



Unnötig und riskant

Naturschutz und Agro-Gentechnik

von Martha Mertens

Der Einsatz gentechnisch veränderter Organismen im Freiland ist weltweit sehr umstritten, vor allem wegen der damit verknüpften Risiken für Mensch und Umwelt. Anders als Chemikalien können sich transgene Pflanzen vermehren und damit aktiv ausbreiten. Einmal in die Umwelt entlassen sind sie nicht rückholbar und geographisch auch kaum eingrenzbar. Welche Folgen für den Naturhaushalt und die biologische Vielfalt sind zu befürchten bzw. bereits eingetreten?

Der artüberschreitende Gentransfer erlaubt neuartige Kombinationen von Genen und Eigenschaften in den Empfängerorganismen, wie sie durch natürliche Kreuzungsverfahren nicht zu erreichen sind. Unterschiedlichste gentechnisch veränderte Organismen (GVO) können in großer Zahl und in kurzer Zeit an sehr vielen Orten in die Umwelt entlassen werden. Dabei ist nie sicher vorherzusagen, welches Verhalten Organismen mit derart neuen Eigenschaftskombinationen in der Umwelt zeigen. Es wird immer deutlicher, dass unser Wissen über die Zusammenhänge zwischen genetischem Material und Eigenschaften eines Organismus grob lückenhaft ist und das Erklärungsmodell der Gentechnik auf falschen Ansätzen beruht. Die „ein Gen – ein Protein – eine Eigenschaft“-Hypothese wurde inzwischen als zu simpel widerlegt. Die Aktivität von Genen und die Ausprägung von Eigenschaften hängt nach neueren Erkenntnissen sehr stark vom genetischen Umfeld und von Umwelteinflüssen ab, sodass nicht davon auszugehen ist, dass ein Gen, in unterschiedliche Organismen übertragen und in diesen an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten aktiv, überall dieselbe Wirkung hervorruft (1).

Wechselwirkungen mit der Umwelt

Infolge von Positionseffekten (durch die Einbauorte der Transgene bedingte Effekte) und pleiotropen Effekten (ein und dasselbe Gen hat verschiedene Wirkungen) können auch unerwartete oder gar unerwünschte Eigenschaften in GVO auftreten. So war die erhöhte Bildung von Ligninen in transgenen Soja- und Maispflanzen

oder die veränderte Pilztoleranz transgener Petunien nicht erwartet worden. Aber auch erwünschte neue Eigenschaften können zu negativen Effekten auf so genannte „Nicht-Zielorganismen“ oder gar bedrohte Arten führen, etwa wenn neue Resistenzproteine sich in ihrer Wirkung nicht auf die Schadinsekten beschränken. Ein gegen den Maiszünsler gerichtetes Bt-Toxin kann auch für Larven giftig sein, die keine Schädlinge sind, beispielsweise Larven von Tagpfauenaugen, Kohlweißlingen oder Trauermücken (www.biosicherheit.de). Zudem sind vielfältige Expositionspfade denkbar, z. B. durch Pollen, absterbendes Pflanzenmaterial oder verschleppte Samen. Bt-Toxine werden auch in den Boden abgegeben und sind dort über Monate bis Jahre nachweisbar.

Blütenbesucher, deren Flugradien mehrere Kilometer betragen können, sind möglicherweise besonders gefährdet. Eintrag und Anreicherung von Transgenen und Wirkstoffen auch in Arealen, die GVO-Anbauflächen benachbart sind, sind möglich. Sollten in der EU Pharmazeutika produzierende Pflanzen für den Anbau zugelassen werden, ist mit einer besonderen Gefährdung von Wildtieren, Böden und eventuell sogar Gewässern zu rechnen (2). In GVO übertragene virale Sequenzen könnten zu einer unerwünschten Rekombination von Viren führen. Die vermehrt angestrebte Kombination von Transgenen in einem GVO vervielfältigt potentielle negative Wirkungen.

Vor allem Eigenschaften, die die Wettbewerbs- und Persistenzfähigkeit erhöhen, begünstigen die Ausbreitung von GVO in natürliche Ökosysteme. Als besonders kritisch gelten Gene, die eine Resistenz gegen Schädlinge, Krankheitserreger oder Stressfaktoren wie Kälte,

Hitze, Trockenheit oder Salz bedingen oder die das Wachstums- und Fortpflanzungsverhalten der Pflanzen verändern. Die Verdrängung anderer, weniger „fitter“ Arten ist zu erwarten – mit Auswirkungen auf die gesamten Organismengesellschaften. Verlässliche Vorhersagen über das Ausbreitungsrisiko sind nicht möglich, da der Ausbreitungserfolg in hohem Maße von den Eigenschaften der jeweiligen Ökosysteme und den Wechselwirkungen zwischen den beteiligten Organismen sowie den Boden- und Klimaverhältnissen abhängt. Die leidvolle Erfahrung mit gebietsfremden Pflanzen (Neophyten) lehrt, dass es lange Latenzzeiten bis zum Auftreten messbarer Effekte geben kann. Pflanzenmaterial wird zumeist durch den Menschen verbreitet (3), aber auch durch Tiere, Wind und Wasser, und dies häufig über sehr große Entfernungen.

Gentransfer und Auskreuzung

Dass der Gentransfer auf Pflanzen der gleichen oder verwandter Arten nicht zu vermeiden ist, ist inzwischen Allgemeinwissen. Pollen wird durch Bienen, andere Insekten und den Wind kilometerweit verbreitet. So wurde z. B. in England männlich-steriler Raps über eine Entfernung von 26 Kilometern durch Transgene befruchtet (4). Auch die spontane Kreuzung mit Wildpflanzen ist für zahlreiche Kulturarten belegt (5). Großflächiger und mehrjähriger GVO-Anbau erhöht selbstverständlich das Risiko der Auskreuzung und der Übertragung unerwünschter Effekte auf Wildpflanzenpopulationen.

Besonders problematisch wiederum sind Gene, die die Fitness und Persistenzfähigkeit der Pflanzen erhöhen. So wurde in den USA gezeigt, dass die Auskreuzung von Bt-Toxingenen aus Sonnenblumen die Wildformen durchsetzungsfähiger machen kann (6). Mit der Übertragung von Transgenen auf Wildpflanzen ist besonders dann zu rechnen, wenn in der Anbauregion der veränderten Kulturart kreuzungsfähige Wildarten vorkommen. Da in Europa zahlreiche Kreuzblütler potentielle Kreuzungspartner für den Raps darstellen und die Hybridisierung auch in vielen Fällen bereits gezeigt wurde (etwa mit Rübsen, Hederich, Sareptasenf), ist der Anbau von gentechnisch verändertem Raps in Europa zu Recht extrem umstritten.

Ein sehr hohes Auskreuzungsrisiko wäre mit der Einführung transgener Gehölze verbunden, da Gehölze in der Regel durchsetzungsfähige Wildpflanzen sind, die lange leben und sich über große Entfernungen ausbreiten und kreuzen können. Noch wenig untersucht ist die Kombination der unterschiedlichsten Transgene durch – absichtliche oder zufällige – Kreuzung. Von einer schlichten Addition potentieller Effekte ist nicht auszugehen, es können auch synergistische Wirkungen

auftreten, das heißt: Eins plus eins muss nicht immer zwei ergeben. Positionseffekte und pleiotrope Effekte oder auch eine veränderte Aktivität der Steuerungselemente (Promotoren) könnten besonders bei Einkreuzung von Transgenen in die anderen genetischen Hintergründe von Wildpflanzen zu unerwarteten Wirkungen führen.

Selbst so genannte „Containment-Systeme“, die den Gentransfer auf andere Pflanzen verhindern sollen, garantieren keine Sicherheit. Dies gilt beispielsweise für den Einsatz von Sterilitätsgenen, die die Pollenbildung unterdrücken. Denn diese dürften, um wirksam zu sein, nicht inaktiviert werden. Eine dauerhaft stabile Expression solcher Gene – und damit die angestrebte Sterilität der Pflanze – ist derzeit jedoch nicht gesichert (7).

Da bei vielen Pflanzen der Pollen keine Chloroplasten (8) enthält, wird teilweise die Veränderung von Chloroplasten als Sicherheitsmaßnahme empfohlen. Doch dies ist keine Lösung des Problems. Denn zum einen können in die Chloroplasten eingebaute Transgene auch in den Zellkern gelangen (9), und zum anderen können sie nach reziproker Kreuzung mit Wildpflanzen (GVO werden von Wildpflanzenpollen befruchtet) ebenfalls in der Nachkommenschaft auftreten.

Sekundäre Effekte

Ein breiter Einsatz von Totalherbiziden gefährdet die biologische Vielfalt auf Agrar- und Nicht-Agrarflächen gleichermaßen, wie mehrjährige Untersuchungen in England gezeigt haben (10). Beim Anbau herbizidresistenter Raps- und Zuckerrübenpflanzen waren Abundanz (11) und Vielfalt der Ackerbegleitflora und der davon lebenden Insekten sowohl auf den Ackerflächen als auch auf angrenzenden Flächen erheblich reduziert, negative Auswirkungen auf Vögel, Kleinsäuger und Bodenorganismen werden erwartet. Die Abdrift von Herbiziden schädigt über den Eintrag der toxischen Wirkstoffe Pflanzen und Mikroorganismen in benachbarten terrestrischen und aquatischen Ökosystemen auch direkt. Durch den flächenhaften Anbau Roundup-resistenter Pflanzen in den USA und in Argentinien treten vermehrt Unkräuter auf, die gegen den Wirkstoff Glyphosat resistent sind, was den verstärkten Einsatz von Roundup und weiterer Herbizide zur Folge hat (www.weedscience.com). Der Herbizideinsatz nimmt demnach nicht ab, sondern zu (12) – mit allen negativen Wirkungen auf die Artenvielfalt.

Ähnliches ist im Falle der insektenresistenten Pflanzen zu erwarten, da nach aller Erfahrung der starke Selektionsdruck, der durch ständig gebildete Toxine auf Schädlinge ausgeübt wird, zur Ausbildung von Resistenzen bei den Schädlingen führt. Das in den USA

vorgeschriebene Resistenzmanagement, wonach auf 20 Prozent der Maisanbaufläche kein Bt-Mais anzubauen ist (sog. „Refugien“), kann die Entwicklung resistenter Schädlinge allenfalls verzögern, nicht verhindern und dürfte unter europäischen Verhältnissen kaum praxistauglich sein. Zudem verringern Einkreuzungen von Bt-Genen in die Refugienpflanzen die erhoffte Wirkung. Deshalb ist davon auszugehen, dass langfristig der Insektizideinsatz in der konventionellen Landwirtschaft nicht zurückgehen wird, zumal Bt-Toxine in der Regel nur gegen einen oder zwei Schädlinge wirken und andere Schadinsekten meist ebenfalls mit Insektiziden bekämpft werden müssen.

Der Einsatz transgener Pflanzen begünstigt die Intensivierung der Landwirtschaft mit Monokulturen und engen Fruchtfolgen, eine Form der landwirtschaftlichen Produktion, die in den letzten Jahrzehnten stark zur Verringerung der Vielfalt an Lebensräumen, Arten und Sorten beigetragen hat und den Naturhaushalt extrem belastet. Die inzwischen zu beobachtende Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit und der Artenvielfalt sowie die sozioökonomischen Verwerfungen durch den intensiven Anbau von herbizidresistenten Sojabohnen in Argentinien (13) belegen deutlich, dass diese Art der Landwirtschaft nicht nachhaltig ist und deshalb kein Zukunftsmodell darstellt.

Schutz der Schutzgebiete

Die knappe Darstellung möglicher Effekte zeigt, dass die Einwirkungen durch GVO derzeit in Qualität, Quantität und Dauer auch nicht annähernd abzuschätzen sind und deshalb das Vorsorgeprinzip oberstes Gebot sein muss. Zumindest ökologisch sensible Gebiete sind daher generell von GVO freizuhalten. Auch künftige Züchtungsprogramme erfordern, den Genpool von Landsorten und verwandten Arten von solchen DNA-Sequenzen freizuhalten. Ganz besonders wichtig ist dies in den Ursprungsgebieten der jeweiligen Kulturarten – der schlampige Umgang mit Gentech-Mais in Mexiko, wo trotz eines Anbauverbots Maislandsorten bereits großräumig durch GVO kontaminiert wurden (www.cec.org/maize), ist hierfür ein eindringliches Beispiel.

Ein weiterer Aspekt ist die enge Verzahnung von Schutzgebieten und landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland, wo sich ökologisch wertvolle Gebiete, wie beispielsweise Auenlandschaften, häufig in unmittelbarer Nachbarschaft zu Agrarflächen befinden. In diesem Zusammenhang sind auch „Koexistenzregelungen“ für die Landwirtschaft von großer Bedeutung, lassen sich dadurch doch, so die Hoffnung, GVO-Einwirkungen auf natürliche Ökosysteme verringern, weil entsprechende

Sorgfaltspflichten (wie Sortenwahl, Abstandsregeln, Durchwuchsbekämpfung, Reinigung von Maschinen/Transportmitteln) den Eintrag von GVO reduzieren können. Großräumige Pufferzonen und gentechnikfreie Gebiete verringern allgemein die Kontaminations-Gefahr für die gentechnikfreie Landwirtschaft und gleichzeitig den Eintrag von GVO in Schutzgebiete.

Deshalb setzen sich die Umweltverbände nachdrücklich für die Schaffung gentechnikfreier Regionen in Deutschland und der gesamten EU ein. Nicht zuletzt ist das Freihalten von Gebieten vor GVO-Einwirkungen auch aus wissenschaftlicher Sicht geboten, sind doch zur Untersuchung ökologischer Wirkungen von GVO als so genanntes „Kontrollmilieu“ Gebiete erforderlich, in denen keine GVO vorhanden sind. Nur so lassen sich durch GVO bedingte Effekte von anderen Effekten unterscheiden. Die laut EU-Recht vorgeschriebene Beobachtung von GVO benötigt daher Gebiete, die potentiell betroffene Ökosysteme repräsentieren (14).

Diverse gesetzliche Regelungen (Konvention über die biologische Vielfalt, Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie, Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)) dienen dem Schutz der biologischen Vielfalt und enthalten besondere Vorgaben für den Schutz ökologisch wertvoller Gebiete; Passagen zum Schutz vor negativen Einwirkungen durch GVO fehlen jedoch. Mit dem neuen Gentechnikgesetz (GenTG) wird die in § 34 BNatSchG festgelegte projektbezogene Verträglichkeitsprüfung nunmehr auch auf Freisetzungen und Nutzung von GVO ausgedehnt, „soweit sie, einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, ein Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung oder ein Europäisches Vogelschutzgebiet erheblich zu beeinträchtigen“ (§ 34a). Über die Ergänzung des § 72 BNatSchG werden die Länder zur Umsetzung verpflichtet.

Wieweit diese Änderungen des Bundesnaturschutzgesetzes tatsächlich den Schutz ökologisch sensibler Gebiete gewährleisten, ist strittig. Denn zum einen verweist die EU-Kommission in ihrer Stellungnahme zum GenTG darauf, dass die Änderung nicht zu einer allgemeinen Abweichung von den Bestimmungen der EU-Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG in Deutschland führen dürfe (15). In der EU würden GVO nur dann in den Verkehr gebracht, wenn kein Risiko für Mensch und Natur – also auch nicht für Schutzgebiete – bestehe. Zum anderen ist zu befürchten, dass die Länder, die für den Vollzug des BNatSchG zuständig sind, unterschiedliche Vorgehensweisen wählen – abhängig von der jeweiligen politischen Linie, die mal forsch die Vorzüge von GVO preist, mal eher restriktiv mit GVO umgeht. Der Schutz vor Einwirkungen durch GVO könnte so unterschiedlich ausfallen. Zudem ist derzeit unklar, ob in den Naturschutzbehörden der Länder genügend geschultes Personal vorhanden ist, das die geforderten Beurteilun-

gen hinsichtlich „erheblicher Beeinträchtigungen durch GVO“ zu leisten imstande ist. Den Landesbehörden sollte hierfür dringend eine Handreichung durch eine Bundesbehörde, etwa das Bundesamt für Naturschutz, zur Verfügung gestellt werden.

Forderungen der Naturschutzverbände

Der BUND und weitere Naturschutzverbände wie der NABU sprechen sich dafür aus, in sämtlichen Schutzgebieten (und nicht nur in den vom Gentechnikgesetz vorgesehenen Natura 2000-Gebieten) das Ausbringen von GVO zu verbieten sowie Schutzmaßnahmen und ausreichend große Abstandsflächen (im Kilometer-Bereich) zwischen Schutzgebieten und GVO-Flächen vorzuschreiben. In Überschwemmungsgebieten ist der Anbau transgener Pflanzen zu untersagen. Gemeinsam mit den Europäischen Regionen fordert der BUND, in der EU ein Gesetz für die dauerhafte Einrichtung gentechnikfreier Regionen zu erlassen. Nicht-koexistenzfähige transgene Pflanzen dürfen keine Genehmigung zur Freisetzung oder gar zum Inverkehrbringen erhalten, dazu zählen insbesondere Raps, Bienenweidepflanzen und heimische Pflanzen mit Kreuzungspartnern in der Wildflora sowie Pharmapflanzen und Gehölze.

Schließlich sind Kriterien für den Abbruch von Freisetzungen und das Inverkehrbringen von GVO zu formulieren. Die allgemeine und fallspezifische Beobachtung von GVO (Monitoring) sollte unter staatlicher Aufsicht auf der Basis EU-weiter und fachlich fundierter Regelungen und methodischer Standards sowie über einen ausreichend langen Zeitraum erfolgen, wobei die Kosten entsprechend dem Verursacherprinzip vom Betreiber zu tragen sind. Vor einer Zulassung von GVO sind verpflichtend Alternativen zu prüfen, wie mit bewährten und weniger risikobehafteten Anbaumethoden die landwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Ziele zu erreichen sind. Gemäß dem politischen Ziel der Agrarwende ist der kontrolliert ökologische Anbau verstärkt zu fördern, da diese Anbauform bekanntermaßen dem Schutz der biologischen Vielfalt am besten gerecht wird. Auch die ökologische Sicherheitsforschung, ausgerichtet am Leitbild der Nachhaltigkeit und dem Schutz der Biodiversität, bedarf dringend der stärkeren Förderung. Und – last but not least – sind Haftungsregelungen nach dem Verursacherprinzip auch für ökologische Schäden durch GVO unerlässlich.

Anmerkungen

- (1) B. Tappeser und A.-K. Hoffmann: Das überholte Paradigma der Gentechnik. In: Der kritische Agrarbericht 2004, S. 220.
- (2) S. Mayer: Non-Food GM Crops: New Dawn or False Hope? 2003 (www.genewatch.org).
- (3) I. Kowarik: Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Stuttgart 2003, S. 52 ff.
- (4) G. Ramsay et al.: Quantifying landscape-scale gene flow in oilseed rape (2003) (www.defra.gov.uk/environment/gm/research/pdf/epg_rg0216.pdf).
- (5) N. C. Ellstrand: Dangerous Liaisons. When cultivated plants mate with their wild relatives. London 2003.
- (6) A. A. Snow et al.: A Bt transgene reduces herbivory and enhances fecundity in wild sunflowers. *Ecological Applications* 2003, S. 279.
- (7) T. Pickardt und A. de Kathen: Stabilität transgen-vermittelter Merkmale in gentechnisch veränderten Pflanzen mit dem Schwerpunkt transgene Gehölzarten und Stabilitätsgene. (UBA Texte 53/02) Berlin 2002.
- (8) Chloroplasten sind die typischen Organellen grüner Pflanzen. In ihnen läuft die Photosynthese ab, doch findet man daneben eine Reihe weiterer synthetischer Leistungen. Auch in ihr Erbmateriale können fremde Gene eingebaut werden.
- (9) H. Daniell und C.L. Parkinson: Jumping genes and containment. *Nature Biotechnology* 2003, 21, S. 374 ff.
- (10) G.R. Squire et al.: On the rationale and interpretation of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions Biological Sciences* 2003, S. 1779 ff. (www.defra.gov.uk).
- (11) Unter „Abundanz“ versteht man die Anzahl von Organismen (= Individuendichte) in Bezug auf eine Flächeneinheit.
- (12) C. M. Benbrook: Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the United States: The first eight years (2003) (www.biotech-info.net).
- (13) W. A. Pengue: Environmental and socio economic impacts of transgenic crops in Argentina and South America: An ecological economics approach. In: B. Breckling und R. Verhoeven (Hrsg.): Risk Hazard Damage. BfN-Schriftenreihe „Naturschutz und Biologische Vielfalt“, Heft 1, S. 49 ff., Münster 2004.
- (14) Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umweltgutachten 2004. Stuttgart 2004, S. 623 ff.
- (15) EU-Kommission, Mitteilung 315, betreffend Notifizierung 2004/0133/D.

Autorin

Dr. Martha Mertens ist Diplom-Biologin und Sprecherin des Arbeitskreises Gen- und Biotechnologie des Bund Naturschutz in Bayern e.V. und Mitglied des gleichnamigen Arbeitskreises des BUND.

Ilmünsterstr. 33
80686 München
Telefon: 089 / 580 76 93
E-Mail: martha.mertens@t-online.de

