

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem.)

Die Keimprüfung in Zuckerlösung („Saugkraftbestimmung“) und ihre Bedeutung für die Sortenkunde.

(Ein kritischer Überblick.)

Von **Eduard Schratz.**

Die Erkenntnis, daß die Existenzfähigkeit einer Pflanze in erster Linie davon abhängt, ob sie unter den gegebenen Bedingungen des Klimas und des Bodens ihre Wasserbilanz aufrechterhalten kann, ist seit einigen Jahren Allgemeingut der botanischen Physiologie geworden. Von den beiden grundlegenden Prozessen, der Wasseraufnahme und der Wasserabgabe wurde bisher besonders der letztere in zahlreichen Untersuchungen bearbeitet, so daß wir über ihn mittlerweile einigermaßen gut unterrichtet sind.

Da man dabei auch gleichzeitig zu der Einsicht kommen mußte, daß die einseitige Kenntnis der Wasserabgabe allein nicht ausreichend zur Beurteilung des gesamten Wasserhaushaltes sein kann, hat man begonnen, auch den Zwischenstufen zwischen Aufnahme und Abgabe größere Bedeutung beizulegen. Vor allem sah man in den osmotischen Zustandsgrößen der Zellen einen Faktor, der wesentliche Aufschlüsse über die Bilanzverhältnisse in der Pflanze geben kann. Manche Autoren, wie z. B. WALTER, dem wir ausgedehnte Untersuchungen hierüber verdanken, halten die Bestimmung des osmotischen Wertes für wichtiger und aufschlußreicher als die Bestimmung irgendeines der anderen Teilvorgänge aus dem Wasserkreislauf durch die Pflanze. Als weitere wichtige Größe hat auch die Saugkraft der Zelle und der ganzen Pflanze zu gelten. Auch ihre Bestimmung ist, seitdem von URSPRUNG und BLUM verschiedene leicht zu handhabende Methoden ausgearbeitet wurden, zu einer ständigen Aufgabe aller geworden, die sich um das Studium des Wasserhaushaltes bemühen.

Die Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen, insbesondere des Wasseranspruches, ist von entscheidender Bedeutung geworden für manche Gebiete des praktischen Pflanzenbaues. Denn von den Wasseransprüchen hängt es in vielen Fällen ab, ob eine Art oder Sorte für bestimmte Anbaugebiete geeignet ist oder nicht. Und so hat sich gleichzeitig mit dem in den

letzten Jahren vermehrten Interesse für Sortenzüchtung wichtiger Kulturpflanzen auch das Studium der einzelnen Phasen aus dem Wasserhaushalte als wichtiges Mittel zur Eignungsprüfung herausgebildet. Dabei wurde auch der Bestimmung der Saugkraft verstärktes Interesse entgegengebracht. Da es ein Ziel der Sortenbestimmung sein muß, nach Möglichkeit bereits am Samen eine Eignung der Sorte festzulegen, wurden in den letzten Jahren einige hierauf hinstrebende Methoden ausgearbeitet. Durch ihre Aussicht, eine geeignete Prüfungsmethode an die Hand zu geben, sind der „Saugkraftbestimmung“ am Keimling in kurzer Zeit bereits zahlreiche Untersuchungen gewidmet.

Es liegt klar auf der Hand, wie wichtig für die Sortenzüchtung eine Methode sein muß, die es gestattet, in wenigen Tagen an großem Material Auskunft darüber zu erhalten, ob sich eine bestimmte Sorte oder welche von vorliegenden Sorten sich am besten für gewisse Anbauverhältnisse eignet. Und so ist das Interesse, das auch der Keimprüfung in Zuckerlösung von Samen und Früchten von Kulturpflanzen jetzt entgegengebracht wird, ganz verständlich.

Leider muß aber gleich zu Anfang festgestellt werden, daß vom physiologischen Standpunkte aus diese Arbeitsrichtung in ihrer heutigen Form noch nicht ganz so gesicherte Ergebnisse liefern kann, wie manche Autoren es hinstellen. Während ein Teil der Untersuchungen auf falschen physiologischen Voraussetzungen ruhen, finden sich in anderen unbewiesene Annahmen als gesicherte Tatsachen angesehen, so daß oft Schlußfolgerungen gezogen werden, die auf Grund der Methodik durchaus nicht zulässig sind.

Es scheint daher angebracht bei der Wichtigkeit dieser noch jungen Arbeitsrichtung einmal zusammenfassend darzulegen, worum es sich bei diesen Untersuchungen handelt, welches die schwachen Seiten der Methode sind, und welche Ergebnisse sich von ihr erwarten lassen.

Das Prinzip der Untersuchungsmethode besteht darin, die Samen auf Substraten zur Keimung zu bringen, die dem Wasserentzug verschieden großen Widerstand entgegensetzen. Dies versprach erst dann Erfolg, als man davon abging, Boden oder Sand mit bestimmtem Wassergehalt zu gebrauchen, die nur ungenau definierbare Versuchsbedingungen gestatten.

Als geeignetes Keimsubstrat benutzte MERKENSCHLAGER (1926), SCHEIBE (1927), KLINKOWSKI (1929) hochprozentige Gelatinenährböden. Bei der Bestimmung der Keimzeit von Samen stellte sich heraus, daß nicht nur allgemein die Keimung verzögert wurde mit Verringerung des Wassergehaltes der Gelatine, sondern daß auf ein und demselben Substrat auch die verschiedenen Sorten derselben Art verschiedene Keimungsgeschwindigkeiten zeigten. Es war hiermit also eine Methode gegeben, den „Keimungsabstand“ verschiedener Arten oder Sorten leicht festzustellen. Dieser Keimungsabstand konnte dann als Sortenmerkmal bewertet werden.

Eine andere Methode wurde ausgearbeitet an der Hochschule für Bodenkultur in Wien. Dort ging man dazu über als Außenmedium verschiedene Konzentrationen von Rohrzucker zu nehmen, da sich auf diese Weise in ihrer Saugkraft genau bekannte Abstufungen herstellen lassen. Doch lag gerade darin, daß man so die Werte genau in Atmosphären angeben konnte, eine große Gefahrenquelle, wie wir noch sehen werden.

EIBL (1926) ging so vor, daß er die Töpfe, auf denen die Samen ausgelegt waren, in die Zuckerlösungen bestimmter Konzentration hinein hing. Diese Methode, die noch den Mangel hatte, daß bei ihr die Zuckerkonzentration nur schwer vor unkontrollierbaren Veränderungen geschützt werden kann, wurde weitgehend verbessert und vereinfacht von BUCHINGER (1927) durch die Herrichtung seines „Keimapparates“. In einer Glasschale befindet sich ein Rahmen, auf dem zahlreiche Glasstäbe dicht nebeneinander liegen. In die Rillen zwischen den Glasstäben werden die Samen ausgelegt. Die Zuckerlösung wird so hoch eingefüllt, daß die Körner etwa zu einem Drittel in der Lösung ruhen. Der große Vorteil dieses Keimapparates ist der, daß große Mengen von Samen in ganz gleicher Weise und Lage dem Außenmedium ausgesetzt werden können, gute Kontrollmöglichkeit gegeben und ein Auszählen und Auswechseln der Lösung leicht möglich ist. Dies Keimverfahren von BUCHINGER hat sich wohl am meisten eingebürgert. Einige Veränderungen wurden vor-

genommen von K. MEYER (1928), die im wesentlichen darin bestehen, daß für jede Konzentration sämtliche Versuchssorten in einem einzigen Gefäß untergebracht werden, um so die Außenbedingungen desto gleichmäßiger zu halten. Gleichzeitig beugte er durch reiche Flüssigkeitsmenge (3,5 l) leichter einer eventuellen Veränderung der Zuckerkonzentration vor. Für kleinere Samen (Rüben) zog HAFKOST (1930) Glasperlen anstatt der Glasstäbe vor.

Als Kriterium für die Keimung wird allgemein das Sichtbarwerden des Keimwurzels angesehen. Die Auszählung erfolgt in Wasser und in den niederen Konzentrationen mehrmals täglich, bei höheren Konzentrationen einmal je Tag.

Bei der Anwendung der beschriebenen Untersuchungsmethode haben sich einige Definitionen und Berechnungsweisen gebildet, deren Anwendung allerdings nicht von allen Autoren einheitlich ist, und die nicht immer den Forderungen der exakten Physiologie entsprechen. Die immer wiederkehrenden Ausdrücke seien hier kurz gekennzeichnet.

Die *Zahl der gekeimten Samen* wird ausgedrückt in Prozenten der in Wasser keimenden und gewöhnlich als Keimprozent bezeichnet.

Keimdauer (KD). Es wird festgestellt, wieviel Samen an jedem Tage in den einzelnen Lösungen gekeimt sind. Um einen Maßstab für die Keimgeschwindigkeit zu haben, berechnete GASSNER (1926) die durchschnittliche Keimdauer aus

$$\frac{\text{Summe der Produkte aus Keim- und Tageszahl}}{\text{Summe der Keimungen}}$$

Beispiel: Tag: 1. 2. 3. 4.
Gekeimt: 2 12 66 87

$$KD = \frac{1 \times 2 + 2 \times 12 + 3 \times 66 + 4 \times 87}{2 + 12 + 66 + 87} = \frac{572}{167} = 3,4.$$

Diese Berechnungsweise wird am meisten benutzt. Als *Wertungszahl* für das Keimverhalten wird vielfach der von GASSNER eingeführte Quotient $\frac{K\%}{KD}$ berechnet.

Bei den „Saugkraftmessungen“ der Wiener Autoren wird eine besondere Bedeutung der sog. Grenzkonzentration beigemessen. „Unter Grenzkonzentration versteht man diejenige Konzentration, bei welcher gerade noch Keimung bis zu 50% eintritt; es ist dann der osmotische Druck der Sorte mit dem dieser Lösung isosmotisch.“ (BUCHINGER 1927.)

Diese Konzentration wird auch gleich dem Saugkraftmaximum der Samen gesetzt (ZEDER-

BAUER, BUCHINGER, HONECKER, HAFEKOST, KOSMAT, KONOPA, PAMMER u. a.). „Jene Konzentration, bei welcher keine Keimung zu 50% mehr eintritt und die wir Grenzkonzentration nennen, — welche der Grenzplasmolyse bei der plasmolytischen Untersuchung gleichkommt — gibt uns die höchstmögliche Saugkraft (ist gleich Saugkraftmaximum) der untersuchten Sorte an.“ (BUCHINGER 1929.)

Gegen eine solche Definition und Auslegung von „Saugkraftmaximum“ und „Grenzkonzentration“ müssen unbedingt schwere Bedenken erhoben werden. Aus der Gleichsetzung derjenigen Konzentration, in der 50% der Samen keimen, einmal mit dem Saugkraftmaximum, dann mit dem osmotischen Druck, dann wieder mit dem osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse läßt sich ohne weiteres erkennen, daß den Wiener Autoren die Zusammenhänge zwischen den osmotischen Zustandsgrößen unklar geblieben sind. Es wird das noch bestätigt durch die weitere Auslegung, die die Versuche durch die Wiener Autoren erfahren, worauf wir noch zurückkommen werden. Nicht nur, daß zwischen diesen verschiedenen osmotischen Zustandsgrößen überhaupt kein Unterschied gemacht wird, durch die angewandte Versuchsmethodik kann überhaupt *keiner* dieser Werte erfaßt werden!

Ganz offensichtlich haben die Wiener Autoren, die für die Ausarbeitung dieser Methode verantwortlich sind, in Unkenntnis der wahren Zusammenhänge der osmotischen Zustandsgrößen und in Verkennung desjenigen, was bei dieser Keimprüfung wirklich gemessen wird, sich durch die Ähnlichkeit ihrer Methodik mit derjenigen der wahren Saugkraftbestimmungen dazu verleiten lassen, die in der Physiologie fest umschriebenen Definitionen zu benutzen, ohne nachzuprüfen, ob sie hier am Platze sind. Sonst wäre es nicht möglich, daß fortwährend Saugkraft, osmotischer Druck, osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse von diesen Autoren als gleichwertig durcheinander und für ein und dasselbe benutzt werden. Obwohl die „Grenzkonzentration“ dem osmotischen Werte bei Grenzplasmolyse gleichgesetzt wird, sucht man vergeblich nach einer einzigen Plasmolysebestimmung.

Es ist hierauf schon einige Male hingewiesen worden, so von K. MEYER (1928, 1929), BERKNER und SCHLIMM (1932) und LEHMANN und AICHELE (1931). Wir können darauf verzichten, auf die vielen Irrtümer, die sich in den Arbeiten der Wiener Autoren finden, im einzelnen hinzuweisen, halten es aber für unsere Pflicht, nachdrücklich zu betonen, daß demzufolge die

als sicher hingestellten Ergebnisse nur sehr vorsichtig zu werten sind.

Es ist unbedingt nötig, darüber klar zu sein, worum es sich bei unseren Keimprüfungen wirklich handelt und was wir mit den benutzten Methoden feststellen können. Zum besseren Verständnis unserer folgenden Ausführungen und Kritik werden wir deshalb nicht umhin können, die festgelegte Bedeutung der oft — aber falsch — benutzten Ausdrücke der osmotischen Zustandsgrößen auseinanderzusetzen.

Keimung tritt bei sonst günstigen Bedingungen erst dann ein, wenn der Samen eine genügende Menge Wasser aufgenommen hat. Die zum Keimen notwendige Menge muß ein bestimmtes Minimum erreicht haben, das für verschiedene Arten verschieden hoch liegt.

Die Wasseraufnahme geht im wesentlichen durch zwei Prozesse vor sich, durch Quellung und auf osmotischem Wege. Zunächst erfolgt die Wasseraufnahme allein durch Quellung und von einem späteren Moment ab tritt der osmotische Prozeß hinzu, ohne daß aber die weitere Aufnahme durch Quellung dadurch unterbunden werden muß.

Über diese beiden Prozesse liegen eine große Menge von Arbeiten vor, die aber in dem Rahmen eines kurzen Aufsatzes nicht näher besprochen werden können. (Zusammenstellung siehe LEHMANN und AICHELE 1931.) Wir müssen jedoch auf die allgemein gültigen Gesetzmäßigkeiten, die hier zu Tage treten, kurz eingehen, da ja die „Saugkraftbestimmungen“ am Samen hierauf beruhen.

Die *Quellung*, unter der man die Einlagerung von Wassermolekülen in die einzelnen Teile des quellenden Körpers versteht und die daher auch durchaus nicht an lebende Substanz gebunden ist, verläuft nach rein physikalischen Gesetzen. Der Quellungsvorgang wird in hohem Maße beeinflußt von der Beschaffenheit sowohl des Quellmediums als auch des Quellkörpers. So nimmt die Wasseraufnahme ab in der Zeiteinheit mit der Menge im Wasser gelösten Substanz. Es bedeutet das in unserem Falle, daß die Wassermenge, die ein Same durch Quellung aufnehmen kann, von der Zuckerkonzentration bestimmt wird.

Da also die in einer bestimmten Zeit aufgenommene Wassermenge mit steigender Zuckerkonzentration eine geringere wird, ein bestimmtes Minimum an Wasser aber erforderlich ist, um die weiteren Prozesse und die darauffolgende Keimung einzuleiten, muß schon allein auf

Grund dieser Tatsache mit höherer Zuckerkonzentration eine Keimverzögerung eintreten.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Wasseraufnahme durch Quellung sind weiterhin auch die Eigenschaften des quellenden Körpers, also der Samen. Nun haben wir es bei den Samen und Karyopsen der Zerealien durchaus nicht mit einheitlichen Körpern zu tun. Die chemische und physikalische Beschaffenheit der Frucht- und Samenschale, die Zusammensetzung des Nährgewebes und des Embryos haben jede einen Einfluß auf den Verlauf des Quellungsvorganges.

Es ist daher auch ohne weiteres zu verstehen, daß verschiedene Sorten derselben Art einen verschiedenen Quellungsverlauf haben können. Wir brauchen nur daran zu denken, daß ein Unterschied bei verschiedenen Sorten einer Art in dem Grad der Cutinisierung der Samenschale besteht, um schon eine ungleiche Durchlässigkeit für Wasser und damit verschieden starke Wasseraufnahme zu erhalten.

Also schon allein der verschieden schnell verlaufende Quellungsvorgang bei verschiedenen Sorten kann auch in der für die Saugkraftbestimmungen benutzten Methodik einen Einfluß auf das Ergebnis, zum mindesten auf die Keimgeschwindigkeit haben. Wir werden noch Gelegenheit haben, einige Beispiele hierfür zu bringen.

Zur Quellung tritt als zweites wichtiges Moment die *osmotische Wirkung* hinzu, also das Bestreben höher konzentrierter Lösungen durch Wasseraufnahme aus niederer konzentrierter Lösung ein Gleichgewicht herzustellen. Da eine Saugkraftbestimmung auf einer Erfassung dieser osmotischen Vorgänge beruht, ist es bei derartigen Untersuchungen unbedingt nötig, letztere genau zu kennen und klar zu unterscheiden zwischen den Begriffen, deren Definition in zahlreichen Untersuchungen genau festgelegt ist. Vor allem handelt es sich darum, die Begriffe osmotischer Wert, osmotischer Druck und Saugkraft schärfer auseinander zu halten als es in einem großen Teil der zu besprechenden Arbeiten geschehen ist.

Wegen der Bedeutung, die diesen Punkten für ein erfolgreiches Weiterarbeiten der behandelten Fragen zukommt, sollen in aller Kürze diese Grundbegriffe der Osmose auseinandergesetzt werden, wobei im übrigen auf verschiedene klare Zusammenstellungen der letzten Jahre verwiesen werden kann (WALTER 1925, URSPRUNG und BLUM 1924, LEHMANN und AICHELE 1931).

In der Zelle haben wir ein Osmometer vor uns, wobei eine Lösung bestimmter Konzentration (Zellsaft) durch eine semipermeable Membran (Plasmabelag) von einem Außenmedium (Wasser, Zuckerlösung) getrennt ist. Die Wasserbewegung zwischen Zellinhalt und Außenmedium wird daher von den Gesetzen der Osmose bestimmt. Seit den grundlegenden Arbeiten von PFEFFER haben vor allem URSPRUNG und BLUM diese festzulegen versucht und ganz bestimmte Definitionen gegeben, an die heutige Untersuchungen auf diesem Gebiete sich unbedingt halten müssen.

Die im Zellsaft gelösten Substanzen bewirken einen bestimmten, von der molaren Konzentration bedingten *osmotischen Wert*. Befindet sich die nicht wassergesättigte Zelle in Wasser, so wird in dem Bestreben, ein Gleichgewicht zwischen Zellinhalt und Außenmedium herzustellen, Wasser aufgenommen. Dabei entwickelt die Zelle einen ganz bestimmten Druck, den man *osmotischen Druck* oder auch *Saugkraft* (*Saugdruck*) *des Zellinhaltes* nennt. Durch die bei der Wasseraufnahme auftretende Volumvergrößerung wird der den Zellinhalt einschließende Plasmabelag gegen die Zellwandung gedrückt, diese selbst aber gedehnt. Letztere übt daher ihrerseits einen entsprechenden Gegen-*druck* auf den Zellinhalt aus, der einer Wasseraufnahme entgegenwirkt. Es kommt also in Wirklichkeit nicht der volle osmotische Druck oder die volle Saugkraft *des Zellinhaltes* bei der Wasseraufnahme zur Wirksamkeit, sondern diese Saugkraft *des Zellinhaltes* wird vermindert um den Betrag des sog. *Wanddruckes*. Wir erhalten daher als tatsächlich wirksame *Saugkraft der Zelle* die Differenz zwischen Saugkraft *des Zellinhaltes* und des *Wanddruckes*, oder Saugkraft der Zelle = Saugkraft *des Inhaltes* — *Wanddruck*.

Mit der weiteren Aufnahme von Wasser wird die Konzentration des Zellinhaltes und damit seine Saugkraft geringer, gleichzeitig übt aber die immer mehr gedehnte Zellwandung einen entsprechend größeren *Wanddruck* aus, so daß sich die Saugkraft der Zelle verringern muß. Das Endstadium ist erreicht, wenn *Wanddruck* und *Innendruck* sich die Waage halten, so daß die Saugkraft der Zelle gleich Null wird.

Befindet sich aber die Zelle in einer Lösung mit einem osmotischen Werte, der höher ist als der des Zellinhaltes, so wird, um das Gleichgewicht herzustellen, der Zelle Wasser entzogen werden. Es steigt jetzt die Konzentration und damit die Saugkraft *des Zellinhaltes*. Mit der damit verbundenen Verkleinerung des Vo-

lumen tritt eine teilweise Entspannung der Zellwandung, also Verkleinerung des Wanddruckes ein. Es ergibt sich daraus, daß die Saugkraft der Zelle vergrößert wird, bis sie sich im Gleichgewicht mit der Saugkraft des Außenmediums befindet.

Wird durch weitere Steigerung der Außenkonzentration noch mehr Wasser entzogen, kommt es zu dem Punkte, wo eine völlige Entspannung der Membran eintritt. Bei weiterer Volumabnahme kann wohl noch der Plasmabelag dem Zellinhalte folgen, nicht aber die Zellwandung, so daß es zu einem Abheben des Plasmabelages von der Zellwandung kommt. Dies ist das Stadium der *Grenzplasmolyse*. In diesem Augenblicke übt die Zellmembran also keinerlei Gegendruck mehr aus und da jetzt der Wanddruck gleich Null ist, muß die Saugkraft der Zelle gleich der Saugkraft des Zellinhaltes sein. Also *nur in diesem Augenblick ist die Saugkraft der Zelle gleich dem osmotischen Werte des Zellinhaltes*. Durch Kenntnis der Konzentration bzw. des osmotischen Wertes der Außenlösung können wir diese Größe bestimmen. Bei *Grenzplasmolyse* stellt der Saugkraftwert auch das *Maximum* dar, das die Zelle überhaupt leisten kann.

Lassen sich nun an der Einzelzelle die besprochenen Zustandsgrößen relativ sicher ermitteln, so wird die Feststellung tatsächlicher Werte schwieriger, wenn es sich um ganze Zellkomplexe handelt, besonders wenn diese noch aus verschiedenartigen Elementen aufgebaut sind. Ein solcher komplizierter Körper liegt bei den Samen und Früchten vor. In diesen Fällen kann es sich nur darum handeln die *mittlere Saugkraft* festzustellen, nach einer der von URSPRUNG und BLUM ausgearbeiteten Methoden.

Um also die mittlere Saugkraft eines Gewebekomplexes zu bestimmen, müssen wir diejenige Rohrzuckerkonzentration ausfindig machen, die weder eine Wasseraufnahme zuläßt noch Wasser entzieht. Diese Feststellung läßt sich einwandfrei ausführen nur durch Gewichts- oder Volumbestimmungen des zu untersuchenden Objektes.

Wollen wir die mittlere Saugkraft eines Samens bestimmen, so ist also wichtig, klar zu sehen, daß nur eine solche Untersuchung — Feststellung derjenigen Zuckerkonzentration, in der Samen keine Gewichtsveränderung erfährt — zum Ziele führen kann. Jedes andere Kriterium, auch die Keimung, kann kein Maßstab für die tatsächliche Größe der Saugkraft sein.

Diese kurze Darlegung zeigt also, daß os-

motischer Wert, osmotischer Druck und Saugkraft durchaus nicht gleichbedeutend sind und daß das Saugkraftmaximum erst bei völliger Entspannung der Membran, d. i. bei Grenzplasmolyse in Erscheinung treten kann. Um ein solches Stadium kann es sich bei unseren Keimprüfungen aber nicht handeln.

Es ist daher vom physiologischen Standpunkt aus unberechtigt, von Saugkraftmessungen zu sprechen, wenn man die Konzentration ermittelt, in der 50% der Samen keimen, und vollkommen falsch, die so festgestellte Konzentration „Grenzkonzentration“ zu nennen und sie als den osmotischen Druck bzw. das Saugkraftmaximum einer Sorte anzusehen. Denn da die Keimung erst eintritt, wenn ein ganz bestimmtes art- oder sorteneigentümliches Minimum an Wasser aufgenommen ist, ist damit schon gesagt, daß selbst bei höherer Konzentration noch Wasser in den Samen eintreten kann, das aber, wenigstens innerhalb der Versuchszeit, nicht den zur Keimung erforderlichen Gehalt erreicht. Es läßt sich also höchstens von Grenzkonzentration für Keimung sprechen, nicht aber von Grenzkonzentration im Sinne der plasmolytischen Untersuchungen, wie BUCHINGER u. a. tun. Es gilt das um so mehr, weil die Saugkräfte der Zellen gar nicht gleich beim Einbringen der Samen in die Lösungen in Tätigkeit treten, sondern zunächst nur Quellungserscheinungen aktiv wirken, wir aber keine Möglichkeit haben zu entscheiden, wieweit der eine oder der andere Prozeß beteiligt ist. Es ist daher auch nicht zutreffend, sich auf den Standpunkt zu stellen, daß nur die osmotischen Zustandsgrößen des Embryos für den Verlauf des Keimverhaltens maßgebend sind, ein Einfluß des Endosperms aber nicht vorhanden ist.

Aus den angeführten Gründen ist es also ratsam, dem Vorschlage von K. MEYER (1929) und BERKNER und SCHLIMM (1929) zu folgen und nicht von „Saugkraftbestimmungen“ zu sprechen, sondern diese Untersuchungen so zu nennen, was sie sind, also etwa Keimenergiebestimmungen in Rohrzucker (BERKNER und SCHLIMM) oder Keimprüfung in Zuckerlösungen (K. MEYER), was von den Wiener Autoren allerdings immer noch als unnötig abgelehnt wird (BUCHINGER 1930).

Kann es sich bei unserer Methodik also keinesfalls darum handeln, die tatsächliche Saugkraft des Samens bzw. des Embryos zu erfassen, so darf man natürlich doch eine bestimmte Beziehung zwischen dem osmotischen Verhalten derselben und der Höhe der sog. Grenzkonzentration annehmen. Die obige Kritik spricht also

durchaus nicht etwa einer solchen Bestimmung als Sortenprüfungsmittel das Todesurteil, sondern nur den infolge falscher Voraussetzungen daraus unberechtigterweise gezogenen Schlußfolgerungen. Im Prinzip ist es gleich was wir erfassen, wenn es uns nur darauf ankommt, irgendwelche physiologischen Unterschiede zwischen einzelnen Sorten zu erkennen.

In der zur Keimprüfung benutzten Methodik wird gewöhnlich mit Konzentrationsabstufungen von 0,05 mol, teilweise auch noch geringerer (z. B. TASCHDJIAN bis zu 0,01) gearbeitet. Die feststellbaren Sortenunterschiede sind oft aber nur gering. So unterscheidet z. B. EIBL (1927) die verschiedenen Beta-Rüben nach ihrer Saugkraft, für die er folgende Werte angibt:

Futterrüben . . . 0,40 mol = 11 at
Futterzuckerrüben 0,45—0,50 mol = 12,7—13,1 at
Zuckerrüben . . . 0,50—0,55 mol = 13,1—16,0 at

Die Umrechnung in Atmosphären täuscht zwar exakte Zahlenwerte vor. Aber, ganz abgesehen von Fehlerquellen, die im Versuchsmaterial, in der normalen Variationsbreite usw. liegen und auf die wir später noch zurückkommen werden, muß man fragen, ob die Versuchsmethodik selbst solche Unterschiede als sicher zuläßt.

Die Fehlerquellen in der Methodik liegen vor allem in der Möglichkeit einer *Veränderung der Zuckerkonzentration* während der Bestimmungen. Eine solche Veränderung könnte stattfinden zunächst durch Verdunstung von Wasser aus der Lösung. Diese kann jedoch fast ganz verhindert werden, wenn für guten Abschluß gesorgt wird. Wie K. MEYER (1928) zeigte, spielt die Menge des verdunsteten Wassers, vor allem während der Auszählung der gekeimten Körner, jedoch kaum eine Rolle, wenn mit genügend großer Menge von Lösung gearbeitet wird. Vollkommen falsch ist es natürlich wie BUCHINGER in den Versuchsschalen kleine Schälchen mit Wasser aufzustellen, um die Verdunstung zu verhindern. Ein solcher Hinweis müßte überflüssig scheinen, wenn nicht BUCHINGER (1927) schrieb: „Ein Beweis, wie richtig diese Annahme und wichtig diese Maßregel ist, geht daraus hervor, daß sich am Glasrand direkt über diesen Schälchen, gleich nach dem Versuchsbeginn Wasserdampf kondensiert.“ In solchem Falle wird allerdings in der Tat kein Wasser aus der Zuckerlösung verdunsten, sondern diese Wasser aus der Luft aufnehmen!

Wichtiger ist die Veränderung in der Zuckerkonzentration, die durch *Pilzbefall* auftritt,

der nach fast allen Autoren vor allem in höheren Konzentrationen, die teilweise bis zu 30 Tage lang gehalten werden müssen, kaum vermeidlich ist. Die Pilze wirken in mehrfacher Hinsicht. Zunächst werden sie durch Verbrauch von Wasser und durch Invertierung von Zucker eine langsame Veränderung der Konzentration bewirken. Wie aus einigen mitgeteilten Untersuchungen, vor allem von SCHÜNEMANN (1931) hervorgeht, kann dieser Faktor recht beträchtlich sein. Es ist daher notwendig, eine Vergiftung der Zuckerlösung vorzunehmen, die aber selbst keinen Einfluß auf die Samenkeimung haben darf. Hierin scheint den bisherigen Angaben zufolge eine vollkommene Lösung noch nicht gefunden zu sein. Eine Sterilisierung der Samen wird von den meisten Autoren als nicht ratsam angesehen, weil dadurch zu leicht eine Veränderung in der Keimenergie bewirkt wird. Gebraucht wird in den meisten Fällen ein Zusatz von Formalin, in einer Konzentration von 0,05 % Reinformol, das aber besonders in destilliertem Wasser noch eine schädigende Wirkung auf die Keimung haben soll (CHIPPINDALE 1931). SCHÜNEMANN gibt daher Formalin nur in die Zuckerlösungen, nicht aber in das Wasser, in dem Pilzbefall ohnedies leichter fernzuhalten ist. MEYER hält die Benutzung von Chinosol für vorteilhaft. HUEBER, POP, KONOPA benutzen die Formalindampfmethode.

Durch die zahlreich auftretenden Pilze wird des öfteren auch eine Versäuerung der Lösung beobachtet. Diese läßt sich nach PAMMER vermeiden durch Zusatz von 0,1 % NaHCO_3 . Nach SCHÜNEMANN wird aber auch dadurch Versäuerung nicht ganz ausgeschlossen.

Von nicht zu unterschätzender Bedeutung kann auch die Menge des von den Samen aufgenommenen Wassers werden. In den meisten Fällen wird von den Autoren die Lösung jeden zweiten bis vierten Tag erneuert. Daß aber trotzdem noch starke Veränderungen in der Zuckerkonzentration vorkommen können, zeigen Bestimmungen von SCHÜNEMANN. Die in der Abb. 1 dargestellten Kurven, die aus Zahlenwerten von SCHÜNEMANN konstruiert sind, geben für die höchsten benutzten Konzentrationen von 0,7, 0,65 und 0,6 mol ein deutliches Bild. Sie zeigen wie innerhalb der Versuchszeit, trotz Erneuerung der Lösung an jedem dritten Tage, die Erniedrigung der Konzentration, nach anfänglicher Erhöhung, so stark ist, daß dadurch die Ergebnisse ganz wesentlich beeinflusst werden müssen. So beträgt die Konzentration der ursprünglich 0,8 molaren Lösung am zwölf-

ten Tage bzw. am dritten Tage der vierten Erneuerungsperiode nur noch 0,75 mol, und am Ende der Versuchszeit nur noch 0,7 mol. Die Erniedrigung innerhalb der Versuchszeit beträgt also das *Doppelte* der ursprünglichen Konzentrationsstufen. Diese Konzentrationserniedrigung ist im wesentlichen auf die Wirkung der Schimmelpilze zurückzuführen.

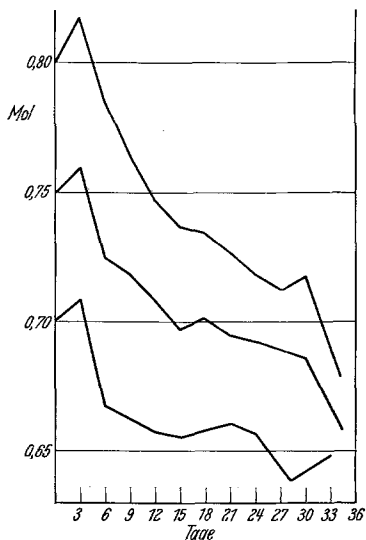


Abb. 1. Konzentrationsabnahme der Zuckerlösungen bei Erneuerung an jedem dritten Tage.

Eine Konzentrationsabnahme, wenn auch wesentlich schwächere als die oben dargestellte, konnte auch MEYER (1928) in seiner etwa 3,5 l betragenden Lösung nachweisen. Auch er fand in den ersten Tagen eine Konzentrationserhöhung durch Wasseraufnahme der Samen.

Aus der Erkennung dieser in der Versuchsmethodik liegenden Fehlerquellen ergibt sich, daß sie schon groß genug sein können, geringe Unterschiede unsicher zu machen. Differenzen innerhalb 0,1 mol können nicht unbedingt als Sortenunterschiede angesprochen werden, da sie innerhalb der Fehlergrenze der bisher üblichen Versuchsanstellung liegen.

Mit der beschriebenen Methode sind im Laufe der letzten Jahre eine ganze Reihe von Untersuchungen angestellt, in die beinahe alle unsere wichtigen Kulturpflanzen, insbesondere auch die Getreide einbezogen sind. Den Hauptanteil an diesen Bestimmungen haben die Autoren aus der Hochschule für Bodenkultur in Wien, an der diese Methode zunächst ausgearbeitet wurde. (BUCHINGER, EIBL, FOSCHM, HUEBER, OPPENHEIMER, PAMMER, TASCHDJIN, ZEDERBAUER u. a.)

Es ist nicht möglich auf die vielen Arbeiten im einzelnen einzugehen. Da sie aber alle von dem Standpunkte aus gemacht wurden, daß mit dieser Methode tatsächlich die osmotischen Zustandsgrößen der Pflanzen erfaßt werden, trifft unsere obige Kritik auf diese Arbeiten zu. Aus den Spezialuntersuchungen dieser Autoren sind aber manche Schlußfolgerungen gezogen, die eine allgemeine Geltung haben sollen und in den späteren Arbeiten als sicher bewiesene Tatsachen hingestellt werden. Da diese Schlüsse sehr oft unzulässig und unbegründet sind, wird es genügen, nur in großen Zügen mit der Entwicklung unserer Frage an diesem Institute bekannt zu machen.

Die größte Bedeutung als Sortenmerkmal wird dem Saugkraftmaximum bzw. der Grenzkonzentration beigelegt. Denn es wird als Tatsache angenommen, daß diese Größen für jede Art *spezifisch, konstant und auch erblich* sind. Ausschlaggebend für die Bedeutung dieser Größen ist aber die *Übertragung* auf die erwachsene Pflanze. „Die hier (am Samen, Ref.) gewonnenen Werte lassen sich auf die erwachsene ganze Pflanze übertragen, weil das Samenkorn im Embryo *alle* von seinen Eltern ererbten Eigenschaften enthält und in sich *alle* Pflanzenorgane vereinigt. Aus diesem Grunde genügt es, den Versuch nicht über das Keimlingsstadium auszudehnen.“ (BUCHINGER 1927.) Die schon von MEYER, BERKNER und SCHLIMM gegen diese Behauptung erhobenen Einwände beantwortet BUCHINGER (1930): „Insoweit, als diese darauf abzielen, die Saugkraft bzw. das Saugkraftmaximum einer Sorte oder Art als variabel, also nicht als konstant hinzustellen, müssen sie entschieden abgelehnt werden, im besonderen dann, wenn daraus der irrtümliche Schluß geleitet wird, daß die Saugkraft des Embryos nicht auf die ganze Pflanze übertragen werden kann.“

Diese Vorstellungen von BUCHINGER dürften wohl kaum haltbar sein! Sie stehen in schroffem Gegensatz zu allen unseren Kenntnissen über die Abhängigkeit der Saugkraft einer Pflanze von äußeren und inneren Bedingungen, über die Größe der Schwankungen, die die Saugkraft normalerweise unter dem Gang der Außenbedingungen und der Entwicklungsstadien zeigen usw. Daß es ad absurdum führen würde, physiologische Eigenschaften des Samens bzw. des Embryos ohne weiteres auf die erwachsene Pflanze zu übertragen, kann man sich leicht denken. Die als Beweis gedachten Experimente von HAFKOST (1930), daß in Wasser vorgezogene Rübenkeimlinge, die in die „Grenzkonzentra-

tion“ übertragen innerhalb von 64 Stunden kein neues Wurzelwachstum zeigten, berechtigen nicht zu dem Schluß: „Das Saugkraftmaximum können wir *gleich der höchstmöglichen Kraft* setzen, mit der die Wurzeln der Pflanze das Wasser ihrer Umgebung entreißen können.“ Ebensovienig kann man sich mit der Behauptung von HAFEKOST einverstanden erklären, daß alles, was für die Vegetationspunkte der oberirdischen Sprosse gilt, auch für die Wurzelspitze gilt.

Eine weitere Grundlage für die Geltung der von den Wiener Autoren gezogenen Schlüsse ist die Annahme, daß die „saugkräftigeren“ Sorten und Pflanzen deshalb die wertvolleren seien, weil sie „mehr Wasser und Nährstoff in der Zeiteinheit aufnehmen können. Mit diesem Mehr kann in der Zeiteinheit mehr Trockensubstanz bzw. höherer Ertrag gebildet werden.“ (HAFEKOST 1930.) Es ist aus den zahlreichen Untersuchungen über den Stoffhaushalt der Pflanzen hinreichend bekannt und auch gerade an Kulturpflanzen des öfteren bewiesen worden, daß die Menge aufgenommener Nährsalze bzw. die Bildung von Trockensubstanz durchaus nicht der Menge aufgenommenen Wassers proportional ist, sondern daß fast alle Pflanzen bei genügendem Wasservorrat im Boden einen Luxuskonsum treiben. In Übereinstimmung hiermit wiesen auch kürzlich MAXIMOV (1928) und MEYER (1930) darauf hin, daß Produktivität der Transpiration kein Züchtungsmoment darstellen kann.

Es darf somit auch nicht a priori angenommen werden, daß die Sorten mit höherer Saugkraft auch höhere Erträge liefern oder unbedingt frühreifer sein müssen, obwohl solche Eigenschaften in manchen Fällen natürlich gekoppelt sein können. Auf keinen Fall darf man sich die Beziehungen so einfach vorstellen wie OPENHEIMER (1927), der den Satz aufstellt, daß das Produkt aus Saugkraft und Entwicklungsdauer für jede Art eine Konstante sei.

Auf gleicher Basis findet TASCHDJIAN (1928) bei Tabak: „die höchste Saugkraft haben die anerkannt guten Zigarren und Zigaretten-tabake.“ Es führt ihn das weiterhin zu dem merkwürdigen Ergebnis: „Die Erklärung, wieso bei gleicher Saugkraft das eine Mal ein Deckblatt und das andere Mal Zigarettegut gebildet wird, ist in den die Transpiration beeinflussenden Faktoren, also speziell Luftfeuchtigkeit und Transpirationsschutz zu suchen.“

Eine ähnlich einfache Lösung für die Wasserbilanz der Pflanzen mit Hilfe der „Saugkraftbestimmung“ an Samen kann PAMMER (1930)

geben: „Die Regelung des Wasserhaushaltes einer Pflanze erfolgt durch das Zusammenwirken von Saugkraft und Transpirationsschutz, daher können durch die Berücksichtigung dieser beiden Faktoren die Wasseransprüche einer Pflanze ausgedrückt werden.“ Und da nach demselben Autor die Betrachtung des anatomischen Baues einer Pflanze, auch ohne Transpirationsversuche, genügend Anhaltspunkte zur Beurteilung der Transpiration gibt, wird zur Charakteristik einer Art das Produkt aus Saugkraftmaximum und „Transpirationsschutz“ gebildet!

Auch über die Vererbung und den Erbgang (plasmatische Vererbung) des Saugkraftmaximums liegen Mitteilungen vor (BUCHINGER 1928, 1929, 1930, TASCHDJIAN 1928, ZWOBODA 1931), auf deren Besprechung wir aber verzichten können.

Es bedarf wohl keiner weiteren Erwägungen, daß solche Schlüsse, von denen im vorstehenden einige Beispiele gebracht sind, sich nicht rechtfertigen lassen. Eine kritische Stellungnahme zu verschiedenen Punkten finden sich auch schon bei BERKNER und SCHLIMM (1929, 1932), K. MEYER (1928, 1929), ARLAND (1928), MAYR (1931) und LEHMANN und AICHELE (1931).

In den Untersuchungen einiger der letztgenannten Autoren finden sich einige wichtige Angaben, die zur kritischen Beurteilung unserer Fragestellung von Bedeutung sind und Auskunft darüber zu geben vermögen, was wir bei vorsichtiger Handhabung von unserer Methode erwarten können.

Ein wichtiges Moment für die praktische Bedeutung der Keimprüfung ist die Richtigkeit der Annahme, daß das Keimverhalten ein konstantes und sortenspezifisches Merkmal sei. Es ist daher die Frage zu untersuchen, ob das Keimverhalten nicht durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden kann, und ob die dadurch entstehenden Abweichungen nicht die eventuellen Sortenunterschiede zu verwischen vermögen. Nach unseren früheren Ausführungen über die physiologischen Grundlagen der Keimung ist solches ohne weiteres zu erwarten. Denn da die Wasseraufnahme von der Struktur der Frucht- und Samenschale, von der chemischen Zusammensetzung des Endosperms u. a. beeinflusst werden muß, diese ihrerseits aber von manchen Faktoren während der Entwicklungsperiode abhängig sind, muß auch die Keimung von der Vorgeschichte der Frucht bzw. der Mutterpflanze beeinflusst werden können.

Einen deutlichen Beweis für den Einfluß verschiedener Eigenschaften auf die Wasser-

aufnahme von Getreidekörnern durch Quellung finden wir in Untersuchungen von HONECKER (1931). Dieser Autor bestimmte den Quellungsgrad, d. i. den Wassergehalt des Endosperms in Prozenten des Trockengewichtes zur Zeit der Keimung und die Quellzahl, d. i. die durchschnittliche Wasseraufnahme in 10 Stunden.

Aus den in der Tabelle 1 zusammengestellten Zahlen, die einen Auszug aus den Tabellen 8 und 9 von HONECKER (1931) darstellen, geht klar hervor, daß die Quellung allgemein in 0,6 mol Zuckerlösung bedeutend, um etwa die Hälfte, geringer ist als in Wasser. Da der Quellungsgrad aber praktisch der gleiche bleibt, d. i. also der Wassergehalt, bei dem Keimung eintritt, ergibt sich durch die langsamere Wasseraufnahme eine Verlängerung der Keimzeit in Zuckerlösung auf gut das Doppelte. Dieses Ergebnis ist zu erwarten, da die Wasseraufnahme ja von dem Konzentrationsgefälle Samen-Außenmedium abhängig ist.

Noch für eine Reihe weiterer, schon oben erwähnter Punkte, gibt diese Tabelle Beispiele. Wir sprachen davon, daß die Korngröße von Einfluß bei der Quellung ist. HONECKER untersuchte die normal großen (Durchschnitt), übernormal großen und kleinen Körner, gekennzeichnet durch ihr 1000-Korngewicht, gesondert. Sowohl Quellungsgrad als auch Keimzeit werden deutlich von der Korngröße beeinflusst. In den meisten Fällen ist die Keimzeit am kürzesten bei den kleinen Körnern.

Außerdem ergaben sich Unterschiede bei Körnern von mehligem und glasigem Gefüge.

Wasseraufnahmeverlauf verschiedener Winterweizensorten bei Verwendung von Körnern glasiger bzw. mehliger Struktur, sowie hohem bzw. geringem 1000-Korngewichtes, in Wasser und in 0,6 mol Zuckerlösung.

Sorte	1000-Korn- gewicht	Quellungsgrad		Quellzahl		Keimzeit	
		Wasser	Zucker	Wasser	Zucker	Wasser	Zucker
Arras, mehlig.	58,0	34,8	34,8	4,35	1,91	80	182
„ „	44,0	35,6	35,5	4,35	1,98	82	179
„ „	33,0	29,7	32,0	4,13	1,66	72	193
„ glasig	44,0	35,0	33,1	3,98	1,78	88	186
Mittel	44,8	33,8	33,9	4,20	1,83	80,5	185
Diva, mehlig	49,5	34,4	34,8	4,47	1,95	77	179
„ „	34,0	29,2	31,1	4,43	1,96	66	159
„ vollglasig.	51,0	35,9	37,6	4,08	2,07	88	182
Mittel	44,8	33,2	34,5	4,33	1,99	77	173
Kubisch, glasig.	56,0	32,7	34,7	4,19	2,16	78	161
„ „	42,5	31,7	33,0	4,59	2,31	69	143
„ „	31,5	29,1	31,9	5,20	2,73	56	117
„ mehlig	41,0	33,3	34,5	4,90	2,59	68	133
Mittel	42,8	31,7	33,5	4,72	2,45	67,7	138
Grells, mehlig	46,5	35,6	35,2	5,94	2,55	60	138
„ „	34,0	29,3	29,3	5,42	2,40	54	121
„ glasig	47,0	33,0	34,8	5,16	2,23	64	156
Mittel	42,5	32,6	33,2	5,51	2,39	59,3	138

Die glasigen Körner haben immer eine längere Keimzeit als die mehligten, nehmen also das Wasser langsamer auf. Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit den früheren von DUNGAN (1924) und von TASCHER und DUNGAN (1928), die auch bei Mais eine schnellere Keimung der mehligten Körner fanden.

Es illustriert diese Tabelle also, von wie mannigfachen Eigenschaften die Wasseraufnahme, die zum allergrößten Teile auf Konto von Quellungserscheinungen zu setzen ist, beeinflusst werden kann. Jeder Faktor, der aber in dieser Weise auf die Wasseraufnahme und somit auch auf die Keimung Einfluß hat, muß natürlich auch bei den Versuchen über das Keimverhalten verschiedener Sorten in Zuckerlösungen bestimmend auf das Ergebnis wirken. Da wir bereits hinreichend darüber unterrichtet sind, daß verschiedene Sorten einer Art mannigfache Unterschiede in den fraglichen Eigenschaften zeigen können, ist damit auch klar, daß sich mittels unserer Methode Unterschiede im Keimverhalten zeigen müssen. Es heißt das aber auch, daß es am Ende ganz gleich ist, ob wir feststellen, welche Unterschiede etwa die Zusammensetzung des Endosperms hat, oder welche Unterschiede in der Durchlässigkeit der Samenschale bestehen, oder aber ob wir bestimmen, welche Körner am besten unter verschiedenen Konzentrationen des Außenmediums keimen. Die letzte Methode hat aber den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß sie ein Mittel an die Hand gibt, mittels einer einzigen Prüfung eine Reaktion mehrerer Eigen-

schaften darzustellen, und zwar eine Reaktion, die von ausschlaggebender Bedeutung für die Existenz einer Sorte unter bestimmten Verhältnissen werden kann.

Ein Vergleich verschiedener Sorten, den HONECKER anstellte, hatte nun ein interessantes Ergebnis. Diejenigen Sorten, die aus der Praxis durch ihre Wasseransprüche als Hygrophyten bekannt sind, hatten eine niedrigere Quellungs- und Quellzahl als die Xerophyten. Dadurch wird für die Hygrophyten auch eine längere Keimzeit bedingt. Es ergibt sich also auch aus dieser Methode der Bestimmung der Quellungs- und Quellzahl das- selbe, wie aus Keimprüfungen in Zuckerlösung, die in diesem Falle eine niedrigere „Saugkraft“ der Hygrophyten ergeben haben würden. Die durchschnittlichen Werte aus den Tabellen von HONECKER ergeben folgendes Bild:

	Xerophyten	Hygrophyten
Keimzeit	55,9	77,9
Quellungsgrad	34,2	34,6
Quellzahl	6,48	4,58

Diese an Winterweizen erhaltenen Ergebnisse konnten auch für Sommerweizen und für Hafer nachgewiesen werden, so daß es scheint, daß es sich hier um eine allgemeinere Erscheinung handelt.

Haben wir es in den Untersuchungen von HONECKER hauptsächlich mit Quellungserscheinungen zu tun gehabt, so wenden wir uns jetzt solchen Untersuchungen zu, die Auskunft darüber geben können, wie groß die Beeinflussbarkeit des Keimverhaltens, so wie es in unserer Keimprüfungsmethode erfaßt wird, durch verschiedene Faktoren ist. Hierbei können wir unterscheiden zwischen Einflüssen, die im Samen selbst und in der Pflanze liegen und solchen die durch Außenbedingungen wie Klima, Standort, Ernährungsbedingungen hervorgerufen werden können. Ein scharfer Trennungsstrich läßt sich dabei nicht ziehen.

Einen Einfluß des *Reifezustandes* der Körner von Gelbhafer konnte SCHÜNEMANN beobachten. Bei gelbreifen und vollreifen Körnern war der Prozentsatz der Keimungen gleich, aber die Keimdauer war für die vollgereiften niedriger. Es ergibt sich so für die vollgereiften Körner eine höhere Wertungszahl.

Einen Einfluß des *Alters* ließen auch die Untersuchungen von HONECKER (1931) erkennen, wobei überjährige Körner von Sommerweizen eine kürzere Keimzeit hatten. Damit übereinstimmend sind die Befunde von MAYR (1931), der angibt, „daß der *Keimverlauf* einer Sorte auf verschieden konzentrierten Zucker-

lösungen und auch die bei diesen osmotischen Untersuchungen gefundenen *Saugkraftmaxima* keine konstanten Eigenschaften des Saatgutes sind, sondern daß sie sich *mit dem Alter des Saatgutes weitgehend* ändern.“ Diese Ergebnisse, die auch von K. MEYER bestätigt werden konnten, sind verständlich, wenn wir daran denken, daß sich die stoffliche Zusammensetzung von Samen mit der Dauer der Lagerung ändert.

HONECKER, MEYER, SCHÜNEMANN konnten auch einen weitgehenden Einfluß der Außenbedingungen feststellen. So fiel für dieselben Sorten die Keimprüfung verschieden aus je nach der Herkunft des Saatgutes, nach Standort, Aussaat- und Erntezeit, nach Ernährung der Mutterpflanze. Dadurch ist auch erklärlich, daß Unterschiede gefunden wurden zwischen Original- und Absaat.

Es gilt also „das Keimverhalten ein und derselben Sorte in Zuckerlösungen ist mehr oder weniger großen Schwankungen je nach Herkunft und den Standortverhältnissen, nach Alter, Lagerung und Aufbewahrung unterworfen“ (MEYER 1929), was weiterhin zu dem Schluß führt: „Auf jeden Fall erfährt die Samenkeimung als Methode der Bestimmung der osmotischen Verhältnisse im Keimling hierdurch eine starke Einschränkung, solange wir die verschiedenen inneren und äußeren Faktoren in ihrer Wirkungsweise und Bedeutung auf das Verhalten der Samen noch nicht kennen!“ (MEYER 1929.)

Der Frage, von welcher Bedeutung die Herkunft der Samen auf ihr Keimverhalten ist, haben BERKNER und SCHLIMM (1929, 1932) besonders eingehende Studien beim Getreide gewidmet. Die Untersuchung größerer Mengen verschiedener Herkünfte konnte manches über die Variationsbreite der „Grenzkonzentration“ aussagen und so einen Beitrag zu der wichtigen Frage nach der Konstanz des Keimverhaltens geben. Wie einige der angeführten Grenzwerte zeigen sollen, können die Schwankungen bei ein und derselben Sorte ganz beträchtliche sein.

Sorte	Grenzkonzentration
Champagnerroggen . . .	26,2—34,6 at
Kerstens Winterroggen .	27,2—33,8 at
Petkuser Winterroggen .	26,7—35,7 at

Etwaige Sortenunterschiede können daher nicht entdeckt werden, wenn nicht eine große Menge von Herkünften untersucht wird, so daß ein einigermaßen gültiger Mittelwert für jede Sorte gebildet werden kann.

Da die Wiener Autoren bei ihren Untersuchungen eine volle Konstanz im Keimverhalten

einer Sorte annehmen und den äußeren Bedingungen keinen Einfluß zuschreiben, sollen nach ihnen auch die Originalsaat und die Absaaten genau dieselben Werte ergeben. Dies konnte aber von keinem der Autoren, die diese Frage kritisch untersuchten, bestätigt werden. (MEYER, BERKNER und SCHLIMM, SCHÜNMANN.) Diese Tatsache, die jeder Physiologe von vornherein erwarten wird, und die auch zwangsläufig aus den Ergebnissen des Einflusses der äußeren Bedingungen folgt, möge durch einige Beispiele aus BERKNER und SCHLIMM belegt werden. Bei den beiden angeführten Sorten wurden Herkünfte hoher und niedriger Saugkraft gesondert untersucht, wodurch die Ergebnisse besonders interessant werden.

	Strubes roter Schlanstedter		Heines Kolben-Sommerweizen	
	Hohe Saugkraft	Niedrige Saugkraft	Hohe Saugkraft	Niedrige Saugkraft
Saatgut. .	20,5	14,9	27,5	16,8
Erntegut .	14,4	14,3	20,3	20,3

Es weicht also nicht nur die Saugkraft des Erntegutes von der des Saatgutes ganz bedeutend ab, sondern es bleibt sich auch gleich, ob als Saatgut Herkünfte hoher oder niedriger Saugkraft verwendet waren. Beide ergeben beim Erntegut die gleichen Werte.

Die Ansicht BUCHINGERS, die auch von den übrigen Wiener Autoren geteilt wird, daß die Saugkraft bzw. das Keimverhalten nicht von Außenbedingungen beeinflußt wird, läßt sich nach diesen Ergebnissen nicht aufrecht erhalten und damit fällt eine der wesentlichen Stützen der Methode.

Die Annahme, daß die Ergebnisse der Keimprüfung in hohem Maße von der stofflichen Zusammensetzung des Samens, beim Getreide des Endosperms und des Embryos, abhängt, erfährt eine wesentliche Stütze durch neuere Untersuchungen. SCHEIBE (1930, 1931), SCHEIBE und STAFFELD (1931) fanden, daß sich die Getreidearten deutlich durch ihren Rohrzucker-gehalt, der fast ausschließlich im Embryo lokalisiert ist, unterscheiden. Und zwar beträgt der Anteil Zucker bei

Roggen etwa 6—7 %
Weizen etwa 2—3 %
Gerste etwa 2—3 %
Hafer etwa 1—2 %

Es ist das dieselbe Reihenfolge der Getreide, die sich ergibt, wenn man sie auf Grund ihrer Keimprüfung anordnet und andererseits entspricht sie auch der Stellung, die sich aus ihren ökologischen Ansprüchen ergibt.

Auch für Sorten derselben Art konnten Unter-

schiede nachgewiesen werden, die aber durch verschiedene Herkunft verwischt werden können und auch in verschiedenen Jahren verschieden sind. Also auch hier kann nur Material, das unter gleichen Bedingungen gewachsen ist, zum Vergleich herangezogen werden.

SCHEIBE (1930) konnte auch zeigen, daß die Wasseraufnahme von Haferkaryopsen zunimmt mit der Höhe ihres Zuckergehaltes, was die folgende Tabelle zeigen möge.

Wasseraufnahme in % vom Ausgangsgewicht von 50 Samen verschiedener Hafersorten und verschiedener Herkunft.

Sorte	Herkunft	Rohrzucker- gehalt %	Wasser- aufnahme
v.LochowsGelbhafer	Original	1,79	22,5
	Banat	2,49	28,2
Lischower Frühhafer	Original	1,39	18,6
	Banat	2,63	29,5
Strubes Schlan- stedter Weißhafer	Original	1,30	16,9
	Banat	2,24	27,1

Diese Ergebnisse erfahren ihre Bestätigung durch umfangreiche Untersuchungen von BERKNER und SCHLIMM (1932), die eine Reihe von Herkünften von Weizen neben ihrem Keimverhalten gleichzeitig auf ihren Rohrzucker-gehalt prüften. Es zeigte sich, daß bei Sorten und bei Herkünften derselben Sorte ganz bestimmte Beziehungen zwischen ihrem Keimverhalten und ihrem Rohrzucker-gehalt bestehen, wobei Sorten mit höherer Saugkraft auch den höheren Zuckergehalt aufweisen. So wurden als Mittelwerte z. B. gefunden:

Strubes roter Schlanstedter Sommerweizen — 19,1 at — 1,85 % Zucker, Heines Sommer-Kolbenweizen — 24,8 at — 2,43 % Zucker.

BERKNER und SCHLIMM ziehen aus ihren Bestimmungen den Schluß: „Es scheint also, daß der Rohrzucker-gehalt ein Maßstab für die Saugkraft einer Sorte oder Herkunft sein kann, sofern die Keimfähigkeit nicht infolge langer oder unsachgemäßer Lagerung stark zurückgegangen ist.“

Diese Ergebnisse dürften für das weitere Verständnis der Keimprüfungen in Rohrzucker von großer Wichtigkeit sein, besonders wenn ausgedehntere Untersuchungen ihre Allgemeingültigkeit nachweisen können. Denn der Zucker-gehalt als in hohem Maße osmotisch wirksamer Faktor muß bei der Wasseraufnahme und Keimung eine große Rolle spielen und da unser Verfahren ja jedenfalls einen Index für die Stärke der osmotischen Vorgänge zu geben vermag, könnte mit ihm eine schnellere Bestimmungsmethode gegeben sein als etwa mittels einer direkten Bestimmung des Zuckergehaltes.

In den bisherigen Ausführungen haben wir

den Versuch gemacht, auseinanderzusetzen, worum es sich bei unseren Keimprüfungen handelt, und die einzelnen Vorgänge vom physiologischen Standpunkte aus einzuordnen. Wenn wir dabei zu einer vollen Ablehnung kommen mußten, auf diese Weise osmotische Werte oder die Saugkraft der ganzen Pflanzen bestimmen zu wollen, so geht aus unseren Ausführungen andererseits doch hervor, daß zwischen den osmotischen Zustandsgrößen eines Samens bzw. eines Embryos und den Ergebnissen der Keimprüfungen in Zuckerlösungen bestimmte Zusammenhänge bestehen müssen. Eine Sorte, deren Samen oder Embryo einen höheren Zuckergehalt besitzt, deren osmotische Konzentration der Zellinhalte eine höhere ist als bei einer Vergleichssorte, wird sich auch bei Keimprüfungen nach unserer Methode auszeichnen. Es ist somit auch eine Möglichkeit gegeben, etwaige Sortenunterschiede zu erkennen. Die hierbei zum Vorschein kommenden Sortenunterschiede können auch unter bestimmten Bedingungen von großer Bedeutung für die Eignung einer Sorte sein. Sobald aber versucht wird, aus der sog. Grenzkonzentration nun etwa die Saugkraft ganzer Pflanzen in Atmosphären anzugeben, verläßt man nicht nur den Boden der Tatsachen, sondern setzt sich auch in Gegensatz zu allen grundlegenden physiologischen Erfahrungen.

Die mancherlei Kritik, die in den vorigen Ausführungen geübt werden mußte, betrifft nur die kritiklose Behandlung der Methode und die unberechtigten und falschen Folgerungen, die aus ihr gezogen wurden, nicht aber die grundsätzliche Brauchbarkeit der Methode selber. Wie ja genügend hervorgehoben, muß sie allerdings von ganz anderen Voraussetzungen ausgehen als ihre Autoren wollen, und sich mit viel weniger weitgehenden Schlußfolgerungen begnügen, als sie bisher daraus abgeleitet wurden. Die bis heute vorliegenden Erfahrungen berechtigen vorläufig nur dazu, etwaige gefundene Unterschiede als Sortenunterschiede zu bezeichnen, ohne aber ihre Bedeutung und Auswirkungen im Leben der Pflanze im einzelnen festzulegen.

Insbesondere sind die bisherigen Ergebnisse, wie die Beziehungen zu Transpiration, Ertragsfähigkeit, Dürre- und Kälteresistenz, Reifezeit usw. noch viel zu unsicher, um ohne weiteres die Schlußfolgerungen zu ziehen, daß die Sorten mit hoher Saugkraft der Samen auch die oben erwähnten Eigenschaften in erhöhtem Maße besitzen. Die meisten Mitteilungen hierüber sind nicht nur rein theoretisch abgeleitet, sondern

auch die experimentellen Grundlagen dürften in den wenigsten Fällen eine sichere Antwort zulassen.

Es bleibt vorläufig nichts anderes übrig, als Schritt für Schritt den Beziehungen, die vermutet werden, zu folgen, wie ja auch bereits K. MEYER und BERKNER eine Analyse auf experimenteller Grundlage in Feld- und Gefäßversuchen versucht haben und so zu dem ersten zuverlässigen Ergebnisse kommen konnten. Die Versuche gerade der letztgenannten Autoren deuten tatsächlich darauf hin, daß eine Kopplung bestimmter wertvoller Eigenschaften der Pflanzen mit dem Keimverhalten der Samen in manchen Fällen vorhanden ist. Sollte sich dieses allgemeiner bestätigen lassen, so wäre allerdings mit den Keimprüfungen ein leichtes und vor allem schnell durchzuführendes Mittel an die Hand gegeben, eine Auslese von einem gewünschten Standpunkte aus zu betreiben. Aber wie sowohl K. MEYER als auch BERKNER und SCHLIMM bewiesen haben, geht auch das erst mit Erfolg, wenn durch Untersuchung genügend zahlreicher Herkünfte einer Sorte die Variationsbreite dieser Eigenschaften und ihre Beeinflußbarkeit durch Außenbedingungen bekannt sind.

Literatur.

- ARLAND, A.: Das Problem des Wasserhaushaltes bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in kritisch-experimenteller Betrachtung. Wiss. Arch. Landw. Abt. A 1 (1928).
- ATWOOD, W. M.: A physiological study of the germination of *Avena fatua*. Bot. Gaz. 57 (1914).
- ATWOOD, W. M.: Physiological studies of effects of formaldehyde on wheat. Bot. Gaz. 74 (1922).
- AICHELE, FR.: Keimung von Gramineensamen in Medien verschiedener Wasserstoffionenkonzentration und die damit verbundenen Reaktionsveränderungen. Bot. Archiv 33 (1931).
- BUCHINGER, A.: Ein neuer Keimapparat. Fortschr. Landw. 2 (1927).
- BUCHINGER, A.: Saugkraftmessungen („osmotisches Verhalten“) verschiedener Gerstensorten. Fortschr. Landw. 2 (1927).
- BUCHINGER, A.: Osmotische Analyse der fruchtbaren Aegilops-Weizenbastarde und deren Eltern. Fortschr. Landw. 3 (1928).
- BUCHINGER, A.: Die Verwendungsmöglichkeit des Keimapparates mit Glasstäben. Fortschr. Landw. 3 (1928).
- BUCHINGER, A.: Selektion nach der Saugkraft. Fortschr. Landw. 3 (1928).
- BUCHINGER, A.: Osmotische Analyse eines Linsen-Wicken-Bastardes und dessen Eltern. (Versuch einer Erklärung der Patroclinie.) Genetica (s-Gravenhage) 11 (1929).
- BUCHINGER, A.: Die Keimung von *Oryza sativa* zwischen Glasstäben. Fortschr. Landw. 4 (1929).
- BUCHINGER, A.: Vererbungsstudien über die Glasigkeit und Mehligkeit beim Weizen und deren

Beziehungen zur Saugkraft. Fortschr. Landw. 5 (1930).

BUCHINGER, A.: Die Bedeutung der Selektion nach der Saugkraft für die Pflanzenzüchtung. Z. Züchtg Abt. Pflanzenzüchtg 15 (1930).

BERKNER, F., u. W. SCHLIMM: Untersuchungen über den Wasserverbrauch von zehn Sommerweizensorten. In v. RÜMCKERS Festschrift: Forschungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues und der Pflanzenzüchtung. Berlin: P. Parey 1929.

BERKNER, F.: Der Einfluß der Herkunft von Weizenkörnern auf ihre Keimenergie. Wiss. Arch. Pflanzenbau 2 (1929).

BERKNER, F.: Kritische Beiträge zur Frage der Saugkraftmessungen an unseren Getreidearten. Landw. Jb. 75 (1932).

CROCKER, W.: Role of seed coats in delayed germination. Bot. Gaz. 42 (1906).

CHIPPINDALE, H. G.: „Suction-force“ measurements on the seeds of some strains of grasses. Welsh J. Agric. 7 (1931).

EIBL, A.: Osmotische und Saugkraftmessungen der Kulturpflanzen I. Fortschr. Landw. 1 (1926).

EIBL, A.: Osmotische und Saugkraftmessungen. II. Getreide. Fortschr. Landw. 1 (1926).

EIBL, A.: Osmotische und Saugkraftmessungen. III. Betarüben. Fortschr. Landw. 2 (1927).

EIBL, A.: Osmotische und Saugkraftmessungen. IV. Rotklee und Luzerne. Fortschr. Landw. 2 (1927).

FOSCHUM, O.: Über die Saugkraft verschiedener Hafer- und Maissorten. Fortschr. Landw. 3 (1928).

HUEBER, F.: Untersuchungen über die Saugkraft verschiedener Roggen- und Weizensorten. Fortschr. Landw. 4 (1929).

HEINISCH: Der Einfluß der Kornlage auf die Resultate des Keimversuches. Fortschr. Landw. 6 (1931).

HAFKOST, G.: Saugkraftmessungen an Futter- und Zuckerrüben. Fortschr. Landw. 5 (1930).

HAFKOST, G.: Der Zusammenhang von Saugkraft und Leistungsfähigkeit, dargestellt an 20 Zuckerrübenstämmen. Fortschr. Landw. 5 (1930).

HAFKOST, G.: Zur Theorie der Saugkraftmessungen. Biol. generalis (Wien) 6 (1930).

HONECKER, L.: Untersuchungen über den Verlauf der Wasseraufnahme bei Quellung und Keimung der Getreide. Diss. T. H. München.

ILJIN, W. S.: Der Einfluß der Standortsfeuchtigkeit auf den osmotischen Wert bei Pflanzen. Planta (Berl.) 7 (1929).

KLINKOWSKI, M.: Fichtelgebirgshafer und v. Lochows Gelbhafer. Angew. Bot. 11 (1929).

KONOPA, H.: Saugkraftmessungen an einigen Weizen- und Roggensorten. Fortschr. Landw. 5 (1930).

KOSMAT, H.: Saugkraftmessungen an Kartoffelsorten 1930/31. Fortschr. Landw. 6 (1931).

KOSMAT, H.: Saugkraftmessungen und enzymatische Kinetik der Pflanzen. Fortschr. Landw. 6 (1931).

LEHMANN, E., u. F. AICHELE: Keimungsphysiologie der Gräser (Gramineen). Eine Lebensgeschichte der reifenden, ruhenden und keimenden Grassamen. Stuttgart: F. Enke 1931.

MADER, W.: Messungen des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse bei floristisch verschiedenen Winterweizen und Wintergerstensorten. Fortschr. Landw. 2 (1927).

MADER, W.: Der Saatwert der verschiedenen Hafersorten. Fortschr. Landw. 3 (1928).

MAXIMOV, N. A.: The plant in relation to water. London 1928.

MERKENSCHLAGER, F.: Methoden zur physiologischen Diagnostik der Kulturpflanzen, dargestellt am Buchweizen. Berlin: Julius Springer 1926.

MERKENSCHLAGER, F., u. M. KLINKOWSKI: Zur vergleichenden Physiologie pflanzlicher Rassen. Ernährung d. Pflanze 23 (1927).

MEYER, K.: Ein Beitrag zur Methodik der Saugkraftmessungen im Keimlingsstadium. J. Landw. 76 (1928).

MEYER, K.: Untersuchungen über den Keimungsverlauf von Winterweizensorten in Zuckerlösungen. J. Landw. 76 (1928).

MEYER, K.: Die Einwirkung äußerer Wachstumsbedingungen auf das Keimverhalten in Zuckerlösungen. J. Landw. 77 (1929).

MEYER, K.: Was kann die Keimprüfung in Zuckerlösungen (Saugkraftmessung im Keimlingsstadium) für die Untersuchung kulturpflanzenphysiologischer Probleme leisten. Pflanzenbau 6 (1929).

MEYER, K.: Studien über den Wasserhaushalt des Hafers. J. Landw. 78 (1930).

MAYR, E.: Die osmotischen Werte einiger Weizenlandsorten im Vergleiche zu ihrer Keimungsgeschwindigkeit und Vegetationszeit. Fortschr. Landw. 6 (1931).

MAYR, E.: Abhängigkeit der Saugkraft und Keimungsgeschwindigkeit vom Alter des Saatgutes, dargestellt am Sommerweizen. Fortschr. Landw. 6 (1931).

MIHAILOVICI, J.: Saugkraftmessungen an verschiedenen Brassica-Arten. Fortschr. Landw. 5 (1930).

MIHAILOVICI, J.: Saugkraftmessungen an rumänischen Tabaksorten. Fortschr. Landw. 5 (1930).

OPPENHEIMER, H.: Osmotische und Saugkraftmessungen an unseren Kulturpflanzen. Fortschr. Landw. 2, 1927.

PAMMER, F.: Osmotische und Saugkraftmessungen VII. Gräser und Leguminosen. Fortschr. Landw. 3 (1928).

PAMMER, F.: Der osmotische Wert als Selektionsmoment bei Futterpflanzen. Z. Züchtung Abt. Pflanzenzüchtung 15 (1930).

PAMMER, F.: Zur Methodik der Saugkraftmessungen. Fortschr. Landw. 5 (1930).

PIESCU, A.: Selektionsversuche nach der Saugkraft an einigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Rumänien. Fortschr. Landw. 6 (1931).

POPOVICI-LUPA, T.: Saugkraftuntersuchungen an Weinreben. Fortschr. Landw. 4 (1929).

PRINGSHEIM, E. G.: Untersuchungen über Samenquellung. Planta 15, 1931.

RATHSACK, K., u. K. MEYER: Zur Methodik der Saugkraftmessungen mit Hilfe von Rohrzuckerlösungen. Fortschr. Landw. 4 (1929).

RATHSACK, K., u. K. SCHÜNEMANN: Zur Versäuerung der Rohrzuckerlösungen bei Saugkraftmessungen. Fortschr. Landw. 5 (1930).

SANDU-VILLE, C.: Saugkraftmessungen an Gramineen. Fortschr. Landw. 5 (1930).

SANDU-VILLE, C.: Saugkraftmessungen an Leguminosen. Fortschr. Landw. 5 (1930).

SCHEIBE, A.: Über das sorteneigentümliche Verhalten der Kulturpflanzen im Keimlingsstadium, dargestellt am Sommerweizen. Fortschr. Landw. 2 (1927).

SCHEIBE, A.: Über den Vorgang der Wasseraufnahme und die physiologische Bedeutung des Rohrzuckers beim Keimprozeß der Getreidekörner, dargestellt am Hafer. Fortschr. Landw. 5 (1930).

SCHEIBE, A., u. U. STAFFELD: Der Rohrzucker-gehalt der Samen als ein Hinweis für den physiologisch-ökologischen Charakter der Getreidearten und Sorten. Fortschr. Landw. 6 (1931).

SCHÜNEMANN, K.: Vergleichende Untersuchungen nach der Saugkraft- und Anwelkmethode an Hafersorten. Landw. Jb. 74 (1931).

STEINER, H. E.: Einfluß des Wassergehaltes auf die Saugkraft des Bodens. Fortschr. Landw. 5 (1930).

TASCHDJIAN, E.: Saugkraftmessungen an Baumwollsorten. Fortschr. Landw. 3 (1928).

TASCHDJIAN, E.: Saugkraftmessungen an Tabaksorten. Fortschr. Landw. 3 (1928).

URSPRUNG, A., u. G. BLUM: Eine Methode zur Messung des Turgor- und Wanddruckes der Zelle nebst Anwendungen. Jb. Bot. 63 (1924).

WALTER, H.: Der Wasserhaushalt der Pflanzen in quantitativer Betrachtung. Naturwiss. u. Landw. H. 6 (1925).

WALTER, H.: Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung. G. Fischer 1931.

ZEDERBAUER, E.: Beziehungen der Saugkraftmessungen zur Pflanzenzüchtung. Vortr. 8. Intern. Gartenbaukongr. Wien 1927.

ZEDERBAUER, E.: Zur Prioritätsfrage der Saugkraftbestimmungen an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Fortschr. Landw. 3 (1928).

ZWOBODA, A.: Über Vererbung des Saugkraftvermögens bei Sommergerste. Fortschr. Landw. 6 (1931).

Neue Gesichtspunkte zur Errechnung der Ährchendichte.

Von **E. Schröder**, Heide i. Holst.

Zur Bestimmung der durchschnittlichen Spindelgliedlänge bzw. der Ährchendichte sind die Auszählung der Gesamtährchenzahl und die Feststellung der Spindelänge erforderlich. Das Auszählen stößt bei der praktischen Durchführung auf keinerlei Schwierigkeiten. Die Spindelänge wurde ermittelt durch das Maß vom Ansatz des untersten Ährchens bis zum Ansatz des Gipfelährchens. Die technische Durchführung der Messung soll hier nicht behandelt werden. Untersucht werden sollen aber die Fragen: 1. Ist das oberste Ährchen, das Gipfelährchen, wirklich spindelgliedlos? 2. Welche Folgerungen ergeben sich aus dem evtl. abweichenden Befund für die Auswertung der durch Zählung bzw. Messung gefundenen Zahlen?

Zur Klärung der 1. Frage wird zunächst auf die morphologisch-anatomischen Verhältnisse der Weizenähren eingegangen werden. Aus der Skizze A geht der innere Aufbau eines Halmknotens hervor. Als Trennungswand zwischen zwei aneinandergrenzenden Internodien ist die Markscheide zu erkennen. Etwas oberhalb der Knotenbasis gliedert sich das Blatt ab.

Diese Anordnung wiederholt sich von Knoten zu Knoten, bis durch den Ansatz der Ähre diesem Rhythmus ein scheinbares Ende bereitet wird (s. Skizze C). An der Übergangsstelle befindet sich ein mehr oder minder stark ausgebildeter Saum, der durch irgendwelche Unregelmäßigkeit, deren Ursache in ungewöhnlicher Zusammenstellung der Außeneinflüsse oder auch nur einem einzigen Faktor von ihnen gesucht werden kann, so beeinflusst wird, daß an die Stelle

des Saumes ein langes Blatt tritt. In der Regel bildet sich in solchen Fällen allerdings nur ein längerer Zipfel. Derartige Bildungen bis zu mindestens einem Zentimeter Länge wurden innerhalb der Arten: *Triticum Spelta*, *Tr. vulgare*, *Tr. monococcum*, *Tr. polonicum* und *Tr. turgidum*, bei den beiden zuletzt aufgezählten Arten häufiger, beobachtet.

Nach dem vorstehenden Tatsachenbefund wird der Saum als Produkt einer nur ange deuteten Ausbildung der Blattanlage angesehen. In der Achse dieses Blattes befindet sich eine Knospe, die sich zum Ährchen auswächst¹. Diese Erscheinung verwundert nicht. Und die Markscheide? Auch sie ist im Präparat unter dem Mikroskop ganz klar wiederzufinden. Im ganzen betrachtet handelt es sich also auch hier um einen Knoten, der sich besonders durch die Anlage einer Knospe in den Blattachsen, dem Ährchen, und der nur sehr schwach ausgebildeten Blattanlage von den Halmknoten unterscheidet (vgl. Skizzen A u. B).

Demzufolge müßten soviel „Ährenknoten“ vorhanden sein, wie die Ähre Ährchen aufweist.

¹ KOERNICKE gibt zwar an, daß die ausgebildeten Ährchenblätter stets auf der dem Ährchen abgewandten Seite stehen (4, S. 29); doch ist diese Beobachtung offenbar von Ähren abgeleitet, deren unterstes Ährchen entweder von dem Ährchenblatt eingehüllt oder aber ausgebrochen war. Von der Möglichkeit des ersteren Falles kann man sich besonders leicht an verschiedenen Varietäten des *Tr. turgidum* überzeugen. Das Fehlen des untersten Ährchens wurde bei *Tr. Spelta* beobachtet. Ein Druck oder Zug von der Spindel fort löst das rudimentäre Ährchen einer ausgereiften Ähre leicht ab.