

Gentechnisch veränderte Bäume

Autorin

Dr. Martha Mertens ist Sprecherin des Arbeitskreis Gentechnik beim *Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)*.

Künftig sollen gentechnisch veränderte (GV) Bäume und Gehölze (z. B. Rosen) kommerziell genutzt werden. GV-Linien von Forst- und Obstbäumen wurden weltweit bereits in Hunderten von Freisetzungsgetestet, wobei der Löwenanteil auf die USA entfällt. Auch in Europa (Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Norwegen, Portugal, Schweden, Spanien) wurden bzw. werden Versuche mit GV-Bäumen durchgeführt. Die transgenen Bäume sollen, wie der Großteil der einjährigen GV-Kulturpflanzen, vor allem resistent gegen Herbizide und Insekten sein, doch andere Eigenschaften, angepasst an verschiedene Nutzungen, werden ebenfalls angestrebt. Nicht zuletzt geht es auch darum, aus Bäumen Sprit zu gewinnen. Insbesondere für Plantagen, denen eine zunehmend wichtigere Rolle für die Holz- und Energieproduktion zukommt, wird der Anbau transgener Bäumen diskutiert.



vegetativ (ohne Befruchtung) vermehren. Sie war die erste Baumart, die gentechnisch verändert (1986) und deren Genom sequenziert (2004) wurde. Etwa die Hälfte der weltweiten Freisetzungen von transgenen Bäumen entfällt auf die Pappel, auch in Deutschland und anderen EU-Ländern wurden bzw. werden gentechnisch veränderte Pappeln bereits im Freiland getestet. In China sollen bis Ende 2002 auf 300 bis 500 Hektar mehr als 1,4 Millionen insektenresistente Bt-Pappeln zur kommerziellen Nutzung angepflanzt worden sein; genaue Daten liegen allerdings nicht vor.

Die gentechnische Veränderung betrifft auch andere Baumarten wie Fichte, Kiefer, Lärche, Birke, Ulme oder exotischere Arten wie Eukalyptus und Gummibaum. So plant die von Papier- und Biotechunternehmen gegründete Firma ArborGen in den USA die Freisetzung von mehr als 260 000 GV-Eukalyptuspflanzen, die tolerant gegen niedrige Temperaturen sind, eine veränderte Ligninzusammensetzung haben und schneller wachsen sollen. Zudem werden in verschiedenen Ländern transgene Obstbäume entwickelt und freigesetzt, z. B. Pflaumen- und Apfelbäume in den USA, Spanien und den Niederlanden. Kommerziell genutzt werden derzeit virusresistente Papayaabäume auf Hawaii.

Forschung und Entwicklung

Betrieben werden Erforschung und Entwicklung transgener Bäume von staatlichen Stellen wie von privaten Unternehmen, nicht selten auch in Kooperation. Der Modellorganismus für die gentechnische Veränderung von Bäumen schlechthin ist die Pappel: sie wächst schnell, lässt sich leicht gentechnisch verändern und



Neue Eigenschaften von Bäumen

Die angestrebten neuen Eigenschaften umfassen neben der „üblichen“ Herbizid- und Insektenresistenz die Resistenz gegen Krankheitserreger wie Viren, Bakterien oder Pilze, die Veränderung der Holzbestandteile (Lignin), Toleranz gegen widrige Umweltbedingungen (Hitze, Trockenheit, Kälte etc.), beschleunigtes Wachstum und gesteuerte Blütenbildung. Bäume sollen in kürzerer Zeit mehr und - je nach Verwendungszweck - die „richtige“ Biomasse liefern. Veränderungen von Ligninzusammensetzung bzw. -menge und Zellulosegehalt dienen der effizienteren Zellstoffproduktion, die vereinfachte Spaltung der Kohlenhydrate der Ethanolgewinnung. Transgene Nordmantannen sollen als Weihnachtsbäume ihre Nadeln später verlieren

- Schädlingsresistenz;
- Bildung kurzer, dicker Stämme mit wenigen, kleinen Ästen;
- geringe Lichtbedürftigkeit, die eine hohe Pflanzdichte (1,2 x 2,5 m) erlaubt;
- rasches Wachstum, das eine schnelle Rotation (Holzernte) von etwa fünf Jahren ermöglicht;
- lange Vegetationsperiode mit frühem Austrieb und spätem Blattfall;
- fehlende Blütenbildung - um so mehr Biomasse im Stamm zu erreichen und den Pollentransfer zu reduzieren;
- an unterschiedliche Nutzungswünsche angepasste Zellwände;
- schlussendlich sollten diese Pappelklone nicht eigenständig in der Natur überleben.



Foto: Craig Bennet, Papaya, bit.ly/247dacQ, creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/

und bestimmte gentechnisch veränderte Pappeln der Bodenentgiftung dienen. Um Anbau und Verarbeitung in sogenannten Kurz-Umtriebsplantagen effektiv zu gestalten, ließen sich - so die Vision - Pappelklone mit einer Reihe von Eigenschaften ausstatten:

Bei Obstbäumen hingegen soll die Blütenbildung nicht unterdrückt werden, sondern früher einsetzen, um die relativ lange Jugendentwicklung, in der die Bäume nicht blühen und Früchte bringen, abzukürzen. Ansonsten beziehen sich Projekte bei Obstbäumen vornehmlich auf die Erzeugung einer Schädlings- oder Krankheitsresistenz sowie neuerdings auf die gentechnische Veränderung der Unterlage, auf die die Frucht bildenden Reiser gepfropft werden.



Gentransfer nicht zu verhindern

Da gentechnisch veränderte Bäume und ihre Produkte, von Obstbäumen natürlich abgesehen, im Allgemeinen nicht verzehrt werden, stehen gesundheitliche Risiken nicht im Vordergrund der Debatte. Vernachlässigt wird dabei, dass sich die breite Bevölkerung großen Mengen gentechnisch veränderter Pollen ausgesetzt sieht - was insbesondere für Allergiker ein erhöhtes Risiko darstellt. Kommen transgene Bäume zum Blühen, können ihre Pollenwolken über erhebliche Entfernungen verbreitet werden. Junge Bäume im Kurzumtrieb sollen zwar nicht blühen, doch lassen sich unerwartete Effekte wie ein verfrühtes Blühen nicht ausschließen, wie die Versuche mit jungen GV-Pappeln in Deutschland gezeigt haben. Darüber hinaus können Nutz- und Wildtiere durchaus Pflanzenmaterial der transgenen Bäume fressen.

Die gentechnische Veränderung von Bäumen ist mindestens so umstritten wie die der ein- oder zweijährigen Nutzpflanzen. Denn Bäume

- leben über Jahrzehnte, wenn nicht Jahrhunderte,
- sind wenig züchterisch bearbeitet und domestiziert und daher durchsetzungsfähig,
- besitzen Kreuzungspartner in der Natur,
- sind zumeist Fremdbefruchter,
- produzieren riesige Mengen an Pollen und Samen,

- verbreiten Pollen und Samen über Kilometer, vielfach über Hunderte von Kilometern,
- nutzen den Transport von Pollen und Samen durch Wind, Wasser, Tiere (z.B. Vögel), bilden Samen mit jahre- wenn nicht jahrzehntelanger Lebensdauer, und zeigen teilweise eine vegetative Vermehrung.



Die Anpassung von Bäumen an Stressfaktoren wie Hitze, Trockenheit, Kälte oder belastete salzige Böden birgt ein besonderes Risikopotenzial, eröffnet sie doch den transgenen Bäumen und deren Nachkommen einen größeren Lebensraum und macht Areale, in denen es bislang zu heiß, zu trocken, zu kalt oder zu salzig für die entsprechende Baumart ist, zugänglich. Andere an diese Lebensräume angepasste Pflanzen und Ökosysteme werden verdrängt.

So begründen US-Umweltorganisationen ihre Kritik an den Plänen der Firma ArborGen, kältetolerante GV-Eukalyptusbäume kommerziell zu nutzen, unter anderem damit, dass Eukalyptus in den USA bereits als invasive Art gelte, die sich ungewollt ausbreitet und eine erhöhte Kältetoleranz ihren Lebensraum erheblich und in unerwünschter Weise ausweite.



Zudem benötigten die Bäume sehr viel Wasser und stellten aufgrund der ätherischen Öle in ihren Blättern eine erhöhte Brandgefahr in ohnehin schon gefährdeten Gebieten dar. Biodiversität, Bodenchemie, Wasserhaushalt und Ökosystem-Funktionen würden erheblich eingeschränkt.

Nicht absehen lässt sich, wieweit eine mit dem Klimawandel einhergehende Veränderung der Umweltbedingungen imstande ist, solche Effekte zu verstärken oder abzuschwächen.

Daraus lässt sich ableiten, dass sich der Gentransfer bei transgenen Bäumen nicht verhindern lässt - und dies über sehr große Entfernungen und Zeiträume. Die gentechnisch erzeugten neuen Eigenschaften gelangen so in den Genpool von Baumarten in natürlichen und naturnahen Ökosystemen - ohne dass wir wüssten, welche Effekte langfristig damit verbunden sind. Die neuen Eigenschaften wirken über Jahrzehnte bis Jahrhunderte auf eine unübersehbare Zahl von Nichtzielorganismen wie Mikroorganismen, Bodenbewohner, Insekten, Vögel und andere Tiere.

Beispielsweise wirken insektengiftige Toxine wie das *Bacillus thuringiensis*(Bt)-Toxin nicht, wie vielfach angenommen, nur spezifisch auf den anvisierten Schädling, sondern gefährden auch andere Organismen und damit möglicherweise komplexe Nahrungsketten. Lignine spielen bei der Abwehr der Pflanzen gegen Schädlinge und Krankheitserreger eine wichtige Rolle, ihre Reduzierung bzw.

Veränderung könnte folglich Bäume anfälliger gegen Schadorganismen machen. Außerdem wäre damit zu rechnen, dass sich der Abbau pflanzlicher Biomasse im Boden beschleunigt - und damit weniger CO₂ gebunden wird.



Trügerische Sicherheit

Die an der Entwicklung transgener Bäume interessierte Wissenschaft und Industrie propagiert vielfach, zwecks Begrenzung des Gentransfers Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen. So sollen Fremdgene statt in die DNA des Zellkerns in die DNA der Chloroplasten eingebaut und Pollen und/oder Samen gentechnisch steril gemacht werden. Doch diese Ansätze sind keinesfalls so sicher wie behauptet wird:

- Chloroplasten, die grünen, der Photosynthese dienen den Organellen, können sich auch im Pollen befinden und gegebenenfalls die Fremdgene auf die Nachkommen übertragen. Außerdem ist der Gentransfer aus Chloroplasten in den Zellkern nicht ausgeschlossen. Da die Chloroplasten-DNA in vielen Kopien vorliegt und gewisse Ähnlichkeiten mit bakteriellen Systemen hat, ist zudem das Risiko eines horizontalen Gentransfers von Pflanzen auf Mikroorganismen erhöht.
- Sehr fraglich ist, ob sich die Sterilität von Pollen und/oder Samen auf Dauer - über Jahrzehnte bis Jahrhunderte - sichern ließe.



Denn diese gentechnisch erzeugte Sterilität ist in der Regel von einem komplexen System verschiedener Transgene abhängig; das unter allen (auch veränderten) Umweltbedingungen zuverlässig funktionieren müsste. Bekannt ist aber, dass Transgene nicht selten inaktiviert werden, etwa infolge bestimmter Umweltbedingungen, die nicht vorhersehbar sind. Wüchsen transgene Bäume ohne Pollen- bzw. Samenbildung auf großen Arealen hätte dies unweigerlich auch Effekte auf zahlreiche Tierarten, die auf Pollen und Samen bzw. Früchte als Nahrung für sich und ihre Nachkommen angewiesen sind.

Versuche, den Gentransfer bei transgenen Bäumen mit Hilfe derartiger Systeme zu unterbinden, werden kaum erfolgreich sein. Es ist davon auszugehen (und hat sich im Bereich der ein- und zweijährigen Kulturpflanzen bereits gezeigt), dass sich Transgene, einmal in die Umwelt entlassen, nicht wieder zurückholen lassen. International und auf den regelmäßig stattfindenden UN-Konferenzen zur biologischen Vielfalt wird der Einsatz von GV-Bäumen denn auch sehr kritisch diskutiert, nicht zuletzt weil Menschen in vielen Ländern befürchten, dass sie selbst neuen Risiken und ihre Lebensräume und Wälder einem noch stärkeren Verwertungsdruck ausgesetzt werden. Allerdings kam bislang keine Vereinbarung über ein internationales Moratorium für die Freisetzung und den Anbau von gentechnisch veränderten Bäumen zustande.

Studie

Die Studie der Universität Wageningen liefert einen Statusreport zu gentechnisch veränderten Bäumen, den Trends und den möglichen Umweltrisiken.

C.C. Verwer et al. 2010: Genetically modified trees. Status, trends and potential environmental risks. bit.ly/Verwer2010

Report

Christoph Then und Sylvia Hamberger (Testbiotech): Gentechnisch veränderte Pappeln - eine ökologische Zeitbombe? (2010) bit.ly/TestbiotechPappeln

Bericht

Center for Food Safety : Genetically Engineered Trees - The New Frontier of Biotechnology (2013) bit.ly/CFS_GETrees

