

# Smart Breeding

## Präzisionszucht ohne Risiken und Nebenwirkungen

Der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen wird unverändert kontrovers diskutiert. Weitgehend unbemerkt findet in der Pflanzenzüchtung eine echte Revolution statt: die Markergestützte Selektion, kurz MAS (marker assisted selection) oder auch „Smart Breeding“ (Smart wie „Selection with Markers and Advanced Reproductive Technologies“ – oder smart wie „schlau“) ist längst eine Standardmethode in der modernen Sortenentwicklung.

Der Greenpeace-Bericht „Smart Breeding: the next generation“<sup>1</sup> (60 Seiten, engl.) zeigt auf, welche Potenziale MAS für die Pflanzenzüchtung bietet, um Herausforderungen wie dem Klimawandel, Pflanzenkrankheiten oder dem Bedarf nach verbesserter Nahrungsmittelqualität zu begegnen.

### Wie funktioniert markergestützte Selektion (MAS)?

In der klassischen Pflanzenzucht werden neue Eigenschaften wie zum Beispiel süßere Erdbeeren oder größere Kartoffeln aus Kreuzungen einer Vielzahl von Erdbeeren oder Kartoffeln ausgewählt. Während sich einfache Merkmale wie Zuckergehalt oder Größe leicht messen lassen, sind komplexere Eigenschaften wie Krankheits- oder Trockenheitsresistenz für die Pflanzenzüchter sehr viel schwieriger und unter höherem Zeitaufwand zu identifizieren.

Smart Breeding umgeht dieses Problem durch die Nutzung genetischer Marker, die mit den gewünschten Eigenschaften in Zusammenhang stehen. Ist zum Beispiel bekannt, welcher Genabschnitt mit einer

Krankheitsresistenz in Verbindung gebracht werden kann, müssen Züchter nicht mehr jeden Nachkommen dieser Pflanze auf die komplexe Eigenschaft untersuchen. Sie müssen nur mittels einer einfachen DNA-Analyse auf den gesuchten Marker testen und wissen umgehend, ob die jeweilige Pflanze die Eigenschaft besitzt. Es handelt sich um klassische Züchtung mithilfe molekularbiologischer Methoden. Im Gegensatz zur Gentechnik wird kein isoliertes – meist artfremdes – genetisches Material in das Erbgut von Pflanzen eingebracht. Aufgrund der Geschwindigkeit und Genauigkeit der Methode kann Smart Breeding die klassischen Züchtungsmethoden erheblich beschleunigen.

### Stand der Anwendung von MAS

Aufgrund sinkender Kosten, steigender Effizienz und der Einfachheit der erweiterten Markertechnologien hat sich der Einsatz von MAS in den letzten Jahren deutlich ausgeweitet. Mittlerweile wird die Methode höchst effektiv bei einer großen Bandbreite von Pflanzen angewendet, hierzu zählen diverse Pflanzen zur Grundnahrungssicherung wie zum Beispiel Gerste, Bohnen, Maniok, Kichererbsen, Kuherbsen, Erdnüsse, Mais, Kartoffeln, Reis, Hirse und Weizen.

Der Einsatz von MAS wird nicht erfasst, daher fehlen genaue Informationen zur Zahl der MAS-Sorten und Angaben zur Nutzung in der Praxis. Sicher ist jedoch, dass MAS ein wichtiges Standbein von Züchtungsunternehmen des privaten Sektors ist und eine große Rolle in staatlichen Züchtungsprogrammen spielt. Letzteres verdeutlichen die 136 von öffentlichen Institutionen gezüchteten MAS-Sorten, die im Rahmen des Greenpeace-Reports identifiziert wurden.

<sup>1</sup>Greenpeace International (2014): Smart Breeding: The next generation; Marker assisted Selection: A biotechnology for plant breeding without genetic engineering. <http://www.greenpeace.org/smartbreeding2014/>

### Spendenkonto

Postbank, KTO: 2 061 206, BLZ: 200 100 20

Greenpeace ist vom Finanzamt als gemeinnützig anerkannt. Spenden sind steuerabsatzfähig.

## **Einsatzbereiche von MAS:**

### **• MAS gegen biotischen Stress**

Unter biotische bzw. biologische Belastungen fallen Krankheiten die durch Viren, Pilze oder Bakterien ausgelöst werden, sowie Unkrautbefall und Insekten. Sie machen der Landwirtschaft erhebliche Probleme und sind für verminderte Ernten oder gar Ernteausfälle verantwortlich. Eine Methode um diese Hindernisse in den Griff zu bekommen ist die Züchtung resistenter Sorten.

Resistenzzüchtungen mittels MAS sind hocheffizient und zugleich sehr präzise. MAS beschleunigt nicht nur die Entwicklung neuer Sorten, sondern erlaubt auch die Kombination von Merkmalen. Sie hilft damit, dauerhafte Resistenzen gegenüber Krankheiten und Schädlingen zu erzielen. Die aktuellen Marker sind in der Lage, einige der weltweit größten Belastungen wie Reisbräune und Weißblättrigkeit bei Reis, Weizenrost, Bakterienbrand bei Bohnen, Striga (ein parasitisches Unkraut) in Hirse sowie die Maniok-Mosaik-Krankheit in den Griff zu bekommen.

### **• MAS gegen abiotischen Stress**

Abiotische bzw. physikalische und chemische Belastungen wie Trockenheit, Versalzung oder Überflutung sind eine große Herausforderung für die Nahrungsmittelproduktion. Der Klimawandel wird diese Probleme noch verstärken, so dass Pflanzen mit abiotischer Stressresistenz künftig große Bedeutung zukommen wird.

Doch obgleich die Anzahl der gefundenen genetischen Marker für Toleranz gegen abiotischen Stress in den vergangenen Jahren gestiegen ist, wurden bislang nur wenige von ihnen erfolgreich in öffentlichen Züchtungsprogrammen eingesetzt. Die jüngsten Zulassungen überflutungs-, trocken- und salztoleranter Reissorten bestätigen indes das enorme Potenzial von MAS. Die Erfolge bei der züchterischen Bearbeitung von Trockenheitstoleranz in Mais, Kichererbsen und Hirse, von

Salztoleranz in Hartweizen oder von Aluminiumtoleranz in Gerste deuten darauf hin, dass künftig weitere Erfolge erzielt werden können.

### **• MAS für Qualitätsmerkmale**

Die Züchtung von Pflanzen mit verbesserten Qualitätsmerkmalen wie höherem Proteingehalt oder optimierter Aminosäurezusammensetzung gewinnt zusehends an Bedeutung. Noch vor Kurzem war die Verbesserung der Qualitätsmerkmale – vor allem aufgrund der Komplexität der Eigenschaften – meist ein langwieriger, kostspieliger Prozess. Die Einführung molekularer Markertechniken erlaubt es nun den Züchtungsprozess erheblich zu beschleunigen.

Bei Pflanzen wie Gerste, Brokkoli, Mais, Erdnüssen, Reis, Sojabohnen oder Weizen wurde MAS bereits erfolgreich eingesetzt, um Qualitätsmerkmale zu verbessern. Beispiele sind die Züchtung von Weizensorten mit hohem Gehalt an Kornprotein und von Reissorten mit verbesserter Kochqualität. MAS nutzt die natürliche genetische Variabilität der Mikronährstoffspiegel und wird derzeit zur Züchtung von Pflanzen mit höheren Konzentrationen von Provitamin A, Eisen und Zink eingesetzt.

### **• MAS macht biologische Vielfalt nutzbar**

In wilden Verwandten unserer Kulturpflanzen und Landrassen, also traditionellen Sorten, sind viele Gene (oder Allele) vorhanden, die in aktuellen Sorten fehlen, aber für wichtige Eigenschaften verantwortlich sind. Diese Pflanzen bzw. ihre Gene wurden bisher nur sehr wenig von Züchtern eingesetzt. Die Hauptursache hierfür sind Probleme durch den Co-Transfer unerwünschter Gene, die mit dem gewünschten Merkmal verbunden sind, bei der Kreuzung. Dies kann zu Ertragsrückgängen führen. Heute ermöglicht der Einsatz molekularer Marker, kleine Genabschnitte von wilden Verwandten oder Landrassen sehr präzise in Varietä-

ten mit hohem Ertrag einzuzüchten, zum Beispiel in Elite-Sorten.

MAS liefert so das Instrument, um die genetische Variation der verwandten Wildarten von Kulturpflanzen und Landrassen bieten wirksam zu nutzen. In den vergangenen Jahren ließen sich so etwa hohe Erträge in Reis und Tomaten, Gelbrostre-sistenz in Weizen, Resistenz gegen Zwergzikaden in Reis oder hohe Protein-qualitäten in Mais erwirken.

## **Beteiligung von Landwirten an der Züchtung neuer Sorten**

Sogenannte Partizipative Pflanzenzüchtung (PPZ) ist ein Züchtungsansatz, der wissenschaftliche Methoden mit der Erfahrung von Landwirten kombiniert. PPZ kann schnell und kosteneffizient Sorten züchten, die regional angepasst sind und den spezifischen Bedürfnissen der Landwirte gerecht werden. Die Beteiligung von Landwirten an der Sortenentwicklung wird hier immer wichtiger. MAS lässt sich hervorragend mit Wissen und Erfahrung der Landwirte kombinieren.

Die ersten Sorten, die so gezüchtet wurden, sind bereits für den Anbau freigegeben. Hierzu zählen UMUCASS 33, eine virusresistente Manioksorte, „Birsas Vikas Dhan 111“, eine trockentolerante Reissorte, und „HNB 67-Improved“, eine krankheitsresistente Perlhirsessorte.

## **Potenziale von MAS**

MAS hat sich bereits als wertvolles Instrument in der Pflanzenzüchtung erwiesen. Doch noch gibt es Nachteile wie hohe Kosten oder Mangel an züchterfreundlichen Markern. Neue Werkzeuge und Technologien wie die Next-Generation-Sequenzierung, Hochdurchsatzgenotypisierung und Genomweite Selektion führen dazu, dass MAS zunehmend auf dem gesamten Genom anstatt auf kleinen Abschnitten basiert. Die Anzahl der Pflanzenarten mit sequenzierten Genomen wächst rasant, so dass die aktuellen Nachteile wohl schon in naher Zukunft

überwunden sein werden. Dank der jüngsten technologischen Fortschritte eignet sich MAS zusehends für die Pflanzenzüchtung im öffentlichen Sektor, was zur weitflächigen Einführung von MAS für immer mehr Pflanzenarten in immer mehr Ländern führen dürfte.

## **MAS schlägt Gentechnik**

Gegenüber der Gentechnik bietet MAS gleich mehrere Vorteile: MAS überschreitet keine natürlichen Grenzen oder gar Artgrenzen. Die Technik gibt weniger Anlass zu Sicherheitsbedenken, wird von der Öffentlichkeit akzeptiert und ist zudem für die biologische Landwirtschaft zugelassen. Vor allem aber: Sie funktioniert und liefert neue Sorten mit Eigenschaften, die sich mit Gentechnik kaum bearbeiten lassen. Grund hierfür ist die Komplexität der Merkmale und ihrer genetischen Grundlagen. An vielen Eigenschaften sind eine große Zahl von Genen und ihr diffizil reguliertes Zusammenspiel ebenso verantwortlich wie Mechanismen auf höherer Ebene (z. B. den von Genen kodierten Proteinen oder der Zellkommunikation). Eine der Grundannahmen der Gentechnik, ein Gen sei für eine Wirkung im Organismus verantwortlich, ist damit lange widerlegt. MAS wird dieser Komplexität gerecht, im Vergleich wirkt Gentechnik wie eine veraltete Technologie.

## **Gentechnik: überholt, riskant – und erfolglos**

Die Bilanz der Agro-Gentechnik nach fast 20 Jahren der kommerziellen Nutzung fällt verheerend aus. Die großen Versprechen haben sich nicht erfüllt. Nach Jahrzehnten Forschungs- und Entwicklungsarbeit, großen Investitionen und mit hohem Aufwand betriebenen Programmen, sind praktisch immer noch nur Gen-Pflanzen mit zwei Eigenschaften im Anbau: Entweder die Pflanzen sind tolerant gegen Herbizidbehandlungen oder aber sie produzieren Gift (sogenannte Bt-Toxine), die sie gegenüber Schadinsekten unanfällig machen sollen. Immer mehr Gen-Pflanzen

### **Spendenkonto**

Postbank, KTO: 2 061 206, BLZ: 200 100 20

Greenpeace ist vom Finanzamt als gemeinnützig anerkannt. Spenden sind steuerabsatzfähig.

kombinieren die beiden Eigenschaften, die auf industrielle Anbausysteme mit dem Einsatz von Agrarchemikalien zugeschnitten sind bzw. nur in einer naturfernen Landwirtschaft nötig werden.

Der Einsatz giftiger Agrochemie konnte durch den Anbau von Gen-Pflanzen nicht reduziert werden, im Gegenteil: Er stieg. Gen-Pflanzen sind damit keine Lösung für eine naturnahe oder gar ökologische Landwirtschaft. Dieser kann mit MAS-gezüchteten Sorten hingegen wirkungsvoll geholfen werden.

### **Gefahr für MAS: Patente**

Längst setzen auch die großen Züchtungskonzerne nicht mehr vorrangig auf Gentechnik in ihren Züchtungsprogrammen, sondern auf Smart Breeding. Die Erfolge ihrer Bemühungen sind nicht direkt erkennbar, aber es kann davon ausgegangen werden, dass die überwiegende Mehrzahl neu entwickelter Sorten mit MAS mithilfe von MAS entwickelt worden ist.

Das private Engagement kann aber auch eine Beschränkung für zukünftige Erfolge von MAS darstellen: Patente auf einzelne Verfahren, Marker oder Sorten machen die Methode für weniger Züchter nutzbar. Das große Potenzial von MAS kann nur zur Geltung kommen, solange es sich um eine Open-Source-Technologie handelt.

### **MAS: die Lösung aller Probleme?**

Immer noch hungern weltweit über 800 Millionen Menschen.<sup>2</sup> Dabei leben wir in einer Zeit der Überproduktion von Nahrungsmitteln – die jedoch nicht gerecht verteilt sind. Hunger und Armut sind in erster Linie ein politisches und soziales Problem: Verursacht durch unfaire Handelsbedingungen, Kriege, politische Strukturen und fehlenden Zugang zu Ressourcen wie Land, Wasser, Saatgut oder finanzielle Mittel.

Generell bedarf es einer ökologisch und sozial verträglichen Landwirtschaft, die

nachhaltig mit Ressourcen umgeht, statt sie aufzubrechen oder zu zerstören. Dies bestätigt auch der im Auftrag der Weltbank und der UN Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) veröffentlichte Weltagrarbericht zur Lage der Landwirtschaft.<sup>3</sup> Im April 2008 zogen dort über 400 Wissenschaftler aus aller Welt Bilanz. Er ist ein erschütterndes Zeugnis über das Versagen der industriellen Landwirtschaft. Fazit des Berichts: Eine industrielle auf Massenproduktion basierende Landwirtschaft bietet lokalen Gemeinschaften nicht die Möglichkeit, ihre Existenzgrundlage zu sichern. Auch eine gesunde und abwechslungsreiche Ernährung könne damit nicht erreicht werden. Der Bericht fordert eine systematische Neuausrichtung der landwirtschaftlichen Forschung. Nur so würden sich Missstände wie Hunger, gravierende soziale Ungerechtigkeiten und Umweltprobleme lösen lassen. Das lokale und traditionelle Wissen der Kleinbauern müsse dabei unbedingt berücksichtigt werden.

MAS ist kein Allheilmittel. Neue Züchtungsmethoden können immer nur Teil der Lösung im Kampf gegen den Welthunger sein. Eine effektive Pflanzenzucht wie MAS kann allerdings einen wichtigen Beitrag für die Landwirtschaft der Zukunft liefern.

### **Greenpeace fordert:**

- **Kein Anbau von Gen-Pflanzen**
- **Keine Patente auf Pflanzen und Tiere**

---

<sup>2</sup><http://www.fao.org/>

<sup>3</sup><http://www.weltagrarbericht.de/>