

26. HÜLSENBERGER GESPRÄCHE

Neue Phänotypen in der Pflanzenzüchtung

Prof. Dr. Ulrich Schurr, Institut für Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich

Die Phänotypisierung, also die Bestimmung struktureller und funktioneller Merkmale der Pflanze, ist schon immer das tägliche Brot des Züchters gewesen. Die vergangenen zwei Dekaden waren geprägt durch die rasante Entwicklung in der Genotypisierung und die damit möglich gewordene Revolution in der (molekularen) Genetik und der durch molekulare Werkzeuge unterstützten Züchtung. Die Phänotypisierung und die Pflanzenphysiologie hat damit nicht schritthalten können, so dass heute die Phänotypisierung ein „bottleneck“ in der Grundlagenforschung und in der Züchtung darstellt.

Die vor inzwischen mehr als 10 Jahren eingeleiteten Entwicklungen der modernen Phänotypisierung sind aber nicht nur geprägt vom Wunsch nach höherem Durchsatz. Vielmehr haben die Kombination von innovativen Sensortechniken, Robotik und Automatisierung, Informationstechnologie, Modellierung und modernen Konzepten der Physiologie die Tür zu ganz neuen Ansätzen in der Phänotypisierung von Pflanzen aufgestoßen. Traditionell ist der Ertrag die wichtigste Zielgröße der Pflanzenzüchtung, mit der zunehmenden Forderung nach einer nachhaltigen Landwirtschaft, geringerem Ressourcen-Einsatz und einer engeren Verknüpfung mit der Agronomie sowie der entstehenden Risiken (abiotische und biotische Stressoren, etc.) aber auch Chancen (erhöhte Temperaturen, verlängerte Vegetationsperiode, höhere CO₂-Konzentrationen, etc.) steigen die Anforderungen, für die Züchtung komplexe Merkmale einzusetzen, um den Ertrag zu steigern und/oder zu stabilisieren. Mit dem breiteren Zugang der molekular unterstützten Züchtung zu mehr Nutzpflanzenarten (Anzahl der Referenzgenome) wird die Züchtung für eine Vielzahl weiterer landwirtschaftlicher und gartenbaulich genutzter Arten Phänotypisierung benötigen. Dieser Trend wird noch deutlich verstärkt, wenn globale Entwicklungen betrachtet werden.

Moderne Pflanzenphänotypisierung stößt neue Fenster zum Verständnis und damit zu wissenschaftlicher Pflanzenzüchtung auf. Hierbei erlauben mechanistische Untersuchungen mit modernsten Methoden wie der Magnetresonanztomographie, der Positronentomographie oder Computertomographie Einblicke in die räumliche und zeitliche Entwicklung von Pflanzen und deren Interaktion mit den ebenfalls erstmals in derselben räumlichen und zeitlichen Auflösung bestimmbaren Umweltfaktoren. Diese neuen Methoden sind auch der Schlüssel zur Verknüpfung physiologischer Eigenschaften mit der Dynamik der Expression von Genen und des Metabolismus. Ganz wesentliche Beiträge leisten diese Methoden auch zum Verständnis und zu neuen Züchtungskonzepten, die mit bislang nicht zugänglichen (Wurzel etc.) oder inneren Eigenschaften von voluminösen Organen (Früchte, Rüben etc.) in Verbindung stehen. Hochdurchsatz-Systeme unter kontrollierten Bedingungen adressieren die Kapazitätslücke der Physiologischen Messungen, die durch die schnellen Methoden in den molekularen Verfahren entstanden sind. Hier ist die Herausforderung nicht nur die Geschwindigkeit der Messung, sondern die Erhöhung der Kapazität, die Erfassung von geeigneten Proxies, die Auswertung der großen und komplexen Datensätze, aber auch – noch sehr wenig adressiert – die Vergleichbarkeit und Robustheit von Ergebnissen. Die Feld-Phänotypisierung ist am nächsten an der klassischen Phänotypisierungsarbeit des Züchters. Moderne Entwicklungen in diesem Feld haben deshalb die Chance, sich unmittelbar positiv für den Züchter (auch in der Breite) auszuwirken. Hier entstehen derzeit zahlreiche neue Konzepte, die teilweise schon in der Praxis eingesetzt werden (Drohnen, Phänomobile etc.).

26. HÜLSENBERGER GESPRÄCHE

Die Komplexität dieses neuen Forschungsfelds und die teilweise erheblichen Investitionen erfordern den systematischen Aufbau von Phänotypisierungssystemen. Hierzu gehören Zentren, in denen Phänotypisierungsmethoden entwickelt und getestet werden und signifikante Kapazitäten für Hochdurchsatzmethoden aufgebaut werden. Dazu gehören aber auch aktive Anstrengungen, Infrastrukturen effizient und gemeinsam zu nutzen und – wo immer es geht – die neuen Verfahren auch in die Breite der Nutzung in Akademia und Wirtschaft zu bringen.

Für die Praxis werden in nächster Zeit noch viele andere Optionen entwickelt werden, die auf heute schon in anderen Gebieten alltäglichen mobilen Sensoren aufbauen. Hier werden sich neue Ansätze entwickeln, die v.a. die Vergleichbarkeit von Messungen ermöglichen und damit die Unschärfe der Bonitierung überwinden helfen.

Das Ziel moderner Pflanzenphänotypisierung ist es, den Züchtern (und Forschern) neue Werkzeuge an die Hand zu geben, um neue Möglichkeiten zu eröffnen. Die gemeinsame Aufgabe von Züchtern und Forschern ist dabei, eine effiziente Integration dieser neuen Möglichkeiten in den Züchtungsprozess zuzulassen. Deutschland hat in der Forschung zur Pflanzenphänotypisierung in Europa und weltweit eine Führungsrolle inne, die auch der deutschen Pflanzenzüchtung eine „pool position“ in dieser nächsten Welle der Innovation ermöglicht. Die Erfahrungen aus der Einführung der Genotypisierung in den Züchtungsprozess lassen erwarten, dass dies nicht schnell gehen wird. Es sind auch Fehlentwicklungen zu erwarten, aber in einigen Jahren werden moderne Phänotypisierungsmethoden aus der Züchtung genauso wenig wegzudenken sein, wie dies heute mit molekularen Techniken der Fall ist.