

(Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Aschersleben.)

Zur Frühdiagnose der Austriebsneigung lagernder Küchenzwiebeln (*Allium cepa*).

Von K. STOLL und M. KLINKOWSKI.

Mit 30 Textabbildungen.

1. Einleitung.

Die hohen jährlichen Verluste durch vorzeitiges Austreiben und die dadurch bedingte Beeinträchtigung der gleichmäßigen Versorgung des Marktes mit Speisezwiebeln während der kritischen Zeitspanne vom Frühjahr bis zur Anlieferung der neuen Ernte haben uns zu einer Überprüfung der Lagerfestigkeit unserer Zwiebelsorten und der Möglichkeit ihrer Verbesserung auf züchterischem Wege veranlaßt. Wenn man von älteren Arbeiten absieht, die diese Frage nur in groben Umrissen andeuten konnten, so sind an erster Stelle die Untersuchungen der Forschungsgemeinschaft für Kühlstorage von Gemüse und Obst in Magdeburg, sowie die Arbeiten von ZELLER, GERM und KRICKL (2, 5, 6, 9, 10, 14, 15) zu nennen.

Auf Grund ausgedehnter Prüfungen an handelsüblichen Sorten und Eliten aus zahlreichen Zuchstämmen kann die genetische Bedingtheit der Austriebsneigung für die Küchenzwiebel (*Allium cepa*) als erwiesen gelten. Das im deutschen Anbaugebiet bevorzugte Handelssortiment zeigt demzufolge bezüglich der Austriebsfestigkeit beträchtliche Unterschiede, die in Abhängigkeit von den Lagerungsbedingungen gewisse individuelle Schwankungen zeigen. Nachstehend folgt eine Übersicht (nach SCUPIN) der Rangordnung von 14 Zwiebelsorten, bewertet nach dem Anteil ausgekeimter Zwiebeln nach 6-wöchiger Zimmerlagerung.

Übersicht.

1 beste Sorte, 14 schlechteste Sorte.

Sorte	nach gewöhnlicher Lagerung	nach Kühlstorage
Bronzekugel	4	6
Zittauer Riesen, schwefel-gelbe	8	7
Zittauer Riesen, blutrote	12	9
Zittauer Riesen, gelbe	13	14
Braunschweiger, dunkelrote	5	4
Holländische, blutrote	3	2
Holländische, blaßrote	1	1
Holländische, schwefelgelbe	14	13
Holländische, hellgelbe	9	11

Da die im mitteldeutschen Anbaugebiet verbreitete Sorte „Zittauer Gelbe Riesen“ in diesen Versuchen eine unbefriedigende Bewertung erfahren hatte, wird empfohlen, die Bronzekugel sowie einige rote Sorten holländischer Herkunft im deutschen Zwiebelanbau zu bevorzugen. Es lag nicht im Sinne unserer Fragestellung, die Möglichkeiten einer Umstellung des Zwiebelmarktes auf rote Sorten bzw. auf gelbe Sorten mit ausreichenden Lagereigenschaften zu untersuchen. Wir haben uns vielmehr der Frage zugewandt, wie weit eine Auslese geeigneter Typen innerhalb der gebräuchlichsten und altbewährten Zwiebelsorten zu einer Verbesserung der Lagereigenschaften führen kann. Wir gingen von der Erfahrung aus, daß einzelne Individuen

gleicher Herkunft während der Lagerungsperiode und in der anschließenden Austriebszeit zahlreiche Übergänge zwischen vorzeitiger und monatelang hinausgezögter Entwicklungsanregung zeigen. Das zahlenmäßige Verhältnis der einzelnen Typen kann hierbei in Abhängigkeit von den Entwicklungsbedingungen während der Sommerperiode in weiten Grenzen schwanken.

Die Küchenzwiebel, Sorte „Zittauer Gelbe Riesen“, auf die wir unsere experimentelle Arbeit beschränkt haben, erweist sich in besonders ausgeprägtem Maße als ein Gemisch von Typen mit quantitativ abgestufter Austriebsneigung, die als häufigste Ursache der hohen Lagerungsverluste und daher als der wichtigste Faktor der Bewertung der Lagerfestigkeit angesehen werden muß.

Lagerverluste können hiervon abgesehen auch durch parasitäre Einwirkungen und sekundäre Fäulniserreger hervorgerufen werden, ferner durch Aktivierung hydrolyzierender Fermente im Schuppengewebe, die einen Abbau gespeicherter Reservestoffe bewirken.

Berücksichtigt man die im Gefolge einer erhöhten Entwicklungsbereitschaft der Vegetationspunkte auftretenden biochemischen Vorgänge, die den Aufbau neuer Organe einleiten, so können wir feststellen, daß der Schwund auf dem Lager, unabhängig von der Natur und Herkunft der wirksamen Kräfte auf abbauende Vorgänge zurückgeht. Die Lagerfestigkeit kann somit als Grad der Widerstandsfähigkeit gegen fermentativen Abbau von Stoffen, d. h. als stoffwechsel-physiologisch zu wertendes Kennzeichen des Ruhezustandes aufgefaßt werden.

Von dieser Vorstellung ist die Mehrzahl der Autoren ausgegangen, wenn sie in ihren Untersuchungen dem Stoffwechsel der Küchenzwiebel einen breiten Raum widmeten und die Ursachen der frühzeitig ausgelösten Entwicklungsbereitschaft mit stofflichen Veränderungen im Gewebe der Zwiebel in Verbindung zu bringen suchten. Wir verfügen über eine Reihe quantitativer Unterlagen zur Frage des Kohlehydratstoffwechsels der Küchenzwiebel, die teils direkt mit chemischen Methoden, teils indirekt gewonnen wurden und im ganzen ein durchaus einheitliches Bild ergeben haben. Wenn diesen Untersuchungen ein praktischer Erfolg nicht beschieden war, so liegt dieses nicht an einer Verkennung vorhandener Möglichkeiten, sondern an einer noch unzureichenden Sicherung der vorliegenden Ergebnisse, deren Nachprüfung bisher nicht erfolgen konnte, im Hinblick auf die vorliegende Fragestellung jedoch als vordringliche Aufgabe erschien.

Wir haben uns dieser Aufgabe anhand eines ausgewählten, etwa 5000 Individuen umfassenden Materials unterzogen und die Untersuchungen in mancher Hinsicht erweitert. Darüber hinaus haben wir unsere vergleichenden Arbeiten auf bestimmte plasmatische Eigenschaften der lagernden Zwiebeln ausgedehnt.

2. Eigene Untersuchungen.

A. Allgemeines.

Das Ausgangsmaterial: Wie die nachstehende Gruppierung der Austriebsneigung zeigt, weist die Küchenzwiebel, Sorte „Zittauer Gelbe Riesen“, sämtliche Übergänge zwischen Individuen auf, die gleich nach der Ernte austreiben und solchen, die im Juni kommenden Jahres nicht die geringste Austriebsneigung bekunden.

Gruppierung der Austriebsneigung.

Gruppe I: im Juni noch nicht ausgetrieben, Konsistenz hart, ohne grüne Spitze.

Gruppe II: im Mai noch ohne grüne Spitze, treibt im Juni aus.

Gruppe III: im Mai mit etwa 5 mm langer hervorragender Spitze.

Gruppe IV: im Mai mit mehreren bis 20 cm langen grünen Blättern.

Gruppe V: bereits im Herbst (November) lebhaft austreibend.

Die Auslese spät austreibender Individuen aus der vorliegenden Population kann nach Überlagern der Zwiebeln bis zu dem oben genannten Termin erfolgen. Die bis zum Juni noch nicht getriebenen kommen jedoch nach dem Auspflanzen in der Regel nicht mehr zu normaler Samenentwicklung. Der Samenansatz je Zwiebel beträgt etwa 1–3% des normalen Samenansatzes einer zum günstigen Termin ausgepflanzten Zwiebel. Die aus solchen Samen gewonnenen Zwiebeln erreichen nicht die Durchschnittsgröße der Sorte. Diese und andere durch den verspäteten Auspflanztermin bedingten Nachteile können auf verschiedene Weise umgangen werden. Durch überlagernde, ausgelesene Individuen bis zum kommenden Frühjahr könnte ein normaler, rechtzeitiger Auspflanztermin gewährleistet werden. In der Regel wird jedoch der hierfür erforderliche Grad der Lagerfestigkeit auch von den Vertretern der Gruppe mit geringster Austriebsneigung nicht erreicht, da sich bereits im August Fäulnis und andere Zersetzungsscheinungen bemerkbar machen. Der sicherste Weg führt über das rechtzeitige Auspflanzen im Frühjahr, sofern die Möglichkeit einer frühzeitigen Auslese innerhalb der betreffenden Population besteht.

Die bis zum ersten Auspflanztermin des Frühjahrs im Austreiben begriffenen Zwiebeln können rechtzeitig ausgeschieden werden. Dagegen ist eine Differenzierung innerhalb der verbleibenden Restpopulation nach den bisherigen Untersuchungen nicht ohne weiteres möglich. Es handelt sich hierbei um die Gruppen I bis III der obigen Aufstellung. Hier fehlt es offenbar noch an einem diagnostischen Hilfsmittel, das den Grad der Austriebsneigung innerhalb der Restpopulation zu ermitteln gestattet.

An ein derartiges Hilfsmittel, gewissermaßen einen Indikator der individual-spezifischen Entwicklungsbereitschaft, sind in erster Linie folgende Anforderungen zu stellen:

1. Das diagnostische Hilfsmittel muß eine weitgehende Differenzierung der vorliegenden Population gestatten.

2. Es muß bequem und rasch zu handhaben sein und die Durchprüfung einer großen Anzahl ermöglichen.

3. Es muß unter weitgehender Schonung der Zwiebel, d. h. unter Vermeidung tiefgehender Eingriffe in das Zwiebelgewebe, anwendbar sein.

4. Es muß den Grad der Entwicklungsbereitschaft rechtzeitig genug anzeigen, d. h. spätestens Mitte März bis Anfang April.

Eine sichere Gruppierung der Restpopulation in der genannten Richtung unter Verwendung frühdiagnostischer Hilfsmittel wird nur in relativem Umfang möglich sein, da die Gruppen mehr oder weniger ineinander übergehen. Hinzu kommt, daß die Kennzeichnung der Austriebstendenz anhand des Entwicklungszustandes der Primär- und Folgeblätter nicht immer zu einer befriedigenden Trennung der Gruppen führt. Wiederholt wurde beobachtet, daß die Primärblätter durch Erwachen des Vegetationspunktes nach kurzem Wachstum ihre weitere Entwicklung einstellen und in diesem vorübergehend eingeschalteten Ruhezustand monatelang verweilen können. Die äußersten Spitzen der Blätter können dabei entweder die Schlottenspitze durchbrochen haben oder noch im Innern des Zwiebelkörpers stecken. Derartige Zwiebeln stellen einen Entwicklungszustand dar, dessen Einordnung in die vorgenommene Gruppierung nicht möglich ist.

Sieht man von diesen Sonderfällen eines zeitlich unterbrochenen Austriebsvorganges ab, so muß das erste Symptom der heranrückenden Austriebsperiode in physiologischen Zustandsänderungen des ruhenden Vegetationspunktes zu suchen sein, die zu einer Wiederaufnahme der im Herbst vorübergehend zum Stillstand gekommenen Zellteilung führen. Das sicherste frühdiagnostische Kennzeichen der beginnenden Aktivierung müssen wohl die hormonal gesteuerten Änderungen der plasmatischen Eigenschaften des Meristemgewebes darstellen.

Die Leistungsfähigkeit eines solchen Kennzeichens hängt wesentlich vom Zeitpunkt ab, zu dem es meßbar in Erscheinung tritt.

Berücksichtigt man, daß die Mehrzahl der austriebsfesten Individuen gemäß der oben getroffenen Einteilung etwa 6 Wochen nach dem üblichen Pflanztermin mit dem Durchtreiben beginnt, während die Gruppe I mit höchster Lagerfestigkeit erst nach Ablauf von rund 10 bis 15 Wochen in den Zustand der Aktivierung eintritt, so ergibt sich, daß ein verwertbares frühdiagnostisches Merkmal die bevorstehende Aktivierung des Vegetationspunktes spätestens 6 Wochen vor dem Austrieb anzusehen imstande sein muß.

Wieweit diese Voraussetzung für den hormonally gesteuerten Ablauf der Aktivierungsvorstufen zutrifft, ist nicht bekannt: Ebensowenig steht fest, zu welchem Zeitpunkt die hieraus resultierenden Zellteilungsvorgänge einsetzen und mit welcher Geschwindigkeit sie in der Folge ablaufen. Auch ist nicht bekannt, ob die Zellteilungsvorgänge im Herbst zu Beginn der Ruheperiode gänzlich zum Stillstand kommen oder sich lediglich unter der Einwirkung von Außenfaktoren verlangsamen. Cytologische Untersuchungen an ruhenden Vegetationspunkten führten zum Ergebnis, daß diese zahlreiche Mitosen in allen Stadien aufweisen, doch kann eine sichere Entscheidung nicht getroffen werden, ob der Verlauf der Mitose gänzlich gehemmt oder nur verschleppt wird.

Es konnte nicht die Aufgabe der vorliegenden Untersuchungen sein, diese Fragen zu klären. Hiervon abgesehen erfordert die Bearbeitung einen tiefgehenden Eingriff in das Gewebe des Vegetationspunktes, der in jedem Falle geopfert werden muß. Unsere Aufmerksamkeit richtete sich vielmehr auf diejenigen Eigenschaften der Zwiebel, die keinen oder nur einen geringen operativen Eingriff notwendig machen.

Hierfür kommen in erster Linie die äußeren Schuppen der Zwiebel in Betracht, über deren biologische und physiologische Eigenschaften zahlreiche Untersuchungen vorliegen. Diese erstrecken sich einerseits auf den Stoffwechsel im Innern der Schuppe, unter denen der Abbau der Kohlehydrate die erste Stelle einnimmt, sowie auf Verschiebungen des hiermit eng zusammenhängenden osmotischen Wertes. Auf der anderen Seite ist die Zwiebelschuppe bereits seit langem als günstiges Objekt zur Erforschung der plasmatischen Eigenschaften lebender pflanzlicher Zellen erkannt und demgemäß wiederholt Gegenstand zellphysiologischer Untersuchungen geworden. Darüber hinaus liegen Beobachtungen über Beziehungen der Austriebstendenz zur stoffwechselphysiologischen und plasmatischen Komponente des gesamten Aktivierungsvorganges vor, deren Auswertung und Ergänzung in der von uns geplanten Richtung erfolgversprechend zu sein schien. Es mußte jedoch auch mit Schädigungen der Zwiebel durch gänzliches oder teilweises Entfernen der äußeren Schuppen gerechnet werden. Wir konnten feststellen, daß eine Gefährdung der normalen Lagerfestigkeit eintritt, wenn sekundäre Fäulniserreger sich auf dem seines natürlichen Schutzes beraubten Zwiebelkörper ansiedeln. Die Verwendung von Paraffinüberzügen oder die Einbettung der Zwiebel in sterilen Quarzsand führte nicht zum Ziel. Kleine Eingriffe in die oberflächlichen Schichten der äußeren Schuppen zogen ebenfalls Befall mit Schimmelpilzen nach sich. Unter normalen Lagerungsbedingungen findet dann in wenigen Wochen ein völliger Zerfall statt, doch treten individuelle Unterschiede auf.

Im Rahmen unserer Fragestellung muß daher jenen frühdiagnostisch verwertbaren Eigenschaften lagerner Zwiebeln der Vorzug gegeben werden, die am unbeschädigten Exemplar unmittelbar abgelesen werden können. Hier können die von KRICKL (6) verwendeten Gewichtsverluste auf dem Lager und die hiermit zusammenhängenden Atmungsvorgänge in Rechnung gezogen werden, deren quantitative Erfassung leicht durchführbar ist. Wir haben diese Methode an einem größeren Material überprüft, jedoch in Abänderung derselben das Gewicht und seine Verschiebungen während der Lagerungsperiode nicht auf die ganze Zwiebel, sondern auf die Volumeneinheit bezogen. Wir gingen hierbei von der Annahme aus, daß die gemessenen Gewichtsveränderungen in erster Linie auf Kohlehydratumsetzungen zurückzuführen sind und daher ihren deutlichsten Ausdruck in den Schwankungen des spezifischen Gewichtes finden müssen.

Die wichtigste Aufgabe einer experimentellen Entwicklung geeigneter Indikatoren der Austriebstendenz müßte zunächst darin bestehen, zu überprüfen, wie weit die meßbaren Veränderungen im Innern des Zwiebelkörpers den eingangs aufgeführten vier Forderungen entsprechen. Die bisher gewonnenen Ergeb-

nisse, über die weiter unten ausführlich berichtet werden soll, können zweckmäßig in eine Gruppe von Stoffwechseländerungen im Gefolge der Entwicklungsanregung, sowie in eine Gruppe rein plasmatischer Komponenten eingeordnet werden. In Anlehnung an die bisher vorliegenden Befunde richteten sich unsere Untersuchungen einerseits auf die Verschiebungen des Disaccharid-Monosaccharid-Verhältnisses in den Zellen der äußersten Schuppe, auf den osmotischen Wert und das spezifische Gewicht unter Berücksichtigung der Atmungsintensität. Hinsichtlich der plasmatischen Eigenschaften stellten wir Plasmaviskosität (Plasmolyseform und -zeit), sowie Permeabilität für Salze und Farbstoffe in den Vordergrund. In dieser Hinsicht können wir uns auf Arbeiten stützen, die den Nachweis erbrachten, daß eine plasmatische Charakterisierung lebender pflanzlicher Zellen mit einfachen Hilfsmitteln möglich ist. Der plasmolytische Eingriff, die künstliche Verlagerung von Plasmaeinschlüssen unter Wirkung von Zentrifugalkräften, der Austritt von Salzen aus dem Zellsaft und das Eintreten von Vitalfarbstoffen in die lebende Zelle können ohne umfangreiche Apparaturen in relativ kurzer Zeit am lebenden Material verfolgt werden und erfüllen somit die Forderung 2, teilweise auch die Forderung 3 der eingangs genannten Aufstellung.

Demgegenüber sind die Verfahren zur Ermittlung des Zuckergehaltes auf analytischem Wege weit umständlicher und zeitraubender. Die Methode von HAGEDORN-JENSEN, die ZELLER (14, 15) in seinen Untersuchungen zur chemischen Anatomie der Küchenzwiebel benutzte, kann schwerlich als Massenverfahren dienen, da der erforderliche Zeitaufwand nur Einzeluntersuchungen gestattet. Für die vom genannten Autor vorgeschlagenen Refraktometermessungen bot sich uns bisher keine Gelegenheit. Wir gingen daher zu polarimetrischen Messungen des Zuckergehaltes über.

Allen Zuckerbestimmungen haftet der Mangel an, daß sie einen erheblichen Teil der Zwiebelschuppe für die Gewinnung von Presssaft beanspruchen. Mit Rücksicht auf die oben dargelegten Bedenken gegen tiefgehende Eingriffe in das Zwiebelgewebe haben wir unsere Bestimmungen an Pressäften auf die Ermittlung der Konzentrationsverhältnisse in der äußeren Zwiebelschuppe beschränkt.

Wesentlich einfacher gestaltet sich die Bestimmung des mit dem Kohlehydratumsatz zusammenhängenden spezifischen Gewichtes. Nach Versenken der Zwiebel in Lösungsgemische von Alkohol und Wasser wurde aräometrisch das spezifische Gewicht jener Mischung bestimmt, das die Zwiebel im Schwebezustand erhält. Ein schädigender Einfluß auf das Zwiebelgewebe durch kurzfristiges Versenken in die Wasser-Alkohol-Gemische wurde von uns nicht festgestellt (vgl. S. 268).

Die Ermittlung des Gaswechsels ganzer Zwiebeln erfolgte durch Absorption der ausgeschiedenen Atemgase in Kaliumbikarbonatlösung und maßanalytische Bestimmung durch Rücktitration mit einer Kaliumkarbonatlösung unter Verwendung von Kresolrot als Indikator anhand einer Standardvergleichslösung. Von einer besonderen Absorptionsvorrichtung mußte Abstand genommen werden. Das ausgeschiedene Kohlendioxyd wurde vielmehr durch langsame Dif-

fusion von einer am Grunde eines verschlossenen Becherglases befindlichen absorbierenden Lösung aufgenommen (Abb. 1). Eine quantitative Erfassung der gebildeten Kohlensäuremenge ist naturgemäß mit dieser primitiven Anordnung nicht möglich. Für orientierende Versuche mit einer größeren Anzahl Zwiebeln unter Verwendung einer Standardvergleichslösung leistet dieses einfache, raum- und zeitsparende Verfahren jedoch ausgezeichnete Dienste und ermöglicht eine schnelle Orientierung über Höhe u. zeitlichen Verlauf der CO_2 -Ausscheidung von mehreren 1000 Exemplaren (vgl. S. 268).

Zum Schutze der absorbierenden Lösung gegen freies Alkali der Glaswand wurde diese stets auf der Innenseite mit einem Paraffinüberzug versehen. Bei Verwendung von Jenaer Glas erübrigte sich diese Schutzmaßnahme, da dieses Glas während einer 18-stündigen Versuchsdauer meßbare Alkalispuren nicht abgibt.

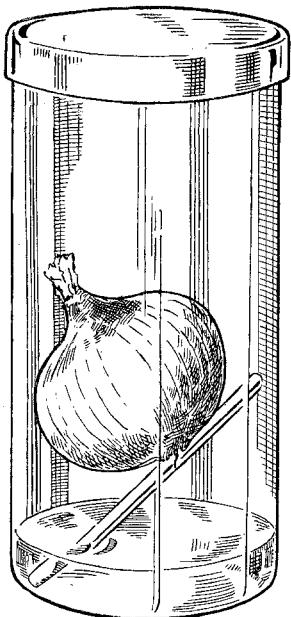


Abb. 1.
Versuchsanstellung zur Bestimmung
der Kohlendioxydabgabe einer
Küchenzwiebel.

B. Plasmatische Eigenschaften der Küchenzwiebel.

Über Zusammenhänge zwischen Entwicklungsbereitschaft und plasmatischen Eigenschaften liegen mehrere Untersuchungen vor, unter denen die Arbeiten von KESSLER (3) sowie KESSLER und RUHLAND (4) an dieser Stelle angeführt werden sollen. Vor allem konnte das zeitliche Zusammenfallen der Ruheperiode mit einer Erhöhung der Frostresistenz einwandfrei nachgewiesen werden. Durch Beeinträchtigung der Entwicklung unter Verwendung von spezifischen Hemmstoffen wurde eine Heraufsetzung, durch künstliche Herabsetzung eine Verminderung der Frosthärt'e erzielt. Im Zustand der Winterruhe befindliche Pflanzen, die für die Dauer von zwei Monaten einer erhöhten Temperatur ausgesetzt waren, konnten ihre normale Kälteresistenz unverändert aufrecht erhalten.

Eine Unterbrechung des Ruhezustandes hatte in jedem Fall ein sofortiges Absinken der Frosthärt'e zur Folge, dessen Ursache auf eine Änderung des Hydrationszustandes und der Permeabilitätseigenschaften des Plasmas zurückzuführen ist. So konnte nach künstlicher Abhärtung der Pflanze ein meßbarer Viskositätsanstieg des Plasmas, sowie eine Zunahme der Permeabilität für dissozierte Zellsaftbestandteile festgestellt werden. Für *Sempervivum* fanden KESSLER und RUHLAND in frosthartem Zustand (Abtötungspunkt -17°) im Exosmoseversuch eine spezifische Leitfähigkeit von $\alpha \times 10^{-5} = 143$, für das gleiche *Sempervivum* in frostempfindlichem Zustand (Tötungspunkt -3.5°) dagegen $\alpha \times 10^{-3} = 50$. Unter Be-

rücksichtigung der Zellsaftkonzentration konnte weiter geschlossen werden, daß die relative Durchlässigkeit des Plasmas frostarter Gewebe noch höhere Werte annehmen kann, als den gemessenen Leitfähigkeitswerten entspricht. Nach künstlicher Frostenthärtung wurde eine rasche Verarmung der die Zelle umgebenden Flüssigkeit an exosmierenden Bestandteilen des Zellsaftes beobachtet.

Plasmapermeabilität und -viskosität gestatten somit eine Beurteilung des Frosthärtgrades der Gewebe. Es liegt nahe anzunehmen, daß die gleichen plasmatischen Faktoren auch für den Grad der Entwicklungsbereitschaft bestimmend sind oder jedenfalls als äußeres Kennzeichen betrachtet werden können. Wir haben daher in Anlehnung an diese Arbeiten dem physikalischen Verhalten des Plasmas eine Reihe von Versuchen gewidmet. Mit Rücksicht auf die einleitend skizzierten Voraussetzungen einer praktischen Verwertbarkeit von Indikatoren der Lagerfestigkeit haben wir uns in erster Linie dem Verhalten der äußeren Zwiebelschuppe zugewandt und die innere Schuppe nur ausnahmsweise herangezogen. Eine derartige Einschränkung, die den praktischen Bedürfnissen Rechnung trägt, bedeutet naturgemäß einen Verzicht auf die Untersuchungen der Verhältnisse in der näheren Umgebung des Vegetationspunktes, die Zusammenhänge zwischen plasmatischer Komponente und Entwicklungsbereitschaft eher erwarten ließen, als die äußere Schuppe. Die Verwertbarkeit plasmatischer Eigenschaften der äußeren Zwiebelteile setzt daher im Rahmen der vorliegenden Fragestellung voraus, daß der zeitliche Verlauf und der Grad der Aktivierungsvorgänge im Zwiebelinnern sich in den äußeren Partien meßbar widerspiegelt, sei es dadurch, daß die äußeren Teile an der Entwicklungsanregung in vollem Umfange teilnehmen oder im Gefolge der Entwicklungsanregung sekundäre Änderungen des Plasmazustandes erfahren, die lediglich als äußere Symptome der beginnenden oder im Gang befindlichen Aktivierung gelten können. Im ersten Fall würde der Übergang des Ruhezustandes in den Zustand des aktiven Lebens den gesamten Zwiebelkörper umfassen, während im zweiten Fall die Aktivierung auf die meristematischen Gewebe beschränkt wäre und in dem Gewebe sekundäre, den Aktivierungszustand begleitende Vorgänge hervorrufen würden. Im Hinblick auf die praktische Zielsetzung wurde untersucht, welche Änderungen des Plasmazustandes sich in den äußeren Schuppen der Zwiebel während der Lagerungsperiode abspielen, und wie weit diese als äußere Symptome beginnender Zustandsänderungen im Innern der Zwiebel angesehen werden können.

Hier gaben uns die Arbeiten von KESSLER und RUHLAND (4) einerseits sowie die Arbeiten von STRUGGER (11), DRAWERT (1) u. a. wertvolle Anregungen. Wir haben uns eng an ihre Methoden angelehnt, ohne die bestehenden Einwände kritisch überprüfen zu können. Der bestechende Vorzug aller von den zitierten Autoren benutzten Methoden zur Kennzeichnung des Plasmazustandes liegt in der leichten Handhabung und Durchführbarkeit, die in kürzester Zeit mit unbedeutendem technischem Aufwand ein umfangreiches Material zu verarbeiten gestattet.

Die Verfahren zur Kennzeichnung des Viskositätszustandes und des Permeationsverhaltens für disso-

zierte Verbindungen und Vitalfarbstoffe zählen zu den exaktesten und neuzeitlichsten Hilfsmitteln zur Untersuchung des Plasmazustandes pflanzlicher Zellen

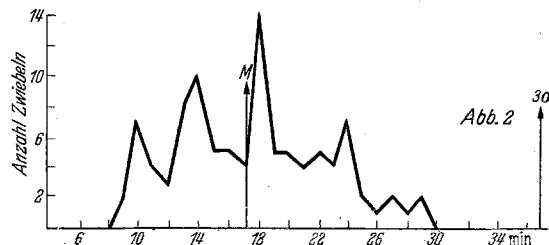


Abb. 2. Plasmolysezeit (Temperatur 19—22 °C) frisch geernteter Zwiebeln. Oktober 1948.

und können nach unseren Erfahrungen von vorgebildetem Personal exakt und zuverlässig gehandhabt werden.

In der nachstehenden Tabelle sind die von uns untersuchten plasmatischen Komponenten mit kurzen Hinweisen auf die benutzten Methoden und die Zahl der jeweils untersuchten Zwiebeln aufgeführt:

1. Plasmaviskosität:

- a) Plasmolysezeitmethode nach WEBER an Epidermisabzügen: 465 Zwiebeln.
- b) Verlagerung von Chloroplasten in der Chlorophyllscheide der äußeren Zwiebelschuppe: 176 Zwiebeln.

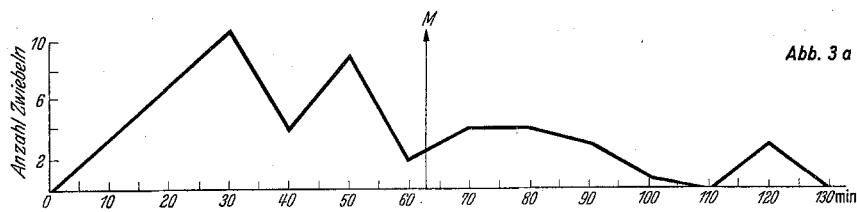


Abb. 3 a

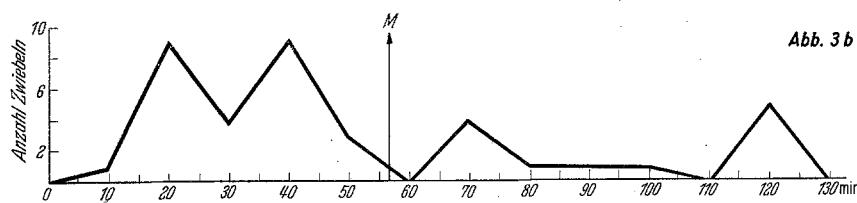


Abb. 3 b

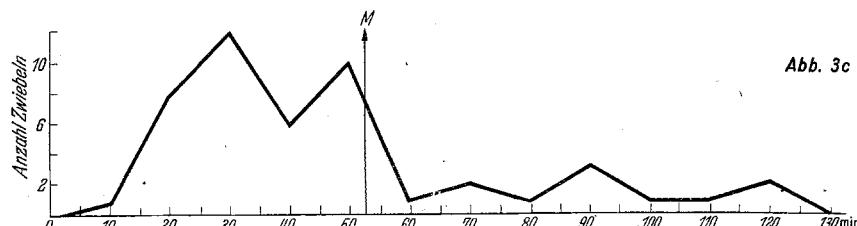


Abb. 3 c

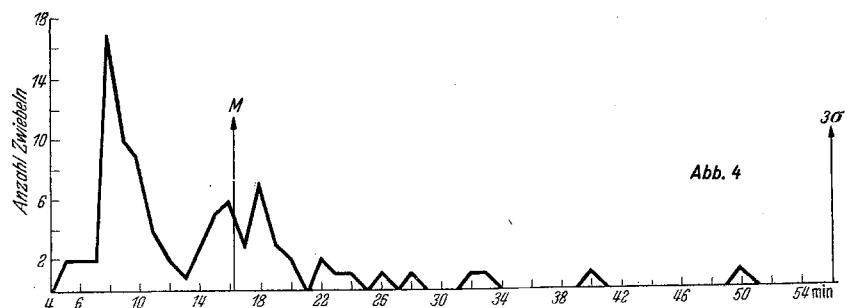


Abb. 4

Abb. 3. Plasmolysezeit (Temperatur 19—21 °C) ungetriebener Zwiebeln. März 1948.
a) Aktiviert (zahlreiche Mitosen), b) Schwach aktiviert (wenige Mitosen),
c) Inaktiv (keine oder vereinzelte Mitosen).

Abb. 4. Plasmolysezeit (Temperatur 19—20 °C) getriebener Zwiebeln. April 1948.

2. Plasmapermeabilität:

- a) Für die im Zellsaft gelösten dissozierten Bestandteile. Bestimmung der Exosmose durch Leitfähigkeitsmessungen: 360 Zwiebeln.
- b) Für den dissozierten Farbstoff Neutralrot.

Untersuchungen der Intrabilität und Permeabilität an Epidermisabzügen: 320 Zwiebeln.

Insgesamt untersucht: 1321 Zwiebeln.

Untersucht wurden:

Frisch geerntete Zwiebeln Oktober 1948.

Ungetriebene Zwiebeln März 1948.

Getriebene Zwiebeln April 1948.

Harte ungetriebene Zwiebeln Juni 1948 aus der Ernte 1947.

1. Plasmaviskosität

Plasmolysezeit und -form:

Temperatur: 18—22 °C.

Plasmolytikum: 0.6 n KNO_3 und 0.45 n CaCl_2 (1 : 1).

Methode:

Von der zu untersuchenden Zwiebel wurde aus der äußersten lebenden Schuppe ein etwa 0.5×1.0 cm großes Stück herausgeschnitten, die innere (morphol. obere) Epidermis abgezogen und in ein Blockschälchen mit Plasmolytikum gebracht. Das Untersuchungsmaterial wurde so auf das Plasmolytikum gebracht, daß die Epidermis darauf schwamm, die Oberseite nach oben. Nach der Stoppuhr wurde die Zeit bis zur vollständigen Plasmolyse beobachtet. Die Epidermisstücke wurden mit etwas Plasmolytikum auf einen Objektträger gebracht und ohne Deckglas laufend unter dem Mikroskop beobachtet. Die Plasmolyse wurde als beendet angesehen, wenn mindestens 75 % der Zellen, abgesehen von den Randpartien, plasmoliert waren.

Die im Oktober frisch geernteten Zwiebeln zeigten recht ausgängige Werte der Plasmolysezeit, wie aus obenstehender Abbildung hervorgeht (Abb. 2).

Die Einzelwerte gruppieren sich um einen Mittelwert von rund 18 Minuten. Der Höchstwert liegt bei 30 Minuten, das Minimum bei 7 Minuten.

Im Laufe der Lagerung erfolgt ein kräftiger Anstieg der Viskosität, kenntlich an einer Erhöhung der Plasmolysezeit. Der Mittelwert liegt jetzt bei etwa 60 Minuten, vereinzelt werden Maximalwerte von über 2 Stunden erreicht.

Unter den im März verarbeiteten Zwiebeln befanden sich Individuen, die unmittelbar vordem Austrieb standen, deren Vegetationspunkte zahlreiche Mitosen in verschiedenen Stadien aufwiesen. Messungen der Plasmolysezeit an März-Zwiebeln mit verschiedenen Aktivitätsstufen ergaben nebenst. Bild (Abb. 3).

Die Mittelwerte liegen wieder, wie vorhin angeführt, um 60 Minuten, die Maximalwerte bei 2 Stunden. Unterschiede in den Plasmolysezeiten traten in diesen

Versuchen nicht hervor. Die Plasmaviskosität der oberen Epidermiszellen der äußeren Schuppe zeigt somit in der kritischen Periode keine Beziehungen zur Austriebstendenz. Erst nach dem Hervortreten der Primärblätter macht sich ein Abfall der Plasmolysezeit bemerkbar, die auf einen Durchschnittswert von 15 Minuten herabsinkt, nur ausnahmsweise Extremwerte bis zu 50 Minuten erreicht (vgl. Abb. 4).

Die im April nicht austreibenden lagerfesten Individuen erfahren eine gleichsinnige Verschiebung der Plasmolysezeit, die in der Gruppe der höchsten Lagerfestigkeit im Juni einen Durchschnittswert von 10 Minuten und Maximalwerte bis zu einer halben Stunde erreicht (Abb. 5). Die prozentuale Verteilung

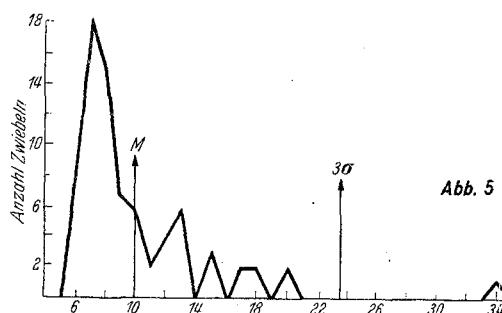


Abb. 5. Plasmolysezeit (Temperatur 19–22° C) sehr harter Zwiebeln. Juni 1948.

der Plasmolysezeiten lagerfester Zwiebeln (Gruppe I) entspricht somit weitgehend dem im April für treibende Zwiebeln gefundenen Bild und nähert sich merklich dem Verhalten des im Oktober frisch geernteten Materials.

Die in den Plasmolysezeitwerten zum Ausdruck kommende Plasmaviskosität der Epidermiszellen nimmt mit Beginn der Einlagerung allmählich zu, um dann gegen Ausgang der Lagerungsperiode unabhängig von den einsetzenden Aktivierungsvorgängen und Neubildungen von Blattorganen dem Ausgangswert des frisch geernteten Materials zuzustreben.

den werden. Der jahreszeitlich bedingte Viskositätsabfall in den Epidermiszellen der äußersten Schuppe macht sich vielmehr erst zu einem Zeitpunkt bemerkbar, zu dem die Entfaltung der Primärblätter bereits in vollem Gange ist und die Vorläuferspitzen die Schlotten zu durchbrechen beginnen.

Wir haben daraufhin die Messungen der Viskosität auf andere Zellen der äußeren Schuppe verlegt und wählten die die basalen Fortsetzungen der Hauptleitungsbahnen begleitende Chlorophyllscheide. Die Viskositätsbestimmung erfolgte durch Messung der Verlagerungsgeschwindigkeit unter Einwirkung von Fliehkräften. Zur Kennzeichnung des nach verschiedenen Einwirkungszeiten der Zentrifugalkraft vorgefundenen Verlagerungszustandes unterscheiden wir fünf Gruppen der Chloroplastenverteilung: keine Verlagerung (a), beginnende Verlagerung (b), unvollständige Verlagerung (c), d. h. es liegen noch vereinzelt Chloroplasten im Plasma verstreut, während die Hauptmasse in einer Ecke der Zelle zusammengedrängt ist; vollständige Verlagerung (d), d. h. sämtliche Chloroplasten sind am distalen Ende der Zelle angehäuft.

Zur Methode der Viskositätsmessung durch Bestimmung der Verlagerung ist folgendes zu sagen:

Es wurden aus der äußersten Schuppe 3 bzw. 5 Stücke herausgeschnitten ($0,5 \times 0,5$ cm). Wichtig dabei ist, daß man einen Teil der Zwiebel wählt, der schon makroskopisch grüne Färbung zeigt. Von den zu untersuchenden Stücken wurde die leicht ablösbare Innenepidermis entfernt und die Teile in dopp. dest. Wasser gelegt. Dann wurden die Stücke in Zentrifugierrörchen mit dopp. dest. Wasser gebracht (5 ccm) und zwar so, daß sie nicht auf der Oberfläche schwammen. Beim Zentrifugieren lag die Epidermis in der Umdrehungsebene. Es wurde 5, 10, 15 und 20 Min. zentrifugiert. Anschließend wurden sofort Querschnitte durch die Epidermis gemacht und die Verlagerung untersucht. Nach stundenlangem Liegen geht die Verlagerung zurück. Für jede Verlagerungsreihe (5, 10, 15, 20 Minuten) wurde ein Stück nicht zentrifugiert untersucht, um die normale Lagerung der Chlorophyllkörper der betr. Zwiebel kennenzulernen.

Die Temperatur bei diesen Versuchen schwankte zwischen 17 und 22° C. In den nachstehenden Ab-

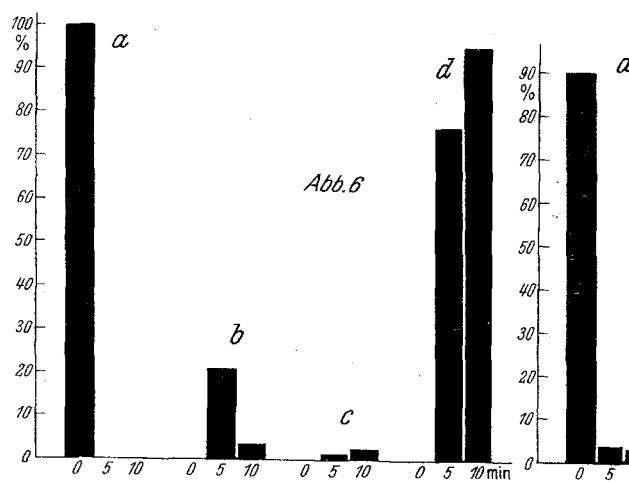


Abb. 6. Chloroplastenverlagerung bei frisch geernteten Zwiebeln. Oktober 1948. a) Keine Verlagerung, b) Beginnende Verlagerung, c) Unvollständige Verlagerung, d) Vollständige Verlagerung.

Abb. 7. Chloroplastenverlagerung bei ungetriebenen Zwiebeln. März 1949. a) Keine Verlagerung, b) Beginnende Verlagerung, c) Unvollständige Verlagerung, d) Vollständige Verlagerung.

Die auf Grund der Arbeiten von KESSLER und RUHLAND zufordernde jahreszeitliche Periode der Plasmaviskosität kann auf Grund unserer Plasmolysezeitmessungen als voll erwiesen gelten. Dagegen konnten Beziehungen der Viskosität zur Austriebstendenz nach Beendigung der Lagerungsperiode nicht gefun-

bildungen (6, 7, 8) sind die erhaltenen Werte graphisch dargestellt. Das frisch geerntete Oktobermaterial zeigte innerhalb von 10 Minuten eine vollständige Chloroplastenverlagerung (Abb. 6). In der Mehrzahl der Fälle (80%) war die Verlagerung bereits in 5 Minuten abgeschlossen.

Ein abweichendes Bild ergaben die Messungen der Verlagerungszeit an Märzzwiebeln. Nach 10 Minuten langer Einwirkung der Zentrifugalkraft hatten höchstens 40% der untersuchten Zwiebeln eine vollständige Verlagerung gezeigt (Abb. 7). Auch nach Erhöhung der Einwirkungszeit konnte nicht bei allen Zwiebeln eine vollständige Verlagerung erreicht werden. Einzelne Zwiebeln verharren auch nach 20 Minuten langem Zentrifugieren im Zustand der beginnenden Chloroplastenverlagerung, während 10 Minuten langes Zentrifugieren in Ausnahmefällen ohne jede sichtbare Wirkung auf die Verteilung der Chloroplasten bleiben kann. Die Viskosität muß somit während der Lagerung eine erhebliche Zunahme erfahren haben.

Zwiebeln der Lagerfestigkeitsgruppe I (vor Juni nicht austreibend, von harter und fester Konsistenz) zeigen in ihrem Viskositätsverhalten wiederum eine deutliche Annäherung an die Oktoberwerte des Ausgangsmaterials. Ihre Viskosität ist stark herabgesetzt. Nach 10 Minuten währender Umdrehungszeit waren mit einigen Ausnahmen die Chloroplasten restlos verlagert (Abb. 8). Auffallend war, daß ein recht beträchtlicher Teil der Chloroplasten vor der Zentri-



Abb. 8. Chloroplastenverlagerung bei ungetriebenen Zwiebeln. Juni 1949.
a) Keine Verlagerung, b) Beginnende Verlagerung, c) Unvollständige Verlagerung, d) Vollständige Verlagerung.

fugierung die Tendenz zu lokaler Anhäufung zeigte. Eine gleichmäßige Verteilung wurde in rund 40% der untersuchten Fälle beobachtet, während 60% sich schon vor der Zentrifugierung im Zustand der beginnenden Verlagerung befanden.

2. Plasma permeabilität.

Für den dissoziierten Farbstoff Neutralrot.

Für die Untersuchungen wurden von der äußersten Schuppe der Zwiebel Stücke in der Größe von $1 \times 0,5$ cm herausgeschnitten, die innere Epidermis abgezogen und so auf die Farblösung gebracht, daß die Oberseite der Epidermis auf der Farblösung schwamm, ohne unterzutauchen. Man läßt die Lösung in Blockschälchen 1 Stunde einwirken und untersucht dann die Färbung der Zellen. Die Zellen der Schnittränder blieben unberücksichtigt. Die Temperatur betrug 19–22°C.

Ausgangslösungen waren $1/15$ molare Lösung von primärem Kaliumphosphat (9,078 g pro l) und $1/15$ molare Lösung von sekundärem Natriumphosphat (11,876 g pro l). (Salze nach SØRENSEN.) Die Lösungen wurden mit frisch ausgekochtem, dopp. dest. Wasser hergestellt und gut verschlossen aufbewahrt. Vor jedem Gebrauch

wurden die Lösungen aufgekocht. Das Neutralrot wurde den Stammlösungen in einer Verdünnung von 1 : 10 000 zugefügt. Die einzelnen pH-Stufen wurden für jede Untersuchung frisch hergestellt nach dem Pufferdiagramm von SØRENSEN. Die Phosphatgemische wurden jeweils mit dem Jonometer geprüft.

Im übrigen haben wir uns bezüglich der Methodik an die Untersuchungen von STRUGGER (11) angelehnt. In den nachstehenden Abbildungen bedeutet *a* Vakuolenfärbung, *b* Membran- und Vakuolenfärbung, *c* Membranfärbung, *d* keine Färbung.

Ergebnisse der Neutralrotfärbung.

Frisch geerntete Zwiebeln Oktober 1948.

Die Vakuolenfärbung ist bei pH 7,3 fast in allen Fällen abgeschlossen. Bei pH 6,5 wird Membranfärbung neben Vakuolenfärbung angetroffen, auch bei pH 5,3 tritt der Farbstoff häufig (in 40% der untersuchten Zwiebeln) in die Vakuole über. Der Übertritt des Farbstoffes in die Vakuole beginnt somit bei pH 5,3 und ist bei pH 7,3 nach fast gänzlicher Entfärbung der Membran abgeschlossen (Abb. 9).

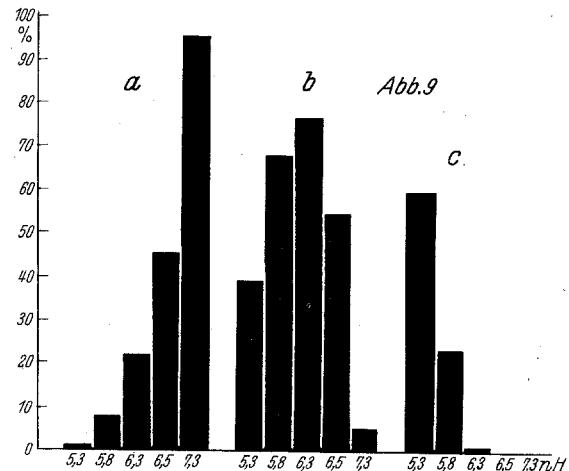


Abb. 9. Neutralrotfärbung bei frisch geernteten Zwiebeln. Oktober 1948
a) Vakuolenfärbung, b) Membran-Vakuolenfärbung,
c) Membranfärbung.

Die im April getriebenen Zwiebeln zeigen ebenfalls den Beginn des Farbstoffübertrittes von pH 5,3 ab. Bei pH 7,3 sind die Membranen fast restlos entfärbt (Abb. 10).

Die im Juni ungetriebenen Zwiebeln (Lagerfestigkeitsgruppe I) zeigten ein übereinstimmendes Permeabilitätsverhalten gegenüber dem Farbstoff. Die prozentuale Verteilung zeigt jedoch gewisse Abweichungen gegenüber dem frisch geernteten Material, die namentlich in der pH-Abhängigkeit der reinen Membranfärbung zum Ausdruck kommt. Während frisch geerntete Zwiebeln im Bereich von pH 6,3 bis pH 7,3 keine reine ausschließliche Membranfärbung zeigten, erhielten wir diese bei ungetriebenen Juni-Zwiebeln bei pH 6,3 zu 40%, bei pH 6,5 zu 30% und bei pH 7,3 zu 3% (Abb. 11).

Der Übergang von der gemischten Membran-Vakuolenfärbung zu einer reinen Vakuolenspeicherung des Farbstoffes erfolgt im Bereich von pH 5,3 bis 7,3 und in allen Fällen nahezu gleichförmig, doch findet der Übergang zur reinen Vakuolenspeicherung unter gleichzeitiger Entfärbung der Membran bei den im Juni noch ungetriebenen Zwiebeln fast sprunghaft zwischen pH 6,3 und pH 7,3 statt, während in den

übrigen Fällen ein gleitender Übergang zwischen p_{H} 6,3 und p_{H} 7,3 festgestellt werden konnte.

Wir gelangen somit zu dem Ergebnis, daß ein scharf umschriebener kritischer Umladungs- p_{H} -Bereich innerhalb der Population „Zittauer Gelbe Riesen“, nicht existiert, daß vielmehr der Übergang der reinen Membranfärbung in die reine Vakuolenspeicherung durch eine kombinierte Membran-Vakuolenfärbung vermittelt wird, die innerhalb der vorliegenden Population unabhängig vom Grad der Austriebstendenz ein ausgedehntes Intervall von p_{H} 5,3 bis p_{H} 7,3 umspannt. Es ist somit nicht statthaft, von einem bestimmten kritischen Umladungs- p_{H} in den Epidermiszellen der Zwiebelschuppen zu sprechen, da die einzelnen Individuen der gleichen Population größte Mannigfaltigkeit in der p_{H} -Abhängigkeit der Neutralrotfärbung bekunden. Eine eingehende Diskussion dieser Befunde lag nicht im Rahmen dieser Untersuchungen. Wir halten lediglich fest, daß die individuelle Speicherung der Neutralrotfärbung in Abhängigkeit vom p_{H} der Farbstofflösung keine Beziehungen zur Austriebstendenz erkennen läßt.

Exosmose:

Für die Messung der Exosmose durch Leitfähigkeitsbestimmung stand uns ein Jonometer nur in beschränktem Umfang zur Verfügung. Daher konnten die Messungen an frischgeernteten Zwiebeln nicht vorgenommen werden. Die Untersuchungen erstreckten sich daher auf die Austriebsperiode März, April und Juni.

Methode: Aus der äußersten lebenden Schuppe einer Zwiebel wurde mit einem Korkbohrer (2,5 cm Ø) ein Stück herausgehobt. Das Zwiebelstück wurde in ein großes Reagenzglas in 20 ccm dopp. dest. Wasser gebracht und zwar so, daß es restlos mit Wasser bedeckt war. Die Proben blieben 17 bis 18 Stunden bei 20°C im Thermostaten stehen. Darauf wurden die Zwiebelstücke entfernt und von der Lösung p_{H} -Wert und Leitfähigkeit bei 18°C bestimmt. Als Kontrolle wurde bei jeder Bestimmung der p_{H} -Wert und die Leitfähigkeit des verwendeten dopp. dest. Wassers bestimmt. Die Werte der Leitfähigkeit waren stets o. Die erhaltenen Zahlen bedeuten die gemessenen Werte der Leitfähigkeit in Skalenteilen des Jonometers im Bereich „10“ des Lyometers.

Aus den Abbildungen 12, 13 und 14 geht hervor, daß die gemessenen Leitfähigkeitswerte für treibende Zwiebeln im Frühjahr, für ungetriebene Zwiebeln im Juni und für ruhende Zwiebeln im März sich um einen Mittelwert gruppieren, der zwischen 2,0 und 3,5 Einheiten der Skala der Leitfähigkeitsapparatur (Lyometer nach LAUTENSCHLÄGER) liegt. Merkliche Unterschiede traten zwischen einzelnen Aktivitätsstufen der im März sowie der im April noch ungetriebenen Zwiebeln hervor. Für die im Juni ungetriebenen Zwiebeln wurde zu diesem Zeitpunkt ein steiles Maximum bei einem Skalenwert der Apparatur von 2,0 gefunden, ein Wert, der unter den Zwiebeln der Frühjahrsmonate nur ausnahmsweise angetroffen wurde (vgl. Abb. 12).

Aktivierte, treibende und ungetriebene Zwiebeln weisen somit gegen Ende der Lagerungsperiode keine verwertbaren Differenzen der Exosmose von disso-

zierten Zellbestandteilen im Bereich der äußeren Schuppe auf. Die niedrigen Skalenwerte der im Juni ungetriebenen Zwiebeln kehren, wie die Abbildungen zeigen, auch unter den im Frühjahr treibenden Individuen wieder. Niedrige Skalenwerte, d. h. hohe Leitfähigkeitswerte der Exosmoselösung sind noch kein Beweis für hohe Lagerfestigkeit, da niedrige Skalen-

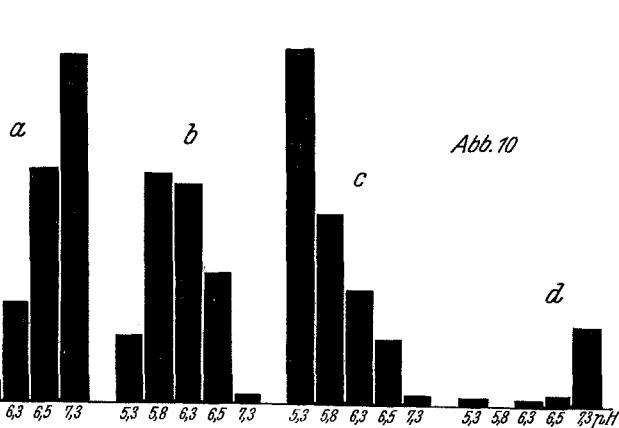


Abb. 10

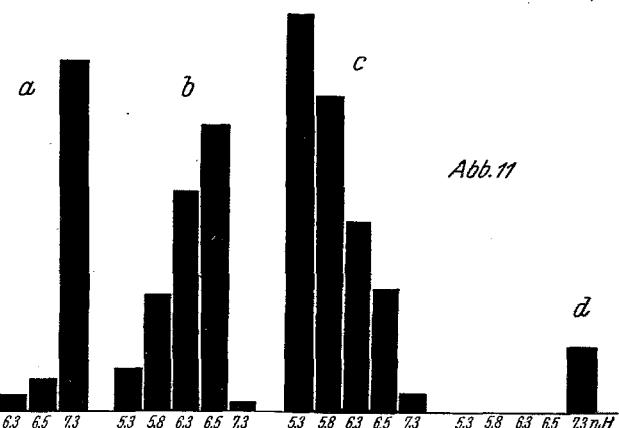


Abb. 11

Abb. 10. Neutralrotfärbung bei getriebenen Zwiebeln. April 1948. a) Vakuolensfärbung, b) Membran-Vakuolensfärbung, c) Membranfärbung, d) Vollständige Entfärbung.
 Abb. 11. Neutralrotfärbung ungetriebener Zwiebeln. Juni 1948. a) Vakuolensfärbung, b) Vakuolens-Membranfärbung, c) Membranfärbung, d) Völlige Entfärbung.

werte sowohl lagerfesten wie auch, obwohl weniger häufig, früh austreibenden Zwiebeln zukommen.

Zusammenfassend kann über das Verhalten der beiden untersuchten plasmatischen Komponenten (Viskosität und Permeabilität) im Bereich der äußeren Schuppengewebe festgestellt werden, daß die beobachteten Zustandsänderungen keine direkten Zusammenhänge mit dem Austriebsverhalten der Zwiebel aufweisen, vielmehr von Gesetzmäßigkeiten beherrscht werden, die auf andere, teilweise von außen einwirkende Ursachen zurückgehen. Für die Viskositätsverschiebungen liegen Beziehungen zu einer jahreszeitlich bedingten Erhöhung der Frostresistenz in Anlehnung an die Untersuchungen von KESSLER und RUHLAND nahe. Der rasche Viskositätsabfall im Frühjahr unter Verlust der jahreszeitlich bedingten Frosthärtete des Gewebes erfolgt jedoch unabhängig vom Verhalten der Vegetationspunkte. Das aus Plasmolysezeit-Messungen und aus der Verlagerungsgeschwindigkeit im Fliehkraftfeld erschlossene Viskositätsverhalten des Plasmas in den Geweben der äußeren Schuppe ist somit keine Funktion des jahreszeitlich bedingten Aktivitätszustandes der Vegetationspunkte. Die hohe Viskosität des Plasmas des äußeren Schuppen-

gewebes während der Ruheperiode muß vielmehr als eine aktive Schutzmaßnahme des dormanten Plasmas gegenüber schädigenden Kälteeinflüssen der Winterperiode angesehen werden, nach deren Abschluß sie automatisch und ohne Rücksicht auf den Zeitpunkt der Blattentwicklung im Innern der Zwiebel

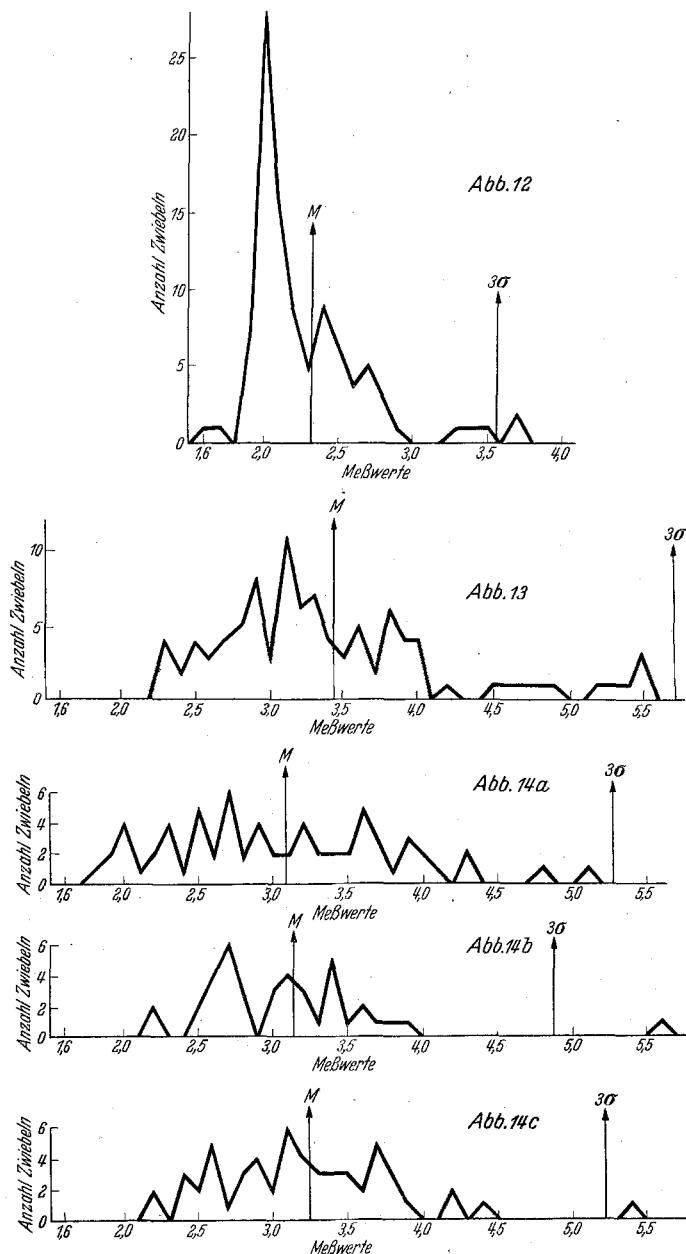


Abb. 12. Exosmose-Leitfähigkeit bei ungetriebenen, sehr harten Zwiebeln. Juni 1948.

Abb. 13. Exosmose-Leitfähigkeit bei stark getriebenen Zwiebeln. April 1948.

Abb. 14. Exosmose-Leitfähigkeit (März 1948) bei a) Aktivierten Zwiebeln (zahlreiche Mitosen), b) Wenig aktivierten Zwiebeln (wenige Mitosen), c) Inaktiven Zwiebeln (keine oder vereinzelte Mitosen).

durch einen mehr dünnflüssigen Zustand des Plasmas abgelöst wird.

Das Permeabilitätsverhalten von Zellen der äußeren Schuppe für den dissozierten Farbstoff Neutralrot und für exosmierende, dissoziierende, im Zellsaft gelöste Bestandteile läßt weder jahreszeitlich bedingte Unterschiede noch Beziehungen zur Austriebstendenz hervortreten.

C. Faktoren des Stoffwechsels.

a) Zuckergehalt: Auf die allgemeinen Beziehungen der Lagerfestigkeit zum Kohlehydratstoffwechsel wurde bereits einleitend verwiesen. Nach Arbeiten von ZELLER (14, 15), NICOLAISEN und SCUPIN (9), denen sich die Untersuchungen von KRICKL (6) über osmotische Werte in Zwiebeln anschließen, kann es als feststehend gelten, daß Haltbarkeit in dem von uns verwendeten Sinn und Kohlehydratstoffwechsel untereinander Beziehungen aufweisen, auch wenn es zweifelhaft ist, ob diese Beziehungen sich zu einer Frühdiagnose der Austriebstendenz eignen. Die Zahl der Analysen ist, wie ZELLER mit Recht hervorhebt, noch zu gering, um ein Urteil zu fällen. Die Verwendbarkeit der Kohlehydratanalyse setzt zudem voraus, daß die oben angeführten Vorbedingungen erfüllt sind. Wir haben dieser Frage einige orientierende Versuche gewidmet. Der Zuckerbestimmung legten wir in Anlehnung an die Untersuchungen von ZELLER die Mikromethode von Hagedorn-Jensen zugrunde. Im allgemeinen ist diese Methode für unsere Zwecke wenig geeignet, da technischer Aufwand und Dauer der Ausführung auch bei sorgfältigster Arbeitsteilung Massenuntersuchungen ausschließen. Wir gingen daher dazu über, den Zuckerstoffwechsel aus anderen, leichter erfaßbaren Größen indirekt abzuleiten, worüber weiter unten berichtet werden soll. Grundsätzlich hat sich die Entfernung der äußersten Schuppe mit dem Ziel der Preßsaftgewinnung als unvorteilhaft herausgestellt. Die der äußersten Schuppe beraubten Zwiebeln leiden auch unter sterilen Lagerungsbedingungen unter dem Verlust der schützenden Hülle. Das Eindringen von Fäulnisregen ist unvermeidlich. Versuche, diese durch Einlagerung in sterilen, trockenen Hohenbockaer Sand zu unterdrücken, mißlangen. Eine Restitution der braunen Haut wurde nirgends beobachtet. Im übrigen schien der Eingriff auf den Vegetationspunkt ohne nachteilige Wirkung zu sein.

Es lag nicht in unserer Absicht, der genannten Zuckerbestimmungsmethode nach Hagedorn-Jensen eine unseren Bedürfnissen Rechnung tragende, vereinfachte Form der Ausführung zu geben. Wir haben uns bei einigen hundert Zwiebeln zu vergewissern versucht, ob die von ZELLER errechneten Korrelationen zwischen Austreibsen und Verhältnis der Biosen und Monosens sich bestätigen lassen.

ZELLER gelangt in Bestätigung früherer Befunde zu einer negativen Korrelation zwischen Austreibsen und Biosen- und Monosens-Verhältnis in der äußeren Schuppe. Seine an mehreren Sorten durchgeföhrten biochemischen Untersuchungen besagen zunächst, daß

der Vorgang des Austreibens von einer Verschiebung des Mengenverhältnisses der beiden Zuckergruppen begleitet wird, lassen jedoch nicht erkennen, zu welchem Zeitpunkt diese Verschiebungen analytisch meßbare Differenzen annehmen und die beginnende Aktivierung der Vegetationspunkte anzeigen. Die Möglichkeit einer praktischen Nutzanwendung hängt von der Klärung dieser Frage ab. Wir haben daher

die analytisch gewonnenen Werte mit dem Grad des Austreibens vom Beginn einer äußerlich wahrnehmbaren Entwicklungsanregung bis zur Entfaltung der Primärblätter verglichen.

Tabelle 1. Zuckergehalt der äußersten Schuppe der Küchenzwiebel für 5 verschiedene Austriebsgruppen. 1947.

Gruppe	Kennzeichen									
I	nicht ausgetrieben, unverändert									
II	bildet auf dem Lager Wurzeln									
III	Primärblatt 1 cm lang									
IV	,, 2 bis 3 cm lang									
V	,, länger als 3 cm									
Klasseneinteilung										
Klasse	Disaccharidgehalt	Monosaccharidgehalt	Verhältnis: reduzierender zu nicht reduzierenden Zuckern							
	%	%								
1	0—1,05	0,15—0,84	0,02—0,83							
2	1,06—2,11	0,85—1,54	0,84—1,65							
3	2,12—3,17	1,55—2,24	1,66—2,48							
4	3,18—4,23	2,25—2,94	2,49—3,31							
5	4,24—5,29	2,95—3,64	3,32—4,14							
6	5,30—6,35	3,65—4,34	4,15—4,97							
7	6,36—7,41	4,35—5,04	4,98—5,80							
8	7,42—8,47	5,05—5,74	5,81—6,63							
9	8,48—9,53	5,75—6,44	6,64—7,46							
10	9,54—10,64	6,45—7,14	7,47—8,29							
Anzahl Zwiebeln je Klasse.										
Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										Disaccharide
I	1	3	5	5	4	2	2	4	1	1
II	2	3	2	9	12	3	1	3	—	—
III	—	1	1	—	3	2	3	2	—	—
IV	—	1	4	—	2	—	1	—	1	1
V	1	—	2	3	2	1	—	—	—	9
	4	8	14	17	23	8	7	9	2	2
										94 Summe
Anzahl Zwiebeln je Klasse.										
Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										Monosaccharide
I	1	2	3	4	9	5	2	1	1	—
II	1	1	2	6	7	9	5	1	1	2
III	1	—	2	5	3	—	—	1	—	—
IV	—	1	2	—	4	2	1	—	—	—
V	1	—	—	2	1	3	—	8	—	—
	4	4	9	17	24	19	8	11	2	2
										94 Summe
Anzahl Zwiebeln je Klasse.										
Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										Verhältnis: reduzierender zu nicht reduzierenden Zuckern
I	13	10	1	—	1	—	—	1	—	1
II	17	9	4	2	2	—	1	—	—	—
III	8	—	3	1	—	—	—	—	—	—
IV	3	4	1	1	—	—	—	1	—	—
V	4	1	1	1	—	1	—	—	1	9
	45	24	10	5	3	1	1	2	—	2
										93 Summe

Erläuterung zur Tabelle:

Für den Gehalt an reduzierenden und nicht reduzierenden Zuckern haben wir eine Einteilung eingeführt, die eine Gruppierung des durch die Extremwerte abgegrenzten Intervalls in 10 Klassen vorsieht. Aus den analytisch ermittelten Werten wurde in Anlehnung an ZELLERS Vorschlag das Mengenverhältnis der reduzierenden und nicht reduzierenden Zucker errechnet.

Die Tabelle zeigt, daß ruhende Zwiebeln der Lagerfestigkeitsgruppe I sämtliche Werte des Gehaltes an

nicht reduzierendem Zucker umfassen können. Die Konzentration nimmt mit dem Grad des Austreibens ab, doch können auch stark treibende Zwiebeln vereinzelt höhere Werte aufweisen. Die beginnende Aktivierung des Vegetationspunktes ist noch ohne meßbaren Einfluß auf den Zuckergehalt. Die Ergebnisse von ZELLER, NICOLAISEN und SCUPIN lassen sich somit dahingehend bestätigen, daß eine Beziehung zwischen Austriebsgrad und Gehalt an nicht reduzierenden Zuckern zweifellos besteht. Dagegen kann eine analoge Beziehung des Zuckergehaltes zur Austriebsneigung auf dem Lager aus unseren Analysenergebnissen noch nicht gefolgert werden. Diese deuten mehr darauf hin, daß frühzeitiges Austreiben auch bei höherem Gehalt an nicht reduzierenden Zuckern stattfinden kann und der Konzentrationsabfall als Auswirkung einer Belastung des Kohlehydratstoffwechsels im Gefolge des Austreibens anzusehen ist.

Für den Gehalt an reduzierenden Zuckern ergab sich aus unseren Analysen keine entsprechende Beziehung. Demzufolge konnte auch die von ZELLER vorgefundene Korrelation zwischen Austriebsgrad und Verhältnis der beiden fraglichen Zuckergruppen keine Bestätigung finden.

Das Verhalten der Zucker in der äußersten Schuppe würde nur in Sonderfällen eine annähernde Beurteilung des inneren Entwicklungszustandes zulassen, ermöglicht jedoch keine Rückschlüsse auf den Zeitpunkt der bevorstehenden Aktivierung. Da der Wert eines fruhdiagnostischen Hilfsmittels jedoch nicht in der Kennzeichnung einer bereits im Gang befindlichen Zustandsänderung liegt, vielmehr in der präzisen Festlegung des Zeitpunktes der zu erwartenden Zustandsänderung zu suchen ist, kann den chemisch-analytisch gewonnenen Zuckerwerten im Rahmen unserer Zielsetzung eine praktische Bedeutung nicht zugesprochen werden.

b) Osmotischer Wert: Wir haben nicht unterlassen, die Richtigkeit dieser Annahme durch weitere, mit dem Zuckergehalt zusammenhängende Kennzeichen der Zwiebelschuppe nachzuprüfen. Manche Hinweise in der Literatur sprechen für eine Beziehung der Haltbarkeit zu dem osmotischen Wert des Zellsaftes [NICOLAISEN und SCUPIN (9), KRICKL (5, 6)]. Nach diesen Arbeiten soll eine Erhöhung der Haltbarkeit mit einer Erhöhung des osmotischen Wertes parallel gehen, doch ist zu beachten, daß der Begriff der Haltbarkeit in diesen Arbeiten nicht immer gleichsinnig verwendet wird. Wenn NICOLAISEN und SCUPIN ihrem Bewertungsschema die Anzahl geheimer und faulender Zwiebeln zugrunde legen und unter der Bezeichnung „Fäule“ die Folge pilzparasitärer Einwirkungen verstehen, während sich KRICKL unserer eingangs angeführten Begriffsumgrenzung anschließt, so ist eine Vergleichsmöglichkeit der beobachteten Gesetzmäßigkeiten nicht gegeben. Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß der parasitär bedingte Verlust der Haltbarkeit auf dem Lager von der auf innere Ursachen zurückgehenden Herabsetzung der Lagerfestigkeit streng zu unterscheiden ist, wenn auch beide Wege zum gleichen Endresultat führen, zum Verlust marktfähiger Ware.

Da NICOLAISEN und SCUPIN nur von allgemeinen Beziehungen sprechen und auf eine Bekanntgabe ihrer Zahlenwerte verzichten, können diese Untersuchungen unberücksichtigt bleiben.

Unseren Messungen legten wir die kryoskopische Methode zugrunde.

Die nach Kochen der äußersten Schuppe abgepreßten Säfte ergaben kryoskopische Werte, die mit den Werten von KRICKL sehr gut übereinstimmten.

Zur Methode:

Kalt gepräst: Von je 5 Zwiebeln wurde die äußerste lebende Schuppe abgelöst und roh gepräst. Methode siehe MICHAELIS-RONA (8). Die Atm.-Werte wurden aus der Tabelle WALTER (12) entnommen.

Tabelle 2. Osmotische Werte in kalt geprästen Zwiebelsäften (Atm.).

Lfd. Nr.	ungetrieben	getrieben
1	9,154	5,062
2	9,875	6,386
3	8,672	4,821
4	8,191	5,541
	M = 8,973 ± 0,3111	M = 5,453 ± 0,2990 M _D = 3,52 m _D = 0,4285

Tabelle 3. Osmotische Werte in abgetöteten Zwiebelsäften (Atm.).

Lfd. Nr.	ungetrieben	schwach getrieben	stark getrieben
1	11,32	10,72	8,191
2	11,92	10,24	9,635
3	11,08	10,72	8,312
4	11,56	10,96	9,514
5	11,80	10,96	8,913
	M = 11,54 ± 0,1374	M = 10,72 ± 0,1175 M _D = 0,82 m _D = 0,1808	M = 8,913 ± 0,3648 M _D = 2,63 m _D = 0,3768

Tabelle 4. Osmotische Werte in abgetöteten Zwiebelsäften im Vergleich zu Drehwerten (Atm.), (vgl. Tab. 5).

Lfd. Nr.	ungetrieben	getrieben
1	11,92	9,635
2	12,76	9,635
3	11,56	8,191
4	12,04	9,875
5	11,44	9,875
6	11,56	10,120
7	10,84	10,360
8	10,48	7,830
	M = 11,57 ± 0,2337	M = 9,44 ± 0,3014 M _D = 2,13 m _D = 0,3813

Abgetötet: Die äußere Schuppe von je 5 Zwiebeln wurde in einem Präparatenglas verschlossen etwa 15 Minuten im siedenden Wasserbad erhitzt und dann gepräst.

In den Tabellen 2, 3, 4, wird eine Gegenüberstellung der osmotischen Werte treibender, ruhender und schwach getriebener Zwiebeln gebracht.

Hierach ergibt sich in kalt gewonnenen Preßsäften eine fehlerkritisch gesicherte Differenz von 3,52 Atm. zwischen ungetriebenen und treibenden Zwiebeln zugunsten der ersteren. In Preßsäften aus abgetöteten Schuppen konnte mit dem Grade des Austreibens eine Abnahme der osmotischen Werte festgestellt und fehlerkritisch gesichert werden.

Die absoluten Werte sowie die Differenzen zwischen stark treibenden und ruhenden Zwiebeln stimmen mit

Tabelle 5. Drehwerte von getriebenen und ungetriebenen Zwiebeln (Skalenteile).

Lfd. Nr.	nicht invertiert		invertiert	
	ungetrieben	getrieben	ungetrieben	getrieben
1	1,62	1,41	2,74	2,60
2	1,73	1,54	0,81	2,47
3	2,51	1,62	1,45	2,74
4	2,04	1,21	3,11	2,12
5	1,45	1,25	2,90	1,93
6	1,23	1,13	2,70	5,46
7	1,58	1,48	3,09	2,05
8	1,64	1,71	3,61	5,68
9	1,55	1,21	3,11	2,59
10	1,04	1,12	2,54	2,51
	M = 1,64 ± 0,1225	M = 1,37 ± 0,0637	M = 2,61 ± 0,4963	M = 3,01 ± 0,4133
	M _D = 0,27	M _D = 0,1341	M _D = 0,40	M _D = 0,6458

Tabelle 6. Differenzen zwischen invertierten und nicht invertierten Proben (jeweils vom gleichen Preßsaft).

Drehwerte des Disaccharidgehaltes.

Lfd. Nr.	ungetrieben	getrieben
1	1,12	4,05
2	0,92	0,51
3	1,06	4,06
4	1,07	1,38
5	1,45	1,26
6	1,47	1,47
7	1,51	0,99
8	1,97	1,03
9	1,56	0,91
10	1,50	0,81
	M = 0,97 ± 0,3212	M = 1,65 ± 0,3854
	M _D = 0,68	M _D = 0,5017

Tabelle 7. Drehwerte von Zwiebeln 4 verschiedener Austriebsschritte.

Lfd. Nr.	nicht invertiert				invertiert			
	ungetrieben	schwach getrieben	mittelt stark getrieben	stark getrieben	ungetrieben	schwach getrieben	mittelt stark getrieben	stark getrieben
1	1,17	—	1,34	1,32	2,35	2,49	3,01	2,04
2	1,24	1,54	2,42	1,36	2,77	2,61	4,05	2,92
3	1,25	1,63	0,94	0,75	2,83	—	1,87	1,70
4	1,52	1,61	1,38	1,02	3,27	2,88	2,27	1,73
5	—	1,37	1,96	1,28	2,63	2,60	2,95	2,37
	M = 1,29 ± 0,0668	M = 1,53 ± 0,05025	M = 1,61 ± 0,2318	M = 1,15 ± 0,0671	M = 2,76 ± 0,1342	M = 2,64 ± 0,0718	M = 2,83 ± 0,3329	M = 2,15 ± 0,2035
	M _D = 0,24	M _D = 0,32	M _D = 0,14	M _D = 0,07	M _D = 0,12	M _D = 0,07	M _D = 0,61	M _D = 0,2437
	m _D = ± 0,0854	± 0,2468	± 0,0949	—	± 0,1523	± 0,3554	—	± 0,2437

den Ergebnissen von KRICKL auffallend gut überein. Da meßbare Unterschiede im osmotischen Wert jedoch erst zu einem verspäteten Zeitpunkt auftreten und die beginnende Aktivität des Vegetationspunktes nicht rechtzeitig ankündigen, kann dem osmotischen

Tabelle 8. Differenzen zwischen invertierten und nicht invertierten Proben (jeweils vom gleichen Preßsaft). Drehwerte des Disaccharidgehaltes.

Lfd. Nr.	ungetrieben	schwach getrieben	mittelstark getrieben	stark getrieben
1	1,18	1,07	1,67	0,72
2	1,53	1,28	1,63	1,56
3	1,58	1,23	0,93	0,95
4	1,75	—	0,89	0,71
5	—	—	0,99	1,09
*	M = 1,51 ± 0,1026	M = 1,19 ± 0,0516	M = 1,22 ± 0,1782	M = 1,02 ± 0,1396

Wert der äußeren Zwiebelschuppe eine praktische Bedeutung in diesem Sinne nicht zuerkannt werden.

c) Drehwerte: Erwartungsgemäß ließ auch die Drehung des polarisierten Lichtes durch Preßsätze aus der äußeren Schuppe Beziehungen zur Austriebsneigung nicht erkennen, wie die Tabellen 5, 6, 7, 8, zeigen.

Zur Methode der polarimetrischen Bestimmung:

Für jede Einzelbestimmung wurden die äußersten Schuppen von je 10 Zwiebeln verwendet. In 300 ccm Erlenmeyerkolben wurden die Schuppen mit 200 ccm dest. Wasser 15 Minuten im siedenden Wasserbad erhitzt. Die Proben wurden abgepreßt (Porzellanpresse) und der Preßsaft auf 500 ccm im Meßkolben aufgefüllt. Etwa 300 ccm davon wurden zur Fällung des Eiweißes mit 10 ccm 2 n Natronlauge und 10 ccm 45%igem Zinksulfat versetzt und 10 Minuten im siedenden Wasserbad erhitzt und abfiltriert. Das Filtrat wurde geteilt und eine Hälfte zur Inversion mit 10 ccm 2 n Salzsäure versetzt und 10 Minuten bei 70°C erwärmt. Die so vorbereiteten Lösungen wurden im 20 cm-Rohr bei 20°C gemessen.

Es wurde mit dem Polarisationsapparat von FRANZ SCHMIDT und HAENSCH-Berlin gemessen.

Ein Teil der untersuchten Preßsätze wurde vergoren. 100 ccm des auf 500 ccm aufgefüllten Preßsaftes wurden mit etwa 2 g Hefe versetzt und kräftig durchgeschüttelt. Nach einer halben Stunde konnte mittels FEHLINGScher Lösung kein Zucker mehr nachgewiesen werden. Die Proben wurden mit Natronlauge und Zinksulfat geklärt und invertiert bzw. nicht invertiert gemessen.

In allen Fällen konnte keine Drehung festgestellt werden. Als Kontrollen wurden Rohrzuckerlösungen verwendet und auch invertiert. Es ergaben sich die normalen Drehverhältnisse.

Eine Unterteilung des Austriebsgrades in 4 Stufen: ungetrieben, schwach, mittel und stark getrieben zeigte keine Beziehung zur Höhe der Drehwerte. In keinem Fall wurden fehlerkritisch gesicherte Differenzen erhalten.

Zusammenfassend kann aus den Untersuchungen über Zuckergehalt, osmotischen Wert und Drehwert geschlossen werden, daß die von den bisherigen Autoren ermittelten Beziehungen zur Austriebsbereitschaft in gewissem Umfange eine Bestätigung erfahren konnten. Eine praktische Verwertbarkeit zur Frühdiagnose der Austriebsneigung auf dem Lager kann jedoch auf Grund der vorliegenden analytischen Untersuchungen im Bereich der äußersten Schuppe nicht gefolgert werden.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Stoffwechsel der äußeren Zwiebelpartien in weit höherem Maße den modifizierenden Einflüssen der allgemeinen Lagerungsbedingungen des Kellers ausgesetzt ist, als den Auswirkungen der beginnenden Aktivierung, die den

Übergang in die Frühjahrsperiode einleiten. Die Möglichkeit einer direkten Beeinflussung der äußeren Schuppengewebe durch den tief im Herzen der Zwiebel ruhenden bzw. tätigen Vegetationspunkt soll keineswegs bestritten werden. Diese Beeinflussung kann jedoch nicht in einer einfachen, zweidimensionalen Korrelation zu jenen Zustandsänderungen bestehen, die mit den vorstehend geschilderten physikalischen und chemischen Methoden erfaßt wurden. Wir dürfen darüber hinaus dem lebenden Gewebe in der Latenzphase ein gewisses Regulationsvermögen gegenüber den von außen oder innen einwirkenden Impulsen grundsätzlich nicht absprechen. Die Untersuchungen von KRÖNER und VÖLKSEN (7) an Keller- und mieten eingelagerten Kartoffeln haben anhand von Leitfähigkeits-, Refraktometer- und Aciditätsmessungen ein „Pufferungsvermögen“ im allgemeinsten Sinne unter Beweis stellen können. Es liegt ein Mechanismus vor, den die lagernde Knolle als regulatorische Maßnahme in den Dienst der Aufrechterhaltung bestimmter Gleichgewichte, insbesondere der Elektrolytkonzentration des Zellsafes stellt. Die Autoren gelangten zur Ansicht, daß recht erhebliche Eingriffe erfolgen müssen, um diesen Mechanismus außer Kraft zu setzen, Eingriffe, vor denen die Knolle unter den herrschenden Lagerungsbedingungen zumeist geschützt ist. So zeigte es sich, daß die besonders stark zur Lagerfäule neigende Sorte „Konsuragis“ keine mit der genannten Disposition zusammenhängenden physiologischen Besonderheiten aufweist.

Wir haben im Hinblick auf die oben geschilderten Versuchsergebnisse die Methodik grundsätzlich abgewandelt mit dem Ziel, die physiologische Komponente der Lagerfestigkeit von ihrer Beschränkung auf die äußere Zwiebelschuppe zu lösen und auf das gesamte Gewebe der Zwiebel auszudehnen. Anhaltspunkte bieten die Arbeiten von KRICKL (5, 6), GERM (2) und ZELLER (14). Auf dieser Grundlage haben wir uns den Schwankungen des spezifischen Gewichtes, der Atmungsintensität und des Wasserverlustes zugewandt. Die Untersuchungen erstreckten sich auf zwei Lagerungsperioden: Winter 1948/49 und Winter 1949/50.

Über den Umfang der Messungen gibt nachstehende Übersicht Auskunft:

1. Bestimmung des spezifischen Gewichtes	Anzahl der untersuchten Zwiebeln
a) Lagerungsperiode 1948/49 . . .	2000
b) Lagerungsperiode 1949/50 . . .	500
c) Austriebsperiode 1949	1000
Ferner wurden 4200 Zwiebeln auf Grund des vorher ermittelten Kennwertes (s. u.) einer Auslese unterworfen und im Nachbau auf Lagerfestigkeit geprüft.	
2. Bestimmung der Atmungsintensität (genauer: der Kohlendioxydabgabe der ganzen Zwiebel):	
a) Lagerungsperiode 1948/49 . . .	600
b) Lagerungsperiode 1949/50 . . .	500
3. Bestimmung des Wassergewichtsverlustes während der Lagerung:	
a) Lagerungsperiode 1948/49	
Normallagerung	1500
Kühlstorage	1000
b) Lagerungsperiode 1949/50 . . .	500

Für die allgemeinen Lagerungsbedingungen gilt das oben gesagte. Die Bestimmungen wurden in möglichst regelmäßigen Zeitabständen durchgeführt. Aus technischen Gründen konnten diese jedoch nicht immer

eingehalten werden. Durch sekundäre Lagerungsverluste bedingte Ausfälle sind in den Tabellen 9—19 berücksichtigt.

Zur Methode ist folgendes anzuführen:

1. Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

Die Zwiebeln wurden nach Reinigung und Entfernung von Wurzelresten zunächst für eine Stunde in den Raum gestellt, in dem die Untersuchung vorgenommen werden sollte. Es wurde dann diejenige Alkohol-Wassermischung ermittelt, in der die Zwiebel weder schwamm noch untersank. Das spezifische Gewicht der Lösung wurde mit Aräometern ermittelt. Die Werte liegen durchweg im Bereich von 0,8 und 0,99, die lagernde Zwiebel ist somit um ein Geringes leichter als Wasser. Der kurze, nur wenige Sekunden dauernde Aufenthalt der Zwiebel in der alkoholischen Lösung beeinträchtigt ihre Lagerfähigkeit nicht.

2. Bestimmung der Kohlendioxydabgabe der Zwiebel.

Die Zwiebeln wurden in paraffinierte Standgläser oder hohe Bechergläser aus Jenaer Glas gestellt, wie die beigelegende Abbildung S. 259 zeigt. In jedes Glas werden 20 ccm 0,005 n KHCO_3 gegeben (täglich mit dopp. dest. Wasser frisch hergestellt) und Kresolrot hinzugefügt, das eine kräftige Rosa-Färbung bewirkt. Wesentlich ist, daß die Zwiebel mit der Lösung nie in unmittelbare Berührung kommt. Die Kontrollen wurden in gleichartigen Gläsern ohne Zwiebeln vorgenommen. Nach 20-stündigem Aufenthalt der mit Glasplatten zugesetzten Gläser im Thermostaten wurde die Bikarbonatlösung mit 0,005 n K_2CO_3 auf die Farbe der Kontrolllösung zurücktitriert. Die Menge der verbrauchten Karbonatlösung wurde als Maß der ausgeschiedenen CO_2 -Menge angesehen.

Der Verbrauch der 0,005 n K_2CO_3 wurde auf 100 g Frischgewicht bezogen.

3. Bestimmung des Wassergewichtsverlustes.

Der Gewichtsverlust während der Lagerung ergab sich aus fortlaufenden Wägungen in festgelegten Zeitabständen. Wieweit außer Atmungs- und Wassergehaltsverlusten auch andere Faktoren an den beobachteten Gewichtsverschiebungen beteiligt sind, wurde nicht untersucht.

E rgebnisse.

Die Höhe des spezifischen Gewichtes, der Schwankungen während der Lagerung, sowie die Verteilung auf die vorgenommene Gruppierung der Lagerfestigkeit (vgl. S. 257) ist aus den graphischen Darstellungen (Abb. 15 bis 20) zu ersehen.

In diesen Abbildungen wurde auf der Abszisse das spezifische Gewicht bzw. seine Differenzen, auf der Ordinate der prozentuale Anteil zugeordneter Zwiebeln in der Ausgangspopulation aufgetragen.

Die Abbildungen lassen erkennen, daß der Schwerpunkt des spezifischen Gewichtes mit zunehmender Lagerfestigkeit ansteigt. Ein Bereich, der Lagerfeste von Lagerschwachen völlig trennt, ist an den äußersten Grenzen der gesamten Werteskala in manchen Fällen erkennbar. Es ergibt sich daraus, daß eine vollkommene Trennung der Gruppen unterschiedlicher Lagerfestigkeit bzw. eine restlose Bereinigung der Population nur auf Grund von Extremwerten des spezifischen Gewichtes möglich sein kann. Wohl aber kann eine relative Anreicherung der Ausgangspopulation durch Auslese anhand eines geeigneten Gruppen-trennwertes durchgeführt werden, wie die Tabellen 9 bis 14 zeigen. In diesen Tabellen bedeuten:

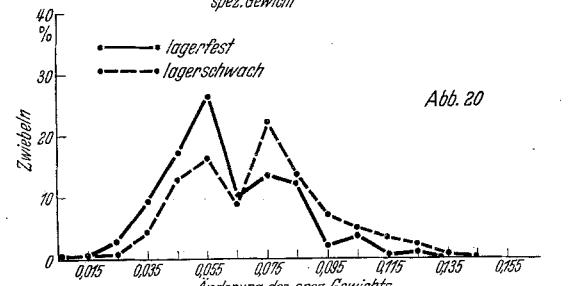
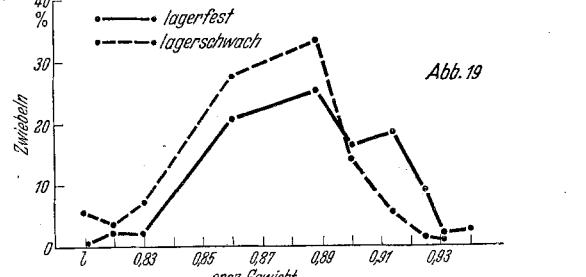
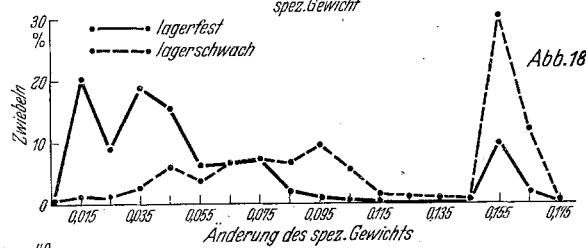
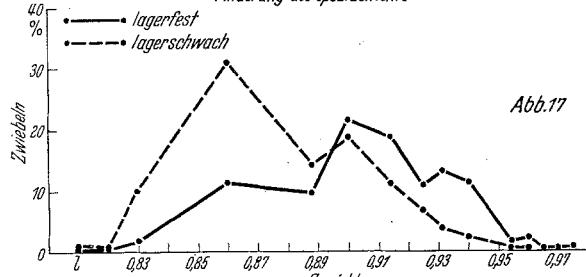
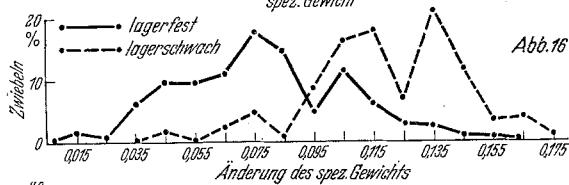
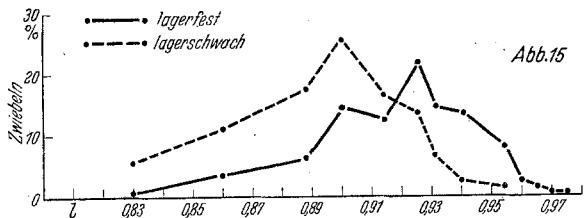


Abb. 15. Verteilung des spezifischen Gewichtes innerhalb einer Population lagerfester und lagerschwacher Zwiebeln.

Abb. 16. Verteilung der Änderungen des spezifischen Gewichtes innerhalb einer Population lagerfester und lagerschwacher Zwiebeln.

Abb. 17. Verteilung des spezifischen Gewichtes innerhalb einer Population lagerfester und lagerschwacher Zwiebeln.

Abb. 18. Verteilung der Änderungen des spezifischen Gewichtes innerhalb einer Population lagerfester und lagerschwacher Zwiebeln.

Abb. 19. Verteilung des spezifischen Gewichtes innerhalb einer Population lagerfester und lagerschwacher Zwiebeln.

Abb. 20. Verteilung der Änderungen des spezifischen Gewichtes innerhalb einer Population lagerfester und lagerschwacher Zwiebeln.

Spalte 1 — spezifisches Gewicht bzw. seine Änderungen
 Spalte 2 — zugehörige Anzahl Individuen der Gruppe IV (Lagerschwäche oder frühreibende), [a_n].
 Spalte 3 — zugehörige Anzahl Individuen der Gruppen I—III (Lagerfeste, relativ spätreibende), [b_n].

Tabelle 9. Spezifische Gewichte von 460 Zwiebeln. 1948/49.

Spez. Ge- gewicht	a _n	b _n	Σa_n	Σb_n	$\sum \frac{b_n}{a_n + b_n}$
0,975	0	1	0	1	1,00
0,970	0	1	0	2	1,00
0,965	0	5	0	7	1,00
0,960	0	9	0	16	1,00
0,954	2	27	2	43	0,96
0,940	3	45	5	88	0,95
0,931	8	49	13	137	0,91
0,925	17	73	30	210	0,88
0,914	21	41	51	251	0,83
0,900	32	48	83	299	0,78
0,888	22	21	105	320	0,75
0,860	14	11	119	331	0,74
0,830	7	3	126	334	0,73
	126	334			

Tabelle 10. Änderung des spezifischen Gewichtes von 455 Zwiebeln. 1948/49.

An- derung d. spez. Ge- gewichts	a _n	b _n	Σa_n	Σb_n	$\sum \frac{b_n}{a_n + b_n}$
0,015	0	5	0	5	1,00
0,025	0	2	0	7	1,00
0,035	0	20	0	27	1,00
0,045	2	31	2	58	0,97
0,055	0	31	2	89	0,98
0,065	3	36	5	125	0,96
0,075	6	58	11	183	0,94
0,085	1	47	12	230	0,95
0,095	11	16	23	246	0,91
0,105	21	38	44	284	0,87
0,115	23	20	67	304	0,82
0,125	9	10	76	314	0,81
0,135	27	8	103	322	0,76
0,145	15	3	118	325	0,73
0,155	4	2	122	327	0,73
0,165	5	0	127	327	0,72
0,175	1	0	128	327	0,72
	128	327			

Tabelle 11. Spezifisches Gewicht von 1337 Zwiebeln. 1948/49.

Spez. Ge- gewicht	a _n	b _n	Σa_n	Σb_n	$\sum \frac{b_n}{a_n + b_n}$
0,975	0	2	0	2	1,00
0,970	0	0	0	2	1,00
0,965	0	0	0	2	1,00
0,960	1	18	1	20	0,95
0,954	1	14	2	34	0,94
0,940	8	107	10	141	0,93
0,931	14	124	24	265	0,92
0,925	24	101	48	366	0,88
0,914	41	180	89	546	0,86
0,900	69	207	158	753	0,83
0,888	52	90	210	843	0,80
0,860	112	109	322	952	0,75
0,830	37	18	359	970	0,73
0,820	2	1	361	971	0,73
0,800	4	1	365	972	0,73
	365	972			

Spalte 4 — Teilsummen der Spalte 2.

Spalte 5 — Teilsummen der Spalte 3.

Spalte 6 — Verhältnis der Teilsummen Spalte 5 und Spalte 4 plus 5. Spalte 6 ist der rechnerische Ausdruck des relativen Anteils der Lagerfesten in der Restpopulation.

Tabelle 12. Änderung des spezifischen Gewichtes von 1345 Zwiebeln. 1948/49.

An- derung d. spez. Ge- gewichts	a _n	b _n	Σa_n	Σb_n	$\sum \frac{b_n}{a_n + b_n}$
0,015	5	197	5	197	0,98
0,025	5	87	10	284	0,97
0,035	10	186	20	470	0,96
0,045	23	150	43	620	0,94
0,055	15	62	58	682	0,92
0,065	24	65	82	747	0,90
0,075	27	69	109	816	0,88
0,085	25	21	134	837	0,86
0,095	36	11	170	848	0,83
0,105	22	7	192	855	0,82
0,115	6	3	198	858	0,81
0,125	5	2	203	860	0,81
0,135	4	0	207	860	0,81
0,145	3	1	210	861	0,80
1*	112	98	322	959	0,75
11**	45	19	367	978	0,73
	367	978			

* Zwiebeln leichter als 0,820.

** Zwiebeln leichter als 0,810.

Tabelle 13. Spezifisches Gewicht von 271 Zwiebeln. 1949/50.

Spez. Ge- gewicht	a _n	b _n	Σa_n	Σb_n	$\sum \frac{b_n}{a_n + b_n}$
0,940	0	4	0	4	1,00
0,931	1	3	1	7	0,88
0,925	2	12	3	19	0,86
0,914	8	25	11	44	0,80
0,900	19	22	30	66	0,69
0,888	46	34	76	100	0,57
0,860	38	28	114	128	0,53
0,830	10	3	124	131	0,51
0,820	5	3	129	134	0,51
0,800	8	0	137	134	0,50
	137	134			

Tabelle 14. Änderung des spezifischen Gewichtes von 279 Zwiebeln 1949/50.

An- derung d. spez. Ge- gewichts	a _n	b _n	Σa_n	Σb_n	$\sum \frac{b_n}{a_n + b_n}$
0,015	1	0	1	0	0,00
0,025	1	4	2	4	0,67
0,035	5	13	7	17	0,71
0,045	18	24	25	41	0,62
0,055	23	37	48	78	0,62
0,065	13	14	61	92	0,60
0,075	31	19	92	111	0,55
0,085	19	17	111	128	0,54
0,095	10	3	121	131	0,52
0,105	7	5	128	136	0,52
0,115	5	1	133	137	0,51
0,125	4	2	137	139	0,50
0,135	1	0	138	139	0,50
0,145	0	1	138	140	0,50
0,155	1	0	139	140	0,50
0,165					
	139	140			

Auf Grund eines Gruppentrennwertes von 0,914 der Tabelle 11 erhält man beispielsweise folgende Verteilung auf die vier Gruppen der Lagerfestigkeit (Tab. 15).

Tabelle 15. Gruppierung nach Lagerfestigkeit und spezifischem Gewicht.

Gruppe der Lagerfestigkeit (vgl. S. 257)	Anzahl der Individuen mit einem spezifischen Gewicht	
	größer als 0,914	kleiner als 0,914
I	75	12
II	135	46
III	336	368
IV	89	276

Stellt man die drei ersten Gruppen als Lagerfeste der letzten Gruppe (IV) als Lagerschwäche gegenüber, so erhält man nach Abtrennung der 702 Individuen der rechten Spalte eine Population bestehend aus 635 Individuen, unter denen die Lagerfesten mit $546 = 86\%$ ein merkliches Übergewicht über die Lagerschwachen mit $89 = 14\%$ besitzen. Der relative Anteil der Lagerfesten erhöht sich somit nach einer Auslese auf Grund des obigen Gruppentrennwertes (0,914) von 72,8 auf 86,0%, während der Anteil der Lagerschwachen in der gleichen Population von 27,2 auf 14,0% sinkt.

Eine Änderung des Trennwertes ergibt im vorliegenden Spezialfall keine wesentliche Begünstigung dieses Verhältnisses.

Die im Verlauf der zweiten Lagerungsperiode (Winter 1949/50) vorgefundene Verteilung der spezifischen Gewichte auf die Gruppierung der lagerfesten und lagerschwachen Zwiebeln gestattete eine Anreicherung der Lagerfesten von 39,4 auf 68,7% während der Anteil Lagerschwacher von 60,6 auf 31,3% sank. Als geeigneter Gruppentrennwert erwies sich 0,888.

Die Selektion mit Hilfe von Differenzwerten des spezifischen Gewichtes während der Lagerungsperiode brachte keine wesentlichen Vorteile, wie nachstehende Gegenüberstellungen in Tabelle 16 und 17 zeigen.

Verteilung der vier Gruppen einer Population von 1345 Individuen auf Differenzwerte des spezifischen Gewichtes oberhalb und unterhalb 0,05, ermittelt aus den Januar- und März-Werten des spezifischen Gewichtes. (Vergl. Tab. 12).

Tabelle 16. Gruppierung nach Lagerfestigkeit und Änderung des spezifischen Gewichts.

Gruppe der Lagerfestigkeit (vgl. S. 257)	% Anteil der Individuen der Population	
	Wert größer als 0,05	Wert kleiner als 0,05
I	5,8	94,2
II	16,2	83,8
III	46,2	53,8
IV	89,7	10,3

Demzufolge wurden auf Grund des Trennwertes 0,05 aus der Population ausgeschieden: 682 Individuen. Es verblieben 663 Individuen mit einem relativen Anteil der drei ersten Gruppen (Lagerfeste) von 93,5% und der Gruppe IV (Lagerschwache) von 6,5%.

Unter Berücksichtigung des Verhältnisses der Lagerfesten und der Lagerschwachen in der Ausgangspopulation (72,8 und 27,2%) erhält man somit eine Zunahme der Lagerfesten von 72,8 auf 93,5%.

In wiederholten Versuchen mit abweichend zusammengesetzten Ausgangspopulationen wurden folgende Verschiebungen des Anteils der Lagerfesten errechnet (Tab. 17).

Tabelle 17. Gruppierung nach Lagerfestigkeit und Änderung des spezifischen Gewichts.

Ursprünglicher Anteil der Lagerfesten	Gruppentrennwert	Anteil Lagerfester in der Restpopulation
39,4	0,06 (Dez.—März)	60,0
71,9	0,10 (Okt.—April)	91,8
69,3	0,10 (Okt.—März)	83,9

Wie ersichtlich, sind die günstigsten Gruppentrennwerte für jede Ausgangspopulation gesondert zu ermitteln, insbesondere, wenn sich die zugrundegelegten Differenzen des spezifischen Gewichtes nicht auf das gleiche Zeitintervall beziehen.

Im Kühhaus lagernde Zwiebeln brachten keine wesentlich abweichenden Ergebnisse, doch konnten die Untersuchungen bisher noch nicht abgeschlossen werden.

Es scheint somit, daß eine befriedigende Anreicherung der Restpopulation durch eine einmalige Selektion nur erzielt werden kann, wenn das Ausgangs-

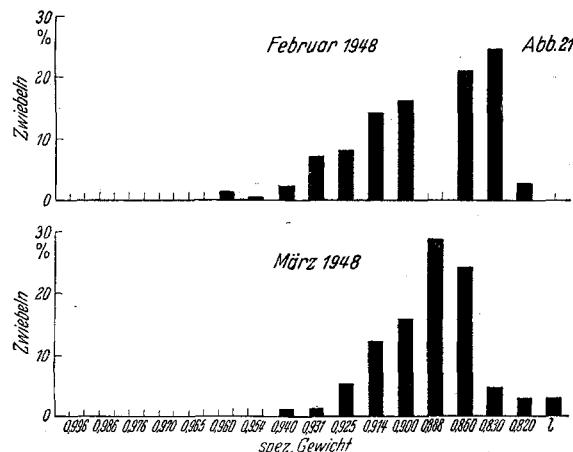


Abb. 21. Verteilung der spezifischen Gewichte innerhalb der Ausgangspopulation.

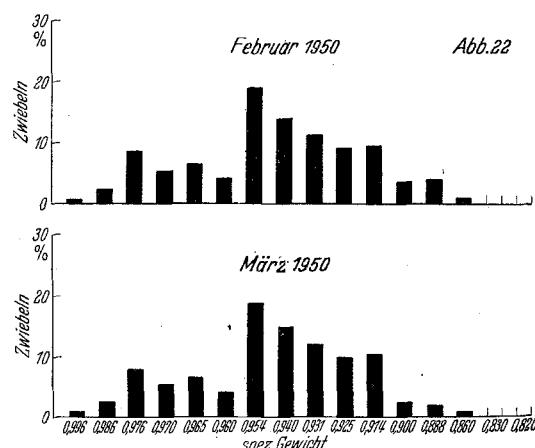


Abb. 22. Verteilung der spezifischen Gewichte im Nachbau einer nach spezifischem Gewicht selektierten Population.

material von vornherein eine günstige Zusammensetzung besitzt. Wieweit eine schrittweise Annäherung an das erstrebte Zahlenverhältnis über mehrere aufeinander folgende Anbaustufen möglich ist, steht noch nicht fest, da unsere Versuche in erforderlichem Umfang bisher nicht durchgeführt werden konnten. Beiläufig hat sich nur herausgestellt, daß der Nachbau der mit geeigneten Gruppentrennwerten verlesenen

Zwiebeln eine merkliche Erhöhung des durchschnittlichen spezifischen Gewichtes sowie parallel hierzu eine Herabsetzung des Anteiles Lagerschwacher zu verzeichnen hatte. Die Abbildungen 21, 22 (S. 270) bringen die Größenklassen des spezifischen Gewichtes und seine Verteilung auf die Ausgangspopulation sowie den Nachbau zum Ausdruck. In Abbildung 21 ist die Verteilung für die Ausgangspopulation, Februar/März 1948, in Abbildung 22 für Februar/März 1950 (unter Berücksichtigung der Zweijährigkeit der Küchenzwiebel) graphisch dargestellt. Der Anteil Lagerschwacher betrug in der Ausgangspopulation: im Februar 1948 19,1%, im März 1948 31,4%. Für den Nachbau betrug der Anteil Lagerschwacher dagegen: im Februar 1950 7,2%, im März 1950 12,1%.

Weitere Untersuchungen in dieser Richtung sind erforderlich, um die mit diesem vorläufigen Ergebnis sich eröffnenden Möglichkeiten experimentell zu erläutern.

Den Bestimmungen der Kohlendioxydausscheidung lagernder Zwiebeln haben wir eine Methode empirisch zugrunde gelegt, die einer groben Orientierung über die Höhe der Gasentwicklung während des Lagerns dienen sollte und demzufolge in keinerlei Hinsicht den Ansprüchen an ein exaktes quantitatives Arbeiten zu genügen brauchte (Beschreibungen s. o. vgl. Abb. 1). Mit der dort geschilderten und abgebildeten Vorrichtung konnten Anhaltspunkte anhand eines größeren Untersuchungsmaterials gewonnen werden, die uns zeigten, daß auch die Kohlendioxydausscheidung der Zwiebel Beziehungen zu ihrer Lagerfestigkeit aufweist.

Die Verteilung der Intensität der Gasentwicklung auf drei Gruppen der Lagerfestigkeit soll an nachstehenden Beispielen erläutert werden. Die für die vorliegenden Versuche gewählte Gruppeneinteilung umfaßte:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| Im Juni ungetriebene Zwiebeln | = Gruppe I
der Lagerfestigkeit, |
| im Mai treibende Zwiebeln | = Gruppe II
der Lagerfestigkeit, |
| im März treibende Zwiebeln | = Gruppe III
der Lagerfestigkeit. |

Die prozentuale Verteilung der untersuchten 274 Zwiebeln auf diese drei Gruppen errechnete sich wie folgt (Tab. 18).

Tabelle 18. Prozentuale Verteilung von Zwiebeln auf 3 Gruppen der Lagerfestigkeit.

Gruppe	Zwiebeln	von der Gesamt- population %
I	37	13,5
II	153	55,8
III	84	30,7
	274	100,0

Die Auslese auf Grund von Differenzen der Kohlendioxydentwicklung während der Lagerung in den Monaten Oktober bis Februar 1948/49 führte zu folgenden Ergebnissen (Tab. 19):

Faßt man in der Tabelle 19 Gruppe I und II als Lagerfeste zusammen und stellt sie der Gruppe III

als Lagerschwache gegenüber, so erhält man nach Auslese auf Grund des obigen Gruppentrennwertes eine relative Anreicherung der Lagerfesten in der Restpopulation von 69,3% auf 77,2%. Auch WOODMAN und BARNELL (13) fanden die Kohlendioxydausscheidungen der haltbaren Zwiebeln wesentlich geringer als die der nicht haltbaren.

Tabelle 19. Selektion nach Differenzen der Kohlendioxydausscheidung (Oktober bis Februar) mit einem Gruppentrennwert: 0,3.

I < 0,3 = 19 = 51,3%	II < 0,3 = 86 = 56,2%
> 0,3 = 18 = 48,7%	> 0,3 = 67 = 43,8%
III < 0,3 = 31 = 36,9%	
> 0,3 = 53 = 63,1%	

Es werden abgetrennt: Es werden ausgelesen:

I	18	19	14,0%
II	67	86	63,2%
III	53	31	22,8%

138 Zwiebeln 136 Zwiebeln

Das Verhältnis der drei Gruppen verschiebt sich nach Vorselektion wie folgt:

I von 13,5% auf 14,0%
II von 55,8% auf 63,2%
III von 30,7% auf 22,8%

Ein höherer Selektionswert kommt den zeitlichen Differenzen der Kohlendioxydentwicklung unter Berücksichtigung ihrer Temperaturabhängigkeit zu. Lagerfeste Zwiebeln reagieren auf eine Temperaturerhöhung von 10 auf 20°C meist träge als lagerschwache und scheiden dementsprechend in der Zeiteinheit weniger Kohlendioxyd aus. Eine Kombination dieser Eigenschaft mit den Verschiebungen der Kohlendioxydausscheidung während der Lagerungsperiode erbrachte folgendes Ergebnis: der Anteil der Lagerfesten stieg von 33,3 auf 51,5%.

Die Verwertung der Kohlendioxydausscheidung für sich allein bringt somit gegenüber einer Selektion nach spezifischen Gewichten keine Vorteile.

In der gleichen Richtung lagen die Ergebnisse, die anhand der Bestimmungen des Wasserverlustes gewonnen wurden. Der Anteil Lagerfester erhöhte sich bei einem Gruppentrennwert von

4,0 von 33,3 auf 47,5%
5,0 von 68,3 auf 94,9%
9,0 von 69,3 auf 83,1%

Auf die Bedeutung des Wasserverlustes für die Diagnose der Lagerfestigkeit haben WOODMAN und BARNELL (13) hingewiesen.

Unterzieht man die Ausgangspopulation einer zweistufigen Auslese auf Grund der zeitlichen Verschiebungen des Wasserverlustes und des spezifischen Gewichtes während der Lagerungsperiode (Oktober bis März), so erhält man anhand eines Gruppentrennwertes von 9,0 für den Wasserverlust, bzw. 0,1 für den Abfall des spezifischen Gewichtes während der Lagerungsperiode eine Verschiebung des Anteiles der Lagerfesten von 69,3 auf 92,4%.

In gleicher Weise erzielt man eine merkliche Anreicherung der Lagerfesten durch eine zweistufige kombinierte Auslese auf Grund der Kohlendioxydentwicklung und des prozentualen Wasserverlustes: Wir erreichten eine relative Anhäufung der Lagerfesten von 33,3% auf 60,7%, in einem weiteren Versuch von 33,3% auf 63,0%.

Eine Übersicht der bisherigen Ergebnisse von Selektionsversuchen auf Grund von drei physikalisch und chemisch erfaßbaren Komponenten: spezifisches

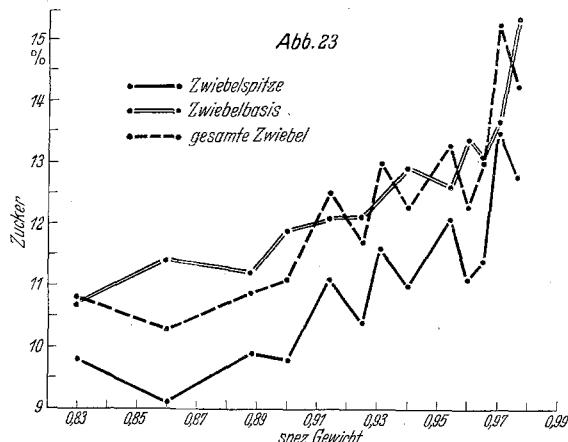


Abb. 23

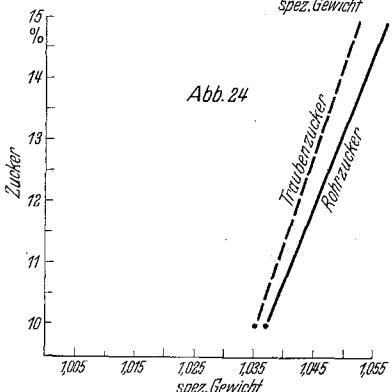


Abb. 24

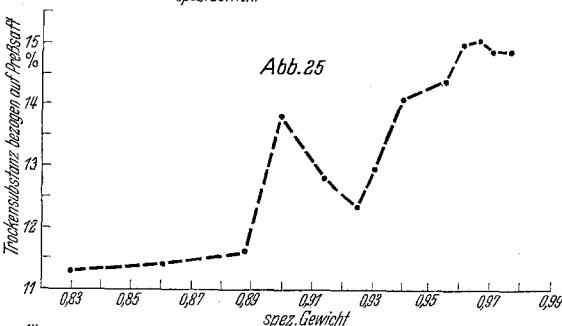


Abb. 25

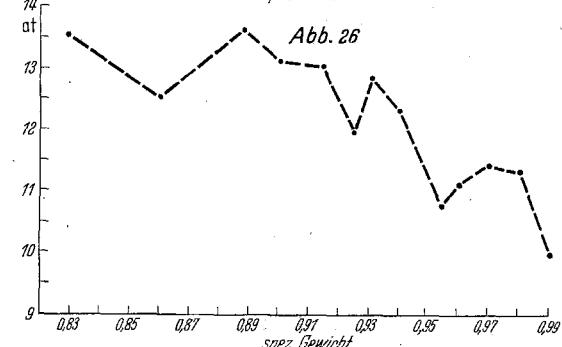


Abb. 26

Abb. 23. Refraktometerwerte, umgerechnet auf Zuckergehalt, in ihrer Beziehung zum spezifischen Gewicht.

Abb. 24. Refraktometerwerte, umgerechnet auf Zuckergehalt, von Rohr- und Traubenzuckerlösungen, in Abhängigkeit vom spezifischen Gewicht der Lösung.

Abb. 25. Trockensubstanz, bezogen auf Presssaft, in ihrer Beziehung zum spezifischen Gewicht.

Abb. 26. Osmotische Werte der Epidermiszellen der Zwiebelschuppe in ihren Beziehungen zum spezifischen Gewicht.

Gewicht, Wasserverlust und Kohlendioxydentwicklung wird in nachstehender Tabelle zusammenfassend wiedergegeben (Tabelle 20).

Tabelle 20. Übersicht von Selektionsversuchen.

Anwendung des Verfahrens	Anteil Lagerfester in der Ausgangspopulation %	Anteil Lagerfester in der Restpopulation %
1	72,8	86,0
1	39,4	61,4
2	72,8	94,2
2	39,4	60,0
2	71,9	91,8
2	69,3	83,9
3	69,3	77,2
4	33,3	51,5
5	69,3	83,1
5	33,3	47,5
5	68,3	94,9
5	30,1	56,9
5	60,9	69,5
6	69,3	92,4
7	33,3	60,7
7	33,3	63,0

In Spalte 1 der Tabelle 20 bedeutet 1—5 einfache Auslese auf Grund von:

1 Gruppentrennwerten des spezifischen Gewichtes.

2 Gruppentrennwerten der zeitlichen Verschiebungen des spezifischen Gewichtes während der Lagerungsperiode (errechnet aus den Anfangs- und Endwerten des spezifischen Gewichtes).

3 Gruppentrennwerten der Kohlendioxydentwicklung.

4 Gruppentrennwerten der zeitlichen Verschiebungen der Kohlendioxydentwicklung während der Lagerungsperiode, errechnet aus den Anfangs- und Endwerten unter gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer Temperaturabhängigkeit im Bereich von 10 und 20°C.

5 Gruppentrennwerten des Wasserverlustes, errechnet aus den Anfangs- und Endwerten des Lagergewichtes der Zwiebel.

6 Kombinierte, zweistufige Auslese nach Gruppentrennwerten gemäß Nr. 5 und Nr. 2.

7 Kombinierte, zweistufige Auslese nach Gruppentrennwerten gemäß Nr. 4 und Nr. 5.

Die Übersicht läßt erkennen, daß zwischen der Höhe der Lagerfestigkeit im eingangs erwähnten Sinne und folgenden Komponenten des Stoffwechsels Beziehungen bestehen:

1. zum spezifischen Gewicht als Ausdruck des Kohlehydratstoffwechsels.

2. zur Intensität der Kohlendioxydentwicklung als Ausdruck der inneren, intramolekularen oder aeroben Atmung.

3. zu den zeitlichen Verschiebungen des spezifischen Gewichtes als Ausdruck eines schwankenden Wasser- und Kohlehydratgehaltes.

Die nächste Aufgabe besteht darin, diese Beziehungen für das lebende Gewebe der Zwiebel experimentell zu sichern. Dazu ist die Klärung folgender Fragen erforderlich:

1. Besteht eine Beziehung zwischen spezifischem Gewicht und Kohlehydratgehalt der Zwiebel unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes von Zuckerslösungen im Bereich der physiologischen Konzentrationen?

2. Welche Beziehung besteht zwischen dem relativen Verhältnis der freien und gebundenen Wassermenge und der Höhe des Wasserverlustes während der Lagerung?

3. Besteht eine Beziehung zwischen der Höhe der Kohlendioxydentwicklung und der Kohlehydratabnahme?

Wieweit das spezifische Gewicht und seine individuellen und zeitlichen Schwankungen mit entsprechenden Differenzen des Kohlehydratgehaltes korrespondieren, bedarf weiterer Untersuchungen. Wir können zeigen, daß die Größe der Refraktometerwerte von Durchschnittspressäften eine deutlich positive Beziehung zum spezifischen Gewicht aufweist. Für zwei Populationen „Zittauer Gelbe Riesen“ mit weitem Schwankungsbereich des spezifischen Gewichtes wurde die in Abbildung 23 dargestellte Beziehung vorgefunden. Die positive Korrelation des spezifischen Gewichtes zum Refraktometerwert ist für extreme Bereiche der ersteren ausgeprägter als für mittlere Werte. Unregelmäßigkeiten müssen auf methodische Mängel in der Herstellung und Verarbeitung von Pressäften zurückgeführt werden. So können Schwankungen der mit der Hand erzeugten Drucke die Refraktometerwerte erheblich beeinflussen. Änderungen der Zuckerkonzentration während der Verarbeitung der Pressäfte bilden eine weitere Fehlerquelle, die sich durch rasches Arbeiten beseitigen läßt.

Der durchschnittliche Abfall der Refraktometerwerte im Gesamtbereich des spezifischen Gewichtes entspricht nur in erster Annäherung dem Verhalten von Rohrzucker- und Traubenzuckerlösungen gleicher Refraktion. Abbildung 24 gibt die spezifischen Gewichte von Rohr- und Traubenzuckerlösungen in einem Konzentrationsbereich von 10 bis 15% entsprechend den Refraktometerwerten unserer Zwiebelpressäfte wieder. Die Abbildung zeigt, daß Konzentrationsdifferenzen im physiologischen Bereich das spezifische Gewicht nur sehr geringfügig beeinflussen. Ein Vergleich der Abbildungen 23 und 24 lehrt, daß die hohen Differenzen des spezifischen Gewichtes lagernder Zwiebeln (0,976 bis 0,830) sich nicht unmittelbar auf Differenzen des Zuckergehaltes zurückführen lassen. Andernfalls müßten in den Pressäften Zuckerkonzentrationen angenommen werden, die weit außerhalb der physiologischen Grenzen liegen. Anatomische Unterschiede, wie Größe der Interzellularräume, Dicke und Struktur der Zellwände sowie Beschaffenheit des Zellsaftes wirken zweifellos auf die Höhe des spezifischen Gewichtes ein. Schon rein äußerlich heben sich spezifisch leichten Zwiebeln durch schwammige Beschaffenheit von spezifisch schweren ab, eine Beobachtung, die auf eine Ausweitung des interzellularen Hohlraumsystems hindeutet. In diese Richtung weisen auch Bestimmungen des Trockenstoffgehaltes von Pressäften der Zwiebel für Gruppen unterschiedlicher spezifischer Gewichte. Die Abbildung 25 vermittelt einen Einblick in diese Beziehungen, die wiederum für Extremwerte besonders ausgeprägt erscheinen.

Die grenzplasmolytischen Werte der inneren Epidermis der zweiten Schuppe stehen mit dem spezifischen Gewicht in deutlich reziproker Korrelation, wie Abbildung 26 zu erkennen gibt. Die naheliegende Annahme einer Vermehrung osmotisch wirksamer Substanz durch Spaltung von Disacchariden bedarf noch der experimentellen Klärung. Die bisher vorliegenden Untersuchungen über das Verhältnis der Disaccharide und Monosaccharide in den äußersten Schuppen (vgl. Tabelle 1) lassen diese Möglichkeit noch offen.

Die übrigen Komponenten des auspreßbaren Saftes wurden einer genaueren chemischen und physikalischen Analyse nicht unterzogen. Auffällige Unterschiede der Konsistenz des Presssaftes treten nur bei extrem leichten Zwiebeln in Erscheinung. So konnten

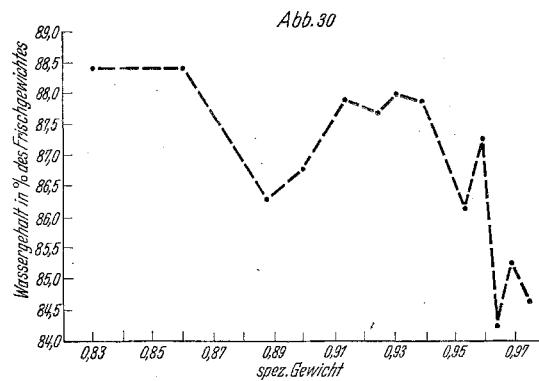
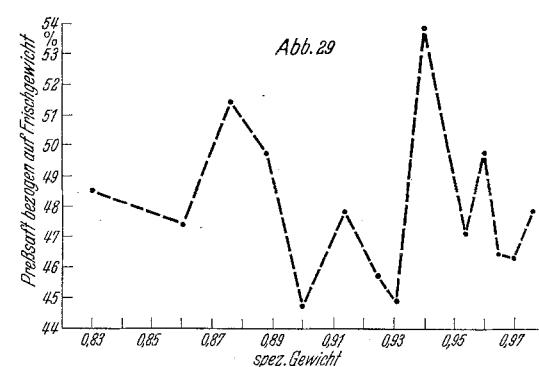
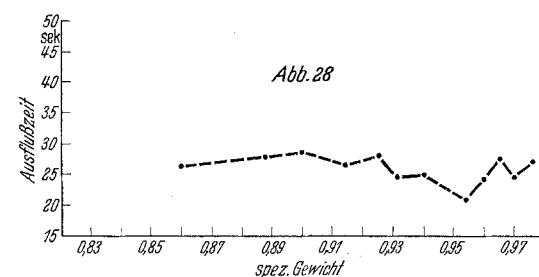
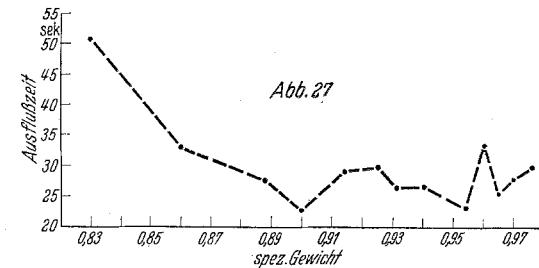


Abb. 27. Stalagmometerwerte von nicht zentrifugierten Zwiebelpressäften in ihren Beziehungen zum spezifischen Gewicht.

Abb. 28. Stalagmometerwerte von zentrifugierten Zwiebelpressäften in ihren Beziehungen zum spezifischen Gewicht.

Abb. 29. Menge des auspreßbaren Saftes bezogen auf Frischgewicht, in Beziehung zum spezifischen Gewicht.

Abb. 30. Wassergehalt in % des Frischgewichtes in Beziehung zum spezifischen Gewicht.

wir feststellen, daß die Viskosität des Presssaftes mit sinkendem spezifischen Gewicht bis zu einem Wert von etwa 0,900 geringen Schwankungen unterliegt,

um dann im Bereich von 0,900 bis 0,830 auf höhere Werte anzusteigen, wie nachstehende Abbildung veranschaulicht (Abb. 27). In dieser Abbildung ist die stalagmometrisch ermittelte Ausflußzeit des Preßsaftes in Abhängigkeit vom spezifischen Gewicht dargestellt. Die viskositätsbedingende Komponente, die eine ausgeprägte Biuretreaktion gibt, besteht voraussichtlich aus Bestandteilen des Plasmas. Sie läßt sich durch Zentrifugieren leicht abtrennen, wie Abbildung 28 zeigt. Die Ausflußzeiten gruppieren sich hier mit geringen Schwankungen um einen Mittelwert von etwa 25,3 Sek. für den gesamten Bereich des spezifischen Gewichtes.

Wassergehalt und spezifisches Gewicht der Zwiebel stehen zueinander in einer uns noch unbekannten Korrelation. Unsere Annahme, daß die Menge des auspreßbaren Saftes mit sinkendem spezifischen Gewicht zunehmen würde, konnten wir experimentell nicht bestätigt finden. Die für Zwiebeln unterschiedlicher spezifischer Gewichte erhaltenen Preßsaftmengen schwanken im Bereich von 45 bis 54% des Frischgewichtes, ohne Beziehungen zum spezifischen Gewicht erkennen zu lassen (Abb. 29). Dagegen ist der Wassergehalt der Zwiebel, bezogen auf Frischgewicht, mit dem spezifischen Gewicht der Zwiebel deutlicher verbunden, wie Abbildung 30 beweist. Der relativ geringere Wassergehalt der spezifisch schweren Zwiebeln entspricht dem bekannten höheren Gehalt an Trockensubstanz (vgl. Abb. 25). Die Beziehungen des relativen Wasserverlustes während der Lagerung sowie der Kohlendioxydausscheidung zum spezifischen Gewicht wurden von uns nicht untersucht.

Die von früheren Autoren experimentell begründete Ansicht über die Verknüpfung der Austriebsneigung mit stofflichen Umsetzungen im Innern der lagernden Zwiebel hat somit durch unsere Nachprüfungen eine ergänzende Bestätigung erfahren. Die Frage, ob unter den biochemisch greifbaren Komponenten der in Gang kommenden Aktivierung Kohlehydratumsetzungen die erste Stelle einnehmen, muß offen gelassen werden. Gesichert ist nur die Tatsache, daß ihr Ablauf sich in korrespondierenden Differenzen des spezifischen Gewichtes, der Kohlendioxydausscheidung und des relativen Wasserverlustes mehr oder weniger deutlich widerspiegelt. Letztere Faktoren können somit als Symptome jener Umsetzungen aufgefaßt werden. Ihre quantitative Bestimmung kommt wegen der Einfachheit der technischen Handhabung den Anforderungen einer Frühdiagnose im Sinne unserer Fragestellung weit mehr entgegen als die umständliche und mit methodischen und anderen Mängeln behaftete biochemische Analyse des Kohlehydratstoffwechsels. Hier muß jedoch beachtet werden, daß diese leicht faßbaren Merkmale mit den maßgeblichen Faktoren der Aktivierung durch eine Kette von möglicherweise recht heterogenen Gliedern verbunden sind. Ihre Zuverlässigkeit als Kennziffer der Austriebsneigung unter üblichen Lagerungsbedingungen ist, wie wir in unseren Ausführungen bewiesen haben, demzufolge nur bedingt.

Zusammenfassung.

1. Das Problem der Verhütung von Lagerungsverlusten der Küchenzwiebel durch vorzeitiges Austreiben wird experimentell in Angriff genommen. Als

wichtigste Voraussetzung einer Selektion spättreibender Individuen aus vorhandenen Populationen wird die Auffindung sicherer Kennzeichen der Austriebsneigung angesehen, die den Grad der Lagerfestigkeit vor dem Frühjahrssauspflanztermin erkennen lassen. Es werden plasmatische und Stoffwechselkomponenten in Anlehnung an die Ergebnisse anderer Autoren auf ihre Verwertbarkeit im angedeuteten Sinn geprüft. Die Untersuchungen wurden mit der Sorte „Zittauer Gelbe Riesen“ durchgeführt.

2. Die plasmatischen Eigenschaften des leicht zugänglichen äußeren Schuppengewebes, insbesondere der oberen Epidermis der äußersten Schuppe, folgen Gesetzmäßigkeiten, die nähere Beziehungen zum Zeitpunkt und Ausmaß des Treibens nicht aufweisen; vielmehr dem Rhythmus einer annuellen Periodizität unterworfen sind, deren Natur und Bedeutung nicht näher untersucht wurde.

3. Der Kohlehydratstoffwechsel läßt die bereits von anderer Seite festgestellten Beziehungen erkennen. Der unvermeidbare Eingriff in das Zwiebelgewebe beeinträchtigt jedoch ihre praktische Verwendbarkeit im Rahmen der vorliegenden Fragestellung.

4. Bestimmungen des spezifischen Gewichtes allein und in Kombination mit der Höhe der Kohlendioxydausscheidung bzw. des relativen Wasserverlustes während der Lagerung gestatten bis zu einem gewissen, von der Zusammensetzung der Ausgangspopulation abhängigen Grade ein termingerechtes Erkennen der Austriebsneigung und damit eine selektive Anreicherung spättreibender Individuen. Eine vollkommene Trennung austreibefreudiger und austriebsschwacher Individuen ist jedoch infolge eines breiten Überschneidungsbereiches der zugeordneten Werte des spezifischen Gewichtes, der Kohlendioxydausscheidung bzw. des relativen Wasserverlustes nicht möglich.

Hinsichtlich des spezifischen Gewichtes zeigt der Nachbau der Auslese eine deutliche Angleichung an die Durchschnittswerte der letzteren.

5. Eine praktische Methode der Auslese spättreibender Individuen kann unter Zugrundelegung der aufgedeckten Beziehungen entwickelt werden, wenn zuverlässige optimale Trennwerte für die verschiedenen Grade der Austriebsneigung vorliegen. Der Umfang der bisherigen Untersuchungen reicht nicht aus, um diese methodisch wichtige Frage endgültig zu beantworten. Weitere Arbeiten in dieser Richtung sind erforderlich mit dem Ziel, die günstigsten Werte der anzuwendenden Kennziffern an Hand einer größeren Zahl von Populationen bekannter Zusammensetzung festzulegen.

6. Die Frage, wieweit die Austriebsneigung genotypisch fixiert ist, erfordert im Anschluß an die Klärung ihrer physiologischen Komponente eine planmäßige Überprüfung des Nachbaues auf dem Wege einer systematisch fortgeführten Auslese, für die unsere Untersuchungen zur physiologischen Charakterisierung der Lagerfestigkeit methodische Voraussetzungen schaffen sollten.

Literatur.

1. DRAWERT, H.: Zur Frage der Stoffaufnahme durch die Zelle. IV. Der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration des Zellsaftes und des Außenmediums auf die Harnstoffaufnahme. *Planta* **35**, 579—600 (1948). —
2. GERM, H.: Zur Haltbarkeit und Qualitätsbeurteilung

von Speisezwiebeln. *Gartenbauwissenschaft* 14, 697 bis 704 (1940). — 3. KESSLER, W.: Über die inneren Ursachen der Kälteresistenz der Pflanzen. *Planta* 24, 312—352 (1935). — 4. KESSLER, W. und RUHLAND, W.: Weitere Untersuchungen über die inneren Ursachen der Kälteresistenz. *Planta* 28, 159—204 (1938). — 5. KRICKL, M.: Neue Zuchtziele bei Küchenzwiebeln in Hinblick auf die Marktversorgung. *Züchter* 11, 321—324 (1939). — 6. KRICKL, M.: Spätaustreiben — relativ geringer Gewichtsverlust — hoher osmotischer Wert. Ein Beitrag zur Züchtung besonders lagerfester Speisezwiebeln. *Gartenbauwissenschaft* 17, 51—90 (1943). — 7. KROENER, W. und VOELKSEN, W.: Vergleichende physikalisch-chemische Untersuchungen an keller- und mietengelagerten Kartoffeln. *Vorratspflege u. Lebensmittelorschung* 4, 469—506 (1941). — 8. MICHAELIS, L. und RONA, P.: Praktikum der physikalischen Chemie. Berlin, Springer (1930). — 9. NICOLAISEN, N. und SCUPIN, L.: Die Kopffäule der

Speisezwiebel. Ein Beitrag zur Feststellung der Ursachen, die zur Kopffäule der Speisezwiebel führen. *Z. f. Lebensmitteluntersuchung u. Forschung* 86, 208—217 (1943). — 10. SCUPIN, L.: Ergebnis zweier Zwiebelsortenversuche. Mitteilung Nr. 34 der Forschungsgemeinschaft für die Kühl Lagerung von Obst und Gemüse. Calbe (1937). — 11. STRUGGER, S.: Beiträge zur Analyse der Vitalfärbung pflanzlicher Zellen mit Neutralrot. *Protoplasma* 26, 56 bis 69 (1936). — 12. WALTER, H.: Die Hydratur der Pflanze. Fischer, Jena (1931). — 13. WOODMAN, R. and BARRELL, H. R.: The connexion between the keeping qualities of commercial varieties of onions and the rates of water loss during storage. *Ann. appl. Biol.* 24, 219 bis 235 (1937). — 14. ZELLER, A.: Zur chemischen Anatomie der Küchenzwiebel. *Gartenbauwissenschaft* 13, 66—82 (1939). — 15. ZELLER, A.: Zuckergehalt und Haltbarkeit der Küchenzwiebel. *Gartenbauwissenschaft* 13, 598—604 (1939).

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung, Quedlinburg.)

Untersuchungen über die Eignung von Erbsensorten für Zwecke der Naßkonservierung.

II. Qualitative Unterschiede von Schal- und Markerbsenstärke und ihre Einflüsse auf die Aufgußflüssigkeit der Naßkonserven*.

Von ALFRED SCHNEIDER.

Mit 13 Textabbildungen.

In einer früheren Veröffentlichung wurde mitgeteilt, daß als eine der Ursachen der Veränderungen der Aufgußflüssigkeit von Erbsennaßkonserven ein Abbau von Reservestärke während der Lagerung der Erbsen angenommen werden muß. Dabei hatte sich gleichzeitig ergeben, daß innerhalb des Erbsensorientes Unterschiede nicht nur in bezug auf den zeitlichen Ablauf und den quantitativen Umfang dieses Stärkeabbaues vorhanden sind, sondern daß daneben auch Unterschiede in der Art der auftretenden Veränderungen der Aufgußflüssigkeit beobachtet werden. Während nämlich die untersuchten Schalerbsensorten bei Sterilisierung nach mehrtägiger Lagerung Naßkonserven mit mehr oder weniger trüber und steif gelierter Aufgußflüssigkeit ergeben, zeigen diejenigen ungeeigneter Markerbsensorten statt dessen im allgemeinen nur weiße flockige Bodensätze, ohne daß dabei eine merkliche Erhöhung der Viskosität der Flüssigkeit eintritt. Es lag von Anfang an die Vermutung nahe, daß es sich bei diesen Bodensätzen um sog. retrogradierte Amylose handelt, und daß die Gelierung der Schalerbsenkonserven durch Amylopektin verursacht wird. Diese Unterschiede veranlaßten eine genauere Untersuchung der Erbsensorten in bezug auf die chemische Natur ihrer Reservestärke.

Da die morphologischen Unterschiede zwischen den Stärkekörnern der beiden Erbsengruppen nicht allgemein bekannt sind und selbst ein so erfahrener Nahrungsmittelchemiker wie C. GRIEBEL (1948) beim Antreffen von Markerbsenstärkekörnern in Erbsenmehlen von „bisher unbekannten Stärkeformen“ spricht, sollen zunächst diese Unterschiede kurz beschrieben werden.

Während die Stärkekörner aus den Kotyledonen der Schalerbsen die typische Form der aus Lehrbüchern

bekannten „Leguminosenstärke“ haben, sind diejenigen aus Markerbsen im Querschnitt etwa kreisrunde, radial zerklüftete Körper mit relativ breiten vom Zentrum zur Peripherie verlaufenden Rissen oder Kanälen. In den Abb. 1—4 sind Stärkekörner aus je 2 Mark- und 2 Schalerbsen wiedergegeben. Die Stärke stammt in beiden Fällen aus den Kotyledonen nicht ausgereifter Samen (Gemüseerbsen). Aus diesem Grunde sind die für Schalerbsenstärke typischen Trockenrisse nicht oder nur teilweise zu beobachten. Die Vergrößerung ist in beiden Fällen die gleiche (400 mal).

Über die Entstehungsursachen der relativ breiten Kanäle der Markerbsenstärkekörner besteht m. E. noch keine völlige Klarheit. KAPPERT (1914) vertrat die Meinung, daß die Kanäle als Folge enzymatischer Abbauvorgänge aufzufassen seien. Er beobachtete, daß sich die Risse durch Diastase-Behandlung verbreitern lassen, und stellte außerdem fest, daß sich der Inhalt der Spalten färberisch wie Plasma verhält. Daraufhin vermutete er bereits in den Stärkekörnern der sich noch entwickelnden Erbsensamen enzymatische Abbauvorgänge durch von außen in die Körner eingedrungenes Plasma. Diese enzymatischen Abbauvorgänge sollen zugleich die Ursache für den höheren Zuckergehalt der Markerbsen sein. Neuerdings ist von anderer Seite (PEAT, BOURNE und NICHOLLS, 1948) darauf hingewiesen worden, daß sich Markerbsenstärke durch einen beachtlich hohen Proteingehalt auszeichnet. Diese Tatsache kann eine Bestätigung der KAPPERTSchen Beobachtung sein. Allerdings ist dabei zu bedenken, daß jedes innerhalb eines Plastiden gewachsene Stärkekorn mehr oder weniger große Mengen plasmatischer Substanz zwischen der einzelnen Micellen des Kernes enthalten dürfte und daß außerdem die färberische Nachweismethode nur qualitative Angaben liefern kann. Es wird kaum möglich sein, mit ihrer Hilfe zu entscheiden, ob es sich dabei um Reste des

* *Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung* Nr. 6. Beitrag Nr. 3 (Züchter 21, 97—107, 1951) ist als I. Mitteilung dieser Reihe zu betrachten.