

## Moderne Pflanzenzüchtung – Grundstein der Ernährungssicherung\*

FRANK ORDON

Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Julius Kühn-Institut (JKI),  
Erwin-Baur-Str. 27, D-06484 Quedlinburg

Die Entstehung unserer heutigen Gesellschaft ist eng verknüpft mit der Domestikation unserer Kulturpflanzen, die ca. 10000 Jahre vor Christus in verschiedenen Teilen der Erde begann und den Übergang von der Gesellschaft der Jäger und Sammler zu den sesshaften Bauern und damit eine entsprechende Arbeitsteilung und die Entwicklung von Hochkulturen ermöglichte. In dieser Zeit wurden beispielsweise bei den Getreidearten (z.B. Weizen, Gerste) Pflanzen mit nichtbrüchiger Ährenspindel selektiert, welche eine vereinfachte Ernte erlauben. Nicht alle Kulturpflanzen haben jedoch eine so lange Tradition, so wurden beispielsweise Arten wie Zuckerrübe, Raps oder Triticale, welche heute in großem Umfang in Deutschland angebaut werden, erst in den letzten Jahrhunderten bzw. Jahrzehnten in Kultur genommen.

Die Pflanzenproduktion steht heute vor erheblichen Herausforderungen, so sind im Jahre 2050 ca. 9 Mrd. Menschen zu ernähren, d.h. es sind bei begrenzter Flächenverfügbarkeit erhebliche Ertragssteigerungen, beim Weizen z.B. um ca. 60%, nötig, um dieses Ziel zu erreichen. Am Anfang der pflanzlichen Produktionskette steht das Saat- bzw. Pflanzgut, so dass der Pflanzenzüchtung bzw. der Pflanzenzüchtungsforschung eine besondere Bedeutung bei der Bewältigung zukünftiger Herausforderungen zukommt, da im Verlauf des Produktionsprozesses im Zusammenspiel mit der Umwelt und den Managementmaßnahmen nur diejenigen Eigenschaften realisiert werden können, die im Saat- bzw. Pflanzgut genetisch verankert sind. Pflanzenzüchtung ist somit ein entscheidender Baustein im Hinblick auf die Ernährungssicherung einer steigenden Weltbevölkerung und die Bereitstellung von Rohstoffen für die Bioökonomie vor dem Hintergrund des Klimawandels, des zunehmenden Flächenverbrauchs für die Bioenergiegewinnung und den veränderten Verzehrgewohnheiten vor allem in Schwellenländern.

Die systematische Pflanzenzüchtung nahm ihren Ausgang von der Entdeckung der Gesetzmäßigkeiten der Vererbung durch den Brünner Mönch Gregor Mendel bzw. deren Wiederentdeckung durch Correns, de Vries und von Tschermak

---

\* Kurzfassung des Vortrags, der am 18.06.2014 anlässlich des BWG Kolloquiums „Pflanzen ernähren die Welt“ gehalten wurde.

zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Die Züchtung einer neuen Sorte ist häufig ein langwieriger Prozess, der z.B. bei selbstbefruchtenden Arten wie Weizen und Gerste 10 Jahre und mehr in Anspruch nehmen kann. Die Züchtung einer Sorte lässt sich dabei in 3 Phasen gliedern: (i) die Schaffung von Ausgangsvariation, (ii) die Selektion von Sortenkandidaten und (iii) deren Prüfung, Erhaltung und Vermehrung. Unter Nutzung klassischer Selektionsverfahren konnten in der Vergangenheit erhebliche züchterische Erfolge erzielt werden. So sind z.B. bei Weizen und Gerste die Erträge von 1960 bis heute in Deutschland um ca. 0,7 bzw. 1 dt ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> gestiegen und ca. 30–50% dieser Ertragssteigerung sind auf den Züchtungsfortschritt zurückzuführen. Weiterhin konnten auch erhebliche Verbesserungen in der Kombination der Ertragsleistung mit verbesserten Resistenz- und Qualitätseigenschaften erzielt werden. Klassische Pflanzenzüchtungsverfahren bilden nach wie vor das Rückgrat auch der modernen Pflanzenzüchtung, jedoch stehen der Pflanzenzüchtung heute eine Vielzahl biotechnologischer Verfahren zur Verfügung, welche dazu beitragen die Züchtung neuer angepasster Sorten zu beschleunigen bzw. effizienter zu gestalten.

Im Rahmen der Nutzung bzw. Erzeugung genetischer Variation erlauben Verfahren der Zell- und Gewebekultur eine verbesserte Nutzbarmachung des sekundären und tertiären Genpools, d.h. von Wildarten, die durch eine eingeschränkte Kreuzbarkeit mit der Kulturart gekennzeichnet sind. Darüber hinaus sind effektive gentechnische Verfahren zur Erzeugung genetischer Variation, die weit über das mit konventionellen und zellbiologischen Techniken zu erzeugende Maß hinaus geht, bekannt, jedoch in Europa aufgrund der weitgehenden Ablehnung von untergeordneter Bedeutung. Der anschließende Selektionsprozess kann durch die Erzeugung doppelhaploider Pflanzen über Antheren- bzw. Mikrosporenkultur, die sofort homozygot sind, deutlich verkürzt werden. Molekulare Marker erlauben heute, wenn sie hinreichend eng mit dem Zielgen gekoppelt sind oder auf Sequenzunterschieden im Gen selbst beruhen, eine sichere, umweltunabhängige Selektion auf DNA- bzw. RNA-Ebene in frühen Entwicklungsstadien der Pflanzen. Die Entwicklung dieser Marker war in der Vergangenheit sehr arbeits- und zeitaufwendig, da nur wenige Loci gleichzeitig analysiert werden konnten. Bedingt durch neue Sequenzierungstechniken, die zu einer deutlichen Kostenreduktion seit Beginn dieses Jahrtausends geführt haben, konnten jedoch z.B. Hochdurchsatzmarkertechnologien auf Chipbasis entwickelt werden, welche heute nicht nur die Identifikation von Markern in bi-parentalen Populationen beschleunigen, sondern auch eine Nutzung assoziationsgenetischer Verfahren bzw. die Nutzung genomischer Selektionsverfahren in der Pflanzenzüchtung ermöglichen. Darüber hinaus ist heute bei vielen Kulturarten das gesamte Genom (z.B. Reis) bzw. große Teile des Genoms (z.B. Gerste) entschlüsselt. Ergänzt werden diese Fortschritte in der DNA-Analyse durch Fortschritte in den Präzisionsphänotypisierungstechniken, welche eine sichere und detaillierte Erfassung des Phänotyps erlauben und damit gesicherte Rückschlüsse vom Phänotyp auf den Genotyp bzw. beteiligte

Gene und QTL ermöglichen. So konnte unter Nutzung dieser Techniken z.B. gezeigt werden, dass eine markergestützte Kombination von Resistenzgenen zu verbesserten Resistenzeigenschaften führt, Gene identifiziert werden, die in die Biomassebildung, die Trockenstresstoleranz oder die Stickstoffverwertung involviert sind, oder Gene isoliert werden, die Resistenz gegen Pathogene bedingen.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass sich bedingt durch das umfangreiche biotechnologische Instrumentarium und die Fortschritte in der Phänotypisierung die Zeitdauer für die Züchtung neuer Sorten erheblich verkürzen wird, so dass es der Pflanzenzüchtung zukünftig möglich sein wird, schneller und zielgerichteter auf die künftigen Herausforderungen zu reagieren und damit einen erheblichen Beitrag zur Ernährungssicherung zu leisten.