

**Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung im Ausschuss für wirtschaftliche
Zusammenarbeit und Entwicklung des Deutschen Bundestages am 30. November 2022 zum Thema
„Sicherung der globalen Nahrungsmittelversorgung durch innovative Methoden (z.B. beim Anbau
und in der Zucht von Nutzpflanzen)“**

Prof. Jochen C. Reif

Abteilung Züchtungsforschung am Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung (IPK)

Deutscher Bundestag

Ausschuss für wirtschaftliche
Zusammenarbeit und Entwicklung

Ausschussdrucksache

20(19)131 Leiter der

Stellungnahme ö.A. 30.11.2022

22. November 2022

Die Sicherung der weltweiten Nahrungsmittelversorgung steht weiterhin vor enormen Herausforderungen. Trotz der nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels (Wetterextreme, Hitze, Trockenheit, Versalzung von Böden), der Erfordernisse eines reduzierten Einsatzes von Betriebsmitteln (Düngung, Pflanzenschutz) und der Notwendigkeit, den Verlust der Artenvielfalt und Nutzpflanzenvielfalt zu stoppen, gilt es, eine Absenkung der Flächenerträge unbedingt zu vermeiden und die Erträge möglichst bei solchen Nutzpflanzen zu steigern, bei denen dies weiterhin möglich ist. Dies erfordert Innovationen auf breiter Ebene, insbesondere in den Entwicklungsländern und davon vor allem in Afrika. Letzteres wird deutlich, wenn man die Flächenerträge von Weizen in Kenia und Deutschland vergleicht. Im Zeitraum von 1961 bis 2020 stiegen die Flächenerträge in Kenia um 1.5% pro Jahr und lagen damit weit unter dem Bevölkerungswachstum¹. Im Gegensatz dazu war der jährliche Ertragsanstieg in Deutschland mit 2.6% fast doppelt so hoch. Dabei ist zu beachten, dass sich neben der Ertragssteigerung auch die Resilienz und die Nährstoffeffizienz der in Deutschland angebauten Sorten verbessert haben². Ein wichtiger Faktor für den Anstieg der Erträge waren Fortschritte auf dem Gebiet der Genetik und Züchtungsforschung. Schätzungen gehen davon aus, dass die Pflanzenzüchtung in der Vergangenheit bis zu 50% zu den globalen Ertragssteigerungen beigetragen hat³.

Wichtige Innovationen in der Pflanzenzüchtung als Treiber des Selektionserfolgs in den Cash Crops

Die Züchtungserfolge in Deutschland beruhen wesentlich auf Innovationen, die durch umfangreiche und langfristig angelegte Forschungsprogramme wie die BMBF-Förderaktivität „Genomanalyse im biologischen System Pflanze (GABI)“ oder „PLANT 2030“ stimuliert und durch den Transfer in häufig mittelständische Unternehmen realisiert wurden. So wurde im Jahr 2017 nach 10 Jahren und unter Beteiligung von Wissenschaftlern aus 10 Nationen unter der Leitung des IPK Gatersleben das Genom der Gerste erfolgreich sequenziert⁴. Dies war aufgrund der Größe des Genoms eine beträchtliche Herausforderung: Mit 5,2 Milliarden Basenpaaren ist das Gerstengenom fast doppelt so groß wie das Genom des Menschen. Nur ein Jahr später wurde wiederum unter Beteiligung von mehreren deutschen Pflanzenforschenden die Sequenz des noch komplexeren Weizengenoms publiziert⁵. Die Sequenzierung von Kulturpflanzen eröffnete neue Möglichkeiten zur Entwicklung von DNA-Markernsystemen zur Genomanalyse – eine wichtige Voraussetzung, um Hauptgene zu identifizieren, die wichtigen agronomischen (z.B. Krankheitsresistenzen) und Qualitätsmerkmalen (z.B. Backqualität) zugrunde liegen. Mit Hilfe der DNA-Analyse entwickelte sich die Pflanzenzüchtung von einem stark empirisch geprägten hin zu einem wissenschaftsbasierten Prozess, der die zielgenaue Auswahl von Kreuzungseltern zur Schaffung neuer genetischer Diversität und die Selektion überlegener Nachkommen ermöglicht. Darüber hinaus wurde der Ansatz auch für komplexe Merkmale optimiert, die von Tausenden von Genen gesteuert werden. So lässt sich beispielsweise der Ertrag anhand genomischer Profile der Pflanzen genau vorhersagen⁶. Darauf aufbauend sind Innovationen zur Nutzung der inzwischen großen Datenmengen über Pflanzenpopulationen und Umweltparameter für die Züchtung resilienterer und ertragreicherer Sorten mit hoher Qualität ein vielversprechender

nächster Schritt, der jedoch in hohem Maße von der weiteren Unterstützung durch breit angelegte Forschungsprogramme abhängt.

Innovationstransfer zur Diversifizierung des Kulturartenspektrums

Bei der Sequenzierung sind anfangs Kulturpflanzen von globaler wirtschaftlicher Bedeutung priorisiert worden. Diese bilden gegenwärtig das Rückgrat der weltweiten Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln. Die Diversifizierung um bisher wenig genutzte "kleine" Nutzpflanzenarten spielt jedoch eine wichtige Rolle zur Verbesserung der biologischen Vielfalt im Agrarsystem sowie für eine umweltfreundliche, ressourceneffiziente und ertragssichere Landwirtschaft. Aufgrund der großen technischen und methodischen Fortschritte bei der Sequenzierung und Genomassemblierung sind inzwischen Hunderte von Pflanzengenomen sequenziert, zusammengesetzt und öffentlich zugänglich gemacht worden⁷. Daher sind auch Innovationen für die Züchtung von kleineren Kulturarten (Minor Crops), wie Kichererbse, Sorghum, Hirse und tropische Wurzel- und Knollenfrüchte (z.B. Süßkartoffel) in Reichweite. Die große Herausforderung besteht darin, das Ertragspotential dieser Pflanzen auf das der Hauptnutzarten anzuheben. Dies erfordert den Transfer der angeführten Innovationen in Entwicklungsländer durch Investitionen in angewandte Zuchtprogramme und Weiterbildungen. Die Zentren der Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), die in ein OneCGIAR zusammengeschlossen wurden, können hier eine Schlüsselrolle spielen. Hierbei ist wichtig, dass die Zuchtziele und Produktprofile der CGIAR-Zentren mit ihren Mandate-Kulturarten seit geraumer Zeit nicht nur auf die Kalorien-, sondern auch auf eine ausgewogene Nährstoffversorgung durch Biofortifikation abzielen.

Pflanzenzüchtung muss immer wieder aufs Neue durch verbesserte Genetik überzeugen und führt nicht zu Abhängigkeiten

Eine weit verbreitete Hypothese besagt, dass die Pflanzenzüchtung zu einer Abhängigkeit der Landwirte von den Saatgutunternehmen führt. Um diese Hypothese zu überprüfen, lohnt sich ein Blick in die Geschichte der Pflanzenzüchtung. Ferdinand von Lochow, einer der Pioniere der Pflanzenzüchtung in Deutschland, begann um 1890, also vor der Einführung der industriellen Landwirtschaft, mit der gezielten züchterischen Verbesserung von Roggen⁸. Ursprünglich hatte er nicht vor, seine verbesserte Roggenpopulation zu vermarkten, sondern tauschte Konsumgüter seiner Nachbarn gegen seinen verbesserten Saatroggen ein, um seine Felder vor Fremdbestäubung zu schützen. Die Überlegenheit der Neuzüchtungen führte jedoch zu einer so großen Nachfrage nach seinem verbesserten Saatroggen, dass daraus ein Geschäftsmodell wurde. Auch heute profitieren die Landwirte von der Spezialisierung in der Pflanzenzüchtung, da ihre eigenen Möglichkeiten, wettbewerbsfähige Pflanzen zu züchten, durch den enormen Aufwand und die Komplexität der Aufgabe begrenzt sind. Landwirte greifen daher regelmäßig auf modernere, resilientere und ertragreichere Sorten zurück, die für ihren Standort geeignet sind. Wichtig ist dabei, dass die Pflanzenzüchtung immer wieder aufs Neue mit verbesserter Genetik überzeugen muss. Das gilt auch für die Hybridzüchtung. Trotz ihrer Erfolge steht diese immer wieder im Verruf, ein sehr hohes Maß an Abhängigkeit zu verursachen. Auf den ersten Blick scheint dies der Fall zu sein: Beim Nachbau von Hybridsorten kommt es zu Ertragseinbußen, weil die Inzuchtdepression die Leistung der Filialgeneration im Vergleich zu den Hybriden senkt. Dies kann jedoch durch den Anbau nicht nur einer, sondern mehrerer verschiedener Hybridsorten zusammen auf einem Feld reduziert werden. In diesem Fall ist der Leistungsverlust deutlich geringer und eine Abhängigkeit der Landwirte von der Pflanzenzüchtung nicht gegeben. Dennoch ist es wirtschaftlich vorteilhaft, diese Art der Vermehrung zu vermeiden, da der Kostenfaktor Saatgut als Betriebsmittel von untergeordneter Bedeutung ist.

Pflanzenzüchtung ist von zentraler Bedeutung auch für alternative Anbausysteme

Die Pflanzenzüchtung wird meist mit der konventionellen Landwirtschaft assoziiert. Verbesserte Sorten spielen jedoch auch in alternativen Anbausystemen eine wichtige Rolle. Der ökologische Landbau profitiert weit mehr von den verfügbaren resistenten Sorten als die konventionelle Pflanzenproduktion. Auch die in agrarökologischen Ansätzen (siehe zum Beispiel die Definition der FAO: <https://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf>) vorgeschlagenen Sorten- oder Kulturartenmischungen profitieren in hohem Maße von der Wahl geeigneter Genetik: So zeigte ein zweijähriger Versuch am Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, dass bei Erbsen und Gerste gewisse Sortenkombinationen besser geeignet sind als andere⁹. Es wird erwartet, dass genomische Ansätze ein großes Potenzial für die Züchtung von Sorten- und Kulturartenmischungen haben¹⁰. Dieser Bereich der Agrarökologischen Genetik ist bisher aber nicht ausreichend erforscht.

Notwendigkeit von Genbanken als Zentren zum Erhalt der Kulturpflanzendiversität

In alternativen Anbausystemen wie der Agrarökologie sollen Nahrungsmittelproduzenten eine wichtige Verantwortung für die Erhaltung der biologischen Vielfalt der Kulturpflanzen übernehmen. Der verschiedentlich propagierte Weg, die Resilienz der Landwirtschaft durch den Anbau alter Sorten zu erhöhen, stellt einen Irrweg dar, da durch den großflächigen Anbau alter Sorten die notwendigen Produktionsziele nicht erreicht werden können. Studien mit pflanzengenetischen Ressourcen von Kulturpflanzen zeigen, dass es gute Gründe gibt, warum alte Landsorten nur sehr limitiert angebaut werden: Sie sind oft sehr anfällig für mindestens eine Pflanzenkrankheit¹¹ und daher für eine nachhaltige Landwirtschaft meist ungeeignet. Das bedeutet nicht, dass sie keine wertvolle Vielfalt in sich tragen, die im Laufe der Züchtungsgeschichte ungewollt verloren gegangen ist. Allerdings wird diese wertvolle Vielfalt oft durch negative Eigenschaften für andere Merkmale überdeckt. Vereinzelt mag es möglich sein, pflanzengenetische Ressourcen zu finden, die nachhaltig angebaut und somit on-farm konserviert werden können. Dies gilt jedoch nicht für den Großteil der in *ex-situ*-Sammlungen erhaltenen Vielfalt und zeigt, dass Genbanken als Zentren für die Erhaltung der Pflanzenvielfalt notwendig sind. Eine systematische Katalogisierung der Diversität von Nutzpflanzen und kleineren Kulturarten scheint dabei ein wichtiger Schritt zu sein, um die Sammlungen der Diversität von Genbanken systematisch weiterzuentwickeln.

Aufschluss wertvoller genetischer Diversität für die Pflanzenproduktion

Genbanken verstehen sich nicht nur als Hüter des Schatzes an Kulturpflanzendiversität. Sie stehen vor einer Transformation in bio-digitale Ressourcenzentren, die den gezielten Aufschluss wertvoller, ungenutzter Vielfalt für eine nachhaltige Pflanzenproduktion ermöglichen. So gelang es beispielsweise einem Forscherteam unter der Leitung des IPK, ungenutzte, aber wertvolle genetische Diversität für die Ertragsleistung und Resistenz gegen Gelbrostbefall bei alten Sorten aufzuspüren¹¹. Die gewonnenen Daten wurden einer breiten Öffentlichkeit verfügbar gemacht und tragen so zur uneingeschränkten Nutzbarkeit der Ergebnisse bei. Bei der Übertragung der Ergebnisse kann nicht auf den umfangreichen Werkzeugkasten der modernen Züchtungsmethoden zurückgegriffen werden. Ein Transfer der gefundenen Resistenzgene ist bisher nur über klassische Kreuzungszucht möglich – was sehr aufwändig ist und durch den schrittweisen Einsatz der gefundenen Gene zu einem schnellen Zusammenbruch der Resistenzen führen kann. Die CRISPR/Cas-Technologie ist ein interessantes Werkzeug, um wertvolle Diversität für die Pflanzenproduktion zu erschließen.

Fazit

Die Sicherung der Versorgung mit Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen muss einhergehen mit der Verbesserung der Biodiversität in Agrarsystemen, der Verringerung ihres ökologischen Abdrucks und der Anpassung an den Klimawandel. Die Erarbeitung von Lösungsansätzen erfordert Innovationen auf unterschiedlichen Gebieten. Auf dem Gebiet der Pflanzenzüchtung stellt die Entwicklung und Nutzung genomischer Werkzeuge in den Industrieländern eine wichtige

Triebfeder für den Selektionserfolg in der Pflanzenzucht dar. Leider werden diese Instrumente für die Züchtung lokal angepasster moderner Sorten in Entwicklungsländern nur begrenzt genutzt. Der Transfer von Innovationen im Bereich der genomgestützten Pflanzenzüchtung in Entwicklungsländer durch Investitionen in angewandte Zuchtprogramme und Weiterbildungen kann zusammen mit Innovationen in Anbausystemen und politischen Maßnahmen dazu beitragen, die globale Nahrungsmittelversorgung zu sichern. Die Grundlage für die zukünftige Verbesserung von Nutzpflanzen ist der Erhalt und die Bereitstellung der vorhandenen genetischen Vielfalt. Genbanken, wie die des IPK, stellen sicher, dass die Kulturpflanzenvielfalt, insbesondere bei weniger bedeutenden Kulturpflanzen, für die Entwicklung leistungsfähiger Sorten und die Etablierung verbesserter Anbausysteme erhalten wird.

Literatur

¹ <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

² Voss-Fels, K.P., Stahl, A., Wittkop, B. et al. Breeding improves wheat productivity under contrasting agrochemical input levels. *Nat. Plants* 5, 706–714 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41477-019-0445-5>

³ Evenson, R.E., and D. Gollin. 2003. Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960-2000. *Science* 300: 758–762.

⁴ Mascher, M. et al. (2017): A chromosome conformation capture ordered sequence of the barley genome. In: *Nature*, 544(7651):427-433, (27. April 2017), [doi: 10.1038/nature22043](https://doi.org/10.1038/nature22043)

⁵ International Wheat Genome Sequencing Consortium (2018): Shifting the limits in wheat research and breeding using a fully annotated reference genome. In: *Science*, (17. August 2018), [doi: 10.1126/science.aar7191](https://doi.org/10.1126/science.aar7191)

⁶ Albrecht, T., Wimmer, V., Auinger, HJ. et al. Genome-based prediction of testcross values in maize. *Theor Appl Genet* 123, 339–350 (2011). <https://doi.org/10.1007/s00122-011-1587-7>

⁷ Marks, R.A., Hotaling, S., Frandsen, P.B. et al. Representation and participation across 20 years of plant genome sequencing. *Nat. Plants* 7, 1571–1578 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41477-021-01031-8>

⁸ Meißner, B. and R. von Brook. 2014. *Der Roggenkönig. Leben und Wirken des Züchters Ferdinand von Lochow*. Wallstein Verlag, Göttingen, Germany.

⁹ C Frick, MM Messmer, E Forst, T Mary-Huard, J Enjalbert, I Goldringer, Pierre Hohmann, Benedikt Haug. 2020. Die Erbsensorte entscheidet über den Erfolg der Mischung. *Bioaktuell*, 12-13.

¹⁰ Wuest, S.E., Peter, R. & Niklaus, P.A. Ecological and evolutionary approaches to improving crop variety mixtures. *Nat Ecol Evol* 5, 1068–1077 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01497-x>

¹¹ Schulthess, A.W., Kale, S.M., Liu, F. et al. Genomics-informed prebreeding unlocks the diversity in genebanks for wheat improvement. *Nat Genet* 54, 1544–1552 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41588-022-01189-7>