

(Botanisches Museum, Berlin-Dahlem.)

Einiges aus der Abstammungsgeschichte der Kulturpflanzen.

Von **Elisabeth Schieman**.

Wenn nicht nur der praktische Landwirt dem Sprachgebrauch folgend, sondern auch die wissenschaftliche Botanik die Kulturpflanzen als eine besondere Gruppe aus der ungeheuren Zahl der höheren Pflanzen heraushebt, so entsteht die Frage, woraus diese Sonderstellung ihre biologisch wissenschaftliche Berechtigung herleitet. In der Tat enthält der Begriff der

Variationsbreite der Art liegen, über das in der wilden Natur vorkommende Maß gesteigert. Hierzu gehört auch die kulturell so besonders wichtige *physiologische Anpassungsfähigkeit*, welche eine Verbreitung der Gewächse in klimatisch abweichenden Zonen ermöglicht. So sind, um ein Beispiel zu nennen, die in den Subtropen beheimateten Getreidegräser die be-



Abb. 1. Von links nach rechts: Wildgerste, Wildweizen, Wildroggen mit spontan zerfallenden Ähren.

Kulturpflanzen nicht nur die Beziehung zu den kulturellen Bedürfnissen des Menschen, sondern er umfaßt eine Anzahl Merkmale, durch welche sie sich von dem vom Menschen unabhängigen Teil der Pflanzenwelt unterscheiden. Vergleicht man z. B. die Getreidearten mit den wilden Gräsern, den Kohl mit Hederich oder Ackersenf, die Saaterbsen mit Wicken und Platterbsen, so fällt zweierlei ins Auge: Zunächst, daß die der Nutzung unterliegenden Teile der Pflanze, seien es Wurzeln, Stengel, Blätter, Früchte oder Samen, in ihrer morphologischen und anatomischen Ausbildung von nahestehenden Wildformen zwar quantitativ, aber selten qualitativ verschieden sind. Mit anderen Worten, bei den Kulturpflanzen sind Merkmale, die in der natürlichen

herrschenden Kulturpflanzen der gemäßigten Zonen geworden.

Dazu kommt als zweites ein morphologisches Merkmal, oder richtiger ein Merkmalskomplex, der biologisch für die Pflanzen von größter Bedeutung ist: Die Kulturpflanzen verfügen nicht über die natürlichen Schutz- und Verbreitungsmittel der Wildpflanzen. Indem der Mensch Saat und Ernte in seine Hand genommen hat, hat er diese Merkmale der natürlichen Selektion entzogen und an ihre Stelle eine andere, oft in umgekehrter Richtung wirkende Selektion gesetzt. Der spontane Zerfall des Fruchtstandes, welcher die Körner einzeln oder in kleinen Gruppen freigibt, die verschiedensten Anhaftungsmittel (Haare, rauhe Grannen usw.) und

sinnvoll gestalteten mechanischen Aussäevorrichtungen (hygroskopisch tordierende Grannen, Schleudermechanismen) — alle diese Einrichtungen fehlen den Kulturpflanzen (vgl. Abb. 1). Zwar haben nicht alle die volle Höhe dieser Entwicklung erreicht; einzelne Eigenschaften sind bei manchen von ihnen auf dem Zustand der Wildform stehengeblieben. Noch fehlt uns die Lupine, die gleich der Erbse ihre Samen festhält, statt sie wie wilde Leguminosen mit einem Schleudermechanismus weit von sich zu streuen. Die Tatsache aber, daß sie damit aus dem Typus der Kulturpflanzen herausfällt, erweckt die Hoffnung, daß auch sie, ebenso wie die anderen, diese Stufe der Entwicklung werde erreichen können¹.

Es fragt sich, ob der Mensch, ob der Landwirt, speziell der Züchter etwas dazu tun kann, diese Entwicklung zu beschleunigen. Gewiß ist das nur möglich, wenn er der Natur ihre Methoden ablauscht, und hier liegt der Sinn des Interesses, das nicht nur der theoretisch arbeitende Botaniker, sondern auch der praktische Landwirt der Geschichte und Abstammung der Kulturpflanzen entgegenbringen sollte. Die Russen in ihrer heute ganz auf das Praktische gerichteten Einstellung haben wohl als erste erkannt, daß die Beschäftigung mit dem Werdegang der Kulturpflanzen auch praktische Erfolge herbeiführen könne. Intensiv wird dort an diesen Problemen gearbeitet, und eine Fülle wertvollster Anregungen und Resultate ist von daher gekommen. Bei uns gewinnt diese Erkenntnis erst langsam Boden. Die Leser der Zeitschrift haben bereits Gelegenheit gehabt, Einzelfragen aus dem großen Gesamtkomplex kennenzulernen; es sei an die Aufsätze von TAMMES und GENTNER (Lein), von BAUR (Löwenmaul), OSSENT (Roggen), OEHLER (Obst) u. a. erinnert.

Andererseits haben große Theoretiker unter den Biologen, wie ALPHONSE DE CANDOLLE und DARWIN der Abstammungsgeschichte der Kulturpflanzen lebhaftes Interesse entgegengebracht, der eine von Fragen der Pflanzengeographie, der andere von Artbildungsfragen ausgehend. Der Grund liegt darin, so führt A. DE CANDOLLE aus, „daß sich hier im Laufe von wenigen Jahrtausenden, unter dem Einfluß einer Umwelt, deren klimatische und geologische Faktoren uns bekannt sind, Umwandlungen vollzogen haben, für welche die Natur sonst ungemessene Zeiträume gebraucht hat — und in

der Kräfte wirksam waren, deren Ursachen weniger klar zutage liegen.“ So entstand aus einem Kapitel der Entstehung der Arten DARWINs zweibändiges Buch über das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation (1867) und aus einem Kapitel der Géographie botanique raisonnée DE CANDOLLES Origine des plantes cultivées (1883), beide noch heute auf diesem Gebiete unentbehrliche Hilfsbücher. Das klassisch gewordene Werk DE CANDOLLES sucht in mehr historischer Weise die botanischen Zusammenhänge, Herkunft und Wanderung der Pflanzen klarzulegen. DARWIN ging seiner ganzen Einstellung gemäß dem Werden, der Formbildung und Umwandlung der einzelnen Arten nach.

Die ersten Kulturpflanzen erscheinen an den ältesten Kulturstätten, Ägypten und Mesopotamien, etwa um das Jahr 3000; rund 500 Jahre später in den Pfahlbauten des nördlichen Alpenzuges, speziell in der Schweiz, zu Beginn der jüngeren Steinzeit. In den frühesten Einzelfunden findet sich überall die Gerste, in den reicheren Hauptfundstellen stets gleichzeitig mit Weizen — und zwar zuerst Emmer und Binkelweizen — und Lein, mit verschiedenen Leguminosen, unter denen Linsen und Erbsen nie fehlen. Die Gleichartigkeit des Kulturpflanzenbestandes im Orient und dem Pfahlbauneolithikum, sowie ihre zeitliche Folge führt zu der Annahme, daß dieser Stamm ältester Kulturpflanzen aus dem vorderen Orient nach Mitteleuropa gewandert ist, um sich von hier aus weiter auszubreiten. Im Pfahlbaugebiet gesellt sich zu den Genannten überall die Hirse hinzu. In der Bronze- und Eisenzeit erscheinen Roggen und Hafer. Das griechische und römische Altertum macht mit Rüben und Kohl, Obst und Futterkräutern bekannt, die alle, an die Ausbreitung des römischen Reiches gebunden, mit ihm die Grenzen ihrer vorderasiatischen oder mediterranen Heimat überschreitend, von Europa Besitz ergreifen.

Einen frischen Kontakt mit dem Orient bringt die Zeit der Kreuzzüge; doch ist das Gebiet im wesentlichen bereits erschöpft. Und dem Interesse der Zeit an medizinischen und heilkundlichen Fragen entsprechend, kommen damals neben wenigen Obst- und Gemüsearten vor allem Gewürz- und Heilkräuter westwärts. Amerika schüttet sofort nach seiner Entdeckung einen neuartigen Reichtum über die alte Welt aus; sehr verschieden schnell breiten sich seine Gaben hier aus. Tabak, Mais und Bohnen sind nach kaum hundert Jahren so eingebürgert, daß man ihre Herkunft vergessen hat und eine spä-

¹ Vergleiche hierzu die Abbildung der Leinkapseln bei Tammes: Diese Zeitschrift 2, 246, *Linum crepitans* hat noch aufspringende Kapseln.

tere Zeit diese erst mühsam wieder aufklären muß. Andere bleiben durch Jahrhunderte Raritäten der Gärten, ehe sie den Weg in die Landwirtschaft finden. Bekannt ist, wie schwer die Kartoffel angenommen wurde. Die Tomaten sind noch vor 30 Jahren seltene Stücke auf der Tafel gewesen, um sich wie die Bananen plötzlich das Feld zu erobern. Heute verwischen Weltwirtschaft und Weltverkehr diese Grenzen vollkommen — den Kulturpflanzen ist nur noch eine klimatische und edaphische Verbreitungsgrenze gesetzt, keine geographische. Wenn daher im folgenden von „unseren Kulturpflanzen“ gesprochen wird, so sind damit in erster Linie die der gemäßigten Zone der alten Welt gemeint — entsprechend der Rolle, die diese in der Geschichte der Kultur gespielt hat.

Mit der Verwischung der Grenzen erwächst die Gefahr, daß die wirklich einheimischen Kulturgüter der verschiedenen Länder verdrängt und daß die uns heute in mehr als einer Hinsicht interessierenden Abstammungs- und Herkunftsfragen undurchsichtig werden. Es gilt in letzter Stunde fast, überall den einheimischen Bestand an Kulturpflanzen wissenschaftlich zu erfassen und der Bearbeitung zugänglich zu machen. Die russischen Forscher unter Führung VAVILOV haben diese Aufgabe mit nachahmenswerter Energie angegriffen und Kulturpflanze nach Kulturpflanze einer systematischen, pflanzengeographischen und genetischen Analyse unterzogen.

Mit großem Erfolg hat VAVILOV auf dieses Gebiet eine Methode angewendet, in der systematische, pflanzengeographische, morphologische und genetische Elemente miteinander vereinigt sind und die er als die systematisch-geographische Differentialmethode bezeichnet. Aus der Systematik übernimmt VAVILOV die Vorstellung, daß der Ursprung einer Art oder Gattung dort zu suchen ist, wo sie ihre größte Mannigfaltigkeit entwickelt; aus der Genetik die Erkenntnis, daß jede Eigenschaft sich zerlegen läßt in Einzelmerkmale, die auf Einzelgenen beruhen und in ihrer Kombination erst den Phänotypus hervorbringen, der dem beschreibenden Systematiker und Morphologen vorliegt. Indem er nun nicht den Gesamttypus in seiner geographischen Verbreitung betrachtete, sondern das Einzelmerkmal, ließ sich für fast alle Kulturpflanzen, so sehr sie auch heute kosmopolit geworden sind, ein Gebiet nachweisen, in dem die Gene sich häufen, von dem ausgehend nach allen Seiten, nach der Peripherie hin, die Zahl der Gene abnimmt. Das Mannigfaltigkeitszentrum erweist sich als Genzentrum.

Ein solches Zentrum liegt für den Saatweizen z. B. in Südwestasien am Rande des großen innerasiatischen Hochgebirges — in Afghanistan, Pamir und den anstoßenden Gebirgsländern. Es wurden in einer ersten Untersuchung 167 Einzelmerkmale in ihrer geographischen Verbreitung über das heutige Areal bestimmt. Sie finden sich fast alle in dem umschriebenen Bezirk vorkommend. Je weiter man sich aber von diesem Zentrum in die weizenbauenden Ländereien west-, süd- und nordwärts begibt, desto geringer wird die Zahl der Gene, die jeweils im Phänotypus zum Ausdruck kommen. Die Peripherie des Verbreitungsgebietes — beispielsweise der Formbestand des Weizens in Norddeutschland — macht dem Zentrum gegenüber einen fast einformigen Eindruck.

Eine weitere Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der Gene zeigt sich darin, daß in den Genzentren sich die *dominanten* Gene häufen, während nach der Peripherie hin die *recessiven* Gene zunehmen, zuweilen überwiegen. Das ist genetisch verständlich. Nach unseren Erfahrungen besteht die weitaus überwiegende Anzahl von Mutationen in dem Übergang eines Faktors in sein recessives Allel. Dies bleibt natürlich gegenüber dem dominanten Allel in der Zahl weit zurück (1 auf 4, 1 auf 16, 1 auf 64 usw.), es ist aber auch häufig demselben gegenüber nicht konkurrenzfähig und wird wieder ausgemerzt. Nach der Peripherie hin nimmt zunächst rein mechanisch die Zahl der Konkurrenten je Areal-einheit ab. Daneben bieten die im Vorwärtsschreiten sich öffnenden Areale *mehr* und oft sehr *andersartige* Existenzbedingungen, so daß die natürliche oder künstliche, bewußte oder unbewußte Auslese mit ganz anderen, neuen Mitteln arbeitet: Klima, Boden und schließlich der Mensch nach seinen Zwecken leiten die Auslese so, daß die abspaltenden Recessiven nunmehr vielfach nicht nur erhalten bleiben, sondern sogar vorherrschen können. So erklärt sich die Häufung dunkelsamiger, dunkelhäutiger, dominant-dichtähriger, extrem locker-ähriger, stark behaarter Formen in den Zentren, die weite Verbreitung hellsamiger Leguminosen, hellähriger Getreide usw. in der Peripherie.

Sehr häufig fällt das Mannigfaltigkeits- oder Genzentrum einer Kulturpflanze gar nicht mit dem Hauptverbreitungsgebiet der nächstverwandten Wildformen zusammen, die man sehr allgemein als Stammarten der betreffenden Kulturpflanzen ansieht. Man hat in vergangenen Zeiten, um „das Blut der alten Züchtungen aufzufrischen“, mit Vorliebe zu Kreuzungen mit den Wildformen gegriffen. Sie haben sich aber

als nichts weniger als erfolgreich erwiesen. Die „Wildmerkmale“ sind vielfach so stark gekoppelt, daß es nur schwer oder gar nicht gelingt, die gewollten Verbesserungen, z. B. Immling, die gewollten Züchterfolgen munität, mit den bereits erzielten Züchterfolgen zu vereinen. Viel erfolgversprechender wird es sein — wofür vor allem VAVILOV sich lebhaft eingesetzt hat —, in den großen Genschatz der

mäßig reichen Genbestand ausgestattet, stellen sie in physiologischer Hinsicht bestangepaßte Lokalpopulationen dar (Abb. 2). Sie sollten daher vom Züchter bei der Kombinationszüchtung zur Schaffung eines neuen reichen Auslesematerials über dem Material der Genzentren nicht vernachlässigt werden. Es ist deshalb erfreulich, daß, älteren Anregungen folgend, der internationale Pflanzenzüchterkongreß in Berlin diese Frage wieder stärker aufgegriffen hat.

Hier liegt der erste unmittelbare praktische Wert der Beschäftigung mit den Abstammungsfragen für den Züchter.

Nach VAVILOV sind fünf große Hauptgenzentren in der alten Welt zu unterscheiden.

1. Das schon genannte Gebiet Südwestasiens vom Pamir über Afghanistan, Persien bis Transkaukasien, das sich für eine Anzahl Arten in einen nordwestlichen und einen östlichen Teil gliedert, die sich um Transkaukasien und Turkestan gruppieren.

2. Indien.

3. Der gebirgige Teil von Südchina.

4. Das Mittelmeergebiet.

5. Abessinien.

Dazu kommen zwei in Amerika, die sich an Mexiko-Guatemala und Peru-Bolivien anschließen. Die wichtigsten Kulturpflanzen verteilen sich auf diese 7 Zentren in der aus Tabelle 1 ersichtlichen Weise.

Die Zahl der wirklich weltwirtschaftlich wichtigen Kulturpflanzen aus andern Heimatländern ist hiermit verglichen gering. Aus dem zentralen Asien ist ursprünglich wohl nur der Hanf, der etwa in der Eisenzeit in den osteuropäischen Kulturen erscheint und von Anfang an als Faser- und Öllieferant und wohl auch als Narkotikum verwendet wurde. Das gemäßigte Asien gab den Buchweizen und den Mohn und ist in seinen gebirgigen östlichen Teilen die Heimat der kleinfrüchtigen Äpfel (*Pirus baccata*) und des Pfirsichs. Aus dem europäischen eigenen Wildbestande sind manche Haferarten übernommen (*Avena sativa*, *brevis*, *strigosa*), die echten Klearten, Esparsette und Sichelklee. Auch manche der in der Tabelle genannten Cruciferen des westasiatischen Genzentrums kommen bis nach Europa wild vor: *Brassica Rapa* (*campestris*) und *nigra*, *Sinapis alba*. Einheimisch sind in vorkultureller Zeit die wilden Holzäpfel und -birnen, die einem Teil der Kultursorten den Ursprung gegeben haben, sind die Süßkirschen und Walderdbeeren, ebenso Stachel-, Johannis- und Brombeere. Daß der Spelz ein Kind des oberen Rheintales ist, konnte erst kürzlich durch archäologische und historische Untersuchungen

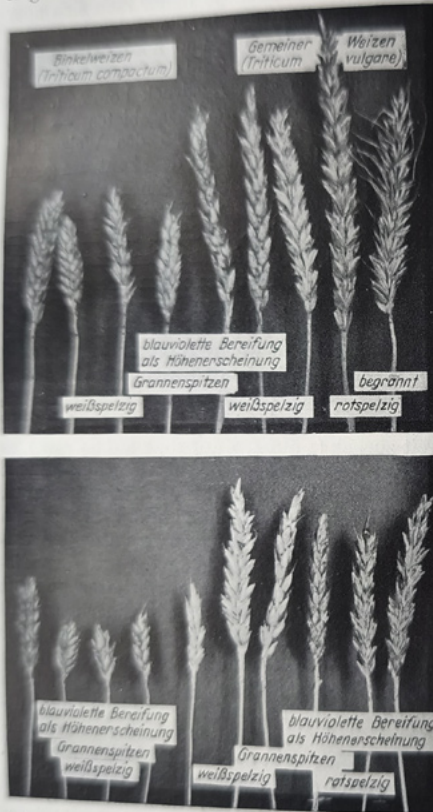


Abb. 2. Vielfarmigkeit des Landweizens: Ähren aus 2 Weizenfeldern. Obere Reihe aus Hummersdorf, untere Reihe aus Wald im Pinzgau. (Nach E. Mayr, Die Getreidelandsorten im Salzkamtal 1928.)

Genzentren der Kulturpflanzen hineinzugreifen und die wertvollen Eigenschaften unserer Kulturpflanzen mit den hier noch ungenutzt schlummernden Anlagen in Kombination zu bringen. Gewissermaßen auf halbem Wege zwischen den Primitivformen der Genzentren und den Hochzuchtstämmen der landwirtschaftstreibenden Kulturvölker der Peripherie, liegen die im letzten Jahrhundert stark zurückgedrängten alten „Landsorten“. Mit einem noch verhältnis-

Tabelle 1. Die Herkunft der wichtigsten Kulturpflanzen aus 7 Genzentren (weitere im Text).
(Geleitet nach SCHEMANN: Handbuch Tab. 65.)

	Südwest-Asien	Indien	Südost-Asien, Hochgebirge China, Nepal	Mediterran-gebiet	Abessinien	Mexiko	Peru-Bolivien
Getreide	<i>Triticum vulgare</i> <i>Avena sativa</i>	<i>Oriza sativa</i>	<i>Hordeum</i> (nackt, kurzgrannig) <i>Avena</i> (nackt)	<i>Triticum monococcum</i> <i>Hordeum</i> <i>Avena byzantina</i> " <i>brevis</i> , <i>strigosa</i>	<i>Triticum dicoccum</i> " <i>durum</i> <i>Avena abyssinica</i> <i>Hordeum</i> (bespelzt langgrannig)	<i>Zea Mays</i>	<i>Zea Mays</i> <i>Arachis hypogaea</i>
Leguminosen	<i>Pisum</i> <i>Lens</i> <i>Cicer</i> <i>Vicia faba</i>	<i>Dolichos vigna</i>	<i>Soja hispida</i>	<i>Pisum</i> <i>Lens</i> <i>Cicer</i> <i>Vicia faba</i> <i>Lathyrus sativus</i> <i>Lupinus luteus</i> " <i>angustifolius</i> <i>Vicia Ervilia</i> <i>Hedysarum Coronaria</i> <i>Trifolium incarnatum</i> <i>Ornithopus sativus</i>	<i>Pisum</i> groß- <i>Lens</i> samig	<i>Phaseolus vulgaris</i> u. <i>multiflorus</i>	
Rüben und Knollen	<i>Daucus Carota</i>						<i>Solanum tuberosum</i>
Cruciferen, Öl, Senf, Rüben	<i>Brassica Rapa</i> " <i>juncea</i> " <i>nigra</i> <i>Raphanus sativus</i> <i>Eruca sativa</i> <i>Lepidium sativum</i>		<i>Raphanus sinensis</i>				
Ölpflanzen	<i>Linum usitatissimum</i> (großsamig)	<i>Sesamum indicum</i>					
Faserpflanzen	<i>Linum usitatissimum</i> (kleinsamig)	<i>Gossypium herbaceum</i>				<i>Gossypium hirsutum</i>	<i>Gossypium barbadense</i>
Cucurbitaceen		<i>Lagenaria vulgaris</i>	<i>Cucumis sativus</i>			<i>Cucurbita Pepo</i> " <i>moschata</i>	<i>Cucurbita maxima</i>
Obst	<i>Pirus Malus communis</i> <i>Prunus cerasus</i> " <i>avium</i> " <i>domestica</i> " <i>armeniaca</i> <i>Amygdalus communis</i> <i>Cydonia vulgaris</i> <i>Vitis vinifera</i>	<i>Citrus medica</i> <i>Cocos nucifera</i>	<i>Prunus persica</i> " <i>armeniaca</i> <i>Citrus aurantium nobilis</i>	<i>Prunus avium</i> <i>Ceratonia siliqua</i> <i>Ficus carica</i>			
Genüßmittel			<i>Thea sinensis</i>	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Coffea arabica</i>	<i>Theobroma Cacao</i>	<i>Erythroxylon Coca</i>

sichergestellt werden. Endlich haben auch an-
dere Teile Amerikas eine Anzahl wichtiger, ge-
heute in Europa eingebürgerter Pflanzen gelie-
fert, unter ihnen die Sonnenblume (*Helianthus
annuus*) als Öl-, *Helianthus tuberosus* als Inulin-
lieferant, die „Amerikanerreben“ *Vitis Labrusca*
und *Berlandieri* und die sogenannte „Gartenerd-
beere“, ein europäisches Kreuzungsprodukt

Kampf ums Dasein mit der darauffolgenden
Auslese des Passendsten genannt.

Was dabei die Form-, Sorten-, Typenbildung
bei den Kulturpflanzen von der Varietät-
und Artbildung in botanisch-systematischem Sinne
unterscheidet, sind nicht prinzipielle Unter-
schiede, sondern graduelle. Die Bedingungen
der Variabilität, soweit sie im Objekt liegen,
sind bei den Kulturpflanzen dieselben, wie bei den Wildpflanzen.
Was verschieden ist, ist einmal die Art und Weise, wie sich der
Kampf ums Dasein für das — biologisch gleich variable — Ob-
jekt gestaltet und damit zusammenhängend das Tempo, in
dem sich die Entwicklung vollzieht. Die Rolle, die der Mensch
dabei gespielt hat, wurde bereits geschildert. Er bestimmte Aus-
maß und Richtung der Selektion und vergrößerte durch Erhaltung
nichtkonkurrenzfähiger Genoty-
pen zu jeder Zeit die Basis der
Variabilität. Daß wir aber heute
einen Einblick haben, wie die
Natur diese Variabilität schafft,
das danken wir dem Aufschwung
der Genetik in den letzten 30
Jahren.

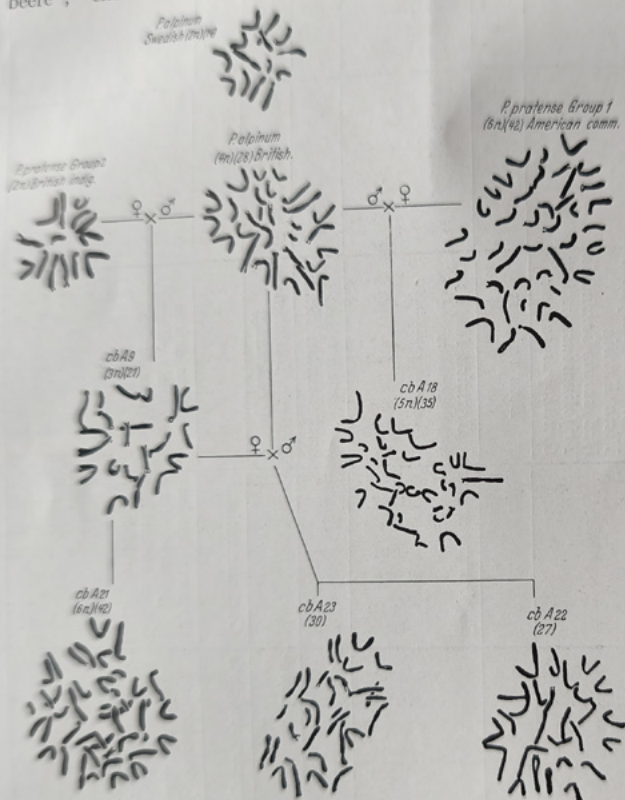


Abb. 3. Formbildung durch Kreuzung und Chromosomenaberration in der Gattung Phleum.
Der sterile triploide Bastard *cbA9* wird durch Chromosomendoppelung fertil: *cbA21*.
nach GREGOR a. SANSONE 1930. (Aus SCHIEMANN'S, Handbuch Abb. 64.)

nord- und südamerikanischer Wildformen u. a. m.
Was hat die Kulturpflanzen befähigt, ihrer
Heimat so fernliegende und von ihr oft ökologi-
sch so abweichende Gebiete zu besiedeln, wie ist
dabei der den Wildpflanzen gegenüber auf-
fallende Formenreichtum zustande gekommen?

In dem genannten Werk DARWIN'S sind als
die wesentlichsten Grundtatsachen, welche der
Entwicklung der Kulturpflanzen, wie der Arten
überhaupt zugrunde liegen, eine große, fast un-
beschränkte Variabilität der Lebewesen und der

hatte die Einzelgene als Bausteine des Erb-
bildes kennen gelehrt. Die Frage nach ihrer Entstehung
brachte die Klärung und Präzisierung des *Muta-
tionsbegriffes*. Wenn auch schon DARWIN theo-
retisch scharf zwischen erblicher und nichterb-
licher Variation unterschied, so übersehen wir
heute manche der bei ihm noch zusammen-
geworfenen Erscheinungen in ihren Ursachen
besser. Und was der mit DE VRIES' Mutations-
theorie 1902 populär gewordene Begriff der
Mutation zunächst umfaßte, ist seit dieser

Zeit in verschieden verursachte Einzelercheinungen aufgelöst.

Definiert man als *Mutation* die Veränderung einer Erbanlage, so kennen wir heute 2 Arten von Mutation: Die Gen- oder Faktormutation, bei welcher die im Chromosom lokalisierte Erbanlage eine ihrer Natur nach heute noch unbekannte, wahrscheinlich chemische Veränderung erfährt. (Beispiel: Faktormutationen des Löwenmauls; vgl. BAUR ds. Zeitschrift 4, S. 57.) Die große Mehrzahl der erblichen Unterschiede, seien sie groß oder klein, züchterisch bedeutend oder unbedeutend, beruht auf solchen Genmutationen. Neben ihnen stehen als Ursache erblicher Abänderung von Genen andere, die auf einer quantitativen Veränderung oder Umlagerung von Stücken der Erbsubstanz in den Chromosomen beruhen, die man unter dem Ausdruck Aberrationen zusammenfassen kann.

Der Gang der Erkenntnis ist hier zumeist der gewesen, daß induktiv die Analyse



Abb. 4. Der in Abb. 3 genannte fertile hexaploide Bastard *Phleum pratense* \times *alpinum* nach dem Exemplare im Botanischen Garten Dahlem 1932.

Der Züchter, 4. Jahrg.



Abb. 5. *Aegilotriticum* aus *Aegilops ovata* \times *Triticum dicoccoides*, hergestellt von TSCHERMAK. Nach Absaat im Botanischen Garten Dahlem 1932.

experimenteller Fälle den Mechanismus der Formgestaltung auf cytologischer Basis aufgeklärt hat, und daß deduktiv danach lang bekannte Erscheinungen in gleicher Weise verständlich gemacht wurden; schließlich wurde alsdann ein neues Experiment, auf den Einzelfall zugeschnitten, soweit dies möglich war, zur Verifizierung durchgeführt.

Verdoppelung der Chromosomenzahl, durch Unterdrückung einer Zellteilung nach durchgeführter Kernteilung ist wohl der einfachste Hergang; die so entstehende Polyploidie wird als Autopolyploidie bezeichnet. Die Verbindung von Gameten mit verdoppelter Chromosomenzahl mit solchen von normal reduzierter Zahl führt zur Entstehung von ungradzahligen Vielfachen der Grundzahl; z. B. ($2n = 34$) + ($1n = 17$) gibt $3n = 51$ bei Apfel und Birne.

Neben der Vervielfältigung der ganzen Chromosomen zahlsteht die Verdoppelung einzelner Chromosomen (Polysomie — z. B. bei *Oenothera lutea*).

Unregelmäßigkeiten in somatischen Teilungen wie in der Reduktionsteilung können diese und ähnliche Veränderungen hervorbringen. Es ist deshalb verständlich, daß sie besonders nach Kreuzung fernstehender Formen, deren Chromatin- oder plasmatische Substanz nicht aufeinander abgestimmt ist, vorkommen. (Die so entstehende Polyploidie wird als Allopolyploidie bezeichnet.) Deshalb ist die Kreuzung nicht

Formbildung. Abb. 6 zeigt Absaat von Helgoländer Wildkohl, einjährig, mit weit offener Blattrosette. Abb. 7 zeigt wie die Anlage zu knolliger „Stengelverdickung“, die im ersten Jahr als

von der Kreuzung geltend (Abb. 8). In der letzten Rubrik sind die Kulturpflanzen bezeichnet, bei denen die physiologische Anpassung mit morphologischer Differenzierung Hand in Hand



Abb. 6. Absaat von Helgoländer Wildkohl — zeigt die weit offene Blattrosette. Dahlem 1924.



Abb. 7. Kohlrabi im Herbst des 2. Jahres — zeigt die Anlage zu „Stengelverdickung“ an allen Knoten. Dahlem 1931.

„Kohlrabi“ ausgenutzt wird, sich bei Auswachsen des Kohls im zweiten Jahr an allen Knoten bemerkbar macht; die Eigenschaft „mendelt“. Beim Obst macht sich die Bedeutung der cytologischen Vorgänge, unabhängig oder abhängig

ging; selbstverständlich ist physiologische Anpassung für sich überall wichtig geworden.

Jede Fremdbestäubung ist nun, indem sie das neue Gen in Kombination mit allen bereits vorhandenen Genen bringt, instande, die Zahl der

Prunus — Kirsche

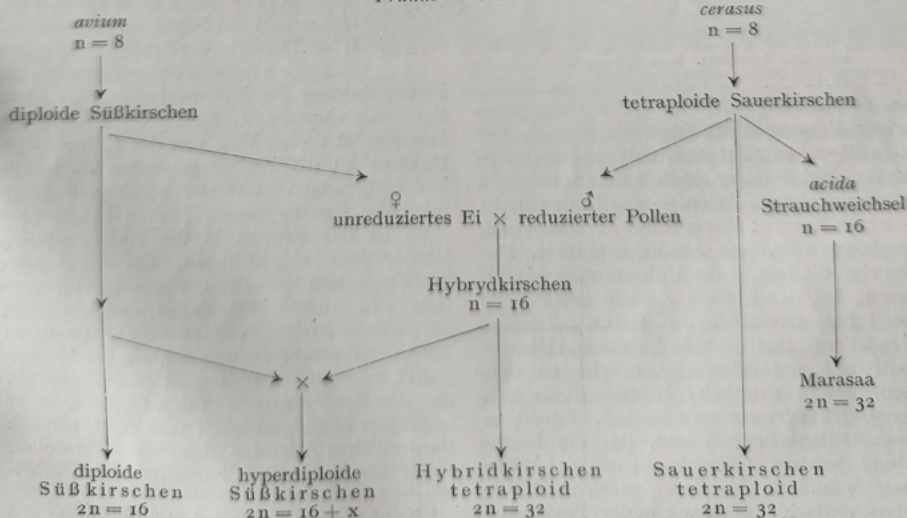


Abb. 8. Stammbaum der Kirschen (aus SCHLEMMANN, Handbuch Abb. 86).

konstanten Kombinationen zu verdoppeln. Ob aber diese *Neukombinationen* sich erhalten oder verschwinden, darüber entscheiden die jeweiligen Umweltverhältnisse. Es liegt auf der Hand, daß unter den Bedingungen der Kultur diese sich sehr andersartig gestalten können.

Schon in den ersten Anfängen der Kultur ist eine bestimmte Richtung in die Entwicklung dadurch hineingebracht, daß der Mensch bewußt die besten, größten, wohlschmeckendsten Früchte und Samen zur Vermehrung verwendet und unbewußt solche ausliest, die sich leichter in größerer Zahl sammeln lassen. Vergleicht

im allgemein-systematischen Sinn überhaupt. Was vorliegt, sind Endpunkt und Ausgangspunkt einer Entwicklung. Was dazwischen liegt, ist höchstens in einigen Etappen bekannt. Um so wertvoller für das Verständnis ist es deshalb, wenn es gelingt, an irgendeiner Stelle diese deduzierte Kette wirklich zu beobachten. Dies ist nun in bezug auf das erwähnte Merkmal der Ährenbrüchigkeit, als eines Typus natürlicher Verbreitungsmittel in der Tat der Fall. Wir kennen heute beim Roggen und beim Einkorn alle Stufen vom spontan sich verbreitenden brüchigen Wildgras (Abb. 9)¹ über halbbrüchige Formen, die unkrautartig sich in anderes Getreide einsprengen, bis zu vollkommen zähspindeligen Formen, die schließlich mit ihrem vollen Ertrag mitgeerntet werden und so den Weg in die Kultur finden.

Das Beispiel des Roggens zeigt zugleich einen Weg, auf dem Pflanzen der freien Natur unter gleichzeitiger morphologischer Umgestaltung zu Kulturpflanzen werden: Den Weg über den Zustand des Unkrautes. Das wesentlichste Auslesemoment sind dabei Merkmale, welche ein gleichzeitiges Ernten mit der Hauptkultur ermöglichen. Diese Merkmale beruhen auf mendeinden Genunterschieden (Brüchigkeit dominiert über nichtbrüchig, mendelt nach 3:1 oder 9:7 und ähnlich); mendeinde Genunterschiede aber gehen nach unseren Erfahrungen auf Faktormutationen zurück. Damit ist der Erbänderung durch Mutation auch in dieser Reihe für die

Formgestaltung der Kulturpflanzen eine wichtige Stelle eingeräumt. Eine große Anzahl von Pflanzen ist diesen Weg von der Natur — als Unkraut an die Kultur gebunden — in die Kultur gegangen. VAVILOV bezeichnet sie als *sekundäre Kulturpflanzen*. (Tab. 2 Spalte 1.)

So ist der Roggen in die Weizenkulturen Vorderasiens eingedrungen, um sich beim Weiterwandern desselben einerseits im Aufsteigen in größere Höhenlagen, andererseits in nördlichere Breiten vor allem auf leichteren Böden selbständig zu machen, wo die Weizenkultur versagte. Damit wird es verständlich, daß der Roggen gerade in den Ländern, wo er in größter Mannigfaltigkeit vorkommt, nämlich im westlichen Asien bis Afghanistan-Turkestan, wo er also nach der Genzentrentheorie behei-



Abb. 9. Spontan zerfallender Wildroggen: *Secale cereale ancestrale*, links var. *spontaneum*, rechts var. *arenosum*. Absaat der von Zhukowsky in Lydien gesammelten Exemplare. Dahlen, Botanischer Garten 1932.

man die Nahrungspflanzen, die uns aus 5000-jähriger Vergangenheit übermittelt sind, mit den heutigen, so zeigt sich, daß sie kleinfrüchtiger und kleinsamiger sind als unsere heutigen Vertreter derselben Arten — was in den ihnen zugelegten Namen: Zwergweizen, Kugelweizen, Zwergbohne usw. zum Ausdruck kommt. Dagegen sind die Samen der Unkräuter, der Wildpflanzen, bei denen diese Auslese keine Rolle gespielt hat, unverändert dieselben geblieben. Nur so ist z. B. auch die zähe Ähren- und Rispen- spindel mit festansitzender Frucht zu verstehen, welche sämtliche Kulturgetreide von ihren wilden Verwandten abtrennt. Gewiß, es ist ein Gedankenexperiment, das die Form- wendung unserer Getreide in dieser Weise logisch deduziert. Es liegt bei den Kultur- pflanzen vielfach ähnlich wie in der Phylogenie

¹ Nicht von *Secale montanum* abzuleiten.

matet ist, nur selten angebaut wird; der ganze Genreichtum ist vielmehr im Unkrautroggen des genannten Gebietes enthalten und nimmt bei fortschreitender Entfernung von diesem Zentrum aus sehr schnell ab (Abb. 10).

Auch der Hafer ist aus Unkraut zur Kulturpflanze geworden, vor allem gebunden an den alten Emmerbau oder die Gerste — mit dem Unterschied, daß hier geographisch getrennte, morphologisch verschiedene Haferarten die gleiche Entwicklung zum Kulturtyp genommen haben. Dem sehr einheitlichen monophyletischen Roggen, der von den westwärts wandern-

den Völkern mitgenommen, seinen ausgeglichenen Typus durch fortgesetzte Fremdbefruchtung erhält, stehen 3—4 sehr verschiedenartige Kulturhafertypen gegenüber, der mittel- und nordeuropäische Saathafers, *Avena sativa*, der den Weltmarkt beherrscht, der sich an *Avena fatua* anschließt; der ostmediterrane, aus *Avena sterilis* hervorgegangene, *Avena byzantina*, der wegen seiner größeren Immunität gegenüber den Saathafers heute bereits in der amerikanischen Züchtung eine größere Rolle spielt (Red Rostproof, Fulgham, Kanota u. a.); der westmediterrane Barthafer *Avena barbata*, an den sich der noch in Schottland und an anspruchlosen Stellen Norddeutschlands gebaute Kurz- und Rauhafer (*A. brevis* und *strigosa*) schließen.

In Übereinstimmung hiermit steht die Tatsache, daß Roggen und Hafer in der Kultur erst auftauchen, lange nach den Pflanzen, aus denen sie sich emanzipiert haben. Gehen die Funde von Weizen, Gerste, Hirse und Lein weit ins Neolithicum zurück, so datieren die ersten sicheren Roggen- und Haferfunde aus der Bronzezeit Mährens bzw. der Schweiz. In den Grenzgebieten, wo die Konkurrenz zwischen Hauptkultur und Unkraut sich abspielt, haben noch heute die eingeborenen Stämme die Vorstellung, der Weizen wandle sich allmählich in Roggen um. Um das Saatmaterial von Roggen zu reinigen,

schieben sie von Zeit zu Zeit eine rohe Auslese ein, wenn das Unkraut prozentual sich dem Weizen angleicht. So mag auch die uralte Sitte der Mischkultur entstanden sein, die in der Verbindung von Getreide mit den „Unkräutern“ unter den Leguminosen, den Wicken, in Vorderasien und auch bei uns vielfach üblich ist. Auch die Viechen haben sich aus dem Getreide freigemacht: Wicken, Linsen, Platterbsen und letzten Endes Erbsen sind selbständige Kulturpflanzen geworden, während viele von ihnen auch heute noch in den Bergdistrikten Asiens als Unkräuter auftreten.



Abb. 10. Unkrautroggen. Absaat des von E. Bauer in Kleinasien gesammelten Materials. (Nach SCHIEMANN, Handbuch Abb. 51.)

Nächst dem Getreide hat der Lein eine Anzahl kulturfähiger Unkräuter geliefert. Besonders schön zeigt diese Gruppe die formgestaltende Wirkung einer unbewußten und ungewollten Selektion.

Bis in die jüngste Zeit, die erst technisch vervollkommnete Saatreinigungsmaschinen brachte, sind gewisse Unkräuter, weil ihre Früchte oder Samen in Größe, Form oder Oberfläche den Wirtspflanzen ähnelten, wie Kornrade, Leinloch, Hederich, Kleeseide, schwer aus der Saat zu entfernen gewesen und haben sich deshalb immer weiter anzugleichen vermocht. Das gilt ebenso physiologisch, insofern gleiche Entwicklung, vor allem Reifezeit, unbewußt dabei mit herausgezüchtet wurde; und zwar natürlich erblich, denn nur erblich fixierte Reifeunterschiede

werden sich auf die Dauer der Jahrhunderte halten und durchsetzen können. Die Kornrade, die blaue Kornblume u. a. sind in der uns vertrauten Form *nur* als Getreideunkräuter bekannt.

Ebenso haben die Leinunkräuter, die Öl- und Senfpflanzen: *Brassica campestris* und *juncea*, *Sinapis alba*, *Eruca sativa*, verschiedene Camelina- und Spargula-Arten u. a. mehr, obgleich in den verschiedensten Familien angehörig, alle in den verschiedensten Familien angehörig, alle in ihrem Habitus, in der Größe und Form ihrer Früchte oder Samen und vor allem in physiologischer Beziehung *einen* Typus, den des Flachses selbst. Eine natürliche Auslese, wenn auch in starker Abhängigkeit von der menschlichen Kultur, hat in allen eine morphologische und physiologische Anpassungsform heraus, „gezüchtet“; einen ökologischen Typus, der, der Pflanzengemeinschaft entsprungen, als phyto-sozialer Ökotypus bezeichnet worden ist. Nur der Zufall, ob oder ob nicht¹ das Unkraut gleichzeitig eine „nutzbare“ Eigenschaft besitzt, entscheidet dann weiterhin darüber, ob es selbstständige Kultur werden kann; die, denen der Nutzwert fehlt, bleiben „Unkräuter mit Kulturpflanzeneigenschaften“ (Thellung). DE CANDOLLE hat diesen Gedanken in der Form ausgesprochen: Unkräuter sind unfreiwillig kultivierte Pflanzen.

Die Unkräuter führen hinüber zu einer zweiten Gruppe von Pflanzen, die sich freiwillig an die menschlichen Siedelungen anschließt, das sind die *Ruderalpflanzen*, Bewohner der Schutt- und Abfallplätze, wo gewöhnlich reichlich Stickstoff zur Verfügung steht. „Sie folgen dem Menschen an seine Wohnstätten, bieten sich ihm geradezu als Nahrung an“. Mit NÄGELI und THELLUNG hat VAVILOV sie als *anthropochore Pflanzen* bezeichnet. Eine zwar geringe Anzahl ist auf diese Weise zur Kulturpflanze geworden: Hanf, Nessel, Mohn, Möhre. — Es ist dieselbe biologische Erscheinung, wenn sich an den Sennhütten stets fast wie in Reinkultur angebaut, üppige Bestände von *Rumex alpinus*, *Aconitum* oder *Doronicum* ansiedeln. *Weil* sie in der Lage sind, die hier gebotenen Stickstoffmengen in besonders erschöpfender Weise auszunutzen, sind sie an jeder derartigen Stelle in der Konkurrenz überlegen. Für den Züchter ergibt sich auch hier eine Möglichkeit, von der Natur zu lernen. *Wenn* es natürliche Art- und Sippenunterschiede in der Ausnutzungsfähigkeit für verschiedenen hohen Stickstoffgehalt gibt, so ist es wahrscheinlich, daß sie auch bei den Kulturpflanzen und möglicherweise bei den Sippen einer Art bestehen. Es lohnt damit die

¹ *Silene linicola* und *Lolium linicolum*.

Züchtungsfrage, Sippen, z. B. des Weizens zu erziehen, die befähigt sind, maximale Mengen eines Düngemittels entsprechend auszunutzen; — ist doch der künstlichen Herstellung mancher derselben zur Zeit die Grenze nur durch die Verwendungsmöglichkeit gesetzt. Über solche Versuche berichten NILSSON-EHLE und BAUR 1926.

Dunkler als bei den Genannten liegen die entscheidenden Anfänge der „Kulturpflanzenwerdung“ gerade bei unsern wichtigsten und ältesten Kulturpflanzen: Weizen, Gerste, Lein, Hirse, unter den tropischen Reis und Baumwolle. Hier *fehlt* heute die Kette, welche die beiden Endglieder Wildform-Kulturform verbindet. Sie läßt sich nur per analogiam erschließen; man muß biologisch-genetische Methoden heranziehen, um die aufgestellten Hypothesen zu verifizieren. Anders liegt es dagegen bezüglich ihrer weiteren Entwicklung, nachdem die Übernahme in die Kultur einmal geschehen war.

Es ist wohl sicher, daß diese „primären Kulturpflanzen“ aus Sammelpflanzen hervorgegangen sind. Wie der Schritt zum feldmäßigen Anbau sich vollzogen hat, das ist eine Frage, die außerhalb des Bereiches biologischer Kompetenzen liegt; sie gehört der Kulturgeschichte an, und es sei auf die interessante Hypothese EDUARD HAHNs verwiesen, der die Pflugkultur über den Hackbau aus rituellen Vorstellungen und Gebräuchen ableitet.

Hier mag daran erinnert werden, daß auch andere, geisteswissenschaftliche Disziplinen einen starken Anteil an der Erforschung der Herkunft und Entwicklung unserer Kulturpflanzen gehabt haben und weiterhin haben können: Sprachforschung, Geschichte und Archäologie. Es muß die Forderung gestellt werden, daß ihre Resultate nicht nur von biologischer Seite kritisch beurteilt werden, sondern daß auch biologisch, doch vielfach hypothetisch begründete Annahmen mit sicheren Feststellungen von dieser Seite in Einklang gebracht werden.

Die archäologischen Funde haben uns, wie gezeigt, weit über das historische Altertum bis tief in die Anfänge der Menschheitsgeschichte hineingeführt. Das gilt für das mitteleuropäische Neolithicum, wo die reiche Fundgrube der Pfahlbauten noch in den letzten Jahren mit Erfolg ausgebeutet werden konnte — und so übermittelte das alte und älteste Ägypten und Mesopotamien durch Inschriften und substantielle Funde eine recht genaue Kenntnis der Nahrungspflanzen dieser zur Zeit ältesten, bekannten Kulturen. Wir stehen dort den Anfängen der

Kulturpflanzen, ihrem Hervorgehen aus dem Wildbestande sehr nahe. Um so wertvoller wird jeder Fund, der in noch frühere Zeit zurückgeht, und man muß den neusten Ausgrabungen, die im sumerischen Mesopotamien zur Zeit durchgeführt werden, auch unter diesem Gesichtspunkt das größte Interesse entgegenbringen.

Aus den Problemen, die von hier aus Aufklärung finden könnten, sei besonders eines hervorgehoben: Der phylogenetische Zusammenhang von verschiedenen Arten ein und derselben Kulturpflanze, die aus den beiden räumlich so getrennten Genzentren, wie Abessinien und Mittel- oder Ostasien stammen. Dieses Problem ist weder bei Weizen noch vor allem bei Gerste, ebensowenig bei Lein, zur Zeit befriedigend

gelöst¹. Eine Erkenntnis dieses Zusammenhanges würde einen Schritt weiter in der Erkenntnis des Artproblems überhaupt bedeuten.

Das Artproblem — erbliche Veränderung in bestimmter Richtung — liegt aber auch letzten Endes an der Wurzel des Fortschrittes, auf den die Pflanzenzüchtung hinzielt².

¹ Vgl. hierzu meinen Aufsatz in Z. Pflanzenzüchtg 17. 1931.

² Eine ausführliche Darstellung über „die Entstehung der Kulturpflanzen“ hat die Verf. in Lief. 15 des Handbuchs für Vererbungswissenschaft, herausgegeben von E. BAUR und M. HARTMANN als Band III L, Berlin 1932, Verlag Bornträger, gebracht. Hier auch sämtliche Literatur; hieraus ein Teil der hier gebrachten Abbildungen.

Die Fähigkeit der Runkelrübe ohne Reservestoffe der Wurzeln Blütenstengel zu bilden und reife Samen zu tragen.

Von O. Mumerati, Rovigo (Italien).

In einer vorhergehenden Mitteilung¹ haben wir gezeigt, daß die Runkelrübe blütentragende Stengel ausbilden und ihre Früchte zur vollständigen Reife bringen kann, wie gewöhnliche einjährige Pflanzen ohne vorhergehende Bildung fleischlicher Zapfen.

Unsere Beobachtungen gestatten uns, zu zeigen, daß diese Tatsache in einer noch ausgesprochenen Art und Weise wiederholt werden kann. Dadurch, daß wir immer mit einer unserer am stärksten auf Einjährigkeit gezüchteten Rasse gearbeitet haben (in der Gegend des Basse Vallée du Po, kann man in gewöhnlicher Kultur zwei Generationen im Jahre erhalten, die eine von März bis Juni und die andere vom Juli bis Oktober)² haben wir die Mög-

¹ C. r. Acad. Sci. Paris 190, 647 (1930).

² Es ist zu bemerken, daß unter gleichen Bedingungen der größte Teil der natürlich einjährigen Rassen im vegetativen Zustand bleibt, wenn die Keimungs-Ende Juni stattfindet.

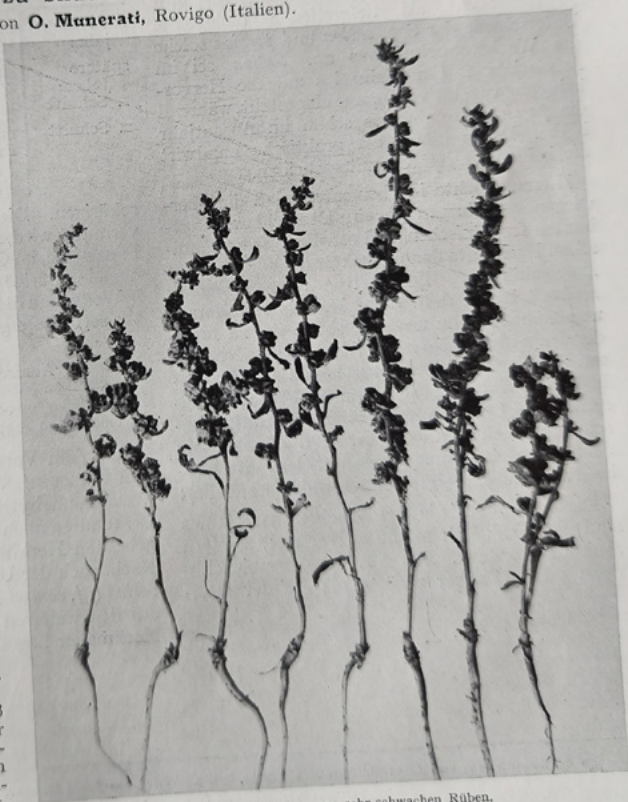


Abb. 1. Samenträger aus sehr schwachen Rüben.