

# Gentechnik bei landwirtschaftlichen Nutztieren - Segen oder Fluch?



Prof. Dr. Ralf Waßmuth



Adenauers politische  
Leitlinie lautete:

„Keine Experimente!“

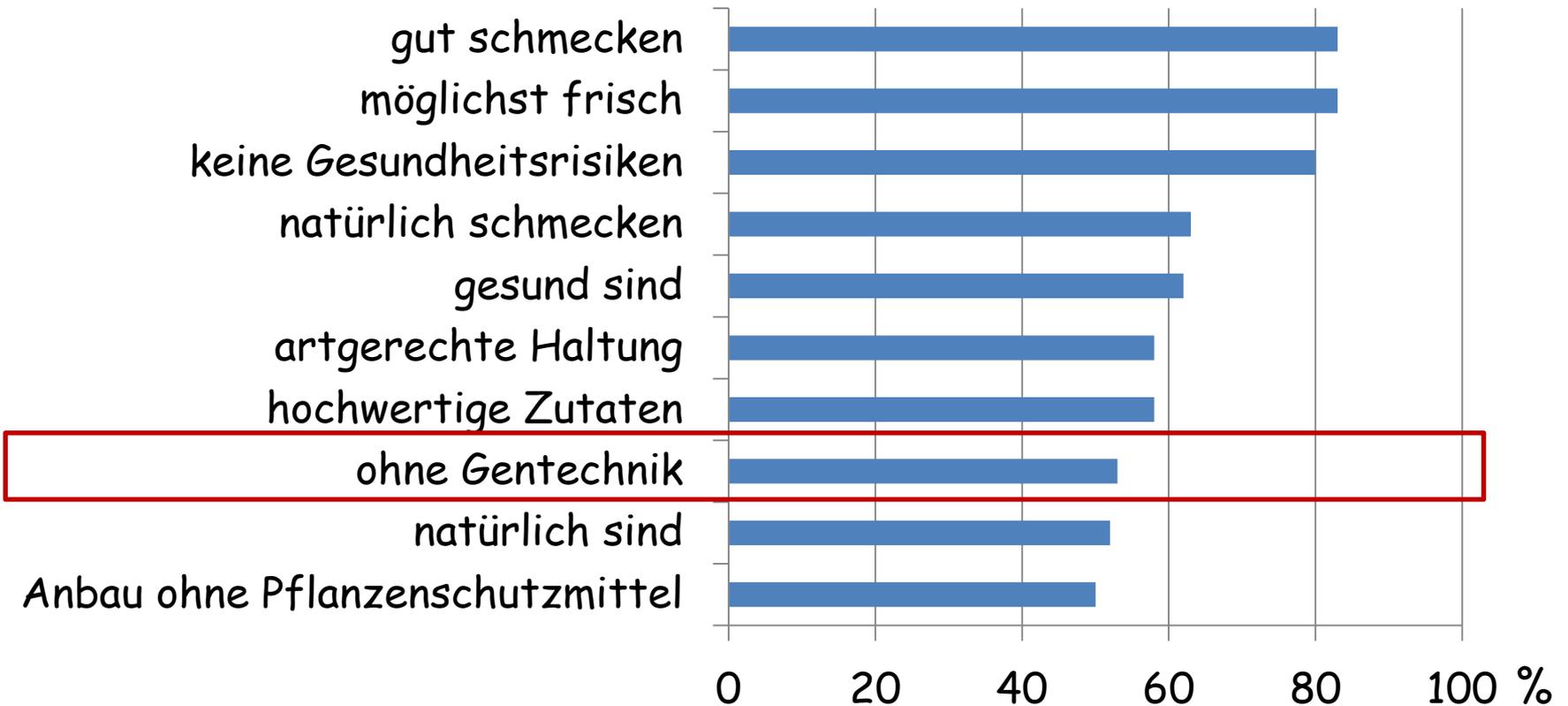


1. Bundeskanzler  
von 1949 - 1963

Wie passt dieses Leitbild zur  
Experimentierfreude von Wissenschaftlern?

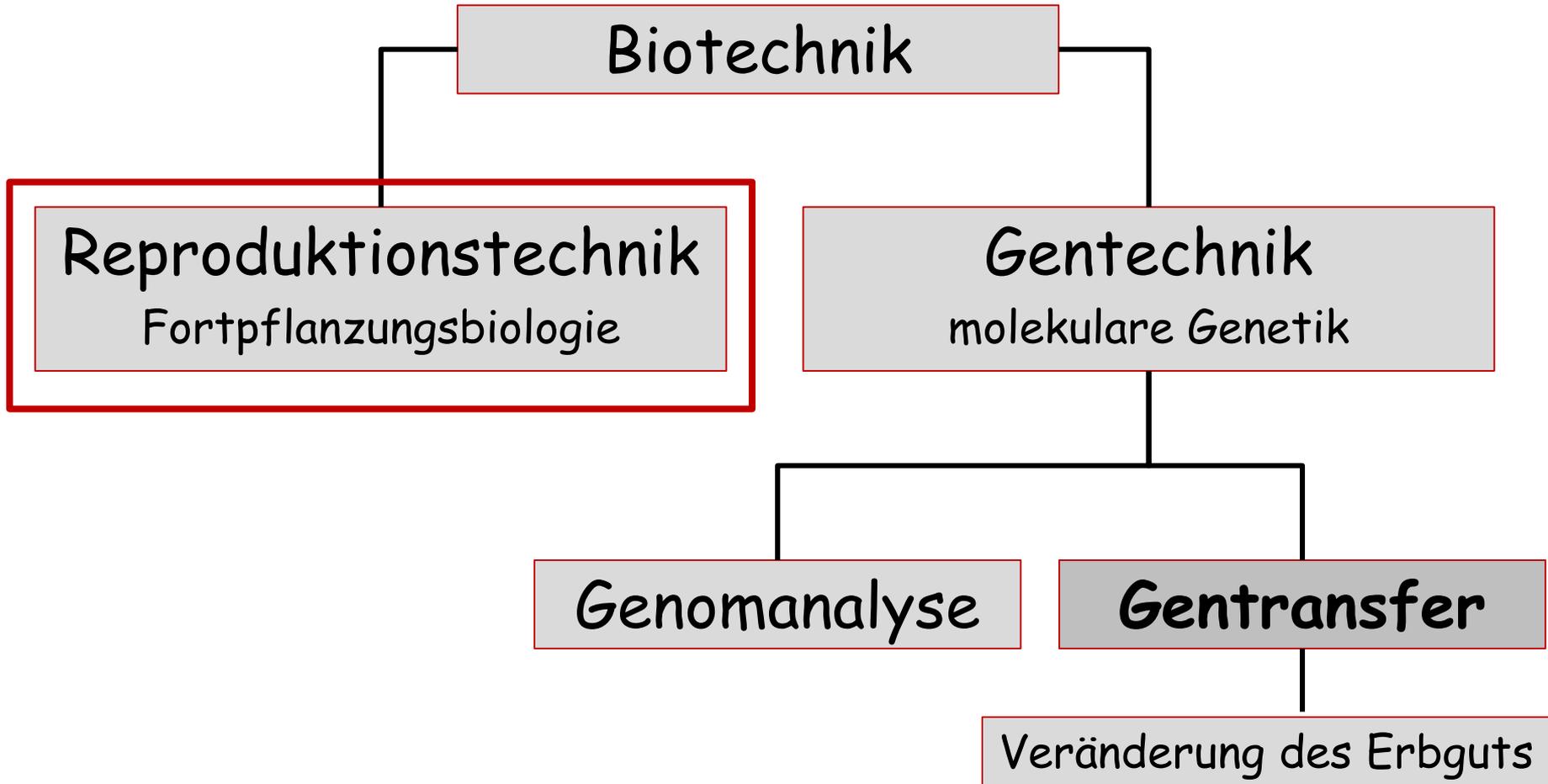
## Vorbemerkung

Was kennzeichnet für Sie Lebensmittel,  
die von hoher Qualität sind?



N = 1.671 Personen, Nennungen > 50 %

(Nestle 2012)



# Reproduktionstechnik - künstliche Besamung

**Ziel:** mehr Kälber von einem Bullen

## Nutzen:

- Zuchtfortschritt erhöhen
- internationaler Austausch
- Konservierung
- Erkrankungsprophylaxe

## Verfahren:

1. instrumentelle Gewinnung
2. Konservierung
3. Portionierung
4. Übertragung

Ältestes biotechnologisches Verfahren  
(seit 1936/43)



**Ziel:** nur weibliche oder männliche Kälber erzeugen

**Nutzen:**

- Zuchtfortschritt erhöhen
- weibliche Kälber zur Remontierung
- männliche Kälber zur Mast

([www.rund-ums-baby.de](http://www.rund-ums-baby.de))

„Damenwahl durch Laserstrahl“

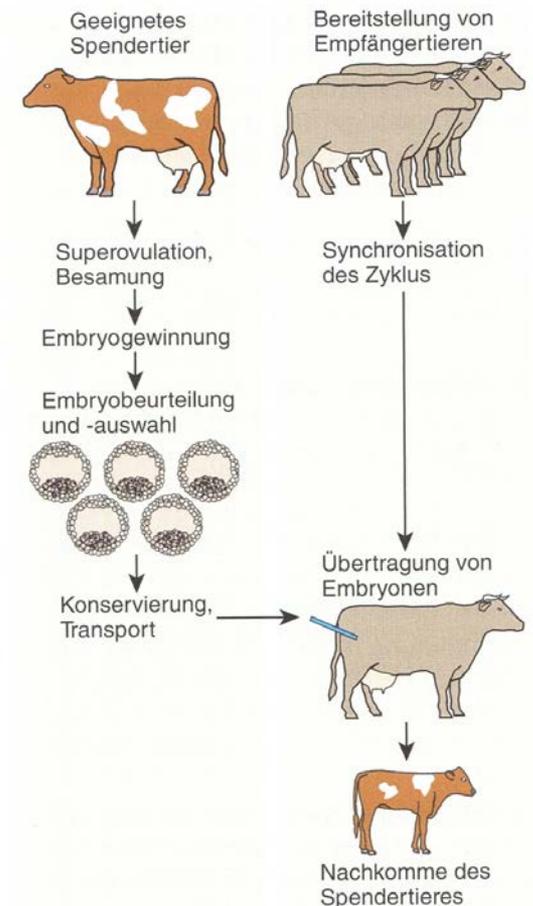
# Reproduktionstechnik - Embryotransfer

**Ziel:** mehr Kälber von einer Kuh

**Nutzen:**

- Zuchtfortschritt erhöhen
- internationaler Austausch
- Konservierung

**Beachten:** „nur“ Vollgeschwister



(Geldermann, 2005)

# Reproduktionstechnik - Klonierung

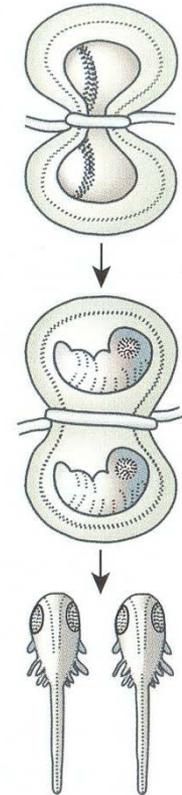
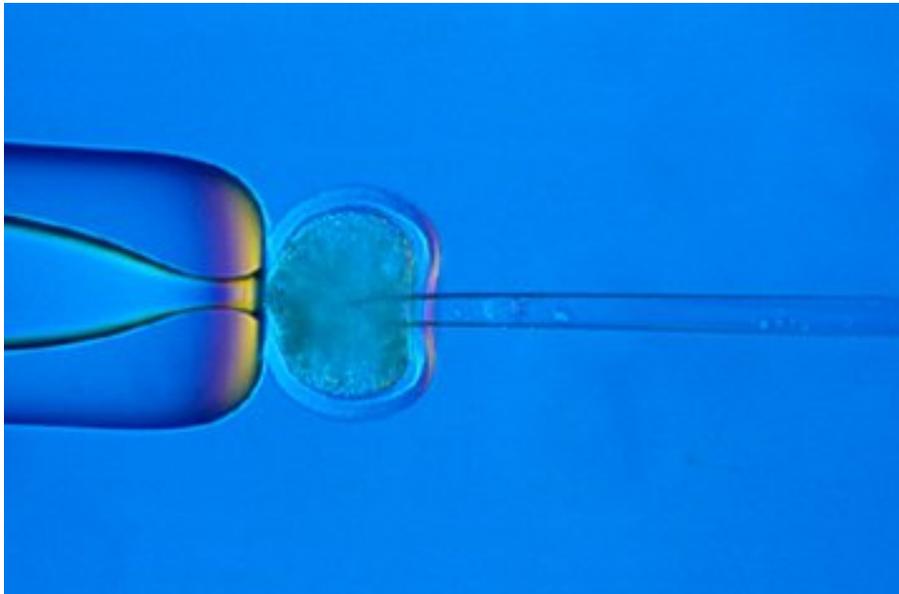
**Ziel:** genetisch identische Tiere

**Nutzen:**

- Zuchtfortschritt erhöhen
- Genetische Vielfalt erhalten

**Verfahren:**

- Embryonenteilung oder Kerntransfer



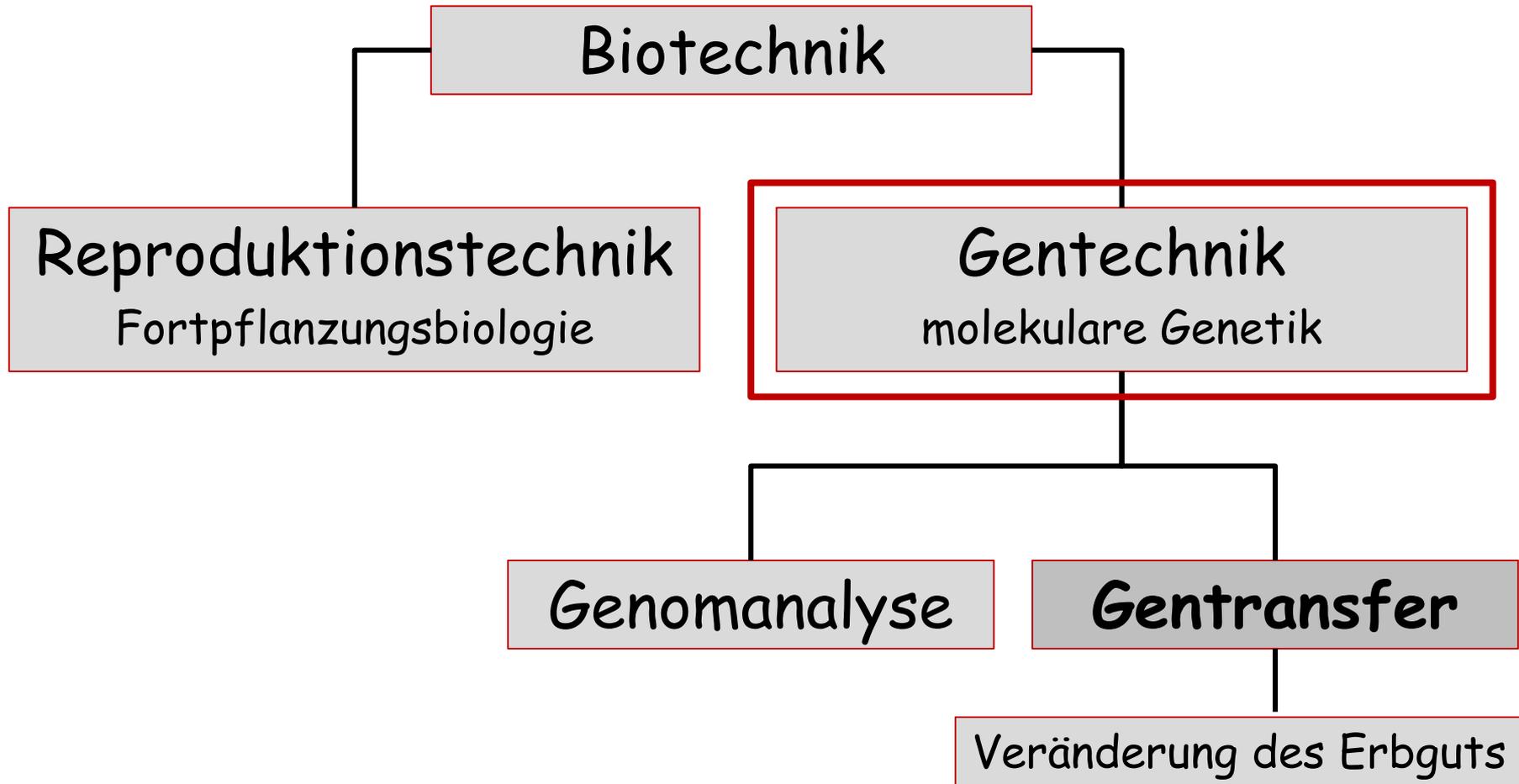
Embryonen-  
durchschnü-  
rung mit  
einem Haar  
(Spemann,  
1901/03)

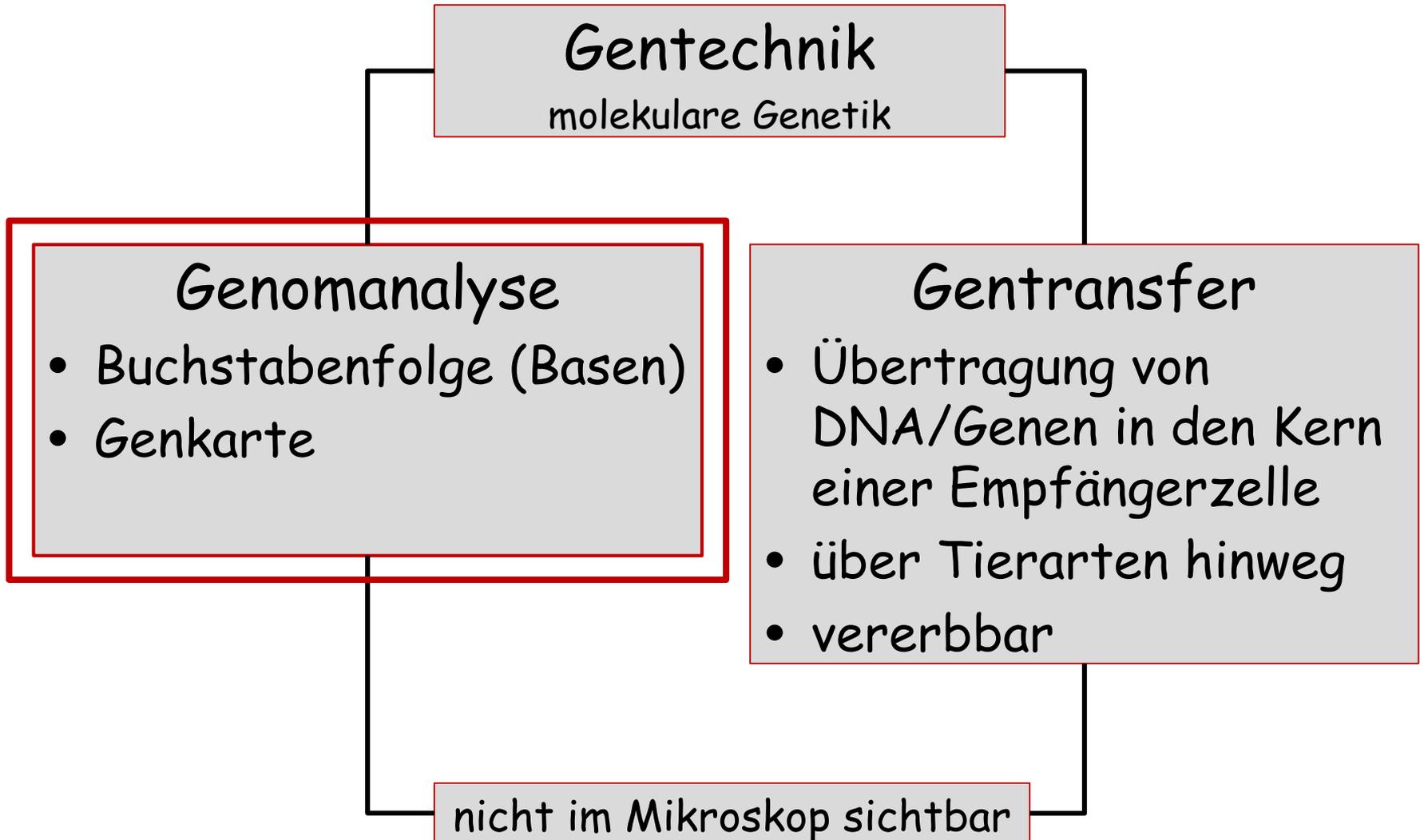
## Klonschaf „Dolly“ (1997-2003)

### Anwendung:

- Ein Kern einer Körperzelle wird in eine vorher entkernte Empfänger-Eizelle eingepflanzt
- Klonierung von Bullen in Nordamerika per Embryonenteilung
- weltweit: 4.000 Rinder, 1.000-1.500 Schweine (2011)
- mögliche Verfahrensfolgen: Fehlgeburten, Sterblichkeit (Entwicklungsstörungen), Erkrankungen  
= Ursachen für Diskussion um Klonfleischverbot





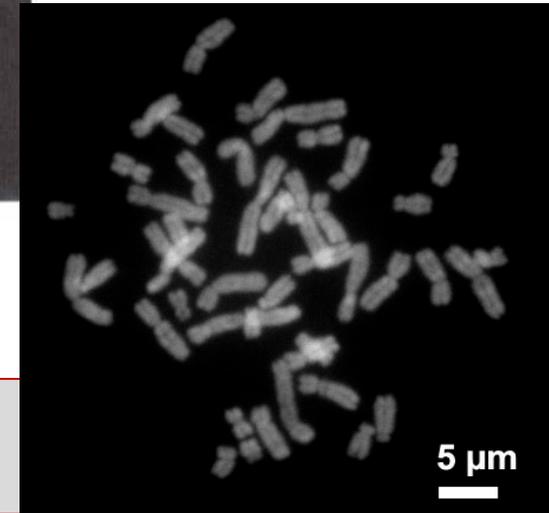
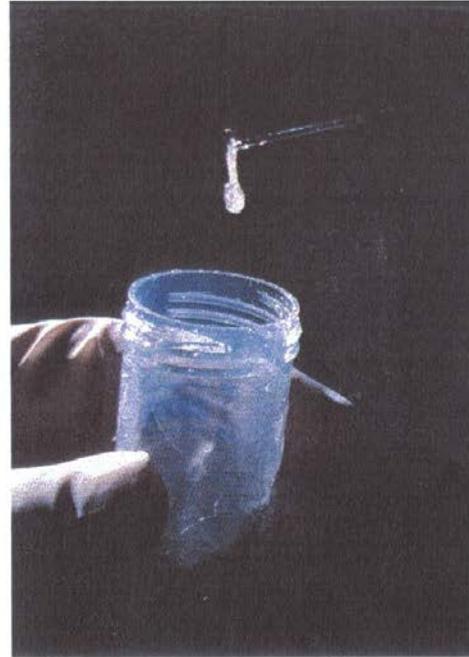


DNA ist als klebrige Masse nach Extraktion sichtbar



Die DNS wird gefällt: Zugabe von Salz und Alkohol verdrängt die langkettigen Makromoleküle aus der Lösung.

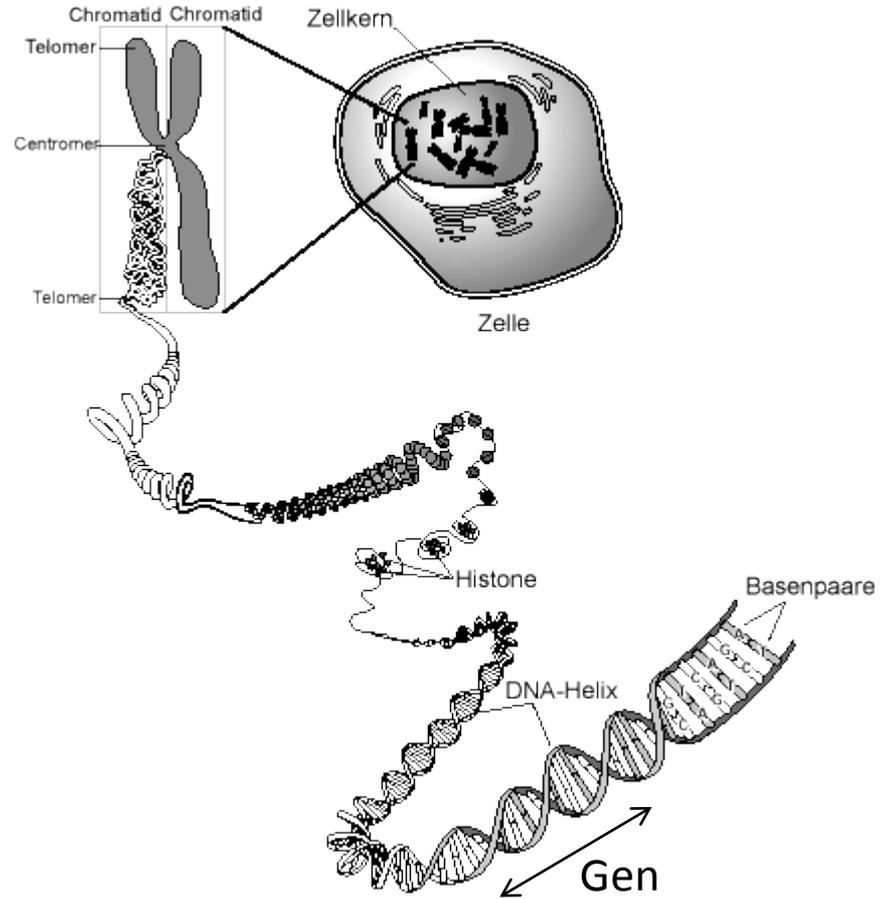
(Häcker, 1998)



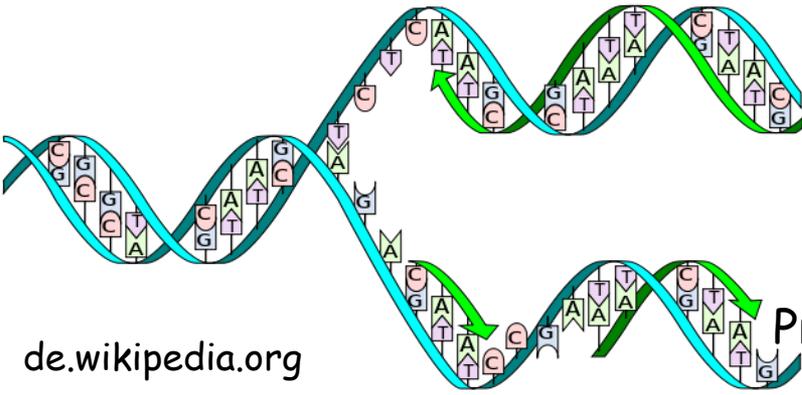
Chromosomen sind im  
Mikroskop sichtbar

## Aufbau der Erbinformation:

1. Chromosomen (paarig)
  - Rind 30, Schwein 19
2. Basen/Buchstaben
  - A+T, C+G (Computer: 0+1)
  - 3 Milliarden
3. Gene
  - Abschnitte der DNA
  - bis zu 100.000 Basenpaare
  - nur 10 % der DNA
  - 20.000 - 30.000



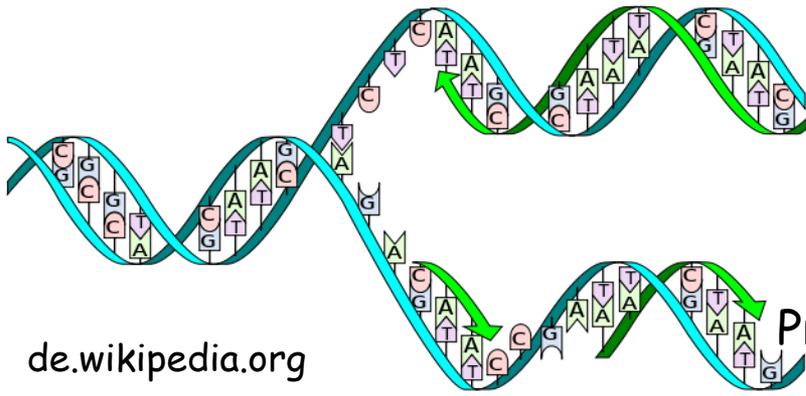
National Human Genome Research Institute



# Wir essen jeden Tag Millionen von Genen und damit DNA!

1. Seit Menschengedenken essen wir Gene.
2. Keine Hinweise darauf, dass Gene aus der Nahrung dauerhaft in unsere Zellen gelangen.
3. Bei einer Erhitzung werden Gene denaturiert und inaktiv.

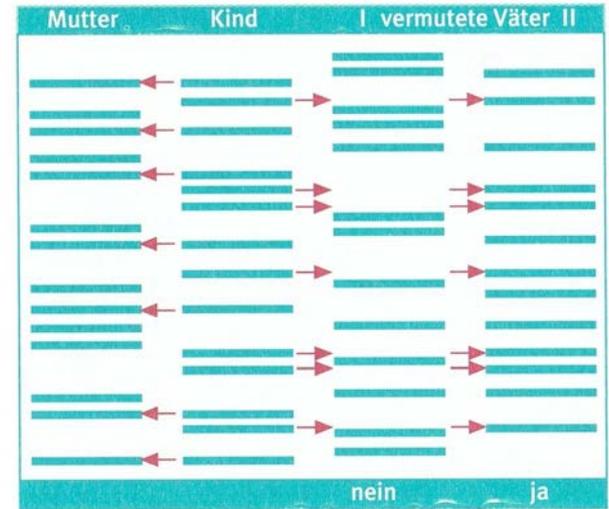
FOOD TODAY 03/2000



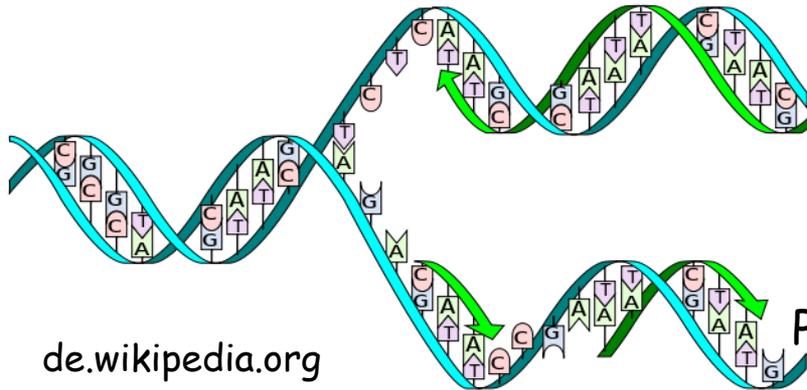
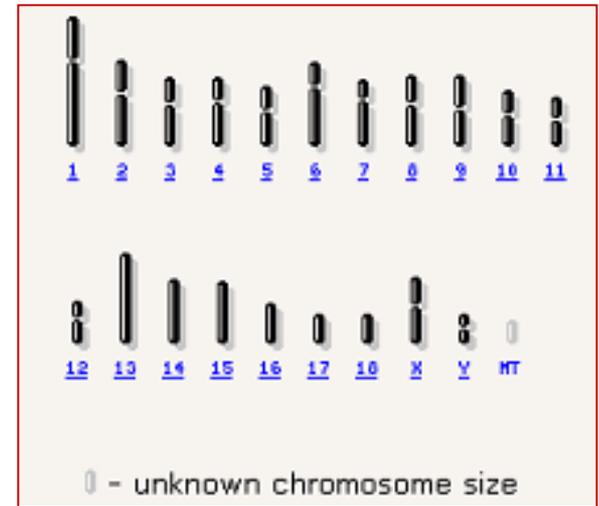
## Ziel:

### 1. Buchstabenfolge

- z. B....TTGAATTCTGAATT...
- 2004 Rindergenom entschlüsselt
- 2009 Genoms eines Duroc Schweins entschlüsselt



Beispiel für eine Vaterschaftsanalyse

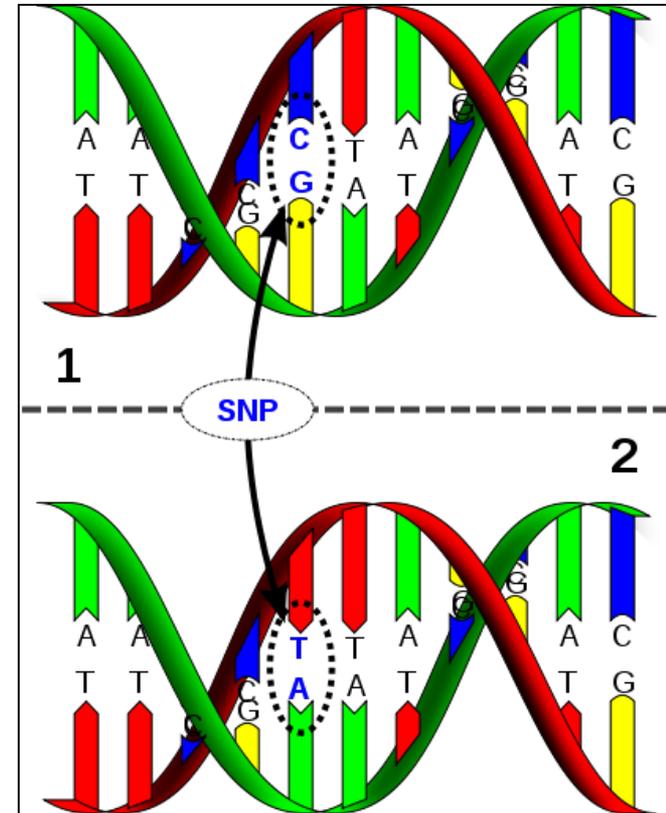


## Genomische Zucht

Ziel: schon am Embryo oder kurz nach der Geburt den Zuchtwert schätzen

### Verfahren:

- meist bei Rindern und Schweinen
1. typische Buchstabenfolge des Tieres bestimmen
  2. Effekte der Buchstaben auf die Tiereigenschaften schätzen
  3. Zuchtwert schätzen



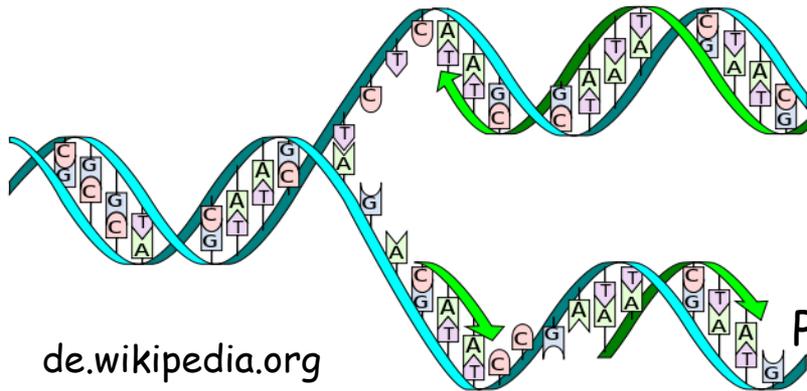
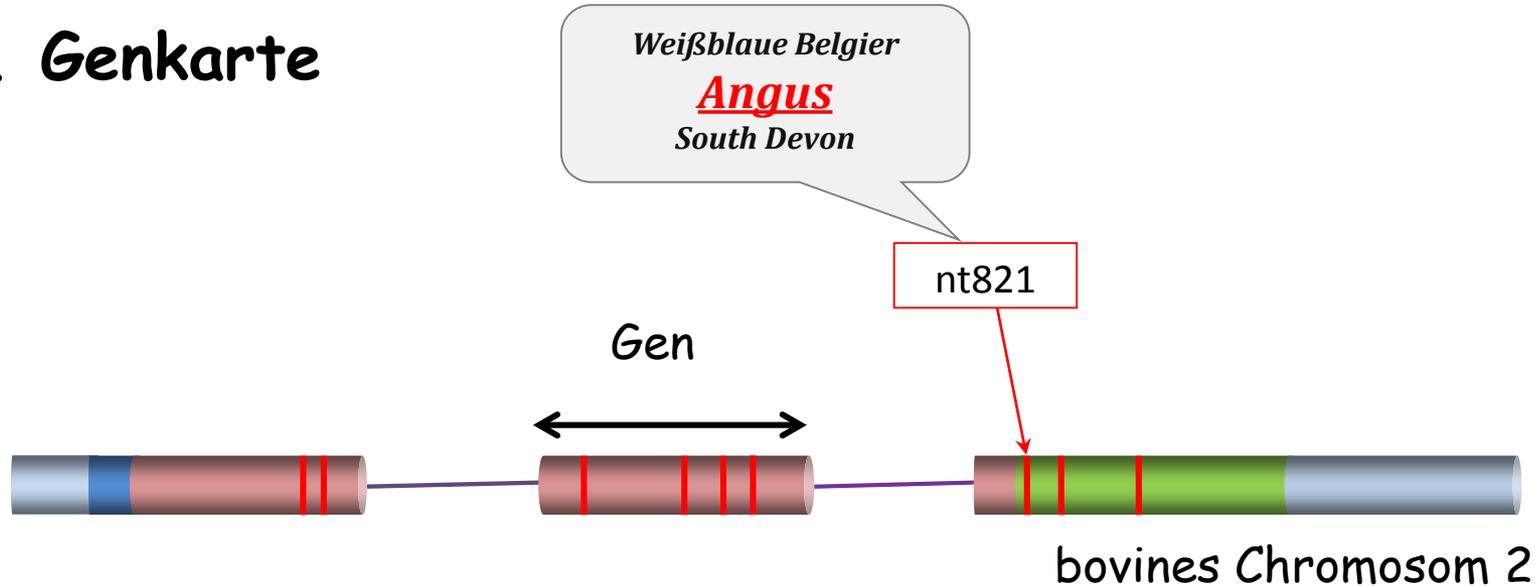
de.wikipedia.org

2011: 20 % der Bullenbesamungen  
2013: 66 % der Bullenbesamungen

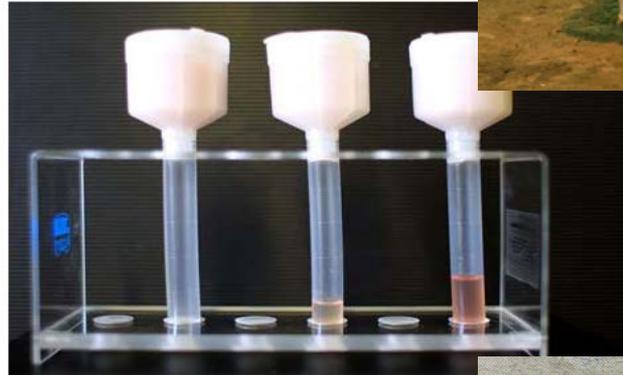
Ziel:

1. Buchstabenfolge

2. Genkarte



# Wirkung von Einzelgenen

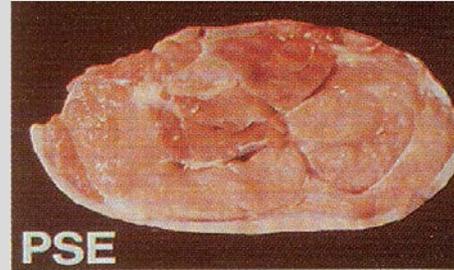


# Gentechnik - Genomanalyse - Genkarte

1 Gen -> eine Eigenschaft



1 Gen -> mehrere Eigenschaften



mehrere Gene -> eine Eigenschaften  
Wachstum



Wechselwirkungen zwischen Genen  
und  
zwischen Genen (10%) und der übrigen DNA (90 %)

## Erbfehlerdiagnose

Ziel: Risikopaarungen ausschließen



### Rind

- Spinnengliedrigkeit: Glasknochen
- Weaver: Hinterbeinschwäche
- BLAD: Immunschwäche
- DUMPS: embryonaler Frühtod

### Schwein

- MHS-Sanierung bei Piétrain
- RN-Gen (Hampshirefaktor)
- E. coli F 18 Anfälligkeit

### Legehenne:

- DRD4/DEAF1 und Federpicken/Kannibalismus

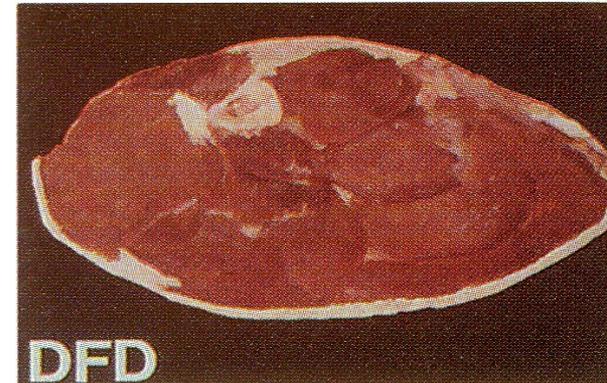
## Erbfehlerdiagnose

MHS-Sanierung bei Piétrain

- Maligne-Hyperthermie-Syndrom
- autosomal-rezessiver Erbgang
- Gen auf Chromosom 6

Fleischqualität und -anteil von Piétrain-Schweinen (ZDS, versch. Jahre)

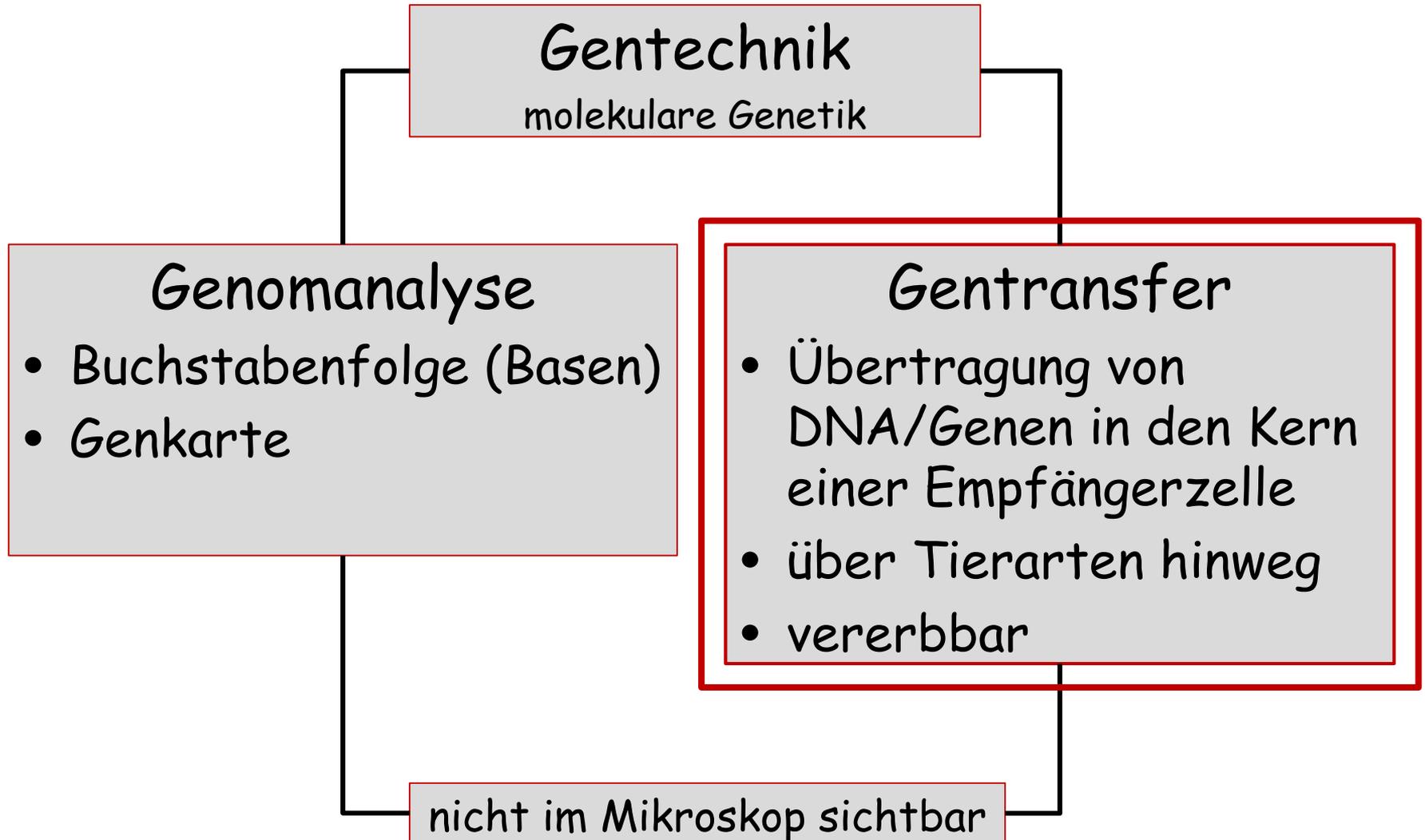
Jahr	N	$pH_{1K}$	Fleischanteil (%) <sup>2</sup>
1990	7.436	5,64	61,2
2000	5.442	6,06	64,8
2010	3.750	6,33	66,3



NN

NP

PP



Insulin für Diabetiker

früher:

- aus Bauchspeicheldrüsen vom Schwein (und Rind)

Versorgungsengpässe:

- 52 Drüsen/Jahr + Diabetiker, 60 Mio. Drüsen/Jahr, 7,5 Mio. Diabetikern (davon insulinpflichtig?)

Erkrankungen:

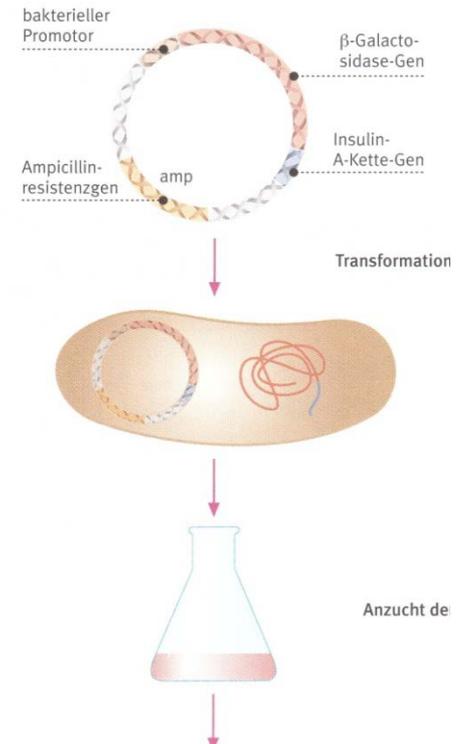
- unterschiedlicher Insulinaufbau
- Schwein: eine andere Aminosäure
- Rind: 3 andere Aminosäuren

**heute: rekombinantes Insulin**

## Insulin für Diabetiker rekombinantes Insulin seit 1980/82

### Verfahren:

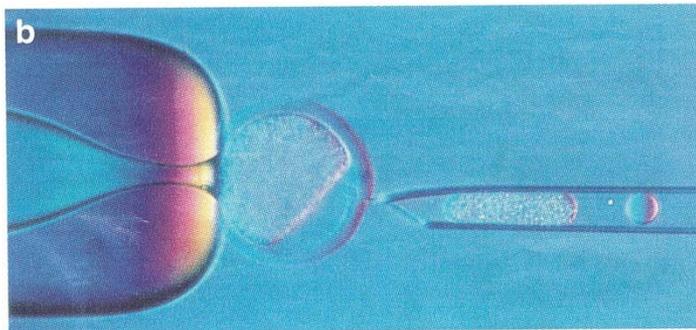
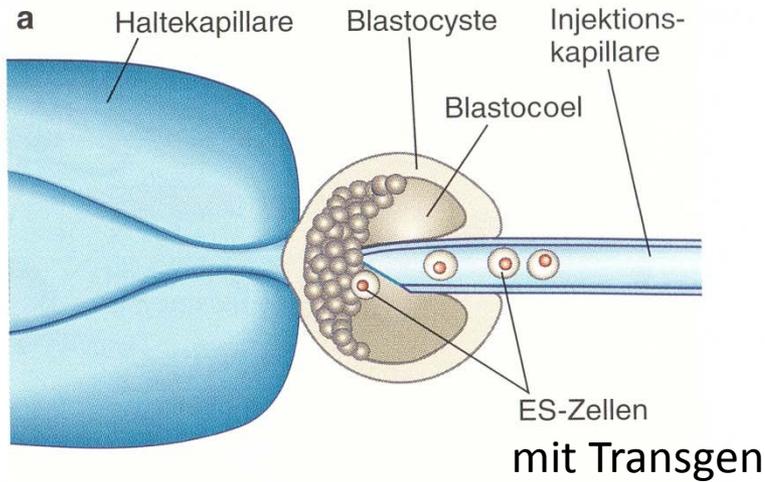
1. *Escherichia coli* (e. Coli)  
Darmbakterium (Mensch  
+ Tier), produziert Vit.  
K, nicht krankmachend
2. Proinsulin-Gen  
DNA-Stück - definierte  
Buchstabenfolge
3. Vermehrung im  
Reagenzglas und  
Reinigung



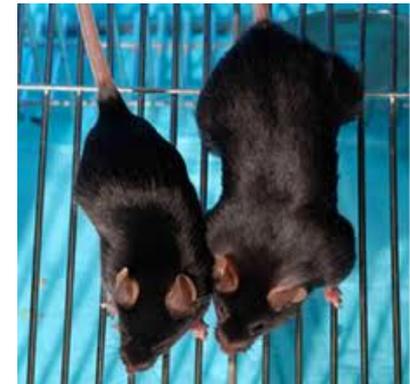
# Gentechnik - Gentransfer

## bei Schwein und Maus erfolgreich

- z. B. Reportergene (GFP-Gen -> Green Fluorescent Protein)



- z. B. Wachstumsgen

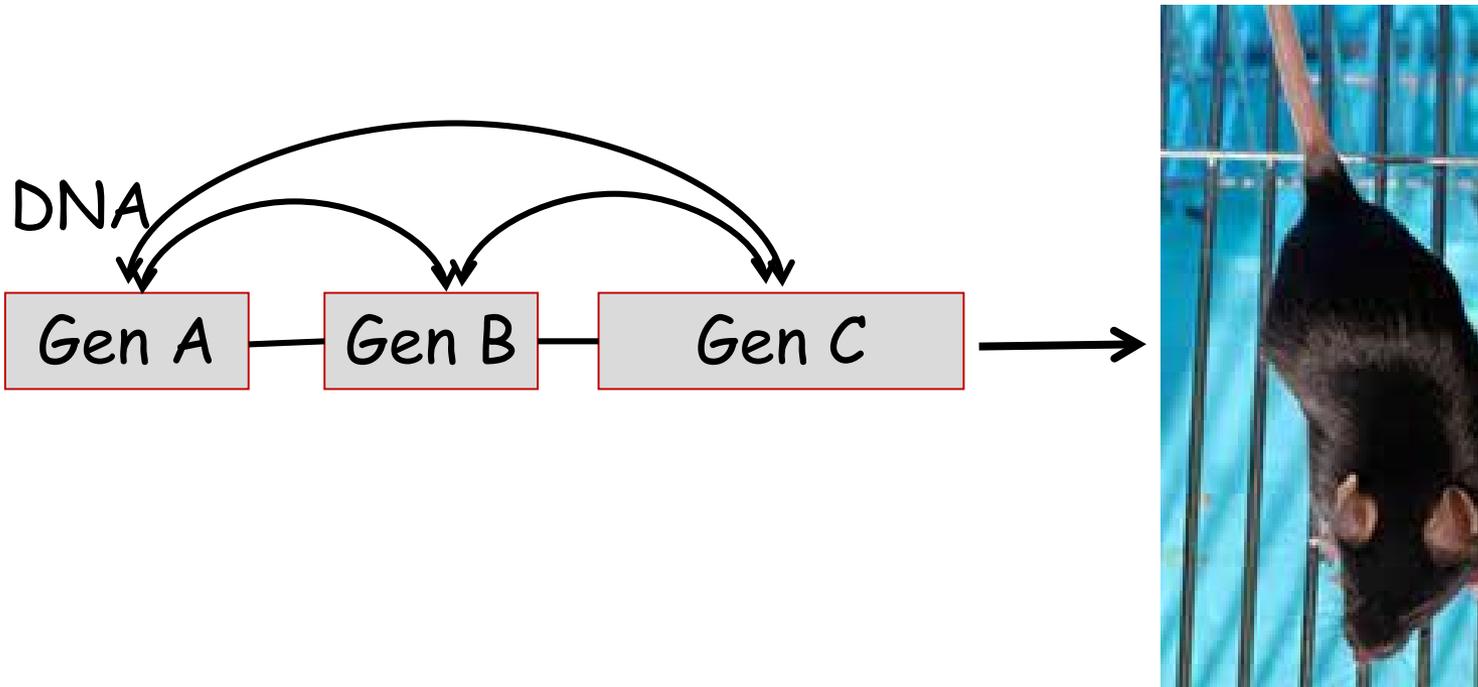


[www.faz.net](http://www.faz.net)

Prof. Dr. Ralf Waßmuth

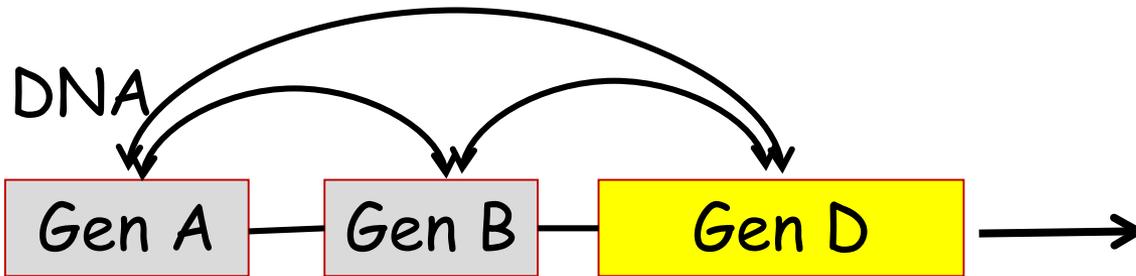


Ziel: Erhöhung des Wachstums durch Gentransfer



[www.faz.net](http://www.faz.net)

Wechselwirkungen zwischen Genen  
und  
zwischen Genen (10%) und der übrigen DNA (90 %)



[www.faz.net](http://www.faz.net)

Wechselwirkungen zwischen Genen  
und  
zwischen Genen (10%) und der übrigen DNA (90 %)

# Gentechnik - Gentransfer

Gen A — Gen B — Gen C



[www.faz.net](http://www.faz.net)

Gen A — Gen B — Gen D

Wechselwirkungen zwischen Genen  
und  
zwischen Genen (10%) und der übrigen DNA (90 %)

### „Harvard-Krebsmaus“

menschliches Krebsgen auf Maus übertragen

- Test von Krebs erregenden Substanzen
- Entwicklung von Behandlungsmethoden

Erkenntnisse:

Gen ist für die Entstehung von Brustkrebs relevant

(war vorher schon bekannt!)

-> kein signifikanter Nutzen des Patents



[jnci.oxfordjournals.org](http://jnci.oxfordjournals.org)

1. Tierpatent am 12.4.1988

(US patent 4, 736.866

for the so called „oncomouse“)

Patentinhaber: Harvard Universität

Lizenzinhaber: Chemie-Firma DuPont

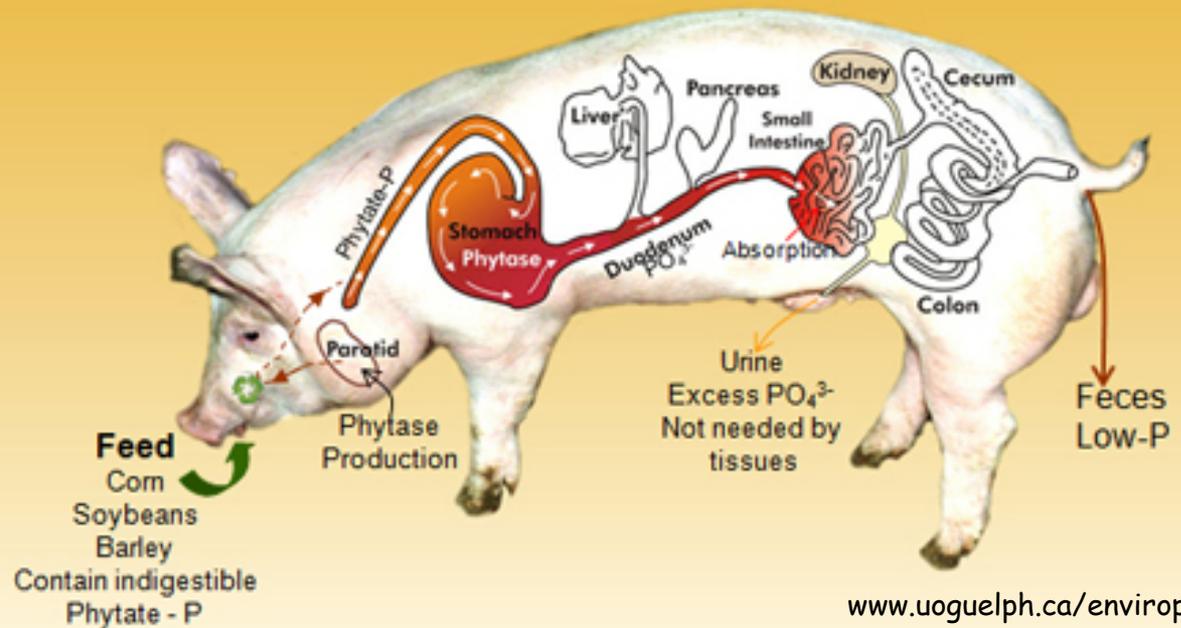
13.5.1992 in Europa patentiert

### Enviropig™

- Speicheldrüsen produzieren Phytase
- Steigerung der Phosphor-Verdauung
- Keine Phosphat- oder Phytase-Ergänzung im Futter
- Geringere Phosphor-Ausscheidung

2 Gene (Maus, E. coli)  
per Mikroinjektion in  
Vorkerne transferiert

Genetisch modifizierte  
Linie der Rasse  
Yorkshire



## Weitere Anwendungsgebiete transgener Tiere

### Produkte:

- Schaf- oder Kuhmilch mit Eiweiß, das der menschlichen Milch gleicht

### Gewebe:

- Erzeugung von Geweben und Organen für Transplantationen beim Mensch  
(3 Menschen sterben pro Tag in D, weil Organe fehlen (TKK, 2012))

### Medikamente:

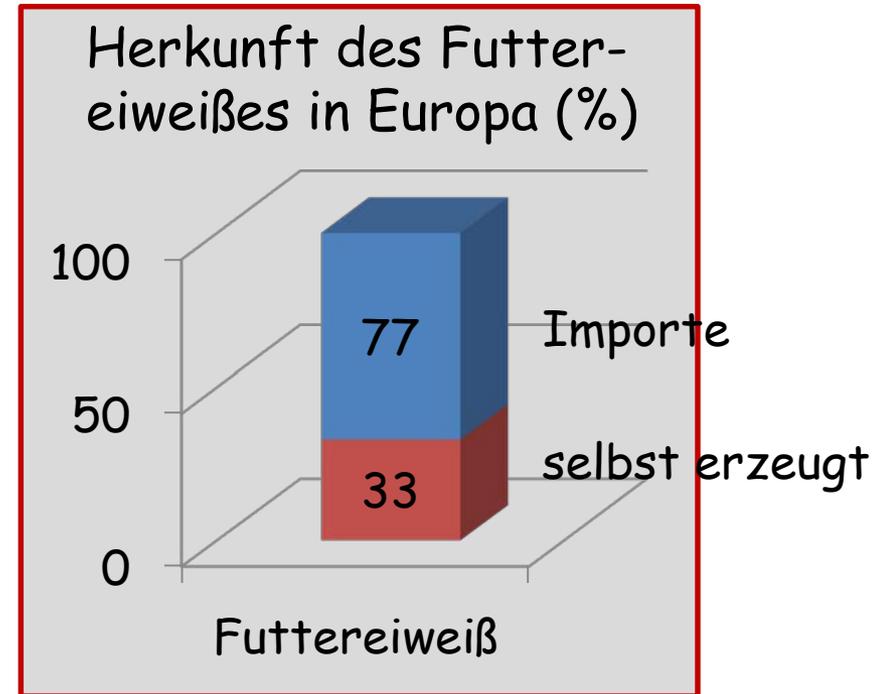
- z. B. Insulin

# Gentechnik - Gentransfer - Pflanzen

Anbaufläche von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen weltweit

Land	Fläche (Mio. ha)
USA	70,1
Brasilien	40,3
Argentinien	24,4
Indien	11,0
Kanada	10,8
China	4,2
Paraguay	3,6
Südafrika	2,9
Pakistan	2,8
Uruguay	1,5
Bolivien	1,0
...	...

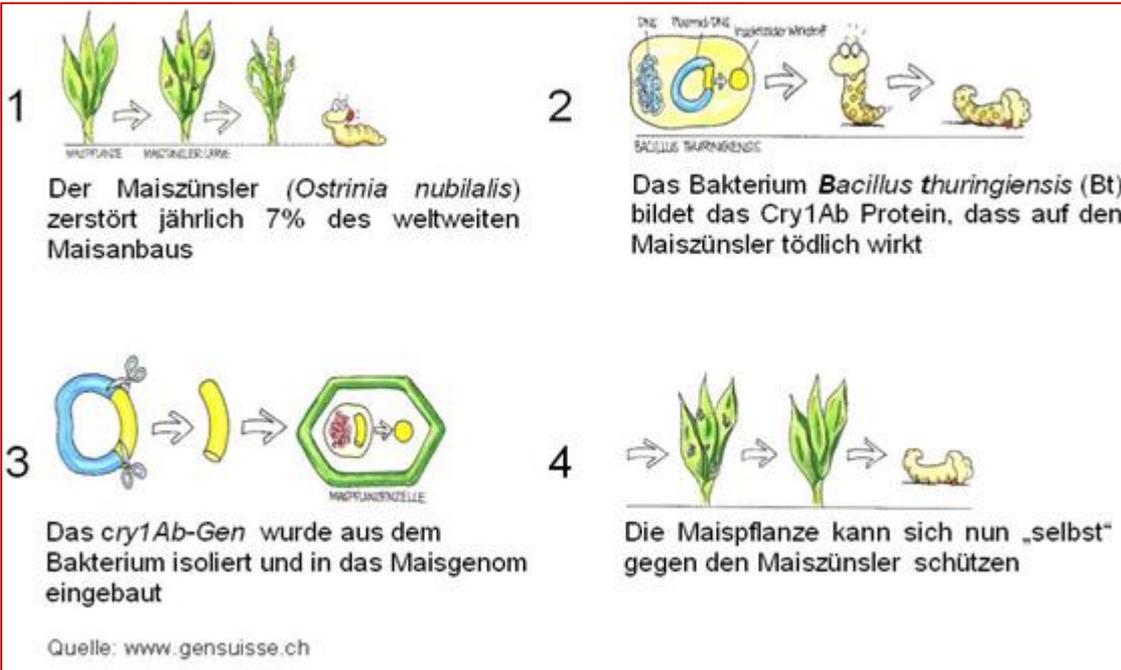
(James 2013)



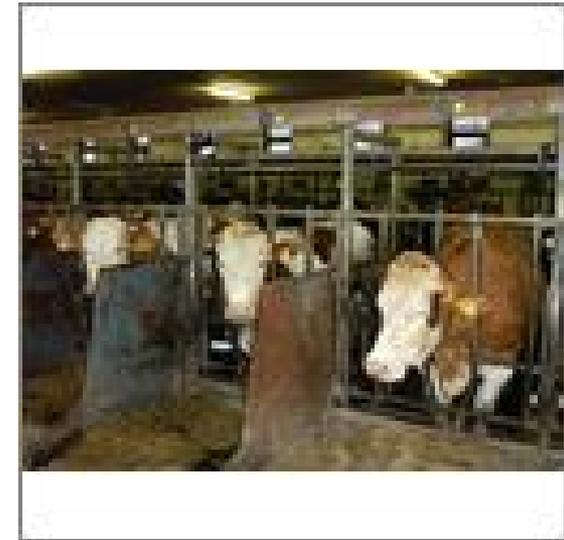
(FEFAC 2009)

Deutschland  
16,7 Mio. ha LN, davon  
11,9 Mio. ha Acker

## Bt-Mais: MON810 (Monsanto)



## Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*)



Transgene Bestandteile werden nicht in die Milch übertragen!

(Gürtler et al. 2008, Wiedemann et al. 2009)

## 1. Insektenresistenz (Bt)

Mais (Maiszünsler, Maiswurzelbohrer), Baumwolle, Kartoffeln,

## 2. Herbizidtoleranz (Roundup-Ready)

Soja, Mais, Zuckerrübe, Raps

## 3. Insektenresistenz/Herbizidtoleranz

Mais (2/3 aller Sorten in den USA), Baumwolle

## 4. Nährstoffgehalte erhöht

- Vitamin-A: Reis („Golden Rice“)  
könnte Kinder in der Dritten Welt vor Erblinden bewahren
- Omega-3-Fettsäuren: Soja, Raps (Forschung)

## 5. Trockenheitstoleranz

Mais könnte die Ernährung der Bevölkerung bes. in der Dritten Welt verbessern (Forschung)

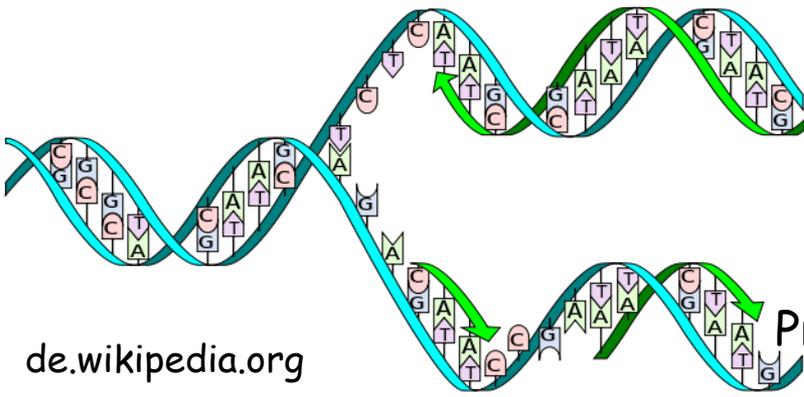
## 6. Ethanolausbeute erhöht

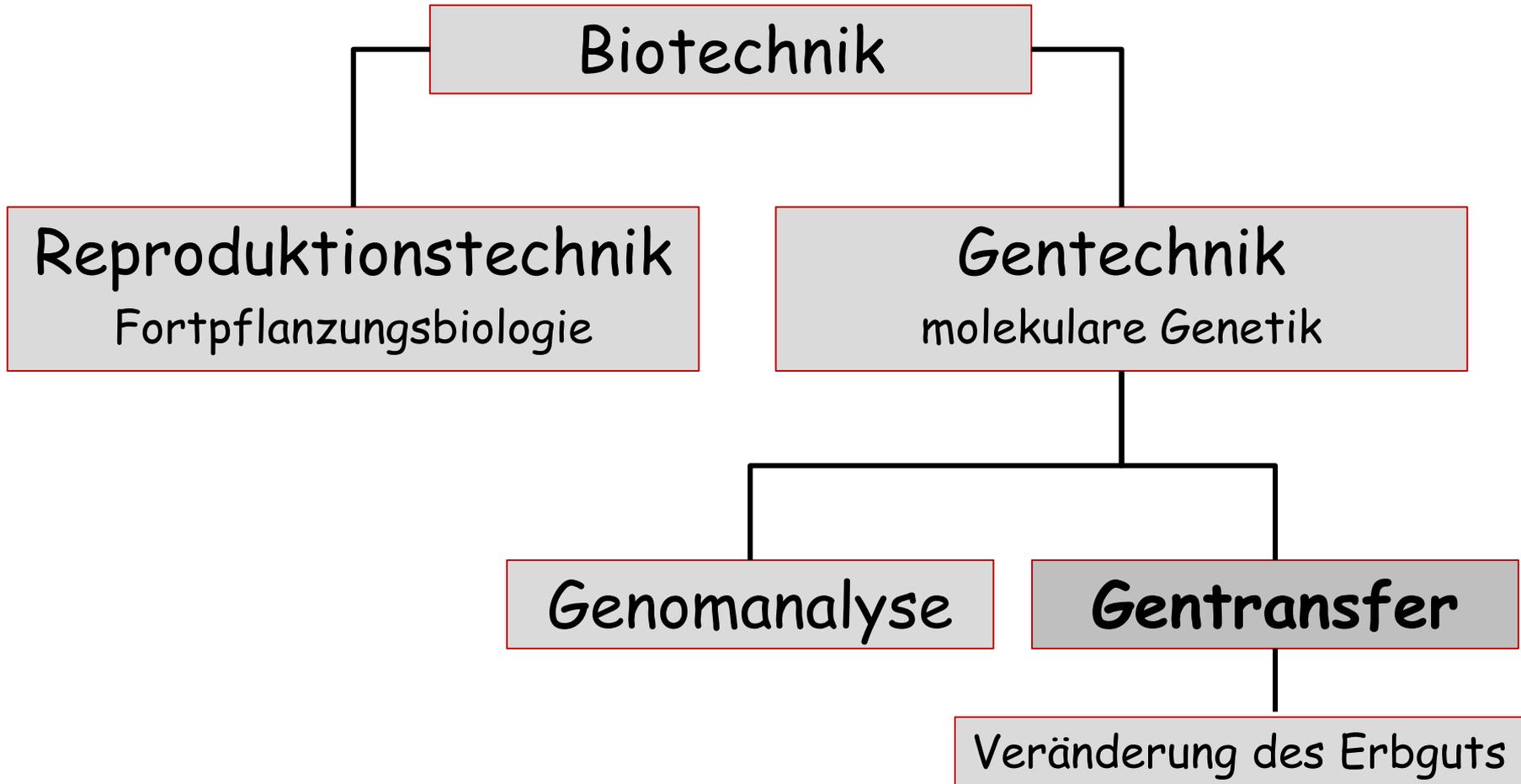
Mais („Enogen“-Mais), Zuckerrohr

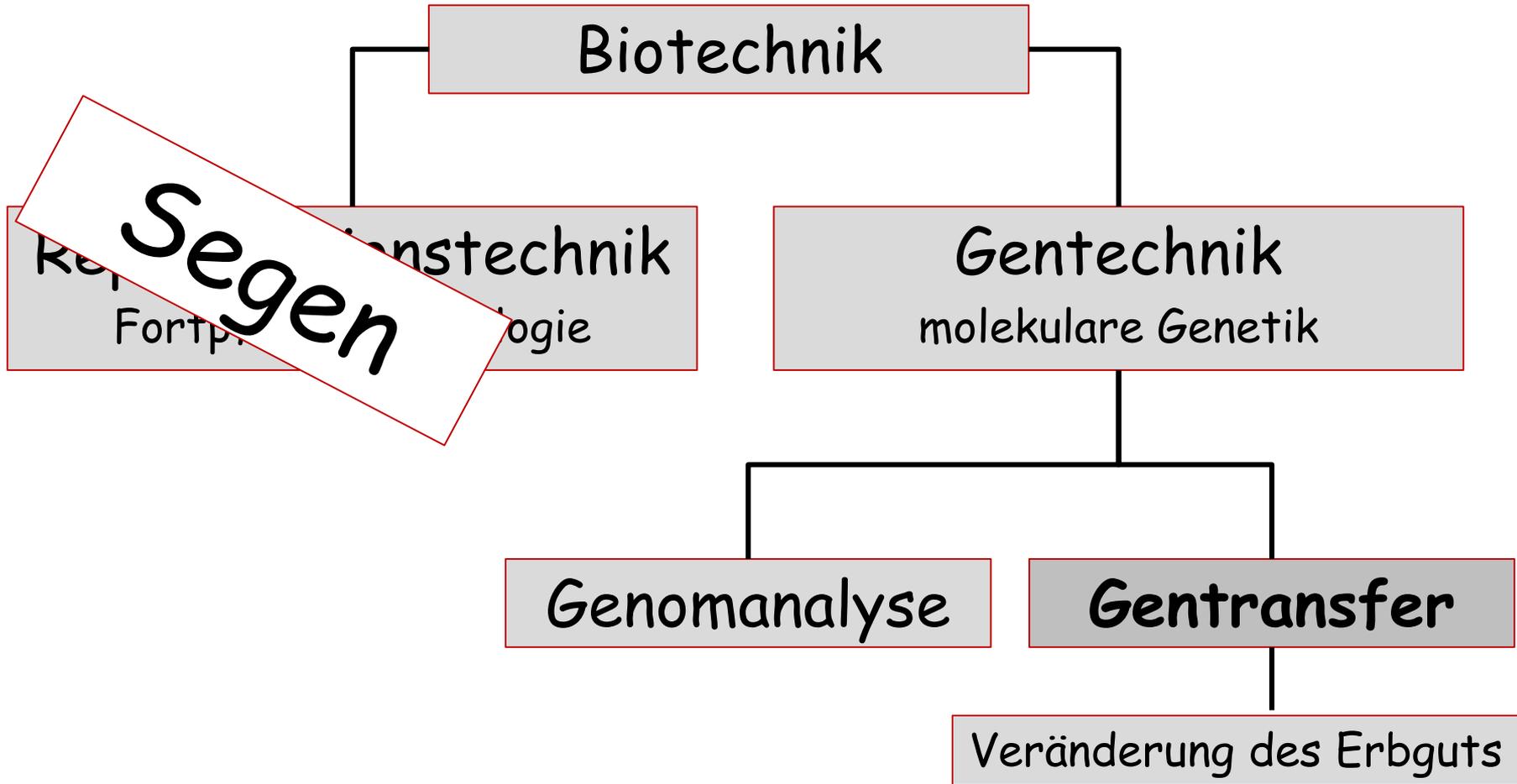
# Wir essen jeden Tag Millionen von Genen und damit DNA!

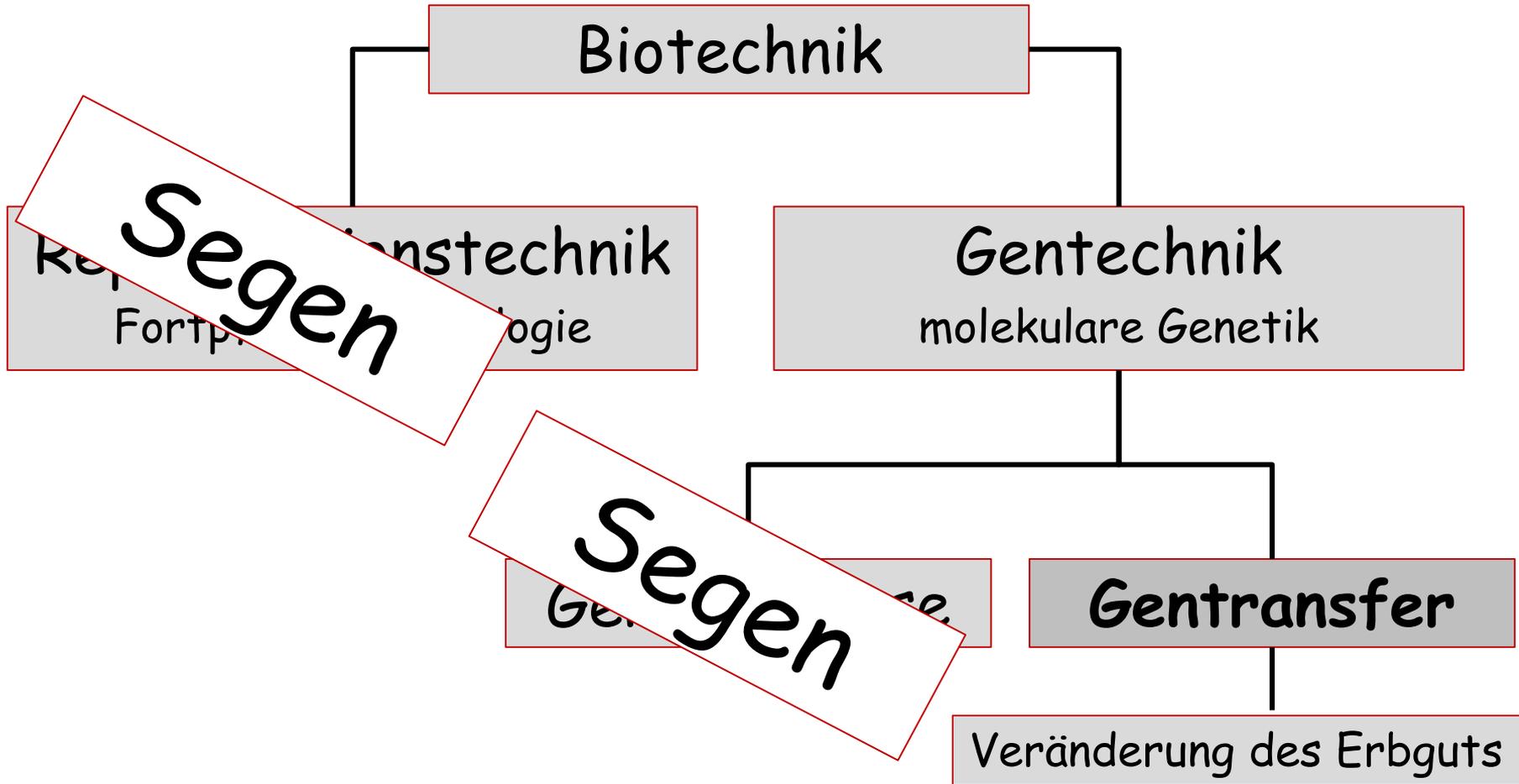
1. Seit Menschengedenken essen wir Gene.
2. Keine Hinweise darauf, dass Gene aus der Nahrung dauerhaft in unsere Zellen gelangen.
3. Bei einer Erhitzung werden Gene denaturiert und inaktiv.
4. **Gene aus gentechnisch veränderten Lebensmitteln verhalten sich nicht anders.**

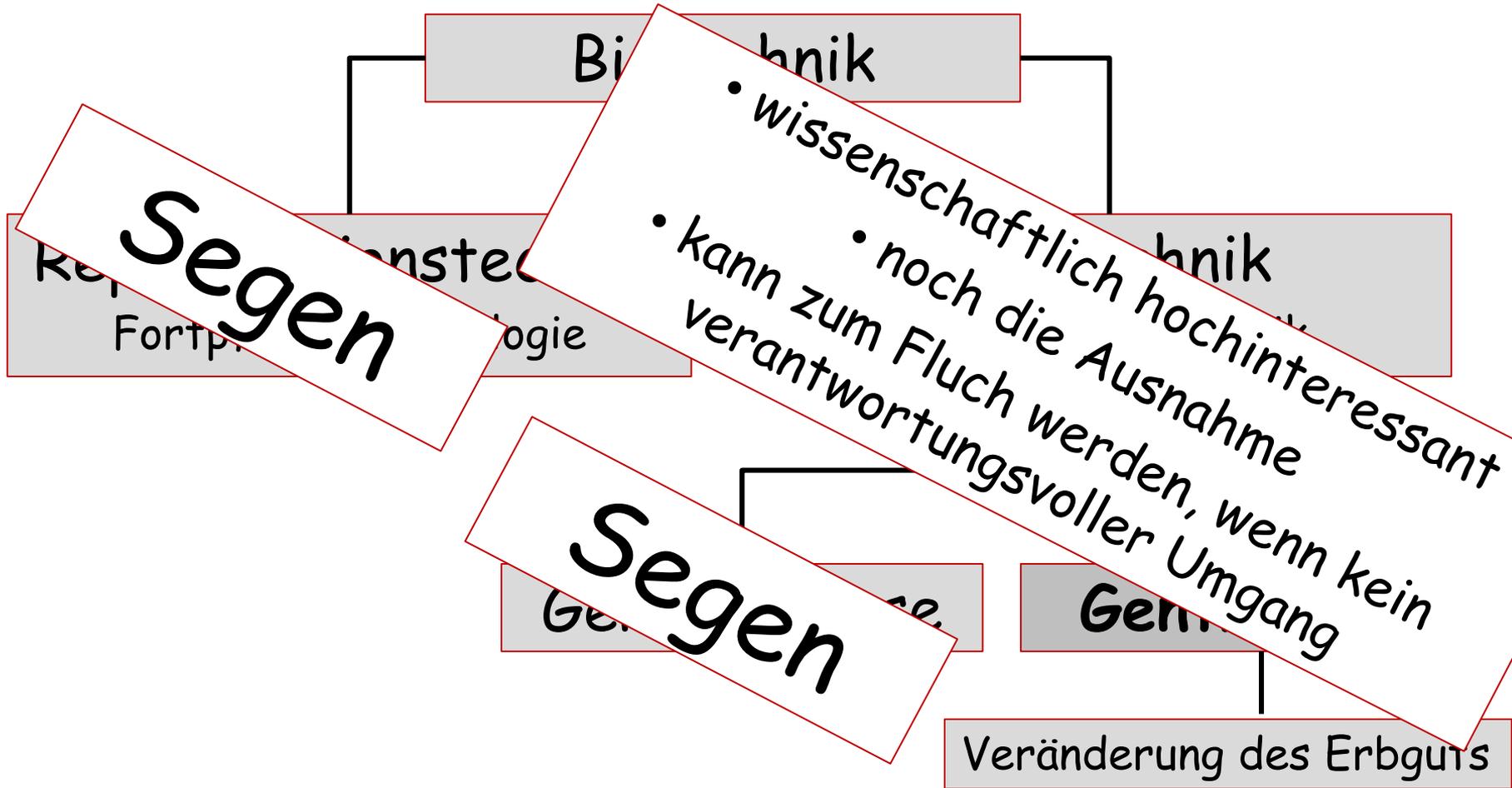
FOOD TODAY 03/2000

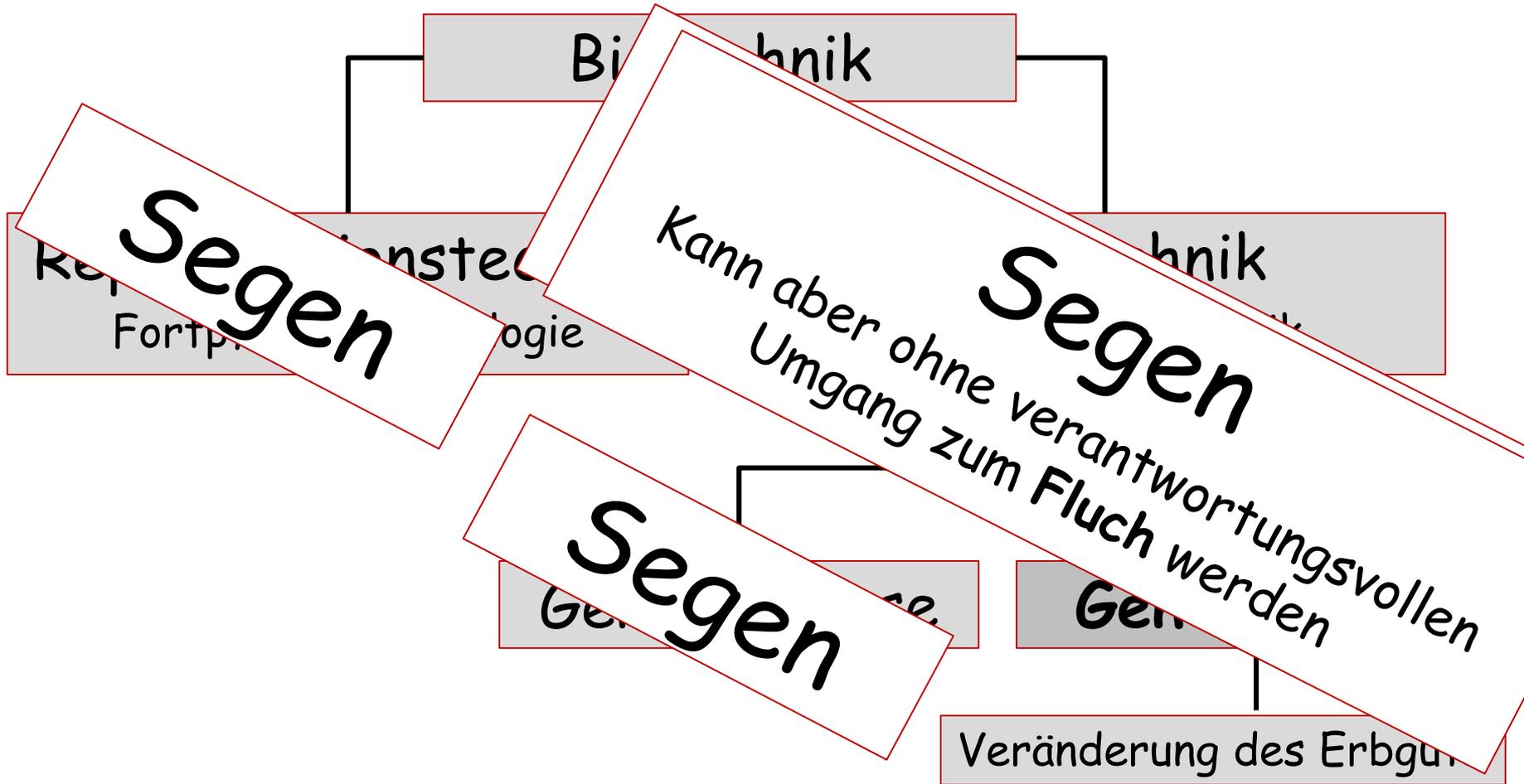












1. auf Wissenschaft setzen und nicht auf populistische Vereinfachungen
2. Gentechnik ist weltweit verbreitet - wir können uns dem nicht entziehen, da wir nicht auf einer Insel leben
3. Verzicht auf Gentechnik führt zur Isolation

Adenauers politische  
Leitlinie lautete:

„Keine Experimente!“



1. Bundeskanzler  
von 1949 - 1963

Wie passt dieses Leitbild zur  
Experimentierfreude von Wissenschaftlern?

Indem wir weiterhin auf den  
wissenschaftlich-technischen Fortschritt  
bauen!