

Gesundheitliche Wirkungen

BASISINFORMATION NR. 19

Diese Basisinformation befasst sich mit möglichen negativen gesundheitlichen Auswirkungen, die mit dem Verzehr gentechnisch veränderter Produkte verbunden sein können. Im Zentrum stehen die Themen Allergenität und Toxizität, die in Bezug auf Lebensmittel von Bedeutung sind. In diesem Zusammenhang werden auch sekundäre Effekte auf den Pflanzenstoffwechsel sowie das Thema Antibiotika-Resistenzen erörtert. In Bezug auf den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen werden gesundheitliche Effekte für Beschäftigte in der Landwirtschaft angesprochen. Behandelt werden ferner gesundheitliche Risiken, die mit einem zukünftigen Anbau und der Verarbeitung von gentechnisch veränderten Pflanzen verbunden sein könnten, die als erneuerbare Rohstoffquelle dienen sollen. In dieser Basisinformation wird nicht auf Zielsetzungen eingegangen, mit Hilfe der Gentechnik den Anteil gesundheitlich vorteilhafter Inhaltsstoffe in Pflanzen zu erhöhen bzw. den Gehalt an gesundheitlich nachteiligen Inhaltsstoffe zu senken (siehe hierzu Basisinformation Nr. 5).

EINLEITUNG

Generell benötigen in der EU alle gentechnisch veränderten Pflanzen eine Zulassung, so auch die, die als Lebensmittel oder Lebensmittelzutat genutzt werden sollen. Mit dem Zulassungsverfahren sollen mögliche Gesundheitsrisiken ausgeschlossen werden, die aufgrund des Gentechnikeinsatzes auftreten können. Die Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Pflanzen erfolgt durch die European Food Safety Agency (EFSA) und im Rahmen ihrer Zulassung werden ihre Allergenität und Toxizität untersucht (siehe Basisinformation Nr. 13).

Mögliche gesundheitliche Effekte gentechnisch veränderter Pflanzen müssen bei jeder Nutzpflanzenart und für jede einzelne gentechnische Veränderung überprüft werden. Die Abschätzung möglicher gesundheitlicher Gefährdungen erfolgt durch vergleichende Analysen, die auf dem Prinzip der substantiellen Äquivalenz (wesentliche Gleichwertigkeit) beruhen. Hierbei wird eine gentechnisch veränderte Pflanze mit der unveränderten Ausgangspflanze verglichen. Entsprechend wird keine absolute Aussage sondern eine ver-

gleichende Aussage über die Sicherheit getätigt: die gentechnisch veränderte Pflanze bzw. das aus ihr gewonnene Lebensmittel sei ebenso sicher wie das unveränderte Ausgangsprodukt (BATS 2008). Diesem Vorgehen liegt die Annahme zu Grunde, dass eine absolute Sicherheit bei Lebensmitteln nicht möglich ist. Zum Beispiel enthalten viele Lebensmittelpflanzen toxische oder unverträgliche Substanzen, gleichzeitig besitzen die Menschen langjährige Erfahrung im sicheren Umgang mit ihnen (Stirn 2007). Die Zusammensetzung von Lebensmitteln ist meist gut dokumentiert, vor allem über mögliche toxische Inhaltsstoffe, kritische Nährstoffe (z.B. Vitamine) oder andere relevante Eigenschaften sind Daten verfügbar. Deshalb können die entsprechenden Konzentrationen von gentechnisch veränderten Produkten mit diesen verglichen werden (BATS 2008). Werden beim Vergleich keine auffälligen Unterschiede zwischen unveränderter und gentechnisch veränderter Pflanze festgestellt, wird davon ausgegangen, dass beide Pflanzen (bzw. Lebensmittel) gleich sicher sind (BMGF 2003b).

Im Unterschied zu den Ausgangspflanzen muss bei transgenen Pflanzen in Erwägung gezogen werden,

- inwieweit das Protein, das von der eingeführten DNA codiert wird, toxische oder allergene Wirkungen aufweist und
- ob durch Sekundäreffekte eine erhöhte Akkumulation von Toxinen oder Allergenen auftritt.

Theoretisch könnte die eingeführte DNS zwar selbst toxisch oder allergen wirken. Allerdings sind Nukleinsäuren chemisch gesehen recht einheitlich und haben schon immer zur menschlichen Nahrung gehört; die ganz überwiegende Zahl der Wissenschaftler sieht sie daher als unbedenklich an. Untersuchungen fokussieren daher auf allergene oder toxische Effekte, die mit den Proteinen oder mit Sekundäreffekten verbunden sein könnten.

ALLERGENITÄT

Prinzipiell ist jedes Protein in der Lage Allergien auszulösen. Das Auftreten einer Allergie wird von zwei Faktoren beeinflusst, zum einen von einer vorhandenen genetischen Disposition des Betroffenen und zum anderen von der Menge des potenziell allergenen Proteins, das aufgenommen wird. Außer einem vollständig neuen Protein können in einem Lebensmittel auch unüblich hohe Konzentrationen bereits enthaltener Proteine auftreten, wenn mit Hilfe der Gentechnik oder aufgrund einer anderen Technik die Verwendung eines Proteins kostengünstiger wird (BMGF 2003b).

Es gibt keine direkten Testmethoden zur Bestimmung bzw. Vorhersage der Allergenität von Proteinen. Bei der Sicherheitsabschätzung im Rahmen der Zulassung greift man daher auf indirekte Untersuchungen zurück, bei denen das Protein auf charakteristische Ei-

genschaften bekannter Allergene überprüft wird. Beispielsweise wird untersucht, inwieweit die Aminosäure-Sequenz des übertragenen Proteins mit Sequenzen bekannter Allergenen übereinstimmt. Ein weiterer Hinweis auf ein allergenes Potential ist die fehlende Abbaubarkeit in Verdauungsstudien. Die Sicherheitsüberprüfung in punkto Allergenität verläuft nach einem festen, mehrstufigen Protokoll (EFSA 2006).

TOXIZITÄT

In allen Lebensmittelpflanzen können toxische Substanzen enthalten sein – unabhängig davon, ob die Pflanzen mit gentechnologischen Methoden verändert wurden oder nicht. Bei der Sicherheitsabschätzung werden neben dem neu eingeführten Protein mögliche Veränderungen in der Zusammensetzung der Hauptmakro- und Mikronährstoffe analysiert, die über die Variationsbreite hinausgehen, die auf Grund unterschiedlicher Anbaubedingungen (Boden, Wetter, etc.) auftreten. Veränderungen bei bestimmten Inhaltsstoffen sollen Hinweise auf andere Veränderungen geben.

Bei der Sicherheitsabschätzung wird u.a. das neu gebildete Protein darauf überprüft, ob hinsichtlich der DNS-Struktur Ähnlichkeiten zur Sequenz bekannter toxischer Proteine existieren (Überprüfung von Sequenz-Homologien). Untersucht wird auch, ob das Protein möglicherweise im Syntheseprozess (post-translational) so verändert wird, dass toxische Effekte auftreten. Zur Sicherheitsabschätzung gehört ferner eine Reihe von spezifischen Toxizitätstests in Tierversuchen, die ursprünglich für Pestizide und Zusatzstoffe entwickelt wurden.

SEKUNDÄRE EFFEKTE AUF DEN PFLANZENSTOFFWECHSEL

Während eine Überprüfung möglicher toxischer oder allergener Wirkungen bei einem einzelnen Protein relativ einfach fällt, sind Sekundäreffekte wegen ihrer Komplexität deutlich schwieriger zu erfassen. Hierbei handelt es sich um Veränderungen im Stoffwechsel, die unbeabsichtigt durch das Einbringen neuer Gene auftreten. Solche Veränderungen können auftreten, entweder weil das übertragene Gen (bzw. das von ihm verschlüsselte Protein) selbst den Stoffwechsel in der Pflanze verändert, oder weil beim Einbringen eines neuen Gens der DNS-Strang der Pflanze an einer zufälligen Stelle unterbrochen wird; hierbei können Gene inaktiviert werden, die den Stoffwechsel regulieren. Das neu eingeführte Gen oder das unterbrochene, alte Gen können nicht nur einen direkten Effekt ausüben, sondern auch eine indirekte Wirkung auf den Stoffwechsel besitzen, wenn so genannte Positionseffekte auftreten. Dies basieren darauf, dass Gene keine vollständig selbständigen Einheiten innerhalb des Genoms darstellen, sondern ihre Aktivitäten durch benachbarte Genabschnitte gesteuert werden. Die Komplexität der Stoffwechselabläufe wird durch pleiotrope Effekte weiter erhöht: Hierbei ist ein Gen nicht nur für

ein einziges Merkmal sondern gleichzeitig für viele Merkmale verantwortlich.

Sekundäreffekte können die verstärkte Bildung pflanzeigener Substanzen oder ihren verringerten Abbau zur Folge haben, wovon auch toxische oder allergene Substanzen betroffen sein können. Im Falle herbizidresistenter Pflanzen (siehe Basisinformation Nr. 2) besteht diese Möglichkeit auch dann, falls die eingesetzten Herbizide von einer Pflanze aufgenommen werden und im Rahmen des Inaktivierungsprozesses möglicherweise zu toxischen Abbauprodukten umgewandelt werden (BMGF 2003b).

Um Veränderungen bei den pflanzenspezifischen Makro- und Mikronährstoffen in gentechnisch veränderten Pflanzen zu erfassen, werden diese Werte – im Rahmen der Überprüfung der substanzialen Äquivalenz – mit jenen bei den untransformierten Ausgangspflanzen verglichen. Grundlage sind Consensus-Dokumente der OECD (2007), die die natürliche Variationsbreite für die Hauptinhaltsstoffe bei wichtigen Nahrungsmittelpflanzen auflisten. Zum Vergleich der Zusammensetzung sollte eine gentechnisch veränderte Pflanze zusammen mit der unveränderten (isogenen) Ausgangslinie sowie unter verschiedenen Anbaubedingungen herangezogen werden.

ANTIBIOTIKA-RESISTENZEN

Bei der gentechnischen Veränderung von Pflanzen werden zusätzlich zu jenen Genen, die die gewünschte Eigenschaft vermitteln, so genannte Markergene übertragen. Diese Markergene ermöglichen eine schnelle Erfolgskontrolle, ob die Übertragung der gewünschten Gene erfolgreich war; für die neue Eigenschaft in der Zielpflanze sind sie ohne Bedeutung (siehe Basisinformation Nr. 1).

Als Markergene bei gentechnisch veränderten Pflanzen dienen bisher häufig Antibiotikaresistenzgene: Bei der Anzucht bekommen die Pflanzenzellen das Antibiotikum zugesetzt, anschließend überleben nur jene Pflanzen, die das Antibiotikaresistenzgen besitzen. Diese Pflanzen verfügen dann normalerweise auch über die Gene, die das eigentliche Ziel des Gentransfers darstellen.

Das Gesundheitsrisiko, das in diesem Kontext angenommen wird, ist die stärkere Verbreitung von Antibiotikaresistenzen: Durch einen horizontalen Gentransfer (dieser meint die Übertragung von Genen außerhalb der geschlechtlichen Fortpflanzung und hinweg über Artgrenzen) könnten Gene beim Verrotten von abgestorbenem Pflanzenmaterial auf Bodenbakterien übertragen werden (siehe Basisinformation Nr. 21). Befürchtet wird für diesen Fall eine verstärkte Verbreitung der Antibiotika-Resistenz bei Bakterien, die Krankheiten auslösen. Zwar wird die Häufigkeit des horizontalen Gentransfers als sehr niedrig eingeschätzt, doch wurde von der EFSA eine Einteilung der Antibiotikaresistenz-Markergene in drei Gruppen je nach Beeinträchtigungspotenzial für Mensch und Umwelt vorgenommen (EFSA 2004). Nur die Gruppe bleibt für gentechnisch veränderte Pflanzen

zugelassen, bei der die Antibiotikaresistenzen aufgrund ihrer bereits bestehenden großen Verbreitung in der Umwelt für die Medizin ohne Bedeutung sind (Stirn 2007).

Die Nutzung von Antibiotikaresistenzen als Markergene betrifft in erster Linie gentechnisch veränderte Pflanzen der ersten Generation. Der überwiegende Teil der gentechnisch veränderten Pflanzen, die zukünftig in der EU kommerziell genutzt werden sollen, enthalten keine Antibiotikaresistenzen. Derzeit sind vereinzelte Produkte auf dem europäischen Markt, bei deren Herstellung mit Antibiotikaresistenzen gearbeitet wurde.

Alternativ zu den Antibiotikaresistenzen werden als Marker Herbizidresistenzgene oder „sichtbare“ Marker, die z.B. fluoreszierende Proteine bilden, eingesetzt. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die zunächst übertragenen Markergene aus dem Genom der gentechnisch veränderten Pflanze später wieder zu entfernen.

GESUNDHEITLICHE ASPEKTE BEIM ANBAU GENTECHNISCH VERÄNDERTER PFLANZEN

Sowohl herbizidtolerante als auch schädlingsresistente Pflanzen (siehe Basisinformation Nr. 2) führen zu Veränderungen in der landwirtschaftlichen Praxis, die wiederum gesundheitliche Effekte für die in der Landwirtschaft beschäftigten Personen haben können. Bei herbizidtoleranten Pflanzen werden bisher verwendete Herbizide durch jene ersetzt, gegen die die gentechnisch veränderte Sorte speziell tolerant ist. Schädlingsresistente Pflanzen sollen den Einsatz der üblicherweise eingesetzten Pestizide verringern. Sofern die Menge oder die Giftigkeit der Pflanzenschutzmittel gegenüber dem konventionellen Anbau abnimmt, bestünde hierin ein Vorteil sowohl für die Beschäftigten in der Landwirtschaft als auch für die Verbraucher, falls weniger Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln enthalten sind (siehe auch Basisinformation 22).

Bei einer zukünftigen Einführung gentechnisch veränderter Sorten, die zur Rohstoffgewinnung für die Chemie-, Pharma- oder Energiewirtschaft genutzt werden, würde die Problematik entstehen, dass die Pflanzenprodukte bei Ernte, Lagerung und Verarbeitung vollständig von denjenigen zur Lebensmittelproduktion getrennt bleiben müssen. Äußerlich gleich aussehend wären Vermischungen nur schwer zu erkennen; für die Ernährung nicht vorgesehene Inhaltsstoffe, die eine Gesundheitsgefahr für den Konsumenten darstellen, könnten ansonsten in Lebensmittel gelangen.

BEWERTUNGEN DER TOXIZITÄTS- UND ALLERGENITÄTSUNTERSUCHUNGEN

Während der europäische Gesetzgeber und die für die Sicherheitsbewertung zuständige EFSA die gegenwärtigen Untersuchungsverfahren zur Toxizität und Allergenität als an-

gemessen und ausreichend erachtet, werden von anderer Seite eine Reihe von Kritikpunkten erhoben. Bereits das Prinzip der substantiellen Äquivalenz wird als unzureichend kritisiert, da nur die gesundheitlichen Wirkungen des neu eingebrachten Gens/Proteins untersucht würden. Aufgrund der Sekundäreffekte im pflanzlichen Stoffwechsel könne eine gentechnisch veränderte Pflanze grundsätzlich nicht als Summe ihrer Einzelteile verstanden und das neue Gen bzw. Protein deswegen nicht isoliert betrachtet werden (Zarzer 2006). Angemahnt wird ein Risikomodell, das die Interaktionen auf allen Ebenen der Pflanze erfasst (Leitzmann 2005). Kritisiert wird außerdem, dass die Toxizitätsüberprüfung keine Langzeittest (720-Tage) wie bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln vorsehen (Zarzer 2006), dass die Allergenitätsüberprüfungen indirekt erfolgen und damit unzureichend seien und dass die in der Zulassungspraxis vorgelegten Daten nicht ausreichen, um das Vorliegen einer substantiellen Äquivalenz zu begründen (BMGF2003a). Kritisiert wird ferner das Fehlen unabhängiger Studien (Traavik und Heinemann 2005).

Während die Frage der Zulassungspraxis durch entsprechende Standardisierungen, welche die Qualität der Studien sicherstellen, geregelt werden könnte, greift die Frage der Erfassung sekundärer Stoffwechseleffekte weiter: Hierfür existieren derzeit keine direkten Messmethoden. Umstritten ist, ob sie überhaupt erforderlich sind: Während die Einen mit dem Verweis auf die Komplexität der Stoffwechselwege von Pflanzen hier Handlungsbedarf sehen, da gerade die Gentechnik nicht gewollte sekundäre Effekte bewirke, verweisen Andere auf die Praxis der Mutagenesezüchtung. Hierbei werden Veränderungen des Pflanzengenoms mit Hilfe mutagener Substanzen per Zufall ausgelöst und Sekundäreffekte könnten hier noch stärker als bei transgenen Pflanzen auftreten. Weltweit wurden mit dieser Methode über 2300 Sorten entwickelt (Mc Couch 2004), die auf Sekundäreffekte untersucht werden müssten.

SICHERHEITSABSCHÄTZUNG BEI ZUKÜNFTIGEN GV PFLANZEN

Wahrscheinlich wird sich der Streit über das Ausreichen der Sicherheitsuntersuchungen bei den nächsten Generationen gentechnisch veränderter Pflanzen noch verschärfen. Derzeit weisen die meisten der weltweit zugelassenen gentechnisch veränderten Pflanzen eine Herbizid- oder Insektentoleranz auf, die jeweils durch ein einzelnes, gut charakterisiertes Gen vermittelt werden. Bei gentechnisch veränderten Pflanzen der nächsten Generation werden zunehmend mehrere Gene übertragen und ganze Stoffwechselwege verändert (z.B. Reis mit erhöhtem beta-Karotiningehalt oder Raps mit verändertem Fettsäuremuster). Bei weitreichenden Eingriffen in den komplexen Stoffwechsel der Pflanzen nimmt die Wahrscheinlichkeit unerwarteter, nicht gewünschter Wirkungen im Stoffwechsel zu. Wegen der Intensität des Eingriffes in den pflanzlichen Stoffwechsel könnte das Prinzip der substantiellen Äquivalenz als Basis der vergleichenden Beurteilung an seine Grenzen stoßen und Untersuchungen zum toxischen oder allergenen Potenzial des neu eingeführ-

ten Proteins nicht mehr ausreichen (Stirn 2007). Weitere Aspekte werden im Bericht des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag zu transgenen Pflanzen der 2. und 3. Generation erörtert (Sauter 2005).

BEWERTUNG VON GESUNDHEITSEFFEKTEN BEIM ANBAU

Die Frage, inwieweit gentechnisch veränderte Pflanzen gesundheitliche Nachteile von Pflanzenschutzmitteln verringern, hängt entscheidend von der Menge und der Giftigkeit der verwendeten Pflanzenschutzmittel ab. Die Datenlage zum Verbrauch ist uneinheitlich: Während beispielsweise Brookes und Barfoot (2005) eine Verringerung des Pestizidinsatzes errechnen, kommen andere Studien zu einem Anstieg des Verbrauches (Benbrook 2004). Bei der Giftigkeit muss in den Blick genommen werden, welche Pflanzenschutzmittel vor dem Anbau gentechnisch veränderter Sorten zum Einsatz kamen und welche während des Anbaus verwendet wurden. Hierbei wird häufig darauf verwiesen, dass beispielsweise Glyphosat (das Herbizid der Roundup-Ready Sorten von Monsanto) verglichen mit anderen, ansonsten verwendeten Herbiziden als umweltfreundlich, biologisch abbaubar und für Menschen als nicht toxisch einzustufen ist (www.biosicherheit.de). Allerdings steht der Einsatz von Glyphosat aus anderen Gründen in der Kritik (siehe Basisinformation Nr. 20 „Überblick zu ökologischen Wirkungen“).

Inwieweit sich die Verarbeitung der gentechnisch veränderten Pflanzen zur Rohstoffgewinnung von der Verarbeitung von Pflanzen zur Lebensmittelherstellung trennen lässt ist derzeit umstritten. Dass Schwierigkeiten beim Trennen von Verarbeitungswegen bestehen, zeigt ein Fall aus den USA (Taylor und Tick 2001). Aufgrund von Hinweisen auf eine allergene Wirkung in Laboruntersuchungen war der gentechnisch veränderte Mais StarLink nur als Futtermittel, nicht aber als Lebensmittel zugelassen worden. Dennoch wurde er bei einer Kontrolle auch in einem Lebensmittel entdeckt, woraufhin dieses aus dem Handel genommen werden musste. Wenngleich sich die Fälle von den zunächst berichteten allergischen Reaktionen bei Menschen nicht erhärteten (FDA 2001), hat die amerikanische Umweltbehörde dennoch angekündigt, aufgrund der mit StarLinkTM-Mais gemachten Erfahrungen beim Trennen der Verarbeitungswege zukünftig keine eingeschränkten Zulassungen, die die Nutzung als Lebensmittel ausschließt, zu erteilen (Stirn 2007).

LITERATUR

BATS (Zentrum für Biosicherheit und Nachhaltigkeit) (2008): „Sicherheitsanalyse für offene Anwendungen.“

Unter: <http://www.bats.ch/bats/biosicherheit/methodik/sicherheitsanalyse.php>.

- Benbrook, C.M. (2003): „Genetically Engineered Crops and Pesticide Use in the United States: The first Nine Years,” Technical Paper Number 7.
- Brookes, G., Barfoot, P. (2005): „GM: Crops: The Global Economic and Environmental Impact. The First Nine Years 1996 – 2004.“ In: *AgBioForum* 8 (2&3), S. 187 – 196.
- BMGF (Österreichisches Bundesministerium für Gesundheit und Frauen) (2003a) (Hrsg.): „Toxikologie und Allergologie von GVO-Produkten. Untersuchung zur Praxis und Empfehlung zur Standardisierung der Sicherheitsbewertung von gentechnisch veränderten Lebensmitteln.“ *Forschungsberichte der Sektion IV Band 5*
- BMGF (Österreichisches Bundesministerium für Gesundheit und Frauen) (2003b) (Hrsg.): „Toxikologie und Allergologie von GVO-Produkten Teil 2B. Untersuchung von Regelungen zur Sicherheitsbewertung von gentechnisch veränderten Lebensmitteln in der EU und den USA.“ *Forschungsberichte der Sektion IV Band 6*
- EFSA (European Food Safety Agency) (2006). „Guidance document of the scientific panel on genetically modified organisms for the risk assessment of genetically modified plants and derived foods and feed. The EFSA.” *Journal* (2006), 99, 1-100. Unter: http://www.efsa.europa.eu/en/science/gmo/gmo_guidance/660.html [20.2.2008]
- FDA (US Food and Drug Administration) (2001): „FDA evaluation of consumer complaints linked to food allegedly containing StarLink™ corn.” Unter: <http://www.epa.gov/oscpmont/sap/meetings/2001/july/fda.pdf> [Stand: 10.03.2008].
- Lietzmann, C. (2005): „Gentechnik im Ernährungsbereich.” In: Grössler, M. (2005) „Gefahr Gentechnik.“ Concordverlag, Neumarkt (Österreich).
- McCouch, S. (2004). “Diversifying Selection in Plant Breeding.” In: *PLoS Biology* 2, S.1507-1512. Unter: <http://biology.plosjournals.org/perlserv/?request=get-document&doi=10.1371%2Fjournal.pbio.0020347> [Stand: 10.03.2008].
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2007a). *Consensus Documents for the work on the Safety of Novel Foods and Feeds.* http://www.oecd.org/document/9/0,2340,en_2649_201185_1812041_1_1_1_1,00.html
- Sauter, A. (2005): „TA Projekt Grüne Gentechnik – Transgene Pflanzen der 2. und 3. Generation.“ *TAB Arbeitsbericht Nr. 104.*
- Stirn, S. (2007): „Grundsätze der Abschätzung möglicher gesundheitlicher Wirkungen gentechnisch veränderter Organismen“. *Gutachten im Auftrag der Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften.* Unter: www.gentechnologiebericht.de, Link Publikationen. [10.3.2008]
- Taylor, M.R., Tick, J.S. (2001). „The StarLink Case: Issues for the Future.” A report commissioned by the Pew Initiative on Food and Biotechnology, October 2001. <http://pewagbiotech.org/resources/issuebriefs/starlink/>.
- Traavik T., Heinemann, J. (2005): „Agro-Gentechnik und unterbliebene Sicherheitsforschung: Ein Einblick in die Arbeitsweise der Wissenschaft.” In: Grössler, M. (2005) „Gefahr Gentechnik.“ Concordverlag, Neumarkt (Österreich).
- Zarzer, B. (2006a): „Einfach GEN:ial.“ Heise Zeitschriften Verlag, Hannover.
- Zarzer, B. (2006b): „Auslaufmodell grüne Gentechnik?“. In: *Telepolis*, 31.10.2006. Unter: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/23/23848/1.html> [4.3.2008].

veröffentlicht am 13.08.2008

Autoren:

BOYSEN, MATHIAS; SCHULZE, NICOLE; MEYER, ROLF; KNAPP, MARTIN

Diskursprojekt durchgeführt von



Gefördert durch

