**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 49 (1958)

**Heft:** 3

**Artikel:** Untersuchungen an Lageräpfeln

**Autor:** Stoll, K. / Kocher, V. / Gerber, H.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-982534

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 07.08.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Untersuchungen an Lageräpfeln

Von *K. Stoll, U. Kocher, H. Gerber* und *A. Bussmann*

## Einleitung

Bei der Lagerung von Früchten wird in der Regel die reifehemmende und haltbarkeitsverlängernde Wirkung tiefer Lagertemperaturen, wie sie die künstliche Kühlung ermöglicht, ausgenützt. Für Aepfel werden in der Praxis Lagertemperaturen von 0—4° C als zweckmässig erachtet. Die Erfahrung lehrt indessen, dass bestimmte Apfelsorten die unteren Temperaturen dieses Bereiches nicht ertragen. Werden beispielsweise die Sorten Boskoop und Jonathan bei tieferen Temperaturen als 4° aufbewahrt, so tritt häufig die gefürchtete Kältefleischbräune auf. Je nach der Witterung während des Ausreifens am Baum und je nach der Herkunft der Früchte kann diese physiologische Störung ganz ausbleiben oder im andern Extremfall einen Totalschaden verursachen.

Die Zusammenhänge zwischen dem Auftreten der Kältefleischbräune und der Lagertemperatur sind nicht abgeklärt. So stellt sich unter anderm die Frage, ob die unterschiedliche Krankheitsdisposition des Lagergutes schon vor der Einlagerung zu erkennen sei. Ferner sollte abgeklärt werden, ob die Nachteile, welche bei Anwendung höherer Lagertemperatur erwachsen, durch eine modifizierte Lagertechnik behoben werden können.

Neuerdings besteht die Möglichkeit, die Sorten Boskoop und Jonathan in gasdichten Aufbewahrungsräumen bei erhöhtem $CO_2$- und erniedrigtem $O_2$-Gehalt der Lagerluft aufzubewahren. Dies kann bei einer Temperatur von + 4° C geschehen, wo keine Fleischbräunegefahr mehr besteht, aber dank der veränderten Luftzusammensetzung eine längere Lagerfähigkeit resultiert, als dies bei der Kaltlagerung bei 0° C der Fall ist. Es muss indessen abgeklärt werden, ob sich eine solche modifizierte Lagertechnik nicht nachteilig auf den Geschmack und die Zusammensetzung der Aepfel auswirkt.

Die nachfolgend beschriebenen Arbeiten sind als Beitrag an die Abklärung des Verhaltens von Tafeläpfeln bei unterschiedlichen Lagerbedingungen gedacht. Die Untersuchung einzelner Baustoffe kann nur selten Wesentliches über das normale oder krankhafte Stoffwechselgeschehen aussagen. Vielmehr sollte das mehr oder weniger harmonische Zusammenspiel der Einzelfaktoren näher erforscht werden. Die folgenden Untersuchungsergebnisse sind in diesem Sinne zu verstehen, nämlich als Versuchsberichte, welche als Ausgangspunkt für weitere Arbeiten in der eingeschlagenen Richtung dienen können.

Die Untersuchungen wurden in drei Teile gegliedert. Der erste Teil bringt Angaben über die bei verschiedenen Lagerungsbedingungen festgestellten Unterschiede im Reifeverlauf sowie im Zucker- und Säuregehalt der Früchte.

Gemäss der Bedeutung der Vitamine als Katalysatoren des Stoffwechsels wurden vor allem auch diese eingehender untersucht. Im zweiten und dritten Teil wird über das Verhalten einiger Vitamine des B-Komplexes, beziehungsweise über das Vitamin C berichtet.

## Die Versuchsanordnung

Die Versuchsfrüchte stammten aus gut gepflegten Baumbeständen landwirtschaftlicher Betriebe mit Gras als Unternutzen.

*Boskoop:* von Wädenswil (ZH), ca. 40jähriger Hochstamm auf Sämling. Vollernte, Durchschnittsgewicht der Einzelfrucht ca. 195 g, gepflückt am 16. 10., eingelagert am 18. 10. 1956.

*Jonathan:* von Romanshorn (TG), ca. 40jähriger Hochstamm auf Sämling. Vollernte, Durchschnittsgewicht der Einzelfrucht ca. 110 g, gepflückt am 21. 10., eingelagert am 24. 10. 1956.

Die beiden Sorten wurden an der Eidg. Versuchsanstalt in Wädenswil unter nachstehenden Bedingungen gelagert:

1. Hauskeller, gekühlt mit kalter Aussenluft. Durchschnittliche Lagertemperaturen: Oktober 11, November 8, Dezember 8, Januar 6, Februar 7, März 8° C. Die Temperatur betrug maximal 12°, minimal +4° C. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug maximal 84 %, minimal 69 %, im Durchschnitt 77 %.
2. Maschinell gekühlter Raum: +4° C, 90 % rel. Feuchtigkeit.
3. Maschinell gekühlter Raum: 0° C, 90 % rel. Feuchtigkeit.
4. Lagerung in konditionierter Atmosphäre:
   a) Boskoop: gasdicht geschlossene Zelle von 300 kg Lagerfassung, +4° C, 96 % rel. Feuchtigkeit, 3 % $CO_2$ und 3 % $O_2$.
   b) Jonathan: gasdicht geschlossene Zelle von 100 kg Lagerfassung, +4° C, 96 % rel. Feuchtigkeit, 6 % $CO_2$ und 15 % $O_2$.

   Diese unter 4a und 4b erwähnten $CO_2$- und $O_2$-Gehalte stellen die in früheren Versuchen erprobten und vorläufig für die Praxis empfohlenen Werte dar. Die Regelung des $CO_2$-Gehaltes geschah bei der Sorte Jonathan durch Frischluftzufuhr. Der $CO_2$-Ueberschuss in der Boskoopzelle wurde mit Hilfe eines KOH-Scrubbers ausgewaschen.

Daten der Probeentnahmen: 22. 10., 4. 12. 56, 18. 3. und 13. 5. 57. Für die Zucker-, Säure- und Vitamin-C-Bestimmungen wurde zusätzlich am 3. 1. eine Probe entnommen.

I. Mitteilung

# Der allgemeine Reifeverlauf sowie die Zucker- und Säuregehalte der Sorten Boskoop und Jonathan in Abhängigkeit verschiedener Lagerungsbedingungen

Von *K. Stoll*
(Eidgenössische Versuchsanstalt Wädenswil)

## 1. Genussreife, Penetrometerwerte und das Lagerungsergebnis

### *a) Die Genuss- oder Essreife*

Von streng definierter, messbarer Grösse kann bei der Charakterisierung der Genuss- oder Essreife nicht die Rede sein. Wir verstehen darunter die Zeitdauer, innerhalb welcher die Mehrzahl der Prüfer eine Sorte als zum Frischgenuss geeignet empfindet. Aus der graphischen Darstellung ist ersichtlich, wie der Eintritt der Genussreife durch sinkende Lagertemperatur einerseits und veränderte Luftzusammensetzung anderseits verzögert wird. Besonders die Wirkung der erhöhten $CO_2$- bzw. erniedrigten $O_2$-Gehalte tritt ausgeprägt in Erscheinung.

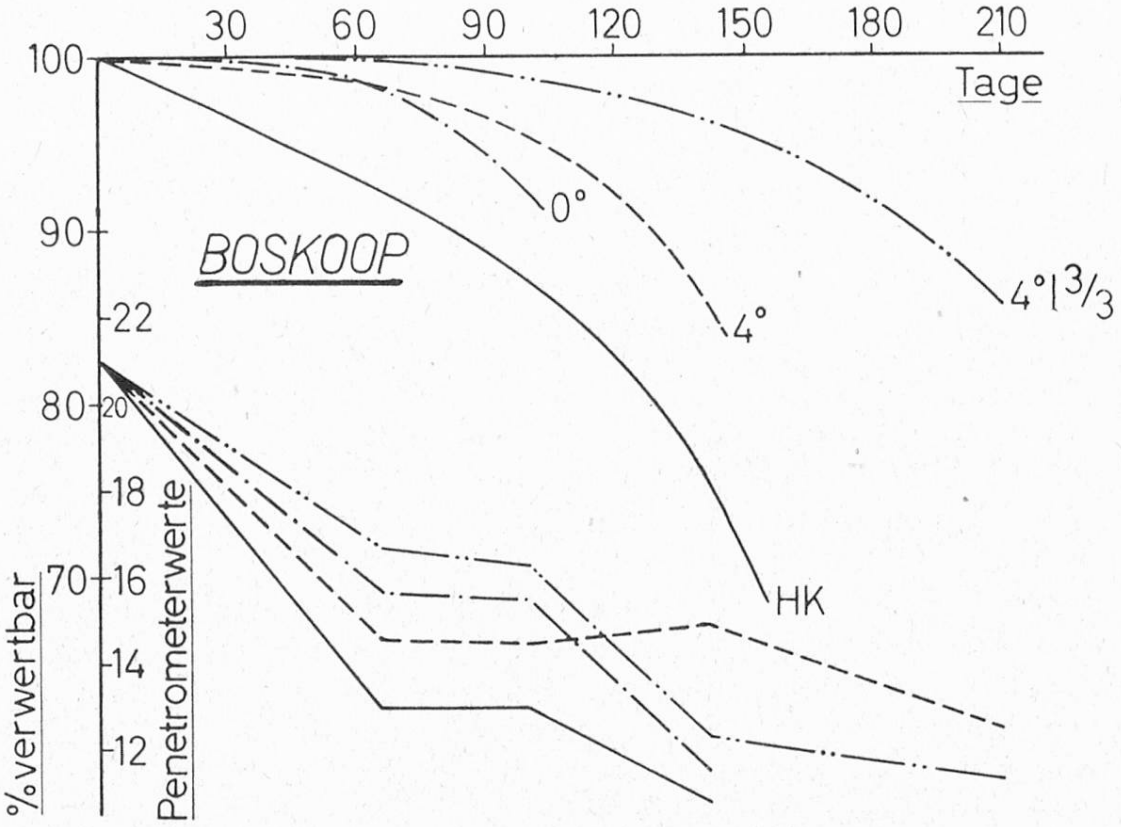
Die Sorte *Boskoop* aus dem Hauskeller war im vorliegenden Fall zwischen Mitte Dezember und Ende Februar genussreif. Bei der $4^0$-Lagerung erstreckte sich die Essreife von Ende Januar bis Ende März. Im $0^0$-Lager setzte die Essreife ungefähr Mitte Februar ein, um sich bei jenen Einzelfrüchten, die nicht fleischbraun wurden, bis Mitte April zu erstrecken. Die stärkste Verzögerung des Reifevorganges wurde im $4^0$-Lager mit veränderter Luftzusammensetzung erzielt, indem die Essreife sich von Mitte März bis Ende Mai erstreckte.

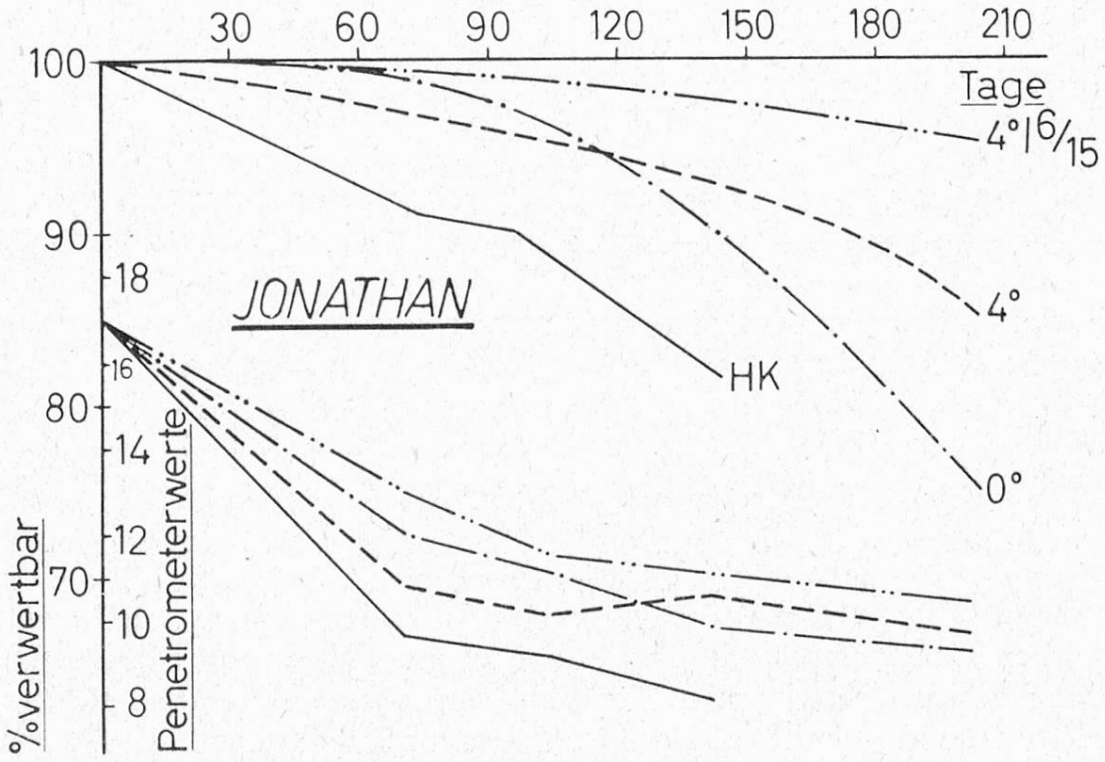
Die Sorte *Jonathan* war im Hauskeller von Anfang Dezember bis Ende Januar genussreif. Die Früchte aus dem $4^0$-Lager konnten von Anfang Januar bis Mitte März als essreif gelten, diejenigen aus dem $0^0$-Lager von Mitte Februar bis Mitte April. Die $4^0$-Lagerung mit erhöhtem $CO_2$-Gehalt (6 %) vermochte die Genussreife stark zu verzögern, d.h. bis Mitte März – Mitte Mai.

### *b) Die Penetrometerwerte*

Die abnehmende Festigkeit des Fruchtfleisches mit fortschreitender Reife wurde mit dem Penetrometer gemessen (Ballauf, 7/16 inch, Werte in Pfund). Dass ein reifehemmender Einfluss durch tiefe Lagertemperaturen einerseits und erhöhte $CO_2$-Gehalte anderseits ausgeübt wird, trat auch hier in Erscheinung. Das $4^0$-Lager mit erhöhtem $CO_2$-Gehalt wies bei Jonathan durchgehend, bei Boskoop bis zum 120. Lagertag den geringsten Rückgang der Penetrometerwerte

% verwertbare Früchte und Penetrometerwerte
bei verschiedenen Lagerungsbedingungen



auf. Im 4°-Normallager war während des ersten Lagerabschnittes ein Weicherwerden festzustellen. Späterhin blieb der Penetrometerwert während längerer Dauer auf gleicher Höhe.

Die Frage, ob der Eintritt der Essreife durch einen bestimmten Penetrometerwert charakterisiert werden kann, lässt sich anhand unserer Versuche nicht eindeutig beantworten. An der Sorte Boskoop stellten wir jeweils beim Eintritt in das Essreifestadium einen Wert von 15, an der Sorte Jonathan einen solchen von 11 fest. Die in erhöhten $CO_2$-Gehalten aufbewahrten Boskoopäpfel lassen sich nicht in dieses Schema einreihen.

### *c) Das Lagerungsergebnis*

Als Lagerungsergebnis betrachten wir in erster Linie den Anteil verwertbarer Früchte im Zeitpunkt Ende der Essreife. Die graphische Darstellung zeigt uns die Resultate in den verschiedenen Lagern. Die bei 0° gelagerten Boskoop wiesen Anfang Februar starke Kältefleischbräune auf, so dass der Posten für die Verwertung total verloren war. Bis zur Mitte der Lagerzeit war das Lagerungsergebnis für die bei 0° aufbewahrten Jonathan sehr gut. Es verschlechterte sich jedoch späterhin im Vergleich zu den bei 4° gelagerten, weil bei 0° mehr Fäulnis auftrat. Hier muss eine Schwächung der Fäulniswiderstandsfähigkeit der Frucht angenommen werden, denn für die Förderung des Pilzwachstums allein wäre ja die höhere Lagertemperatur die günstigere.

Die besten Auslagerungsergebnisse, d.h. die geringsten Gesamtverluste wurden in den gasdichten Kammern bei veränderter Atmosphäre erzielt. Hier war der Gewichtsverlust durch Wasserabgabe besonders gering. Dies im Gegensatz zu den im Hauskeller gelagerten Früchten, wo der Wasserverlust sogar zu einem starken Schrumpfen der Haut führte. Ueber den Gewichtsverlust durch Wasserabgabe geben folgende Zahlen Aufschluss:

*Tabelle 1*

*Gewichtsverluste durch Wasserabgabe in % pro Monat*

| | Boskoop | Jonathan |
|---|---|---|
| HK 4-11° 77 % rel.F. | 3,7 | 3,1 |
| 4° 90 % rel.F. | 1,8 | 1,6 |
| 0° 90 % rel.F. | 1,6 | 1,4 |
| 4° 96 % rel.F. veränderte Atmosphäre | 0,5 | 0,4 |

Ein quantitativ gutes Lagerungsergebnis ist indessen nicht allein entscheidend für den Lagerungserfolg. Das Aussehen der Ware und die harmonische Ausbildung der geschmacklichen Eigenschaften müssen ebenfalls bewertet werden. Die Früchte aus dem Hauskeller hatten um Mitte Januar ihre Marktfähig-

keit infolge Schrumpfung der Haut weitgehend verloren. Dagegen blieben dieselben in der Gewürz- und Aaromaentwicklung unerreicht im Vergleich zu anders gelagerten Früchten.

Die bei tiefen Temperaturen oder bei veränderter $CO_2$-Atmosphäre gelagerten Früchte mussten einer Nachreifebehandlung unterzogen werden. Eine Nachlagerung für die Dauer von 1—2 Wochen bei $+7^0$ C erwies sich als zweckmässig. Dies zur Förderung der Aufhellung der Grundfarbe und einer besseren Entwicklung des sortentypischen Apfelgewürzes.

Es sind überdies Hinweise vorhanden, dass eine sehr hohe Luftfeuchtigkeit im Lager mit eher schwächerer Aromaentwicklung der Früchte parallel geht.

## 2. Die Veränderungen im Zuckergehalt

Für die Zucker- und Säureuntersuchungen wurden die Früchte am Tag der Probeentnahme auf $-21^0$ C tiefgekühlt und später analysiert. Die Zuckerbestimmungen erfolgten nach den im Schweizerischen Lebensmittelbuch festgelegten Methoden *).

Aus den Tabellen 2 und 3 ist zu entnehmen, dass bei beiden Sorten mit fortschreitender Lagerzeit ein Abfall im Saccharosegehalt und ein Anstieg der reduzierenden Zucker Glucose und Fructose festgestellt wurde. Kleineren Ueberschneidungen der Werte bei den verschiedenen Lagerungsbedingungen darf nicht zu grosse Bedeutung beigemessen werden. Bei der Aufstellung von vergleichenden Zuckerbilanzen hat man auch die unterschiedlichen Gewichtsverluste durch Wasserabgabe (Tabelle 1) in Rechnung zu ziehen.

*Boskoop*

Der vorerst leichte Anstieg des Saccharosegehaltes in den bei $4^0$ gelagerten Boskoop kann nicht allein durch die Konzentrierung der Inhaltsstoffe infolge Wasserverlust erklärt werden. Die Zuckerzunahme dürfte z.T. von der Umwandlung der restlichen Stärke in Zucker herrühren. Dieser Vorgang wie auch die Invertierung der Saccharose sind temperaturabhängig. Daneben sind die ebenfalls temperaturgesteuerten Verluste in der Zuckerbilanz durch Zuckerveratmung und Zuckerumbau in andere Stoffe in Betracht zu ziehen. Je nach den Lagerungsbedingungen scheinen diese Vorgänge verschieden zu verlaufen.

Der Gehalt an Saccharose war bei $0^0$ vorerst tiefer als bei $4^0$. Die Zunahme von Glucose erfolgte bis am 4. 2. bei $0^0$ langsamer als bei $4^0$. Späterhin verhält es sich umgekehrt. Es bleibt noch abzuklären, ob hier ein Zusammenhang mit dem pathologischen Stoffwechsel (Fleischbräune!) besteht. Die Zunahme von

*) Die Zucker- und Säurebestimmungen wurden durch die Herren F. Hauser und A. Nyfeler im chemischen Laboratorium von Dr. H. Rentschler durchgeführt, wofür der beste Dank ausgesprochen sei.

*Tabelle 2* *Zucker- und Säuregehalte sowie pH-Werte in Boskoop*

| Lager | Analysen-datum | Invert-zucker | Gesamt-zucker | Saccharose | | Glucose | | Fructose | | pH | Gesamt-säure |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | g/l | g/l | g/l | % | g/l | % | g/l | % | | g/l |
| | 20.10.56 | 67,4 | 121,5 | 51,4 | 100 | 16,9 | 100 | 50,5 | 100 | 3,19 | 9,4 |
| HK | 4.12.56 | 82,1 | 129,2 | 44,8 | 87 | 28,6 | 169 | 53,5 | 109 | 3,32 | 8,6 |
| 4° | | 75,4 | 133,2 | 54,9 | 107 | 21,3 | 126 | 54,1 | 107 | 3,20 | 9,8 |
| 0° | | 70,5 | 122,2 | 49,1 | 95 | 18,2 | 107 | 52,3 | 103 | 3,23 | 9,7 |
| $CO_2$, 4° | | 71.7 | 120,9 | 46,8 | 91 | 21,0 | 124 | 50,7 | 100 | 3,28 | 8,6 |
| HK | 3.1.57 | 95,7 | 129,8 | 32,4 | 63 | 30,9 | 183 | 55,6 | 128 | 3,40 | 6,9 |
| 4° | | 78,4 | 127.1 | 46,3 | 90 | 22,8 | 135 | 64,8 | 110 | 3,33 | 7,9 |
| 0° | | 72,4 | 122,9 | 48,0 | 93 | 20.3 | 120 | 52,1 | 103 | 3,28 | 8,8 |
| $CO_2$, 4° | | 84.5 | 118,5 | 32.3 | 63 | 26,6 | 157 | 57,9 | 114 | 3,25 | 8,2 |
| HK | 4.2.57 | 92,3 | 138,0 | 43,4 | 84 | 25,0 | 148 | 67,3 | 133 | 3,40 | 7,5 |
| 4° | | 79,7 | 118,1 | 36,5 | 71 | 22,6 | 133 | 57,1 | 113 | 3,32 | 8,1 |
| 0° | | 76,8 | 100,8 | 22,8 | 44 | 26,7 | 157 | 51,8 | 102 | 3,33 | 8,4 |
| $CO_2$, 4° | | 84,8 | 120,3 | 33,7 | 65 | 25,0 | 158 | 58,1 | 115 | 3,32 | 7,9 |
| HK | 18.3.57 | 100,7 | 131,7 | 29,5 | 57 | 32,7 | 193 | 68,0 | 134 | 3,92 | 5,2 |
| 4° | | 90,0 | 128,5 | 36,6 | 71 | 28,6 | 169 | 61,4 | 121 | 3,78 | 6,0 |
| 0° | | 73,0 | 100,3 | 25,9 | 50 | 22,8 | 135 | 50,2 | 99 | 3,50 | 6,4 |
| $CO_2$, 4° | | 87,7 | 108,0 | 19,3 | 37 | 29,8 | 176 | 57,9 | 114 | 3,39 | 6,9 |
| 4° | 13.5.57 | 89,3 | 112,7 | 22,2 | 43 | 31,0 | 183 | 58,3 | 115 | 3,87 | 4,7 |
| $CO_2$, 4° | | 93,5 | 119,0 | 24,2 | 47 | 29,8 | 176 | 63,7 | 126 | 3,44 | 5,8 |

*Tabelle 3* *Zucker- und Säuregehalte sowie pH-Werte in Jonathan*

| Lager | Analysen-datum | Invert-zucker | Gesamt-zucker | Saccharose | | Glucose | | Fructose | | pH | Gesamt-säure |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | g/l | g/l | g/l | % | g/l | % | g/l | % | | g/l |
| | 20.10.56 | 75,8 | 97,5 | 20,6 | 100 | 20,1 | 100 | 55,7 | 100 | 3,31 | 7,6 |
| HK | 4.12.56 | 93,4 | 108,2 | 14,1 | 68 | 25,1 | 125 | 68,3 | 122 | 3,43 | 5,5 |
| 4° | | 86,5 | 108,0 | 20,4 | 99 | 23,9 | 119 | 62,6 | 112 | 3,39 | 6,1 |
| 0° | | 88,6 | 106,3 | 16,8 | 81 | 24,5 | 122 | 64,1 | 115 | 3,42 | 5,9 |
| $CO_2$, 4° | | 92,3 | 108,4 | 15,3 | 74 | 25,4 | 126 | 66,9 | 120 | 3,32 | 6,8 |
| HK | 3.1.57 | 96,5 | 109,2 | 12,1 | 58 | 25,2 | 125 | 71,3 | 128 | 3,60 | 5,0 |
| 4° | | 86,6 | 102,5 | 15,1 | 73 | 23,8 | 118 | 62,8 | 112 | 3,47 | 5,9 |
| 0° | | 86,7 | 101,9 | 14,4 | 70 | 24,4 | 121 | 62,3 | 112 | 3,45 | 5,9 |
| $CO_2$, 4° | | 94,0 | 107,4 | 12,7 | 61 | 27,8 | 138 | 66,2 | 119 | 3,43 | 6,2 |
| HK | 4.2.57 | 102,2 | 115,2 | 12,3 | 60 | 26,8 | 133 | 75,4 | 135 | 3,70 | 4,7 |
| 4° | | 94,2 | 105,2 | 10,5 | 50 | 27,1 | 135 | 67,1 | 120 | 3,45 | 5,5 |
| 0° | | 97,2 | 113,0 | 15,0 | 73 | 27,3 | 136 | 69,9 | 125 | 3,43 | 4,6 |
| $CO_2$, 4° | | 99,0 | 106,8 | 7,4 | 36 | 28,7 | 142 | 70,3 | 126 | 3,37 | 5,8 |
| HK | 18.3.57 | 92,6 | 99,5 | 6,5 | 31 | 23,8 | 118 | 68,8 | 123 | 3,72 | 3,8 |
| 4° | | 93,4 | 105,8 | 11,8 | 57 | 25,6 | 127 | 67,8 | 121 | 3,47 | 4,9 |
| 0° | | 91,0 | 98,4 | 7,0 | 33 | 24,9 | 124 | 60,1 | 108 | 3,52 | 4,6 |
| $CO_2$, 4° | | 89,8 | 96,7 | 6,5 | 31 | 27,2 | 130 | 62,6 | 112 | 3,43 | 5,4 |
| 4° | 13.5.57 | 89,8 | 96,5 | 6,3 | 30 | 24,8 | 123 | 65,0 | 116 | 3,68 | 3,7 |
| 0° | | 94,6 | 111,5 | 16,0 | 77 | 25,8 | 128 | 68,8 | 123 | 3,62 | 4,3 |
| $CO_2$, 4° | | 94,0 | 99,7 | 5,4 | 26 | 25,6 | 127 | 68,4 | 122 | 3,60 | 4,0 |

Fructose erfolgte bei $0^0$ in absoluten Werten langsamer als bei $4^0$, in prozentualen Werten bei $0^0$ jedoch vorübergehend schneller als bei höherer Temperatur.

Eine besonders deutliche Abweichung ist beim Saccharosegehalt im $4^0$-Lager mit veränderter Atmosphäre festzustellen. Erhöhte $CO_2$-Gehalte haben die Saccharose-Invertierung beschleunigt.

*Jonathan*

Der Abbau der Saccharose erfolgte im $0^0$-Lager schneller als im $4^0$-Lager. Dementsprechend zeigte sich bei $0^0$ vorerst eine beschleunigte Zunahme von Glucose und Fructose. Die Früchte aus dem $4^0$-Lager mit erhöhtem $CO_2$-Gehalt wiesen eine stark beschleunigte Saccharoseabnahme und entsprechende Zunahmen an Glucose und Fructose auf.

## 3. Die Veränderungen im Säuregehalt

Die Säuregehalte sind durch Titration mit $\frac{n}{10}$ NaOH bestimmt worden unter Umrechnung auf Apfelsäure.

Mit zunehmender Lagerzeit war ein allgemeiner Rückgang an titrierbarer Säure festzustellen. Was den Einfluss verschiedener Lagertemperaturen anbetrifft, so ergab sich bei Boskoop ein umso geringerer Säureverlust, je tiefer die Lagertemperatur war. Dagegen zeigte das $0^0$-Muster der Sorte Jonathan einen schnelleren Säureverlust als der $4^0$-Posten.

In der $CO_2$-angereicherten Atmosphäre blieb bei Jonathan der Wert für die titrierbare Säure während längerer Zeit recht hoch. Boskoop in $CO_2$-angereicherter Luft wies dagegen in der ersten Lagerperiode einen starken Säurefall auf. Die später entnommenen Proben wiesen dann wieder mehr titrierbare Säure auf als die entsprechende Kontrolle im $4^0$-Kühllager.

## *Zusammenfassung*

Aepfel der Sorten Boskoop und Jonathan wurden unter verschiedenen Lagerungsbedingungen aufbewahrt, um einige mit fortschreitender Lagerzeit feststellbare Veränderungen zu verfolgen.

1. Die Lagerung im Hauskeller, im $4^0$-Kühllager und im $4^0$-Lager mit erhöhtem $CO_2$-Gehalt, ergab für beide Sorten in dieser Reihenfolge eine Verspätung der Genussreife, verlängerte Lagerzeit und bessere Auslagerungsergebnisse.
2. Die Aufbewahrung der Sorte Boskoop bei $0^0$ C hatte starken Befall an Kältefleischbräune zur Folge. Jonathan blieb bei $0^0$ frei von Fleischbräune. Das Auslagerungsergebnis war aber trotzdem schlechter als im $4^0$-Raum.
3. Bei an sich nur leichter Verminderung des Gesamtzuckergehaltes waren unter den verschiedenen Lagerungsbedingungen recht beträchtliche Unterschiede im Saccharoseverlust sowie der Glucose- und Fructosezunahme zu verzeichnen. Die Lagerung

der Früchte beider Sorten bei + 4° führte zu einer Verzögerung der Zucker-Invertierung im Vergleich zu den im Hauskeller gelagerten. Die Sorte Jonathan zeigte im 0°-Lager gegenüber dem 4°-Lager eine beschleunigte Invertierung. Boskoop wies bei 0° unterschiedliche Invertierungs-Werte auf, was im Zusammenhang mit dem Auftreten von Fleischbräune stehen dürfte. Erhöhte $CO_2$-Gehalte im Lagerraum haben in beiden Sorten die Invertierung beschleunigt.

4. Das Ausmass des Rückganges an titrierbarer Säure entsprach zum Teil der verschiedenen Lagertemperatur, indem tiefere Temperaturen verzögernd auf den Säureabbau einzuwirken vermochten. Doch war in den bei 0° C gelagerten Jonathan-Aepfeln ein stärkerer Säureabbau festzustellen als in Vergleichsfrüchten bei 4° C.
   Die erhöhten $CO_2$-Gehalte haben in Jonathan den Säurerückgang verzögert. In Boskoop wurde zu Beginn der Lagerzeit das Gegenteil festgestellt. Trotzdem wiesen diese in $CO_2$ aufbewahrten Boskoop-Aepfel gegen das Ende der Lagerzeit leicht höhere Säuregehalte auf als die vergleichbaren Kontrollfrüchte im 4°-Kühllager.

*Résumé*

voir à la fin de la 3e communication

*Summary*

at the end of the 3rd part

II. Mitteilung

# Das Verhalten der Vitamine des B-Komplexes während der Lagerung

Von *U. Kocher*

(Aus dem Mikrobiologischen Laboratorium, Weissensteinstrasse 53, Bern)

Die Technik der Lagerung, ihre Bedingungen und die Probeentnahmen der Muster wurden in der vorangehenden Mitteilung I bereits beschrieben. Die Probeentnahme der Aepfelmuster geschah gleichzeitig mit derjenigen für die Ascorbinsäurebestimmungen. Die Aepfel wurden in Holzwolle einzeln verpackt und geschützt gegen Frost per Bahnexpress ins Mikrobiologische Laboratorium versandt. Spätestens nach 24 Stunden erfolgte die Extraktion der einzelnen Vitamine. Die Extrakte wurden bis zur Bestimmung höchstens 14 Tage im Kühlschrank aufbewahrt. Während der kurzen Zeit von der Musterentnahme bis zur Extraktion ist kaum mit einer merklichen Veränderung des Vitamingehaltes zu rechnen.

Die Analysen (Extraktion der Vitamine) wurden an folgenden Daten durchgeführt:

| | | |
|---|---|---|
| Muster 1 | 23. 10. 1956 | direkt nach der Ernte |
| Muster 2 | 4. 12. 1956 | nach 42 Tagen |
| Muster 3 | 4. 2. 1957 | nach 104 Tagen |
| Muster 4 | 19. 3. 1957 | nach 147 Tagen |
| Muster 5 | 14. 5. 1957 | nach 203 Tagen |

Je nach dem Zustand der Aepfel wurden die Vitaminprüfungen nach 147 bzw. nach 203 Tagen abgeschlossen.

## Methodik der Vitaminbestimmung

### *1. Extraktion der Vitamine*

Die Aepfel wurden von Hand zerschnitten, vom Stiel, Kernhaus und Butzen befreit und die Apfelschnitze samt Haut im Zerkleinerungsapparat (Turmix) bis zur homogenen Masse zerkleinert. Anschliessend wurden die Vitamine durch chemische bzw. enzymatische Methoden, wie sie von *Barton-Wright* [1]) für die Vitaminbestimmungen in Lebensmitteln beschrieben wurden, aus dem Apfelbrei extrahiert.

### *2. Mikrobiologische Vitaminbestimmungen*

Mit Ausnahme des Aneurins wurden die untersuchten Vitamine nach der von *Barton-Wright* [1]) angegebenen mikrobiologischen Technik bestimmt. Die Prüfung von Aneurin erfolgte mit dem Phycomyces-Test. Für die Prüfungen verwendeten wir folgende Mikroorganismen:

| | |
|---|---|
| *Aneurin* | Phycomyces blakesleanus |
| *Lactoflavin* | Sc. faecalis 1091 |
| *Nicotinsäure* | Sc. faecalis 1091 |
| *Folsäure* | Sc. faecalis 1091 |
| *Pantothensäure* | Lb. arabinosus 17–5 |
| *Biotin* | Lb. arabinosus 17–5 |
| *Cholin* | Neurospora crassa 9277 |
| *Adermin* | Neurospora sitophila M 299 |
| $B_{12}$ | Lb. leichmannii 1428 |

*Literatur*

[1]) «The Microbiological Assay of the Vitamin B-Complex and Amino Acids» by E. C. Barton-Wright, London, 1952

## Resultate

Im ersten Versuch, welcher mit den frisch geernteten Aepfeln durchgeführt wurde, konnten wir feststellen, dass die Vitamine Aneurin, Lactoflavin, Nicotinsäure, Pantothensäure, Biotin und Cholin in deutlichen Mengen, Adermin, Folsäure und $B_{12}$ jedoch nur in geringen Spuren vorhanden sind. Auf die Bestimmung der letzten drei Vitamine wurde deshalb während des Lagerversuchs verzichtet.

In den Tabellen 1 und 2 sind die Resultate aller Analysen zusammengestellt. Die Kolonnen für die einzelnen Vitamine sind unterteilt. In der ersten Hälfte ist jeweils der absolute Vitamingehalt in $\gamma$/g angegeben. Die zweite Kolonnenhälfte enthält den errechneten Prozentgehalt des Vitamins, bezogen auf den Ausgangswert, welcher als 100 % eingesetzt wurde (direkt nach der Ernte).

Die Veränderungen der Vitamingehalte unter den verschiedenen Lagerbedingungen wurden auf Grund der Resultate in Tabelle 1 und 2 graphisch dargestellt. Abbildungen 1—6 enthalten die absoluten Vitaminwerte, Abbildungen 7—14 die prozentualen Zuwachswerte der Vitamine, bezogen auf den Ausgangswert von 100 %.

Aus den graphischen Darstellungen geht hervor, dass von den untersuchten Vitaminen hauptsächlich Lactoflavin und Cholin im Laufe der Lagerung deutliche Gehaltsveränderungen durchmachen.

Unter allen Lagerbedingungen steigt der Cholingehalt nach der Ernte vorerst stark an und fällt nach der Reife wieder ab. Bei der $CO_2$-Lagerung ist dieser Zuwachs an Cholin jedoch geringer als unter andern Lagerbedingungen. Beim Boskoop erreicht der Cholingehalt bei $CO_2$-Lagerung nur 284 % des Ausgangswertes gegenüber 292—308 %, beim Jonathan sogar nur 257 % gegenüber 310—314 %.

Aehnlich wie Cholin verhält sich Lactoflavin, welches ebenfalls im Laufe der Lagerung vorerst einen Anstieg verzeichnet und später wieder zurückfällt. Dieser $B_2$-Zuwachs ist besonders deutlich beim Boskoop unter $0^0$-Lagerbedingung. Dies steht wohl im Zusammenhang damit, dass der Stoffwechsel der Boskoopäpfel während dem Reifeprozess bei $0^0$ nicht normal vor sich gehen kann. Dabei kommt es zu einer Speicherung unverbrauchten Vitamins. Ohne dass die Aepfel richtig ausreifen, werden sie durch das Auftreten von Fleischbräune unbrauchbar gemacht.

Interessant ist die Tatsache, dass die $CO_2$-Lagerung sich auch auf den Biotin- und den PP-Gehalt der Aepfel auswirkt. Wir finden bei der Lagerung in gasdichten Zellen praktisch während der ganzen Versuchsdauer mehr Biotin, bzw. weniger Vitamin PP als unter den andern Lagerbedingungen.

*Tabelle 1*

*Jonathan*

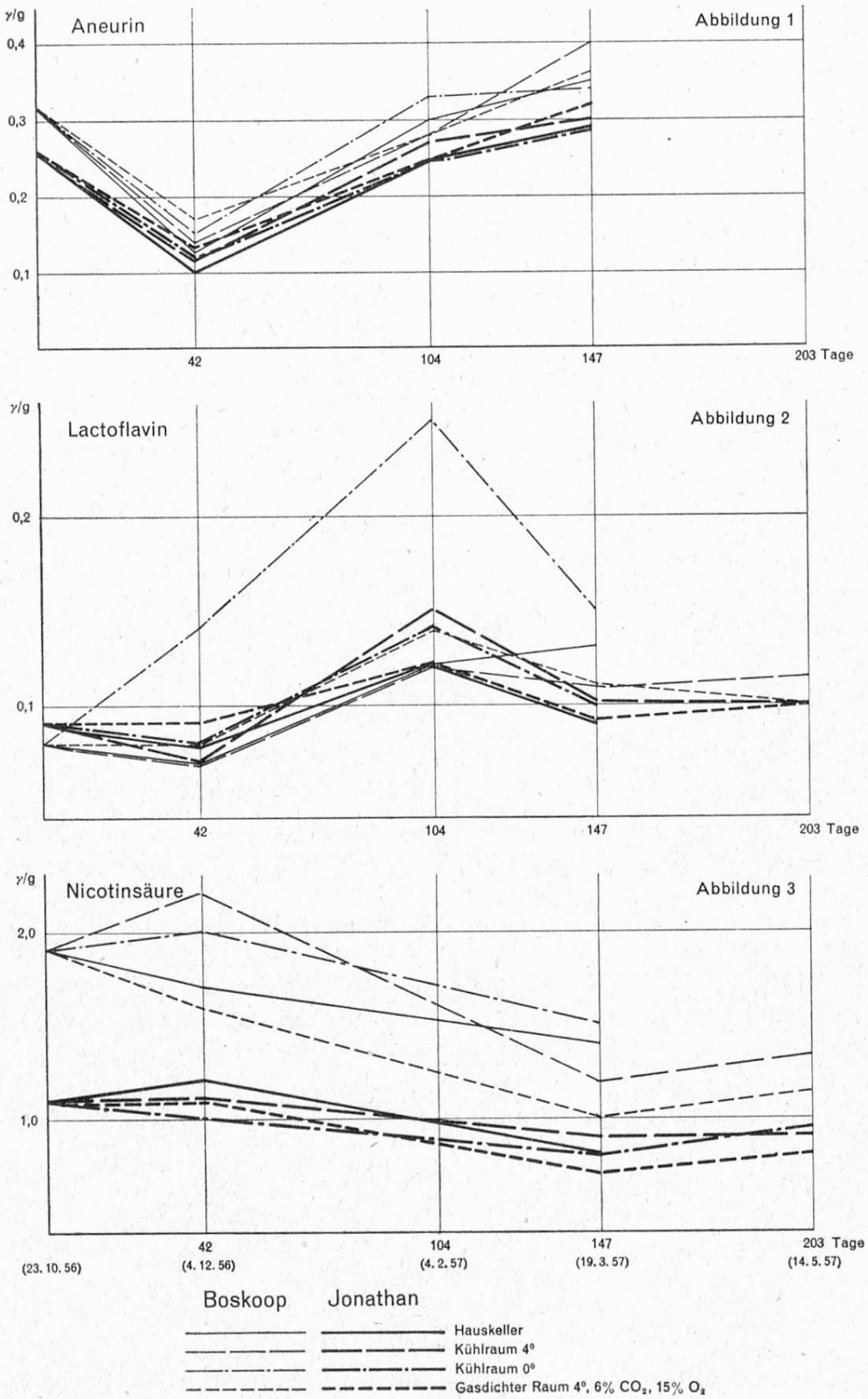
| Ausgangswert | B 1 | | B 2 | | PP | | Biotin | | Cholin | | Pantothensäure | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | γ/g | % | γ/g | % | γ/g | % | γ/g | % | γ/g | % | γ/g | % |
| | 0,26 | 100 | 0,09 | 100 | 1,1 | 100 | 0,0086 | 100 | 21 | 100 | 0,8 | 100 |
| *Hauskeller (HK)* | | | | | | | | | | | | |
| nach 42 Tagen | 0,1 | 38 | 0,08 | 89 | 1,2 | 109 | 0,007 | 82 | 49 | 233 | 0,75 | 94 |
| nach 104 Tagen | 0,25 | 96 | 0,12 | 133 | — | — | 0,0065 | 76 | 65 | 310 | 0.84 | 105 |
| nach 147 Tagen | 0 29 | 106 | 0,09 | 100 | 0,8 | 73 | 0'0060 | 70 | 40 | 191 | 0,86 | 107 |
| nach 203 Tagen | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Kühlraum 4°* | | | | | | | | | | | | |
| nach 42 Tagen | 0,12 | 46 | 0,07 | 78 | 1,1 | 100 | 0,0066 | 77 | 47 | 223 | 0,78 | 98 |
| nach 104 Tagen | 0,27 | 102 | 0,15 | 167 | — | — | 0,0069 | 80 | 65 | 310 | 0,84 | 105 |
| nach 147 Tagen | 0,30 | 109 | 0,1 | 111 | 0,9 | 82 | 0,0060 | 70 | 60 | 286 | 0,82 | 103 |
| nach 203 Tagen | — | — | 0,10 | 111 | 0,91 | 83 | 0,0090 | 102 | 47 | 223 | — | — |
| *Kühlraum 0°* | | | | | | | | | | | | |
| nach 42 Tagen | 0,12 | 46 | 0,08 | 89 | 1 | 91 | 0,0062 | 72 | 42 | 200 | 0,75 | 94 |
| nach 104 Tagen | 0,25 | 96 | 0,14 | 156 | — | — | 0,0065 | 76 | 52 | 247 | 0,90 | 113 |
| nach 147 Tagen | 0,29 | 106 | 0,10 | 111 | 0,8 | 73 | 0,0063 | 73 | 66 | 314 | 0,98 | 123 |
| nach 203 Tagen | — | — | 0,115 | 128 | 0,95 | 86 | 0,0086 | 100 | 34 | 162 | — | — |
| *Gasdichter Raum 4°, 6 % $CO_2$, 15 % $O_2$* | | | | | | | | | | | | |
| nach 42 Tagen | 0,13 | 50 | 0,09 | 100 | 1,1 | 100 | 0,0072 | 84 | 48 | 228 | 0,75 | 94 |
| nach 104 Tagen | 0,25 | 96 | 0,12 | 133 | — | — | 0,0069 | 80 | 54 | 257 | 0,84 | 105 |
| nach 147 Tagen | 0,32 | 122 | 0,09 | 100 | 0,7 | 64 | 0,0070 | 81 | 52 | 247 | 0,78 | 98 |
| nach 203 Tagen | — | — | 0,10 | 111 | 0,81 | 74 | 0,0080 | 93 | 35 | 166 | — | — |

*Tabelle 2*

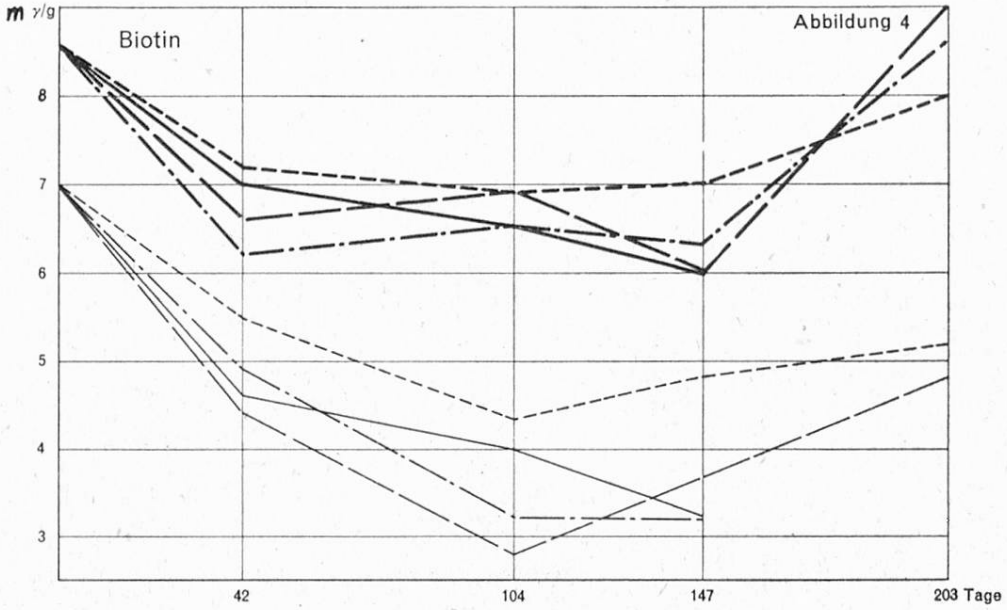
*Boskoop*

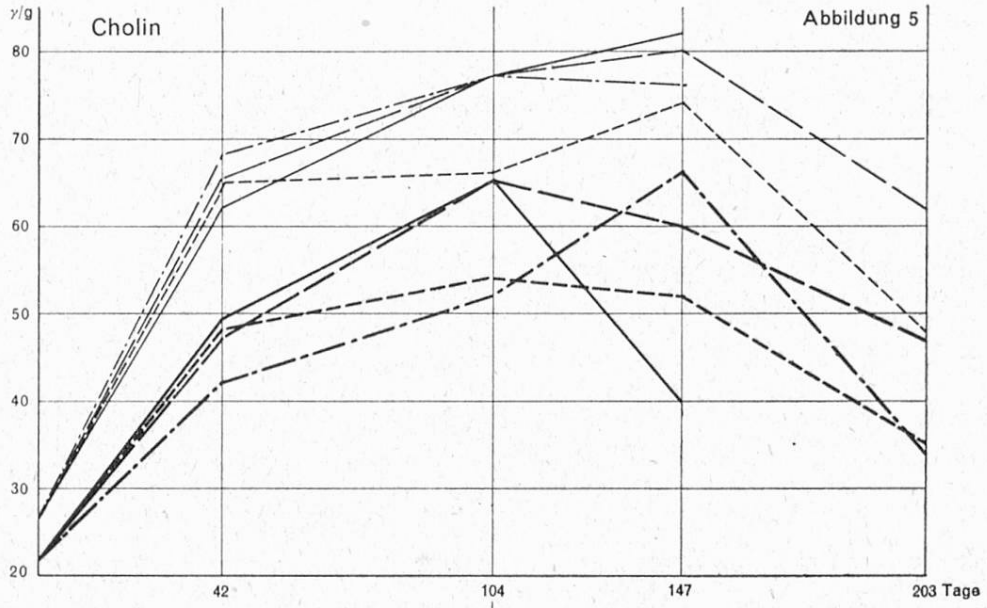
| Ausgangswert | B 1 | | B 2 | | PP | | Biotin | | Cholin | | Pantothensäure | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | γ/g | % | γ/g | % | γ/g | % | γ/g | % | γ/g | % | γ/g | % |
| | 0,32 | 100 | 0,08 | 100 | 1,9 | 100 | 0,007 | 100 | 26 | 100 | 0,8 | 100 |
| *Hauskeller (HK)* | | | | | | | | | | | | |
| nach 42 Tagen | 0,13 | 42 | 0,07 | 88 | 1,7 | 89 | 0,0046 | 66 | 62 | 238 | 0,62 | 78 |
| nach 104 Tagen | 0,3 | 94 | 0,12 | 150 | — | — | 0,0040 | 57 | 77 | 292 | 0,75 | 94 |
| nach 147 Tagen | 0,35 | 109 | 0,13 | 163 | 1,4 | 74 | 0,0032 | 46 | 82 | 304 | 0,92 | 115 |
| nach 203 Tagen | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Kühlraum 4°* | | | | | | | | | | | | |
| nach 42 Tagen | 0,14 | 44 | 0,07 | 88 | 2,2 | 115 | 0,0044 | 63 | 65 | 250 | 0,72 | 90 |
| nach 104 Tagen | 0,28 | 87,5 | 0,12 | 150 | — | — | 0,0028 | 40 | 77 | 292 | 0,68 | 85 |
| nach 147 Tagen | 0,4 | 122 | 0,11 | 137 | 1,2 | 63 | 0,0036 | 52 | 80 | 308 | 0,70 | 88 |
| nach 203 Tagen | — | — | 0,115 | 144 | 1,34 | 71 | 0,0048 | 69 | 62 | 238 | — | — |
| *Kühlraum 0°* | | | | | | | | | | | | |
| nach 42 Tagen | 0,15 | 47 | 0,14 | 175 | 2 | 103 | 0,0049 | 70 | 68 | 262 | 0,72 | 90 |
| nach 104 Tagen | 0,33 | 102 | 0,25 | 313 | — | — | 0,0032 | 46 | 77 | 292 | 0,80 | 100 |
| nach 147 Tagen | 0,34 | 105 | 0,15 | 184 | 1,5 | 79 | 0,0032 | 46 | 76 | 290 | 0,78 | 98 |
| nach 203 Tagen | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| *Gasdichter Raum 4°, 3 % $CO_2$, 3 % $O_2$* | | | | | | | | | | | | |
| nach 42 Tagen | 0,17 | 53,1 | 0,008 | 100 | 1,6 | 84,2 | 0,0055 | 78,6 | 65 | 250 | 0,70 | 87,8 |
| nach 104 Tagen | 0,28 | 87,5 | 0,14 | 175 | — | — | 0,0043 | 61,4 | 66 | 253,8 | 0,64 | 80 |
| nach 147 Tagen | 0.36 | 112,5 | 0,11 | 137,5 | 1,0 | 52,6 | 0,0048 | 68,6 | 74 | 284,6 | 0,63 | 78,8 |
| nach 203 Tagen | — | — | 0,1 | 125 | 1,15 | 60,5 | 0,0052 | 74,3 | 48 | 184,6 | — | — |

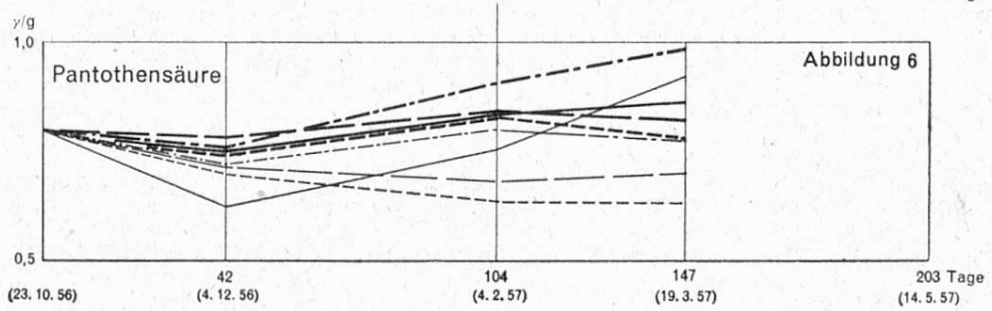
## Vitamingehalt in Boskoop- und Jonathanäpfeln bei verschiedener Lagerung Winter 1956/57



## Vitamingehalt in Boskoop- und Jonathanäpfeln bei verschiedener Lagerung Winter 1956/57



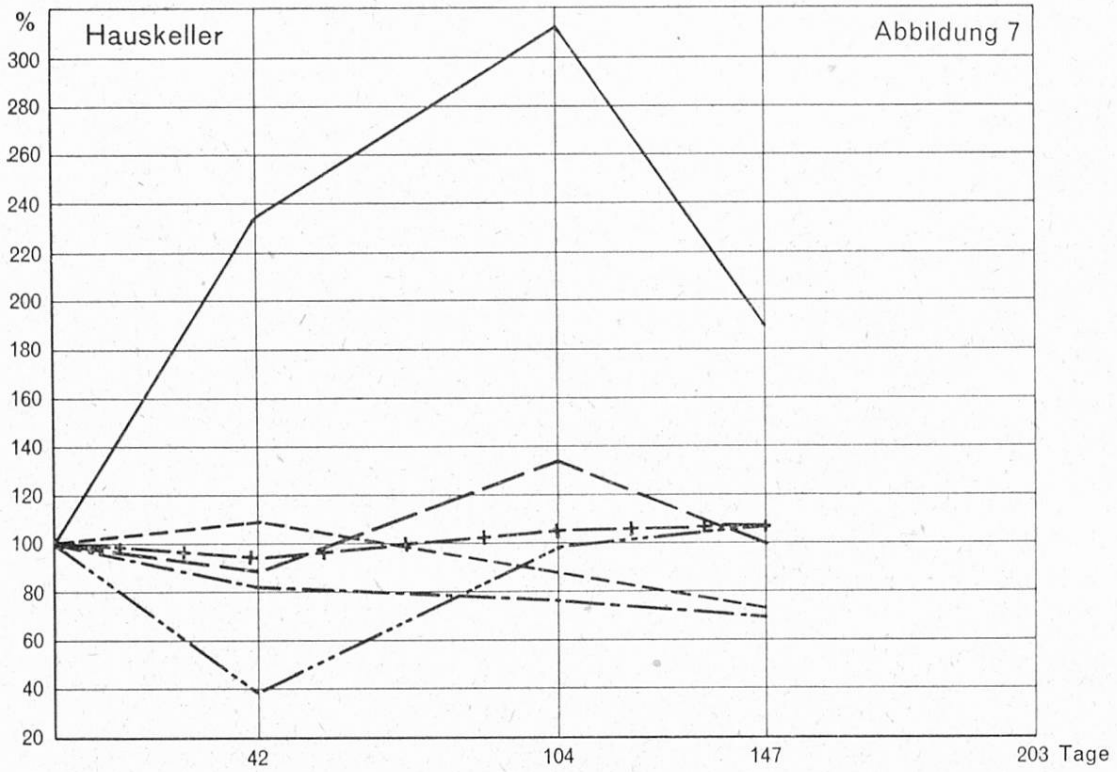



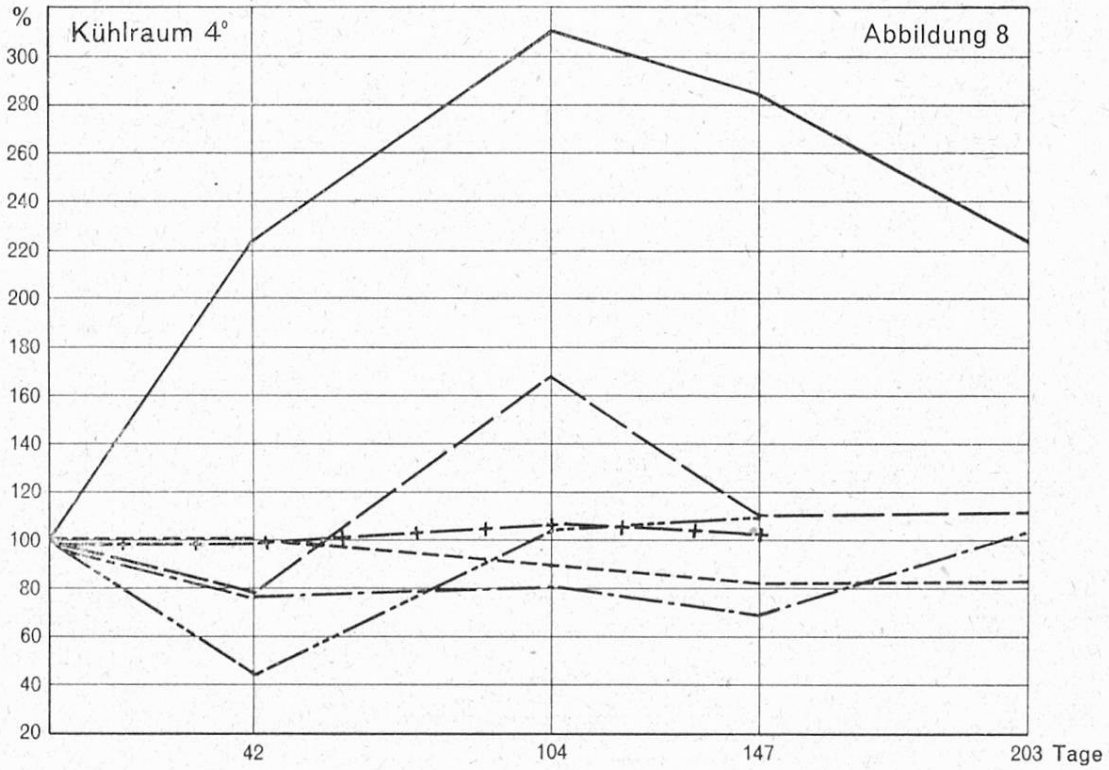



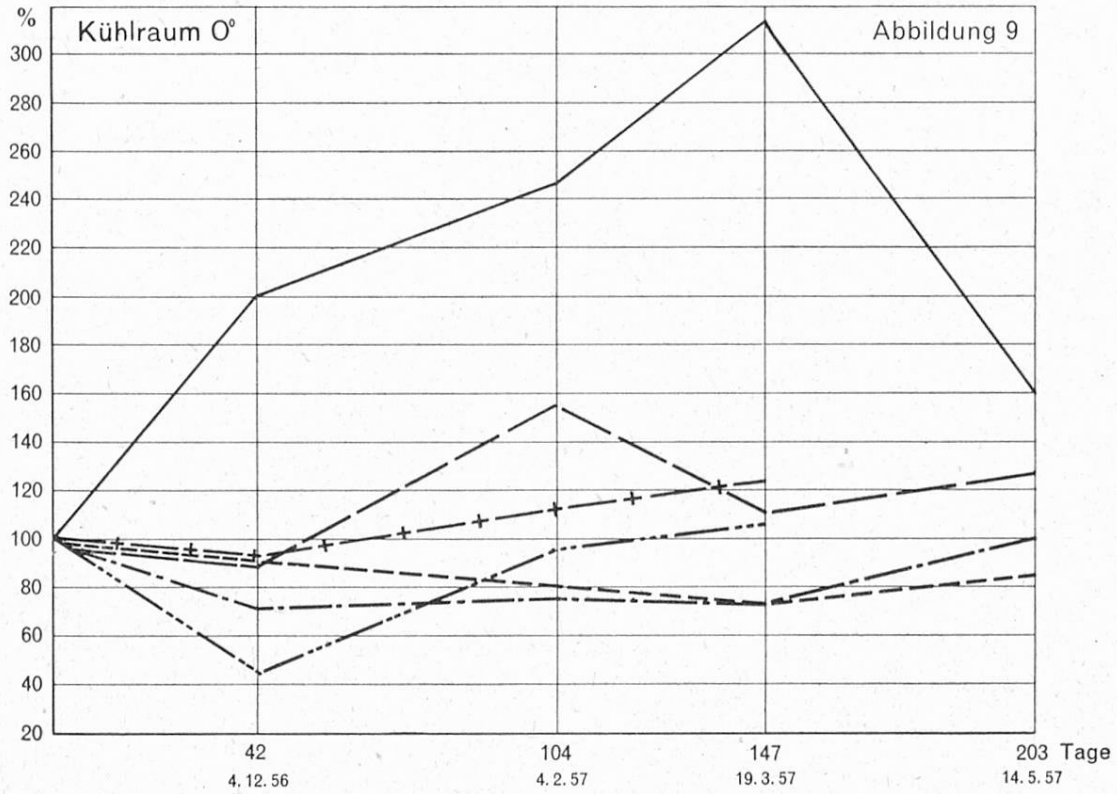

Boskoop Jonathan

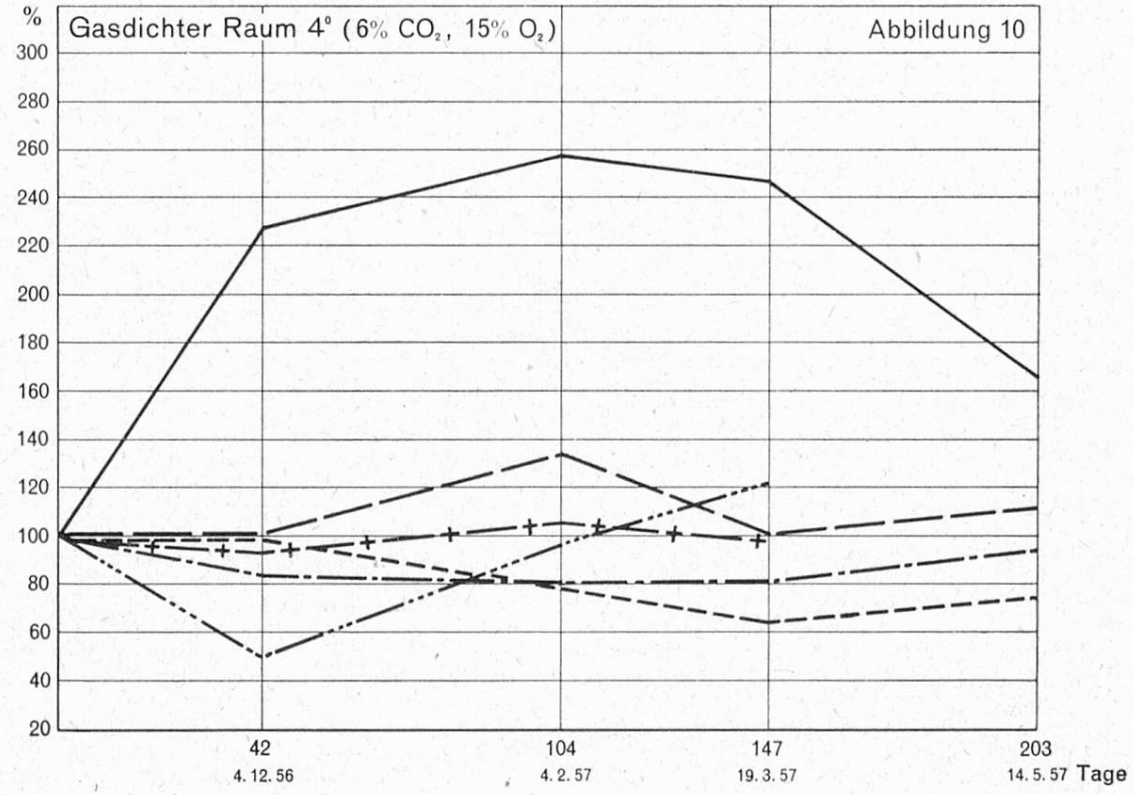
Hauskeller
Kühlraum 4°
Kühlraum 0°
Gasdichter Raum 4°, 6% $CO_2$, 15% $O_2$

**Veränderung der Vitamingehalte in % des Ausgangswertes (100%) bei verschiedener Lagerung in Jonathanäpfeln**

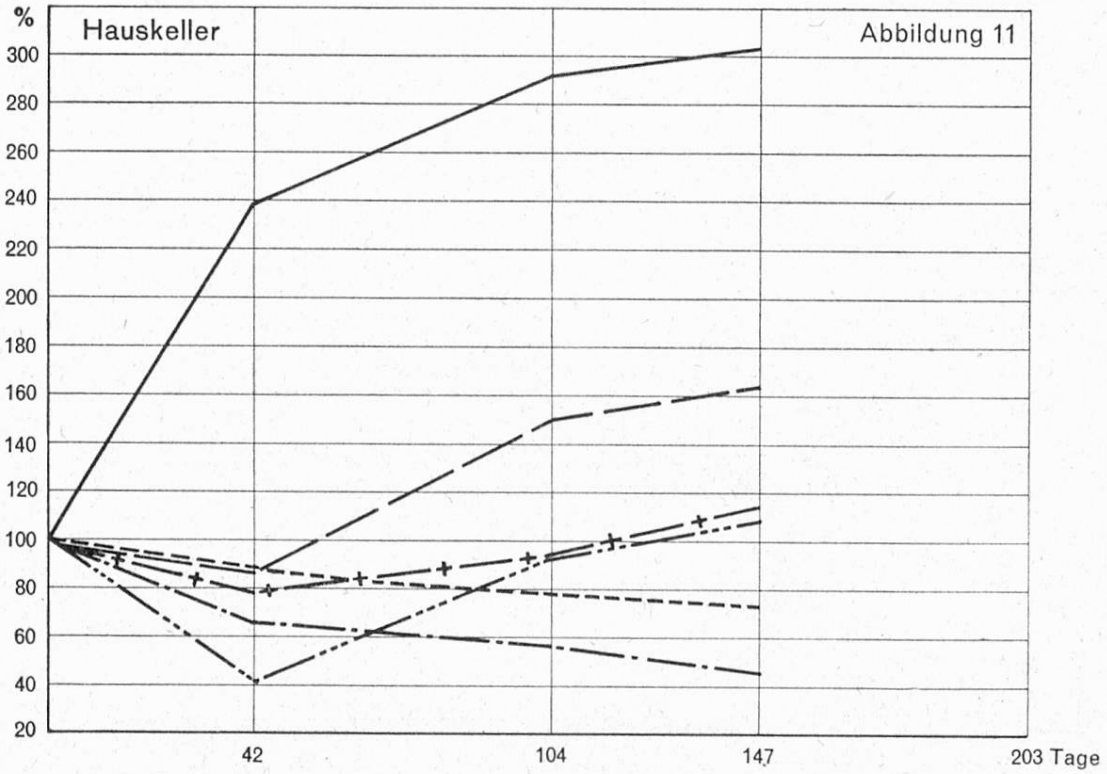


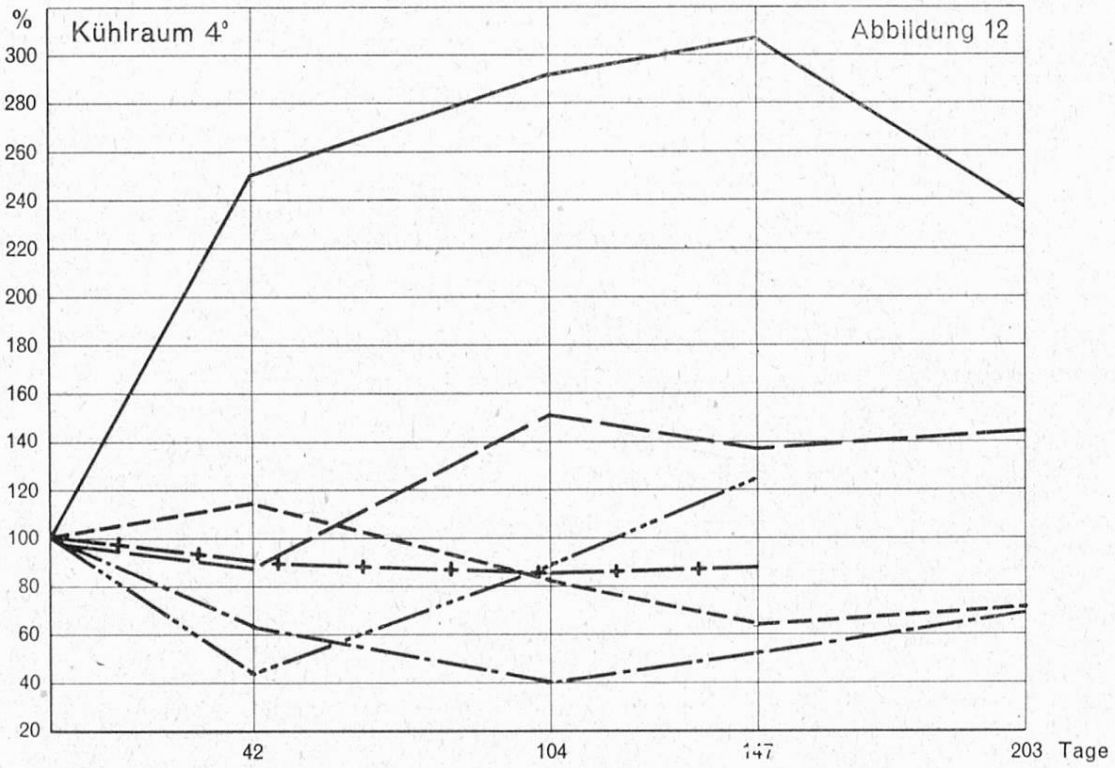



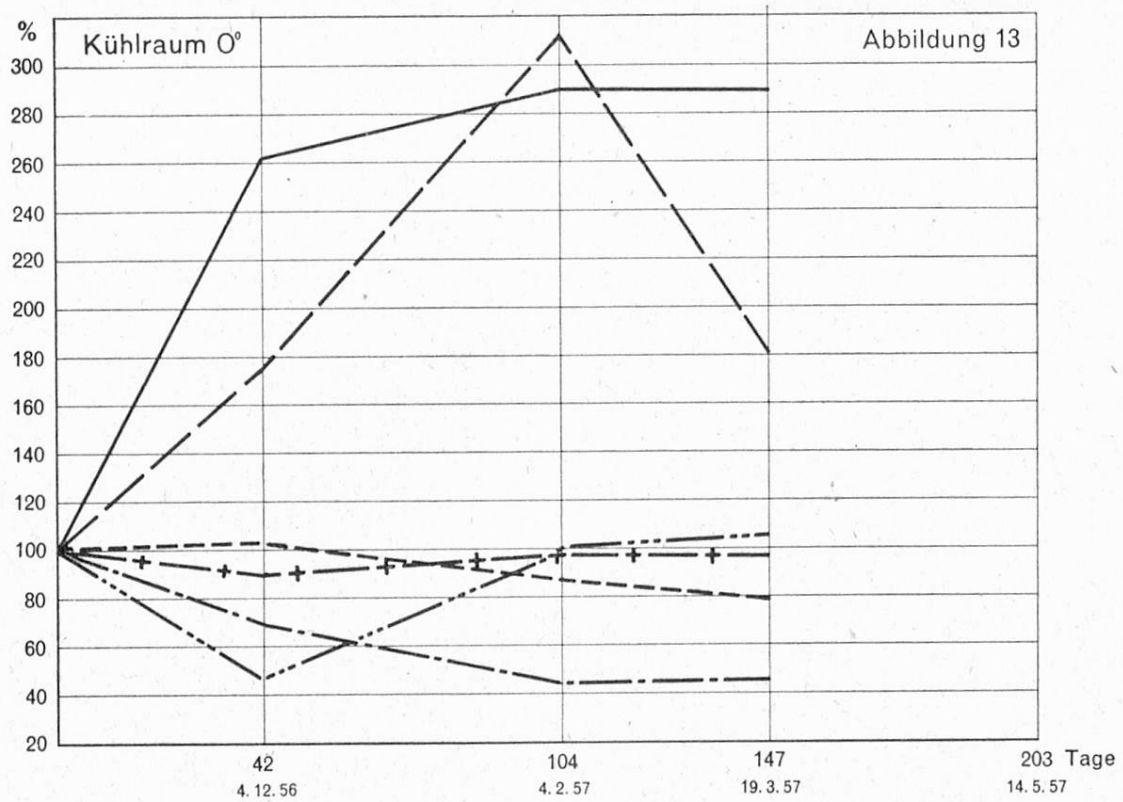

Kühlraum 0°
Abbildung 9
%
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
42
4. 12. 56
104
4. 2. 57
147
19. 3. 57
203 Tage
14. 5. 57

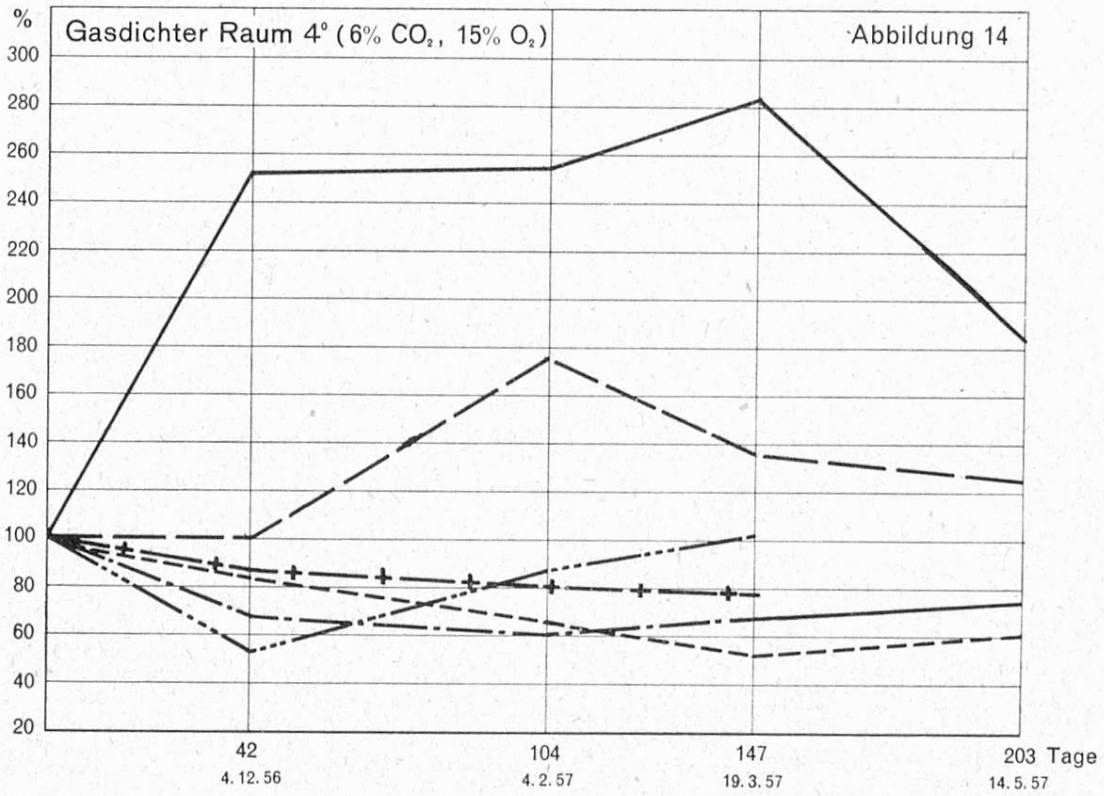

Gasdichter Raum 4° (6% $CO_2$, 15% $O_2$)
Abbildung 10
%
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
42
4. 12. 56
104
4. 2. 57
147
19. 3. 57
203
14. 5. 57 Tage
Aneurin
Lactoflavin
Nicotinsäure
Biotin
Cholin
Pantothensäure

**Veränderung der Vitamingehalte in % des Ausgangswertes (100 %) bei verschiedener Lagerung in Boskoopäpfeln**






Aneurin — Lactoflavin — Nicotinsäure

Biotin — Cholin — Pantothensäure

*Zusammenfassung*

An Boskoop- und Jonathan-Aepfeln wurde das Verhalten der Vitamine des B-Komplexes unter verschiedenen Lagerbedingungen mikrobiologisch untersucht (Hauskeller, 4°, konditionierte Atmosphäre bei 4° und 0°).

1. Auffallend waren vor allem das Verhalten von Cholin und Lactoflavin, welche während dem Reifeprozess der Aepfel stark anstiegen, um dann wieder rasch abzufallen. Bei beiden Apfelsorten, vor allem aber bei Jonathan, war der Cholinzuwachs bei der Lagerung in konditionierter Atmosphäre deutlich geringer als unter den andern Lagerbedingungen.
2. Der Lactoflavin-Zuwachs im Boskoop war besonders deutlich bei der 0°-Lagerung, wo offenbar der normale $B_2$-Verbrauch im Stoffwechsel und die Zerstörung des Vitamins stark gehemmt sind.

*Résumé*

voir à la fin de la 3e communication

*Summary*

at the end of the 3rd part

III. Mitteilung

# Der Verlauf des Vitamin-C-Gehaltes während der Lagerung

Von *H. Gerber* und *A. Bussmann*

(Eidg. Versuchsanstalt Wädenswil)

Der Vitamin-C-Gehalt im Kernobst schwankt innerhalb recht weiter Grenzen. Je nach Sorte und Jahrgang finden wir Gehalte von 1 bis über 40 mg%. Die C-Gehalte der beiden untersuchten Obstsorten Boskoop und Jonathan liegen bei der Ernte ungefähr in der Mitte dieses Bereiches.

Im Folgenden wird unter der Bezeichnung Vitamin C (C) stets l-Ascorbinsäure (A) und deren erstes Oxydationsprodukt, die Dehydroascorbinsäure (D), die ebenfalls noch antiskorbutische Wirkung hat, verstanden (C = A+D).

## Aufarbeitung des Untersuchungsmaterials

Frühere Untersuchungen an Aepfeln hatten ergeben, dass der Vitamin-C-Gehalt von Frucht zu Frucht beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Das kann nicht verwundern, wenn man sich den grossen Einfluss einzelner Wachstumsbedingungen, z.B. der Besonnung und des Reifezustandes, vergegenwärtigt. Wir bemühten uns deshalb, aus der Vielzahl der eingelagerten Aepfel einen möglichst guten Durchschnitt zur Analyse heranzuziehen. Zu diesem Zweck wurden pro Probe 8—10 Stück wahllos entnommener Früchte durch die Mitte in 8 Teile geteilt und von jedem Teil ein kleiner Schnitz in ein mit $CO_2$ gefülltes Becherglas gelegt, bis total 100 g Material vorlag. Diese Aepfelstückchen wurden mit 300 ml ausgekochtem Wasser während 2 Minuten im Turmix auf Stufe $^1/_2$ zerkleinert unter gleichzeitiger $CO_2$-Spülung. Zur weiteren Verhinderung von Oxydationsverlusten wurden 1,5 g (entsprechend einer Endkonzentration von 0,3 %) Oxalsäure den Aepfelschnitzen zugefügt. Der resultierende Aepfelbrei, im Messkolben auf 500 ml aufgefüllt, wurde über Nacht bei $0^0$ aufbewahrt und anderntags filtriert. Die Filtrate analysierten wir innert 48 Stunden.

Zur chemischen Bestimmung des Vitamin C werden meistens die stark reduzierenden Eigenschaften dieser Verbindung herangezogen. Zu beachten ist dabei, dass die in wechselnden Mengen stets vorhandene, nicht reduzierende Dehydroascorbinsäure ebenfalls mit erfasst wird. Wir verwendeten als Redoxindikator das von *Tillmans* empfohlene Dichlorphenol-indophenol. Es bestehen eine ganze Anzahl von verschiedenen Vorschriften [1][2][3]), die die Vitamin-C-Bestimmung in Gegenwart von Begleitstoffen ermöglichen. In Vorversuchen ermittelten wir ein geeignetes und einfaches Verfahren, das allerdings keinen Anspruch auf einen grösseren Geltungsbereich erhebt.

Zur Bestimmung der l-Ascorbinsäure wurde der mit Oxalsäure [4]) stabilisierte Aepfelextrakt nach Zugabe von Eisessig mit n/1000 Dichlorphenol-indophenol direkt titriert. Der Gehalt an Vitamin C (A+D) wurde mit derselben Farbstofflösung ermittelt, indem der Extrakt mit Natriumacetat auf ca. pH 5 gepuffert, mit $H_2S$ reduziert und vor dem Titrieren mit Eisessig wieder angesäuert wurde. Einige der Jonathanäpfelextrakte waren so stark rötlich gefärbt, dass der Umschlagspunkt nicht sichtbar war. Diese Lösungen wurden nach dem Extraktionsverfahren [3]) untersucht. Parallelbestimmungen ergaben eine gute Uebereinstimmung beider Methoden. Ebenso wurden zugesetzte Mengen l-Ascorbinsäure innerhalb der Fehlergrenze wiedergefunden.

## Resultate

In Tabelle 1a und b sind die Resultate der Analysen zusammengestellt. Der Lagerversuch im Hauskeller wurde im März 1957 abgebrochen, so dass vom 14. 5. keine Zahlen mehr vorliegen. In Abbildung 1a—c (Boskoop) und 2a—c (Jonathan) sind die Zahlenwerte graphisch dargestellt. Aus den Zusammenstellungen geht hervor, dass bei allen Lagerungsbedingungen der Vitamin-C-Gehalt mit fortschreitender Lagerdauer im allgemeinen abnimmt.

*Tabelle 1*

*Ascorbinsäure, Dehydroascorbinsäure und Vitamin-C-Verlauf bei verschiedener Lagerung (mg%)*

| Datum | HK | | | 4° | | | 0° | | | $CO_2$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | D | C | A | D | C | A | D | C | A | D | C |
| *a) Boskoop* | | | | | | | | | | | | |
| 23. 10. | 14,4 | 1,5 | 15,9 | 14,4 | 1,5 | 15,9 | 14,4 | 1,5 | 15,9 | 14,4 | 1,5 | 15,9 |
| 3. 12. | 12,4 | 1,2 | 13,6 | 18,4 | 1,2 | 19,6 | 14,0 | 2,8 | 16,8 | 15,6 | 1,6 | 17,2 |
| 3. 1. | 5.6 | 2,5 | 8,1 | 10,9 | 3,2 | 14,1 | 11,0 | 6,4 | 17,4 | 6,8 | 6,3 | 13,1 |
| 4. 2. | 9,1 | 3,7 | 12,8 | 6,9 | 9,3 | 16,2 | 8.0 | 5,7 | 13,7 | 6,9 | 4,1 | 11,0 |
| 19. 3. | 5,6 | 4,8 | 10,4 | 11,5 | 4,9 | 16,4 | 5,6 | 11,0 | 16,6 | 5,5 | 5,6 | 11,1 |
| 14. 5. | — | — | — | 9,5 | 6,5 | 16,0 | — | — | — | 5,7 | 4,2 | 9,9 |
| *b) Jonathan* | | | | | | | | | | | | |
| 23. 10. | 11,0 | 2,2 | 13,2 | 11,0 | 2,2 | 13,2 | 11,0 | 2,2 | 13,2 | 11,0 | 2,2 | 13,2 |
| 3. 12. | 8,2 | 0,9 | 9,1 | 7,2 | 2,0 | 9,2 | 11,2 | 0,4 | 11,6 | 10,2 | 0,4 | 10,8 |
| 3. 1. | 5,2 | 2,9 | 8,1 | 4,6 | 2,9 | 7,5 | 6,1 | 4,1 | 10,2 | 4,8 | 3,8 | 8,6 |
| 4. 2. | 4,4 | 5,0 | 9,4 | 4,4 | 2 0 | 6,4 | 7,6 | 2,4 | 10,0 | 3,6 | 1,7 | 5,3 |
| 19. 3. | 5,6 | 4,1 | 9,7 | 4,6 | 2,2 | 6,8 | 8,5 | 4,0 | 12,5 | 5,8 | 0,8 | 6,6 |
| 14. 5. | — | — | — | 5,4 | 2,1 | 7,5 | 8,5 | 2,8 | 11,3 | 5,0 | 2,6 | 7,6 |

Abb. 1a **BOSKOOP**

Vitamin C- Gehalt bei verschiedener Lagerung

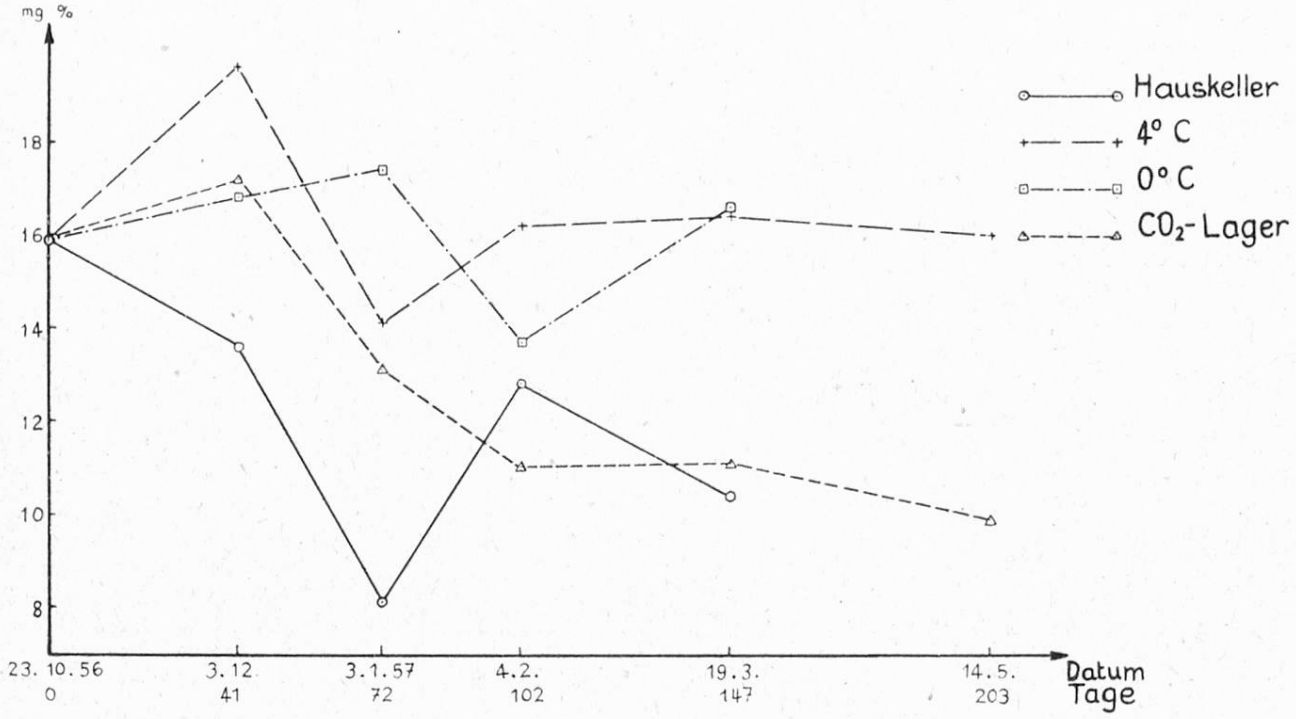



Abb. 1b Ascorbinsäure- Gehalt bei verschiedener Lagerung.

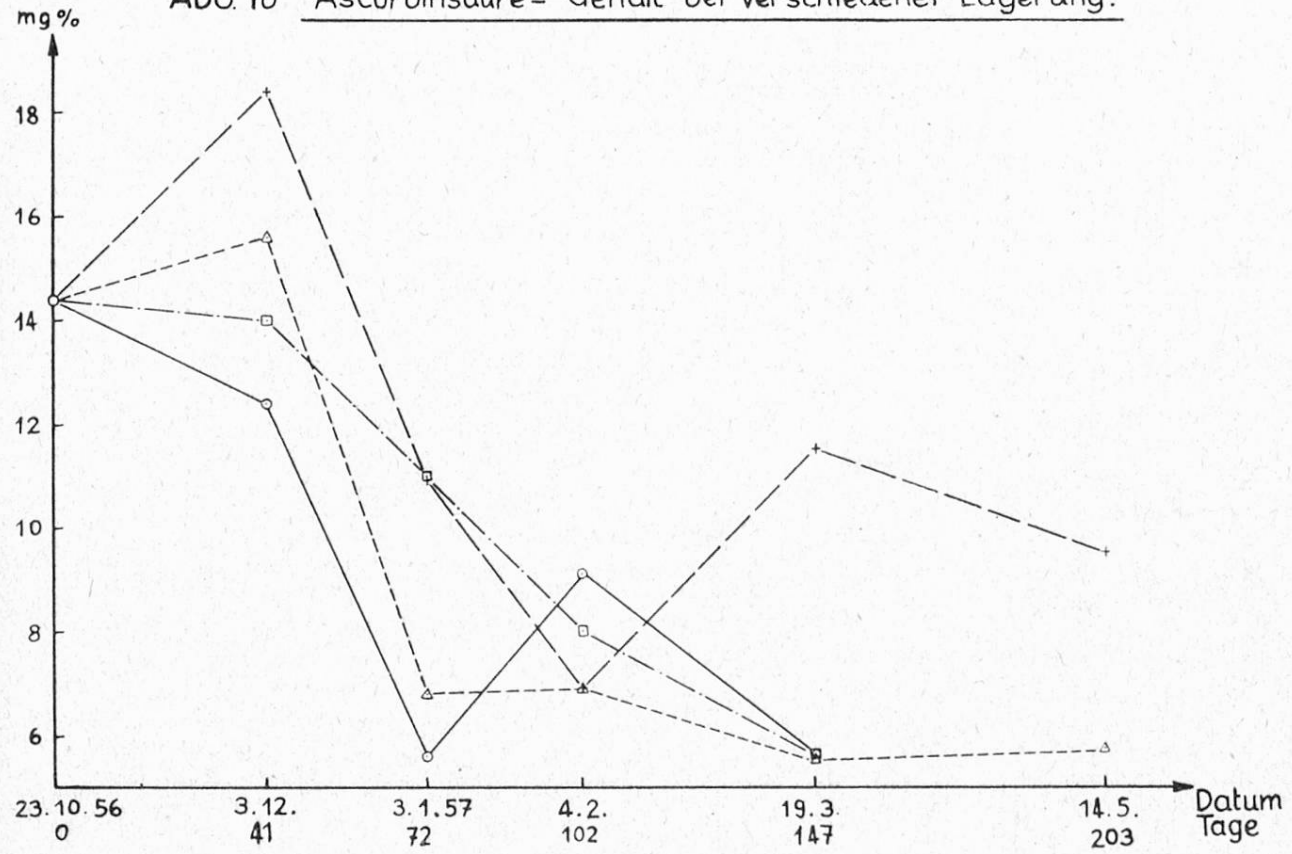


Abb. 1c Dehydro-Ascorbinsäure-Gehalt verschiedener Lagerung.

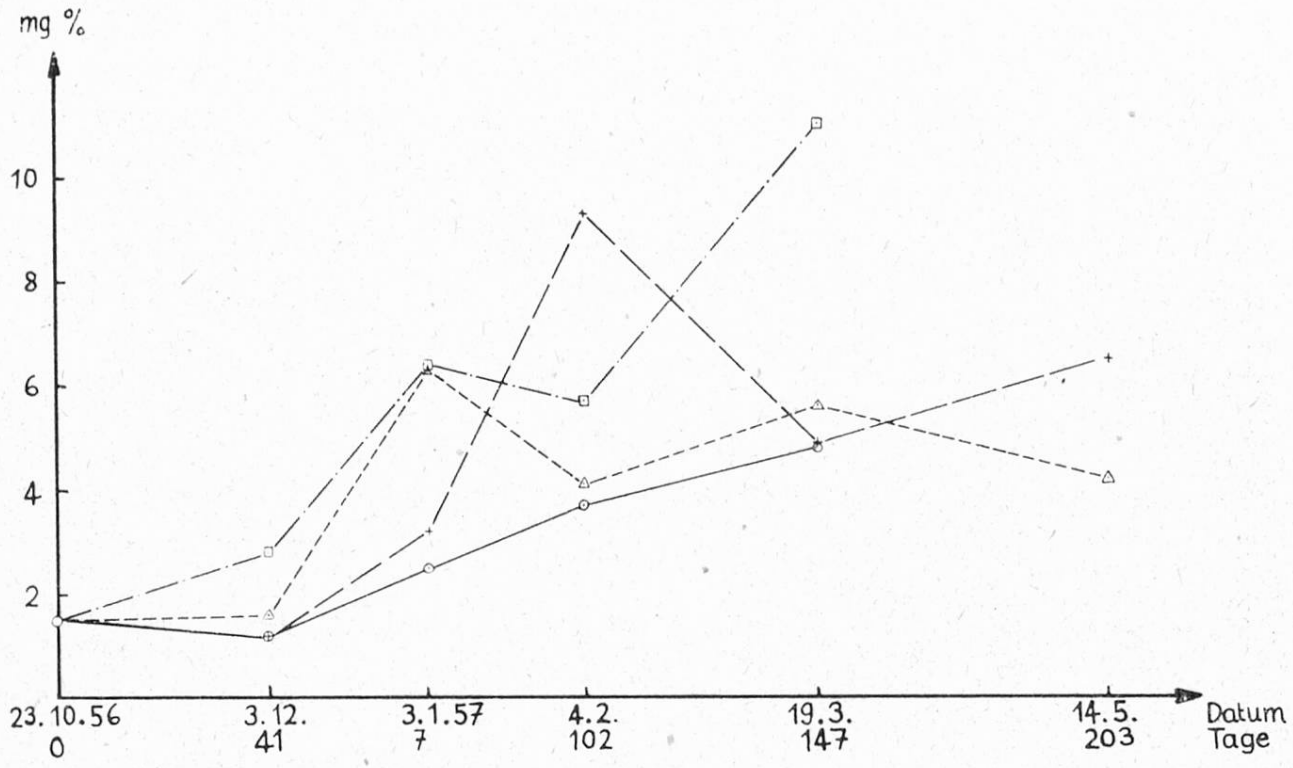



Abb. 2a **JONATHAN**

Vitamin C-Gehalt bei verschiedener Lagerung.

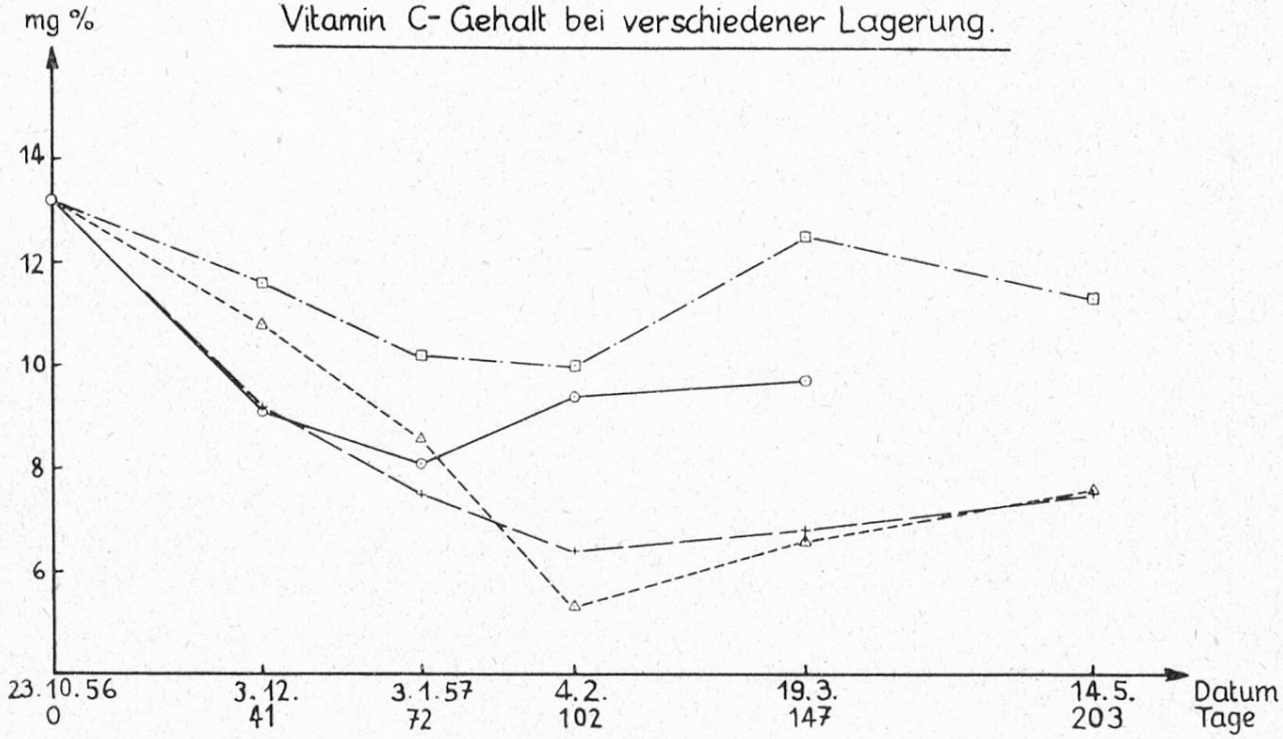


Abb. 2 b Ascorbinsäure-Gehalt bei verschiedener Lagerung.

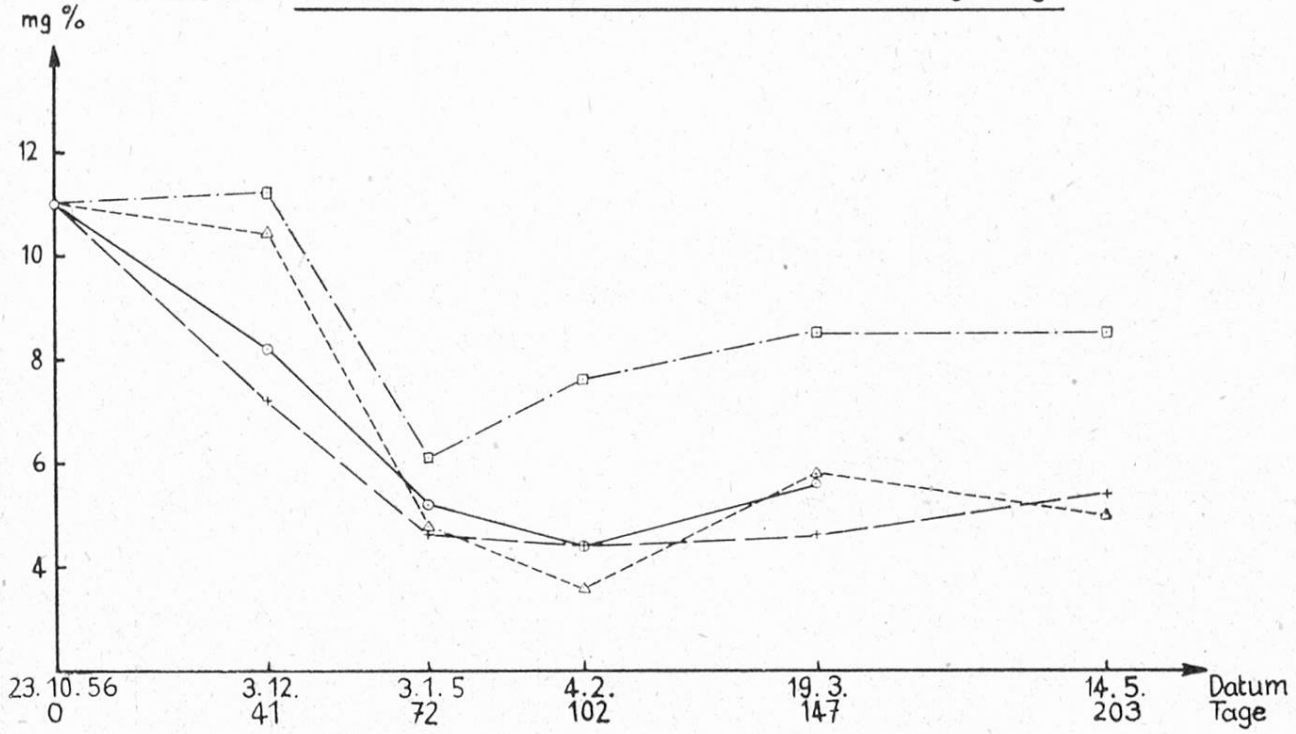
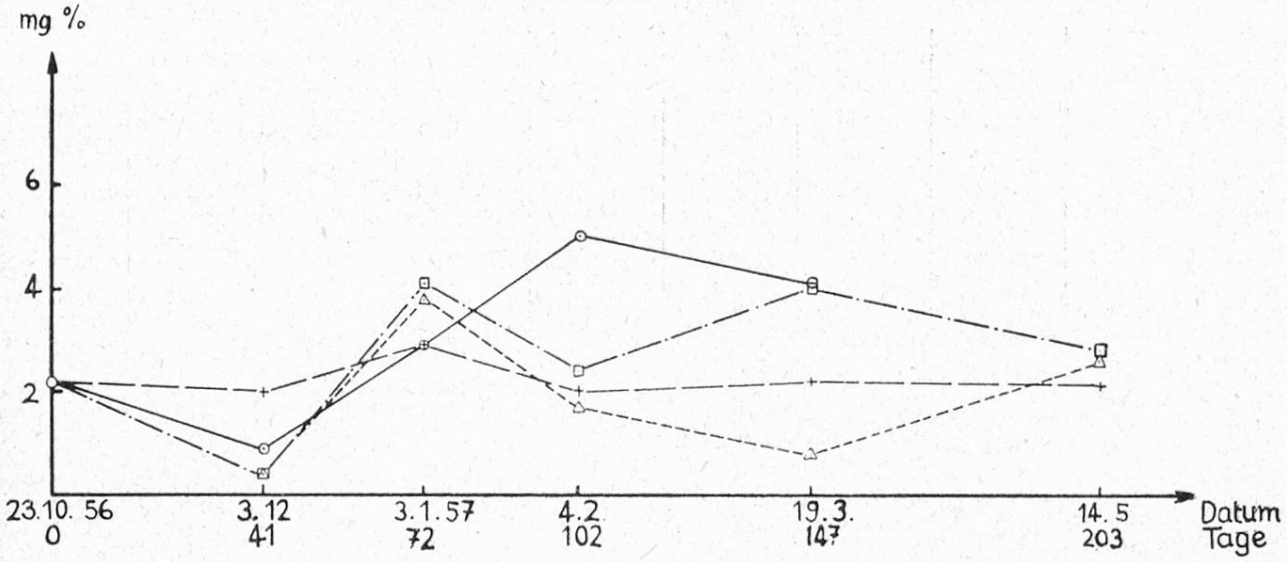



Abb. 2 c Dehydro-Ascorbinsäure-Gehalt bei verschiedener Lagerung.



In Tabelle 2a und b sind die Werte von Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure in % vom Gesamt-Vitamin C vermerkt. Bei der Sorte Boskoop stieg die Dehydroascorbinsäure gegen das Ende der Lagerung an, während sie bei den Jonathan konstant blieb.

*Tabelle 2*

*Der Ascorbinsäure- und Dehydroascorbingehalt in % vom Gesamt-Vitamin C (mg%)*

| Datum | HK | | 4° | | 0° | | $CO_2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | D | A | D | A | D | A | D |
| | | | *a) Boskoop* | | | | | |
| 23.10. | 90,5 | 9,5 | 90,5 | 9,5 | 90,5 | 9,5 | 90,5 | 9,5 |
| 3.12. | 92,5 | 7,5 | 94,8 | 5,2 | 82,4 | 17,6 | 91,2 | 8,8 |
| 3. 1. | 69,2 | 30,8 | 77,3 | 22,7 | 63,3 | 36,7 | 51,9 | 48,1 |
| 4. 2. | 71,1 | 28,9 | 42,5 | 57,5 | 58,4 | 41,6 | 62,7 | 37,3 |
| 19. 3. | 53,8 | 46,2 | 70,1 | 29,9 | 33,8 | 66,2 | 49,5 | 50,5 |
| 14. 5. | — | — | 59,4 | 40,6 | — | — | 57,5 | 42,5 |
| | | | *b) Jonathan* | | | | | |
| 23.10. | 83,3 | 16,7 | 83,3 | 16,7 | 83,3 | 16,7 | 83,3 | 16,7 |
| 3.12. | 88,9 | 11,1 | 77,8 | 22,2 | 95,6 | 4,4 | 95,4 | 4,6 |
| 3. 1. | 64,2 | 35,8 | 61,4 | 38,6 | 59,8 | 40,2 | 55,8 | 44,2 |
| 4. 2. | 46,8 | 53,2 | 68,7 | 31,3 | 76,0 | 24,0 | 67,9 | 32,1 |
| 19. 3. | 57,8 | 42,2 | 67,7 | 32,3 | 68,0 | 32,0 | 87,9 | 12,1 |
| 14. 5. | — | — | 72.0 | 28,0 | 75,2 | 24,8 | 65,8 | 34,2 |

*Tabelle 3*

*Der Vitamin-C-Gehalt zur Zeit der optimalen Essreife*

| Lagerart | Optimale Essreife | Vitamin-C-Gehalt in mg % | In % des Gehaltes bei der Ernte | Analyse vom |
|---|---|---|---|---|
| | | *a) Boskoop* | | |
| Hauskeller | Mitte Januar | 10,5 | 66 | ⌀ v. 3. 1. u. 4. 2. |
| 4° | 2. Hälfte März | 16,3 | 100 | ⌀ v. 4. 2. u. 19. 3. |
| 0° | anfangs März | 15,2 | 98 | ⌀ v. 4. 2. u. 19. 3. |
| $CO_2$-Lagerung | Ende April | 10,5 | 66 | ⌀ v. 19. 3. u. 14. 5. |
| | | *b) Jonathan* | | |
| Hauskeller | 2. Hälfte Dezember | 8,1 | 61 | 3. 1. |
| 4° | anfangs Februar | 6,4 | 49 | 4. 2. |
| 0° | Mitte März | 12,5 | 95 | 19. 3. |
| $CO_2$-Lagerung | Ende April | 7,1 | 54 | ⌀ v. 19. 3. u. 14. 5. |

In Tabelle 3 ist der C-Gehalt zur Zeit der optimalen Essreife eingetragen. Aus diesen Werten geht hervor, dass bei der für Boskoop in der Praxis empfohlenen und angewandten Lagertemperatur von 4° kein Vitamin-C-Verlust eintrat. Auch bei der 0°-Lagerung trat kein wesentlicher Rückgang auf, obschon die Aepfel zum Teil schon fleischbraun waren. Die Lagerung im Hauskeller und in gasdichten Räumen zeigte eine Verminderung von gleicher Grössenordnung. Bei der Sorte Jonathan war der Vitamin-C-Rückgang bei der 0°-Lagerung weitaus am geringsten. Die bei den anderen drei Lagerungsbedingungen aufbewahrten Jonathanäpfel wiesen unter sich einen ähnlichen Abfall auf. In Uebereinstimmung mit anderen Autoren wurde gefunden, dass selbst nach beträchtlicher Ueberschreitung der für die betreffende Sorte üblichen Lagerdauer der C-Gehalt nicht auf 0 sinkt, sondern nach einer gewissen Zeit mehr oder weniger konstant bleibt.

## *Zusammenfassung*

1. Bei den Apfelsorten Boskoop und Jonathan wurde das Verhalten des Vitamin C-Gehaltes in Abhängigkeit von vier verschiedenen Lagerungsbedingungen und von der Zeit verfolgt.
2. Zur Zeit der optimalen Essreife wiesen die bei $4^0$ und bei $0^0$ gelagerten Boskoop einen dem Ausgangswert entsprechenden Vitamin C-Gehalt auf. Der Vitamin C-Gehalt der im Hauskeller und in konditionierter Atmosphäre gelagerten Aepfel erfuhr einen erheblichen Rückgang.
   Bei den Jonathan waren die bei $0^0$ gelagerten Früchte bezüglich des Vitamin C-Gehaltes den unter andern Bedingungen gelagerten Früchten eindeutig überlegen.

## *Literatur*


[1]) *F. Gstirner:* Chem.-physik. Vitaminbestimmungsmeth. 4. Aufl. 1951, Enke Stuttgart.
[2]) *Th. v. Fellenberg:* Ascorbinsäurebestimmungen in schweiz. Lebensmitteln; diese Mitt. **32**, 135—162 (1941).
[3]) *P. B. Müller:* Vitaminbestimmung in Lebensmitteln mit chemischen Methoden; diese Mitt. **40**, 359—415 (1949).
[4]) *Th. Marx:* Ueber den Oxydationsschutz der l-Ascorbinsäure in frischem Pflanzenmaterial. Z. Lebensm.-Unters. und Forsch. **99**, 181 (1954).


## *Résumé des trois communications*


Des pommes des espèces Boskoop et Jonathan ont été entreposées en cave ordinaire (température moyenne de 6 à $11^0$ C) ainsi qu'au frigorifique à $4^0$ C, en présence (atmosphère conditionnée) ou non d'une teneur en $CO_2$ plus élevée, et à $0^0$ C. On a suivi quelques-uns des changements qui se sont passés dans ces pommes au cours de l'entreposage et constaté notamment que:

1. la température de $0^0$ C est un peu trop basse pour la pomme Boskoop;
2. l'élévation de la teneur en $CO_2$ de l'air ambiant accélère l'inversion du saccharose;
3. les teneurs en lactoflavine et en choline augmentent au cours de la maturation pour diminuer ensuite;
4. la teneur en vitamine C, relativement stable à $+ 4^0$ et à $0^0$, baisse considérablement en cave ainsi qu'à $+ 4^0$ en atmosphère conditionnée.


## *Summary of the three parts*


Boskoop and Jonathan apples have been stored in a cellar and in a frigorific, at $+4^0$ C, in the presence (conditioned atmosphere) or not of an increased amount of $CO_2$, and at $0^0$ C. Some of the changes observed in the course of the storage, such as the inversion of the sugar, the acidity, the lactoflavine, choline and vitamine C contents, have been followed and are reported.