 Wochen.

##### c) Natriumacetatlösung:

85 g Natriumacetat werden in Wasser gelöst und auf 250 ml aufgefüllt, diese Lösung ist 2,5 molar.

### Eichkurve

Primäres Kaliumphosphat n. SÖRENSEN wird in einem Exsiccator über Schwefelsäure getrocknet. 2,19 g werden eingewogen, in Wasser gelöst und in einem geeichten 500 ml Meßkolben bis zur Marke aufgefüllt. Wir erhalten damit eine Stammlösung, die 1 mg P/ml enthält. Die Eichkurve erstreckt sich über eine Konzentration von 0 bis 40  $\mu\text{g}$  P/25 ml.

### Durchführung der Bestimmung

Die Probelösung, die Phosphormengen zwischen etwa 5 und 40  $\mu\text{g}/\text{ml}$  enthalten, werden in 25 ml Kolben gegeben, 2 ml Ammoniummolybdatlösung und 1 ml Metolreduktionslösung werden hinzugefügt und gemischt, 10 Minuten bei Zimmertemperatur stehen lassen. Danach 4 ml Natriumacetatlösung einpipettieren und mit Wasser bis zur Marke auffüllen. Nach 5 Minuten werden die Extinktionen gegen den Blindwert (aqua dest.) gemessen.

Die Vorschrift prüften wir durch 5 Zusatzversuche. Zu den Proben setzten wir bekannte Phosphormengen vor der Veraschung hinzu. Im ungünstigsten Falle fanden wir 95% bis 105% des Zusatzes wieder (Fehlerbreite der Phosphorbestimmungsmethode in biologischem Material einschließlich der Veraschung:  $\pm 5\%$ ).

### Kalium- und Calciumbestimmung

Das Kalium und das Calcium bestimmten wir mit einem Flammenphotometer „EPPENDORF“ (6, 7).

### Erforderliche Substanzen

Natriumchlorid p. a., Kaliumchlorid p. a., Calciumcarbonat präcip. p. a., Magnesiumacetat p. a., Salzsäure, rauchend p. a.

### Herstellung der Eichlösungen

Die analysenreinen Salze trockneten wir bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz in einem Trockenschrank.

NaCl: 0,543 g NaCl werden mit aqua dest. in einem 1-l-Meßkolben bis zur Marke aufgefüllt. Die Eichlösung enthält 100  $\mu\text{g}$  Natrium/ml.

KCl: 0,1907 g KCl werden in einem Meßkolben auf 1000 ml aufgefüllt. Die Lösung enthält 100  $\mu\text{g}$  Kalium/ml.

$\text{CaCO}_3$ : 0,2497 g  $\text{CaCO}_3$  präcip. werden nach dem Einwiegen in einem 1-l-Meßkolben mit etwas verdünnter HCl aufgelöst. Dann trocknet man das entstandene Chlorid in dem Kolben vorsichtig ein, damit die Kohlensäure und die überschüssige HCl entwischen und füllt nach dem Erkalten bis zur Marke auf. Die Lösung enthält 100  $\mu\text{g}$  Calcium/ml.

$\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ : Es wurden 17,632 g des Salzes eingewogen, getrocknet und in einem 1-l-Meßkolben gelöst, der bis zur Marke aufgefüllt wurde. Diese Lösung enthält 2 mg Mg/ml. Alle Eichlösungen wurden in Kunststoffflaschen aufbewahrt.

### Durchführung der Bestimmungen

Die Genauigkeit der Methode hängt am meisten davon ab, ob andere Substanzen in der Untersuchungsflüssigkeit die Emission in der Flamme stören. Es ist deshalb wichtig, daß diese Störstoffe bekannt sind und den Eichlösungen zugesetzt werden. Da sich die Konzentration der Mineralien von Probe zu Probe unterscheidet, mußte für jede Kartoffel- oder Gemüseuntersuchung eine grobe Vorprüfung gemacht werden.

Für die Kaliummessung wählten wir einen Konzentrationsbereich von 2-20 mg/l (6).

Da dieses Element in Pflanzen in relativ großen Mengen gegenüber anderen Mineralien enthalten ist, brauchte zu der Eichlösung nur Magnesium-Eichlösung hinzugegeben werden. Die Emission der Kaliumkonzentration wurde mit einer Propangas/Luftflamme bestimmt. Das Gas entsprach demjenigen, das im Handel für Haushaltzwecke bezogen werden kann.

Für die Calciumbestimmung beträgt der optimale Konzentrationsbereich 3-30 mg/l. Da das Calcium in den Kartoffeln gegenüber Kalium und anderen Mineralien nicht so hoch

konzentriert ist, mußten zu der Eichlösung außer Kalium und Magnesium (das für die Phosphorbestimmung hinzugefügt worden ist, siehe dort!) auch Natrium in den Konzentrationen, wie sie auch in der Untersuchungsprobe vorliegen, zugesetzt werden.

Die Calciummessung führten wir mit einer Acetylen/Luftflamme durch. Das Acetylen bezogen wir als „Acetylen reinst“ von der Firma Knapsack-Griesheim (Saarbrücken).

Das Messen und Eichen führten wir nach dem sogenannten Nachstellverfahren aus (7). Wir prüften die Ergebnisse nach einem kombinierten Halbierungs- und Zumischverfahren (7, S. 279).

#### Prüfverfahren

Der Hälfte einer der Prüfkonzentrationen, die aus der Analysenlösung einer der Parallelen des rohen und des gedämpften Gutes entnommen worden waren, setzten wir etwa dieselbe bekannte Menge des zu messenden Elementes zu.

Es sollte damit erreicht werden, daß der Punkt auf der Eichkurve für die Gesamtkonzentration der Zusatzprobe möglichst nahe dem Meßpunkt der Konzentration der entsprechenden Prüflösung liegt. Den Zusatz schätzten wir nach dem Ergebnis der groben Vorprüfung. Der Fehler, mit dem der Zusatz wiedergefunden wurde, durfte  $\pm 5\%$  nicht überschreiten. Wurde diese Fehlerbreite überschritten, mußten die Eichlösungen verändert werden, vorausgesetzt, daß ein manueller Fehler nicht in Frage kam.

#### Statistische Auswertung der Mineralienwerte (8)

Da die Mineralienwerte auch innerhalb desselben Untersuchungsfalles streuen, geben wir für die Kartoffeluntersuchungen folgende statistische Parameter an:

- Alle absoluten Werte, bezogen auf das Feuchtgewicht, einschließlich der Parallelwerte desselben Untersuchungsfalles für das rohe und gedämpfte Gut,
- die Variationsbreite dieser Werte,
- die arithmetischen Mittelwerte der absoluten Werte für das rohe und für das gedämpfte Gut,
- die Differenz dieser arithmetischen Mittelwerte in Prozenten des größeren Wertes,
- die Standardabweichung der Werte (a),
- die Signifikanz der Differenz der Mittelwerte (d).

Die Angaben über den Mineraliengehalt des Dämpfwassers und der Kohlarten sind arithmetische Mittelwerte der Paralleluntersuchungen jedes Falles.

#### Ergebnisse

In Tab. 1 werden die absoluten Werte für den Gehalt an Kalium, Calcium und Phosphor in rohen und gedämpften Kartoffeln dargestellt. Die Knollen wurden in einem Transferautomaten gegart. Unter den Daten finden sich die Ergebnisse der Paralleluntersuchungen in denselben Stichproben. Diese wurden an demselben Tage aus dem rohen und gedämpften Gut entnommen.

Die statistischen Parameter der Werte, die in Tab. 1 niedergelegt sind, werden aufgeführt (Tab. 2).

Die statistischen Parameter derselben Untersuchungen an Kartoffeln, die in modernen Kesseln gedämpft worden waren, werden in Tab. 3 zum Vergleich mitgeteilt. Die absoluten Werte können aus Platzgründen nicht eingefügt werden.

Der Unterschied der Mittelwerte für die Mineralien in rohem und gedämpftem Material ist in Tab. 2 und 3 nur bei Kalium signifikant. Die Phosphor- und Calciumwerte in dem rohen Gut unterscheiden sich von demjenigen des gegarten nicht mehr als diese Mineralienwerte innerhalb der rohen oder gegarten Knollen.

**Tabelle 1.** Absolute Werte des Phosphor-, Calcium- und Kaliumgehaltes der Kartoffeln in rohem Zustand und nach Dämpfen in einem Transferautomaten.

Das Datum gibt den Tag an, an dem in der Großküche gedämpft worden war. Die Werte beziehen sich jeweils auf 100 g Feuchtgewicht des Untersuchungsmaterials und sind in mg-% angegeben. Die unter demselben Datum angezeigten Werte sind Ergebnisse der Paralleluntersuchungen in demselben Material.

Datum	Gehalt im rohen Gut an			Gehalt im gedämpften Gut an		
	P	Ca	K	P	Ca	K
21. 6. 63.	52,0	1,25	320	44,0	2,20	355
	55,0	1,00	435	42,0	2,37	305
		1,58	451		2,37	376
4. 7. 63.	24,5	6,9	303	22,5	10,8	265
	22,5	6,4	337	21,0	3,6	228
	24,5	7,5	361	22,5	6,9	353
11. 7. 63.	29,0	5,7	408	30,2	5,6	392
	32,2	6,65	415	28,0	5,4	392
	29,0	6,5	345	29,0	5,4	400
7. 11. 63.	52,0	7,1	485	42,0	5,4	340
	55,0	7,4	505	39,0	6,1	385
	50,0	7,4	395	43,5	6,6	395
	52,0	6,6	395	43,5	5,7	373
	50,0	7,1	395	40,5	6,6	395
14. 11. 63.	48,5	4,5	365	53,5	5,25	340
	50,0	4,5	420	55,0	5,9	395
	52,0	4,75	440	52,0	6,1	400
28. 11. 63.	43,5	3,6	330	43,5	4,25	385
	43,5	4,4	325	43,5	5,0	375
	45,5	3,25	375	45,5	4,6	410
3. 12. 63.	55,0	4,0	414	50,0	4,25	393
	50,0	4,4	390	48,5	4,65	380
	52,0	4,9	390	52,0	4,5	404
10. 12. 63.	43,5	7,1	395	42,0	6,1	395
	43,5	7,5	368	43,5	7,0	390
	45,5	7,0	440	43,5	7,0	437
16. 12. 63.	42,0	4,0	385	40,5	7,4	365
	43,5	4,65	390	43,5	4,9	412
15. 1. 64.	48,5	5,4	435	52,0	6,25	382
	43,5	4,9	382	50,0	6,7	387
	48,5	5,4	418	48,5	6,25	420
28. 1. 64.	71,5	6,5	480	57,0	6,0	425
	52,0	6,25	432	55,0	6,0	420
	58,5	6,9	430	58,5	6,75	440
3. 2. 64.	55,0	6,25	340	52,0	8,85	317
	52,0	4,9	312	50,0	8,00	345
	53,5	5,25	345	53,5	7,00	320
13. 2. 64.	50,0	7,5	405	39,0	8,10	280
	50,0	6,75	360	45,5	6,25	400
	50,0	7,0	430	40,5	8,10	400

Tabelle 2. Statistische Parameter der Werte für den Phosphor-, Kalium und Calciumgehalt in rohen und gedämpften Kartoffeln; sie wurden mit einem Transferautomaten hergerichtet

Mineral	P	K	Ca
Arithmetischer Mittelwert (mg-%) roh	46,6	394	5,5
gedämpft	43,7	374	5,9
Variationsbreite (mg-%) roh	22,5-71,5	505-303	1,00- 7,5
gedämpft	21,0-58,5	440-228	2,2-10,8
Differenz der arithmetischen Mittelwerte in Prozenten des größeren Wertes	-6,2	-5,7	+6,8
Standardabweichung (mg-%) roh	±9,94	±45,5	±1,72
gedämpft	±9,38	±41,9	±1,7
Signifikanz der Differenz der Mittelwerte	nein	ja 0,05 > p > 0,02	nein
Zahl der Fälle <sup>1)</sup>	13	13	13
Zahl der Werte unter Berücksichtigung der Parallelen für das rohe und gedämpfte Material	39	40	40

1) Unter Fall verstehen wir die Untersuchung jeder Stichprobe, die an verschiedenen Tagen aus verschiedenen Mahlzeiten und Lieferungen entnommen worden sind.

Tabelle 3. Statistische Parameter der Werte für den Phosphor-, Kalium und Calciumgehalt in rohen und gedämpften Kartoffeln; das gedämpfte Gut war in 40- bis 200-l-Dämpfkesseln hergerichtet worden

Mineral	P	K	Ca
Arithmetischer Mittelwert (mg-%) roh	38,1	411	5,7
gedämpft	34,7	350	5,1
Variationsbreite (mg-%) roh	29-55	310-505	2,6-8,2
gedämpft	25-50	200-500	2,3-8,4
Differenz der arithmetischen Mittelwerte des rohen und gedämpften Materials in Prozent des größeren Wertes	-8,9	-14,8	-10,5
Standardabweichung der absoluten Werte (mg-%) roh	±7,97	±69,5	±1,485
gedämpft	±7,84	±80,1	±1,49
Signifikanz der Differenz der arithmetischen Mittelwerte des rohen und gedämpften Materials	nein	ja 0,01 < p < 0,02	nein
Zahl der Fälle	5	6	6
Zahl der Werte unter Berücksichtigung der Parallelen	roh gedämpft	9 9	21 21

Die Zahlen zeigen, wie sehr selbst bei Paralleluntersuchungen innerhalb derselben Lieferung der Gehalt an den genannten Mineralien schwanken kann. Ähnlich variieren auch die Werte in dem in Kesseln verarbeiteten Material.

Der Verlust an Kalium, ausgedrückt durch die Differenz der arithmetischen Mittelwerte, ist bei den Kartoffeln, die in Kesseln gedämpft worden sind, höher

als bei den automatisch gedämpften. In beiden Fällen, aber auch bei den nicht signifikanten Werten für Phosphor und Calcium, sind die Einbußen geringfügig (sie liegen zwischen 5 und 15% des Rohwertes, bezogen auf das Feuchtgewicht).

*Tabelle 4.* Gegenüberstellung der Trockengewichte der rohen und gedämpften Teile von Kohlarten. Sie wurden in modernen Großküchenkesseln (40-200 l) gegart

Datum und Untersuchungs-material	Trockengewicht in %, bezogen auf 100 g Feuchtgewicht		Differenz in % des Rohwertes
	roh	gedämpft	
Rotkohl 3. 7. 63.	6,6	11,5	+74
Rotkohl 16. 7. 63.	7,4	5,65	-24
Wirsingkohl 24. 7. 63.	9,4	5,0	-47
Wirsingkohl 3. 9. 63.	8,0	15,4	+93
Rotkohl 12. 9. 63.	10,0	8,5	-15
Rotkohl 22. 10. 63.	9,0	6,7	-26

Bei Kohlarten veränderte sich das Trockengewicht des rohen Gutes durch das Dämpfen erheblich. Die Werte für das Trockengewicht in 100 g rohem und 100 g gedämpftem Gemüse sind in der ersten Mitteilung (9) in der Tab. 5 für das automatisch gedämpfte Material, und in der Tab. 4 in dieser Mitteilung für das in Kesseln gegarte Gut, zusammengestellt.

*Tabelle 5.* Veränderung des Mineralgehaltes in Gemüsen nach dem Dämpfvorgang in einem Neff-Transfer-Automaten

Untersuchungs-material Datum	Mineral	Gehalt in mg-%		Veränderung in Prozent von rohem zu gedämpftem Gemüse		Anzahl der Parallelen
		a) Feuchtgewicht roh	b) Trockengewicht gedämpft	Feucht- gewicht	Trocken- gewicht	
Wirsingkohl 19. 6. 63.	P	a) 40	41	+ 2,5	- 60	3
		b) 762	305			
	K	a) 215	203	- 5,6	- 63	3
		b) 4096	1525			
	Ca	a) 45	55	+22,0	- 24,6	3
		b) 846	638			
Rotkohl 28. 5. 63.	P	—	—	—	—	—
	K	a) 223	211	- 5,4	- 13,4	—
		b) 3560	3080			
	Ca	a) 46	43	- 6,5	- 12,7	—
		b) 731	638			
Wirsingkohl 20. 1. 64.	P	a) 36,5	40	+ 9,6	- 26	5
		b) 514	380			
	K	a) 214	192	- 10,3	- 38	5
		b) 3013	1818			
	Ca	a) 45	55	+22,3	- 17,4	5
		b) 625	516			

In den automatisch gedämpften Gemüsen fanden wir Zunahmen des Trockengewichtes in 100 g Untersuchungsmaterial in 3 Fällen von 9,8 bis 158%. In den in Kesseln zubereiteten Gemüsearten sank das Trockengewicht in 4 Fällen bis 47% ab und in 2 Fällen stieg es bis 94% an.

Tabelle 6. Veränderung des Mineralgehaltes in Gemüsen nach dem Dämpfvorgang in modernen Großküchenkesseln von 40 bis 200 l Rauminhalt

Untersuchungs- material Datum	Mineral	Gehalt in mg-%		Veränderung in Prozent von rohem zu gedämpftem Gemüse		Anzahl der Parallelen
		a) Feuchtgewicht roh	b) Trockengewicht gedämpft	Feucht- gewicht	Trocken- gewicht	
Rotkohl 3. 7. 63.	P	a) 25,3	17,0	-33	-62	3
		b) 384	148			
	K	a) 208	134	-36	-64	3
		b) 3150	1148			
	Ca	a) 35,3	32,0	-9	-48	3
		b) 535	278			
	P	a) 24,8	12,1	-51	-36	3
		b) 336	214			
	K	a) 254	163	-36	-16	3
Rotkohl 16. 7. 63.		b) 3440	2890			
	Ca	a) 101	62	-39	-24	3
		b) 1440	1110			
	P	a) 40,5	20	-51	-7	3
		b) 431	400			
	K	a) 304	93	-69	-43	3
		b) 3237	1860			
	Ca	a) 31	37	+16	+120	3
		b) 337	740			
Wirsingkohl 24. 7. 63.	P	a) 35	16	-54	-78	1
		b) 438	104			
	K	a) 333	106	-68	-84	3
		b) 4160	689			
	Ca	a) 45	27,1	-40	-69	3
		b) 562	176			
	P	a) 30,5	22,5	-27	-13	1
		b) 305	265			
	K	a) 326	216	-34	-22	4
Rotkohl 12. 9. 63.		b) 3260	2540			
	Ca	a) 29,1	36	+19	+45	4
		b) 290	423			
	P	a) 40,5	30,3	-25	+ 1,3	1
		b) 450	456			
	K	a) 300	230	-23	+ 3	4
		b) 3330	3430			
	Ca	a) 60,4	47	-22	+ 5,2	4
		b) 667	702			

Diese erhebliche Variation der Trockengewichtsänderungen zwang uns, die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen nach dem absoluten Wert, bezogen auf das Trocken- und Feuchtgewicht, und die Abnahme des Mineralgehaltes in Prozent des Rohwertes, bezogen auf beide Gewichte, auszurechnen.

Die Tab. 5 und 6 enthalten diese Werte für die Verluste durch das Garen in Transferautomaten und Kesseln.

Tabelle 7.

- a) Vergleich der Verluste an Mineralien in Kohlarten (arithmetische Mittelwerte der Tabelle) nach Dämpfen in einem Transferautomaten mit denjenigen nach Garen in Kesseln  
 b) Vergleich dieser Werte, errechnet auf der Grundlage des Feuchtgewichtes mit denjenigen, die auf das Trockengewicht bezogen worden sind

Garbehälter	Verluste, bezogen auf das Feuchtgewicht in Prozent des Rohwertes			bezogen auf das Trockengewicht in Prozent des Rohwertes		
	Ca	K	P	Ca	K	P
Transfer- automat	+13	- 7	+ 6	-10	-38	-43
Kessel	-13	-45	-40	+ 5	-38	-33

In Tab. 7 werden die Verluste in Prozenten des Rohwertes

a) nach dem Garbehälter, und

b) nach dem Bezug auf das Trockengewicht oder Feuchtgewicht verglichen.

Auf der Grundlage des Feuchtgewichtes sind die Verluste in dem Transferautomaten bei allen Mineralien geringer als in den Kesseln. Nach Ausrechnung in bezug auf das Trockengewicht erscheinen die Verluste an Calcium und Phosphor in Kesseln geringer als in dem Automaten, und bei Kalium finden wir keinen Verlustunterschied.

Tabelle 8. Gehalt des Dämpfwassers in der Bodenwanne (800 l) des Dämpfautomaten nach Dämpfen einer großen Menge Kartoffeln oder Kohl. Der Gehalt ist in g/800 l nach Abzug des Gehaltes in dem Leitungswasser der Küche angegeben. Vergleich des Verlustwertes (bezogen auf das Feuchtgewicht) in den Stichproben des gedämpften Materials mit dem prozentualen Anteil des Mineralgehaltes in dem Dämpfwasser an der Gesamtmenge des Minerals in dem rohen Material

Menge und Durchlaufrzeit des Dämpfgutes durch den Automaten	K g/800 l	Ca g/800 l	P g/800 l	Prozentsatz des			Änderung des Trocken- gewichtes in %	
				a) Mineralgehaltes in dem Dämpf- wasser, verglichen mit dem Gehalt des ganzen Rohmaterials				
				a)	b)	Verlustwert (%) nach den Stich- proben		
				K	Ca	P		
3. 2. 64. 450 kg Kartoffeln in 2 Stunden und 15 Minuten	66	0,7	61	a) -4,4	-2,7	-25 <sup>1)</sup>		
				b) -5,7	+6,8	- 6,2	+ 10	
13. 2. 64. 500 kg Kartoffeln in 2 Stunden und 30 Minuten	10,5	-10 <sup>2)</sup>	7,7	a) -0,5	0	- 3,1		
				b) -5,7	+6,8	- 6,2	+ 3,2	
20. 1. 64. 300 kg Wirsingkohl in 2 Stunden	15	-13 <sup>2)</sup>	12,4	a) -2,3	0	-11		
				b) -7	+13	+ 6	+48,5	
				(Tab. 7)				

<sup>1)</sup> Hier wurde möglicherweise in dem untersuchten aliquoten Teil zu viel Bodensatz (= schwerlösliches Calciumphosphat) erfaßt. Erklärung siehe auch Diskussion.

<sup>2)</sup> Nach Abzug des Calciumgehaltes in dem Leitungswasser, negative Werte.

Dieser Sachverhalt wird offenbar, wenn wir unsere Werte auf die Trocken gewichte bezogen.

Aus einem Grunde, der weiter unten (Diskussion) näher erläutert wird, zogen wir die Verluste, die auf der Basis der Feuchtgewichte errechnet wurden, denjenigen, die von den Trockengewichten hergeleitet wurden, vor.

Danach fanden wir in den Kohlarten, die automatisch gegart wurden, bei Phosphor eine Zunahme von 6%, eine Calciumzunahme von 13% und eine Kaliumabnahme von 7%. Demgegenüber ergaben sich nach Zubereitung in Dämpfkesseln bei Calcium eine Abnahme von 13%, bei Phosphor von 40% und bei Kalium von 45%.

Die geringere Einwirkung des Dämpfwassers bei dem transferautomatischen Garen auf wasserlösliche Nährstoffe lässt sich aus diesen Werten ohne Zwang ableiten.

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Dämpfwassers, das sich in einer Menge von 800 l an dem Boden des Automaten befindet, werden mitgeteilt (Tab. 8). Der Mineraliengehalt in dem Wasser nach Garen größerer Mengen Kartoffeln und Gemüse wurde in einigen Fällen bestimmt. Nach Abzug des Gehaltes an Kalium, Phosphor und Calcium in dem Leitungswasser der Küche, errechneten wir den Prozentsatz der in dem Wasser gefundenen Mineralienmenge an dem Gesamtgehalt des automatisch gedämpften Rohmaterials.

Die Tabelle zeigt in allen Fällen eine gute Übereinstimmung des Verlust prozentsatzes, berechnet einerseits nach den Stichproben (Tab. 2, Mittelwerte für Kartoffeln, Tab. 7, Mittelwerte für Kohlarten) und andererseits nach dem Gehalt des Dämpfwassers nach dem Garen. Die Verlustprozentsätze nach beiden Verfahren stimmen innerhalb  $\pm 10\%$  überein.

### Diskussion

In anderen Untersuchungen von Nährstoffen in Nahrungsmitteln werden Durchschnittsproben gebildet, indem eine Hälfte der Kartoffeln oder derselben Kohlköpfe roh und die andere gedämpft untersucht wurden. Diese Verfahrensweise wurde in der Annahme angewandt, daß beide Hälften einer Pflanze oder eines Pflanzenteiles dieselben Nährwertmengen enthalten würden. So müßte der prozentuale Unterschied zwischen dem rohen und gedämpften Gut einen optimalen Wert für den Verlust durch die Garmethode ergeben. Es ist aber nicht möglich, diesen Wert auf alle Fälle derselben Verarbeitung einer Nahrungsmittelart anzuwenden, weil die Verluste sich je nach Qualität oder Sorte eines Nahrungsmittels unterscheiden und auch die Qualität des Nahrungsmittels innerhalb einer Sorte oder einer Lieferung an die Küche nicht dieselbe ist. Wir hielten es für besser, größere Durchschnittsproben zu untersuchen. Andererseits führten wir eine Untersuchung häufiger und wieder bei anderen Dämpfereignissen durch. Wir erhielten so einen Querschnitt durch verschiedene Lieferungen während mehrerer Monate und konnten die Mineralienverluste in einem arithmetischen Mittelwert zusammenfassen. Diese Untersuchungen bestrafen Bestimmungen an Kartoffeln.

Die Untersuchungen einiger Stichproben von Kohlarten ergaben unterschiedliche Ergebnisse. Die arithmetischen Mittelwerte der Verlustprozentsätze ergeben angenähert bedeutsame Werte, die jedoch einen Vergleich zwischen den Garbehältern – Kessel und Transferautomat – zulassen. Die Verlustprozent-

sätze, angegeben durch die Mittelwerte, dürfen nicht auf den Einzelfall bezogen werden. Dafür gelten nur die Variationsbreiten, die aus den Tab. 5 und 6 entnommen werden können, und für Kartoffeln in Tab. 2 und 3 dargelegt sind.

Da die Transferautomaten sehr gleichförmig arbeiten, sind Nährwertverluste in Nahrungsmitteln, die in diesen Maschinen zubereitet sind, beständiger.

Die Zubereitung in Dämpfkesseln unterliegt wieder den verschiedenartigen Gewohnheiten des jeweiligen Küchenpersonals.

Es war schwierig, ein Bezugssystem zu finden, auf das der Gehalt eines Nährstoffes in einem biologischen Material bezogen werden darf. Wenn der Gehalt eines bereits variierenden Stoffes, noch dazu in Zuständen eines Nahrungsmittels nach verschiedener Behandlung bestimmt wird, und die Werte dann in Abhängigkeit von der Behandlungsweise untereinander verglichen werden sollen, wäre das ideale Bezugssystem eine Substanz, die sich bei der erwähnten Behandlungsweise qualitativ und quantitativ nicht verändert. Eine so beschaffene Substanz, die in allen Fällen durch die Behandlungsweise bei dem Garen nicht beeinträchtigt wird, ist bisher nicht bekannt geworden.

Wir sind der Ansicht, daß der Bezug auf das Feuchtgewicht im rohen und gedämpften Material noch den geringsten Fehler bedingt. Wir gingen dabei von der Beobachtung aus, daß sich das Trockengewicht unter dem Wassereinfluß relativ stärker verändert.

So wäre ein Bezug auf das Trockengewicht damit verbunden, daß quantitative Änderungen durch den Wassereinfluß einzelner Trockengewichtsbestandteile nicht zum Ausdruck gebracht würden. Die Veränderung des Trocken gewichtes ist bei diesen Untersuchungen notwendig. So sind die relativen Zunahmen an Calcium- und Phosphorwerten immer im Zusammenhang mit der Zunahme des Trockengewichtes zu sehen. Das bedeutet, daß ein entsprechender Wasserverlust eingetreten ist. Da die Trockengewichte in Kartoffeln nur geringe quantitative Änderungen nach dem Garen zeigten, spielen diese bei den Kohlarten oder anderen Gemüsen eine wesentlichere Rolle. Sie müssen allgemein bei den Verlusten an wasserlöslichen Stoffen berücksichtigt werden.

Auch konnten wir den Gehalt an den Mineralien in dem Dämpfwasser nach Garen von mehreren 100 kg Kartoffeln oder Gemüse bestimmen und in Beziehung mit dem Rohgehalt der verarbeiteten Menge setzen. Diese Untersuchungen waren nur grob orientierender Art, weil das Dämpfwasser nicht homogen war. Ein umfangreicher Bodensatz in der 800 l umfassenden Menge konnte nicht gleichmäßig auf dieses Volumen verteilt werden, so daß die Entnahme des aliquoten Teiles problematisch ist.

Der geringe Calciumgehalt in dem Dämpfwasser nach Subtraktion der Leitungswasserkonzentration weist darauf hin, daß sich Kesselstein gebildet hat. Der höhere Phosphorgehalt des Dämpfwassers (a) gegenüber den Stichprobenwerten (b) in Tab. 8 ist auf das relative Ansteigen des Trockengewichtes nach dem Garen zurückzuführen. Dennoch finden sich die von den Stichproben des gedämpften Gutes erhaltenen Werte mit denjenigen, die über den Gehalt des Dämpfwassers bezogen worden sind, noch in guter Übereinstimmung.

Angaben über Untersuchungen des Calcium- und Phosphorgehaltes der Kartoffel in Abhängigkeit von der Kartoffelsorte und von dem Boden, auf dem die jeweilige Sorte gewachsen ist, finden sich bei LEICHSENRING (10).

Die Verluste bei der Großküchenverarbeitung der Kartoffeln werden bei diesem Autor nur für das Vitamin C angegeben. Die Mineralien werden, außer Eisen, auch nicht in einer moderneren zusammenfassenden Darstellung über die Nährwertverluste bei der Lebensmittelverarbeitung in Großküchen berücksichtigt (11).

Die Vitamine sind es, die bisher vorwiegend geprüft wurden, weil sie gegen Einflüsse der Verarbeitung von Lebensmitteln verhältnismäßig anfälliger sind als Mineralien.

Wir untersuchten die Calciumverluste, weil nach GRÄFE (12) in Ernährungsbilanzen der Kostformen mit einem Kaloriengehalt von 1350 Kalorien bis 4500 Kalorien/Tag das Ernährungssoll von 1000 mg Ca/Tag nicht erreicht wird. Nur in der Kostform von über 5000 Kalorien Tagesbedarf für Schwerarbeiter ist dieses Calciumquantum enthalten.

Die Phosphorverluste prüften wir, da uns die Beziehung der Phosphormenge zu der des Calciums in den gedämpften mineralienreichen Nahrungsmitteln wichtig erschien.

Das Kalium wird von dem gesunden, menschlichen Organismus nicht gespeichert und muß ständig zugeführt werden. Wir untersuchten die Verluste, um gleichzeitig ein Beispiel für eine sehr leicht lösliche Substanz unter dem Einfluß des Transferautomaten betrachtet zu haben. So kann an dem Verhalten des Kaliums in pflanzlichen Lebensmitteln beurteilt werden, wie sehr auch andere, weniger konzentriert vorkommende Nährstoffe, wie z. B. die Spurenelemente, unter dem Einfluß dieses Garvorganges eingebüßt werden.

Außer diesen ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten läßt sich an den Ergebnissen der Mineralienuntersuchungen zeigen, daß die Verluste an Substanzen nur durch den Auslaugeffekt bei dem transferautomatischen Garen geringer sind, als bei anderen Garmethoden. Auf dieser Grundlage gewährt der Gebrauch des Transferautomaten als Dämpfbehälter in der Großküche eine optimale Schonung der pflanzlichen Nahrungsmittel.

In der I. Mitteilung dieser Arbeit (9) teilten wir die Verluste des Vitamins C in Kartoffeln und Gemüsen, die mit dem Transferautomaten gegart worden waren, mit.

Ein Vergleich mit Werten, die in dem Schrifttum nach DIENST (13) und PEPPLER (14) für die konventionellen Garmethoden angegeben worden sind, lassen einen Vorteil des Transferautomaten für die Erhaltung des Gesamt-Vitamins C nicht erkennen.

Wir schlossen lediglich aus der schnelleren Fertigstellung kleinerer Portionen nacheinander mit dem Automaten, daß die Vitamin-C-Verluste in der fertigen Großküchenmahlzeit eingeschränkt würden. Der Vergleich der Ergebnisse mit denjenigen, die wir nach den Mineralienuntersuchungen erhielten, zeigt, wie erheblich die Oxydation an der Zerstörung des Vitamins beteiligt ist. Die Oxydation kann nicht von den Verlusten durch die Auslaugung getrennt werden.

Mineralienverluste infolge des Kochvorganges in Gemüsen in der Großküche sind von DIENST (13) angegeben worden. Er fand, daß 24% Calcium, 50% Kalium und 21% Phosphor verloren werden, wenn das Kochwasser weggeschüttet wurde. Nach dem Garen von Kartoffeln in Kesseln waren in dem Kochwasser 60% des Kaliums, 21% des Calciums und 54% des Phosphors enthalten. Er gibt Trockengewichtsverluste an, die er dem Schrifttum entnimmt.

Danach werden nach dem Garen von Weißkohl nach herkömmlicher Art 50%, bei Rosenkohl und Grünkohl je 25% und 20% der Trockensubstanz bei Spinat verloren, nachdem diese Gemüse abgebrüht wurden.

Verglichen mit den Daten der Tab. 7 in dieser Mitteilung und mit Tab. 5 in der I. Mitteilung (9), werden Nährstoffe in dem Transferautomaten mehr als in Großküchenkesseln gesondert. Dieser Unterschied beruht darauf, daß in dem Transferautomaten das Dämpfwasser weniger lange auf das Garmaterial einwirkt als in einem Großküchenkessel. Deshalb werden geringere Mengen Substanz ausgelaugt.

### Zusammenfassung

In der I. Mitteilung (9) legten wir unsere Ergebnisse der Untersuchungen der Gesamt-Vitamin-C-Verluste dar und lassen jetzt die Ergebnisse der Mineralverluste in denselben pflanzlichen Nahrungsmitteln – Kartoffeln und Kohlarten – folgen.

Es werden die statistischen und die chemischen Methoden angegeben.

1. a) Die Variationsbreiten in Kartoffeln betragen bei 13 Stichproben in jeweils verschiedenen Dämpffällen für Kalium 303 mg% bis 503 mg% in dem rohen und 228 bis 440 mg% in dem gedämpften Gut,

für Phosphor 22,5–71,5 mg% in dem rohen und 21,0–58,5 mg% in den gegarten Knollen.

für Calcium 1,00–7,5 mg% in dem rohen und 2,2–10,8 mg% in dem gedämpften Nahrungsmittel.

b) Zum Vergleich folgen die gleichen Angaben über andere Kartoffellieferungen, die in Großküchenkesseln gedämpft worden waren.

c) Die Differenzen der Mittelwerte des rohen und gedämpften Gutes sind nur bei Kalium signifikant; dies trifft zu für beide Garbehälter – Automat und Kessel.

d) Die Mittelwerte der Mineralienänderungen durch das Garen betragen für automatisch gedämpfte Kartoffeln: 6,2% Phosphorabnahme, 5,7% Kaliumabnahme, 6,8% Zunahme an Calcium.

Dieselben Werte für Kartoffeln, die in Kesseln gedämpft worden waren: 8,9% Phosphorverlust, 14,8% Kalium- und 10,5% Calciumverlust.

2. In Kohlarten veränderte sich das Trockengewicht durch das Garen erheblich.

a) Automatisch gegarter Kohl enthält 6% mehr Phosphor, 13% mehr Calcium und 7% weniger Kalium als das entsprechende rohe Gemüse.

In den Kesseln nahm Calcium um 13%, Phosphor um 40% und Kalium um 5% ab.

b) Untersuchungen des Dämpfwassers, das sich in der Bodenwanne des Automaten befindet, zeigen, daß die Verluste, berechnet nach den Stichproben des gedämpften Materials mit denjenigen, die sich aus dem Gehalt des Dämpfwassers ableiten, gut übereinstimmen.

3. a) Die Methodik der Probenentnahme wird näher dargelegt und begründet.

b) Überlegungen, warum der Mineraliengehalt auf das Feuchtgewicht bezogen werden muß, werden mitgeteilt.

c) Beziehungen zu der bisher erschienenen Literatur über Nährwertverluste in der Großküche werden hergestellt und das Ausmaß erwogen, nach dem der Transferautomat ein Vorteil gegenüber den herkömmlichen Garseräten darstellt.

Die Verluste an Substanzen, die nur der Löslichkeit in dem Dämpfwasser unterliegen, sind in dem Transferautomaten deutlich geringer bei Kohlarten und geringfügiger bei Kartoffeln als in modernen Dämpfkesseln.

### Schrifttum

1. HUMPHRIES, E. C., Mineral Components and Ash Analysis. Peach, K. und M. V. Tracey, Moderne Methoden der Pflanzenanalyse. Bd. I. (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956).
- 2. LOHMAN, K. und L. JENDRASSIK, Biochem. Z. **178**, 419 (1926). — 3. FISKE, C. H. und Y. SUBBAROW, J. biol. Chem. **66**, 375 (1925). — 4. SCHEEL, F., Z. analyt. Chem. **105**, 256

(1936). — 5. THEORELL, T., Biochem. Z. 230, 1 (1931). — 6. Handbuch Flammenphotometer „Eppendorf“ (Hamburg 1962). — 7. HERRMANN, R. und C. ALKEMADE, Flammenphotometrie (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960). — 8. HENRYSSON, St., O. W. HASELOFF und H. J. HOFFMANN, Kleines Lehrbuch der Statistik (Berlin 1960). — 9. KUNKEL, W., Z. Ernährungswiss. 6, 39 (1965). — 10. LEICHSENRING, J. M. u. a., Technical Bulletin 196, (Minneapolis 1951). — 11. FENTON, F. und S. R. HARRIS, Nutritional Evaluation of Food Processing, S. 391 (New York-London 1960). — 12. GRÄFE, H. K., Abh. Dtsch. Akad. Wiss. (Berlin 1953) Nr. 2. — 13. DIENST, C., Großküchenbetrieb (Wiesbaden 1954). — 14. PEPPLER, E., Ernähr.-Wirtsch. 7, 228 (1960).

Anschrift des Verfassers:

Dr. W. KUNKEL, Physiolog.-Chem. Inst. der Univ. des Saarlandes, 665 Homburg

*From the Department of Biochemistry and Nutrition,  
Polytechnic Institute, Copenhagen (Denmark)*

## Alimentary Production of Gallstones in Hamsters

17. Influence of butter fat and the fat of a dietetic margarine rich in linoleic acid on gallstone formation and composition of the bladder bile\*)

By H. DAM, I. PRANGE and F. CHRISTENSEN

With 3 figures and 5 tables

(Received June 9, 1965)

Previous work from our laboratory (1) has shown that fats counteract the development of cholesterol gallstones in young hamsters fed a diet containing a high level of glucose. When the fats were given in low amounts, it could be shown that soybean oil and cod liver oil, i. e. fats rich in polyunsaturated fatty acids, are more efficient than lard in counteracting the development of this type of gallstones.

The present work concerns the development of gallstones under the influence of two different fats used in human nutrition, viz. butter fat and the fat of a dietetic margarine having a high content of linoleic acid.

### Experimental

The hamsters (*Mesocricetus auratus auratus*) were young from out stock colony, about one month old at the beginning of the experiment. They were caged individually, and each of them received 0.1 ml of a 0.5% solution of Mepacrine hydrochloride (3-Chloro-7-methoxy-9-(1-methyl-4-diethylaminobutylamino)acridine dihydrochloride) by mouth on 3 consecutive days before the experimental feeding started, as a measure to prevent spreading of a protozoal intestinal infection.

The results were based only on animals living through the entire experimental period of 6 to 7 weeks and not having diarrhea.

At the end of each experiment, the animals were killed with chloroform and autopsied immediately thereafter. Examination for the presence of gallstones and determination of the type of stones found were carried out as described earlier (1).

\*) Part of this work was supported by a grant from National Institutes of Health, United States Public Health Service (Grant No. A-4964 Met.).