



NeFo-Artikel

# Forscher wollen die zukünftige Holzversorgung sichern – und mit Gentechnik sogar den Wald schützen



## 2012 INTERNATIONAL YEAR OF

Von Verena Müller und Sebastian Tilch

Die Wälder der Erde geraten immer mehr unter Druck. Die Nachfrage nach Holz als Rohstoff und Energieträger steigt rapide. Im September 2011 hat die Bundesregierung in ihrer neuen Waldstrategie 2020 die Steigerung des Holzeinschlags in deutschen Wäldern um 60 Prozent beschlossen. Damit würden so viele Bäume gefällt wie nachwachsen. Eine Ausweitung der „Waldflächen mit natürlichem Zuwachs“, wie in der Nationalen Biodiversitätsstrategie von der Regierung 2007 beschlossen, wäre so kaum zu realisieren. Andernorts wandeln Tropenstaaten ihre hochdiversen Primärwälder in landwirtschaftliche Flächen um, während der Klimawandel die Wachstumsbedingungen für Bäume verändert. Was also tun? An der einen Front wollen Forscher den Wald durch Artenvielfalt fit und anpassungsfähig für den Klimawandel machen. Andere



Forscher arbeiten dagegen mit gentechnischen Mitteln an einer effizienteren Holzproduktion, die sie in Baumplantagen zu realisieren versuchen. Die von Kritikern gefürchteten Risiken seien, wie in vielen Studien gezeigt, zwar weit überzogen, zur Sicherheit werden dennoch aufwändige Maßnahmen empfohlen. Was in Deutschland noch in der Forschungsphase steckt, ist in China schon längst kommerzielle Realität: Über eine Million insektenresistente Pappeln stehen dort bereits seit zehn Jahren. Ohne Sicherheitsvorkehrungen.

Die Wälder der Erde geraten immer mehr unter Druck. Die Nachfrage nach Holz als Rohstoff und Energieträger steigt rapide. Im September 2011 hat die Bundesregierung in ihrer neuen Waldstrategie 2020 die Steigerung des Holzeinschlags in deutschen Wäldern um 60 Prozent beschlossen. Damit würden so viele Bäume gefällt wie nachwachsen. Eine Ausweitung der „Waldflächen mit natürlichem Zuwachs“, wie in der Nationalen Biodiversitätsstrategie von der Regierung 2007 beschlossen, wäre so kaum zu realisieren. Andernorts wandeln Tropenstaaten ihre hochdiversen Primärwälder in landwirtschaftliche Flächen um, während der Klimawandel die Wachstumsbedingungen für Bäume verändert. Was also tun? An der einen Front wollen Forscher den Wald durch Artenvielfalt fit und anpassungsfähig für den Klimawandel machen. Andere Forscher arbeiten dagegen mit gentechnischen Mitteln an einer effizienteren Holzproduktion, die sie in Baumplantagen zu realisieren versuchen. Die von Kritikern gefürchteten Risiken seien, wie in vielen Studien gezeigt, zwar weit überzogen, zur Sicherheit werden dennoch aufwändige Maßnahmen empfohlen. Was in Deutschland noch in der Forschungsphase steckt, ist in China schon längst kommerzielle Realität: Über eine Million insektenresistente Pappeln stehen dort bereits seit zehn Jahren. Ohne Sicherheitsvorkehrungen. Die Wälder rauschen wieder im Norden Chinas. Noch vor zehn Jahren sah es hier vor den Toren Pekings ganz anders aus. Jahrzehntelange intensive Abholzungen haben Wüsten hinterlassen. Als Antwort auf das massive Luftverschmutzungsproblem der chinesischen Hauptstadt durch Sandstürme beschloss die Regierung ein gigantisches Aufforstungsprogramm. Nach eigenen Angaben pflanzte der Staat seitdem bis zu 50 Millionen Hektar neuen Wald. Allein die Aufforstungen Chinas drückten die Bilanz der globalen Waldfluktuation, bei der Abholzung gegen Aufforstung verrechnet wird, nach unten, wobei sich die tatsächliche Abholzungsrate natürlicher Wäldern, laut der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen FAO weltweit jährlich 13 Millionen Hektar, nicht reduziert hat.

Entstehen nun also überall riesige Weiten neuer Wälder? Eine schöne Vorstellung. Zu schön vielleicht, denn diese Wälder haben mit ursprünglichen Wäldern wenig zu tun. Forstexperten würden wohl eher von Holzplantagen sprechen. Denn tatsächlich handelt es sich, ähnlich den deutschen Fichtenwäldern, die vor 200 bis 300 Jahren gepflanzt wurden, in den meisten Fällen um Monokulturen mit schnell wachsenden Baumarten, ausgewählt nach ihrem Nutzungswert.



Pappelplantage  
Foto: BMBF Biosicherheit.de

So auch die Pappel, die in China am häufigsten kommerziell genutzte Baumart. Sie erreicht innerhalb von zehn Jahren leicht eine Höhe von 17 Metern und stellt geringe Ansprüche an die Umwelt. Neben der energetischen Verwertung wird sie für Furniere, Sperr- und Bauholz verwendet. Allerdings haben Monokulturen generell den Nachteil, besonders anfällig für Schädlinge und Krankheiten zu sein. Was ein artenreicher Wald durch eine Vielzahl natürlicher evolutionär entstandener Schutzmaßnahmen abwehren kann, muss in der Monokultur der Mensch leisten – mit teuren und umweltschädlichen Pflanzenschutzmitteln.

### **Genmanipulierte Wälder – in China bereits Realität**

Kosten, die man sich sparen könnte, wenn die Bäume das Gift selbst herstellten, meinen Forstgenetiker. Was in Europa noch immer als undurchsetzbar gilt, ist in China seit knapp zehn Jahren Realität. Nach dem Vorbild von gentechnisch verändertem Bt-Mais baute die Regierung seit 2003 im Zuge der Wiederaufforstungsmaßnahmen 1,4 Millionen Bt-Pappeln an. Bt steht für das Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis*, das ein Insektengift produzieren kann. Die dafür notwendigen Gene wurden aus dem Bodenbakterium in das Genom von Pappeln eingeschleust, damit sich diese fortan selbst gegen Blattfresser wie den Großen Pappelbock zur Wehr zu setzen können. In China war die Freisetzung derart veränderter Pappeln der Schlussakt eines großen durch die FAO geförderten Forschungsprojekts. Für Forstgenetiker in anderen Ländern mit



geringeren wissenschaftlichen Freiheiten ein Glücksfall, ermöglicht er ihnen doch, neue Erkenntnisse über das Verhalten von genmodifizierten Bäume im Freiland zu sammeln.

Großhansdorf bei Hamburg. „Wir sollten mehr Mut haben und die neuen Möglichkeiten nutzen.“ meint Matthias Fladung, Leiter der Abteilung „Genomforschung“ des Instituts für Forstgenetik des Johann Heinrich von Thünen-Instituts. „Wir brauchen künftig, zusätzlich zum Wald, Holzquellen die nicht gleichzeitig mit der Nahrungsproduktion konkurrieren.“ Nach einem aktuellen [Bericht der EU-Kommission](#) wird die weltweite Nachfrage nach Lebensmitteln, Futter und Biomasse um 70 Prozent bis 2050 steigen, während 60 Prozent der wichtigsten Ökosysteme, die diese Ressourcen hervorbringen, bereits degradiert sind oder nicht nachhaltig genutzt werden. Für Fladung bedeutet das vor allem, dass bisher ungenutzte Flächen, auf denen bisher kein Baum gedeihen konnte, nutzbar gemacht werden sollten. Beispielsweise auf verseuchter Erde oder an extrem trockenen Standorten.

Möglich machen könnte dieses Kunststück die Gentechnik. Eingeschleuste Gene würden neue Pflanzensorten schädlingsresistent machen oder sie für die Nutzung in der Papierherstellung optimieren. Mit diesen „Superbäumen“ würde sich der Nutzungsdruck auf Wälder verringern, und die Menschen hätten weiterhin ihren Wald als Erholungsort bei maximal effizienter Rohstoffgewinnung ohne Nahrungskonkurrenz und geringerer Gesundheitsbelastung durch Spritzmittel.



Dr. Matthias Fladung  
(vTi)



Doch nicht nur für unsere Breiten wäre es nach Fladungs Vorstellung sinnvoll, den Einsatz solcher GMO-Bäume (GMO bedeutet gentechnisch modifizierte Organismen) zu prüfen. „Wir werden zunehmend Schwierigkeiten haben, die wachsende Weltbevölkerung mit Nahrung und Energie zu versorgen. Andererseits wollen wir weg von Kernenergie, Kohle und Erdöl hin zu erneuerbaren Energien.“ Ein wichtiger Ansatz sei dabei, die Holzproduktion so effizient wie möglich zu machen. Schon heute stellen Energieproduzenten, wie beispielsweise Vattenfall in Berlin, ihre Kohlekraftwerke auf vermeintlich klimaneutrales Holz um. Da die nötige Menge für ein Heizkraftwerk nicht kosteneffizient aus unseren Breiten gedeckt werden kann, soll das Holz aus Liberia kommen. Eine Nahrungskonkurrenz scheint also vorprogrammiert. Bisher wurden Biokraftstoffe vor allem auf Ackerflächen oder ehemaligen Regenwaldflächen angebaut. Damit entstand entweder der Konflikt der „Vollen Tanks und leeren Teller“ oder eine zusätzliche Regenwaldzerstörung war die Folge. „Die Gentechnik gäbe uns die Möglichkeit, die Probleme der Nahrungs- und Energieversorgung zu mindern - mit schneller wachsenden, leichter zu verarbeitenden, schädlingsresistenten Bäumen auf Holzplantagen.“ meint Fladung. Holzplantagen mit optimierten Baumsorten seien eine große Chance, um umweltfreundlich Energie zu gewinnen. „Im Grunde tragen wir mit unseren Gentech-Bäumen sogar deutlich zum Umweltschutz bei.“

### **Erhaltung der Artenvielfalt mit Gentechnik?**

Und wer weiß, wie leistungsfähig unsere naturnahen Wälder in Zukunft sein werden? Schon heute zeichnet sich ab, dass der Klimawandel einigen Baumarten durch höhere Durchschnittstemperaturen, veränderte Wasserverfügbarkeit und zunehmenden Schädlingsbefall zusetzen wird. Am Rande des Aussterbens wegen eines aggressiven Pilzes befinden sich derzeit zum Beispiel die Europäische Ulme und die Esche. Mit Hilfe der Gentechnik, so Fladung, könnten solche wichtigen Arten erhalten werden. Statt auf eine erfolgreiche Züchtung zu warten und etwaige große Verluste hinzunehmen, könnte hier gentechnisch ein Pilzresistenzgen hinzugefügt werden, der Effekt wäre sofort da. „Die Natur, gerade bei so langlebigen Organismen wie Bäumen, könnte für eine Anpassung zu langsam reagieren.“, meint Fladung. „Warum der Züchtung also nicht mit Gentechnik etwas auf die Sprünge helfen?“

Eine Frage, die in großen Teilen der Welt bereits mit „Gerne!“ beantwortet ist. Weltweit bringen Wissenschaftler ihre neuesten Gentech-Kreationen ins Freiland. Die meisten Freilandversuche mit gentechnisch veränderten Bäumen werden in den USA, Kanada und Europa in nahezu allen EU-Staaten durchgeführt. Auch in Deutschland. In den USA wurden aktuell erste Freilandsversuche für Papaya und Pflaume mit gentechnisch erzeugter Virusresistenz genehmigt. Neben der Schädlingsresistenz steht international vor allem die Optimierung von Arten wie Pappel und Eukalyptus für die Papierindustrie und die Biomasseproduktion im Fokus. Zur Papierherstellung werden die Inhaltsstoffe der Bäume auf optimale Nutzbarkeit getrimmt: Geringerer Lignin-,



höherer Zelluloseanteil. Denn Lignin lässt das Papier vergilben und muss daher bei der Produktion aufwendig und umweltbelastend entfernt werden. Und ein höherer Anteil an Zellulose freut die Bioethanol-Produzenten, da diese in Zucker umgewandelt und anschließend zu Alkohol vergärt werden kann. Und selbst schweren Stürme wie Kyrill und Lothar, die der Forstindustrie in der Vergangenheit große Verluste zugefügt hatten, sollen die ligninarmen GMO-Bäume besser standhalten, denn Lignin mache die Stämme spröder und brüchiger.<sup>[1]</sup> Und solche Stürme soll es, glaubt man den Prognosen der Klimaforscher, künftig durch die Klimaerwärmung deutlich häufiger geben. Ist Gentechnik also die ideale Methode um unsere Wälder an die Herausforderungen der Zukunft anzupassen?

### **Wir schaffen uns nur neue Probleme, ohne alte zu lösen**



Dr. Ricarda Steinbrecher  
(Econexus)

"Nein!", meint die Molekulargenetikerin und Entwicklungsbiologin Dr. Ricarda Steinbrecher, wissenschaftliche Leiterin von [EcoNexus](#), einem Zusammenschluss von Naturwissenschaftlern mit Expertise in Umwelt- und Sozialrecht, und Vertreterin der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler bei den internationalen Biosicherheitsverhandlungen. Die frühere Studienkollegin Fladungs sieht vor allem eine Gefahr für die biologische Vielfalt in Wäldern. Wälder seien nicht einfach nur eine Ansammlung von Bäumen, sondern Ökosysteme, die sich selbst erhielten und eigene, über Jahrmillionen entwickelte und viel effektivere Anpassungswege an sich ändernde



Lebensbedingungen hätten. „Das Hauptproblem der Forst- wie auch Landwirtschaft ist die ökonomisch begründete Produktion in Monokulturen. Systeme mit fehlender Vielfalt sind in der Regel einfach anfälliger für äußeren Stress wie Schädlinge, Krankheiten oder Trockenheit. Der Versuch, diese Lücke künstlich durch Gentechnik zu schließen, behebt dieses Problem auf lange Sicht nicht. Im Gegenteil. Es entstehen zusätzlich noch neue Probleme.“ Gerade am Beispiel ligninarmer Bäume wäre dies gut zu sehen: Studien zeigen hier generell eine verringerte Vitalität und eine höhere Sterberate. Eine Ursache wird dabei in der geringeren Stabilität der Wasser leitenden Zellen gesehen, wodurch der Wasserstrom in diesen Zellen schneller abreißt[2/3]. Wäre Lignin also tatsächlich nachteilig für die Bäume, hätten diese den Stoff schon längst abgeschafft. „Die Gentechnikbefürworter haben lediglich die von der Industrie gewünschten Merkmale im Blick. Dass dadurch an anderer Stelle Nachteile und Risiken entstehen, wird dem wirtschaftlichen Ziel untergeordnet.“

Zu solchen Risiken gehört auch die unkontrollierte Ausbreitung der transgenen Pflanzen und die Übertragung ihrer technisch eingefügten Gene auf Wildpflanzen. Steinbrecher warnt hier vor nicht abschätzbaren Folgen: "Gentechnisch veränderte Bäume in natürlichen Ökosystemen könnten die Funktionen der Ökosysteme zum Ausfall bringen." Zum einen können die durchsetzungsfähigeren Gtech-Klone wilde Artverwandte verdrängen und so die genetische Vielfalt der Art verändern.[4] Ein resistenter Schädling könnte hier die ganze Art gefährden. Zudem können andere natürliche Baumarten durch die zunächst resistenteren Arten verdrängt sowie Nicht-Zielorganismen wie Insekten oder Bodenlebewesen, die tragende Rollen im funktionierenden Waldökosystem bei der Samenverbreitung, Bestäubung, Bodenbereitung oder Wasserreinigung spielen, durch die Toxine geschädigt werden.[5] Damit wären die Pufferkapazität und der natürliche Schutz des Ökosystems vor Störungen nicht mehr gegeben. Gerade in Anbetracht der sich zunehmend ändernden Umweltbedingungen wäre dies fatal."

### **Alles eine Frage der guten landwirtschaftlichen Praxis**

„Auskreuzung soll kein Problem sein.“ sagt Matthias Fladung. „Die Sicherheit können wir dadurch gewährleisten, dass wir nur sterile Pflanzen ausbringen, also Pflanzen, die dank eingeschleuster Sterilitätsgene keine Pollen produzieren.“ Dies würde verhindern, dass sich der Pollen genveränderter Pflanzen unkontrolliert ausbreitet und sich die gentechnisch veränderten Bäume mit natürlichen Arten kreuzen können. Seit 1997 haben die Forstgenetiker des Johann Heinrich von Thünen-Instituts und der Universität Freiburg vier Freisetzungsversuche dazu durchgeführt. Diese und andere Studien hätten über den Zeitraum von fünf Jahren keinerlei Anhaltspunkte für eine Auskreuzung oder Gefährdung anderer Organismen durch genveränderte Bäume geliefert.

Allerdings sei Risikominimierung auch immer eine Frage der guten landwirtschaftlichen Praxis. "Wir würden unsere Gtech-Bäume nur sehr verantwortungsvoll auf streng kontrollierten Plantagen



anpflanzen, in denen sie getrennt von natürlich Wäldern gehalten werden." Ein transgener Pollen könne nur dann zur Fortpflanzung kommen, wenn er auf die Narbe einer weiblichen Blüte trifft und es zur Befruchtung kommt. Diese Ereignisse seien verhältnismäßig selten, wenn die transgenen Pappeln in ausreichender Entfernung zu natürlichen Pappeln gehalten würden. Die Ausbreitung über Wurzelasläufer sollten nach Fladungs Vorstellung mechanische Barrieren im Boden verhindern.

### **Wann ist ein Wald ein Wald?**



Tieflandregenwald in Brasilien  
Foto: D. Sattler

Spätestens hier stellt sich allerdings die Frage, was ein Wald ist und was nicht? Laut dem Freiburger Forstökonom Dr. Till Pistorius gibt es weltweit rund 800 Definitionen für einen Wald, je nachdem, welche Interessen dahinter stehen. Nach der Definition der FAO und der Klimarahmenkonvention ist ein Wald vor allem ein Kohlenstoffspeicher. Das kann jedes Areal sein, das „mindestens 0,5 bis 1 Hektar groß und zu 10 bis 30 Prozent von Pflanzen bedeckt ist, die ausgewachsen mindestens zwei bis fünf Meter hoch sind“. Diese Definition unterscheidet allerdings nicht zwischen Naturwäldern, Wirtschaftswäldern und Plantagen. Da Wälder neben ihrem Holzwert im Emissionshandel als Kohlenstoffspeicher wirtschaftlichen Wert erlangen, wird das Deklarieren schnell wachsender Nutzholzmonokulturen als Wald zunehmend attraktiv. Die Klimarahmenkonvention UNFCCC kann eine solche Praxis bisher nicht verhindern, verhandelt jedoch seit längerem über einen gegensteuernden Mechanismus. Damit steht aber auch der Nutzung gentechnisch veränderter Bäume wenig entgegen.

In der Praxis zeigt sich, dass die Vorstellungen der Forscher einer globalen verantwortungsvollen Holzproduktion mit GMO eher unrealistisch sind. Als 2003 in China die GMO-Pappeln gepflanzt wurden, gab es weder Regelungen noch Kontrollen. Der Forstexperte Huoran Wang von der Chinesischen Akademie für Waldwirtschaft in Peking und Chinas Repräsentant in der



Expertengruppe der FAO zu Genressourcen im Wald warnte in einer Rede, dass der Samen- und Pollentransfer hier nicht kontrollierbar sei. Die Pappeln seien so großflächig verteilt und keiner wisse genau, wo die Bäume gepflanzt worden seien. Einen Sicherheitsabstand bei neuen Pflanzungen einzuhalten sei so fast unmöglich. Und tatsächlich wurden auch Auskreuzungen festgestellt. Noch in bis zu 500 Metern Entfernung von der eigentlichen Holzplantage wurden Hybride von gentechnisch veränderten und natürlichen Pappeln gefunden. Bedingt vor allem dadurch, dass einige der angeblich rein weiblichen Bt-Pappeln dennoch Pollen ausgebildet hatten.[\[6\]](#)

Tatsächlich sei in China die Ausbreitung von gentechnisch veränderten Pollen bisher sehr lasch gehandhabt worden.", gesteht Fladung ein. Aber dies ändere sich gerade. Auch die Chinesen seien sich der Problematik bewusst, dass auch natürliche diverse Wälder vonnöten sind, um die Umweltprobleme zu lösen. „Eine hundertprozentige Sicherheit gibt es aber natürlich nie.“

### **„Gene gibt es überall“**

"Dennoch sollten wir keine Angst vor Genen haben", meint Mattias Fladung. „Gene gibt es überall. Und der Austausch von Genen zwischen den Organismen ist eine an sich natürliche Sache, die tausendfach ständig stattfindet. Wir alle tragen beispielsweise Unmengen an Virusgenen in unserem Erbgut, ohne dass es uns damit schlecht geht." Außerdem hätten wir es bereits überall mit gentechnisch veränderten Organismen zu tun: Seien es Bt-Mais, Bt-Soja, Papier aus genveränderter Baumwolle, pharmakologisch wichtige Substanzen wie Insulin oder Interferon oder Enzyme in Waschmitteln, gewonnen aus gentechnisch veränderten Bakterien. Fladung sieht die Sache pragmatisch. „Der Mensch hat doch schon soviel in die Natur eingegriffen. Warum dann nicht auch bei Bäumen, die für eine ökologisch nachhaltige und umweltverträgliche Form der Energiegewinnung genutzt werden könnten? Ich sehe darin prinzipiell keinen Unterschied.“

### **Wie nachhaltig sind die Vorteile der Gentechnik?**

„Abgesehen von möglichen Gefahren stellt sich allerdings auch die Frage, ob die Vorteile der genveränderten Bäume langfristig überhaupt erhalten bleiben.“ gibt Ricarda Steinbrecher zu bedenken. So wurden beispielsweise im Falle von schädlingsresistentem Bt-Mais- und Bt-Baumwollpflanzen bereits nach wenigen Jahren festgestellt, dass die Schädlinge Resistenzen gegenüber den produzierten Toxinen erworben hatten[\[7/8\]](#). Als Folge davon mussten die Landwirte wieder auf Spritzmittel zurückgreifen. Der Einspareffekt war dahin. In Fladungs eigenen fünfjährigen Studien an GMO-Bäumen seien solche Resistenzbildungen allerdings nicht nachweisbar gewesen.



Zudem neigen Pflanzen auch dazu, eingeschleuste Gene abzuschalten. Dieses sogenannte Gene Silencing dient eigentlich der Abwehr von Viren, die ebenfalls fremdes Erbgut darstellen. Dabei kann die Pflanze sowohl die gewünschte Eigenschaft wie Toxinproduktion als auch seine Sterilität verlieren. Auslöser sind Stresseinflüsse wie z.B. starke Temperaturänderungen. Nachgewiesen wurde dies u.a. an Petunien, die in Deutschland 1990 als erste transgene Pflanze im Freiland getestet wurden. Hier sorgte ein eingefügtes Gen bei 92 Prozent der Blüten für eine lachsrote Färbung. Nach einer Hitzewelle mit bis zu 36° Celsius zeigten nur noch 37 Prozent der Blüten diese Farbe. Das Phänomen konnte eindeutig auf Hitzestress zurückgeführt werden[9].

Matthias Fladung hält die Ängste in der Gesellschaft und unter den Gentechnikgegnern für überzogen. Die Gefahren würden überschätzt und damit die Chance auf enorme Vorteile verspielt. „Wir sollten uns ein Beispiel nehmen am Mut der Chinesen und Amerikaner.“ sagt er. Für Ricarda Steinbrecher zeigen all die Unsicherheiten, dass die Anwendung von gentechnisch veränderten Bäumen keine Lösung zur Erhaltung der Holzvorräte und der Wälder ist. „Generell sollten wir uns von Monokulturen abwenden und uns mehr auf andere Methoden mit Mischanbau konzentrieren, im Feld wie im Wald“, rät Steinbrecher. Gerade bei Monokulturen mit Klonen ginge bei Befall durch eine Krankheit oder einen Schädling der gesamte Bestand verloren. „Wo mehrere Baumarten und Altersstrukturen gemeinschaftlich angebaut werden, entstehen Ökosysteme mit deutlich höheren Abwehrkräften.“ Das haben laut Steinbrecher auch chinesische Biologen und Ökologen erkannt. Sie drängen deshalb darauf, mit Mischwäldern eine nachhaltige Barriere gegen die weitere Ausbreitung der Wüste zu schaffen.

### **Literaturnachweise:**

1 Pilate G, Guiney E, Holt K, Petit-Conil M, Lapierre C, Leplé JC, Pollet B, Mila I, Webster EA, Marstorp HG, Hopkins DW, Jouanin L, Boerjan W, Schuch W, Cornu D, Halpin C (2002) Field and pulping performances of transgenic trees with altered lignification

2 Voelker SL, Lachenbruch B, Meinzer FC, Strauss SH (2010): Transgenic poplars with reduced lignin show impaired xylem conductivity, growth efficiency and survival

3 Voelker SL, Lachenbruch B, Meinzer FC, Strauss SH (2011): Reduced wood stiffness and strength, and altered stem form, in young antisense 4CL transgenic poplars with reduced lignin contents

4 Lemke & Winter 2003: 19f.; TAPPESER 2000: 31ff.; SRU 2004: 410; SCHÜTTE et al. 2001: 26,74; SRU 1998: 281f.; RL 2001/18/EG, Anhang II; DALE et al. 2002: 569f.

5 Dale et al. 2002: 567ff.; GAUGITSCH 2004: 190; TAPPESER et al. 2000: 42ff.; SRU 2004: 410

[6 Pearce, 2004: China's GM trees get lost in bureaucracy. New Scientist 20.09.2004](#)



7 Gassmann AJ, Petzold-Maxwell JL, Keweshan RS, Dunbar MW (2011) Field-Evolved Resistance to Bt Maize by Western Corn Rootworm. PLoS ONE 6(7): e22629. doi:10.1371/journal.pone.0022629

8 Kouser S, Qaim M (2011) Impact of Bt cotton on pesticide poisoning in smallholder agriculture: A panel data analysis

9 Meyer P, Linn F, Heidann I, Meyer H, Niedenhof I, Saedler H (1992): Endogenous and environmental factors influence 35S promoter methylation of a maize A1 gene construct in transgenic petunia and its colour phenotype. Mol. Gen. Genet. 231: 345-352.

**Kontakt:**

**[Dr. Matthias Fladung](#)**

Institut für Forstgenetik

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Großhansdorf

E-Mail: [matthias.fladung@vti.bund.de](mailto:matthias.fladung@vti.bund.de)

**[Dr. Ricarda Steinbrecher](#)**

EcoNexus

Oxford, Großbritannien

Telefon: +44 (0)1865 725 194

E-Mail: [R.Steinbrecher@econexus.info](mailto:R.Steinbrecher@econexus.info)

**IMPRESSUM**

Das Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung Deutschland (NeFo) ist ein Projekt gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Das Projekt wird maßgeblich durchgeführt vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ Leipzig und dem Museum für Naturkunde Berlin (MfN). Weitere Informationen und Hinweise zum NeFo-Projekt und Team unter [www.biodiversity.de](http://www.biodiversity.de).