

schleunigt werden, so daß sich um 7—9 Oechslegrade höhere Mostgewichte als im Kontrollversuch ergaben. Durch natürliches Verrieseln der Blüte entstandene oder durch Kastration künstlich erzeugte parthenokarpe, kernlose Kümmerbeeren lassen sich durch Wuchsstoffbehandlung zum Wachstum anregen, so daß sie zur Zeit der Traubenreife normal befruchteten Weinbeeren in der Größe nur wenig nachstehen. Zur praktischen Auswertung der Befunde bedarf es weiterer Versuche.

6. Die Untersuchungen erstrebten einen Überblick über die Reaktionsfähigkeit der Weinrebe in ihren einzelnen (nicht verholzten) Teilen gegenüber künstlicher Wuchsstoffzufuhr. Die Rebe spricht im Vergleich zu anderen Pflanzen fast durchweg träge und ziemlich schwach auf Wuchsstoffreize an; die Gründe hierfür sind im einzelnen noch unbekannt.

Literatur.

1. AMLONG, H. U.: Ber. dtsch. bot. Ges. 56, 239 (1938).
- 2. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Forschungsdienst 4, 417 (1937).
- 3. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Forschungsdienst 5, 292 (1938).
- 4. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Gartenbauwiss. 12, 118 (1938 a).
- 5. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Die Wuchshormone in der gärtnerischen Praxis. Berlin 1938 b.
- 6. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Forschungsdienst 7, 465 (1939).
- 7. BORESCH, K.: Jb. Bot. 86, 315 (1938).
- 8. BORISS, H.: Ber. dtsch. bot. Ges. 54, 472 (1936).
- 9. BOSIAN, G.: Wein u. Rebe 20, 299 (1938).
- 10. CHOLODNY, N.: Planta (Berl.) 23, 289 (1935).
- 11. CZAJA, A. TH.: Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 197 (1935).
- 12. DAVIES, W., G. A. ATKINS und P. C. B. HUDSON: Ann. Bot., n. ser. 1, 329 (1937).
- 13. DOLLFUS, H.: Planta (Berl.) 25, 1 (1936).
- 14. DORFMÜLLER, W. und W. MEVIUS: Ber. dtsch. bot. Ges. 55, 131 (1937).
- 15. EVENARI, M. und E. KONIL: Palest. J. Bot. 1, B (1938).
- 16. FISCHNICH, O.: Planta (Berl.) 24, 552 (1935).
- 17. FISCHNICH, O.: Angew. Bot. 19, 522 (1937).
- 18. FISCHNICH, O.: Ber. dtsch. bot. Ges. 55, 279 (1937 a).
- 19. GREENFIELD, S. S.: Amer. J. Bot. 24, 494 (1937).
- 20. GUSTAVSON, F. G.: Proc. nat. Acad. Sci. USA. 22, 628 (1936).
- 21. HERBST, W.: Gartenbauwiss. 12, 520 (1939).
- 22. HITCHCOCK, A. E. und P. W. ZIMMERMAN: Contrib. Boyce Thompson Inst. 7, 447 (1935).
- 23. HITCHCOCK, A. E. und P. W. ZIMMERMAN: Contrib. Boyce Thompson Inst. 8, 63 (1936).
- 24. JOST, L. und E. REISS: Z. Bot. 30, 335 (1936).
- 25. JURISIČ, J.: Anz. Akad. Wiss. Wien., math.-naturwiss. Kl. 74, 97 (1937).
- 26. KORDES, H.: Gartenbauwiss. 11, 545 (1938).
- 27. LAIBACH, F.: Ber. dtsch. bot. Ges. 51, 386 (1933).
- 28. LAIBACH, F.: Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 359 (1935).
- 29. LAIBACH, F.: Gartenbauwiss. 11, 65 (1937).
- 30. LAIBACH, F. und O. FISCHNICH: Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 528 (1935).
- 31. LAIBACH, F. und F. MEYER: Senckenbergiana 17, 73 (1935).
- 32. LOEHWING, W. F.: und L. C. BAUGUËSS Science 84, 46 (1936).
- 33. MAI, G.: Jb. Bot. 79, 681 (1934).
- 34. MÜLLER-STOLL, W. R.: Angew. Bot. 20, 218 (1938).
- 35. MÜLLER-STOLL, W. R.: Gartenbauwiss. 13, 127 (1939).
- 36. MÜLLER-STOLL, W. R.: Gartenbauwiss. 14, 151 (1940).
- 37. OVERBEEK, J. VAN: Rec. trav. bot. néerl. 30, 537 (1933).
- 38. PFAHLER, E.: Jb. Bot. 86, 675 (1938).
- 39. POHL, R.: Planta (Berl.) 23, 523 (1935).
- 40. POHL, R.: Planta (Berl.) 25, 720 (1936).
- 41. SCHLENKER, G.: Die Wuchsstoffe der Pflanzen. München-Berlin 1937.
- 42. SCHLENKER, G. und G. MITTMANN: Jb. Bot. 83, 315 (1936).
- 43. SKOOG, F.: Amer. J. Bot. 25, 361 (1938).
- 44. THIMMANN, K. V. und R. H. LANE: Amer. J. Bot. 25, 535 (1938).
- 45. TOVARNITSKIJ, V. I. und T. L. RIRKIND: C. r. Acad. Sci. USSR., n. ser. 15, 363 (1937).
- 46. VIRTANEN, A. I. und S. V. HAUSEN: Nature 132, 408 (1933).
- 47. VIRTANEN, A. I. und S. V. HAUSEN: Nature 133, 383 (1934).

(Aus den Arbeiten der Fachgruppe „Qualitätsermittlung“ des Verbandes deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. Vorsitzender: Prof. Dr. W. SCHUPHAN.)

Die physiologischen Veränderungen einiger Wertstoffgehalte der Kopfkohlarten (*Brassica oleracea* L.) während der Winterlagerung im Mikro-Lagerungsversuch¹.

Von HELGA KÜHNE, Hamburg.

Mit 24 Textabbildungen.

A. Einleitung.

Als Vitamin C-Träger spielen bekanntlich in der Ernährung Gemüse und Obst eine überragende Rolle. Während das Problem einer ausreichenden Vitamin C-Versorgung im Sommer im allgemeinen leicht zu lösen ist, verursacht dies im Winter, noch mehr aber im Frühjahr bis zum Anschluß an die neue Ernte, doch recht erhebliche Schwierigkeiten. So steht während dieser Zeit frisches Obst nicht in genügenden Mengen zur Verfügung. Außerdem enthalten die noch am leichtesten zugänglichen Winterobstarten, insbesondere Äpfel und Birnen — im Gegensatz zu einigen nur im Sommer verfügbaren Beerenobstarten (schwarze Johannisbeeren, Erdbeeren usw.) — nur relativ unbedeutende Mengen an Vitamin C. Dies ist aus der Tabelle 1 klar ersichtlich.

Hiernach dürfte durch Winterobst allein der Vitamin C-Bedarf der Bevölkerung nicht zu decken sein. Es ergibt sich also die Forderung, andere hochwertige natürliche Vitamin C-Träger konsequent in die Ernährung einzuschalten. Nur ihre Anwesenheit vermag die gefährlichen Auswirkungen der C-Hypovitaminose (Frühjahrsmüdigkeit, Anfälligkeit gegen Infektionskrankheiten) und die eigentliche C-Avitaminose mit folgenschweren Gesundheitsschädigungen zu verhindern.

Die Kartoffel nimmt als Vitamin C-Quelle durch den regelmäßigen und mengenmäßig erheblichen Verbrauch (trotz eines nur mäßigen Vitamin C-Gehaltes) eine Sonderstellung ein und ist in Notzeiten oftmals fast der einzige ins Gewicht fallende Vitamin C-Lieferant. Neben der Kartoffel dürfte lagerfähiges Wintergemüse das wichtigste Reservoir für natürliches Vitamin C in den kritischen Winter- und Frühjahrsmonaten sein. Aus der oben angeführten tabellarischen Zusammenstellung (Tab. 1) geht deut-

¹ Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg.

lich hervor, daß vor allem der Kopfkohl durch seine auffallend hohen C-Vitaminwerte besondere Beachtung verdient. Diese Tatsache gab Veranlassung,

starke Verminderung erfahren. Bei den Gemüsen ist der z. T. erhebliche Kochverlust zu beachten. Für Kartoffeln stellt sich dieser auf 10—25% des ursprünglichen Vitamin C-Gehaltes. Der verhältnismäßig hohe Vitamin C-Gehalt der Kohlrüben wird durch längeres Kochen fast zerstört. Im Kopfkohl bleiben dagegen trotz der erforderlichen intensiven Kochprozedur immerhin noch bemerkenswerte Vitamin C-Mengen erhalten. Für Weißkohl schwanken die angegebenen Werte zwischen 16 mg % Vitamin C (K. WACHHOLDER 1940 [48]) und etwa 24 mg % (Ges.-Vitamin C) unter Verwendung des Kochwassers (W. SCHUPHAN 1943 [36]), wobei kleinere Köpfe mit hohem Ausgangswert durch Kochen prozentual eine stärkere Vitamin C-Einbuße erleiden als die großen Köpfe gleicher Sorte und gleichen Standorts mit einem geringeren Anfangs-Vitamin-C-Gehalt. Hierzu ist zu bemerken, daß aus den Angaben von K. WACHHOLDER (48) (vgl. auch Tab. 1) nicht zu entnehmen ist, ob der Vitamin C-Gehalt der Gemüse nach dem Kochen unter Verwendung oder Verwerfen des Kochwassers ermittelt wurde. Auf die großen Unterschiede zwischen diesen beiden Zubereitungsarten weisen u. a. W. LINTZEL 1938 (20) und W. SCHUPHAN (36) hin, denn ein hoher Prozentsatz des verbleibenden C-Vitamins geht beim Kochen in das Kochwasser über. So berichtet SCHUPHAN über einen Gesamt-Vitamin-C-Verlust von 34% bei großen Weißkohlköpfen, 54% bei kleinen, wenn der Vitamin C-Gehalt des Kochwassers nicht einbezogen wurde. Unter Verwendung des Kochwassers verringerten sich die Verluste auf 12% bei großen Weißkohlköpfen bzw. 38% bei kleinen. Da man unter „küchenmäßiger Zubereitung“ beide Methoden verstehen kann, muß für die von WACHHOLDER angegebenen Mengen diese Frage offen bleiben. Nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung gilt als Richtlinie für den Tagesbedarf eines erwachsenen Menschen bei normalem Gesundheitszustand und unter normalen Lebensbedingungen zur Verhütung scorbutischer Erscheinungen eine Menge von 50 mg Vitamin C. Demnach deckt also eine aus ca. 500 g Weißkohl bereitete Mahlzeit schon den Vitamin-C-Bedarf eines erwachsenen Menschen für zwei Tage. Der Ablauf der Vitamin C-Bildung und Depositionierung in pflanzlichen Organen während der ontogenetischen Entwicklung erfolgt bekanntlich inkonstant. Denn die Mengen des gebildeten C-Vitamins werden während des Wachstums durch verschiedene Faktoren erheblich beeinflußt, wie es bei einer so reaktionsfähigen Verbindung gar nicht anders zu erwarten ist: Dazu gehören besonders Standortfaktoren und klimatische Gegebenheiten, wie z. B. Sonnenscheindauer und Niederschlagsmengen, ferner Bodenbeschaffenheit und Düngung. Diese Tatsachen brauchen aber hier nicht berücksichtigt zu werden, da die Ergebnisse vorliegender Arbeit an Material von gleichen Standorts- und Vegetationsbedingungen gewonnen wurden.

Tabelle 1. Der Vitamin C-Gehalt bei einigen Obstarten, Kartoffeln und lagerfähigem Wintergemüse¹.

Obst oder Gemüse	mg in 100 g Frischsubstanz (mg %)	nach dem Kochen verbleiben mg % ⁴	50 mg Vitamin C sind enthalten in ... g Frischsubstanz
Äpfel (Fleisch) . . .	2—6		
Äpfel (Schale) . . .	6—20		
Birnen (Fleisch) . . .	3—6		
Birnen (Schale) . . .	3,5—7,5		
Spätmöhren . . .	4—6	2—3	1660—2500
Rote Rüben . . .	9 ²	?	?
Pastinaken . . .	9 ²	?	?
Kartoffeln . . .	12—26	11—19	265—450
Porree . . .	14—40	10—12	415—500
Kohlrüben . . .	26—59	7—9	555—715
Spätkohlrabi . . .	38 ²	?	?
Weißkohl, Dauer . .	70—80	15—16	315—330
Wirsing, Dauer . .	31—90	8—11(22) ³	385—500 (140) ³
Rotkohl, Dauer . .	60—70	2—8 (?)	610 (?)

¹ Nach K. WACHHOLDER 1940 (48).

² Nach W. SCHUPHAN 1948 (37).

³ Gedünstet.

⁴ Über die Kochdauer liegen keine näheren Angaben vor.

in der vorliegenden Arbeit das Verhalten des C-Vitamins und anderer wichtiger Bestandteile von Weißkohl-, Rotkohl- und Wirsingkohl-Sorten während der Winterlagerung zu untersuchen. Die Ergebnisse sollen darauf hinweisen, daß diese wichtige Vitamin C-Quelle für die menschliche Ernährung möglichst zweckmäßig und umfassend ausgenutzt werden muß.

Das Vitamin C ist bekanntlich chemisch eine sehr labile Verbindung, die infolge des Vorhandenseins einer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung ($-C=C-$) äußerst reaktionsfähig ist. Infolgedessen ist das wasserlösliche Vitamin C in dem natürlichen Milieu der Pflanzenzelle chemisch leicht angreifbar, worauf ja auch wohl seine physiologische Bedeutung im pflanzlichen Stoffwechselgeschehen beruht. Und zwar gehört das Vitamin C zu jener Gruppe von Verbindungen, die an Oxydoreduktionsvorgängen beteiligt sind. Da das Vitamin C sehr oxydationsempfindlich ist, verursachen schon unzureichende Lagerung oder sorglose Küchenzubereitung des C-vitaminhaltigen Pflanzenmaterials leicht seine Zerstörung. Diese Oxydationsempfindlichkeit darf in ihrer Auswirkung auf die Verringerung der Vitamin C-Bestände in ihren Trägern nicht übersehen werden. Es scheint daher ein wichtiges Forschungsziel, die Vorgänge der Vitamin C-Oxydation zu untersuchen, damit der Erhaltung des Vitamin C in den Wintergemüsen die größtmögliche Beachtung gesichert wird.

In diesem Zusammenhang muß hervorgehoben werden, daß nicht nur der Gehalt, sondern auch die Zerstörbarkeit des C-Vitamins in den verschiedenen Obst- und Gemüsearten sehr unterschiedlich ist. Wie schon die Tab. 1 aufweist, enthält unser einheimisches Winterobst nur geringe Vitamin C-Mengen, die obendrein während der üblichen Kellerlagerung rasch eine

Jedoch treten unabhängig davon sorteneigentümliche Unterschiede im Gehalt an Vitamin C wie auch an anderen Wertstoffen beim Kopfkohl auf. Ihre Aufklärung wird in der vorliegenden Arbeit angestrebt, um für die züchterische Praxis eine zweckmäßige Sortenwahl vornehmen zu können.

Denn es sind ja nicht nur mit einer Gemüseart, sondern mit jeder Sorte eine Reihe bestimmter Eigenschaften z. T. in erblicher Koppelung verbunden. Erinnert sei hier daran, daß z. B. beim Kohl Frühreife und nur mittlerer Ertrag, Grobrippigkeit und hoher Ertrag genetisch korreliert sind. Eine offenbar physiologische Beziehung vermuten viele Forscher zwischen der Bildung eines festen Kopfes und guter Haltbarkeit beim Spätkohl. Im Gegensatz hierzu wird von L. SCUPIN 1948 (41) die Ansicht geäußert, daß lockere Kopfbildung bei Spätkohl als ein Merkmal für gute Haltbarkeit angesehen werden könne. Am Schlusse vorliegender Arbeit soll auf Grund eigener Beobachtungen hierauf näher eingegangen werden.

Solche Beziehungen lassen auch hinsichtlich der Vitamin C-Werte Sorteneigentümlichkeiten erwarten. Deshalb ist es ein weiteres Ziel vorliegender Arbeit zu untersuchen, in welcher Weise die Winterlagerung den Vitamin C-Gehalt verschiedener Kopfkohlarten beeinflusst. Die Befunde sollten klarstellen, ob der ausgelagerte Kohl, der morphologisch sehr robust und lagerfähig erscheint, auch die empfindlichen Inhaltstoffe — insbesondere den Vitamin C-Gehalt — ausreichend bewahrt und somit in der kritischen Jahreszeit von Januar bis Juni die Vitamin C-Lücke in unserer Ernährung zu schließen vermag.

Außerdem mußten noch weitere Wert- und Inhaltstoffe in diese Untersuchungen einbezogen werden, vor allem solche, die den Nähr- und Gesundheitswert des Kohls bedingen. Daher wurden parallel zu den Vitamin C-Bestimmungen die Veränderungen an organischer Substanz, Stickstoff, Eiweiß-Stickstoff, Rohfaser sowie Mineralstoffen (Asche) in Abhängigkeit von Lagerbedingungen und Lagerdauer systematisch miterfaßt.

B. Allgemeiner Teil.

Lagerung von Wintergemüse unter besonderer Berücksichtigung der Vitamin C-Veränderungen.

Über Lagerungsversuche an Gemüse — nach W. SCHUPHAN 1948 (8) zählen auch Kartoffeln zum Gemüse — liegen eine Reihe mehr oder minder brauchbarer Arbeiten vor. Neben deutschen Forschern waren es vielfach Amerikaner, die auf Grund von Versuchen nach geeigneten Lagerbedingungen suchten, um die sehr beträchtlichen jährlichen Verluste durch unsachgemäßes Einlagern von Wintergemüse soweit wie möglich einzuschränken. Arbeiten über Gefrierkonservierung sollen hier nicht angeführt werden, da das Einfrieren von Gemüse durch den Zelltod ganz andere Enzym-Reaktionen in pflanzlichen Organen hervorruft als eine Lagerung in kühlen Kellern und in Mieten. Für Kopfkohl würde Gefrierkonservierung

unwirtschaftlich sein; Kühlung in Kühllagern dürfte nur in den seltensten Fällen rentabel sein.

Die im folgenden angeführten Arbeiten befassen sich mit den Kernproblemen der Winterlagerung.

Von H. PLATENIUS wurden 1934 (26) an dem wichtigsten Vertreter unserer Wurzelgemüse, der Möhre, physiologische und chemische Wertstoffveränderungen bei verschiedenen Lagertemperaturen ermittelt. Während PLATENIUS an gelagerten Möhren bei einer Temperatur von 10°C bereits nach drei Monaten Schrumpfung und Rückgang der Zartheit (und gleichzeitig hiermit mittels Analysentests prozentuale Erhöhung des Rohfasergehaltes) beobachtete, zeigten sich bei Temperaturen von 0° und 4,5°C und hoher Luftfeuchtigkeit kaum Änderungen an äußerer Qualität und biologischem Wert. Der festgestellte Gewichtsverlust von 10—13% beruhte hauptsächlich auf Wasserabgabe.

Über die Veränderungen des Carotin- und des Ascorbinsäuregehaltes in Möhren während der Lagerung veröffentlichte NEW MEXICO STATION 1943 (23) Untersuchungsergebnisse, die wohl als charakteristisch für das Verhalten dieser Wertstoffe in Möhren angesehen werden dürfen. Der Carotin-Gehalt der Möhren vergrößerte sich im Anfang der Lagerzeit, später sank er wieder etwas ab. Der Ascorbinsäuregehalt (= Vitamin C-Gehalt) dagegen nahm nach anfänglich starkem Rückgang bei Fortführung der Lagerung nur langsam weiter ab. Die durch Kochen entstandenen Vitamin C-Verluste betragen 14—42%.

Eine viel diskutierte Frage über das Vorkommen von eiweißgebundener Ascorbinsäure in Gemüsen konnte bisher noch nicht eindeutig geklärt werden. Diese Form der Ascorbinsäure besitzt ebenfalls biologische Wirksamkeit. Sie zeichnet sich ferner der freien Ascorbinsäure gegenüber durch eine größere Stabilität gegen Oxydationsfermente und andere oxydierende Einflüsse aus. Durch die üblichen Methoden kann sie nicht miterfaßt werden. Einige Forscher berichten über das Vorhandensein einer eiweißgebundenen Ascorbinsäure in bestimmten Gemüsen. So meinten u. a. E. J. REEDMAN und E. W. McHENRY 1938 (27), sie in Möhren, Rüben, Pastinaken, Blumenkohl und Kartoffeln nachgewiesen zu haben, F. DE EDS 1943 (6) in Möhren und G. JULÉN 1944 (12) in Kartoffeln. Man nimmt an, daß die gebundene Ascorbinsäure als Reserve- und Depotform fungiert, die auch ernährungsphysiologisch von Bedeutung sein könnte. Durch Säurehydrolyse ist diese Ascorbinsäureform in die freie Ascorbinsäure zu überführen und dann nachweisbar. — Nach Ansicht von K. WACHHOLDER (48) könnte die gebundene Ascorbinsäure nur einen geringen Anteil ausmachen und müßte zumindest in gekochten Gemüsen nach den gewöhnlichen Methoden miterfaßt werden. Durch Ernährungsversuche im Vergleich mit künstlichem Vitamin C hielt er seine Ansicht für bestätigt.

Auf Grund einer neuen Mikro-Lagerungsmethode, die den stoffwechselphysiologischen Verhältnissen Rechnung trägt und die weiter unten ausführlich beschrieben werden soll, konnte W. SCHUPHAN 1943 (35) bei einem Lagerungsversuch an Möhren die absoluten Veränderungen von Wertstoffen angeben. Die Untersuchungen wurden stets an denselben Individuen durchgeführt. Alle Analyseergebnisse konnten daher auf das Ausgangstrockengewicht bezogen

werden. Dabei ergab sich eine Abnahme an Stärke, Zucker und Rohfaser. Jedoch konnte der Verfasser nur einen geringen Anstieg an Carotin (+5%) feststellen. Bei den bisherigen Untersuchungsmethoden war der Carotinanstieg nur über den direkten Prozentgehalt erfaßt worden und hatte danach 23% betragen. Dieser Mikro-Lagerungsmethode habe ich mich auch für den unten beschriebenen Kohllagerungsversuch bedient.

Für die von mir durchgeführten Untersuchungen ist eine Berücksichtigung der einschlägigen Literatur über die Abhängigkeit des Vitamin C-Gehaltes von der Winterlagerung wichtig.

Bei einer fünfmonatigen Lagerung von Pastinaken (von November bis März) verzeichneten E. J. BROWN und F. FENTON 1942 (5) einen Vitamin C-Rückgang von 50%. Zu ganz entsprechenden Werten kam W. SCHUPHAN (37), da er nach nur dreimonatiger Lagerung von Pastinaken am 1. April 31% Verlust des anfänglichen Vitamin C-Gehaltes feststellte. Für Sellerie teilte SCHUPHAN nach gleichlanger Lagerzeit einen wesentlich höheren Vitamin C-Verlust mit. Dieser betrug im Durchschnitt von drei Sorten 63%. Dauerkohlrabi hatte schon nach vierwöchentlicher Lagerung (vom 1. 2.—1. 3.) eine 24%ige Vitamin C-Einbuße erlitten.

Ebenso wie die angeführten Wintergemüse erleiden nach K. WACHHOLDER und K. NEHRING 1938 (49) auch Kartoffeln zwischen Ende Februar und Anfang März einen verstärkten Vitamin C-Schwund. Im April erreichte dieser 56% gegenüber den im Oktober ermittelten Mengen.

Naturgemäß gibt es über die in unserer täglichen Kost unentbehrliche Kartoffel viel Literatur. Obwohl die Kartoffeln als unterirdische Stolone in keiner morphologischen Beziehung zum Kohl, einem Blattgemüse mit gestauchter Sproßachse, stehen, sind doch auf Grund ähnlicher Lagerbedingungen einige wichtige Arbeiten kurz zu erwähnen.

Von den meisten Forschern wird die Ansicht vertreten, daß das C-Vitamin in gelagerten Kartoffeln — im Gegensatz zu anderen Wintergemüsen und -obst — gegen Temperaturerhöhungen unempfindlich sei.

TH. LALIN und G. GÖTHLIN 1932 (17) fanden im August mit 12—15 mg% in neu geernteten Kartoffeln 3,3mal soviel Vitamin C wie zur selben Zeit in alten gelagerten Kartoffeln. — Neun Monate nach der Ernte ermittelten A. SCHEUNERT, I. RESCHKE und E. KOHLEMANN 1936 (30) bei Kartoffeln noch beachtenswerte Vitamin C-Mengen. Je nach der Sorte enthielten gedämpfte Kartoffeln, die sich im Vitamin C-Gehalt kaum von den rohen unterschieden, noch 4—8 mg% Vitamin C. — L. B. PETT 1936 (25), W. KRÖNER und G. STEINHOFF 1937 (16) sowie später I. WOLF 1941 (51) stellten bei Kartoffellagerungsversuchen nach anfänglicher Vitamin C-Abnahme gegen Ende April, kurz vor Beginn der Kartoffelkeimung, ein plötzliches Ansteigen des Vitamin C-Gehaltes fest, dem aber bald ein rascher Abfall folgte. Die Verfasser vermuten einen Zusammenhang zwischen Vitamin C-Anstieg und zunehmender Stoffwechsellätigkeit. — G. JULÉN 1941 (11) und 1944 (12) beobachtete bei der Kartoffelkeimung zwar auch eine Anhäufung von Vitamin C in den Keimen, hielt diese aber nicht für eine Neubildung, sondern nur für einen Transport zu den Wachstumszentren. Weiter ver-

mutet JULÉN auf Grund von Versuchen, daß das Vitamin C bei diesem Vorgang die Rolle eines Wachstumshormones spielt.

Nach neueren ausländischen Arbeiten liegt — in Übereinstimmung mit den bisher aufgeführten Befunden — die für Kartoffellagerung „kritische Temperatur“ zur Erhaltung des C-Vitamins bei 10° C (nach G. JULÉN (11), K. J. KARIKKA, L. T. DUDGEON und H. M. HAUCK 1944 (13) sowie E. F. MURPHY 1944 (22)). Bei dieser Temperatur wurde nach einer sechs- bzw. siebenmonatigen Lagerung ein Vitamin C-Rückgang von 60—70% vom Anfangsgehalt ermittelt. — Demnach wird also in Amerika, wo es doch zu jeder Jahreszeit vitaminreiche Früchte in reichlicher Menge gibt, auch der Kartoffel als Vitamin C-Quelle im Frühjahr stärkere Beachtung geschenkt.

Mit anderen Kriterien, z. B. der allgemeinen chemischen Zusammensetzung, Veratmung und Verdunstung während der Lagerung befassen sich weitere Arbeiten, z. B. von O. SMITH 1929 (42) und 1933 (43) sowie H. ERTEL 1932 (8) und L. ERDÖS 1934 (7). Die Forscher führten die gute Haltbarkeit der Kartoffel auf ihre feste Schale (Korkschicht) zurück, die die Verdunstung und Veratmung gegenüber anderen Lagergemüsen stark herabsetzte.

Mehrjährige Untersuchungen von K. BERGNER und C. BORKHOLDER 1948 (4) zeigten, daß der Vitamin C-Gehalt bei Kartoffeln trotz gewisser Individualschwankungen — im Gegensatz zu Befunden von A. SCHEUNERT und K. WAGNER 1942 (31) — in ausgeprägt sortentypischen Grenzen festliegt. — Auch L. C. BAKER, T. L. PARKINSON und P. M. KNIGHT 1948 (2) kamen auf Grund angestellter Sortenversuche an Kartoffeln zu entsprechenden Ergebnissen wie BERGNER und BORKHOLDER. Demnach wäre die Züchtung von Kartoffelsorten mit hohem Vitamin C-Gehalt neben guter Qualität und hohem Ertrag eine dringliche Aufgabe.

Abb. 1 soll einen Überblick über die Abnahme des Vitamin C-Gehaltes der verschiedenen Gemüsearten im Winterlager geben.

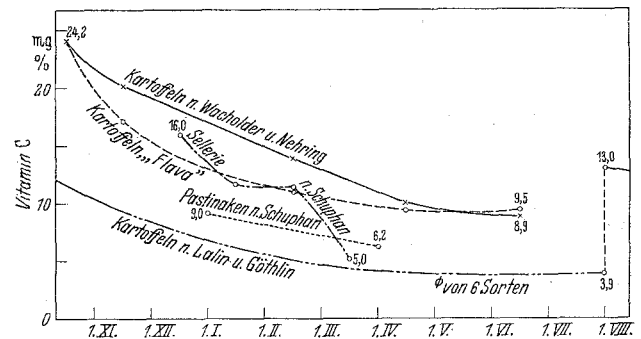


Abb. 1. Vitamin C-Verluste verschiedener Gemüsearten während der Winterlagerung. (mg je 100 g Frischsubstanz = mg%)

Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß ab März auch ein täglicher Kartoffelverbrauch von 500 g für einen erwachsenen Menschen nicht mehr ausreicht, um seinen Tagesbedarf an Vitamin C zu decken. Bei den übrigen aufgeführten Gemüsen sinken im Frühjahr die Vitamin C-Werte noch unter diejenigen der Kartoffel. Die Einbuße an Vitamin C erhöht sich, wie schon erwähnt, noch durch die Kochverluste erheblich.

Hieraus ergibt sich die Forderung, unsere Vitaminbilanz durch Verwendung solcher Gemüsearten anzureichern, die zu dieser Jahreszeit noch über einen höheren Vitamin C-Gehalt verfügen.

Dafür kommen in erster Linie unsere Kohlgemüse in Betracht, von denen allerdings nur die Kopfkohlarten — und hier nur bestimmte Sorten (Spätsorten) — als lagerfähig bezeichnet werden können.

Die zur Untersuchung stehenden Probleme beim Kopfkohl behandeln meines Wissens nur wenige Arbeiten:

L. SCUPIN faßte 1934 (38) die Auswertung der praktischen Kühllagerung von verschiedenen Kopfkohlarten in den folgenden Zahlenergebnissen zusammen: Die ermittelten Veratmungs- und Verderbsverluste betragen im Frühjahr beim Rotkohl 8—12%, beim Weißkohl 10—15%, beim festen Wirsing 10 bis 15%, bei lockerem Wirsing 15—20% ihres Einlagerungsgewichtes. Ein weiterer Kühllagerungsversuch von L. SCUPIN 1940 (39) mit verschiedenen Kopfkohlarten kann ebenfalls nur ganz allgemein für die Praxis ausgewertet werden. Denn den angeführten chemischen Analysen am Ende der Lagerzeit stehen keine Anfangswerte gegenüber, da der Entschluß zu den Analysen erst im Frühjahr gefaßt wurde. Man kann somit die verschiedenartige Zusammensetzung und die unterschiedliche Haltbarkeit der einzelnen Sorten in diesem Falle nur im Frühjahr bei der Auslagerung miteinander vergleichen. Die größte Haltbarkeit besaßen im allgemeinen die untersuchten Weißkohlsorten, weil sie im Typ verhältnismäßig einheitlich waren. Die weniger ausgeglichenen Rotkohl- und Wirsingkohlsorten zeigten dagegen in Bezug auf Eignung zur Kühllagerung kein einheitliches Verhalten. Es ist hier grundsätzlich zu bemerken, daß L. SCUPIN nur prozentuale Vergleiche brachte, daß aber für eine exakt wissenschaftliche Beurteilung erst die absoluten Werte Aufschluß über die tatsächlich vorgegangenen Veränderungen geben können.

Die besonders interessierenden Veränderungen des Vitamin C-Gehaltes bei der Kohllagerung behandeln die folgenden Arbeiten. Nach W. LINTZEL (20) verringerte sich der Vitamin C-Gehalt in gelagertem Kopfkohl bis zum Frühjahr nicht bedeutend. Die im Frühjahr noch gefundenen Werte variierten je nach Sorte und Herkunft und betragen für Rotkohl zwischen 57,3 mg% und 40 mg%, für Weißkohl 18,8 bis 17,7 mg% und für Wirsing 56,7—10,9 und 6,8 mg%. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Wirsingarten scheinen mir nach meinen eigenen Ermittlungen unerklärlich groß zu sein. — L. SCUPIN konnte 1941 (40) auf Grund von chemischen Untersuchungen, die sie selbst nur als Vorversuche bezeichnete, bei Kohl eine wesentlich größere Stabilität des C-Vitamins gegen höhere Temperaturen feststellen als bei gelagerten Äpfeln. Beim Vergleich einer Kellerlagerung bei +5° C und einer Kühllagerung bei -0,5° C unterschieden sich die Vitamin C-Verluste im Weißkohl bis zum April nur unerheblich und betragen in beiden Fällen 20—30% des Anfangsgehaltes. Der Kohl aus dem Kühllager konnte im Juni noch einmal untersucht werden und zeigte auch dann noch keine großen

Abweichungen von den im Dezember gefundenen Werten. Die nachfolgende kurze Übersicht soll die Werte im einzelnen veranschaulichen:

Tabelle 2. Ascorbinsäuregehalt verschieden gelagerten Weißkohls in mg je 100 g. Nach L. SCUPIN (40).

Frischuntersuchung Dez. 1939:	Vitamin C 41,3		Gesamt-Vit. C 43,1	
	Kellerlagerung		Kühllagerung	
1940	Vitamin C	Gesamt-Vit. C	Vitamin C	Gesamt-Vit. C
Februar .	38,4	35,4	35,1	29,5
April . .	29,4	28,4	30,6	24,5
Juni . . .	—	—	33,0	23,0

In dieser Zusammenstellung werden also Vitamin C und die Gesamt-Vitamin C-Mengen gegenübergestellt. Letztere Werte erfassen auch die Dehydro-Ascorbinsäure mit, die gleichfalls antiscorbutisch wirksam ist und nach Ansicht mancher Forscher in lebenden Pflanzenorganen nur in geringen Mengen vorkommen soll.

M. LEMKE 1942 (19) berichtet auf Grund eines Einmietungsversuches mit Kopfkohl über eine Abnahme an Trockensubstanz bei allen Lagerungsmethoden. Für Vitamin C wurde ein Anstieg beobachtet, wenn bei der Einmietung der Kopf nach unten (Strunk nach oben) gelagert wurde. Eine Abnahme an Vitamin C erfolgte, wenn der Kopf nach oben gelagert wurde. LEMKE suchte die Erklärung für den Vitamin C-Anstieg in dem höheren Vitamin C-Anteil des Kopffinnern und besonders des Strunkes, weil sich nach dem Abputzen der Köpfe am Versuchsende der Anteil des Kopffinneren im Verhältnis vergrößerte. Dieser Versuch zeigt, zu welcher falschen Vorstellung die Ermittlung von nur prozentualen Ergebnissen führen kann, wenn hier von einer Vitamin C-Zunahme während der Lagerung gesprochen würde. Denn eine absolute Vitamin C-Zunahme ist kaum anzunehmen.

Eine Veröffentlichung von F. J. H. LE RICHE 1946 (28) über die Vitamin C-Veränderungen bei einem umfangreichen Kohllagerungsversuch ist uns leider im Original bisher nicht zugänglich.

Alle im Vorstehenden aufgeführten Lagerversuche an den verschiedensten Gemüsearten zeigen, daß Pflanzenorgane, die aus ihrer natürlichen Umgebung entfernt und unter willkürlichen Bedingungen aufbewahrt werden, morphologische und physiologische Veränderungen erleiden. Trotz zahlreicher Unterschiede im Einzelnen läßt sich aber doch eine gemeinsame Linie in der Veränderung des biologischen Wertes — im allgemeinen mit abnehmender Tendenz — bei Gemüsen erkennen. Denn alle Versuche gleichen sich in dem Punkt, daß von sämtlichen Pflanzenarten ihre Speicherorgane oder zur Speicherung von Reservestoffen fähige Pflanzenteile (Kopfkohl) zur Einlagerung gebracht wurden und alle Versuchsobjekte einer mehr oder weniger langdauernden Lagerung unterworfen wurden.

Trotzdem dürfen keinesfalls ohne weiteres Analogieschlüsse gezogen werden, denn diese als Speicherorgane fungierenden Pflanzenteile stammen von morphologisch sehr verschiedenen Pflanzenorganen. Bei den Möhren sind die Wurzeln die Speicherorgane der Pflanze, die Kartoffeln sind unterirdisch ver-

dichte Sprosse. Dagegen muß man beim Kopfkohl außer den Blattrippen den gesamten gestauchten Sproß (Strunk) nebst Hypokotyl als Speicherorgan ansehen, von dem aber nur der obere, im Kopf liegende Teil zur Einlagerung gelangt.

Es ist also zu erforschen, inwiefern sich der Kopfkohl als Speicherorgan außer in morphologischer Hinsicht auch seiner Funktion nach von anderen pflanzlichen Reservoiren unterscheidet.

Beim Kopfkohl besteht eine bekannte Korrelation zwischen breiten Rippen und guter Lagerfähigkeit bei gleichzeitig hohem Ertrag. Da also Haltbarkeit und breite Rippen in positiver Korrelation stehen, liegt die Vermutung nahe, daß auch die Blattrippen als Speicherorgane fungieren können. Die Bestimmung der Rippen zu solcher Funktion kann entwicklungs-geschichtlich schon weiter zurückgeführt werden als die Kopfbildung bei Kohl. Bekanntlich ist ja unser heutiger Kopfkohl — ein Ergebnis jahrhundertelanger Kultur — eigentlich als Degenerationserscheinung anzusehen. Als Ursprungspflanzen kommen die im Mittelmeergebiet heute noch anzutreffenden Arten wie *Brassica oleracea* var. *silvestris* L. und einige andere wie *Brassica Robertiana* J. GAY und *Brassica montana* POURRET in Betracht, deren Habitus unserem heutigen Grünkohl ähnelt (J. BECKER-DILLINGEN 1943 [3]). Man vermutet, daß die Kopfbildung beim Kohl durch fortgesetzte Stauchung der Sproßachse entstanden ist. Die Funktion der Rippen als Speicherorgane für Reservesubstanzen liegt ganz offensichtlich schon beim Wild- und Grünkohl vor und ist, wie wir annehmen, in den Blattrippen unseres Kopfkohls erhalten geblieben. Nur bestehen diese Reservestoffe nicht aus Eiweiß oder aus Stärke bzw. Inulin, wie bei manchen anderen Pflanzen, sondern stattdessen aus einer Hemizellulose. Von PRINGSHEIM 1932 (15) und Mitarbeitern wird sie unter den Hemizellulosen als Polysaccharid beschrieben. Es wurde u. a. in Strünken und Blättern des Weißkohls und Rotkohls als Gerüstsubstanzen gefunden. Im chemischen Verhalten unterschied es sich von nativer Zellulose. Bei der Hydrolyse entstanden nämlich Glukose, Xylose und Fructose, wobei noch nicht entschieden werden konnte, ob diese Zucker Bestandteile eines einheitlichen Polysaccharids sind oder ob es sich um ein Gemisch von Polysacchariden aus Glukosanen, Xylanen und Fructosanen handelt.

Bei abschließender Betrachtung aller oben erwähnten Arbeiten ergeben sich wesentliche Punkte, die einerseits den Anlaß zu vorliegender Arbeit gaben und andererseits auch bei der Durchführung weiterer Versuche auf dem Gebiet der Qualitätsforschung Beachtung verdienen.

Einer hiervon ist die Art der Fragestellung bei den Lagerungsversuchen, insbesondere den Kohllagerungsversuchen. Die allgemein angestellten Lagerungsversuche werden nicht dadurch wissenschaftlich, daß man ihnen eine oder mehrere Analysen angliedert. Grundsätzlich sollte bei jedem wissenschaftlichen Versuch, wenn er auch ein angewandtes Gebiet zum Gegenstand hat, immer der Versuch einer kausalen Begründung gemacht werden. Das bedeutet aber, daß nicht nur die jeweiligen Umweltfaktoren in ihrer Einwirkung auf die zu prüfenden

Objekte genau berücksichtigt werden. Vielmehr ist auch den rein lagerungsphysiologischen Gesichtspunkten Beachtung zu schenken. Dabei wird bei den bisher angestellten Versuchen jedoch nicht berücksichtigt, daß sich im Laufe der Lagerungsdauer bei in bestimmten Abständen entnommenen Proben zur Bestimmung der Wertstoffgehalte die Gesamtmasse der gelagerten Substanz und damit die Bezugsgröße durch Veratmung von Kohlenhydraten ständig verändert. Deshalb ist das Streben nach einer konstanten Bezugsgröße eine Grundvoraussetzung für eine exakte wissenschaftliche Auswertung von Lagerversuchen überhaupt. Diesen Forderungen entsprach die von W. SCHUPHAN (35) an Möhren erstmalig angewandte Mikro-Lagerungsmethode, die ich sinngemäß für die anders gearteten morphologischen Verhältnisse beim Kopfkohl abwandelte. Wie die folgenden Ergebnisse zeigen, ist die Mikro-Lagerungsmethode auch für Kohl brauchbar. Sie sei nachstehend beschrieben.

Diese Mikrolagerungsmethode, so benannt, weil man mit einer sehr geringen Zahl von Individuen schon einen Lagerungsversuch durchführen kann, ist dadurch gekennzeichnet, daß man, wie z. B. SCHUPHAN an Möhren feststellte, mit Hilfe einer einheitlichen Bezugsgröße die Wertstoffveränderungen in absoluten Werten angeben kann. Bei der Durchführung seiner Mikro-Lagerungsmethode entnahm SCHUPHAN zu jeder Untersuchung (im vierwöchentlichen Abstand) denselben neun eingelagerten Möhren jeweils einen viertel Längssektor zur Analyse.

Auf die Übereinstimmung der erzielten prozentualen Analysenergebnisse zwischen der Entnahme von viertel oder achtel Längssektoren aus Möhren und der Verwendung ganzer Möhrenwurzeln zur Analyse weist SCHUPHAN in verschiedenen Arbeiten hin. Experimentell beweist H. WEIDHAAS 1943 (50) für Möhren (auch für Kopfkohl und andere Gemüsearten), daß genaue Mittelwerte beim Herausschneiden von Teilstücken nur durch Entnahme von Längssektoren gewährleistet sind, da nur bei dieser Methode alle Teile (Rindenteil, „Herz“ usw.) im selben Verhältnis erfaßt werden wie bei der ganzen Möhre (bzw. Kohlkopf usw.).

Die Abdichtung der Schnittflächen mit warmem, verflüssigtem Paraffin erfolgte sofort, nachdem zuvor die Gewichts-differenz zwischen Anfangsgewicht und demjenigen nach der Probeentnahme festgestellt worden war. Durch Bestimmung des jeweiligen Trockensubstanzgewichtes und der Abnahme von einem Untersuchungstermin bis zum nächsten, ergab sich immer eine Bezugsgröße, auf die man alle Ergebnisse der folgenden Analyse beziehen konnte. So entwickelte sich eine verbindende Linie, welche die Angabe der Wertstoffveränderungen in absoluten Zahlen gestattete. Als Bezugsgröße wurde in der Arbeit bei W. SCHUPHAN wie auch bei mir die Trockensubstanz gewählt.

Von der Überlegung ausgehend, daß der Mineralstoffgehalt von Pflanzenorganen praktisch konstant bleiben muß, wenn sie von der Wurzel — resp. den Blättern bei Wurzelgemüsen — abgetrennt als Lagergut nur ihren Gasaustausch fortsetzen können, wäre parallel zur Trockensubstanz auch der gesamte Mineralstoffgehalt (Asche) als zweite Bezugsgröße einzusetzen. Daß diese Berechnungsweise jedoch für gelagerte Blattgemüse nicht anwendbar ist, zeigen die späteren Ausführungen.

C. Experimenteller Teil.

I. Anbau.

Standortfaktoren. Anzucht des Pflanzenmaterials.

Das Versuchsmaterial wurde im Rahmen eines Sortenanbauversuches auf einem Gut bei Reinfeld i. Holst. im Sommer 1947 herangezogen. Der Boden des Versuchsfeldes war kalkhaltiger Lehm. Die Grunddüngung bestand aus 6 dz Superphosphat (= 120 kg/ha P₂O₅) und 5 dz 42%igem Kali je ha (= 210 kg/ha K₂O). Im Laufe der Vegetationsperiode wurden 8 dz Kalkammonsalpeter je ha (= 164 kg/ha N) in zwei Gaben als Kopfdünger verabfolgt.

Die Aussaat erfolgte am 16. April 1947 auf einem sandigen Feldstreifen. 2 Versuchssorten wurden nach-

Aussaatzeit für den feldmäßigen Kohlanbau normalerweise in der Reinfeldener Gegend zwischen dem 25. 3. und 5. 4. liegt. Starke, austrocknende Winde beeinträchtigten die Keimung und das Wachstum der Pflanzen. Sie entwickelten sich aber bis zum Pflanztermin (Mitte Juni) noch zu normaler Größe. Trockenheit und außergewöhnlich hohe Temperaturen Ende Juni erschwerten das Anwachsen der jungen Pflanzen. Der Kohl ist bekanntlich eine Pflanze, die am besten in feuchtem Klima, d. h. Küstenklima oder in einem Gebiet mit viel Tau und Niederschlägen gedeiht. Unter solchen Bedingungen sind jedenfalls weit höhere Felderträge zu erzielen als in niederschlagsarmen Gegenden oder in trockenen Jahren. Der Sommer 1947 war aber für Schleswig-Holstein extrem trocken und warm. Die verhältnismäßig normalen Erträge an Kohl sind nur durch die günstigen Auswirkungen des schweren Bodens, der seine Winterfeuchtigkeit lange hält, zu erklären.

Tabelle 3. Temperaturen und Niederschläge im Gebiet von Reinfeld in Holstein vom 15. 4.—30. 11. 1947 (Monatsmittel).

Monat	Datum Aussaat	Lufttemperatur in °C			Niederschläge mm	Zahl der Regentage	Rel. Luftfeuchtigkeit in %
		Max.	Min.	Ø			
April	16.—30. 4.	15,1	6,5	10,8	19,6	8	74
Mai	1.—31. 5.	19,7	6,9	14,1	51,0	8	74
Juni	1.—15. 6. Pflanzung	21,7	9,4	15,8	19,4	5	77
					30.6	8	
Juni	16. 6.—30. 6.	25,3	12,3	19,9	12,2	3	76
Juli	1. 7.—31. 7.	23,6	11,5	18,5	54,4	14	
August	1. 8.—31. 8.	24,9	12,6	19,1	30,9	6	70
September	1. 9.—30. 9.	22,5	10,7	16,8	80,1	11	74
Oktober	1. 10.—31. 10.	13,4	3,9	8,3	18,7	7	70
November	1. 11.—30. 11.	7,7	2,8	5,3	163,2	20	91

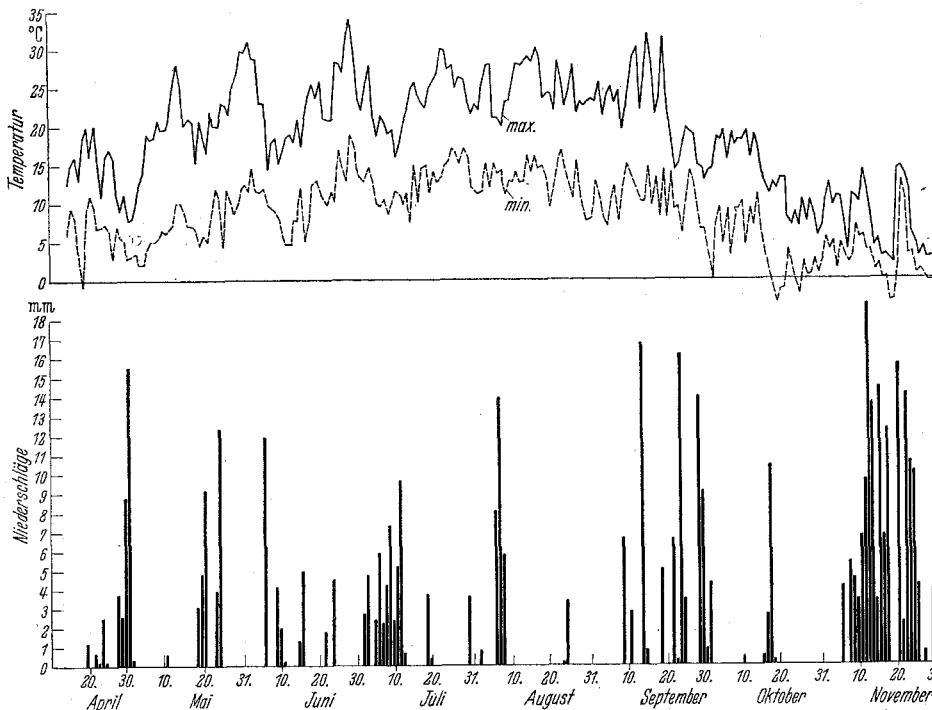


Abb. 2. Temperaturen und Niederschläge vom 15. 4. bis 30. 11. 1947 für Reinfeld in Holstein.

träglich, erst am 6. Mai, ausgesät. Zwischen dem 13. und 19. Juni wurde der Kohl feldmäßig mit einem Abstand von 60 x 50 cm gepflanzt. Durch mehrmaliges Hacken wurde das Feld unkrautfrei gehalten.

Die Klimaverhältnisse, charakterisiert durch Lufttemperaturen, durchschnittliche relative Feuchtigkeit, Zahl der Regentage sowie Niederschlagsmengen für die Vegetationszeit vom 15. April bis 30. November 1947 im Gebiet von Reinfeld geben Tabelle 3 und Abb. 2 wieder.

Im Frühjahr 1947 war infolge des langen Winters die Feldbestellung erst Mitte April möglich, während die

Außerdem blieben die Spätkohlsorten bis Ende November auf dem Felde stehen und konnten durch die starken Regenfälle in diesem Monat noch wachsen, zumal die Hauptkopfbildung dieser Sorten erst im Herbst einsetzt.

Der Befall durch tierische Schädlinge war stellenweise erheblich, konnte aber im Laufe des Sommers durch chemische Bekämpfungsmittel (Stäube-Gesarol und Nexit) eingeschränkt werden. Der Erdflöhbefall war gering. Jedoch hinterließen Kohlweißlingsraupen umfangreiche Fraß-Schäden, besonders an Frühweißkohlsorten.

Der Sortenanbauversuch wurde zum Vergleich verschiedener Herkünfte auf ihre Eignung für den Anbau in Holstein durchgeführt. Die ausgesprochenen Frühsorten wurden nicht mit in die Analysen einbezogen, da sich die nachfolgenden Untersuchungen auf die Haltbarkeit im Winterlager erstreckten.

Von den angebauten Spätweißkohlsorten zeigten zwei, ein Dauerweißkohl aus Mittel-

deutschland und eine Langendijker Herkunft, keine befriedigende Kopfentwicklung, während der „Dithmarscher Dauerweißkohl“ verhältnismäßig gleich geformte, feste Köpfe bildete und für den Lagerversuch ausgewählt wurde. Ferner wurden die Sorten „Platter Holsteiner“ und die hochrund geformte späte Sorte „Herbstweiß“, die auch feste Köpfe besaßen, zum Vergleich in den Versuch einbezogen.

Unter den Dauerwirsingkohlsorten zeigte der „Dithmarscher Dauerwirsing“ die beste Kopfentwicklung.

Er wurde mit den Sorten „Vertus“ und „Dr. Neuers Grüner“ zum Vergleich zur Einlagerung gebracht.

Die Rotkohlköpfe entwickelten sich unter denselben Bedingungen im Jahre 1947 nur mäßig; die Größe blieb unter dem Durchschnitt anderer Jahre. Um auch über Untersuchungsmaterial von dieser Kohlart zu verfügen, wurde der „Dithmarscher Dauerrot“, die beste Dauerrotkohlsorte dieses Feldes, ausgewählt. Als Vergleichssorten lagerte ich den „Langendijker Frührot“ und „Langendijker Herbstrot“ ein. Beide waren später als das übrige Sortiment (am 6. 5. 1947) ausgesät worden, da die Hauptmenge der Köpfe zur Samengewinnung angebaut worden war. (Dafür durfte ihre Entwicklung nicht zu früh abgeschlossen sein.)

In der nachfolgenden Tab. 3a sind die neun zum Lagerungsversuch ausgewählten Kopfkohlarten mit den Anbaudaten zusammengestellt.

Tabelle 3a. Anbaudaten der Kohlkopfsorten für den Lagerungsversuch.

Sorte:	Aussaat	Pflanzung	Ernte	Gesamtgewicht von 10 Köpfen
Wirsing:				
Vertus	16. 4.	14. 6.	28. 11.	14,835 kg
Dr. Neuers Grüner	16. 4.	16. 6.	28. 11.	14,100 kg ¹
Dithmarscher Dauer	16. 4.	14. 6.	28. 11.	16,485 kg
Weißkohl:				
Herbstweiß	16. 4.	13. 6.	29. 11.	27,235 kg
Platter Holsteiner	16. 4.	13. 6.	29. 11.	25,135 kg
Dithmarscher Dauerweiß	16. 4.	14. 6.	28. 11.	20,805 kg
Rotkohl:				
Langendijker Frührot	6. 5.	19. 6.	28. 11.	16,495 kg
Langendijker Herbstrot	6. 5.	19. 6.	28. 11.	10,835 kg
Dithmarscher Dauerrot	16. 4.	14. 6.	29. 11.	11,065 kg

¹ Gesamtgewicht von 9 Köpfen.

Die richtige Auswahl der zum Lagerungsversuch verwendeten Kohlköpfe ist wichtig, wenn man bei Auswertung der Untersuchungsergebnisse Schlüsse auf die betreffenden Sorteneigenschaften ziehen will. H. WEIDHAAS (50) stellt auf Grund einer experimentellen Arbeit für analytische Untersuchungszwecke die Grenzwerte für die Anzahl der zu entnehmenden Gemüseproben auf, die eine optimale Genauigkeit der Ergebnisse gewährleisten. Danach ist für Kopfkohl die Genauigkeit der Untersuchungsergebnisse bei einer Zahl von 10 Köpfen gesichert, wenn man bei der Selektion aus dem Feldbestand darauf achtet, die Größenwahl entsprechend der Feldzusammensetzung zu treffen. Im Vergleich zu anderen Gemüsearten sind die Extremgrößen und -formen bei Kohl weniger unterschiedlich. Die Heranziehung einer größeren Anzahl von Individuen zur Untersuchung bewirkt hierbei keine exakteren Ergebnisse. Im Gegenteil, durch den größeren Zeitaufwand, den man zur Herstellung einer umfangreicheren Mischprobe benötigt, können enzymatische Veränderungen der Pflanzenmasse sogar erhebliche Analysefehler verursachen.

Es wurden deshalb für die vorliegende Arbeit von jeder Sorte 10 Köpfe (mit Ausnahme der Sorte „Dr. Neuers Grüner“, von der nur 9 Köpfe eingelagert werden konnten) nach Größe und Form entsprechend dem Feldbestand geerntet und ab 1. 12. 1947 in einem Hauskeller eines Hamburger Vorortes gelagert. Die zum Transport

belassenen Umblätter mußten im Keller entfernt werden, da die Ernte der Kohlköpfe bei Regen erfolgt war und Fäulnisgefahr bestand.

II. Lagerung.

Zur Charakterisierung der ökologischen Faktoren, die die Kohllagerung beeinflussen, soll die folgende kurze Beschreibung des Kellerraumes dienen. Der Raum lag zu $\frac{2}{3}$ unter der Erde, war 18 qm groß und 2,30 m hoch. Hohe Bäume schützten den Keller im Winter vor

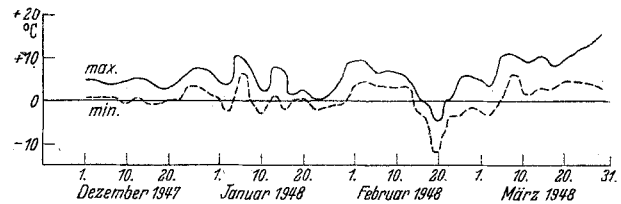


Abb. 3. Außentemperaturen vom 1. 12. 1947 bis 31. 3. 1948 für Hamburg.

Sonneneinstrahlung. Ein nach Süden liegendes, abgedunkeltes Fenster an der Schmalseite des Raumes sorgte für die Belüftung. Es wurde aber oft nur während der Nacht geöffnet, da die Außentemperaturen am Tage verhältnismäßig hoch lagen, wie auch die folgende Abb. 3 erkennen läßt. (In der graphischen Darstellung wurden die Temperaturen von je drei Tagen zusammengezogen.)

Die geernteten Kohlköpfe wurden ab 1. Dezember 1947 im Hauskeller auf Brettern gelagert. Temperatur und relative Feuchtigkeit wurden durch einen Thermo-Hygrographen aufgezeichnet und sind im einzelnen den eingefügten Darstellungen zu entnehmen. Die Umrechnung auf Durchschnittstemperaturen im Keller erfolgte in der üblichen Weise. (Die Werte für morgens 7 Uhr, mittags 12 Uhr und zweimal abends 18.30 Uhr

wurden addiert und durch vier dividiert. Der erhaltene Wert gilt als Durchschnittstemperatur eines Tages.) Die täglichen Schwankungen im Lagerkeller beliefen sich aber selten auf mehr als 1 Grad.

Die durchschnittlichen Temperaturen bewegten sich:

- im Dezember 47 zwischen 8,5° C und 11,4° C,¹
- im Januar 48 „ 9,4° C und 11,5° C,
- im Februar 48 „ 7,0° C und 11,0° C,
- im März 48 „ 8,3° C und 12,2° C,

Die relative Feuchtigkeit schwankte im allgemeinen zwischen 70 und 85,5%. Der Verlauf wird durch Abb. 4 kenntlich gemacht.

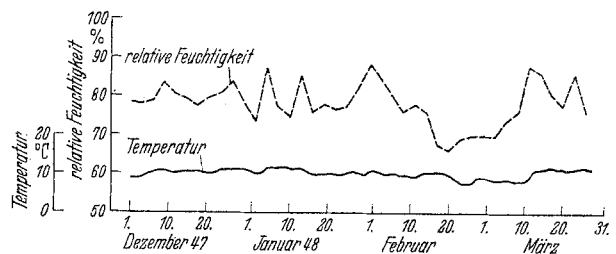


Abb. 4. Temperaturen und relative Feuchtigkeit im Hauskeller vom 1. 12. 1947 bis 31. 3. 1948.

Infolge des milden Winters 1947/48 lagen die Kellertemperaturen verhältnismäßig hoch. Man kann annehmen, daß in Kohlscheunen und Mieten, wo im

¹ Nach eingehenden amerikanischen Untersuchungen ist die optimale Lagerungstemperatur 0 bis + 2° C. Sie soll nicht über +4° bis 5° C ansteigen.

allgemeinen im Winter niedrigere Temperaturen herrschen, die Haltbarkeit des Kohls besser ist als bei unserem Versuch. Die Haltbarkeit der Herbstsorten verkürzte sich dementsprechend, während die Dauersorten, nach Beendigung der vorliegenden Untersuchungen Ende März kaum welk erschienen und weder Fäulnis noch Schimmelbildung aufwiesen.

III. Analytische Methoden.

Die chemischen Analysen, die Anfang Januar begannen und in vier- bzw. drei- und zweiwöchentlichem Abstand noch dreimal bis Ende März wiederholt wurden, sind nach bewährten Methoden durchgeführt. Sie seien im folgenden kurz aufgeführt:

Aus der Frischsubstanz wurden bestimmt:

Trockensubstanz, Gesamtstickstoff, Reineiweiß-Stickstoff (zur Errechnung von Reineiweiß und relativem Eiweißgehalt) sowie Vitamin C (Ascorbinsäure).

Aus der Trockensubstanz wurden bestimmt:

Asche (Mineralstoffe), organische Substanz und Rohfaser.

Für jede Untersuchung wurde jeweils allen Köpfen einer Sorte ein viertel Längssektor entnommen, die Köpfe vorher und hinterher gewogen und die Schnittflächen der Köpfe mit warmem Paraffin abgedichtet. Die zur Untersuchung bestimmten Sektoren wurden bis auf je einen schmalen Längssektor, der zur Vitamin-C-Bestimmung gesondert (ohne Eisen- und Kupferberührung) zerkleinert wird, durch einen Fleischwolf (Rohkostmühle) gedreht, gut durchgemischt und dann, jedesmal mit Parallelbestimmung, schnell zur Analyse eingewogen.

Zur Trockensubstanzbestimmung wurde von 10 g Pflanzenbrei ausgegangen. Die Trocknung erfolgte im elektrischen Trockenschrank bei 90° C (ca. 20 Stunden) bis zur Gewichtskonstanz.

Gesamt-N-Bestimmung erfolgte mit konzentrierter Schwefelsäure und Kupfersulfat als Katalysator. Zur Durchführung eines Schnellauflusses wurden noch 10 ccm konzentrierte H₂O₂ zugegeben. Anschließend Destillation, Titration und Berechnung in bekannter Weise.

Reineiweiß-N wurde nach MOTHES-ENGEL 1929 (21) mit Tannin bestimmt.

Der Wert für Reineiweiß wird durch Multiplikation des Reineiweiß-N-Wertes mit 6,25 erhalten.

Der Relative Eiweißgehalt errechnet sich aus Reineiweiß-N in Prozent des Gesamt-N.

Vitamin C (Ascorbinsäure). Die Vitamin C-Bestimmung erfolgte nach M. OTT 1938 (24). Nach Zerkleinern der Pflanzensubstanz mit Nirosta-Messer wurden 10 g des gut durchgemischten Pflanzenmaterials im Mörser mit eisenfreiem Sand und heißer 5%iger Metaphosphorsäure zu einem homogenen Brei zerrieben. Nach Zentrifugieren, Dekantieren, zweimaliger Aufnahme des Rückstandes mit Metaphosphorsäure wurde wieder abgossen und auf 200 ccm aufgefüllt. Die Titration eines aliquoten Teils mit 2,6 Dichlorphenol-indophenol erfolgte nach J. TILLMANS in Ausführung von R. STROHECKER und R. VAUBEL 1940 (10). Die Bestimmung der Ascorbinsäure im Rotkohlextrakt wurde mit der Nitrobenzol-Methode nach F. SIEBERT 1931 (zitiert bei TILLMANS (10)) ausgeführt.

Der Gehalt an Mineralstoffen wurde durch Veraschen von getrockneter Pflanzensubstanz im Muffelofen bei 450° C ermittelt.

Die Bestimmung der Rohfaser erfolgte nach der von E. GLIMM und E. HANSEN 1940 (9) ausgearbeiteten Methode. Danach wird durch Behandeln mit Natriumhypochlorit und konzentrierter Salzsäure in der Hitze die übrige organische Substanz zerstört. Nach Abfiltrieren, Trocknen und Wägen wurde verascht und wieder gewogen, um durch Abzug der Differenz aschefreie Rohfaser zu erhalten.

IV. Untersuchungsergebnisse im Laufe der Winterlagerung.

Vor Betrachtung der Vitamin C-Veränderungen im Winterlager, denen das Hauptinteresse der vorliegenden Arbeit gilt, müssen die Gewichts- und

allgemeinen Wertstoffveränderungen der verschiedenen Kohlarten und -sorten miteinander verglichen werden. Denn die Veränderungen des C-Vitamins gehen, wie eingangs schon erwähnt wurde, nicht selbständig in der Pflanze vor sich, sondern sind mit den physiologischen Vorgängen in den Pflanzenzellen durch eine Kette von Reaktionen auf das Engste verbunden. Soweit es auf Grund der von mir ausgeführten Analysen möglich war, versuchte ich, diese physiologischen Zusammenhänge aufzuzeigen. Da die Untersuchungen mehrere Kohlarten und auch verschiedene -sorten umfassen, ist natürlich auch der Verlauf ihrer Wertstoff-Veränderungen unterschiedlich. Es soll nun das physiologische Verhalten einiger Herbstkohlsorten, bei denen hauptsächlich schnellere Entwicklung und dabei hohe Erträge und Wertstoffgehalte erwünscht sind, dem anders gerichteten Verhalten der drei Dauerkopfkohlarten im Winterlager gegenüber gestellt werden.

1. Prozentuale Ergebnisse der Wertstoffuntersuchungen.

Die Tabellen 4, 5 und 6 geben die prozentualen Ergebnisse der Wertstoff-Untersuchungen im Mikro-Lagerungsversuch von Anfang Januar bis Ende März wieder.

Übereinstimmend bei allen Sorten wurde eine Abnahme an organischer Substanz festgestellt. Sie ist durch die stattfindende Veratmung zu erklären.

Ferner zeigten sämtliche Sorten einen Rückgang ihres C-Vitamin-Gehaltes in % der Frischsubstanz sowie in % der Trockensubstanz. Ganz offensichtlich waren die Vitamin C-Verluste während der dreimonatigen Lagerung bei den Dauerkohlarten geringer als bei den Herbstsorten. Letztere erlitten zwischen Anfang Februar und Anfang März eine verstärkte Einbuße ihres Vitamin C-Gehaltes.

Auch der Trockensubstanzgehalt zeigt nach kleinen Schwankungen im allgemeinen abfallende Werte mit Ausnahme der Sorten „Vertus“, „Dauerweiß“ und „Langendijker Herbstrot“. — Der Rohfasergehalt und Aschengehalt in % der Trockensubstanz (= TS) nahmen bei allen Sorten bis zum Versuchsende mehr oder weniger stark zu; dies ist wiederum mit der Veratmung der organischen Substanz zu erklären.

Wechselnde Werte ergaben sich für Gesamt-N und Eiweiß-N. Die auf TS bezogenen Prozentwerte des Gesamt-N stiegen — mit Ausnahme der Wirsing-sorten „Vertus“ — an. Der Gesamt-N-Wert in % der TS müßte annähernd konstant bleiben, weil die Gesamt-N-Menge des Lagergutes sich nicht wesentlich verändern kann, wenn die Bezugsgröße einwandfrei ist. Da sich aber die Mengenverhältnisse durch Veratmung von Kohlenhydraten zugunsten der übrigen Inhaltsstoffe verschieben, ist die Zunahme der Gesamt-N-Mengen erklärlich. Weitere Faktoren, die eine Veränderung des Gesamt-N-Gehaltes — vor allem bei der absoluten Wertstoffbilanz — verursachen können, werden später erörtert. Eine Zunahme an Eiweiß-N in % der TS wurde für die Sorten „Herbstweiß“, „Dr. Neuers Grüner“, „Dauerwirsing“, „Frührot“ sowie „Dauerrot“ verzeichnet. Die Sorten „Platter Holsteiner“, „Dauerweiß“, „Vertus“ sowie „Herbstrot“ ließen dagegen eine Abnahme an Eiweiß-Stickstoff in % der TS erkennen.

Tabelle 4. Prozentuale Ergebnisse der Wertstoffgehalte von 3 Weißkohlsorten im Mikro-Lagerungsversuch vom 13. Januar 1948 bis 18. März 1948.

Sorte	Datum	Trocken- substanz %		Gesamt-N in %		Eiweiß-N in %		Reinweiß in %		Relativer Eiweiß- gehalt %	Aschen- gehalt in % Tr.	Vitamin C mg %		Rohfaser in % Tr.	Organische Substanz in % Tr.
		Fr. ¹	Tr. ²	Fr. ¹	Tr. ²	Fr.	Tr.	Fr.	Tr.						
Weißkohl: Herbstweiß	13. I.	8,93	3,09	0,276	1,02	0,568	6,36	33	9,23	47,37	530,5	8,04	90,77		
	6. 2.	8,08	3,69	0,298	1,15	0,581	7,19	31	10,27	46,49	575,5	8,63	89,73		
	27. 2.	8,83	3,74	0,330	1,04	0,575	6,50	28	10,68	41,61	471,4	9,02	89,32		
Platter Holsteiner	14. I.	9,34	3,13	0,292	1,11	0,650	6,96	35	9,26	50,78	543,9	8,06	90,74		
	9. 2.	8,58	3,16	0,271	1,14	0,613	7,13	36	9,50	47,72	550,4	7,78	90,50		
	1. 3.	8,72	3,01	0,262	0,98	0,531	6,12	32	9,77	45,84	525,8	8,69	90,23		
Dauerweiß Dithmarscher	17. 3.	8,53	3,19	0,272	1,18	0,631	7,39	37	10,63	44,61	522,8	8,21	89,37		
	16. I.	10,09	2,90	0,293	1,27	0,800	7,96	44	8,61	49,04	486,0	6,93	91,39		
	10. 2.	9,85	3,00	0,295	1,19	0,731	7,44	40	9,23	47,70	484,3	7,60	90,77		
	3. 3.	10,60	3,13	0,332	0,95	0,631	5,94	30	9,37	44,67	421,2	8,65	90,63		
	18. 3.	10,24	3,32	0,340	0,94	0,600	5,88	28	10,20	44,43	433,9	8,16	89,80		

¹ = Frischsubstanz. ² = Trockensubstanz.

Tabelle 5. Prozentuale Ergebnisse der Wertstoffgehalte von 3 Wirsingkohlsorten im Mikro-Lagerungsversuch (vom 7. Januar 1948 bis 16. März 1948).

Sorte	Datum	Trocken- substanz %		Gesamt-N in %		Eiweiß-N in %		Reinweiß in %		Relativer Eiweiß- gehalt %	Aschen- gehalt in % Tr.	Vitamin C mg %		Rohfaser in % Tr.	Organische Substanz in % Tr.
		Fr. ¹	Tr. ²	Fr. ¹	Tr. ²	Fr.	Tr.	Fr.	Tr.						
Wirsing: Vertus	7. I.	11,53	3,82	0,440	1,54	1,112	9,63	40	8,17	56,34	488,4	6,36	91,83		
	2. 2.	13,42	3,75	0,504	1,39	1,163	8,68	37	8,20	51,86	386,3	6,45	91,80		
	20. 2.	16,50	3,38	0,558	1,36	1,400	8,48	40	8,27	48,75	295,4	6,76	91,73		
Dr. Neuers Grüner	9. I.	11,14	3,84	0,427	1,19	0,825	7,44	31	9,26	52,47	471,2	7,86	90,74		
	3. 2.	11,39	4,28	0,487	1,29	0,919	8,06	30	9,64	50,18	446,6	8,11	990,36		
	22. 2.	11,88	4,53	0,538	1,52	1,125	9,50	34	9,12	50,06	421,5	8,17	90,88		
Dauerwirsing Dithmarscher	12. 3.	11,15	4,25	0,474	1,22	0,850	7,63	29	9,55	46,72	419,0	8,66	90,45		
	12. I.	11,19	3,30	0,369	0,98	0,687	6,12	30	9,05	50,18	448,4	7,88	90,95		
	4. 2.	10,64	3,37	0,358	1,07	0,713	6,69	32	9,17	48,33	454,3	7,95	90,83		
	25. 2.	10,06	3,43	0,345	1,12	0,706	7,00	33	9,63	46,36	460,8	8,03	90,37		
	16. 3.	10,74	3,60	0,386	1,22	0,819	7,63	34	9,75	45,13	426,2	8,98	90,25		

¹ = Frischsubstanz. ² = Trockensubstanz.

Tabelle 6. Prozentuale Ergebnisse der Wertstoffgehalte von 3 Rotkohlorten im Mikro-Lagerungsversuch (vom 19. Januar 1948 bis 24. März 1948).

Sorte	Datum	Trocken- substanz %	Gesamt-N in %		Eiweiß-N in %		Reinweiß in %		Relativer Eiweiß- gehalt %	Aschen- gehalt in %	Vitamin C mg %		Rohfaser in %	Organische Substanz in %
			Fr. ¹	Tr. ²	Fr.	Tr.	Fr.	Tr.			Fr.	Tr.		
Rotkohl: Langendijker, Früh	19. I.	9,21	0,274	2,98	0,085	0,92	0,531	5,75	31	8,80	62,70	680,9	8,06	91,20
	13. 2.	8,77	0,261	2,98	0,091	1,04	0,569	6,50	35	9,03	58,96	672,1	7,90	90,97
	5. 3.	8,63	0,287	3,33	0,080	0,93	0,500	5,81	28	9,50	47,16	546,6	8,21	90,50
	22. 3.	8,58	0,297	3,46	0,082	0,96	0,513	6,00	28	9,86	44,64	520,5	8,40	90,14
Langendijker Herbst	21. I.	10,95	0,332	3,30	0,130	1,29	0,813	8,06	39	9,43	65,00	646,8	7,81	90,57
	16. 2.	9,86	0,349	3,54	0,144	1,46	0,900	9,13	41	9,89	63,68	645,7	8,70	90,11
	8. 3.	10,32	0,381	3,69	0,129	1,25	0,806	7,81	34	—	49,53	479,9	—	—
Dauerrot, Dithmarscher	23. I.	12,33	0,400	3,24	0,132	1,07	0,825	6,69	33	8,10	69,70	565,3	6,93	91,90
	18. 2.	12,29	0,403	3,28	0,145	1,18	0,906	7,37	36	8,95	68,39	556,5	7,44	91,05
	10. 3.	12,64	0,386	3,05	0,135	1,07	0,844	6,69	35	8,73	64,76	512,3	7,78	91,27
	24. 3.	11,84	0,409	3,46	0,141	1,19	0,881	7,44	34	8,87	61,31	518,1	8,14	91,13

¹ = Frischsubstanz. ² = Trockensubstanz.

Tabelle 7. Trockensubstanzgehalt und Gesamtgewichte von je 10 Köpfen der eingelagerten Weißkohlorten und ihre Veränderungen im Winterlager.

Zeitpunkt des Wiegens	Herbstweiß			Platter Holsteiner			Lithmarscher Dauerweiß		
	Datum	Trocken- substanz in %	Gewicht in g	Datum	Trocken- substanz in %	Gewicht in g	Datum	Trocken- substanz in %	Gewicht in g
mit Umblatt	1. 12. 47	—	26 490	1. 12. 47	—	25 135	1. 12. 47	—	22 865
Umblatt entfernt	1. 12. 47	—	24 465	1. 12. 47	—	23 180	1. 12. 47	—	20 710
Putzverlust = D	1. 12. 47	—	-2 025	1. 12. 47	—	-1 955	1. 12. 47	—	-2 155
vor der 1. Probenahme	13. I. 48	8,93	22 635	14. I. 48	9,34	20 695	16. I. 48	10,09	18 085
1. Lagerverlust = D ₁	1. 12. 47 bis 13. I. 48	—	-1 830	1. 12. 47 bis 14. I. 48	—	-2 485	1. 12. 47 bis 16. I. 48	—	-2 625
nach der 1. Probenahme vor der 2. Probenahme	13. I. 48 6. 2. 48	8,08	16 603 15 290	14. I. 48 9. 2. 48	8,58	14 895 13 720	16. I. 48 10. 2. 48	—	13 440 12 350
2. Lagerverlust = D ₂	13. I. 48 bis 6. 2. 48	—	-1 313	14. I. 48 bis 9. 2. 48	—	-1 175	16. I. 48 bis 10. 2. 48	—	-1 090
nach der 2. Probenahme vor der 3. Probenahme	6. 2. 48 27. 2. 48	8,83	10 530 9 195	9. 2. 48 28. 2. 48	8,72	9 200 8 215	10. 2. 48 3. 3. 48	10,60	8 475 7 550
3. Lagerverlust = D ₃	6. 2. 48 bis 27. 2. 48	—	-1 335	9. 2. 48 bis 28. 2. 48	—	-985	10. 2. 48 bis 3. 3. 48	—	-925
nach der 3. Probenahme vor der 4. Probenahme	—	—	—	28. 2. 48 17. 3. 48	8,53	4 270 3 805	3. 3. 48 18. 3. 48	—	4 120 3 750
4. Lagerverlust = D ₄	—	—	—	28. 2. 48 bis 17. 3. 48	—	-465	3. 3. 48 bis 18. 3. 48	—	-370

¹ Frischsubstanz. ² Trockensubstanz.

Auf einzelne zahlenmäßige Vergleiche hier näher einzugehen, wäre unzweckmäßig und würde bei der Fülle der Zahlen nur verwirren, da diese gefundenen prozentualen Werte nur als Ausgangsmaterial zur Berechnung absoluter Werte dienen sollten, wie weiter oben bereits gesagt war.

2. Veränderungen der Frisch- und Trockengewichte.

Um diese absoluten Werte zu erhalten, wurden alle Analysenergebnisse auf das jeweilige absolute Trockengewicht der eingelagerten Kohlsorten bezogen und in Beziehung zu dem Ausgangstrockengewicht jeder Sorte gesetzt, wie die folgenden Ausführungen zeigen.

Ich ging dabei von den Einlagerungsgewichten aus, die in den Tabellen 7, 8 und 9 aufgeführt sind. Ebenfalls sind diesen Tabellen die Veränderungen der Frisch- und Trockengewichte während der Lagerung zu entnehmen. Die gleichzeitigen Veränderungen des prozentualen Trockensubstanzgehaltes gehen auch aus den Tabellen 7, 8 und 9 hervor.

Die erste Gewichtsveränderung war bereits zu Beginn der Einlagerung zu verzeichnen, als die Kohlköpfe nach dem Transport durch Ernte bei Regenwetter zu faulen drohten. Daher mußten bei fast allen Sorten die äußeren Umblätter entfernt werden. Für die Zeit vom 1. Dezember (dem Einlagerungstag) bis Anfang Januar, als die Analysen begannen, sind die Verluste an Frischgewicht, die durch Veratmung und Verdunstung entstanden waren, in den Tabellen 7, 8 und 9 angeführt. Zur Feststellung des weiteren Gewichtsschwundes wurden, wie oben schon erwähnt, vor und nach jeder Probeentnahme die zu einer Sorte gehörenden Kohlköpfe gewogen. Außerdem wurden am Analysentag Trockensubstanzbestimmungen durchgeführt. Dann wurde die Gewichts-differenz für den jeweiligen Zeitraum von einer Probeentnahme bis zur folgenden ermittelt und auf Trockensubstanz umgerechnet. Dadurch konnten sämtliche Werte zu dem Ausgangstrockengewicht der ersten Analyse von Anfang Januar in Beziehung gesetzt und weiter die absolute Abnahme während der Lagerung festgestellt werden. Die bei jeder Probeentnahme herausgeschnittenen Längssektoren wurden zur Ermittlung der absoluten Lagerverluste rechnerisch nicht in die Verlustprocente einbezogen, da sie vor der Berechnung aller Wertstoffveränderungen ergänzt werden konnten. Gewichtsmäßig waren sie nämlich festgehalten worden. Nur die wirklichen Lagerverluste (Verdunstungs- und Veratmungsverluste) wurden also vom Ausgangsgewicht abgezogen.

In analoger Weise wurden anschließend auch die Wertstoffveränderungen zueinander und zum Ausgangswert in Beziehungen gesetzt.

Die Gewichtsveränderungen sind für vorliegende Arbeit nur ab Anfang Januar von Interesse, da erst von diesem Zeitpunkt ab der Trockensubstanzgehalt sämtlicher Versuchssorten bestimmt war.

Zur Auswertung der Analysen wurde im allgemeinen die Trockensubstanz als Bezugsgröße gewählt, da der Wassergehalt der Frischsubstanz durch Faktoren wie Luftfeuchtigkeit und Temperatur leicht beeinflussbar ist und dadurch schon schwanken kann.

Tabelle 8. Trockensubstanzgehalt und Gesamtgewichte von je 10 Köpfen der eingelagerten Winstingsorten und ihre Veränderungen im Winterlager.

Zeitpunkt des Wiegens	Vertus			Dr. Neuers Grüner ³			Dithmarscher Dauerwirsing		
	Datum	Trockensubstanz in %	Gewicht in g Fr. ¹ Tr. ²	Datum	Trockensubstanz in %	Gewicht in g Fr. Tr.	Datum	Trockensubstanz in %	Gewicht in g Fr. Tr.
mit Umblatt	1. 12. 47	—	14 620	1. 12. 47	—	14 100	1. 12. 47	—	16 485
Umblatt entfernt	1. 12. 47	—	13 915	1. 12. 47	—	13 140	1. 12. 47	—	15 425
Putzverlust = D	1. 12. 47	—	—705	1. 12. 47	—	—900	1. 12. 47	—	1 060
vor der 1. Probenahme	5. 1. 48	—	10 245	9. 1. 48	11,14	11 470	12. 1. 48	11,19	13 980
1. Lagerverlust = D ₁	1. 12. 47 bis 5. 1. 48	DI = (3670-2085) ⁴	—1 585	1. 12. 47 bis 9. 1. 48	—	—1 670	1. 12. 47 bis 12. 1. 48	—	—1 445
nach der 1. Probenahme vor der 2. Probenahme	5. 1. 48	—	7 625	9. 1. 48	—	8 340	12. 1. 48	—	10 243
	7. 1. 48	11,53	7 605	3. 2. 48	11,39	7 625	4. 2. 48	10,64	9 505
2. Lagerverlust = D ₂	5. 1. 48 bis 7. 1. 48	—	—20	9. 1. 48 bis 3. 2. 48	—	—715	12. 1. 48 bis 4. 2. 48	—	—678
nach der 2. Probenahme vor der 3. Probenahme	7. 1. 48	—	5 130	3. 2. 48	—	5 355	4. 2. 48	—	6 495
	2. 2. 48	13,42	4 380	23. 2. 48	11,88	4 685	25. 2. 48	10,06	5 940
3. Lagerverlust = D ₃	7. 1. 48 bis 2. 2. 48	—	—750	3. 2. 48 bis 23. 2. 48	—	—670	4. 2. 48 bis 25. 2. 48	—	—555
nach der 3. Probenahme vor der 4. Probenahme	2. 2. 48	—	2 320	23. 2. 48	—	2 485	25. 2. 48	—	3 250
	20. 2. 48	16,50	1 860	12. 3. 48	11,15	2 155	15. 3. 48	10,74	2 905
4. Lagerverlust = D ₄	2. 2. 48 bis 20. 2. 48	—	—460	23. 2. 48 bis 12. 3. 48	—	—330	25. 2. 48 bis 15. 3. 48	—	—345

⁴ 1 Kopf von 2085 g fällt ab hier aus, da er völlig geplatzt ist.

³ Nur 9 Köpfe eingelagert.

² Trockensubstanz.

¹ Frischsubstanz.

Tabelle 9. Trockensubstanzgehalt und Gesamtgewichte von je 10 Köpfen der eingelagerten Rothkohlsorten und ihre Veränderungen im Winterlager.

Zeitpunkt des Wiegens	Langendijker Frührot			Langendijker Herbstrot			Dithmarscher Dauerrot		
	Datum	Trocken- substanz in %	Gewicht in g Fr. 1 Tr. 2	Datum	Trocken- substanz in %	Gewicht in g Fr. Tr.	Datum	Trocken- substanz in %	Gewicht in g Fr. Tr.
mit Umblatt	1. 12. 47	—	16 585	1. 12. 47	—	10 835	1. 12. 47	—	11 065
Umblatt entfernt	1. 12. 47	—	16 495	1. 12. 47	—	—	1. 12. 47	—	—
Putzverlust = D	1. 12. 47	—	—090	1. 12. 47	—	—	1. 12. 47	—	—
vor der 1. Probenahme	19. 1. 48	9,21	14 470	21. 2. 48	10,05	9 145	23. 1. 48	12,33	9 555
1. Lagerverlust = D ₁	1. 12. 47 bis 19. 1. 48	—	—2 025	1. 12. 47 bis 21. 1. 48	—	—1 690	1. 12. 47 bis 23. 1. 48	—	—1 510
nach der 1. Probenahme	19. 1. 48	—	10 620	21. 1. 48	—	6 550	23. 1. 48	—	6 875
vor der 2. Probenahme	13. 2. 48	8,77	9 625	16. 2. 48	9,86	5 580	18. 2. 48	12,29	6 195
2. Lagerverlust = D ₂	19. 1. 48 bis 13. 2. 48	—	— 995	21. 1. 48 bis 16. 2. 48	—	—970	23. 1. 48 bis 18. 2. 48	—	—680
nach der 2. Probenahme	13. 2. 48	—	6 425	16. 2. 48	—	3 765	18. 2. 48	—	4 220
vor der 3. Probenahme	5. 3. 48	8,63	5 510	8. 3. 48	10,32	3 180	10. 3. 48	12,64	3 820
3. Lagerverlust = D ₃	13. 2. 48 bis 5. 3. 48	—	— 915	16. 2. 48 bis 8. 3. 48	—	— 585	18. 2. 48 bis 10. 3. 48	—	— 400
nach der 3. Probenahme	5. 3. 48	—	3 070	—	—	—	10. 3. 48	—	2 090
vor der 4. Probenahme	22. 3. 48	8,58	2 525	—	—	—	24. 3. 48	11,84	1 930
4. Lagerverlust = D ₄	5. 3. 48 bis 22. 3. 48	—	— 545	—	—	— 48	10. 3. 48 bis 24. 3. 48	—	—160

1 Frischsubstanz. 2 Trockensubstanz.

gesamten 10 bzw. 9 eingelagerten Köpfe jeder Sorte beziehen):

Das Ausgangsgewicht des „Dauerweißkohls“ betrug vor Beginn der ersten Probeentnahme (am 16. 1. 1948) 18 085 g bei gleichzeitigem Trockensubstanzgehalt von 10,09% (vgl. Tab. 7). Der als „D₁“ aufgeführte erste Lagerverlust (2625 g) blieb bei der Berechnung unberücksichtigt, da er sich auf die Zeit vom 1. Dez. 1947 bis 16. Jan. 1948, also vor der ersten Analyse, bezieht. Den zweiten Lagerverlust „D₂“ (= 1090 g), der zwischen der ersten und zweiten Probenahme festgestellt wurde, habe ich unter Berücksichtigung des entsprechenden Trockensubstanzgehaltes auf das Ausgangsgewicht von 18 085 g umgerechnet (= 1467 g) und von diesem abgezogen. (1090 g von 13 440 g entsprechen 1467 g von 18 085 g.) Wenn die weiteren Veränderungen ebenso zum Ausgangsgewicht in Beziehung gesetzt werden, ergibt sich folgende Gewichtsbilanz:

Gewichtsbilanz.

Ausgangsgewichte	Frischgewichte		Trockengewichte	
	in g	in %	in g	in %
Ausgangsfrischgewicht 16. 1. 48.	18 085	= 100	1 825	= 100
—D ₂ = 16. 1.—10. 2. (1090 g umgerechnet auf absolute Abnahme	— 1 467	= 8	— 188	= 10
Frischgewicht am 10. 2.	16 618	= 92	1 637	= 90
—D ₃ = 10. 2.—3. 3. (925 g von 8475 g) umgerechnet	— 1 814	= 10	— 69	= 4
Frischgewicht am 3. 3.	14 804	= 82	1 568	= 86
—D ₄ = 3.—18. 3. (370 g von 4 120 g) umgerechnet	— 1 329	= 7	— 190	= 10
Frischgewicht am 18. 3. (Versuchsende)	13 475 g	= 75%	1 378 g	= 76%

Ein Beispiel mag die Berechnungsweise erläutern, da man, um zu exakten Ergebnissen mit „absoluten“ Wertstoffangaben zu gelangen, der Berechnung den folgenden Gedankengang zugrunde legen muß. (Dazu sei noch erwähnt, daß die Gewichte sich immer auf die

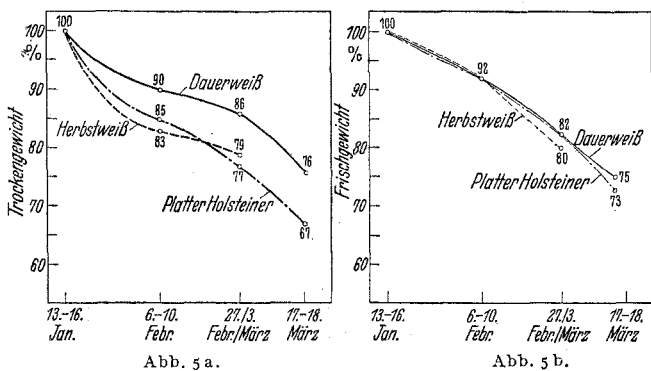
Die gleiche Berechnungsweise gilt für die Trockengewichte (vgl. die rechte Spalte), wobei in diesem Beispiel einem Ausgangsfrischgewicht von 18 085 g ein Ausgangstrockengewicht von 1825 g entsprach. Schließlich ermöglicht der prozentuale Ausdruck der

absoluten Gewichtsverluste noch eine bessere Übersicht und vor allem einen Vergleich mit anderen Sorten.

a) *Gewichtsveränderungen der Weißkohlsorten.*

Interessante Zusammenhänge mit der Haltbarkeit zeigen die Frischgewichte und Trockensubstanzgehalte bei Beginn der Untersuchungen (Anfang Januar 1948). Dabei wurde für die nur sehr begrenzt lagerfähige Sorte „Herbstweiß“ bei dem höchsten Frischgewicht aller Weißkohlsorten (mit 22 635 g) von 10 Köpfen gleichzeitig der geringste Trockensubstanzgehalt (8,93%) ermittelt (vgl. Tab. 7). Umgekehrt fiel bei der Sorte „Dauerweiß“, die sich als haltbarste Weißkohlsorte erwies, das niedrigste Gesamtgewicht (18 085 g) mit dem höchsten Trockensubstanzgehalt (10,09%) zusammen. Die gute Haltbarkeit der Dauerweißkohlsorte schien also, wie die Befunde ergeben haben, weitgehend mit einem hohen prozentualen Ausgangs-Trockensubstanzgehalt zusammenzuhängen, während das Frischgewicht dieser haltbarsten Sorte bei unserem Versuch niedriger als das der Herbstsorten lag. Eine Mittelstellung nahm die Sorte „Platter Holsteiner“ ein. Sowohl das Anfangsfrischgewicht dieser Sorte von (20 695 g) als auch der Trockensubstanzgehalt (9,34%) lagen zwischen dem der beiden erstgenannten Sorten. Entsprechend wirkte sich auch die Lagerfähigkeit aus.

Die im Laufe der Lagerung entstandenen Gewichtsverluste an Frischsubstanz resp. deren Trockensubstanz sind — in Prozent umgerechnet — den Abb. 5a und 5b zu entnehmen.



Gewichtsverluste der Weißkohlsorten (Ausgangsgewichte = 100% gesetzt).

Dabei wurde das Ausgangsgewicht jeder Sorte vor der ersten Probeentnahme (am 13., 14. bzw. 16. Jan.) = 100% gesetzt und die Veränderungen während der Lagerung durch eine entsprechende Verhältniszahl ausgedrückt.

Aus Abb. 5a geht deutlich hervor, daß der Trockengewichtsverlust der Sorte „Herbstweiß“ größer ist als der der beiden anderen Weißkohlsorten, besonders gegenüber der Sorte „Dauerweiß“. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Frischsubstanz (5b), deren Abnahme allerdings anfänglich bei allen drei Sorten gleich groß ist, bis sich ab Anfang Februar die Gewichtsabnahme der Sorte „Herbstweiß“ verstärkt. Hieraus ergibt sich also, daß die Sorte „Herbstweiß“ unter den genannten Lagerbedingungen durch starke Veratmung von Kohlenhydraten eine weitgehende Wertminderung erfährt. Schon Ende Februar mußte diese Sorte bei 21% Trockengewichtsverlust wegen einsetzender Fäulnis, Platzen und Auswachsen der

Köpfe aus dem Versuch ausgeschieden werden. Ende Februar setzte auch bei den beiden anderen Sorten ein verstärkter Abfall des Trockengewichts ein, der sich bis zum 17. März bei der Sorte „Platter Holsteiner“ auf 33%, bei der Sorte „Dauerweiß“ bis zum 18. März auf 24% vergrößerte. Es ist offensichtlich, daß die Sorte „Dauerweiß“ deren Trockengewicht bis zum Ende des Lagerversuches die geringste Einbuße (mit 24%) erlitten hatte, für eine lange Kellerlagerung im Frühjahr am geeignetsten ist. Denn die Veratmung an organischer Substanz ist gleichbedeutend mit einer Wertminderung.

Ein Blick auf den einleitend wiedergegebenen Verlauf der Lagertemperaturen erklärt ohne weiteres die in diesem Mikro-Lagerungsversuch ab Ende März begrenzte Haltbarkeit des Dauerkohls: Bekanntlich unterliegen auch die physiologischen Vorgänge in den Pflanzen der VAN't HOFF'schen Regel, nach welcher nämlich eine Temperaturerhöhung um 10° die Reaktionen um das Doppelte bis Dreifache beschleunigt. Um 0° C ist die Fermenttätigkeit in Pflanzen auf ein Minimum herabgesetzt, in seltenen Fällen (vornehmlich bei tropischen Gewächsen) treten bei dieser Temperatur irreversible Schädigungen ein. Da aber bei meinem Lagerungsversuch die Temperaturen nie weniger als +7—9° C betragen, zeitweise sogar 10—11° C, mußte die verstärkte Fermentaktivität zu einem schnelleren Abbau führen. In normalen Wintern herrschen in Kohlscheunen wie auch in Lagerkellern Temperaturen um höchstens 5° C, so daß man dann mit entsprechend längerer Erhaltung der organischen Substanz und anderer wertgebender Stoffe im Gemüse rechnen kann.

b) *Gewichtsveränderungen der Wirsingkohlsorten.*

Bei Wirsing liegen die Verhältnisse anders. Besonders im Anfang der Lagerung (vom 1. Dez. 1947 bis Anfang Jan. 1948) wurde für die Herbstsorten im Gegensatz zum Dauerwirsing eine höhere Gewichtsabnahme verzeichnet, wie auch aus der folgenden kurzen Übersicht und aus den Abb. 6a und 6b hervorgeht.

Gewichtsverluste vom 1. 12. 47 (Beginn der Einlagerung) bis Anfang Januar 1948 (Erste Analyse)

	in Prozent des Ausgangsfrischgewichtes
Weißkohl: Herbstweiß	7,5%
Platter Holsteiner	10,7%
Dauerweiß	12,7%
Wirsing: Vertus	11,4%
Dr. Neuers Grüner	12,7%
Dauerwirsing	9,4%
Rotkohl: Langendijker Frührot	12,2%
Langendijker Herbstrot	15,6%
Dauerrot	13,6%

Bei diesen Herbstsorten („Vertus“ und „Dr. Neuers Grüner“) schienen jedoch nicht allein die wirklichen Frischgewichtsabnahmen die höheren Verlustprozente bei Lagerungsbeginn zu verursachen. Vielmehr ist anzunehmen, daß allmählich das Regenwasser verdunstete, das sich bei der Ernte in den locker gebauten Köpfen zwischen den gewellten, blasig aufgetriebenen Blättern gesammelt hatte. Der „Dauerwirsing“ da-

gegen ähnelte im Aufbau den festen Köpfen vom Weißkohl, bei denen zwischen die dicht anliegenden Blätter kein Regenwasser eindringen konnte. Hiermit ist wohl die bei dieser Sorte relativ niedrige Gewichtsabnahme zu begründen (vgl. auch Tab. 8).

Während im Trockensubstanzgehalt der gelagerten Wirsingsorten anfänglich kaum Unterschiede bestanden, hatte entsprechend dem festen Kopfaufbau beim Wirsing die Dauersorte das höchste Frischgewicht von 10 Köpfen. Es betrug vor der ersten Analyse (am 12. Januar 1948) 13 980 g bei gleichzeitigem Trockensubstanzgehalt von 11,19%. Die Sorte „Dr. Neuers Grüner“ folgte mit einem Frischgewicht von 11 470 g (am 9. Januar), obwohl von dieser Sorte nur 9 Köpfe eingelagert worden waren. Verhältnismäßig kleine Köpfe und dabei auch das niedrigste Frischgewicht zeigte die Sorte „Vertus“ mit 10 245 g bei einem Trockensubstanzgehalt von 11,53%. Nach dem 5. Januar fiel von dieser letztgenannten Sorte der größte Kopf für weitere Untersuchungen aus, weil er völlig geplatzt war.

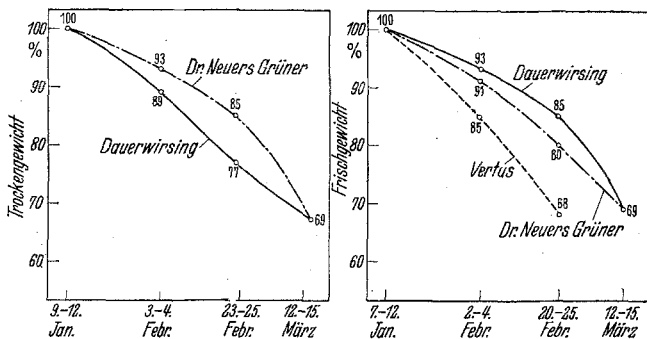


Abb. 6 a. Abb. 6 b.

Gewichtsverluste der Wirsingsorten (Ausgangsgewichte = 100% gesetzt).

Die Gewichtsabnahmen der Wirsingsorten sind aus Abb. 6a und 6b zu ersehen.

Der stärkste Abfall an Frischgewicht (6b) wurde bei der Sorte „Vertus“ mit 32% bis zum dritten Untersuchungstermin (20. 2.) verzeichnet, was äußerlich durch starkes Welken und Eintrocknen der Außenblätter zu erkennen war. Die Trockengewichtsabnahme dieser Sorte konnte nicht aufgeführt werden, da sich durch Platzen einiger Köpfe und beginnende Fäulnisausfälle die Bezugsgrößen änderten. Die Sorte „Dr. Neuers Grüner“ zeigte ebenfalls bei der hohen Lagertemperatur starken Rückgang des Frischgewichtes. Am dritten Untersuchungstermin (20. 2.) betrug der Rückgang 20%, am vierten Untersuchungstermin (12. 3.) 31%. „Dr. Neuers Grüner Wirsing“ eignet sich bekanntlich nicht für eine normale längere Kohllagerung, sondern nur für eine Kaltlagerung bei -2° C (vgl. L. SCUPIN 1940 [39]).

Das Frischgewicht des „Dauerwirsing“ verminderte sich nach anfänglich geringerem Rückgang bis zum vierten Untersuchungstermin (15. 3.) ebenfalls um 31%. — In der Trockengewichtsbilanz zeigten die beiden letzten Sorten entgegengesetztes Verhalten. Zunächst war bei der Sorte „Dr. Neuers Grüner“ nur ein allmählicher Rückgang zu verzeichnen, der sich Ende Februar verstärkte und bei der letzten Untersuchung (12. 3. resp. 15. 3.) ebenso wie beim „Dauerwirsing“ 31% erreichte. — Wenn auch die Verlustprozentage beider Sorten bei der Untersuchung am 12.—15. 3. zusammenfallen, unterstreicht doch die

Abbildung 6a deutlich den ab Ende Februar verstärkten Abfall des Trockengewichts von Dr. NEUERS grünem Wirsing gegenüber dem allmählich geringer werdenden Trockengewichtsrückgang des „Dauerwirsing“. Anschließend in der Wertstoffbilanz kommt diese Neigung auch zum Ausdruck.

Eine Betrachtung der Wirsingköpfe im Lagerkeller Mitte März ergab einwandfrei, daß die Sorte „Dr. Neuers Grüner“ nicht länger gelagert werden konnte, weil die Restköpfe faulten und auswuchsen. Der „Dauerwirsing“ dagegen erschien noch frisch und fest nur die äußeren Blätter waren trocken geworden. Einige zum Vergleich unberührt gelassenen Köpfe zeigten am Ende des Lagerversuches dasselbe Aussehen.

c) Gewichtsveränderungen beim Rotkohl.

Vergleiche zwischen Frischgewicht und Trockensubstanzgehalt der Rotkohlsorten ergeben ein ähnliches Bild wie beim Weißkohl. Auch hier schienen einerseits Zusammenhänge zwischen hohem Anfangsgewicht, niedrigem Trockensubstanzgehalt und schlechter Haltbarkeit zu bestehen. Entsprechende Befunde ergaben sich für die nur kurze Zeit lagerfähige Sorte „Langendijker Frührot“, die (bei Spätaussaat) mit 14 470 g das höchste Frischgewicht und 9,21% den niedrigsten Trockensubstanzgehalt besaß (vgl. Tab. 9). — Die Sorte „Langendijker Herbstrot“ war durch die späte Aussaat und die Trockenheit des Sommers 1947 nicht voll ausgewachsen und zeigte daher das geringste Anfangsgewicht (mit 9145 g von 10 Köpfen). Der Trockensubstanzgehalt dieser Sorte betrug 10,05%. — Andererseits wurde bei der Sorte „Dauerrot“ (entsprechend der Sorte „Dauerweiß“) mit dem höchsten Trockensubstanzgehalt (12,33%) bei einem Frischgewicht von 9555 g eine sehr gute Haltbarkeit festgestellt. Die Gewichtseinbußen dieser Sorte lagen am Versuchsende (24. 3.) bei 25% vom Ausgangsfrischgewicht und 28% des Ausgangstrockengewichtes (vgl. Abb. 7 a und 7 b).

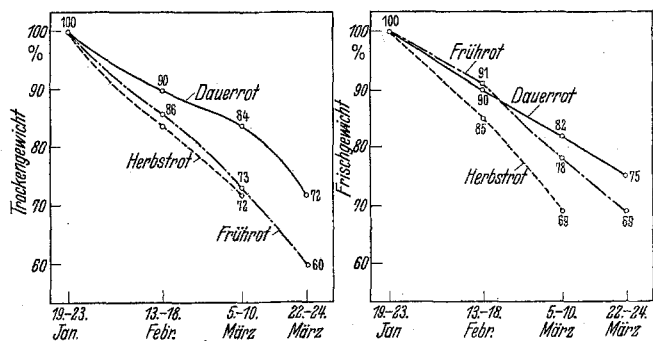


Abb. 7 a. Abb. 7 b.

Gewichtsverluste der Rotkohlsorten (Ausgangsgewichte = 100% gesetzt).

Die Köpfe der Sorte „Dauerrot“ hatten noch Ende März ein frisches Aussehen, nur die äußeren Blätter waren trocken geworden. Faul- oder Schimmelstellen traten nur ganz vereinzelt auf. Noch besser wäre die Haltbarkeit bei kühlerer Lagertemperatur gewesen, was eine gleichzeitig vorgenommene Kohleinmietung bewies. Bei der Herausnahme aus der Miete war den Köpfen der drei Dauerkohlarten äußerlich keine Veränderung seit der Einmietung anzusehen.

Die beiden übrigen Rotkohlsorten aus dem Mikro-Lagerungsversuch konnten nach der dritten bzw. vierten Untersuchung kaum noch als genußfähig bezeichnet werden. Die Gewichtsveränderungen ergaben eine Bestätigung hierfür. Nach anfänglich langsamerer Abnahme, bei Vergleich mit den anderen Rotkohlsorten, setzte bei der Sorte „Frührot“ etwa Ende Februar bis Anfang März ein verstärkter Gewichtsschwund ein. Am letzten Untersuchungstag (22. 3.) betrug der Verlust 31% des Ausgangstrockengewichtes und 40% des Ausgangstrockengewichtes. Die hohen Werte, die hier die Veratmung von organischer Substanz erreicht, lassen klar erkennen, wie wenig diese Frühsorte für eine langdauernde Lagerung geeignet ist, obwohl die Köpfe durch verspätete Aussaat erst zur Erntezeit der Dauersorten voll entwickelt waren. Die schlechte Haltbarkeit der Sorte „Langendijker Herbstrot“ erwies sich schon nach einmonatiger Lagerung durch Schimmelbildung und Faulstellen. Daher mußte der Lagerversuch mit dieser Sorte vorzeitig abgebrochen werden.

Ein Vergleich dieser drei Rotkohlsorten in Bezug auf ihre Haltbarkeit gibt uns wichtige Aufschlüsse über die Zusammenhänge zwischen Reifezustand bei der Ernte und Lagerfähigkeit. Man kann aus dem Ergebnis meines Mikrolagerungsversuches schließen, daß der Reifegrad nicht der allein bestimmende Faktor für die Lagerfähigkeit einer Kohlsorte ist. Vielmehr muß die chemische Zusammensetzung und die Enzymaktivität der Köpfe, die hauptsächlich genetisch, aber auch teilweise ökologisch bedingt ist, den entscheidenden Einfluß darauf ausüben, ob eine bestimmte Sorte zur Einmietung im Winter geeignet ist oder nicht. Sonst hätten der „Langendijker Frührot“ und der „Dithmarscher Dauerrot“ gleiche Verluste bei der Lagerung erfahren müssen.

Die bisher besprochenen gewichtsmäßigen Veränderungen bilden die Grundlage zur Beurteilung der Qualität von Gemüse. Im Handel ist es üblich, Gemüse nach äußeren Qualitätsmerkmalen zu beurteilen, und zwar aus Erwägungen rein wirtschaftlicher Art. So wird z. B. vom Dauerkohl in erster Linie eine möglichst lange Erhaltung seiner äußeren Qualität gefordert.

Nach den heutigen ernährungswissenschaftlichen Erkenntnissen ist es jedoch unerläßlich, die Gemüsearten auch nach ihrem „biologischen Wert“ einzuschätzen. Den „biologischen Wert“ ergeben sowohl die eigentlichen Nährstoffe als auch die Ergänzungsnährstoffe und Wirkstoffe, worauf vor allem W. SCHUPHAN 1940 (33) hinwies.

Der wichtigste Wirkstoff im Kohl, die Ascorbinsäure, wurde zum Gegenstand meines Mikro-Lagerungsversuches gemacht. Die diesbezüglichen Untersuchungsergebnisse sollen weiter unten besprochen werden.

Die prozentualen Ergebnisse der Wertstoffanalysen wurden in der oben beschriebenen Weise in Beziehung zu den entsprechenden Trockengewichten gesetzt. Bei Berechnung der absoluten Gesamtverluste an Wertstoffen jeder Sorte wurden die herausgeschnittenen Längssektoren wieder rechnerisch ergänzt.

Auf diese Weise erhielt ich die absoluten Mengen sämtlicher Wert- und Inhaltsstoffe, die erst eine exakte Beurteilung der Zu- oder Abnahme sowie die Deutung physiologischer Zusammenhänge erlauben.

3. Absolute Wertstoffveränderungen im Laufe des Winters.

Überblick: Die folgenden Zusammenstellungen sollen die absoluten Wertstoffveränderungen bzw. deren Mittelwerte veranschaulichen. Der besseren Übersicht wegen werden auch diese Verluste in prozentualen Ausdrücken wiedergegeben.

Die neun Kohlsorten des Mikro-Lagerungsversuches wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. Zu der einen rechnen die „Dauersorten“ (Dauerweiß-, Dauerrot- und Dauerwirsingkohl) und ergeben den einen Mittelwert. Die andere Gruppe umfaßt als „Herbstsorten“ alle übrigen Sorten und ergibt den zweiten Mittelwert. Einzelheiten über die Abweichungen der verschiedenen Sorten vom Mittelwert werden anschließend erörtert.

a) Mineralstoffe (Asche). Während sich die Abnahme der organischen Substanz (bis auf Unterschiede von 1%) mit dem Rückgang der Trockensubstanz deckt, ergab die absolute Aschenbilanz eine unerwartet große Abnahme. Und zwar wurde bis Ende März im Mittel der Herbstsorten ein Schwund von 28%, im Mittel der Dauersorten ein 19%iger Schwund beobachtet (vgl. Abb. 8).

Normalerweise dürften in gelagerten Gemüse keinerlei Verluste an Mineralstoffen auftreten, da bekanntlich bei diesen weder Mineralstoffe in nennenswerten Mengen aus den Pflanzenzellen austreten können, noch von außen Mineralstoffe aufgenommen werden können.

In Prozent der Trockensubstanz wäre deshalb nach längerer Lagerdauer eine Erhöhung des Aschengehaltes zu erwarten, weil die organische Substanz einer ständigen Veratmung unterliegt.

Diese Annahme wurde auf Grund meiner prozentualen Analyseergebnisse bestätigt.

Zur Aufklärung der Ursache der negativen Aschenbilanz bei den absoluten Veränderungen wurden Nachprüfungen über die Verteilung der Mineralstoffe im Kohlkopf angestellt. Sie ergaben, daß die Außenblätter einen wesentlich höheren Anteil an Asche in % der Trockensubstanz besitzen als die inneren Blätter und der Strunk. (Bei der Sorte „Dauerweiß“ betrug der Aschenanteil der Außenblätter 11,73%, der Aschenanteil der Herzblätter 7,85% und der des Strunkes 7,48% der Trockensubstanz.)

Bei meinen Untersuchungen wurden zwar gewichtsmäßig alle Teile der Köpfe miteinfaßt, bei den Wertstoffuntersuchungen aber nur diejenigen Teile, die noch als essbar bezeichnet werden konnten. D. h. die bei

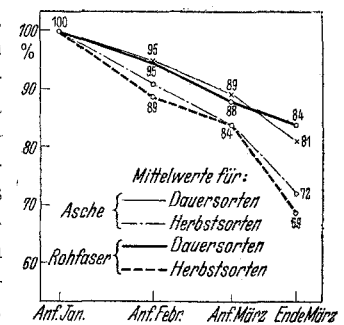


Abb. 8. Asche und Rohfaser in der gesamten gelagerten Trockenmasse (Ausgangswert = 100%).

längerer Lagerung eingetrockneten oder gefaulten aschereicherer Außenblätter der Kohlköpfe wurden vor Analysenbeginn entfernt, da es uns ja darauf ankam zu erfahren, welche eßbaren Anteile und Wertstoffe nach einer längeren Lagerung noch zur Verfügung stehen. So erklären sich auch die sortenweise unterschiedlichen Aschenverluste, je nachdem ob nur einzelne oder viele Außenblätter einer Sorte entfernt werden mußten.

b) Rohfaser. Die Mittelwerte für die Rohfaserverluste entsprechen weitgehend den Mineralstoffverlusten. Die Herbstsorten zeigen allerdings 3% höhere Einbußen an Rohfaser (mit 31%); das Verlustmittel der Dauersorten liegt mit 16% um 3% niedriger als das der Mineralstoffe (vgl. Abb. 8).

c) Gesamt-N, Eiweiß-N und Relativer Eiweißgehalt. Die Gesamt-N- und Eiweiß-N-Verluste lassen sich schwieriger in Mittelwerten zusammenfassen, da die Unterschiede z. T. sehr erheblich sind.

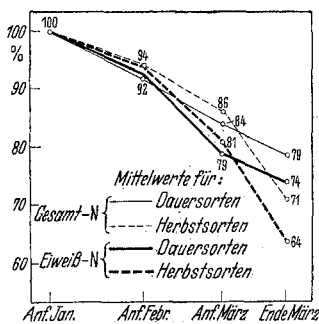


Abb. 9. Gesamt-N und Eiweiß-N in der gesamt. gelagerten Trockenmasse (Ausgangswert = 100%).

mit Ausnahme der Sorte „Dauerweiß“, wie später noch gezeigt werden wird.

Die Veränderungen der Gesamt-N-Werte finden eine entsprechende Erklärung wie sie für die Aschengehalts-Veränderungen oben gegeben wurde. Denn auch die mengenmäßige Verteilung des Gesamt-N ist in den einzelnen Organteilen unterschiedlich. (Außenblätter enthalten prozentual mehr Gesamt-N als der Strunk). Durch willkürliches Entfernen von Außenblättern muß sich also auch die Menge an Gesamt-N verringern. Bei den vergänglicheren Herbstsorten trifft dies am stärksten zu.

Ferner pflegt im allgemeinen bei Kohl der Eiweiß-N-Rückgang und damit auch der Reineiweiß-Rückgang bei langdauernder Lagerung größer zu sein als der Gesamt-N-Rückgang. Dies bringen auch die von mir gefundenen Mittelwerte zum Ausdruck: Der Eiweiß-N-Verlust der Herbstsorten beträgt 36% gegenüber einem scheinbaren Gesamt-N-Verlust von 29%, beim Dauerkohl liegen diese Werte um 26% und 21%.

Die Reineiweiß-Werte entsprechen prozentual den Eiweiß-N-Werten und verlangen deshalb keine zahlenmäßige Erläuterung.

Der Relative Eiweißgehalt (Eiweiß-N in % des Gesamt-N) sinkt im Durchschnitt nach anfänglich geringer Zunahme von 36% auf 31%, was auch ohne weiteres schon aus dem schnelleren Absinken des Eiweiß-N-Gehaltes ersichtlich ist.

d) Vitamin C (Ascorbinsäure). Zu besprechen bleibt noch der Vitamin C-Schwund im Laufe der Lagerzeit. Hier bemerken wir ebenfalls erhebliche Unterschiede zwischen den Herbst- und Dauersorten. Nach der ersten Lagerung (nach 25 Tagen) liegt der durchschnittliche Vitamin C-Schwund aller Sorten bei 16% (s. Abb. 10).

Nach weiterer dreiwöchiger Lagerzeit erhöht sich die Einbuße bei den Herbstsorten auf 35%, bei den Dauersorten dagegen nur auf 24%. Auch nach der letzten Untersuchung, bei der schon drei frühe Sorten ganz fehlen, beträgt die Differenz zwischen frühen Sorten (-43%) und späten Sorten (-34%) noch 9%.

Damit ist die Überlegenheit der Dauersorten gegenüber den Herbstsorten auch in der Haltbarkeit ihres so überaus wichtigen C-Vitamins erwiesen.

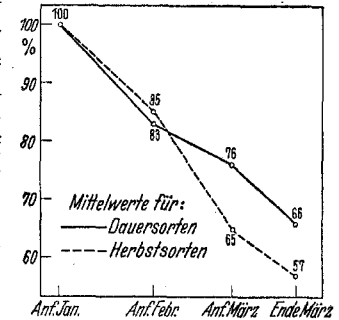


Abb. 10. Vitamin C in der gesamt. gelagerten Trockenmasse (Ausgangswert = 100%).

Die absoluten Wertstoffveränderungen im einzelnen, insbesondere die Abweichungen von den Mittelwerten, sind den nachstehenden Ausführungen zu entnehmen (vgl. auch Tab. 10, 11 und 12).

Auf Grund der gefundenen absoluten Aschenverluste kann annähernd das Bild der äußeren Veränderungen der gelagerten Kohlköpfe rekonstruiert werden. Denn man kann aus der Höhe der Aschengehaltsverminderung, wie ich zuvor begründete, eine ungefähre Schätzung der fortfallenden Außenblätter vornehmen.

Die äußeren Veränderungen der gelagerten Köpfe aller Kohlsorten sind in Versuchsprotokollen und außerdem durch eine Reihe von Aufnahmen festgehalten worden und sollen hier zum Vergleich mit den absoluten Aschenverlusten herangezogen werden. Die Aufnahmen wurden Ende Februar kurz vor der dritten Probenahme gemacht und zeigen ein für jede Sorte bezüglich Gestalt und Fäulniszustand charakteristisches Bild. (Zum Teil sind die Schnittflächen noch mit einer dünnen Paraffinschicht überzogen, die sich gegen die andere Hälfte deutlich abhebt, wie z. B. bei den drei Rotkohlsorten auf Abb. 16, 17 und 18.)

Morphologische Feststellungen.

An Hand der Aufnahmen soll eine kurze Beschreibung des morphologischen Aufbaus und der diesbezüglichen Veränderungen der einzelnen Sorten erfolgen. Die am Schluß dieses Teiles gebrachte tabellarische Zusammenstellung (Tab. 13) gibt einen Überblick über die Befunde.

Die Sorte „Dithmarscher Dauerweiß“, ein etwas abgeflachter Typ mit ganz dichter Blattlage und groben Blattrippen, zeigte bis Ende März bei Kellerlagerung keine bemerkenswerten morphologischen Veränderungen und erwies sich in ihrer Haltbarkeit sämtlichen anderen Ver-

Tabelle 10. Absolute Veränderungen der Wertstoffe von 3 Weißkohlsorten, bezogen auf Trockengewichte. (I. in Gramm, 2. in Prozent, wobei das Ausgangsgewicht = 100 gesetzt ist).

Sorte	Datum	Trockengewicht		Gesamt-N.	Eiweiß-N.	Reineiweiß		Relativer Eiweißgehalt	Vitamin C		Rohfaser		Asche		Organische Substanz			
		g	%			g	%		mg	%	g	%	g	%	g	%		
Herbstweiß	13. I. 48	2021	100	62,449	100	20,614	100	128,536	100	10721,4	100	162,488	100	186,538	100	1834,462	100	
		-338		-0,346		-1,259		-7,529		-1035,7		-17,245		-13,694		-324,306		
		1683	83	62,103	99	19,355	94	121,007	94	9685,7	90	145,243	89	172,844	93	1510,156	82	
Platter Holsteiner	27. 2. 48	-77		-2,039		-2,653		-16,617		-2115,0		-0,382		-1,324		-75,676		
		1606	79	60,064	96	16,702	81	104,390	81	7570,7	71	144,861	89	171,520	92	1434,480	78	
		1932	100	60,472	100	21,445	100	134,467	100	10508,1	100	155,719	100	178,903	100	1753,097	100	
Dithmarscher Dauerweiß	16. I. 48	-297		-8,806		-2,806		-17,892		-1411,0		-28,516		-23,578		-273,422		
		1635	85	51,666	85	18,639	87	116,575	87	9097,1	87	127,203	82	155,325	87	1479,675	84	
		-151		-6,998		-4,096		-25,600		-1294,2		-1,756		-10,338		-140,662		
Dithmarscher Dauerweiß	10. 2. 48	1484	77	44,668	74	14,543	68	90,969	68	7802,9	74	128,959	83	144,987	81	1339,013	76	
		-187		-3,294		+0,761		+4,879		-1022,2		-22,475		-7,116		-179,884		
		1297	67	41,374	68	15,304	71	95,848	71	6780,7	64	106,484	68	137,871	77	1159,129	66	
Dithmarscher Dauerweiß	16. I. 48	1825	100	52,925	100	23,178	100	145,270	100	8869,5	100	126,470	100	157,130	100	1667,875	100	
		-188		-3,815		-3,698		-23,777		-941,5		-2,058		-6,035		-181,970		
		1637	90	49,110	93	19,480	84	121,493	84	7928,0	89	124,412	98	151,095	96	1485,905	89	
Dithmarscher Dauerweiß	3. 3. 48	-69		-0,032		-4,984		-28,354		-1323,6		+11,220		-4,173		-64,827		
		1568	86	49,078	93	14,496	63	93,139	64	6604,4	74	135,632	107	146,922	94	1421,078	85	
		-190		-3,328		-1,543		-12,113		-625,3		-23,187		-6,366		-183,634		
Dithmarscher Dauerweiß	18. 3. 48	1378	76	45,750	86	12,953	56	81,026	56	5979,1	67	112,445	89	140,556	89	1237,444	74	

suchssorten überlegen. Daher läßt auch die Schnittfläche des Kopfes auf Abb. 11 keine Fäulnisspuren erkennen. (Auf die Relationen zwischen Haltbarkeit und den chemischen Befunden soll weiter



Abb. 11.

unten eingegangen werden). Andere Befunde brachten die Sorten „Platter Holsteiner“ und „Herbstweiß“. Die letztgenannte Spätherbstsorte mit hochrunder bis kugeligler Kopfform fiel im morphologischen



Abb. 12.

Aufbau gegen die anderen Sorten durch feine Blatttrippen und eine etwas lockere Blattschichtung auf (siehe Abb. 12). Die dunklen Flecken auf der rechten Kopfseite, am oberen Strunkteil und am ganzen linken Außenrand sind Fäulnisherde, die sich sehr plötzlich ausbreiteten und diese Sorte zum vorzeitigen Ausscheiden aus dem



Abb. 13.

Versuch brachten. Die ebenfalls begrenzte Lagerfähigkeit der Sorte „Platter Holsteiner“, eines platten und festen Typs, veranschaulicht die Abb. 13. In der landwirtschaftlichen Praxis wird diese Sorte ohnehin nur bis Ende Januar eingelagert. Bis zu jenem Zeitpunkt ist diese Sorte für den Kohlanbauer wirtschaftlicher als ausgesprochene Dauersorten, weil sie höhere

Tabelle II. Absolute Veränderungen der Wertstoffe von 3 Wirsingssorten, bezogen auf Trockengewichte. (I. in Gramm, 2. in Prozent, wobei das Ausgangsgewicht = 100 gesetzt ist.)

Sorte	Datum	Trockengewicht		Gesamt-N.		Eiweiß-N.		Reinweiß		Relativer Eiweißgehalt %	Vitamin C		Rohfaser		Asche		Organische Substanz	
		g	%	g	%	g	%	g	%		mg	%	g	%	g	%	g	%
Vertus	7. 1. 48	1170	100	44,694	100	18,018	100	112,671	100	40	5714,3	100	74,412	100	95,589	100	1074,411	100
		-8		-1,119		-1,866		-11,809		-1	225,5		+0,537		-0,305		-7,695	
	2. 2. 48	1162	99	43,575	97	16,152	90	100,862	90	37	4488,8	79	74,949	100	95,284	99	1066,716	99
		-15		-4,806		-0,553		-3,596		-1	100,6		+2,588		-0,427		-14,573	
	20. 2. 48	1147	98	38,769	87	15,599	86	97,266	86	40	3388,2	59	77,537	104	94,857	99	1052,143	98
Dr. Neuers Grüner	9. 1. 48	1277	100	49,036	100	15,196	100	95,009	100	31	6017,2	100	100,370	100	118,250	100	1158,75	100
		-84		+2,024		+0,193		+1,147		-1	761,8		-3,620		-3,245		-80,76	
	3. 2. 48	1193	93	51,060	104	15,389	101	96,156	101	30	5256,4	87	96,750	96	115,005	97	1077,99	93
		-106		-1,819		+1,131		+7,109		-1	674,7		-7,943		-15,871		-90,13	
	22. 2. 48	1087	85	49,241	100	16,520	109	103,265	109	34	4581,7	76	88,807	88	99,134	84	987,86	85
		-203		-11,671		-5,740		-35,816		-1	877,7		-12,253		-14,714		-188,28	
	12. 3. 48	884	69	37,570	77	10,780	71	67,449	71	29	3704,0	62	76,554	76	84,420	71	799,58	69
Dithmarscher Dauerwirsing	12. 1. 48	1564	100	51,615	100	15,327	100	95,717	100	30	7013,0	100	123,240	100	141,542	100	1422,46	100
		-175		-4,806		-0,465		-2,793		-1	702,8		-12,810		-14,172		-160,83	
	4. 2. 48	1389	89	46,809	91	14,862	97	92,924	97	32	6310,2	90	110,430	90	127,370	90	1261,63	89
		-186		-5,546		-1,389		-8,714		-1	766,8		-13,829		-11,521		-174,48	
	25. 2. 48	1203	77	41,263	80	13,473	88	84,210	88	33	5543,4	79	96,601	78	115,849	82	1087,15	76
	-128		-2,563		-0,358		-2,188		-1	1020,3		-0,066		-11,037		-116,96		
	16. 3. 48	1075	69	38,700	75	13,115	86	82,022	86	34	4517,1	64	96,535	78	104,812	74	970,19	68

Hektarerträge bringt, während bei längerer Lagerung die Haltbarkeit unsicher ist. Bei meinem Lagerungsversuch waren erst Ende Februar, und zwar nur an einigen Köpfen, Faulstellen aufgetreten, wie sie Abb. 13 wiedergibt. Sie zeichneten sich als dunkle Flecken (links oben im Bilde) ab. Am Strunk bildeten sich durch Verletzen des Gewebes beim Herausschneiden des ersten Sektors ebenfalls Faulstellen.

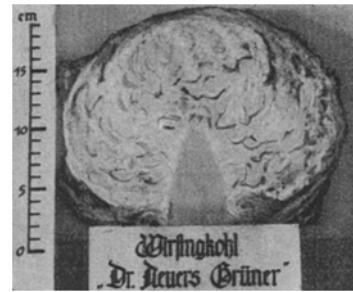


Abb. 14.

Auf Abb. 14 wird ein verhältnismäßig großer Kopf der Sorte „Dr. Neuers Grüner Wirsing“ mit erstaunlich guter Haltbarkeit gezeigt. (Große Köpfe platzen sonst leicht bei längerer Lagerung, wenn sie nicht einer aus-



Abb. 15.

gesprochenen Dauersorte angehören.) Ansätze von Fäulnis (im Bilde rechts oben) bewiesen jedoch die grundsätzliche Verschiedenheit vom „Dithmarscher Dauerwirsing“ (Abb. 15), dessen Schnittflächen sich weder durch die im Kohlkopf herrschende Spannung verzogen hatten noch sonstige Veränderungen wahrnehmen ließen.



Abb. 16.

Lediglich ein paar Außenblätter waren eingetrocknet. In bezug auf die Blattrippen unterschieden sich die Herbstsorten durch feineren Bau vom Dauerwirsing, der als grobrippig zu bezeichnen war.

Tabelle 12. Absolute Veränderungen der Wertstoffe von 3 Rotkohlsorten, bezogen auf Trockengewichte (1. in Gramm, 2. in Prozent, wobei das Ausgangsgewicht = 100 gesetzt ist).

Sorte	Datum	Trockengewicht		Gesamt-N.		Eiweiß-N.		Reinweiß		Relativer Eiweißgehalt		Vitamin C		Rohfaser		Asche		Organische Substanz	
		g	%	g	%	g	%	g	%	mg	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Langendijker Frührot	19. 1. 48	1333	100	39,733	100	12,264	100	76,648	100	31	100	9076,4	100	107,439	100	117,304	100	1215,696	100
		-183		-5,453		-0,304		-1,898				-1347,2		-16,589		-13,459		-109,541	
	13. 2. 48	1150	86	34,270	86	11,960	97	74,750	97	35	85	7729,2	85	90,850	85	103,845	89	1046,155	86
	-178		-1,902		-2,920		-18,277				-2416,3		-11,049		-11,505		-166,495		
	5. 3. 48	972	73	32,368	81	9,040	74	56,473	74	28	59	5312,9	59	79,801	74	92,340	79	879,660	72
		-176		-4,826		-1,389		-8,713				-1169,7		-12,941		-13,854		-162,146	
	22. 3. 48	796.	60	27,542	69	7,642	62	47,760	62	28	46	4143,2	46	66,860	62	78,486	67	717,514	59
Langendijker Herbstrot	21. 1. 48	919	100	30,327	100	11,855	100	74,071	100	39	100	5944,1	100	71,774	100	86,661	100	832,338	100
		-151		-3,140		-0,642		-3,953				-985,2		-4,958		-10,705		-140,293	
	16. 2. 48	768	84	27,187	90	11,213	95	70,118	95	41	83	4958,9	83	66,816	93	75,956	88	692,045	83
	-100		-2,538		-2,863		-17,947				-1753,2								
Dithmarscher Dauerrot	8. 3. 48	668	72	24,649	81	8,350	70	52,171	70	34	54	3205,7	54						
	23. 1. 48	1178	100	38,049	100	12,605	100	78,808	100	33	100	6659,3	100	81,635	100	95,418	100	1082,582	100
		-121		-3,386		-0,132		-0,907				-777,1		-2,994		-0,816		-120,184	
	18. 2. 48	1057	90	34,669	91	12,473	99	77,901	99	36	88	5882,2	88	78,614	96	94,602	99	962,398	89
		-71		-4,596		-1,923		-11,938				-830,9		-1,930		-8,524		-62,476	
	10. 3. 48	986	84	30,073	79	10,550	84	65,963	84	35	76	5051,3	76	76,711	94	86,078	90	899,922	83
	-134		-0,594		-0,411		-2,574				-637,1		-7,358		-10,506		-123,494		
	24. 3. 48	852	72	29,479	77	10,159	80	63,389	80	34	66	4414,2	66	69,333	85	75,572	79	776,428	72

Die Sorte „Dithmarscher Dauerrot“ (Abb. 16) zeigte unter den Rotkohlsorten die beste Haltbarkeit, wie ja auch nicht anders zu erwarten war. Die Köpfe waren hochrund geformt, grobrippig, sehr fest und auch am Versuchsende sehr wenig verändert. Für die beiden Vergleichssorten trifft das jedoch nicht zu. Wie die Aufnahme der Sorte „Langendijker Herbstrot“ (Abb. 17) erkennen läßt, haben bereits die



Abb. 17.

unteren Blattknospen (an der rechten Kopfhälfte außen sichtbar) ausgeschlagen. Da diese Seitentriebe beim Verbrauch nicht verwendet werden, gehen damit wertvolle Nährstoffe verloren. Außerdem zeigt das Auswachsen, daß die übliche Ruhezeit, die man allen Dauergemüsen zuschreibt, bei dieser Sorte sehr kurz und schon überschritten ist. (Man könnte diesen Vorgang vielleicht mit der zeitigen Keimung früher Kartoffelsorten vergleichen.) Durch die allgemein dunklere Farbe des Rotkohls fallen auf diesem Bild die Faulstellen in den äußeren Blattschichten nicht auf. — Von den bis zum Versuchsende gelagerten Sorten faulte die rundköpfige und ziemlich feste Sorte „Langen-



Abb. 18.

dijker Früherot“ am stärksten (Abb. 18). Sogar durch das Paraffin scheinen die Faulstellen am Strunk durch. Außerdem erscheinen die äußeren Blattschichten wegen der Fäulnis besonders dunkel. Ein geringes Auswachsen der Knospen ist auch bei dieser Sorte zu erkennen.

Auf die Wichtigkeit der Sortenwahl für die Aufbewahrung von Gemüse weist auch B. A. RUBIN 1936 (29) hin. Die Haltbarkeit sei im allgemeinen umgekehrt proportional der Frühreife. In haltbaren Kohlsorten ruhe während der Aufbewahrung die Aktivität der hydrolysierenden Fermente fast ganz, in nicht haltbaren nehme sie ständig zu.

Besprechung der morphologischen Ergebnisse.










Es taucht nun die Frage auf, ob aus den obigen Untersuchungsergebnissen Zusammenhänge zwischen der Haltbarkeit und morphologischen Merkmalen aufzufinden sind.

Ziemlich eindeutig scheint es, daß die genannten Eigenschaften wie Kopfdichte oder Kopfform für die untersuchten Sorten typisch sind. Weil jedoch die Anzahl der untersuchten Köpfe von jeder Sorte nicht sehr groß war, vor allem aber die Zahl der Versuchssorten sehr begrenzt sein mußte, um

„Platter Holsteiner“) alle übrigen Herbstsorten feinere Rippen besaßen, könnte man aus diesen Befunden annehmen, daß den breiten Blattrippen bei Dauersorten eine Speicherungsfunktion zukommt. Diese Ansicht erhält auch eine logische Stütze, wenn man die Untersuchungen von PRINGSHEIM und Mitarbeitern (15) heranzieht, die u. a. gerade in Strünken und Blättern des Weißkohls und Rotkohls eine Anhäufung eines als Gerüst- oder Reservestanz angesehenen Polysaccharides ergeben hatten.

1. Weißkohl. Sehr gute Haltbarkeit zeigt bei ganz dichter Blattlage, gro-

Tabelle 13. *Morphologische Merkmale der Kohlsorten beim Mikro-Lagerungsversuch.*

Sorte	Kopfform	Kopfform	Blattlage	Rippung	Haltbarkeit	Beziehung zwischen Haltbarkeit und Kopfform	Beziehung zwischen Haltbarkeit und Kopfdichte
Herbstweiß		rund bis hochrund	etwas locker	feinrippig	schlecht	schlechte Haltbarkeit — hochrunde Kopfform	schlechte Haltbarkeit — lockerer Aufbau
Platter Holsteiner		platt	fest	grobrippig	mäßig	mäßige Haltbarkeit — platte Kopfform	mäßige Haltbarkeit — fester Aufbau
Dithmarscher Dauerweiß		etwas abgeflacht	sehr fest	grobrippig	sehr gut	gute Haltbarkeit bei etwas abgeflachter Kopfform	gute Haltbarkeit — sehr fester Aufbau
Vertus		abgeflacht	locker	mittelfein	sehr schlecht	schlechte Haltbarkeit — abgeflachte Kopfform	schlechte Haltbarkeit — lockerer Aufbau
Dr. Neuers Grüner		abgeflacht	locker	mittelfein	mäßig bis schlecht	schlechte Haltbarkeit — abgeflachte Kopfform	schlechte Haltbarkeit — lockerer Aufbau
Dithmarscher Dauerwirsing		umgekehrt eiförmig	sehr fest	grobrippig	sehr gut	gute Haltbarkeit — hochrunde Kopfform	gute Haltbarkeit — sehr fester Aufbau
Langendijker Frührot		kugelförmig bis hochrund	ziemlich fest	feinrippig	schlecht	schlechte Haltbarkeit — kugelförm. bis hochr. Kopff.	schlechte Haltbarkeit — fester Aufbau
Langendijker Herbstrot		kugelförmig	fest	feinrippig	schlecht	schlechte Haltbarkeit — kugelige Kopfform	schlechte Haltbarkeit — fester Aufbau
Dithmarscher Dauerrot		hochrund	sehr fest	grobrippig	sehr gut	gute Haltbarkeit — hochrunde Kopfform	gute Haltbarkeit — fester Aufbau

sämtliche Sorten überhaupt mehrmals untersuchen zu können, sollen die Ergebnisse nicht ohne weiteres verallgemeinert werden.

Als Resultat meines Mikro-Lagerungsversuches können in morphologischer Hinsicht folgende Beobachtungen gelten:

Übereinstimmend zeichneten sich sämtliche gut haltbaren Kohlsorten durch Grobrippigkeit aus, was als Bestätigung der im Anfang genannten Korrelation zwischen guter Haltbarkeit und Grobrippigkeit angesehen werden dürfte. Da mit nur einer Ausnahme (der grobrippigen aber nur mäßig haltbaren Sorte

ber Rippung und abgeflachter Kopfform die Sorte „Dithmarscher Dauerweiß“.

Mit flachem Kopf und fester Blattlage erreichte die Sorte „Platter Holsteiner“ nur mäßige Haltbarkeit im Winterlager.

Schlechte Haltbarkeit wurde bei lockerer Blattlage und hochrunder Kopfform an der Sorte „Herbstweiß“ beobachtet.

An dieser Stelle komme ich auf die Ausführung von L. SCUPIN (41) zurück, deren Schlußfolgerungen ich auf Grund vorstehender Ergebnisse nicht immer zu-

stimmen kann. Sie schreibt u. a. daß „lockere Blattlage entweder korrelativ mit guter Haltbarkeit verbunden sei oder zumindest lockere Blattlage keine schlechte Haltbarkeit zur Folge habe“ . . .

und weiter . . . „Da die zu diesem Typ gehörigen Sorten—gemeint sind hiermit hochrunde, lockere Köpfe vom Typ Amager, hochstrunkig und Typ Hellbrook (Rotkohl) — gute Haltbarkeit zeigten, sind obige Kennzeichen als Merkmale guter Haltbarkeit anzusehen.“

und . . . „Lagerungsunfähige Herbstsorten weisen dagegen stets mehr breite als hohe Kopfform auf, nicht jedoch bei Wirsing.“

Diese Feststellungen treffen aber nur für bestimmte Kohlsorten zu. Aus meinen Versuchen könnte u. a. die Sorte „Herbstweiß“ als Gegenbeweis angeführt werden. So läßt sich hieraus entnehmen, daß Verallgemeinerungen nur sehr vorsichtig formuliert werden sollten.

2. Wirsingkohl. Die beste Haltbarkeit fiel bei den untersuchten Wirsingssorten mit fester Blattlage, Grobrippigkeit und hochrundem (bzw. verkehrteiförmigem) Kopf bei der Sorte „Dithmarscher Dauerwirsing“ zusammen.

Sehr mäßige Haltbarkeit traf mit abgeflachter Kopfform und lockerer Blattlage bei „Dr. Neuers Grünem Wirsing“ zusammen.

Ausgesprochen schlechte Haltbarkeit bei flachem Kopf und lockerer Blattschichtung wies vor allem die Sorte „Vertus“ auf. Im Feldbestand konnte diese Sorte auch keineswegs als typenrein angesprochen werden, sondern zeigte ein völlig uneinheitliches Bild.

3. Rotkohl. Bei hochrunder Kopfform und sehr dichter Blattlage zeichnete sich die Sorte „Dithmarscher Dauerrot“ durch beste Haltbarkeit aus.

Schlechte Haltbarkeit zeigten bei hochrunder bis kugeliger Kopfform und ziemlich fester Blattlage die Sorten „Langendijker Frührot“ und besonders „Langendijker Herbstrot“.

Das Urteil über die Lagerfähigkeit der einzelnen Sorten nach morphologischen Gesichtspunkten bleibt natürlich auf den Vergleich der Versuchssorten untereinander beschränkt, weil ja die vorliegenden Untersuchungen nur je eine Dauersorte von jeder Art erfaßten.

Unter den Versuchssorten meines Lagerungsversuches bewiesen nur solche eine gute Haltbarkeit, die eine gute Kopfdichte und außerdem grobe Blattrippen zeigten. Während ein dichter Kopf für einen Verbraucher eine begehrte Eigenschaft darstellt, ist Grobrippigkeit nicht erwünscht. Einige Langendijker Typen (Rotkohl und auch Weißkohl) sind zarter im Bau, dafür aber nicht ganz so ertragreich und widerstandsfähig wie z. B. die Dithmarscher Typen (jedenfalls unter Holsteiner Klimaverhältnissen). Daher wäre es sehr zu begrüßen, wenn es in der Züchtung ge-

länge—trotz der bestehenden Korrelation zwischen Grobrippigkeit und hohem Ertrag bei Spätkohl—, geeignete Typen herauszuzüchten, die die gewünschten Eigenschaften vereinigen.

Wertstoffveränderungen im einzelnen: Bei den folgenden Betrachtungen der Wertstoffveränderungen können im großen und ganzen die Sorten „Herbstweiß“, „Vertus“ und „Herbstrot“ unberücksichtigt bleiben, da sie nicht einmal bis zum Ende des Versuches lagerfähig waren.

Der Vergleich zwischen den morphologischen Veränderungen und den gewichtsmäßigen Aschenverlusten ergab eine gute Übereinstimmung.

Wie Abb. 19 erkennen läßt, ist die Gesamtaschenabnahme (prozentual) bei der Sorte „Dauerweiß“ weitaus am geringsten.

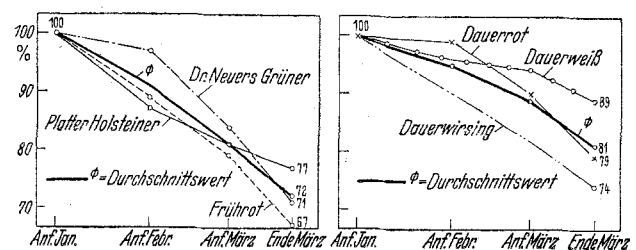


Abb. 19. Herbstsorten. Dauersorten. Aschengehalt in der gesamten gelagerten Trockenmasse (Ausgangswert = 100%).

Am Ende des Lagerversuches hebt sich dieser Wert mit 11% stark vom mittleren Verlust der Dauersorten ab. Der niedrige Aschenverlust dieser Sorte ist leicht erklärbar. Denn vor dem Beginn der Analysen waren keine gefaulten Außenblätter, sondern lediglich wenige eingetrocknete Außenblätter entfernt worden.

Besonders auffallend in der Aschenbilanz ist ferner, daß der Aschengehalt der Sorte „Dauerrot“ bis Mitte Februar nur um 1% abnimmt und erst bei den späteren Untersuchungen mit 10% bzw. 21% Schwund etwa dem Mittelwert entspricht (vgl. Abb. 19). Der Grund hierfür liegt ebenfalls in der guten Haltbarkeit der Sorte „Dauerrot“, ganz besonders im ersten Lagermonat.

Unter den früheren Sorten, die bis zum Versuchsende untersucht werden konnten, weichen zwei vom Mittelwert merklich ab: Einmal ist es die Sorte „Frührot“, deren Aschenverluste am Versuchsende den hohen Wert von 33% erreichen. Die Einbußen an anderen Wertstoffen sind bei dieser Sorte durch einsetzende Fäulnis ebenfalls am höchsten.

Zum anderen zeichnet sich „Dr. Neuers Grüner Wirsing“ nach einmonatiger Lagerzeit durch einen extrem niedrigen Aschenverlust (3%) aus, was sich äußerlich durch stärkere Verdunstung gegenüber einem langsameren Abfall des Trockengewichtes — nicht etwa durch Fäulnis — kenntlich machte. Plötzlich einsetzende Fäulnis führt dann auch bei dieser Sorte bis Mitte März zu verstärkter Aschenabnahme (bis 29%) und macht sogar das Ausschneiden von ganzen Längssektoren aus der Analyse notwendig. Hierdurch wird besonders im Eiweiß-N eine prozentuale Verschiebung gegen den Ausgangswert bewirkt, wie Abb. 20 a und b zeigen.

Die plötzliche Zunahme der absoluten Eiweiß-N- (bzw. Reineiweiß)-menge ist dadurch zu erklären, daß die ausgefallenen Längssektoren kleinen Köpfen ent-

Gesamt-N anzeigt, und der relative Eiweißgehalt beim „Dauerweiß“ am Versuchsende nur 28% betrug, während er im Anfang der Lagerung 44% ergeben hatte, ist hieraus zu entnehmen, daß die Sorte „Dauerweiß“ eine empfindliche Einbuße an Eiweiß erfährt. Daß dafür die hohen Lagertemperaturen mit verantwortlich zu machen sind, habe ich schon vorher erwähnt. Sie beschleunigen den fermentativen Abbau. Vor allem bei einem im Februar erneuten Temperaturanstieg erkennt man in Abb. 20b bei sämtlichen Sorten eine verstärkte Abnahme des Eiweiß-N, die man offenbar der Temperaturerhöhung zuschreiben muß.

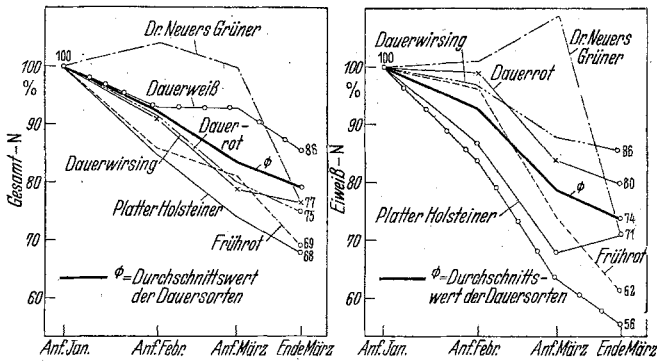


Abb. 20 a. Gesamt-N und Eiweiß-N in der gesamten gelagerten Trockenmasse (Ausgangswert = 100%).

stammen, die prozentual einen niedrigeren Eiweißgehalt als die großen Köpfe besitzen. (Genauere Untersuchungen über die Wertstoffmengen in großen und kleinen Weißkohlköpfen liegen in einer Arbeit von W. SCHUPHAN 1943 (36) vor.) In meinen Analysen überwog bei dieser Sorte nach dem Ausfall der Anteil an großen Köpfen mit prozentual höherem Eiweiß-N-Gehalt.

In der Gesamt-N- und Eiweiß-N-Bilanz müssen außerdem die Veränderungen der Sorte „Dauerweiß“ hervorgehoben werden, die einen ganz anderen Verlauf nehmen, als die des Rot- und Wirsingkohls. Besonders niedrig ist der Gesamt-N-Verlust der Sorte „Dauerweiß“ noch am 3. März mit nur 7% und auch am 18. März (Versuchsende dieser Sorte) mit 14%, während der Gesamt-N-Verlust der Sorten „Dauerrot“ 23% und „Dauerwirsing“ 25% erreicht. Der Eiweiß-N-Abfall der Sorte „Dauerweiß“ ist dagegen wesentlich größer. Schon nach 4 Wochen beträgt der Rückgang 16% gegenüber 3% beim „Dauerwirsing“ und 1% bei der Sorte „Dauerrot“, nach weiteren 3 Wochen Lagerzeit beträgt er 36% gegenüber 12% und 14%. Am Versuchsende erhöht sich der Eiweiß-N-Rückgang auf 44% gegenüber 14% beim Wirsing und 20% beim Rotkohl.

Offenbar ist beim Weißkohl eine Tendenz zu schnellem Eiweiß-Abbau vorhanden, denn auch bei der Sorte „Platter Holsteiner“ liegt der erste Verlust schon bei 13%, der zweite bei 32%. Dagegen hält sich der erste Eiweiß-N-Verlust der Sorte „Frührot“ bei 3%, um sich dann aber auch auf 26% und 38% zu erhöhen.

Die Gesamt-N-Verluste der Herbstsorten belaufen sich auf 32% bei der Sorte „Platter Holsteiner“ und 31% bei der Sorte „Frührot“. Ähnlich den Ascheverlusten ist die scheinbare Einbuße an Gesamt-N bei den Herbstsorten größer als bei den Dauersorten.

Wertvolle Aufschlüsse gibt in diesem Zusammenhang ein Vergleich der errechneten Werte für den Relativen Eiweißgehalt. Bei der Sorte „Dauerrot“ veränderte sich der Relative Eiweißgehalt kaum und betrug am Versuchsende 34%. Für den „Dauerwirsing“ wurde bei der ersten Untersuchung ein relativer Eiweißgehalt von 30% festgestellt, am Versuchsende von 34%. Da ein hoher relativer Eiweißgehalt ein günstiges Eiweiß-N-Verhältnis zum

Auf den Gesamt-N-Gehalt hat die Temperatur scheinbar keinen besonderen Einfluß, denn der Verlauf aller Kurven ist recht unterschiedlich (vgl. Abb. 20 a).

Interessant ist es nun zu sehen, daß diese verhältnismäßig schwache Temperaturerhöhung von 9 auf 11°C Ende Januar auf den Vitamin C-Verlauf keinen wesentlichen Einfluß auszuüben scheint. Denn nur einige Sorten, vornehmlich die Herbstsorten, erleiden in dieser Zeit (Anfang bis Mitte Februar) einen merklich stärkeren Vitamin C-Schwund.

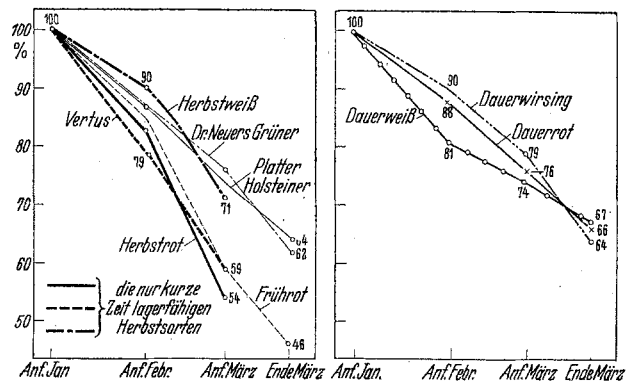


Abb. 21. Herbstsorten. Dauersorten. Vitamin C-Gehalt in der gesamten gelagerten Trockenmasse (Ausgangswert = 100%).

Die Abb. 21 veranschaulicht diesen Verlauf. An dieser Stelle sei an die Vitamin C-Abnahme bei anderen Dauergemüsen während der Winterlagerung und an die Abbildung 1 erinnert. Dort wurde gleichfalls im Februar — ohne besondere Temperatureinflüsse — ein verstärkter Rückgang des C-Vitamins vermerkt.

Die Erklärung dieses verstärkten Vitamin C-Rückganges im Frühjahr dürfte in der Erreichung eines gewissen „Physiologischen Alters“ zu suchen sein, bei dem, erblich bedingt, die Enzymaktivität nach einer bestimmten Ruhezeit beständig zunimmt und damit auch den Vitamin C-Abbau beschleunigt.

Bei einem Vergleich der Vitamin C-Abnahme mit anderen Wertstoffveränderungen ergab sich, daß der Vitamin C-Abfall offenbar auch in keiner Beziehung zum Eiweiß-N-Verlauf steht, denn die Veränderungen beider Werte sind für jede Sorte unterschiedlich.

Den höchsten Vitamin C-Verlust zeigt wieder die zur längeren Lagerung ungeeignete Sorte „Frührot“ mit 54%. Sehr hoch sind schon nach 8 wöchentlicher

Lagerung die Verluste der Sorten „Herbstrot“ mit 46% und „Vertus“ mit 41%, die ja danach auch ausfallen. Verhältnismäßig gut hält sich das Vitamin C in der Sorte „Herbstweiß“ mit 29% Verlust bis zum 27. Februar.

Zwischen den übrigen Sorten bestehen keine großen Unterschiede. Für die Sorte „Dr. Neuers Grüner“ entnehmen wir 38% Verlust, es folgen die Sorten „Platter Holsteiner“ mit 36% und „Dauerwirsing“ mit 36%, „Dauerrot“ mit 34% und „Dauerweiß“ mit 33%. Die Abnahme bei der letztgenannten Sorte beweist schon, daß der Vitamin C-Verlust mit dem Eiweiß-Abbau nicht zusammenhängt, da deren C-Vitaminverlust (mit 33%) unter allen Sorten der geringste war, der Eiweiß-Rückgang (mit 44%) aber der höchste.

Die im Vorstehenden erläuterten Untersuchungsergebnisse gaben einen Überblick über den sortenweise so verschieden schnellen Abfall der wichtigsten Wertstoffe.

Von großer Bedeutung scheint ferner vor allem für die Praxis die Möglichkeit, manchmal schon aus der Höhe der prozentualen Ausgangswerte einzelner chemischer Inhaltsstoffe auf gute oder schlechte Haltbarkeit einer Sorte schließen zu können. (So kann man z. B. bei Kartoffelsorten mit hohem prozentualen Eiweißgehalt nur mit einer begrenzten Haltbarkeit rechnen). Trotz der genetisch bedingten chemischen Zusammensetzung von Gemüsesorten können bekanntlich u. a. durch Standortseinflüsse oder Düngung gewisse Veränderungen der einzelnen wertgebenden Inhaltsstoffe erzielt werden, die dann zu geringerer Haltbarkeit führen könnten.

Eindeutige diesbezügliche Ergebnisse konnten jedoch auf Grund vorliegender Arbeit nicht erhalten werden, weil dafür die Zahl der untersuchten Sorten noch nicht groß genug war. Die folgenden Befunde beziehen sich also nur auf das Material des Mikro-Lagerungsversuches und dürfen ohne anderweitige Bestätigung nicht verallgemeinert werden.

Gute Haltbarkeit besaßen die Weißkohl- und Wirsingkohlsorten mit niedrigem Gesamt-N-Gehalt (in % der Trockensubstanz), während die haltbarste Rotkohlsorte einen verhältnismäßig hohen prozentualen Gesamt-N-Gehalt zeigte. Bei den schlecht haltbaren Herbstsorten wurden entgegengesetzte Ausgangswerte festgestellt. Bezüglich der anfänglichen Höhe der Eiweiß-N-Werte (in % der Trockensubstanz) konnte unter den gut haltbaren Kohlarten keine Einheitlichkeit beobachtet werden. Die Wirsing-sorten mit niedrigem Anfangsgehalt hielt sich am besten, unter den Weißkohlsorten jedoch diejenige mit hohem Anfangsgehalt. Der lagerfähige Dauerrotkohl zeigte mittlere Werte. Ebensowenig lassen sich einander entsprechende Beziehungen zwischen den Ausgangswerten der Organischen Substanz (in % der Trockensubstanz) und der Haltbarkeit der verschiedenen Sorten erkennen. — Eindeutig scheint dagegen der schon erwähnte Zusammenhang zwischen hohem Trockensubstanzgehalt und guter Haltbarkeit bei Weiß- und Rotkohl.

D. Besprechung der Ergebnisse.

Bei der großen Bedeutung des C-Vitamins für die Frühjahrsernährung muß auch der absolute Vitamin C-Gehalt in mg aufgezeigt werden.

In einer Zusammenstellung (Abb. 22) sind die Vitamin C-Mengen (in mg) wiedergegeben, die für je 10 Köpfe jeder Sorte im Laufe der Lagerung festgestellt wurden.

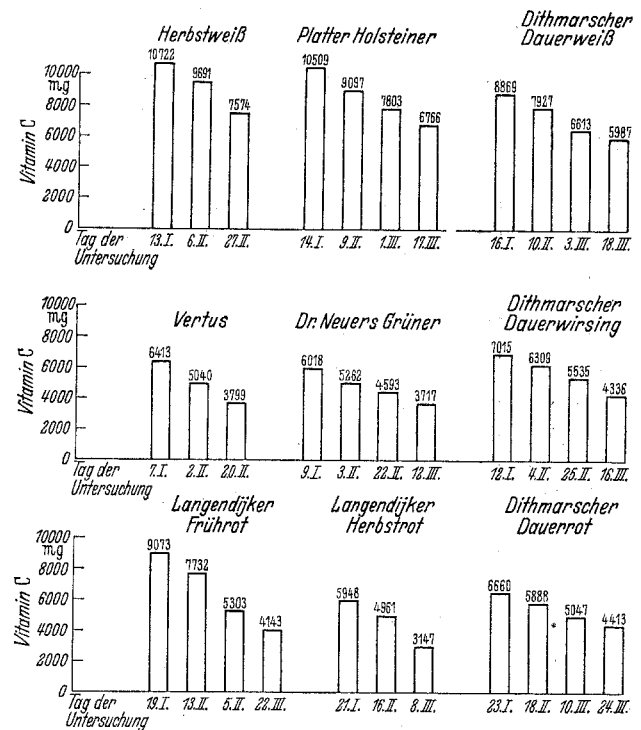


Abb. 22. Vitamin C-Gehalt von je 10 Köpfen im Laufe der Winterlagerung (mg in der Frischsubstanz).

Aus dieser Abbildung ist zu entnehmen, daß die Sorten „Herbstweiß“ und „Frührot“ im Januar — entsprechend den höheren Frischgewichten — wesentlich höhere Vitamin C-Mengen (in zehn Köpfen) besaßen als die Dauersorten. Obwohl der anfänglich höhere absolute Gehalt an Vitamin C bei der Sorte „Frührot“ gegenüber der Sorte „Dauerrot“ fast 30% ausmachte, lagen am 23. 3. die verbleibenden Vitamin C-Mengen der Sorte „Frührot“ mit 4143 mg schon unter denjenigen der Sorte „Dauerrot“ (von 4413 mg). Von diesem Zeitpunkt an war die Sorte „Frührot“ nicht weiter lagerfähig. Da aber die Einmischung noch länger als bis Mitte März ausgedehnt werden muß, um die „kritische“ Zeit bis zur neuen Ernte zu überbrücken, kommen für eine langdauernde Lagerung nur Dauersorten in Frage.

Außerdem darf nicht übersehen werden, daß die frühen Rotkohlsorten wie auch die Sorte „Herbstweiß“ (mit 62,7 mg bzw. 47,3 mg je 100 g Frischsubstanz) einen geringeren prozentualen Vitamin C-Gehalt besitzen als die Sorten „Dauerrot“ und „Dauerweiß“ (mit 69,7 mg % und 49 mg %). Darüber hinaus nimmt der Vitamin C-Gehalt bei den Herbstsorten — in % der Frischsubstanz — schneller ab als bei den Dauersorten (vgl. Tab. 4, 5 und 6).

Hieraus ergeben sich für die landwirtschaftliche Praxis zwei Forderungen:

1. Im Herbst und frühen Winter können die begrenzt haltbaren Herbstsorten von Rot- und Weißkohl höhere Gesamterträge je Flächeneinheit an Gesamtmasse und auch an Vitamin C liefern. Deshalb sollten für diese Zeit

solche Herbstsorten bevorzugt bereitstehen.

2. Für eine längere Lagerzeit ist jedoch nur die Verwendung von ausgeglichenen Dauersorten zweckmäßig, da die Früh- und Herbstsorten im Laufe einer längeren Lagerung sehr plötzlich große Verluste erleiden.

Bis zum Ende des Mikro-Lagerversuches war in den Dauersorten ein großer Teil des C-Vitamins erhalten geblieben.

In der Sorte „Dauerweiß“ wurden Mitte März noch 44,4 mg Vitamin C je 100 g Frischsubstanz ermittelt, im „Dauerwirsing“ 45,1 mg% und in der Sorte „Dauerrot“ Ende März noch 61 mg%. Wenn diese Werte hoch erscheinen mögen, so ist darauf hinzuweisen, daß die Kohlköpfe im sonnenreichen Sommer 1947 eine ausnehmend günstige Sonnenbestrahlung erfahren hatten, wodurch die Vitamin C-Bildung erheblich gesteigert werden kann. (Entsprechende Befunde teilte u. a. W. SCHUPHAN 1941 (32) und 1942 (34) aus Versuchen an Kohlrabi und an Erdbeeren mit.)

Aus diesen Untersuchungsergebnissen geht klar hervor, daß die dieser Arbeit überhaupt vorangestellte Frage positiv beantwortet werden kann:

Die Vitamin C-Lücke von Januar bis Juni kann durch Verwendung von Kopfkohl geschlossen werden, da dieses Gemüse nicht nur über einen sehr hohen Anfangsgehalt an Vitamin C verfügt, sondern dieser Gehalt bei normaler Kellerlagerung auch nur wenig zurückgeht. Eine noch geringere Vitamin C-Abnahme dürfte bei Mietenlagerung zu erwarten sein. Denn im allgemeinen herrscht im Winter in Erdmieten eine gleichmäßig kühle Temperatur, durch welche die

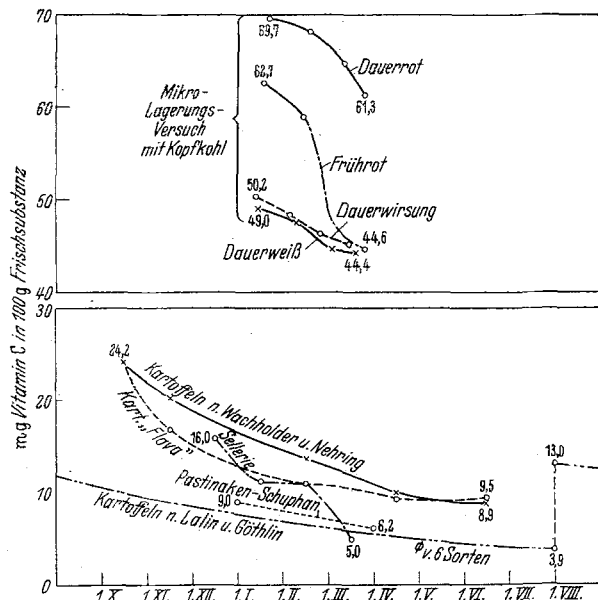


Abb. 23. Abnahme des Vitamin C-Gehaltes verschiedener Gemüsearten im Winterlager.

Enzymaktivität auch während der Frühjahrsmonate noch weitgehend zurückgehalten wird.

In Abb. 23 wird das Versuchsergebnis mit der Vitamin C-Abnahme anderer Gemüse im Winterlager verglichen (s. auch Tab. 1). Die Überlegenheit des Kopfkohls als Vitamin C-Träger ist dabei ganz offensichtlich.

Hinzuzufügen ist noch, daß bei Fortführung der Lagerung bis Mai oder Juni noch eine weitere und vielleicht sogar verstärkte Abnahme des C-Vitamins zu erwarten ist. Veröffentlichungen von W. LINTZEL (20), K. WACHHOLDER (48) und anderen bekräftigen aber die Annahme, nach der bei einer bis ins späte Frühjahr andauernden Lagerung so große Vitamin C-Mengen erhalten bleiben, daß der Kopfkohl auch dann noch mit seinem Vitamin C-Gehalt alle anderen Wintergemüse übertrifft.

Die lange Haltbarkeit des C-Vitamins im Kopfkohl läßt immer wieder die Frage nach den physiologischen Zusammenhängen mit anderen Faktoren aufkommen.

Der starke Einfluß höherer Lagertemperaturen auf den Vitamin C-Rückgang bei Winterobst ist aus der Literatur hinreichend bekannt. Für die weniger empfindlichen Kartoffeln war einleitend die „kritische“ Lagertemperatur (zur besten Erhaltung des C-Vitamins) von +10°C genannt. Wenn die durchschnittliche Temperatur bei meinem Mikro-Lagerungsversuch mit Kopfkohl gleichfalls +10°C betrug und die Vitamin C-Verluste sich gegen Ende März zwischen 33 und 36% bewegen, dürfte diese Lagertemperatur nicht als ganz ungeeignet angesehen werden. Allerdings ist anzunehmen, daß sich tiefere Temperaturen weit günstiger ausgewirkt hätten, was die bereits erwähnten amerikanischen Untersuchungen bestätigen.

Beziehungen zwischen dem Eiweiß-N- (oder dem Reineiweiß-) und dem Vitamin C-Rückgang hatten nicht festgestellt werden können. Auch zwischen der Vitamin C-Abnahme und den übrigen Wertstoffveränderungen konnten keine Korrelationen gefunden werden.

Jedoch ist der Verlauf des Trockensubstanzgehaltes während der Lagerung im Vergleich zu dem des

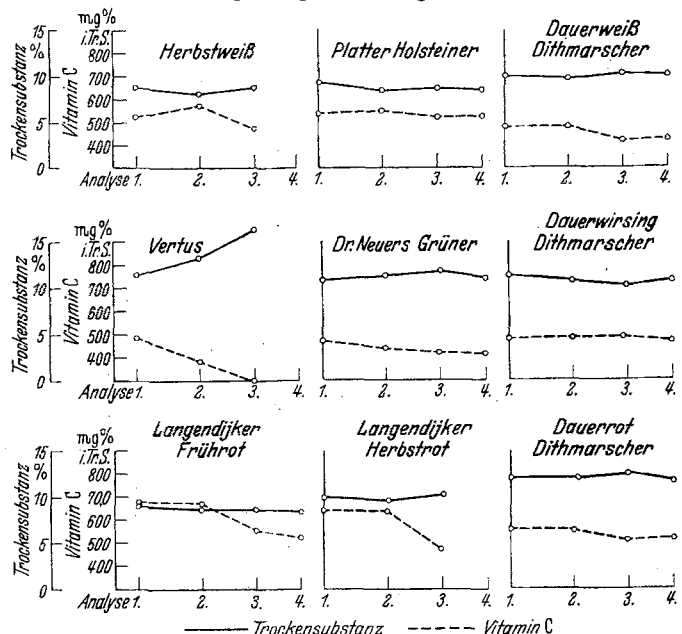


Abb. 24. Trockensubstanz- und Vitamin C-Veränderungen vom 5. I. bis 24. 3. 1948.

C-Vitamins auffallend. Er soll durch die Abbildung 24 kurz skizziert werden:

Hiernach könnte man — mit Ausnahme der Sorte „Frührot“ — aus den Veränderungen des Trockensubstanzgehaltes und dem Verlauf des Vitamin C-Gehaltes (in % der Trockensubstanz) auf

eine negative Beziehung zwischen diesen beiden Werten schließen

Die Ursache für dieses gegensätzliche Verhalten müßte wohl in der physiologischen Funktion der Ascorbinsäure im pflanzlichen Organismus gesucht werden. Wenn auch die komplizierten, ineinandergreifenden Vorgänge erst zu einem kleinen Teil bekannt sind, so hat man doch die Fähigkeit der Ascorbinsäure, als H-Donator oder -Akzeptor zu fungieren, durch die zeitige Aufklärung ihrer chemischen Struktur schon länger erkannt. R. ABDERHALDEN 1944 (1) weist auf die Beteiligung der Ascorbinsäure an Oxydo-Reduktionsvorgängen in pflanzlichen Zellen hin, wobei ihr eine fermentähnliche Rolle zukomme. Andere Forscher schreiben die Auslösung dieser Ascorbinsäure-Funktion einem eigenen Ferment, der Ascorbinsäure-Oxydase zu, die auf verschiedene Weise nachgewiesen wurde. A. SZENT-GYÖRGYI 1931 (45) spricht noch von einer Hexoxydase in Kohlblättern, da man zu dieser Zeit die Identität der Hexuronsäure mit dem Vitamin C noch nicht entdeckt hatte. Weiter befaßten sich mit der „Reduktionskraft“ der Ascorbinsäure u. a. Arbeiten von H. TAÜBER, I. S. KLEINER und D. MISHKIND 1935 (46) Z. KERTESZ, R. B. DEARBORN und G. L. MACK 1936 (14), W. STONE, 1937 (44), H. VOGEL 1937 (47) sowie K. WACHHOLDER (48). Es wird darin versucht, die Reduktionskraft der Ascorbinsäure unter verschiedenen Bedingungen festzustellen, jedoch konnte dabei die Funktion der Zelle noch nicht geklärt werden.

Eine Erklärung über die gegensätzlichen Veränderungen der Ascorbinsäure und der Trockensubstanz bei vorliegendem Lagerungsversuch ist nicht ohne weiteres zu geben. Man kann vielleicht annehmen, daß es mit dem Redox-System der Ascorbinsäure in Zusammenhang gebracht werden könnte.

Eindeutiger scheint sich eine positive Korrelation zwischen der Haltbarkeit und dem Trockensubstanzgehalt bei Rot- und Weißkohl nach vorliegenden Untersuchungen zu bestätigen, auf die schon H. LAMPRECHT 1925 (18 a) hinwies. Bei Wirsing sind die Unterschiede der anfänglichen Trockensubstanzgehalte so gering, daß hier zur Haltbarkeit keine Beziehungen festgestellt werden konnten.

Eine negative Beziehung zwischen Trockensubstanzgehalt und Asche, die ebenfalls LAMPRECHT 1926 (18 b) gefunden hatte, konnte für Weiß- und Rotkohl auch bei diesem Lagerungsversuch beobachtet werden: Sorten mit einem höheren Trockensubstanzgehalt bestanden zu einem geringeren Teil aus Asche als solche mit niedrigem Trockensubstanzgehalt.

Aus den Untersuchungsergebnissen könnte man ferner auf eine negative Beziehung zwischen Aschengehalt und Haltbarkeit bei Weiß- und Rotkohl schließen. Jedoch kann dieses Ergebnis zufällig sein. Denn die Zahl der untersuchten Kohlsorten, besonders der Dauersorten ist viel zu gering, als daß daraus eine allgemein gültige Folgerung abgeleitet werden könnte.

Zusammenfassung.

Für die Frühjahrsversorgung der Bevölkerung mit Vitamin C spielt lagerfähiger Kopfkohl eine nicht unbedeutende Rolle, wie Vergleiche mit anderen pflanzlichen Nahrungsmitteln zeigten. Deshalb war festzustellen, wie sich im Kopfkohl die wichtigsten Wertstoffe bei einer Winterlagerung absolut und relativ verändern. Bei den üblichen Lagerungsmethoden, z. B. in Mieten, ist es nicht möglich, eindeutige Werte über die Wertstoffveränderungen zu gewinnen. Die individuellen Schwankungen von Kopf zu Kopf sind

zu groß, die ständige Veratmung von Kohlenhydraten führt zu einer steten Veränderung des Bezugsgewichtes. Daher wandte ich eine bereits bewährte, neuartige Lagerungsmethode an, die immer an den gleichen Individuen — es handelt sich um je 10 Durchschnittsköpfe je Sorte — eine Wertstoffveränderung einwandfrei festzustellen gestattet. Die Veränderung war darum eindeutig zu erfassen, weil durch eine sektorale, aus allen Köpfen anteilsgleiche Probeentnahme mit nachfolgender Paraffinabdichtung der Schnittflächen von Untersuchung zu Untersuchung eine rückbezügliche Wertung auf das Ausgangstrockengewicht möglich war.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dürften von vielfältigem Interesse sein. Den Praktiker interessiert aus Gründen der Wirtschaftlichkeit hauptsächlich ein hoher Ertrag und eine gute Lagerfähigkeit. Für die Saatzucht ist von Bedeutung zu wissen, welche Sorten die besten Eigenschaften in sich vereinen. Der Ernährungswissenschaftler fragt schließlich nach der Erhaltung der Wertstoffe — insbesondere des C-Vitamins — während der Winterlagerung.

Die diesbezüglichen Befunde meiner Untersuchungen lassen sich in den folgenden Punkten zusammenstellen, die ihrerseits in zwei Gruppen zusammengefaßt werden können. Die erste behandelt diejenigen Fragen, die die praktische Pflanzenzüchtung direkt berühren, die zweite angewandt — botanische Probleme des Lagergutes, die mit der Qualitätsforschung zusammenhängen.

Erste Gruppe.

1. Die allgemeine Lagerfähigkeit war bei allen untersuchten Dauersorten besser als bei den Herbstsorten. Vergleiche unter den einzelnen Sorten ergaben, daß die Haltbarkeit, die genetisch vor allem durch eine mehr oder minder starke Enzymaktivität bedingt ist, auch durch den Reifegrad bei der Ernte beeinflusst werden kann.

2. Einige Spätherbstsorten wie die Sorten „Platter Holsteiner“, „Herbstweiß“, „Dr. Neuers Grüner“ oder auch Spätaussaaten der Sorten „Langendijker Frührot“ und „Langendijker Herbstrot“ lieferten von gleicher Fläche anfänglich höhere Gewichtserträge und somit auch größere Vitamin C-Mengen als die Dauersorten. Daher sind für eine kurzfristige Lagerung solche Sorten vorzuziehen.

3. Bei Rot- und Weißkohl kann nach den Untersuchungsergebnissen eine positive Korrelation zwischen Trockensubstanzgehalt und der Haltbarkeit während der Winterlagerung angenommen werden.

4. In morphologischer Hinsicht zeichneten sich alle geprüften Dauerkohlsorten durch feste Blattschichtung bei grober Blattrippung aus. Eine positive Beziehung zwischen guter Haltbarkeit und groben Blattrippen ist wahrscheinlich, da mit nur einer Ausnahme — der mäßig haltbaren Sorte „Platter Holsteiner“ — alle Herbstsorten feinere Blattrippen zeigten.

Am besten lagerfähig war ein abgeflachter Typ „Dithmarscher Dauerweiß“, während die hochrund geformte Sorte „Herbstweiß“ mit lockerer Blattlage schon Ende Februar versagte. Die Sorte „Platter Holsteiner“ nahm eine Mittelstellung ein und war für kurzfristige Lagerung lohnend.

Der hochrund geformte „Dithmarscher Dauerwirsing“ bewies, unter den Wirsingssorten die beste

Haltbarkeit, während die flachen und locker gebauten Sorten „Vertus“ und „Dr. Neuers Grüner“ nur sehr begrenzt lagerfähig waren.

Die Sorte „Dithmarscher Dauerrot“, ein ebenfalls hochrund geformter Dauerkohl, eignete sich gut zur Kellerlagerung. Dagegen waren trotz später Aussaat die Sorten „Langendijker Frührot“ und „Langendijker Herbstrot“ (runde bis hochrunde Kopfform) nur begrenzt haltbar. Nach meinen Befunden kann also nicht aus der Kopfform der Sorte auf eine mehr oder minder gute Lagerfähigkeit geschlossen werden.

Zweite Gruppe.

Die analytischen Untersuchungen über die Veränderungen der wichtigsten Wertstoffe führten zu den folgenden Ergebnissen. Dabei werden die Befunde, die aus einer Auswertung der Analysenergebnisse bezogen auf das Ausgangstrockengewicht gewonnen wurden, als absolut bezeichnet, diejenigen aus der direkten prozentualen Ermittlung als relativ:

5. Ein Vergleich der relativen und absoluten Vitamin C-Verluste ergab bei sämtlichen Dauersorten eine geringere Abnahme als bei den Herbstsorten.

Eine Abhängigkeit des Vitamin C-Rückganges von der Lagertemperatur oder von den Veränderungen anderer Wertstoffe wie Gesamt-N, Eiweiß-N, Asche oder Rohfaser konnte nicht festgestellt werden. Vielmehr ist wohl die im Februar verstärkte Vitamin C-Abnahme bei den Herbstsorten auf den Vorgang des physiologischen Alterns des Lagergutes zurückzuführen, der sich auch bei anderen Gemüsen im gleichen Monat durch einen plötzlich verstärkten Vitamin C-Abfall bemerkbar macht.

6. Eine gegenläufige Korrelation ist nach meinen Befunden zwischen Trockensubstanzgehaltsveränderungen und dem Vitamin C-Verlauf festzustellen.

7. Die Ende März noch ermittelten Vitamin C-Mengen für Dauerweißkohl (44 mg%), für Dauerwirsing (45,1 mg%) und für Dauerrotkohl (61 mg%) übertrafen den Vitamin C-Gehalt aller anderen lagerfähigen Wintergemüse. Somit können gut lagerfähige Kopfkohlsorten in weitestem Umfang dazu dienen, den Vitamin C-Mangel in der Frühjahrsernährung auszugleichen.

8. Die absoluten Mengen der übrigen Wert- und Inhaltsstoffe nahmen ebenfalls bei den Dauersorten in geringerem Maße ab als bei den Herbstkohlsorten:

Gesamt-N- und Eiweiß-N-Abfall bei den Dauersorten betragen 21% und 26% gegenüber 29% und 36% bei den Herbstsorten. Der Eiweiß-N-Rückgang (und damit auch der Reineiweiß-Rückgang) schien sich im Februar durch eine erneute Temperaturerhöhung zu verstärken, was offensichtlich mit einer Beanspruchung der Kohlenhydrate zur Veratmung nach einer entsprechenden Desaminierung zusammenhängt. Diese Annahme wird auch dadurch bestärkt, daß die Temperaturerhöhung den Gesamt-N-Gehalt nicht beeinflusste. Der Rohfasergehalt verminderte sich bei den Dauersorten durchschnittlich um 16%, bei den Herbstsorten um 31%.

Bei der Ermittlung des Aschengehaltes ergab sich eine scheinbare Verminderung bei den Dauersorten um 19% und bei den Herbstsorten um 28%. Da die Herbstsorten schneller vergänglich sind, treten bei diesen größere Verluste ein. Denn diese scheinbaren Verluste sind durch Entfernen von eingetrockneten

oder gefaulten Außenblättern vor Analysenbeginn entstanden, weil bei der Wertstoffbestimmung nur die noch eßbaren Anteile erfaßt werden sollten. Auf Grund von entsprechenden Nachprüfungen hatten sich die Außenblätter als aschereicher als der innere Kopfteil erwiesen. Dadurch ist also bei Entfernen von Außenblättern die anteilmäßige Veränderung der Mischproben zu erklären.

9. Eine negative Korrelation zwischen Trockensubstanzgehalt und Asche wurde bei den Weiß- und Rotkohlsorten beobachtet. Bei den Wirsingkohlsorten waren die anfänglichen Trockensubstanzgehaltsunterschiede zu gering, um Beziehungen zu anderen Werten feststellen zu können.

Die Ergebnisse können für die praktische Pflanzenzüchtung richtungweisend sein, da die Zusammenhänge zwischen den Wertstoffgehalten, der Wertstoff-erhaltung während der Lagerung und den Befunden über die ermittelten Erträge neue Zuchtziele geben könnten.

Literatur.

1. ABDERHALDEN, R.: Vitamine, Hormone, Fermente. Verlag Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien 1944.
2. BAKER, L. C., T. L. PARKINSON, und P. M. KNIGHT: The Vitamin-C-content of the potatoes grown on reclaimed land. II. Potatoes grown in 1946. J. Soc. Chem. Ind. Lond. 67, 118—120 (1948), ref. Horticultural Abstracts 3, 1952 (1948).
3. BECKER-DILLINGEN, J.: Handbuch für den ges. Gemüsebau. Verlag P. Parey, Berlin 1943.
4. BERGNER, K. und G. BORKHOLDER: Beobachtungen über die Sortenabhängigkeit der Ascorbinsäure bei Kartoffeln. Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 44, H. 4, 78—80 (1948).
5. BROWN, E. J. und F. FENNON: (Cornell University). Losses of Vitamin C during cooking of parsnips. Food Res. 7, 1942, Ref. Exp. Stat. Rec. 87, Nr. 6, 895 (1942).
6. EDS, F. DE: U.S.D.A. Protein-ascorbic acid complex in carrots. Food Res. 8, 275—279 (1943), Ref. Exp. Stat. Rec. 91, 780 (1944).
7. ERDÖS, L.: Veränderungen in der Zusammensetzung der Kartoffeln während der Winterlagerung. Z. Unters. Lebensmittel 67, 198—202 (1934).
8. ERTEL, H.: Über die Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Kartoffelknolle während der Lagerung unter besonderer Berücksichtigung von Düngung, Sorte und Temperatur. Landwirtsch. Jb. 75, 669—713 (1932).
9. GLIMM, E. und E. HANSEN: Über die Bestimmung der Rohfaser. Vorratspflege u. Lebensmittelforsch. 3, 94—95 (1940).
10. GÖSTNER, F.: Chemisch-physikalische Vitaminbestimmungsmethoden. Verlag F. Enke, Stuttgart 1940.
11. JULÉN, G.: The potato as a source of vitamin C. Lantbr. Högsk. Ann. (Uppsala) 9, 294—309 (1941), Ref. Exp. Stat. Rec. 93, Nr. 3, 377 (1945).
12. JULÉN, G.: Vitamin C metabolism in potatoes. Lantbr. Högsk. Ann. (Uppsala) 12, 131—165 (1944), Ref. Exp. Stat. Rec. 94, Nr. 4, 553 (1946).
13. KARIKKA, K. J., L. T. DUDGEON und H. M. HAUCK: Influence of variety, location fertilizer and storage on the ascorbic acid content of potatoes grown in New York State. Jour. Agr. Res. (U.S.) 68, 49—63 (1944), Ref. Exp. Stat. Rec. 90, Nr. 6, 857 (1944).
14. KERTESZ, Z. I., R. B. DEARBORN und G. L. MACK: Vitamin C in vegetables, ascorbic acid oxidase. J. biol. chem. 116, 717—725 (1936).
15. KLEIN, G.: Handbuch der Pflanzenanalyse III, I, 41—42 (1932).
16. KRÖNER, W. und G. STEINHOFF: Über das Reduktionsvermögen gelagerter Kartoffeln gegenüber 2,6 Dichlorphenolindophenol. Biochem. Z. 294, 138—144 (1937).
17. LALIN, TH. und G. GÖTHLIN: Vergleichende titrimetrische Untersuchungen an neu geernteten und vom vorigen Jahr aufbewahrten Kartoffeln. Z. Unters. Lebensmittel 73, 43—47 (1932).
- 18a. LAMPRECHT, H.: Chemische Zusammensetzung und biologische Eigenschaften von Sorten und Stämmen einiger Gemüsearten. Aus Arsskrift f. Lantbruks-o. Mejeriinstitutet vid. Alnarp 1925.
- 18b. LAMPRECHT, H.: Die Beziehungen zwischen Aschengehalt und Größe sowie Trockensubstanzgehalt von Speicherorganen der

Pflanzen. Aus Arskrift f. Lantbruks-o. Mejeriinstitutet vid Alnarp 1926. — 19. LEMKE, M.: Untersuchungen über die Qualität von Mietengemüsen. Gartenbauwiss. 16, 129—135 (1941). — 20. LINTZEL, W.: Vitamin C-Gehalt zubereiteter Gemüse und Gemüsekonserven im Winter. Ernährung 3, 2—9 (1938). — 21. MOTHES, K. u. H. ENGEL: Ein Beitrag zur Kenntnis des N.-Stoffwechsels höherer Pflanzen. Planta 1, 472—552 (1926) und Planta 7, 133 (1929). — 22. MURPHY, E. F.: The vitamin C content of Maine foods (Maine Stat. Bul. 426, 299—305 (1944).) Ref. Exp. Stat. Rec. 93, Nr. 1, 103 (1945). — 23. NEW MEXICO STATION RPT: The effects of storage and different methods of cooking on the carotene and ascorbic contents of carrots, 47—48 (1943). Ref. Exp. Stat. Rec. 91, 364 (1944). — 24. OTT, M.: Tierversuch oder chemische Bestimmung des Vitamin C. Angew. Chem. 51, 537—539 (1938). — 25. PETT, L. B.: Changes in the ascorbic acid and glutathion contents of stored and sprouting potatoes. Biochemic. J. 30, 1228—1232 (1936). — 26. PLATENIUS, H.: Physiological and chemical changes in Carrots during Growth and Storage. Cornell University. Agricultural Exp. Station Ithaca, New York 1934. — 27. REEDMAN E. J. und E. W. Mc. HENRY: Combined ascorbic acid in plant tissues. Biochemic. J. 32, 85 (1938). — 28. RICHE, LE F. J. H.: Studies on the processing of vegetables IV. Studies on the ascorbic acid content of cabbage varieties. Ref. Agriculture, London 55, 78 (1948). — 29. RUBIN, B. A.: Biochimija chronenija owoschtschi. Die Biochemie der Gemüseaufbewahrung. Isw. Akad. nauk. Ser. biol. Moskau 1936, H. 4, 777—790. Ref. Forschungsdiensd 3, 98 (1937). — 30. SCHEUNERT, A., I. RESCHKE und E. KOHLEMANN: Über den Vitamin C-Gehalt der Kartoffel I. Alte gelagerte Kartoffeln der Ernte 1935. Biochem. Z. 288, 261—270 (1936). — 31. SCHEUNERT, A. und K. WAGNER: Ref. nach KRÖNER und VÖLKSSEN. Die Kartoffel, Ernährung Beiheft 9, 1942. — 32. SCHUPHAN, W.: Unter Glas kultivierte Treibgemüse und ihr biologischer Wert. I. Frühjahrskohlrabi und Treibgurken, Gartenbauwiss. 16, 24—35 (1941). — 33. SCHUPHAN, W.: Nährstoffgehalt und biologischer Wert von Gemüse und Obst. Forschungsdienst 11, 660—675 (1941). — 34. SCHUPHAN, W.: Die Veränderung der Vitamin C und kalorischen Wertstoffgehalte bei deutschen Erdbeersorten unter dem Einfluß schönen und schlechten Wetters. Biochem. Z. 311, 151—162 (1942). — 35. SCHUPHAN, W.: Wertstoffphysiologische Untersuchungen an gelagerten Spätmöhren unter Anwendung einer neuen

Mikro-Lagerungsmethode. Gartenbauforschung im Dienste der Kriegsernährung. H. 1, Wiss. Schriften. „Leistungssteigerung im Gartenbau“ (1943). — 36. SCHUPHAN, W.: Die Gütebeurteilung der Gemüse nach Größen- und Gewichtsklassen im Lichte neuzeitlicher Qualitätsforschung. Vorratspflege u. Lebensmittelforsch. 6, 33 bis 56 (1943). — 37. SCHUPHAN, W.: Gemüsebau auf ernährungswissenschaftlicher Grundlage. Hans A. Keune-Verlag, Hamburg 1948. — 38. SCUPIN, L.: Die praktische Anwendung der Kühlung von Kohl. Gartenbauwirtsch. 26, (1934). — 39. SCUPIN, L.: Kühlung von Kohlsorten der Sortenregisterstelle des Reichsnährstandes. Vorratspflege u. Lebensmittelforsch. 3, 25—39 (1940). — 40. SCUPIN, L.: Vitamin C-Untersuchungen an Äpfeln und Weißkohl. Vorratspflege u. Lebensmittelforsch. 4, 1—17 (1941). — 41. SCUPIN, L. und J. v. WIESE: Die Lagerungsfähigkeit von Kopfkohlsorten unter Berücksichtigung morphologischer und analytischer Feststellungen. Gartenbauforschung 2, 81—118 (1948). — 42. SMITH, O.: Effects of Various Treatment on the Carbon Dioxide and Oxygen in Dormant Potatoes. Hilgardia, Journal of Agricul. Science, Vol. 4, 11. Published by the Calif. Agric. Exp. Stat. 1929. — 43. SMITH, O.: Studies of the Potato Storage. Published by the Cornell University, Agric. Exp. Stat. Ithaca, New York, Bul. 553, (1933). — 44. STONE, W.: Ascorbic acid oxydase and the state of ascorbic acid in vegetable tissues. Biochem. J. 31, 508—512 (1937). — 45. SCENT-GYORGYI, A.: On the function of Hexuronic acid in the respiration of the cabbage leaf. J. biol. Chem. 90, 385—393 (1931). — 46. TAUBER, H., I. S. KLEINER und D. MISHKIND: Ascorbic acid (Vitamin C) Oxydase. J. biol. Chem. 110, 211 (1935). — 47. VOGEL, H.: Chemie und Technik der Vitamine. Verlag F. Enke, Stuttgart 1937. — 48. WACHHOLDER, K.: Unser Vitamin-C-Haushalt und die Möglichkeit seiner Deckung durch unsere Lebensmittel. Ernährung 5, 79—88 (1940). — 49. WACHHOLDER, K. und K. NEBRING: Über den Vitamin C-Gehalt verschiedener Kartoffelsorten. Bodenkunde und Pflanzenernährung 16, 245—260 (1940). — 50. WEIDHAAS, H.: Experimentelle Studien an Gemüse über die Entnahme von Durchschnittsproben zur chemischen Qualitätsbestimmung unter Anwendung statistischer Methoden. Bodenkunde und Pflanzenernährung 30, 1—35 (1943). — 51. WOLF, J.: Kühlen und Gefrieren von Obst und Gemüse unter besonderer Berücksichtigung der Vitamin C-Erhaltung. Vorratspflege u. Lebensmittelforsch. 4, 241—255 (1941).

BUCHBESPRECHUNGEN.

F. RINGWALD und A. DÖRING, Neues über Blumen und Nutzpflanzen. Moderne Methoden der gärtnerischen Pflanzenerzeugung. 126 S. Zahlreiche Abb. u. 1 Farbtafel. Zürich. Verlag Elektrowirtschaft 1948. Preis 6,75 SFr. Bezug in Deutschland bei F. A. Brockhaus, Stuttgart, Rheinburgerstr. 37 A.

In dem ersten Teil gibt RINGWALD eine kurze Einführung in die Pflanzenernährungslehre unter besonderer Betonung der wichtigsten Bodenqualitäten und der Mangelsymptome und behandelt dann ausführlicher die Verwendung des elektrischen Stromes als Heiz- und Lichtquelle bei Gewächshaus- und bei Warmbeet-Kulturen unter Berücksichtigung der Rentabilitätsfrage. Im zweiten Teil setzt sich DÖRING mit den amerikanischen Erfahrungen auf dem Gebiete der Wasserkulturtechnik im gärtnerischen Betrieb auseinander, auf Versuchen fußend, die seit 1941 in offenbar großzügiger Weise in der Schweiz mit Unterstützung öffentlicher und privater Organisationen durchgeführt worden sind. Die notwendigen Anlagen, die Bereitung der Nährlösungen und ihre Kontrolle, die besonderen Verhältnisse bei Benutzung eines kombinierten Substrates aus Kies und Nährlösung werden eingehend beschrieben und durch gute Photos und Skizzen illustriert. Die Schrift ist erfreulich klar und soweit es der bescheidene Umfang gestattet, gründlich abgefaßt und bedeutet Gärtnern und praktisch interessierten Biologen eine technisch nutzbare Einführung in die moderne Problematik der intensiven gärtnerischen Kultur.

K. Mothes (Gatersleben).

W. KUHL, Die technischen Grundlagen der Kinematischen Zellforschung. Vorschläge für eine exakte wissenschaftliche Mikrokinematographie. Mit 57 Abbildungen (118 Einzeldarstellungen). VIII, 185 Seiten. Gr. — 8°. Springer-Verlag Berlin—Göttingen—Heidelberg 1949. Ladenpreis 26,— DM.

Als kinematische Zellforschung wird die Analyse von langsamen und bei unmittelbarer Betrachtung unauffälligen Bewegungsvorgängen durch Auswertung kinematographischer Zeitrafferaufnahmen bezeichnet. (Die Verwendung von Zeitdehnung durch Hochfrequenzverfahren tritt bei biologischen Objekten im Gegensatz zu manchen technischen Gebieten stark zurück.) Zeitrafferaufnahmen sind schon oft zu Demonstrations- und Forschungszwecken verwandt worden, und es existieren schon mancherlei — z. T. sehr vielseitige und kostspielige — Zeitraffereinrichtungen, aber es fehlte bisher eine grundsätzliche Anleitung zur restlosen Ausschöpfung der in dieser Methodik liegenden Möglichkeiten. Der Verfasser — Begründer und Leiter des Institutes für kinematische Zellforschung zu Frankfurt am Main — gibt in den „Vorschlägen für eine exakte wissenschaftliche Mikrokinematographie“ eine gründliche Darstellung der technischen Durchführung solcher Untersuchungen. Dabei wird besonders darauf hingewiesen, daß einwandfreie Ergebnisse auch mit relativ einfachen Hilfsmitteln zu erzielen sind. So wird zunächst eine einfache und auch weniger bemittelten Instituten zugängliche Mikrozeitraffereinrichtung beschrieben, bei der die Belichtung durch Drehen der Einerkurbel mit der