

Herr **W. Müller-Mulot** (Grenzach, Baden):

Es wird kein basisches Bleiazetat verwendet, sondern nach Zugabe von 5%iger Oxalsäure und 10%iger Bleiazetatlösung (in dieser Reihenfolge) ein  $p_H$ -Wert von 3,0 eingestellt. Das sofort ausfallende Bleioxalat fängt alle aus der  $H_2S$ -Reduktion herkommenden reduzierend wirkenden Nebenprodukte und Restspuren von  $H_2S$  weg. Nach 5 Minuten kann filtriert werden. Unterhalb  $p_H$  2,5 ist die Entfernung reduzierend wirkender Substanzen unvollständig, bei  $p_H$  2,0 unmöglich. Oberhalb  $p_H$  3,0 ist sie quantitativ. Der Ascorbinsäureverlust beträgt bei dieser Reinigung bei  $p_H$  3,0 0,5% der vorliegenden Menge. Oberhalb  $p_H$  3,0 steigt der Verlust. Somit bildet  $p_H$  3,0 das  $p_H$ -Optimum für die Bleioxalat-Reinigung. Das zu titrierende Filtrat von  $p_H$  3,0 enthält  $Pb^{++}$ -Ionen, aber keine Oxalsäure mehr (dafür Essigsäure).

Frau **R. Zacharias** (Stuttgart-Hohenheim):

Welche Erfahrungen sind vorhanden mit der Methode mit  $\alpha, \alpha'$ -Dipyridyl nach SPANYAR (veröffentlicht in der Z. Lebensmitteluntersuch. u. -forsch. **123**)?

14.

*Aus der Bundesforschungsanstalt für Hauswirtschaft, Stuttgart-Hohenheim*

## Ascorbinsäureverluste bei der Zubereitung und Verarbeitung von Lebensmitteln

Von R. ZACHARIAS

Mit 12 Abbildungen und 3 Tabellen

Wenn innerhalb dieses Symposiums ein besonderer Vortrag über die Verluste an Ascorbinsäure angesetzt wurde, waren dafür wohl verschiedene Gründe ausschlaggebend gewesen. So sind die Ernährungsphysiologen daran interessiert, Analysenwerte über den absoluten Gehalt an Vitamin C nach der küchentechnischen oder konserventechnischen Behandlung von Lebensmitteln zu erhalten, um daraus die tatsächliche Vitamin-C-Versorgung der Bevölkerung beurteilen zu können. Für den Lebensmitteltechnologe ist das Verhalten des Vitamin C speziell in den Obst- und Gemüsearten während der Lagerung und Verarbeitung zu haltbaren Konserven von Bedeutung, um den Wert des angewandten Verfahrens abzuschätzen. Für den Pflanzenphysiologen, Biochemiker und Lebensmittelchemiker ist mehr die Frage nach der Reaktionsweise der Verbindung von Interesse, um die Ursachen, die zu einem Vitamin-C-Verlust oder zu einer Vitamin-C-Zunahme führen, zu ergründen. Nicht zuletzt sei auch an den großen Personenkreis gedacht, der lehrend und beratend tätig ist und für diese Arbeit Unterlagen über die Höhe der Vitaminverluste in Abhängigkeit von den im Haushalt, Großküche und Industrie üblichen Be- und Verarbeitungsverfahren benötigt. Eine weitere positive Auswertung wäre auch in der Vervollständigung sowie der Überarbeitung der vorhandenen Fachbücher zu sehen, in denen z. T. nur wenige Zahlenangaben veröffentlicht oder widersprechende Ergebnisse enthalten sind. Das Thema weist schon darauf hin, daß Ascorbinsäure keine stabile Verbindung ist und während der Behandlung zu einem mehr oder weniger großen Teil zerstört wird. Diese Tatsache ist auch nicht weiter verwunderlich, da auf Grund der Dienolstruktur das Vitamin C ein kräftiges Reduktionsmittel ist, wobei es selbst entweder reversibel oder irreversibel oxydiert wird. Modellversuche zeigen die leichte Oxydierbarkeit der Verbindung besonders bei Gegenwart von Metallspuren, z. B. Kupfer- und Eisensalzen, die desto schneller eintritt, je höher der  $p_H$ -Wert der Lösung ist. So ist Ascorbinsäure in saurer Lösung ziemlich gut beständig, in neutraler und alkalischer Lösung jedoch schlecht haltbar. Zudem tritt – wie bei fast allen chemischen Umsetzungen – eine Er-

höhung der Verluste mit ansteigender Temperatur ein. Aber auch durch bestimmte Enzyme wie z. B. Ascorbinsäureoxydase, Polyphenoloxydase, Peroxydase wird Ascorbinsäure direkt oder indirekt oxydiert. Da für enzymatische Reaktionen ein relativ niedriges Temperaturoptimum besteht, kann eine thermische Behandlung bei höheren Temperaturen zu einer Inaktivierung der Enzyme und damit zur Stabilisierung des Vitamin C führen. Als weitere, im Sinne der Werterhaltung negativ zu beurteilende Eigenschaft wäre außerdem die leichte Wasserlöslichkeit zu nennen, die in ihrem Ausmaß natürlich von der Art und Struktur des Lebensmittels abhängig ist.

Dieser kurze Überblick über das Verhalten der Ascorbinsäure gegenüber Sauerstoff, Temperatur, Metallspuren und Enzymen zeigt, welche Faktoren den Vitamin-C-Gehalt beeinflussen können. Da in bzw. auf Lebensmittel zumeist fast alle Faktoren gleichermaßen einwirken können, werden Modellversuche kein den natürlichen Verhältnissen entsprechendes Ergebnis erbringen. Zur Festlegung allgemeingültiger Gesetzmäßigkeiten ist es deshalb erforderlich, das Verhalten der Lebensmittel während der Lagerung, Zubereitung oder Konservierung am Produkt selbst zu studieren. Erschwerend wirkt sich hierbei naturgemäß die Vielzahl der einzelnen Obst- und Gemüseprodukte hinsichtlich ihrer Art und Sorte, ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung auch bezüglich der Höhe des Ascorbinsäuregehaltes sowie der Abhängigkeit von Wachstumsbedingungen aus. Weiterhin ist zu beachten, daß eine große Variabilität in der Lebensmittelverarbeitung besteht, die zu einem geringeren Teil unter kontrollierbaren Bedingungen erfolgt, wie es z. B. bei der industriellen Konservierung der Fall ist. Unter sehr wechselnden Bedingungen und dementsprechend weitestgehend unkontrollierbar, werden Obst und Gemüse im Haushalt oder in der Großküche gelagert und zubereitet. Deshalb wird es für den Ernährungsphysiologen nicht einfach sein, zu einer gerechten Beurteilung der Vitamin-C-Versorgung zu kommen. Eine Hilfe wäre nur dann gegeben, wenn Unterlagen über den Einfluß der einzelnen Garmethoden vorliegen und auf der anderen Seite bekannt ist, welche Zubereitungsarten sowie Lagerbedingungen üblicherweise angewandt werden.

Bei Durchsicht der Literatur, die wohl auf nur wenigen Gebieten ebenso umfangreich ist, fällt auf, daß eine gewisse Übereinstimmung im Verhalten des Vitamin C bei der Lagerung und Konservierung der einzelnen Obst- und Gemüseerzeugnisse besteht. Wenn auch z. T. die Schwankungen, die sicherlich sortenbedingt sind, recht beträchtlich sein können, ist es möglich, hier allgemeingültige Verlustwerte anzugeben. Wesentlich größere Widersprüche ergeben sich jedoch auf dem Gebiet der Zubereitung vor allem der Gemüsearten, sowohl im Haushalt als auch in der Großküche. So wird angegeben – um nur einige Beispiele zu nennen – ein Vitamin C-Verlust beim Kochen von Blumenkohl von 16 bis 73%, beim Kochen von Buschbohnen von 14 bis 80% oder beim Kochen von Spinat von 50 bis 90%. Die Ursachen der unterschiedlichen Ergebnisse können sein, entweder die verschiedenartigen Bestimmungsmethoden, die ausgewählten Sorten – oft wird keine Sorten-Bezeichnung angegeben – oder was in der Hauptsache wohl zutrifft, die unterschiedliche Vorbehandlung sowie die

differierende Auffassung über die Garmethoden selbst. Besonders in dem älteren Schrifttum wird unter dem Begriff „Kochen“ generell das Garen der Lebensmittel verstanden, gleich ob es sich im speziellen Fall der Gemüseprodukte um das Dämpfen, Dünsten, Garziehen oder Kochen, d. h. Garen im Wasser handelt. Außerdem wird die Frage „wann ist ein Produkt als gar zu bezeichnen“ individuell festgelegt. Den Garpunkt mit Hilfe einer objektiven Meßmethode festzulegen, ist nur möglich für die Konsistenzermittlung. Hier hat sich nach unseren Erfahrungen das Gerät von Wolodkewitsch recht gut geeignet, wenn auch bislang der Anwendungsbereich auf einzelne Lebensmittel wie Fleisch, Fisch und bestimmte in ihrer Struktur gleichmäßige Gemüse- und Obstarten beschränkt bleibt. Außerdem wird die Verlusthöhe auch durch die Versuchsmenge, die Größe der Geräte, die Länge der Ankochzeit beeinflusst. Der Zerkleinerungsgrad, die Flüssigkeitsmenge spielt eine Rolle. Weiterhin ist oft nicht klar ersichtlich, ob es sich bei den Ergebnissen um die Ermittlung des L-Ascorbinsäuregehaltes allein oder des Gesamt-Vitamin-C-Gehaltes handelt.

Wenn nun trotzdem im folgenden versucht werden soll, einige Gesetzmäßigkeiten aufzuzeigen, so liegt es daran, daß in der neueren Fachliteratur die Methoden genauer beschrieben werden und deshalb die Ergebnisse zuverlässiger auszuwerten sind. Zwar wird noch ein weiter Weg zu der Signifikanz der Werte sein, da schon die eigenen Versuche zeigen, wie mit ein und derselben Sorte, jedoch in verschiedenen Jahren untersucht, Verlustunterschiede bis zu 20% auftreten können. Auch die Reihenversuche anderer deutscher und amerikanischer Institute bestätigen diese Tatsache.

Beginnen wir nach den einleitenden z. T. nicht sehr ermutigenden Worten mit der Besprechung der einzelnen Be- und Verarbeitungsverfahren und ihrem Einfluß auf die Vitamin-C-Erhaltung. Dabei soll zunächst die Lagerung frischer Obst- und Gemüsearten und der haltbargemachten Erzeugnisse, sodann die unter Anwendung von Wärme stattfindenden Zubereitungsmethoden behandelt werden.

### I. Lagerung frischer Gemüse- und Obstarten

Hier kann wohl generell gesagt werden, daß in allen Produkten während der Lagerung der Ascorbinsäuregehalt abnimmt. Dabei wird der Verlust desto höher sein, je höher die Lagertemperatur, je länger die Lagerzeit, also die Aufbewahrung zwischen Ernte und Verbrauch, je weniger sauer das Obst oder Gemüse, und desto höher ihr Anteil an Oxydationsenzymen ist. Des weiteren spielt noch eine Rolle die Stoffwechseltätigkeit bzw. die Atmungsintensität, die bekanntlich in den Speichergeweben geringer ist als in den nur kurzfristig haltbaren Blattgemüse, Beerenfrüchten u. a. Zwar nimmt der Verlust in Kartoffeln in den ersten Tagen nach der Ernte sehr rasch zu, doch steigt er dann langsam während der Winterlagerung im Keller bis zum Februar (5 Monate) auf ca. 50% an und erreicht im Mai (8 Monate) einen Wert von 60 bis 65% (1).

Bei einigen Lagerversuchen wird dagegen nach anfänglicher Abnahme ein Wiederanstieg des Vitamin-C-Gehaltes gefunden, der u. U. mit dem Einsetzen

der Keimung zusammenhängt (1). Auch nach einer Temperaturerhöhung in Kartoffelmieten wird eine bemerkenswerte Zunahme des Vitamin-C-Gehaltes im Frühjahr beobachtet (2). Übereinstimmend hierzu sind die Ergebnisse über eine Zunahme an Vitamin C, wenn die reifen Knollen nach mehrmonatiger Lagerung bei 10 °C auf 25 °C gebracht werden. Dabei steigt der Ascorbinsäuregehalt auf ein etwa 50% höher liegendes Niveau an, das auch bis nach 4 Monaten beibehalten wird (3). Entgegen der o. a. Regel, daß mit zunehmender Temperatur ein größerer Verlust zu erwarten ist, stehen auch die Ergebnisse einer anderen Untersuchung. So war der Vitamin-C-Verlust höher bei der Aufbewah-

Verlust an Gesamt Vitamin C in verschiedenen Gemüsearten während der Lagerung

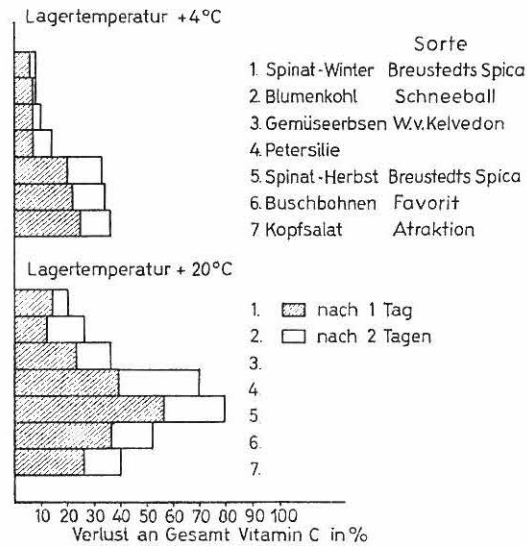


Abb. 1. Verlust an Gesamt-Vitamin-C in verschiedenen Gemüsearten während der Lagerung

ung bei einer Temperatur von 4,5 °C als bei der Lagerung bei 15,5 °C (4). Diese Befunde werden evtl. verursacht durch komplizierte Beziehungen zwischen Synthese und Abbau des Vitamin C einerseits und der Temperatur, dem Entwicklungszustand der Knollen und Auftreten physiologischer Erkrankungen andererseits (3). Bei den anderen langfristig haltbaren Gemüse- und Obstarten fällt der Vitamin-C-Gehalt allgemein langsam ab. In Äpfeln beträgt die Abnahme je nach Sorte bis zu 50% nach einer Lagerung bis zum März bei einer Lagertemperatur von 2,5 oder 7,5 °C (5, 6). Birnen verlieren bei längerer Lagerung das gesamte Vitamin C (6). Weißkohl weist nach fast 3monatiger Lagerdauer bei 8 bis 9 °C einen Verlust von ca. 40% auf (7).

Wesentlich rascher wird die Ascorbinsäure jedoch in den kurzfristig haltbaren Gemüsearten zerstört, gleich ob sie bei niedrigeren oder höheren Temperaturen

gelagert werden. Doch bestehen hier gewisse Unterschiede in der Art, daß Blattgemüse auf Grund der sehr regen Stoffwechsellätigkeit einen höheren Verlust aufweisen als die unter denselben Bedingungen gelagerten anderen Gemüsearten (Abb. 1). Die eigenen Versuche unter haushaltsüblichen Lagerbedingungen stimmen dabei sehr gut mit den Resultaten anderer Untersuchungen überein (6, 8, 9). Demnach ist in Blumenkohl nach 1- bzw. 2tägiger Aufbewahrung bei 4 °C mit einem Verlust von 7 bzw. 8% zu rechnen. Kopfsalat, Buschbohnen und Spinat – im Herbst ausgesät und geerntet – verlieren dagegen unter den gleichen Lagerbedingungen rd. 20 bzw. rd. 35% des Vitamin-C-Gehaltes. Auffallend ist, daß dieselbe Spinatsorte – im Herbst ausgesät, überwintert und Anfang Mai geerntet – ein wesentlich anderes Verhalten zeigt. Die entsprechenden Verlust-

Verlust an Gesamt Vitamin C in verschiedenen Lebensmitteln nach dem Mixen Lagerdauer direkt nach Mixen nach 2 Stden

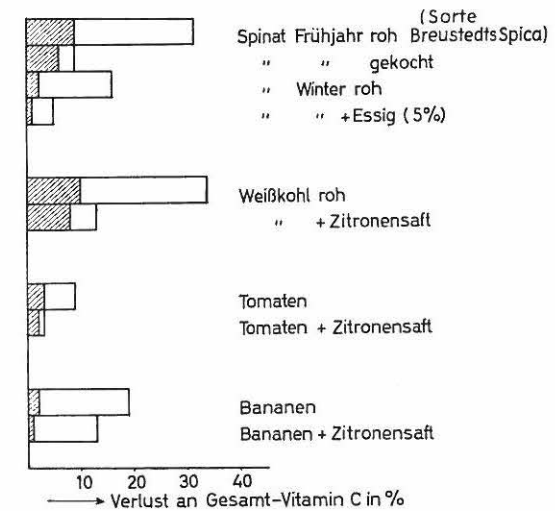


Abb. 2. Verlust an Gesamt-Vitamin-C in verschiedenen Lebensmitteln nach dem Mixen. Lagerdauer direkt nach Mixen nach 2 Stunden

werte betragen hier nur 5 bzw. 8% und entsprechen somit den Ergebnissen, die bei der Aufbewahrung von Blumenkohl, Gemüseerbsen und Petersilie gefunden werden. Die Erhöhung der Lagertemperatur auf 20 °C verursacht eindeutig einen Anstieg des Verlustes um fast den doppelten Betrag. Eine Ausnahme bildet Kopfsalat, bei dem sich der Vitamin-C-Gehalt kaum verändert hatte. Dieses Ergebnis ist recht bemerkenswert, da der Gehalt an Oxydationsenzymen relativ hoch ist (10).

Im Vergleich zu den Versuchen mit Gemüsearten ist die Anzahl der Untersuchungen mit kurzfristig haltbaren Beerenfrüchten recht gering. Sicherlich liegt es mit daran, daß hier der Qualitätsabfall besonders bei höherer Lagertemperatur schon in ein oder zwei Tagen so weit vorangeschritten ist, daß sich



eine Bestimmung des Vitamin-C-Verlustes nicht verlohnt. In Erdbeeren – bei 2 °C 4 Tage oder bei 20 °C 2 Tage lang gelagert – nimmt der Gesamt-Vitamin-C-Gehalt nicht ab (11). Ebenfalls wird in Zitronenhälften, die bei denselben Temperaturen bis zu 3 Tagen aufbewahrt wurden, keine Veränderung des Ascorbinsäuregehaltes beobachtet. Vergleicht man hierzu den Vitamin-C-Gehalt in frisch ausgepreßten Säften von roten Johannisbeeren, reifen Stachelbeeren oder Orangen während der Aufbewahrung im Kühlschrank oder bei Zimmertemperatur, tritt ebenfalls nach zwei bis drei Tagen kein nennenswerter Verlust ein (12, 13). Auch durch weitgehendes Zerkleinern der Früchte wie Schneiden, Reiben oder Zerquetschen wird keine nennenswerte Gesamt-Vitamin-C-Abnahme gefunden.

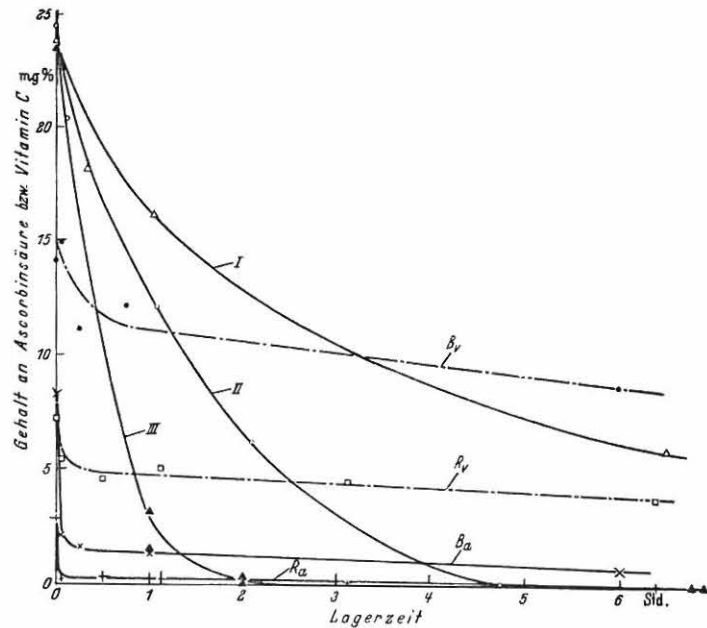


Abb. 3. Einfluß der Zerkleinerung auf den Gehalt an Ascorbinsäure und Gesamt-Vitamin-C. „Spargelstengel“; Änderung des Ascorbinsäuregehaltes nach Zerkleinerung: I 1 min in der Reibschale, II 5 min in der Reibschale, III 5 min in der Kugelmühle. Endivienblätter; Änderung des Ascorbinsäuregehaltes ( $R_a$  bzw.  $B_a$ ) und des Gesamt-Vitamin-C-Gehaltes ( $R_v$  bzw.  $B_v$ ) in den Rippen bzw. in den Blättern ohne Rippen, 3 min in der Reibschale zerkleinert

Anders sind wiederum die Ergebnisse beim Reiben oder Mixen von Gemüseprodukten wie z. B. Spinat, Kartoffeln und Weißkohl sowie in Bananen, in denen der Verlust nach 2stündigem Stehenlassen bis auf 20 bis 30% ansteigen kann (Abb. 2). In Übereinstimmung mit den geringen Lagerverlusten in den ganzen Produkten ist das Gesamt-Vitamin-C in gemixten Tomaten und überwinterten Spinat relativ beständig. Durch vorhergehendes Erhitzen oder Zugabe von Säure, also Erniedrigung des  $p_H$ -Wertes von 6 auf 3, wird jedoch die Oxydation der Ascorbinsäure weitestgehend verhindert (14), so daß der Verlust unterhalb

15% liegt. Andere Versuche mit breiartig zerkleinerten Endivienblättern und Spargelstengeln zeigen ebenfalls eine sehr starke Abnahme an Ascorbinsäure während der anschließenden Lagerung bis zu 2 und mehr Stunden (15) (Abb. 3). Daß jedoch der Grad der Zerkleinerung einen Einfluß auf die Vitamin-C-Erhaltung hat, zeigen die Versuche mit geschälten, in Stücke oder Scheiben geschnittene Kartoffeln sowie Spargelstengeln und Endivienblattrippen bei Anwesenheit von Sauerstoff (16, 17, 18, 19). Hier wird kein Verlust, sondern eine Zunahme des Ascorbinsäuregehaltes festgestellt. Die auslösende Ursache für die Ascorbinsäuresynthese muß dabei wohl auf die stattgefundenen im Vergleich zum Mixen geringfügige mechanische Verletzung des Zellgewebes der Speicherorgane zurückgeführt werden. Vermutlich steht hier die Synthese des Vitamin C mit Zellneubildungsvorgängen in Beziehung (3). Wenn auch keine Zunahme, so doch ein geringerer Verlust, wurde auch bei der Lagerung von in Streifen geschnittenem Weißkohl im Vergleich zu dem gemixten Produkt festgestellt (20).

Während für die bislang erörterten Verluste während der Lagerung frischer Obst- und Gemüsearten hauptsächlich die oxydierende Wirkung von Fermentensystemen verantwortlich ist, kommt beim Wässern der Produkte die leichte Wasserlöslichkeit der Ascorbinsäure als Ursache für die Abnahme hinzu (Tab. 1).

Tab. 1. Verlust an Gesamt-Vitamin-C in gesch. Kartoffeln, Kopfsalat und Kohlrabi während des Wässerns (Lagertemp. 12–15 °C)

Lagerzeit Stunden	Verlust an Gesamt-Vitamin-C			
	gesch. Kartoffeln <sup>1)</sup> ganz %	geviertelt %	Kopfsalat <sup>2)</sup> zerteilt %	Kohlrabi geschnitten %
1	4,0	6,2	6,8	17
2	—	—	—	—
3	—	—	12,2	—
5	7,8	11,7	33,4	—
12	8,4	13,8	—	28
24	9,2	15,6	—	—

<sup>1)</sup> Mittelwerte der Sorten Bona, Planet und Hansa.

<sup>2)</sup> Sorte Atraktion-Freiland.

Dabei ist wiederum der Zerkleinerungsgrad von Einfluß wie die Ergebnisse mit geschälten Kartoffeln zeigen. So sind die Verluste in geviertelten Kartoffeln nach 12- bzw. 24stündiger Aufbewahrung in stehendem Wasser um ca. 5% höher als bei den unzertheilten Proben, was auch durch andere Versuche bestätigt wird (21, 22). In keinem Fall betrug jedoch der Verlust nach 12stündigem Wässern ca. 50% (23). Im Gegenteil, einige Versuche berichten sogar über eine Zunahme des Ascorbinsäuregehaltes, wenn in Scheiben oder kleinere Stücke geschnittene geschälte Kartoffeln bei gleichzeitigem Durchleiten von Sauerstoff gewässert werden (16). Daß aber auch die Gemüseart eine Rolle spielt, zeigen die Versuche mit zerteiltem Kopfsalat und geschnittenem Kohlrabi, in denen die Ascorbinsäureverluste deutlich höher als bei geschälten Kartoffeln sind (Tab. 1).

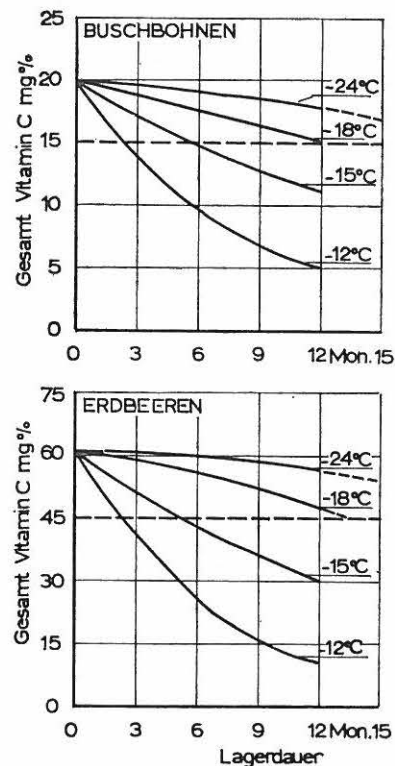


Abb. 4. Verhalten von Gesamt-Vitamin C in gefrorenen Buschbohnen und Erdbeeren in Abhängigkeit von der Lagertemperatur und Lagerdauer

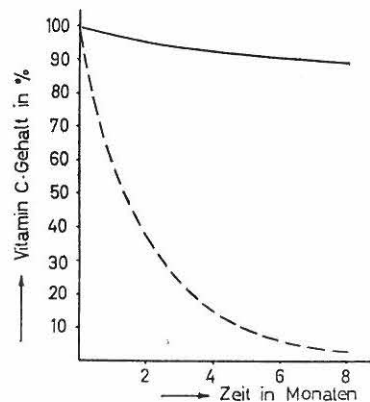


Abb. 5. Einfluß der Vorbehandlung auf den Vitamin-C-Gehalt in gefrorenem Spinat (Lagertemp.  $-18^{\circ}\text{C}$ ). — blanchiert - - - unblanchiert

## II. Lagerung konservierter Obst- und Gemüseerzeugnisse

Bedingt durch die vorangegangene thermische Behandlung bei gefrorenem oder sterilisiertem Gemüse und Obst wird die Ascorbinsäure während der Lagerung der konservierten Produkte nur geringfügig abgebaut (24, 25, 26). Dabei ist der Verlust in gefrorenen Erzeugnissen vornehmlich auf die Wirkung von Enzymen und in Sterilkonserven auf die Schwermetallkatalyse zurückzuführen. In gefrorenen Obst- und Gemüsearten ist die Verlusthöhe von der Lagertemperatur abhängig, wie die Ergebnisse bei Brechbohnen und Erdbeeren zeigen (Abb. 4). Nach einer durchschnittlichen Lagerdauer von 9 Monaten bei  $-18^{\circ}\text{C}$  beträgt die Abnahme in Bohnen rd. 20% und in Erdbeeren rd. 15%. Bei  $-12^{\circ}\text{C}$  ist schon nach einer Lagerdauer von 3 Monaten in beiden Produkten über 25% des Ascorbinsäuregehaltes verloren gegangen. Noch schneller nimmt der Vitamin-C-Verlust in allen gefrorenen Gemüsearten zu, wenn diese vorher nicht blanchiert werden. Beispielsweise fällt schon nach 3monatiger Aufbewahrung bei  $-18^{\circ}\text{C}$  der Ascorbinsäuregehalt von 25 mg/100 g auf 10 mg/100 g in unblanchiert gefrorenem Spinat ab, gegenüber einer Abnahme im gleichen Zeitraum von 45 mg/100 g auf 42 mg/100 g im blanchiert gefrorenem Spinat (27) (Abb. 5).

Aber auch das vollständige Garen der Gemüsearten vor der Gefrierkonservierung, also beim Gefrieren und Lagern von Fertiggerichten unter Zusatz von Fett und Gewürzen, verhindert nicht die Abnahme des Vitamin-C-Gehaltes bei einer Lagertemperatur von  $-18^{\circ}\text{C}$  (28). Dabei war der Verlust im Erbsen- und Bohnengericht nach einer Lagerdauer von 6 Monaten sogar 2- bis 3mal höher als bei den nur blanchiert eingefrorenen und unter denselben Bedingungen gelagerten Produkten. Der Grund für die relativ schnelle Abnahme an Ascorbin-

säure könnte evtl. sein, daß durch den vorangegangenen Garprozeß das Gewebe sehr weit aufgeschlossen ist, und somit der Luftsauerstoff leichter oxydierend einwirken kann. Bestätigt wird diese Annahme durch den fast kaum veränderten Vitamin-C-Gehalt in dem breiartigen Spinatgericht, bei dem die Angriffsfläche im Vergleich zu den stückartig eingefrorenen Erbsen und Bohnen nicht so groß ist. Diese Vermutung müßte aber durch weitere Versuche bestätigt werden, da auch bislang nur eine geringe Anzahl vergleichbarer Ergebnisse vorliegen (29, 30).

Vergleicht man die Lagerverluste der Gefrierprodukte mit denjenigen der sterilisierten Obst- und Gemüsekonserven, ist die Abnahme der Ascorbinsäure in letzteren etwas geringer (6, 26). Das ist verständlich, da durch den Sterilisationsprozeß einmal die Enzyme vollständig inaktiviert sein sollten, zum anderen in geschlossenen Behältern konserviert wird, und die Löslichkeit des Sauerstoffs bei diesen Temperaturen gering ist (31). Im allgemeinen sind die Ascorbinsäureverluste in Obstkonserven etwas niedriger als in den Gemüsekonserven, da hier die stabilisierende Wirkung der Säure fehlt. So betrug die Abnahme nach 12- bzw. 24monatiger Lagerdauer bei einer Lagertemperatur von  $10^{\circ}\text{C}$  in Pfirsichen rd. 2%, in Spinat 7 bzw. 10% und in Brechbohnen 8 bzw. 12% (Abb. 6). Eine Erhöhung der Lagertemperatur auf  $27^{\circ}\text{C}$  hat einen größeren Verlust zur Folge. Doch wird diese relativ hohe Lagertemperatur nur in den wenigsten Fällen anzutreffen sein. Das Behältermaterial beeinflußt den Vitamin-C-Gehalt nur geringfügig (32) (Abb. 7). Nur bei den in Dosen konservierten Bohnen und Spinat zeigt sich eine etwas bessere Erhaltung der Ascorbinsäure als in Gläsern. Bei Zwetschgen, Apfelsmus und Birnen kann kein wesentlicher Einfluß festgestellt werden.

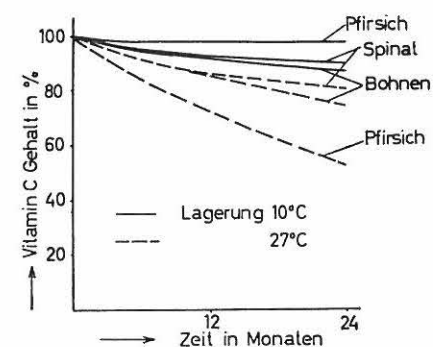


Abb. 6. Verhalten der Ascorbinsäure bei der Lagerung von Obst u. Gemüsekonserven (nach P. NEHRING)

Bei den bislang erwähnten Angaben wurde jeweils der Ascorbinsäuregehalt auf die gesamte Füllmenge bezogen. Jedoch ist auf Grund der leichten Wasserlöslichkeit ein relativ großer Anteil Ascorbinsäure in der Aufgußflüssigkeit enthalten. Fragt man nun nach dem absoluten Gehalt im festen Anteil der Gefrier- bzw. Sterilkonserven, so ist der Vitamin-C-Gehalt im sterilisierten und erwärmten Gemüse am geringsten, und zwar nach 9monatiger Lagerung um 8 mg/100 g niedriger als im zubereiteten Gefrierprodukt und um 15 mg/100 g niedriger als in dem aus frischen Bohnen hergestellten Gericht (Abb. 8). Hier ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Bohnen direkt nach der Ernte gegart wurden. Sobald eine Zwischenlagerung des frischen Gemüses etwa bis zu zwei Tagen bei  $20^{\circ}\text{C}$  erfolgt, liegt der Vitamin-C-Gehalt unter demjenigen des Gefrierproduktes und nur um fast 5 mg/100 g höher als in den sterilisierten Brechbohnen. Versuche mit Gemüseerbsen und Spinat zeigten ein etwas anderes Ergebnis (31, 33), in dem der Ascorbinsäuregehalt in den sterilisierten/erwärmten bzw. gefrorenen/



gegarten Proben nur um 5 bis 15% niedriger ist als in der gekochten „Frischprobe“.

### III. Thermische Behandlung von Gemüse- und Obstarten

Unbestritten ist wohl die Tatsache, daß erst viele Lebensmittel durch Erhitzen in den genußfähigen Zustand gebracht werden müssen. Dieses trifft auch vor allem für Gemüse und Kartoffeln und weniger für Obst zu, wenn nicht an

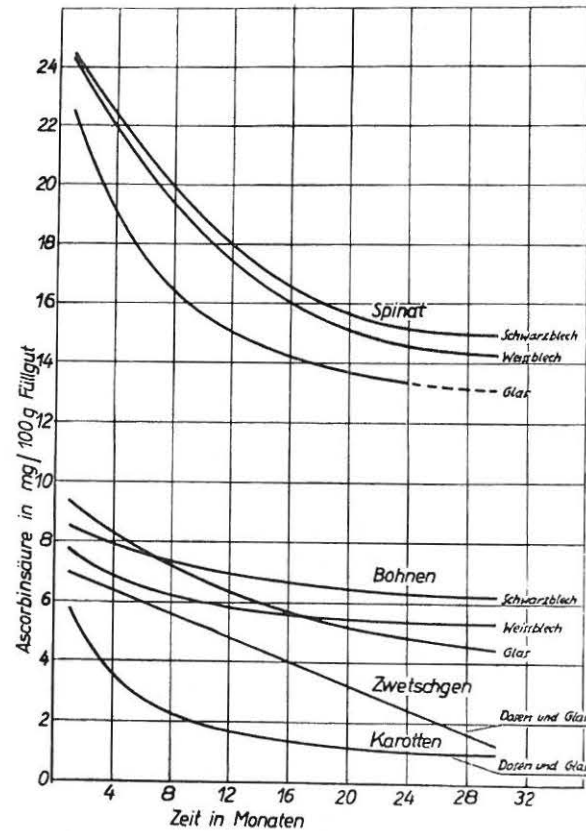


Abb. 7. Der angenäherte Verlauf des Ascorbinsäuregehaltes in Gemüse- und Obstkonserven während 2 1/2-jähriger Lagerung bei 15 °C. Der Anfang der Kurven gibt den Gehalt nach dem Sterilisieren und anschließender 14-tägiger Lagerung an. Für die Lagerung von Gemüse wurden Schwarzblech A 2 und blanke Weißblechdosen, für die Lagerung von Obst Schwarzblech- und vernierte Weißblechdosen verwendet

die Weiterverarbeitung zu Kompott, Säften oder Marmelade gedacht wird. Da eingangs schon erwähnt wurde, daß Ascorbinsäure gegen höhere Temperaturen bei Gegenwart von Sauerstoff und Oxydationsmitteln sehr empfindlich ist, und die Wasserlöslichkeit zu Auslaugverlusten führt, wird auch ein mehr oder weni-

ger großer Verlust durch die thermische Behandlung also durch das Garen der Lebensmittel unter verschiedenen Bedingungen sowie durch den Blanchier- und Sterilisationsprozeß zu erwarten sein.

Die für Gemüse üblichen Garmethoden Kochen, Dämpfen oder Dünsten sind in ihrem Einfluß auf den Vitamin-C-Gehalt schon vielfach untersucht worden (6, 34-43). Ein Vergleich der Werte bezüglich der Wirkung der einzelnen Garmethoden ist außerordentlich schwer zu ziehen, da entweder nur eine Methode und hier zumeist das Kochen, oder jeweils zwei Verfahren untersucht wurden. Das Dünsten von Gemüse scheint in der amerikanischen Küche kaum üblich zu sein. Auch wird unter dem Begriff „boiling“ allgemein das Kochen in einer Wassermenge verstanden, die oft 4- bis 5mal so groß ist wie der Gemüseanteil, während in der deutschen Küche maximal die 2fache Menge an Wasser gebräuchlich ist. Allgemein ist jedoch abzulesen, daß der Vitamin-C-Verlust von folgenden Faktoren abhängt: 1. der Art des Lebensmittels, 2. dem Zerkleinerungsgrad, 3. der Garmethode, 4. der Garzeit und 5. Gartemperatur. Dabei wird wohl die anfängliche Abnahme durch die im Gewebe eingeschlossene Luft und durch die Aktivität der Enzyme verursacht. Bis zum Ende des Garprozesses kommen die Verluste durch Auslaugen sowie durch Oxydation hinzu, deren Ausmaß durch die Berührung mit Luft und durch die Schwermetallkatalyse bestimmt wird. Die Angabe, daß bei der üblichen Zubereitung der Speisen im Haushalt mit einem durchschnittlichen Ascorbinsäureverlust von 35% zu rechnen ist, ist wohl etwas zu gewagt, da im Einzelnen die Abweichungen von diesem Mittelwert beträchtlich sein können (44). Zutreffend ist der Wert wohl für das Dünsten der verschiedenen Gemüsearten, jedoch nicht für das Kochen oder Dämpfen (Tab. 2.) Bei letzteren sind die Ergebnisse je nach Art des gegarten Produktes so unterschiedlich, daß hier die Einzelwerte berücksichtigt werden sollten. Spinat als typischer Vertreter der Blattgemüse weist den höchsten Verlust auf (90 bzw. 50%). Es folgen – betrachtet man die Garmethode Kochen – Weißkohl, Brechbohnen, Gemüserbsen, Rosenkohl und geschälte Kartoffeln. Am geringsten ist der Verlust, – wenn von ungeschälten Kartoffeln abgesehen wird – in Blumenkohl (24%). Der Vergleich der Garmethoden Kochen und Dämpfen zeigt, daß mit Ausnahme von Buschbohnen der Vitamin-C-Verlust praktisch gleich hoch ist. Dieses Ergebnis steht in einem Widerspruch zu anderen Literaturangaben (23, 45, 46), wird jedoch durch verschiedene Untersuchungen bestätigt (41, 47, 48). Eine endgültige Klärung steht noch aus, wenn auch die in Tab. 2 angegebenen Verlustzahlen Mittelwerte aus einer großen Anzahl eigener Versuche sind, die wohl in verschiedenen Versuchsjahren doch immer unter

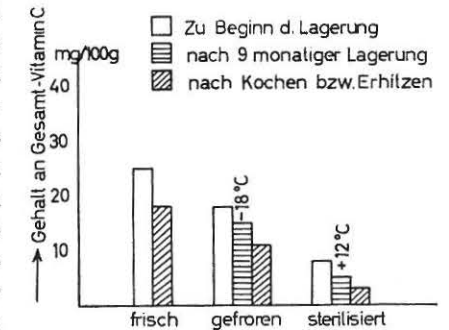


Abb. 8. Gehalt an Gesamt-Vitamin-C in frischen, gefrorenen u. sterilisierten Brechbohnen (Sorte Favorit) (Werte bezogen auf Kochgut)

Tab. 2. Verlust an Gesamt-Vitamin-C in versch. Gemüsearten in Abhängigkeit v. d. Garmethode (Werte auf Kochgut bezogen)

Gemüseart	Verlust an Gesamt-Vitamin-C		
	Kochen %	Dämpfen %	Dünsten %
Blumenkohl (Sorte Schneeball)	24	22	—
Rosenkohl (Sorte Abunda)	35	30	34
Spinat (Sorte Breufedts Spica)	—	50	35
Weißkohl (Sorte Holsteiner Platter)	65	—	40
Buschbohnen (Sorte Favorit)	43	30	36
Gemüseerbsen (Sorte W. v. Kelvedon)	40	41	26
gesch. Kartoffeln (Sorte Bona)	32	33	—
ungesch. Kartoffeln (Sorte Bona)	11	13	—

gleichen Bedingungen durchgeführt wurden. Eine Erklärung wäre vielleicht, daß beim Kochen durch die relativ schnelle Erwärmung des Gutes die Wirkung der Oxydationsenzyme nur kurz ist (Abb.9), dafür die Auslaugverluste etwas höher sind. Dagegen steht bei dem gedämpften Produkt der etwas geringere Verlust durch Auslaugen dem etwas größeren durch oxydative Zerstörung gegenüber. Eine gewisse Parallele findet sich beim Blanchieren in Wasser oder Dampf, wo ebenfalls widersprechende Ergebnisse in der Literatur zu finden sind (49).

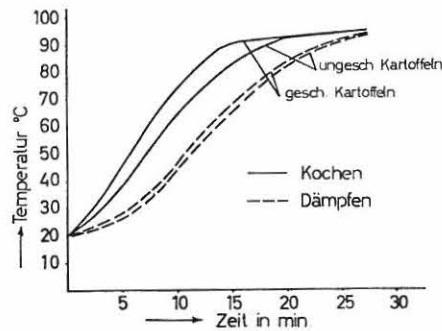


Abb. 9. Temperaturverlauf in geschälten und ungeschälten Kartoffeln während Kochen und Dämpfen

Auf Grund der leichten Wasserlöslichkeit der Ascorbinsäure wächst der Verlust mit zunehmendem Zerkleinerungsgrad. So ist z. B. beim Kochen von fein geschnittenen Buschbohnen die Abnahme um 20% größer. Auch beim Kochen von gevierteltem im Vergleich zu dem in Scheiben geschnittenen Kohl erhöht sich der Verlust um rd. 15% (50), bzw. um 60%, wenn der Kohl fein gehackt wird (51). Ebenfalls führt eine steigende Menge an Kochwasser zu einem größeren Verlust an Ascorbinsäure wie z. B. die Versuche mit Spinat und anderem grünen Gemüse zeigen (50, 45, 52). Doch ist

zu bedenken, daß in diesen Fällen der Vitamin-C-Anteil im Kochwasser ansteigt und der Gesamtverlust praktisch derselbe bleibt. Wie die Verteilung der Ascorbinsäure im Kochgut und Kochwasser in Abhängigkeit von der Zeit sein kann, zeigt das Beispiel beim Kochen von geschnittenem Kohlrabi (19) (Abb.10). Die gestrichelten Kurven geben die Werte aus einer eigenen Versuchsreihe wieder, in der die Ascorbinsäuremenge im Kochgut wesentlich höher und dementsprechend der Anteil im Kochwasser geringer ist. Diese hier nur angedeuteten unterschied-

lichen Ergebnisse machen schon deutlich, wie wichtig es ist, derartige der Praxis entsprechende Versuche genau zu definieren bezüglich des verwendeten Produktes, seiner Vorbehandlung und Zubereitung.

Eine Verlängerung der Garzeit um 50 bzw. 100% erhöht den Verlust beim Kochen und Dämpfen um 10% bis 20% (23, 37). Doch zeigen eigene, noch nicht vollständig abgeschlossene Versuchsreihen, daß hier je nach Gemüseart der Verlust größer oder niedriger sein kann.

Eine Erhöhung der Gartemperatur über 100 °C, wie sie beim Gebrauch der Dampfdrucktöpfe üblich ist, ist nicht immer mit einer größeren Abnahme an Ascorbinsäure verbunden (Abb.11). Je nach Art des Lebensmittels bleibt bei Anstieg der Gartemperatur auf 105 oder 116 °C (0,25 oder 0,8 atü) der Verlust im Vergleich zu den bei 100 °C gedämpften bzw. gedünsteten Gemüsearten entweder gleich (Blumenkohl), nimmt zu (gesch. Kartoffeln), verringert sich um rd. 15% oder fällt - wie bei Buschbohnen - zunächst ab, um dann wieder anzusteigen. Letzteres Ergebnis trifft auch für Kohlrabi, Rosenkohl, Weißkohl und Stangenbohnen zu (53). Die Ursache für dieses unterschiedliche Verhalten ist sicherlich in der Struktur sowie in der Anwesenheit von Schutzstoffen oder auch evtl. hitzestabiler Fermentsysteme zu suchen.

Der Einfluß großer Quantitäten auf die Vitamin-C-Erhaltung, also die Zubereitung größerer Mengen wie es praktisch in der Großküche erfolgt, kann sehr erheblich sein (23, 35, 50, 54). Da die bislang vorliegenden Ergebnisse mehr orientierender Art oder auf unsere Verhältnisse nur bedingt anwendbar sind, soll auf eine Einzeldarstellung verzichtet werden. Im allgemeinen ist aus den Unterlagen zu ersehen, daß der Verlust im Vergleich zum Garen in kleinen Quantitäten je nach Gemüseart um 20 bis 80% höher liegen. Die Ursache wird wohl hauptsächlich die längere Ankochzeit sein.

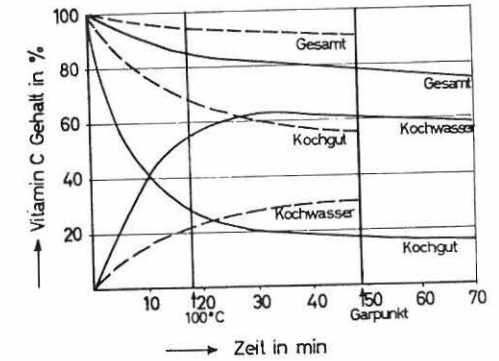


Abb. 10. Verhalten von Vitamin C in Kohlrabi während des Kochens (— nach DIENST — — nach ZACHARIAS)

Verlust an Gesamt-Vitamin C in verschiedenen Gemüsearten in Abhängigkeit v. d. Gartemperatur

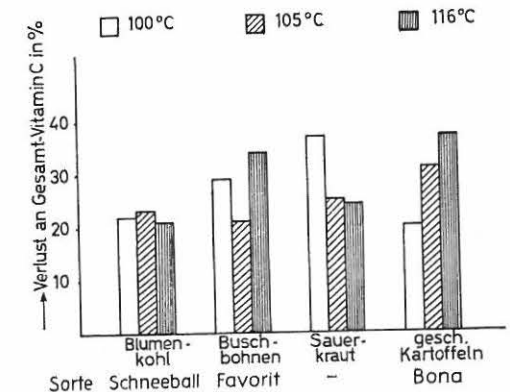


Abb. 11. Verlust an Gesamt-Vitamin-C in verschiedenen Gemüsearten in Abhängigkeit v. d. Gartemperatur (Werte bezogen auf gedämpftes Kochgut)



Diese hohen Verluste zu verringern wird sicherlich nur durch eine Änderung der technischen Einrichtungen zu erreichen sein, da ja die erforderlichen Mengen dieselben bleiben. Zunächst ging die Entwicklung dahin, anstelle der großen Kessel, mehrere kleinere Kessel oder sog. Schnellkochgruppen zu verwenden. Versuchsergebnisse über den Vitamin-Verlust unter diesen Bedingungen sind mir nicht bekannt. Es ist jedoch anzunehmen, daß die Abnahme geringer sein wird, da die Ankochzeiten wesentlich kürzer sind. Vor ca. 2 Jahren wurde nun von einer Firma ein neuartiges Gerät in den Handel gebracht, in dem die Lebensmittel sozusagen am laufenden Band gegart werden. Die orientierenden Vorversuche mit Kartoffeln ergeben hier nur einen Vitamin-C-Verlust von rd. 25%, was also den Ergebnissen unter Haushaltsbedingungen entspricht, gegenüber der doppelt so hohen Abnahme (52%) in den im 200-l-Kessel gedämpften Kartoffeln (55). Doch wird einschränkend gesagt, daß „noch laufende Kontrollen zur Vertiefung der Ergebnisse notwendig sind“.

Tab. 3. Verlust an Gesamt-Vitamin-C in verschiedenen Fertiggerichten in Abhängigkeit von der Warmhaltetemperatur und -zeit

Fertiggericht	Zeit Std.	Verlust an Gesamt-Vitamin-C			
		60 °C %	70 °C %	80 °C %	abkühlen – aufwärmen %
Gemüseerbsen (Sorte W. v. Kelvedon)	1	33	43	49	19
	3	64	87	88	39
Spinat (Sorte Breuftedts Spica)	1	6	7	10	10
	3	37	37	38	14
Salzkartoffeln (Sorte Hansa)	1	13	27	27	25
	3	41	51	52	23

Zum Abschluß des Abschnitts „Zubereitung“ soll noch kurz auf den Einfluß des Warmhaltens der fertig zubereiten Gemüsegerichte eingegangen werden. Hier zeigt sich eine recht gute Gesetzmäßigkeit in der Art an, daß mit steigender Temperatur und Zeitdauer der Ascorbinsäureverlust zunimmt (23, 38, 50, 56, 57). Wie die aus eigenen Versuchen ausgewählten Ergebnisse in Tab. 3 zeigen, ist in dem stückartigen Erbsengericht die Abnahme wesentlich höher (33 bis 49%) als in dem breiartigen Spinat (6 bis 10%), wenn die Speisen 1 Stunde entweder bei 60 °C, 70 °C oder bei 80 °C warmgehalten werden. In Salzkartoffeln entsteht ein Verlust von 13 bis 27%. Nach einer Lagerdauer von 3 Stunden hat sich die Abnahme auf ca. den doppelten bis dreifachen Betrag erhöht. Auch hier wird – wie bei den gefrorenen Gemüsegerichten – die Ursache in dem Kontakt mit dem Luftsauerstoff zu suchen sein. Daß der Verlust wesentlich niedriger ist, wenn die Gerichte direkt nach der Herstellung abgekühlt und zum Zeitpunkt des Verbrauchs aufgewärmt werden, ist aus der letzten Spalte der Tab. 3 zu ersehen. Hier wird noch einmal deutlich, welchen nachteiligen Einfluß eine erhöhte Temperatur auf den Ascorbinsäuregehalt haben kann.

Das Bild über die Wirkung der thermischen Behandlung wäre unvollständig, wenn nicht auch noch etwas über den Einfluß des Blanchierens und Sterilisie-

rens gesagt würde. Ohne dem Vortrag am Nachmittag vorgreifen zu wollen, entsprechen – relativ gesehen – die Ergebnisse der Ascorbinsäureverluste denjenigen beim Kochen. So beträgt der Verlust in Gemüse mit großer Oberfläche zum Gewicht 32 bis 50%, in Gemüse mit kleinerer Oberfläche zum Gewicht 22 bis 33% (26, 58). Der Verlust während des gesamten Konservierungsprozesses, also einschließlich der Sterilisation, ist in Abb. 12 angegeben (26). Auch hier trifft das eben Gesagte zu, daß die Höhe des Vitamin-C-Verlustes mit dem Kochen der Gemüsearten im Einklang steht. Im Mittel ist der Verlust in Buschbohnen größer als bei Erbsen. Nur eine geringe Abnahme von rd. 5% wird beim Konservieren von sauren Obstsaften gefunden. Die beträchtlichen Schwankungen in den Angaben der einzelnen Autoren sind dabei wohl auf die Unterschiede in den Sorten sowie in den Verarbeitungsbedingungen beim Blanchieren und Sterilisieren zurückzuführen.

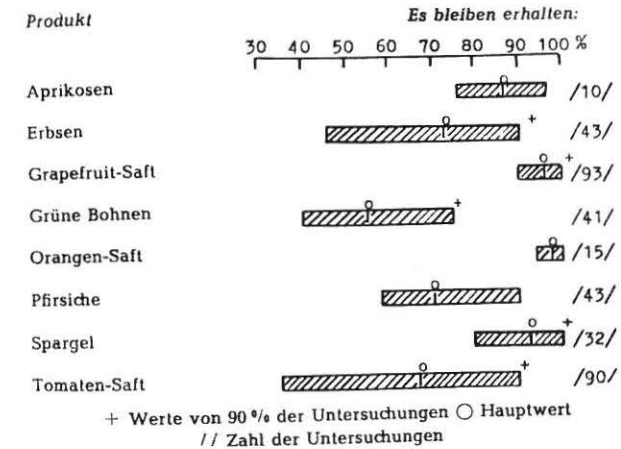


Abb. 12. Verhalten der Ascorbinsäure bei der Konservierung

Fragt man nun zum Schluß aller aufgezeigten Ergebnisse nach den Gesetzmäßigkeiten bezüglich des Ascorbinsäureverlustes bei der Zubereitung und Verarbeitung von Obst und Gemüse oder anders ausgedrückt, „Sind die Verluste im voraus berechenbar?“, kann die Antwort nur z. T. positiv sein. So wird während der Lagerung von frischen und konservierten Produkten die Vitamin-C-Erhaltung desto besser sein, je niedriger die Lagertemperatur ist. Bei der Zubereitung und Haltbarmachung muß mit einem Verlust gerechnet werden, der desto höher ist, je länger die Ankochzeit und Erhitzungszeit und je größer der Zerkleinerungsgrad, d.h. das Verhältnis von Oberfläche zu Gewicht ist. Doch ist die Höhe der Verluste in Abhängigkeit von dem Behandlungsverfahren nicht zu berechnen, da je nach Struktur und Zusammensetzung der verschiedenen Obst- und Gemüsearten, recht beträchtliche Unterschiede zu verzeichnen sind. Es wird demnach unumgänglich bleiben, weiterhin Untersuchungen, die den praktischen Bedingungen entsprechen, durchzuführen. Modellversuche mit reinen Ascorbinsäurelösungen werden sicherlich richtungweisend dabei sein



können, lassen aber wegen den kombinierend wirkenden Einflußfaktoren, wie sie in den pflanzlichen Lebensmitteln anzutreffen sind, keine endgültigen Schlußfolgerungen auf das Verhalten der Ascorbinsäure zu.

#### Zusammenfassung

Untersuchungen über die Veränderungen des Vitamin-C-Gehaltes in den verschiedenen Obst- und Gemüsearten unter den im Haushalt und in der Großküche üblichen Be- und Verarbeitungsverfahren sind bereits in einer großen Anzahl durchgeführt worden. Die Ergebnisse zeigten, daß die Beständigkeit gegenüber Wärme, Licht, Luftsauerstoff, Oxydationsenzymen sowie bestimmter Metallverbindungen sehr gering ist. Weiterhin ist die Höhe des Verlustes vom  $p_H$ -Wert abhängig: Je saurer eine Lösung ist, desto stabiler ist das Vitamin C. In neutralem und alkalischem Medium findet besonders bei Gegenwart von Luftsauerstoff und Kupferspuren ein relativ schneller Abbau zu den physiologisch unwirksamen Oxydationsprodukten statt. Auf Grund der leichten Wasserlöslichkeit ist eine Abnahme des Gehaltes bei den Verfahren festzustellen, bei denen Obst und Gemüse mit Wasser oder Wasserdampf behandelt werden muß. Eine allgemeingültige Angabe über die Höhe des Verlustes ist nicht möglich, da je nach Art und Zusammensetzung des Lebensmittels und seiner Verarbeitung unterschiedliche Werte zu erwarten sind. Andererseits kann die Bestimmung des Vitamin-C-Gehaltes vor und nach der Lagerung, Zubereitung oder Konservierung als Kriterium für die Bewertung eines Verfahrens herangezogen werden. So konnte z. B. bei der Gefrierlagerung von Gemüse ein Zusammenhang zwischen Vitamin-C-Verlust und Qualitätsabnahme nachgewiesen werden. Auch ist oft bei einer höheren Abnahme an Ascorbinsäure mit einem Verlust anderer wasserlöslicher Vitamine oder Mineralstoffe zu rechnen.

#### Summary

A great many investigations have already been carried out on the effects of preparation and cooking in domestic and large-scale kitchens on the vitamin C content of fruit and vegetables. The results showed the vitamin to have very poor resistance to heat, light, air, oxygen, oxidases and certain metallic compounds. The extent of the loss is also dependent on the  $p_H$ : the more acid the solution, the more stable the vitamin C. In neutral and alkaline media, especially in the presence of oxygen and traces of copper, there is a relatively rapid breakdown of the vitamin to physiologically inactive oxidation products. Being readily soluble in water, vitamin C is also lost from fruit and vegetables prepared with water or steam. It is not possible to establish the extent of the loss in valid general terms, for it varies according to the type and composition of the food and the processes the latter undergoes. On the other hand, measurement of the vitamin C content before and after storage, preparation or conservation will provide a criterion for evaluating such a process. A correlation was thus found to exist between loss of vitamin C and a drop in quality of deep-frozen vegetables. It must also be borne in mind that appreciable losses of ascorbic acid will often go hand in hand with losses of other water-soluble vitamins or minerals.

#### Résumé

Il existe actuellement de très nombreux travaux sur les variations de la teneur en acide ascorbique des différentes sortes de fruits et légumes au cours des traitements culinaires et de la préparation auxquels ils sont soumis dans la pratique ménagère ou la cuisine industrielle.

Les résultats montrent que la stabilité de l'acide ascorbique à l'égard de la chaleur, de la lumière, de l'oxygène de l'air, des enzymes oxydants ainsi que de divers composés métalliques est en général très faible.

L'importance des pertes est de plus fonction du  $p_H$ : plus une solution est acide, plus la vitamine C est stable. En milieu neutre ou alcalin, une dégradation relativement plus rapide en produits d'oxydation physiologiquement inactifs a lieu surtout en présence d'oxygène atmosphérique ou de traces de cuivre. Etant donné la grande solubilité de l'acide ascorbique dans l'eau, on note une diminution de la teneur des fruits et des légumes qui doivent être traités par l'eau ou la vapeur d'eau. Il est impossible de formuler une règle générale concernant l'importance des pertes, car celles-ci sont éminemment variables selon l'espèce et la composition des aliments et selon leur mode de préparation. D'autre part, on peut tenir compte du dosage de la teneur en vitamine C avant et après le stockage, la préparation ou la mise en conserves comme critère d'appréciation des procédés mis en œuvre. C'est ainsi qu'on pourrait par exemple établir un parallèle entre la perte de vitamine C et la diminution de la qualité au cours du stockage des légumes par congélation. Il faut également envisager une perte plus importante d'acide ascorbique lorsqu'il y a en même temps perte d'autres vitamines ou de substances minérales hydrosolubles.

#### Resúmen

Se han realizado gran número de investigaciones sobre la alteración del contenido de Vitamina C en las varias clases de frutas y legumbres, con los habituales procedimientos caseros y de la industria alimenticia. Los resultados mostraron que la resistencia al calor, la luz, el oxígeno y las enzimas de oxidación, así como a determinadas aleaciones metálicas es muy pequeña. La cantidad de pérdida depende también del  $p_H$ : cuanto más ácida sea una solución, tanto más estable es la Vitamina C. El medio neutro y alcalino, especialmente en presencia del oxígeno del aire y de trazas de cobre, se produce una desintegración relativamente rápida en productos de oxidación que son fisiológicamente ineficaces. Debido a su gran hidrosolubilidad, se comprueba una pérdida del contenido durante los procedimientos cuando las frutas o legumbres deben tratarse con agua o vapor. No es posible hacer indicaciones generales sobre el volumen de la pérdida, puesto que los valores varían según la clase y la composición del producto alimenticio y su transformación. Por otro lado la determinación del contenido de Vitamina C antes y después del almacenamiento, preparación y conservación, puede servir de criterio valorativo de un procedimiento. Así p. e. j. pudo comprobarse que en la congelación de legumbres existe una relación entre la pérdida de Vitamina C y la de la calidad. Al producirse una pérdida más elevada de Acido ascórbico, hay que contar con que se producirá también la de otras vitaminas hidrosolubles o de minerales.

#### Literatur

1. KRÖNER, W. und W. VÖLKSEN, Die Kartoffeln (Leipzig 1950).
2. KRÖNER, W. und STEINHOFF, Biochem. Z. **294**, 138 (1937).
3. WOLF, J., Handbuch d. Pflanzenphysiologie Bd. VI, 899 ff. (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958)
4. ROLF, L. A., J. agric. Res. **61**, 381 (1940).
5. WOLF, J., Gartenbauwirtschaft **16**, 292 (1941); MÖCHEL, W., J. Wolf und M. DEGEW, dt. **17**, 176 (1942).
6. LUNDE, G. und L. ER-LANDSEN, Vitamine in frischen und konservierten Lebensmitteln, 2. Aufl. (Berlin 1943).
7. GOULD, S., D. K. TRESSLER und C. G. KING, Food Res. **1**, 427 (1936).
8. OLLIVER M. J., Soc. Chem. Ind. **55**, 153 (1936).
9. SCHLOSSMANN, H., E. MÜHLENDYCK und H. SCHUPHAN, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. **57**, 270 (1961).
10. WACHOLDER, K., Bioch. Z. **312**, 394 (1942).
11. GUADAGNI, D. G. und S. H. KELLY, Food Technol. **12**, 645 (1958).
12. ZACHARIAS, R., Hauswirtschaft und Wissenschaft, **2**, 86 (1956).
13. ZACHARIAS, R., Ernährungs-Umschau **1**, 13 (1960).
14. HALLSTRÖM, V., Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **5**, 98 (1952/53).
15. WINTER, E., Z. Lebensmitteluntersuch. **94**, 414 (1952).
16. FELDHEIM, U. und G. HJELM, Ernährungs-Umschau **7**, 145 (1963).
17. FRANKE, W., Z. Lebensmittel-



untersuch. **112**, 11 (1960). — 18. WINTER, E., *Planta* **41**, 52 (1952). — 19. SOMOGYI, J. C., *Int. Z. Vitaminforsch.* **34**, 122 (1964). — 20. ZACHARIAS, R., *Nutritio et Dieta* **2**, 12 (1961). — 21. Pers. Mitteilung Institut für Ernährungswissenschaft, Gießen. — 22. LAUERSEN, F. und W. ORTH, *Z. Lebensmitteluntersuch.* **83**, 193 (1942). — 23. DIENST, C., Großküchenbetrieb (Wiesbaden 1954). — 24. GUTSCHMIDT, J., Das Kühlen und Gefrieren von Lebensmitteln im Haushalt und Gemeinschaftsanlagen (Frankfurt a.M. 1964). — 25. ZACHARIAS, R. und J. GUTSCHMIDT, Eignungsprüfung von Obst- und Gemüsesorten für die Gefrierkonservierung, Nr. 115 der Reihe Landwirtschaft – Angewandte Wissenschaft, Landwirtschaftsverlag (Hiltrup/Westf. 1963). — 26. NEHRING, P., Gemüse- und Obstkonserven in der menschl. Ernährung (Braunschweig 1954). — 27. PAECH, K., Die Gefrierkonservierung von Gemüse, Obst und Fruchtsäften (Berlin 1945). — 28. ZACHARIAS, R., *Z. Kältetechnik* **14**, 214 (1962). — 29. FENTON, F. und J. DARFLER, *Foods from the freezer; precooked or prepared*, Cornell Ext. Bull. 692 (1946). — 30. PAUL, P. C., J. COLE und J. C. FRIEND, *J. Home Econ.* **44**, 199 (1952). — 31. MAPSON, L. W., *Brit. Med. Bull.* **12**, 73 (1956). — 32. GUTSCHMIDT, J., *Ind. Obst- u. Gemüseverwertung* **37**, 325 (1952). — 33. DE FELICE, D. und C. R. FELLERS, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **35**, 728 (1937). — 34. SEYBOLD, A. und H. MEHNER, S.-B. Heidelberg, *Akad. Wiss.* 1948, 10 Abh. — 35. WACHOLDER, K., *Z. Ernähr.* **1940**, Heft 4. — 36. GRIEBEL, C. und A. MIERMEISTER, *Z. Lebensmitteluntersuch.* **52**, 458 (1926). — 37. LINTZEL, W. und G. HOFFMANN, *Z. Ernährung* **3**, 2 (1938). — 38. DIEMAIR, W., F. ARNOLD und W. FRESENIUS, *Ang. Kochwissenschaft* **1**, 1 (1942). — 39. SCHEUNERT, A., *Z. Vorratspflege* **1938**, Heft 4. — 40. DROESE und BRAMSEL, *Vitamin-Tabellen 1943*, Beiheft Nr. 8, *Z. Ernährung* (Leipzig 1943). — 41. GORDON, J. und J. NOBLE, *J. Amer. Diet. Ass.* **35**, 578 (1959). — 42. HEWSTON, E. M. u. a., Vitamin and Mineral Content of certain foods as affected by home preparation, *Misc. Publi.* Nr. 628 (1948), U.S. Department of Agriculture, Washington D. C. — 43. ADAMS, G. und S. L. SMITH, *The Vitamin Content and the Preservation of Foods*, *Misc. Publ.* Nr. 536 (1944), U.S. Dep. of Agric. Washington D. C. — 44. LANG, K. und R. SCHOEN, *Die Ernährung*, Berlin-Göttingen-Heidelberg (1952). — 45. OLLIVER, M., in SEBRELL, W. H. und R. S. HARRIS, *The Vitamin* (New York 1954). — 46. SCHEUNERT, A., J. RESCHKE und E. KOHLEMANN, *Bioch. Z.* **288**, 261 (1936). — 47. Lauer sen, F., *Münch. Med. Wschr.* **88**, 1128 (1941). — 48. ZOBEL, M. und F. WNUCK, *Neuzeitliche Gemeinschaftsverpflegung* (Leipzig 1961). — 49. WISS, O., Vitaminverluste bei der Behandlung von Lebensmitteln aus *Wiss. Veröffentl. der Deutschen Gesellschaft f. Ernährung*. Band 5 (1960) (Darmstadt 1960). — 50. CROSBY, M. W. u. a., *Vitamins retention and palatability of certain fresh and frozen vegetable in largescale food service*, Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Bull. 891 (1953). — 51. WELLINGTON, M. und D. K. TRESSLER, *Food Res.* **3**, 311 (1938). — 52. v. DUYNÉ, F. u. a., *Food Res.* **6**, 439 (1947). — 53. STÜBLER, E., R. ZACHARIAS und G. THUMM, *Kochen unter Druck*, Reihe Landwirtschaft – Angew. Wissenschaft (Hiltrup/Westf. 1955). — 54. PEPPLER, E., *Ernährungsumschau* **6**, 130 (1963). — 55. *Physiol.-Chem. Inst. d. Universität d. Saarlandes, Homburg/Saar*, Versuchsbericht über Untersuchungen der Ascorbinsäureverluste in Kartoffeln, die nach Großküchenverfahren verarbeitet worden sind (1963). — 56. WEITS, Jr. J., *Voeding* **8**, 512 (1963). — 57. HUMMEL, B., *Wissen u. Leben* **7**, 536 (1957). — 58. ADAM, W. B., G. HORNER und J. STAUWORTH, *J. Soc. chem. Ind.* **61**, 96 (1942).

Anschrift des Verfassers:

Frau Dr. R. ZACHARIAS, Bundesforschungsanstalt für Hauswirtschaft, 7000 Stuttgart-Hohenheim

### Diskussion zum Vortrag 14

Herr W. Müller-Mulot (Grenzach, Baden):

Mit welcher Methode wurde die Ascorbinsäure bestimmt?

Frau R. Zacharias (Stuttgart-Hohenheim):

Bestimmung durch Titration mit 2,6-Dichlorphenolindophenollösung nach der Methode TILLMANNS bzw. EMMERIE u. VAN EEKELLEN.

Herr W. Müller-Mulot (Grenzach, Baden):

Warum steigt der Ascorbinsäuregehalt der Kartoffeln nach dem Zerkleinern an?

Herr W. Feldheim (Gießen):

Der Anstieg der Ascorbinsäurewerte in Kartoffelstücken unter bestimmten Bedingungen kann nicht auf methodische Fehler zurückgeführt werden. Zu jedem Versuch wurden Kontrollproben angesetzt, die nach den gleichen Verfahren analysiert wurden.

Herr R. Strohecker (Darmstadt):

Die Verluste an Vitamin C bei Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln, die wir auf Grund umfangreicher Untersuchungen an Großküchenessen [STROHECKER, WOLFF u. LÖRCHER, *Z. Lebensmittelunters. u. -Forsch.* **112**, 1 (1960)] haben bestätigen können, läßt die Frage der Vitamin-C-Versorgung mit der täglichen Nahrung unter einem wesentlich ungünstigeren Licht erscheinen, als dies an Hand des vorliegenden Zahlenmaterials (vgl. Vorträge von Dr. CZOK und Dr. WAGNER vom Vortrag) zum Ausdruck kommt. Dies gilt in erster Linie für diejenigen Personen, die ihre Mittagsmahlzeit in einer Massenspeisung (Großküchenbetriebe, Krankenhausverpflegung) einnehmen. Auf Grund dieser Überlegungen müßte bei den für die Vitamin-C-Versorgung angegebenen Zahlen eine Korrektur zu niedrigeren Werten vorgenommen werden. In vielen Einzelfällen dürfte eine Vitamin-C-Unterversorgung vorliegen.

Herr H. Pies (Darmstadt):

Aus Ihren Tabellen habe ich entnommen, daß Sie einen Ascorbinsäureverlust feststellen (z. B. bei Kohl) 1. nach dem Mixen direkt, 2. zwei Stunden später.

Wie stellen Sie denn den Ascorbinsäuregehalt von Kohl vor dem Mixen fest; Kohl muß doch wohl vor der Ascorbinsäurebestimmung durch Schneidegeräte (z. B. Mixer) zerkleinert werden?

Frau R. Zacharias (Stuttgart-Hohenheim):

Der Ausgangsgehalt wird durch Mixen der Gemüsearten unter gleichzeitigem Zusatz von Säure und Einleiten von Kohlendioxyd erhalten.

Frau G. Kroher (Dortmund):

Ist der Ascorbinsäuregehalt beim Kochen und Dünsten nur im Kochgut oder im Kochgut mit Koch- bzw. Dämpflüssigkeit festgestellt worden?

Frau R. Zacharias (Stuttgart-Hohenheim):

In den Tabellen und Abbildungen wurde nur der Gesamt-Vitamin-C-Gehalt im Gargut mit Ausnahme von Abb. 10 angegeben. Selbstverständlich liegen auch Analysenwerte über den Gehalt in der Flüssigkeit vor.



WISSENSCHAFTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN  
DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG

IM AUFTRAGE DER GESELLSCHAFT HERAUSGEGEBEN VON  
PROF. DR. DR. K. LANG · MAINZ

BAND 14

ASCORBINSÄURE



DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG  
DARMSTADT 1965

Ascorbinsäure

*Vorträge und Diskussionen des  
11. Symposiums in Mainz vom 2.-3. April 1964*

*Unter der Leitung und mit einem Vorwort  
von Prof. Dr. Dr. K. Lang – Mainz*

Mit 92 Abbildungen und 97 Einzeldarstellungen und 35 Tabellen

Bundesanstalt  
für Fleischforschung  
– Bibliothek –  
Oskar-von-Miller-Str. 20  
8650 Kulmbach  
Telefon (09221) 80 32 46 oder 803-1

27. Juli 1977



Preis in DM 15,134 u

DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG  
DARMSTADT 1965

Elektronisch erl