

Zur Geschichte der Pflanzenzüchtung und ihrer Beziehungen zu Deszendenztheorie und Genetik unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Deutschland

Von Gottfried Zirnstein, Leipzig

Grundlage ist Dissertation von ZIRNSTEIN 1976, aber 2018 auf Grundlage der Angaben der Wikipedia und anderen Quellen erneuert und ergänzt

Pflanzenzüchtung vor 1800

Die erste Herausbildung von Haustieren und Kulturpflanzen stellte bis in das 20. Jh. die größte züchterische Leistung in der Menschheitsgeschichte dar. Der Kulturpflanzenanbau begann etwa 8000 v. Chr. Es wird behauptet, daß die Auslese geeigneter Variationen aus dem Angebot an Pflanzen in der Natur mehr unbewußt als zielgerichtet geschah.

Daß standortgerechte Sorten von Kulturpflanzen entstehen konnten, wird aus Angaben über **Saatgut-Auswahl** in der Landwirtschaftsliteratur sowohl der Römer als auch aus dem 17. und 18. Jh. deutlich. Saatgut-Auswahl geschah allerdings nicht mit dem Ziel, neue, bisher nicht vorhandene Formen zu gewinnen. Durch bewußte Saatgut-Auswahl sollte die bisher erzielte Leistung der angebauten Pflanzen gehalten werden. Um es in der Terminologie der späteren Züchter zu formulieren: die Saatgut-Auswahl früherer Zeit diente der **Erhaltungszüchtung**, das heißt der Verhinderung von ‚Ausartung‘, von Leistungs-Verschlechterung. Neue verbesserte Formen waren lediglich ein Nebenergebnis.

Aus römischer Zeit ist in der "Georgica" des Dichters PUBLIUS VERGILIUS (VIRGIL) (70 v. - 19 v. Chr.) zu lesen: „Sah ich ja doch die mit Mühe gemusterte, lange gewählte Saat ausarten, wo nicht alljährlich das Größte des Menschen Fleiß mit der Hand auslas“ (dtsch. von BINDER o. J., S. 63). Auswahl des Saatgutes nach Größe und Schwere der Körner empfahl auch der bekannte Landwirtschaftsschriftsteller COLUMELLA im 1. Jh. n. Chr. (dtsch. 1972, S. 83). Im 17. und 18. Jh. empfahlen etliche Autoren landwirtschaftlicher Werke, die Verfasser der „Hausväter-Literatur“, nur schwerste, völlig ausgereifte, nicht von selbst ausgefallene Getreidekörner zur Aussaat zu

verwenden. Samen von einem bestimmten Standort sollten an demselben Standort ausgesät werden (J. COLERUS 1645, S. 119, S. 150, FLORINUS 1702, MÜNCHHAUSEN 1782, S. 140, C. SCHRÖDER 1715). Was von einem bergigen Standort stammte, sollte also wiederum dorthin gesät werden. Für Körner von ebenen Standorten und anderen galt das gleiche. Dieses Vorgehen mußte standortangepaßte Sorten hervorbringen und erklärt deren Entstehung. Über das plötzliche Auftreten von Neuheiten wurde bei Gartenpflanzen berichtet.

Pflanzenzüchtung zwischen 1800 und etwa 1860

Wie in der Menschheitsgeschichte überhaupt, so ging im 18. und 19. Jh. die Tierzüchtung der Pflanzenzüchtung voran. In England hat in der zweiten Hälfte des 18. Jh. ROBERT BAKEWELL die Tierzüchtung auf einen hohen Stand gebracht.

Hinsichtlich der Erweiterung und Verbesserung des Sortimentes an Arten und Sorten der Kulturpflanzen wurde im 18. Jh. viel Hoffnung mit der „**Akklimatisierung**“ verbunden. Das ist die Überführung von Pflanzen aus einem Territorium in ein entferntes anderes, so des Maises und der Kartoffel aus Amerika nach Europa. Damit wurden der Landwirtschaft neue Möglichkeiten eröffnet. Zahlreiche Pflanzenausbreitungen wurden auch innerhalb der Tropen vorgenommen. So wurde der Brotfruchtbaum von Tahiti nach Westindien gebracht, um dort als billige Nahrung der Sklaven zu dienen. Die Einführung fremde Pflanzen in ein Territorium, wo sie bisher nicht genutzt wurden, ersparte jedenfalls anfangs Züchtungsaufwand.

Daß innerhalb einer Art neue Formen entstehen, also intraspezifische Taxa (Sorten, Spielarten, Rassen) auch innerhalb von Acker- und Gartenpflanzen, wurde öfters beobachtet. Was im 20. Jh. als 'Mikroevolution', als intraspezifische Evolution, bezeichnet wurde, war also bekannt. Es wurde angenommen, daß ebenso die Menschenrassen durch Umbildung der Nachkommen eines Stammpaares entstanden. Es wurde von Agrarwissenschaftlern auch festgestellt, daß **Neuheiten** nicht auf veränderte Umwelt zurückgehen, sondern von **offensichtlich spontan abgeänderten Einzelindividuen** ihren Anfang nehmen. In Beständen von Kulturpflanzen gab es keine genetische Einheitlichkeit. Zu den praktischen Züchtern, die das erst einmal lernen mußten, gehörte der ehemalige Offizier LE COUTEUR, der sich auf der Kanalinsel Jersey der Landwirtschaft zuwandte und Weizensorten auslas, dabei ab 1832 "die Saat nur

aus vorzüglichen Aehren oder vorzüglichen einzelnen Körnern" zog (1843, S. 21). Als ihn der spanische Botaniker LA GASCA besuchte und LE COUTEURs scheinbar vermischungsfreies Weizenfeld in Augenschein nahm, konnte LE COUTEUR (1843, S. 6) nur schreiben: "Aber wie erschrak ich, als er in meinem Weizenfeld 23 Varietäten ...ausschied". Neuheiten zu finden, wae also nicht so einfach.

In Schottland wirkte zu Haddington in Haddingtonshire PATRICK SHIREFF. Er hatte beispielsweise 1819 eine einzelne Weizenpflanze entdeckt, die ihre Nachbarn in ihrer starken Bestockung übertraf. Ihre Körner isoliert aufgezogen führte zu dem Mungowells-Weizen. Im Jahre 1824 fand er eine ausgezeichnete Haferpflanze, welche zur Sorte "Hopetoun oats" führte, 1832 das zum "Hopetoun wheat" führende Weizenindividuum. Da diese Einzelexemplare in Beständen unveränderter Pflanzen aufwuchsen, schloß SHIREFF die Umwelt als auslösenden Faktor aus. Diese Einzelpflanzenauslese wurde erst mit der Mutationstheorie wissenschaftlich begründet, denn abweichende Einzelpflanzen fanden bis um 1900 eine weniger starke Beachtung, galten als seltene Ausnahme, die auch für die Züchtung höchstens eine zusätzliche zufällige Rolle spielen konnten, im Schatten der Massenauslese. R. HESSE (1870), Direktor der landwirtschaftlichen Winterschule in Marburg, besuchte SHIREFF und übersetzte eine kleine Schrift von ihm ins Deutsche (1880).

CHARLES DARWIN (1809 - 1882) und die Diskussion um Variabilität und Vererbung

Im Jahre 1859 veröffentlichte DARWIN sein Werk "On the origin of species by means of natural selection ...", mit dem die Deszendenztheorie zu einer der meistdiskutierten wissenschaftlichen Theorien wurde. DARWIN nahm als Faktoren der Evolution 1. die Variabilität, 2. die Selektion an. Sowohl das Auftreten abgeänderter Individuen wie die Auslese beobachtete er bei der Züchtung. DARWINs Theorie ruhte zu einem großen Teil auf Angaben, die er der Züchterliteratur entnahm oder die ihm Züchter mitteilten. Der Wert von DARWINs Evolutionstheorie für die Züchtung lag darin, daß er die verschiedenen Züchteerfahrungen und Züchterangaben zusammenfaßte, bis zu einem gewissen Grade auch systematisierte. Es wurde auch das Interesse an Variabilität stimuliert. Aber DARWINs Theorie gab den Züchtern ansonsten kaum ein Wissen, daß sie nicht schon besaßen, eben, weil DARWIN lediglich das vorhandene Wissen verarbeitete. Eigenständige, experimentelle Erforschung

der Variabilität gab es erst später. Sich widersprechende Angaben suchte DARWIN eher in Übereinstimmung als in Gegensatz zu bringen. Wenn Züchter versicherten, daß DARWINs Deszendenztheorie die Grundlage ihrer Arbeit wäre, dann waren sie sich wohl gar nicht so bewußt, daß ihre Erfahrungen eine wichtige Tatsachenbasis der Deszendenztheorie waren. Da DARWIN annahm, daß die für die Evolution wichtigen und im wesentlichen für erblich gehaltenen Abänderungen klein sind und solche Variationen relativ häufig auftreten, wurde die von den Züchtern bereits angewandte **Massenauslese** als die entscheidende Züchtungsmethode angesehen. Sie bringt auch Erfolge, denn bei der Auslese vieler Pflanzenindividuen mit bestimmten, gewünschten Eigenschaften, werden auch erbliche Mutationen mit dem Zuchtziel nahekommenden Merkmalen ausgelesen. Aber es werden auch Modifikationen ausgelesen und das Verfahren führt nicht schnell zu einer konstanten neuen Sorte.

Weitgehend unbekannt und jedenfalls für die Pflanzenzüchtung bis nach 1900 ungenutzt blieb die von dem Augustinermönch und späterem Abt in Brünn GREGOR MENDEL 1866 pulizierte Auffindung von Vererbungsgesetzen, welche Aussagen über die Weitergabe einzelner erblicher Eigenschaften boten. MENDEL vertrat auch die im 19. Jh. keineswegs selbstverständliche Auffassung, daß sich Kulturpflanzen nicht grundsätzlich anders verhalten als Wildpflanzen, die Entwicklung der Kulturformen also unrichtigerweise als „eine regellose und zufällige“ hingestellt wird und die Vererbung bei Kulturpflanzen erforschbar ist (G. MENDEL 1865, in 1965, S. 52). Diese Auffassung mußte die Suche nach naturwissenschaftlichen Grundlagen der Züchtung begünstigen. Man konnte verstehen, welche Kreuzungen dauerhaft möglich sind und welche wohl nicht. Unterschieden sich etwa bei Obstbäumen die Sorten in zahlreichen Merkmale und damit in zahlreichen Erbanlagen, war sortenreiner Nachwuchs nicht zu erwarten und blieb nur die vegetative Vermehrung durch Pfropfung.

In der praktischen Landwirtschaft tätige Pflanzenzüchter in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh.

Züchtungsarbeit wurde aus eigener Einsicht und Initiative von etlichen Landwirten oder in die Landwirtschaft übergewechselten Personen geleistet. Sie besaßen das, was man manchmal mit 'wissenschaftlichem Instinkt' bezeichnete, hatten an landwirtschaftlichen Akademien studiert, lasen selbstverständlich Fachliteratur und wurden für ihre gewonnenen Einsichten zu Recht auch als Wissenschaftler genannt und teilweise mit akademischen Ehrentiteln (Dr. h. c.) ausgezeichnet.

Ein führender Vertreter dieser Pflanzenzüchter mit eigenem Landwirtschaftsbetrieb war WILHELM RIMPAU (1842 - 1903). Er hatte an der Landwirtschaftsakademie in Bonn-Poppeldorf studiert. Für seine Züchtungsarbeit mußte er zuerst die Blühvorgänge sowie Bestäubung und Befruchtung bei den Getreide-Arten erkunden. Er erkannte Roggen als Fremdbefruchter, Weizen aber als vorwiegenden Selbstbefruchter. Bei Kreuzungen WILHELM RIMPAU wurde auch ‚Vater‘ der deutschen Pflanzenzüchtung genannt. Die Zuckerrübe zur rentablen Kulturpflanze in der Magdeburger Börde züchtete MATTHIAS CHRISTIAN RABBETHGE (1804 - 1902), der den Zuckergehalt der Rüben verdoppelte (H. HAHN 1929). Mit Bastardierung arbeiteten die Kartoffelzüchter WILHELM PAULSEN (1828 - 1901) auf Gut Nassengrund und WILHELM RICHTER (1832 - 1909). Als Besitzer des Klostergutes Hadmersleben betrieb FERDINAND HEINE (1840 - 1920) Einzelzucht mit Nachkommenschaftsprüfung (A. LEIN 1969). Hafer- und Weizenzüchter war OTTO BESELER (1841 - 1915), der ebenfalls in Bonn-Poppeldorf studiert hatte und 1869 bis 1887 das Klostergut Anderbeck bei Halberstadt und 1890 bis 1908 als Pächter das Klostergut Weende bei Göttingen bewirtschaftete. Eine seiner großen Leistungen war der Anderbecker Hafer. In den Jahren 1888 bis 1911 war BESELER Vorsitzender der Saatzucht-Abteilung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) (O. E. HEUSER 1955). Getreidesorten wie 39 der ertragreichsten Kartoffelsorten züchtete OTTO CIMBAL (1840 - 1912) in Frömsdorf in Schlesien (W. RUDORF 1957). FERDINAND von LOCHOW (1849 - 1924) wandte die fortgesetzte Einzelpflanzenauslese mit Nachkommenschaftsprüfung beim Roggen an und entwickelte bei dieser auf Fremdbestäubung angewiesenen Getreideart eine der bedeutendsten Sorten, den 'Petkuser Roggen' (O. KEUNE). LOCHOW hatte bei KÜHN und MAERCKER in Halle studiert, übernahm den landwirtschaftlichen Betrieb seines Vaters in Petkus (G. AUFHAMMER 1987). Auf von LOCHOW waren schließlich 9/10 des deutschen Roggens zurückzuführen.

Auch diese erfolgreichen Züchter gewannen neue Sorten teilweise durch Massenauslese, aber manche Sorten durch sofortige Isolierung ausgezeichneter Einzelpflanzen. So gewann W. RIMPAU Weizenvarietäten. Der Landwirtschaftswissenschaftler EWALD WOLLNY (1846 - 1901) (1882) fand 1873 den 'Igel-Roggen', 1875 den 'schlafffähigen Roggen'.

Manche praktischen Züchter, wie O. CIMBAL, publizierten kaum, wurden aber bei Bekanntheit von Landwirtschaftswissenschaftlern, hier von FERDINAND

WOHLTMANN (1857 - 1919), aufgesucht, welche auch die Ergebnisse der Praktiker veröffentlichten (1894).

Landwirtschaftslehre und Pflanzenzüchtung an deutschen Universitäten in den letzten Jahrzehnten des 19. Jh. und bis etwa zum Ersten Weltkrieg

Nachdem Landwirte in Deutschland im 19. Jh. an den nach dem Vorbild der von THAER in Möglin eingerichteten landwirtschaftlichen Akademien ausgebildet worden waren, wurde unter dem Einfluß von JUSTUS LIEBIG und anderer wegen der erforderlichen Kontakte zu den Naturwissenschaften die Landwirtschaftsausbildung auch wieder an die Universitäten verlagert. Der erste dieser Landwirtschaftslehrstühle entstand für JULIUS KÜHN (1825 - 1910) 1861 an der Universität Halle. Im Jahre Die ersten Landwirtschaftsordinarien an den Universitäten hatten noch die gesamte Landwirtschaft zu vertreten. Namentlich mit der Einstellung weiterer Personen gab es auch Zuwendung zur Pflanzenzüchtung, ja Spezialisierung für dieses Gebiet. Allerdings mußten in der Lehre durch diese Personen auch andere Gebiete des Pflanzenbaus vertreten werden.

Die bis die ersten Jahrzehnte des 20. Jh. wirkenden Agrarwissenschaftler waren in der Zeit der aufsteigenden Darwinismus an die Universitäten gekommen, erlebten die Begründung der Mutationstheorie und die Wiederentdeckung der MENDELSchen Gesetze mit, oft ohne von ihren bisherigen Erfahrungen mit der Massenauslese abzugehen und in den neuen Entdeckungen nun die einzige Richtschnur für die praktische Pflanzenzüchtung zu sehen.

In Leipzig hielt im Jahre 1887 der hier 1886 zum ao. Professor ernannte HENRY SETTEGAST (1853 - 1901) seine Probevorlesung „Ueber Züchtung neuer Varietäten unserer Culturpflanzen“ (UAL, PA, 890, Blatt 5). H. SETTEGAST wurde 1896 an der Universität Jena als Ordinarius Nachfolger des an die Landwirtschaftsakademie Bonn-Poppelsdorf gegangenen VON DER GOLTZ (1836 - 1905) (UA Jena, Bestand B. A., Nr. 443). Am 1. April 1897 wurde ao. Professor an die Universität Jena der ebenfalls mit Pflanzenzüchtung befaßte WILHELM EDLER (1855 - 1936) (E. KLAPP 1959) berufen. Er wurde 1901 Nachfolger des verstorbenen H. SETTEGAST (UA Jena, Bestand M, No. 623). EDLER hielt am 31. Mai 1902 seine akademische Antrittsrede mit dem Titel „Über Entwicklung und Aufgaben der landwirthschaftlichen Pflanzenzüchtung“. Eine erste lehrbuchartige Darstellung der Pflanzenzüchtung hatte 1889 mit der Schrift „Anleitung zur Getreidezüchtung“ CURT von

RÜMKER (1859 - 1940) geliefert. Dieser, Schüler von KÜHN, war 1895 ao. Professor an der Universität Breslau geworden. In Wien hielt seit 1892 an der Hochschule für Bodenkultur seit 1892 CARL FRUWIRTH (1862 - 1930) (O. KEUNE) Vorlesungen über Pflanzenzüchtung. In den Jahren 1897 und 1907 wirkte er an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim und 1913 begann sein 5-bändiges "Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung" zu erscheinen. Seit 1912 gab er die "Zeitschrift für Pflanzenzüchtung" heraus. An der Universität Halle wurde 1904 ein Extraordinariat für den den speziellen Pflanzenbau, Wetter-und Klimalehre und die Pflanzenzüchtung eingerichtet und PAUL HOLDEFLEIß (1865 - 1940) in dieses Amt berufen.

Variabilitätsforschung und Genetik als Schrittmacher der Pflanzenzüchtung

Am Ende des 19. Jh. und um die Wende zum 20. Jh. wurde von etlichen Biologen die bereits manchen älteren Pflanzenzüchtern bekannte Tatsache beschrieben, daß erbliche Abänderungen plötzlich und nur bei wenigen oder gar einzelnen Individuen auftreten. WILLIAM BATESON zog die Schlußfolgerung auf plötzliche Abänderungen, weil intraspezifische Taxa, also Rassen oder Sorten innerhalb einer Art, vielfach nicht durch Übergänge miteinander verbunden sind, sondern diskontinuierlich nebeneinander bestehen. Der St. Petersburger Botaniker KORSHINZKY durchsuchte die ältere Literatur und fand dort zahlreiche Belege, daß Neuheiten bei Pflanzen plötzlich und bei einzelnen Individuen erschienen. Der führende niederländische Botaniker HUGO DE VRIES vermutete auf Grund seiner Hypothese einer aus einzelnen Anlagen bestehenden Erbsubstanz, daß sich diese Anlagen einzeln und unabhängig voneinander umbilden und glaubte, in abgeänderten Exemplaren der Nachtkerzen-Art *Oenothera lamarckiana* auf einem aufgelassenen Acker bei der Stadt Hilversum solche größeren, plötzlichen, diskontinuierlichen, erblichen Abänderungen gefunden zu haben. Solche sprunghaften Abänderungen nannte DE VRIES „Mutationen“.

Diese Mutationen sollten einzelne Merkmale betreffen, so wie sie für die Kreuzungsexperimente im Sinne MENDELs betrachtet wurden. Um 1900 wurden schließlich die MENDELschen Regeln von DE VRIES, CORRENS und TSCHERMAK wiederentdeckt.

WILHELM JOHANNSEN wies bei „reinen Linien“ nach, daß genetisch einheitliche Populationen keine Selektionserfolge zulassen und nur neue erbliche Abänderungen hier zu Neuheiten führen. Mutationen sollten am Anfang neuer, durch Selektion gewonnener Sorten von Kulturpflanzen stehen. Frühere Pioniere der Getreidezüchtung, so SHIREFF, waren schließlich auch von solchen abgeänderten Einzelexemplaren ausgegangen. Massenauslese erschien damit als ein langwieriger Weg, bei der verschiedenste Mutationen zusammen mit nichterblichen Variationen ausgelesen wurden. Auffindung geeigneter abgeänderter Einzelexemplare und deren Individualzucht mußte viel rascher zu einer neuen erbfesten Sorte führen.

Die Genetik, die Mutationsforschung und die Lehre von den 'reinen Linien' lieferten Erkenntnisse, welche in den erfolgreichen Verfahren der Züchter bereits darinsteckten. Es war jedoch eher von jener Empirie, von der THAER schrieb (1831, S. 4): "Die kunstgemäße Erlernung besteht also in dem Auffassen fremder Ideen, oder in der Erlernung von Regeln und in der Uebung, diese Regeln in Ausführung zu bringen". Von der "wissenschaftlichen Lehre" heißt es, daß diese keine positiven Regeln festsetzt, "sondern sie entwickelt die Gründe, nach welchen man für jeden vorkommenden speciellen Fall - den sie scharf unterscheiden lehrt - das möglichst beste Verfahren selbst erfindet".

Nun erst wurden die Verfahren auf wissenschaftlicher Grundlage verstanden. H. DE HAAN sagte (1950, S. 278): "Die Erklärung der Spaltungserscheinungen war dem Züchter wie eine Offenbarung, die ihm einen Einblick gewährte in dasjenige, was er bei seiner Kreuzungsarbeit beobachtete, aber nicht verstanden hatte". Das MENDEL-Schema gab im Falle dihybrider Vererbung, also bei Beachtung zweier unabhängiger Merkmale, auch die eindeutige Antwort, daß neue konstante Bastarde möglich sind. Nicht kombinieren kann man insofern Allele, sofern nicht Bruch der Koppelungsgruppen eintritt. Eine solche theoretisch begründete Gewißheit allein mußte der praktischen Züchtung schon eine wesentliche Anregung sein und gab endlosen Debatten über verschiedene Erfahrungen einen neuen Grund.

Darauf aufbauend erschienen als die erfolgversprechendsten Züchtungsmethoden: 1. die Auffindung einzelner Mutationen und deren isolierte Vermehrung, also die Einzelpflanzen-Auslese, 2. die Kreuzung gemäß dem MENDEL-Schema. Etliche Züchter blieben aber den Ergebnissen von DE VRIES und vor allem von JOHANNSEN gegenüber kritisch. Genetiker und mit

Genetik verbundene Züchter suchten, die Vorteile der auf der Vererbungslehre aufbauenden Züchtung den praktischen Züchtern nahezubringen. TH. ROEMER urteilte 1940 (S. 7): „Es hat in den Kreisen der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung lange gedauert, bis die vor 35 Jahren bekanntgewordene Tatsache über die Wirkungslosigkeit der Auslese innerhalb von Linien praktisch benutzt wurde...“ Die Gärtner würden es noch nicht tun.

Die Erkenntnisse der Genetik aber haben wohl gelehrt, daß sie eine Grundlage für die Züchtung bieten, welche die von manchen hochgejubelten und oftmals sich widerstreitenden praktischen Erfahrungen nicht bieten konnten. Das auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß auch die wissenschaftlichen Erkenntnisse weiterentwickelt werden und nicht letzte Ergebnisse sind.

Die Suche nach Mutationen sollte ein wichtiges Ziel der Züchtung sein. Es wurde auch vermutet, daß die bestehenden und möglichen Mutationen bald aufgefunden sind und damit die Neuzüchtung auf dem Wege der **Individualauslese** (von Mutationen) zu einem Ende gelangt. Deshalb sollte der **Kombinationszüchtung** eine zunehmende Bedeutung beigemessen werden. Noch lange bestanden beide Verfahren nebeneinander.

Einer der ersten erfolgreiche Kombinationszüchter war Sir ROWLAND HARRY BIFFEN (1874 - 1949) (1905-1906, 1907-1908) in England. Er kreuzte bei Weizen für Gelbrost anfällige Sorten mit weitgehend immunen Sorten und konnte die Resistenz als einkreuzbares mendelndes Merkmal erkennen. Diejenigen, die wie BIFFEN und REGINALD C. PUNNETT (1875 - 1967) in England, ERICH VON TSCHERMAK-SEYSENEGG (1871 - 1962) in Österreich sowie THEODOR ROEMER (1883 - 1951) und ERWIN BAUR (1875 - 1933) in Deutschland die Kombinationszüchtung auf der Grundlage des Schemas der MENDELschen Gesetze durchführen wollten, hielten die Zahl der trennbaren Merkmale für begrenzt. Man wollte sie alsbald in Tabellen erfassen und unter Berücksichtigung von Dominanz und Rezessivität in alle potentiell überhaupt möglichen Kombinationen bringen. Wie der Chemiker sollte auch der Pflanzenzüchter in einer Art „Stöchiometrie“ der Erbmerkmale (W. BATESON 1902, S. 159) bewußt die möglichen erwünschten Kombinationen erzeugen. Der Zoologe LUDWIG PLATE (1862 - 1937) erwartete 1906 (S. 791), daß "wie der Chemiker die verschiedenen Elemente und Moleküle zu immer neuen Stoffen zusammensetzt, so kann auch der Biologe die wechselnden, morphologischen und konstitutionellen Erbinheiten nahverwandter Organismen mannigfaltig kombinieren". PUNNETT bemerkte

(dtsh. 1910, S. 90): „Der Züchter ist imstande, auf synthetischem Wege, Merkmal für Merkmal, die Pflanze oder das Tier, das er wünscht, aufzubauen“. BAUR schrieb 1913 (S. 40) in seiner bilderreichen Sprache: "Wer einfach blind darauf los kreuzt, ohne genaue Kenntnis der neuen Vererbungsgesetze, der arbeitet so, wie die Alchymisten und Goldmacher früher, ehe es eine wissenschaftliche Chemie gab, gearbeitet haben, die alle möglichen Stoffe zusammenschütteln, nur so auf gut Glück und dabei ja allerdings in seltenen Fällen auch einmal etwas Brauchbares gefunden haben". Die Zahl der Merkmale und damit Erbanlagen sollte sich jedoch als wesentlich größer erweisen, als manchmal erwartet.

Es gab bald auch aus dem einfachen MENDEL-Schema nicht ableitbare Überraschungen. GEORGE HARRISON SHULL (1874 - 1954) (1922) und EDWARD MURRAY EAST (1879 - 1938) fanden bei der Untersuchung der Inzuchtdepression bei Mais, daß miteinander gekreuzte Inzuchtlinien besonders hohe Erträge liefern, höher als die Ausgangssorte der Inzuchtlinien. Dieser **Heterosis-Effekt** wurde vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg in den USA ausgenutzt, indem man für Saatgut bestimmte Mais-Inzuchtlinien kreuzte. Lohnend wurde das Verfahren durch die 'Doppelkreuzung', die nochmalige Kreuzung der ersten Bastarde, eingeführt 1917 von DONALD FORSHA JONES (1890 - 1963) (1922). Diese Kreuzungen konnten allerdings nicht konstant und auch nicht mit hohem Ertrag weitervermehrt werden. Heterosis-Mais war immer wieder neu zu erzeugen. Der Aufwand lohnte sich jedoch. Das 'Luxurieren' von Bastarden war nicht unbekannt gewesen, aber wurde hier systematisch ausgenutzt.

Die zunächst angenommene Unabhängigkeit der Weitergabe der einzelnen Merkmale voneinander ließ auch die bestehenden Vorstellungen über **Korrelationen** zweifelhaft werden. Korrelation bedeutete, daß sich gewisse Merkmale und damit Zuchtziele niemals miteinander vereinen lassen sollten. So galt es im 19. Jh. nach v. RÜMKER (1894, S. 235) den Zuckerrübenzüchtern als „altbekannte Tatsache, daß „Menge“ und „Güte“ des Ertrages, d. h. absolutes Gewicht und Zuckerreichtum der Zuckerrübe sich gegenseitig bis zu einem gewissen Grade ausschließen“.

Zuchtziele namentlich in Deutschland nach dem Ersten Weltkrieg

Mit den neuen und bald erweiterten Methoden wurde bereits 'Vorhandenes' verbessert, z. B. winterfesterer Weizen, Gerste mit höherem Eiweißgehalt (Univ.-Archiv Halle, Rep. 6, Nr. 1135). erstrebt. Es ging bald aber darum, auch "völlig Neues" zu schaffen, was Deutschland unabhängiger von Einfuhr machte. Debattiert wurde frühreife Sojabohne, als Viehfutter verwendbare Gelbe Lupine und Weißer Steinklee/Melilotus albus, ja während des Zweiten Weltkrieges sogar die Einführung und Weiterzüchtung der in den Wurzeln kautschukhaltigen Kogsagis-Pflanze erörtert. ROEMER hatte die seit 1930 in Rußland gezüchtete Art 1941 bei Uman in der Ukraine kennengelernt, aber bei der Erprobung in Ostdeutschland als arbeitsintensiv, problematisch bei der Samengewinnung, stark verunkrautend und relativ ertragsarm kennengelernt (ebenda).

Genetische Forschungen vor allem nach dem Ersten Weltkrieg und ihre Auswirkungen auf die Pflanzenzüchtung

Durch THOMAS HUNT MORGAN und seine Mitarbeiter wurde bei Drosophila und durch E. BAUR namentlich beim Gartenlöwenmaul (*Antirrhinum majus*) eine große Zahl kleinerer und größerer Mutationen gefunden und so deutlich, daß Mutationen, namentlich kleineren Ausmaßes und auch für physiologische Eigenschaften, keine so große Seltenheit sind.

Erkenntnisse namentlich von VAVILOV trugen dazu bei, die Suche nach bestimmten Linien beziehungsweise bestimmten, auch schon längst vorhandenen Mutanten gezielter vorzunehmen. Das eine war die Lehre von den **Genzentren**. Als solche galten die Entstehungsgebiete von Kulturpflanzenarten. In den Genzentren wurde zu Recht die größte Mannigfaltigkeit von intraspezifischen Taxa bestimmter Arten erwartet und dort sollte die Suche nach geeigneten Kreuzungseltern besonders erfolgreich sein. VAVILOV selbst und einige seiner Schüler bereisten noch alle Kontinente mit Ausnahme von Asutralien. VAVILOV entwickelte auch Regeln, wo innerhalb der Genzentren Sorten zu suchen waren, so, daß sich im Zetrum eines Genzentrums vor allem dominante Gene finden lassen, zur Peripherie hin oder in Enklaven und abgelegenen Gebieten auch rezessive. In Territorien mit bestimmten Bedingungen, zum Beispiel häufiger Dürre, mußte die Suche nach Dürresistenzgenen besonders erfolgreich sein. VAVILOV (1935 / 1967) fand am Rande besonders heißer Wüstengebiete im Jemen schnellreifende Kulturpflanzenarten, unter ihnen die schnellreifendsten Weizensorten der Welt. Frostresistente Kartoffeln wurden in Frostgebieten des westlichen Südamerika

gesucht. HAMMERLUND unternahm von Svalöf aus eine Expedition nach Bolivien (H. NILSSON-EHLE 1935). Auch deutsche Pflanzenzüchter sammelten bald in Genzentren E. BAUR und R. SCHICK sammelten 1931 / 1932 in den Anden Kartoffeln (W. RUDORF 1959). A. FISCHER (1937) suchte in der Mitte der 30er Jahre des 20. Jh. nach Lupinen-Linien im Mittelmeergebiet. Im Jahre 1935 zog eine deutsche Sammelexpedition in den Hindukusch (A. SCHEIBE 1939, M. LANGE DE LA CAMP 1939). HANS STUBBE (1970) sammelte 1941 und 1942 in Albanien, Griechenland und auf Kreta, 1944 in Südfrankreich und hier in den Nordpyrenäen. Die Genzentrentheorie fand später auch Kritik, so durch HEINZ BRÜCHER (1915 - 1991). BRÜCHER hatte während des Zweiten Weltkrieges allerdings leitend an der Ausbeutung von Pflanzenzüchtungsinstitutionen in der Sowjetunion mitgewirkt. Er ging nach 1945 nach Argentinien. Für viele Landsorten hat mit der Ausbreitung der modernen Landwirtschaft auf den Äckern die Stunde geschlagen und selbst die UNO nahm sich ihrer Erhaltung als mögliche Kreuzungseltern an. In Gatersleben und St. Petersburg gibt es große Sammlungen.

Eine andere anregende Theorie von VAVILOV war das '**Gesetz von den homologen Reihen**'. Es besagt, daß in bestimmten Arten gefundene Mutationen auch in verwandten Arten zu erwarten sind. Das war erklärbar aus dem damals anzunehmenden und nunmehr durch die DNS-Analyse auch nachzuweisendem gleichem oder ähnlichen Bestand an Erbanlagen bei verwandten Arten. Wenn also bei Schmetterlingsblütlern bei vielen Formen bitterstofffreie Linien vorkamen, waren diese auch bei der Gelben Lupine/*Lupinus luteus* zu erwarten. Diese Art war eine wertvolle Gründüngungspflanze, aber wegen ihres Alkaloidgehaltes als Futterpflanze kaum verwertbar. Im Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg hat unter BAUR 1927/1928vder damalige Mitarbeiter REINHOLD VON SENGBUSCH (Wikipedia 2018) großangelegte Suche bei Lupinen betrieben und in der Tat einige bitterstofffreie beziehungsweise bitterstoffarme **Individuen** gefunden. Sie wurden die Ausgangsindividuen für **bitterstofflose Gelbe Süßlupinen**, welche für die Sandgebiete im deutschen Osten gedacht waren. BAUR war empört, daß die Agrarkrise im Zusammenhang mit der Weltwirtschaftskrise trotz der Mangelernährung in Teilen der deutschen Bevölkerung die Gelbe Lupine nicht als so wichtig erscheinen ließ, wie er sie selbst einschätzte. Die Ostgebiete wurden nach 1945 polnisch und die Gelbe Lupine wurde dann vor allem auch

dort angebaut. VON SENGBUSCH fand bitterstofffreie Individuen auch bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus albus*. Diese Züchtungen gelten (Wikipedia 2018) als Meilensteine in der Entwicklung neuer Kulturpflanzen. VON SENGBUSCH wurde 1937 aus politischen Gründen aus dem Institut gedrängt. Er hat damals wie teilweise nach 1945 und 1968 privaten Instituten geforscht und auch bei Züchtung eines perennierenden Roggens, bei Erdbeeren, mit der Züchtung eines 1-häusigen Hanfes, auch in der Fischzucht und anderem große Erfolge erzielt. VON SENGBUSCH übernahm 1948 die von der Max-Planck-Gesellschaft übernommene Forschungsstelle für Kulturpflanzenzüchtung in Wulsdorf bei Hamburg, das von 1959 bis 1968 zum Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung wurde.

Es gab bald die Unterscheidung verschiedener, in ihrer Grundlage unterschiedlicher Arten von Mutationen, damals gesehen in Zahl oder Gestalt der Chromosomen. Die bei *Drosophila* und anderen Arten bekannten Genmutationen waren zwar im Kreuzungsexperiment als erbliche Abänderungen wegen ihres 'Mendelns' nachzuweisen, aber waren ohne im Mikroskop erkennbare Veränderungen an den Chromosomen. Deutlich wurde, daß aber auch die mikroskopisch feststellbare Vermehrung einzelner Chromosomen, wie sie BLAKESLEE zuerst vor allem bei *Datura stramonium* fand, und die Verdoppelung oder weitere Vervielfältigung ganzer Chromosomensätze, die **Polyploidie**, zu Veränderungen der Pflanzeigenschaften führt. Polyploide Pflanzen waren oft wüchsiger. Das Mikroskop wurde vor allem bei der Polyploidiezüchtung zu einem notwendigen Instrument der Züchtungsforschung. So hatte man in Schweden eine triploide Pappel erhalten, die einen um 50 Prozent höheren Holzzuwachs pro Jahr aufwies (Universitätsarchiv Halle Repertorium 6, Nr. 1135). Zytogenetische Abteilungen gab es 1938 auch bei manchen Privatzüchtern, so in der Zuckerfabrik Kleinwanzleben, bei den Gebrüdern DIPPE in Quedlinburg, beim Verein der Blumenzüchter in Harlem (Univ.-Archiv Halle Rep. 6, Nr. 2756).

Im Jahre 1927 fand der führende US-amerikanischen Genetiker JOSEPH HERMANN MULLER, daß energiereiche Strahlung bei *Drosophila* die Mutationsrate erhöht, also den Körper (das Soma) durchdringend unmittelbar die Vererbungssubstanz trifft und dort **Mutationen 'induziert'**. Am Ende der 30er Jahre des 20. Jh. wurden auch einige Chemikalien als mutationsauslösend erkannt, durch die als Jüdin nach Edinburgh gegangene CHARLOTTE

AUERBACH und in Freiburg durch den wegen seiner jüdischen Ehefrau bedrohten FRIEDRICH OEHLKERS. Ab etwa 1930 wurde wie in den USA, in Schweden und in der Sowjetunion auch in Deutschland durch KUCKUCK und STUBBE in Müncheberg und dann in Halle durch RUDOLF FREISLEBEN (1906 - 1943) (1938) und A. LEIN mit energiereicher Strahlung versucht, neue Mutanten zu gewinnen, welche wenigstens als Kreuzungseltern zum Einkreuzen bestimmter Eigenschaften dienen könnten. Die Hoffnungen waren gewiß zu hoch, aber nicht unberechtigt. Aber es fanden sich beispielsweise keine völlig neuen Arten. Aber zu Anfang der 30er Jahre des 20. Jh. hatte NILSSON-EHLE Svalöf in Schweden standfeste erectoides-Typen bei Gerste und 1937 eine Gerstenmutante mit günstigerer Reifezeit erhalten (u. a. Univ.-Archiv Halle, Rep. 6, Nr. 1135). Zur Erzeugung von Polyploiden fanden BLAKESLEE und AMOS G. AVERY (1937) das Colchizin, das Alkaloid in der Herbstzeitlose (Colchicum) als ein geeignetes Agens. Neben der induzierten Mutabilität durch energiereiche Strahlen und Chemikalien war für eine Form der Mutabilität, die Polyploidie, also ein spezifisches chemisches Agens gefunden worden.

Institutionelles in der Pflanzenzüchtung in Deutschland zwischen 1918 und 1945

Insgesamt erfolgte in dieser Periode ein Ausbau der Züchtungsforschung und der Züchtungslehre an den Universitäten. Die bedeutendsten Züchtungsforscher, so THEODOR ROEMER, verwiesen allerdings auch auf die oft rentablere Organisation in anderen Ländern. Ein Winterweizenzüchter in den USA erhielt um 1925 nach ROEMERs Erfahrungen Angaben über die Winterfestigkeit seiner Züchtung von 25 Stationen, also in 3 Jahren "so viel Material und Beobachtungen wie ein deutscher Gelehrter in 30jähriger alleiniger Arbeit ohne Zusammenabriet mit den anderen Stationen" sammeln kann (Universitätsarchiv Halle, P. A. 13 184). In der Zeit der nationalsozialistischen Herrschaft nach 1933 wurden Züchtungsforschung und Züchtung gefördert, denn die Ernährung der deutschen Bevölkerung sollte in einer autarken Wirtschaft gesichert werden. Züchter und Züchtungsforscher, als praktisch nützliche Wissenschaftler im allgemein anerkannt und geehrt, unterstützten das. Im Jahre 1946 wurde von einer maßgebenden Persönlichkeit in der Ostzone Deutschlands einmal geschrieben: "Es gibt nicht nur in der sowjetischen Zone, sondern in ganz Deutschland keine politisch unbelasteten Vertreter" des Faches

Pflanzenzüchtung (Univ.-Archiv Halle, P. A. 26 005). Aber bis dahin gab es noch manche Auseinandersetzung.

Im einzelnen wurde an der in den Landwirtschaftswissenschaften immer noch führenden Universität **Halle** als Nachfolger des verstorbenen WOHLTMANN der in der Praxis erfahrene THEODOR ROEMER berufen. Gerade er hat in Deutschland neben BAUR und neben TSCHERMAK in Österreich für die auf der mendelistischen Genetik aufbauenden Züchtung den Durchbruch gebracht. ROEMER hatte (UA Halle, P. A. 13 184) bei EDLER in Jena, bei TSCHERMAK in Eisgrub und zwischen 1914 und 1919 am Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in Bromberg gearbeitet. Im Jahre 1919 war er als Direktor der Zucht-Abteilung in die Saatzuchtwirtschaft von F. STRUBE in Schlanstedt (Provinz Sachsen) gegangen. Auf der Berufungsliste in Halle hatte er mit FRUWIRTH und KIESSLING gestanden. Andere Hallenser Forscher lieferten Zuarbeiten zur Züchtung. KARL ISENBECK (1904 - 1945) (UA Halle, P. A. 8330) untersuchte, inwieweit Umweltfaktoren wie Temperatur und Licht die erblich bedingte und in der Züchtung eingebrachte Resistenz gegen Schäden verschieben. ISENBECK ging 1940 an die Reichsforschungsanstalt für alpine Landwirtschaft in Admont. KAMILL MONTFORT ((UA Halle, PA 11 575) untersuchte die Stoffproduktion der Pflanzen auch unter verschiedenen Bedingungen, damit der Pflanzenzüchter die geeigneten Sorten herausfinden kann.

An der Universität **Jena** wurde der landwirtschaftliche Lehrstuhl im Jahre 1927 geteilt in 1. einen Lehrstuhl für landwirtschaftliche Betriebslehre und 2. einen für „landwirtschaftlichen Pflanzenbau und - züchtung“. Der auch für Pflanzenzüchtung zuständige Lehrstuhl wurde 1927 mit ERNST KLAPP (1894 - 1975) besetzt ((UA Jena, N 46/1; B. A. 972, Blatt 134, 135; D 1592) besetzt. Nach KLAPPs Weggang an die Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim 1934 folgte ihm WALTER BROUWER (1895 - 1879). Im Jahre 1936 übernahm HUBERTUS BLEIER (1896 - 1979) in Jena eine Dozentur für „Vererbung, Pflanzenzucht und Pflanzenbau“. Er wirkte später in Wien.

Eine bedeutungsvolle und für Deutschland bisher unvergleichliche Neuschöpfung wurde das 1928 eingeweihte **Kaiser-Wilhelm-Institut für Pflanzenzüchtung in Müncheberg** (Mark). Erste Gedanken zu einem solchen Institut gab es 1917, als kriegsbedingter Mangel an Arzneipflanzen ihre Züchtung nahelegte (GSA Merseburg, Rep. 76 Vc, Sekt. 2, Tit. 23, Litt A, N.

124). Früh stieg ERWIN BAUR in die Planungen ein. BAUR starb am 2. Dezember 1933. Der damalige Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, der führende Physiker MAX PLANCK, teilte dem preußischen Kultusminister am 8. Dezember 1933 mit, daß er „einem Wunsche des Verstorbenen folgend“ Dr. HUSFELD, bisher der Leiter der Abteilung für Rebenzüchtung, mit der Leitung des Müncheberger Instituts beauftragt hat (GSA Merseburg, Rep. 76 Vc, Sekt. 2, Tit. XXIII, Lit. A 171, Band V, Blatt 115). Jedoch der Reichsminister des Inneren, FRICK, verwies PLANCK auf das Schreiben „III 1150 / 20. 9. vom 26. September 1933 hin, „wonach die Berufung leitender Persönlichkeiten und wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und ihren Instituten nicht ohne“ des Ministers „vorherige Zustimmung erfolgen kann“ (ebenda, Blatt 130). Durch Ernährungsminister DARRÉ wurden als geeignete Kandidaten der Botaniker GASSNER (1881 - 1955) an der Technischen Hochschule Braunschweig und TH. ROEMER ins Gespräch gebracht. GASSNER erforschte die Stadienentwicklung der Pflanzen, entwickelte die Vernalisation. Er galt der nationalsozialistischen Führung aber unerwünscht, weil er „als Exponent der reaktionären-wissenschaftlichen Klique“ „unter den Regierungen Papen und Schleicher als Rektor der Technischen Hochschule Braunschweig einen maßlos heftigen und gehässigen Kampf gegen das Hakenkreuzbanner“, den Nationalsozialistischen Deutschen Studentenbund, den nationalsozialistischen braunschweigischen Volksbildungsminister und überhaupt die Position der Nationalsozialisten in Braunschweig betrieben hat. GASSNER ging als Organisator des Pflanzenschutzdienstes in die Türkei und wirkte nach Ende des Zweiten Weltkrieges für zwei Amtsperioden als Rektor der Technischen Hochschule Braunschweig bei deren Wiedererrichtung. Auch gegen TH. ROEMER gab es 1933 Einwände, die sich nach Ansicht von Erziehungsminister RUST „weniger auf Römers fachliche als auf seine persönliche Qualifikation beziehen“ (GSA Merseburg, Rep. 76 Vc, sekt. 2, Tit. XXIII, Lit A 171, Bd. II, Blatt 146). Als Nachfolger BAURs wurde damit RUDORF favorisiert, der mit Wirkung vom 1. April 1936 durch VAHLEN zunächst vertretungsweise mit der Leitung des Müncheberger Kaiser-Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung beauftragt wurde. An der Universität **Leipzig** hatte am 1. Mai 1934 WILHELM RUDORF (1891 - 1969) (UAL, PA 874). das Ordinariat für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Dieser bald in Deutschland die Linie bestimmende Pflanzenzüchter hatte seine entscheidenden Lehrjahre in Halle absolviert. In den Jahren 1929 - 1933 folgte er einem Ruf an das Institut für Pflanzenbau an der

Universität La Plata in Argentinien. Zurück in Deutschland wurde er Direktor in Müncheberg, wo STUBBE favorisiert worden war, Er initiierte als treuer NS-Mann die Ausbeutung von Zuchtmaterialien aus der besetzten Ukraine. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde RUDORF Direktor des fortgeführten Instituts in Voldagsen, Kreis Hameln, das als Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung 1955 nach Köln verlegt wurde. Seine Aufgaben gehen nun weit in die Grundlagen der Genetik und anderer Bereiche der Botanik.

Das Ende des Zweiten Weltkrieges schädigte die auf Frieden und Stabilität angewiesene Pflanzenzüchtung. Wertvolles Zuchtgut aus Müncheberg wurde nach dem Westen verlagert. In der Sowjetunion wurde die Genetik als reaktionär und 'bürgerlich' bekämpft. Die Wege der Pflanzenzüchtung schienen zu langwierig zu sein und man hörte auf die Versprechungen von LYSSENKO, mit Hilfe der 'Vererbung erworbener Eigenschaften' rasch die Erträge zu verbessern. VAVILOV war verhaftet worden und starb 1943 im Gefängnis in Saratow. Die nie behobene mißliche Lage in der kollektivierten Landwirtschaft der Sowjetunion trug zum Untergang des kommunistischen Systems bei. In anderen Ländern wurde eine wichtige Aufgabe, durch Schaffung der nötigen Bedingungen das geschaffene genetische Potential der Hochzuchtsorten auszunutzen.

Archivalien

- Halle, Universitätsarchiv: PA 8330 K. ISENBECK, PA 11 575 K. MONTFORT, PA 13 184 TH. ROEMER, Rep. 6, Nr. 1135 - Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung ab 1934, Rep. 6, Nr. 2756 - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung 1937 - 1941..
- Jena, Universitätsarchiv, Bestand B. A., Nr. 443, Bestand M, No. 623.
- Leipzig, Universitätsarchiv: PA 874 W. RUDORF; PA, 890.
- Merseburg, Geheimes Staatsarchiv; die Akten mittlerweile nach Berlin verlagert:

Literatur

- BATESON, WILLIAM, 1902: Reports to the Evolution Committee. Report I. London.

- BAUR, ERWIN, 1913: Einige für die züchterische Praxis wichtige Ergebnisse der neuen Bastardierungsforschung. Vortrag, gehalten aus der Generalversammlung der Deutschen Gesellschaft für Pflanzenzüchtung zu Breslau. Beiträge zur Pflanzenzucht, 3. Heft.
- BIFFEN, R. H., 1905 / 1906: Mendel's Law of Inheritance and Wheat Breeding. The Journal of Agricultural Science, I, Part 1 (January, 1905)
- BIFFEN, R. H., 1907 / 1908: Studies in the Inheritance of Disease-Resistance. The Journal of Agricultural Science, 2.
- BLAKESLEE, A. F.; AVERY, A. G., 1937: Methods of inducing doubling of chromosomes in plants. The Journal of Heredity, XXVIII, 12.
- COLERUS, J., korrigierte Ausgabe 1645: Oeconomia ruralis et domestica. Mainz.
- COLUMELLA: Über Landwirtschaft. Aus dem Lateinischen übersetzt, eingeführt und erläutert von KARL AHRENS. Berlin.
- FISCHER, A., 1937: Über die Herkunft züchterisch wichtiger Lupinenarten. Forschungen und Fortschritte, 13.
- FLORINUS, F. PH., 1702: Oeconomus prudens et legalis oder Allgemeiner Klug-und Rechts-verständiger Haus-Vatter. Franckfurt und Leipzig.
- FREISLEBEN, R.; LEIN, A., 1944 a: Röntgeninduzierte Mutationen bei Gerste. Der Züchter, 16, 19.
- FREISLEBEN, R.; LEIN, A., 1944 b: Möglichkeiten und praktische Durchführung der Mutationszüchtung. Kühn-Archiv, 60, 211.
- HAAN, H. de, 1950: Der Einfluß des Mendelismus auf die Pflanzen-Züchtung in den Niederlanden (1900 - 1950). Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 29, 1.
- HAHN, HANS, 1929: Rabbethge, Matthias Christian. Mitteldeutsche Lebensbilder, 4. Band, S. 268 - 273. Magdeburg.
- HESSE, R., 1877: Bericht über die im Auftrage der Friedrich-Wilhelm-Victoria-Stiftung im Sommer 1876 unternommene Reise nach England und Schottland, vornehmlich enthaltend die über Züchtung von Getreidevarietäten gemachten Wahrnehmungen. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 6.
- HEUSER, OTTO E., 1955: Beseler, Otto. Neue Deutsche Biographie, 2. Band, S. 176.
- JONES, D. F., 1922: The productiveness of single and double first-generation corn hybride. Journ. Agron.
- KEUNE, O.,

- KLAPP, E., 1959: Edler, Wilhelm. Neue Deutsche Biographie, 4. Band, S. 314 / 315.
- LANGE DE LA CAMP, M., 1939: Die Weizen der deutschen Hindukusch-Expedition 1935. Landwirtschaftliches Jahrbuch, 88, 12.
- LE COUTEUR, J., 1843: Ueber die Varietäten, Eigentümlichkeiten und Classification des Weizens. Übersetzt ins Deutsche von T. A. RÜDER. Leipzig.
- LEIN, ALFRED, 1969: Heine, Ferdinand. Neue Deutsche Biographie, 8. Band, S. 293.
- MENDEL, GREGOR, 1865: Versuche über Pflanzen-Hybriden. Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn. 4. Wiederabdruck z. B. in KRIZENECKY, J.: Gregor Johann Mendel. Leipzig 1965.
- MÜNCHHAUSEN, O. v., 1780, 1782: Der Hausvater. Hannover.
- NILLSON-EHLE, H., 1935: Züchtungsforschung im Dienste der Landwirtschaft. Die Naturwissenschaften, 23, 17.
- PLATE, LUDWIG, 1906: Über Vererbung und die Notwendigkeit der Gründung einer Versuchsanstalt für Vererbungs- und Züchtungskunde. Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie, 3, 6.
- PUNNETT, R. C., (deutsch) 1910: Mendelismus. Brünn
- ROEMER, THEODOR, 1940: Entwicklungslinien der Züchtungsmethoden, 54.
- RUDORF, WILHELM, 1957: Cimbal, Otto. Neue Deutsche Biographie, 3. Band, S. 255.
- RUDORF, WILHELM, 1959: Dreißig Jahre Züchtungsforschung. Stuttgart.
- RÜMKER, K. von, 1894: Einiges über Zuckerrübenzüchtung. Blätter für Zuckerrübenbau, 1, 9 und weitere Hefte.
- SCHEIBE, A., 1939: Ergebnisse der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935. Vorbemerkungen. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 88, 1.
- SCHRÖDER, C., 1715: Der wohlzugerichtete und profitable Feld-Bau. Frankfurt und Leipzig.
- SHIREFF, PATRICK, 1880: Die Verbesserung der Getreiearten. Aus dem Englischen ins Deutsche übertragen durch R. HESSE. Halle / Saale.
- SHULL, G. H., 1922: Über die Heterozygotie mit Rücksicht auf den praktischen Züchtungserfolg. Beiträge zur Pflanzenzucht, 5, S. 134 - 152.
- STUBBE, HANS, 1970: Das Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben (Aufgaben, Ergebnisse, Probleme) 1943 - 1968. Die Kulturpflanze, Beiheft 6. Berlin.

- VAVILOV, N. I., 1935/1967: Botaniko-geograficeskie osnovy selekcii. Teoreticeskie osnovy selekcii. Tom I. Moskva, Leningrad. - In: VAVILOV, N. I., 1967: Izbrannye proizvedenija . Tom 1. Leningrad.
- VIRGIL(IUS), o. J.: Landbau. Deutsch in der Versweise der Urschrift von Prof. Dr. WILHELM BINDER. Berlin-Schöneberg.
- WOHLTMANN, FERDINAND, 1894: Die Pflanzenzüchtungen des Gutsbesitzers O. Cimbal in Frömsdorf. Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 71, 74.
- WOLLNY, EWALD, 1882: Ueber zwei neue Roggen-Varietäten. Fühling's landwirtschaftliche Zeitung, XXXI.