Spektrum
DER WISSENSCHAFT

KOMPAKT

GRÜNE GENTECHNIK

Fluch oder Segen für die Landwirtschaft?

Neue Werkzeuge
CRISPR verändert alles

Neue Verfahren
Die nächste Generation

Faktencheck
Wahrheiten und Legenden der Grünen Gentechnik

MIT AUSGEWÄHLTEN INHALTEN AUS
DIE ZEIT

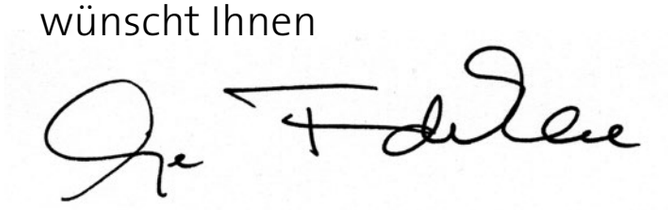
ISTOCK / DOMINIQUE KOLF

Antje Findeklee
E-Mail: findeklee@spektrum.de

Liebe Leserin, lieber Leser,

»Genfood? Nein danke!« Viele Menschen haben große Bedenken gegenüber Lebensmitteln, an deren Produktionsweg gentechnisch veränderte Organismen beteiligt sind. Die Diskussion um Chancen und Risiken der Grünen Gentechnik erinnert nicht selten an einen Glaubenskrieg, in dem sich beide Seiten unversöhnlich gegenüber stehen. Wir geben Ihnen einen Überblick zum aktuellen Wissensstand rund um die verschiedenen Verfahren, Neuentwicklungen und Erkenntnisse der letzten Jahre – in ausgewählten Artikeln aus »DIE ZEIT« und »Spektrum der Wissenschaft«.

Eine aufschlussreiche Lektüre wünscht Ihnen



Folgen Sie uns:

Erscheinungsdatum: **07.08.2015**

Chefredakteure: Prof. Dr. Carsten Könneker (v.i.S.d.P.), Dr. Uwe Reichert
Redaktionsleiter: Christiane Gelitz, Dr. Hartwig Hanser, Dr. Daniel Lingenhöhl
Art Director Digital: Marc Grove
Layout: Oliver Gabriel
Schlussredaktion: Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Produktmanagerin Digital: Antje Findeklee
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Slevogtstraße 3–5, 69126 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600, Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114, USt-Id-Nr. DE147514638
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Marketing und Vertrieb: Annette Baumbusch (Ltg.)
Leser- und Bestellservice: Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ute Park, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner der Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik).

Bezugspreis: Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer

Anzeigen: Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an anzeigen@spektrum.de.

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2016 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bildnachweise: Wir haben uns bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

INHALT

04

FOTOLIA / LILY

NEUE VERFAHREN

Die nächste Generation

Neue gentechnisch modifizierte Nutzpflanzen stehen vor der Marktreife

12

FOTOLIA / WELLPHOTO

ÜBERBLICK

Was Sie über gentechnisch veränderte Pflanzen wissen sollten

Retten GMO-Pflanzen die Welt oder liefern sie uns den Agrarkonzernen aus?

21

FOTOLIA / SMEREKA

FAKTENCHECK

Wahrheiten und Legenden der Grünen Gentechnik

Was stimmt an den Vorwürfen gegen gentechnisch manipulierte Kulturpflanzen?

29

FOTOLIA / ANGELO CHIARIELLO

MANIPULIERTE INSEKTEN GEGEN SCHÄDLINGE

Rettung für Europas Oliven?

Gentechnisch veränderte Fliegen sollen Europas Olivenernte schützen

42

FOTOLIA / LILY

RESISTENZEN

Neue Bt-Pflanzen ziehen schnell den Kürzeren

Einige Annahmen über neue gentechnisch veränderte Feldfrüchte erweisen sich als zu optimistisch

49

ISTOCK / JEZPERKLAUZEN

NEUE WERKZEUGE

CRISPR verändert alles

Risiken und Chancen des neuen Erbgutmanipulators

61

FOTOLIA / THAUT IMAGES

RECHT

Finden Sie den Unterschied!

Neue Designerpflanzen fallen nicht unter das Gentechnikrecht

65

FOTOLIA / TOPNTP

KOMMENTAR

Ein Ja zum Genmais wäre gut gewesen

Keine Studie zeigt bisher Gesundheitsgefahren durch Gentech-Pflanzen – trotzdem ist die Angst groß

02 EDITORIAL / IMPRESSUM

34 TOD DEM WEIBLICHEN NACHWUCHS

36 GENTECHNISCH VERÄNDERTER TABAK VERGIFTET INSEKTEN

39 KÜNSTLICHER FOTOSYNTHESE-BOOSTER KÖNNTE ERNTEERTRÄGE ERHÖHEN

45 WIESO DIE SCHÄDLINGE SICH ANPASSEN

NEUE VERFAHREN

DIE NÄCHSTE GENERATION

von Daniel Cressey

Neue gentechnisch modifizierte Nutzpflanzen drängen auf den Markt. Sie sollen einige der Bedenken rund um das »Frankenstein-Food« besänftigen.

FOTOLIA / LILY

Als die ersten gentechnisch modifizierten Organismen (GMO) für die Landwirtschaft entwickelt wurden, »hat man uns kraftvolle Durchstarter versprochen«, erzählt Anastasia Bodnar – futuristische, ultranahrhafte Gewächse, die exotische Produkte in die Supermärkte bringen und die Hungernden der Welt ernähren würden.

Bisher allerdings beschränkten sich die Vorteile der neuen Technologie vor allem auf die Agrarindustrie, sagt sie – meist in Form von Pflanzen, die herbizidresistent oder widerstandsfähiger gegen Schadinsekten gemacht wurden. So konnten Bauern die Erträge steigern und den Pestizideinsatz verringern.

Bestenfalls wurden solche Fortschritte von den normalen Konsumenten gar nicht wahrgenommen, meint Bodnar, Biotechnologin bei Biology Fortified, einer gemeinnützigen Organisation pro GMO in Middleton. Schlimmstenfalls nährte es die Wut der Gegner von gentechnischer Veränderung. Diese argumentieren, dass transgene Saaten Macht und Profit in den Händen weniger großer Konzerne bündeln, und sehen GMO als ein Paradebeispiel dafür, dass Wissenschaftler ohne Rücksicht auf Gefahren in der Natur herumpfuschten.

Dies könnte sich allerdings ändern angesichts einer neuen Generation von GM-Saaten, die nun den Weg vom Labor auf den Markt antreten. Manche dieser GMO widmen sich neuen Aufgaben: von Äpfeln, die sich nicht mehr so schnell verfärben, über »Goldenen Reis« bis hin zu leuchtend orangefarbenen und mit Nährstoffen angereicherten Bananen gegen Mangelernährung in armen Ländern.

Dank der Fortschritte in der Gentechnik ist es inzwischen möglich, hochpräzise in das Pflanzengenom einzugreifen, was weitere Nutzpflanzen einer neuen Generation hervorbringen wird. Solche Ansätze könnten es möglich machen, dass seltener Gene aus anderen Arten in Nutzpflanzen integriert werden müssen – einer der Hauptkritikpunkte seitens der Gegner. Und das wiederum könnte das öffentliche Unbehagen über gentechnisch veränderte Nahrungsmittel deutlich verringern. Vielleicht aber auch nicht. Denn egal, was die neuen Saaten im Labor versprechen mögen, sie müssen dies erst im Anschluss in sorgfältig kontrollierten, teuren und detaillierten Feldversuchen beweisen, diverse gesetzliche Hürden überwinden und eine meist skeptische Öffentlichkeit überzeugen.

Insbesondere der letzte Punkt wird nicht einfach sein, erklärt Philip Bereano, der an der University of Washington in Seattle die politischen und sozialen Aspekte der neuen Technologien untersucht. So reiche die Bandbreite der Diskussion um GMO von Sicherheitsbedenken und Kennzeichnung bis zu ethischen Fragen rund um Patente auf Leben. »Menschen machen sich Gedanken darüber, was sie ihren Kindern zu essen geben«, erklärt Bodnar. »Und das wird sich nicht ändern.«

Trotzdem scheinen die meisten Gentechnik-Forscher überzeugt zu sein, dass die schlimmsten Probleme der Technologie überwunden sind und eine leuchtende Zukunft bevorsteht. Wenn man nach der Durchstartphase der GMO suche, »die ist jetzt«, so Bodnar. Die erste Generation von GMO wurde vorwiegend an Bauern vermarktet; deren Arbeit erleichtert, produk-

tiver und profitabler werden sollte. 1996 beispielsweise führte das in St. Louis ansässige Biotech-Unternehmen Monsanto den ersten Vertreter seiner berühmten »Round-up-Ready«-Produktreihe ein: eine Sojabohnensorte, die auf Grund eines Bakteriengens das ebenfalls von Monsanto hergestellte Glyphosat-Herbizid Roundup toleriert. So konnten Bauern die Mehrzahl der unerwünschten Unkräuter mit einem einzigen Herbizid statt mit einem ganzen Cocktail abtöten, ohne dabei die angebauten Nutzpflanzen zu schädigen. Weitere genetisch modifizierte Pflanzen folgten, darunter Monsantos Bt-Baumwolle: Sie produziert ein bakterielles Toxin, das die Raupen des Baumwollkapselbohrers abschreckt und so den Bedarf an Pestiziden senkt.

FOTOLIA / LEIGH PRATHER

Bauern werden auch weiterhin einen zentralen Markt für die nächste GMO-Generation darstellen. Bei Rothamsted Research im britischen Harpenden beispielsweise arbeiten Wissenschaftler an genetisch modifizierten Pflanzen, die noch weniger Pestizide benötigen als die Bt-Baumwolle oder womöglich gar keine mehr. Der Schlüssel zum Erfolg ist ein

Ein Keimling trotzt der Dürre

Gezielte Eingriffe ins Erbgut sollen nun tatsächlich bald Pflanzen hervorbringen, die Dürren widerstehen können. Bislang sind sie nur Versprechen der Gentechnik.

»Alarm-Pheromon«, das manche Pflanzenarten entwickelt haben. Es imitiert das chemische Warnsignal von Blattläusen – bedeutenden Schädlingen in den gemäßigten Breiten –, wenn sie attackiert werden. Mit den entsprechenden Genen ausgestatteter Weizen täuscht den Blattläusen vor, dass sie in Gefahr seien, und treibt sie so in die Flucht. Anders als die Bt-Baumwolle oder andere bestehende GM-Organismen wäre bei dieser Variante kein Insektenvernichtungsmittel mehr nötig, um die Pflanzen zu schützen.

Die ersten Feldversuche laufen, berichtet Maurice Moloney, Direktor und Geschäftsführer von Rothamsted Research. »Im Gewächshaus waren sie sehr erfolgreich«, erzählt er. »Wenn sich der Ansatz auch im Freiland bewährt, können wir es so optimieren, dass daraus eine stabile Eigenschaft wird«, die sich für den großflächigen Einsatz eignet. Ausgehend davon wolle das Team auch in anderen Pflanzen nach natürlichen Abwehrmechanismen suchen und herausfinden, wie sich diese verstärken oder beeinflussen lassen, um bestimmte Schädlinge zu bekämpfen. »So könnte es zum Beispiel eine flüchtige Verbindung geben, die gleichzeitig abwehrend auf Raupen verschiedener Schädlinge wirkt«, hofft Moloney. »Wenn wir das umsetzen könnten, wäre die Bandbreite der Anwendungen phänomenal.«

Lokale Bedenken

Viele Gentechnikforscher arbeiten an Nutzpflanzen, die von der großen Agrarindustrie ignoriert werden. Die Arbeitsgruppe von Herve Vanderschuren beispielsweise, Professor für Pflanzenbiotechnologie an der ETH Zürich, beschäftigt sich mit Maniok *(Manihot esculenta)*, deren Wurzelknollen zu den Grundnahrungsmitteln in vielen tropischen und subtropischen Entwicklungsländern zählen. »Es gibt kein großes Bestreben, diese Pflanze zu züchten oder zu verbessern«, erklärt der Forscher.

Vanderschuren und sein Team verändern den Maniok genetisch, um ihn resistent gegen zwei besonders stark schädigende Viren zu machen. Sie starten dabei mit einer Sorte, die natürlicherweise resistent gegen das Maniok-Mosaikvirus ist, und bringen darin Gene ein, die eine Resistenz gegen das Maniok-Braunfleckenvirus vermitteln. Die natürlicherweise resistente Variante wurde bereits an lokale Bedürfnisse und Märkte angepasst. Diese lokale Anpassung »ist ein sehr wichtiger Teil unserer Forschungsarbeit hier«, beschreibt Vanderschuren. Von großen Agrarfirmen, die ihre Produkte weltweit verkaufen wollen, wird dieser Aspekt nur selten berücksichtigt. Vanderschuren und sein Team haben die Pflanzen erfolgreich gezüchtet und arbeiten nun mit Kollegen in Afrika zusammen, um dort in Freisetzungsversuchen zu überprüfen, ob sich ihre Modellpflanzen vor Ort bewähren.

Ein großer Teil der Forschung an Pflanzen aus Entwicklungsländern konzentriert sich auf einen erhöhten Nährstoffgehalt. Das bekannteste Beispiel ist der »Goldene Reis«, eine modifizierte Form des weltweit bedeutenden Grundnahrungsmittels. Die gelbe Schattierung stammt von zusätzlichem Betacarotin, einem Vorläufer des Vitamin A, das in der ostasiatischen Küche häufig unterrepräsentiert ist. Nach aufwändiger Entwicklung und vielen Bedenken von GMO-Gegnern – die Originalversion des Goldenen Reises wurde im Jahr 2000 vorgestellt – wird die Pflanze derzeit auf den Philippinen im Freiland getestet.

Andere folgen ihm auf dem Fuße. James Dale, Direktor des Centre for Tropical Crops and Biocommodities an der Queensland