

Die Kopffäule der Speisezwiebel.

Von

Dr. Nicolaisen und Dr. L. Seupin.

 Springer

ISBN 978-3-662-27494-1 ISBN 978-3-662-28981-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-28981-5

Die Kopffäule der Speisezwiebel.

Ein Beitrag zur Feststellung der Ursachen, die zur Kopffäule der Speisezwiebel führen.

Von
Dr. Nicolaisen und Dr. L. Scupin.

Mitteilung aus den Arbeiten der Forschungsgemeinschaft für die Kühlung
von Gemüse und Obst e. V., Magdeburg.

(Eingegangen am 1. August 1943.)

Eine in der Praxis als Kopffäule bezeichnete Krankheit ist die gefürchtetste Lagerkrankheit der Zwiebeln, die oft in kurzer Zeit ganze Bestände vernichtet. Wenn ihre Entwicklung im gewöhnlichen Zwiebellager, insbesondere bei feuchtwarmer Witterung, oft sehr schnell voranschreitet, so wird sie doch auch unter optimalen Lagerbedingungen im Kühllager häufig beobachtet, und es kann ihre Weiterentwicklung durch Kühlung nur verlangsamt, nicht aufgehalten werden.



Abb. 1. Der Befall mit „Kopffäule“ ist äußerlich durch ein leichtes Einsinken der Partie unter dem Zwiebelhals erkennbar.

Vor, bei und bald nach der Ernte ist „Kopffäule“ schwer und selten auffindbar. Die Zwiebeln sehen vollkommen gesund aus. Die Krankheit macht sich erst später nach gewisser Lagerzeit durch leichtes Einsinken der Partie um den Zwiebelhals herum bemerkbar (Abb. 1). Drückt man an der betreffenden Stelle auf die Zwiebel, so läßt sich die kranke Zwiebel tief eindrücken. Beim Aufschneiden der Zwiebel findet man, daß diese anfängt, sich zu zersetzen, wobei typisch ist, daß die Zersetzung zuerst die inneren Partien betrifft (Abb. 2 und 3). Im fortgeschrittenen Stadium ist eine gänzliche innere Zersetzung bemerkbar (Abb. 4), wobei

das Zwiebelfleisch in schleimige Beschaffenheit übergeht. Nicht selten findet man Sklerotien-Bildung an der Halsstelle (Abb. 5) unter den äußersten trockenen Schalen,

oft aber auch ist der Hals nach Entfernen der trockenen Außenblätter scheinbar vollkommen gesund, und erst beim Schneiden desselben zeigt sich die beginnende Zersetzung (Abb. 6). Der Geruch solcher kopffäulekranker Zwiebeln ist sehr unangenehm; er macht



Abb. 2.

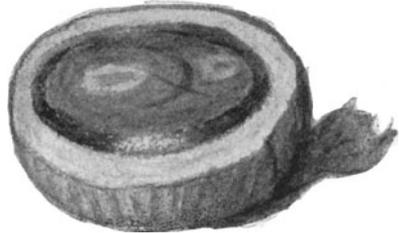


Abb. 3.

Abb. 2 und 3. Bei Kopffäule sind die inneren Partien der Zwiebel zuerst angegriffen und nehmen eine glasige, grünbräunliche Beschaffenheit an.

sich allerdings, solange die Zwiebel noch nicht vollkommen in Fäule übergegangen ist, nur beim Aufschneiden bemerkbar.

Nach Literaturangaben ist die Kopffäule, mit der sich die Wissenschaft des In- und Auslandes mehrfach befaßt hat, eine Krankheit, deren Erreger bisher noch nicht



Abb. 4. Kopffäulekranke Zwiebel mit starker innerer Zersetzung.



Abb. 5. Unter den trockenen Außenblättern Sklerotienbildung durch Botrytis am Zwiebelhals.



Abb. 6. Äußerlich keine Botrytis-Infektion erkennbar; beim Durchschneiden aber schon im Zwiebelhals deutliche Zersetzungserscheinungen.

sicher erkannt ist. Während zum Teil angenommen wird¹, daß die faulige Zersetzung der Zwiebeln durch Bakterien (*Bacterium coli* Mig.²) hervorgerufen wird, an anderer Stelle wieder diese Fäule unter die Viruskrankheiten zählt, wurde andererseits wieder

¹ H. Bremer, Gartenbauwirtschaft 1934, Nr 27.

² v. Kirchner, O., Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart: Eugen Ulmer.

vermutet, daß ein in den Geweben lebender Spaltpilz: *Clostridium butyricum*, den Erreger darstellt. (Durch ein Ferment zersetzt der Pilz die Kohlehydrate unter Bildung von Buttersäure¹.)

Nach eigenen Beobachtungen und Untersuchungen der letzten Jahre tauchte die Vermutung auf, daß es eine Form der „Kopffäule“ gibt, die gleichfalls wie der gewöhnliche Grauschimmel der Zwiebeln durch den Erreger *Botrytis allii* hervorgerufen wird. Es wurden häufig an Zwiebeln aus Lagerungen (insbesondere im späteren Verlauf der Kühlhauslagerung) gegen das Frühjahr hin die gleichen Sklerotienbestände, wie sie von äußeren Infektionen her bekannt sind, im Innern der Zwiebel vorgefunden, während sonst äußerlich genau das gleiche Bild wie bei der schleimigen Kopffäule auftrat. Die Zersetzung durch den Pilz fand aber nicht in der beschriebenen schleimigen Art statt, sondern die Zwiebeln zeigten Schwärzung und Glasigwerden der Kopfpforten.

Abimpfung auf Agar-Agar ergab *Botrytis*-Wachstum.

Die Vermutung, daß es sich bei dieser Kopffäule um Infektion mit *Botrytis allii* handele, wurde durch Untersuchungen von Heiling, Biologische Reichsanstalt Aschersleben, nach der Durchführung von Impf- und Infektionsversuchen bestätigt².

„Als eigentliche Erreger der Fäule ist der Pilz *Botrytis* anzusehen (nach Sporengröße handelt es sich um die Art *B. cinerea*). Die besondere Form dieser Fäule ist vermutlich der Art der Infektion zuzuschreiben. Dabei dürfte zunächst folgende Arbeitshypothese nicht unbegründet sein: Die Sporen des Pilzes gelangen wahrscheinlich schon auf dem Felde, von oben in nicht völlig abgereifte oder beim Verputzen falsch behandelte Zwiebeln oder in Dickhäuse (in allen drei Fällen ist ja der Abschluß an der Spitze der Zwiebel unvollkommen). Die Sporen keimen und zersetzen vornehmlich die inneren Zwiebelschalen; die trockenen Häute bieten dem Pilz keine Wachstumsbedingungen, so daß die Fäule nicht nach außen dringt; nur an der Spitze kommt es bisweilen zur Sporenbildung. Infolge der niedrigen Winter- bzw. Kühlhaustemperaturen geht das Pilzwachstum und damit der Zersetzungsvorgang langsam vonstatten, so daß die Krankheitssymptome erst ziemlich spät in Erscheinung treten. *Botrytis* ist als Wundparasit auf vorhandene Wunden oder sonstige Eingangspforten angewiesen; die unverletzte und an der Spitze gut abgetrocknete und abgeschlossene Zwiebel ist für ihn unangreifbar.“

In der amerikanischen Literatur wird übrigens eine als „neck-rot“ (Halsfäule) bezeichnete, durch *Botrytis allii* hervorgerufene Krankheit erwähnt³, die der von uns beschriebenen „Kopffäule“ entsprechen könnte. Nach holländischen Untersuchungen neueren Datums⁴ wird gleichfalls an holländischen Zwiebeln eine Kopffäule als Folge von *Botrytis*-Befall beschrieben.

Nach allem könnte angenommen werden, daß es zwei verschiedene Krankheiten gibt, die beide als „Kopffäule“ angesprochen werden, weil bei beiden zunächst nichts als eine eingesunkene Partie unterhalb des Zwiebelhalses erkennbar wird. Eine hiervon, und zwar die im deutschen Anbau fast ausschließlich vorgefundene, würde nach unseren Untersuchungen und Beobachtungen als primäre *Botrytis*-Infektion anzusprechen sein.

Diese Kopffäule richtet große Schäden unter den Lagerzwiebeln an. In manchen Jahren sind diese Schäden und die Verluste an Zwiebeln sehr groß — in manchen Jahren geringer. Doch finden sich auch in Jahren mit an sich guter Haltbarkeit von Zwiebeln immer wieder Posten, die stark von dieser Krankheit befallen werden und verderben.

¹ Gärtner-Börse 13, Nr 51/52 (1931).

² Unveröffentlichte schriftliche Mitteilung März 1941.

³ G. C. Walker, J. agricult. Res. 30, Nr 4 (1925) u. 33, Nr 10 (1926).

⁴ Verslagen en Mededeelingen van den Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen Nr 90.

Meist handelt es sich dabei, soweit man dies feststellen konnte, um aus irgendeinem Grunde unreif geerntete Zwiebeln oder solche, die stark mit Dickhälsen durchsetzt waren.

Um diese Beobachtungen allgemeiner Art näher zu verfolgen, sollte in einem exakten Versuch geklärt werden, ob und wie die Neigung zu Kopffäule-Befall durch die Erntezeit bzw. den Reifezustand der Zwiebeln bei den Erntearbeiten beeinflußt wird. In Verbindung damit sollte auch geprüft werden, ob ein „Trocknen“ der Zwiebeln hemmenden Einfluß auf die Entwicklung der Kopffäule ausübt.

Es wurden Zwiebeln aus einem für diesen Versuch geeignet erscheinenden Feld in drei Reifestadien geerntet.

1. Ernte am 27. VIII. 1941:

die Zwiebeln waren am Erntetag grün mit weichen, frischen Schloten,

2. Ernte am 3. IX. 1941:

die Zwiebeln waren halbwek, noch nicht normal erntereif,

3. Ernte am 16. IX. 1941:

die Zwiebeln waren trocken, erntereif.

Aus jeder Ernte wurde je ein Drittel

a) sofort, d. h. 2—3 Tage nach der Ernte, geputzt und eingelagert,

b) von den grün und halbreif geernteten und im frischen Zustand geputzten Zwiebeln wurde ein Teil künstlich 6—8 Stunden bei etwa $+35^{\circ}\text{C}$ getrocknet,

c) auf dem Feld normal abtrocknen gelassen, dann geputzt und eingelagert,

d) nach dem Abtrocknen auf dem Feld in geputztem Zustand noch 5 Tage bei Zimmertemperatur von rund 20°C vorgelagert.

Die Einlagerung der Zwiebeln erfolgte unter den üblichen Kühlhausbedingungen bei einer Temperatur von $-2,5$ bis -3°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von rund 85%. Kleinere Vergleichspartien wurden auch bei $+1^{\circ}\text{C}$ eingelagert.

Da bei der Einlagerung aus erster und zweiter Ernte nicht alle Zwiebeln gleichmäßig trocken waren, wurde nach Einlagerung einer unsortierten Hauptmenge, die aus erster und zweiter Ernte stärker mit „Dickhälsen“ durchsetzt war, ein gewisser Anteil der Zwiebeln sortiert in

solche, die noch einen weichen, etwas grünlichen Hals zeigten, also am unreifsten waren,

solche, die halbtrockene Hälse zeigten und

solche, die an der Halspartie ganz trocken waren.

Die Zwiebeln wurden erstmalig Mitte März bonitiert und dann bis 5. VI. nach Aussortieren der faulen Zwiebeln weiter gelagert, entfroset und die Schlußbonitierung vorgenommen.

Bei Auslagerung wurden, soweit überhaupt gesunde Zwiebeln ausgelagert werden konnten, diese zur Nachlagerung in Zimmertemperatur aufgestellt und in wöchentlichen Abständen der Prozentanteil auswachsender Zwiebeln ermittelt.

Zu den in verschiedenen Reifestadien eingelagerten Zwiebeln wurden in zwei-monatigen Abständen ergänzende Untersuchungen auf Veränderung des Trockensubstanzgehaltes, des Refraktometerwertes, des osmotischen Wertes, der Säure und des Zuckergehaltes vorgenommen, um den Einfluß des Reife- bzw. Trocknungszustandes auf diese Faktoren kennenzulernen und zu untersuchen, ob sich Beziehungen dieser zu der Haltbarkeit ergeben.

Ergebnis des praktischen Lagerungsversuchs.

Bei der Bewertung der Zwiebeln wurde festgestellt, daß der Ausfall zum weitaus größten Teil durch Kopffäule infolge Befalls mit „*Botrytis allii*“ hervorgerufen war, für deren Entwicklung die Witterungsverhältnisse der Erntemonate August/September/Oktobre sehr günstig waren. Der Anteil wurzelfauler Zwiebeln am Gesamtausfall war weit geringer. Auswuchs im Lager wurde so gut wie gar nicht festgestellt, so daß in der nachfolgenden Übersicht lediglich der Prozentsatz fauler Zwiebeln als Ausfall angegeben wird.

Vergleicht man zuerst die Haltbarkeit der sofort nach der Ernte eingelagerten Zwiebeln aus den drei Erntezeiten miteinander (Übersicht 1), so zeigt sich, daß der Anteil fauler Zwiebeln bei den am spätesten (reif) geernteten am geringsten ist. Es entspricht den Erwartungen, daß bei den „trocken“ gezogenen Zwiebeln der dritten Ernte die Infektionsgefahr herabgemindert worden ist. Die „unreif“ geernteten und eingelagerten Zwiebeln dagegen weisen sowohl bei der sofortigen Einlagerung als auch bei Einlagerung nach künstlichem Vortrocknen weniger Fäule und somit bessere Haltbarkeit auf als die halbreif geernteten, bei denen in diesem Versuch der Fäulebefall am stärksten war. Diese an sich unerwartete Feststellung könnte mit dem Witterungsverlauf zusammenhängen, wenn die klimatischen Bedingungen für die Entwicklung der Krankheitserreger von *Botrytis allii* zur Zeit der zweiten Ernte besonders günstige waren. (Niederschläge, Sonnenscheindauer und Temperatur September und Oktober wurden genauestens kontrolliert.) Die Witterungsverhältnisse waren zur Zeit der zweiten Ernte nun an sich besonders günstige insofern, als in den Ernte- und Versandtagen vom 3. bis 5. IX. kein Regen fiel, während am Erntetag der ersten Ernte, am 13. V., Regen gefallen war. Die Sonnenscheindauer am Erntetag und dem darauffolgenden betrug allerdings bei der zweiten Ernte nur 11 Stunden, gegenüber 19½ Stunden bei der ersten Ernte. Darin könnte trotz ähnlicher Temperaturverhältnisse eine Begünstigung der Zwiebeln erster Ernte durch das Wetter gesehen werden.

Übersicht 1. Der Ausfall durch Fäule zu verschiedenen Zeiten geernteter und kühlgelagerter Zwiebeln (in v. H. der eingelagerten Menge).

Einlagerungsbedingungen	1. Ernte 27. VIII. 1941 unreif	2. Ernte 3. IX. 1941 halbreif	3. Ernte 19. IX. 1941 reif
Sofort geputzt und eingelagert	77,8	88,5	65,7
sofort geputzt und künstlich getrocknet	55,8	78,4	45,3*
auf dem Feld getrocknet	19,6	21,5	18,5
auf dem Feld getrocknet und fünf Tage künstlich nachgetrocknet	20,9	19,2	21,0

* Diese Zwiebeln wurden nicht künstlich, sondern drei Tage bei Zimmertemperatur getrocknet.

Vergleichende Beobachtung der aus gleicher Erntezeit mit grünen, halbtrockenen und trockenen Hälsen (Schlottenansatzstellen) eingelagerten Zwiebeln zeigt, daß bei den mit trockenen Schlotten geernteten Zwiebeln der Prozentsatz kranker Zwiebeln erheblich abnimmt, während zwischen den grün und halbreif eingelagerten Zwiebeln kaum ein Unterschied erkennbar ist.

Die künstliche Trocknung bei diesen sofort nach der Ernte verputzten Zwiebeln hat — aus allen drei Ernten — eine die Kopffäule-Entwicklung hemmende Wirkung ausgeübt, wenn auch trotz der Trocknung die Fäuleausfälle noch recht erhebliche sind.

Vielleicht könnte eine Verlängerung der Trocknungszeiten die Krankheitsentwicklung noch herabmindern.

Weit besser als die künstliche Trocknung sofort nach dem Herausnehmen verputzter und eingekühlter Zwiebeln wirkt sich das natürliche Vortrocknen auf dem Feld aus, wobei das Laub an den Zwiebeln natürlich abstirbt und ein guter „Schluß“ des Zwiebelhalses dadurch gewährleistet ist.

Es verwischen sich bei diesen auf dem Feld abgetrockneten Zwiebeln die Einflüsse der Erntezeiten fast ganz. Die Ausfälle durch Fäule — Kopffäule rund $\frac{2}{3}$, Botrytisfäule von außen rund $\frac{1}{3}$ — liegen bei den Zwiebeln erster, zweiter und dritter Ernte gleich, die vorhandenen Schwankungen liegen innerhalb der Fehlergrenzen. Eine Nach-trocknung dieser Zwiebeln bei Zimmertemperatur in Säcken übte keinen haltbarkeitsverbessernden Einfluß mehr aus. Somit könnte man auch annehmen, daß eine Aufbewahrung von Zwiebeln mit welken Schloten in ungeputztem Zustand durchführbar wäre, ohne daß die Haltbarkeit dadurch gefährdet ist. Das in der kleinbäuerlichen Praxis hin und wieder anzutreffende Verfahren hat den Vorteil, daß man — genügend geeigneten Lagerraum vorausgesetzt — das Putzen später in arbeitsarmen Zeiten durchführen könnte. Wesentlich ist also, daß die Zwiebelschloten trocken sind, ehe die Zwiebeln verputzt werden, während die Ernte in noch unreifem Zustand an sich keinen Schaden in der Haltbarkeit hervorruft, wenn die Zwiebeln nach dem Herausnehmen nur abtrocknen können.

Bei den auf dem Feld natürlich abgetrockneten und den auf dem Feld abgetrockneten und bei Zimmertemperatur nachgetrockneten Zwiebeln wurde die Haltbarkeit nach Auslagerung an je 4 mal 50 Stück, die bei Zimmertemperatur aufgestellt waren, durch wöchentliches Auszählen der gekeimten und faulenden Zwiebeln ermittelt. Von den sofort nach der Ernte geputzten und eingelagerten Zwiebeln konnten keine Nachprüfungen angestellt werden, da fast alle Zwiebeln im Kühllager krank geworden oder durch die Kälte so geschädigt waren (Abb. 7), daß sie nach dem Auftauen weich wurden. Diese Beobachtung stellt eine anormale Erscheinung dar, da normal gereifte Zwiebeln bei der Kühlhauslagerung in $-2,5$ bis -3°C keine Kälteschäden erleiden!

Die Beobachtungen der Haltbarkeit nach Auslagerung zeigten, daß der Ausfall in der Hauptsache durch Auswuchs hervorgerufen wurde. Der stärkste Anteil nach Auslagerung auswachsender Zwiebeln liegt bei den Partien aus der dritten Ernte, und zwar sowohl aus der Lagerung $-2,5^{\circ}$ als auch bei $+1^{\circ}\text{C}$. Da diese eindeutig die stärkste Bereitschaft zum Auswuchs zeigen, muß daraus geschlossen werden, daß die Ernte in grünem Zustand eine Hemmung der späteren Keimentwicklung nach Auslagerung im Frühjahr herbeigeführt bzw. Ernten im ausgereiften Zustand die Keimentwicklung nach Auslagerung zur normalen Austriebszeit begünstigt.

Deutlich zeigen ferner die in $+1^{\circ}\text{C}$ gelagerten Zwiebeln schon von der zweiten Woche nach Auslagerung an ein viel schnelleres Auswachsen als die aus $-2,5^{\circ}\text{C}$ stammenden. Der Einfluß wärmerer Lagerung als Auswuchs beschleunigender Faktor ist somit deut-



Abb. 7. Frostschäden in Form grün-glasiger Verfärbung der Schuppen an zu früh (unreif) geernteten und gekühlten Zwiebeln.

lich in der Haltbarkeit nach Auslagerung hervorgetreten. Damit findet auch durch diesen Versuch eine alte Erfahrung ihre Bestätigung.

Zusammenfassend ergaben sich aus den praktischen Lagerungsversuchen folgende Feststellungen:

Ernte und Verputzen in vollreif abgetrocknetem Stadium hemmte die Entwicklung von Kopffäule im Kühllager.

Ernte und Verputzen in grünem oder auch halbreifem Stadium förderte die Entwicklung von Kopffäule im Kühllager.

Künstliche Trocknung (bei $+35^{\circ}\text{C}$) frisch verputzter, aber gesunder Zwiebeln hat im Vergleich zu nicht getrockneten eine die Kopffäule-Entwicklung hemmende Wirkung aufgewiesen. (Dauer der Trocknung und Trocknungstemperatur wären zu variieren, um die günstigsten Trocknungsfaktoren zu erfassen.)

Die Trocknung bereits infizierter Zwiebeln bewirkte sehr schnell starke Ausbreitung des Pilzschadens und schnelle Zersetzung des befallenen Zwiebelfleisches.

Die weitaus beste Haltbarkeit wiesen Zwiebeln auf, die nach dem Ernten eine Zeitlang zur natürlichen Nachtrocknung auf dem Feld liegenblieben.

Durch diese natürliche Nachtrocknung verwischte sich der Einfluß der Erntezeiten, der bei dem Verputzen und Einlagern sofort nach der Ernte so auffällig deutlich wurde, fast ganz. Es ist also der Reifezustand der Schlotten bei Vornahme des Putzens weitaus wichtiger für die spätere Haltbarkeit als der Reifezustand bei der Ernte.

Die stärkste Neigung zum Auswuchs nach Auslagerung zeigten die Zwiebeln aus der spätesten Ernte. Ernte in vollreifem Zustand begünstigte die spätere Keimentwicklung nach Auslagerung.

Der Prozentsatz auswachsender Zwiebeln lag bei den in $+1^{\circ}\text{C}$ gelagerten deutlich höher als bei den in $-2,5^{\circ}\text{C}$ gelagerten.

Zu erwähnen ist ferner die Tatsache, daß die unreifen Zwiebeln erster Ernte ganz auffallend stark im Kühllager gefroren waren.

In der Praxis des Zwiebelbaues hat man alljährlich, besonders bei feuchtwarmer Witterung, mit dem Auftreten einer als „falscher Mehltau“ bezeichneten, durch *Peronospora Schleidenii* hervorgerufenen Krankheit zu tun.

Von diesem Pilz befallene Felder zeigen ein ganz typisches Bild. Der obere Teil der Schlotte stirbt ab, wobei das unnatürliche Absterben sich durch ein scharfes Abknicken der Laubblätter meist im oberen Drittel der Schlotte unter Schwarzfärbung des abgestorbenen Teils bei sonst noch grünen und aufrechtstehenden Zwiebeln charakterisiert.

Typisch ist ferner für solche Bestände, daß sie oft nicht zur normalen Reife kommen und dazu neigen, entweder insgesamt zu früh abzusterben oder überhaupt nicht zum natürlichen Schluß der Schlotte zu kommen.

In Kühllagerungsversuchen wurde festgestellt, daß Zwiebeln solcher Felder auch im Kühllager noch stärkeren Befall mit Fäule, durch *Botrytis allii* hervorgerufen, aufweisen (Abb. 8).

Typisch für den Befund solcher kranken Zwiebeln ist das Auftreten glasiger, grau-grünlicher Partien im Anfangsstadium des Verderbs. Dasselbe zeigen auch sonst von *Botrytis allii* befallene Zwiebeln, bevor infolge fortgeschrittener Zersetzung eine Verfärbung ins Bräunlichschwärzliche beginnt. Mikroskopische Untersuchungen lassen

an solchen „glasigen“ Zellen schon deutlich eine Durchwucherung mit Hyphen des Pilzes erkennen (Abb. 9).

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle war der Befall, besonders wenn die Zwiebeln



Abb. 8. Botrytisfäule als Sekundär-Infektion an Zwiebel aus einem mit „falschem Mehltau“ befallenen Bestand.

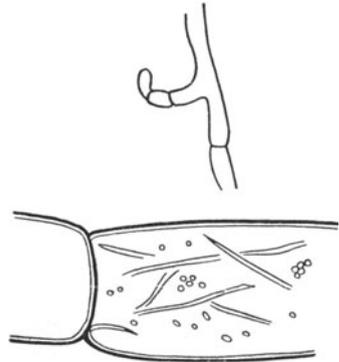


Abb. 9. Mikroskopisches Bild Botrytisbefallener Zwiebelzellen.

beim Verputzen noch weiche Schlotten zeigten, durch Infektion vom Hals ausgehend, feststellbar.

Ergebnis der Analysen.

Aus den analytischen Feststellungen, die vor Einlagerung und dann laufend in etwa zweimonatigen Abständen durchgeführt wurden, ergab sich zu den einzelnen Bestimmungen folgendes:

Trockensubstanzgehalt. Die Höhe des Trockensubstanzgehaltes vor Einlagerung zeigte keine Abhängigkeit von der Erntezeit bzw. dem Reifezustand, desgleichen nicht von dem Grad der Abtrocknung.

Es läßt sich weiterhin kein Zusammenhang zwischen Veränderung des Trockensubstanzgehaltes während der Kühlagerung und Erntezeit oder Vorbehandlung erkennen. Somit sind auch zwischen Haltbarkeit im Kühllager und Verhalten der Trockensubstanz keine Beziehungen auffindbar. Insgesamt sind die Schwankungen zwischen den verschiedenen Trockensubstanzwerten so gering, daß sie als im Rahmen der individuellen Schwankungsbreite liegend anzusehen sind.

Osmotischer Wert. Es sinkt der osmotische Wert der zu verschiedenen Ernteterminen gezogenen Zwiebeln mit fortschreitender Erntezeit.

Die osmotischen Werte der auf dem Feld getrockneten Zwiebeln liegen höher als die der künstlich getrockneten und der frischen. Da diese Zwiebeln die beste Haltbarkeit aufweisen, stünde somit bei Zwiebeln gleicher Ernte hoher osmotischer Wert und gute Haltbarkeit in positiver Korrelation.

Insgesamt wird im Gegensatz zu dem Verhalten des Trockensubstanzgehaltes eine Tendenz zur Erhöhung der osmotischen Werte während der Lagerung bei allen Versuchsvariationen deutlich erkennbar, obgleich Zunahme und Abnahme in engen Grenzen abwechseln. Die Zunahme vom Anfangs- zum Endwert beträgt rund 2—4 Atmosphären.

Die Höhe der Zunahme steht aber in keiner erkennbaren Abhängigkeit zur Erntezeit oder dem Grad der Trocknung.

Refraktometerwert. Durch die Vertrocknung auf dem Feld ist der Refraktometerwert bei den zur Untersuchung gekommenen Zwiebeln zweiter und dritter Ernte gegenüber dem Wert frisch geernteter Zwiebeln erhöht worden.

Die Veränderungen des Refraktometerwertes während der Lagerung sind sehr sprunghafte.

Klare Zusammenhänge zwischen Einfluß der Erntezeit oder dem Grad der Trocknung und dem Verhalten bei der Lagerung treten nicht hervor.

Säuregehalt. Der Anfangssäuregehalt der auf dem Feld getrockneten Zwiebeln liegt merklich höher als der der frisch geernteten. Dies zeigt sich auch bei den späteren Untersuchungen, wo im Verlauf der Lagerung die Zwiebeln aus der natürlichen Trocknung stets den höchsten Säuregehalt aufwiesen.

Während der Lagerung ist eine Neigung zum Säureanstieg zu beobachten. Die gleichmäßigsten Säurewerte im Verlauf der Lagerung zeigen die auf dem Feld getrockneten Zwiebeln, insbesondere die der dritten Ernte. Es erweckt den Eindruck, als sei hier eine gewisse „Ruhe“ im Verlauf der inneren Umsetzungsprozesse eingetreten.

Somit haben die am besten haltbaren Zwiebeln aus der natürlichen Trocknung die höchsten Säurewerte bei Einlagerung und gleichmäßigstes Verhalten bei der Kühlung aufgewiesen.

Zuckergehalt. Insgesamt ist zunächst der Anteil der Monosaccharide an dem Gesamtzuckergehalt sehr viel geringer (rund $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$) als der der Disaccharide, die den Hauptbestandteil des Zuckers ausmachen. Ferner zeigt es sich, daß im Verlauf der Lagerung von Dezember bis Juni sich die Menge an Monosacchariden in den Zwiebeln kaum veränderte. Den ausgeglichendsten Verlauf wiesen die Monosaccharide der auf dem Feld abgetrockneten Zwiebeln auf.

Es ist festzustellen, daß die Zwiebeln zweiter Ernte bei fast gleichem Monosaccharidgehalt höheren Disaccharidgehalt aufwiesen als die der ersten und dritten Ernte, insbesondere gilt das für die nach natürlicher Abtrocknung auf dem Feld eingelagerten Zwiebeln. Diese Zwiebeln hatten im praktischen Lagerungsversuch die beste Haltbarkeit aufzuweisen!

Es läßt sich aus allen gefundenen Werten schließen, daß die natürliche Abtrocknung auf dem Feld die gleichmäßigsten und stabilsten Verhältnisse geschaffen hat. Nochmals sei daran erinnert, daß diese Zwiebeln auch die beste Haltbarkeit im Kühlager aufwiesen.

Zusammenfassend läßt sich aus den Ergebnissen der Analysen festlegen:

Beziehungen zwischen der Höhe der untersuchten Werte vor Einlagerung und dem Verhalten derselben bei der Lagerung zur Haltbarkeit ließen sich feststellen:

Zwiebeln guter Haltbarkeit hatten hohen osmotischen Wert.

Bei der Vortrocknung auf dem Feld fand Erhöhung des Refraktometerwertes statt, und damit war eine bessere Haltbarkeit der Zwiebeln im Kühlager verbunden.

Zwiebeln, die auf dem Feld abgetrocknet waren, wiesen höhere Säurewerte und bessere Haltbarkeit auf als in nicht abgetrocknetem Zustand eingelagerte. Somit zeigt hier hoher Säuregehalt und gute Lagerungsfähigkeit eine positive Beziehung an.

Die Zwiebeln mit höchstem Disaccharidgehalt hatten im Lagerungsversuch die beste Haltbarkeit aufgewiesen.

Schlußfolgerung für die Praxis nach den Ergebnissen der Versuche.

Die Versuche haben eindeutig gezeigt, daß Zwiebeln, die mit nicht vollkommen normal und trocken abgereiften Schlotten verputzt werden, stark von einer durch *Botrytis allii* hervorgerufenen Kopffäule befallen werden. Es ist deshalb von allergrößter Wichtigkeit, darauf zu achten, daß nur vollkommen trocken abgereifte Zwiebeln verputzt werden.

Die Wundstelle, die beim Verputzen noch grün-weicher Schlotten entsteht, also bei nicht abgereiften Zwiebeln und Dickhälsen, ist Eingangspforte für den im Boden der Zwiebfelder vorhandenen Erreger dieser Kopffäule. Dabei ist es gleich, ob gesunde Zwiebeln zu früh verputzt werden oder ob es sich um Zwiebeln handelt, die infolge Befalls mit Krankheiten (Mehltau) nicht oder unzeitig anormal abreifen.

Nur eine Zwiebel mit ganz gutem festem „Schluß“ am Hals, der durch normale Reife und Abtrocknung erzielt wird, sichert vor *Botrytis*-Infektion durch den Hals.

Die Vornahme der Ernte selbst in noch nicht abgereiftem Zustand der Zwiebel gefährdet die Haltbarkeit weniger, wenn die Zwiebeln nach dem Ziehen auf dem Feld bei Sonne und Wind gut nachtrocknen können.
