

# POINT Newsletter

## Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 217  
Juni 2020

### Inhalt

<i>Base Editing: Reissorten mit massgeschneidertem Stärkegehalt .....</i>	<i>S. 1</i>
<i>Genome Editing: Austausch von Chromosomen-Fragmenten erlaubt erstmals gezielte Restrukturierung des Pflanzen-Erbguts .....</i>	<i>S. 2</i>
<i>Pflanzenzüchtung: Forscher und Züchter erklären die Verfahren im neuen Faktenblatt der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT .....</i>	<i>S. 3</i>
<i>Politik: Heisse Diskussionen um die Gentechnik bei den Grünen in Deutschland .....</i>	<i>S. 5</i>

### Base Editing



***Japonica-Rundkornreis – an seine Qualität werden hohe Anforderungen gestellt***

Abbildung:  
[Maumivi/wikipedia.org](https://de.wikipedia.org/wiki/Maumivi)

### Reissorten mit massgeschneidertem Stärkegehalt

Wenn es um die Speise- und Kochqualität von Reis geht, verstehen die meisten Asiaten keinen Spass. Lockerer, körniger Reis, wie er in westlichen Ländern verbreitet zubereitet wird, löst dort eher Verdruss aus – warum das so ist, kann jeder leicht nachvollziehen, der schon einmal versucht hat, lockeren Reis mit Stäbchen zu essen. Aber nicht nur die Klebrigkeit, sondern auch andere Kocheigenschaften sowie das Aussehen der Körner beeinflussen die Qualität, und damit auch den Preis. Der Stärkegehalt spielt hierfür eine wichtige Rolle. In der Regel ist Reis umso klebriger, je weniger Stärke (Amylose) die Körner enthalten. Andererseits sind stärkearme Reiskörner oft trüb und undurchsichtig, und daher optisch weniger attraktiv als Sorten mit einem höheren Stärkegehalt.

Pflanzenzüchter streben daher an, Reissorten mit einem optimalen Stärkegehalt für verschiedene Anwendungen zu entwickeln. Allerdings erlaubt die klassische Züchtung durch die Kombination von Eigenschaften, die in verfügbaren Sorten vorhanden sind, nur grobe Sprünge bei der Einstellung des Amylosegehalts. So haben die meisten weltweit angebauten Reissorten entweder einen hohen oder einen mittleren Amylosegehalt, nur wenige Sorten haben einen von Natur aus niedrigen Gehalt an Stärke.

Das Reis-Gen *Waxy* spielt eine Schlüsselrolle bei der Amylose-Synthese. Chinesische Pflanzenforscher verwendeten vor wenigen Jahren einen Genome Editing Ansatz, um den Amylose-Gehalt von verbreitet angebauten Reissorten zu reduzieren. Durch einen gezielten Erbgut-Schnitt mit Hilfe der CRISPR/Cas9 Technologie konnten sie das *Waxy*-Gen in den Pflanzen gezielt ausschalten, und so in einem Schritt neue Klebreissorten mit sehr niedrigem Amylose-Gehalt gewinnen. Allerdings war es mit diesem «alles-oder-nichts-Ansatz» nicht möglich, Reissorten mit moderat reduziertem Amylosegehalt zu produzieren, die für manche Anwendungen erstrebenswert sind.

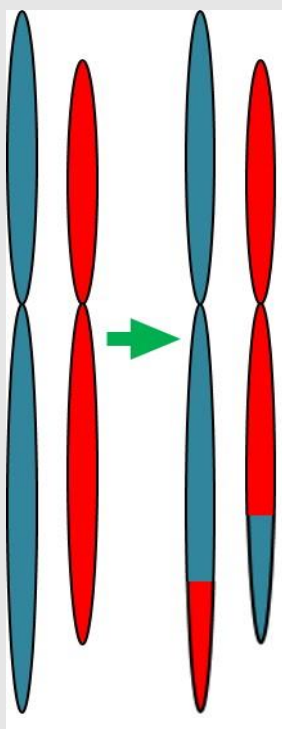
Eine Gruppe von chinesischen Forscherinnen und Forschern von sechs verschiedenen Instituten, unter Federführung der renommierten Genome-Editing-Forscherin Caixia Gao, hat jetzt einen molekularbiologischen Ansatz für die Feineinstellung des Amylosegehalts in Reis präsentiert. Statt eines kompletten Schnitts in das Reis-Erbgut, wie er durch CRISPR/Cas9 ausgelöst wird, führten sie präzise Veränderungen einzelner Buchstaben innerhalb

der *Waxy*-Gensequenz ein («cytidine base editing»), welche die Aktivität des Genprodukts schrittweise reduzierten. So konnten sie verschiedene Reispflanzen mit fein abgestuften Variationen des Stärkegehalts erzeugen, die als Ausgangspunkt für Zuchtprogramme dienen können und eine massgeschneiderte Amyloseproduktion in den Pflanzen ermöglichen. Sie konnten zeigen, dass ihr Ansatz in drei verschiedenen der in Asien verbreitet angebauten «Japonica»-Rundkornsorten erfolgreich war. Dabei erzeugten sie einige Reislinien mit einer neuartigen Kombination von Merkmalen: diese hatten zwar einen reduzierten Amylosegehalt, aber trotzdem noch durchscheinende, optisch ansprechende Körner – eine für Züchter sehr interessante Eigenschaft, da sie Reissorten von hoher Qualität verspricht.

Der hier präsentierte Ansatz ist ein Beispiel dafür, wie mit Hilfe präziser Genome Editing Verfahren die Qualitäts-Eigenschaften von Nutzpflanzen an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden können. Dadurch kann das Spektrum der verfügbaren Eigenschaften deutlich über die begrenzten Merkmals-Kombinationen in den üblichen Zuchtlinien erweitert werden, um die Wünsche von Konsumenten und Verarbeitern optimal abzudecken.

**Quelle:** Yang Xu et al. 2020, [Fine-tuning the amylose content of rice by precise base editing of the Wx gene](#), Plant Biotechnology Journal (online 17.06.2020, [doi:10.1111/pbi.13433](#))

## Genome Editing



**Austausch von Chromosomen-Enden durch Genome Editing führt zu Translokationen**

## Austausch von Chromosomen-Fragmenten erlaubt erstmals gezielte Restrukturierung des Pflanzen-Erbguts

«Mir schwebt dieses Ziel seit 25 Jahren vor und ich bin sehr glücklich, dass es jetzt geklappt hat»: Prof. Holger Puchta vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) freut sich über einen wissenschaftlichen Durchbruch, den er zusammen mit seinem Team und Prof. Andreas Houben vom IPK Gatersleben erreicht hat. Es ist ihnen gelungen, gezielt Teile von Pflanzen-Chromosomen gegeneinander auszutauschen, und so die Architektur des Pflanzen-Erbguts zu verändern. Für die Pflanzenzüchtung ist das ein entscheidender Schritt vorwärts.

Oft stehen Pflanzenzüchter vor dem Problem, dass die Gene für erwünschte und unerwünschte Eigenschaften im Erbgut nahe beieinander liegen. Das bedeutet, dass sie fast immer gemeinsam vererbt werden (genetische Koppelung, «linkage drag»), und dass es schwierig ist, die unerwünschte Eigenschaft aus dem Zuchtmaterial auszukreuzen. Gelegentlich können die beiden Eigenschaften durch natürliche Rekombinationsvorgänge voneinander getrennt werden, das geschieht umso seltener je näher die beiden Gene beieinander liegen. Daher wären manchmal sehr viele Kreuzungen erforderlich, und es müsste eine sehr grosse Zahl von Pflanzen untersucht werden, um ein solches Rekombinationsereignis zu finden – in der Praxis ist dies daher oft nicht möglich.

Puchta und Forscher-KollegInnen versuchten daher, in der Modell-Pflanze Arabidopsis die Genom-Struktur so zu ändern, dass die genetische Kopplung zwischen zwei Erbgut-Segmenten aufgehoben wird. Sie führten dazu an zwei Positionen unterschiedlicher Chromosomen gleichzeitig Erbgut-Schnitte mit der CRISPR/Cas9-Technologie ein. Die Pflanzenzelle versucht, derartige Brüche schnellstmöglich wieder zu heilen. In den meisten Fällen werden die Erbgut-Enden von beiden Seiten des Schnitts wieder zusammengefügt, wobei diese Reparatur oft nicht ganz exakt ist: regelmässig wird dabei der Verlust kurzer Gen-Abschnitte oder der Einbau zusätzlichen Erbmaterials beobachtet.

Da in den hier beschriebenen Experimenten zwei Schnitte in verschiedene Chromosomen gleichzeitig eingeführt wurden, konnten die Forscher beobachten, dass gelegentlich bei der Reparatur die Chromosomen-Fragmente vertauscht wurden. So wurden in bis zu 2.5% der untersuchten Pflanzen wechselseitig die Endstücke der zwei Chromosomen ausgetauscht (Translokation). Diese genetischen Veränderungen, die rein zufällig auch in der Natur entstehen können (aber dann fast nie an der gewünschten Position), wurden auch an die Nachkommen weitergegeben.

Durch den reziproken Austausch zweier grosser Erbgut-Fragmente wurde ihre genetische Koppelung mit dem Rest des jeweiligen Chromosoms aufgebrochen – auf diese Weise könnten unerwünschte Pflanzeigenschaften bei der Züchtung viel leichter durch Kreuzung entfernt werden. Umgekehrt erlaubt es dieser Ansatz auch, unverknüpfte Gene für zwei erwünschte Eigenschaften in räumliche Nachbarschaft zu bringen und sie so genetisch zu koppeln. Bei den folgenden Kreuzungsschritten ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass sie wieder voneinander getrennt werden und allenfalls verloren gehen.

Von der Bestätigung der Machbarkeit des gezielten Erbgut-Rearrangements in der Modellpflanze Arabidopsis bis zu einer praktischen Anwendung bei der Nutzpflanzen-Züchtung muss die Effizienz des Verfahrens oder der Selektionen noch verbessert werden. Da die meisten Pflanzen über grössere Genome verfügen als Arabidopsis, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich nach einem doppelten Erbgutschnitt die Enden zweier unterschiedlicher Chromosomen finden und miteinander verschmolzen werden deutlich kleiner. Die Resultate zeigen aber, dass es grundsätzlich möglich ist, die Architektur des Erbguts von Pflanzen gezielt umzugestalten. Auch im Lauf der Evolution kommt es spontan zu solchen Veränderungen der Chromosomenstruktur, was sich zum Teil auf die Eigenschaften der resultierenden Pflanzen auswirkt und letztendlich zur Entstehung neuer Arten führen kann. Auch für das Verständnis dieser Vorgänge liefern die hier präsentierten Forschungsergebnisse neue experimentelle Ansätze.

**Quellen:** Natalja Beying et al. 2020, [CRISPR-Cas9-mediated induction of heritable chromosomal translocations in Arabidopsis](#), Nature Plants 6:638–645; Keunsub Lee & Kan Wang 2020, Level up to chromosome restructuring, Nature Plants 6:600–601; [Armtausch zwischen Chromosomen: Mit Hilfe von CRISPR/Cas lassen sich Genome neu strukturieren](#), Pflanzenforschung.de, 28.05.2020

## Pflanzenzüchtung

### Forscher und Züchter erklären die Verfahren im neuen Faktenblatt der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT

Die Anforderungen an Nutzpflanzen steigen stetig. Sie sollen den immer weiter wachsenden Bedarf an hochwertigen Lebensmitteln auch unter schwieriger werdenden Umwelt- und Klimabedingungen mit neuen Schädlingen und Krankheiten sicherstellen. Zugleich fordert die Gesellschaft eine verbesserte Ressourceneffizienz, um mehr landwirtschaftliche Produktion mit weniger Dünger und Pflanzenschutzmitteln zu ermöglichen. Daher ist eine weitere Verbesserung der Eigenschaften von Nutzpflanzen durch die Züchtung unumgänglich.

Der Werkzeugkasten der Pflanzenzüchter ist in den letzten Jahren deutlich umfangreicher geworden. Grundlage ist immer noch die klassische **Kreuzungszüchtung**, durch die Eigenschaften der Elternpflanzen neu in den Nachkommen kombiniert werden können. Um das Spektrum der verfügbaren Eigenschaften zu erweitern, werden seit über 90 Jahren mittels **Muta-**

**tionszüchtung** durch erbgutverändernde Chemikalien oder durch Bestrahlung zufällige Mutationen im Pflanzengenom ausgelöst werden, die Veränderungen und möglicherweise auch Verbesserungen der Eigenschaften mit sich bringen. Durch die **klassische Gentechnik** können seit fast vier Jahrzehnten (1983) Gene in Pflanzen übertragen werden – aus nicht verwandten Arten, um Eigenschaften zu vermitteln die so bei Pflanzen nicht vorkommen (wie z. B. Insektenresistenz), oder auch aus verwandten Wildsorten, um erwünschte Eigenschaften (z. B. Krankheitsresistenz) schneller zu übertragen, als es durch klassische Kreuzungen möglich wäre.

Seit etwa sieben Jahren sind dazu die neuen Möglichkeiten der **Genom-Editierung** dazugekommen, durch die ein gezielter Eingriff an Ort und Stelle in das Erbmaterial von Pflanzen ermöglicht wird. Die Technologien haben sich rasch weiterentwickelt, und umfassen inzwischen vom präzisen Austausch einzelner Erbgut-Buchstaben über kleine Insertionen/Deletionen bis hin zu grossen strukturellen Veränderungen eine grosse Bandbreite an Möglichkeiten.

Ein im Juni 2020 vorgelegtes Faktenblatt der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) gibt einen Überblick zu den verschiedenen Technologien, und beschreibt ihre Eigenschaften sowie Vor- und Nachteile. Ausführlich wird dabei auf die noch wenig bekannte Genom-Editierung als neues Werkzeug in der Pflanzenzüchtung eingegangen. Grafische Darstellungen beschreiben die Vorgänge auf verständliche Weise, und ermöglichen einen Vergleich. Auf der Website der Akademie steht auch ein anschauliches Video dazu bereit. Ausser den Unterschieden der verschiedenen Verfahren werden auch die gemeinsamen Grundlagen aller Züchtungsverfahren angesprochen: das Streben nach der Erweiterung der genetischen Variabilität, die Auswahl und Optimierung der Pflanzen, und schliesslich die Sortenprüfung und Zulassung.

In einem umfangreichen Interview in mehreren Landwirtschafts-Medien betont Bruno Studer, ETH Professor für molekulare Pflanzenzüchtung und einer der Verfasser des SCNAT Faktenblattes, die Bedeutung der Züchtung für die nachhaltige Landwirtschaft. Dadurch können Erträge sichergestellt und die Landwirtschaft ökologischer gemacht werden. Für eine effiziente Züchtung ist es wichtig, je nach Ziel verschiedene Methoden und Möglichkeiten verfügbar zu haben.

Das Genome Editing hat grosses Potenzial für Kulturpflanzen, welche genetisch sehr komplex und dadurch züchterisch schwierig zu bearbeiten sind. Auch wäre es hilfreich, um agrarökologische Konzepte wie Sorten- und Arten-Mischungen praxistauglich zu machen. Studer warnt vor einer verpassten Chance für die Landwirtschaft, wenn sich die Schweiz bei den neuen Züchtungsverfahren ausklinke. Trotz guter Grundlagenforschung zur Genomeditierung gebe es in der Schweiz kaum Projekte zur praktischen Verbesserung von Kulturpflanzen. Er weist darauf hin, dass es ein Zeichen der Verantwortung sei, diese innovative Technologie auch in öffentlicher Hand zu haben und nicht nur in den Händen von wenigen grossen Unternehmen.

**Quellen:** [Pflanzenzüchtung – von klassischer Kreuzung bis Genom-Editierung](#) (mit Video), Naturwissenschaften Schweiz, Juni 2020; Ueli Grossniklaus, Monika Messmer, Roland Peter, Jörg Romeis, Bruno Studer 2020, [Pflanzenzüchtung – von klassischer Kreuzung bis Genom-Editierung \(PDF\)](#), Swiss Academies Factsheet 15 (3), Juni 2020; [Pflanzenzüchtung - Lösung für nachhaltige Landwirtschaft](#), Interview Prof. Bruno Studer, SchweizerBauer.ch, 12.06.2020



## Politik

### Heisse Diskussionen um die Gentechnik bei den Grünen in Deutschland

Dass Gentechnik in der Landwirtschaft unabsehbare Risiken für Umwelt und Gesundheit mit sich bringt, keinen Nutzen für die Bauern hat, und praktisch nur dem Profit multinationaler Konzerne dient – diese Überzeugung gehört seit vielen Jahren zu den zentralen ideologischen Säulen grüner Politik. Entsprechend setzten sich grüne Parteien für Verbote oder möglichst strenge Rahmenbedingungen für die Agrar-Biotechnologie ein. Dabei beruft man sich oft auf ein restriktiv ausgelegtes «Vorsorgeprinzip», das Innovationen verhindert solange kein Beweis ihrer Unschädlichkeit erbracht werden kann.

Innovative Züchtungsverfahren, wie das Genome Editing, haben in den letzten Jahren die züchterischen Möglichkeiten stark erweitert. Parallel zu den wissenschaftlichen Entwicklungen läuft die Diskussion, wie die neuen Züchtungsverfahren reguliert werden sollen – und ob hier die bisherige strenge Regulierung für gentechnisch veränderte Organismen, die deren Einsatz in der Landwirtschaft praktisch blockiert, angemessen ist. Führende europäische Wissenschafts-Organisationen fordern eine grundsätzliche Überarbeitung des veralteten Rechtsrahmens und eine differenzierte, an den Eigenschaften der Pflanzen ausgerichtete Regulierung, um die Chancen neuer Technologien auch für eine nachhaltigere Landwirtschaft zu nutzen. Links-grüne Kreise tendieren dazu, neue Technologien wie das Genome Editing so restriktiv zu regulieren wie die herkömmliche Gentechnik, und deren Einsatz in der Pflanzenzüchtung damit in der Praxis zu verhindern.

Für Aufsehen sorgte daher ein am 10. Juni 2020 veröffentlichter Debattenbeitrag zur Regulierung der Gentechnik von 22 bekannten grünen PolitikerInnen aus Deutschland, darunter so prominente Persönlichkeiten wie Theresia Bauer, grüne Wissenschaftsministerin des Bundeslandes Baden-Württembergs, sowie Hamburgs Zweite Bürgermeisterin Katharina Fegebank. Bei den Unterzeichnern des Papiers waren auch Kai Gehring, forschungspolitischer Sprecher der Grünen Fraktion im Bundestag, sowie die technologiepolitische Fraktionssprecherin Anna Christmann.

In dem Papier «Neue Zeiten, neue Antworten» werden zur Vorbereitung des neuen Grundsatzprogramms (2020) der Grünen in Deutschland eine zeitgemässe Regulierung des Gentechnikrechts sowie ein Überdenken der historischen grünen Positionen gegenüber der Gentechnologie gefordert. Vor dem Hintergrund der globalen Herausforderungen für die Landwirtschaft brauche es differenzierte Lösungsansätze, die auch vielversprechende, neue Technologien einbinden. Dabei stehe neue Gentechnik in der Landwirtschaft nicht per se für weniger oder mehr Nachhaltigkeit, sondern könne für beides genutzt werden. Wenn Ziele einer nachhaltigen Landwirtschaft durch neue Methoden und Verfahren, wie CRISPR/Cas9, leichter und schneller erreicht werden können, liege darin eine große Chance.

Um das Vorsorgeprinzip zu stärken, müsse es auf nachprüfbare Kriterien abgestützt werden. Zahlreiche europäische Forschungsprojekte seien zum Urteil gekommen, dass Biotechnologie und gentechnisch veränderte Organismen per se nicht riskanter sind als konventionelle Pflanzenzüchtungstechnologien. Warum gerichtete Mutagenese (z. B. mit CRISPR/Cas9) im Gegensatz zur zufälligen Mutagenese unter die bestehenden GVO-Bestimmungen falle, wie der Europäische Gerichtshof 2018 bestimmt hatte, bleibe offen. Grundsätzlich sollte überdacht werden, ob bei der Technologiefolgenabschätzung wie bisher fast ausschliesslich auf das verwendete

Verfahren (Gentechnologie) fokussiert werde, oder auf das Ergebnis (Pflanze). Eine ausgewogenen und sorgfältigen Technologiebewertung im Dialog mit der Wissenschaft solle auch auf neue Gentechnik in der Landwirtschaft angewendet werden. Gentechnikfreiheit sei kein Wert an sich. Wenn die Grünen sich nicht konstruktiv in den Diskurs über einen neuen Umgang mit Gentechnik einbringen, werde die Zukunft ohne sie diskutiert.

Mit diesem Weckruf fordern die VerfasserInnen ein Überdenken der festgefahrenen Parteipositionen und eine Abkehr von den überkommenen Dogmen bei der Einstufung der Gentechnik, und wollen einen Klärungsprozess anstossen. Die grossen Herausforderungen der Landwirtschaft liessen sich nicht ohne neue Technologien bewältigen.

Der Debattenbeitrag lieferte reichlich Zündstoff für Diskussionen, und löste heftige Reaktionen der Partei aus. Martin Häusling, gentech-kritisches Urgestein der Grünen und inzwischen agrarpolitischer Sprecher der Grünen/EFA im Europäischen Parlament, twitterte erzürnt: *«Was für ein Klärungsprozess? Eine kleine Gruppe bekannter Gentechnik Freunde schreibt ein Papier, wirft dabei rote und grüne Gentechnik durcheinander und teilt unhaltbare Versprechen der Industrie. Es gibt es eine eindeutige Haltung der Grünen die hinter dem EuGH Urteil steht»*. In offensichtlicher Panik, dass hier die Parteidisziplin ins Wanken geraten könnte, peitschte er zusammen mit Harald Ebner, Gentechnik-Sprecher der Grünen Bundestagsfraktion, die Parlamentarier zurück auf die Parteilinie. An der klaren Haltung der Grünen habe sich nichts geändert. Ein eilig nachgeschobener Fraktionsbeschluss von Bündnis90/die Grünen betonte dann auch die Forderung nach einer restriktiven Regulierung für alle Formen der Gentechnologie in der Landwirtschaft, da sich ihre Folgen nicht hinreichend abschätzen liessen.

In einem Interview in der deutschen Bauernzeitung betont die grüne Wissenschaftsministerin Baden-Württembergs, Theresa Bauer, als Mitverfasserin des Papiers ihre Überzeugung, dass eine grundsätzliche Ablehnung der Gentechnik kein guter Weg sei. Stattdessen sollte eine Grundlage für eine sinnvolle Regulierung geschaffen werden, damit die Chancen der neuen Gentechnik verantwortungsvoll genutzt werden können. Der Ruf nach einer Neubewertung wird bei den Grünen in Deutschland stetig lauter.

**Quellen:** [Neue Zeiten, neue Antworten: Gentechnikrecht zeitgemäß regulieren](#), Debattenbeitrag von 22 Grünen-PolitikerInnen, 10.06.2020; [Haltung zur Gentechnik: Grüne fordern Umdenken](#), Süddeutsche Zeitung, 10.06.2020; [Debatte um die Positionierung der Grünen zur neuen Gentechnik: An der klaren Haltung hat sich nichts geändert](#), Medienmitteilung Martin Häusling/Harald Ebner, 12.06.2020; [Neue Gentechnik in der Landwirtschaft verantwortungsvoll regulieren](#), Fraktionsbeschluss Bündnis90/Die Grünen, 16.06.2020; [Grünen-Ministerin: Chancen der neuen Gentechnik mit Verantwortung nutzen, Interview mit Baden-Württembergs Wissenschaftsministerin Theresia Bauer](#); Bauernzeitung.de, 24.06.2020

## Kontakt und Impressum

POINT erscheint monatlich in elektronischer Form ([Archiv](#) der vorherigen Ausgaben). Der Newsletter fasst aktuelle Meldungen aus Forschung und Anwendung rund um die grüne Biotechnologie zusammen. Für ein kostenloses Abonnement können Sie sich per e-mail [anmelden](#) und natürlich auch [abmelden](#). Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Anregungen!

Text und Redaktion: [Jan Lucht](#)

scienceindustries, Postfach, CH-8021 Zürich

Telefon: 044 368 17 63

e-mail: [jan.lucht@scienceindustries.ch](mailto:jan.lucht@scienceindustries.ch)