

Wo liegt die Zukunft der Züchtung im Bio-Obstbau ?

Bericht von der 1. Internationalen Bioland-Obstbautagung vom 3.- 4. August 2006 in Jork

Bei der gemeinsam von Bioland, dem Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V. (ÖON) und der FÖKO organisierten Obstbautagung trafen sich Fachleute aus Forschung und Praxis in Jork, um die Handlungsmöglichkeiten in der Bio-Obsterzeugung für die Zukunft auszuloten. Die insgesamt 120 Teilnehmer/innen aus Deutschland, Italien, Frankreich und der Schweiz nutzen diesen Rahmen um sich über die Zukunft der Züchtung im Bio-Obstbau vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung von gentechnischen Methoden zu informieren und zu diskutieren. Ziel der Tagung war es, die Beteiligten zu diesem Thema auf den aktuellen Stand der Dinge zu bringen und im gemeinsamen Rahmen mit Praktikern, Wissenschaftlern, Züchtern und Verbandsvertretern nach Handlungsmöglichkeiten zu suchen.

Insgesamt fünf Tagungsbeiträge lieferten den fachlichen Input für die anschließende Diskussion. Im Folgenden werden die Beiträge inhaltlich zusammengefasst.

Aktuelle Tendenzen in der Züchtung: Zuchtziele, Zuchtmethoden, Züchtung resistenter Apfelsorten

Dr. Andreas Peil - Bundesanstalt für Züchtungsforschung - Institut für Obstzüchtung Dresden-Pillnitz

Dr. Andreas Peil vom Institut für Obstzüchtung an der Bundesanstalt für Züchtungsforschung aus Dresden/Pillnitz arbeitet noch konventionell – seine Kollegen aus dem gleichen Haus forschen im „abgeschlossenen“ Gewächshaus bereits

am Gen-Apfel. Auch Peil ist überzeugt: „Wir sollten die Gentechnik als Instrument nutzen, das könnte uns das lange, zeitaufwändige Kreuzen ersparen.“

Pillnitz ist seit den 30er Jahren führend bei der Apfel-Züchtung, heute Sitz der Bundesanstalt; durch die Einsparungen läuft die Züchtung in Deutschland allerdings auf Sparflamme. In Sachsen ist auch die Gen-Bank „Obst“ angesiedelt: 1000 Apfelsorten plus 380 Wildarten. Aus diesem Reservoir bedient sich die Arbeitsgruppe um Peil. Das Ziel: Äpfel widerstandsfähig machen. Eine bekanntere Sorte aus Dresden/Pillnitz ist Pinova, 1986 europaweit zugelassen. Bekannte Re-Sorten sind u.a. Remo und Rewena. Mit Ausnahme der polygen schorrfresistenten Sorten „Reglindis“ und „Recolor“ besitzen alle Pillnitzer Re- Sorten eine monogene Vf- bzw. Vr- Resistenz. Die Resistenzzüchtung verfolgt neben dem Einkreuzen resistenter Zuchtklone und hochqualitativer Sorten auch das Ziel der Akkumulierung von Resistenzen. Das bedeutet, dass für eine Resistenz in einer Pflanze mehrere Gene verantwortlich sind. Je mehr Resistenzquellen in einer Pflanze vorhanden sind, umso schwerer wird diese Resistenz durchbrochen.

Neben den Vorteilen resistenter Sorten (wie z.B. Verringerung des Spritzmittelaufwandes um bis zu 85%, Ertragssicherheit), stellte Herr Dr. Peil auch die Risiken dieser Sorten dar. Diese liegen zum einen in der möglichen Überwindung monogener Resistenzen und zum anderen in der Verschiebung des Rasenspektrums von Pathogenpopula-

Abb. 1: E. Reiners (re.) moderierte bei der Tagung auch den Vortrag von Herrn Dr. Gessler



tionen. Das bedeutet, dass sich z.B. Schorfpopulationen in reinen Vf-resistenten Sortenquartieren nach erfolgreicher Durchbrechung der Resistenz in der Anlage schnell etablieren und durchsetzen. So ist z.B. bereits bekannt, dass die sehr selten vorkommende Schorfrasse 7 die Vf-Resistenz durchbrechen kann. Als Lösungsansatz streben die Züchter eine Pyramidisierung der Resistenzgene sowie die Nutzung neuer Resistenzdonoren an. Das Ziel ist die Züchtung einer multipel resistenten, hochqualitativen Lagersorte.

Bei der Züchtungsarbeit muss neben der Widerstandsfähigkeit auch ein ebenso großes Augenmerk auf die Fruchteigenschaften und den Ertrag gerichtet werden. Herr Dr. Peil selbst äußerte seine Beobachtung, dass Vf-resistente Sorten weniger Festigkeit besitzen. Gerade diese Eigenschaft wird vom Handel aber zunehmend gefordert. Laut Peil vereinheitlichen sich die Geschmacksrichtungen vieler neuer Sorten zunehmend, da die Sorte Golden Delicious häufig als Eltern teil benutzt wurde bzw. wird.

„Noch lasse die Fruchtqualität (Geschmack, Lagerfähigkeit, Inhaltsstoffe) allzu oft zu wünschen übrig“ sagte Dr. Peil. Ein Ziel seiner Arbeit sei daher auch, Vitamin-C-Anteil und Aroma zu verbessern.

In der Arbeitsgruppe von Dr. Peil wird nach konventionellem Zuchtschema gearbeitet. Die Züchtung erfolgt dabei nach der klassischen Methode mittels künstlicher Bestäubung von Blüten (Mutter) durch Bepinseln mit isoliertem Pol-

Ertragsminderungen zu begrenzen. Sollten traditionelle Maßnahmen aus ökonomischen Gründen oder wegen fehlender Praktikabilität nicht angewendet werden, könne jedoch der Einsatz gentechnischer Methoden künftig ein Mittel der Wahl sein. Das heutige Anbausystem sei geprägt durch intensive Produktionssysteme mit schwachwüchsigen Unterlagen, wenigen Sorten mit strikten Qualitätsansprüchen. Diese „Intensivierung des Systems“

verschiedenen Sorten gefundenen Schorf- Populationen die Sorte Golden befallen. In der Co- Evolution zwischen Schorfpopulationen und Apfelsorten muss der Apfel ständig neue Kombinationen der Resistenzgene entwickeln, um überleben zu können. Nur eine Ascospore, welche die richtige Kombination der Virulenzallele besitzt, kann eine Infektion vollziehen und überleben. Der größte Anteil der Sporen wird demzufolge unfähig sein, Symptome zu verursachen. Um die richtige Virulenzkombination zu erhalten, muss sich der Pilz rekombinieren (Sexualität). Diese Anpassung vollzieht sich in Monokulturen deutlich schneller. Laut Gessler scheint daher das Schlagwort „funktionelle Biodiversität“ eine geeignete Lösung zu sein.

„Wir sind zu schwach, ein Alleingang ist nicht möglich. Ökologischer und integrierter Obstbau müssen gemeinsam aktiv werden - und Nein zur Gentechnik sagen“

Dierk Augustin, FÖKO- Vorstand und Obstbauer in Klein Hove

len (Vater) und anschließender Selektion. Aber die Selektion kostet viel Zeit. „Die Züchtung ist ein langwieriger Prozess – viele Züchter können froh sein, wenn sie die Etablierung ihrer Sorte am Markt überhaupt noch erleben“, sagte Peil. Von der Auswahl der Eltern bis hin zur fertigen, zur Anmeldung bereiten Sorte dauert es auf diese Weise 16 bis 20 Jahre. Und das ist für den konventionellen Züchter ein Grund, „die Fortschritte bei der Gentechnik auf lange Sicht auch bei der Züchtung zu nutzen“.

Auch gegen molekulare Marker hat der Forscher nichts, um „frühzeitige die guten Eigenschaften eines Apfels zu erkennen“. Peil ist zudem der Meinung, dass nur Apfелеigene DNA verwendet werden sollte, um Resistenzgene gezielt einzubauen.

Abgrenzung der konventionellen Züchtung von gentechnischen Methoden

Dr. Cesare Gessler - Institut für Pflanzenforschung, ETHZ LFW Zürich.

Dr. Cesare Gessler zeigte eingangs am Beispiel des Apfelschorfs auf, dass es vielfältige traditionelle Mittel gebe, um ursachengerecht

brachte durch immer engere Pflanzabstände, die Beschränkung auf wenige Sorten und den „Monokulturanbau“ eine Zunahme der Schorfproblematik mit sich. Zur Verbesserung des heutigen Systems empfahl Dr. Gessler neben der Reduktion des Anfangsinokulums (z.B. durch Laubsaugereinsatz) einen an den wirklichen Bedarf angepassten Fungizideinsatz.

Gessler erklärte die Theorie, wonach sich Schorfpopulationen in Mono-Sortenkulturen auf die vorhandenen Sorten spezialisieren und diese spezialisierten Populationen in einem Bestand rasch dominieren. Bereits 1892 gab es erste Hinweise darauf, dass Sorten, die als anfällig in einer Region galten, in anderen Regionen als resistent(er) aufgeführt wurden. Schorfbonituren an Golden Delicious in Monokultur, in Mischkultur mit resistenten Sorten sowie in Mischkultur mit anfälligen Sorten haben gezeigt, dass der Befall in Mischkulturen deutlich niedriger ist. Untersuchungen von Schorfpopulationen in verschiedenen Obstanlagen haben gezeigt, dass in einer reinen Goldenanlage 100% der gefundenen Sporen die Sorte Golden Delicious befallen konnte. Hingegen konnten nur etwa 30% der in einem Obstgarten mit vielen

Ein weiterer Lösungsansatz könnte in der Verbesserung der Züchtung liegen. Gessler warnte in Jork davor, Methoden der Gentechnik generell zu verteufeln. Gleichwohl seien die heutigen Produkte der Gentechnik „zurzeit noch auf dem Niveau einer Dinosauriertechnologie. Für eine Freisetzung ist es zu früh“. „Wir sind noch nicht in der Lage, die Fehler zu erkennen. Doch wir sollten nicht die Technologie, sondern das Produkt verdammen“. „Wir sind frühestens in zehn Jahren soweit, um die Gewächshäuser zu verlassen.“

„Das Risiko ist unkalkulierbar“ Jörg Quast, Vorsitzender ÖON

Gessler plädiert dafür, das vorhandene Wissen für das so genannte „Marker Assisted Breeding“ zu verwenden, also zur Verwendung von Gen-Markern bei konventioneller Züchtung. Mit der Methode könne schneller und präziser gezüchtet werden. Er selbst – der Wissenschaftler setzte sich für das Schweizer Moratorium zur Genforschung ein – verwende diese Technik bereits zur Apfelzüchtung. Die gentechnische Übertragung arteigener

Gene sei eine „Zukunftsvision, das müssen wir noch diskutieren und erforschen. Für mich kommt allerdings nur Apfel-eigene DNA in Frage“, sagte Gessler.

Zurzeit gebe es „zu Recht keine Akzeptanz bei Verbrauchern und Erzeugern“, so der Schweizer. „Die Frage ist, ob wir das, was wir mit unseren Monokulturen verbrochen haben, mit Gen-Therapien wieder flicken sollten?“

Etwaige Hoffnungen von allzu

pflanzen eingebracht worden, damit diese das Gift des Bakteriums selbst produzieren und Fraßinsekten töten können; auch das Wachstum von Lachsen wird mit artfremden Genen manipuliert. „Ob und wie sich diese Kreationen aus dem Labor in die Lebenswelt einfügen, wissen wir heute überhaupt nicht.“ Gentechnisch veränderte Pflanzen werden bereits auf sechs Prozent der landwirtschaftlichen Fläche angebaut, Spitzenreiter sind die USA mit einem weltweiten Anteil von 59 Pro-

zent, dass Ergebnisse von Tierversuchen „nur eingeschränkt auf den Menschen übertragbar“ seien. So hatten Gen-Erbesen bei Feldmäusen in Australien zu Lungenentzündungen geführt, der Versuch wurde aus Sicherheitsgründen abgebrochen.

Hensel: „Der Verzehr von genveränderter Nahrung ist ein unkontrolliertes Experiment.“ Untersuchungen liefen bei den Konzernen oberflächlich und nicht unabhängig ab. Die Gentechnik sei „ausgerichtet auf die Probleme der landwirtschaftlichen Monokulturen in industriell organisierten Betrieben, die mit Pestiziden optimale Anbaubedingungen für Pflanzen schaffen, die einen Markt haben – wie Mais, Soja, Raps“. Die vier größten Agrochemiekonzerne (DuPont, Syngenta, Monsanto und Bayer) bestimmten Forschung, Entwicklung und Vermarktung transgener Pflanzen. Ihr Ziel: Monopol über Patente.

Ein Nebeneinander könne es nicht geben, die Ausbreitung der gentechnisch veränderten Pflanzen „lässt sich nicht begrenzen, auch wegen der Vermischung der Warenströme“. Die Folgen seien unkalkulierbar, Natur lasse sich im Schadensfall nicht reparieren.

Durch die grüne Gentechnik werde die Ausbreitung von Monokultur und der Pestizideinsatz erhöht und die Artenvielfalt drastisch reduziert; heute gebe es statt 5000 nur noch 700 Reissorten in Indien. Durch den Totalherbizid-Einsatz hätten sich nach Resistenzbildung bei Ackerbegleitkräutern in den USA „Super-Unkräuter“ gebildet, mehr Chemie als vor der Einführung der Gen-Pflanzen werde eingesetzt. In England habe der Gen-Raps „Bienen und Schmetterlinge geschädigt“. Die „Gen-Manipulation an Pflanzen und Tieren“ sei „keine Antwort auf den Mangel an Nahrungsmitteln. Auf der Erde wird ausreichend produziert, es handelt sich um ein Verteilungsproblem“, betonte der Mediziner.

„Die Frage ist, ob wir das, was wir mit unseren Monokulturen verbrochen haben, mit Gen-Therapien wieder flicken sollten?“

Dr. Cesare Gessler

Gentechnikgläubigen dämpfte Gessler jedoch. Im ersten Erfolg gegen eine Krankheit durch den Einsatz von Resistenzgenen sei bereits der kommende Misserfolg verankert. Je breiter ein Resistenzgen eingesetzt würde, um so schneller sei damit zu rechnen, dass die jeweilige Resistenz durch den Schadorganismus gebrochen werde.

Gentechnik- In der aktuellen Diskussion

Dr. med. Joachim Hensel - Vorstand Ökologischer Ärztenbund

Gentechnik – „ein großes unkontrolliertes Experiment mit einem ungewissen Ausgang und ohne Nutzen für die Gesundheit“. Diese Position hat Dr. Joachim Hensel vom Ökologischen Ärztenbund (ÖÄB) vertreten und begrüßt, dass der ökologische Obstbau den Einsatz von Gentechnik ablehnt. Schließlich sei die Agrogentechnik „keine Fortsetzung der klassischen Züchtung“, betonte Hensel, denn diese arbeite mit Organismen der gleichen Art. „Gentechnik hingegen isoliert Erbmaterial von Bakterien, Viren, Pflanzen, Tieren und Menschen und überträgt es über Artgrenzen hinweg auf Empfängerorganismen.“ So seien Gene des Bodenbakteriums *Bacillus Thuringiensis* in Mais-

zent, gefolgt von Argentinien (20 Prozent), Kanada (7 Prozent), Brasilien (6 Prozent) und China (5 Prozent). Gleichzeitig hätten sich Staaten wie Polen oder die Schweiz zu gentechnikfreien Zonen erklärt.

Hensel kritisierte, dass Fleisch, Milch und Eier und Produkte von Tieren, die mit Gen-Mais und Co. gefüttert wurden, nicht gekennzeichnet werden müssten.

Die Gen-Pflanzen hätten keinerlei Nutzen für die Gesundheit von Mensch oder Tier. „Es gibt keine nachgewiesenen Vorteile dieser Nahrungsmittel gegenüber den Lebensmitteln aus biologischer oder konventioneller Produktion“, sagte Hensel. Vielmehr stiegen die Risiken. „Wir müssen sehr vorsichtig sein, durch die gentechnischen Veränderungen könnten beispielsweise Allergien ausgelöst werden, unbeabsichtigte Wechselwirkungen könnten auftreten. Durch so genannte Marker-Gene bestehe die Gefahr einer Resistenz von Antibiotika in der Humanmedizin“, so der Arzt.

Fütterungsstudien an Tieren sagten „nur beschränkt etwas über die Langzeitwirkungen gentechnisch veränderter Nahrungsmittel aus“, meinte Hensel mit Blick auf die 28-tägigen Studien. Hinzu komme,

Arbeitsergebnisse bisheriger Workshops zum Thema

Philipp Haug - Bioland- Fachausschuss Obst und FÖKO

An den Anfang seines Vortrages stellte Haug seine Einschätzung der aktuellen Entwicklung des ökologischen Intensivobstbaus. Hierbei kommt er zu dem Schluss, dass in vielen Fällen die Intensität und Art der Produktion immer weniger von ökologischen Leitgedanken geprägt

Einzug moderner Biotechnologien auch in die sogenannte konventionelle Züchtung rückt die Frage nach einer Definition, was konventionelle Züchtung aus Biosicht darf oder nicht darf, immer mehr in den Vordergrund. Die Testung neuer Sorten in regionalen Sorteninitiativen stellt ein weiterer Schritt bei der Umsetzung in die Praxis dar und wird in den großen deutschen Obstbauregionen bereits realisiert.

eignet, wenig krankheitsanfällig und von hoher ernährungsphysiologischer Qualität sind". Das Pflanzgut muss aus Bio(land)-Baumschulen stammen, sofern dort die gewünschten Sorten und Qualitäten zur Verfügung stehen. Andere Herkünfte bedürfen einer Ausnahme genehmigung. Für den Bereich „Züchtung“ enthalten die Bioland-Richtlinien keine spezielle Richtlinie. Soweit verfügbar, verlangen die Richtlinien biologisch vermehrte Saat- und Pflanzgut. Standard ist die Verwendung von konventionell gezüchteten Sorten. Laut Reiners wird die Entwicklung von Standards für die Bio-Züchtung international diskutiert. In den Richtlinien verankert ist ein Verbot von Gentechnik. „Gentechnisch veränderte Organismen (GVO) und deren Derivate sind mit der ökologischen Wirtschaftsweise unvereinbar.“ Die Erzeugnisse, die gemäß den Bioland-Richtlinien erzeugt werden, müssen ohne Verwendung von gentechnisch veränderten Organismen und/oder GVO-Derivaten hergestellt werden.

In einer abschließenden Rede stellte Thomas Dosch, Präsident des Bioland-Verbandes, das Thema Gentechnik in den politischen Zu-

„Wir bieten mit unseren Bio-Äpfeln einen Mehrwert, den Anbau von gentechnisch veränderten Äpfeln wird der Verbraucher nicht akzeptieren“

Jörg Quast

wird, als vielmehr von betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten und vom ‚Markt‘ bestimmt wird. Das Dilemma dabei liegt seiner Ansicht nach in der begrenzten Auswahl und/oder der unzureichenden Nutzung von Sorten, die sowohl den ökonomischen, als auch den ökologischen Anforderungen entsprechen.

Die Folge: Angebaut wird in Systemen und werden Sorten, die den höchsten Deckungsbeitrag versprechen; Intensive Anbausysteme mit immer noch überwältigendem Anteil „konventioneller“, krankheitsanfälliger Sorten.

Das Arbeitsnetz der FÖKO hat sich dieser Problematik angenommen und versucht Lösungsansätze zur Verbesserung der ökologischen Produktionssysteme aufzuzeigen. Die Möglichkeiten der modernen Sortenzüchtung wurden hierbei als ein wichtiger Baustein hin zu einer ökologischen Aufwertung der Anbausysteme erkannt und bildet in einem Arbeitskreis des Netzwerkes einen Schwerpunkt. Die Forderung nach einer Bio-Züchtung (d.h. Züchtung mit konventionellen Methoden) ist ein zentraler Punkt in der AK-Arbeit und soll künftig durch die Suche von Partnern (Züchtungsforschung) und die Initiierung gemeinsamer Züchtungsprojekte verstärkt werden. Mit dem

Die Forderung nach offener Lizenzvergabe bei neuen Sorten muss künftig weiter auf politischer Ebene vorangetrieben werden (siehe Artikel: Positionspapier der FÖKO).

Zum Schluss seines Vortrags griff Haug die Zukunftsaussichten von Dr. Gessler auf und provozierte dadurch eine für den Bioobstbau offene Frage: „Wie kommunizieren wir den ökologischen Wert eines ‚Bio-Gala‘ mit 25+ Behandlungen im Vergleich zu einem ‚schorfresistenten Gala‘ mit

„Wir brauchen ein Fachgremium, welches sich laufend mit den rasanten biotechnologischen Entwicklungen innerhalb der Züchtungsforschung auseinandersetzt und die Marschrichtung bei der ‚Bio-züchtung‘ vorgibt.“ Philipp

reiner Apfel-DNA?“.

Sortenwahl und Zuchtmethoden - Stand der Regelungen bei Bioland

Eckhard Reiners - Bioland e.V.

In seinem Kurzvortrag erläuterte E. Reiners den Stand der Regelungen bei Bioland hinsichtlich Züchtung, Pflanzgut und Gentechnik. Im Bereich „Pflanzgut“ gilt laut Richtlinien der Grundsatz, dass Pflanzenarten und Sorten ausgewählt werden sollen, die „...für den Standort ge-

sammenhang und verwies darauf, dass es zum Thema Gentechnik keine kurzfristigen Lösungen, ohne eine Einbindung in das Gesamtsystem geben kann. Er machte deutlich, dass Politik oft nicht sachlichen Argumenten folgt, sondern auf Interessenausgleich zielt. Beim Thema Gentechnik trafen mit der Industrie und der Öffentlichkeit zwei starke Gruppen aufeinander, deren Interessen schwer vereinbar sind.

Fazit:

Nach wie vor gilt, dass der ökologische Obstbau sich klar gegen Gentechnik wendet. Auspflanzungen von gentechnisch veränderten Obstbäumen ist strikt abzulehnen.

Die Fachbeiträge machten aber auch deutlich, dass der Begriff Gentechnik allenfalls als Sammelbegriff für eine Vielzahl von biotechnologischen Methoden steht, welche teilweise bereits in die 'klassische Züchtung' übernommen wurden oder werden. Oft ist ein fließender Übergang zwischen den Methoden ohne klare Zuordnung in eine Kategorie möglich. Es ist nun an den Entscheidungsträgern des ökologischen Landbaus, sich einer dif-

ferenzierten fachlichen Auseinandersetzung mit dem Thema zu stellen und diese Zuordnung für den Ökolandbau zu machen.

Eine pauschale Abhandlung des Themas mit der generellen Ablehnung von Gentechnik mag für die bisherigen "Dinosaurierprodukte" der Gentechnikmultis noch ausreichend und natürlich wichtig und richtig sein; für nächste Generationen biotechnologischer Produkte, welche sich innerhalb der Artgrenzen bewegen und womöglich mit 'ökologisch' sinnvollen Eigenschaften (Schorfresistenz u.a) aufwarten, ist eine fachlich stichhaltige Diskussion und Bewertung der Produkte gefragt.

Der ökologische Landbau kommt nicht umhin, sich auf die fachliche Detaildiskussion einzulassen, um einerseits bei der Züchtungsforschung mitreden zu können um so auch künftig noch auf neue 'Biosorten' Zugriff zu haben und andererseits eine Abgrenzung zu nicht tolerierbaren Biotechnologien formulieren und darstellen zu können.

Sascha Buchleither, BÖO

Philipp Haug, Föko

Björn Vasel, Altländer Tageblatt

Lexikon zum Thema Gentechnik

www.biosicherheit.de und www.transgen.de/lexikon/

DNA

Bezeichnung für den chemischen Aufbau der Erbinformation

gentechnisch veränderter Organismus (GVO)

"Gentechnisch verändert" ist ein Organismus, dessen genetisches Material in einer Weise verändert worden ist, wie sie unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination nicht vorkommt - so etwa Artikel 2 der europäischen Freisetzung-Richtlinie (2001/18/EG). Im Einzelfall kann es allerdings strittig sein, ob ein Organismus genetisch so verändert wurde, wie es in der Natur nicht üblich ist.

Die Freisetzung-Richtlinie zählt verschiedene Verfahren auf, die zu einem gentechnisch veränderten Organismus führen: Übertragung rekombinanter, außerhalb des Organismus erzeugter DNA mit Hilfe geeigneter Systeme und Techniken bestimmte Verfahren zur Zellfusion. Mutationen führen in der Regel nicht zu GVOs im Sinne der Gesetze - auch dann nicht, wenn diese Mutationen künstlich ausgelöst werden. Der Umgang mit GVOs – etwa Freisetzung, Arbeiten in geschlossenen Systemen, Produktionsanlagen und Vermarktung – sind durch besondere Gesetze geregelt.

Horizontaler Gentransfer

Der horizontale Gentransfer ist die Weitergabe bzw. Aufnahme genetischen Materials außerhalb der sexuellen Fortpflanzungswege und unabhängig von bestehenden Artgrenzen. Abhängig von bestimmten Voraussetzungen ist ein horizontaler Gentransfer - etwa von einer Pflanze auf ein Bodenbakterium - grundsätzlich möglich, aber ein unter natürlichen Bedingungen seltenes Ereignis. Bei der Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Pflanzen sollte die Möglichkeit der Weitergabe eines Fremdgens über einen horizontalen Gentransfer berücksichtigt werden - unabhängig von der Wahrscheinlichkeit des Eintretens. So könnten etwa als Markergenen verwendete Antibiotikaresistenz-Gene von einer transgenen Pflanze an Boden- oder Darmbakterien weitergegeben werden.

Vertikaler Gentransfer (Kreuzung)

Kreuzen sich zwei Pflanzen auf sexuellem Weg und geben dabei ihre Gene an die folgenden Generationen weiter, ist dieser Vorgang ein vertikaler Gentransfer, üblicherweise als Kreuzung bezeichnet.

Eine Genübertragung durch Pollen zwischen Pflanzen innerhalb einer Art oder Pflanzen verwandter Arten ist ein natürlicher Vorgang. Der Austausch von Krankheits- und Schädlingsresistenzen von Kulturpflanzenarten auf verwandte Wildarten und umgekehrt fand immer schon statt - unabhängig davon, wie diese Resistenzgene erworben wurden.

Durch Kreuzung von transgenen mit nicht-transgenen Kulturpflanzen nehmen letztere auch die eingeführten Genkonstrukte auf. Bei der Sicherheitsbewertung transgener Pflanzen ist die Möglichkeit der Auskreuzung des Fremdgens in nahe verwandte Wildpflanzenarten ein wichtiger Aspekt, der negative ökologische Auswirkungen beim Anbau transgener Kulturpflanzen hervorrufen könnte.

Markergenen

"markiert" die transformierten Zellen. Bei einer Transformation werden nur bei einem Bruchteil der Pflanzenzellen die neuen Gene eingebaut. Mit Hilfe des Markergens kann der geringe Anteil an Zellen gefunden werden, der bei der Transformation die neuen Gene aufgenommen hat. Dazu wird das Markergenen – zur Zeit meist Antibiotika- oder Herbizidresistenz- Gene – zusammen mit dem gewünschten Gen (= Zielgen oder Nutzgen) übertragen.

Die Markergene funktionieren alle so, dass die veränderten Zellen Substanzen entgiften können, die eigentlich für sie tödlich wären. Zum Beispiel bewirkt ein Herbizidresistenz-Gen Unempfindlichkeit gegenüber dem Herbizid. Kommen die Zellen nach der Transformation mit der entsprechenden Substanz in Kontakt – etwa im Nährmedium - überleben nur diejenigen, die das Markergenen – und damit auch das Zielgen - aufgenommen haben. Aus diesen Zellen werden die transgenen Pflanzen herangezogen.

Nach der erfolgreichen Identifikation der transgenen Zellen werden die Markergene in der Regel nicht mehr benötigt. Daher gibt es eine Reihe von Forschungsansätzen, Gentransfer ohne Marker oder auch die anschließende Entfernung der Markergene zu ermöglichen. Es wird auch an alternativen Markersystemen gearbeitet.

Aber unterscheide:

Als **Marker** bezeichnet man auch eine spezielle Gensequenz, welche sich in unmittelbarer Nachbarschaft eines gewünschten z.B. Resistenzgens befindet und somit das Vorhandensein eines solchen in einer Pflanze anzeigt oder nicht. Solche Marker sind natürlicherweise in der DNA vorhanden und werden nicht "reingebaut"; "Marker assisted breeding (markergestützte Züchtung) macht sich dieses zu nutze und kann den Selektionsvorgang in der Züchtung massiv beschleunigen bzw. macht eine Pyramidisierung von z.B. mehreren Resistenzeigenschaften erst möglich.

Transgen