

Dabei ist zu beachten, daß	
bei Mais	zu 100 Gewichtsteilen Korn 30 Gewichtsteile Wasser
„ Hirse	„ 100 Gewichtsteilen Korn 26 Gewichtsteile Wasser
„ Sorgum	„ 100 Gewichtsteilen Korn 26 Gewichtsteile Wasser
„ Soja	„ 100 Gewichtsteilen Korn 75 Gewichtsteile Wasser

zugesetzt werden müssen.

Der Samen muß bei allen Jarovisationsbehandlungen dann den höheren oder niedrigeren Temperaturen oder der Dunkelheit ausgesetzt werden, wenn der Keimling mit seinem Wachstum begonnen hat, also etwa 24 Stunden nach dem Anfeuchten. Für die Saat ist es notwendig, daß die Keimwurzeln und Keimlinge während der Dauer der Behandlung nicht zu stark wachsen, und deshalb müssen die angegebenen Wassermengen, nicht wie die Russen angeben auf einmal, sondern nach und nach verabreicht werden. Es ist dies bei Mais, Hirse und Soja um so notwendiger, weil diese bei optimalen Keimtemperaturen durchweg fast 2 Wochen in Behandlung sein müssen und nach der Behandlung nicht zurückgetrocknet werden sollen.

Behandeltes Getreide kann man nach unseren diesjährigen Versuchen bis auf einen normalen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 14% zurücktrocknen. Jedoch ist es gerade wegen des Trocknens günstiger, wenn Keimling und Keimwurzeln nicht zu sehr entwickelt sind, weil diese sonst unter den höheren Trocknungstemperaturen leiden.

Ein weiteres Moment, das bei der Jarovisation der Pflanzen der kurzen Tage sehr wichtig ist zu beachten, ist die Unterbindung der Schimmelbildung. Auch hier ist wieder bei Mais, Soja usw. die Gefahr wegen der hohen Jarovisationstemperaturen besonders groß und die Verhütung der Schimmelbildung recht schwierig. Die ursprünglich von den Russen angegebenen Möglichkeiten der Schimmelunterbindung durch

tägliches, mehrmaliges Umrühren des behandelten Samens ist natürlich unsinnig und erfolglos. Das Umrühren des Samens, das natürlich gemacht werden muß, bewirkt nur eine gleichmäßige Anfangskeimung und eine gleichmäßige Einwirkung des Wassers und der Temperaturen.

Eine Behandlung des Samens mit Beizmitteln bewirkt oft eine Stimulation am Keimling und damit eine vorschnelle Keimung, die natürlich nachteilig ist, weil Keime und Keimwurzeln zu groß und zu lang werden. Am besten zur Unterbindung der Schimmelbildung hat sich bisher eine 0,1 prozentige (0,1% 10—15 Minuten tauchen) Sublimatlösung bewährt, mit der man vor der Jarovisation den Samen behandelt und die Gefäße desinfiziert. Auch ist es notwendig, während der Jarovisationsdauer ein Verstauben und Verschmutzen möglichst zu verhindern.

Wie weit für unsere deutschen Verhältnisse die Jarovisation anwendbar ist und wie weit sich eine Verkürzung der Vegetationszeit bei bisher wenig oder gar nicht angebauten Kulturpflanzen derart ermöglichen läßt, daß sie unter unseren Breiten gedeihen, läßt sich heute mit Sicherheit noch nicht beantworten. Die Russen geben bei einzelnen Getreidearten Vegetationsverkürzungen von mehreren Wochen an ohne Beeinflussung der Erträge. Wir konnten feststellen, daß die Umwandlung von Winterung in Sommerung gelingt, und daß nach den diesjährigen Versuchen bei Mais ein energischeres und schnelleres Auflaufen tatsächlich durch die Jarovisation bisher vorhanden war, wenn auch abschließend noch nicht gesagt werden kann, wie weit eine Verkürzung der Lebensdauer eintritt. Für Soja sind die Resultate noch nicht eindeutig genug, so daß ich hier keine Angaben machen möchte.

Auf alle Fälle ist es gerade heute nötig, um uns von dem Import ausländischer Produkte, wie Mais, Soja, Baumwolle usw., unabhängiger zu machen, sich mit der Frage der Jarovisation ernstlich zu beschäftigen.

## Pflanzenzüchtung auf Widerstandsfähigkeit gegen Trockenperioden.

Von **Adolf Ostermayer**, Wien.

### I.

Die Leistungen, welche die Wissenschaft für das Bauerntum zu vollbringen hat, sind von der Erkenntnis geleitet, daß der Bauer Sachwalter der Bodenfruchtbarkeit ist, daß er diese durch Pflanzen und Tiere zu nutzen hat, und daß durch die Erhaltung und Steigerung der Boden-

fruchtbarkeit, durch die Fähigkeit der pflanzlichen und tierischen Organismen, die Stoffe und Kräfte des Bodens zur höchstmöglichen Verwertung zu bringen, die bäuerliche Existenz und die Nahrungsreiheit des Volkes gesichert werden müssen. Daß hierbei die Leistungseigenschaften der Pflanzen und Tiere eine entscheidende Rolle

spielen, bedarf keiner besonderen Darlegung, weil sie auf den Ertrag einen bestimmenden Einfluß üben.

Das Erkennen dieser Eigenschaften, ihre Verwendung an dem Orte, wo sie der bäuerlichen Produktion den größten Nutzen bringen, sind daher wichtige wissenschaftliche Ziele. Ihre Verfolgung muß sich auf die Vererbungsgesetze stützen, die zu erforschen und bewußt zu verwenden sind, wobei, zur Vermeidung eines züchterischen Formalismus, eine Züchtungstechnik Anwendung finden muß, deren Grundlage die morphologischen Pflanzenanalysen bilden, welche die Beziehungen zwischen den Wachstumsbedingungen, den Entwicklungs-gestalten und dem Ertrage klarstellen.

Zu den Eigenschaften, welche für die Höhe und Sicherheit der Bodenerträge von größter Wichtigkeit sind, gehört die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Trockenperioden. Es ist bekannt, daß das Feuchtigkeitsbedürfnis der einzelnen Pflanzenindividuen nicht gleichartig ist. Das hängt mit der Verschiedenheit der Leistung jener Organe zusammen, welche die Aufnahme und Abgabe des Wassers besorgen und denen die Aufgabe zufällt, die Strömung des Wassers im Pflanzenkörper zu regeln. Man trifft einerseits die Anschauung, daß es sich hierbei um eine Eigenschaft der Blattentwicklung handle, da mit zunehmender Trockenheit des Standortes die Zahl der Spaltöffnungen abnehme (1). Es wird andererseits der Nachweis erbracht, daß die unter trockenen Bedingungen gehaltenen Pflanzen eine dichtere Nervatur und eine *Erhöhung* der Spaltöffnungszahl aufweisen (2). Schließlich kommen eingehende Untersuchungen (3) zu dem Schlusse, daß aus der Zahl und Verteilung der Spaltöffnungen nur mit außerordentlicher Vorsicht Folgerungen auf die Feuchtigkeitsbedingungen des Wachstums gezogen werden können.

Aus diesen widersprechenden Feststellungen ist zu entnehmen, daß die Beziehungen zwischen der Anatomie des Blattes und der Wasserversorgung der Pflanzen keineswegs feststehen. Wohl aber darf als gewiß angenommen werden, daß der während der Wachstumsperiode sich vollziehende Diffusionsprozeß in seiner Intensität, weil er seinen Sitz an den Wurzelhärchen hat, eine Angelegenheit des Wurzelgewebes und der Wurzelentwicklung ist. Es lassen sich morphologische Eigenschaften und physiologische Funktionen der Wurzeln vermuten, die geeignet sind, eine verschiedene Fähigkeit in der Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit herbeizuführen und den Ertrag zu beeinflussen. Auch

liegen Beobachtungen vor, welche für die Richtigkeit dieser Vermutung sprechen. Sie haben aber in der Züchtung bisher wenig Verwendung gefunden, und da die Züchtung auf Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit noch der Methodik und gesicherten Unterlage entbehrt, dürfen alle Erhebungen auf züchterische Beachtung rechnen, welche sich mit diesem Gegenstande befassen. In den nachstehenden Ausführungen wird über derartige Erhebungen berichtet, die, auf mehr als 20 Jahre zurückreichend, aus Feldbesichtigungen in klimatisch stark verschiedenen Gegenden Mährens geschöpft und durch Feldversuche ergänzt sind.

Daß die Züchtung nach Wurzelgestaltung bisher keine Verbreitung gefunden hat, wird durch den Umstand erklärlich, daß die Beurteilung des Wurzelvermögens der Pflanzen mit Schwierigkeiten verbunden ist. Denn einerseits ist es schwer, die gesamte Wurzelmasse einer Pflanze aus dem freien Lande zu isolieren, andererseits zeigen in Gefäßkulturen die Wachstumsbedingungen der Wurzeln eine von der Norm beträchtliche Abweichung. Überdies vermögen die genauesten Zählungen, Messungen und Wägungen der Wurzeln, sowie die eingehende Festhaltung der Wurzelgestalt, gewisse Fähigkeiten der Wurzelbildungen nicht zu erfassen, welche in den diosmotischen Kräften der Wurzelorgane, in dem Vermögen der Wurzel-ausscheidung, in einer physiologischen Tätigkeit der Wurzeln bestehen und für das Pflanzenwachstum sowie für den Ertrag eine wichtige Rolle spielen.

Für züchterische Zwecke können nur analytische Methoden in Betracht kommen, die sich im praktischen Landgutsbetriebe mit beschränkten Laboratoriumsbehelfen ausführen lassen. Es ergibt sich daher die methodische Notwendigkeit, die morphologischen Beobachtungen der Pflanzenwurzeln durch ihre Vereinfachung für Massenfeststellungen geeignet zu machen, die anlässlich von Feldbesichtigungen eingeleitet und dann, ohne Umständlichkeiten, durchgeführt werden können. In Anpassung an diese Notwendigkeit haben sich die Beobachtungen, welche den Gegenstand der folgenden Darlegungen bilden, darauf beschränkt, in einem um die Pflanze gelegten Radius von 150—200 mm den Boden mit einem Spaten auf 50 cm Tiefe abzustechen und aus dem auf diese Weise gewonnenen Erdballen, durch mehr-tägiges Einhängen in fließendes Wasser, die Wurzelmasse auszuwaschen. Die Methode gelingt bei den Bodenarten leichterer und mittlerer Beschaffenheit, welche bei Beobachtungen auf

Trockenheit vorwiegend in Betracht kommen, in hinreichender Weise und hat sich, wie die nachfolgend mitgeteilten Ergebnisse der Untersuchung von zahlreichen Pflanzen beweisen, für praktische Zwecke geeignet gezeigt.

Die Ermittlungen erstrecken sich lediglich auf Hafer. Diese Pflanze ist deshalb gewählt worden, weil sie von allen Getreidearten die größten Ansprüche an den Wasservorrat des Bodens stellt, und weil die gute Ausbildung des Wurzelsystems den Hafer für erste Untersuchungen der Wurzeltätigkeit besonders geeignet erscheinen lassen. Es liegen zwar gewisse Erfahrungen über die Wasseransprüche verschiedener Sorten des Hafers vor, aber es wurde hierauf bei den Untersuchungen keine Rücksicht genommen, weil unter den Verhältnissen des praktischen Landgutsbetriebes, meist bürgerlicher Art, welche bei den Erhebungen vorlagen, die Sorte nicht immer einwandsfrei feststellbar war, und weil die Aufmerksamkeit lediglich jenen Einzelindividuen unter den Pflanzen zugewendet worden ist, welche in trockenen Lagen, besonders aber nach Trockenperioden, vor der Ernte, einen befriedigenden Stand ihrer Entwicklung erkennen ließen.

Bei den Beobachtungen, die sich auf eine Dauer von 20 Jahren erstrecken, ist eine Vorbereitungsperiode von 8 Jahren und eine Prüfungsperiode von 12 Jahren zu unterscheiden. Die Vorbereitungsperiode beginnt in den Jahren 1900 und 1901 mit der Auswahl von 629 Pflanzen, welche nach Trockenperioden im mährischen Sudetenlande und dessen Ausläufern vorgenommen wurde. 307 der ausgewählten Pflanzen wiesen trotz dieser Verhältnisse eine sehr gute Entwicklung auf; der Rest von 322 Pflanzen entsprach in ihrer Entwicklung dem Durchschnittsbilde eines durch Trockenheit zurückgebliebenen Pflanzenbestandes. Von sämtlichen Pflanzen wurde im lufttrockenem Zustande das Gesamtgewicht, das Gewicht der oberirdischen Teile, das Gewicht der Wurzelmasse bis zu 25 cm Tiefe, das Gewicht der Wurzelmasse von 25—50 cm Tiefe festgestellt. Aus diesen Feststellungen wurden in den verschiedenen Wurzeltiefen die Mittelzahlen sowie das Verhältnis der

Tabelle 1. Entwicklung mittlerer und guter Haferbestände nach Trockenheit.

Zahl der Pflanzen	Ober-irdische Organe	Wurzelmasse			Hundertteil der Wurzel an ober-irdischen Organen
		bis 25 cm Tiefe	von 25 bis 50 cm Tiefe	Summe	
		Gramm je Pflanze			
322	3,398	0,156	0,024	0,180	5,3
307	4,567	0,170	0,053	0,223	4,9

oberirdischen Organe zur Wurzelmasse berechnet. Das Ergebnis dieser Ermittlung und Berechnung enthält die Tabelle 1.

Die in der Tabelle 1 vorgeführten Zahlen decken für jene Pflanzen, welche, da sie eine gute Entwicklung der oberirdischen Organe aufweisen, einen befriedigenden Ernteertrag erwarten lassen, in der Wurzelentwicklung bestimmte Beziehungen auf. Diese bestehen einesseits in einem geraden Verhältnisse der oberirdischen Organe zur Entwicklung der Wurzeln, d. h. die *stärkere Entwicklung der oberirdischen Pflanzenmasse geht mit einer stärkeren Entwicklung der Wurzelmasse Hand in Hand*. Dies wirkt sich insofern zugunsten der oberirdischen Organe aus, als der Hundertanteil der Wurzeln an den oberirdischen Organen bei dem schlechten Erntebestande 5,3, bei dem besseren Erntebestande nur 4,9% beträgt. Entscheidend ist aber jedenfalls, daß mit der vermehrten Wurzelentwicklung eine gesteigerte Produktion der oberirdischen Organe für die Wurzeleinheit verbunden ist. Ihre Erklärung kann in einer zweiten Gesetzmäßigkeit erblickt werden. Sie bezieht sich auf das Tiefenwachstum der Wurzeln und ist aus der Aufstellung der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2. Tiefenwachstum der Wurzeln.

Gewicht der oberirdischen Organe Gramm je Pflanze	Hundertteile der Wurzeln bis 25 cm Tiefe		von 25 bis 50 cm Tiefe	
	an der Gesamt-wurzelmasse	an den ober-irdischen Organen	an der Gesamt-wurzelmasse	an den ober-irdischen Organen
3,398	86,6	4,6	13,4	0,7
4,567	76,2	3,7	23,8	1,2

Nach dem durch diese Zahlen gewährten Bilde ist die Entwicklung der die Ernte bedingenden oberirdischen Organe mit dem höheren Anteile jener „Tiefenwurzeln“ verknüpft, welche in einer, 25 cm unter der Oberfläche liegenden Bodenschicht zur Verbreitung gelangen. Wenn man beachtet, daß die tieferen Bodenschichten einen höheren Feuchtigkeitsgehalt aufzuweisen pflegen, so darf man hier von einer Erscheinung sprechen, die zur Überwindung von Trockenheitsschädigungen geeignet ist, weil sie zum Aufbau der Ernte die Ausnutzung der feuchteren Bodenschichten ermöglicht.

In biologischer Hinsicht besteht allerdings die Möglichkeit, daß das größere Tiefenwachstum der Wurzeln eine Standortserscheinung ist, die sich als eine Anpassungsleistung an die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens darstellt. Aber es muß die Fähigkeit zur Anpassung als eine Voraussetzung der Leistung vorliegen. Viele Beobachtungen lassen eine Abhängigkeit

der Wurzelentwicklung von der Beschaffenheit des Milieus, in welchem sich das Wachstum vollzieht, erkennen. Man hat festgestellt, daß die Ausbildung der oberirdischen Pflanzensubstanz mit sinkendem Wassergehalt des Bodens abnimmt, und daß diese Abnahme, trotz reichlicher Ausbildung der Wurzelmasse, vor sich gehen kann. Diese Wahrnehmung steht in Übereinstimmung mit der allgemeinen Feststellung, daß sich in allen Böden, welche infolge ihrer Beschaffenheit für die Nährstoffversorgung eine größere Kraftanwendung notwendig machen, die Wurzelentwicklung verstärkt und anspruchslosen Pflanzen in der Regel eine stärkere Ausbildung der unterirdischen Organe zu eigen ist.

## II.

Da alle diese Beobachtungen und Erfahrungen für die Züchtung auf Wurzelentwicklung Fingerzeige zu geben vermögen, wurden sie für die Gewinnung von Unterlagen zur Züchtung von Pflanzen benutzt, welche sich gegen Trockenperioden widerstandsfähig erweisen sollen.

Es wurden für diesen Zweck umfangreiche Beobachtungen herangezogen, welche im Verlaufe von 8 Jahren bei 2129 Pflanzen gemacht worden sind. Alle diese Pflanzen sind Feldbeständen entnommen, deren Böden, nach Beschaffenheit und Düngung, als „dürftig“, „mittel“ oder „fruchtbar“ klassifiziert worden sind und die daher im Standorte und, infolge der 8jährigen Beobachtungsdauer, auch in der Wachstumswitterung Verschiedenheiten aufweisen. Bei der Auswahl wurden nur gut entwickelte, d. h. solche Pflanzen berücksichtigt, welche sich gegen Trockenheitserscheinungen widerstandsfähig erwiesen haben. Die Tabelle 3 gibt eine Übersicht der für die Wasseraufnahme wichtigsten morphologischen Eigenschaften und Verhältnisse dieser Pflanzen, ausgedrückt im Mittel der entsprechenden Gruppen.

Die Ausbildung der oberirdischen Organe steigt und fällt nach den Zahlen der Tabelle 3 mit den Fruchtbarkeitsbedingungen des Bodens. Sie stellt sich ferner als eine Funktion der Wurzelmasse dar, deren Menge mit der Güte

der Bodenbeschaffenheit ebenfalls steigt und abnimmt. In den ärmeren Böden ist aber das Wurzelwachstum insofern in eine größere Tiefe des Bodens verlegt, als der Anteil der tiefergehenden Wurzeln an dem Gewichte der oberirdischen Organe mit der Verschlechterung des Bodens anwächst. Im Verhältnis der Wurzelmasse selbst drückt sich diese Entwicklung in der Weise aus, daß die über 25 cm hinausdringenden Wurzelteile an der Gesamtmasse der Wurzeln wie folgt in Hundertteilen beteiligt ist:

Bodenklasse:	Fruchtbar	Hundertteilen:	8,9
	Mittel		12,2
	Dürftig		15,6

Die Biologie erklärt dieses Verhalten der Pflanzenwurzel mit dem Reichtum an Pflanzenährstoffen in der Ackerkrume, welcher die Nährstoffaufnahme erleichtert und eine Suche nach Nährstoffen in tieferen Schichten zwecklos erscheinen läßt. Damit ist zugegeben, daß sich die Lebensäußerungen der Wurzelorgane den Lebensbedingungen anpassen. Unbeantwortet bleibt jedoch die Frage, ob es sich hierbei um Leistungseigenschaften handelt, die einzelnen Individuen zukommen, d. h. ob eine Anpassung an Lebensbedingungen vorliegt, welche die Individuen der gleichen Art insofern voneinander unterscheidet, als es sich um eine individuelle Eigenschaft der Erbmasse handelt, die auf die Nachkommen übertragbar ist.

Diese Frage war der Beantwortung zuzuführen. Für deren Zweck wurden die Nachkommen für jede der ausgewählten Pflanzen getrennt gewonnen und gartenmäßig zur Aussaat gebracht. Die Aussaat erfolgte auf dem in der Zeit von 1908—1920 bestandenen Versuchsfelde der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft für die Markgrafschaft Mähren in Greifendorf bei Zwittau (Mähren), welches als „Trockenheitslage“ eine besondere Eignung aufwies, weil sein sandiger Lehmboden einseitlich für Niederschlagsmangel besonders empfindlich war und der Versuchsort in einem Gebiet liegt, das eine durch Niederschlagsarmut gekennzeichnete Enklave darstellt. Die gartenmäßige Aussaat erfolgte durchwegs für die Nachkommen von Pflanzen, welche unter trockenen Wachstumsbedingungen eine befriedigende Entwicklung der

Tabelle 3. Pflanzenentwicklung auf Böden verschiedener Beschaffenheit.

Zahl der Pflanzen	Boden-klasse	Oberird. Organe		Wurzelmasse				Summe	
		Gramm je Pflanze	Halme je Pfl.	Gramm	bis 25 cm Tiefe v. H. der oberird. Organe	25 bis 50 cm Tiefe v. H. der oberird. Organe	Gramm	Gramm	v. H. der oberird. Organe
529	fruchtbar	4,601	2,31	0,254	5,1	0,025	0,5	0,279	5,6
976	mittel	3,309	2,02	0,151	4,6	0,021	0,6	0,172	5,2
624	dürftig	2,788	2,92	0,108	3,8	0,020	0,8	0,128	4,6

oberirdischen Pflanzenorgane aufwiesen und im übrigen eine bestimmte Wurzelentwicklung zeigten. Dabei wurden Grenzzahlen angesetzt, die für die oberirdischen Organe ein Gewicht von mindestens 4,000 g, für die Wurzelentwicklung ein Gewicht von mindestens 0,220 g vorschrieben, von welchem mindestens 0,040 g auf Wurzeln in der Bodenschicht von 25—50 g entfallen.

Insgesamt konnten aus den 2129 beobachteten Pflanzen die Nachkommen von 235 Pflanzen ausgesät werden. Dies geschah in Reihen von 10 cm, in einem Abstande von 5 cm in der Reihe und in einer Tiefe von 3 cm. Aus dem Nachkommenbestande jeder der ausgesäten Pflanzen wurden vor der Ernte je 120 bestentwickelte, 120 mittelentwickelte und 120 schlechtentwickelte Pflanzen zur morphologischen Analyse ausgewählt. Die Tabelle 4 zeigt das Ergebnis der Analyse, und zwar in den Mittelzahlen der 3 Entwicklungsklassen.

Man muß beachten, daß es sich bei diesen Zahlen um eine Kennzeichnung morphologischer Eigenschaften der Nachkommen ausgewählter Pflanzen handelt, die unter den gleichen Produktionsbedingungen zur Entwicklung gelangt sind, so daß der Unterschied des Standortsfaktors auf ein Geringmaß eingeschränkt ist. Man hat es ferner in den Zahlen der Tabelle 4 mit dem Bilde von Lebenserscheinungen zu tun, welche, sofern sie mit denjenigen der Stammplänen gleichlaufen, als Eigenschaften der Erbmasse anzuerkennen sind. In diesem Falle ist als wesentlich hervorzuheben, daß die bestentwickelten Pflanzen die gleichen morphologischen Eigenschaften der Wurzeln zeigen, welche schon in der Tabelle 1 für 307 Pflanzen nachgewiesen worden sind, deren oberirdischen Organe bei Trockenheit eine gute Entwicklung erkennen lassen. Die Eigenart dieser Wurzelentwicklung besteht darin, daß die beste Ausbildung der oberirdischen Pflanzensubstanz mit der relativ stärksten Entwicklung der Wurzeln verbunden ist.

Es muß in diesem Zusammenhange auf eine Arbeit von TUCKER und SEELHORST verwiesen werden, in welcher dargelegt wird, daß

die Ausbildung der oberirdischen Pflanzensubstanz mit steigendem Wassergehalte des Bodens zunimmt, bei den Wurzeln aber das Umgekehrte der Fall ist. Es setzt bei einem geringeren Wassergehalt des Bodens die relativ größte Ausbildung der Wurzeln, die relativ geringste der oberirdischen Organe ein. Die zur Mehrausbildung der Wurzeln verwendeten Baustoffe werden der oberirdischen Masse entzogen. Die vergrößerte Wurzelmasse ist aber doch nicht imstande, die zu einer reichlichen Entwicklung der oberirdischen Organe nötigen Nährstoffe, insbesonders das Wasser, in ausreichender Menge zu liefern.

Das ist jedoch das Ergebnis des Wachstums einer Summe von Pflanzenindividuen mit gleicher Anpassungstendenz, aber verschiedener Anpassungsfähigkeit. Die Zahlen der Tabelle 4 stehen zu diesen Feststellungen insofern in einem Gegensatz, als es sich um die Nachkommen von Pflanzen handelt, die gegen trockene Verhältnisse eine besondere Widerstandskraft, d. h. in Trockenperioden eine gute Entwicklung zeigen, somit eine besondere individuelle Befähigung zur Ausnutzung geringerer Mengen von Bodenfeuchtigkeit vermuten lassen. Im morphologischen Bilde stehen die Pflanzen durch die Tiefenentwicklung der Wurzeln hervor, die sich im Verhältnis zu den oberirdischen Organen bemerkbar macht. Sie fällt besonders auf, weil die Gesamtentwicklung der Wurzeln im Verhältnis zu dem oberirdischen Baue zurücksteht, d. h. bei den schlecht entwickelten Pflanzen 6,1 v. H., bei den gut entwickelten Pflanzen aber nur 5,1 v. H. beträgt. Die Eigenart der Wurzelgestaltung geht auch mit einer Eigenart der Bestockungerscheinungen Hand in Hand, die sich im Verhältnis der je Halm entfallenden Wurzelmasse kundgibt und in dem je Wurzelmasse entfallenden Tiefenanteil zum Ausdruck kommt. Diese Beziehungen sind aus der Aufstellung auf S. 160 oben zu entnehmen.

Die bessere Entwicklung der oberirdischen Organe kommt, trotz der absolut größeren Wurzelentwicklung, in Begleitung einer relativ schwächeren Wurzelentwicklung zustande. Diese tritt aber nicht in allen Teilen der Wurzelmasse

Tabelle 4. Morphologische Eigenschaften der Nachkommen von gut entwickelten Trockenheitspflanzen.

Entwicklungs Klasse	Oberird. Organe		Wurzelmasse				Summe		Hundertverhältnis der Tiefenwurzeln zur Gesamt wurzelmasse
	Gramm je Pflanze	Halme je Pfl.	bis 25 cm Tiefe	25 bis 50 cm Tiefe	v. H. der oberird. Organe	Gramm	Gramm	v. H. der oberird. Organe	
Schlecht	2,998	1,95	0,148	4,9	0,031	1,1	0,179	6,0	17,3
Mittel	3,902	2,26	0,177	4,5	0,039	1,0	0,216	5,5	18,0
Best	4,789	2,48	0,187	3,9	0,059	1,2	0,246	5,1	23,9

Entwicklungs-klasse	Die Wurzelmasse beträgt Hundert- teile je Halm			Die Tiefen- wurzeln betragen Hundertteile der Gesamt- wurzelmasse
	bis 25 cm Tiefe	25—50 cm Tiefe	Summe	
Schlecht	8,9	2,0	10,9	17,3
Mittel ..	8,2	2,3	10,5	18,0
Best ...	7,5	2,6	10,1	23,9

gleichartig in Erscheinung, sondern die Tiefenentwicklung der Wurzeln ist es, welche die Ausbildung der Erntemasse entscheidet. Diese Erscheinung tritt bei Pflanzen zutage, welche als Nachkommen von Trockenheitspflanzen wasserarme Wachstumsbedingungen überwunden haben und legt die Vermutung nahe, daß die *Wachstumsbedingung der Wasserarmut durch eine Wurzelentwicklung überwunden werden können, welche die Befähigung hat, die in der Tiefe gelegenen feuchten Bodenschichten auszunutzen.*

### III.

Die eben dargelegte Gesetzmäßigkeit wurde bei Pflanzen festgestellt, welche, einer Familie angehörend, unter gleichen Produktionsbedingungen gewachsen sind, und welche von Individuen abstammen, die unter trockenen Verhältnissen eine befriedigende Entwicklung gezeigt haben. Da der festgestellten Gesetzmäßigkeit vom züchterischen Standpunkte aber nur dann ein Wert zugesprochen werden kann, wenn sie sich als eine vererbbare Eigenschaft der beobachteten Pflanzen darstellt, so wurden die Nachkommen von bestentwickelten Pflanzen (B), von Pflanzen mittlerer Entwicklung (M) und von schlecht entwickelten Pflanzen (S) im Verlaufe einer 12jährigen Prüfungsmethode wiederholt auf je 5—6 Parzellen von je 1 qm Größe zur Aussaat gebracht, wobei insgesamt 16 Parzellen in schachbrettartiger Anordnung Anlage fanden. Die Reihenentfernung der Saat betrug wieder 10 cm, die Entfernung in den Reihen 5 cm, die Saattiefe 3 cm. Auf 1 qm entfielen sonach 200 Körner. Von jeder Familie

standen etwa 2500 Körner zur Verfügung. Es war daher möglich, aus diesen nur die schwersten Körner zur Aussaat zu bringen, so daß bei der parzellenmäßig vergleichenden Untersuchung der Entwicklungsunterschied ausgeschaltet wurde, welcher durch die verschiedene Lebenskraft des Keimes, durch die bessere Ernährung der Keimpflanzen in verschiedenen schweren Körnern, infolge der größeren oder geringeren Reichlichkeit der Reservestoffe, während der ersten Jugendentwicklung und dadurch auch im späteren Alter entsteht. Es wurden demnach alle Vorsichtsmaßregeln beachtet, die von einem einwandfreien Feldversuch gefordert werden können.

Die auf den einzelnen Parzellen zustande gekommenen Körner- und Strohernten, welche zuerst festgestellt wurden, sind in der Tabelle 5 zusammengefaßt.

Das Bild, welches aus den Zahlen der Tabelle 5 gewonnen werden kann, zeigt eine gesetzmäßige Beziehung zwischen den Ernten aus den Nachkommen und der Entwicklung ihrer Mutterpflanzen. Man muß dabei berücksichtigen, daß der geringe Umfang der Parzellen einen starken Anteil von Randpflanzen zur Folge hat, wodurch die Entwicklung der oberirdischen Organe gefördert und verhältnismäßig hohe Körnerernten erzielt werden. Das vergleichende Ertebeld der B-M-S-Parzellen ist aber ein gesetzmäßig geschlossenes und aus den Ernten ist zu entnehmen, daß die gegen Trockenheit weniger empfindlichen Mutterpflanzen ihre Widerstandskraft auf die Nachkommen übertragen haben.

Diese Beobachtung wird durch die morphologischen Eigenschaften bestätigt. Zu ihrer Feststellung wurden aus der Mitte der B- und S-Parzellen je 5 Pflanzen mittlerer Entwicklung (mit Ausschluß von Randpflanzen) entnommen, so daß 30 B-Pflanzen und 25 S-Pflanzen zur morphologischen Analyse gelangten, deren Ergebnis in der Tabelle 6 ausgewiesen ist.

Tabelle 5. Nachkommenernten verschiedener entwickelter Mutterpflanzen.

Parzellen Nr.	B-Parzellen				M-Parzellen				S-Parzellen			
	je Parzelle Körner	je Parzelle Stroh	je Pflanze Körner	je Pflanze Stroh	je Parzelle Körner	je Parzelle Stroh	je Pflanze Körner	je Pflanze Stroh	je Parzelle Körner	je Parzelle Stroh	je Pflanze Körner	je Pflanze Stroh
1	413	563	2,06	2,81	312	396	1,56	1,98	246	301	1,23	1,50
2	406	586	2,03	2,93	319	387	1,59	1,93	257	264	1,28	1,42
3	424	545	2,12	2,72	326	461	1,63	2,30	356	251	1,28	1,36
4	436	531	2,18	2,65	307	390	1,53	1,95	240	231	1,20	1,52
5	409	522	2,04	2,61	334	387	1,67	1,93	239	284	1,20	1,29
6	427	553	2,13	2,13	—	—	—	—	—	—	—	—
Differenz	30	64	0,15	0,32	27	74	0,11	0,37	18	50	0,08	0,23
Mittel	419	550	2,09	2,75	319	404	1,59	2,02	2,47	2,66	1,24	1,42

Tabelle 6. Morphologische Entwicklung der Nachkommen von gegen Trockenheit gut oder schlecht widerstandsfähigen Pflanzen.

Im Mittel je Pflanze	B-Pflanzen	S-Pflanzen
Gesamtgewicht .....	5,675	4,471
Oberirdische Organe .....	5,5391	4,250
Wurzelmasse im ganzen .....	0,284	0,221
,,    bis 25 cm .....	0,187	0,179
,,    von 25 bis 50 cm .....	0,077	0,042
Bestockung .....	2,640	2,210
Korngewicht .....	2,511	2,001
Strohgewicht .....	2,632	1,946
Gesamtwurzelgewicht in Hundertteilen		
des Gesamtgewichtes der Pflanze der oberirdischen Teile .....	5,0	4,9
je Halm in Gramm .....	5,2	5,1
Gramm .....	10,7	10,0
Wurzelmasse 25 bis 50 cm Tiefe		
des Gesamtgewichtes der Pflanze der oberirdischen Teile .....	1,3	0,9
je Halm in Gramm .....	1,4	1,0
Gramm .....	0,290	0,190
des Gesamtwurzelgewichtes in Hundertteilen .....	27,1	19,0

Die Zahlen der Tabelle 6 weisen einen weitgehenden Gleichlauf in der Ausbildung der oberirdischen und unterirdischen Organe auf. Allerdings sind die Raum- und Belichtungsverhältnisse der Kleinparzellen, welche das Hervortreten von Randpflanzen begünstigen, der Anlaß zu einer stärkeren Entwicklung der oberirdischen Organe und zu einem relativen Zurücktreten der Wurzelentwicklung. Das behindert jedoch nicht den entscheidenden Unterschied zwischen den B- bzw. S-Pflanzen, der darin besteht, daß die Nachkommen der gegen Trockenheit widerstandsfähigen Pflanzenindividuen sowohl absolut als auch im Verhältnis zu den oberirdischen Organen eine verstärkte Wurzelentwicklung aufweisen, und daß sich diese Entwicklung vor allem in den Wurzelpartien vollzieht, die in den feuchteren Schichten der größeren Bodentiefe ihren Sitz haben.

Diese Feststellungen ergeben sich aus einer Beobachtungsdauer von 12 Jahren, in welchen die Nachkommen von Individuen, welche sich gegen Trockenperioden widerstandsfähig erwiesen haben, immer wieder zur Aussaat gelangten, wobei im Wege der Individualauslese nach Ernteertrag und Wurzelentwicklung, Zucht auf Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit geübt wurde. Es ist auf diese Weise gelungen, Pflanzenfamilien zu isolieren, welchen die Befähigung zur Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit in besonderem Grade innewohnt. Diese Eigenschaft wird in der Gesamtheit der Massenbehandlung von den Standortserscheinungen überdeckt, sie gelangt dort, wo die Individualauslese einsetzt, zur klar hervortretenden Wirkung.

Im Massenbilde ist die bessere Entwicklung der oberirdischen Organe, die mit einer absolut größeren Wurzelentwicklung verbunden ist, noch in Begleitung einer relativ schwächeren Wurzelausbildung festgestellt worden. In der fortgesetzten Familienauslese schwindet diese Eigenart, und die Widerstandskraft der Individuen gegen Trockenheit zeigt sich als die Folge einer Wurzelkraft allseitiger Erscheinung, die befähigt ist, den oberirdischen Organen die erforderlichen Baustoffe auch unter ungünstigen Verhältnissen, soweit als möglich, zu sichern.

Damit ist eine Wachstumserscheinung, welche auch von anderer Seite festgestellt worden ist, vom Vererbungsstandpunkte des Züchters beleuchtet. Schon früher haben bewährte Forcher nachgewiesen, daß Roggen und Hafer als Getreidearten der trockeneren Bodenarten ein stärkeres Wurzelvermögen besitzen als Weizen und Gerste, welche auf Böden mit günstigerer wasserhaltender Kraft gedeihen. Von Dr. KURT OPPITZ (4) wird die Vermutung ausgesprochen, daß es Unterschiede im Bewurzelungsvermögen gibt, die nicht bloß zwischen den Gattungen und Arten, sondern auch innerhalb des engeren Verwandtschaftskreises der Rassen oder Sorten bestehen. Die Tatsache, daß sich verschiedene Sorten einer Art bezüglich ihrer Ansprüche an Boden, Klima und Düngung verschieden verhalten, unterstützt die Richtigkeit jener Ansicht. Im Jahre 1872 fand HOSEUS bemerkbare Differenzen in den Wurzelgewichten verschiedener Hafersorten, und E. v. PROSKOWETZ hat bei 3 Gerstensorten Unterschiede im Wurzelgewichte, in der durchschnittlichen Dicke der Wurzeln, im Wasser- und Aschengehalte festgestellt.

Vom Standpunkte der Wasserversorgung kann als erwiesen gelten, daß das Getreide einen Teil seines Wasserbedarfes aus tieferen Bodenschichten bezieht und zu diesem Zwecke die Getreidewurzeln die Fähigkeit besitzen, in die Tiefe zu wachsen. Es kann daher dem Züchter wohl empfohlen werden, neben anderen morphologischen Eigenschaften auch die Einzelheiten der Bewurzelung als ein Element des Züchtungsverfahrens zu beachten.

Trotzdem sind die Ergebnisse der einschlägigen Untersuchungen als Grundlagen züchterischer Tätigkeit noch wenig benutzt worden. Auch die Tatsache, daß die Pflanzenwurzel unter dem Einflusse mannigfacher Faktoren außerordentlich umbildungsfähig ist, daß die Anpassungsfähigkeit der Wurzel, welche mit ihrer zarten Beschaffenheit den Weg im groben Milieu suchen muß, für das Gedeihen der Pflanze eine Voraussetzung der Entwicklung

ist, wurde von der Pflanzenzüchtung für ihre Arbeit noch wenig zur Kenntnis genommen.

Die Erklärung ist, abgesehen von den Schwierigkeiten der Wurzelbeobachtungen, in der weitgehenden Abhängigkeit der Wurzelentwicklung von den Standorts- und Ernährungsverhältnissen zu suchen, welche zu Standortsmodifikationen führt, die das in der Erbmasse enthaltene Wurzelvermögen des Einzelindividuums übertragen. Eine Erschwernis für die züchterische Auslese ergibt sich sonach auch aus der Labilität des Materials, das immer wieder Veränderungen zeigt, denen die Samenbeständigkeit und daher der züchterische Wert abgeht. Der praktische Züchtungsbetrieb bedarf einer Methode, welche auf verhältnismäßig einfachem Wege die Eigenschaften des Einzelindividuums aus der morphologischen Massenerscheinung des Standortes zu isolieren vermag.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung dienen diesem Zwecke. Trotzdem sie noch mannigfacher Ergänzung bedürfen, geben sie doch bereits allgemeine Fingerzeige über die Wechselwirkungen, welche zwischen der Wurzelbildung einerseits und der Genügsamkeit der Pflanzen andererseits besteht.

Im Volksinteresse muß daran gegangen werden, auch auf geringen Böden und in regenarmen Jahren Höchsternten zu sichern und die Bodenfruchtbarkeit auszunutzen. Der Pflanzenbau richtet zu diesem Zwecke sein Augenmerk auf die Beschaffenheit des Bodens. Er bemüht

sich, die Bodenbedingungen für die Pflanzen so günstig als möglich zu gestalten. Die Pflanzenzüchtung aber hat die Kulturformen zu befähigen, die Kulturbedingungen und die Kulturmaßnahmen zur Ausnutzung zu bringen. Bei der großen Ausdehnung leichter Böden im Deutschen Reiche, bei der Bedeutung, welche dem oft im Minimum vorhandenen Wachstumsfaktor Wasser im mittel- und osteuropäischen Raume für die Höhe der Erträge zukommt, gewinnt die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Trockenperioden besondere Wichtigkeit. Wenn daher die mitgeteilten Beobachtungen das Ergebnis liefern, daß Pflanzen, welche Trockenheitsperioden leichter überstanden haben, ein stark entwickeltes und tiefgehendes Wurzelsystem aufweisen, so ist ein Weg gezeigt, auf dem die Züchtung zu Rassen gelangen kann, die für Trockenheitsperioden widerstandsfähig sind. Das praktische Züchtungsverfahren sollte sich dieses Ergebnis nutzbar machen.

#### Literatur.

1. HABERLANDT: Physiologische Pflanzenanatomie, 3. Aufl., S. 416. Leipzig 1904.
2. LEBEDINIV: Physiologische u. anatomische Besonderheiten der in trockener und feuchter Luft gezogenen Pflanzen. Ber. dtsch. bot. Ges. 45, 83 (1927).
3. NIEMAN, WALTER: Über Beziehungen zwischen Blattgröße u. Spaltöffnungszahl in Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit. Angew. Bot. 1932, 26.
4. Untersuchungen über Bewurzelung und Bestockung einiger Getreidesorten. Mitt. landw. Inst. Univ. Breslau 1904, 765.

## Welche Zuchtziele fordert der deutsche Weinbau?<sup>1</sup>

Von K. DECKER, Trier.

Es bedarf hier nicht des Hinweises, daß man unter Züchtung zwei recht verschiedene Dinge verstehen kann; einmal Liebhaberei oder sogar Spielerei, wie das früher meistens und auch heute noch oft genug der Fall ist, dann aber eine wichtige und ernste Aufgabe, nämlich, ein festgesetztes wirtschaftlich wichtiges Zuchtziel zu erreichen oder ihm möglichst nahe zu kommen. Ein Ziel, das durch triftige Gründe — gleich welcher Natur — vorgezeichnet ist. Denn die Züchtung muß, soweit sie nicht rein wissenschaftlichen Zwecken dient, zielbewußt den Belangen und Nöten der Praxis Rechnung tragen.

So muß ich zunächst die Sorgen und Nöte unseres deutschen Weinbaues schildern, die den Züchtern — oder mindestens einem großen Teil von ihnen — doch nicht so ganz bekannt und geläufig sein werden. Damit sie verstehen

können, wo der Hebel angesetzt werden muß, um auch durch ihre Arbeit mitzuwirken, unserem schwer ringenden Winzerstand nachhaltig zu helfen.

Notwendige und dringliche Aufgaben in dieser Hinsicht erkennen wir am besten

A. wenn wir die Arbeit des Winzers von einst einem Vergleich mit heute unterziehen;

B. wenn wir die Ansprüche unserer Kulturreben mit den gegebenen Klima- und Bodenverhältnissen vergleichen und

C. wenn wir auch im Weinbau den nationalwirtschaftlichen Belangen zur Erzielung unserer Nahrungsfreiheit Rechnung tragen.

A. Auf allen Gebieten menschlicher Tätigkeit hat die reine Handarbeit im Laufe der Zeit eine erhebliche Einschränkung oder zum mindesten eine wesentliche Erleichterung durch Zuhilfenahme von allerlei Maschinen und Geräten erfahren. Der Weinbau macht hiervon durchweg eine Ausnahme. Bekanntlich haben sich Dichter

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten auf dem Fortbildungskursus für Pflanzenzüchter am 23. Juni 1934 in München i. M.