

Ökologische Risiken von transgenen Pflanzen

Angelika Hilbeck

**Swiss Federal Institute of Technology,
Zurich, Switzerland**

Ökologische Risiken im Zusammenhang mit der Diskussion um die ‚Grüne Gentechnik‘

- **Verbreitung und Auskreuzung von Transgenen auf verwandte Kultur- und/oder Wildarten und ihre Konsequenzen.**
- **Auswirkungen auf Nichtzielorganismen**
- **Entwicklung von Schädlings- und Unkrautresistenzen**
- **Unerwartete oder unbeabsichtigte Effekte**

Mögliche ökologische Folgen, die untersucht werden:

- Weiterer Biodiversitätsverlust**
- Einschränkungen von Ökosystemfunktionen**
- Erschwerte Schädlings- und Unkrautbekämpfung**
- Auswirkung auf Landnutzung**

Verbreitung und Auskreuzung von Transgenen auf verwandte Kultur- und/oder Wildarten und ihre Konsequenzen.

Verschiedene Verbreitungsmöglichkeiten:

- **Auskreuzung via Pollen („Transgenfluss“)**
- **Samenverbreitung (Transport, Tiere, Mist, Kompost etc.)**

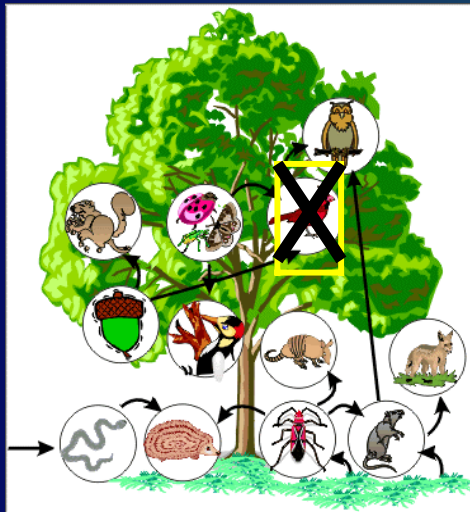
Transgene können sich verbreiten:

- a) Genetisch in Populationen von verwandten Arten (Transgenfluss)**
- b) Geographisch in andere Regionen, einschl. geschützter Gebiete (Transgenfluss und/oder Samenverbreitung)**

Da die ökologischen Konsequenzen eines Transgenflusses in den Empfänger-Ökosystemen nur schwer abschätzbar sind, und grosse Unsicherheiten und Wissenslücken verbleiben, wird Transgenfluss als Risiko betrachtet, welches verhindert werden soll. (Damit wird dem Vorsorgeprinzip Rechnung getragen)

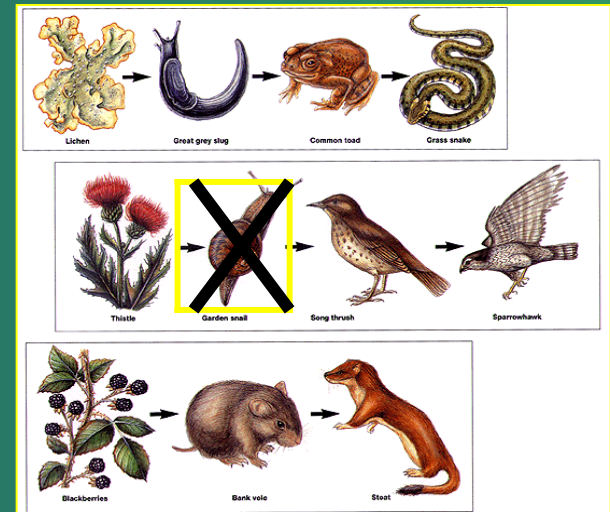
Ökologische Konsequenzen eines Transgenflusses

Die Konsequenzen einer erfolgreichen Etablierung eines Transgens in einer verwandten Empfängerpflanzenart resp. deren Populationen hängt in enger, wechselseitiger Beeinflussung davon ab, welche Auswirkungen ein neuartiges Genprodukt, wie z.B. *Bacillus thuringiensis* Toxine, auf die assoziierten Organismen hat.



Nahrungskettenauswirkungen

(Störungen von Regulationsmechanismen, Populationsdynamik, Strukturveränderungen der Organismengemeinschaften, etc.)



Lehren aus der Vergangenheit mit Pestiziden in Agrarökosystemen:

Störung von natürlichen vorkommenden Regulierungen von Schädlingspopulationen führten zu:

- Sekundärschädlingentwicklung
- Erholung von Primärschädlingspopulationen

→ Verlust von funktioneller Biodiversität, die mittels synthetischen Spritzmitteln kompensiert werden

- Resistenzentwicklung gegenüber Pestiziden
- Rüstungspirale der Pestizidentwicklung

In den USA Bt-Pflanzen als Pestizid reguliert

Additives Model:

Konventionelle Pflanze + Bt-Toxin = Bt-Pflanze

Konventionelle Pflanze = sicher

„Addiertes“ Bt-Toxin = „Pestizid“

(Standard Ökotoxizitätstests für Pestizide:

- Testsubstanzen mikrobiell hergestellt oder prozessierte Pflanzenproteine (kein lebendes oder frisches Pflanzenmaterial)
- kurzfristige Akuttoxizitätstest
- bitrophische Versuchsansätze)

Differences between pesticides and GM insecticidal plants

Pesticides:

- Release controlled by applicator: timing, point location, etc.
- Degradation begins immediately after application
- Mode of action typically acute, immediate also for nontargets

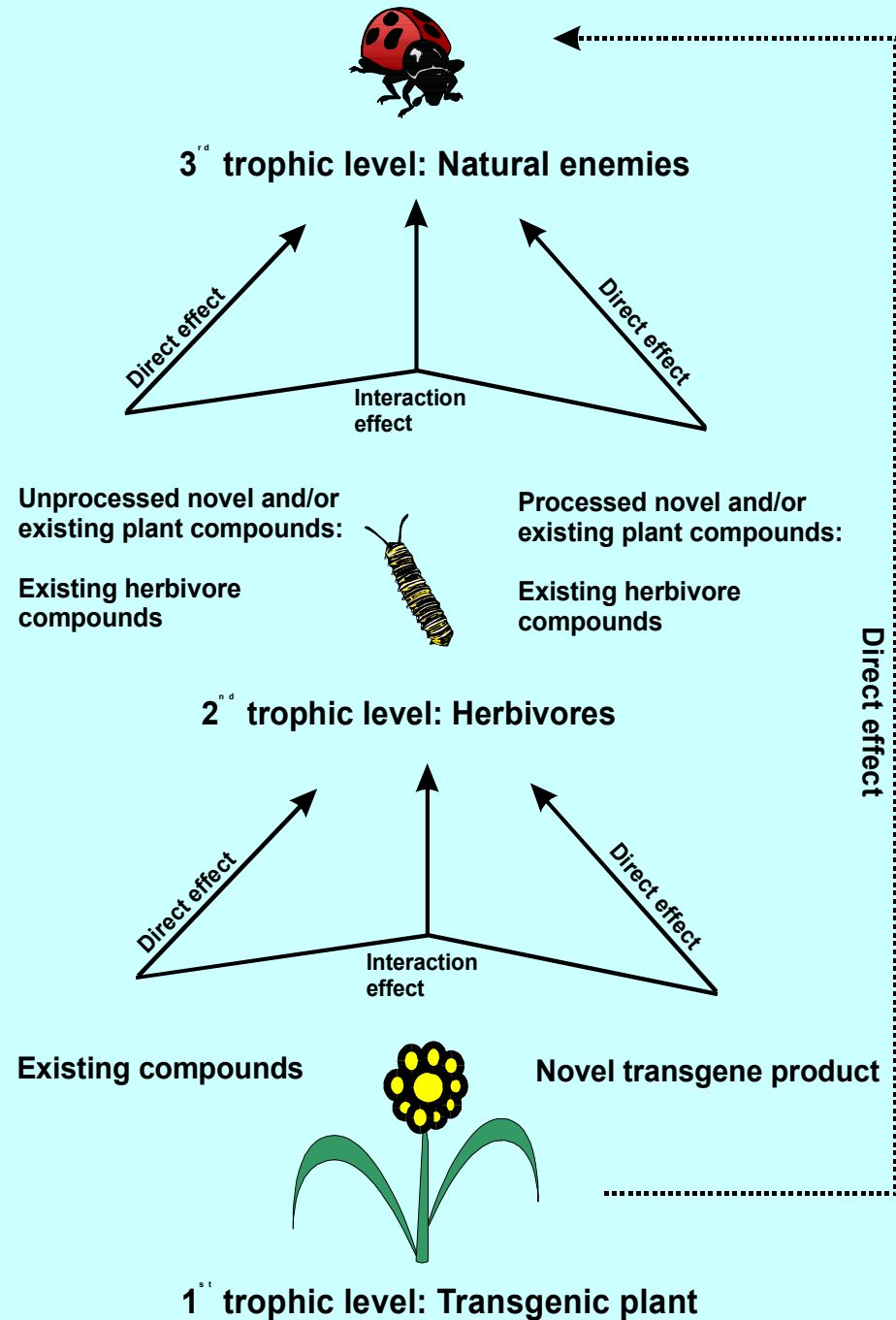
GM Bt-Plants

- Release continuous and in all plant parts
- Tissue-specific production varies over time, i.e. season
- Mode of action not immediate (takes 2 days or longer before target dies)
- Sublethal, chronic effects more important for nontargets.

→ Induces very different dynamics/types of non-target effects

Food chain effects likely to be:

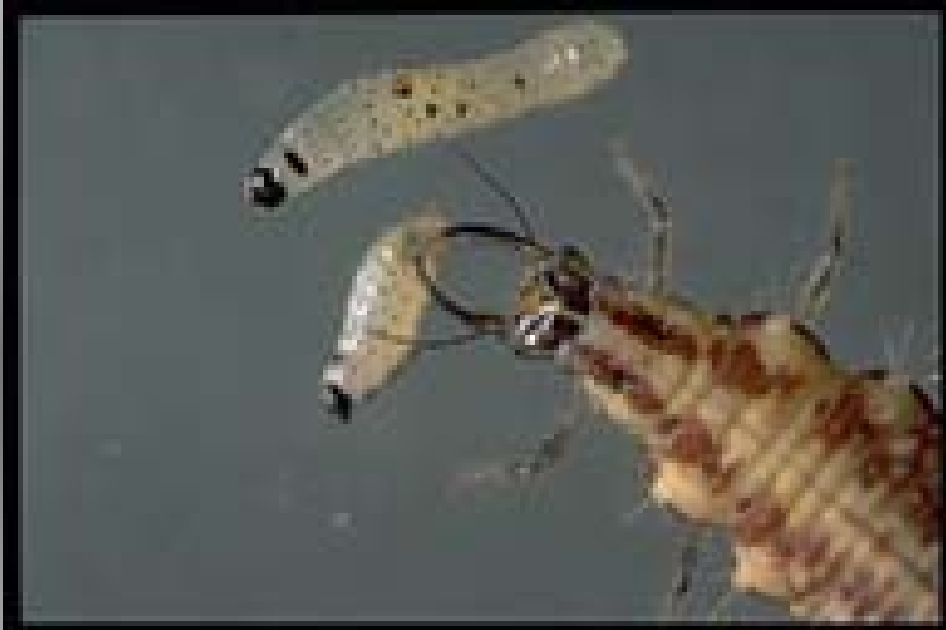
- complex
- multitrophic
- multiple causes
- difficult to differentiate



Unzulänglichkeiten des additiven Konzepts für Nebenwirkungstests

- Kann zu Unter- oder Überschätzung eines Effekts führen
- Ignoriert Positions- oder pleiotrope Effekte
- Ignoriert Interaktionseffekte mit anderen sekundären oder primären Pflanzeninhaltsstoffen

Fallbeispiel: Einfluss von Bt Proteinen und Bt-Mais auf die Florfliege (*Chrysoperla carnea*)



Drei durchgeführte Experimentserien

1.) **Bt-Protein** → **Herbivoren** → **Nützling**
transgene Nichtziel-organismus
Pflanze organismus organismus

2.) **Bt-Toxin** → **Nützling**
Nichtziel-organismus

3.) **Bt-Toxin/** → **Herbivoren** → **Nützling**
In Kunststoffutter Nichtziel-organismus organismus

Summary of feeding trials with *Chrysoperla carnea* larvae

	Bi-trophic Direct	Tritrophic Bt-Mais	Bt-incorp.diet
Bt-conc.	100μg/ml	5μg/g	25, 50, 100μg/g
Total Mort.	57%	59%	55, 68, 78%
Control Mort.	30%	37%	26%

Herbivore x Bt x plant interactions contribute to toxicity of Bt-toxin to *C. carnea* larvae.

Schlussfolgerungen für Florfliegen Fallbeispiel

- 1) Florfliegenlarven sind mittelmässig empfindlich gegenüber dem Bt-Toxin (Cry1Ab) (Direktfütterungsstudien)
- 2) Höchste Mortalität von Florfliegenlarven wurde beobachtet wenn Bt-Mais verwendet wurde und via einem wenig, sublethal betroffenen Beutetier verabreicht wurde.



Bt x Herbivor x Pflanzen Interaktionen verstärkten den direkten Effekt



Analyse der Expositionswege sind elementar für Nahrungskettenstudien



Auswirkungen auf natürliche Feinde sollten mit frischem oder lebendem Pflanzenmaterial und mittels Beutetiere durchgeführt werden.

Bisher vorwiegend angewandte Methoden:

A) Florfliegenlarven werden mit Mehlmotteneiern gefüttert, die mit mikrobiell hergestelltem Bt-Präparaten besprüht werden.

ABER:



Bis nicht der Nachweis erbracht ist, dass die Bt-Toxine die Eischalen der Mehlmotteneier durchdringen können, ist es unklar und fraglich, ob das Bt-Toxin von den Florfliegenlarven aufgenommen wurde.

B) Florfliegenlarven mit Pollen gefüttert.

ABER:

Es ist nicht bekannt, dass Florfliegenlarven Pollen fressen. Wegen ihrer stechend-saugenden Mundwerkzeuge können sie nur flüssige Nahrung zu sich nehmen.

EU Framework 5 Project - Effects and Mechanisms of Bt transgenes on biodiversity of nontarget insects (Bt-BioNoTa)

Plants used in field trials	Country of release	Nontarget organism	
		Herbivores	Natural enemies
Cry1Ab potatoes	Southern Italy	CPB (N) <i>Phthorimaea (T)</i>	<i>C. carnea</i> <i>Miridae (Orius spp.)</i> <i>Nabis spp.</i>
Cry3B egg plant	Southern Italy	CPB (T) Spidermites (N)	<i>C. Carnea</i> <i>Stethorus spp.</i> <i>Orius spp.</i>
Cry1Ab corn	Hungary	Lepidopteran (T/N) <i>(Heliothis armigera)</i> WCR (<i>Diabrotica</i>) Spidermites (N)	<i>Stethorus spp.</i> <i>C. carnea</i>

CPB Colorado potato beetle, WCR Western Corn Rootworm, N Nontarget, T Target

GOAL: Developing improved methodologies and guidelines for nontarget testing of GM plants.

Assessment of field exposure to Bt proteins of *C. carnea*

Complicating factors:

- our data suggest intergenerational effects
 - potential decline over several generations
- highly polyphagous species
 - Will feed preferentially on aphids during times when aphids are present.
 - Will feed on other herbivores and natural enemies otherwise.
- highly mobile (as adult), ubiquitous species
 - Moves between cropping systems

Total exposure of *C. Carnea* will be a function of continuously changing combination of Bt-containing and Bt-free prey species. Prey composition and spatio-temporal population dynamics of available herbivores will differ regionally.

→ Monitoring and modeling programs

IOBC Global Working Group Initiative

„Development of International Scientific Biosafety Testing Guidelines for Transgenic Plants“

International initiative of public sector scientists organized within a global working group on „Transgenic Organisms in IPM and Biocontrol“ of the IOBC (International Organisation for Biological Control)

Funding organisation:

Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC)

Objectives of IOBC WG Initiative

1. To develop comprehensive, transparent scientific guidelines for pre-release biosafety testing of GM plants which could serve as international standard.
2. To extend the guidelines for possible use in post-release monitoring
3. To test the application of the guidelines in real policy contexts
4. To publish the guidelines and periodically revise them in response to new developments.