

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.

Plastiden oder um von außen eingedrungene plasmatische Substanz handelt.

Obwohl die KAPPERTSche Auffassung für einige besonders weitgehend zerklüftete Körner zutreffen kann (vgl. auch A. MEYER, 1895), so kann sie doch das

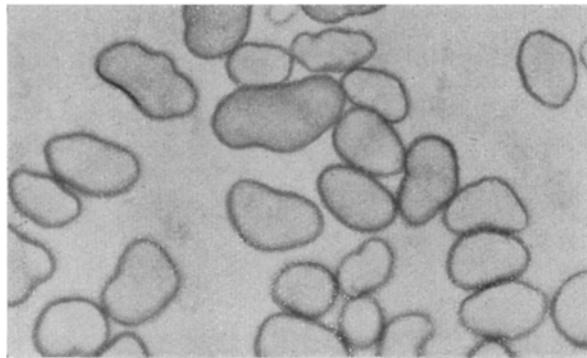


Abb. 1. Stärkekörper aus den Kotyledonen der Schalerbse „Konservenkönigin“. (Vergr.: 400 mal.)

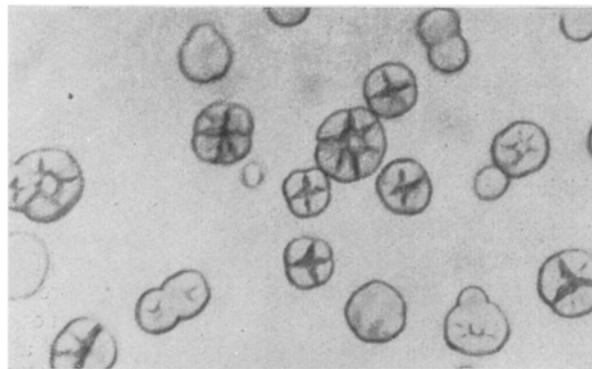


Abb. 3. Stärkekörper aus den Kotyledonen der Markerbse „Quedlinburger Konservenperle“. (Vergr.: 400 mal.)

Auftreten der auffälligen Kanäle nicht grundsätzlich erklären, denn diese erreichen in sehr vielen Fällen die Peripherie des Kornes nicht, d.h. sie können kaum durch fermentative Wirkung von außen eingedrungenen Plasmas entstanden sein. Es macht statt dessen viel eher den Eindruck, als ob die stark zerklüfteten Körner nur den Endzustand einer mit der Bildung von Rissen im Inneren des Kornes beginnenden Entwicklung darstellen. Vielleicht erklären sich sowohl die atypische Gestalt als auch die Risse dieser Stärkekörper allein aus ihrem chemischen Aufbau. Wie noch im einzelnen zu zeigen ist, besteht Markerbsenstärke zu einem sehr hohen Prozentsatz aus Amylose. Wie die Abb. 5 zeigt, bildet nun aber reine Amylose, welche nach der Methode von SCHOCH (1941) aus Erbsenstärke dargestellt wurde, bei langsamer Kristallisation unter dem Deckglas Sphärokristalle, welche eine auffällige Ähnlichkeit mit nativer Markerbsenstärke aufweisen. Die einzelnen Kristallite scheinen dabei allerdings größer und weniger dicht gelagert zu sein, und es fehlt den Amylosesphärokristallen außerdem eine glatte äußere Begrenzung. Letzteres ist sicherlich mit dem Mangel an Amylopektin zu erklären, welches ja auch in den Stärkekörpern vornehmlich in den peripheren Schichten vermutet wird. Die Amylosesphärokristalle zeigen aber sowohl die kugelige Gestalt als auch die eigenartige Segmentierung der Markerbsenstärkekörper. Offenbar fehlen diesen — und natürlich auch den experimentell erzeugten reinrassigen Amylosesphärokristallen — die bei den übrigen Stärke-

körnern vorkommenden Vernetzungen der einzelnen Micellen durch die verzweigten Amylopektinmoleküle, so daß diese Körper in radialer Richtung sehr leicht spaltbar sind und jede tangentiale Spannung, sei sie durch Wasseraufnahme, Druck oder Wasserabgabe be-

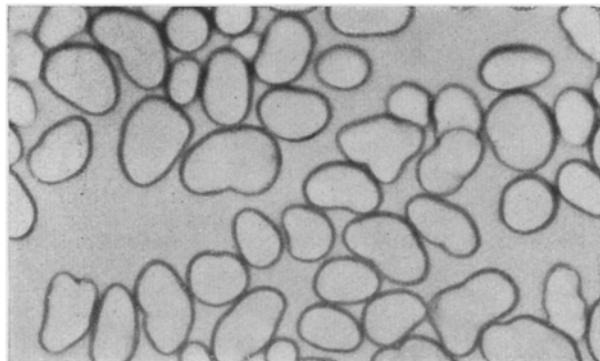


Abb. 2. Stärkekörper aus den Kotyledonen der Schalerbse „Hadmerslebener Brunsviga“. (Vergr.: 400 mal.)

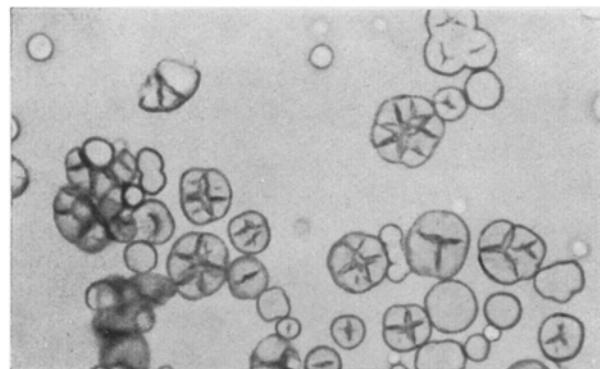


Abb. 4. Stärkekörper aus den Kotyledonen der Markerbse „Wunder von Kelvedon“. (Vergr.: 400 mal.)

dingt, mit dem Auftreten radialer Spalten beantworten. Wahrscheinlich ist die Tatsache, daß in den Markerbsenstärkekörpern verhältnismäßig reinrassige Amylosesphärokristalle vorliegen auch die Ursache für das bekannte Einschrumpfen der Markerbsen beim Über-



Abb. 5. Sphärokristalle aus Amylose. (Retuschiert.)

gang zur Vollreife. A. MEYER hat bereits angegeben, daß reinrassige Sphärokristalle von Kohlehydraten Wasser während des Austrocknens sehr lange festhalten und bei erneutem Wasserangebot wieder energisch zwischen die einzelnen Kristallite einlagern. Dabei treten nach MEYER beträchtliche Veränderungen der Durchmesser der Sphärite auf. Wahrscheinlich gibt die Mehrzahl der Markerbsenstärkekörper beim Ausreifen des Samens das Wasser erst zu einem Zeitpunkt

ab, in dem die durch Wasserverlust bedingte Volumenverminderung anderer Teile des Samens bereits weitgehend abgeschlossen ist, so daß es zu einem Schrumpfen der Samenschale und des ganzen Kornes kommt. Das energische und langdauernde Festhalten des Wassers durch die Stärkekörner erklärt wahrscheinlich auch das wesentlich niedrigere spez. Gewicht der Markerbsen im Reifezustand der Gemüseerbsen gegenüber physiologisch etwa gleichalten Schalerbsen.

Die Körner der Schalerbsenstärke mit ihrem wesentlich höheren Gehalt an Amylopektin sind dagegen offenbar ähnlich gebaut wie die meisten anderen Stärkearten, d.h. sie bestehen im wesentlichen aus einer Reihe konzentrischer Schichten von Amylopektinmicellen, die infolge der verzweigten Struktur des Amylopektinmoleküls dadurch untereinander vernetzt sind, daß ein Molekül gleichzeitig mehreren Micellen angehören kann (K. H. MEYER, 1943). Dadurch ist ein radiales Aufreißen dieser Stärkekörner praktisch nicht möglich, und wir finden bei ihnen nach Wasserverlust die typischen Trockenrisse der Leguminosenstärke im Inneren des Kornes.

Mit diesem verschiedenen Bau der Stärkekörner hängt noch ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Erbsengruppen zusammen. Während nämlich die Schalerbsenstärke ähnlich wie die anderen bekannten Stärkearten den Vorgang der „Verkleisterung“ zeigt, geht diese Eigenschaft den Markerbsenstärkekörnern völlig ab. Dieser Vorgang besteht nach K. H. MEYER in einem Auseinanderweichen der Amylopektinmicellen, die aber trotzdem noch lose untereinander vernetzt bleiben. Dadurch erreicht das Volumen des Stärkekornes ein Vielfaches der ursprünglichen Größe und die Viskosität der Aufschwemmung — des „Stärkekleisters“ — steigt. Normalerweise geht dabei die zwischen den Amylopektinmicellen eingelagerte Amylose in Lösung. Die Stärkekörner aus Schalerbsen verkleistern nach dem Eintragen in heißes Wasser etwa bei Siedetemperatur, der mittlere Durchmesser von Markerbsenstärkekörnern nimmt dagegen auch nach längerem Verweilen in siedendem Wasser nicht merklich zu. Selbst bei dreistündigem Erhitzen im Autoklaven bei 4 atü tritt keine Verkleisterung dieser Stärkeart ein. Es ist allenfalls ein Zerbrechen der Körner an den vorgezeichneten Stellen zu erreichen. Aber meist finden dabei bereits hydrolytische Abbauvorgänge statt, die sich durch eine Verfärbung der Lösung nach gelblich braunen Farbtönen anzeigen. Mit dieser Eigenart der Markerbsenstärke steht die bekannte Erscheinung in Zusammenhang, daß reife Markerbsen nicht als Ersatz für Speiseerbsen verwendet werden können, weil sie nicht „weich“ werden. Bei ihnen kommt es eben zu keiner Verkleisterung der einzelnen Stärkekörner und die Samen bleiben auch trotz einer eventuellen vorherigen Zerkleinerung hart oder grießig.

Alle diese Unterschiede lassen sich — wie bereits angedeutet — zwangslässig aus den chemischen Unterschieden der beiden Stärkearten erklären, welche vor allem in einem unterschiedlichen Verhältnis von Amylose zu Amylopektin bestehen. Nachdem bereits früher (KAPPERT, l. c.) die Vermutung ausgesprochen worden war, daß chemische Unterschiede für das verschiedene Verhalten der Stärkekörner beider Erbsengruppen verantwortlich seien, haben neuerdings PEAT, BOURNE und NICHOLLS (l. c.) wieder auf diese Tatsache hin-

gewiesen. Sie fanden in einer englischen Markerbsenvarietät eine zu 98% aus Amylose bestehende Stärkeart. Unter den hier untersuchten Markerbsen fand sich zwar keine so extrem amylosehaltige Sorte, aber auch bei unserem Material zeigte sich ein ungewöhnlich hoher Gehalt an Amylose. Während sich der Gehalt an diesem Polysaccharid in der Kartoffelstärke auf etwa 18% beläuft und in anderen bekannten Stärkearten (z.B. Getreidestärken) etwa 30% beträgt, ergaben die Analysen unserer Markerbsenstärke Werte zwischen 57 und 65%. Die Stärke der Schalerbsen verhielt sich auch in dieser Beziehung eher wie diejenige anderer Pflanzen (s. Tab. I).

Tabelle I. Amylose-Amylopektin-Verhältnis von Stärkekörnern aus den Kotyledonen „gemüsereifer“ Erbsen.

Sorte	Amylosegehalt in %	Amylose/Amylopektin
Markerbsen:		
Quedlinburger Konservenperle	65,6	1,91
Lincoln	63,4	1,73
Aldermann	61,5	1,60
Salzmündener Edelperle	60,8	1,55
Laxtons Progress	60,5	1,53
Quedlinburger Foli	60,0	1,50
Delikatess	59,5	1,47
Quedlinburger Delex	58,9	1,43
Wunder von Kelvedon	57,5	1,35
Quedlinburger Deli	57,2	1,34
Schalerbsen:		
Vorbote	36,7	0,58
Braunschweiger grünbl. Folger	35,8	0,56
Kleine Rheinländerin	35,4	0,55
Quedlinburger Heralda	34,9	0,54
Saxa	34,7	0,53
Konservenkönigin	33,1	0,49

Die Bestimmung des Verhältnisses Amylose/Amylopektin wurde in Anlehnung an die von SCHOCHE (1941) gegebene Arbeitsvorschrift durchgeführt. Wir erhitzten die entfettete Stärke mit der hundertfachen Menge Butanol-Wasser (1:10) 4 Stunden lang bei 3 atü und fällten die Amylose durch Zugabe von 4 Teilen Amylalkohol zu der noch heißen Lösung der Stärke aus. Nach mindestens 24 stündigem Stehen in der Kälte kann die Amylose abzentrifugiert werden. Die hier mitgeteilten Werte für den Amylosegehalt stellen demnach genau genommen nur die sog. „A-Fraktion“ dar, ein geringer Teil der Amylose wird durch das Schochsche Verfahren nicht erfaßt. Bei dem Versuch, das in der Lösung verbleibende Amylopektin mit Äthylalkohol (80%) auszufällen, stellten wir fest, daß außer dem unterschiedlichen Mengenverhältnis Amylose zu Amylopektin offenbar auch noch Unterschiede qualitativer Art zwischen den Amylopektinen der beiden Erbsengruppen bestehen. Während sich nämlich dasjenige aus Markerbsen leicht mit Äthylalkohol aussäubern und abzentrifugieren läßt, ergeben Schalerbsen-amylopektine so feine kolloidale Ausflockungen, daß weder mit SCHORTSCHEN G₄-Fritten noch mit Hilfe der Zentrifuge (6000 U/min) eine Abtrennung möglich war. Wir verzichteten aus diesem Grunde auf das Ausfällen des Amylopektins und bestimmten dieses Polysaccharid bei beiden Erbsengruppen einheitlich durch Eindampfen der amylopektinhaltigen Lösungen. Versuche, mit Hilfe von Molekulargewichtsbestimmungen zur näheren Charakterisierung der beiden Amylopek-

tine zu gelangen, schlugen fehl. Die von K. H. MEYER und Mitarbeitern vorgeschlagene kolorimetrische MG-Bestimmung von Polysacchariden mit Hilfe der Endgruppenbestimmung mittels 3,5-Dinitrosalizylsäure ergab keine eindeutigen Werte. Weder das Amylopektin noch die Amylose aus Mark- und Schalerbsenstärke sind nach vorherigem Trocknen noch wasserlöslich. Die Lösung gelingt mit Mühe in rnNaOH , dabei treten aber offensichtlich bereits Depolymerisationsvorgänge ein. Es gelang uns nicht, die Arbeitsbedingungen so konstant zu halten, daß in Parallelbestimmungen übereinstimmende Werte erhalten wurden.

Bei früheren Untersuchungen (SCHNEIDER, 1951) über die Eignung der Erbsensorten für Zwecke der Naßkonservierung war festgestellt worden, daß das Auftreten von Trübungen und Gelierungen im Aufgußwasser offenbar mit einem Hungerstoffwechsel der lagernden Erbsen in Zusammenhang steht. Dieser Hungerstoffwechsel äußert sich in einem partiellen Stärkeabbau, der bei den einzelnen Sorten in unterschiedlichem Maße und zu verschiedener Zeit eintritt. Da die Erbsen bei unseren diesbezüglichen Untersuchungen unausgepult gelagert wurden und damit die Möglichkeit eines Nachschubes von veratembaren Kohlehydraten aus den Hülsen gegeben war, lag es nahe, auch die Stärke der Erbsenhülsen in die qualitativen Stärkeuntersuchungen einzubeziehen. Über quantitative Stärkebestimmungen in den Hülsen der lagernden Erbsen und über diesbezügliche Unterschiede zwischen den Sorten wird nach dem Vorliegen weiterer Analysendaten berichtet werden. An dieser Stelle sei nur auf die auffällige Tatsache hingewiesen, daß sowohl die morphologischen Unterschiede als auch diejenigen im Verhältnis von Amylose zu Amylopektin bei den „Hülsenstärken“ nicht vorhanden sind. Die frischgepflückten Hülsen beider Erbsengruppen enthalten beträchtliche Mengen einer relativ kleinkörnigen Stärkeart. Die Stärkekörper ähneln in ihrer Gestalt denjenigen aus Schalerbsenkotyledonen, daselbe gilt für ihre chemische Zusammensetzung (s. Tab. 2 und Abb. 6a-d).

Tabelle 2. Amylose-Amylopektin-Verhältnis der Stärkekörper aus Erbsenhülsen.

Sorte	Amylosegehalt in %	Amylose/Amylopektin
Markerbsen:		
Aldermann	33,6	0,51
Quedlinburger Delex	31,2	0,45
„ Deli	36,5	0,57
„ Konservenperle	32,6	0,48
Salzmünder Edelperle	36,5	0,57
Senator	35,4	0,55
Stamm 51/37 (Züchter Vogel)	36,0	0,56
Schalerbsen:		
Hadmerslebener Brunsviga	29,6	0,42
Kleine Rheinländerin	27,0	0,37
Saxa	33,7	0,51
Peragis Felderbse	32,2	0,47
Mahndorfer Viktoria	29,9	0,43

Die charakteristischen Stärkeunterschiede zwischen den beiden Gruppen treten also erst bei der Bildung der Reservestärke in den Kotyledonen auf und stehen damit offenbar in engstem Zusammenhang mit der fermentativen Ausrüstung. Nachdem PEAT und

Mitarbeiter (HOBSON, WHELAN und PEAT 1950) das ursprünglich in der Kartoffelknolle aufgefundene Q-Enzym nun auch in Ackerbohnen und Markerbsen nachgewiesen haben und dabei feststellten, daß die Q-Enzyme der drei Objekte identisch sind, ist anzunehmen, daß der Aufbau der unverzweigten Amylosemoleküle aus den verzweigten Amylopektinketten in erster Linie von der Anwesenheit und der Reaktionsbereitschaft dieses Enzyms in den Erbsensamen abhängt. Die Unterschiede im Kohlenhydratstoffwechsel der beiden Erbsengruppen sind also nicht nur quantitativer sondern auch qualitativer Art.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß nach einer Mitteilung von CAMERON (1947) zwischen den Reservekohlehydraten der Stärke- und Zuckertypen der Maisendosperme ganz ähnliche Unterschiede bestehen wie zwischen den zuckerreicherden Markerbsen und den stärkerreicheren Schalerbsen. Er gibt an, daß in den Endospermen der Stärkemaistypen einfache Körner wechselnder Größe vorhanden sind, während im Endosperm der Zuckermaitypen zusammengesetzte Körner angetroffen werden, die je nach dem Genotyp mit verschiedenen Mengen einfacher Körner vermischt sind. Sehr stark wird das Verhältnis Amylose zu Amylopektin von der genetischen Konstitution beeinflußt: die Stärketyphen haben sehr einheitlich einen Amylopektингehalt von fast 69%, die Zuckertypen einen solchen zwischen 35 und 61,4%. Die dabei auftretenden Gruppen stimmen mit denen der Stärkeformen überein.

Die qualitativen Unterschiede der Stärkearten der Erbsensorten bewirken nun aber auch deutliche Unterschiede beim Konservierungsvorgang. Wie bereits erwähnt, verquellen Körner aus Schalerbsenstärke im allgemeinen bei Temperaturen von etwa 100°C , während diejenigen aus Markerbsenstärke unter diesen Bedingungen nicht zum „Verkleistern“ bringen sind. Da die Möglichkeit bestand, die ex-

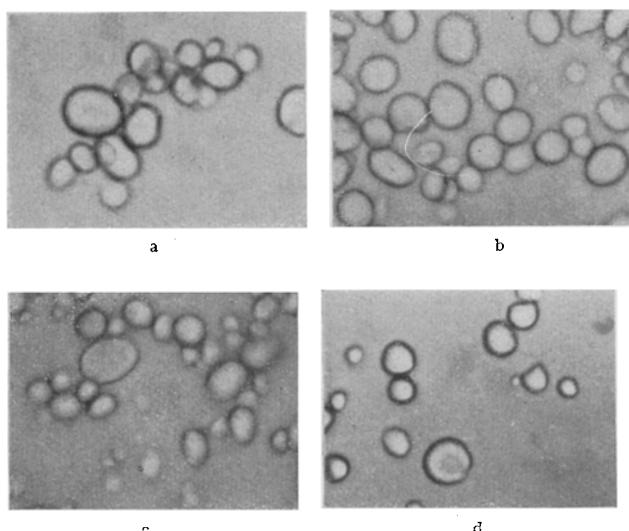


Abb. 6 a—d. Stärkekörper aus den Hülsen der Erbsensorten Konservenkönigin, Hadmerslebener Brunsviga, Konservenperle und Wunder von Kelvedon. (Vergr.: 400 mal.)

perimentell festgestellten Verschiedenheiten der einzelnen Erbsensorten in bezug auf die Veränderung der Naßkonserven allein auf diese qualitativen Unterschiede ihrer Stärkesorten zurückzuführen, bezogen wir auch die Stärke aus konservierten Erbsen in un-

sere Untersuchungen ein. Wir prüften zunächst, ob die durch die Sterilisierungstemperatur bedingte Veränderung der Stärkekörner etwa zu einem Bersten der Speicherzellen der Kotyledonen führt, so daß das Auftreten von Trübungen oder Gelierungen im Aufgußwasser eventuell als ein einfaches Ausschwemmen von Polysacchariden aus den Speicherzellen in die wäßrige Phase der Konserve zu erklären wäre. Wir stellten fest, daß praktisch alle Speicherzellen der Kotyledonen nach Anwendung unserer Sterilisierungstechnik unbeschädigt vorliegen. Nach Zerreiben im Mörser findet man nur völlig intakte Zellen, die allerdings bei den

sortimenten treten aber auch hierbei deutlich in Erscheinung: die Stärkekörner aus der bestgeeignetsten Markerbsen — der neuen Quedlinburger Hochzucht Konservenperle — zeigen keinerlei sichtbare Veränderungen. Diejenigen aus der weniger gut geeigneten Markerbsensorte Wunder v. Kelvedon dagegen sind vergrößert und zeigen Anfänge von Verquellungserscheinungen, was mit dem in Tab. I mitgeteilten wesentlich niedrigerem Verhältnis Amylose zu Amylopektin in guter Übereinstimmung steht. Bei den Schalerbsensorten lassen sich derartige Abstufungen an Hand der mikroskopischen Bilder nicht treffen,

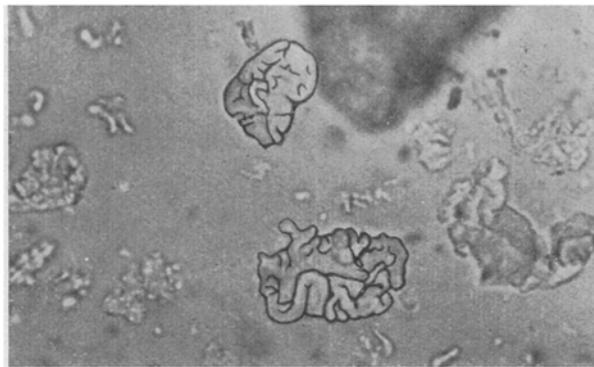


Abb. 7. Stärkekörner aus den Kotyledonen konservierter Erbsen der Sorte Konservenkönigin. (Vergr.: 400 mal.) (Retuschiert.)

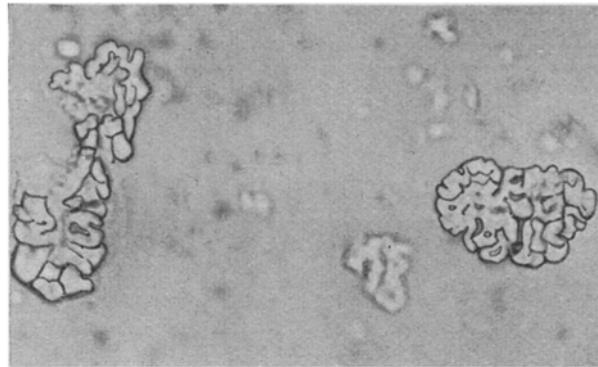


Abb. 8. Stärkekörner aus Kotyledonen konservierter Erbsen der Sorte Hadmerslebener Brunsviga. (Vergr.: 400 mal.) (Retuschiert.)

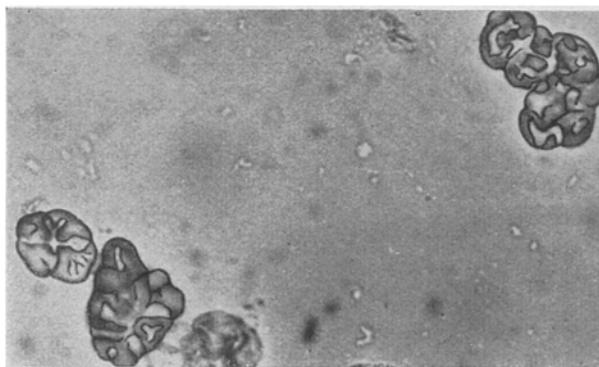


Abb. 9. Stärkekörner aus den Kotyledonen konservierter Erbsen der Sorte Wunder von Kelvedon. (Vergr.: 400 mal.) (Retuschiert.)

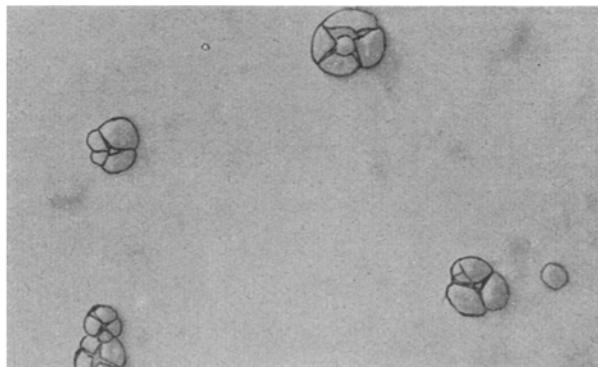


Abb. 10. Stärkekörner aus den Kotyledonen konservierter Erbsen der Sorte Quedlinburger Konservenperle. (Vergr.: 400 mal.) (Retuschiert.)

Schalerbsen mit verquollenen Stärkekörnern prall angefüllt sind. Einzelne Stärkekörner sind nicht anzutreffen. Eine Isolierung der Stärkekörner aus den Speicherzellen gelang erst nach Zerfrierung mit Hilfe von flüssiger Luft, in die wir die konservierten Erbsen einzeln eintrugen, um eine möglichst rasche Abkühlung zu erreichen. Nach anschließender Zerkleinerung im Mörser können dann die aus den geborstenen Speicherzellen ausgetretenen Stärkekörner beobachtet werden.

In den Abb. 7—10 ist eine Auswahl von mikrographischen Aufnahmen gegeben. Die an isolierten Stärkekörnern erhobenen Befunde erfahren dadurch eine volle Bestätigung. Während die Stärkekörner aus Schalerbsensorten (Konservenkönigin und Hadmerslebener Brunsviga) starke Verquellungen zeigen und eine mehrfache Volumenvergrößerung erfahren haben, sind diejenigen aus Markerbsen mehr oder weniger unverändert erhalten. Die bereits früher mitgeteilten Unterschiede innerhalb des Markerbsen-

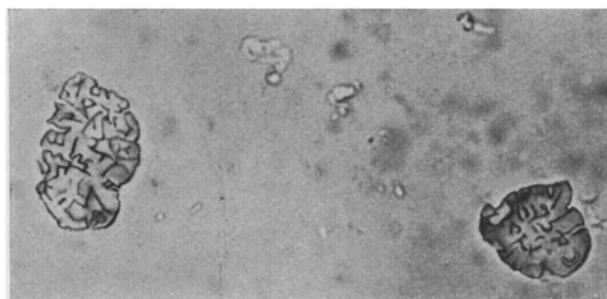
weil die aufgequollenen und stark wasserhaltigen Stärkekörner infolge des Zerfrierens ihrerseits gleichfalls weitgehend geborsten sind und nur relativ wenig unbeschädigte verquollene Stärkekörner zu beobachten sind. Der große Wasserreichtum dieser blasig aufgetriebenen Körner ist auch die Ursache der wenig kontrastreichen diesbezüglichen Mikrophotos.

Diese Untersuchungen zeigen nun aber auch, daß das Auftreten der Gelierungen der Aufgußflüssigkeit von Erbsenkonserven nicht die Folge eines Zerberstens der Speicherzellen sein kann, wie vielfach in Kreisen der Konservierungstechniker angenommen wird. Wie die Abb. 7—10 zeigen, erleiden die Stärkekörner durch das Erhitzen zwar unterschiedlich weitgehende Veränderungen, aber sowohl die einzelnen Zellen als auch die Stärkekörner bleiben dabei als räumlich wohldefinierte Gebilde innerhalb der Kotyledonen erhalten. Mit dieser Beobachtung stimmt überein, daß von uns bisher in keinem Falle in der Aufgußflüssigkeit erkennbare Teile oder Reste von unveränderten

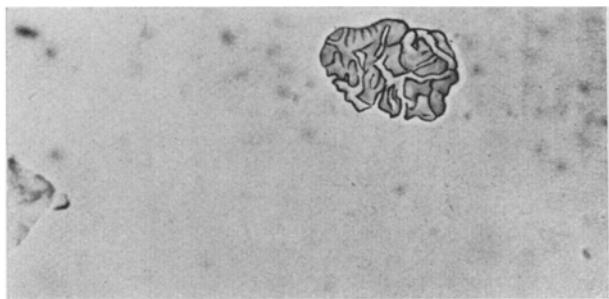
oder verquollenen Stärkekörnern festgestellt werden konnten.

Auf der anderen Seite können aber auch die qualitativen Stärkeunterschiede allein nicht zur Erklärung des unterschiedlichen Verhaltens herangezogen werden. Wie wir früher bereits mitgeteilt haben, bestehen auch innerhalb des Schalerbsensortimentes Unterschiede in bezug auf den Umfang der Veränderung der Aufgußflüssigkeit, die sich nicht aus der leichteren Verquellbarkeit dieses Stärketypes erklären lassen. Die Abb. 11—12 zeigen verquollene Stärkekörner der Schalerbsensorten Vorbote und Quedlinburger Maiperle, die aus Konserven stammen,

demnach auch bei den Schalerbsenkonserven allenfalls weiße flockige Niederschläge retrogradierter Amylose entstehen, weil nur diese Komponente wasserlöslich ist und während des Verquellungsvorganges aus dem Gefüge des Stärkekornes austreten kann. Wir sind auf Grund dieser Überlegungen und auf Grund der als Folge der Konservierung eintretenden mikroskopisch sichtbaren Veränderungen der Stärkekörner (siehe die schematische Darstellung Abb. 13) geneigt anzunehmen, daß das Auftreten der Polysaccharide in der wäßrigen Phase von Erbsenkonserven aufs engste mit dem in der früheren Mitteilung wahrscheinlich gemachten Hungerstoffwechsel der lagernden

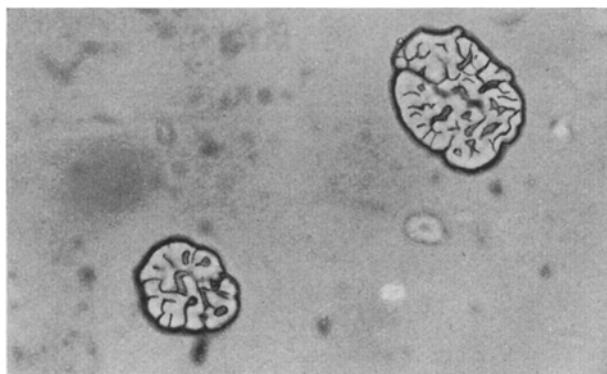


11 a

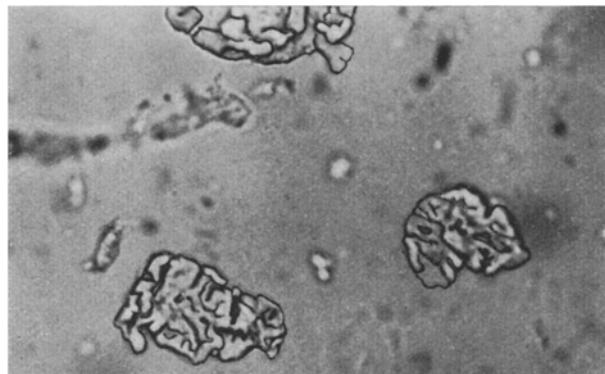


11 b

Abb. 11 a—b. Aus konservierten Erbsen der Schalerbsensorte Vorbote isolierte Stärkekörner. a) Aus nicht gelierter Konserven (Sterilisation am Erntetag) und b) aus stark gelierter Konserven (Sterilisation nach 4-tägiger Lagerung). (Vergr.: 400 mal.) (Retuschiert.)



12 a



12 b

Abb. 12 a—b. Aus konservierten Erbsen der Schalerbsensorte Quedlinburger Maiperle isolierte Stärkekörner. a und b wie in Abb. 11. (Vergr.: 400 mal.) (Retuschiert.)

welche einmal am Erntetag hergestellt worden waren und während einer einjährigen Lagerung keine Gelierung ergeben hatten und zum anderen solche aus Konserven, die nach 4-tägiger Lagerung sterilisiert wurden und zu einem steifen Gelee erstarrt waren. Obwohl im Verquellungsgrad der Stärkekörner keinerlei sichtbare Unterschiede festzustellen sind, verhalten sich die Konserven völlig verschieden.

Wie wir sahen, kann weder die Tatsache der unterschiedlichen Verquellungsbedingungen noch die Vermutung des Zerberstens der Speicherzellen für das Auftreten von Polysacchariden in der Aufgußflüssigkeit der Konserven und die als Folge davon eintretenden Veränderungen derselben herangezogen werden. Vor allem in bezug auf das die Gelierung bewirkende Amylopektin, welches ja bekanntlich auch in heißem Wasser nur verquillt aber nicht völlig gelöst wird, ist ein Auswandern aus den Speicherzellen in die wäßrige Phase der Konserven nicht anzunehmen. Es dürften

Erbsen in Beziehung stehen. Wahrscheinlich werden durch den beginnenden fermentativen Abbau der Stärkekörner (infolge eines durch die lebhafte Atmung verursachten Mangels an geeigneten Kohlehydraten) die darin festgelegten Polysaccharide soweit verändert, daß — zumindest vorübergehend — Spaltprodukte auftreten, die unter den Sterilisationsbedingungen wasserlöslich sind und aus den unbeschädigten Speicherzellen in die Aufgußflüssigkeit übertreten können, wo sie dann bei amylopektireichen Sorten zu Viskositätserhöhungen oder Gelierungen und bei amylosereichen Sorten zum Auftreten von flockigen Niederschlägen führen.

Literatur:

1. CAMERON, JAMES: Chemico-genetic bases for the reserve carbohydrates in maize endosperm. *Genetics*, **32**, 459—485 (1947). (Zit. nach: Ber. wiss. Biol. **65**, 149 (1949)).
2. GRIEBEL, C.: Erbsenmehle mit auffallend geformten Stärkekörnern. *Z. Lebensm.-Unters. u. For-*

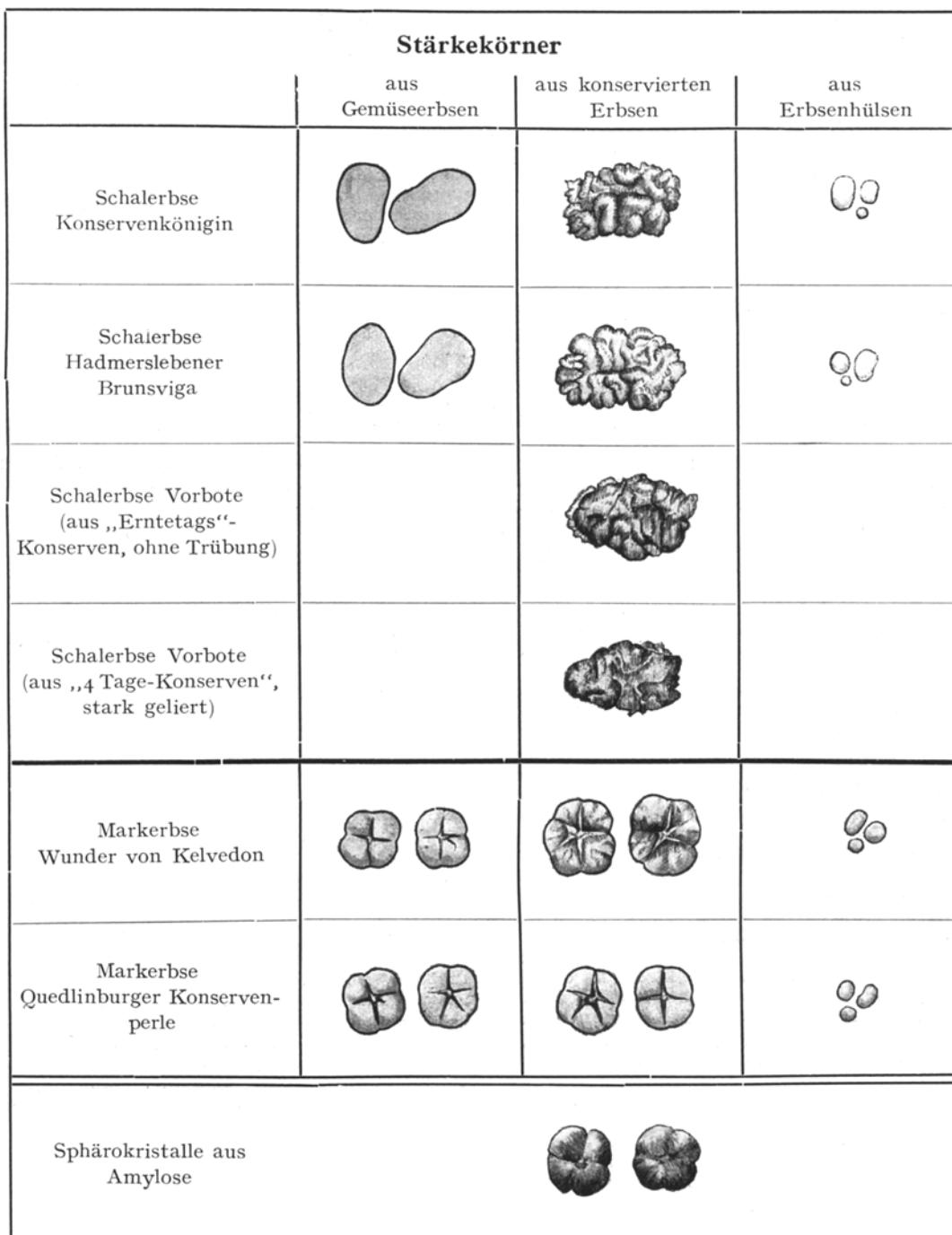


Abb. 13. Schematische Darstellung der morphologischen Unterschiede zwischen Schal- und Markerbsenstärke und der durch die Sterilisation bedingten Veränderungen.

schung 88, 269—272 (1948). — 3. HOBSON, P. N., WHELAN, W. J., und PEAT, S.: The enzymic synthesis and degradation of starch. X. The phosphorylase and Q-enzyme of broad bean. The Q-enzyme of wrinkled pea. J. chem. Soc. (Lond.) 3566—3573 (1950). — 4. KAPPERT, HANS: Untersuchungen an Mark-, Kneifel- und Zuckererbse und ihren Bastarden. Diss. Münster, 1914. — 5. MEYER, ARTHUR: Untersuchungen über die Stärkekörper. Jena 1895. — 6. MEYER, K. H.: Neuere Untersuchungen über die Stärke. Mellands Textilberichte 24, 125 (1943). — 7. MEYER, K. H., NOELTING, G. und BERNFELD, P.: Recherches sur l'amidon XXXVII. Déter-

mination du poids moléculaire de polysaccharides naturels par dosage colorimétrique. Helv. Chim. Acta, XXXI, Fasc. I, 103—105 (1948). — 8. SCHNEIDER, ALFRED: Untersuchungen über die Eignung von Erbsensorten für Zwecke der Naßkonservierung. Züchter 21, 97—107 (1951). — 9. SCHOCH, TH. J.: Cereal Chem. 18, 121 (1941). (Zit. nach: MEYER, K. H., und BERNFELD, P., MELLANDS Textilberichte 1948, 165.) — 10. PEAT, S., BOURNE, E. J., und NICHOLLS: Starches of the wrinkled and the smooth pea. Nature (Lond.) 161, 206—207 (1948). (Zit. nach: Chem Centralb., 1948 I, 1028.)