

# Stand und Perspektiven der grünen Gentechnik in Bayern





# Gliederung

---

- ◆ **Gentechnik im Kontext Pflanzenzüchtung**
- ◆ **Perspektive: Transgene Pflanzen**
- ◆ **Sicherheitsforschung und Erprobungsanbau mit Bt-Mais 2004/2005**



# Gentechnik

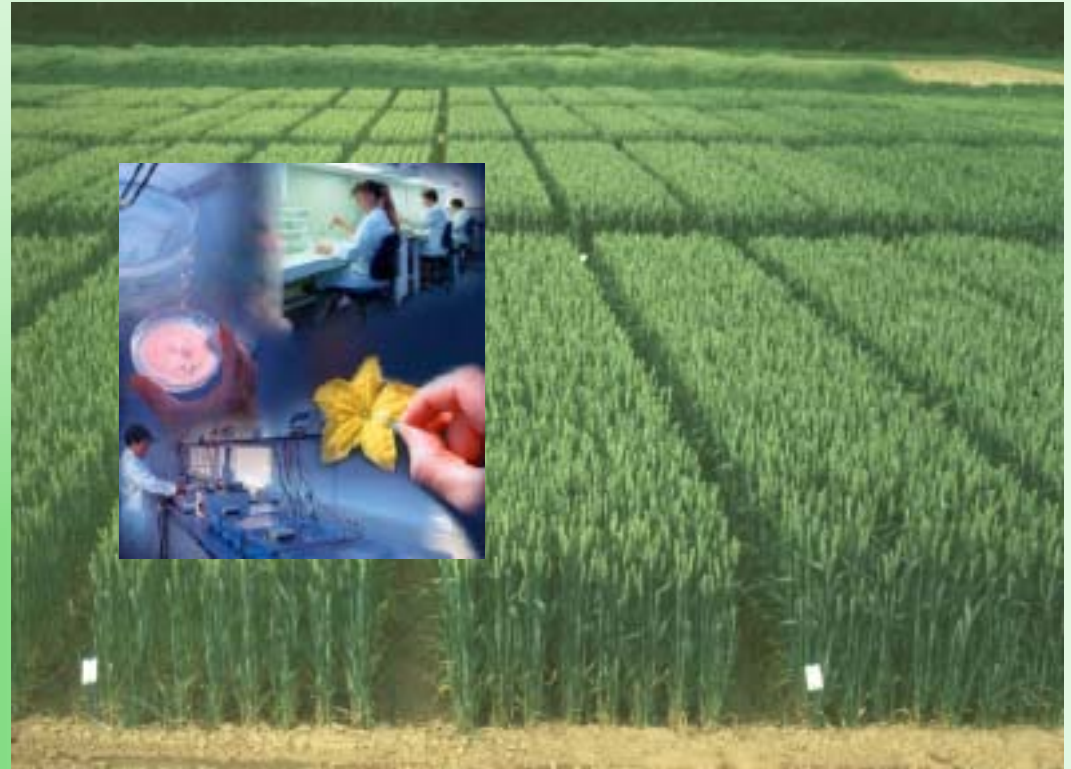
Hexerei

oder

moderne Pflanzenzüchtung?

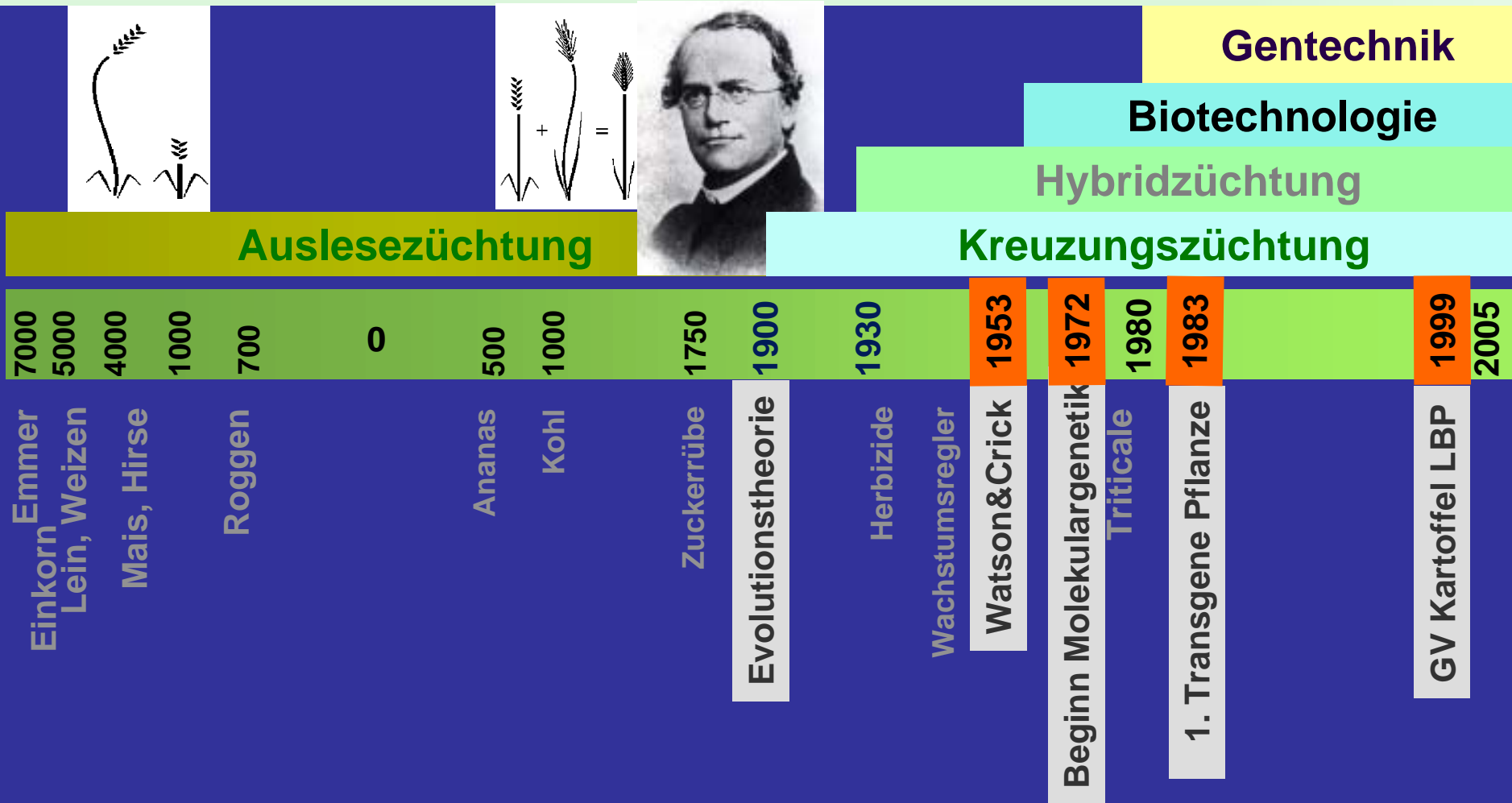


Quelle: StMWIVT





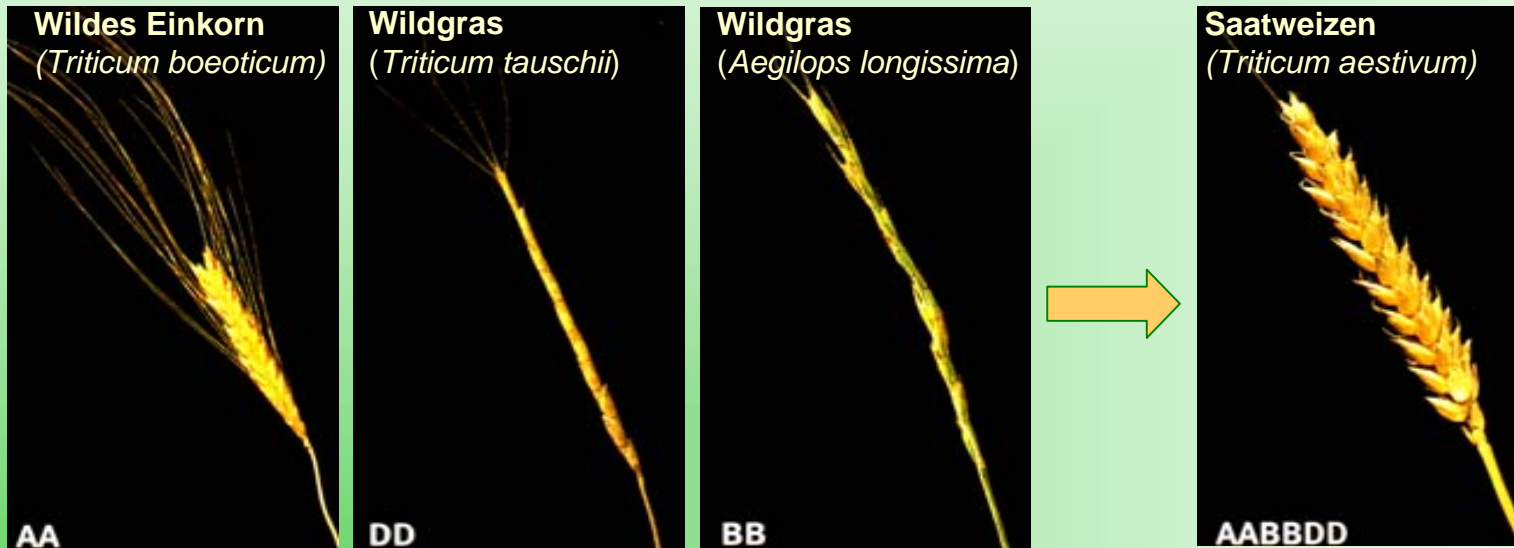
# Gentechnik im Kontext der historischen Entwicklung der Pflanzenzüchtung





# Von der Wildpflanze zur Kulturpflanze

## Der Weizen



Quelle: StMWIVT

8000 Jahre

## Die Kartoffel





# Mutagenesezüchtung



**Quellen:** Novak, FJ, Brunner, H: *Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement. IAEA Bulletin 1992/34(4)/S.25-33*

Sigurbjörnsson, B, Vose, P: *Nuclear techniques for food and agricultural development: 1964-94. IAEA Bulletin 1994/36(3)/S.41-47*

**Künstlich induzierte Mutationen mittels Strahlung (z.B. Gamma- oder Neutronenstrahlen) oder chemischer Mutagene (z.B. Äthansulfonat).**

Internationale Atomenergiekommission (IAEA)berichtet: Über 14.000 Experimente mit Gammastrahlen (60Cobalt), über 5.000 mit schnellen Neutronen und gut 500 mit anderen Mutagenen in den Jahren **1967 bis 1992**.

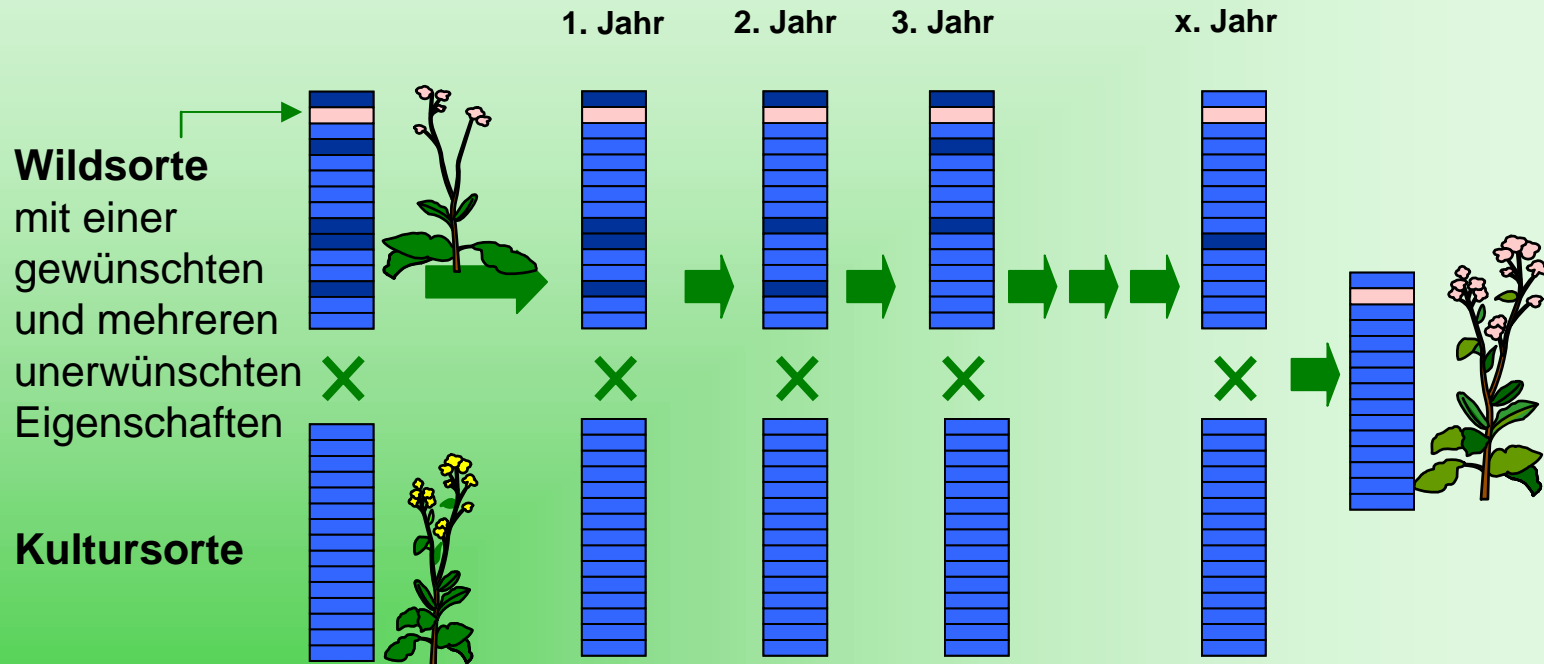
Bis heute wurden mit Hilfe der Mutationszüchtung über 1.800 neue Sorten auf den Markt gebracht. In Italien bedecken Hartweizen-Mutanten (für Nudeln) etwa 70 % der Durum-Anbaufläche. Praktisch alle in Zentraleuropa angebauten Braugerstensorten haben in ihrem Erbgut Gene, die so in der Natur nicht vorkommen (Ausgangspunkt Gerstensorte Diamant, 1965).

In der Liste der von der IAEA als **Strahlungsmutanten** aufgeführten neuen Pflanzensorten nimmt weltweit der **Reis (lateinisch *Oryza sativa*) mit 434 der IAEA gemeldeten neuen Sorten den ersten Platz** ein, gefolgt von Gerste (*Hordeum vulgare*) mit weltweit 269 Sorten.



# Klassische Züchtung – ein langer Weg

## Rückkreuzungen und Auslesen







# Zuchtziele am Beispiel Weizen

## Anbaueigenschaften

Ertrag  
Winterhärte  
Standfestigkeit  
Kornzahl  
Korngröße  
Reifezeit



## Resistenzigenschaften

Mehltau  
Septoria  
DTR  
Fusarium  
Braun-, Gelb- u.  
Schwarzrost  
Fußkrankheiten  
Flugbrand

## Qualität

Eiweißgehalt, Eiweißqualität  
Back-/Verarbeitungswert  
Teigeigenschaften  
Allergenes Potential





# Herausforderungen an die Pflanzenzüchtung

---

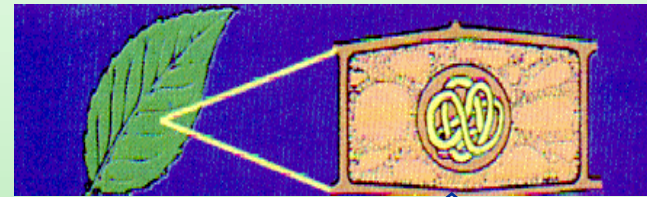
- ◆ **Klimawandel** und **Energie** werden die Zukunft im Pflanzenbau entscheidend bestimmen
- ◆ **Genetische Ressourcen** der Kulturpflanzen sind erfolgsbestimmend und damit auch Gegenstand des globalen Wettbewerbs
- ◆ Eine **stetige, weitblickende Züchtungsforschung** ist für Fortschritt und Wettbewerbsfähigkeit der einheimischen Pflanzenproduktion unabdingbar



# Gene – elementare Bausteine des Lebens

Jeder Organismus

besteht aus Zellen.

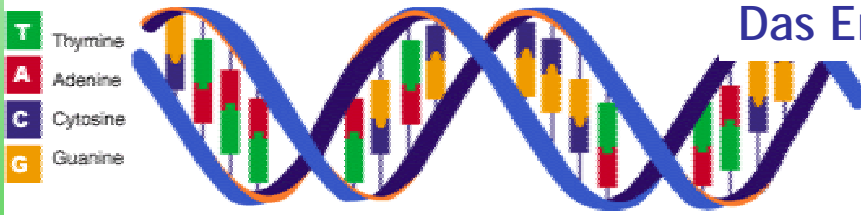


In jedem Zellkern befindet sich

das Erbgut: die Chromosomen.



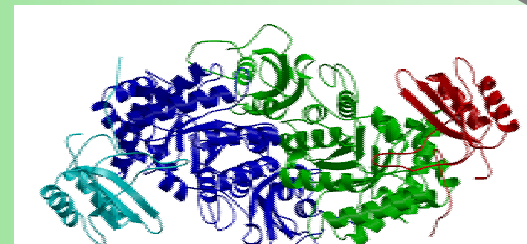
Das Erbgut besteht aus DNA.



Funktionelle DNA Abschnitte, die Gene

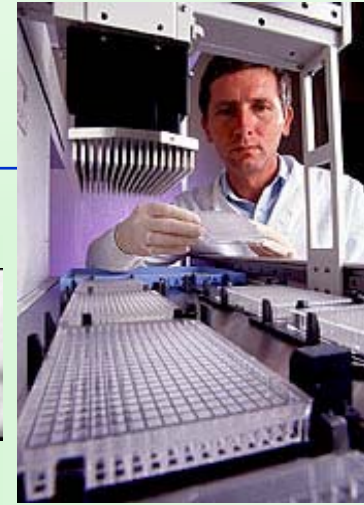
enthalten den Bauplan

für Proteine.



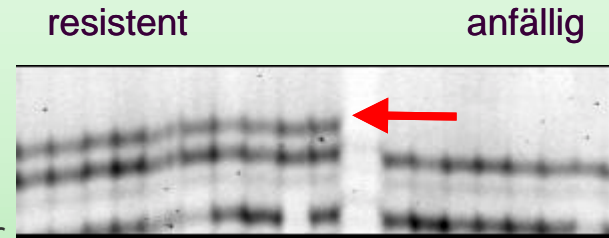


# Was ist Gentechnik



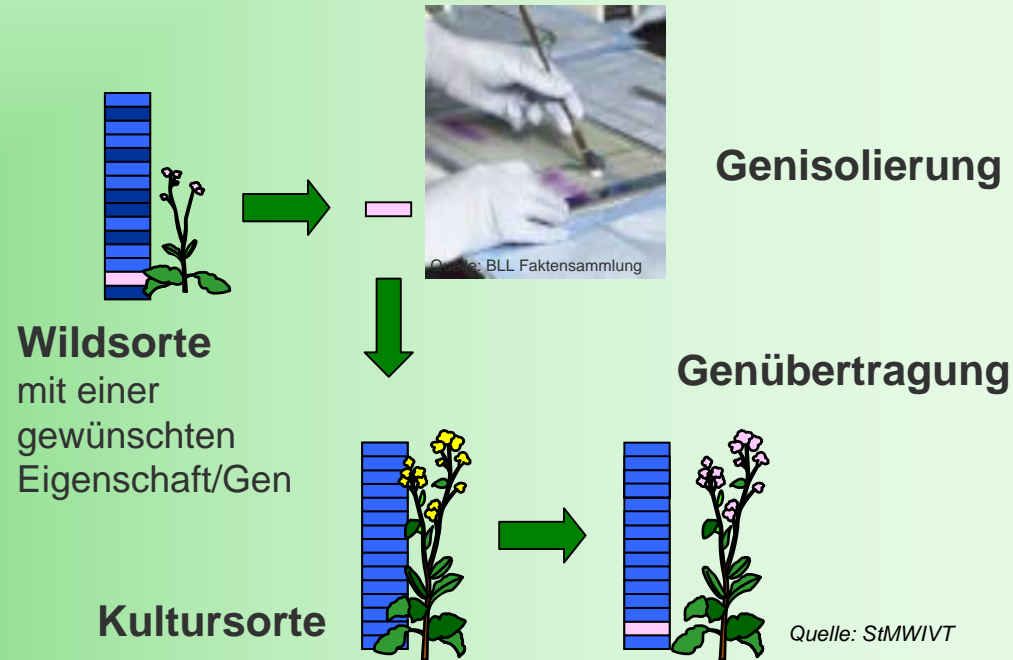
## ◆ Genanalyse (Diagnose)

- ◆ genetischer Fingerabdruck
- ◆ Hilfsmittel zur Selektion in der Züchtung (Erkennen von Eigenschaften)



## ◆ Gentransfer -> GVO

- ◆ Erzeugen oder Vermeiden von erblichen Eigenschaften durch Übertragung von Erbeigenschaften



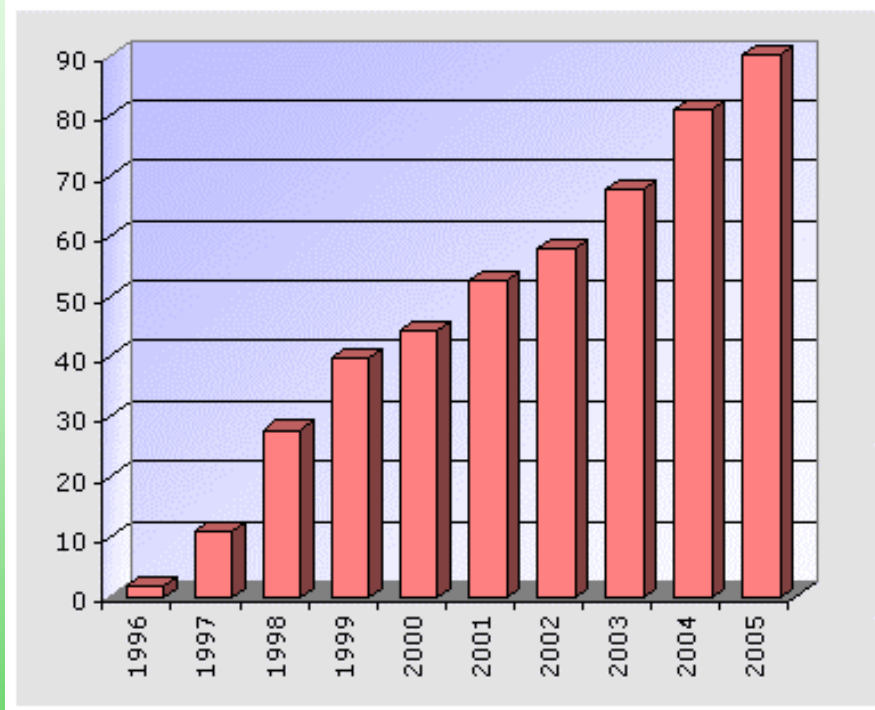


# Neue Möglichkeiten durch Gentransfer

- ◆ **Inaktivierung von arteigenen Genen**
  - Veränderte Zusammensetzung von Inhaltsstoffen
  - Beispiel: Amylopektin-Kartoffel**
  - Beseitigung von Toxinen und Allergenen
- ◆ **Transfer von Biosynthesegenen anderer Pflanzen**
  - Anreicherung von Vitaminen oder sekundären Pflanzenstoffen mit gesundheitsfördernder Wirkung
  - Beispiel: Golden Rice, Zeaxanthinkartoffel**
- ◆ **Nutzung artübergreifender Resistenzmechanismen**
  - Verbesserung der Widerstandsfähigkeit, Anpassung an neue Standorte (Salz-, Trocken-, Schwermetalltoleranz)
  - Beispiel: Bt-Toxin (Mais, Baumwolle, Kartoffel, ...)**
- ◆ **Pflanzen als Bioreaktoren**
  - Produktion völlig neuer Inhaltsstoffe
  - Medikamente, Antikörper, Rohstoffe (z.B. Waschmittelenzyme)**

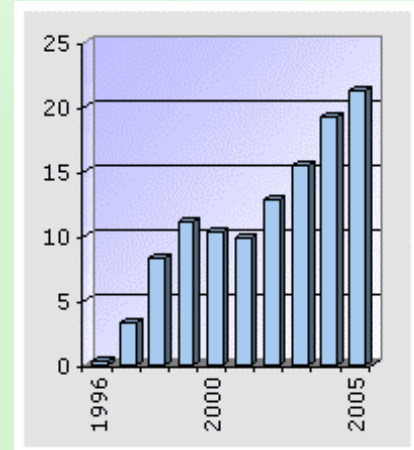
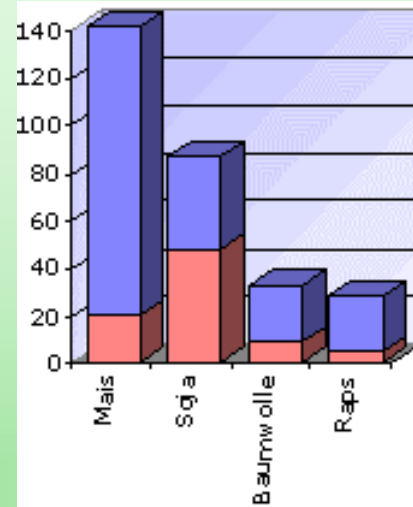


# Anbauflächen transgener Nutzpflanzen

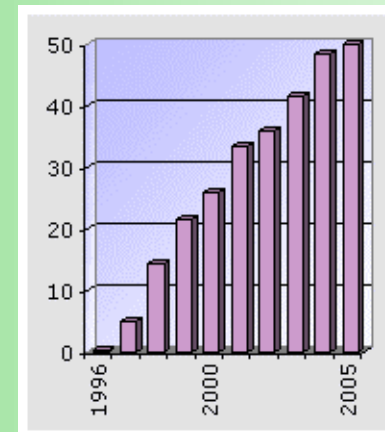


Alle GVO-Fruchtarten weltweit (Mio ha)

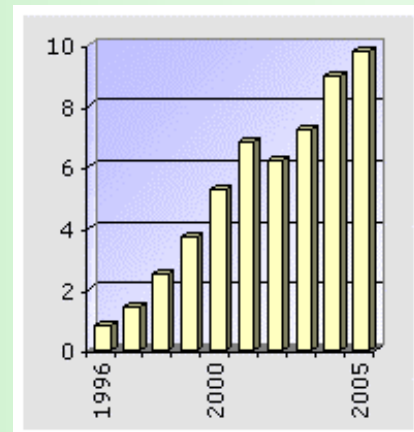
Gesamtfläche 2005: 90 Mio ha weltweit  
 = 6,0 % der weltweit 1,5 Mrd ha Ackerfläche  
 = 7,5 fache der Ackerfläche Deutschlands  
 seit 1996 insgesamt > 450 Mio ha



Mais (Mio ha)

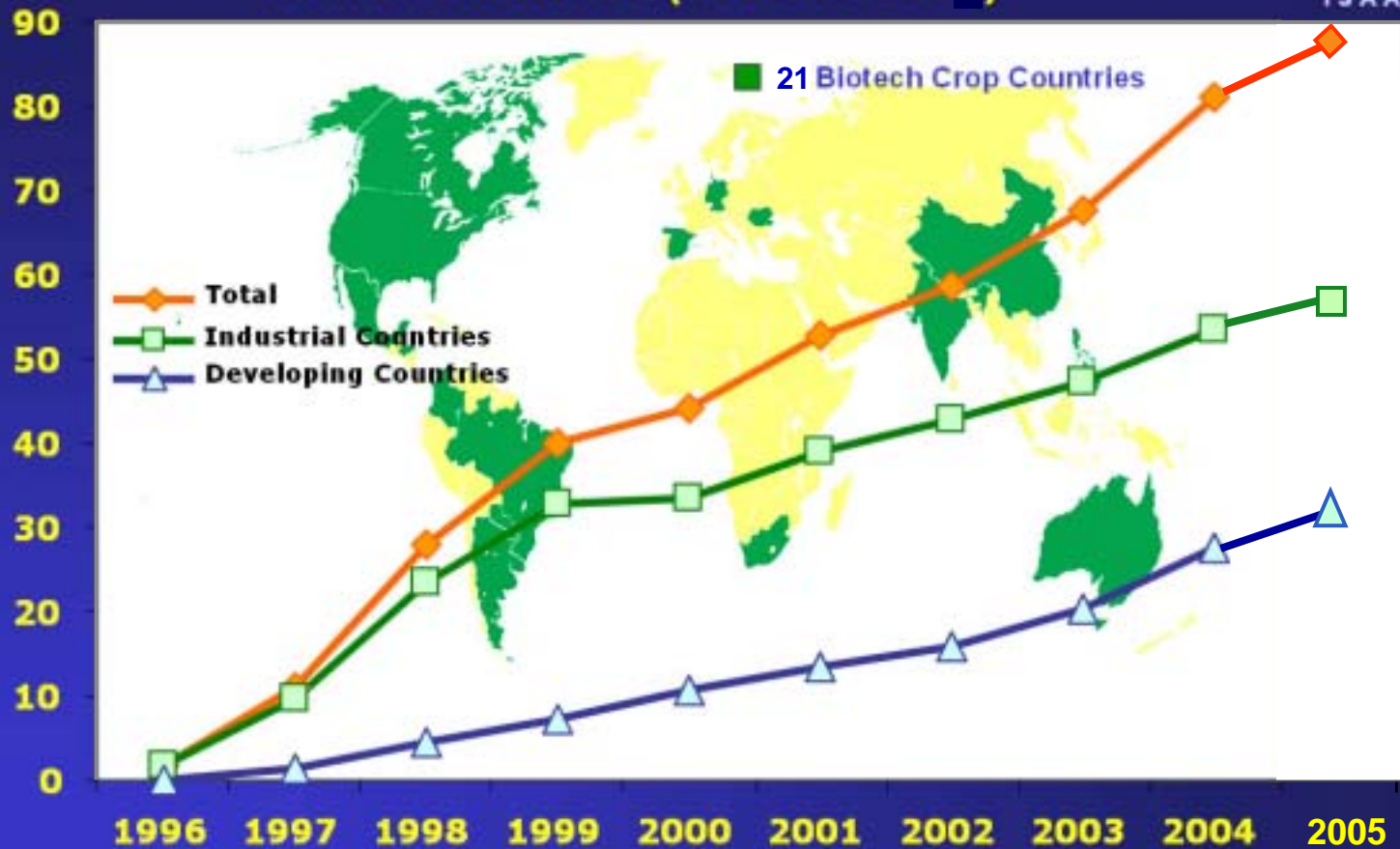


Soja (Mio ha)



Baumwolle (Mio ha)

# Global Area of Biotech Crops Million Hectares (1996 to 2005)



Increase of 20%, 13.3 million hectares or 32.9 million acres between 2003 and 2004  
 Increase of 11%, 9,0 million hectares between 2004 and 2005

Source: Clive James, 2005



# In der EU zugelassene GVO-Events

- ◆ **1 Soja:** MON40-3-2; Herbizidtoleranz ; Einfuhr der Sojabohnen und Verarbeitung zu Lebens- und Futtermitteln
- ◆ **6 Raps:** GT73, T45, Topas19/2, MS1 x RF2, MS1 x RS1, MS8 x RF3; Herbizidtoleranz, männliche Sterilität; nur Öle
- ◆ **12 Mais:** 1507, Bt11, Bt176, GA21, MON810; Mon863, NK603, T25, GA21 x MON810, MON863 x MON810, MON863 x NK603, NK603 x MON810; Herbizidtoleranz, Insektenresistenz
  - **Anbau: > 17 Sorten mit MON 810 in den EU-Sorten-katalog aufgenommen; in Deutschland 3 Sorten vom Bundessortenamt zum unbeschränkten Anbau zugelassen**
- ◆ **5 Baumwolle:** MON15985, MON531, MON15985 x MON1445, MON531 x MON1445; Herbizidtoleranz, Insektenresistenz; Öle aus Baumwollsaat



Quelle: [www.transgen.de](http://www.transgen.de)

Stand 2006





# Risikodiskussion

- |   |  |
|---|--|
| ◆ Allergien und Toxine  | ◆ jede neue Genkombination kann Allergien auslösen, weil neue Eiweiße entstehen können |
| ◆ Antibiotikaresistenz (horizontaler Gentransfer)                   | ◆ neue GMO-Verfahren streben Antibiotika-Verzicht an                                   |
| ◆ Viruserkrankung durch Verwendung von Virus-Genen in „Konstrukten“ | ◆ Viren und ihre Erbsubstanz kommen auch natürlich vor (z.B Blumenkohl-Mosaik)         |
| ◆ Monopolbildung  | ◆ ausgewogene Forschung und Zugänglichkeit für den Mittelstand                         |
| ◆ zufälliger Gentransfer/ Auskreuzung                               | ◆ zwischen ähnlichen Pflanzen möglich (Raps und Wildkräuter); Koexistenz ist möglich   |



# Rechtlicher Rahmen der Grünen Gentechnik

---

- ◆ EU-RiLi 2001/18 "Freisetzungsrichtlinie"
- ◆ EU-VO 2003/29 "Verordnung über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel"
- ◆ EU-VO 2003/30 "Verordnung über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung"
- ◆ Umsetzung der RiLi 2001/18EG in Deutsches Recht:  
Gentechnik-Gesetz; Ziel: Wahlfreiheit und Koexistenz
  - ◆ Definition von Freisetzung und Inverkehrbringen
  - ◆ Haftungsregelungen
  - ◆ Koexistenzregelungen
  - ◆ Standortregister



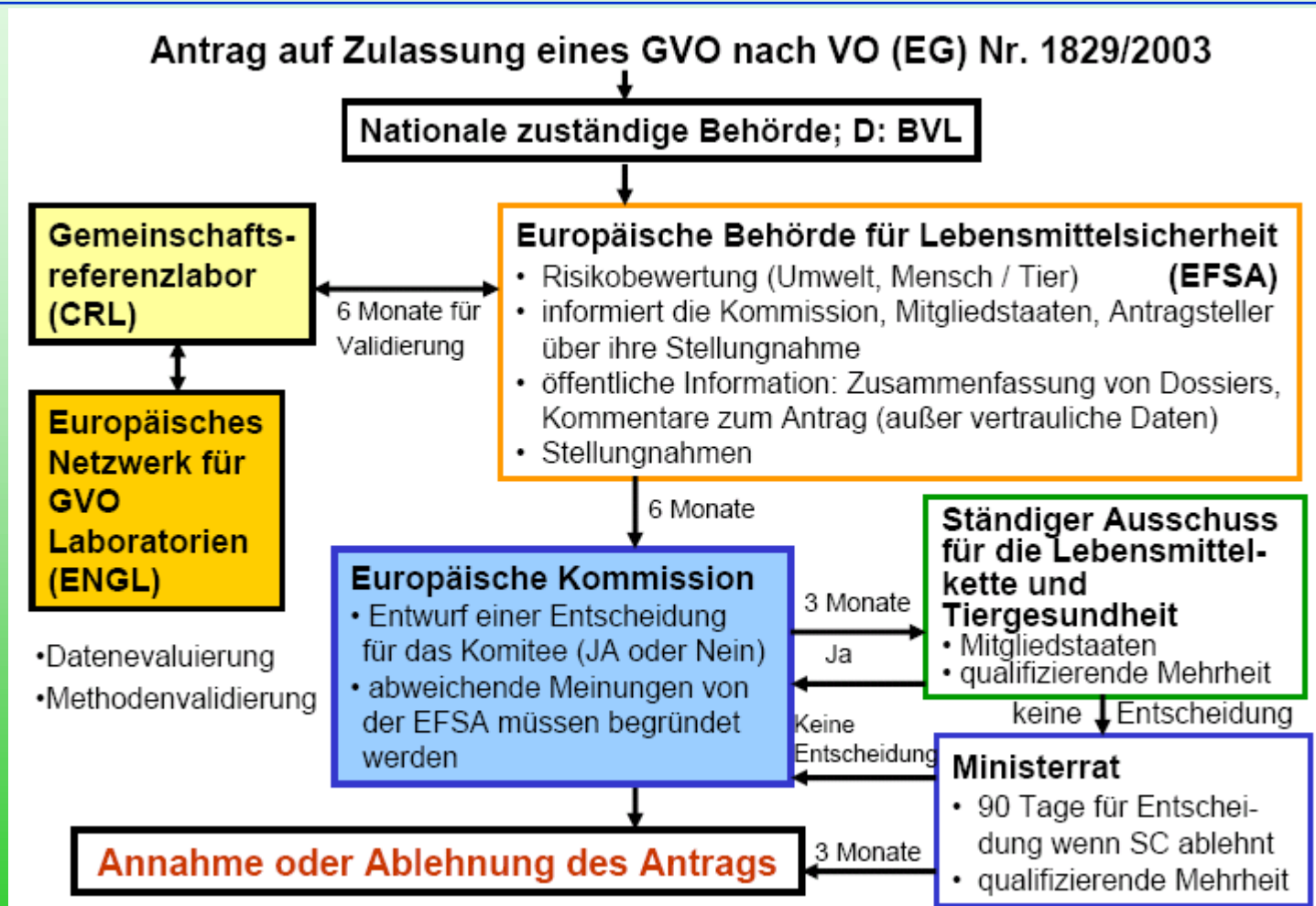
# Standortregister des BVL

[http://194.95.226.237/stareg\\_web/showflaechen.do](http://194.95.226.237/stareg_web/showflaechen.do)

---

- ◆ 3 Monate vor der Aussaat muss der Anbau von zugelassenen gentechnisch veränderten (gv) Pflanzen dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit gemeldet werden
- ◆ Ins Standortregister werden die Bezeichnung der gv-Pflanze, der jeweilige Erkennungsmarker (in 2006 ausschließlich MON-00810-6), die gentechnisch vermittelten Eigenschaften, Grundstück und Flächengröße eingetragen
- ◆ Für 2006 sind in Deutschland insgesamt ca. 2000 ha GVO Flächen gemeldet, der Bt-Mais Anbau konzentriert sich auf die Länder Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen. In Bayern sind etwa 11 ha eingetragen (Stand 9.2.06)

# Sicherheit durch die Gesetzgebung



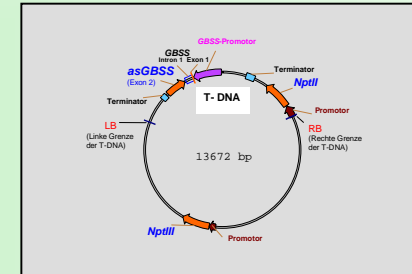
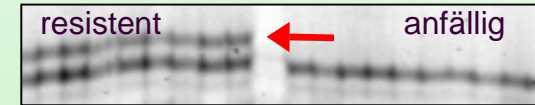
Quelle: Pecoraro, LGL



# Grüne Gentechnik an der LfL

## 1. Genomanalyse und Gentransfer (seit 1991)

Seit 1995 Gentransfer bei Kartoffeln, Getreide, Hopfen  
Freilandversuche seit 1999



## 2. Sicherheitsforschung (seit 1998)

Umweltmonitoring  
Tierernährung  
Markerfreie Transformation

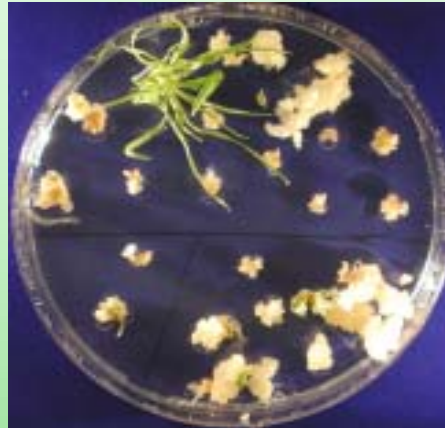
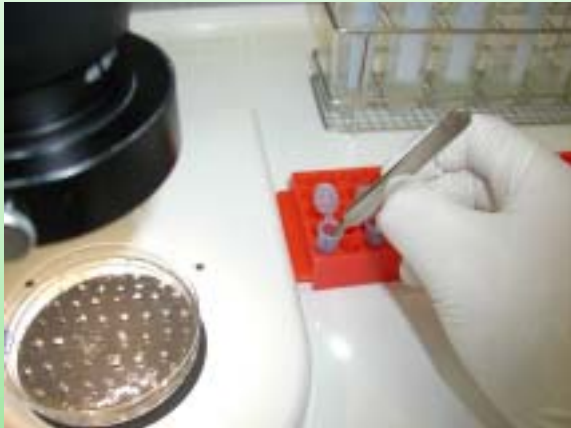


## 3. Koexistenz (seit 2004)

Ziele: Auskreuzungsverhalten  
Verhalten von Bienen  
Regeln für den Anbau



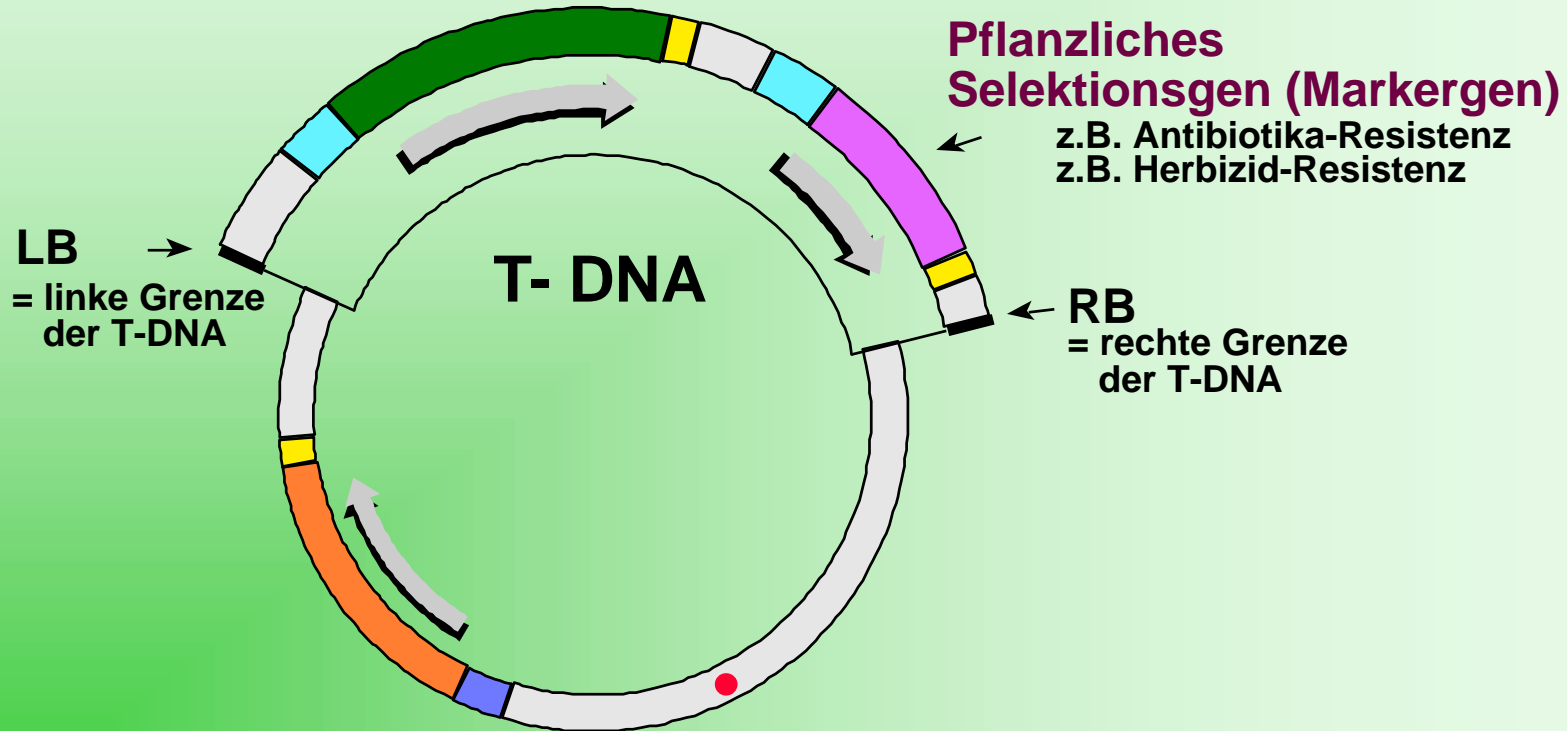
# Gentransfer bei Gerste mit dem Ziel der Aminosäureanreicherung (Lysin) im Korn





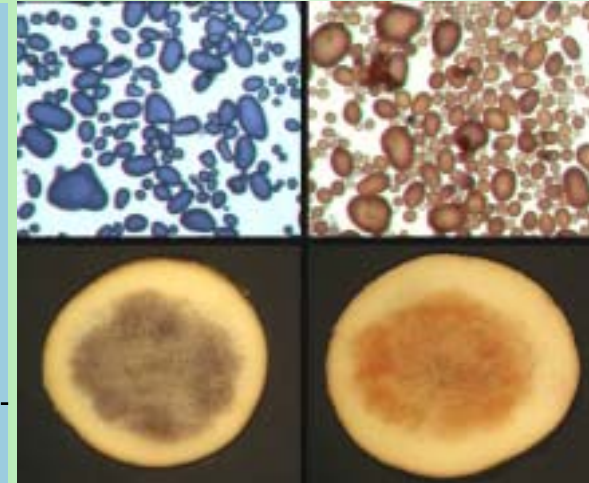
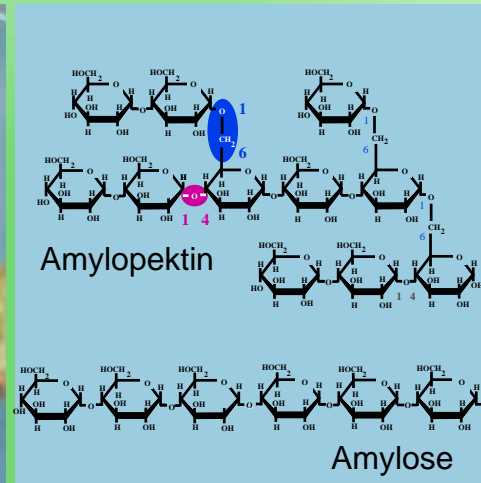
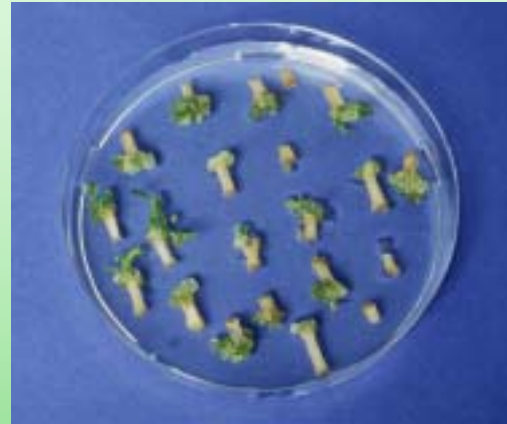
# Genkonstrukt

## Gewünschtes Gen





# Markerfreie Amylopektinkartoffeln – ohne Antibiotikaresistenzgen





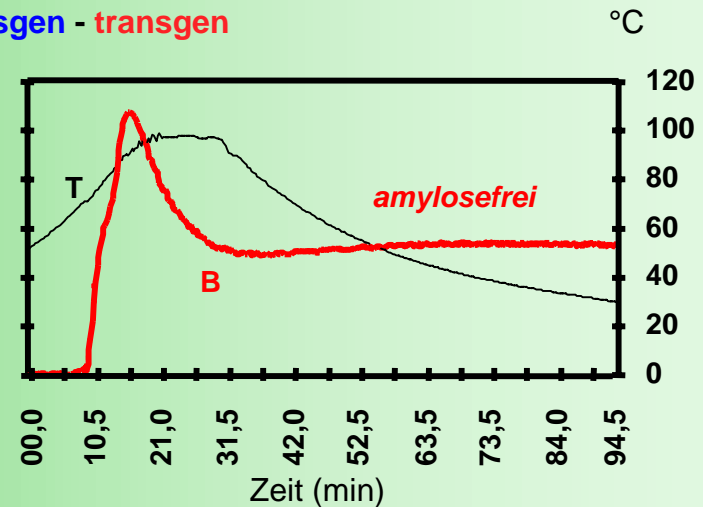
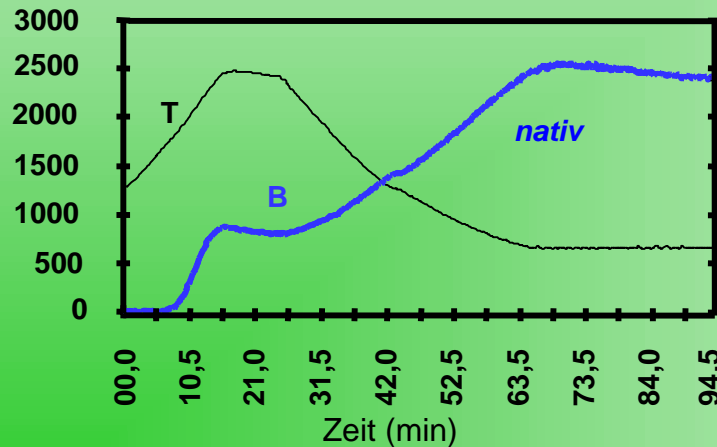


# Vorteile Amylopektin

- hohe Spitzenviskosität
- leichteres Quellen
- bildet transparente, elastische Kleister
- geringes Nachdicken
- gutes Gefrier-Tauverhalten

**Umweltfreundlich**  
*Keine Abwasserbelastung,  
da chemische Modifizierung  
entfällt*

BE Brabender-Viskosität: Vergleich nicht transgen - transgen





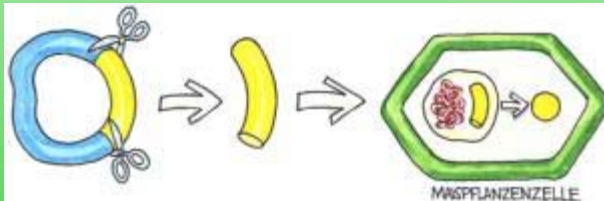
# Sicherheitsforschung und Erprobungsanbau mit Bt-Mais



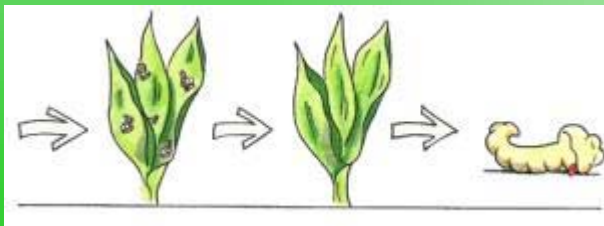
Zielorganismus = Maiszünsler



Bt = *Bacillus thuringiensis* (var. *kurstaki*)



Übertragung der DNA



→ transgener, insektenresistenter Bt-Mais



# Bt-Mais



*konventioneller  
Mais*

*Bt-Mais*



# Biosicherheitsforschung-Ergebnisse

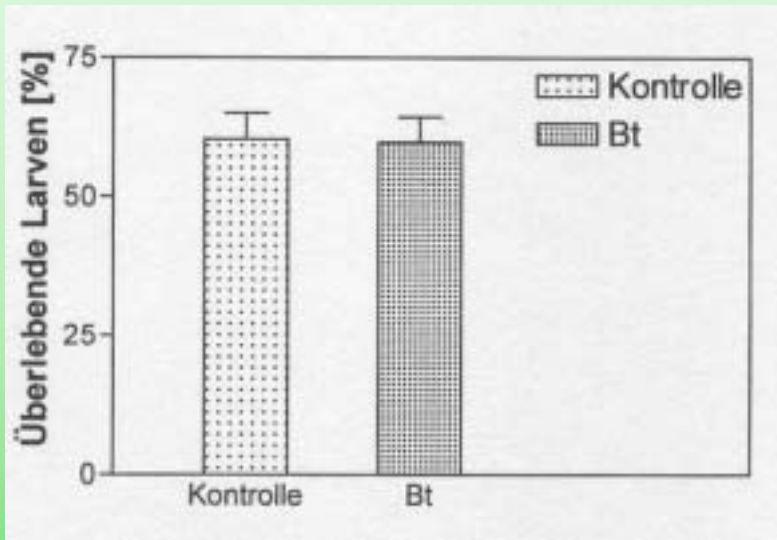
- Effekte von Bt-Mais auf blütenbesuchende Insekten und räuberische Spinnen  
**+/- Effekte**
- Untersuchung des Einflusses von Bt-Mais auf Blattläuse und deren spezialisierte Gegenspieler  
**keine Effekte**
- Effekte des Anbaus von Bt-Mais auf verschiedene in Maisfeldern vorkommende Arthropoden  
**keine Effekte**
- Auswirkungen von Bt-Mais auf Trauermückenlarven  
**+ Effekte (höhere Gesamtartenzahl an Dipteren)**
- Toxizität von Bt-Mais für Schlupfwespen  
**keine Effekte**
- Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene  
**keine Effekte**
- Untersuchung einer möglichen Übertragung von Genen auf Magen-Darm-Mikroorganismen von mit Bt-Mais gefütterten Rindern  
**keine Effekte**
- Abbau von Bt-Mais in Böden und Auswirkungen auf die Mikroorganismen **Bt-Toxin im Boden messbar, die freigesetzten Bt-Toxin-Mengen sind unterhalb der Wirkungsschwelle für die Zielorganismen – eine Wirkung auf Nicht-Zielorganismen ist daher unwahrscheinlich.**
- Auswirkungen von Bt-Mais auf Schmetterlinge  
**geringere Emission volatiler Verbindungen**

Quelle: [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de)

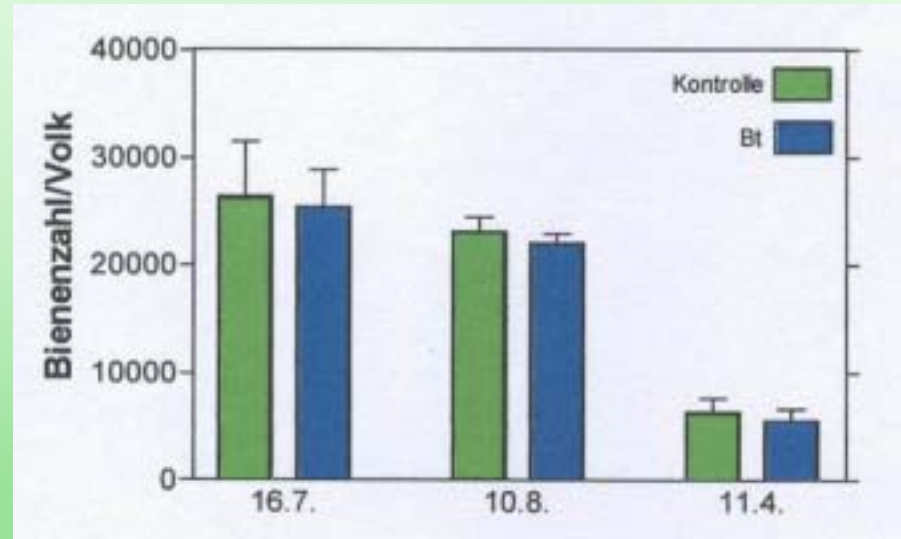


# Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene

Universität Jena, Institut für Ernährung und Umwelt



Überlebende Larven nach Fütterung mit Bt-Toxin unter Laborbedingungen. Je 9 Ansätze à 60 Larven wurden verglichen.



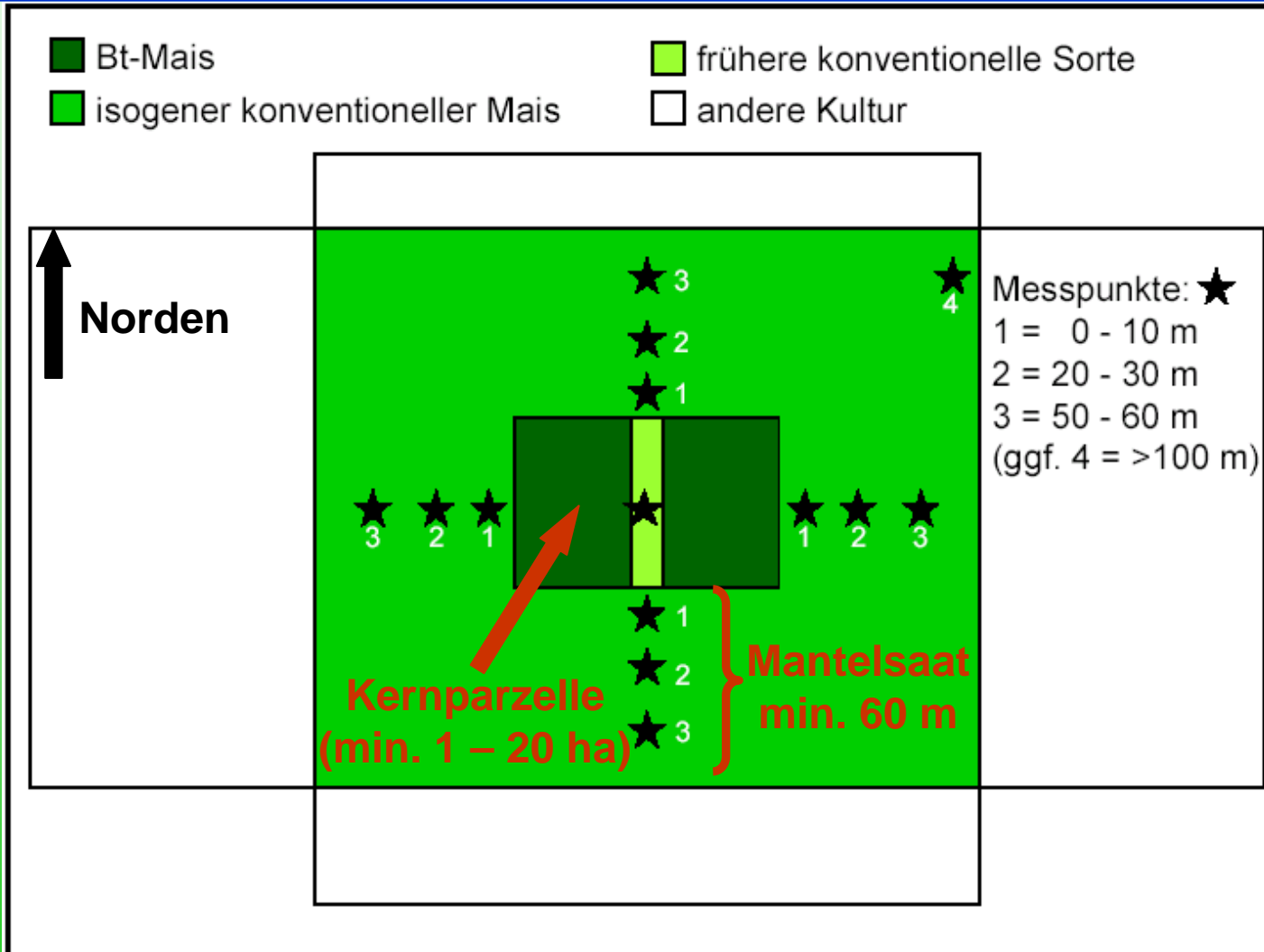
Entwicklung der Bienenvölker im Mais und nach der Überwinterung  
Anzahl Bienenvölker = 9

**Keine negativen Auswirkungen !**

Quelle: [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de)



# Erprobungsanbau mit Bt-Mais



Baumannshof

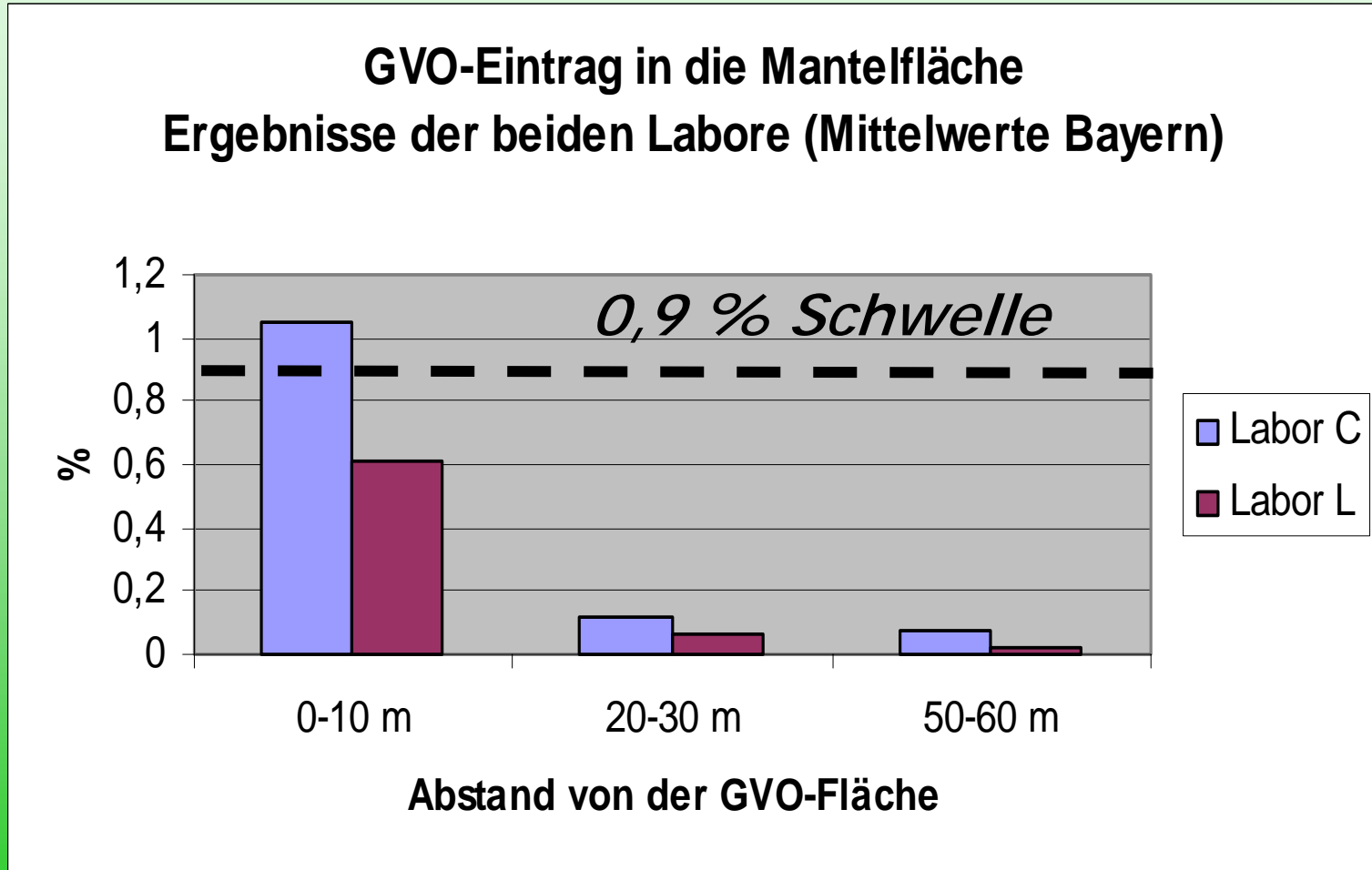
Mantelsaat

Bt-Mais

■ = Bienenvolk



# Ergebnisse Erprobungsanbau 2004







# Herausforderungen für die Landwirtschaft

## Energie



## Klima



## Umwelt



## Nahrung





# Fazit

---

- ◆ **Gentechnik verspricht wichtige Chancen, aber auch Risiken, die entsprechend untersucht und bewertet werden**
- ◆ **Neuzulassungen von GVO-Sorten müssen sorgfältig geprüft werden, wofür bei uns der Gesetzgeber garantiert**
- ◆ **Die GVO-Technik muss zum Schutz von Umwelt (z.B. unkontrollierte Auskreuzung) und Lebensgrundlagen auch international streng kontrolliert werden**
- ◆ **Ein verbesserter Dialog zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit und Firmen ist wünschenswert**
- ◆ **Niemand muss Gentechnik befürworten, jeder soll frei wählen können (Koexistenz; durch EU-Recht garantiert)**



# Ausblick:

– 61 –

Koalitionsvertrag CDU, CSU, SPD – 11.11.2005

## 8.9 Grüne Gentechnik verantwortlich nutzen

Die Biotechnologie stellt eine wichtige Zukunftsbranche für Forschung und Wirtschaft dar, die bereits weltweit etabliert ist. Der Schutz von Mensch und Umwelt bleibt, entsprechend dem Vorsorgegrundsatz, oberstes Ziel des deutschen Gentechnikrechts. Die Wahlfreiheit der Landwirte und Verbraucher und die Koexistenz der unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen müssen gewährleistet bleiben. Das Gentechnikrecht soll den Rahmen für die weitere Entwicklung und Nutzung der Gentechnik in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen setzen.

Die EU-Freisetzungsrichtlinie wird zeitnah umgesetzt und das Gentechnikgesetz novelliert. Die Regelungen sollen so ausgestaltet werden, dass sie Forschung und Anwendung in Deutschland befördern. Dazu ist es unverzichtbar, gesetzliche Definitionen (insbesondere Freisetzung, in Verkehr bringen) zu präzisieren. Die Bundesregierung wird darauf hinwirken, dass sich die beteiligten Wirtschaftszweige für Schäden, die trotz Einhaltung aller Vorsorgepflichten und der Grundsätze guter fachlicher Praxis eintreten, auf einen Ausgleichsfonds verständigen. Langfristig ist eine Versicherungslösung anzustreben.