

Die Schweizer Pflanzenzüchtung – eine räumliche, zeitliche und thematische Analyse des Umfeldes

Achim Walter, Christoph Grieder, Luisa Last, Beat Keller, Andreas Hund und Bruno Studer
 Institut für Agrarwissenschaften, ETH Zürich, CH-8092 Zürich

Auskünfte: Bruno Studer, E-Mail: bruno.studer@usys.ethz.ch



Feldversuche mit Weizen und Buchweizen an der ETH-Forschungsstation in Lindau-Eschikon.

Einleitung

Dieser Artikel betrachtet das thematische Umfeld der Pflanzenzüchtung in der Schweiz und er ordnet die schweizerischen Verhältnisse in den gegenwärtigen und zukünftig zu erwartenden internationalen Kontext ein. Er basiert auf einer umfangreicheren Studie, die im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) durchgeführt wurde und die mit dazu beitragen soll, die Grundlagen für die Erarbeitung einer Strategie zur Pflanzenzüchtung in der Schweiz für die kommenden Jahrzehnte zu schaffen.

Entwicklung der ackerbaulichen Hauptkulturen

Weizen stellt die Grundlage unserer Ernährungskultur dar. Innerhalb der in der Schweiz angebaute Getreide nimmt er daher, mit einer Anbaufläche die seit den 1980er Jahren zwischen 80 000 und 100 000 ha schwankt, eine überragende Stellung ein. Insgesamt blieb über die vergangenen 50 Jahre hinweg die Anbaufläche von Getreide in der Schweiz ebenso wie in Frankreich und Deutschland

relativ stabil (Abb. 1a). Dies ist nicht in allen vergleichbaren Ländern der Fall, wie der Blick nach Italien mit stark abnehmender Bedeutung des dortigen Getreideanbaus zeigt. Die Schweiz konnte ihren Selbstversorgungsgrad gerade auch aufgrund des Zuchtfortschrittes in den eigenen Weizensorten in den vergangenen Jahrzehnten trotz des enormen Bevölkerungswachstums bei ca. 60 % brutto (inklusive der Produktion basierend auf importierten Futtermitteln) halten. Der kontinuierliche Rückgang der Anbauflächen von Wurzel- und Knollenfrüchten (Abb. 1b) ist vor allem auf eine geringere Nachfrage nach Kartoffeln, der wichtigsten Art innerhalb dieser Kulturgruppe, zurückzuführen. Diese geringere Nachfrage basiert zum einen auf dem rückläufigen Direktverzehr von Kartoffeln, zum anderen auf der weitgehenden Verdrängung von Kartoffeln, aber auch Futterrüben, als Futtermittel. Der Zunahme im Anbau von Ölsaaten und Hülsenfrüchten (Abb. 1c,d) hingegen liegt kein genereller Anstieg der Nachfrage zu Grunde, sondern er resultiert entscheidend aus einer Vielzahl an züchterischen Verbesserungen wichtiger Arten innerhalb dieser Kulturgruppen. An ers-

ter Stelle ist hier die züchterische Entwicklung beim Raps zu nennen. Durch die Bereitstellung von erucasäurefreien Sorten ('0-Raps', 1970er Jahre) und die Reduktion des Glucosinolatgehaltes ('00-Raps', 1980er Jahre) konnte das bis dato vergleichsweise schlecht geniessbare Öl für die Humanernährung eingesetzt werden und der Presskuchen gewann für die Tierfütterung an Bedeutung. Die Kühltoleranz von Raps zeichnet ihn für den Anbau in unseren Breiten beziehungsweise Fruchtfolgen besonders aus – Raps ist die einzige bedeutende Ölsaat, die als Winterkultur angebaut wird. In Bezug auf die Hülsenfrüchte ist die Entwicklung bei Soja besonders erwähnenswert. Hier kam es in der Schweiz durch grosse Erfolge der staatlichen Züchtung zur Entwicklung von sehr früh reifenden Sorten, die in der Schweiz und Nachbarländern mit vergleichbaren klimatischen Bedingungen erfolgreich angebaut werden können und sowohl als Öllieferant (Hauptzweck des Sojaanbaus in der Schweiz) als auch zur Proteinproduktion einen wichtigen Beitrag leisten können.

Momentane Gewichtung der Kulturen in der Schweiz

Im Konzert der oben genannten vier grossen Kulturgruppen spielen die Getreide mit 72 % der mit einjährigen Ackerkulturen bestellten Fläche die wichtigste Rolle >

Zusammenfassung

Das Spektrum nachgefragter Kulturpflanzen sowie deren Leistungsfähigkeit verändern sich mit der Zeit. In der Schweiz spielt der Anbau von Getreide, Spezialkulturen und Futterpflanzen traditionell eine grosse Rolle. Die Leistungsfähigkeit dieser Pflanzen unter den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, aber auch unter den Gegebenheiten der zukünftigen Produktionsbedingungen zu erhalten, wird von grosser Bedeutung sein. Eine Fokussierung auf diese Pflanzen alleine wäre jedoch kurzfristig und würde der Schweiz pflanzenbauliche Möglichkeiten verschliessen, die im Bereich anderer, noch wenig erforschter Kulturarten einen grossen Gewinn verschaffen könnten. Die Weiterentwicklung von Kulturpflanzen erfolgt durch den Prozess der Pflanzenzüchtung. Pflanzenzüchtung nimmt Einfluss auf den Ertrag, die Qualität sowie auf die Resistenz gegenüber Krankheiten und Umweltstress. Technische Entwicklungen in Anbau, Lebensmittelverarbeitung und Züchtung beeinflussen diese Zusammenhänge ebenso wie die mittlerweile weitgehend globale Vernetzung des Agro-Food-Sektors. Es ist schwierig vorherzusagen, wie sich der Bedarf und die Ausrichtung der Pflanzenzüchtung in der Schweiz in den kommenden Jahrzehnten genau entwickeln werden. Der Bund kann durch gesetzliche Vorgaben und finanzielle Anreize jedoch markant auf diese Entwicklungen einwirken und Prozesse in Gang bringen, welche die Stellung der Schweiz im 'Welternährungssystem' für die absehbare Zukunft stärken und die dem Selbstverständnis der Schweiz als einer vorbildlichen und auf Nachhaltigkeit, Zufriedenheit der Bevölkerung und wirtschaftlichen Erfolg orientierten Volkswirtschaft entsprechen.

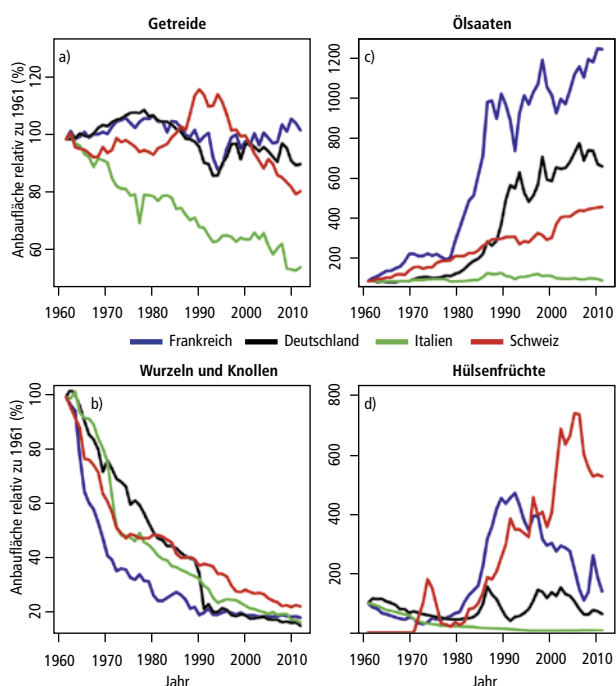


Abb. 1 | Relative Entwicklung der Anbaufläche der Hauptkulturen in der Schweiz, Frankreich, Deutschland und Italien seit 1961 (Hülsenfrüchte Schweiz relativ zu 1973). (Quelle: FAOSTAT 2013)

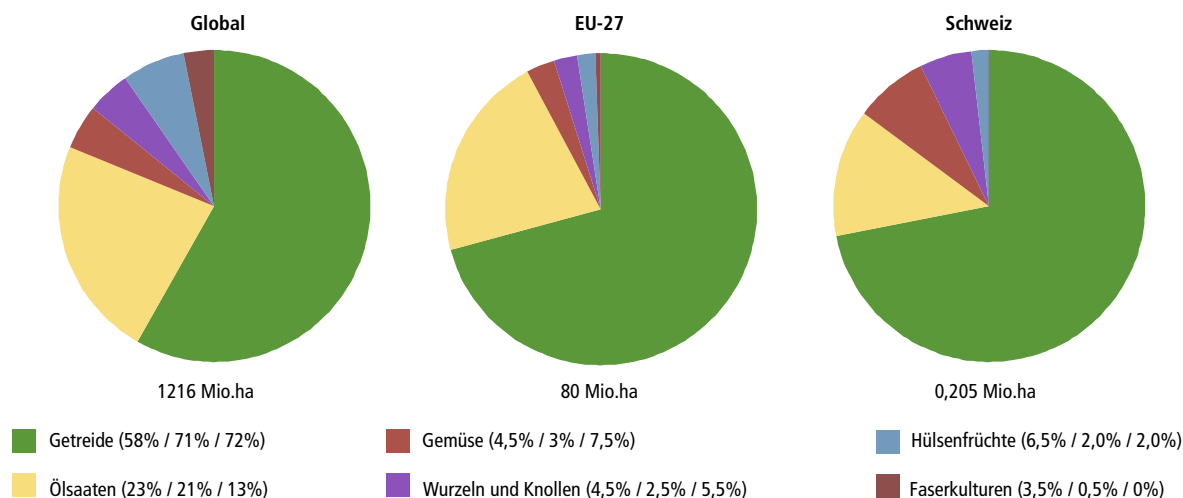


Abb. 2 | Flächenanteile in Prozent der Hauptkulturen auf globaler Ebene, in der Europäischen Union (EU-27) und in der Schweiz. (Quelle: FAOSTAT 2013)

(Abb. 2), gefolgt von den Ölsaaten (13%), Wurzel- und Knollenfrüchten (5,5%) und Hülsenfrüchten (2%). Etwas weniger als 8% werden mit diversen Gemüsen bebaut. Der Anteil der Getreide bezogen auf die übrigen Ackerkulturen ist im globalen Vergleich in der Schweiz und in Europa deutlich höher. In der Schweiz stehen den 200 000 Hektaren Ackerland landwirtschaftlich genutzte Grünlandflächen von etwas über einer Million Hektaren gegenüber. Diese Relation von Grünland zu Ackerland unterscheidet die Schweiz von den meisten anderen Nationen. Ebenso ist der Anbau von sogenannten Spezialkulturen wie Obst (ca. 6500 ha; vor-

wiegend Äpfel) und Wein (15 000 ha) von relativ grosser Bedeutung. «Exotischere» Kulturen wie Pseudogetreide (z.B. Buchweizen, <100 ha), Energiepflanzen (z.B. Miscanthus, <100 ha) und Medizinal- und Aromapflanzen (250 ha) spielen momentan keine grosse Rolle, verfügen aber über ein interessantes Zukunftspotenzial.

Die Wertschöpfung, die durch die oben genannten unterschiedlichen Kulturgruppen erzielt wird, hängt im Wesentlichen von den Anbauflächen und vom Wert des Hauptproduktes ab, das durch die jeweilige Kulturgruppe generiert wird (Abb. 3). Im Jahr 2012 lag der Wert aller in der Schweizer Landwirtschaft produzierten

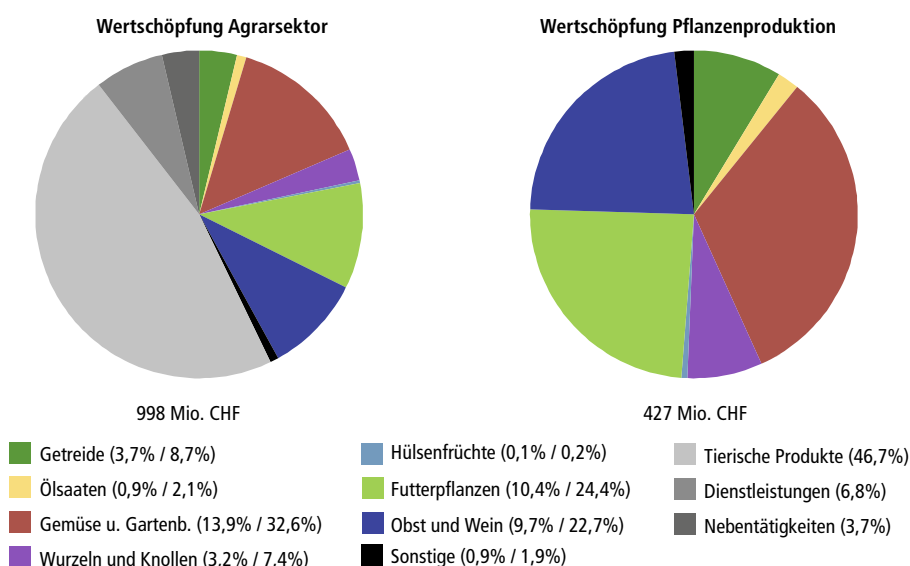


Abb. 3 | Die prozentualen Anteile der Hauptkulturen an der Gesamtwertschöpfung im Agrarsektor sowie an der Wertschöpfung, welche durch den Pflanzenbau generiert wird. (Quelle: Bundesamt für Statistik 2014)

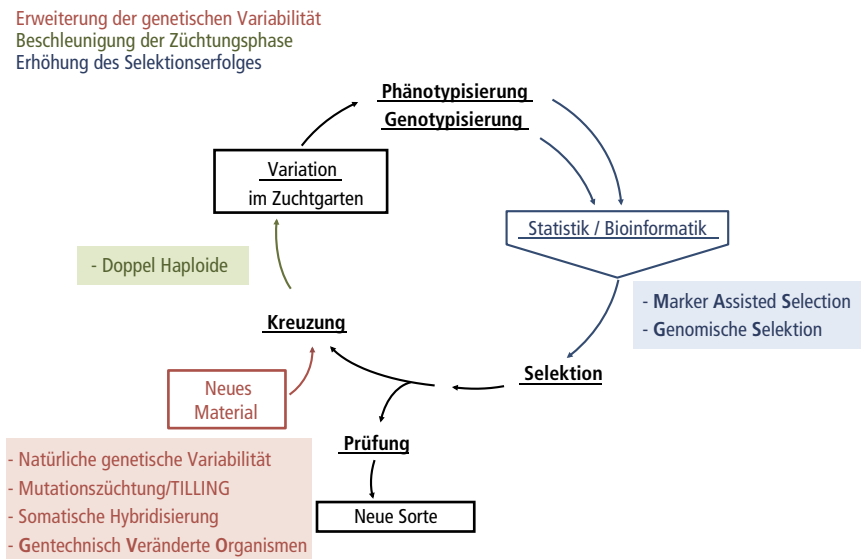


Abb. 4 | Schematische Darstellung des Züchtungskreislaufes. Die farbigen Felder beschreiben Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung im Züchtungsprozess.

Waren und Dienstleistungen zu laufenden Preisen („Wertschöpfung“) bei ~10 Mrd CHF. Auf die Getreide entfielen davon lediglich ca. 3,7 %, auf Obst und Wein sowie Futterpflanzen je ca. 10 % und auf die Produkte des Gemüse und Gartenbaus ca. 14 %. In allen Kulturgruppen findet sowohl Anbau nach den Richtlinien der biologischen Landwirtschaft (ca. 12 %, je nach Kulturart und Region zwischen 5 % und 18 %) als auch nach den Richtlinien der guten landwirtschaftlichen Praxis auf der Basis des gültigen Regelwerks zum Erhalt von Direktzahlungen statt.

Weiterentwicklung der Kulturen durch die Pflanzenzüchtung

Die konsequente Weiterentwicklung und Verbesserung der oben genannten Kulturpflanzen erfolgt durch die Pflanzenzüchtung, welche die genetische Verbesserung im Hinblick auf eine Vielzahl von Merkmalen zum Ziel hat. Unabhängig von den Merkmalen, der Kulturpflanzenart und der angewandten Züchtungsmethodik bleibt das Grundschema jeweils dasselbe. Ausgehend von der durch neue Kreuzungen generierten genetischen Variabilität muss der Züchter das Material für seine Gesamtheit an Erscheinungsmerkmalen (Phänotyp) und evtl. auch für seine Erbeigenschaften (Genotyp) charakterisieren (Abb. 4, schwarz). Die erfassten Daten werden dann mittels statistischer und bioinformatischer Verfahren verarbeitet, um die Pflanzen mit den besten Eigenschaften für die nächste Züchtungsphase selektieren zu können. Die selektierten Pflanzen bilden nach eingehender Prüfung entweder direkt in eine neue, verbesserte Sorte oder dienen als Eltern (evtl. zusammen mit

neuem Material, welches in den Kreislauf eingeführt wird) von neuen Kreuzungen und somit als Basis für die nächste Runde des Kreislaufes.

Fortschritte in sehr unterschiedlichen technologischen Bereichen – von der Anbautechnik bis hin zur Verarbeitung von Lebensmitteln – bewirken eine dynamische Veränderung von Züchtungszielen. Es gilt in den kommenden Jahrzehnten vor allem effizientere pflanzliche Produktionssysteme für eine nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft zu generieren. Dies erfordert die Realisierung von Kulturpflanzen, die mit geringeren Mengen an Düngemitteln, Herbiziden und Bewässerung einen hohen und relativ sicheren Ertrag erzielen können. Die absolute Höhe des Ertrages wird in Zukunft in Züchtungsprogrammen weniger relevant sein als die Sicherheit, in klimatischen Extremsituationen – insbesondere Hitze, Dürre und Nässe – einen vergleichsweise hohen Ertrag zu erzielen. Selbstverständlich wird die Resistenz gegenüber Krankheiten und Schadorganismen nach wie vor ebenfalls eine herausragende Rolle spielen, zumal sich das Spektrum von Schädlingen und Krankheitserregern mit dem sich verändernden Klima ebenfalls wandeln wird.

Fallbeispiel Weizen

In der Schweiz wird seit langem ein erfolgreiches Programm zur Weizenzüchtung betrieben, bei dem Agroscope und Delley Samen und Pflanzen AG (DSP) miteinander kooperieren. Dabei wurden mit Hilfe konventioneller Züchtungsmethoden vor allem hochwertige Sorten entwickelt, aus denen Mehl von hoher Protein- respektive Backqualität gewonnen wird. Der Weizenanbau im Inland

Kulturart	Nutzung von Züchtungstechniken											
	Klonzüchtung	Populations-/ Linienzüchtung	Hybridzüchtung	Doppelhaploide	Blühverfrüfung	Marker Assisted Selection	Genomische Selektion	Wechsel der Ploidiestufe	Mutationszüchtung / TILLING	Somatische Hybridisierung	Genetisch Veränderte Organismen	Apomixis
Weizen	0,0	2,0	5,0	2,5	0,0	1,8	4,8	0,0	1,5	0,0	5,3	0,0
Gerste	0,0	2,0	3,0	2,0	0,0	2,0	6,0	0,0	2,0	0,0	0,0	6,0
Roggen	0,0	2,0	2,3	0,3	0,3	1,7	5,0	0,0	0,3	0,0	0,0	6,0
Mais	0,0	1,0	2,0	2,7	5,0	2,3	3,3	0,0	2,0	0,0	4,0	6,0
Soja	0,0	2,0	5,5	5,5	5,0	2,0	4,0	0,0	4,0	0,0	3,5	6,0
Kichererbsen	0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	5,0	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
Raps	0,0	2,0	2,5	2,5	0,0	2,0	3,5	0,0	3,0	3,0	3,0	6,0
Sonnenblume	0,0	0,0	2,0	6,0	0,0	2,0	4,0	0,0	1,0	1,0	5,0	0,0
Kartoffel	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	6,0	3,0	3,0	2,0	2,5	0,0
Zuckerrübe	0,0	0,5	2,0	5,0	5,0	2,0	4,5	3,0	6,0	0,0	5,0	6,0
Apfel	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	6,0	0,0	3,0	0,0	4,0	0,0
Rotklee	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	3,0	5,0	2,0	5,0	0,0	0,0	0,0
Weissklee	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	3,0	5,0	2,0	5,0	0,0	0,0	0,0
Raigräser	0,0	2,0	5,0	0,0	0,0	3,0	4,0	2,0	4,0	0,0	6,0	6,0

- 0 Spielt keine Rolle
- 1 Nicht mehr/selten in Gebrauch
- 2 Standardmässig bei kleinen und grossen Firmen
- 3 Standard bei grossen, wird von kleinen langsam implementiert
- 4 Nur bei grossen
- 5 Kurz- bis mittelfristig bei grossen Firmen zu erwarten
- 6 Erst langfristig zu erwarten

Abb. 5 | Einsatz moderner Züchtungstechnologien in der Pflanzenzüchtung. Die relative Bedeutung einzelner Methoden und Technologien wurde von jeweils acht Experten für die einzelnen Kulturarten auf einer Skala von 0 bis 6 abgeschätzt (eigene Umfrage).

basiert zum Grossteil auf diesen Sorten, Saatgut dieser Sorten wird in nennenswertem Umfang exportiert. Ohne fortlaufende züchterische Anpassung dieser Sorten wäre es nicht möglich die Positionierung der Schweiz im Bereich des Weizens aufrecht zu erhalten. Auch international spielt die Züchtung von Weizen eine grosse Rolle. Hier findet unter Einsatz modernster Züchtungstechnologien eine eng vernetzte Zusammenarbeit bei der Weiterentwicklung dieser Kulturpflanze statt. Dies kann am Fallbeispiel der Weizenzüchtung in Deutschland illustriert werden: In Deutschland sind 39 Unternehmen in der Getreidezüchtung tätig (BDP 2013) und 20,2 % der Zuchtgartenflächen (ohne Futterpflanzen) sind der Weizenzüchtung vorbehalten (Noleppa und von Witzke 2013). Aktuell laufende Forschungsprojekte beinhalten z.B. die Entwicklung von molekularen Markern für agronomisch wichtige Eigenschaften in Weizen (2 Projekte, 3,5 Mio. Euro), Stickstoff-Nachhaltigkeit in Getreiden (2 Projekte, 2,0 Mio. Euro), Frosttoleranz (1,1 Mio. Euro), Hybridweizen (2 Projekte 3,6 Mio. Euro) sowie Toleranz gegenüber biotischem (3 Projekte, 5,8 Mio. Euro) und abiotischem Stress (4 Projekte, 3,1 Mio. Euro).¹

In diesen Forschungsprogrammen werden insgesamt 6,7 Mio. Euro pro Jahr investiert (über die Gesamtdauer aller Projekte fast 20 Mio. Euro), wobei es überwiegend um die Anwendung und Entwicklung moderner Züchtungsmethoden geht. Neben Firmen beteiligen sich auch Hochschulen, Landesforschungsanstalten und andere Forschungspartner an diesen Aktivitäten. Die Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung (GFP) hat zudem das Programm «ProWeizen» gestartet, das im Rahmen der globalen «Wheat Initiative» positioniert ist und die Themen Hybridzüchtung, molekulare Ertragsphysiologie und Phänotypisierung in weltweiten Forschungsnetzwerken abdeckt.² Besonders ein Durchbruch bei der Hybridzüchtung könnte der Weizenzüchtung international eine neue Dynamik verleihen (Hund *et al.* 2014).

Neben den grossen Investitionen der privaten Züchtungsunternehmen in Züchtungsforschung und Technologieentwicklung, erfolgt die staatliche Stützung der

¹ <http://www.pflanzenforschung.de/de/plant-2030/fachinformationen/projektdatenbank> (Zugriff am 6.9.2013)

² <http://www.proweizen.de/> (Zugriff am 6. 9.2013)

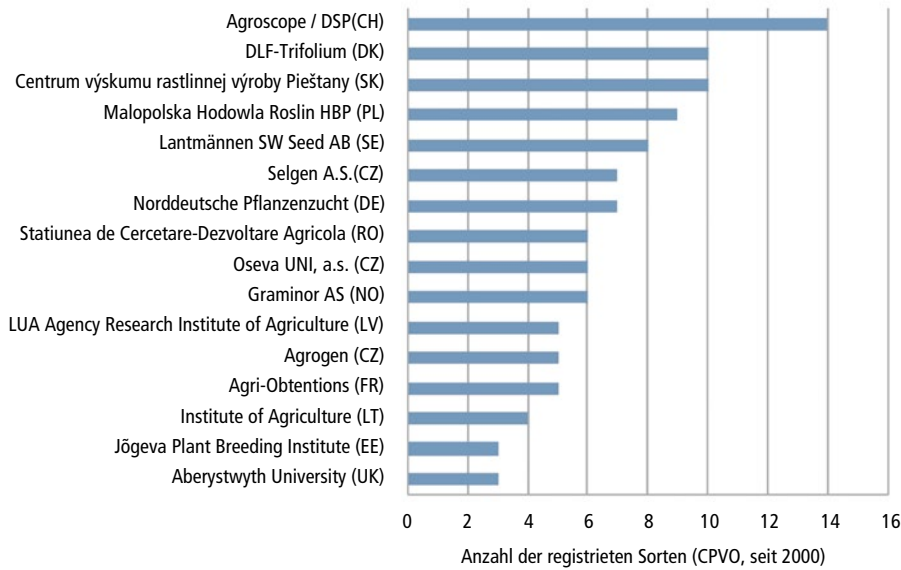


Abb. 6 | Namen der Züchtungs- bzw. Erhaltungseinrichtungen und Anzahl der Rotklee-Sorten, welche auf der Liste der CPVO (Community Plant Variety Office) seit 2000 registriert sind. Hinzu kommen 31 weitere Einrichtungen mit weniger als 3 registrierten Sorten seit dem Jahre 2000.

Züchtung im benachbarten Ausland v.a. über Förder- und Forschungsprogramme (PLANT 2030, Wheat Initiative, BREEDWHEAT, etc.). Obwohl die Langfristigkeit solcher Förderprogramme naturgemäss nicht gewährleistet ist, da ihre Existenz stark von politischen Rahmenbedingungen abhängt, sind diese von grosser Bedeutung: Oft ermöglichen diese grossen Programme die Entwicklung und Nutzung innovativer und kostenintensiver Technologien für die Pflanzenzüchtung. Diese Technologien können so auch den mittleren und kleineren Züchtungsunternehmen zugänglich gemacht werden und zu deren Erfolg beitragen. Der Einsatz modernster Technologien und molekularer Methoden in der Pflanzenzüchtung hat sehr stark zugenommen, und es ist zu erwarten, dass der Technologieentwicklung eine Schlüsselrolle in der zukünftigen Entwicklung der Pflanzenzüchtung zukommt (Abb. 5).

Auch für die Schweiz wird es in den kommenden Jahrzehnten von Bedeutung sein, innovative Pflanzenzüchtung zu fördern, das Bedürfnis der Landwirte nach einem verlässlichen Einkommen zu decken und gleichermassen dem Bedürfnis der Kunden nach qualitativ hochwertigen Nahrungsmitteln entgegenzukommen. Eine Wertschöpfung kann dann nicht nur durch Anbau der Kulturen im eigenen Land entstehen, sondern in einem erheblichen Mass auch durch den Absatz des Saatgutes und durch den Transfer von Wissen über die Erzeugung dieses Saatgutes ins Ausland. Wenn diese Stellung für Weizen gehalten werden soll, wird auch in der Schweiz ein verstärkter Einsatz von modernen Züchtungstechno-

logien – von denen nur ein kleiner Teil in den Bereich der Gentechnik fällt (Abb. 5) – sowie eine enge Zusammenarbeit mit internationalen Konsortien unabdingbar sein.

Fallbeispiel Rotklee

In der Schweizer Landwirtschaft spielt die Tierproduktion eine herausragende Rolle, weswegen Futterpflanzensysteme von enormer Bedeutung sind. Im Bereich des Rotklees ist die schweizerische Züchtung von Agroscope in Kooperation mit DSP im heimischen als auch im Europäischen Futterpflanzenbau sehr gut aufgestellt (Abb. 6). Die empfohlene Sortenliste 2013/2014 für die Schweiz wird vor allem von den Sorten der Agroscope/DSP dominiert (Agroscope 2013).

Ein wichtiges Zuchtziel ist die Steigerung des Ertrages und der Qualität. Eine hohe Schmackhaftigkeit und ein hoher Eiweissgehalt stehen hier im Vordergrund, wobei auch der Ausdauer und der Krankheitsresistenz, z.B. gegen *Fusarium* oder *Sclerotinia*, eine wichtige Rolle zukommt. Eine bessere Wasser- und Nährstoffeffizienz helfen Ressourcen effizienter zu nutzen sowie den Anbau in trockeneren Gebieten zu ermöglichen. Insgesamt wird die Züchtung solcher Sorten angestrebt, welche an vielen Standorten und unter unterschiedlichen Stressbedingungen angebaut werden können (DLF-Trifolium³).

³ http://www.dlf.com/R_D/Grass_seeds_Forage_Breeding.aspx (Zugriff am 13.11.2013)

Auch im Bereich der Futterpflanzenzüchtung nutzen grosse Unternehmen wie z.B. DLF-Trifolium (Dänemark, weltweiter Marktanteil von bis zu 20%) heutzutage sowohl konventionelle als auch DNA-Marker basierte Züchtungsmethoden. Konventionelle Züchtungsmethoden beinhalten Paarkreuzungen und Massenkreuzungen (polycrosses) sowie die phänotypische Selektion unter Berücksichtigung verschiedener Standorte. Für den Einsatz von DNA-basierten Analysen werden Single Nucleotide Polymorphism (SNP) Marker für die Marker-gestützte Selektion (oder «Marker Assisted Selection») angewendet. Besondere Bedeutung hat hier die «Genomische Selektion», welche nicht nur auf einzelnen Markern basiert, sondern die Gesamtheit der genetischen Information (in der Regel mehrere 100 000 SNPs) nutzt, um mittels multivariater Verfahren die (quantitativen) Merkmale vorherzusagen. Züchtungsmethoden, welche eine gentechnische Veränderung des Organismus erfordern, werden – obwohl die Technologie etabliert ist – aus politischen und wirtschaftlichen Gründen von DLF nicht angewendet.

Nischenkulturen und Vielfalt in der Landwirtschaft

Eine Weiterentwicklung des Züchtungsfortschritts kann nur mit Einsatz moderner Technologien sowie mit effektiven nationalen und internationalen Kooperationen gelingen. Dies zeigen die Fallbeispiele Weizen und Rotklee; man hätte dies aber ebenso gut am Fallbeispiel Apfel demonstrieren können, bei dem derzeit unter Schweizer Beteiligung in internationalen Konsortien z.B. grosse Fortschritte im Hinblick auf Feuerbrandresistenz erzielt werden. Es wäre jedoch zu kurz gegriffen, für eine Analyse des staatlichen Engagements in die Züchtungsforschung nur Hauptkulturen einzubeziehen. Weltweit ist ein sich immer ähnlicher werdendes Ernährungsverhalten der Bevölkerungen verschiedener Länder und Regionen zu beobachten, das zu einem Verlust der landwirtschaftlichen Diversität führt (Khoury *et al.* 2014). Um die Resilienz unserer landwirtschaftlichen Systeme zu gewährleisten oder sogar zu verbessern, wird es daher notwendig sein, sowohl die züchterische Arbeit an unseren Hauptkulturen zu fördern, als auch eine verstärkte Nutzung von heutigen Nischenkulturen langfristig zu fördern, deren züchterische Anpassung an moderne Produktionsbedingungen Jahrzehnte dauern kann (Stamp *et al.* 2012). Vielfältigere Fruchtfolgen, pflanzenbasierte Proteinproduktion und lokale Produktion ernährungsphysiologisch besonders wertvoller Pflanzen können nur dann nachhaltig realisiert werden, wenn Züchtungsanstrengungen auch in heutige Nischenkulturen, wie etwa Pseudogetreide, Leguminosen, verschiedene Früchte und Gemüse oder Medizinal- und Aromapflanzen, einfließen.

Eine staatliche Investition ist bei diesen Kulturen von grosser Bedeutung, da für die private Züchtung die Zeiträume eines «return on investment» oft zu lang sind. Staatliche Investitionen in die Züchtung von Nischenkulturen können sich jedoch mittelfristig wirtschaftlich lohnen (Maredia *et al.* 2010) und sind im Hinblick auf die Resilienz unserer landwirtschaftlichen Systeme sowie auf die Diversität des Handelsportfolios und des Speiseplans des Konsumenten eine grosse Bereicherung. Die Weiterentwicklung von Raps und Soja zeigt, welche ökonomische Tragweite züchterische Verbesserungen von einstmals weniger nachgefragten Kulturen entfalten können. In der Schweiz entwickelte Sojasorten erfahren derzeit im Rahmen der Donau-Soja Initiative zur Bereitstellung von Futtermitteln aus Europa eine gesteigerte Nachfrage.

Kooperationsmodelle in der Pflanzenzüchtung

Durch geeignete Kooperationsmodelle lassen sich nationale und internationale, sowie öffentliche und private Kräfte bündeln, um die Pflanzenzüchtung wirtschaftlich noch effizienter und konkurrenzfähiger zu machen. Offen bleibt jedoch, ob die Zukunft der Pflanzenzüchtung, welche verstärkt durch technologischen Fortschritt geprägt sein wird, nicht flexiblere und ganzheitlichere Ansätze verlangt. Ansätze, welche Forschung, Technologieentwicklung und Anwendung, praktische Pflanzenzüchtung und die Ausbildung in Kompetenzzentren integrieren. Solche Zentren bieten eine ideale Plattform, um inter- und transdisziplinäre Programme in der Pflanzenzüchtung erfolgreich zu initiieren und die Entwicklung neuer Sorten umzusetzen. Erfolgreiche Beispiele für solche «Zentren» kommen bisher meist aus den USA^{4,5}. Sie erlauben es, schneller und effizienter auf die dynamischen Veränderungen des Umfelds (Nachfrage nach Kulturarten, Zuchtziele, Technologien) zu reagieren. Die kritische Masse an multidisziplinären Experten in solchen Zentren ist Voraussetzung für Wissensaustausch und Ausbildung, so dass gut ausgebildete künftige Generationen sich den Herausforderungen in der Pflanzenzüchtung stellen können. ■

Dank

Die Autoren danken dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) für die finanzielle Unterstützung zur Durchführung der Umfeldanalyse.

⁴ <http://www.plantbreedingcenter.ncsu.edu/index.html>

⁵ <http://plantbreeding.illinois.edu/>

Riassunto**Il miglioramento genetico vegetale in Svizzera – un' analisi spaziale, temporale e tematica**

La varietà di piante coltivate in Svizzera e l'efficienza che queste hanno in termini agricoli sta cambiando nel tempo. Tradizionalmente, le produzioni cerealicole, orticole e foraggiere hanno giocato un ruolo privilegiato nell'agricoltura Svizzera ed è quindi fondamentale mantenere la loro produttività viste le future condizioni socioeconomiche e ambientali. Tuttavia, continuare a focalizzare l'attenzione solo sulle specie economicamente rilevanti potrebbe impedire di sfruttare appieno le possibilità che la riscoperta di colture dimenticate e poco utilizzate offre alla Svizzera. Il miglioramento genetico delle piante coltivate è ottenuto tramite il cosiddetto breeding vegetale. Un processo di miglioramento genetico innovativo ed efficiente è determinante al fine di produrre nuove varietà che si rivelino superiori per caratteristiche come resa, qualità, resistenza a malattie e stress ambientali. Miglioramenti tecnici nel settore agricolo, in quello della trasformazione dei prodotti alimentari e nel settore del breeding influenzano in maniera netta le relazioni tra le possibilità del breeding vegetale e le caratteristiche ricercate, rendendo difficili le previsioni sul futuro di tali ricerche in Svizzera nei prossimi decenni. Tuttavia, il Governo Svizzero può influenzare notevolmente le attività di miglioramento genetico vegetale attraverso adeguamenti strutturali, programmi di sviluppo e finanziamenti statali al fine di supportare programmi di breeding per specie agricole accuratamente selezionate. Tali misure possono aiutare a migliorare la sostenibilità ambientale, la soddisfazione dei consumatori e il successo economico svizzero e porteranno di conseguenza al rafforzamento del ruolo della Confederazione all'interno del sistema alimentare mondiale.

Literatur

- Agroscope, 2013. Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 2013 – 2014. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) und Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART).
- BDP (2013) Geschäftsbericht. Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V. (BDP), Bonn, Deutschland.
- Hund A., Fossati D., Mascher F. & Stamp P., 2014. Hybridgetreide hat Zukunft. *Agrarforschung Schweiz*, 5 (6), 224–241.
- Khoury C.K., Bjorkman A.D., Dempewolf H., Ramirez-Villegas J., Guarino L., Jarvis A., Rieseberg L.H., Struik P.C., 2014. Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proc Natl Acad Sci USA* 111 (11), 4001-4006. doi:10.1073/pnas.1313490111.

Summary**The Swiss plant breeding sector – a spatial, temporal and thematic analysis**

The spectrum of crop species grown within Switzerland as well as their agricultural performance is changing over time. Traditionally, cereal, horticultural and forage production play a major role in Swiss agriculture, and it is crucial to maintain the productivity of these crops under future socio-economic and environmental conditions. However, to focus on only these economically important crops might prevent the realisation of beneficial options that neglected and underutilised crop species offer for Switzerland. Continuous improvement of crops is achieved through plant breeding. Plant breeding is crucial to producing novel varieties that are superior in traits such as yield, quality and resistance to diseases and environmental stresses. Technical developments in farming, food processing and breeding affect the relation between plant breeding possibilities and desired traits — and so does the global nature of the agro-food sector. It is difficult to predict how the requirements and the focus of Swiss plant breeding efforts will develop in the coming decades. Yet, the Swiss Government can influence plant breeding activities by structural adjustments, development programmes and state funding to launch and maintain breeding programmes for well-chosen crops. Such activities could help improve sustainability, consumer satisfaction and economic success in Switzerland and would further strengthen the position of the country within the world food system.

Key words: crops, plant breeding, plant production, world food system.

- Maredia M.K., Bernstein R. & Ragasa C., 2010. Returns to public sector plant breeding in the presence of spill-ins and private goods: The case of bean research in Michigan. *Agricultural Economics* 41 (5), 425–442.
- Noleppa S. & von Witzke H., 2013. Die gesellschaftliche Bedeutung der Pflanzenzüchtung in Deutschland. Einfluss auf soziale Wohlfahrt, Ernährungssicherung, Klima- und Ressourcenschutz. HFFA Working Paper 02/2013. Humblodt Forum for Food and Agriculture e.V. (HFFA), Berlin, Deutschland.
- Stamp P., Messmer R. & Walter A., 2012. Competitive underutilized crops will depend on the state funding of breeding programmes: An opinion on the example of Europe. *Plant Breeding* 131 (4): 461–464.