



EINE NATUR • EINE WELT • UNSERE ZUKUNFT  
UN-Naturschutzkonferenz Bonn 2008



# Hintergrundinfo

CBD-COP 9, GVO/Gentechnik/

## **Genetisch veränderte Organismen (GVO) - Gentechnik**

**Bonn, 17.Mai:**

### ***GVO oder LMO***

GVO – genetisch veränderte Organismen oder LMO – Living Modified Organisms (lebende veränderte Organismen) wie es das Cartagena-Protokoll zur Biosicherheit nennt, steht als Kürzel für die Entwicklung, im Labor tierische, pflanzliche, bakterielle und virale Gensequenzen je nach Wunsch und Zielsetzung technisch miteinander zu verknüpfen und in jede Form von lebenden, vermehrungsfähigen Zellen einzuführen. Neben medizinischen Anwendungen, die hier nicht diskutiert werden sollen, ist die Herstellung von GVO insbesondere für den landwirtschaftlichen Bereich von Bedeutung und hier für die Entwicklung von transgenen Pflanzen. Weltweit werden mittlerweile auf über 100 Mio. ha GVP - Gentechnisch Veränderte Pflanzen angebaut.

### ***Technik der Veränderung***

Bei den gentechnischen Arbeiten wird in der Regel eine Genkassette (Genkonstrukt) in die Empfängerpflanzen übertragen (Transformation). Die Kassette besteht dabei mindestens aus einem Ziel-Gen, einem Marker-Gen sowie einem Start- (Promotor) und einem Stoppsignal (Terminator) zur Regulation der korrekten Bildung des Genproduktes (in der Fachsprache Genexpression genannt). Diese Genkassette ist wiederum in eine „Genfähre“ bzw. einen Vektor integriert, der zusätzliche DNA-Sequenzen umfasst, die die Vermehrung der Genkassette in Bakterien und ihre Aufnahme und Integration in die Pflanzenzelle unterstützen. Die zusätzlichen DNA-Sequenzen des Vektors sollen aber selbst möglichst nicht in das Pflanzengenom integriert werden. Eine Genkassette ist damit in der Regel ein Patchwork, dessen unterschiedliche Teilsequenzen aus mehreren sehr unterschiedlichen Organismen stammen können (Bakterien, Viren, Pflanzen etc.). Die Integration der genetischen Sequenzen in das Genom der Empfängerpflanzen erfolgt nach dem Zufallsprinzip. Die beiden gängigen technischen Methoden zur Einbringung der Transgene in die Empfängerpflanze sind die Agrobakterien-Transformation und die Biolistische Transformation (Schrotschuss-Verfahren, Partikel Gun). Bei der Agrobakterien-Transformation wird transgene DNA mit Hilfe pflanzenpathogener Bakterien in die Pflanzenzellen eingeschleust, bei der Biolistischen Transformation wird transgene DNA direkt in die Zellen geschossen.

### ***Die Rolle des Zufalls***

Eine Transformation, bei der lediglich eine Kopie des Transgenkonstrukts in das Wirtsgenom integriert wird, ist theoretisch als ideales Ereignis denkbar, in der Praxis aber ein äußerst seltenes Ereignis. In der Regel werden Transformationen von zahlreichen Umlagerungen und Umordnungen

gen auf DNA-Ebene begleitet. Häufig kommt es vor, dass mehrere Kopien der neuen DNA bzw. Bruchstücke oder Fragmente der DNA in umgekehrter Reihenfolge ins Pflanzengenom integriert werden (Latham et al. 2006). Die Integrationsorte sind dabei zufällig und können nicht gesteuert werden. Ebenfalls nicht vorhersagbar ist, wie diese Veränderungen in den Stoffwechsel der Pflanze eingreifen oder ob und wie sie die Genregulation der Pflanze stören.

Molekularbiologische Erkenntnisse sowohl aus der Humangenomforschung als auch aus der Pflanzengenomforschung haben in den letzten Jahren immer wieder grundlegende Annahmen über die Genomorganisation und Regulation verändert. Das Konzept der Epigenetik (Waddington 1942) erlebte eine Renaissance und Bestätigung. Mit diesem Konzept wird das Wechselspiel zwischen Genotyp, Umwelt und Phänotyp erklärt. Es geht davon aus, dass neben der DNA-gebundenen Vererbung ein weiteres regulatives vererbbares Netzwerk in den Zellen vorhanden ist, dessen Struktur und Funktion aber noch nicht vollständig verstanden ist.

### ***Die Notwendigkeit einer besonderen Sorgfaltspflicht***

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass erstmals mit Hilfe des molekularbiologischen Methodenrepertoires Gensequenzen aus Organismen miteinander verknüpft werden können, die sich durch keine Kreuzung oder sonstigen Austausch von genetischem Material dauerhaft und vererbbar miteinander verbinden würden. Die Integration von Genkonstrukten in das Erbmateriale eines neuen Empfängers erfolgt in Zahl und Ort zufällig und ist nicht vorhersehbar. Kreuzung und Züchtung innerhalb einer Pflanzenart hingegen führen zum ortsgebundenen Austausch von Allelen bzw. Genen, die in dieser Pflanze vorhanden sind und die weiterhin dem gleichen genetischen und epigenetischen Regulationsnetzwerk unterworfen bleiben. Transgene können durch ihre zufällige Integration in ein Genom das genetische und epigenetische Regulationsnetzwerk der Empfängerzelle stören und verändern und werden zusätzlich einem für sie neuen Regulationsnetzwerk ausgesetzt. Darin begründet sich der Unterschied gentechnischer zu herkömmlichen Züchtungsverfahren und die Notwendigkeit einer umfassenderen Prüfung.

### ***Lebende Organismen sind prinzipiell nicht rückholbar***

Gentechnisch veränderte Pflanzen (GVP) sind lebende Organismen, die sich selber vermehren, sich an veränderte Umwelten anpassen und ihre neuen Eigenschaften über Auskreuzung an verwandte Pflanzen weitergeben können. Das bedeutet, dass GVP nicht ohne weiteres wieder aus der Umwelt entfernt werden können oder sich abbauen, wenn auf ihre Nutzung verzichtet wird. Sie sind im Grundsatz nicht rückholbar.

Bei der Risikobewertung von GVO ist zu berücksichtigen, dass Lebewesen auf verschiedenen ökologischen Ebenen wirken können. So kann z.B. eine Pflanze mit toxischen Eigenschaften direkt oder indirekt über das Nahrungsnetz Nichtzielorganismen schädigen. Durch Ausbreitung kann es zur Verdrängung von Pflanzengesellschaften in einem Lebensraum kommen sowie durch Auskreuzung zur Veränderung der genetischen Vielfalt. Indirekte Wirkungen wie Veränderungen des Anbaumanagements oder eine Intensivierung des Anbaus wie beim Anbau von herbizidresistenten Pflanzen können zu einem Artenrückgang führen. Darüber hinaus verlaufen biologische Prozesse langsam und über einen gewissen Zeitraum möglicherweise „unsichtbar“. Wenn Probleme offensichtlich werden, ist es in der Regel zu spät (Artenschwund) oder eine Entwicklung kann nur mit hohem finanziellem und logistischem Aufwand gestoppt werden. Der langfristige Erhalt der Funktionsfähigkeit unserer Ökosysteme und der Leistungen, die sie für die Nahrungs-

mittelproduktion „bereitstellen“, ist aber gleichzeitig eine „Überlebensfrage“ für alle kommenden Generationen.

### ***Unterschied konventionelle Pflanzenzüchtung und gentechnische Zuchtmethoden***

Die Nichtrückholbarkeit gilt prinzipiell auch für konventionell gezüchtete Kultursorten. Die Reichweite und Möglichkeiten der Gentechnik (siehe oben) stellen aber einen qualitativen Sprung dar, die den Pflanzen Eigenschaftsveränderungen ermöglichen, die jenseits eines auch beschleunigten evolutiven Potentials liegen. Auf der biologischen Ebene lässt sich dieses daran ablesen, dass Eigenschaftskombinationen hergestellt werden können, die auf einer Kombination von tierischen, pflanzlichen, bakteriellen und viralen Gensequenzen beruhen, die natürlicherweise nie (auch mit keiner anderen Labortechnik) erreicht werden könnte.

### ***Mögliche negative Auswirkungen auf die Umwelt durch den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP)***

Die EU-Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG zählt verschiedene potenzielle Risiken bzw. Auswirkungen von GVP auf die Natur und Umwelt auf. Dazu gehören:

- *das Auskreuzungs- und Invasionsrisiko*

Gelangen gentechnisch veränderte Pflanzen in die Umwelt, so können sie auskreuzen, sich verbreiten, sich dauerhaft ansiedeln und ggf. nachfolgend Schäden anrichten. Ökologische Auswirkungen treten oft, wie z.B. aus der Problematik von invasiven Pflanzenarten bekannt, mit einer erheblichen Zeitverzögerung (> 10 Jahre) auf.

- *direkte Auswirkungen*

Insekten- oder schädlingsresistente Kulturen können direkte Auswirkungen auf die Natur und die Umwelt haben, wenn sie über die Schädlinge hinaus weitere Organismengruppen beeinträchtigen („non target“ oder Nichtziel-Effekte). Unter Umständen setzen schädliche Effekte erst langfristig ein (denkbar z.B. bei einer langfristigen Exposition und Anreicherung von dem Insektengift aus *Bacillus thuringiensis* im Boden).

- *indirekte Auswirkungen*

Beim Anbau herbizidresistenter Kulturen werden Totalherbizide eingesetzt, die alle anderen Pflanzen abtöten. Dadurch kann Organismen, die im Agrar-Ökosystem leben, die Nahrungsgrundlage entzogen und ihre Population reduziert werden. Auch insekten- oder schädlingsresistente Pflanzen können indirekte Wirkungen haben, indem durch Schädigung von Nichtziel-Organismen wiederum über die Nahrungskette weitere Auswirkungen auf die Artenvielfalt entstehen.

### ***Die Umweltrisikoprüfung***

Diese potentiellen negativen Auswirkungen müssen in einer Umweltrisikoprüfung (URP) auf ihre Wahrscheinlichkeit und ihr mögliches Ausmaß hin überprüft werden. Dazu müssen vom Antragsteller Daten vorgelegt werden, die dann von den zuständigen Behörden auf Vollständigkeit und Aussagekraft geprüft werden.

Die Beachtung des Vorsorgeprinzips gehört zu den Grundsätzen der URP.

Sowohl im Biosafety-Protokoll als auch in der europäischen Freisetzungsrichtlinie sind weitere Grundsätze festgelegt, die zu befolgen sind:

1. zur Ermittlung etwaiger schädlicher Auswirkungen werden die Merkmale des GVO mit denen des unveränderten Organismus verglichen;
2. sie wird in wissenschaftlich fundierter und transparenter Weise durchgeführt;

3. sie wird nicht pauschal, sondern einzelfallbezogen durchgeführt;
4. die Umwelt, in die ein GVO eingebracht/angepflanzt wird, muss berücksichtigt werden.

Die URP ist das zentrale Instrument der Gentechnikregulation, wenn es um die Bewertung von Umweltwirkungen geht. Die zuständigen Behörden und Institutionen sind darauf angewiesen, belastbare und aussagekräftige Daten nutzen zu können, um diese Aufgabe zu erfüllen.

Die Ausgestaltung der URP ist ein wichtiges Verhandlungsthema während der „MOP“. Auch unter der Mitgliedsstaaten der EU gibt es intensive Diskussionen wie die URP unter dem europäischen Rechtsrahmen weiterentwickelt werden kann.

### ***Die Entscheidung***

Nur die URP, die auf einer guten und umfassenden wissenschaftlichen Datenbasis fußt, ermöglicht eine gute und informierte Entscheidung. Allerdings müssen sich diejenigen, die entscheiden, immer auch der Begrenztheit und der Wissenslücken bewusst bleiben, die eine in die Zukunft gerichtete Prüfung von möglichen Auswirkungen in einer komplexen Umwelt, die sich auch durch ein noch so gutes Untersuchungsprogramm nie vollständig abbilden lässt, beinhaltet.

### **Hinweis:**

Das BfN führt im Rahmenprogramm der UN-Naturschutzkonferenz (CBD) in Bonn vom 12. bis 16.5, 20.5 bis 23.5. und vom 26.5. bis 30.5 täglich ab 18:00 Uhr eine Musikveranstaltung als Happy Hour auf dem Robert-Schuman-Platz durch. Informationen über die Musikgruppen finden Sie unter [www.BFN.de](http://www.BFN.de)  
Am 18. Mai führt das BfN den „NATURATHLON 2008 – Der Lauf der Welt“ durch. Hierfür können sich internationale Freizeitsportler unter [www.NATURATHLON.de](http://www.NATURATHLON.de) bewerben.  
Informationen zur CBD Konferenz erhalten Sie [www.naturallianz.de](http://www.naturallianz.de).