

Die Bedeutung der Erkenntnisse Gregor Mendels für die Pflanzenzüchtung

Vor 200 Jahren wurde der Naturforscher und Augustinermönch Gregor Johann Mendel (1822–1884) im schlesischen Heinzendorf geboren und arbeitete später in der mährischen Hauptstadt Brünn im dortigen Augustinerkloster an der Erforschung von Pflanzenhybriden. Seine Untersuchungen legten nicht nur einen wichtigen Grundstein in der Etablierung einer neuen Forschungsrichtung, welche später unter dem Namen Genetik bekannt werden sollte, sondern hatte auch einen nachhaltigen Einfluss auf die weitere Entwicklung und Transformation der Pflanzenzüchtung und der Landwirtschaft.

Die Entdeckung der Mendelschen Regeln

Gregor Mendel und der Pflanzenzüchter Erich von Tschermak in einer historischen Bildmontage. Nach der Wiederentdeckung entwickelte sich der Augustinermönch schnell zur Galionsfigur der Genetik und Pflanzenzüchtung, was auch dabei half, neue landwirtschaftliche Versuchs- und Züchtungsanstalten aufzubauen.

Zu den wichtigsten Erkenntnissen Mendels, die er vor allem bei Kreuzungsversuchen mit Erbsen erhielt, zählen die von ihm entdeckten Mendelschen Regeln (Uniformitätsregel, Spaltungsregel und Unabhängigkeitsregel). Auf Basis statistischer Auswertungen untersuchte er Pflanzen, die sich in einem, später auch in mehreren, diskreten bzw. dichotomen Merkmalen voneinander unterscheiden und klassifizieren ließen. In den folgenden Generationen, die aus Kreuzungen hervorgingen, ermittelte er so jeweils typische Verhältnisformeln. Zudem beschrieb er das Auftauchen von dominanten und rezessiven diskreten Merkmalen, die sich aus inne-

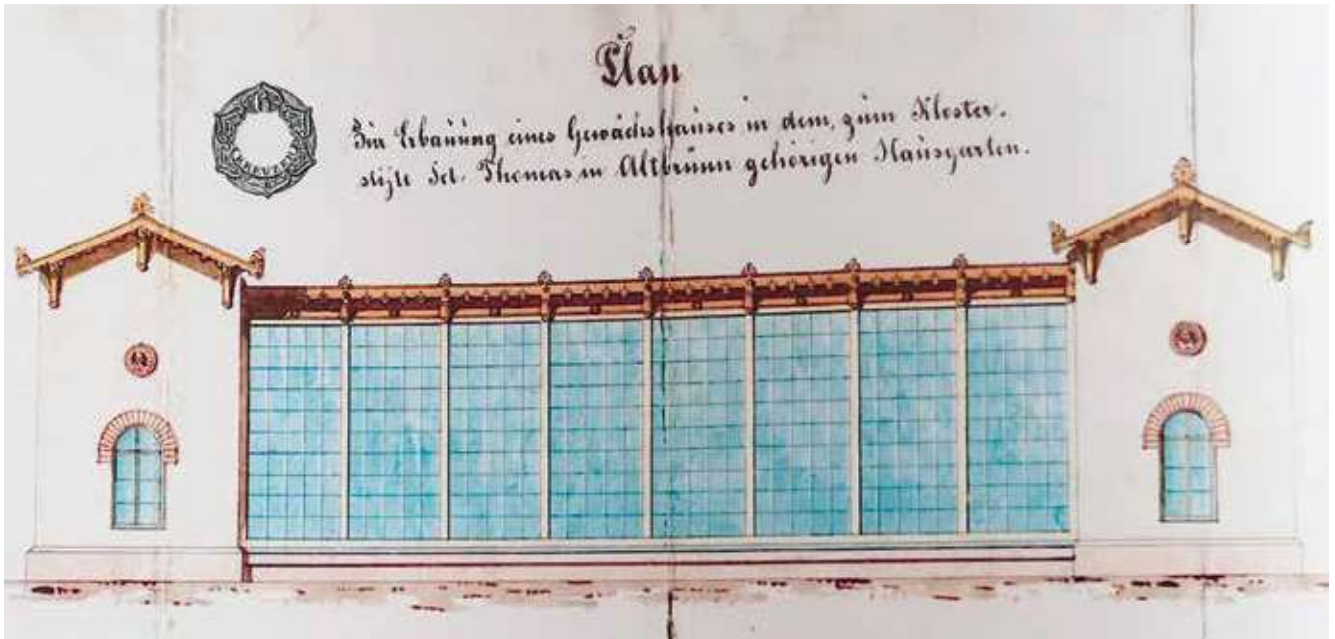
ren Faktoren in ihrer sichtbaren Ausprägung herleiteten. Um dies zu verdeutlichen, etablierte er ein auf Buchstaben basierendes Kombinatoriksystem. Die Ergebnisse seiner Versuche veröffentlichte er 1866 in den Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn¹.

Bastardisierung vor und nach Mendel

Kreuzungen (Bastardisierungen) wurden mit unterschiedlicher Zielsetzung bereits lange vor Mendel durchgeführt. Viele dieser Experimente wurden von Carl Friedrich von Gärtner (1849) in einem Kompendium zusammengefasst, das auch Gregor Mendel kannte und zitierte². Auch die von Mendel genutzte Technik der künstlichen Befruchtung war schon lange bekannt. In der praktischen Pflanzenzüchtung des 19. Jahrhunderts stand dagegen vor allem die Auslesezüchtung (i. e. Selektion von Einzelpflanzen aus Landsorten) im Vordergrund, da die nach Kreuzungen auftretende Variabilität zumeist nicht als zu Konstanz führend und nützlich interpretiert wurde³. Mendel war sich dieser Problematik sehr wohl bewusst.

Aus einem damals gerade erschienenen Buch über Weidenhybriden⁴ scheint er den Begriff der „constant differierenden Merkmale“ übernommen und in dem von ihm beschriebenen Versuchsdesign aufgenommen zu haben^{1,5}. Ohne Kenntnis der Mendelschen Vererbungsregeln führten Pflanzenzüchter des späten 19. Jh. wie Wilhelm Rimpau (1856–1936) bereits Kreuzungen durch und beschrieben die Uniformität der F1-Generation, Aufspaltung in der F2-Generation („variable Generation“) sowie Unabhängigkeit und Neukombination von Merkmalen⁶. Mendels herausragende Leistung war jedoch die statistische Methodik, mit welcher er das Vorhandensein derartiger Regeln belegte und didaktisch erklärte.





Auch für Gregor Mendel standen bei Beginn seiner Experimente wohl pflanzenzüchterische Aspekte zur Verbesserung einzelner Pflanzenmerkmale im Vordergrund. Abseits von Erbsen führte er auch viele Anbauversuche an fremdländischen Kulturpflanzen durch. Wenig bekannt ist z. B., dass er auch mit Mais, Wasserreis und Topinambur Anbauversuche durchführte. Zumindest einzelne Experimente scheinen dabei früh als Akklimatisierungsexperimente diskutiert worden zu sein. Unterstützung bot hierbei beispielsweise das 1854 eingerichtete Gewächshaus im Kloster.

Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln

Zu seinen Lebzeiten haben Mendels Versuche zur Vererbung, jedenfalls außerhalb seiner Heimatstadt Brunn, nur begrenzt Aufmerksamkeit erlangt^{5,7}. In das Pantheon der großen Naturforscher wurde Gregor Mendel erst aufgenommen, als drei

Botaniker, Erich Tschermak (1871–1962), Hugo de Vries (1848–1935) und Carl Correns (1864–1933), übereinstimmende Kreuzungsergebnisse u. a. bei Erbsenpflanzen erzielten und im Jahr 1900 auch auf die Arbeiten Gregor Mendels stießen^{5, 8–10}. Zumindest in seiner Heimatstadt Brunn wurden Mendels Kreuzungsversuche schon in den 1860er Jahren kontrovers (u. a. auch im Kontext des aufkeimenden Darwinismus und Materialismus) diskutiert^{5,7,11,12}. Unstrittig ist, dass ab 1900 neue Erkenntnisse in der Zellbiologie (wie beispielsweise die Entdeckung der Chromosomen und die Beschreibung der Zellteilung) sowie der wiederholte Nachdruck seiner Artikel bei der Popularisierung der Mendelschen Regeln und der Person Gregor Mendels eine wichtige Rolle eingenommen haben.



Versuche über Pflanzen-Hybridisierung von Johann Gregor Mendel

Weitere Entwicklung der Pflanzenzüchtung nach 1900

Nach der allgemeinen Verbreitung des Wissens über die Vererbungsregeln zu Beginn des 20. Jh. setzte eine Entwicklung der Pflanzenzüchtung v.a. bei landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen ein, die nun rasch zu verbesserten Sorten führte. Dies war auf die Kombination der traditionellen Methode der



Erbsen mit vielfältigen phänotypischen Merkmalen.

Auslese mit der neu hinzugekommenen Kreuzungszüchtung zurückzuführen, wobei durch die Kenntnis der Vererbungsregeln das Verhalten von Merkmalen nach Kreuzungen vorhersagbar wurde. Später trat die Betrachtung einzelner mendelnder Merkmale in der Pflanzenzüchtung jedoch etwas in den Hintergrund, da wichtige Charakteristika wie Kornertrag, Gehalt an Protein oder anderen Inhaltsstoffen nicht alternativ,

sondern zumeist kontinuierlich variierten, da sie einer polygenen Kontrolle und damit der quantitativen Genetik unterlagen, in der Effekte einzelner Gene nur in Ausnahmefällen sichtbar sind. Auch wenn bereits R.A. Fisher diesen scheinbaren Gegensatz auflöste, indem er zeigte, wie eine größere Anzahl mendelnder Genloci in einem Merkmal zu quantitativer Variation führt, so dauerte es bis in die 1990er Jahre, bis man mittels genomischer Marker in ausreichender Dichte quantitative Merkmale durch einzelne mendelnde Faktoren (quantitative trait loci, QTL) erklären¹³ und damit auch in der praktischen Pflanzenzüchtung selektieren konnte. Erhöht wird die Komplexität in der Ausprägung von Merkmalen nicht zuletzt auch dadurch, dass die Ausprägung vom Gen zum phänotypischen Merkmal über verschiedene Stufen der Transkription und Translation zum Protein sowie der intrinsischen Regulation des Stoffwechsels, Feedbackkreisläufe und auch viele Umwelteinflüsse bestimmt wird und zugleich einzelne Merkmale durch eine Vielzahl von mitwirkenden Genen (polygen) bestimmt werden.

Von der grünen Revolution bis heute

Bis heute spielen zahlreiche mendelnde Faktoren eine große Rolle für die Ausprägung von Sorteneigenschaften. Schon die Gene der „Grünen Revolution“, die bei Weizen (Rht-Gene, dwarfing-genes) und Reis zu höheren Erträgen durch Kurzstrohigkeit führten¹⁴, stellen solche Faktoren dar, die funktional ähnlich dem von Mendel beschriebenen Merkmal der kurzen vs. langen Internodienlänge (Pflanzenhöhe) auf Gibberellinsäuresynthese-Mutationen



200 JAHRE
Gregor Mendel



Die von Mendel beschriebenen terminal oder in Blattachseln ausgebildeten Blüten finden sich phänotypisch ähnlich in anderen Leguminosen wie Ackerbohne oder Sojabohne (indeterminierter vs. determinierter Wuchstyp).

beruhen. Auch die von Mendel beschriebenen terminal oder in Blattachseln ausgebildeten Blüten finden sich phänotypisch ähnlich in anderen Leguminosen wie Ackerbohne oder Sojabohne (indeterminierter vs. determinierter Wuchstyp), wo sie je nach Ausprägung agronomisch sehr bedeutende Sortenunterschiede bedingen. Neben verschiedenen morphologischen Merkmalen werden auch Qualitätsmerkmale monogen vererbt: Bereits die von Mendel untersuchte Samenform der Erbse (rund vs. runzelig-kantig) ist nur vordergründig ein morphologisches Merkmal, geht jedoch auf Variationen im Gehalt an Amylose, Amylopektin und Zucker zurück, die durch ein Transposon in einem Stärkeverzweigungsgen verursacht werden¹⁵. Auch für die Lebensmittelsicherheit relevante Inhaltsstoffe bei Getreiden, Leguminosen, Ölpflanzen und Gemüsearten (z. B. Glukosinolate, Allergene u. a.) folgen ebenfalls

monogenen und damit mendelnden Erbgängen, auch wenn diese oft erst durch teils aufwendige biochemische Analysen oder genetische Marker offenbar werden. Mendel gelang es durch ein geniales Versuchsdesign, die grundlegenden Regeln der Vererbung zu ermitteln, von denen es zwar viele Ausnahmen gibt (z. B. maternale Vererbung etc.), die in ihrer wesentlichen Logik aber bis heute gelten. Durch den großen Erfolg der Genetik ist der Phänotyp der Pflanzen, der ja oftmals den ökonomisch relevanten Erfolg einer Sorte definiert, oft etwas in den Hintergrund getreten. Mit neuen Hochdurchsatzmethoden der Phänotypisierung (auch im Feld) versucht die moderne Wissenschaft, die so entstandene Lücke im Wissen zwischen Genotyp und der Ausprägung des Phänotyps zunehmend zu schließen¹⁶. ■

Dr. Michael Mielewczik
Agroscope Tänikon, Ettenhausen, Schweiz

Prof. Dr. Johann Vollmann
BOKU, Institut für Pflanzenzüchtung, Wien, Österreich

Dr. Janine Moll-Mielewczik
Agroscope Reckenholz, Zürich, Schweiz

Dr. Michal Simunek
Institut für Zeitgeschichte, Akademie der Wissenschaften
der Tschechischen Republik, Prag

Prof. Dr. Uwe Hossfeld
AG Biologiedidaktik, Universität Jena



QR-Code zum
Literatur-
verzeichnis



Die Vollversion des Artikels
finden Sie auf der GFPI-Website.



Mendel-Plakette zur 4. Internationalen Genetik-Konferenz in Paris · 1911

Mendel-Plakette aus dem Jahr 1911. Nach der Wiederentdeckung wurde Gregor Mendel schon bald in das Pantheon der großen Naturforscher aufgenommen. Als Galionsfigur half er, nicht nur den neuen Forschungsbereich der Genetik, sondern auch die Bedeutung der Pflanzenzüchtung hervorzuheben.