

# InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 180  
Februar 2017

## Inhalt

- Nachwachsene Rohstoffe: Mehr Natur-Kautschuk aus Löwenzahn durch Stoffwechsel-Engineering* ..... S. 1
- Neue Züchtungsverfahren: Minimal-invasiv gegen den Zitrus-Krebs* .. S. 3
- Grossbritannien: Freilandversuche mit gentechnisch verändertem «Superweizen» bewilligt* ..... S. 4

## Nach- wachsende Rohstoffe



### Löwenzahn als Kautschuk-Quelle

Photo und ©: Ulrich Benz /  
TUM

## Mehr Natur-Kautschuk aus Löwenzahn durch Stoffwechsel-Engineering

Löwenzahn erfreut im Frühjahr mit seinem saftigen Gelb auf den Weiden das Auge, vergnügt als Pustebblume die Kinder, und ärgert als Unkraut so manchen Gärtner. Als Nutzpflanze wird er noch kaum wahrgenommen. Das könnte sich in den nächsten Jahren ändern, wenn er dem Gummibaum Konkurrenz macht.

Trotz der Fortschritte der Chemie ist Naturkautschuk auch heute noch in vielen Anwendungsgebieten unverzichtbar, obwohl Synthese-Kautschuk auf Erdölbasis bereits seit über hundert Jahren im grossen Massstab hergestellt wird und heute etwa 55% der weltweiten Gesamtangebots liefert. Aufgrund seiner überragenden mechanischen Eigenschaften wird Naturkautschuk zum Beispiel verbreitet in der Produktion von Fahrzeug-Reifen eingesetzt. Etwa 40% des Gummi-Anteils von Autorädern ist natürlichen Ursprungs. Bei besonders stark beanspruchten Reifen, etwa für Baumaschinen, liegt dieser Anteil höher. Flugzeugreifen, die beim Aufsetzen extremen Belastungen ausgesetzt sind, werden praktisch ausschliesslich aus Natur-Kautschuk hergestellt.

Ein Grossteil des Natur-Kautschuks stammt aus Gummibaum-Plantagen in Asien; Thailand ist der wichtigste Produzent. Diese Gummibäume stammen alle von wenigen gemeinsamen Vorfahren ab und werden durch Stecklinge vermehrt, sie sind also genetisch sehr uniform und damit anfällig für Krankheitserreger. Ausserdem sind die politischen Verhältnisse in vielen Ländern, die Natur-Kautschuk produzieren, wenig stabil, Verfügbarkeit und Preise schwanken stark. Die Konkurrenz um Anbauflächen für das profitable Palmöl ist gross. Die Transportwege sind weit, was die Kosten erhöht und wenig nachhaltig ist. Daher besteht grosses Interesse an alternativen Quellen für Natur-Kautschuk. Dabei ist der Löwenzahn, als Kautschuk-Quelle lange Zeit in Vergessenheit geraten, in den letzten Jahren wieder in das Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt.

In den 1930er Jahren wurden in der Sowjetunion im Rahmen eines strategischen Programms über tausend Pflanzenarten auf ihre Eignung als Kautschuk-Quelle geprüft. Es zeigte sich, dass der Milchsaft aus den Wurzeln des russischen Löwenzahns *Taraxacum koksaghyz* eine gute Quelle für hochwertigen Naturkautschuk darstellte. 1941 erzeugte die Sowjetunion auf einer Anbaufläche von 67'000 ha mit Löwenzahn etwa 30% des Eigenbedarfs für die Gummi-Produktion. Auch in den USA und verschiedenen euro-

päischen Ländern wurde während des 2. Weltkriegs Kautschuk aus Löwenzahn produziert. Nach Kriegsende gerieten diese Programme jedoch bald in Vergessenheit, da Kautschuk aus Gummibäumen wirtschaftlich attraktiver war.

Eine Reihe von Forschungsprogrammen haben seit mehr als einem Jahrzehnt wieder die Grundlagen für eine Natur-Kautschukproduktion in Mitteleuropa aus russischem Löwenzahn gelegt. Dabei wurden in enger Zusammenarbeit zwischen Grundlagenforschung, anwendungsorientierter Entwicklung und Industrie die Löwenzahn-Sorten züchterisch weiterentwickelt, Anbauverfahren und Ernte optimiert, die Extraktion des Löwenzahn-Milchsafts aus der Wurzel sowie die Verarbeitung zu Kautschuk verbessert. Seit einigen Jahren treiben das deutsche Fraunhofer-Institut sowie der Reifenhersteller Continental unter der Bezeichnung «Taraxagum» die Entwicklung von Autoreifen auf Basis von Löwenzahn-Kautschuk voran. 2015 wurde der erste Prototyp mit vielversprechenden Fahreigenschaften vorgestellt, seither wird weiter an Verbesserungen gearbeitet. Continental verspricht sich davon eine reduzierte Abhängigkeit von den globalen Märkten und eine Stärkung der lokalen Produktion, idealerweise mit einem Anbau der Rohstoffe in der Nähe der Produktionswerke. Dadurch wird das wirtschaftliche Risiko gesenkt und zugleich die Nachhaltigkeit der Produktion gefördert.

Ein entscheidender Punkt für die Wirtschaftlichkeit der Natur-Kautschukproduktion aus Löwenzahn ist der Ertrag. Forscherinnen und Forscher von der Universität und vom Fraunhofer Institut im deutschen Münster haben jetzt beschrieben, wie sie den Kautschukgehalt in russischen Löwenzahnwurzeln durch Anpassungen des pflanzlichen Stoffwechsels steigern konnten. Sie beobachteten, dass die Pflanzen im Lauf ihres Wachstums grosse Mengen des Zuckers Inulin als Speichersubstanz in den Wurzeln einlagern, und identifizierten ein Löwenzahn-Gen für Fructan-1-exohydrolase (*Tk1-FEH*), das beim Inulin-Abbau eine wichtige Rolle spielt. Wenn dieses Gen nach Kombination mit einem starken Promoter im Reagenzglas wieder in die Pflanzen eingebaut wurde, führte dies zu einer verstärkten, andauernden Ablesung des *Tk1-FEH*-Gens und zu einer Verschiebung des Gleichgewichts zwischen Inulin-Synthese und Kautschuk-Synthese. Dadurch wurde der Zucker abgebaut und der Gehalt an Rohmaterial für die Gummi-Produktion in den Pflanzenwurzeln fast verdoppelt, ohne dass sich die sonstigen Fitness-Eigenschaften der Pflanzen wesentlich veränderten.

Dieses Resultat zeigt, dass durch Berücksichtigung des Inulin-Stoffwechsels der Kautschuk-Ertrag aus russischem Löwenzahn deutlich steigern lässt. Möglicherweise ist dies auch mit herkömmlichen Züchtungsverfahren möglich, das müsste jetzt mit Hilfe des neu erworbenen Wissens über die Stoffwechselwege überprüft werden. Auf alle Fälle wird die Entwicklung von Natur-Kautschuk aus Löwenzahn in Grundlagenforschung und Industrie weiter vorangetrieben – Ende Januar 2017 übergab der deutsche Bundesminister für Ernährung und Landwirtschaft Christian Schmidt an der Grünen Woche in Berlin den Zuwendungsbescheid für das nächste Verbund-Förderprojekt «Züchtung, Anbau und Verwertung von Russischem Löwenzahn – Weiterentwicklung einer Wildpflanze zum nachwachsenden Industrierohstoff (TAKOWIND II)». Vielleicht gehören gelbe Felder mit Löwenzahn als Nutzpflanze schon bald einmal zum Alltag.

**Quellen:** Anna Stolze et al. 2017, [Development of rubber-enriched dandelion varieties by](#)

[metabolic engineering of the inulin pathway](#), Plant Biotechnology Journal (in press, online 09.02.2017), DOI:10.1111/pbi.12672; [Naturkautschuk aus Löwenzahn](#), Forschung Kompakt Fraunhofer Gesellschaft Juni 2015; [Von der Pustelblume zum Autoreifen - Ein Unkraut wird zum Rohstofflieferanten](#), Pflanzenforschung.de, 20.08.2015: [TARAXAGUM – Kautschuk aus Löwenzahn](#), Continental Reifen Website; [Autoreifen aus Löwenzahn/Alternative Naturkautschuk-Quellen: Bundesminister Schmidt übergibt Zuwendungsbescheide](#), Auszug Pressemitteilung des BMEL vom 27.01.17.

## Neue Züchtungs- verfahren

### Minimal-invasiv gegen den Zitrus-Krebs

Die Pflanzenkrankheit Zitrus-Krebs führt zu hässlichen Verfärbungen auf den Stämmen, Blättern und Früchten von Zitrusfrüchten. Die geschwächten befallenen Bäume verlieren vorzeitig ihre Blätter und Früchte, ein Verkauf der erkrankten Früchte ist aus ästhetischen Gründen nicht mehr möglich. Betroffen sind vor allem Limetten, Orangen und Grapefruit in den USA und in Südamerika. Die Krankheit wird durch das Bakterium *Xanthomonas citri* ausgelöst, das durch kleine Verletzungen in die Pflanzen eindringen kann. Einmal ausgebrochen ist eine Bekämpfung der Krankheit schwer möglich, daher wird vor allem auf eine konsequente Eindämmung durch Desinfektion von Personal, Geräten und Fahrzeugen und Transportverbote für infiziertes Material und Erntegut gesetzt, und auf eine Vernichtung befallener Bäume und aller Nachbarbäume in einem grösseren Umkreis.

Die Züchtung krankheits-resistenter Sorten ist die wirksamste und nachhaltigste Strategie zur Kontrolle von Pflanzen-Krankheiten. Allerdings wird die klassische Züchtung von Zitrusfrüchten durch eine komplizierte Genetik und ein langsames Wachstum der Pflanzen behindert. Neue Züchtungsverfahren wie die gezielte Genom-Chirurgie eröffnen hier neue Ansätze für einen nachhaltigeren Anbau von Zitrusfrüchten. Bereits vor einigen Jahren hatten Wissenschaftler ein Pflanzengen, *CsLOB1*, identifiziert, das eine zentrale Rolle im Infektionsprozess spielt und so die «Achilles-Ferse» des Krankheitserregers darstellen könnte. Jetzt beschreibt ein Forscher-Team von der Universität Florida die gezielte Ausschaltung dieses Gens in den besonders krankheitsanfälligen Grapefruit, und die Erzeugung von Pflanzen, die gegen den Zitrus-Krebs immun sind.

Grapefruit sind Hybride aus Pampelmusen und Orangen, und haben daher zwei unterschiedliche Kopien des *CsLOB1*-Gens. Die Forscher verwendeten einen CRISPR/Cas9-Ansatz, um beide Gen-Kopien zugleich durch gezielte Schnitte im Pflanzen-Erbgut auszuschalten. Durch eine geeignete Auswahl der «guide RNA», durch welche die Schnittstelle programmiert wird, konnten sie in einem Durchgang beide Kopien gleichzeitig inaktivieren. Die dabei entstandenen Grapefruit-Pflanzen zeigten bei Infektion mit dem Erreger *Xanthomonas citri* eine verzögerte und deutlich reduzierte Ausprägung von Symptomen und damit eine stark erhöhte Resistenz.

Die Forscher hoffen, mit ihrem Ansatz einen Weg zur schnellen und effizienten Züchtung Zitrus-Krebs-resistenter Sorten eröffnet zu haben. Sie weisen darauf hin, dass die für ihre Versuche verwendeten Pflanzen ausser den punktförmigen Veränderungen des *CsLOB1*-Gens noch aus technischen Gründen ein Transgen für das Cas9-Protein und die «guide RNA» und somit fremde Erbinformation tragen. Diese haben aber keine Funktion mehr in den Pflanzen, und könnten nachträglich entfernt werden. Es gibt auch andere CRISPR/Cas9-Techniken, bei denen auf die Einführung eines Transgens ganz verzichtet werden kann. Sofern in den Grapefruit-Pflanzen ausschliesslich die gezielten Veränderungen des *CsLOB1*-Gens und keine fremden Erbinformationen zurückbleiben, lassen sich diese Pflanzen nicht mehr

von solchen mit spontan entstandenen, natürlichen Veränderungen unterscheiden. Das US Landwirtschaftsministerium hatte bei ähnlichen Anfragen bereits mitgeteilt, dass Pflanzen mit punktförmigen Erbgutveränderungen ohne Fremd-Gene nicht unter die Zulassungsbestimmungen für herkömmliche gentechnisch veränderte Organismen fallen, und in den USA ohne Einschränkungen angebaut werden dürfen ([POINT 171, April 2016](#)).

**Quelle:** Hongge Jia et al. 2017, [Genome editing of the disease susceptibility gene CsLOB1 in citrus confers resistance to citrus canker](#), Plant Biotechnol. J. (in press, online 04.01.2017), DOI:10.1111/pbi.12677

## Gross- britannien

### Freilandversuche mit gentechnisch verändertem «Superweizen» bewilligt

Die britische Aufsichtsbehörde DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) hat für die Jahre 2017 bis 2019 Freilandversuche in der Nähe von London mit gentechnisch veränderten Weizenpflanzen genehmigt. Die Pflanzen sollen eine effizientere Photosynthese aufweisen, und so möglicherweise auch unter Freilandbedingungen den Ertrag steigern.

Weizen trägt mit mehr als 20% zur Kalorien- und Eiweissversorgung der Weltbevölkerung bei. Während die Menschheit weiter wächst, waren die Ertragsverbesserungen durch klassische Züchtungsansätze in den letzten Jahren bei Weizen bescheiden und halten mit dem gesteigerten Bedarf nicht Schritt. Forscher suchen daher nach Wegen, den Ertrag von Weizenpflanzen zu steigern, ohne zugleich deren Ressourcenverbrauch wesentlich zu erhöhen. Bereits seit mehreren Jahren werden dabei auch Möglichkeiten untersucht, die Produktion von Biomasse durch die Pflanzen mit Hilfe der Sonnenenergie, die Photosynthese, zu optimieren. Ein Schlüsselenzym des Photosynthese-Zyklus, die Sedoheptulose-Bisphosphatase (SPBase), spielt dabei eine limitierende Rolle.

Transgene Weizenpflanzen, denen mehrere Kopien des SPBase-Gens aus der Grasart *Brachypodium distachyon* eingebaut worden waren, wurden im Treibhaus deutlich grösser als unveränderte Weizenpflanzen, und lieferten einen um 20% - 40% gesteigerten Ertrag. Die Projektleiterinnen, Prof. Christine Raines von der University of Essex und Dr. Elizabete Carmo-Silva von der Lancaster University, wollen nun überprüfen, wie sich ihre gentechnisch veränderten «Superweizen»-Pflanzen im Freiland verhalten, und ob sie auch unter den schwer vorhersehbaren natürlichen Witterungsbedingungen ein Mehrertrag zeigen.

Die Freisetzungsversuche sollen am Rothamsted Research Institut in der Nähe Londons durchgeführt werden, einer seit über 170 Jahren bestehenden landwirtschaftlichen Forschungseinrichtung mit einer grossen Innovations-Tradition. Dr. Malcolm Hawkesford, Forschungsleiter für das Weizenprojekt bei Rothamsted, betont dass bei klassischen Züchtungs-Ansätzen bereits eine Ertragssteigerung von einem Prozent als Erfolg betrachtet wird, wenige Prozent Verbesserung gelten schon als Super-Ertrag. Selbst, wenn nur ein kleiner Teil der im Treibhaus beobachteten Ertragsverbesserungen im Freiland realisiert werden könnten, wäre das also ein grosser Erfolg. Bis 2050 muss die globale Lebensmittel-Produktion um 70% gesteigert werden um die steigende Nachfrage zu decken.

In Grossbritannien laufen auch verschiedene andere Forschungsprojekte mit Nutzpflanzen, die mit gentechnischen Methoden verbessert wurden. Ebenfalls bei Rothamsted Research wird seit einigen Jahren Leindotter (Cameli-

na) untersucht, der Omega-3-Fettsäuren produziert und statt Fischmehl als Futterzusatz in der Aquakultur eingesetzt werden soll ([POINT 157 – Januar 2015](#)). Das renommierte Sainsbury Laboratory in Norwich untersucht gegen den Erreger der Kraut- und Knollenfäule *Phytophthora* resistente Kartoffelarten mit Resistenzgenen aus Wildkartoffeln.

Wie in anderen europäischen Ländern werden auch in Grossbritannien Freisetzungsversuche mit gentechnisch veränderten Pflanzen von manchen technologie-kritischen Organisationen bekämpft. Die Bevölkerung scheint jedoch modernen Entwicklungen in der Landwirtschaft gegenüber aufgeschlossener zu sein als in vielen anderen EU-Ländern, und die Politik stützt sich stärker auf wissenschaftliche Fakten ab. Auch die Blockade für den Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen innerhalb der EU wurde von der britischen Regierung nicht unterstützt. Es wird spannend, die Entwicklungen in Grossbritannien im Bereich moderner landwirtschaftlicher Methoden, einschliesslich dem Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen, nach dem Brexit zu verfolgen, wenn das Land selber darüber bestimmen kann und sich nicht mehr den Entscheidungen in Brüssel fügen muss.

**Quellen:** [New 'super yield' GM wheat trial gets go-ahead](#), BBC News, 01.02.2017; [Rothamsted Research is granted permission by Defra to carry out field trial with GM wheat plants](#), Rothamsted Research media release, 01.02.2017; [GM Camelina field Trial: Information](#), Rothamsted Research website; [The Sainsbury Laboratory plans GM potato field trial in Norwich](#), Eastern Daily Press, 07.02.2017; [British farmers could grow GM crops after Brexit, reveals minister](#), The Telegraph, 26.10.2016

## 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](#) an – und 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)

*Eine Initiative von*

**scienceINDUSTRIES**  
S W I T Z E R L A N D