

**Fachhochschule Fulda**  
**Fachbereich: Ökötrophologie**

**Analyse von Fütterungsstudien gentechnisch veränderter  
Nahrungs- und Futtermittel innerhalb  
der EU am Beispiel Bt- Mais.**

ausgearbeitet von

Daniela Wunderle- Becker

Matrikelnummer: 170354

Erstbetreuer: Prof. Dr. Friedrich- Karl Lücke

Zweitbetreuer: Ruth Brauner, Öko- Institut e.V., Freiburg

Oktober 2004

# 1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis .....	2
1.1	Tabellenverzeichnis .....	4
1.2	Abbildungsverzeichnis .....	4
1.3	Abkürzungsverzeichnis .....	5
2	Ziel und Inhalt der Diplomarbeit .....	7
2.1	Ausgangshypothese .....	7
2.2	Ziel der Diplomarbeit .....	7
2.3	Aufbau der Diplomarbeit .....	7
3	Mais in der Lebensmittelwirtschaft .....	9
3.1	Kulturpflanze Mais .....	9
3.2	Verwendungsmöglichkeiten .....	10
3.3	Insektenresistenter Mais .....	12
3.4	Aktuell in der Europäischen Union zugelassene Bt- Maislinien .....	15
4	Lebensmittelsicherheit und Gentechnikrecht in der Europäischen Union .....	16
4.1	Die Europäische Union .....	16
4.2	Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit .....	16
4.3	Vorschlag der Lebensmittelbehörde zur Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Lebensmittel .....	22
5	Fütterungsstudien .....	28
5.1	Aufbau der Fütterungsstudien .....	28
5.2	Ziel der Fütterungsstudien .....	28
5.3	Recherche und Anzahl der Fütterungsstudien .....	30
5.4	Vorgehensweise zur Auswertung der Studien .....	31
5.5	Hinweise zur Auswertung .....	32
6	Ergebnisse .....	34
6.1	Allgemeine Angaben der Studien .....	34
6.2	Test- und Kontrollmais .....	37
6.3	Versuchstiere .....	39
6.4	Futter .....	43
6.5	Studiendesign .....	45
6.6	Untersuchungsparameter .....	48
6.7	Statistische Auswertung .....	51
6.8	Schlussfolgerungen der Autoren der Studien .....	51

7	Ergebnisdiskussion .....	52
7.1	Allgemeine Angaben der Studien.....	52
7.2	Test- und Kontrollmais .....	53
7.3	Versuchstiere .....	55
7.4	Futter.....	58
7.5	Studiendesign .....	66
7.6	Untersuchungsparameter .....	69
7.7	Statistische Auswertung .....	78
7.8	Ergebnisse der Studien .....	79
7.9	Aufbau der ausgewerteten Publikationen.....	79
7.10	Fütterungsstudien eines Transformationsereignises.....	80
8	Schlussfolgerungen.....	84
8.1	Schlussfolgerungen der Autoren der Studien .....	84
8.2	Eigene Schlussfolgerungen zu den Auswertungsergebnissen der Fütterungsversuche	84
9	Zusammenfassung .....	90
10	Literatur .....	92
10.1	Ausgewertete Fütterungsstudien .....	92
11	Danksagung .....	99
12	Anhang .....	100
12.1	Anträge, die innerhalb der EU für insektenresistente Mais-sorten gestellt wurden	100
12.2	Studiendesign nach Transformationsereignis.....	103
12.3	Kriterientabelle .....	106
13	Erklärung .....	157

## 1.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lebensmittel, in denen Maisprodukte verwendet werden .....	12
Tabelle 2: Allgemeine Angaben der analysierten Fütterungsstudien .....	34
Tabelle 3: Test- und Kontrollmais in den analysierten Fütterungsstudien .....	37
Tabelle 4: Angaben zu den Versuchstieren in den analysierten Fütterungsstudien .....	39
Tabelle 5: Haltungsbedingungen der Tiere in den analysierten Fütterungsstudien .....	41
Tabelle 6: Übersicht des Studiendesigns .....	45
Tabelle 7: Übersicht der Untersuchungsparameter und Methode der Auswertung .....	48
Tabelle 8: Hauptbestandteile der Maisinhaltsstoffe in den analysierten Fütterungsstudien .....	61
Tabelle 9: Ergebnisse der Leistungsparameter Körpergewicht und Mortalitätsrate in den analysierten Fütterungsstudien .....	70
Tabelle 10: Vergleich der durchschnittlichen Nährzusammensetzung von Geflügelschlachtteile, zwischen den analysierten Fütterungsstudien und Literaturangaben .....	73
Tabelle 11: Summe der Huhnmortalität nach Geschlecht in Fütterungsstudie 3 .....	82

## 1.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Weltweiter Anbau von Mais im Jahre 2003 .....	10
Abbildung 2: Nutzungsbereiche von Mais in den Entwicklungsländern und den Industrieländern .....	11
Abbildung 3: zugelassener Bt- Mais in der EU .....	15
Abbildung 4: Zahl an Wiederholungen pro Versuchsansatz in den analysierten Fütterungsstudien .....	47
Abbildung 5: Anforderungen der Diäten in den drei Entwicklungsphasen des Geflügels .....	65

### 1.3 Abkürzungsverzeichnis

ADF	Acid Detergent Fibre
ADN	Apparent Digestible Nutrients
ANOVA	Analysis of Variance
AOAC	Association of Official analytical chemists
BfR	Bundesamt für Risikobewertung
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
Bt	Bacillus thuringiensis
BW	Bodyweight
CBH	Maislinie in Studie 8
Cry	Kristall
d	Tag
DNA	Desoxyribonukleinsäure
EE	Abkürzung aus Studie 2, die nicht erklärt wird
EG	Europäische Gemeinschaft
ELISA	Enzym-Linked Immunosorbend Assay
EU	Europäische Union
F	Finisherdiät
FA	Futteraufnahme
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FCR	Feed Conversion Ratio
FV	Futterverwertung
g	Gramm
G	Growerdiät
GLM	General Linear Model
GV	gentechnisch verändert gleichbedeutend mit transgen
GVO	gentechnisch veränderter Organismus
GZ	Gewichtszunahme
h	Stunde
K	Kontrolle
k.A.	Keine Angabe
k.D.	Kilo Dalton
kcal	Kilo Kalorie

---

kg	Kilogramm
LG	Lebendgewicht
m	Männlich
ME	Metabolisierbare Energie
MON	Monsanto
MW	Mittelwert
NDF	Neutral Detergent Fibre
NS	nicht signifikant
NSP	Non Starch Polysaccharide
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OM	Abkürzung in Studie 2, die nicht erklärt wird
P	Phosphat
PCR	Polymerase Chain Reaction
S	Starterdiät
SK	Schlachtkörper
SI	Signifikanter Unterschied
Stab	Standardabweichung
TM	Trockenmasse
VDLUFA	Verband Deutsche Landwirtschaftlicher Untersuchung- und Forschungsanstalten
VO	Verordnung
w	weiblich
wt	weight

## **2 Ziel und Inhalt der Diplomarbeit**

### **2.1 Ausgangshypothese**

Gentechnisch veränderter Bt- Mais, auch als transgener Bt- Mais bezeichnet, ist als Futtermittel für Hühner unbedenklich.

### **2.2 Ziel der Diplomarbeit**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Ausgangshypothese durch die Analyse wissenschaftlicher Fütterungsstudien, mit den Parametern Bt- Mais und Huhn, zu beurteilen.

Dazu werden Kriterien der Sicherheitsbewertung für Lebens- und Futtermittel aus gentechnisch veränderten Pflanzen dargestellt, diskutiert und mit den Untersuchungsinhalten von Fütterungsstudien verglichen. Beurteilt werden soll, ob die Anforderungen der Sicherheitsbewertung in den analysierten Fütterungsstudien erfüllt werden.

Dabei können nicht alle vorgeschlagenen Sicherheitsforderungen im Einzelnen untersucht werden. Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Anforderungen nach der Untersuchung möglicher toxischer oder unerwarteter Effekte gentechnisch veränderter Erzeugnisse. Die Diplomarbeit kann nicht eine allgemeine Analyse zu gentechnisch veränderten Lebensmittel und Futtermittel leisten, vielmehr ist die Aussage auf insektenresistenten Mais der folgenden Linien begrenzt: MON863, MON810, MON810xMON863, MON810xGA21, Bt11, Bt176, CBH351 und NK603.

### **2.3 Aufbau der Diplomarbeit**

Die vorliegende Diplomarbeit behandelt einen Aspekt der Sicherheit der Gentechnik in der Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion.

Die potenziellen Risiken und Gefahren der Gentechnik erstrecken sich auf viele Bereiche. In dieser Diplomarbeit werden ausschließlich toxikologische und unerwartete Effekte auf Geflügel (*Gallus domesticus*) betrachtet. Risiken wie Allergien, Antibiotikaresistenzen, sowie ökologische und ökonomische Risiken werden nicht behandelt oder in den Aussagen berücksichtigt.

In den folgenden Kapiteln werden diese Inhalte besprochen:

**Kapitel 3** stellt die Kulturpflanze Mais vor und gibt ihre wirtschaftliche Bedeutung sowie deren vielfältige Verwendungsmöglichkeit in der Lebensmittelindustrie und Futtermittelindustrie wieder. Es wird kurz dargestellt, warum Mais zum Zweck der Insektenresistenz gentechnisch verändert wird. Die in der EU zugelassenen insektenresistenten Maislinien werden tabellarisch aufgezeigt.

**Kapitel 4** geht auf die Bestimmungen zur Sicherheit der Lebensmittel/ Futtermittel in der Europäischen Union (EU) und die gesetzliche Lage innerhalb der EU ein. Neben verschiedenen Forderungen zentraler gesetzlicher Vorschriften zur Sicherheitsbewertung, werden die Europäische Lebensmittelbehörde und ihre Organe vorgestellt. Der im April 2004 von der Europäischen Lebensmittelbehörde vorgelegte Entwurf zu den geforderten Sicherheitsuntersuchungen an gentechnisch veränderten Lebensmitteln und Futtermitteln wird erläutert. In diesem Kapitel werden vor allem die Forderungen vorgestellt, die an eine toxikologische Sicherheitsuntersuchung des ganzen Lebensmittels oder Futtermittels gestellt werden.

**Kapitel 5** erläutert den Aufbau und die Ziele der Fütterungsstudien als Grundlage einer Risikobewertung. Die in dieser Diplomarbeit gewählte Vorgehensweise der Literaturrecherche, die Auswertungskriterien zur Darstellung der Fütterungsstudien und Probleme bei der Auswertung werden wiedergegeben.

**Kapitel 6** stellt die Ergebnisse der Fütterungsstudien, wie sie in den Studien angegeben werden, vor.

**Kapitel 7** diskutiert die gewonnenen Ergebnisse im Hinblick auf die vorgeschlagenen Sicherheitsanforderungen der Lebensmittelbehörde und unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Aussagen und Erkenntnissen.

**Kapitel 8** enthält eine Zusammenfassung der Ergebnisdiskussion und eigene Anmerkungen zu Standardisierungspotenzialen der Fütterungsstudien.

## 3 Mais in der Lebensmittelwirtschaft

### 3.1 Kulturpflanze Mais

*Zea mays* L. gehört zu der Familie der Poaceae. Mais wird vermutlich seit 8000 Jahren im Ursprungsland Mexiko und seit 500 Jahren in Europa kultiviert. Mais gehört heute neben Reis und Weizen zu den wichtigsten Nahrungsmitteln weltweit<sup>1</sup>. Mais ist eine einjährige C-4 Graspflanze, welche die Sonnenenergie besonders effektiv nutzen kann<sup>2</sup>.

#### 3.1.1 Anbaudaten Mais

Weltweit wurden 2003 ca. 138 Millionen Hektar Mais pro Jahr angebaut. Vor allem Körnermais und Silomais werden kultiviert. Wie in Abbildung 1 erkennbar, sind die Hauptproduzenten USA (42%) und China (19%), die circa 60% der gesamten Maisproduktion lieferten.

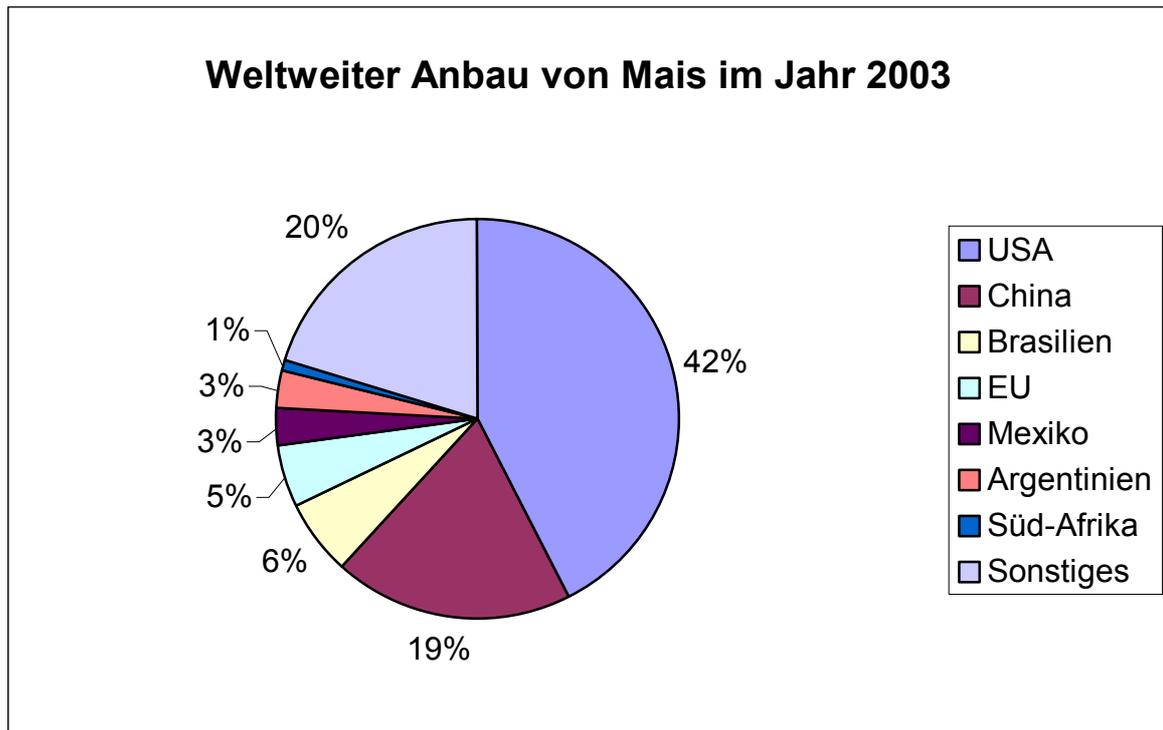
In der EU wurden 2003 insgesamt 30 Millionen Tonnen Mais produziert, das entspricht etwa 5% der weltweiten Gesamtproduktion. Anbauggebiete liegen vor allem in Frankreich, Italien und Spanien. Damit hat die EU einen Selbstversorgungsgrad bei Maisprodukten von nahezu 100%. Trotzdem werden im Bereich von vorverarbeitetem eiweißreichem Tierfutter, sogenanntem Maiskleber, jährlich etwa 3,5 Millionen Tonnen zu 97% aus den USA<sup>3</sup> in die EU importiert.

---

<sup>1</sup> OECD, 2002: "Consensus document on compositional considerations for new varieties of Mayze", S. 12

<sup>2</sup> C4 –Pflanzen besitzen eine besondere Form der CO<sub>2</sub> Fixierung. Das CO<sub>2</sub> wird auf einen C3 Körper, die Phosphoenolbrenztraubensäure, übertragen und geht dadurch zu Oxalacetat über. C4-Pflanzen sind vor allem an trockene, sonnige Standorte angepasst, da ein photosynthetischer CO<sub>2</sub> Einbau möglich ist, obwohl die Spaltöffnungen geschlossen sind und hierdurch Transpirationsverluste stark herabgesetzt sind.

<sup>3</sup> Quelle: Transgen: <http://www.transgen.de/?link=/Anwendung/Pflanzen/Mais/weltMais.html>



**Abbildung 1: Weltweiter Anbau von Mais im Jahre 2003**

Quelle: <http://www.transgen.de/?link=/Anwendung/Pflanzen/Mais/weltMais.html>

### 3.1.2 Nährwert des Maiskorns

Das Maiskorn besteht durchschnittlich aus 64,2% Kohlenhydraten, davon sind 9,71% Ballaststoffe, 3,8% Fett, 8- 10% Proteine und 12,5% Wasser. Es enthält in nennenswerter Menge die Mineralien Kalzium, Kalium, Phosphor, Eisen und Natrium sowie das Provitamin A, Vitamin B1, B2, B3, B6 und C.

Das Maisprotein gilt als minderwertig, da es arm an den Aminosäuren Lysin und Tryptophan ist. Mais hat eine biologische Wertigkeit von 72 (Annahme: Vollei hat eine biologische Wertigkeit von 100)<sup>4</sup>.

## 3.2 Verwendungsmöglichkeiten

### 3.2.1 Futtermittelindustrie

Mais wird weltweit bevorzugt als Futterpflanze eingesetzt, da die Pflanze bei einem relativ hohen Energiegehalt geringe Anbau- und Verarbeitungskosten aufweist. Mais kann als Maiskorn oder als ganze Pflanze, frisch oder als Silage, vor allem an Wiederkäuer, Schweine

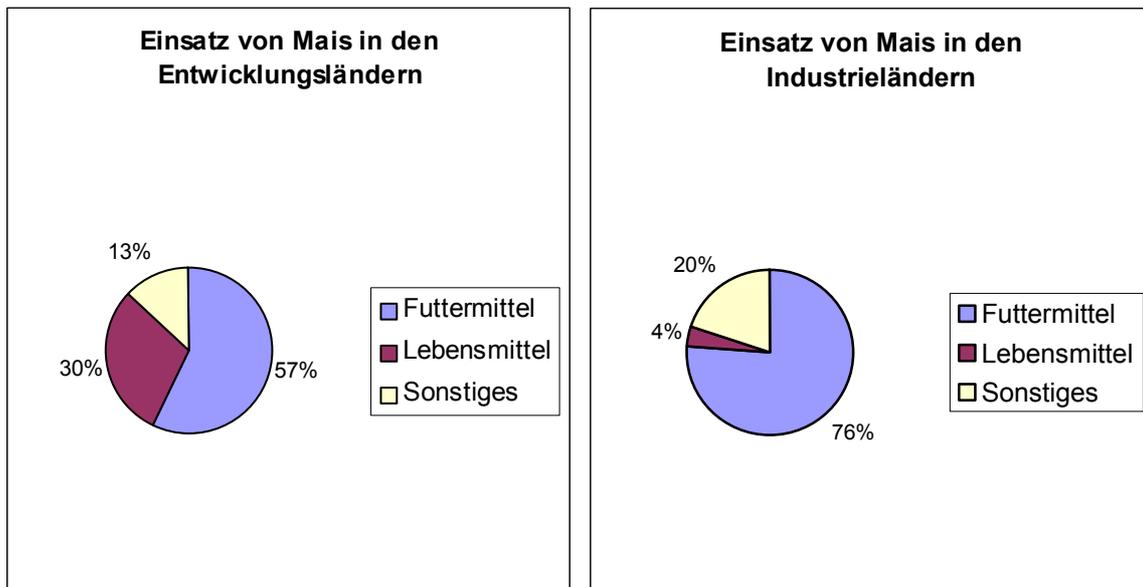
---

<sup>4</sup> Löffler und Petrides, 2003: „Biochemie und Pathobiochemie“, S. 686

und Geflügel verfüttert werden. Bei der Geflügelnahrung werden bevorzugt ganze oder pelletierte Maiskörner eingesetzt. Wegen des minderwertigen Proteins werden bei Mais basierter Fütterung eiweißreiche Komponenten wie Soja oder eiweißreicher Maiskleber, ein Nebenprodukt der Nassschrotung, eingesetzt. Zusätzlich werden die synthetisch hergestellten Aminosäuren Lysin und Methionin dem Hühnerfutter zugegeben.

Zwischen 1995 und 1997 wurden 66% der weltweiten Maisproduktion als Tierfutter und nur 17% für den direkten menschlichen Verzehr genutzt.

In den Entwicklungsländern wurden im gleichen Zeitraum 30% der Maisproduktion als Lebensmittel und 57% als Tierfutter verwendet, wohingegen im gleichen Zeitabschnitt in den Industrieländern lediglich 4% der Maisproduktion als Lebensmittel und 76% für die Tierernährung verwendet wurden (vergleiche Abbildung 2, Quelle: transgen, 2004).



**Abbildung 2: Nutzungsbereiche von Mais in den Entwicklungsländern und den Industrieländern**  
links: Einsatz von Mais in den Entwicklungsländern, rechts in den Industrieländern

### 3.2.2 Lebensmittelindustrie und Non- food- Industrie

Eine einseitige Ernährung mit Mais kann zu einer ernährungsbedingten Nicotinamid-Mangelkrankung (Nerven- oder Hauterkrankungen wie Pellagra) führen. Davon sind vor allem Menschen in einigen Entwicklungsländern betroffen, da sie auf Mais als primäres Lebensmittel angewiesen sind<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Souci, Fachmann, Kraut, 2000: „Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert- Tabellen“, S.549

Mais wird vor allem sekundär über die Produktion von Eiern, Milch und Fleisch der menschlichen Ernährung zugeführt. Folgeprodukte aus Mais dagegen finden sich in sehr vielen verarbeiteten primären Lebensmitteln wieder.

Tabelle 1 ist zu entnehmen, wie vielfältig die Verwendungs- und Verarbeitungsmöglichkeiten der Maispflanze sind und in wie vielen Produkten Maisanteile zu finden sind.

Wichtige Verarbeitungsprodukte sind Maisstärke und Stärkezucker. In Deutschland gelangen 51% der Maisstärke und des Stärkezuckers in die Lebensmittelindustrie und 48% in die Non-food- Industrie, hier wiederum zu 31% in die Papier- und Kartonindustrie, zu 12% in die pharmazeutische und chemische Industrie und zu 1% in die Futtermittelindustrie<sup>6</sup>.

**Tabelle 1: Lebensmittel, in denen Maisprodukte verwendet werden**

Öl	Maisstärke	Glucosesirup/ Dextrose	Trocken gemahlen	Maltodextrin (modifizierte Maisstärke)
Speiseöl	Puddingpulver	Süßwaren	Mehl	Babynahrung
Margarine	Milchdesserts	Eiscreme	Körnermais	Süßwaren
Mayonnaise	Bratensaucen	Backwaren	Maismahlzeiten (z.B. Polenta)	Backwaren
Salatdressing	Salatmayonnaise	Getränke		Fertiggerichte
Kartoffelchips	Backwaren	Fruchtgetränke		Sportdrinks
Saucen	Schokodrinks	Marmeladen		Trägerstoffe (für Aromen und Geschmacks- stoffe)
	Fertiggerichte	Fruchtzube- reitungen		
	Kuchenfüllung	Müsli		
		Glasuren und Überzüge		

(Quelle: GENIUS Biotechnologie GmbH, S.39)

### 3.3 Insektenresistenter Mais

Bei der Produktion von Mais kann es durch Krankheiten oder ungünstige Witterung zu Produktionsausfällen kommen. Beim Maisanbau richtet vor allem ein Insektenschädling, die Larve des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*), wirtschaftliche Schäden an. Nach Schlüter vernichtet diese Larve jährlich weltweit etwa 7% der Maisernte. Während in Deutschland der Maiszünsler nur eine Generation im Jahr hat, sind es in wärmeren Gegenden wie Nordamerika oder Südeuropa bis zu drei Generationen im Jahr. Hier kann der Ernteausfall bis

<sup>6</sup> Stolp, 2004: „Lebensmitteltechnologie“ S.172

zu 20% betragen<sup>7</sup>. Abhilfe und Prävention bringt das Unterpflügen (25 cm tief) der Maisstoppeln und des Maisstrohs nach der Ernte. Eine Alternative sind biologische Bekämpfungsmittel, wie das natürliche Toxin des *Bacillus thuringiensis*<sup>8</sup>.

### 3.3.1 Toxine des *Bacillus thuringiensis*

*Bacillus thuringiensis* (Bt) ist ein gram positives, sporenbildendes Bodenbakterium, das bei der Sporulation ein oder mehrere Endotoxine oder Kristallproteine produziert. Die Gensequenzen vieler Toxine sind mittlerweile entschlüsselt, wodurch die Toxine synthetisch hergestellt werden können. Ein Endotoxin, das sogenannte *CryIAb* (Cry für Kristall) wirkt spezifisch gegen die Schmetterlinge (Lepidoptera), zu denen der Maiszünsler gehört<sup>9</sup>.

Die Spezifität des *CryIAb*- Gens ist darauf zurückzuführen, dass das translatierte Protein an ein Rezeptormolekül in der Epithelzellmembran des Insekts bindet. Diese Interaktion ist der Startpunkt einer Zellyse, die schrittweise das Darmepithel perforiert und schließlich zum Tod des Insektes führt<sup>10</sup>.

Die Endotoxine verschiedener Bakterienstämme werden seit 1950 äußerlich in der Landwirtschaft gegen Insektenbefall verwendet<sup>11</sup>. Da das aufgesprühte Toxin nur wirkt, solange die Larve sich außerhalb des Maisstängels befindet, erhofft man sich durch die gentechnische Manipulation des Maises und anderer Pflanzen einen Produktionsvorteil. Durch die gentechnische Einführung der bekannten Gensequenz des Endotoxins *CryIAb* ist die Maispflanze in der Lage, das Toxin selbst zu produzieren. Frisst sich nun die Larve des Maiszünslers in das Pflanzenmaterial einer Bt- Maislinie hinein, nimmt sie das Toxin auf und stirbt. Hierdurch sollen höhere Erträge bei gleichzeitig geringerem Arbeitsaufwand erzielt werden.

### 3.3.2 Gentechnisch veränderte Organismen

Der Einbau einer neuen Gensequenz macht eine Pflanze zu einem lebenden gentechnisch veränderten Organismus (GVO). Eine gentechnisch veränderte Pflanze enthält „demnach einen bestimmten Anteil fremder Desoxyribonucleinsäure“ (Zitat: Flachowsky, 2001, S. 50).

---

<sup>7</sup> Schlüter, 2000: „Gentechnologie und Lebensmittel“, S. 12

<sup>8</sup> Umweltbundesamt, 2003: „Alternativen zu gentechnisch veränderten Pflanzen“

<sup>9</sup> de Maagd, et al., 1999: „*Bacillus thuringiensis* toxin- mediated insect resistance in plants“, S.9

<sup>10</sup> Peferoen, 1997: “Progress and prospects for field use of Bt genes in crops”, S.174

<sup>11</sup> Schuler, et al., 1998: Insect- resistant transgenic plants S. 169

GVO, die derzeit kommerziell genutzt werden, sind vor allem Soja, Mais, Baumwolle und Raps. Sie tragen gentechnische Veränderungen, die sich durch Übertragung eines Gens vermitteln lassen. Diese monogenen Eigenschaften vermitteln: Herbizid-, Insekten- oder Virusresistenz.

### **3.3.3 Methode**

Die Methode der gentechnischen Veränderung soll nicht im einzelnen erklärt werden. Nur die wichtigsten Punkte werden angesprochen.

Da eine artfremde Gensequenz in die Pflanze eingebaut wird, muss die Sequenz so in die Pflanze eingeschleust werden, dass die Pflanze sie lesen kann. Dies geschieht mit Vektoren, die neben der erwünschten Eigenschaft, dem sogenannten Insertionsgen, verschiedene andere Gene enthalten. Der Promotor gibt den Startpunkt der Transkription an. Mit Hilfe von Markergenen, wie Genen für Antibiotikaresistenzen oder für Herbizidresistenzen kann geprüft werden, ob der gentechnisch hergestellte Vektor, bei der Einschleusung (Transformation) in die Zelle, aufgenommen wurde.

Bei der Transformation der gewünschten, neuen Gensequenz ist der Einbauort in das Pflanzengenom nicht vorhersagbar. Daher müssen Hunderte von Transformationen durchgeführt werden, um eine geeignete Linie zu gewinnen. Die Linie muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Adäquate (wirksame) Expression des Toxins
- Stabilität der gentechnischen Veränderung
- Beibehaltung spezifischer agronomischer Eigenschaften der gentechnisch veränderten Pflanze

### 3.4 Aktuell in der Europäischen Union zugelassene Bt- Maislinien

Abbildung 3 zeigt, dass in der EU derzeit insgesamt drei insektenresistente Maislinien zugelassen sind. Eine genaue Auflistung der Anträge ist im Anhang 12.1 zu finden.

	Anbau	Import	Verarbeitung	Verarbeitetes Lebensmittel (z.B. Maltodextrin, Öl)	Lebensmittel (Zuckermais, Maiskolben)
Bt11	abgelehnt	zugelassen 1998	abgelehnt	zugelassen	zugelassen 19.05.2004
MON810	zugelassen 1998	zugelassen 1998	zugelassen 1998	zugelassen	-
Bt176	zugelassen 1997	zugelassen 1997	zugelassen 1997	zugelassen 1996	-

Abbildung 3: zugelassener Bt- Mais in der EU

Quelle: transgen, 27.09.2004

#### 3.4.1 Anbau gentechnisch veränderter Maislinien

Weltweit wurden 2003 15,5 Millionen Hektar mit insektenresistentem Mais bewirtschaftet, das entspricht etwa 23% der gesamten Maisanbaufläche. Auf Nordamerika entfielen davon 12 Millionen Hektar, das entspricht etwa 40% der Gesamtanbaufläche von Mais in Nordamerika. In der EU wurde vor allem in Spanien (32.000 Hektar) insektenresistenter Bt- Mais angebaut. Deutschland bestellte 2003 eine vergleichsweise geringe Fläche unter 1.000 Hektar mit Bt-Mais<sup>12</sup>.

#### Fazit

Wie in diesem Kapitel verdeutlicht wurde, ist Mais in der Futtermittelindustrie, in der Lebensmittelindustrie und in der Non- food- Industrie ein gefragter Rohstoff. Einerseits ist der Energiegehalt der Pflanze, bei kostengünstiger Produktion, hoch und andererseits lässt sich Mais vielfältig in verschiedenen Bereichen verwenden.

Aufgrund des minderwertigen Proteins der Maiskörner wird eiweißreicher Maiskleber für die Futtermittelindustrie, vor allem aus den USA, importiert. In den USA wird weltweit die größte Menge gentechnisch veränderter Maispflanzen angebaut. Doch wie steht es mit der Futtermittelsicherheit dieser gentechnisch veränderten Maispflanzen?

<sup>12</sup> James, 2003: "Global Status of Commercialized Transgenic Crops": 2003, S.5ff.

## **4 Lebensmittelsicherheit und Gentechnikrecht in der Europäischen Union**

### **4.1 Die Europäische Union**

Die Europäische Union besteht seit 2004 aus 25 Mitgliedstaaten, die über gemeinsame Institutionen ihre Wirtschafts- und Handelsinteressen verwalten. Die Mitgliedstaaten bilden einen gemeinsamen europäischen Markt, in dem seit dem 1. Januar 1993 Bedingungen eines freien Binnenmarktes bestehen. Lebensmittel und Futtermittel werden in den Mitgliedstaaten angebaut, verarbeitet und in andere Länder innerhalb der EU exportiert und importiert.

### **4.2 Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit**

Zahlreiche Lebensmittelskandale in den 90er Jahren erschütterten das Vertrauen der Verbraucherinnen und Verbraucher in die Sicherheit und Unbedenklichkeit der Lebensmittel. Gründe für die Entstehung der Lebensmittelskandale wurden unter anderem darin gesehen, dass die Anforderungen an die Sicherheit von Lebensmitteln und Futtermitteln in den einzelnen Mitgliedstaaten der EU unterschiedlich sind<sup>13</sup>. Auch das Lebensmittelrecht unterscheidet sich in den Mitgliedstaaten der EU erheblich. Da der freie Verkehr von Handelswaren im Binnenmarkt der EU von wirtschaftlichem und sozialem Interesse ist und der Schutz für Leben und die Gesundheit des Menschen gewährleistet werden muss, wurde am 28. Januar 2002 die Verordnung (VO) (EG) Nr. 178/2002<sup>14</sup> des Europäischen Parlaments und des Rates erlassen. Die wesentlichen Ziele dieser Verordnung sind:

- die Schaffung einer Grundlage für ein hohes Schutzniveau für die Gesundheit des Menschen und
- die Gewährleistung eines reibungslosen Funktionierens des Binnenmarktes.

#### **4.2.1 Allgemeine Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts**

Das Lebensmittelrecht bezieht sich auf die Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen von Lebensmitteln wie auch von Futtermitteln. Die bestehenden lebensmittelrechtlichen

---

<sup>13</sup> entsprechend: [www.efsa.eu.int/about\\_efsa/catindex\\_de.html](http://www.efsa.eu.int/about_efsa/catindex_de.html), download am 03.08.2004

<sup>14</sup> Verordnung (EG) Nr. 178/ 2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur "Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit"

Grundsätze und Verfahren der Mitgliedstaaten sollen so bald wie möglich, spätestens jedoch bis zum 1. Januar 2007 so angepasst werden, dass sie mit Artikel 5 bis 10 der Verordnung (EG) Nr.178/2002 in Einklang stehen. Darin wird gefordert, dass alle Aspekte der Lebensmittelherstellungskette von der Primärproduktion, einschließlich der Futtermittelproduktion, bis zum Verkauf der Ware berücksichtigt werden sollen. Die Sicherheitsuntersuchungen der Lebensmittel und Futtermittel sollen nach dem Vorsorgeprinzip<sup>15</sup> erfolgen, dazu gehören die Risikoanalyse, die eine Risikobewertung darstellt, das Risikomanagement und die Risikokommunikation. Durch die Festlegung allgemeiner Grundsätze und Anforderungen an das Lebensmittelrecht für alle Mitgliedstaaten soll der Schutz der Verbraucherinteressen gewahrt werden.

### **Errichtung der Behörde für Lebensmittelsicherheit**

Durch die Verordnung (EG) Nr.178/2002 wurde die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit geschaffen. Sie bildet ein Organ der EU, das sich ausschließlich mit Fragen zur Lebensmittelsicherheit auseinandersetzt. Die Einrichtung einer zentralen Lebensmittelbehörde war notwendig, da die wissenschaftlichen und technischen Fragen im Zusammenhang mit der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit in den letzten Jahren immer wichtiger und komplexer geworden sind.

### **Auftrag und Aufgabe der Europäischen Lebensmittelbehörde**

Der Auftrag der europäischen Lebensmittelbehörde wird in der VO (EG) Nr.178/2002 unter Artikel 22, die Aufgabe unter Artikel 23 aufgeführt. Demnach stellt die Europäische Lebensmittelbehörde eine unabhängige, wissenschaftliche Quelle für Beratung, Information und Risikokommunikation dar. Sie beantwortet Fragen zu mittelbaren oder unmittelbaren Einflüssen auf die Sicherheit der Lebensmittel- und Futtermittelkette, Tiergesundheit, Tierschutz und Pflanzenschutz. Alle Aspekte der Lebensmittelsicherheit innerhalb der Lebensmittelkette werden durch die Behörde für Lebensmittelsicherheit abgedeckt. Ermittelte Daten werden von ihr zentral auf Gemeinschaftsebene gesammelt, ausgewertet und dokumentiert.

---

<sup>15</sup> VO (EG) Nr. 178/2002 Artikel 7 Absatz 1: Vorsorgeprinzip: „In bestimmten Fällen, in denen nach einer Auswertung der verfügbaren Informationen die Möglichkeit gesundheitsschädlicher Auswirkungen festgestellt wird, wissenschaftlich aber noch Unsicherheit besteht, können vorläufige Risikomanagementmaßnahmen zur Sicherstellung des in der Gemeinschaft gewählten hohen Gesundheitsschutzniveaus getroffen werden, bis weitere wissenschaftliche Informationen für eine umfassendere Risikobewertung vorliegen.“

### **Organe der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit**

In Abschnitt 2 Artikel 24 bis 28 der Verordnung (EG) Nr.178/2002 werden die Organe der Lebensmittelbehörde beschrieben, demnach gibt es vier Organe:

- Verwaltungsrat
- Geschäftsführender Direktor
- Beirat
- Wissenschaftlicher Ausschuss und Wissenschaftliche Gremien

Im folgenden wird nicht auf die Organisation und Verwaltung der Lebensmittelsicherheitsbehörde eingegangen, sondern nur auf den „Wissenschaftlichen Ausschuss“ und die „Gremien“, da von ihnen die Fragen zur Lebensmittelsicherheit und rechtlichen Anforderungen bearbeitet werden.

Der wissenschaftliche Ausschuss ist für die allgemeine Koordinierung der wissenschaftlichen Gremien verantwortlich, er legt die Arbeitsverfahren fest und harmonisiert die Arbeitsmethodik. Interdisziplinäre Fragen, für die mehrere Gremien zuständig sind, werden von ihm beantwortet.

Die wissenschaftlichen Gremien decken verschiedene Bereiche der Lebensmittelsicherheit ab. Beim Zeitpunkt der Errichtung der Lebensmittelbehörde wurden acht Gremien eingerichtet. Jedes Gremium ist für den jeweiligen Lebensmittelbereich verantwortlich und erstellt bei Bedarf wissenschaftliche Gutachten zu lebensmittelspezifischen Fragen, die in dessen Zuständigkeitsbereich fallen. Ein Gremium ist für „genetisch veränderte Organismen“ (GVO) eingerichtet. Dieses Gremium erstellt Stellungnahmen zu sicherheitsrelevanten und rechtlichen Fragen, die gentechnisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel betreffen.

### **Wissenschaftliches Gremium für genetisch veränderte Organismen**

Gentechnisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel sind „genetisch veränderte Organismen“<sup>16</sup>, die im Gremium für GVO behandelt werden<sup>17</sup>. Aufgabe des wissenschaftlichen Gremiums für GVO ist es, Gutachten zu wissenschaftlichen Fragen in Bezug auf

---

<sup>16</sup> Begriffsbestimmung nach Richtlinie 2001/18 Artikel 2: „gentechnisch veränderter Organismus“: ein Organismus mit Ausnahme des Menschen, dessen genetisches Material so verändert worden ist, wie es auf natürliche Weise durch Kreuzen und/ oder natürliche Rekombination nicht möglich ist.

<sup>17</sup> In den Gesetzestexten der EU werden „gentechnisch veränderte Organismen“ als „genetisch veränderte Organismen“ bezeichnet. Im Englischen wird zwischen „genetisch“ und „gentechnisch“ nicht unterschieden. Im folgenden wird „gentechnisch“ verwendet, solange es nicht im Zitat verwendet wird.

gentechnisch veränderte Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere zu erstellen. Diese Fragen betreffen die absichtliche Freisetzung von GVO in die Umwelt nach der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG<sup>18</sup>, sowie gentechnisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel und deren Folgeerzeugnisse. Die Sicherheit gentechnisch veränderter Lebensmittel und Futtermittel beim Inverkehrbringen<sup>19</sup> bezüglich der Gesundheit des Menschen, der Tiere und der Umwelt, wird besonders eingehend geprüft. Für sie wurde eine eigene Verordnung (EG) Nr. 1829/2003<sup>20</sup> erlassen, deren Zielsetzung der VO (EG) 178/2002 entspricht.

#### **4.2.2 Verordnung EG Nr. 1829/2003**

In der Verordnung EG Nr. 1829/2003 sind zu den gentechnisch veränderten Lebensmitteln die gentechnisch veränderten Futtermittel aufgenommen worden, zusammen bilden sie die Gruppe der genetisch veränderten „Erzeugnisse“<sup>21</sup>. Zum Geltungsbereich zählen:

- Lebensmittel, die aus genetisch veränderten Organismen bestehen, solche enthalten oder daraus hergestellt sind.
- Futtermittel, einschließlich Futtermittelzusatzstoffen, die aus genetisch manipulierten Organismen bestehen, solche enthalten oder daraus hergestellt sind.
- Ausgenommen sind Produkte von Tieren, die mit genetisch veränderten Futtermitteln gefüttert worden sind (Produkte Gentechnisch Veränderter Organismen PGVO).

Die Verordnung regelt, dass genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel ein einheitliches EU- weites Zulassungsverfahren durchlaufen müssen, bevor sie auf dem europäischen Markt zugelassen und Inverkehr gebracht werden dürfen. Zugelassen werden die Erzeugnisse erst dann, wenn sie nach bisherigem Wissensstand keine nachteiligen Auswirkungen auf Menschen und Tiere oder die Umwelt haben<sup>22</sup>. Die Zulassung wird für zehn Jahre erteilt und kann für weitere zehn Jahre erneuert werden.

---

<sup>18</sup> Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates

<sup>19</sup> Begriffsbestimmung nach VO (EG) Nr. 178/2002 Artikel 2 Absatz 8: Inverkehrbringen: „das Bereithalten von Lebensmitteln oder Futtermitteln für Verkaufszwecke einschließlich des Anbietens zum Verkauf oder jeder anderen Form der Weitergabe, gleichgültig, ob unentgeltlich oder nicht, sowie den Verkauf, den Vertrieb oder andere Formen der Weitergabe selbst“

<sup>20</sup> Verordnung (EG) Nr. 1829/ 2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über "genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel"

<sup>21</sup> seit dem in Kraft treten der VO (EG) Nr. 1829/2003 am 7. Oktober 2003 sind gentechnisch veränderte Lebensmittel aus der Novel Food Verordnung herausgenommen.

<sup>22</sup> entsprechend: [www.transgen.de/Recht/gvo-lm\\_uebersicht.html](http://www.transgen.de/Recht/gvo-lm_uebersicht.html) Download am 06.04.2004

### **Grundsätze des Zulassungsverfahrens innerhalb der EU**

Gentechnisch veränderte Futtermittel und Lebensmittel werden einer Sicherheitsprüfung nach einem Gemeinschaftsverfahren unterzogen, bevor sie in der Europäischen Gemeinschaft Inverkehr gebracht werden dürfen. Die Zulassung wird für beide Erzeugnisse in gleicher Weise beantragt. Die Mitgliedstaaten und die Kommission werden bei diesem Verfahren beteiligt. Nach Jaffe<sup>23</sup> wird der Öffentlichkeit das Verfahren der Zulassung, die Ergebnisse der wissenschaftlichen Sicherheitsbewertung und der Zulassungsentscheid des zu bewertenden Erzeugnisses transparent gemacht. Der Gesetzgeber gibt aber keine Informationen über Feldversuche und Sicherheitsbewertungen von Lebensmitteln.

Informationen können vertraulich behandelt werden, wenn sie mit „der begründeten Bitte um vertrauliche Behandlung übermittelt wurden“, womit sie der Öffentlichkeit nicht mehr zugänglich sind. Nähere Angaben werden in der VO (EG) Nr.178/2002 Artikel 39 nicht gemacht.

### **Zulassungsverfahren**

Der Zulassungsantrag wird bei einer zuständigen nationalen Behörde eingereicht. In Deutschland ist dies das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Der Zulassungsantrag beinhaltet alle wichtigen Informationen über das Erzeugnis sowie alle Versuchsergebnisse durchgeführter Studien. Die nationale Behörde leitet unverzüglich eine Kopie des Antrags mit allen dazugehörigen Informationen an die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit. Diese unterrichtet die anderen Mitgliedstaaten und stellt ihnen den Antrag und alle sonstigen Informationen zur Verfügung. Der Antrag wird der Öffentlichkeit in zusammengefasster Form durch das Joint Research Centre (<http://gmoinfo.jrc.it>) zugänglich gemacht. Das Wissenschaftliche Gremium für genetisch veränderte Organismen überprüft den Zulassungsantrag eingehend und kann laut Rexroth<sup>24</sup> andere nationale Behörden einbeziehen und beispielsweise eine Umweltverträglichkeitsprüfung<sup>25</sup> nach Artikel 2 der Richtlinie 2001/18/EG einfordern. Wenn um keine ergänzenden Unterlagen ersucht werden muss, gibt die Behörde für Lebensmittelsicherheit nach circa sechs Monaten eine Stellungnahme zur Sicherheit, der Zulassung, Kennzeichnung und eventuellen Auflagen der Europäischen

---

<sup>23</sup> Jaffe, 2004: “Regulating transgenic crops: a comparative analyses of different regulatory processes” S. 9

<sup>24</sup> Rexroth, 2004: „Neue Regelungen zu gentechnisch veränderten Lebensmittel“ S.33ff

<sup>25</sup> Richtlinie 2001/18/EG Artikel 2 Absatz 8: Definition der Umweltverträglichkeitsprüfung: „Bewertung der direkten oder indirekten, sofortigen oder späteren Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die mit der Absichtlichen Freisetzung oder dem Inverkehrbringen von GVO verbunden sein können, und die gemäß Anhang 2 durchgeführt wird“.

Kommission und den Mitgliedstaaten bekannt. Innerhalb von drei Monaten stellt die Europäische Kommission den Entwurf einer Entscheidung vor und leitet diesen an den ständigen Ausschuss für die Lebensmittelkette und Tiergesundheit weiter. Mit qualifizierter Mehrheit der Mitgliedstaaten wird ein Beschluss gefasst. Die Kommission informiert den Antragsteller unverzüglich und veröffentlicht eine Information über die Entscheidung im Amtsblatt der Europäischen Union. Zugelassene gentechnisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel werden nach Verordnung (EG) Nummer 1829/2003 Kapitel IV, Artikel 28 in ein öffentlich zugängliches Gemeinschaftsregister aufgenommen.

### **Mögliche Analysepunkte einer Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Erzeugnisse**

Spök, 2003, fasste die nachfolgenden Punkte als wichtige Bestandteile einer Analyse der Sicherheit transgener Pflanzen zusammen:

- Alle toxikologisch relevanten Informationen über die untransformierte Wirtspflanze
- Charakterisierung des Herkunftsorganismus des eingeführten genetischen Materials
- Charakterisierung der verwendeten Transformationstechniken und des inserierten Materials
- Stabilität der Integration und Expression
- Agronomische Eigenschaften
- Mögliche Toxizität und Allergenität des eingeführten Genproduktes
- Mögliche Toxizität des Produktes aus der enzymatischen Wirkung des neu eingeführten Proteins
- Chemische Analyse der wichtigsten Nährstoffe und Toxine der transgenen Pflanze im Vergleich zur Ausgangspflanze zur Detektion möglicher Sekundäreffekte
- Gefahr des Gentransfers
- Veränderungen der Bioverfügbarkeit der Hauptnährstoffe
- Auswirkungen auf die Ernährungsausgewogenheit

„Um Langzeiteffekte der gentechnischen Manipulation zu erkennen, müssen neue Methoden erprobt und etabliert werden“. (Zitiert nach Spök et al.: Toxikologie und Allergologie von GVO- Produkten- Teil 2B, 2003, S. 59)

### **Fazit**

Die Sicherheitsbewertung der gentechnisch veränderten Lebensmittel und Futtermittel wird von rechtlichen Regelungen vorgegeben, die auf internationaler, EU- und nationaler Ebene alle ein Ziel haben. Sie sollen das Leben und die Gesundheit von Tier und Mensch sowie die Belange der Umwelt vor Gefahren und Risiken, die von den gentechnisch veränderten Erzeugnissen ausgehen können, bewahren. Dabei werden die Gefahren und Risiken der Gentechnik im Lebensmittel- und Futtermittelbereich besonders ernst genommen.

### **4.3 Vorschlag der Lebensmittelbehörde zur Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Lebensmittel**

Die Behörde für Lebensmittelsicherheit wurde von der Kommission beauftragt eine ausführliche Anleitung zu erstellen, die als Hilfe für den Antragsteller bei der Erstellung und Vorlage des Antrags dienen soll<sup>26</sup>. In dieser Anleitung sollen alle Daten und Informationen genannt werden, anhand denen nachzuweisen ist, dass Lebensmittel, die in Artikel 4 Absatz 1 und Futtermittel, die in Artikel 16 Absatz 1, der Verordnung (EG) Nr.1829/2003 genannten Kriterien erfüllen. Diese Forderungen der Europäischen Lebensmittelbehörde sind derzeit nicht verbindlich.

Das wissenschaftliche Gremium für genetisch veränderte Organismen der Behörde für Lebensmittelsicherheit hat innerhalb des rechtlichen Rahmens nach der Verordnung (EG) 178/2002, der Verordnung (EG) 1829/2003 und der Richtlinie 2001/18/EG das Dokument: „DRAFT GUIDANCE DOCUMENT FOR THE RISK ASSESSMENT OF GENETICALLY MODIFIED PLANTS AND DERIVES FOOD AND FEED“ im April 2004 vorgelegt. Die Risikobewertung soll für gentechnisch veränderte Lebensmittel und/ oder Futtermittel, die nach Verordnung (EG) Nr.1829/2003 auf dem europäischen Gemeinschaftsmarkt zugelassen werden sollen oder gentechnisch veränderte Pflanzen, die kommerziell angebaut werden sollen und für die daher nach der Richtlinie 2001/18/EG eine Zulassung beantragt wird, gelten.

Im Weiteren werden die wesentlichen Punkte des Dokuments vorgestellt, die für die nachfolgende Auswertung der Fütterungsstudien wichtig sind. Da dieses Dokument bisher nur

---

<sup>26</sup> Bereits 2003 wurde eine Anleitung zur Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Pflanzen und davon abgeleitete Lebensmittel und Futtermittel herausgegeben, damals noch unter der Novel Food Verordnung

auf Englisch erschienen ist, werden die Fachbegriffe auf Englisch und Deutsch wiedergegeben.

#### **4.3.1 Strategie der Risikoabschätzung**

Das DRAFT GUIDANCE DOCUMENT geht auf die Strategie der Risikoabschätzung (risk assessment strategy) ein<sup>27</sup>. Demnach ist der Vergleich des gentechnisch veränderten Erzeugnisses mit einem nicht gentechnisch veränderten Vergleichspartner der Ausgangspunkt einer jeder Risikobewertung.

##### **Kompositionsvergleiche**

Der Kompositionsvergleich (Comparative approach) beruht auf dem Vergleich des gentechnisch veränderten Erzeugnisses mit dem traditionellen Partner. Durch diesen Vergleich sollen wesentliche Unterschiede, die sich schädlich auf den Menschen, das Tier oder die Umwelt auswirken können, identifiziert werden. Dabei gilt der traditionelle Partner aufgrund der langjährigen Erfahrung als gesundheitlich unbedenklich. Es ergeben sich zwei Konzepte:

- Konzept der Vertrautheit (Concept of familiarity)
- Konzept der Substanziellen Äquivalenz (Concept of substantial equivalence)

##### **Konzept der Vertrautheit**

Das Konzept der Vertrautheit wurde von der OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) im Jahre 1993 eingeführt<sup>28</sup>. Dieses Konzept geht davon aus, dass die gentechnisch veränderten Erzeugnisse (z.B. insektenresistenter Mais) aus einer konventionellen Nutzpflanzen (Mais) entwickelt wurden. Mais ist eine sehr gut untersuchte Nutzpflanze und gilt, in ihrer ursprünglichen bzw. konventionell gezüchteten Form, für den menschlichen und tierischen Verzehr als unbedenklich. Dieses Wissen und diese Erfahrung sollen bei der Risikoabschätzung genutzt werden. Daher wird die gentechnisch veränderte Pflanze mit der bekannten Ausgangspflanze verglichen. Untersuchte Kriterien sind: die Pflanze, die Umwelt, die eingeführte Eigenschaften, Wechselwirkung der Pflanzen

---

<sup>27</sup> Definition: Risk assessment: “a process of evaluation including the identification of the attendant uncertainties, of the likelihood and severity of an adverse effect(s)/ event(s) occurring to man or the environment following exposure under defined conditions to a risk source(s)“

<sup>28</sup> OECD, 1993: “Safety considerations for Biotechnology”

untereinander und mit anderen Organismen<sup>29</sup>. Unterschiede, die auf die gentechnische Veränderung zurückzuführen sind, sollen durch diese Methode herausgefunden werden.

### **Substanzielle Äquivalenz**

Auch das Konzept der Substanziellen Äquivalenz wurde von der OECD im Jahre 1993<sup>30</sup> entwickelt. Die Untersuchung auf substanzielle Äquivalenz (wesentliche Gleichwertigkeit) ist keine Sicherheitsbewertung *per se*, sondern ein Schlüsselkriterium.

Demnach wird ein neuartiges Lebensmittel oder Futtermittel mit einem traditionellen, bekanntem Gegenpart, hinsichtlich molekularer, biologischer und chemischer Eigenschaften, verglichen<sup>31</sup>.

Das Konzept der substanziellen Äquivalenz wurde mehrfach als „pseudo-wissenschaftlich“ und als „nicht wissenschaftlich fundiert“ kritisiert (u.a. Pusztai, 2001; Millstone, 1999), da die Feststellung der substanziellen Äquivalenz als Endpunkt der Sicherheitsuntersuchung missverstanden wurde. Die gesetzliche Regelung versuchte die Kritikpunkte aufzugreifen und zu verbessern. Der Nachweis der substanziellen Äquivalenz soll ausdrücklich als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen der Sicherheitsbewertung und nicht als Endpunkt der Sicherheitsuntersuchung angesehen werden.

#### **4.3.2 Forderungen der Europäischen Lebensmittelbehörde zur toxikologischen Sicherheitsuntersuchung im Einzelnen**

##### **Vergleichende Untersuchungen: Agronomische Daten (agronomic trials)**

- Die Wahl der Referenzlinie sollte auf die Ausgangslinie (= Elternlinie, isogene Linie<sup>32</sup>) der gentechnisch veränderten Pflanze fallen.
- Der Anbau sollte unter vergleichbaren Bedingungen erfolgen.
- Das zu untersuchende pflanzliche Material sollte aus mehr als einer Saison stammen und in verschiedenen geografischen Gebieten angebaut worden sein.
- Die Verarbeitung und Lagerung der gentechnisch veränderten Pflanzenlinie und Kontrolllinie sollten unter gleichen Bedingungen erfolgen.

---

<sup>29</sup> Myhr, 2002: „Precaution, Context, Sustainability“, S.12

<sup>30</sup> OECD, 1993: „Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology“

<sup>31</sup> Kuiper et al., 2001: „Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods“

<sup>32</sup> Flachowsky, 2001: „Zum Einsatz gentechnisch veränderter Organismen in der Tierernährung“, S. 50

### **Nährwertanalyse Gentechnisch veränderter Futtermittel (nutritional assessment of gm food/ feed)**

Die Untersuchung der Nährwertzusammensetzung ist innerhalb der Risikobewertung ein Ausgangspunkt.

- Die Analyse der Nährstoffzusammensetzung sollte am Rohprodukt durchgeführt werden, da dieses den Anfang der Lebensmittelkette bildet.
- Die Makro-, Mikronährstoffe, toxischen Stoffe und antinutritiven Stoffe der veränderten und der Kontrollpflanze sollten bestimmt werden. Die OECD hat Nährwertreferenzdaten über das Minimum an Analysepunkten für verschiedene Nutzpflanzen herausgegeben. Für Mais wurde 2002 von der OECD das Dokument mit der Nummer ENV/JM/MONO(2002)25 veröffentlicht.
- Die Analyse des Nährwertes soll von „Fall zu Fall“ nach unterschiedlichen, pflanzenspezifischen Kriterien durchgeführt werden, die von der eingeführten Eigenschaft bzw. von dem zu untersuchenden Lebensmittel/ Futtermittel abhängig sind.

### **Toxikologie: gentechnisch veränderte Futtermittel/ Lebensmittel (toxicology)**

Neben der Untersuchung der neu eingeführten Substanz, wird auch das ganze Futtermittel und/ oder Lebensmittel analysiert. Spezielle Tests untersuchen toxikologische Wirkungen (Sekundäreffekte), die sich auf die Gesundheit von Mensch und Tier beziehen. Mögliche sofortige Auswirkungen und/ oder zeitverzögerte Auswirkungen, die sich auch auf die Lebensmittelkette erstrecken können, sollen hier identifiziert werden. Folgende Empfehlungen werden gegeben:

- Unerwartete Effekte sollten mit Hilfe von Vergleichsstudien an schnell wachsenden Tierspezies, wie Hühnerküken, untersucht werden. Schnell wachsende Küken haben eine hohe Gewichtszunahme und reagieren daher sensitiv auf toxische Stoffe in ihrer Ernährung. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass dieses Tiermodell nicht für alle Stoffe gleichermaßen geeignet ist. Das Huhn als Tiermodell wird in einem noch nicht veröffentlichten ILSI (International Life Science Institut) Report aus dem Jahr 2004 prinzipiell in Frage gestellt. Genauere Kritikpunkte werden allerdings nicht genannt.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> EFSA, 2004: „Draft Guidance Document“, S.24

- Die Vergleichsdiät sollte aus der traditionellen Futterlinie bestehen, die von dem gentechnisch veränderten Futtermittel ersetzt werden soll. Die Fütterung beider Diäten soll parallel unter gleichen Bedingungen verlaufen.
- Bei komplexen gentechnischen Veränderungen, zu denen auch die konventionelle Kombination von mehreren Eigenschaften (Insektenresistenz und Herbizidresistenz), gentechnisch veränderter Erzeugnisse zählen, können Wechselwirkungen zwischen den neu expremierten Proteinen oder deren Stoffwechselprodukten entstehen. Auf diese soll besonders geachtet werden.

Diese unbeabsichtigten Sekundäreffekte, die durch Stoffwechselveränderungen entstehen können, können nach Menrad 2003<sup>34</sup> weitaus schwieriger untersucht werden, als die toxikologische Untersuchung des eingeführten Gens bzw. der eingeführten einzelnen Eigenschaft. Es gibt keine wissenschaftliche Erfahrung bei der Untersuchung solcher Sekundäreffekte. Die umfangreichen Erfahrungen auf dem Gebiet der Lebensmitteltoxikologie einzelner Substanzen können nicht auf komplexe Pflanzen übertragen werden. Methoden, zur Untersuchung der Auswirkungen der gentechnisch veränderten Lebensmittel und Futtermittel auf die Lebensmittelkette und damit auf den Menschen, sind noch nicht etabliert. Daher kann mit den derzeitigen Methoden nicht die „absolute Toxizität“ untersucht werden, sondern die „relative Toxizität“ der gentechnisch veränderten Pflanzenlinie zur Elternlinie<sup>35</sup>.

Alle schädlichen Effekte, die bei den Untersuchungen zu erkennen sind, müssen vom Antragsteller übermittelt werden.

### **Kriterien zur Bewertung von Fütterungsstudien**

Bei der im folgenden dargestellten Analyse der Fütterungsstudien wird insbesondere darauf geachtet, ob folgende Kriterien der Europäischen Lebensmittelbehörde berücksichtigt werden:

- Geeignete Wahl der Referenzlinie
- Gleiche Anbaubedingungen, innerhalb des gleichen Jahres, im gleichen Gebiet
- Nährstoffuntersuchungen nach den OECD- Vorgaben für Mais als Futterpflanze
- Gleichzeitige Gabe des Futters
- Gleiche Bedingungen für die Tiere

---

<sup>34</sup> Menrad et al., 2003: „Gentechnik in der Landwirtschaft, Pflanzenzucht und Lebensmittelproduktion“, S.209

<sup>35</sup> Spök et al., 2003: Toxikologie und Allergologie von GVO- Produkten- Teil2B“, S.56

Die europäische Lebensmittelbehörde verweist bei der Methodenwahl und Methodendurchführung auf international anerkannte Methoden, wie sie von der OECD oder der Europäischen Kommission angegeben werden. Die Untersuchungen sollen nach den Regeln „der guten Laborpraxis“ durchgeführt werden.

## 5 Fütterungsstudien

Fütterungsstudien können für die Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Lebens- und Futtermittel wichtige Hinweise geben. Wie bereits in Kapitel „Toxikologie: gentechnisch veränderte Futtermittel/ Lebensmittel“ erwähnt, gelten wachsende Hühner als gutes Tiermodell, um unerwartete Effekte der gentechnischen Veränderung zu analysieren. Sie befinden sich im Wachstum, bauen dementsprechend schnell Körpermasse auf und reagieren daher gegenüber Änderungen in der Futterqualität besonders empfindlich. Ein weiterer Vorteil der Fütterungsstudien mit Hühnern ist, dass der Anteil an gentechnisch verändertem Mais in der Diät relativ hoch sein kann, da Mais ein Hauptbestandteil in der üblichen Vogelnahrung ist. Daher ist bei Fütterungsstudien mit Mais nicht mit einer Verfälschung der Ergebnisse, aufgrund einer Mangelernährung infolge einer falschen Nahrungsmittelzusammensetzung zu rechnen.

### 5.1 Aufbau der Fütterungsstudien

Die Grundstruktur aller betrachteten Fütterungsversuche ist, dass für eine bestimmte Zeit eine Versuchstiergruppe mit einer gentechnisch veränderten Maislinie und eine Kontrolltiergruppe mit einer nicht gentechnisch manipulierten Elternlinie gemästet wird. Während der Versuchszeit werden verschiedene Parameter, wie Gewichtszunahme, Schlachtausbeute und Fleischzusammensetzung gemessen, statistisch ausgewertet und miteinander verglichen. Dabei wird erwartet, dass ein Unterschied der Hauptnährstoffe in der Maisdiät zu einer Reduzierung des Körperwachstums und der Schlachtausbeute führt. Die Fleischzusammensetzung, ein Schlüsselfaktor der Geflügelindustrie, könnte sich bei einer Veränderung der Bioverfügbarkeit der Maisnährstoffe, verändern<sup>36</sup>.

### 5.2 Ziel der Fütterungsstudien

Die ausgewählten Fütterungsstudien untersuchen, ob sich bei der Fütterung von insektenresistentem Mais gegenüber der Fütterung von nicht gentechnisch verändertem Mais unerwartete Effekte an schnell wachsenden Hühnern zeigen. Unerwartete Effekte können bei den Tieren und/ oder den Tierprodukten auftreten. Daher wird die Leistung der Tiere, der

---

<sup>36</sup> Taylor et al., 2003: "Comparison of Broiler Performance", S. 1955

Schlachtkörper, die Fleischqualität und der Verbleib der eingeführten Fremd- DNA untersucht.

### **5.2.1 Leistung**

Unter dem Begriff Leistung werden folgende Parameter zusammengefasst: Wachstum pro Tag oder absolut, die Lebendmassezunahme, die Futtermittelverwertung und die Mortalitätsrate.

### **5.2.2 Schlachtkörper**

Der Schlachtkörper beschreibt die Schlachtausbeute. Die meisten Studien untersuchen das Gewicht des Brustmuskels, der Schenkel, der Flügel absolut und/ oder im Verhältnis zum Schlachtgewicht. Das Depotfett<sup>37</sup> wird absolut gemessen und ins Verhältnis zum Lebendgewicht gesetzt. Selten gehen die Studien zusätzlich auf andere Organe ein. Die Auswertung in der vorliegenden Arbeit beschränkt sich auf den Brustmuskel, die Schenkel und die Flügel.

### **5.2.3 Fleischqualität**

Die Fleischqualität wird auf ernährungsphysiologische Kriterien untersucht. Das beinhaltet vor allem die Bestimmung der Protein-, Fett- und Wasseranteile des Brust- und Schenkelfleisches.

### **5.2.4 Verbleib der Fremd- Desoxyribonukleinsäure (DNA)**

Der Verbleib der Fremd- DNA wird vor allem hinsichtlich ihrer Nachweisbarkeit in verschiedenen Gewebeteilen der Tiere untersucht.

### **5.2.5 Probleme bei der Durchführung von Fütterungsstudien**

„Die Ergebnisse von Fütterungsversuchen, bei denen das gesamte Lebensmittel verfüttert wird, haben meist nur eine begrenzte Aussagekraft“ (Zitat nach Spelsberg et al., 2000: S. 82f). Die Probleme der Fütterungsversuche liegen nach Spöck<sup>38</sup> darin, die erforderliche Menge eines Lebensmittels oder Futtermittels über einen längeren Zeitraum hinweg Tieren zu verfüttern, ohne diesen Tieren eine unbalancierte, unausgewogene Diät zu geben. Wird das Lebensmittel aber nicht in einer ausreichenden Menge verfüttert, sind unbeabsichtigte Effekte

---

<sup>37</sup> Biesalski et al.; 1995: Ernährungsmedizin, S. 11: Depotfett: Fett unterhalb der Haut und um die inneren Organe

<sup>38</sup> Spöck et al., 2003: „Toxikologie und Allergologie von GVO- Produkten-Teil 2“, S. 80

der gentechnischen Veränderung eventuell noch nicht zu erkennen. Andererseits könnten antinutritive Stoffe<sup>39</sup> oder toxische Stoffe des Lebensmittels zu gesundheitlichen Problemen bei den Tieren führen und unbeabsichtigte Effekte der gentechnischen Veränderung überdecken.

### **5.3 Recherche und Anzahl der Fütterungsstudien**

In den Datenbanken *BIOSIS*, *Medline*, *Pre Medline* und in *Google* wurde nach Fütterungsstudien gesucht, die folgende Kriterien erfüllten:

- Fütterungsstudien
- Versuchstier: Hühner
- Futter: Insektenresistenter Mais im Vergleich zu nicht gentechnisch verändertem Mais

Insgesamt wurden 18 Studien gefunden, die diese Kriterien erfüllten, die bibliografischen Angaben der Studien finden sich im Literaturverzeichnis unter 10.1. Aufgrund der geringen Anzahl an Veröffentlichungen erfolgte keine Unterscheidung nach Transformationsereignis (z.B. Bt176, MON810...) oder transformiertem Gen (z.B. Cry1Ab, Cry9C). 17 Studien sind in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, eine Studie ist im Internet erschienen. Die Studien setzen sich aus neun Originalstudien und neun Abstracts zusammen. Die ausführlichen Arbeiten dieser Abstracts sind aus unbekanntem Gründen nicht veröffentlicht.

Die gefundenen Studien wurden nach zwei Gesichtspunkten sortiert:

- Nach Original- bzw. Zusammenfassung
- Nach dem Datum der Veröffentlichung

Eine Nummerierung der Studien ergibt folgende Ordnung:

- Studie 1-9: Originalarbeiten aus den Jahren 2003 bis 1998
- Studie 10-17: Zusammenfassungen aus den Jahren 2003 bis 2000.

Studie 18 ist eine Folgearbeit der Studie 3, die den Verbleib der gentechnisch eingeführten Fremd-DNA untersucht. Die Ergebnisse der Studie 18 sind in der hier vorliegenden Arbeit im Ergebnisteil unter Studie 3 aufgeführt, das Versuchsdesign ist gleich. Daher ergeben sich im ganzen 17 Fütterungsstudien.

---

<sup>39</sup> Antinutritiva setzen die Bioverfügbarkeit bestimmter Nährstoffe herab und vermindern damit deren Aufnahme

## **5.4 Vorgehensweise zur Auswertung der Studien**

### **5.4.1 Erstellung einer Kriterientabelle**

Um die gefundenen Studien auszuwerten und um sie vergleichbar zu machen, wurde eine Kriterientabelle erstellt. Mit Hilfe dieser Tabelle wurden die Studien unter verschiedenen Gesichtspunkten kategorisiert, um so Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten.

Die Parameter dieser Kriterientabelle wurden durch eine umfangreiche Einarbeitung in das Thema: „Gentechnik in der Landwirtschaft und im Lebensmittelbereich“ erarbeitet. Der im April 2004 vorgelegte Entwurf der Europäischen Lebensmittelbehörde, in dem Richtlinien für die Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Erzeugnisse vorgeschlagen werden, bildete eine zentrale Vorlage zur Erstellung dieser Kriterientabelle (siehe Kapitel 4.3.). Bei der Analyse der Fütterungsstudien wurden wiederkehrende Punkte gesammelt und nach verschiedenen Gesichtspunkten geordnet. Alle Kriterienpunkte wurden in einer EXCEL Tabelle aufgenommen und kategorisiert.

### **5.4.2 Aufbau der Kriterientabelle**

Die Kriterientabelle befindet sich im Anhang unter Punkt 12.3.

1. Allgemeine Angaben (Verfasser, Auftraggeber, Erscheinungsjahr...)
2. Angaben zum Futtermais der Testgruppe und der Kontrollgruppe (Transformationsereignis, Anbaujahr, Anbauregion...)
3. Angaben zu den Testtieren (Rasse, Alter, Geschlecht, Anzahl...)
4. Angaben zu den Kontrolltieren (Rasse, Alter, Geschlecht, Anzahl...)
5. Futtermenge und Verarbeitung (Futterplätze, Platz, Haltungsrichtlinien...)
6. Versuchsanlage (Futter, Nährwert, Anzahl der Versuchseinheiten...)
7. Untersuchungen:
  - Mais (Hauptbestandteile, Aminosäuren, Fettsäuren...)
  - Leistung (Körpergewicht, Futtermittelverwertung, Futtermittelaufnahme...)
  - Schlachtkörper (Schlachtgewicht, Brustmuskulaturgewicht...)
  - Verbleib der Fremd-DNA (Blut, Organe...)
  - Statistik (Software, Methode...)
8. Ergebnisse:
  - Mais

Leistung

Schlachtkörper

Produktqualität

Verbleib der Fremd- DNA

9. Gesamtergebnis und Anmerkungen

## **5.5 Hinweise zur Auswertung**

### **5.5.1 Probleme**

Bei der Auswertung der hier untersuchten Fütterungsstudien muss berücksichtigt werden, dass die Studien neben Gemeinsamkeiten auch Unterschiede aufweisen, die bei der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

### **5.5.2 Gemeinsamkeiten der Fütterungsstudien**

Eine zentrale Gemeinsamkeit der ausgewerteten Fütterungsstudien ist die Untersuchung insektenresistenter Maislinien. Diese Maislinien sind dahingehend transformiert, dass sie ein kristallines Protein des *Bacillus thuringiensis* (Bt) bilden und dadurch gegen einen Insektenbefall des Maiszünslers geschützt sind.

Der Studienaufbau und die Methodenwahl der ausgewerteten Studien stimmen weitgehend überein, auch wenn nicht immer alle Parameter, die in der Kriterientabelle aufgeführt sind, innerhalb einer Studie untersucht wurden.

### **5.5.3 Unterschiede der Fütterungsstudien**

In den meisten Fällen, der hier ausgewerteten Fütterungsstudien, wurde das *CryIAb*-Gen gentechnisch in das Maisgenom eingeführt. Dieses Gen stammt ursprünglich aus dem Bakterium *Bacillus thuringiensis* subspezie *kurstaki* Stamm *HDI*. Nach Glare und O'Callaghan<sup>40</sup> beinhaltet unter natürlichen Verhältnissen ein Kristall dieses Bakteriums drei Endotoxine *CryI*, die jeweils ungefähr 130 kD groß sind. Die hier untersuchten Bt-Maislinien haben ein modifiziertes *CryIAb*- Gen eingebaut. Die Transformation des nativen *CryIAb*- Gens führt zu einer schwachen Expression in der transformierten Maispflanze. Eine

---

<sup>40</sup> Glare und O'Callaghan, 2000: "Bacillus thuringiensis: Biology, Ecology and Safety", S.13

gezielte Veränderung einiger Aminosäuren auf gentechnischer Grundlage, erhöht die Expression des Proteins in der Pflanze<sup>41</sup>.

Die Maislinien sind gegenüber der systematischen Insektengruppe der Schmetterlinge resistent<sup>42</sup>. Bei der Entwicklung einer insektenresistenten Pflanze ist der Einbauort der Fremd- DNA und die Zahl der eingebauten Genkopien und damit die Expressionshöhe in das Maisgenom nicht steuerbar<sup>43</sup>. Daher werden mehrere Transformationsereignisse unterschieden. Die hier ausgewerteten Studien untersuchen verschiedene Transformationsereignisse, unter anderem Bt-176, MON810 und Bt11. Die Abkürzung Bt steht für *Bacillus thuringiensis* und MON810 für den Konzern *Monsanto*.

Durch den unterschiedlichen Insertionsort des Transgens in den verschiedenen Linien können sowohl die Expressionshöhe des Transgens, als auch die Effekte auf das Pflanzengenom verschieden sein. Daher sind unterschiedliche Eigenschaften der verschiedenen Linien wahrscheinlich. Darüber hinaus wurden verschieden Ausgangslinien mit jeweils ursprünglichen unterschiedlichen Eigenschaften transformiert und/ oder die transgene Eigenschaft wurde nach der Transformation wiederum in andere Linien eingekreuzt. Somit können sich die Maislinien der betrachteten Studien abgesehen von Bt- Toxin Gehalt, der allen gemein ist, in ihren Eigenschaften unterscheiden.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Auswertung der analysierten Studien war, dass sich die Untersuchungsschwerpunkte der Studien unterscheiden. Während die Studien 2 und 11 den Verbleib der gentechnisch eingeführten Fremd- DNA untersuchten, stand bei den restlichen Studien der Vergleich der Tiere hinsichtlich Entwicklung, Schlachtkörper und ernährungsphysiologischer Produktqualität im Vordergrund. Trotzdem ist der Aufbau der Studien ähnlich, weshalb das Studiendesign und die Vorgehensweise in dieser vorliegenden Arbeit miteinander verglichen werden.

---

<sup>41</sup> Kozie et al, 1993: "Field Performance of Elite Transgenic Maize Plants Expressing an Insecticidal Protein Derives from *Bacillus thuringiensis*", S. 194

<sup>42</sup> Kempken, 2000: „Gentechnik bei Pflanzen“, S. 125

<sup>43</sup> Jany, 2003: „Gentechnik und Lebensmittel“, S.655

## 6 Ergebnisse

Im Text gibt die in Klammern stehende Zahl die Nummer der Studien wieder.

Die Studien 1, 3, 5 und 15 untersuchten mehrere Transformationsereignisse. Eine insektenresistente Maislinie und eine Maislinie, bei der die Eigenschaften Insekten- und Herbizidresistenz durch herkömmliche Züchtungsverfahren kombiniert wurden.

### 6.1 Allgemeine Angaben der Studien

Dieser Auswertungsteil fasst die, in den Publikationen aufgeführte, allgemeinen Informationen der ausgewerteten Studien zusammen. Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung der wichtigsten allgemeinen Daten, die im nachfolgendem Text beschrieben sind (vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.1).

**Tabelle 2: Allgemeine Angaben der analysierten Fütterungsstudien**

Studiennummer	Quelle	Jahr der Veröffentlichung	Auftraggeber
1	Poultry Science	2003	Monsanto und CQR
2	Arch. Animal. Nutr.	2003	BfR
3	Poultry Science	2003	Monsanto
4	Poultry Science	2003	Department Poultry Science
5	Poultry Science	2003	Monsanto
6	Proc. Soc. Nutr. Phys.	2002	BgVV
7	Arch. Animal. Nutr.	2001	FAL
8	Internet	1999	?
9	Poultry Science	1998	Department Poultry Science
10	Poultry Science	2003	Monsanto und CQR
11	Proc. Soc. Nutr. Phys.	2002	ETH
12	Poultry Science	2002	Monsanto und CQR
13	Poultry Science	2002	Monsanto und CQR
14	Poultry Science	2001	Instituto di Scienze Italien
15	Poultry Science	2001	Monsanto und CQR
16	Poultry Science	2001	Universität Missouri
17	Poultry Science	2000	Foster Farms Feed Research

### **6.1.1 Quelle der Studie**

Von den insgesamt 17 ausgewerteten Fütterungsstudien sind zehn Veröffentlichungen ausführliche Originalarbeiten. Sieben Studien sind Zusammenfassungen, deren Aussagekraft unterschiedlich hoch ist.

14 Studien sind in der *Poultry Science*, zwei im *Archive Animal Nutrition*, zwei in der *Nutrition Physiology* und eine im Internet erschienen.

### **6.1.2 Auftraggeber**

Die meisten Studien, insgesamt sieben (1, 3, 5, 10, 12, 13, 15), wurden von dem Biotechnologiekonzern MONSANTO in Auftrag gegeben, zwei davon (1, 10) wurden in Kooperation mit dem Colorado Quality Research (CQR) bearbeitet. Von den sieben Studien sind drei Studien als Original und vier als Zusammenfassung erhältlich.

Insgesamt drei (2, 6, 7) Originalarbeiten wurden in Deutschland bearbeitet, jeweils eine im Bundesamt für Risikobewertung (BfR), im Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) und am Institut für Tierernährung in der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Zwei Studien (4, 9) wurden im *Department Poultry Science* der North Carolina State Universität (USA) in Zusammenarbeit mit Novartis Seeds (heute Syngenta) durchgeführt, beide Studien sind Originalarbeiten.

Eine Studie (4) wurde im *Department of Animal and poultry Science* an der Universität von Guelph in Kanada in Zusammenarbeit mit AgrEvo, USA, untersucht. Eine Arbeit (16) wurde an der Universität von Missouri Columbia und eine Arbeit (17) in der Untersuchungsanstalt *Fosters Farms Feed Research* durchgeführt. Einzelarbeiten kommen außerdem aus der Schweiz (11) und Italien (14) (beides Zusammenfassungen).

### **6.1.3 Jahr der Veröffentlichung**

Die Anzahl der veröffentlichten Fütterungsversuche, die insektenresistenten Mais untersuchen, nahm in den letzten sechs Jahren kontinuierlich zu. Die älteste Studie erschien im Jahr 1998, die neuste im Jahr 2003.

In den Jahren 1998, 1999 und 2000 ist jeweils eine Arbeit veröffentlicht worden. In den folgenden Jahren 2001 und 2002 wurden vier und im Jahr 2003 fünf Arbeiten veröffentlicht. Die Studien, von denen Zusammenfassungen erhältlich sind, stammen vor allem aus den

Jahren 2001 und 2002, hier ist jeweils nur eine der vier Veröffentlichungen im Original erhältlich. Die Originalarbeiten stammen vor allem aus dem Jahr 2003.

#### **6.1.4 Ziele der Studien**

Die Ziele der Studien wurden in elf Fällen (1, 3, 5, 8, 10 bis 15 und 17) als „Vergleich der Leistung der Hühner“, in zwei Fällen (2 und 9) als „Evaluation des genetisch veränderten Mais“ und in einem Fall (2) als „Sicherheitsbewertung hinsichtlich des Verbleibs der Fremd-DNA“ angegeben. Studie 16 gibt die „Evaluation des Nährwertgehaltes“ an und Studie 6 untersucht den „Nachweis und Effekt auf die Gesundheit und Leistung von Broiler“. Studie 7 gibt allgemein die „Untersuchung von Bt- Mais in der Tierernährung“ an.

## 6.2 Test- und Kontrollmais

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der zu untersuchenden gentechnisch veränderten Maislinie und dem gewählten Vergleichspartner. Die Wahl des Vergleichspartners ist für die Gültigkeit der Ergebnisse der Fütterungsversuche von elementarer Wichtigkeit.

Tabelle 3 zeigt für jede Studie die wichtigsten Angaben zu der gentechnisch veränderten Maislinie, der Kontrolllinie sowie der Darreichungsform des Futters (Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.2). Diese Angaben werden im nachfolgenden Text näher erläutert.

**Tabelle 3: Test- und Kontrollmais in den analysierten Fütterungsstudien**

Studien-nummer	Transformiertes Gen	Transformationsereignis	Kontrollmais	Futtermverarbeitung
1	Cry1Ab, Cry3Bb1	MON863, MON810xMON863	Ausgangssorte und andere Maislinie	k.A.
2	Cry1Ab, Cry3Bb1	Bt-176	Ausgangslinie	Gemahlen
3	Cry1Ab, EPSPS	MON810, MON810xGA21	Ausgangssorte und andere Maislinie	Pellets
4	Cry1Ab	Bt-11	Ausgangssorte und andere Maislinie	Pellets
5	Cry1Ab, EPSPS	NK603, MON810xNK603	Ausgangssorte und andere Maislinie	k.A.
6	Cry1Ab	Bt-176	Konventionell	k.A.
7	Cry1Ab	Cesar CG00256-176	Ausgangslinie	Korn, getrocknet
8	Cry9C	CBH351	Ausgangslinie	k.A.
9	Cry1Ab	Bt-176	Ausgangslinie	Korn, gemahlen
10	Cry1Ab, Cry3Bb1	MON810xMON863	Ausgangssorte und andere Maislinie	Korn
11	k.A.	Bt-176	Ausgangslinie	k.A.
12	Cry3Bb1	MON863	Ausgangssorte und andere Maislinie	k.A.
13	k.A.	MON810xNK603	Ausgangssorte und andere Maislinie	k.A.
14	Cry1Ab	MON810	Ausgangslinie	k.A.
15	Cry1Ab, EPSPS	MON810, MON810xGA21	Ausgangssorte und andere Maislinie	k.A.
16	Cry1Ab	MON810	Ausgangssorte und andere Maislinie	k.A.
17	Bt	k.A.	Ausgangslinie	k.A.

Zeichenerklärung: k.A.= keine Angabe, EPSPS= 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (Resistenz gegenüber Glyphosate)

### **6.2.1 Testmais: Exprimiertes Transgen**

12 Studien untersuchten Maislinien mit dem exprimierten *Cry1Ab*- Gen, vier Studien Linien mit *Cry3Bb1*- Gen und eine Studie mit *Cry9C*- Gen. Diese drei eingefügten DNA- Sequenzen stammen aus dem Bakterium *Bacillus thuringiensis*. Die Studien 1, 3, 5 und 8 geben die genauere Bezeichnung des Bakterienstammes an. Eine Studie (17) gibt allgemein eine *Bacillus thuringiensis* (Bt) Eigenschaft des Maises an. Zwei Studien (11, 13) geben keine Auskunft über das transgene Produkt. Es kann aufgrund des Transformationsereignisses auf ein *Cry1Ab* Transformationsprodukt geschlossen werden.

Nur zwei Studien (4, 9) untersuchten die Expressionshöhe des eingeführten Gens mit der ELISA Methode (Enzyme- Linked Immunosorbend Assay).

### **6.2.2 Testmais: Transformationsereignis**

Fünf Studien untersuchten das Transformationsereignis Bt-176 beziehungsweise davon abgeleitete Hybride, vier Studien MON810. Jeweils zwei verwendeten die Linien MON810xGA21 (3, 15), MON810xNK603(5, 13), MON810xMON863 (1, 10)und MON863 (1, 12). Jeweils eine Studie untersuchte das Transformationsereignis Bt11 (4), NK603 (5) und CBH351 (8). Eine Studie (17) gibt keine Auskunft zum Transformationsereignis an.

### **6.2.3 Kontrollmais**

Alle Studien machten eine Angabe zum Kontrollmais. 16 Studien geben den Kontrollmais als „nicht transgen“ an. Zum Teil wird der Kontrollmais als „isogene Linie“, „Elternlinie“ oder „Ausgangslinie“ bezeichnet, was für eine große gentechnische Übereinstimmung der Testlinie mit der Kontrolllinie steht. Der größte Unterschied sollte demnach in der Expression des neu eingefügten Gens bzw. im Einbau des Genkonstrukts liegen. Neun Studien verglichen die Fütterung des gentechnisch veränderten Maises zusätzlich zur nicht transgenen Linie, mit anderen konventionellen Maislinien. Eine Studie (6) hatte als Kontrolle ausschließlich eine konventionelle Maislinie.

Der Kontrollmais wurde in sieben Studien (1, 2, 3, 4, 5, 7, 9) im gleichen Jahr produziert. In fünf Fällen (1, 2, 4, 5, 9) in der selben Region, in einem Fall (14) wurde der Mais in insgesamt drei unterschiedlichen Regionen im selben Land angebaut. In zwei Fällen (3, 7) in unterschiedlichen Regionen im selben Land. Zehn Studien (6, 8, 10- 17) gaben keine Daten zur Anbauzeit oder Anbauregion. Der konventionelle Mais stammte meistens aus einer anderen Region und wurde in einem anderen Jahr angebaut als der Testmais.

### 6.3 Versuchstiere

Nachfolgend werden die Versuchstiere, denen der gentechnisch veränderte Mais oder der Kontrollmais verfüttert wurde, beschrieben. Hier finden sich ebenfalls Angaben zu den Haltungsbedingungen und den Fütterungseinrichtungen.

#### 6.3.1 Versuchstiere

Tabelle 4 zeigt die Zusammenfassung der wichtigsten Angaben zu den Versuchstieren. Vergleiche Tabelle im Anhang unter den Punkten 12.3.3 und 12.3.4.

**Tabelle 4: Angaben zu den Versuchstieren in den analysierten Fütterungsstudien**

Studiennummer	Vogelzuchtlinie	Geschlecht der Tiere	Alter der Tiere zu Versuchsbeginn (in Tagen)
1	RossexRoss508	m+w	1
2	Lohmann	m	1
3	CobbxCobb	m+w	1
4	Ross	m+w	1
5	RossexRoss508	m+w	1
6	Lohmann	m	1
7	Lohmann	m	1
8	RossexRoss	m	1
9	Arbor Acres	m+w	1
10	RossexRoss508	m+w	1
11	k.A.	m	1
12	RossexRoss508	m+w	1
13	RossexRoss508	m+w	k.A.
14	Ross	m	1
15	CobbxCobb	m+w	1
16	k.A.	m	3
17	k.A.	k.A.	k.A.

Zeichenerklärung: k.A.= Angabe fehlt, m= männlich, w= weiblich

#### 6.3.2 Zuchtlinie

Alle Studien wurden mit schnell wachsenden Hühnern durchgeführt. Fünf Monsanto Studien (1, 5, 10, 12, 12) untersuchten die Zuchtlinie Ross×Ross508. Die Studien (2, 6, 7), die in Deutschland bearbeitet wurden, untersuchten Tiere der Linie Lohmann. Drei Studien (11, 16, 17) gaben keine Auskunft über die Rasse der Tiere. Außerdem wurden zwei Studien (4, 14) mit der Linie Ross, zwei (3, 15) mit Cobb×Cobb, eine (9) mit Arbor Acres und eine (8) mit Ross×Ross durchgeführt.

### **6.3.3 Geschlecht der Tiere**

Die meisten Studien, insgesamt neun (1, 3- 5, 9, 10, 12, 13, 15), untersuchten männliche und weibliche Tiere. Sieben (2, 6- 8, 11, 14, 16) untersuchten nur männliche Tiere. Keine Studie untersuchte nur weibliche Tiere. Eine Studie (17) gibt keine Auskunft über das Geschlecht der untersuchten Tiere. Männliche und weibliche Tiere wurden nach Geschlecht getrennt (gesext) und in Ställen untergebracht.

### **6.3.4 Alter der Tiere bei Versuchsbeginn**

14 Studien führten die Fütterungsversuche mit frisch geschlüpften Küken durch, Studie 16 mit drei Tage alten Tieren. Zwei Studien (13, 17) gaben das Alter der Tiere nicht an.

### 6.3.5 Haltungsbedingungen der Tiere

Die Haltungsbedingungen der Tiere setzt sich zusammen aus Anzahl der Tiere pro Stall, der sich ergebenden Besatzdichte, der Futtermittellieferung und den externen Einflüssen wie Temperatur, Luftbedingungen und Lichtverhältnisse. Tabelle 5 zeigt die zusammengefassten Ergebnisse der einzelnen Parameter. Die Versuchstiere wurden bei allen Studien für alle Fütterungsvarianten jeweils unter den gleichen Bedingungen gehalten.

**Tabelle 5: Haltungsbedingungen der Tiere in den analysierten Fütterungsstudien**

Studien-nummer	Temperatur/ Licht	Tiere pro Stall	Besatzdichte (m <sup>2</sup> /Tier)	Futtermittellieferung	Richtlinie
1	+	10	0,09	1 PF- und 1 WG + in den ersten 6 Tagen zusätzlich 1PF+1WG	+
2	k.A.	einzel	k.A.	k.A.	k.A.
3	+	10	0,3	wie 1	+
4	+	25	k.A.	2 TF und 1 WG + in den ersten 6 Tagen zusätzlich 1PF+1WG	k.A.
5	k.A.	10	0,3	wie 1 und 3	+
6	k.A.	einzel	k.A.	k.A.	k.A.
7	k.A.	einzel	k.A.	k.A.	k.A.
8	+	30	k.A.	2 PG- und 2 WGs	k.A.
9	+	40	k.A.	k.A.	+
10	k.A.	10	k.A.	k.A.	k.A.
11	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
12	k.A.	10	k.A.	k.A.	k.A.
13	k.A.	10	k.A.	k.A.	k.A.
14	k.A.	18	k.A.	k.A.	k.A.
15	k.A.	10	k.A.	k.A.	k.A.
16	k.A.	6	k.A.	k.A.	k.A.
17	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Zeichenerklärung: k.A.= keine Angabe, += Angabe wird gemacht, PF= Pfannenfütterung, WG= Wasserglocke, TF= Trogfütterung

### 6.3.6 Angaben zu Temperatur- und Lichtverhältnissen

Fünf Studien (1, 3, 4, 8, 9) gaben genaue Daten der Temperatur- und Lichtverhältnisse des gesamten Versuchsverlaufes an. Vier (5- 7, 15) gaben Standardbedingungen an und acht Studien (2, 10- 14, 16, 17) machten keine Angaben (darunter auch die Originalarbeit Studie

2). Angaben über die Luftfeuchtigkeit und Luftverhältnisse wurden in keinem Versuch gemacht.

### **6.3.7 Tiere pro Stall und Besatzdichte**

Es finden sich eher Angaben zur Anzahl der Tiere pro Stall, als Angaben der zur Verfügung stehenden Fläche pro Tier oder der Angabe Gewicht an Tier pro Quadratmeter. Sieben Studien (1, 3, 5, 10, 12, 13, 15) halten jeweils zehn Tiere pro Stall, jeweils eine Studie hält 6 (16), 18 (14), 25 (4), 30 (8) oder 40 (9) Tiere. Zwei Studien (11, 17) machen keine Angabe.

### **6.3.8 Anzahl der Tiere pro Stall und Futtergabe**

Monsanto hielt in allen sieben Studien zehn Tiere pro Stall. Jeweils eine Fütterungspfanne mit einem Durchmesser von 43 cm und eine Wasserglocke mit einem Durchmesser von 36 cm versorgten die Tiere während der Versuchszeit. Zusätzlich wurde in den ersten sechs Tagen eine zusätzliche Fütterungs- und Wassereinrichtung pro Stall aufgebaut. Die Größe des Stalles wurde in drei Monsanto-Studien (1, 3, 5) mit  $1,5 \times 0,9$  m angegeben.

Die drei (2, 6, 7) in Deutschland durchgeführten Versuche hielten die Tiere einzeln, sie erhielten am Anfang der Studie eine Identifizierungsnummer. Angaben über die Größe des Stalls wurden nicht gemacht.

Zum Teil wurden die Tiere in größeren Gruppen gehalten: In Studie 9 sind es 40 Tiere pro Stall, sie wurden mit zwei Fütterungspfannen und zwei Wassertränken versorgt; in Studie 8 wurden 30 Tiere pro Stall gehalten, ohne Angaben der Fütterungseinrichtungen. In Studie 4 wurden 25 Tiere pro Stall gehalten, diese Tiere wurden mit zwei Futtertrögen und einer Wasserglocke versorgt. Studie 17 machte weder Angaben über die Anzahl der Tiere pro Stall, noch über die Versorgung der Tiere.

Von den neun Originalarbeiten machten fünf Studien (1, 3, 4, 5, 9) Angaben über die Futterversorgung der Tiere. Alle Originalarbeiten (1- 9) gaben Auskunft über die Anzahl der Tiere pro Stall.

### **6.3.9 Einhaltung der Hühnerhaltungsrichtlinie des jeweiligen Landes**

Die Studien 1, 3 und 5 gaben an, die Richtlinie „Federal of Animal Societies“ einzuhalten, Studie 8 hielt die Kanadischen Bestimmungen für Versuchstiere ein. Die restlichen dreizehn Studien machten keine Angaben.

## 6.4 Futter

Dieses Kapitel untersucht die Kriterien der Diät, die den Versuch beeinflusst haben könnten. Dazu zählt die Futtermittelverarbeitung, die Gabe von Futterzusätzen und die Gliederung der Mast (vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.5).

### 6.4.1 Futtermittelverarbeitung

Die meisten Arbeiten, insgesamt 11, machten keine Angabe über die Darreichungsform des Mais. In drei Studien (1, 4, 5) wurde das ganze Korn, in zwei Studien (2, 9) das gemahlene Korn und ebenfalls in zwei Studien (3, 9) das Korn in pelletierter Form verfüttert. Studie 9 untersuchte ausdrücklich den Effekt der unterschiedlichen Gabe von gemahlenem und pelletiertem Mais. Es wurde davon ausgegangen, dass bei gemahlener Futtergabe eventuelle schädliche, unbeabsichtigte Effekte der gentechnischen Manipulation eher zu erkennen sind.

16 Studien gaben nicht an, ob und wie die Maiskörner vor der Gabe behandelt wurden. Einzig Studie 7 gibt an, dass das Korn bei 40°C getrocknet wurde.

### 6.4.2 Futterzusatz

Als zusätzliche Proteinquelle gaben fünf Studien (1, 3, 5, 7, 9) Sojamehl, drei Studien (2, 6, 7) Weizengluten und zwei Studien (2, 6) Fischmehl, wobei die Gabe zum Teil kombiniert wurde. Acht Studien (1- 7, 9) gaben an, Vitamine und Mineralien in einem „Premix“ zuzugeben, acht Studien (1- 7, 9) gaben zusätzlich die synthetisch hergestellten Aminosäuren Methionin und Lysin. In vier Fällen (1, 3, 4, 9) sollte die Beimengung eines Coccidiostatikums eine Infektionserkrankung der Tiere vorbeugen. Versuch 4 gab einer Diätform einen inerten Füllstoff hinzu, um den Nährwert beider Diäten anzugleichen. Neun Studien (8, 10-17) machten keine Angaben zu Futterzusätzen, davon eine Originalarbeit (8).

### 6.4.3 Futtermenge/ Futterplätze

14 Studien gaben die Futter- und Wassergabe als *ad libitum* an, drei Studien machten keine Angaben, davon zwei Zusammenfassungen (11, 17) und eine Originalarbeit (8). Fünf Studien (1, 3, 4, 5, 9) machten Angaben zu den Futtereinrichtungen, sie wurden beschrieben als Pfannenfütterung oder Trogfütterung, die Wassergabe erfolgte über eine Wasserglocke. Diese fünf Arbeiten installierten in den ersten sechs Tagen der Aufzucht eine zusätzliche Fütterungseinrichtung. Die restlichen zwölf Studien machten keine Angaben, davon auch fünf Originalarbeiten.

#### **6.4.4 Angaben zur Starter-, Mittel- und Endmastfütterung**

Elf Studien (1, 3, 4, 5, 8- 10, 12- 15) unterteilten die Nahrungsgabe in eine Starter- und Mittelfütterung. Dabei wurde bis zum Tag 21 die Starterdiät und ab Tag 22 bis zum Versuchsende die Mitteldiät gegeben. Die Studien mit der Nummer 4, 8 und 14 unterteilten die Nahrungsgabe in drei Phasen: Start-, Mittel- und Endphase. Hier wurde in den letzten sechs bis sieben Tagen eine Endmastfütterung gegeben. Vier Studien (2, 6, 7, 11) machten diese Aufteilung nicht, sondern fütterten eine einheitliche Diät über die gesamte Versuchszeit, zwei (16, 17) machen keine Angaben.

## 6.5 Studiendesign

Dieses Kapitel stellt das Studiendesign der ausgewerteten Fütterungsstudien dar. Fragen zu der Zusammenstellung und dem Nährwert der verabreichten Diät, der Dauer der Futtergabe, sowie den Versuchswiederholungen werden hier beantwortet. Tabelle 6 gibt eine Übersicht der erarbeiteten Ergebnisse (vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.6).

**Tabelle 6: Übersicht des Studiendesigns**

Studiennummer	Futterzusammensetzung	Energiegehalt der Diäten	Dauer der Futtergabe (in Tagen)	Tiere pro Versuchseinheit (Kontrolle)	Anzahl der Wiederholungen (n)
1	+	+	42	100 (100)	n=10 (5w/5m)
2	+	+	35	26 (9)	k.A.
3	+	+	35	100 (100)	n=10 (5w/5m)
4	+	+	47	400 (400)	n=8 (4w/4m)
5	+	+	43/44	100 (100)	n=10 (5w/5m)
6	+	k.A.	35	26 (9)	k.A.
7	+	k.A.	35	6 (6)	k.A.
8	k.A.	k.A.	42	180 (180)	n=6
9	+	+	38	320 (320)	n=8
10	k.A.	k.A.	42	100 (100)	n=10 (5w/5m)
11	k.A.	k.A.	39	94 (94)	k.A.
12	k.A.	k.A.	42	100 (100)	n=10 (5w/5m)
13	k.A.	k.A.	42	100 (100)	n=10 (5w/5m)
14	k.A.	k.A.	42	72 (72)	n=4
15	k.A.	k.A.	42	100 (100)	n=10 (5w/5m)
16	k.A.	k.A.	14	60 (60)	n=7
17	+	k.A.	28	48 (48)	n=9

Zeichenerklärung: k.A.= keine Angabe, += Angabe wird gemacht.

### 6.5.1 Futterzusammensetzung

Angaben zu den einzelnen Komponenten (Mais, Sojamehl, usw.) der erstellten Diäten machten insgesamt neun Studien, sieben Originalarbeiten und eine zusammengefasste Veröffentlichung. Diese Zusammenstellung wurde in allen Fällen im Verhältnis Prozent zum Gesamtgewicht des Futters angegeben. Die übrigen acht Arbeiten machten zur Futterzusammensetzung keine Angaben.

### **6.5.2 Energiegehalt der Diäten und Angaben zu den einzelnen Nährstoffen**

Eine kalkulierte Angabe zum Gesamtenergiegehalt (kcal/ kg) der zusammengestellten Diäten machten sechs Originalstudien (1- 5, 9), davon drei Studien der Firma Monsanto (1, 3, 5). Die restlichen elf Studien machten keine Angaben zum Energiegehalt der Diäten. Die einzelnen Nährstoffgehalte (Kohlenhydrate, Protein, Fett, Lysin, Methionin, Calcium, Phosphor und andere) werden teilweise in den Studien 1, 2, 3, 4, 5 und 9 angegeben.

### **6.5.3 Dauer der Futtergabe**

Im Durchschnitt wurden die Tiere 38,3 Tage gefüttert. Die maximale Fütterung betrug 47 Tage, die minimale 14 Tage. Acht Studien fütterten die Tiere 42 Tage. Zum Teil wurden die männlichen Tiere einen Tag vor den weiblichen Tieren geschlachtet, da diese ein schnelleres Wachstum zeigen.

### **6.5.4 Beobachtungszeitraum**

Die Tiere wurden durchschnittlich 38,5 Tage beobachtet. Meistens erfolgte die Schlachtung und die letzte Futtergabe am gleichen Tag. In keinem Fall wurden die Tiere nach Ende der Bt-haltigen Futtergabe noch über einen gewissen Zeitraum beobachtet.

### **6.5.5 Anzahl der Tiere pro Versuchseinheit**

Alle Studien untersuchten zumindest eine Test- und eine Kontrollgruppe. Die Anzahl der Versuchs- und Kontrolltiere war in den Studien 2 und 6 unterschiedlich, ansonsten wurde immer eine gleiche Anzahl an Tieren in der Test- und Kontrollgruppe untersucht. Solche Versuchseinheiten untersuchten im Median in der Versuchgruppe 113,6 Tiere. Die Kontrollgruppe war im Median mit 111,6 Tieren etwas geringer besetzt. Studie 7 hatte mit sechs Tieren, sowohl in der Versuchs-, als auch in der Kontrollgruppe, die geringste Anzahl an untersuchten Tieren. Studie 4 untersuchte pro Versuchseinheit 400 Tiere und damit die meisten. Sieben mal wurden die Studien mit insgesamt 100 Tieren, 50 weiblichen und 50 männlichen Tieren, durchgeführt. Vereinzelt wurden in den ersten sieben Tagen zwei zusätzliche Tiere pro Stall gehalten, um ein frühzeitiges Sterben auszugleichen (Monsantostudien 1, 3 und 5). Die Anzahl der Tiere wurde ab Tag sieben auf eine einheitliche Zahl von zehn Tieren pro Stall angeglichen.

### 6.5.6 Zahl an Wiederholungen pro Versuchsansatz

Die ausgewerteten Studien vergleichen mehrere Versuchsansätze, immer mindestens zwei (transgen/ Kontrolle). Die Tiere wurden in Ställen gehalten (siehe Kapitel 6.3, Anzahl der Tiere pro Versuchseinheit). Die Anzahl der Ställe entspricht in der statistischen Auswertung der Anzahl an Versuchswiederholungen (n) pro Versuchsansatz. Die durchgeführten Untersuchungen (z.B. Lebendgewicht) beziehen sich in den meisten Studien auf die Ställe des jeweiligen Versuchsansatzes (transgen/ Kontrolle). In Studien 1, 3, 5, 10, 12, 13 und 15 geben die Autoren der Studien an, jeweils zehn Wiederholungen pro Versuchsansatz zu untersuchen. In den zehn Ställen sind jeweils zehn Tiere, daher ergibt sich eine Anzahl an hundert Tieren pro Versuchsansatz. Die angegebenen Studien untersuchen dabei jeweils fünf Ställe mit weiblichen Tieren und fünf Ställe mit männlichen Tieren. Studie 4 und 9 untersuchen jeweils 8 Wiederholungen, Studien 9 nur mit männlichen Tieren. Studie 8 untersucht sechs, Studie 14 vier, Studie 16 sieben und Studie 17 neun Wiederholungen jeweils nur an männlichen Tieren. Studien 2, 6, 7 und 11 machen keine Angaben, dabei wurden die Tiere in Studie 2, 6 und 7 einzeln gehalten. Diese ermittelten Ergebnisse werden pro Versuchswiederholung miteinander verglichen und statistisch ausgewertet. Abbildung 4 zeigt die Zahl der Wiederholungen pro Versuchsansatz.

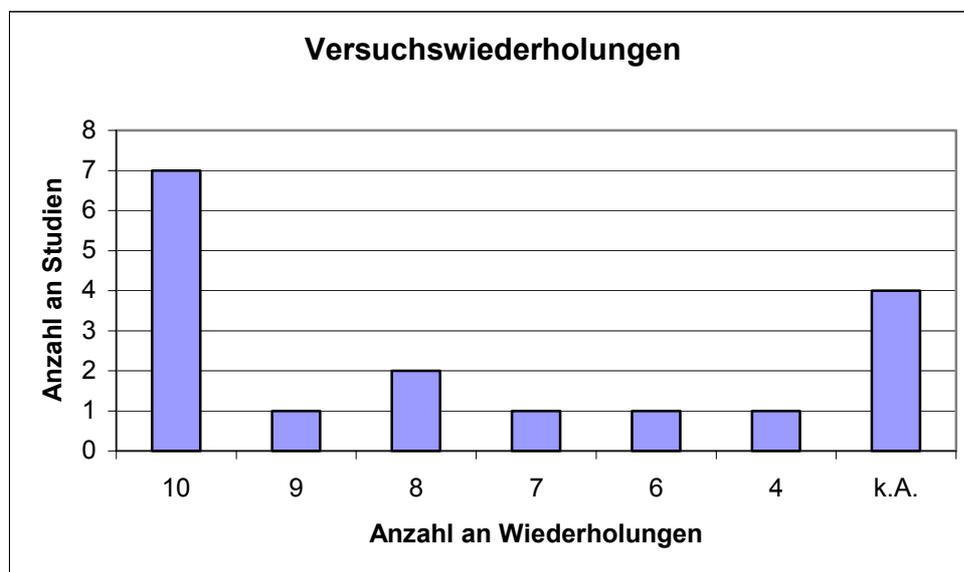


Abbildung 4: Zahl an Wiederholungen pro Versuchsansatz in den analysierten Fütterungsstudien

## 6.6 Untersuchungsparameter

Dieses Kapitel zeigt die Untersuchungsparameter der ausgewerteten Studien. Tabelle 7 führt die Untersuchungen der Studien im einzelnen auf.

**Tabelle 7: Übersicht der Untersuchungsparameter und Methode der Auswertung**

Studienummer	Inhaltsstoffe Mais	Leistung	Schlachtkörper	Produktqualität	DNA	Sonstiges	Statistikmethode
1	+	+	+	+	k.A.		ANOVA
2	+	+	+	k.A.	+	Enzymtests	t-Test
3	+	+	+	+	+		ANOVA
4	+	+	+	k.A.	k.A.	Stressfaktor: Hitze	Varianz- vgl.
5	+	+	+	+	k.A.		ANOVA
6	+	+	k.A.	k.A.	+		t-Test
7	+	+	k.A.	k.A.	k.A.		Duncan Test
8	k.A.	+	+	k.A.	k.A.		t-Test
9	+	+	+	k.A.	k.A.		GLM
10	k.A.	+	+	+	k.A.		ANOVA
11	k.A.	+	-	k.A.	+		k.A.
12	k.A.	+	-	+	k.A.		ANOVA
13	k.A.	+	+	+	k.A.		ANOVA
14	k.A.	+	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.
15	k.A.	+	+	+	k.A.		ANOVA
16	k.A.	+	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.
17	+	+	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.

Zeichenerklärung: ANOVA= Analysis of Varaince, GLM= general linear model, += Angabe wird gemacht, k.A. = keine Angabe

### 6.6.1 Analyse der Nahrungsbestandteile der transgenen Maislinie und der Referenzlinie

Acht Studien (1- 7, 9) gaben an, die Hauptbestandteile des Maises zu untersuchen. Die Aminosäurezusammensetzung wurde in sechs Studien (1, 3- 5, 7, 9), die der Fettsäuren in zwei Studien (2, 7) untersucht. Der Mykotoxin- und Pestizidgehalt wurde in vier Fällen analysiert, sieben Studien (alles zusammengefasste Studien 10-16) machten keine Angaben. Eine Studie führte eine Analyse durch, veröffentlicht aber die Ergebnisse nicht (Studie 5). Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.7.

Antinutritive Stoffe und Mikrokomponenten wurden in keiner Studie untersucht. Untersuchungsrichtlinien wurden in sechs Originalen (1, 2, 3, 4, 5, 9) angegeben. Fünf Studien (1, 3, 4, 5, 9) geben das Untersuchungslabor an.

### **6.6.2 Leistung der Tiere**

Alle Studien untersuchten die Leistung der aufgezogenen Hühner. Die Leistung wurde gemessen am Körperendgewicht, der Lebendgewichtszunahme, der Futtermittelverwertung und der Mortalitätsrate. Die Futtermittelverwertung gibt an, wie viel Futter aufgenommen werden muss, um Lebendmasse aufzubauen. Beträgt die Futtermittelverwertung 1,7, baut 1,7 kg Futter 1 kg Lebendmasse auf.

### **6.6.3 Schlachtkörper**

Insgesamt 15 Studien machten Angaben zum Schlachtkörper, dabei wurde die Ausschlachtungsrate ermittelt. Die Ausschlachtungsrate gibt das Verhältnis des gesamten Tiergewichts zum Gewicht der Knochen und Innereien wieder. Dabei sollte unter Verwertungsgesichtspunkten der Geflügelindustrie und des Verbrauchers die Ausschlachtungsrate möglichst groß sein. Außerdem wurde der Depotfettanteil als absoluter Wert und im Verhältnis zum Tiergewicht ermittelt. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.14.

### **6.6.4 Produktqualität**

Sieben Studien untersuchten die ernährungsphysiologische Produktqualität. Dabei wurden vor allem das Brustfleisch und das Schenkelfleisch auf den Protein-, Fett- und Wassergehalt analysiert. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.16.

### **6.6.5 Fremd- DNA**

Fünf Studien erforschten den Verbleib der gentechnisch eingeführten DNA, vor allem in Organen, im Gastrointestinaltrakt und im Blut. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.11.

### **6.6.6 Sonstiges**

Studie 2 untersuchte die Stoffwechsellage der Leber- und Nierenfunktion mit Hilfe eines Serumenzymtests. Zusätzlich wurde das packed cell volume (PCV), der dem

Hämatokritwert<sup>44</sup> des Blutes entspricht und andere Blutbestandteile ermittelt, die den Gesundheitsstatus des Tieres beschreiben sollen. Diese Methoden wurden in der Studie als einfach, schnell und präzise beschrieben.

Studie 4 erhöhte am Tag 41 innerhalb eines Nachmittags die Umgebungstemperatur auf 43°C. Alle sterbenden Tiere wurden so schnell wie möglich gewogen. Am Tag 42 und 43 wurde die Futtergabe limitiert. Alle Tiere (tote und lebende) wurden am Tag 42 gewogen. Am Tag 44 wurde die normale Futtermenge bis zum Tag 47 zugänglich gemacht. Am Tag 48 wurden die Tiere geschlachtet und der Schlachtkörper, sowie die Produktqualität untersucht.

### **6.6.7 Ort der Analyse und Methoden der Untersuchungen**

#### **Mais:**

Die Nährstoffanalyse der Testmaislinie und der Kontrollmaislinie wurde in den Studien 1, 3, 4 und 5 in Laboren der Universität von Missouri nach der offiziellen Methode der AOAC (Association of Official Analytical Chemists) durchgeführt. Die Studien 2 und 7 führten ihre Methoden entsprechen dem Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) durch. Studie 6 nach Hupfer, 1998. Studie 8 und 9 machten keine Angabe zur Methode.

Die Studien 10 bis 17 gaben keine Auskunft darüber, in welcher Weise und in welchem Labor die Maislinien untersucht worden sind

#### **Leistung, Schlachtkörper und Produktqualität:**

Die Methoden der einzelnen Untersuchungen zur Bewertung der Leistung, des Schlachtkörpers und der Produktqualität wurden in den ausgewerteten Studien nicht genauer beschrieben.

#### **Fremd-DNA:**

Die DNA wurde in den Studien 2 und 6 nach der „Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandsgesetzes“ in verschiedenen Körperteilen untersucht.

---

<sup>44</sup> Hämatokrit: Anteil des Volumens aller Erythrozyten am Gesamtblut in % oder als SI-Einheit in Anteilen = % × 0,01 angegeben als Hämatokritwert.

### **Sonstiges:**

In Studie 7 wurde der Bruttoenergiegehalt der Maissorten mit der Bombenkalorimetrie und die Proteinverdaulichkeit mit der Ninhydrin- Reaktion bestimmt.

## **6.7 Statistische Auswertung**

Die Tiere werden in einer vollständig randomisierten Blockanlage verteilt, das heißt sie werden zufällig der Test- oder Kontrollgruppe zugeordnet.

Neun Studien gaben an, die Ergebnisse mit der Software der Firma Statistical Analysis System (SAS) auszuwerten. Acht Studien (1, 3, 4, 5, 10, 12, 13, 15) untersuchten die Ergebnisse mit der Varianzanalyse (ANOVA = Analysis of Variance). Drei Studien (2, 6, 8) verwendeten den Student- Newman- Test und eine Studie (7) den Duncan-Test zur Auswertung. Vier Studien (11, 14, 16, 17) geben keine statistische Auswertung an.

Die Studien, in denen die Ergebnisse statistisch ausgewertet wurden, legen ein Signifikanzniveau von 5% fest. Damit wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% ( $p < 0,05$ ) in Kauf genommen. Die Originalstudien von Monsanto 1, 3 und 5 zeigten ein identisches Auswertungsschema der Ergebnisse. Zum Teil erfolgte innerhalb einer Studie die Ergebnisauswertung mit unterschiedlichen Methoden (Mittelwertvergleich, ohne weitere Angaben, Varianz-, Paarvergleich, Student- Newman- test und andere). Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.12.

## **6.8 Schlussfolgerungen der Autoren der Studien**

Die Autoren bewerteten in keiner Studie den gentechnisch veränderten Mais im Vergleich zum Kontrollmais als substantiell äquivalent oder als nicht substantiell äquivalent. In 12 Studien (1, 3, 5-8, 10, 12, 13, 15- 17) folgerten die Autoren aufgrund der Ergebnisse eine nutritive Äquivalenz, in fünf Studien (2, 4, 9, 11, 14) verwiesen sie darauf, dass keine schädlichen Auswirkungen des gentechnisch veränderten Maises erkennbar seien oder dass die Leistung der Versuchs- und Kontrolltiere vergleichbar sei.

## **7 Ergebnisdiskussion**

### **7.1 Allgemeine Angaben der Studien**

#### **7.1.1 Quelle der Studien**

16 Publikationen (alle bis auf Studie 8), die in dieser Arbeit ausgewertet wurden, stammen aus Zeitschriften mit wissenschaftlichem Hintergrund. Damit werden die Ergebnisse dieser Studien von der Fachwelt als fachlich fundiert und seriös angesehen.

#### **7.1.2 Auftraggeber**

Die Auftraggeber der Studien sind in sechs Fällen staatlich. In sechs Fällen arbeitet eine staatliche Institution mit einer Biotechnologiefirma zusammen und in fünf Fällen ist der Auftraggeber eine Biotechnologiefirma<sup>45</sup>. Studienergebnisse von unabhängiger Stelle werden von den Verbrauchern als objektiver eingestuft, als Ergebnisse von Biotechnologiefirmen, deren Existenz von der Vermarktung ihrer Produkte abhängig ist.

Insgesamt gut zwei Drittel der Studien wurden mit der Unterstützung einer Biotechnologiefirma erstellt. Fünf stammen aus staatlichen, unabhängigen Untersuchungslaboren. Dabei fällt auf, dass drei der unabhängig erstellten Studien aus Deutschland, eine aus der Schweiz und eine aus Italien stammen. Aus den USA dagegen, wo 2003 bereits auf einer Fläche von 42,8 Millionen Hektar<sup>46</sup> transgene Maissorten wuchsen, konnten keine Studien von unabhängigen Stellen gefunden werden. Die Studien, die in den USA von unabhängiger Stelle untersucht worden sind, hatten immer eine Biotechnologiefirma als Kooperationspartner.

#### **7.1.3 Jahr der Studienveröffentlichung**

Die ausgewerteten Studien stammen aus den Jahren 1998 bis 2003. Dabei stieg die Anzahl der Veröffentlichungen im Jahre 2001 sprunghaft von eine auf vier Veröffentlichungen, im Jahr 2002 wurden ebenfalls vier Studien und im Jahr 2003 bereits fünf Studien veröffentlicht. Transgener Mais wird, wie in Kapitel 3 dargestellt, schon seit mehreren Jahren vor allem in den USA, Argentinien, Kanada und Südafrika angebaut und als Mastfutter für die Tieraufzucht auf dem Weltmarkt verkauft. Daher wundert die zeitverzögerte Analyse der

---

<sup>45</sup> Fünf der ausgewerteten Studien sind von der Firma Monsanto in Auftrag gegeben und ausgeführt worden

<sup>46</sup> James, 2003: "Global Status of Commercialized Transgenic Crops", 2003, S.4

Wirkung von transgenem Mais auf die Gesundheit und Entwicklung der Tiere. Auf der anderen Seite wird seit der Einführung der Novel Food Verordnung 1997, die nun von der Verordnung (EG) Nr.1829/ 2003 abgelöst worden ist, genau angegeben welche rechtlichen Sicherheitsanforderungen gentechnisch veränderte Produkte erfüllen müssen, ehe sie auf dem europäischen Markt zugelassen werden. Wie im Kapitel 4.3 bereits aufgezeigt, hat die Europäische Lebensmittelbehörde im April 2004 ein Dokument mit genauen Anforderungen und Regelungen zur Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Lebensmittel- und Futtermittel vorgeschlagen. Die Antragsteller wissen nun, auf welche Untersuchungen sie sich wahrscheinlich einstellen können, um eine Zulassung für ihre Erzeugnisse zu erhalten. Die Anforderungen sind derzeit nicht verbindlich.

### **Fazit: Allgemeine Angaben**

Die allgemeinen Angaben der analysierten Fütterungsstudien sind zufriedenstellend und nachvollziehbar. Leider sind nicht alle Studien als Original erhältlich gewesen. Originalstudien sind den Zusammenfassungen vorzuziehen, da hier der Informationsgehalt weitaus größer ist.

## **7.2 Test- und Kontrollmais**

### **7.2.1 Testmais**

Ziel dieser Arbeit war es, Fütterungsstudien mit insektenresistenten Maislinien zu analysieren. Dementsprechend wurden in den Studien 1- 7, 9- 11 und 13- 16 Maislinien untersucht, denen das *Cry1Ab*- Gen eingebaut worden ist. Bei Studie 9 handelt es sich um das *Cry9C*- Gen. Bei Studien 17 kann nicht nachvollzogen werden, welches Bt- Gen eingebaut wurde.

### **7.2.2 Kontrollmais**

Als Kontrollmais soll nach dem Vorschlag der Europäischen Lebensmittelbehörde unter Punkt 7.1. „Choice of the comparator“<sup>47</sup> die isogene Linie des gentechnisch manipulierten Maises verwendet werden. In 16 von 17 ausgewerteten Studien wird diese wichtige Forderung der Europäischen Lebensmittelbehörde erfüllt. Viele Versuche vergleichen zusätzlich zur isogenen Linie eine oder mehrere konventionelle Maissorten. Die konventionellen Maissorten gelten für die tierische Ernährung aufgrund einer historischen Erfahrung als sicher. Die

---

<sup>47</sup> EFSA, 2004: “Draft Guidance Document for the risk assessment of genetically modified plants and derives Food and Feed”. S. 21

Fütterung der Tiere mit konventionellem Mais ist quasi eine „negative Kontrolle“. Alle Effekte, die sowohl bei der Fütterung mit Bt- Mais als auch bei der Fütterung mit der herkömmlichen Maislinie auftreten, können unter gleichen Bedingungen nicht mit der gentechnischen Veränderung in Zusammenhang gebracht werden.

Die Kontrollmaislinie und die gentechnisch veränderte Maislinie sollen, nach der Europäischen Lebensmittelbehörde, unter ähnlichen Verhältnissen angebaut, geerntet, gelagert und verarbeitet werden. Es ist bekannt, dass die Inhaltsstoffe der Futtermittel je nach den klimatischen Bedingungen der Anbauregion und der Saison mengenmäßig schwanken<sup>48</sup>. Diese natürliche Variabilität der Inhaltsstoffe erschweren die Feststellung der Substantiellen Äquivalenz. Nach Flachowsky<sup>49</sup> ist die Substantielle Äquivalenz nicht durch eine alleinige Bewertung der Mittelwerte der Inhaltsstoffe festzustellen. Die Europäische Lebensmittelbehörde schlägt daher unter Punkt 7.2. des Draft Guidance Documents vor, dass die gentechnisch veränderte Maislinie und die Referenzlinie aus mehr als einer Anbausaison stammen und an verschiedenen geografischen Standorten unter verschiedenen klimatischen Bedingungen wachsen sollten. Hierdurch kann die natürliche Varianz wiedergespiegelt werden. Diese vorgeschlagene Forderung wird von keiner der untersuchten Studien erfüllt. Die Kontrolllinien stammen in jeder Studie aus einer Anbausaison und wurden nur in wenigen Fällen an verschiedenen Regionen eines Landes angebaut. Dieser Kritikpunkt wurde bereits von Spöck, 2003 vorgetragen<sup>50</sup>.

### **Fazit: Mais**

Alle analysierten Fütterungsstudien, bis auf Studie 6, erfüllen die Forderung der Europäischen Lebensmittelbehörde, dass die Ausgangslinie als Referenzlinie herangezogen werden soll. Dagegen wird die Forderung danach, dass die Maislinien aus unterschiedlichen geografischen Lagen und aus mehreren Saisons stammen sollen, in keiner Studie ausreichend berücksichtigt.

---

<sup>48</sup> OECD, 2002: JT00130429, S.26

<sup>49</sup> Flachowsky, 2000, „Einsatz gentechnisch veränderter Futtermittel (GVO) in der Tierernährung“, S. 2f.

<sup>50</sup> Spöck et al., 2003: „Toxikologie und Allergologie von GVO- Produkten- Teil 2A“, S.77; Das Umweltbundesamt Österreich analysierte verschiedene Anmeldungen gentechnisch veränderter Erzeugnisse mit dem Ziel die Praxis der toxikologischen und allergologischen Sicherheitsbewertung zu untersuchen.

## **7.3 Versuchstiere**

### **7.3.1 Zuchtlinie**

Die Angabe der Zuchtlinie ist in den meisten Studien unbefriedigend. In drei Studien werden keine Angaben gemacht, in acht Fällen wird die Firma der Hühnerzucht angegeben, aber keine Angaben zum Genotypen gemacht, z.B.: die Firma ROSS vertreibt die Genotypen Ross208, Ross308 und Ross508<sup>51</sup>, daher ist die alleinige Angabe der Firma „Ross“ nicht ausreichend. In fünf Fällen wird die genaue Bezeichnung angegeben (Ross×Ross508), so dass die ermittelten Ergebnisse mit publiziertem Referenzmaterial verglichen werden können. Da die verschiedenen Genotypen unterschiedliche Leistungseigenschaften und Schlachtkörper aufweisen<sup>52</sup>, ist deren exakte Angabe zum Vergleich mit den ermittelten Ergebnissen unbedingt notwendig.

### **7.3.2 Geschlecht der Tiere**

Die ausgewerteten Studien untersuchen in neun Fälle männliche und weibliche Tiere und in sieben Fälle nur männliche Tiere. Ausschließlich weibliche Tiere werden in keiner Studie untersucht. Männliche Tiere weisen bei einer besseren Futtermittelverwertung ein höheres Endgewicht auf<sup>53</sup>. Studien, die sowohl männliche als auch weibliche Tiere untersuchen, können geschlechtsspezifische Effekte aufdecken. Daher sollten die Untersuchungen an beiden Geschlechtern durchgeführt werden.

### **7.3.3 Alter der Tiere bei Versuchsbeginn**

In 16 von 17 ausgewerteten Studien wurden die Tiere ab dem Schlüpftermin gehalten. Das erscheint sinnvoll, da unerwartete Effekte bei den wachsenden Tieren schneller entdeckt werden können, als an gesunden ausgewachsenen Tieren. Dadurch, dass alle Tiere außerhalb des Eies nicht mit anderem Futter als dem Test- bzw. Kontrollfutter in Kontakt gekommen sind, sind die Ausgangsbedingungen für alle Tiere gleich. In Studie 16 werden die Tiere erst ab dem dritten Lebenstag mit dem Test- bzw. Kontrollfutter gemästet. Wie die Tiere in diesen ersten drei Lebenstagen gefüttert worden sind, wird nicht angegeben und kann daher nicht berücksichtigt werden.

---

<sup>51</sup> Kestin et al., 2000: An analysis of “the Chicken Study” S.7

<sup>52</sup> Peak et al., 2000: “Effects of two planes of nutrition on performance and uniformity of four strains of broiler chicks”

<sup>53</sup> Landwirtschaftskammer Nordrhein- Westfalen, Verfahrenstechnik in der Landwirtschaft, S. 4

### **7.3.4      Haltungsbedingungen**

Die Angabe der Haltungsbedingungen gibt einen Überblick darüber, wie die Bedingungen der Tiere während des Versuchs sind. Die Haltungsbedingungen wirken sich auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Hühner aus. Je schlechter die Bedingungen sind, desto eher kommt es zu Erkrankungen und Todesfällen, die mit der Futterqualität nicht in Verbindung stehen.

### **7.3.5      Anzahl Tiere pro Stall und Besatzdichte**

Die Angabe der Anzahl an Tieren pro Stall gibt Auskunft über die Bedingungen der Tierhaltung während des Versuches. Nur die Studien 1, 3 und 5 machen eine Angabe zu der Fläche, die jedem Tier zur Verfügung steht. Wünschenswert wäre die Information über die Anzahl der Tiere pro Stall und die Größe des Stalls. Sechs Studien (1, 3, 4, 5, 8, 9) machen diese Angaben (Größe der Ställe ist bei den Ergebnissen nicht aufgeführt, aber im Anhang in der Kriterientabelle 12.3.3 und 12.3.4). Die Angaben von Studie 1, 3 und 5 sind nicht nachvollziehbar. In allen drei Versuchen hat der Stall die gleiche Größe (1,5 m × 0,9 m) und beherbergt die gleiche Anzahl an Tieren (10). Trotzdem wird in den Studien eine unterschiedliche Flächengröße in Quadratmeter pro Tier angegeben. In Studie 1 sind es 0,09m<sup>2</sup> pro Tier, in Studie 3 und 5 0,3 m<sup>2</sup> pro Tier. Multipliziert man 1,5 m mit 0,9 m ergibt sich 1,35 m<sup>2</sup>. Dividiert durch zehn Tiere würde das gerundet 0,14 m<sup>2</sup> pro Tier ergeben. Dieses Ergebnis stimmt mit keiner der angegebenen Zahlen überein. Eventuell wurden Sitzstangen oder andere Einrichtungen hinzugezählt, solche Angaben fehlen vollständig.

Die Einzelhaltung in Versuch 2, 6 und 7 entspricht nicht den natürlichen Bedürfnissen der Hühner, die ein ausgeprägtes Sozialverhalten haben, sowohl im negativen Sinne (Hackordnung) als auch im positiven Sinne<sup>54</sup>.

Auffallend ist, dass Studie 4 und 9 bei gleicher Stallgröße (1,2 m × 3,7 m) unterschiedlich viele Tiere halten. Während in Studie 4 pro Stall 25 Tiere gehalten werden, sind es in Studie 9 fast doppelt so viele, nämlich 40 Tiere. Beide Studien machen keine Angabe dazu, ob sie sich an eine Haltungsrichtlinie orientieren. Beide Versuche werden im Department of Poultry Science in North Carolina, USA, durchgeführt.

Da die Untersuchungen pro Stall gemessen werden, ist die Angabe der Tiere pro Stall auch für die objektive Bewertung der Ergebnisse wichtig. Während die Besatzdichte nur in drei

---

<sup>54</sup> Baumann, 2001: „Ökologische Hühnerhaltung“, S. 30

Studien (ohne Einzelhaltung) angegeben wird, wird die Zahl der Tiere pro Stall in 15 Studien angegeben.

Publikationen zu Fütterungsstudien sollten immer folgende Informationen bereitstellen:

- Die Fläche pro Tier in Quadratmeter
- Anzahl der Tiere pro Stall

### **7.3.6 Angabe zu Temperatur- und Lichtverhältnissen**

Wenn Angaben zu den Temperatur- und Lichtverhältnissen gemacht werden, sind diese für die Hühnerhaltung zufriedenstellend. Fünf der insgesamt neun Originalarbeiten machen entsprechende Angaben.

### **7.3.7 Anzahl der Tiere pro Stall und Futtergabe**

Hühner fressen am liebsten gemeinsam, daher sollten die Futterplätze möglichst für alle Tiere gleichzeitig erreichbar sein. Ansonsten sind Stress und Kämpfe um die besten Futterplätze unausweichlich<sup>55</sup>. Fünf der Studien machen Angaben zu der Futtergabe. Studie 1, 3 und 5 stellen zehn Tieren eine Pfannenfütterung und eine Wasserglocke zur Verfügung. In den ersten sechs Tagen wird eine zusätzliche Futter- und Wasserstelle eingerichtet. Diese zusätzliche Versorgungseinrichtung ist sinnvoll, da sich die Küken nach dem Schlüpfen erst auf die neue Nahrungsaufnahme einstellen müssen.

Studie 4 stellt mehr als doppelt so vielen Tieren (statt zehn, 25 Tiere) zwei Trogfuttereinrichtungen und eine Wasserglocke zur Verfügung. Auch hier wurde in den ersten sechs Tagen für eine zusätzliche Futter- und Wasserstelle gesorgt.

Studie 8 stellt dreimal so vielen Tieren (statt zehn, 30 Tiere) nur doppelt so viele Futterplätze und Wasserstellen (jeweils zwei) zur Verfügung. Hier zeigen sich deutliche Unterschiede, die sich auf die Entwicklung und Mortalitätsrate der Hühner auswirken können. Gesetzlich verbindliche Vorschriften, die international für die konventionelle Geflügelmast gelten, gibt es nicht. Auch die Europäische Lebensmittelbehörde schlägt keine Richtlinien für diese methodischen Fragen der Versuchsdurchführung vor.

---

<sup>55</sup> Baumann, 2001: „Ökologische Hühnerhaltung“, S.32

### **Fazit: Versuchstiere**

Die Wahl der Tiere wird in den meisten Studien zu ungenau angegeben, so dass eine objektive Beurteilung, aufgrund der genetischen Eigenschaften der Hühnerrassen, nicht möglich ist. Sieben Studien untersuchten nur männliche Hühner. Dies ist inakzeptabel, da in den übrigen Studien teilweise geschlechtsabhängige signifikante Unterschiede gefunden wurden. Männliche und weibliche Tiere sollten untersucht werden. Die Angabe über das Alter der Tiere ist zufriedenstellend. Die Fläche, die einem Huhn zur Verfügung steht, sollte angegeben werden, wie auch die Besatzdichte des Stalls und die Art und Anzahl der Futterplätze. Die Angaben zu den Temperatur- und Lichtverhältnissen sind, sofern sie angegeben wurden, zufriedenstellend. Die Luftbedingung und Luftfeuchtigkeit werden in keiner der analysierten Studien angegeben.

Dieses Kapitel zeigt, dass die Versorgung und die Haltung der Tiere innerhalb der analysierten Studien unterschiedlich organisiert wurden. Daher können Differenzen in den Studienergebnissen auch teilweise dadurch bedingt sein.

## **7.4 Futter**

### **7.4.1 Analyse der Nahrungsbestandteile der transgenen Maislinie und der Referenzlinie**

Die Untersuchung der Inhaltstoffe, der jeweiligen transgenen Maislinie und der dazugehörigen Referenzlinie ist notwendig, um die Diäten der Testtiere und Kontrolltiere so zusammenzustellen, dass sie im Nährwert übereinstimmen. Diese Übereinstimmung im Nährwert ist eine zentrale Voraussetzung, um die Leistungsdaten, den Schlachtkörper und die Produktqualität des Fleisches beider Tiergruppen miteinander vergleichen zu können. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.7.

**Cry1Ab:** Die Expressionshöhe des eingeführten Gens wird in zwei Studien (4, 9) mit der Methode ELISA bestimmt. Die Expressionshöhe des neuen Proteins sollte bekannt sein, denn das ist eine bekannte wesentliche Veränderung gegenüber der Referenzlinie.

**Hauptbestandteile des Mais<sup>56</sup>:** Alle Originalstudien, bis auf Studie 8, geben an, die Hauptbestandteile des Mais zu bestimmen. Jede Studie bestimmt andere Inhaltstoffe (siehe

---

<sup>56</sup> Hauptbestandteile nach der OECD, 2002: Wassergehalt, Protein, Fett, Aschegehalt, ADF, NDF, in der Tabelle 8 fett markiert

Tabelle 8). In keiner Studie werden alle Bestandteile, die von der OECD 2002 als Hauptbestandteile des Mais festgelegt worden sind, bestimmt.

In Studie 2 und 7 werden Abkürzungen verwendet, die innerhalb der Studien nicht erklärt werden und damit nicht nachvollziehbar sind.

**Nebenbestandteile:** Die Bestimmung von Mineralien, Aminosäuren und Fettsäuren, wie sie von der OECD 2002 für Mais als Futtermittel festgelegt wurden, wird in keiner Studie durchgeführt<sup>57</sup>.

**Antinutritive Stoffe:** Bei Mais sollte nach der OECD, 2002 der Gehalt an Phytatsäure als antinutritiver Stoff bestimmt werden. Phytatsäure neigt zu Komplexbildung mit Calcium, Magnesium, Eisen, Kupfer, Zink und Magnesium und kann somit deren Bioverfügbarkeit vermindern. Außerdem können Niacin und verschiedene freie Aminosäuren schlechter resorbiert werden<sup>58</sup>. Auch die Untersuchung der antinutritiven Stoffe wird in keiner Studie gemacht.

Sekundäre Effekte der gentechnischen Veränderung auf die Maislinie sind unbekannt. Daher ist die Untersuchung der Inhaltstoffe, die sich auf die Leistung (vor allem auf das Wachstum und die Mortalitätsrate) der Tiere auswirken könnten, entscheidend. Nach der OECD ist Mais für Hühner ein gutes Nahrungsmittel. Mais liefert Linolenfettsäure, die für Hühner als essentiell gilt. Mais bietet eine wichtige Quelle an Methionin, welche die limitierende Aminosäure in der Hühnerernährung darstellt. Glycin ist eine essentielle Aminosäure für Hühner und Prolin ist für Küken wichtig. Die Mineralstoffe Calcium und Phosphor sind ebenfalls für Hühner bedeutend. Mais hat nur einen geringen Gehalt an Calcium, daher muss dieses Mineral der Diät zugegeben werden<sup>59</sup>.

#### **Fazit: Nahrungsbestandteile**

Die Forderung der Europäischen Lebensmittelbehörde die Nahrungsbestandteile nach den OECD Vorgaben zu analysieren, wurde in keiner Studie erfüllt.

Die Bestimmung der Inhaltstoffe;

- die für die zu untersuchende Tierart **essentiell** sind,
- deren Gehalt als **limitierender Faktor** in der Ernährung erkannt worden sind oder

---

<sup>57</sup> OECD, 2002: JT00130429, S.26

<sup>58</sup> Spök, 2003: „Toxikologie und Allergologie von GVO- Produkten Teil 2“, S.70

<sup>59</sup> OECD, 2002: JT00130429, S. 33f.

- die **antinutritive Stoffe** darstellen, sollten vor der Diätzusammenstellung untersucht werden. In jedem Fall sollte die Höhe der Expression des neu eingeführten Gens bestimmt werden. Dadurch werden diese Variablen, die sich auf die Untersuchungsergebnisse auswirken können, festgelegt.

Tabelle 8: Hauptbestandteile der Maisinhaltsstoffe in den analysierten Fütterungsstudien

Studiennummer	Trockenmasse	Protein	Wassergehalt	Fett	Kohlenhydrate	Ballaststoffe	Aschegehalt	Stärkegehalt	NSP	ADF	NDF	NFE	EE	OM	Aminosäuren	Fettsäuren	Calcium	Phosphor	Organische Substanzen	Keine Angabe	Studiennummer
1		+	+	+	+	+									+						1
2	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+			2
3		+	+	+		+									+						3
4		+	+	+		+	+								+						4
5		+	+	+											+		+				5
6	+	+																	+		6
7		+				+	+	+	+			+			+	+	+	+			7
8																					8
9		+	+	+		+	+								+					+	9
10																					10
11																				+	11
12																				+	12
13																				+	13
14																				+	14
15																					15
16																				+	16
17		+	+	+			+													+	17

Zeichenerklärung: NSP= Non Starch Polysaccharide, ADF= Acid Detergent Fibre (zur Bestimmung des Cellulosen- und Ligningehaltes), NDF= Neutral Detergent Fibre (zur Bestimmung des Cellulose- und Hemicellulosegehaltes), NFE= ?, EE= wurde in der Studie nicht benannt , OM= wurde in der Studie nicht benannt, += wurde in der Studie analysiert

#### **7.4.2 Futtermittelverarbeitung**

Mais wird zum Teil als ganzes Maiskorn, pelletiert oder gemahlen den Tieren gegeben. Der pelletierte Mais wird für die frisch geschlüpften Küken in den ersten Tagen zermahlen, damit sie die Pellets besser aufnehmen können. Die Gabe des Kornes sollte sich danach richten, wie es in konventionellen Mastbetrieben üblich ist.

#### **7.4.3 Futterzusammensetzung**

Die Futterzusammensetzung gibt die einzelnen Komponenten (Mais, Weizenmehl, Fischmehl, Calcium und/ oder anderes) der Diäten in Prozent an. Der empfohlene Gehalt an Mais liegt, je nach Nährstoffgehalt der Pflanze, zwischen 50% und 55% in der Starterfütterung und zwischen 60% und 65% in der Mittel- bzw. Endmastfütterung<sup>60</sup>. Die Studien, die eine Inhaltsanalyse der Maislinien vornahmen, versuchten die Bedürfnisse der Hühner zu erfüllen und setzten die Diäten entsprechend zusammen. Daher variiert der Maisanteil der Diäten. Aufgrund der variablen Anteile der Inhaltsstoffe können die Komponenten der einzelnen Diäten auch innerhalb eines Versuches in den Versuchsansätzen schwanken.

Proteinmangel oder eine unausgeglichene Aminosäurezusammensetzung führt zu einer Wachstumsverzögerung, Atrophie der Muskulatur und Rückgang des Körpergewichtes<sup>61</sup>. Daher könnten solche Effekte in der Tierleistung mit einer unausgewogenen Ernährung der Tiere zusammenhängen. Um diesen Faktor auszuschließen, muss die artgerechte Ernährung der Versuchstiere gesichert sein. Das scheint bei den ausgewerteten Versuchen, die eine Angabe zur Futterzusammensetzung machen, vorzuliegen.

#### **7.4.4 Futterzusatz**

Mais hat einen hohen energetischen Wert. 83% der Maiskerne bestehen aus Kohlenhydraten, vor allem aus Stärke. Der Proteingehalt dagegen ist mit 9-11% relativ gering und liefert den heranwachsenden Hühnern keine optimale Versorgung mit allen essentiellen Aminosäuren.

Limitierende Aminosäuren sind bei einer Maisdiät Lysin und Tryptophan<sup>62</sup>. „Als limitierende Aminosäure eines Proteins bezeichnet man die Aminosäure, von der, bezogen auf ihren Bedarf, am wenigsten im Protein enthalten ist“ (Zitat nach Biesalski,

---

<sup>60</sup> Farran et al., 2000: "Performance and Carcass Quality of Commercial Broiler Strains", S.253

<sup>61</sup> Grimm, 1998: „Vogelkrankheiten“, S.67

<sup>62</sup> OECD, 2002, ENV/JM/MONO(2002)25, S.33

Ernährungsmedizin, 1995, S.93). Die biologische Wertigkeit der Proteine, also der Anteil der Proteine, die im Körper zurückgehalten werden, wird durch die Gewichtszunahme im Verhältnis zur aufgenommenen Proteinmenge angezeigt. Die Verfügbarkeit der Aminosäuren kann durch eine Hitzebehandlung oder Lagerung beeinträchtigt werden und ist daher durch eine reine chemische Analyse nicht bestimmbar. Daher dürfen die Angaben über die Lagerung der Pflanze und deren Behandlung nicht fehlen.

Auch eine mangelhafte Versorgung mit den Vitaminen D und E, Thiamin und anderen Vitaminen kann die Resorption der Aminosäuren behindern.

Die Versorgung mit Mineralien ist bei der Fütterung mit Mais ebenfalls suboptimal. Um die Diäten an die Bedürfnisse der Hühner anzupassen, werden in den meisten ausgewerteten Studien spezielle Futterzusätze verabreicht.

#### **7.4.5 Futterzusätze innerhalb der Studien im einzelnen:**

**Proteine:** Als zusätzliche Proteinquelle werden verschiedene proteinreiche Stoffe, wie Sojamehl, Fischmehl oder Weizenmehl eingesetzt. Ob diese Futterzusätze aus gentechnisch veränderten Erzeugnissen stammen, wird nicht angegeben.

**Aminosäuren:** Essentielle Aminosäuren sind Arginin, Prolin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin, bei Jungtieren auch Glycin. Mais hat einen natürlichen Methioningehalt zwischen 0,1- 0.46 (%/Trockenmasse). Der Bedarf bei Küken liegt bei 0.35 % Methionin. Daher wird Mais als gute Quelle für Methionin angesehen. Trotzdem wird Methionin zusätzlich dem Futter zugeführt, da ein Mangel dieser Aminosäure zu Wachstumsdepression führen kann. Eine vierfache Überdosierung des Bedarfs an Methionin führt beim Huhn ebenfalls zu einer Wachstumsdepression. Daher sollten die einzelnen Maislinien auf ihre Aminosäurezusammensetzung im Vorfeld analysiert werden, um weder zu viel noch zu wenig Methionin der Diät zuzufügen.

Der Anteil an Lysin und Tryptophan ist beim Mais dagegen sehr gering. Nach Grimm sind die am häufigsten zu substituierenden Aminosäuren Methionin (s.o.), Lysin, Histidin und Tryptophan<sup>63</sup>. Alle ausgewerteten Studien geben, wenn sie eine Angabe zu diesem Punkt machen, die Aminosäuren Lysin und Methionin als Futterzusatz.

---

<sup>63</sup> Grimm, 2001: „Vogelkrankheiten“, S.67

**Fettsäuren:** Zusätzliche Fettsäuren werden nicht gegeben. Vögel können nach Grimm Fettsäuren synthetisieren. Bei einem Mangel an essentiellen Fettsäuren (Linolsäure) kann eine gesteigerte Fettsynthese erfolgen<sup>64</sup>. Daher sollte das Fettsäuremuster der zu untersuchenden Maislinien und der Referenzlinie analysiert werden. Bei den ausgewerteten Studien wurde nur in Studie 2 und 7 das Fettsäuremuster der Maislinien analysiert.

**Mineralien:** Geflügel benötigt vor allem die Mineralien Calcium und Phosphor. Mais ist ein sehr schlechter Lieferant an Calcium. Ein fertiger „Premix“, der die Mineralien Calcium, Magnesium, Zink, Eisen, Kupfer, Jod, Selen und Magnesium liefert, wird bei manchen Studien (vor allem Monsanto Studien) eingesetzt.

**Vitamine:** Um das Geflügel mit den notwendigen Vitaminen zu versorgen, wird den Diäten ebenfalls ein „Premix“ zugegeben. Er liefert insgesamt 13 Vitamine.

**Medikamente:** Die Zugabe eines Coccidiostatikums verhindert das Auftreten der Kokzidiose (Kükenruhr), die zu schweren Verluste in der Geflügelmast führen kann. Das Medikament ist auch in der konventionellen Geflügelzucht üblich.<sup>65</sup>

**Inerter, nicht nutritiver Füllstoff:** Versuch 4 gibt der konventionellen Referenzlinie einen inerten Füllstoff mit gleicher Dichte zu, um den unterschiedlichen Energiegehalt beider Diäten anzugleichen. Das war notwendig, da die konventionelle Maislinie in dieser Studie einen höheren Proteingehalt aufwies. Der Bt- Mais und die isogene Maislinie hatten einen Proteingehalt von 7,60%-7,79%, die konventionelle Linie eine Proteingehalt von 8,69%. Trotz dieser Bemühungen waren die Diäten, nach Ansicht der Autoren, nicht identisch. Es zeigte sich, dass das Wachstum der Tiere beider Versuchsansätze variierte. Daher beschlossen die Autoren die Tiere, die mit der konventionellen Maissorte gefüttert wurden, aus der statistischen Auswertung herauszunehmen.

#### 7.4.6 Angabe zur Starter-, Mittel- und Endmastfütterung

Der verwertbare Energiegehalt bei der Fütterung sollte von Tag 0 bis Tag 42 etwa 3200 kcal/kg betragen. Die verwertbare Energie des Futters sollte für die heranwachsenden Küken in den ersten 21 Lebenstagen, der sogenannten Starterphase, zu 22% aus Rohprotein bestehen. In der Mittelphase, von Tag 22 bis Tag 42 sollte der Rohproteingehalt etwa 21% der Energie

---

<sup>64</sup> Grimm, 2001: „Vogelkrankheiten“, S. 67

<sup>65</sup> Sudhop, 2002: „Vom Ei zum Brathähnchen“, S.3

ausmachen. Manche Studien unterteilen die Mastzeit in drei Phasen, dann wird etwa ab Tag 35 bis Tag 42 (oder bis zum Ende der Mastzeit) ein Rohproteinanteil von 18% verfüttert<sup>66</sup>.

Mais hat, wie bereits erläutert, einen hohen Anteil an Kohlenhydraten und einen geringen Gehalt an Proteinen. Daher wird, um die Ansprüche der Hühnerernährung zu sichern, der Anteil an kohlenhydratreichem Mais im Laufe der Mast erhöht und der Anteil an zusätzlicher Proteinquelle verringert, vergleiche Abbildung 5.

	<b>Starterphase Tag 1- 21</b>	<b>Mittelphase Tag 22- 35</b>	<b>Endphase Tag 36- 42</b>
Energie der Diät	3200 (kcal/ kg Körpergewicht)		
Maisanteil in der Diät	50-55%	60-65%	60-65%
Proteinanteil in der Diät	22%	21%	18%

**Abbildung 5: Anforderungen der Diäten in den drei Entwicklungsphasen des Geflügels**

Insgesamt elf Studien unterteilen die Diät in der beschriebenen Weise. Die Studien, deren Schwerpunkt in der Untersuchung der Fremd- DNA liegt, machen diese Unterscheidung nicht. Sie verfüttern während der gesamten Versuchszeit einen relativ hohen Gehalt an Mais (bis zu 73%), wahrscheinlich um einen möglichst hohen Gehalt an Fremd- DNA zu erreichen, der sich eventuell in den Organen oder dem Blut der Tiere nachweisen lassen kann. Bei dieser Untersuchung steht nicht die Entwicklung der Tiere im Vordergrund, sondern der potentielle Nachweis der DNA im Tiergewebe. Daher kann dieses Vorgehen nachvollzogen werden; wenn es darum geht eine Tendenz erkennen zu wollen. Die Studienbedingungen sollten dennoch den Standardbedingungen in der Hühneraufzucht entsprechen, um Erkenntnisse zu erhalten, die verwertbar sind.

Die Schlachtung der Tiere erfolgte meistens 12- 24 Stunden nach der letzten Futtergabe.

### **Fazit: Futter**

Das wichtigste Ziel der Diätzusammenstellung ist die adäquate Nährstoffversorgung der Testtiere und der Kontrolltiere. Ansonsten könnten festgestellte, unerwartete Auswirkungen in einer Unterversorgung oder Fehlversorgung der Tiere begründet sein. Daher sollte der Anteil an gentechnisch verändertem Mais in der Diät so hoch wie möglich sein, ohne die artgerechte Versorgung der Tiere zu gefährden. Die zugesetzten Stoffe sollten nicht gentechnisch

<sup>66</sup> Farran et al., 2000: "Performance and Carcass Quality of Commercial Broiler Strains", S.253

verändert sein. Ansonsten könnten sich eventuelle Auswirkungen der gentechnischen Veränderung der Futterzusatzstoffe in beiden Tiergruppen zeigen und andere Veränderungen überdecken. Die Diäten; die aus dem transgenem Mais und dem Kontrollmais bestehen, dürfen sich hinsichtlich

- des Energiegehalts
- der Nährstoffe und
- der Nahrungsbestandteile

nicht unterscheiden.

Sofern die Futterzusammensetzung und Futterzusätze angegeben wurden, sind diese zufriedenstellend, obgleich der Prozentsatz an Mais in den Studien schwankt.

## **7.5 Studiendesign**

### **7.5.1 Energiegehalt der Diäten und Angaben zu den einzelnen Nährstoffen**

Der Energiegehalt der Diäten ergibt sich durch die Zusammenstellung der einzelnen Nahrungsbestandteile. Soweit die Angaben in den untersuchten Fütterungsstudien gemacht werden, sind sie zufriedenstellend.

Die Angabe des Gesamtenergiegehaltes gliedert sich bei sechs Originalstudien in die Angabe der einzelnen Nahrungsbestandteile in Prozent zum Gesamtnährstoffgehalt. Bei dieser Angabe wird der jeweilige Anteil an Proteinen, Kohlenhydraten, Fett, Lysin, Methionin, Calcium, Phosphor und anderen Stoffen transparent. Diese Aufstellung erleichtert die objektive Beurteilung der Diäten hinsichtlich der Erfüllung der Ernährungsbedürfnisse der Hühner.

### **7.5.2 Dauer der Futtergabe**

Die Tiere wurden im Durchschnitt etwa solange gefüttert, wie es in der konventionellen Mittellangmast (42 Tage) bei Geflügel üblich ist. Um unmittelbare, schwere Effekte der gentechnischen Veränderung des Futters auf die Leistung und Produktqualität aufspüren zu können, könnte diese Zeit ausreichen.

### **7.5.3 Beobachtungszeitraum**

Der Beobachtungszeitraum entspricht in etwa der Dauer der Futtergabe. Die Hühner wurden in keiner ausgewerteten Studie im Anschluss an die Fütterung über einen längeren Zeitraum

beobachtet. Effekte, wie beispielsweise die überdurchschnittliche Entwicklung von Krebserkrankungen, anderen ernährungsbedingten Krankheiten oder eine reduzierte Lebenserwartung konnten auf diese Weise nicht ermittelt werden.

#### **7.5.4 Anzahl der Tiere pro Versuchseinheit**

Die Anzahl an Versuchstieren pro Versuchseinheit reicht von sechs Tieren bis zu 400 Tieren. Je weniger Tiere gehalten wurden, desto eher erhielten sie eine Identifikationsnummer. Je mehr Tiere in der Studie gehalten wurden, desto eher wurden die Untersuchungen pro Stall vorgenommen z.B. in Form von Lebendgewicht der Hühner pro Stall oder durchschnittliche Gewichtszunahme der Hühner pro Stall.

Die Anzahl an Versuchstieren sollte so gewählt werden, dass die Untersuchungen an den einzelnen Tieren und pro Stall durchgeführt werden können und so, dass die Zahl der Versuchswiederholungen für eine statistisch sinnvolle Auswertung ausreicht.

#### **7.5.5 Zahl an Wiederholungen pro Versuchsansatz**

Wie bereits im Ergebnisteil erläutert, ist die Rechengrundlage der statistischen Auswertung die Anzahl der Ställe (entspricht den Versuchswiederholungen). Hieraus ergeben sich mehrere Probleme.

In den Studien 1, 3, 5, 10, 12, 13 und 15 werden pro Versuchsansatz (transgen/ Kontrolle) zehn Ställe mit jeweils zehn Tieren untersucht. In diesen Studien werden männliche und weibliche Tiere untersucht. Daher ergeben sich fünf Ställe mit weiblichen und fünf Ställe mit männlichen Tieren. Die Zahl der Ställe entspricht in der statistischen Auswertung der Anzahl an Versuchen (n). Treten geschlechtsspezifische Unterschiede auf, so halbiert sich die Anzahl der Versuchswiederholungen von n=10 auf n=5. Geschlechtsspezifische Unterschiede ergaben sich in Studie 1 (die weibliche Tiere zeigten signifikant höheres Schenkelgewicht), in Studie 4 (die männlichen Tiere starben während der Bt- haltigen Endmast häufiger) und in Studie 5 (die weiblichen Tiere hatten ein etwas erhöhtes Flügelgewicht, allerdings nicht signifikant).

Die Anzahl an unabhängigen Messungen pro Versuchsansatz sollte so gewählt werden, dass eine statistische Auswertung sinnvoll ist. Auch wenn die Zahl der Tiere pro Stall höher ist (z.B. in Studie 9 werden bei acht Wiederholungen 40 Tiere pro Stall gehalten), können mit acht Versuchswiederholungen nur gravierende Effekte der gentechnischen Veränderung entdeckt werden.

Es sollte vor dem Versuchsbeginn festgelegt werden, welche Unterschiede tolerierbar sind. Darauf aufbauend kann die Anzahl der Versuchswiederholungen und die Anzahl an Tieren pro Versuchswiederholung und Versuchsansatz bestimmt werden. Beispielsweise könnte festgelegt werden, dass ein Gewichtsunterschied von 3 Prozent bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent als signifikanter Unterschied angezeigt werden soll.

### **Fazit: Studiendesign**

Das Studiendesign der analysierten Fütterungsstudien ist durchgehend nicht zufriedenstellend. Während die Einhaltung des optimalen Energiegehaltes der Diäten gesichert ist, ist die Dauer der Futtergabe und der Beobachtungszeit zu kurz angesetzt, um unbeabsichtigte Effekte der gentechnischen Veränderungen anzuzeigen. Auch die Anlage der statistischen Auswertung ist verbesserungswürdig. Die Zahl der Tiere pro Versuchswiederholung (in der Regel zehn) ist angemessen, dagegen ist die Zahl der Versuchswiederholungen mit 4- 10 viel zu gering. So ist dieses Versuchsdesign nur in der Lage, schwerwiegende Effekte der gentechnischen Veränderung, die in kürzester Zeit auftreten, festzustellen.

Die meisten der ausgewerteten Studien haben durch die Untersuchung einer nicht gentechnisch veränderten konventionellen Maislinie eine Negativkontrolle eingebaut. Hierdurch können alle Effekte, die sich bei der Versuchstiergruppe und der konventionell gefütterten Kontrolltiergruppe ergeben, nicht auf die gentechnische Veränderung der Futterpflanze hervorgerufen worden sein.

Ein zusätzlicher Versuchsansatz als Positivkontrolle, in dem die Tiere mit einer unbalancierten Diät gefüttert werden, die zu einer Körperreduktion von beispielsweise 3% führt, wäre logisch. Die Positivkontrolle könnte zeigen, dass das Versuchsdesign und die Versuchsdurchführung geeignet ist, um einen Mangel der Diät anzuzeigen. Wenn also die Negativkontrolle und Positivkontrolle funktionieren und der Versuchsansatz mit der Bt-haltigen Diät keine negativen oder unbeabsichtigte Effekte zeigt, könnte tendenziell das Auftreten von schädlichen Effekte der gentechnischen Veränderung ausgeschlossen werden<sup>67</sup>.

---

<sup>67</sup> Kestin et al., 2000: "An analysis of the chicken study", S.8

## 7.6 Untersuchungsparameter

### 7.6.1 Leistung der Tiere

Alle ausgewerteten Studien untersuchten einzelne Parameter der Tierleistung. Alle Studien ermittelten das Lebendendgewicht und die Futtermittelverwertung der Tiere.

**Lebendgewicht:** Das Lebendgewicht wurde in jeder ausgewerteten Studie am Versuchsende gemessen, in den meisten Studien wurde das Körpergewicht eines jeden Tieres einzeln gemessen. Manche Studien ermittelten das Anfangsgewicht pro Tier und/ oder pro Stall. Einige Studien (Studie 2, 4, 8, 9, 11) maßen das Gewicht der Tiere wöchentlich oder alle vierzehn Tage pro Stall oder pro Tier. Eine Tendenz der Ergebnisse der ausgewerteten Studien ist ein leicht erhöhtes Körpergewicht der Tiere, die Bt- haltiges Maisfutter erhalten haben. In Studie 8 und 14 ist das Körpergewicht dieser Tiere signifikant erhöht. Studie 14 begründet dieses Ergebnis mit der analysierten um 72% geringeren Mykotoxinbelastung der gentechnisch veränderten Maislinie. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.14.

**Futtermittelverwertung:** Die Futtermittelverwertung gibt an, wie viel Gramm Futter aufgenommen werden muss, um ein Gramm Lebendmasse aufzubauen. Zur Ermittlung der Futtermittelverwertung musste die Futteraufnahme und die Gewichtszunahme innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit gemessen werden. Diese Untersuchung wurde in vielen Studien auf unterschiedliche Weise durchgeführt. Zum Teil wurde jedes Tier individuell gewogen und die Futteraufnahme eines jeden Tieres einzeln protokolliert (nur bei Einzelhaltung möglich). Zum überwiegenden Teil wurden die Futteraufnahme und das Gewicht der lebenden Tiere und der toten Tiere pro Stall aufgenommen. Daraus ergab sich eine durchschnittliche Futteraufnahme pro Tier. Bei dieser bevorzugten Untersuchungsweise unterschied sich bei den einzelnen Studien die zu Grunde liegende Zeiteinheit. Zum Teil wurden die Daten einmal pro Tag, wöchentlich oder über den gesamten Versuchszeitraum ermittelt. Die Ergebnisse der Futteraufnahme und Gewichtszunahme pro Zeitraum wurden nicht immer einzeln angegeben, sondern als Futtermittelverwertung ausgedrückt. Die Ergebnisse der Futtermittelverwertung schwankten zwischen 1,53 und 1,75. Sie unterscheiden sich innerhalb keiner untersuchten Studie signifikant. Es ist eine leichte Tendenz dahingehend zu sehen, dass die gentechnisch veränderte Maislinie eine verbesserte Futtermittelverwertung aufzeigt. Generell zeigen die männlichen Tiere eine bessere Futtermittelverwertung als die weiblichen Tiere. Außerdem ist die Futtermittelverwertung von der Tierrasse abhängig.

**Mortalität:** Die Mortalitätsrate wird in den Studien 1- 5, 8, 9, 14, 15 und 16 gemessen. Dabei wurde die Mortalitätsrate nicht in jeder Studie als Zahl angegeben, sondern von den Autoren als „nicht signifikant“ oder „im Rahmen der biologischen Variabilität“ bewertet. Die Mortalität der Tiere, die mit Bt- haltigem Futter gemästet wurden, ist leicht, aber nicht signifikant, erhöht. Diese Tendenz zeigt sich vor allem in der letzten Mastphase, falls diese Unterscheidung in der Studie gemacht worden ist. (Vergleiche Tabelle 9).

**Tabelle 9: Ergebnisse der Leistungsparameter Körpergewicht und Mortalitätsrate in den analysierten Fütterungsstudien**

Studiennummer/ untersuchte Maislinie	Körpergewicht (kg/ Tier)		Mortalität (in %)			
	gentechnisch veränderte Linie	isogene Linie	gentechnisch verändert Linie		isogene Linie	
1 (MON810×MON863)	2,39	2,33	Durchschnitt: 5; je nach Versuchswiederholung zwischen 3- 7			
2 (Bt176)	1,22	1,26	k.A.		k.A.	
3 (MON810)	2,09	2,07	Tag 0- 7			
			männliche Tiere: 8,3	weibliche Tiere: 5,7	männliche Tiere: 3,3	weibliche Tiere: 1,7
			Tag 7- 42			
			männliche Tiere: 4,0	weibliche Tiere: 0,0	männliche Tiere: 12,0	weibliche Tiere: 6,0
4 (Bt11)	2,30	2,33	Tag 0- 42: 19,0		Tag 0-42: 16,25	
5 (MON810×NK603)	2,19	2,12	Durchschnitt: 2,6; je nach Versuchswiederholung zwischen 1-4			
6 (Bt176)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	
7 (Bt176)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	
8 (CBH 351)	k.A. <sup>1</sup>	k.A.	6,11		3,89	
9 (Bt176)	1,82	1,80	Durchschnitt: 3,9		Durchschnitt: 2,2	
10 (MON810*MON863)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	
11 (Bt176)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	
12 (MON863)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	
13 (MON810*NK603)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	
14 (MON810)	2,62	2,50	k.A.		k.A.	
15 (MON810)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	
16 (MON810)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	
17 (k.A.)	k.A.	k.A.	k.A.		k.A.	

<sup>1</sup>Autoren bewerten die Ergebnisse als signifikant verschieden

Zeichenerklärung: k.A.= keine Angabe

**Nährwertverdaulichkeit:** Die Nährwertverdaulichkeit untersuchten die Studien 2, 6 und 7. Dabei wurden die Fäces und die Futterreste der Tiere gesammelt. Der Stickstoff von

etwa 8% der vollständig aufgenommenen Proteine, wird über die Fäces ausgeschieden. Die Tiere dieser Studien wurden einzeln gehalten, so dass die Ermittlung der Verdaulichkeit zwar exakt, aber nur mit wenigen Tieren durchgeführt wurde. Daher können die Ergebnisse der Versuche als Tendenzen oder Hinweise angesehen werden.

**Gesundheit:** Die generelle Gesundheit wurde in den Studien 1, 3 und 5 als gut angegeben. Welche Kriterien angelegt wurden, wird nicht beschrieben.

### **Fazit: Leistung**

Alle analysierten Studien untersuchten wenigsten einen Parameter der Tierleistung. Ein Ergebnis ist, dass die Tiere keinen signifikanten Unterschied im Wachstum, in der Futtermittelverwertung, der Mortalität, der Nährwertverdaulichkeit und der generellen Gesundheit aufwiesen. Trotz des mangelhaften Studiendesigns gibt es eine Tendenz der höheren Sterblichkeitsrate bei den Testtieren im Vergleich zu den Kontrolltieren, diese Tendenz sollte weiterhin untersucht werden.

#### **7.6.2 Schlachtkörper**

Der Schlachtkörper wurde von den Studien 6, 7, 8, 16 und 17 nicht untersucht, alle anderen Studien untersuchten diesen Parameter.

Bei dieser Untersuchung wurde vor allem das Schlachtgewicht der Tiere und das Gewicht der Muskelteile bestimmt, die der menschlichen Ernährung zukommen. Bei der Hühnermast wird angestrebt, den Anteil an verwertbaren Tierteilen im Verhältnis zum ganzen Tier zu erhöhen. Je besser die Tiere die Maislinie in Muskelmasse umwandelt, desto höher ist der verwertbare Anteil des Tieres. Die Geflügelindustrie kann so die Kosten der Tierkörperbeseitigung reduzieren und gleichzeitig den Gewinn an verwertbarem Fleisch steigern.

Die Studien 12 und 14 untersuchten nur das Schlachtgewicht. Die anderen Studien untersuchten, zusätzlich zum Schlachtgewicht, das Gewicht der einzelnen Muskeln im Verhältnis zum Lebendgewicht und/ oder zum Schlachtgewicht. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.15.

**Schlachtgewicht:** Das Schlachtgewicht wurde von den meisten Studien (Studie 1- 5, 8- 15) ermittelt. Dabei wurde die Messung pro Tier am letzten Versuchstag durchgeführt.

Studie 1, 3 und 5 bearbeitete der Biotechnologiekonzern Monsanto. Der Aufbau, die Methodenwahl und Versuchsdurchführung sind weitgehend identisch. Es wird jeweils ein

Tier pro Stall (bei zehn Ställen sind das zehn Tiere, fünf weibliche und fünf männliche) untersucht. In keiner dieser Studien wird angegeben, was unter dem Schlachtkörper zu verstehen ist.

Studie 4 untersuchte das Schlachtgewicht von zwei Tieren pro Stall. Da die Studie vier Versuchsansätze mit jeweils 16 Ställen untersuchte, wurden 32 Tiere (16 männliche und 16 weibliche Tiere) pro Versuchsansatz auf ihr Schlachtgewicht untersucht. Diese Berechnung stimmt auch mit den Angaben der Autoren überein. Schlachtgewicht bedeutet hier: der Tierkörper ohne Kopf, Hals, Gefieder, Eingeweiden und Blut.

Studie 9 untersuchte sechs Tiere pro Stall, das sind bei zwei Versuchsansätzen 12 Tiere. Weitere Angaben werden nicht gemacht.

Studie 11 untersuchte am Tag 14, 28 und 38 jeweils ein Tier aus jedem Versuchsansatz. Es wird nicht angegeben, wie viele Ställe bestehen, daher kann nicht ermittelt werden, wie viele Tiere absolut untersucht wurden.

**Brustmuskel, Schenkel- und Flügelfleisch:** Das Muskelfleisch wurde in den Studien 1, 3- 5, 8- 10, 13 und 15 untersucht. Studie 8 untersuchte nur das Brustmuskelfleisch. In den Studien 1, 3 und 5 wurde jeweils ein Tier pro Stall untersucht, das bedeutet zehn Tiere pro Versuchsansatz (fünf männliche und fünf weibliche). In Studie 4 wurden jeweils zwei Tiere pro Stall und Versuchsansatz untersucht. In den Studie 9 wurden sechs Tiere pro Stall auf die Zusammensetzung des Fleisches untersucht. In Studien 8, 10, 13 und 15 wird keine genaue Angabe zu der untersuchten Anzahl an Tieren gemacht. Das Gewicht des Brustmuskels, des Schenkel- und Flügelfleisches wird ins Verhältnis zum Lebendgewicht und/ oder zum Schlachtgewicht angegeben.

Die Versuchsdurchführung wird in keiner Studie angegeben, weder die Menge des untersuchten Fleisches noch wie häufig die Bestimmung pro Ansatz durchgeführt wurden (Einzelbestimmung, Doppelbestimmung).

**Depotfett:** Das Depotfett der Hühner wird ins Verhältnis zum Lebendgewicht gesetzt. Die Geflügelindustrie strebt einen geringen Anteil an Depotfett an.

### **Fazit: Schlachtkörper**

Die Untersuchung des Schlachtkörpers ergab in Studie 3, 5, 8 und 9 einen signifikant schwereren Brustmuskel der Testgruppe und in Studien 5 einen geringeren Depotfettanteil der Testgruppe. Ansonsten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Untersuchung.

### **Fazit zu Leistungs- und Schlachtkörperuntersuchung**

Die ausgewerteten Studien bevorzugen Parameter zu untersuchen, die in Zahlen ausgedrückt und mit einem Messinstrument ermittelt werden können. In keiner Studie werden Verhaltensmerkmale wie Aggressivität, Hyperaktivität oder Müdigkeit der Tiere angegeben.

Zur objektiven Beurteilung der gemessenen Ergebnisse wäre es wünschenswert:

- konkrete Angaben zu der absoluten Zahl an untersuchten Tieren pro Stall und/ oder pro Versuchsansatz anzugeben
- verwendete Begriffe zu definieren und
- die Methoden bzw. die Versuchsdurchführung genau zu beschreiben.

### **7.6.3 Ernährungsphysiologische Produktqualität**

Mit den Produkten der Tiere ist hier deren Muskelfleisch gemeint, dass für die menschliche Ernährung vorgesehen ist. Neben dem Gewicht ist auch der ernährungsphysiologische Wert des Fleisches für die Geflügelindustrie und den Verbraucher interessant. Unter dem Begriff der Qualität ist daher die ernährungsphysiologische Zusammensetzung des Fleisches zu verstehen.

Die gewogenen Schlachtteile wurden in den oben unter dem Punkt „Schlachtkörper“ genannten Studien in den meisten Fällen zusätzlich auf deren Zusammensetzung untersucht. Die Angaben der Ergebnisse der Fütterungsstudien können mit den Literaturwerten von Souci, Fachmann, Kraut, 2000 nicht verglichen werden, (vergleiche Tabelle 10). Die Literaturwerte sind für das Brustmuskelfleisch und das Schenkelfleisch jeweils mit Haut angegeben. Diese Referenzwerte sind um einiges höher als die Ergebnisse in den ausgewerteten Studien. Daher ist anzunehmen, dass die Werte der Fütterungsstudien sich auf das Fleisch ohne Haut beziehen. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.16.

**Tabelle 10: Vergleich der durchschnittlichen Nährzusammensetzung von Geflügelschlachtteile, zwischen den analysierten Fütterungsstudien und Literaturangaben**

	Brust		Schenkel	
	Souci, Fachmann, Kraut (mit Haut)	Ergebnisse der Studien3 (MON810)	Souci, Fachmann, Kraut (mit Haut)	Ergebnisse der Studien3 (MON810)
Einheit	(g/100g)	%	(g/100g)	%
Protein (N*6,25)	22,2	22,77	18,2	20,23
Fett	6,2	1,12	11,2	2,7

### **Fazit: Produktqualität**

In Studie 5 wurde ein signifikant erniedrigter Proteinanteil des Brustmuskels der Testtiere im Vergleich zu den Kontrolltieren gefunden. Ansonsten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den analysierten Fütterungsstudien.

Um eine Veränderung der ernährungsphysiologischen Qualität des Fleisches zu beurteilen, ist der direkte Vergleich der Muskelteile zufriedenstellend. Allerdings sollte die Haut bei den Untersuchungen hinzugezogen werden, da auch die Haut von den Verbrauchern verzehrt wird und hier das meiste Fett zu finden ist. Gleichzeitig wären die ermittelten Daten mit der Literatur vergleichbar.

Um unbeabsichtigte Effekte der gentechnischen Veränderung der Maislinie auf die Hühner zu analysieren, reicht die Sicherstellung der ernährungsphysiologischen Qualität nicht aus. Veränderungen, die makroskopisch nicht zu erkennen sind, sollten ebenso ausgeschlossen werden.

Malatesta<sup>68</sup> untersuchte die Leberzellen von Mäusen, die über einen Zeitraum von 1, 2, 5 oder 8 Monaten mit gentechnisch veränderten Sojabohnen gefüttert wurden. Die Leber nimmt eine zentrale Stelle des Stoffwechsels ein. Sie ist beteiligt beim Auf-, Ab- und Umbau von Proteinen, der Homöostase der Kohlenhydrate, der Entgiftung und dem Abbau toxischer Stoffe, die über die Nahrung in den Körper gelangen.

Malatesta untersuchte die Leberzellen morphologisch mit dem Licht- und Elektronenmikroskop (18.000 fache Vergrößerung). Eine immunocytochemische Methode mit spezifischen monoklonale Antikörper untersuchte sogenannte „splicing Faktoren“, die bei der Translation von Bedeutung sind. Mit einer biochemischen Methode wurde der absolute Proteingehalt und der Gehalt an verschiedenen Enzymen des Lebergewebes untersucht.

Die Mäuse zeigten kein signifikant unterschiedliches Körperwachstum, auch die makroskopischen Untersuchungen zeigten keine Auffälligkeiten.

Die elektronenmikroskopische Untersuchung offenbarte bei den Leberzellen der Versuchstiere einen unregelmäßig geformten Zellkernrand, der bei den Kontrolltieren rund und regelmäßig geformt war. Ein unregelmäßig geformter Zellkern lässt allgemein auf eine hohe metabolische Aktivität dieser Zelle schließen. Außerdem waren die Zellkerne bei der

---

<sup>68</sup> Malatesta et al., 2002: “Ultrastructural Morphometrical and Immunocytochemical Analyses of Hepatocyte Nuclei from Mice Fed on Genetically Modified Soybean”, S.173

gentechnischen Fütterung generell und signifikant größer, die Porendichte der Zellkerne war signifikant dichter als bei der Kontrollgruppe. Auch andere spezifische zytologische Parameter wiesen darauf hin, dass die metabolische Stoffwechselfunktion der Versuchstiere erhöht sein könnte.

Die Analyse der absoluten Proteinmenge und der Gehalt an Enzymen ergab keinen Unterschied in der Versuchs- und Kontrollgruppe.

Fütterungsstudien mit Hühnern oder Mäusen, die mit insektenresistentem Mais gefüttert wurden und anschließend histologische Untersuchungen der Tiere durchführten, konnte während der Literaturrecherche zur Diplomarbeit, nicht gefunden werden. Hierbei besteht dringender Forschungsbedarf.

#### **7.6.4 Fremd- DNA**

Als Risikopotenzial gilt der horizontale Gentransfer. Die Ergebnisse der analysierten Studien waren immer negativ. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.17.

Die ausgewerteten Studien untersuchten zwei Versuchsansätze:

1. Der Verbleib des gentechnisch eingeführten Genkonstrukts
2. Der Verbleib des transgenen Proteins

Beide Versuchsansätze werden vor allem mit der Methode der PCR<sup>69</sup> (Polymerase Chain Reaction) durchgeführt.

#### **Gentechnisch eingeführtes Genkonstrukt:**

Die eingeführte Fremd- DNA wird, so wie die maiseigene DNA, während der Verdauung mit Hilfe von Restriktionsenzyme in kleine Fragmente zerlegt. Das Ziel der Studien war, es herauszufinden, ob das gentechnisch eingeführte Gen in verschiedenen Organen zu finden ist. Dabei wurde vor allem der Verdauungstrakt, das Blut und verschiedene Gewebeproben, das Muskelgewebe, die Leber, das Herz und die Niere untersucht.

---

<sup>69</sup> Eine DNA Polymerase synthetisiert einen neuen DNA Strang an einer einzelsträngigen Nucleinsäurematrize. Dazu werden Startermoleküle (primer) benötigt, die an die Matrizen- DNA binden. Von deren 3'Ende aus synthetisiert die Polymerase den neuen DNA-Strang. Mit Hilfe eines gegenläufig orientierten Primerpaares kann die DNA- Sequenz gezielt vervielfältigt werden. Mit der zyklischen Wiederholung der einzelnen Reaktionsschritte, wird die Ausgangsmenge an DNA bis zu einem Faktor von etwa  $10^7$  amplifiziert. Nach den Reaktionszyklen liegt das gewünschte Reaktionsprodukt in einer ausreichenden Mengen vor, um sie auf einem Gel sichtbar zu machen. Aus: Gassen: Gentechnik, S.292

Die gentechnisch eingefügte DNA kann während der Verdauung so geteilt werden, dass die entwickelten spezifischen Oligonukleotide nicht mehr auf einem DNA-Strang liegen. Das definierte Stück Fremd-DNA kann dann mit Hilfe der PCR nicht vervielfältigt werden und das Signal der PCR ist negativ.

Die Oligonukleotide müssen daher so gewählt werden, dass sie den methodischen Ansprüchen der PCR genügen<sup>70</sup> und gleichzeitig ein DNA-Fragment aufspüren können, dass bei einer mikrobiellen oder zellulären Aufnahme funktionstüchtig wäre.

Die ausgewerteten Studien, die den Verbleib der DNA untersuchen, führen die PCR jeweils mit einer Negativ- und einer Positivkontrolle durch. Mit der Positivkontrolle wird abgesichert, dass die Methode prinzipiell funktioniert. Die Negativkontrolle zeigt, dass die PCR spezifisch den gewünschten DNA-Strang vervielfältigt.

Die Primerpaare wurden in mehreren Studien benutzt, wenn es sich um das gleiche Transformationsereignis handelte (die Studien 2 und 6, Bt176). Studie 2 entwickelte zusätzlich neue Primerpaare.

Die ausgewerteten Studien untersuchen nicht den Verbleib der Markergene der Genkonstrukte. Zu dieser Versuchsanordnung wurde eine Studie gefunden<sup>71</sup>. Die Studie wurde nicht ausgewertet, da der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit nicht auf dem Verbleib der DNA liegt, sondern auf der Untersuchung möglicher, unerwarteter Effekte der gentechnischen Veränderung.

### **Die Analyse des transgenen Proteins**

In keiner der ausgewerteten Studien wird der Verbleib des Endotoxins untersucht, das von dem *CryIAb*-Gen codiert wird. Das Ziel dieser Untersuchung wäre herauszufinden, ob die Verdauung und Verstoffwechslung des neu exprimierten Proteins in gleicher Weise erfolgt, wie bei nicht gentechnisch veränderten Proteinen und/oder ob sich der Stoffwechsel oder die Stoffwechselprodukte in der Pflanze ändern.

### **Fazit: DNA-Untersuchung**

Die DNA-Untersuchungen waren in den analysierten Studien immer negativ. Zweifelhaft ist, ob die Futtergabe von 42 Tagen ausreicht, um den Verbleib und die Auswirkung der

---

<sup>70</sup> z.B. die Größe des DNA-Abschnitts

<sup>71</sup> Chambers et al., 2002: "The fate of antibiotic resistance marker genes in transgenic plant feed material fed to chicken"

gentechnischen Veränderung zu untersuchen, vor allem da ein Mensch diese Nahrungsmittel sehr viel länger aufnehmen würde. Der Zusammenhang zwischen der m- RNA Expression und der Höhe des Proteins ist bisher unbekannt. Daher muss die biologische Komplexität der Pflanzen erforscht werden, um diese Zusammenhänge zu verstehen. Die Analyse des Proteins, die losgelöst von der gentechnisch eingeführten DNA, das Protein als Endprodukt untersucht, sollte bevorzugt werden. Hier steht die Proteinidentifikation, die posttranslationale Modifikationen und die Protein- Protein Interaktion im Vordergrund<sup>72</sup>. Neben der reinen Entschlüsselung der Nukleotidabfolge eines DNA- Strangs, kann die gentechnische Veränderung des Genoms zusätzlich über die translatierten Proteine erforscht werden.

### **7.6.5 Sonstige Untersuchungen**

#### **Enzymatische Untersuchungen:**

Studie 2 untersuchte die Gesundheit und den Stoffwechsel der Versuchstiere mit enzymatischen Tests. Hierbei müssen aber die eingeschränkten Versuchsbedingungen erwähnt werden, die die Aussagen stark einschränken:

- Die Anzahl der Testtiere (27) und der Kontrolltiere (9) unterscheidet sich.
- Die Anzahl der untersuchten Tiere ist zu gering, um ein aussagekräftiges Ergebnis liefern zu können.
- Die ermittelten Ergebnisse haben für alle Untersuchungen eine große Standardabweichung. Daher werden große Unterschiede als nicht signifikant bewertet.
- Die Normalwerte werden nicht angegeben. (Ausnahme: Packed Cell Volume =Hämatokritwert). Eine objektive Bewertung der Ergebnisse ist, ohne eine Angabe der Normalwerte, nicht möglich.
- Der Normalbereich liegt beim Hämatokritwert zwischen 30- 55 %. Ergebnis: Testtiere:  $32,3 \pm 4,8$ ; Kontrolltiere:  $33,0 \pm 4,5$ . Die Ergebnisse dieser Untersuchung liegen im unterem Normalbereich. Die große Standardabweichung zeigt, dass die ermittelten Werte auch unterhalb der Normalgrenze liegen können. Dieser Sachverhalt wird von den Autoren nicht diskutiert.

---

<sup>72</sup> Pandey, 2000: „Proteomics to study genes and genomes“

### **7.6.6 Analyseort und Methoden**

Die Beschreibung der Versuchsdurchführung beschränkt sich bei den ausgewerteten Studien auf das Minimum. Nur bei der PCR werden nähere Angaben zur Durchführung der Untersuchung gemacht.

## **7.7 Statistische Auswertung**

Die Grundlage der statistischen Auswertung der untersuchten Studien waren die Mittelweltergebnisse der Versuchswiederholungen. Wie in Kapitel 6.5 „Zahl an Versuchswiederholungen pro Versuchsansatz“ bereits erläutert, ergeben sich bei der Auswertung weniger Versuchswiederholungen keine eindeutig sicheren Ergebnisse. Im Folgenden geht es um die statistische Auswertung an sich.

Überwiegend wurden die Ergebnisse mit der Varianzanalyse (ANOVA<sup>73</sup>) ausgewertet. Bei der Varianzanalyse wurde entweder eine Variable oder zwei Variablen festgelegt. Bei der Auswertung des Schlachtkörpers wurde oft das Futter als unabhängige Variable festgelegt, da hier die geschlechtsspezifische Ausbeute der Tiere gut untersucht und bekannt ist. Bei der Auswertung der Leistungsparameter wurden entweder das Futter und das Geschlecht oder das Futter und die Art der Gabe (Pellet oder gemahlen) als unabhängige Variablen angegeben. Bei der Auflistung der Ergebnisse wird oft nicht angegeben, ob die angegebenen Abweichungen der Mittelwerte als Standardfehler (Standard Errors = SE) oder Standardabweichungen (Standard Deviations = SD) gemeint sind.

Wurden die Ergebnisse mit dem Student- Newman- Keul- Test (t-Test<sup>74</sup>) untersucht, so wurde in keinem Fall der gewählte Freiheitsgrad oder der t- Faktor angegeben.

### **Fazit: Statistische Auswertung**

Wird angenommen, dass die Messwerte normalverteilt sind, so ist es wünschenswert die Ergebnisse zusammen mit dem ermittelten Vertrauensbereich anzugeben. Der Vertrauensbereich gibt Auskunft über die Eintrittswahrscheinlichkeit des Ergebnisses, das von Interesse ist. Durch diese Weise würde der Leser darüber informiert werden, mit welcher

---

<sup>73</sup> ANOVA: Varianzanalyse (uni- und multivariate) für balanzierte Versuchspläne

GLM: Allgemeines Lineares Model für nicht balanzierte Versuchspläne

<sup>74</sup> t-Test: Test von Mittelwertunterschieden mit der t-Statistik unter Voraussetzung der Normalverteilung

Sicherheit der ermittelte Schätzwert mit dem wahren Wert übereinstimmt. Also mit welcher Wahrscheinlichkeit das Ergebnis stimmt.

So sind die Ergebnisse der Untersuchungen oft nicht nachvollziehbar, vor allem wenn die Bt-Maislinie nicht nur mit der Referenzlinie verglichen wird, sondern zusätzlich mit den kommerziellen Maislinien (Studie 1, 3, 4 und 5). Tritt bei dieser Darstellung ein signifikanter Unterschied auf, so ist unklar, ob dieser zwischen der transgenen Maislinie und der direkten Referenzlinie oder gegenüber der kommerziellen Linie besteht.

Größter Kritikpunkt ist, dass in keiner der ausgewerteten Studien die Rohdaten der Ergebnisse veröffentlicht werden. Die publizierten Ergebnisse sind immer in irgendeiner Weise bearbeitet worden (z.B. Mittelwertbildung, Modalwertbildung), so dass die Ergebnisse und die Ableitungen daraus nicht selbst nachvollzogen werden können.

## **7.8 Ergebnisse der Studien**

Die Ergebnisse der analysierten Fütterungsstudien sind in den meisten Fällen tabellarisch übersichtlich dargestellt. Die Bewertung, ob die Ergebnisse sich signifikant unterscheiden, sind schwer nachzuvollziehen. Teilweise werden aufgetretene Unterschiede weder diskutiert, noch statistisch ausgewertet.

## **7.9 Aufbau der ausgewerteten Publikationen**

Der Aufbau der gefundenen Publikationen richtet sich nach dem allgemeinen wissenschaftlichem Schema: Titel, Autoren, Zusammenfassung, Einleitung, Methoden/ Material, Versuchsdurchführung, Ergebnisse, Diskussion und Literatur.

Zwischen den Studien sind die Angaben, die in den einzelnen Kapiteln gemacht werden, sehr unterschiedlich und erschweren dadurch die Auswertung der untersuchten Studien. Auch die Darstellung der Ergebnisse zwischen den Studien ist nicht einheitlich ausgerichtet, weder von den Einheiten der angegebenen Ergebnisse, noch in der Übersichtlichkeit der Ergebnistabellen.

Ein einheitlicher Aufbau, sowohl in der Darstellung der Methode und der Versuchsdurchführung, als auch in der Ergebnisauswertung ist einzig bei den Studien zu erkennen, die von dem Biotechnologiekonzern MONSANTO durchgeführt worden sind.

## **7.10 Fütterungsstudien eines Transformationsereignises**

### **7.10.1 Bt176 und MON810**

In der Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Erzeugnisse sollen die Untersuchungen von Fall zu Fall durchgeführt werden. In der vorliegenden Arbeit wurden bisher die Ergebnisse von Fütterungsstudien zu insektenresistentem Mais wiedergegeben, die sich im Transformationsereignis unterscheiden. Von den 17 Fütterungsstudien untersuchten fünf Studien das Transformationsereignis Bt176 und vier Studien MON810. Diese Studien sollen nun miteinander verglichen werden, um herauszufinden, ob sich Tendenzen in den Ergebnissen ergeben.

Der Vergleich der Studien zu den einzelnen Transformationsereignissen Bt176 bzw. MON810 zeigte, dass das Studiendesign der einzelnen Fütterungsstudien so sehr voneinander abweicht, dass nur wenige Ergebnisse miteinander in Zusammenhang gebracht werden können. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse beschrieben.

#### **Bt176 und MON810**

Fünf Fütterungsstudien untersuchten das Transformationsereignis Bt176 bzw. abgeleitete Hybride davon (vgl. Anhang 12.2.1). Vier Fütterungsstudien untersuchten das Transformationsereignis MON810 (vgl. Anhang 12.2.2). Die Ergebnisse des Vergleichs dieser Fütterungsstudien, die ein Transformationsereignis untersuchten, entsprach den Ergebnissen, die sich bei der Analyse aller Fütterungsstudien ergeben hatten.

Die Analyse über die Angaben des Anbauorts und der Anbauzeit der verwendeten Maislinien zeigte, dass sie nicht mit den Forderungen der Europäischen Lebensmittelbehörde übereinstimmen. Der Maisanteil in der Diät variiert zwischen 50- 73,58%. Die verwendeten Zuchtlinien der Versuchstiere unterscheiden sich bei den Studien, so dass aufgetretene Unterschiede auf die verschiedene genetische Disposition der Tierlinien zurückgeführt werden könnten. Die Anzahl der Versuchstiere pro Versuchsansatz schwankt zwischen 6 Tieren und 320 Tieren. Wie bei den Ergebnissen aller Fütterungsstudien bereits ermittelt wurde, werden auch hier männliche Versuchstiere bevorzugt. Zuletzt werden unterschiedliche statistische Auswertungsverfahren angewendet.

### **Auffallende Ergebnisse der Bt176 Studien**

#### **Leistung**

Das Lebendgewicht der Tiere war in Studie 2 am Tag 35 = 1268 g, in Studie 9 ist das Körpergewicht am Tag 38 = 1800 g und damit 500 g schwerer. Die Futtermittelverwertung wird in beiden Studien mit 1,7 angegeben, trotzdem betrug der Gewichtsunterschied etwa 30%.

Mehrere Gründe können dafür verantwortlich sein:

- Der Maisanteil betrug in Studie 2 = 73,5% und in Studien 9 = 60- 65%, demnach kann in Studien 2 aufgrund des höheren Maisanteils die Versorgung der Tiere suboptimal gewesen sein, womit die Entwicklung gehemmt gewesen sein könnte.
- Die verwendete Tierzuchtlinie der Studie 9 (Acbor) zeigt ein besseres Wachstum als die verwendete Zuchtlinie der Studie 2 (Lohmann).
- Das Studiendesign (Futterzusammenstellung, Haltung der Tiere, Anzahl der Futterplätze) war in Studie 9 besser angelegt als in Studie 2, weshalb sich die Tiere der Studie 9 besser entwickeln konnten.

#### **Weitere Untersuchungen**

Die Untersuchung des Schlachtkörpers und die Analyse über den Verbleib der Fremd- DNA der Fütterungsstudien Bt176 zeigten keine signifikanten Unterschiede, die ernährungsphysiologische Produktqualität wurde in keiner Studie untersucht.

### **Auffallende Ergebnisse der MON810 Studien**

#### **Leistung**

Das Lebendgewicht betrug in Studie 3 am Tag 42 = 2,09/ 2,07 g (m/ w), in Studien 14 betrug das Lebendgewicht am Tag 42 = 2,693/ 2,621 (m/ w). Dieser Unterschied von 600g entspricht etwa 27 %.

Die Gründe für dieses Ergebnis sind ähnlich wie bei dem Transformationsereignis Bt176:

- Der Maisanteil betrug in Studie 3 = 55/ 60% und in Studien 14 = 50%, demnach kann in Studien 3 aufgrund des höheren Maisanteils die Versorgung der Tiere suboptimal gewesen sein, womit die Entwicklung gehemmt gewesen sein könnte.
- Die verwendete Tierzuchtlinie der Studie 3 (CobbCobb) zeigt ein besseres Wachstum als die verwendete Zuchtlinie der Studie 14 (Ross).

- Das Studiendesign (Futterzusammenstellung, Haltung der Tiere, Anzahl der Futterplätze) war in Studie 14 besser entwickelt als in Studie 3, weshalb sich die Tiere der Studie 9 besser entwickeln konnten.

### **Mortalität**

**Tabelle 11: Summe der Huhnmortalität nach Geschlecht in Fütterungsstudie 3**

Quelle: Fütterungsstudie 3, S. 827

Versuchsansatz	Durchschnitt	Mortalitätsrate Tag 0-Tag 7		Mortalitätsrate Tag 7- Tag 42	
		männliche Tiere	weibliche Tiere	männliche Tiere	weibliche Tiere
MON810	4,32	8,3	5	4	0
DK493 AF control	5,75	3,3	1,7	12	6
MON810×GA21	5,67	1,7	5	8	8
DK551 control	4,85	6,7	6,7	4	2
DK537	8,8	10	3,3	18	4

In der Fütterungsstudie 3 wurden die Maislinien MON810 und MON810×GA21 untersucht. Die Referenzlinie zur Bt- Maislinie MON810 ist die Maislinie DK493 AF, zur Bt- Maislinie MON810×GA21 ist es die Referenzlinie DK551. Zusätzlich werden vier kommerzielle Maislinien untersucht. In Tabelle 11 sind die Mortalitätsraten der Studie 3 abgebildet, die zwischen Tag 0 bis Tag 7 und zwischen Tag 7 bis Tag 42 nach Geschlecht für die Maislinien MON810, MON810×GA21 und deren Referenzlinien, sowie die kommerzielle Maislinie, mit der höchsten Mortalitätsrate, analysiert wurde. Eine normale Mortalitätsrate in der Geflügelmast, liegt nach der Landwirtschaftskammer Nordrhein- Westfalen bei Hühner in einer Mittellängenmast von 42 Tagen bei durchschnittlich 4,8%<sup>75</sup>.

Die in Studie 3 gewonnenen Ergebnisse werden nicht statistisch ausgewertet oder in der Diskussion angesprochen. Der einzige Kommentar hierzu ist: „Mortality during d 7 to d 42 was slightly higher than normal in this experiment at 6% with the highest mortality occurring in males“<sup>76</sup>.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Mortalitätsrate der männlichen Tiere im Vergleich zu den weiblichen Tieren in allen Versuchsansätzen höher ist, bis auf MON810×GA21 in den ersten sieben Tagen. Der Durchschnittswert der Ergebnisse ist bei der kommerziellen Linie am

<sup>75</sup> Landwirtschaftskammer, S. 2

<sup>76</sup> Taylor et al., “Performance of broilers fed transgenic corn”, S.827

höchsten. Bei den gentechnisch veränderten Maislinien ist der Durchschnittswert der Kontrolle höher als der von MON810×GA21. Bei MON810 liegt der Durchschnittswert unter der Kontrolle und unter dem Referenzwert.

Unklar bleibt, ab wann ein signifikanter Unterschied besteht und welche Konsequenzen die generell hohen Mortalitätsraten für den Versuch, die Ergebnisse und die Schlussfolgerungen haben.

### **Weitere Untersuchungen**

Die Untersuchungen des Schlachtkörpers und der ernährungsphysiologischen Produktqualität ergaben keine signifikanten Unterschiede. Der Verbleib der Fremd- DNA wurde in keiner Studie untersucht.

#### **7.10.2 Weitere Transformationsereignisse**

Die Transformationsereignisse MON810×NK603, MON810×MON863, MON863 und MON810×GA21 werden in jeweils zwei Studien untersucht, da davon immer eine Studie eine Originalarbeit und eine Zusammenfassung ist, lohnt nur der Vergleich der Studienanlage (vergleiche Tabellen im Anhang 12.2.3, 12.2.4, 12.2.5 und 12.2.6).

## **8 Schlussfolgerungen**

### **8.1 Schlussfolgerungen der Autoren der Studien**

Die Schlussfolgerungen der Autoren in den ausgewerteten Studien waren in jedem Fall ähnlich. Demnach unterscheidet sich der Nährwert der transgenen Maislinie nicht von dem Nährwert der Kontrolllinie. Es ergaben sich keine negativen Effekte auf die untersuchten Tiere. Eine Aufnahme der Fremd- DNA von anderen Organismen oder Zellen wird als „sehr unwahrscheinlich“ eingestuft. Treten Unterschiede auf, so verweisen die Autoren häufig darauf, dass diese „innerhalb der biologischen Variabilität“ oder „innerhalb der erwarteten Grenzen“ liegen und nicht mit der gentechnischen Veränderung in Verbindung gebracht werden können. Vergleiche Tabelle im Anhang unter Punkt 12.3.18.

### **8.2 Eigene Schlussfolgerungen zu den Auswertungsergebnissen der Fütterungsversuche**

Das Vorhaben, Publikationen zu Fütterungsstudien an Hühnern mit insektenresistentem Mais auszuwerten, ergab mehrere Probleme. Die Studien sind im Versuchsaufbau mit zahlreichen Variablen angesetzt, so dass ihr Vergleich nur schwer möglich ist. Um die Studien dennoch miteinander zu vergleichen, wurden die Studien, die Maislinien mit dem gleichen Transformationsereignis untersuchten, näher ausgewertet.

Fünf Publikationen zum Transformationsereignis Bt176 und vier Publikationen zu MON810 wurden in der Recherche gefunden. Doch auch bei den Studien zu gleichen Transformationsereignissen ergaben sich zahlreiche Varianten, angefangen bei unterschiedlichen Untersuchungsschwerpunkten über verschiedene Untersuchungsparameter bis zu der individuellen Auswertung innerhalb der Studien. So lässt auch der Vergleich der Studien zu jeweils einem Transformationsereignis keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu.

Ziel der analysierten Fütterungsstudien sollte es sein, mögliche unerwartete Effekte von Bt-Mais auf Hühner auszuschließen.

Um Effekte, die in den Fütterungsstudien gefunden werden könnten, auf die gentechnische Veränderung zurückführen zu können, ist es notwendig, die Variablen der Methode festzulegen. Nur so kann die neue Eigenschaft der gentechnisch veränderten Bt- Maislinie isoliert untersucht werden.

Der Vergleich von 17 Fütterungsstudien ergab, dass eine Vielzahl an Variablen unter Kontrolle gebracht werden müssen.

Die Variablen im einzelnen:

- Gentechnisch veränderter Bt- Mais (Anbau, Lagerung, Verarbeitung,...)
- Kontrollmais (Wahl einer geeigneten Referenz, Anbau, Lagerung, Verarbeitung,...)
- Versuchstiere (Rasse, Geschlecht, Alter, Haltung,...)
- Diät entsprechend den Bedürfnissen der Hühner (Maisanteil, Nährstoffe, Futtergabe,...)
- Keine gentechnisch veränderten Bestandteile im Futter bis auf die transgene Maislinie
- Studiendesign (Anzahl an Versuchstieren, Wiederholungen der Versuchsansätze, Anzahl der Futterplätze,...)
- Auswertung (Statistische Methode, Mittelwertangabe, Standardabweichungen, Wahrscheinlichkeitsangabe,...)

Die Auswertung der 17 Fütterungsstudien zeigte, dass keine einheitliche Vorgehensweise erkannt werden kann und zu wenige verbindliche Anforderungen an die Methode existieren.

Kritikpunkte im einzelnen:

- Testmais und Kontrollmais stammten nicht jeweils aus mehreren Anbaugebieten und wurden nicht in verschiedenen Jahren angebaut, obwohl hier klare Forderungen existieren.
- Die Tierrasse wird nicht in jeder Studie exakt angegeben, wodurch ein objektiver Vergleich der erhobenen Daten mit Literaturwerten nicht erfolgen kann.
- Für die Haltungsbedingung der Tiere existieren keine verbindlichen Vorschriften, die Anzahl der Futter- und Wasserplätze pro Versuchsansatz und Stall, sowie andere Haltungsparameter unterscheiden sich zwischen verschiedenen Studien.
- Die Zahl der Versuchswiederholungen ist in allen analysierten Fütterungsstudien zu gering, um nicht sofort ersichtliche toxikologische und unerwartete Effekte anzuzeigen.
- Die Fütterungsstudien sind mit durchschnittlich 42 Tagen angesetzt, weshalb Langzeiteffekte nicht untersucht werden konnten.

- Es ist nicht festgelegt, welche Unterschiede (beispielsweise beim Körpergewicht oder Fettanteil des Fleisches) toleriert werden würden bzw. wann ein Unterschied als signifikant bewertet werden muss.
- Die Studien verfügen über keine Positivkontrolle, die anzeigen könnte, dass das Studiendesign ausreichend angelegt ist.

Eine Positivkontrolle könnte anzeigen, ob das Studiendesign geeignet ist, um ein Defizit in der Nahrung anzuzeigen. Ein zusätzlicher Vorversuch könnte vorteilhaft sein, um im Vorfeld Unzulänglichkeiten oder Probleme der Methode festzustellen und diese vor Versuchsstart zu beseitigen.

Ein wesentliches Ergebnis ist, dass eine einheitliche Definition der Fütterungsstudien bezüglich der verfolgten Untersuchungsziele nicht erkannt werden kann. Bei den untersuchten Fütterungsstudien handelt es sich teilweise um Verdauungsstudien, die zu ernährungsphysiologischen Bewertungen herangezogen werden können, aber keine unbeabsichtigten Effekte der gentechnischen Manipulation anzeigen könnten. Es sind vielmehr Futtermittelverwertungsstudien.

Ein weiteres Ergebnis ist, dass die Untersuchungen, die in den analysierten Fütterungsstudien durchgeführt worden sind, nicht in der Lage sind, unerwartete oder toxikologische Effekte der gentechnisch veränderten Maislinien anzuzeigen. Dazu werden teilweise die Variablen innerhalb jeder ausgewerteten Studie nicht streng genug kontrolliert. Die Punkte im Einzelnen:

- Prinzipiell sind die Originalpublikationen den Zusammenfassungen der Fütterungsstudien vorzuziehen, da der Informationsgehalt im Original wesentlich höher ist.
- Die verwendeten Referenzlinien in den untersuchten Studien entsprechen den Vorschlägen der Europäischen Lebensmittelbehörde. Zusätzlich zur direkten Kontrolllinie werden in den meisten Studien kommerzielle Maislinien untersucht. Dieser Versuchsansatz kann als Negative Kontrolle angesehen werden.
- Die Versuchstiere bekommen in jeder Studie (bis auf Studie 16) ab dem ersten Lebenstag die Diät entsprechend dem Versuchsansatz. Das ist zufriedenstellend, da die Tiere auch unter Standardbedingungen der Geflügelmast ab dem ersten Lebenstag gemästet werden.
- Die Angabe der Tierrasse sollte genau sein. Die Versuchsansätze sollten mit weiblichen und männlichen Tieren durchgeführt werden.

- Die Haltungsbedingungen der Tiere sind zwischen den Studien sehr unterschiedlich und sollten vereinheitlicht werden. So wäre die zur Verfügung stehende Fläche pro Tier, die Zahl der Tiere pro Stall und die Zahl der Futterplätze pro Tier geregelt.
- Die Maislinien werden in jeder Studie auf ihre Hauptbestandteile untersucht. Dabei werden in keiner Studie die von der OECD definierten Hauptbestandteile des Mais analysiert. In sieben Studien wird die Aminosäurezusammensetzung und in drei Studien die Fettsäurezusammensetzung bestimmt. Die OECD verlangt, dass die Untersuchung der Aminosäure- und Fettsäurezusammensetzung, genauso wie die Gehaltsbestimmung der Mikronährstoffe und der antinutritiven Stoffe zur Standarduntersuchung gehört. Die Mikronährstoffe und die antinutritiven Stoffe werden in den analysierten Studien in keinem Fall bestimmt. So kann nicht sichergestellt sein, dass mögliche unerwartete Effekte auf einen erhöhten oder verminderten Gehalt eines einzelnen Stoffes zurückzuführen sind.
- Die Diätzusammenstellung ist in den meisten Fällen zufriedenstellend. Der Anteil an Mais variiert in den Diäten zwischen den analysierten Fällen, je nach Nährstoffgehalt der jeweiligen Maislinie.
- Die Diät sollte so verabreicht werden, wie es in der Geflügelzucht üblich ist. In den meisten Fällen wird das Maiskorn verfüttert. In den letzten Jahren wird auch vermehrt das Korn in pelletierter Form gegeben. So wird sichergestellt, dass die Futterzusatzstoffe von jedem Huhn aufgenommen werden.
- Die Testdiät und die Kontrolldiät sollten isokalorisch und isonutritiv gestaltet werden. Das scheint bei den ausgewerteten Studien gesichert zu sein.
- Das Studiendesign muss gründlich überdacht werden. Zum einen ist die Zeit der Diätgabe mit durchschnittlich 42 Tagen sehr gering und entspricht einzig den Bedürfnissen der Geflügelzucht. Auch der Zeitraum der Beobachtung ist zu kurz, um Erkrankungen wie beispielsweise Krebs zu erkennen. Die Zahl der Versuchswiederholungen pro Versuchsansatz sollte deutlich vergrößert werden, um sicherzustellen, auch geringe Veränderungen feststellen zu können. Die Negativkontrolle sollte durch eine Positivkontrolle ergänzt werden, um das Studiendesign zusätzlich abzusichern.
- Die Ergebnisse sollten auch als Rohdaten und nicht nur verarbeitet publiziert werden.
- Die Untersuchungsparameter der analysierten Studien sind zu sehr auf die Wünsche und Interessen der Geflügelindustrie abgestimmt. Kriterien wie Verhaltens-

auffälligkeiten, histologische Untersuchungen oder die Untersuchung des Stoffwechsels der Tiere oder der Stoffwechselprodukte fehlen.

- Die Komplexität des gesamten Lebensmittels oder des Futtermittels wird nicht ausreichend berücksichtigt. Methoden, wie sie von Malatesta 2002 durchgeführt worden sind, sollten häufiger angewendet werden.

Die Bewertung der Autoren in den untersuchten Studien ist in den meisten Fällen sehr vorsichtig formuliert. Sie schlussfolgern, dass der Nährwert der transgenen Maislinie im Vergleich zur isogenen Maislinie gleich ist und keine nachteiligen Effekte auf die Tiergesundheit erkannt werden. Diese Aussagen sind zutreffend. Die Testtiere zeigten im Vergleich zu den Kontrolltieren keine Wachstumsdepression. Auch die Tierprodukte hatten keine veränderte ernährungsphysiologische Eigenschaft. Doch die untersuchten Kriterien sind zu einseitig und das Studiendesign ist nicht genügend ausgereift, um Mais mit Sicherheit als unbedenkliches Futtermittel für Hühner zu bewerten.

Nicht nur die Kriterien der Geflügelindustrie, nämlich Leistung, ernährungsphysiologische Produktqualität und Schlachtausbeute sollten berücksichtigt werden, auch nachfolgende Kriterien sollten Teil einer Sicherheitsuntersuchung sein:

- Histologische Untersuchung der Tiere
- Blutuntersuchungen
- Verhaltensmerkmale (Aggressivität, Depressivität, Hyperaktivität,...)
- Stoffwechseluntersuchungen der transgenen Pflanze (Proteine und deren Metaboliten)
- Stoffwechseluntersuchungen der Testtiere (Proteine und deren Metaboliten)

Teilweise existieren diese Methoden, werden allerdings nicht in ausreichendem Maße durchgeführt. Zum Teil existieren diese Methoden noch nicht und müssen entwickelt und etabliert werden

Die Untersuchung gentechnischer Erzeugnisse anhand von Fütterungsversuchen stellt derzeit eine häufig genutzte Methode dar, um mögliche Effekte der gentechnischen Veränderung zu analysieren. Diese Untersuchungsmethode ist ein Teil der Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Erzeugnisse und liegt auch bei Anträgen auf Zulassung bei. Eine Alternative zu dieser Untersuchungsmethode wurde während der Recherche nicht gefunden. Daher sollte diese Methode weiter überdacht und verbessert werden, um die Sicherheit gentechnischer Erzeugnisse zu gewährleisten.

Die Studien, die in dieser Arbeit analysiert worden sind, stellen kein ausreichend geeignetes Instrument zur Analyse möglicher nachteiliger Effekte der gentechnischen Veränderung dar. Nachteilige Effekte von Bt- Mais auf Hühner können anhand dieser Untersuchungen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Vor allem ist die Tendenz zur höheren Mortalitätsrate alarmierend.

Die älteste Studie von J. Brake und D. Vlachos aus dem Jahr 1998 wurde von Pusztai, 2001<sup>77</sup> und Pryme, Lembcke<sup>78</sup> 2003 kritisiert. Die Ergebnisse der Studien seien eher für „kommerzielle Belange“ relevant. Hauptkritikpunkt ist, dass keine histologischen Untersuchungen durchgeführt wurden.

Mit dem Vorschlag der Europäischen Lebensmittelbehörde wird ein erster Schritt zur Optimierung der Untersuchungen gemacht.

---

<sup>77</sup> Pusztai, 2001: Genetically Modified Foods: Are they a Risk to Human/ Animal Health?"

<sup>78</sup> Pryme, 2003: "In vivo studies on possible health consequences of genetically modified food and feed"

## 9 Zusammenfassung

Ziel der Diplomarbeit war es, anhand von ausgewählten Fütterungsstudien die Untersuchungsmethoden, die in den Fütterungsstudien mit gentechnisch veränderten Bt-Maislinien verwendet werden, zu analysieren. Diese Ergebnisse wurden mit dem vorgelegten Entwurf zur Antragsstellung eines gentechnisch veränderten Erzeugnisses verglichen.

Mais stellt einen wichtigen Rohstoff und ein wichtiges Verarbeitungsprodukt in der Lebensmittelindustrie und in der Futtermittelindustrie dar. Mais kommt sowohl in stark verarbeiteten Lebensmitteln, wie auch sekundär in Produkten vor, die mit gentechnisch veränderten Erzeugnissen hergestellt werden. Daher ist die Sicherheitsuntersuchung dieser Erzeugnisse für den Verbraucher interessant.

Zur Zeit sieht die Rechtslage in der EU vor, dass eine Vielzahl an Untersuchungen durchgeführt werden müssen, bevor ein gentechnisch verändertes Erzeugnis in der EU zugelassen werden kann. Drei insektenresistente Maislinien sind zurzeit in der EU zugelassen. Zwei Linien dürfen angebaut werden, drei Linien dürfen importiert und als Lebensmittel (Öl, Maltodextrin) verarbeitet werden und eine Linie ist als Lebensmittel (Zuckermais) zugelassen.

Ein Schwerpunkt bei der Untersuchung der relativen Toxizität ist die Durchführung von Fütterungsstudien. Die Zahl an Fütterungsstudien nahm in den letzten sechs Jahren zu. Bt-Mais wird dabei bevorzugt an Hühner verfüttert.

17 Fütterungsstudien, mit den Untersuchungskriterien Bt- Mais und Huhn, wurden genauer untersucht. Die Ergebnisse der einzelnen Studien wurden in einer Kriterientabelle geordnet und analysiert. Die folgenden Erkenntnisse und Schlussfolgerungen wurden erarbeitet:

- Ein Teil der toxikologischen Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Bt-Maislinien ist der Vergleich des transgenen Erzeugnisses mit dem konventionellen Partner innerhalb einer Fütterungsstudie.
- Die Fütterungsstudien sind so angelegt, dass der Nährwert der zu untersuchenden Maislinien verglichen werden kann: Demnach handelt es sich eher um Futtermittelwertungsstudien.
- Das Studiendesign der Fütterungsstudien kann nur gravierende unerwartete Effekte anzeigen.
- Die Komplexität des gesamten Lebensmittels oder des Futtermittels wird in den Fütterungsstudien nicht ausreichend berücksichtigt.

- Fütterungsstudien, in der Form wie sie bisher durchgeführt wurden, stellen kein befriedigendes Instrument der Sicherheitsuntersuchung gentechnisch veränderter Erzeugnisse dar.<sup>79</sup>

Die Ausgangsthese, dass gentechnisch veränderter Bt- Mais als Futtermittel für Hühner unbedenklich ist, kann nicht eindeutig verifiziert werden. Nach den Studienergebnissen und Schlussfolgerungen der Autoren in den analysierten Fütterungsstudien ist Bt- Mais als Futtermittel für Hühner unbedenklich. Da die analysierten Studien jedoch kein geeignetes Instrument darstellen, um nachteilige Effekte der gentechnischen Veränderung auszuschließen, kann diese Schlussfolgerung der Autoren der 17 Studien nur anhand dieser Studienergebnisse nicht geteilt werden.

Aufgrund der analysierten Tendenzen der höheren Mortalitätsrate (Kapitel 7.6.1) sollten die Fütterungsstudien im Sinne des Vorsorgeprinzips, mit verbessertem Studiendesign und zusätzlichen Methoden wiederholt werden, um toxikologische Effekte der gentechnischen Veränderung auf Hühner ausschließen zu können.

---

<sup>79</sup> Melchett; 2004: “When it comes to food, it’s better to contact your supermarket than your MP“

## 10 Literatur

### 10.1 Ausgewertete Fütterungsstudien

Reihenfolge entspricht der Nummerierung, die in der Diplomarbeit verwendet wurde.

Publikationen:

1. M.L. TAYLOR, Y. HYUN, G.F. HARTNELL, S.G. RIORDAN, M.A. NEMETH, K. KARUNANANDAA, B. GEORGE; J.D. ASTWOOD: „Comparison of Broiler Performance When Fed Diets Containing Grain from YieldGard Rootworm (MON863), YieldGard Plus (MON810\*MON863), Nontransgenic Control, or Commercial Reference corn Hybrids“; *poultry Science* (82) 2003:1948-1956

2. M.A. TONY, A. BUTSCHKE, H. BROLL, L. GROHMANN, J. ZAGON, I. HALLE, S. DÄNICKE, M. SCHAUZU, H.M. HAFEZ, G. FLACHOWSKY: “Safety Assessment of Bt 176 maize in broiler Nutrition: Degradation of maize- DNA and its metabolic fate”; *Arch. Anim. Nutr.*, 57(4) 2003: 235-252

3. M.L. TAYLOR, G.F. HARTNELL, S.G. RIORDAN, M.A. NEMETH, K. KARUNANANDAA, B. GEORGE, J.D. ASTWOOD: “Comparison of broiler performance when fed diets containing grain from YieldGard (MON810), YielGard\*Roundup Ready (GA21), nontransgenic control, or commercial corn.”; *Poultry Science* (82) 2003:823-830

4. J. BRAKE, M.A. FAUST, J. STEIN: “Evaluation of transgenic event Bt11 hybrid corn in broiler chickens”; *Poultry Science* (82) 2003: 551-559

5. M.L. TAYLOR, G.F. HARTNELL, S.G. RIORDAN, M.A. NEMETH, K. KARUNANANDAA, B. GEORGE, J.D. ASTWOOD: “Comparison of broiler performance when fed diets containing grain from roundup ready (NK603), Yielgard\*RoundupReady (MON810\*NK603), nontransgenic control.; or commercial corn”; *Poultry Science* (82) 2003: 443-453

6. M. TONY, H. BROLL, J. ZAGON, I. HALLE, F. FAROUK, B. EDRIS, S. AWADALLA; K. BÖGL, M. SCHAUZU, G. FLACHOWSKY: “Detection and impact of Bt 176 maize on broiler health and performance”; *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* (11) 2002: 197

7. K. AULRICH, H. BÖHME, R. DAINICKE; I. HALLE; G. FLACHOWSKY: “Genetically modified feeds in animal nutrition 1st communication: *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn in Poultry, pig and ruminant nutrition”; *Arch. Anim. Nutr.* (54) 2001: 183-195

8. S. LEESON: "The effect of corn hybrid CBH351 on the growth of male broiler chickens"; [www.epa.gov/oppbppd1/biopesticides/pips/old/cry9c/der-44734306a.htm](http://www.epa.gov/oppbppd1/biopesticides/pips/old/cry9c/der-44734306a.htm), download: 14.04.2004

9. J. BRAKE, D. VLACHOS: "Evaluation of transgenic event 176 "Bt" corn in broiler chickens"; *Poultry Science* 77(5) 1998: 648-653

Abstracts:

10. M.L. TAYLOR, B. GEORGE, Y. HYUN, S.G. RIORDAN; M.A. NEMETH; K. KARUNANDAA; G.F. HARTNELL: "Comparison of broiler performance when fed diets containing insect-protected YieldGardPlus (MON810\*MON863), non-transgenic control, or commercial corn"; *Poultry Science* 82 (1) 2003: 65

11. K. AESCHBACHER, L. MEILE, R. MESSIKOMMER, C. WENK.: "Influence of genetically modified maize on performance and product quality of chickens"; *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* (11) 2002: 196

12. M.L. TAYLOR, G.F. HARTNELL, J.D. ASTWOOD, M.A. NEMETH, B. GEORGE: "Comparison of Broiler Performance When Fed Diets Containing MON863 (Corn Rootworm Protection), Non-Transgenic Control, or Commercial Corn"; *Poultry Science* 81(1) 2002: 95

13. M.L. TAYLOR, G.F. HARNELL, J.D. ASTWOOD, M.A. NEMETH, B. GEORGE: "Comparison of Broiler Performance When fed Diets Containing YieldGard (MON810)\*Roundup Ready (NK603), Non-Transgenic Control. Or Commercial Corn"; *Poultry Science* 81(1) 2002: 95

14. G. PIVA, M. MORLACCHINI, A. PIETRI, F. ROSSE, A. PRANDINI: "Growth performance of broilers fed insect-protected (MON810) or near isogenic control corn"; *Poultry Science* 80 (1) 2001: 320

15. M.L. TAYLOR, G.F. HARTNELL; M.A. NEMETH, B. GEORGE; J.D. ASTWOOD: "Comparison of broiler performance when fed diets containing YieldGard corn and Roundup Ready corn, parental lines, or commercial corn"; *Poultry Science* 80 (1) 2001: 319

16. A.M. GAINES, G.L. ALLEE, B.W. RATLIFF: "Nutritional evaluation of Br (MON810) and Roundup Ready corn compared with commercial hybrids in broilers"; *Poultry Science* 80 (1) 2001: 51

17. A. MIRELES, S. KIM, R. THOPSON, B. AMUNDSEN: "GMO (Bt) Corn is Similar in Composition and Nutrient Availability to Broilers as Non GMO Corn"; *Poultry Science* 79(1) 2000: 65-66

### 10.1.1 Publikationen und Bücher

BAUMANN, W., "Ökologische Hühnerhaltung", Bioland, Mainz, 2001

BIESALSKI H.K. et al., "Ernährungsmedizin", Thieme, Stuttgart, 1995

CHAMBERS C., DUGGAN J., HERITAGE C., FORBES: "The fate of antibiotic resistance marker genes in transgenic plant feed material fed to chicken, In *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 49, S. 161- 164, 2002

de MAAGD R., BOSCH D., STIEKEMA W.: "Bacillus thuringiensis toxin- mediated insect resistance in plants"; In: *trends in plant science*, 1999 Vol.4 No1, S. 9- 13

FARRAN M.T., KHALIL R.F., UWAYJAN M.G., ASHKARIAN V.M.: "Performance and carcass Quality of Commercial Broiler Strains", In: *Applied Poultry Science* 9, S. 252- 257, 2000

FLACHOWSKY G., AULRICH K.: "Einsatz gentechnisch veränderter Futtermittel in der Tierernährung", In GASSEN H.G., HAMMES W.P.: *Handbuch Gentechnologie und Lebensmittel*, 4. Auflage, Behr's Verlag, 2000

FLACHOWSKY G. und AULRICH K.: "Zum Einsatz gentechnisch veränderter Organismen (GVO) in der Tierernährung", In: *Tierernährung* 29, 2001, S.45- 79

GASSEN H.G., MINOL K.: *Gentechnik*, 4. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart, 1996

GENIUS BIOTECHNOLOGIE GmbH: "Kompendium Gentechnologie und Lebensmittel; Band 2: Zahlen, Fakten, Beispiele", Direkt Druck&Verlagsservice GmbH, Darmstadt, 5. Auflage, 2003

GLARE, T.R., O' CALLAGHAN, M., "Bacillus thuringiensis", *Biology, Ecology and Safety*, WILEY, Wien, 2000

GRIMM F., aus GYLSTORFF I.: "Vogelkrankheiten", 2. Auflage, UTB, Stuttgart, 1998

JAFFE, G.: "Regulating transgenic crops: a comparative analysis of different regulatory processes"; In: *Transgenic Research*, 2004, 13, S. 5- 19

JAFFE, G.: "Regulating transgenic crops: a comparative analysis of different regulatory processes"; In: *Transgenic Research*, 2004, 13, S. 5- 19

JAMES C., "Global Status of Commercialized Transgenic Crops", ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri- Biotech Applications), Nr. 30-2003, 2003

JANY K.-D., KIENER C.: "Gentechnik und Lebensmittel", In: SCHAUDER, OLLENSCHLÄGER: "Ernährungsmedizin", Urban&Fischer, München, 2. Auflage, 2003, S. 644- 659

JANY, K.-D.: "Gentechnisch veränderte Lebens- und Futtermittel", In: *Ernährungs-Umschau* 51, Heft 5, 2004, S. 190- 191

KEMPKEN, F. und KEMPKEN R., "Gentechnik bei Pflanzen", Springer, Berlin, 2000

KNIPPERS, R., "Molekulare Genetik", Thieme, Heidelberg, 7. Auflage, 1997

KOZIEL M.G., BELAND G.L., BOWMAN C., CAROZZI M.B., CRENSHAW R., CROSSLAND E., DAWSON, DESAI, HILL, KADWELL, LAUNIS, LEWIS, MADDOX, Mc PHERSON K., MEGHAJI M.R., MERLIN E., RHODES R., WARREN G.W.; WRIGHT M., EVOLA S.V.: "Field Performance of Elite Transgenic Maize Plants Expressing an Insecticidal Protein Derives from *Bacillus thuringiensis*", In: *BIO/TECHNOLOGY* VOL.11, 1992, S. 194- 200

KUIPER H.A., KLETER G.A., NOTEBORN H.P., KOK E.J.: "Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods" In *The Plant Journal*

LÖBBERT R., HANRIEDER D., BERGES U., BECK J., "Lebensmittel, Waren, Qualität, Trends", Europalehrmittel, Nourney, 2000

LÖFFLER G., PETRIDES P.E.: "Biochemie und Pathobiochemie", Springer, Berlin, 7. Auflage, S. 686

MALATESTA M., CAPORALONI C., GAVAUDAN S., ROCCHI M.B.L.; SERAFINI S., TIBERI C., GAZZANELLI G.: "Ultrastructural Morphometrical and Immunocytochemical Analyses of Hepatocyte Nuclei from Mice Fed on Genetically Modified Soybean", In: *Cell Structure and Function* 27: 173- 180, 2002

MELCHETT P.: When it comes to food, it's better to contact your supermarket than your MP, In *The Independent*, 05.04.2004

MENRAD K., GAISSER, HÜSING, MENRAD M., "Gentechnik in der Landwirtschaft, Pflanzenzucht und Lebensmittelproduktion, Stand und Perspektiven", *Physica*, Heidelberg, 2004

MILLSTONE E.: "Beyond substantial equivalence", In: *Nature* Vol.401, 1999, S. 524-526

MYHR, A.I., "Precaution, Context and Sustainability, Department of Microbiology and Virology", Norwegen, 2002

OECD (1993): "Safety considerations for Biotechnology"

OECD (1993): "Safety Evaluation of Foods Derives by Modern Biotechnology: Concepts and Principles"

OECD, "Consensus Document on the Biology of *Zea Mays* subsp. *Mays* (Maize)", ENV/JM/MONO (2003) 11, JT00147699, 2003

OECD: "Consensus Document on Compositional Considerations For New Varieties Of Maize: Key Food and Feed Nutrients, Anti-Nutrients and Secondary Plant Metabolites", ENV/JM/MONO(2002)25, JT00130429, 2002

PANDEY A., MANN M.: Proteomics to study genes and genomes, In *Nature* Vo.405, 2000, S.837- 845

PEAK T.D., WALSH T.J., BENTON C.E., BRAKE J., "Effects of Two Planes of Nutrition on Performance and Uniformity of Four Strains of Broiler Chicks", In: *Applied Poultry Science* 9, S. 185- 194

PEFEROEN M.: "Progress and prospects for field use of Bt- genes in crops", *TIBECH* Vol. 15, 1997, S. 173- 178

PRYME J., LEMBCKE R.: "In vivo studies on possible health consequence of genetically modified food and feed" In: *Nutrition and Health*, 2003, Vol.17, S1- 8

REXROTH, A.: "Neue Regelungen zu gentechnisch veränderten Lebensmittel", In: *ernährung im fokus* 4, 2004, S. 33- 38

Richtlinie 2001/ 18/ EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/ 220/ EWG des Rates

SCHLÜTER K., in GASSEN H.G. und HAMMES W.P.: "Gentechnologie und Lebensmittel", Behr's, Hamburg, 2000, S.12- 21

SCHULER T.H., POPPY G.M., KERRY B.R., DENHOLM I., "Insect- resistant transgenic plants", In: TIBTECH Vol.16, 1998, S. 168- 175

SOUCI, FACHMANN, KRAUT: "Die Zusammensetzung der Lebensmittel", Scientific Publishers, Stuttgart, 6. Auflage, 2000

SPÖK A., HOFER H., VALENTA R., KIENZL-PLOCHBERGER K., LEHNER P., STIRN S., GAUGITSCH H.: "Toxikologie und Allergologie von GVO- Produkten- Teil 2A", Umweltbundesamt, Wien, 2003

SPÖK A., HOFER H., VALENTA R., KIENZL-PLOCHBERGER K., LEHNER P., STIRN S., GAUGITSCH H.: "Toxikologie und Allergologie von GVO- Produkten- Teil 2B", Umweltbundesamt, Wien, 2003

STOLP K.D., in HEISS R.: "Lebensmitteltechnologie", Springer, Berlin, 6.Auflage, 2004, S.172

Verordnung (EG) Nr. 178/ 2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur "Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit", erschienen im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 31/1

Verordnung (EG) Nr. 1829/ 2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über "genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel", erschienen im Amtsblatt der Europäischen Union L 268/1

UMWELTBUNDESAMT 2003: „Alternativen zu gentechnisch veränderten Pflanzen“, UBA-Text: 68/ 03, Berlin

### 10.1.2 Internet

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY: DRAFT GUIDANCE DOCUMENT FOR THE RISK ASSESSMENT OF GENETICALLY MODIFIED PLANTS AND DERIVES FOOD AND FEED, 2002, download am 14.4.2004:

[www.efsa.eu.int/cf/consultation.cfm](http://www.efsa.eu.int/cf/consultation.cfm)

KESTIN, et al. An analysis of the Chicken Study, 2000 download am 16.7.2004:

[www.foe.co.uk/campaigns/food\\_and\\_biotechnology/information/gm\\_food/](http://www.foe.co.uk/campaigns/food_and_biotechnology/information/gm_food/)

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER Nordrhein- Westfalen, Verfahrenstechnik in der Broilermast, als Download abgerufen am 27.7.2004 unter:

[www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/gefluegelhaltung /broilermast.htm](http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/gefluegelhaltung /broilermast.htm)

PUSZTAI A.: Genetically modified foods: Are the risk to human/ animal health?, download am 26.06.2004:

[www.actionbiosviene.org/biotech/pusztai.html](http://www.actionbiosviene.org/biotech/pusztai.html)

SUDHOP R., Vom Ei zum Brathähnchen, download am 27.7.2004:

[www.biothemen.de/q-druck/broiler.html](http://www.biothemen.de/q-druck/broiler.html)

TRANSGEN: download vom 05.10.2004:

<http://www.transgen.de/?link=/Anwendung/Pflanzen/Mais/weltMais.html>

## **11 Danksagung**

An erster Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Lücke für die unkomplizierte und sehr gute Betreuung der Diplomarbeit und die interessanten Vorlesungen während der Ausbildung bedanken.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Frau Ruth Brauner, die mir dieses interessante Thema und einen Arbeitsplatz am Öko-Institut in Freiburg zur Verfügung stellte. Sie unterstütze mich während dieser Zeit stets kompetent und unermüdlich..

Einen großen Dank möchte ich den Mitarbeitern des Arbeitsbereiches Biodiversität, Ernährung und Landwirtschaft des Öko- Instituts Freiburg aussprechen, für die herzliche Aufnahme und die ausgezeichnete Arbeitsatmosphäre.

Vor allem danke ich Frau Katja Moch für zahlreiche wertvolle Anregungen und Literaturtipps und Herrn Holger Christ für die unschätzbare Hilfe bei der Textverarbeitung.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern, Jan und meinen Geschwistern, für ihre immerwährende Unterstützung.

## 12 Anhang

### 12.1 Anträge, die innerhalb der EU für insektenresistente Mais-sorten gestellt wurden

Quelle: <http://www.transgen.de/>, letzte Aktualisierung: 27.09.2004

Zeichenerklärung:

A-abgelehnt

Z-zugelassen

R-Antrag zurückgezogen

Bt11   Mais, Insekten- und Herbizidresistenz	
Antrag (1)	<div style="background-color: #f0f0f0; padding: 2px;"> <span style="color: red; font-weight: bold;">A</span> </div> Verwendung: <b>Anbau</b> und Verarbeitung zu Futtermitteln und industriellen Produkten Antragsteller: Syngenta Seeds eingereicht in Frankreich
Antrag (2)	<div style="background-color: #f0f0f0; padding: 2px;"> <span style="color: green; font-weight: bold;">Z</span> </div> Verwendung: <b>Einfuhr</b> der gv-Pflanze und Verarbeitung zu Lebensmitteln Antragsteller: Novartis (heute: Syngenta)
Entscheidung	Der Import von Bt 11-Mais in die EU wurde 1998 genehmigt.
Antrag (3)	<div style="background-color: #f0f0f0; padding: 2px;"> <span style="color: green; font-weight: bold;">Z</span> </div> Verwendung: <b>Lebensmittel</b> (Zuckermais, Maiskolben) Antragsteller: Syngenta eingereicht in den Niederlanden
Entscheidung	Zulassung durch die Kommission am 19.05.04 <input type="checkbox"/> Vorschlag für eine Entscheidung des Rates <input type="checkbox"/>
Antrag (4)	<div style="background-color: #f0f0f0; padding: 2px;"> <span style="color: green; font-weight: bold;">Z</span> </div> Verwendung: verarbeitete <b>Lebensmittel</b> (Öl, Mehl, Stärkeprodukte) Antragsteller: Novartis (heute: Syngenta)
MON 863; MON 863 x MON 810   Mais, Insektenresistenz	
Antrag (1)	<div style="background-color: #f0f0f0; padding: 2px;"> <span style="color: red; font-weight: bold;">A</span> </div> Verwendung: <b>Einfuhr</b> und Verarbeitung Antragsteller: Monsanto

Antragsteller: Monsanto
eingereicht in Deutschland

**GA21 x MON 810 | Mais, Insekten- und Herbizidresistenz**

Antrag (1)	R	Verwendung: <b>Einfuhr</b> und Verarbeitung
		Antragsteller: Monsanto
		eingereicht in Spanien

Antrag (2)	A	Verwendung: <b>Lebensmittel</b>
		Antragsteller: Monsanto
		eingereicht in den Niederlanden

**1507 | Mais, Insekten- und Herbizidresistenz**

Antrag (1)	A	Verwendung: <b>Anbau</b> in der EU und Verarbeitung zu Lebens- und Futtermitteln sowie industriellen Produkten (Stärke und Ethylalkohol)
		Antragsteller: Pioneer Hi-Bred, Mycogen Seeds, Dow Agro Sciences
		eingereicht in Spanien

Antrag (2)	A	Verwendung: <b>Einfuhr</b> und Verarbeitung (s.o.)
		Antragsteller: Pioneer Hi-Bred, Mycogen Seeds, Dow Agro Sciences
		eingereicht in den Niederlanden

**NK 603 x MON 810 | Mais, Insekten- und Herbizidresistenz**

Antrag (1)	A	Verwendung: <b>Anbau</b> in der EU; Verarbeitung
		Antragsteller: Monsanto
		eingereicht in Spanien

Antrag (2)	A	Verwendung: <b>Einfuhr</b> und Verarbeitung zu Futtermitteln und industriellen Produkten
		Antragsteller: Monsanto
		eingereicht in England

**MON 810 | Mais, Insektenresistenz**

--	--	--

Antrag (1)	<input checked="" type="checkbox"/>	Verwendung: <b>Anbau</b> in der EU; Import und Verarbeitung
		Antragsteller: Monsanto
Entscheidung		Der Anbau und Import von MON810-Mais in die EU wurde 1998 genehmigt. Entscheidung der Kommission <input type="checkbox"/>

Antrag (2)	<input checked="" type="checkbox"/>	Verwendung: verarbeitete <b>Lebensmittel</b>
		Antragsteller: Monsanto
		eingereicht in England

### Bt 176 | Mais, Insektenresistenz

Antrag (1)	<input checked="" type="checkbox"/>	Verwendung: <b>Anbau</b> in der EU; <b>Import</b> und Verarbeitung
		Antragsteller: Novartis (heute: Syngenta Seeds)
Entscheidung		Der Anbau und Import von Bt176-Mais in die EU wurde 1997 genehmigt. Entscheidung der Kommission <input type="checkbox"/>

Antrag (2)	<input checked="" type="checkbox"/>	Verwendung: verarbeitete <b>Lebensmittel</b>
		Antragsteller: Novartis (heute: Syngenta Seeds)
		Die Zulassung von 1996 schloss auch Lebensmittel und andere Produkte aus Bt176-Mais mit ein.
		Spätestens sechs Monate nach Inkrafttreten der neuen EU-Verordnung für GVO-Lebensmittel müssen alle für eine Sicherheitsbewertung erforderlichen Unterlagen vorgelegt werden.
		Neun Jahre nach der Erstzulassung (spätestens 2005) muss erneut ein Zulassungsantrag gestellt werden.

## 12.2 Studiendesign nach Transformationsereignis

Vergleich des Studiendesigns der Fütterungsstudien nach Transformationsereignis

### 12.2.1 Vergleich der Fütterungsstudien von Bt176

<b>Bt176</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
Zuchtlinie	Lohmann	Lohmann	Lohmann	Acbor	-
Anzahl Versuchstiere	26 (m)	26 (m)	6 (m)	320 (m/ w)	94 (m)
Maislinie	NX6262×Bt 176	Bt 176 Novartis	Cesar Line CG 00256-176	Bt 176 Hybridnr. 5506 BTX Novartis	Bt176
Anbauggebiet	BRD	kA	BRD	USA	kA
Jahr	2000	kA	1997	1994	kA
Mais (%) in der Diät	73,58	73,58	50	60/65	60
Zusätzliche Gabe	Sojaöl, Weizen-gluten, Fischmehl	Sojaöl, Weizen-gluten, Fischmehl	Weizen-gluten, Sojamehl, Sojaöl	Sojamehl, Hühnerfett,	kA
Statistik	Student Newman test	Student Newman test	Duncan	GLM	kA

Zeichenerklärung: m =männlich, w =weiblich, GLM= General Linear Model

### 12.2.2 Vergleich der Fütterungsstudien von MON810

<b>MON810</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
Zuchtlinie	CobbxCobb	Ross	CobbxCobb	k.A.
Anzahl der Tiere	100 (m/ w)	72 (m)	100 (m/ w)	60 (m)
Anbauggebiet	USA	k.A.	k.A.	k.A.
Jahr	1999	k.A.	k.A.	k.A.
Mais (%) in der Diät	55/ 60	50	50/ 60	k.A.
Zusätzliche Gabe	Sojamehl, Sojaöl	k.A.	k.A.	k.A.
Statistik	ANOVA, Fisher, linerar mixed model	k.A.	Linear mixed model	k.A.

Zeichenerklärung: m =männlich, w =weiblich, k.A.= keine Angabe

### 12.2.3 Vergleich der Fütterungsstudien MON810\*NK603

Versuchsnummer	1	13
Zuchtlinie	Ross*Ross508	Ross*Ross508
Anzahl der Tiere	100 (m/ w)	100 (m/ w)
Anbaugebiet	USA	kA
Jahr	2000	kA
Mais (%) in der Diät	55/ 60	55/ 60
Zusätzliche Gabe	Sojamehl, Sojaöl	KA
Statistik	ANOVA, Linear mixed model	ANOVA
E: Mais	kA	kA
E: Leistung	KG: 2,39/ 2,33 (kg) FA: 3,99/ 3,89 kg/ Vogel FV: 1,60	NS
E: Schlachtkörper	NS	NS
E: Produktqualität	NS	NS
E: DNA	-	-

Zeichenerklärung: m= männliche, w= weiblich, KG= Körpergewicht, FA= Futteraufnahme, FV= Futterverwertung, E= Ergebnis

### 12.2.4 Vergleich der Fütterungsstudien MON810\*MON863

Studiennummer	1	10
Zuchtlinie	Ross*Ross508	Ross*Ross508
Anzahl der Tiere	100 (m/ w)	100 (m/ w)
Anbaugebiet	USA	kA
Jahr	2000	kA
Mais (%) in der Diät	55/60	55/60
Zusätzliche Gabe	Sojamehl, Sojaöl	-
Statistik	ANOVA, Linear mixed model	ANOVA
E: Mais	kA	kA
E: Leistung	KG: 2,25/ 2,21 (kg/ Vogel) FA: 3,75/ 3,64 (kg/ Vogel) FV: 1,67/ 1,62	NS
E: Schlachtkörper	NS	NS
E: Produktqualität	NS	NS
E: DNA	kA	kA

Zeichenerklärung: m= männliche, w= weiblich, KG= Körpergewicht, FA= Futteraufnahme, FV= Futterverwertung, E= Ergebnis

### 12.2.5 Vergleich der Fütterungsstudien MON863

Studiennummer	1	12
Zuchtlinie	Ross*Ross508	Ross*Ross508
Anzahl der Tiere	100 (m/ w)	100 (m/ w)
Anbaugebiet	USA	kA
Jahr	2000	kA
Mais (%) in der Diät	55/60	55/60
Zusätzliche Gabe	Sojamehl, Sojaöl	-
Statistik	ANOVA, Linear mixed model	ANOVA
E: Mais	KA	KA
E: Leistung	KG: 2,25/ 2,21 (kg/ Tier) FA: 3,75/ 3,64 (kg/ Tier) FV: 1,66	NS
E: Schlachtkörper	NS	Fettgehalt bei weiblichen Tieren signifikant schwerer, dieser Unterschied tritt nicht bei den männlichen Tieren auf.
E: Produktqualität	NS	NS
E: DNA	kA	kA

Zeichenerklärung: m= männliche, w= weiblich, KG= Körpergewicht, FA= Futteraufnahme, FV= Futtermittelverwertung, E= Ergebnis

### 12.2.6 Vergleich der Fütterungsstudien MON810\*GA21

Studiennummer	3	15
Zuchtlinie	Cobb*Cobb	Cobb*Cobb
Anzahl der Tiere	100 (m/ w)	100 (m/ w)
Anbaugebiet	USA	kA
Jahr	1999	kA
Mais (%) in der Diät	55/ 60	50/ 60
Zusätzliche Gabe	KA	KA
Statistik	ANOVA, linear mixed model	Linear mixed model
E: Mais	kA	kA
E: Leistung	KG: 2,15/ 2,11 (kg/ Tier) FA: 3,8/ 3,74 (kg/ Vogel) FV: 1,77	kA
E: Schlachtkörper	Brustmuskel bei der Testgruppe signifikant schwerer,	NS
E: Produktqualität	NS	NS
E: DNA	Neg.	kA

Zeichenerklärung: m= männliche, w= weiblich, KG= Körpergewicht, FA= Futteraufnahme, FV= Futtermittelverwertung, E= Ergebnis

## 12.3 Kriterientabelle

### 12.3.1 Allgemeine Angaben der analysierten Fütterungsstudien

1.Fütterungsstudien allgemeine Angaben									
Nr.	Studie	Titel	Literatur	Quelle	Auftraggeber	Zielsetzung	Fragestellung	Ausgangshypothese	Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
1	Taylor, ML Astwood, JD	Comparison of Broiler Performance when fed diets containing grain from MON683, MON810* NK683, nontransgenic Control, or Commercial Reference Corn Hybrids	Original	Poultry Science 2003, 82 (12) S.1948-56	Monsanto Company, 800 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, Missouri 63167, USA und Colorado Quality Research	Vgl. des Nährwertgehaltes von MON 863 und MON 810*863 mit nicht gentechnisch veränderter Elternlinie und 6 kommerziellen Maissorten	Ergeben sich Effekte auf die Fleischqualität/ Gesundheit/ Leistung wachsender Broiler?	wachsende Vögel könnten pleiotrophe Effekte aufzeigen, die von der Transformation resultieren; Geflügelmast ist ein geeignetes Tiermodell, da ihre Nahrung zu einem hohen Prozentsatz aus Getreide besteht und empfindlich auf Nährwertveränderungen reagieren.	Substantielle Äquivalenz der Maislinien schon in früheren Versuchen festgestellt. Sanders 1998
2	Tony, M. Flachowsky, G	Safety assessment of Bt176 Maize in broiler nutrition: Degradation of mais DNA and its metabolic fate	Original	Arch. An. Nutr. 2003 Vol.57 S.235-252	BfR, Berlin, Deutschland	Sicherheitsbewertung von Bt176 als Geflügelfutter, Untersuchung der DNA-Degradation	Wirkt sich gentechnisch manipulierter Mais auf die Gesundheit und Leistung wachsender Vögel aus?	vorherige Studien haben gezeigt, dass sich GV Mais nicht negativ auf Geflügel auswirken. DNA kann theoretisch von Zellen aufgenommen werden und muss daher untersucht werden.	k.A.
3	Taylor, ML Astwood, JD	Comparison of Broiler Performance when fed diets containing grain from MON810, MON810* GA21, nontransgenic Control, or Commercial Corn	Original	Poultry Science 2003, 82 (5) S.823-30	Monsanto Company, 800 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, Missouri 63167, USA	Vgl. des Nährwertgehaltes zwischen MON 810 und (MON 810*GA21) und der Elternlinie	Wirkt sich gentechnisch manipulierter Mais auf die Gesundheit und Leistung wachsender Vögel aus?	wachsende Vögel könnten pleiotrophe Effekte aufzeigen, Geflügel ist ein geeignetes Tiermodell. Vorherige Studien haben gezeigt, dass sich GV Mais nicht neg. auf Geflügel auswirkt.	substantielle Äquivalenz besteht; Sanders et al.1998 und Sidhu et al. 2000

1.Fütterungsstudien allgemeine Angaben									
Nr.	Studie	Titel	Literatur	Quelle	Auftraggeber	Zielsetzung	Fragestellung	Ausgangshypothese	Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
4	Brake J. Stein J.	Evaluation of transgenic event Bt11 hybrid corn in broiler chickens.	Original	Poultry Science 2003, 82 (4) 551-9	Department of Poultry Science, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina State, USA, Syngenta Seeds	Vgl. des Nährwertgehaltes von N7070Bt (=Bt11), N7070Bt Hy., N7070 und NC2000	Ergeben sich Effekte auf die Fleischqualität/ Gesundheit/ Leistung wachsender Broiler, die auf die gentechnische Veränderung zurückzuführen ist?	wachsende Vögel könnten pleiotrophe Effekte aufzeigen, die von der Transformation resultieren; Geflügel ist ein geeignetes Tiermodell, da ihre Nahrung zu einem hohen Prozentsatz aus Getreide besteht.	k.A.
5	Taylor, ML Astwood, JD	Comparison of broiler performance when fed diets containing grain from NK 603, MON810* NK603, nontransgenic control, or commercial corn	Original	Poultry Science 82(3) S.443-53	Monsanto Company, 800 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, Missouri 63167, USA and Colorado Quality Research	Vgl. des Nährwertgehaltes zwischen NK603(RR), MON810*NK603 und der isogenen Linie, zusätzlich konventioneller Mais. Sicherheitsbewertung	Ergeben sich Effekte auf die Fleischqualität/ Gesundheit/ Leistung wachsender Broiler	Schnell wachsende Broiler sind geeignet, um die gesundheitliche Unbedenklichkeit des genetisch veränderten Maises (da Hauptbestandteil der Ernährung) und eventuelle pleiotrophe Effekte an zu zeigen.	Substantielle Äquivalenz (Sidhu et al., 2000) der Maislinien schon in früheren Versuchen festgestellt.
6	Tony, M. Flachowsky, G	Detection and impact of Bt176 maize on broiler health and performance	Original	Proc. Soc Nutr. Phys. 2002/ 11	BgVV, Berlin, Deutschland	Bt176 im Vgl. zur konventionellen Maislinie	Ergeben sich Effekte auf die Gesundheit und Leistung wachsender Broiler	Genetisch veränderter Mais hat keine negative Auswirkung auf die Entwicklung der Tiere.	k.A.
7	Aulrich, K. Flachowsky, G	genetically modified feeds in animal nutrition 1st communication: Bt corn in poultry, pig and ruminant nutrition	Original	Arch. An. Nutr. 2001 Vol.54 S.183-95	FAL und Institut für Tierernährung, Braunschweig Deutschland	Untersuchung auf substantielle Äquivalenz von Cesar (Zea Mays Line CG 00256-176) und der konventionellen Linie	Ergeben sich Effekte auf die Gesundheit, Leistung und Fleischqualität wachsender Broiler	Genetisch veränderter Mais hat keine negative Auswirkung auf die Entwicklung der Tiere	Substantielle Äquivalenz wurde bereits in früheren Versuchen festgestellt.
8	Leeson, S.	The effect of corn hybrid CBH351 on	Original	ernet: vw.epa.g	Agro Evo, Wilmington,	Vgl. zwischen CBH 351 (Cry9C und	Ergeben sich Effekte auf die Gesundheit, Leistung	kA	k.A.

1.Fütterungsstudien allgemeine Angaben									
Nr.	Studie	Titel	Literatur	Quelle	Auftraggeber	Zielsetzung	Fragestellung	Ausgangshypothese	Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
		the growth of male broiler chickens.		/oppbpd iopestizi pips/old/ 9c/der- 7343 a.htm gerufen 04.04	USA, Department of Animal and poultry Science, Ontario, USA	Glufosinateresistent) und kommerziellen, kommerzieller Mais	und Fleischqualität wachsender, männlicher Broilern?		
9	Brake, J. Vlachos, D.	Evaluation of transgenic event 176Bt corn in broiler chickens.	Original	Poultry Science 1998, 77 (5) S.648-53	Department Poultry Science, North Carolina, USA und Novartis Seeds Biotechnology Research Unit	Vgl. zwischen Bt 176 und isogener Maislinie	Treten unerwartete Effekte bei wachsenden Broilern auf, die auf die gentechnische Veränderung zurückzuführen sind?	Genetisch veränderter Mais hat keine negative Auswirkung auf die Entwicklung der Tiere.	k.A.
10	Taylor, ML Hartnell, GF.	Comparison of broiler performance when fed diets containing insect- protected MON810* NK863, nontransgenic control, or commercial corn	Abstract	Poultry Science 2003, 82(1) S.65	Monsanto Company, 800 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, Missouri 63167, USA und Colorado Quality Research	Vgl. MON810* MON863 mit isogenem Mais	Ergeben sich Effekte auf Leistung und Fleischqualität bei wachsenden Broilern?	Die Nährwerte der GV- und isogenen Maislinie gleichen sich	k.A.
11	Aeschbacher, K. Wenk,	Influence of genetically modified maize on performance and product quality of chickens	Original	Proc. Soc Nutr. Phys. 2002/ 11 S.196	ETH, Zürich, Schweiz	1)Vgl. Bt176 mit der isogenen Maislinie 2)Untersuchung der Interaktion zwischen den Nukleotiden und dem Verdauungstrakt 3)Verbleib der DNA	Ergeben sich Effekte auf Leistung, Fleischqualität bei wachsenden Broilern?	Der Nährwert der GV- und isogenen Maislinie gleichen sich. Trotz minimaler Unterschiede wurde Substantielle Äquivalenz festgestellt.	k.A.

1.Fütterungsstudien allgemeine Angaben									
Nr.	Studie	Titel	Literatur	Quelle	Auftraggeber	Zielsetzung	Fragestellung	Ausgangshypothese	Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
12	Taylor, ML. George, B.	Comparison of broiler performance when fed diets containing NK863, nontransgenic control, or commercial corn	Abstract	Poultry Science 2002, 81 (1) S.95	Monsanto Company, 800 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, Missouri 63167, USA; Colorado Quality Research, Wellington, Co	Vergleich des Nährwertgehaltes zwischen MON863, isogenem und konventionellem Mais	Ergeben sich Effekte auf Gesundheit, Leistung, Fleischqualität wachsende Broiler?	Der Nährwert beider Maislinien gleichen sich	k.A.
13	Taylor, ML George, B.	Comparison of broiler performance when fed diets containing MON810* NK603, nontransgenic control, or commercial corn	Abstract	Poultry Science 2002, 81 (1) S.95	Monsanto Company, 800 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, Missouri 63167, USA; Colorado Quality Research, Wellington, Co	Vgl. des Nährwertgehaltes zwischen MON810*NK603, isogenen und kommerziellen Maislinien	Ergeben sich Effekte auf die Leistung und Entwicklung wachsender Broiler, wenn sie mit GV Mais gefüttert werden?		k.A.
14	Piva, G. Pandini, A.	Growth performance of broilers fed MON810 or near isogenic control corn	Abstract	Poultry Science 2001, 80 (1) S.320	Instituto di Scienze, CERZOO, Piacenza, Italien	Vgl. der Nährwertzusammensetzung von MON810 u. isogenem Mais	Ergeben sich Effekte auf die Leistung wachsender Broiler?	Der Nährwert beider Linien gleichen sich	k.A.
15	Taylor, ML. George, B.	Comparison of broiler performance when fed diets containing MON810, MON810*RR, parental lines, or commercial corn.	Abstract	Poultry Science 2001, 80 (1) S.319	Monsanto Company, 800 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, Missouri 63167, USA	Vgl. der Nährwertzusammensetzung zwischen YieldGard und YG*RR, den isogenen und konventionellen Maislinien.	Ergeben sich Effekte auf die Leistung wachsender Broiler?	Der Nährwert beider Linien gleichen sich	k.A.

1.Fütterungsstudien allgemeine Angaben									
Nr.	Studie	Titel	Literatur	Quelle	Auftraggeber	Zielsetzung	Fragestellung	Ausgangshypothese	Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
16	Gaines, A.M Ratliff, BW.	Nutritional evaluation of MON810 and RR corn compared with commercial hybrids in broilers	Abstract	Poultry Science 2001, 80 (1) S.51	University of Missouri, Colombia, USA	Vgl. der Nährwertzusammensetzung zwischen MON810 und RR und den isogenen Maislinien	Ergeben sich Effekte auf Leistung von wachsenden Broilern?	Nährwerte beider Linien gleichen sich	k.A.
17	Mireles Jr. Amundsen B.	GMO (Bt) Corn is similar in composition and nutrient availability to broilers as non GMO corn.	Abstract	Poultry Science 2000, 79 (1) S.65-66	Foster Farms Feed Research	Untersuchung der Zusammensetzung und der Nährwertverfügbarkeit von Bt- Getreide.	Ist der Nährwert von gentechnisch verändertem Mais mit konventionellem Mais vergleichbar?		k.A.

## 12.3.2 Angaben zu der Bt- Maislinie und der verwendeten Referenzlinie in den analysierten Studien

2.Fütterungsstudien Futtermittel Testgruppe						Testmais			Kontrollmais			Kontrollgruppe
Nr.	Gen, Genprodukt, Gen-fragment	Gen-konstrukt	Transformationsereignis	Quelle	beabsichtigter Effekt	Test: Ort	Jahr	Fläche	Kontrolle: Ort	Jahr	Fläche	Art
1	Cry3Bb1 Cry3Bb1+ Cry1Ab	kA	MON863 und MON810* MON863	Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki strain HD.1	Insektenresistenz	Kihei, Hawaii/ Stark County, IL	2000/ 2001	kA	nontransgen:L H82*A634: Kihei, Hawaii, RX670: Stark County, IL	2000/ 2001	kA	6 konventionelle 1999/ 2001 alle in USA an 3 bzw. 2 Orten (je nach Versuchsansatz)
2	Cry1Ab	kA	GM Valmont mais hybrid NX6262-Bt176	Bacillus thuringiensis	Insektenresistenz	Deutschland	2000	kA	nontransgen Deutschland	2000	kA	Elternlinie, nicht GV, selbe Bedingungen, 2000, Deutschland
3	Cry1Ab, CP4 EPSPS, (99,3% Übereinstimmung zum Wildtyp- Protein)	kA	MON810 und MON810* GA21  (Merkmalskombination durch konventionelle Kreuzung)	Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki strain HD.1	Insekten- und Herbizidresistenz	Yuma County, CO	1999	kA	nontransgen Humbolt County, IA	1999	kA	4 kommerzielle Getreidelinien, 1999 an 2 Orten
4	Cry1Ab 800ng/g Korn	kA	Event Bt11  (=Hybrid N7070Bt) von Syngenta	Bacillus thuringiensis	Insektenresistenz	Hawaii	2001	kA	nontransgen (=Isogen, =Elternlinie) Hawaii	2001	kA	NC 2000 angebaut in North Carolina 2000, mit höherem Proteingehalt,  kommerziell NC7070 isogener Hybrid, angebaut, verarbeitet und gelagert wie der transgene Mais.
5	Cry1Ab CP4 EPSPS (47,6 kDa, 455 AS)	(1)5-enol- pyruvyl- shikimate-3-	NK603, MON810* NK 603,	1. Agrobacterium sp. strain CP4; 2.	Insekten- und Herbizidresistenz	Kaunakakai, Hawaii/ Monmouth,	?/ 2000	kA	nontransgen Kaunakakai, Hawaii/	2000/ 2000	kA	6 konventionelle Getreidesorten, angebaut 1999/

2.Fütterungsstudien Futtermittel Testgruppe						Testmais			Kontrollmais			Kontrollgruppe
Nr.	Gen, Genprodukt, Gen-fragment	Gen-konstrukt	Transformationsereignis	Quelle	beabsichtigter Effekt	Test: Ort	Jahr	Fläche	Kontrolle: Ort	Jahr	Fläche	Art
		phosphate Synthase (2)zusätz. Cry1Ab		Bt. subsp. kurstaki strain HD.1		Illinois			Monmouth, Illinois			2000 alle in USA, 3 bzw. 2 unterschiedlichen Standorten je nach Versuchsansatz
6	Cry1Ab	kA	Bt176 (Novartis)	Bacillus thuringiensis	Insektenresistenz	kA	kA	kA	nontransgen (=Konventionell)	kA	kA	kA
7	Cry1Ab	1)Cry1Ab Bacillus thuringiensis Toxin, 2)BASTA 3)Ampr.	Cesar Line CG 00256-176	Bacillus thuringiensis		FAL Experimentenstation, Brettenbüchig, Deutschland	1997	7 Hektar	Ausgangslinie FAL Experimentenstation, Brettenbüchig, Deutschland	1997	7 Hektar	k.A.
8	Cry9C	kA	CBH351	Bacillus thuringiensis subsp. tolworthi	CBH351 Insekten und Glufosinate resistent (AgroEvo)	kA	kA	kA	nontransgen	kA	kA	konventionelles Korn
9	Cry1Ab 5ppb im Getreidekorn (Fearing <i>et al.</i> , 1997) in den grünen Pflanzen-teilen und Pollen	kA	Bt176 (Novartis)	Bacillus thuringiensis	Insektenresistenz	Bloomington, IL	1994	k.A.	nontransgen Bloomington	1994	k.A.	G4665, wurde angebaut, verarbeitet und gelagert wie die transgene Maissorte
10	Cry1Ab und Cry3Bb1	kA	MON810 *MON863	Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki strain HD1	Insektenresistenz	kA	kA	kA	nontransgen (=isogen)	k.A.	k.A.	k.A.
11	k.A.	kA	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	nontransgen	k.A.	k.A.	k.A.

2.Fütterungsstudien Futtermittel Testgruppe						Testmais			Kontrollmais			Kontrollgruppe
Nr.	Gen, Genprodukt, Gen-fragment	Gen- konstrukt	Trans- formations- ereignis	Quelle	be- absichtiger Effekt	Test: Ort	Jahr	Fläche	Kontrolle: Ort	Jahr	Fläche	Art
									(=isogen)			
12	Cry3Bb1	kA	MON863	kA	Insekten- resistenz	kA	kA	kA	nontransgen	k.A.	k.A.	konventioneller Mais
13	k.A.	kA	MON810* NK603	kA	kA	kA	kA	kA	nontransgen	k.A.	k.A.	konventioneller Mais
14	Cry1Ab	kA	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	isogen	k.A	k.A.	alle Getreidesorten wurden in Italien an 3 Standorten angebaut: Lodi, Venezia, Cremona
15	(1)Cry1Ab (2)und EPSPS	kA	(1)YieldGard (2)YielGard*RR	kA	kA	kA	kA	kA	Elternlinie	kA	kA	kommerzielle nicht gentechnisch veränderte Elternlinie und kommerzielle Sorten
16	Cry1Ab	kA	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	isogen (=Elternlinie)	kA	kA	1 kommerzielle nicht gentechnisch veränderte Elternlinie und 3 kommerzielle Linien
17	Bt	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	nontransgen	kA	kA	nicht Bt

## 12.3.3 Tiere der Testgruppe

3.Fütterungsstudien Tiere Testgruppe										
Nr.	Tierart/ Stamm, Linie	Geschlecht		Anzahl/ Tierbesatz pro Käfig	Alter	Haltungsbedingungen			Richtlinie?	Geschichte der Tiere
		m	w			Temperatur	Licht	Platz		
1	Ross*Ross508H oover's Hatchery, Rudd, IA	50+2	50+2	100 Tiere pro Versuchsansatz, 200 Tier insgesamt, 10 Tiere pro Käfig	1Tag	automatische Klimaanlage von 34°C schrittweise bis Tag30 auf 23°C reduziert, diese Temperatur bis zum Ende	automatische Lichtanlage Glühbirne, bis Tag5 23-24h/d, ab Tag6 10-16h/d	Stall: 1,5m*0,9m, 0,09 (m <sup>2</sup> / Vogel), 10-13cm sauberes Streu	Federal of Animal Societies, 1999, Food and Drug Administration 1979/ Environ-mental Protection	Impfung gegen Marek's Disease d=1, Newcastle disease und infectious bronchitis d=7
2	Lohmann Meat, Lohmann Tierzucht, Cuxhaven	26	0	26, einzeln	1Tag	k.A.	k.A.	Einzelhaltung	k.A.	Identifizierung per Nummer
3	Cobb*Cobb broiler Hoover's Hatchery, Rudd, IA	50+2	50+2	für Exp.1 und 2 je 100 Tiere pro Versuchsansatz 10 Tiere pro Käfig	1Tag	am Anfang der Studie 34°C, Temperatur wurde täglich minimal verringert. Ab dem 30.Tag bis zum Ende der Studie 23°C	Glühbirne, 23h in den ersten sechs Tagen, dann 10 bis 16h pro Tag	0.3 (m <sup>2</sup> / Vogel) Stall: 1,5*0.9m, 10-13cm sauberes Streu	Federation of Animal Science Society, 1999	Impfung gegen Marek's Disease d=1, Newcastle disease und infectious bronchitis d=7
4	Ross ( <i>Gallus domesticus</i> )	200	200	25 Tiere pro Käfig, insgesamt 32 Ställe 400 pro Versuchsansatz	1Tag	erste Woche 32°C, Temperatur wurde dann kontinuierlich auf sommerliche Verhältnisse verringert.	Glühbirne, d1 bis d7 23h/ Tag, d8 bis d28 21h/ Tag, d29 bis d35 20h/ Tag, ab d36 bis zum Ende 19h/ Tag	25 Vögel pro Stall, Stall: 1,2m*3,7m, mit Streu	k.A.	Identifizierung per Nummer
5	Ross*Ross 508, Hoover' Hatchery, Rudd, IA	50+2	50+2	100 pro Versuchsansatz, 200 insgesamt, 10 Vögel pro Stall	1Tag	Umgebung	Glühbirne	0.3 (m <sup>2</sup> / Tier); Stall: 1,5m*0,9m, 10-13cm sauberes Streu	Federal of Animal Societies, 2001, FDA, 1979	Impfung gegen Marek's Disease d=1, Newcastle disease und infectious bronchitis d=7
6	Lohmann Meat	26	0	26, einzeln	1Tag	Standardbed.	Standardbed.	Standardbed.(einzeln gehalten)	k.A.	k.A.

3.Fütterungsstudien Tiere Testgruppe										
Nr.	Tierart/ Stamm, Linie	Geschlecht		Anzahl/ Tierbesatz pro Käfig	Alter	Haltungsbedingungen			Richtlinie?	Geschichte der Tiere
		m	w			Temperatur	Licht	Platz		
7	Lohmann Meat	6	0	6, einzeln	1Tag	Standardbed.	Standardbed.	bis Tag 10 zwei Tiere pro Stall Standardbed., dann Einzelhaltung	k.A.	k.A.
8	Ross*Ross	180	0	180 Tiere, 30 Tiere pro Käfig	1Tag	32°C d1-d5, Temperatur schrittweise auf 22°C bis d33 verringert	Licht von 23 h auf 12 h bis Tag 6 verringert, auf 18 h (bis Tag 14) erhöhend, auf 23 h (bis Tag 20) erhöhend, so bis d42	Stall: 1,8m*2,4m	Kanadische Bestimmungen für Versuchstier	k.A.
9	Arbor Acres Yieldmaster males; feather- sexable yields(FSY) femals	160, Pellet und zermahl en	160, Pellet und zermahl en	320 Tiere pro Versuchsansatz; 640 Tiere in insgesamt 16 Ställen 40 Tiere pro Käfig	1Tag	32°C, wurde pro Woche um 3°C verringert, bis 24°C erreicht waren	Glühlampe 23h/ Tag bis Tag 29, dann Tageslicht	1,2m*3,7m pro Stall, mit Streu	k.A.	k.A.
10	Ross*Ross 508	50	50	100 Tier pro Versuchsansatz, 100 insgesamt, 10 Tiere pro Käfig	1Tag	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
11	Broiler	94	0	94	1Tag	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
12	Ross*Ross 508	50	50	100 Tiere pro Versuchsansatz, 10 Tiere pro Käfig	1Tag	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
13	Ross*Ross508	50	50	100 Tiere pro Versuchsansatz, 10 Tiere pro Käfig	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

<b>3.Fütterungsstudien Tiere Testgruppe</b>											
Nr.	Tierart/ Stamm, Linie	Geschlecht		Anzahl/ Tierbesatz pro Käfig	Alter	Haltungsbedingungen			Richtlinie?	Geschichte der Tiere	
		m	w			Temperatur	Licht	Platz			
14	Ross	72	0	72 Tiere, 18 Tiere pro Käfig	1Tag	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
15	Cobb*Cobb broiler	50	50	100 Tiere pro Versuchsansatz, 10 Tiere pro Käfig	1Tag	Umweltbedingt	Umweltbedingt	k.A.	k.A.	k.A.	
16	k.A.	60	0	60 Tiere pro Versuchsansatz, 6 Tiere pro Käfig	3 Tage	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
17	k.A.	k.A.	k.A.	48	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	

## 12.3.4 Tiere der Kontrollgruppe

4.Fütterungsstudien Tiere Kontrollgruppe										
Nr.	Tierart/ Rasse	Geschlecht		Anzahl/ Tierbesatz pro Käfig	Alter	Haltungsbedingungen			Richtlinie?	Geschichte der Tiere
		männlich	weiblich			Temperatur	Licht	Platz		
1	Ross*Ross508, Hoover's Hatchery, Rudd, IA	50+2	50+2	100 pro Versuchsansatz, 600 insgesamt, 10 Tiere pro Käfig	1Tag	automatische Klimaanlage von 34°C schrittweise bis Tag 30 auf 23°C reduziert, diese Tempertur bis zum Ende	automatische Lichtanlage Glühbirne, bis Tag 5 23-24h/d, ab Tag 6 10-16h/d	1,5m*0,9m, 0,09 (m <sup>2</sup> pro Vogel), 10-13cm sauberes Streu	Federal of Animal Societies, 1999, Food and Drug Administration 1979/ Environmental Protection	Impfung gegen Marek's Disease d=1, Newcastle disease und infectious bronchitis d=7
2	Lohmann Meal, Lohmann Tierzucht, Cuxhaven	9		9, einzeln	1Tag	k.A.	k.A.	Einzelhaltung	k.A.	Identifizierung per Nummer
3	Cobb*Cobb broiler	50+2	50+2	für alle Experimente ohne GV Mais insgesamt 6 Versuche mit jeweils 100 Vögel, pro Käfig 10 Tiere	1Tag	am Anfang der Studie 34°C, Temperatur wurde täglich minimal verringert. Ab dem 30.Tag bis zum Ende der Studie 23°C	Glühbirne, 23h in den ersten sechs Tagen, dann 10 bis 16h pro Tag	0,3 m <sup>2</sup> / Vogel	Federation of Animal Science Societies, 1999	Impfung gegen Marek's Disease d=1, Newcastle disease und infectious bronchitis d=7
4	Ross <i>Gallus domesticus</i>	200	200	25 Vögel pro Stall, insgesamt 32 Ställe; Kontrolle 1200 Tiere, 400 pro Versuchsansatz	1Tag	In der ersten Woche 32°C, Temperatur wurde dann kontinuierlich auf „sommerliche Verhältnisse“ verringert.	Glühbirne, d1 bis d7 23h/ Tag, d8 bis d28 21h/ Tag, d29 bis d35 20h/ Tag, ab d36 bis zum	25 Vögel pro Stall, Stall: 1,2m*3,7m, mit Streu	k.A.	Identifizierung per Nummer

4.Fütterungsstudien Tiere Kontrollgruppe										
Nr.	Tierart/ Rasse	Geschlecht		Anzahl/ Tierbesatz pro Käfig	Alter	Haltungsbedingungen			Richtlinie?	Geschichte der Tiere
		männlich	weiblich			Temperatur	Licht	Platz		
							Ende 19h/ Tag			
5	Ross*Ross 508	50+2	50+2	600 Tiere jeweils 100 pro Versuchsansatz 10 Tiere pro Käfig	1Tag	Umgebung	Glühbirne	0.3 (m <sup>2</sup> / Tier); Stall: 1,5m*0,9m, 10-13 cm sauberes Streu	Federal of Animal Societies, 2001, FDA, 1979	Impfung gegen Marek's Disease d=1, Newcastle disease und infectious bronchitis d=7
6	Lohmann Meal	9	0	9, einzeln	1Tag	Standardbed.	Standardbed.	Standard- bedingungen (einzeln gehalten)	k.A.	k.A.
7	Lohmann Meat	6	0	6, einzeln	1Tag	Standardbed.	Standardbed.	bis Tag10 zwei Tiere pro Stall Standardbed., danach Einzel- haltung	k.A.	k.A.
8	Ross*Ross	180	0	180, 30 Tiere pro Käfig	1Tag	32°C d1-d5, schrittweise auf 22°C bis d33 verringert	von 23h auf 12h bis d6 verringerd, auf 18h (d14) erhöhend, auf 23h (d20) erhöhend, so bis d42	30 pro Stall, Stall: 1,8m*2,4m	Kanadischen Bestimmungen für Versuchstiere	k.A.
9	Arbor Acres Yieldmaster males ; feather-sexable yields(FSY) femals	160	160	320 Tiere pro Versuch 640 Tiere in insg. 16 Ställen, 40 Tiere pro Käfig	1Tag	32°C, Temperatur wurde pro Woche um 3°C verringert, bis 24°C erreicht waren	Glühlampe 23h/ Tag bis d29, dann Tageslicht	1,2m*3,7m pro Stall	k.A.	k.A.
10	Ross*Ross 508	50	50	100 Tiere pro Experiment, 700 Tiere insgesamt, 10 Tiere pro Käfig	1Tag	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

4.Fütterungsstudien Tiere Kontrollgruppe										
Nr.	Tierart/ Rasse	Geschlecht		Anzahl/ Tierbesatz pro Käfig	Alter	Haltungsbedingungen			Richtlinie?	Geschichte der Tiere
		männlich	weiblich			Temperatur	Licht	Platz		
11	Broiler	94	0	94	1Tag	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
12	Ross*Ross 508	50	50	100 pro Versuchsansatz, insg. 200 Tiere, 10 Tiere pro Käfig	1Tag	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
13	Ross*Ross508	50	50	100 pro Versuchsansatz, 10 Tiere pro Käfig	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
14	Ross	72	0	72 pro Versuchsansatz, 360 Tiere insges., 18 Tiere pro Käfig	1Tag	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
15	Cobb*Cobb broiler	50	50	100 pro Versuchsansatz, insg. 700, 10 Tiere pro Käfig	1Tag	Umweltbedingungen	Umweltbedingungen	k.A.	k.A.	k.A.
16	k.A.	60	0	60 (je 6 Tiere/ Käfig) pro Versuchsansatz	3 Tage	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
17	k.A.	k.A.	k.A.	48	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

## 12.3.5 Futtermittelmenge der Testgruppe und Kontrollgruppe

5. Fütterungsstudie Futtermittelmenge Testgruppe und Kontrollgruppe								
Nr.	Gewicht	Prozent	Verarbeitung				Art der Gabe	Abweichung bei Kontrollgruppe
	Gramm		roh		gekocht	getrocknet		
			ganze Körner	gemahlen				
1	ad libitum	Starter: 55%wt/wt Maiskorn Grower:60%wt/wt Maiskorn	ja	k.A	k.A.	k.A	pro Stall eine Wasserglocke Durchmesser 36cm; hängende Pfannenfütterung Durchmesser 43cm, zusätzlich in den ersten 6 Tagen eine Pfannenfütterung, gleiche Bedingungen für alle Tiere	k.A.
2	ad libitum	73,58% Bt Mais bzw. isogener Mais	nein	ja, (hier könnten unerwartete Effekte eventuell schneller auftreten)	k.A.	k.A	k.A.	k.A.
3	ad libitum	Starter: 55%wt/wt Maiskorn Grower:60%wt/wt Maiskorn	Pellets, Starter Diät wurde zerstoßen	k.A	k.A	k.A	hängende, automatische. Futterpfanne Durchmesser 43cm, in den ersten sechs Tagen zusätzlich Pfannenfütterung, Wasser hängend Pfanne Durchmesser 36cm	k.A.
4	ad libitum bis auf Tag42 und43, um Hitzestress zu kontrollieren	Starter: d1-20 Grower: d21-35 Finisher: d36-47	Pellets, Starter Diät wurde zerstoßen	nein	k.A.	k.A	zwei Trogfütterungsvorrichtungen und eine automatische Wasserglocke pro Stall, zusätzlich in der ersten Woche ein Wasser- und ein Futtertrog	k.A.
5	ad libitum	Starter: 55%wt/wt Maiskorn Grower:60%wt/wt Maiskorn	k.A	k.A	k.A	k.A	hängende, automatische Futterpfanne Durch. 43cm, in den ersten sechs Tagen zusätzliche Pfannenfütterung, Wasser hängend Pfanne Durchmesser 36cm, in den ersten 6 Tagen zusätzlich Futterpfanne	kA
6	ad libitum	73,58% Maiskorn	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A.	k.A.
7	ad libitum	50,0% Maiskorn	ja	k.A	nein	bei 40°C	k.A.	k.A.

5. Fütterungsstudie Futtermittelmenge Testgruppe und Kontrollgruppe								
Nr.	Gewicht	Prozent	Verarbeitung			Art der Gabe	Abweichung bei Kontrollgruppe	
	Gramm		roh	gekocht	getrocknet			
			ganze Körner					gemahlen
8	k.A.	Starter: 57%; Grower: 61%, Finisher: 66% Maiskorn	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A.	
9	ad libitum	Starter: 60% Grower: 65% Maiskorn, 16h vor dem Schlachten keine Fütterung	Pellets, hier wurde besseres Wachstum und bessere Leistung erwartet	ja, hier könnten unerwartete Effekte eventuell schneller auftreten	k.A	k.A	zwei automatische Fütterungspfannen und Wasserglocken pro Stall	k.A.
10	ad libitum	Starter: 55%wt/wt Maiskorn Grower: 60%wt/wt Maiskorn	ja	nein	k.A	k.A	k.A.	k.A.
11	k.A.	60% Maiskorn	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A.	k.A.
12	ad libitum	Starter: 55%wt/wt Maiskorn Grower: 60%wt/wt Maiskorn	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A.	k.A.
13	ad libitum	Starter: 55%wt/wt Maiskorn Grower: 60%wt/wt Maiskorn	k.A	k.A	k.A.	k.A	k.A.	k.A.
14	ad libitum	Starter, Grower, Finisher Maiskorn zu circa: 50%	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A.	k.A.
15	ad libitum	Starter: 50%, Grower: 60% Maiskorn	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A.	k.A.
16	ad libitum	k.A.	k.A	k.A	k.A	k.A	k.A.	k.A.
17	k.A.	k.A.	k.A	k.A	k.A.	k.A	k.A.	k.A.

## 12.3.6 Versuchsdesign

6.Fütterungsstudie Versuchsdesign									
Nr.	Versuchs-ansätze	Futtermittelzusammensetzung		Nährwert		Analytikmethod e	Dauer		
		Testgruppe	Kontrollgruppe	Testgruppe	Kontrollgruppe		Fütterung	Beo- bachtung	konkrete Daten
1 MON863	vollständig randomisierte Blockanlage, mit 8 Varianten: 1 Testansatz, 1 nontransgen6 ähnliche	Starter: 60,54% Grower: 64,46% Mais, Sojamehl, Sojaöl, Phosphat, Limestone, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Coccidiostat (laut Industriestandards)	Starter: 62,64%, Grower: 64,92% Mais, Sojamehl, Sojaöl, Phosphat, Limestone, Salz, Metionin, Mineralien, Vitamine, Coccidiostat (laut Industriestandards)	aufgrund der Inhaltsanalyse und den Empfehlungen der NRC, 1994	wie Testgruppe	nach Vorgaben des National Research Council, 1994	42	43 /44	ja
1 MON810* MON863	vollständig randomisierte Blockanlage, mit 8 Varianten: 1 Testansatz, 1 nontransgen6 ähnliche	Starter: 53,41% Grower: 58,98% Mais, Sojamehl, Sojaöl, Phosphat, Limestone, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Coccidiostat	Starter: 54,18%, Grower: 59,40% Mais, Sojamehl, Sojaöl, Phosphat, Limestone, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Coccidiostat	aufgrund der Inhaltsanalyse und den Em-pfehlungen der NRC, 1994	wie Testgruppe	nach Vorgaben des National Research Council, 1994	42	43/44	ja
2	1 Testansatz, 1 Elternlinie	73,58% Mais, Sojaöl, Weizengluten, Fischmehl, P, Ca, Salz, Methionin, Lysin, Threonine, Tryptophan, Vitamine, Mineralien	73,58% Mais, Sojaöl, Weizengluten, Fischmehl, P, Ca, Salz, Methionin, Lysin, Threonine, Tryptophan, Vitamine, Mineralien	aufgrund der Inhaltsanalyse und den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Nährwertphysiologie, 1999 (GfR)	wie Testgruppe, S.242	eine einheitliche Diätkost während des Versuchs, zusammengestellt nach German Society of Nutrition Physiology (GfE, 1999), aufgrund Analyseergebnissen	35	35	ja
3 MON810* GA21	vollständig randomisierte	Starter: 60,49%, Grower: 66,47% Mais,	Starter: 55,37%, Grower: 60,68% Mais,	ME: S: 3,08 kcal/kg G:3,13	ME: S:3,08 kcal/kg G:3,13	Zusammenstellung aufgrund der	42	44	ja

6. Fütterungsstudie Versuchsdesign									
Nr.	Versuchsansätze	Futtermittelzusammensetzung		Nährwert		Analytikmethode	Dauer		
		Testgruppe	Kontrollgruppe	Testgruppe	Kontrollgruppe		Fütterung	Beobachtung	konkrete Daten
	Blockanlage, mit 4 Varianten: 1 Testansatz, 1 nontransgen2 ähnlich	Sojamehl, Sojaöl, P, Limestone, Salz, Meth, Lysine, Min., Vit., Coccidiostat	Sojamehl, Sojaöl, P, Limestone, Salz, Meth, Lysine, Min., Vit., Coccidiostat	kcal/kg Protein: S+G:21,2%, Fett: S+G:5,9% Methionin: S+G: 0,49% Lysin: S+G: 1.11% Threonine: S+G: 0.75%	kcal/kg Protein: S+G:21,1%, Fett: S+G:6,6% Methionin: S+G: 0.51% Lysin: S+G: 1.25% Threonine: S+G: 0.75%	Analyseergebnissen, nach Vorgaben des National Research Council, 1994			
3 MON810	vollständig randomisierte Blockanlage, mit 4 Varianten: 1 Testansatz, 1 nontransgen2 ähnlich	Starter 54,99% Grower: 60,31% Mais, Sojamehl, Sojaöl, P, Limestone, Salz, Methionin, Lysine, Mineralien, Vitamine, Coccidiostat	Starter: 55,7% Grower: 61,11% Mais, Sojamehl, Sojaöl, P, Limestone, Salz, Methionin, Lysine, Mineralien, Vitamine, Coccidiostat	ME: S:3,08kcal/kg G:3,13kcal/kg Protein: S+G:21,3%, Fett: S+G:6,6% Methionin: S+G: 0.52% Lysin: S+G: 1.15% Threonine: S+G: 0.95%	ME: S:3,07kcal/kg G:3,13kcal/kg Protein: S+G:21,8%, Fett: S+G:6,7% Meth.: S+G: 0,50% Lys: S+G: 1.11% Threonine: S+G: 0.73%	Zusammenstellung aufgrund der Analyseergebnissen, nach Vorgaben des National Research Council, 1994	42	44	ja
4	vollständig randomisiert Blockanlage mit 4 Varianten: 1 Testansätze, 1 Test mit Herbizid-anwendung 1 isoline,	Starter: 48,19%, Grower: 56,88%, Finisher: 63,56% Mais, Sojamehl, Ca, P, Hühnerfett, Methionin, Vitamine, Mineralien, Coccidiostat, Salz, Selen,	Starter: 48,19%, Grower: 56,88%, Finisher: 63,56% Mais, Sojamehl, Ca, P, Hühnerfett, Methionin, Vitamine, Mineralien, Coccidiostat, Salz, Selen, Sandfüller, Sokafüller	kalkuliert: ME: 3,2kcal/g, Protein: S:23,47%, G:20,50%, F:18,50%, Lysin: S:1,35% G:1,15% F:1,00%, Methionin:	wie Testgruppe	nach Vorgaben des National Research Council, 1994, aufgrund von Analyseergebnissen	d47, mit einer Unterbrechung von zwei Tagen und Stressfaktor Hitze	d48	ja

6. Fütterungsstudie Versuchsdesign								
Nr.	Versuchsansätze	Futtermittelzusammensetzung		Nährwert		Analytikmethode	Dauer	
		Testgruppe	Kontrollgruppe	Testgruppe	Kontrollgruppe		Fütterung	Beobachtung
	1 ähnliche			S:0,99% G:0,75% F:0,65%,  Threonine: S:0,90% G:0,78% F:0,71%, Daten wurden auch pro Diät analysiert				
<b>5 NK 603</b>	vollständig randomisierte Blockanlage, mit 4 Varianten: 1 Testansatz, 1 Inontransgen 2 ähnliche	Starter: 57,10% Grower: 62,70% Mais, Sojamehl, Sojaöl, Phosphat, Limestone, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Sacox	Starter: 57,9% Grower: 63,50% Mais, Sojamehl, Sojaöl, Phosphat, Limestone, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Sacox	ME:S: 3,08, G: 3,13 kcal/kg  Protein: S: 21,4%, G: 20,5%,  Fett: S: 6,3%, G:6,0%,  Methionin S: 0,58%, G: 0,53%, Lysin S: 1,34%,G: 1,17%,	ME:S: 3,08, G: 3,13 kcal/kg,  Protein: S: 21,5%, G: 20,0%,  Fett: S: 6,4%, G:5,5%,  Methionin: S: 0,57%, G: 0,53%, Lys. S: 1,19%,G: 1,03%,	nach Vorgaben des National Research Council, 1994, aufgrund von Analyseergebnissen	männl.: 43; weibl.:44	43 bzw. 44  ja
<b>5 MON810* NK 603</b>	vollständig randomisierte Blockanlage, mit 4 Varianten: 1 Testansatz, 1 Inontransgen 2 ähnliche	Starter: 55,16% Grower: 60,47% Mais, Sojamehl, Sojaöl, Phosphat, Limestone, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Sacox	Starter: 55,36% Grower: 60,77% Mais, Sojamehl, Sojaöl, Phosphat, Limestone, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Sacox	ME:S: 3,07, G: 3,13 kcal/kg,  Protein: S: 22,2%, G: 21,8%,  Fett: S: 6,4%, G:6,1%,  Methionin: S: 0,53%, G: 0,54%, Lysin S: 1,16%,G: 1,14%,	ME:S: 3,08, G: 3,13 kcal/kg,  Protein: S: 21,1%, G: 20,6%,  Fett: S: 6,0%, G:6,1%,  Methionin: S: 0,54%, G: 0,53%, Lysin S: 1,23%,G: 1,13%,	nach Vorgaben des National Research Council, 1994, aufgrund von Analyseergebnissen	männl.: 43; weibl.:44	43 bzw. 44  ja
<b>6</b>	1 Test, 1 Konven-	73,58% Mais, 2% Soja, 14,81% Weizengluten, 3%	wie Testgruppe	Versuch die Diäten anzugleichen	wie Testgruppe	Zusammenstellung nach	35	35  ja

6.Fütterungsstudie Versuchsdesign									
Nr.	Versuchs-ansätze	Futtermittelzusammensetzung		Nährwert		Analytikmethod e	Dauer		
		Testgruppe	Kontrollgruppe	Testgruppe	Kontrollgruppe		Fütterung	Beo-bachtung	konkrete Daten
	tionell	Fischmehl, 6,6% Premix (AS, Mineralien, Vitamine)				allgemeinen Industriestandards			
7	1Test, 1Konventionell	50,0% Mais, 5,0% Weizen, 39,0% Sojamehl, 2,8% Sojaöl, 3,2% Premix (Mineralien, Vittamine, AS)	wie Testgruppe	aufgrund der Analyse zusammengestellt.	wie Testgruppe	kA	35	35	ja
8	randomisierter Blockversuch 1Test, 1Konventionell	Starter (61% Mais) Finisher (66% Mais),	k.A.	k.A.	k.A.	keine näheren Angaben auf Zusätze und Analyse-ergebnissen	42	42	ja
9	vollständig randomisierte Blockanlage mit mit 4 Varianten: 2Test, 2Konventionell, einmal Pellet-, einmal in gemahlener Form	Starter 61,37% und Grower 67,42% Mais, Sojamehl, Hühnerfett, P, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Coccidiostat, Selen, Lysine	Starter 58,61% und Grower 64,39% Mais, Sojamehl, Hühnerfett, P, Salz, Methionin, Mineralien, Vitamine, Coccidiostat, Selen, Lysine	ME (kalkuliert): 3,058/ 3,190kcal/kg, gemessen: Protein 22,10/ 20,40% Fett: 5,00/ 6,55%	ME (kalkuliert): 3,058/ 3,190kcal/kg, gemessen: Protein 22,70/ 20,55% Fett: 5,17/ 6,04%	kA	38	38	ja
10	Rando-misierter Blockversuch mit 3Varianten 1Test, 1Isogen, 1lähnlich	Starter (55%), Grower (60%)	k.A.	k.A.	k.A.	kA	42	42	nein
11	1Test, 1Isogen	60%	k.A.	k.A.	k.A.	kA	39	38	nein
12	Rando-	Starter (55%),	k.A.	k.A.	k.A.	kA	42	42	nein

6.Fütterungsstudie Versuchsdesign									
Nr.	Versuchs-ansätze	Futtermittelzusammensetzung		Nährwert		Analytikmethod e	Dauer		
		Testgruppe	Kontrollgruppe	Testgruppe	Kontrollgruppe		Fütterung	Beo- bachtung	konkrete Daten
	misiertes Blockversuch mit 3Varianten: 1Test, 1Isogen, 1ähnlich	Grower (60%)							
13	Rando- misiertes Blockversuch mit 3Varianten: 1Test, 1Isogen, 1ähnlich	Starter (55%), Grower (60%)	k.A.	k.A.	k.A.	kA	42	42	nein
14	1Test, 1Isogen	50%	k.A.	k.A.	k.A.	kA	42	42	ja
15	Rando- misiertes Blockversuch mit 3 Varianten: 2Test, 2Elternlinien, 4ähnlich	Starter (55%), Grower (60%)	k.A.	k.A.	k.A.	kA	42	42	nein
16	vollständig rando- misiertes Blockversuch mit 3Varianten: 2Test, 2Elternlinien, 3ähnlich	alle Versuchsansätze hatten den gleichen Prozentanteil	wie Testgruppe	k.A.	k.A.	kA	14	14	nein

<b>6.Fütterungsstudie Versuchsdesign</b>									
<b>Nr.</b>	<b>Versuchs-ansätze</b>	<b>Futtermittelzusammensetzung</b>		<b>Nährwert</b>		<b>Analytikmethode</b>	<b>Dauer</b>		
		<b>Testgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>Testgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>		<b>Fütterung</b>	<b>Beobachtung</b>	<b>konkrete Daten</b>
<b>17</b>	1Test, 1ähnlich	isokalorisch	isokalorisch	isonutrigen	isonutrigen	kA	d7-d28	d7-d28	ja

## 12.3.7 Nährwertuntersuchung der verwendeten Maislinien in den Fütterungsstudien

7.1 Untersuchungen: Mais														
Nr.	Trans- formations- ereignis	Myko- toxin Methode	Protein/ Methode	Fett/ Methode	Ballast- stoffe/ Methode	ADF/ Methode	NDF/ Methode	Asche/ Methode	KH/ Methode	AS/ Methode	FS/ Methode	Mikronähr- stoffe/ Methode	Mikro- kompo- nenten/ Methode	sonstiges/ Labor/ Richtlinie
1	MON863/ MON810* MON863	ja (ppm)	ja, Kjeldahl (Bradstreet, 1965) (%)	ja (%)	ja(%)	kA	kA	KA	wurde kalkuliert	ja mg/g	kA	Ca, P, induktive Spektro- metrie	kA	transgen, isogen und Kontroll-getreide, Covance Labor, WI, Association of Official Analytic Chemists (AOAC), 2000
2	Bt176	kA	ja (%DM)	ja (%DM)	kA	ja %DM	ja (%DM)	ja (%DM)	kA	ja %DM	ja (%EE)	Ca, P, K	kA	VDLUFA, 1993
3	MON810/ MON810* GA21	ja	ja, Kjeldahl (Brad- street, 1965)(%)	ja (%)	ja (%)	k.A.	k.A.	kA	wurde kalkuliert	ja mg/g	k.A.	Ca, P, induktive Spektro- metrie	kA	Covance Labor, Madison, WI, AOAC
4	Bt11	ja	ja (%)	ja (%)	ja (%)	k.A.	k.A.	ja (%)	k.A.	ja %	k.A.	k.A.	kA	ELISA, Woodson-Tenent Labor, Goldston, NC, AOAC
5	NK603/ MON810* NK603	ja (ppm)	kA	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	kA	kA	k.A.	kA	Covance Labor, Madison, WI, keine genauen Angaben, welche Substanzen analysiert wurden. AOAC
6	Bt176	k.A.	ja (%)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	ja (%)	ja (%)	kA	kA	kA
7	Bt176	k.A.	ja (%)	k.A.	ja (%)	k.A.	k.A.	ja (%)	k.A.	ja (%)	ja (%)	P, Mg, Ca	kA	apparent crude protein digestibility, Buttoenergiegehalt, AME (adjusted metabolize Energy)
8	CBH351	kA	kA	k.A.	kA	k.A.	k.A.	kA	k.A.		k.A.	k.A.	kA	kA

<b>7.1 Untersuchungen: Mais</b>														
<b>Nr.</b>	<b>Trans- formations- ereignis</b>	<b>Myko- toxin Methode</b>	<b>Protein/ Methode</b>	<b>Fett/ Methode</b>	<b>Ballast- stoffe/ Methode</b>	<b>ADF/ Methode</b>	<b>NDF/ Methode</b>	<b>Asche/ Methode</b>	<b>KH/ Methode</b>	<b>AS/ Methode</b>	<b>FS/ Methode</b>	<b>Mikronähr- stoffe/ Methode</b>	<b>Mikro- kompo- nenten/ Methode</b>	<b>sonstiges/ Labor/ Richtlinie</b>
9	Bt176	ja	ja (%)	ja (%)	ja (%)	k.A.	k.A.	ja (%)	k.A.	ja (%)	k.A.	k.A.	kA	Woodson-Tenet Labor, Goldston, NC,
10	MON810* MON863	kA	kA	kA	kA	k.A.	k.A.	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
11	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
12	MON863	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
13	MON810* NK603	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
14	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
15	MON810* GA21	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
16	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
17	Bt	kA	ja (%)	ja (%)	kA	kA	kA	ja (%)	kA	kA	kA	kA	kA	kA

## 12.3.8 Untersuchungsparameter: Leistung

7.2 Untersuchung- Leistung									
Nr.	Trans- formations- ereignis	Körpergewicht (KG)	Futterauf- nahme (FA)	Futtermverwertung (=Futterumsatz)	Gewichts- zunahme (GZ)	generelle Gesundheit	Mortalität	ADN (apparent digestible nutrient)	sonstiges
1	MON863/ MON810*M ON863	pro Tier und pro Stall nach Geschlecht am Tag 0 und Tag 42, individuell am Versuchende Tag 43 bzw.44, Tote	ja während der Versuchszeit insgesamt	Durchschnittlich pro Stall und jedem Versuchsansatz: Futteraufnahme (FA)/ KG der lebenden Tiere; erweitert: FA/ KG der lebenden +toten Tiere	kA	ja, zweimal täglich	zweimal täglich, bei Toten wurde die vermutliche Todesursache protokolliert, entbeint und gewogen	kA	kA
2	Bt176	für jedes Tier wöchentlich	kA	wurde wöchentlich für jedes Tier kalkuliert	wurde wöchentlich kalkuliert	kA	ja	d 20-d 25 wurde die Faeces und Futterreste gesammelt	Futterrest wöchentlich gesammelt und gewogen
3	MON810/ MON810* GA21	pro Stall, am Tag 1 und 42 für jedes Tier und am Versuchsende jedes Tier, Tote	ja pro Stall und Geschlecht	durchschnittlich pro Stall und jedem Versuchsansatz: FA/ KG der Lebenden; erweitert: FA/ KG der lebenden +toten Tiere	kA	ja, zweimal täglich	2*täglich, bei Toten wurde die vermutliche Todesursache protokolliert, entbeint und gewogen	kA	kA
4	Bt11	pro Stall, am Tag 1, 21, 35 und 42 tote Tiere	ja pro Stall und Geschlecht	Tag21, 35,42 durchschnittlich pro Stall und jedem Versuchsansatz: FA/ KG der Lebenden; erweitert: FA/ KG	kA	kA	ja	kA	kA

7.2 Untersuchung- Leistung									
Nr.	Trans- formations- ereignis	Körpergewicht (KG)	Futterrauf- nahme (FA)	Futtermverwertung (=Futterumsatz)	Gewichts- zunahme (GZ)	generelle Gesundheit	Mortalität	ADN (apparent digestible nutrient)	sonstiges
				lebende + tote Tiere					
5	NK603/ MON810* NK603	Tag 0 und Tag 43(m)/ 44(w) jedes Tier,  KG pro Stall, durch. pro Vogel/ Geschlecht, Tote	kA	kA	kA	ja, zweimal täglich	2*täglich, bei Toten wurde die vermutliche Todesursache protokolliert, entbeint und gewogen	kA	kA
6	Bt176	kA	ja keine Angabe ob pro Tier oder Stall	kA	ja keine Angabe ob pro Tier oder Stall	kA	kA	d 20-d 24 wurde die Faeces und Futterreste gesammelt	
7	Bt176	kA	kA	ja	kA	kA	kA	d 30-35 Faeces	
8	CBH351	am Tag 17, 31, 42 für jedes Tier	am Tag 17, 31, 42 für jedes Tier	ja	kA	kA	ja	kA	Verdaulichkeit der Proteine
9	Bt176	am Tag 0, 14, 28 und 38 pro Stall	am Tag 14, 28 und 38 pro Stall, um Futtermver- wertung zu kalkulieren	ja		kA	ja	kA	
10	MON810*M ON863	ja	ja	ja	ja	kA	kA	kA	
11	Bt176	ja, wöchentlich	ja, wöchentlich	kA	ja, wöchentlich	kA	kA	Faeces in der 3. und 5. Woche wurde gesammelt	
12	MON863	ja	ja	ja	kA	kA	kA	kA	
13	MON810* NK603	ja	ja	ja	kA	kA	kA	kA	
14	MON810	Endgewicht	ja	ja	täglich	kA	ja	kA	

<b>7.2 Untersuchung- Leistung</b>									
<b>Nr.</b>	<b>Trans- formations- ereignis</b>	<b>Körpergewicht (KG)</b>	<b>Futterauf- nahme (FA)</b>	<b>Futtermwertung (=Futterumsatz)</b>	<b>Gewichts- zunahme (GZ)</b>	<b>generelle Gesundheit</b>	<b>Mortalität</b>	<b>ADN (apparent digestible nutrient)</b>	<b>sonstiges</b>
<b>15</b>	MON810* GA21	ja	ja pro Vogel	ja	kA	kA	ja	kA	
<b>16</b>	MON810		bereinigte tägliche Futtereinnahme	ja	täglich	kA	ja	apparent metabolizable energy value, Fäkalanalyse, Verdaulichkeit Bruttoenergie	
<b>17</b>	Bt	kA		ja	pro Tier	kA	kA	metabolisch Energie, AS- Verdaulichkeit	kA

### 12.3.9 Untersuchungsparameter: Schlachtkörper

7.3 Untersuchung- Schlachtkörper							
Nr.	Trans- formations- ereignis	Schlachtgewicht	Brustmuskel	Schenkel	Flügel	Depotfett	sonstiges
1	MON863/ MON810* MON863	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	kA
2	Bt176	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	kA	kA	kA
3	MON810/ MON810* GA21	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	kA
4	Bt11	ja, nach Hitzestress Tag48, 2 lebende Vögel pro Stall	zwei Tiere pro Stall von jedem Versuchsansatz	zwei Tiere pro Stall von jedem Versuchsansatz	zwei Tiere pro Stall von jedem Versuchsansatz	zwei Tiere pro Stall von jedem Versuchsansatz	kA
5	NK603/ MON810* NK603	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	ein Tier pro Stall von jedem Versuchsansatz	kA
6	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA
7	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA
8	CBH351	ja	ja	kA	kA	kA	kA
9	Bt176	ja, 6 Tiere pro Stall am Tag 41	ja, 6 Tiere pro Stall am Tag 41	ja, 6 Tiere pro Stall am Tag 41	ja, 6 Tiere pro Stall am Tag 41	ja, 6 Tiere pro Stall am Tag 41	kA
10	MON810* MON863	ja	ja	ja	ja	ja	kA
11	Bt176	ein Tier jeder Gruppe wurde am Tag 14,28 und 38 geschlachtet	kA	kA	kA	kA	kA
12	MON863	ja	kA	kA	kA	kA	kA

<b>7.3 Untersuchung- Schlachtkörper</b>							
<b>Nr.</b>	<b>Trans- formations- ereignis</b>	<b>Schlachtgewicht</b>	<b>Brustmuskel</b>	<b>Schenkel</b>	<b>Flügel</b>	<b>Depotfett</b>	<b>sonstiges</b>
<b>13</b>	MON810* NK603	ja	ja	ja	ja	ja	kA
<b>14</b>	MON810	ja	kA	kA	kA	kA	kA
<b>15</b>	MON810* GA21	ja	ja	ja	ja	ja	kA
<b>16</b>	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>17</b>	Bt	kA	kA	kA	kA	kA	kA

### 12.3.10 Untersuchungsparameter: Fleischqualität

7.4. Untersuchung- Fleischqualität					
Nr.	Transformationsereignis	Protein	Fett	Feuchtigkeit	sonstiges (Untersuchungsort)
1	MON863 und MON810* MON863	1Tier pro Stall, (Brust +Schenkel)	1 Tier pro Stall (Brust + Schenkel)	1 Tier pro Stall (Brust + Schenkel)	University of Missouri
2	Bt176	kA	kA	kA	Untersuchungen der Leber und des Stoffwechsels mittels Enzymtests
3	MON810/ MON810* GA21	1Tier pro Stall, (Brust +Schenkel)	1Tier pro Stall, (Brust + Schenkel)	1 Tier pro Stall, (Brust + Schenkel)	University of Missouri
4	Bt11	kA	kA	kA	kA
5	NK603/ MON810* NK603	ja (Brust + Schenkel) ein Tier pro Stall	ja (Brust + Schenkel) ein Tier pro Stall	ja (Brust + Schenkel) ein Tier pro Stall	University of Missouri
6	Bt176	kA	kA	kA	kA
7	Bt176	kA	kA	kA	kA
8	CBH351	kA	kA	kA	kA
9	Bt176	kA	kA	kA	kA
10	MON810*MON863	ja (Brust+ Schenkel)	ja (Brust+ Schenkel)	ja (Brust+ Schenkel)	kA
11	Bt176	kA	kA	kA	kA
12	MON863	ja (Brust+ Schenkel)	ja (Brust+ Schenkel)	ja (Brust+ Schenkel)	kA
13	MON810* NK603	ja (Brust+ Schenkel)	ja (Brust+ Schenkel)	ja (Brust+ Schenkel)	kA
14	MON810	kA	kA	kA	kA
15	MON810* GA21	ja (Brust+ Schenkel)	ja (Brust+ Schenkel)	ja (Brust+ Schenkel)	kA
16	MON810	kA	kA	kA	kA
17	Bt	kA	kA	kA	kA

## 12.3.11 Untersuchungsparameter: DNA

7.5 Untersuchung- transgene DNA					
Nr.	Transformationsereignis	Blut	Organe	GIT	sonstiges/ Richtlinie
1	MON863 und MON810* MON863	kA	kA	kA	kA
2	Bt176	kurz vor der Schlachtung (Herzpunktion)	PCR	Verdauungsreste aus jedem Abschnitt (DNA Kontroll- und Testansatz, Chloroplasten)	packed cell volume, Lebensmittel- und Bedarfsgesetz
3	MON810/ MON810* GA21	PCR	PCR, Brustmuskel von 10 Tieren transgener Fütterung und 10 Tiere nicht transgener Fütterung	PCR	PCR und Southern Hybridisierung, radioaktive Markierung, kompetitive ELISA mit einer Detektionsgrenze von 60 (ng/g)
4	Bt11	kA	kA	kA	kA
5	NK603/ MON810* NK603	kA	kA	kA	kA
6	Bt176	kA	PCR	kA	Methode: L-15.05-1: Coll. Of Off. Methode Under § 35 Lebensmittel- untersuchung
7	Bt176	kA	kA	kA	kA
8	CBH351	kA	kA	kA	abdominales Fettgewebe, 8 Tiere
9	Bt176	kA	kA	kA	kA
10	MON810* MON863	kA	kA		kA
11	Bt176	kA	PCR am Tag14, 28 und 38, Leber, Milz, Muskel	PCR am Tag14, 28 und 38: Kropf, Muskelmagen, Dickdarm, Dünndarm,	kA
12	MON863	kA	kA	kA	kA
13	MON810*NK603	kA	kA	kA	kA
14	MON810	kA	kA	kA	kA
15	MON810* GA21	kA	kA	kA	kA
16	MON810	kA	kA	kA	kA

---

<b>7.5 Untersuchung- transgene DNA</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Transformationsereignis</b>	<b>Blut</b>	<b>Organe</b>	<b>GIT</b>	<b>sonstiges/ Richtlinie</b>
17	Bt	kA	kA	kA	kA

## 12.3.12 Untersuchungsparameter: Statistik

7.6 Statistik					
Nr.	Trans- formations- ereignis	Methode	Software	statistische Auswertung	Darstellung
1	MON863/ MON810* MON863	Varianzanalyse (ANOVA) linear mixed model, Paarvergleich, Mittelwert- Vgl, Signifikanzlevel: 5%, Fisher least sig. difference test, 1949	SAS, 2000	Anfangs- und Endgewicht, Futterumbau, Futtermittelverbrauch, Schlachtgewicht, prozentuales Schlachtgewicht(SG/LG), Brustgewicht+ prozentual zum Schlachtgewicht (SG), Flügelgewicht+ prozentual zum SG, Schenkelgewicht+ prozentual (SG), Fettgewebe+ prozentual zu Lebendgewicht, Fleischqualität, Mittelwerte wurden verglichen in Bezug auf den Versuchsansatz und das Geschlecht	Tabelle: Getreideanalyse, Hauptbestandteile in %, AS in (mg/g), Futterzusammenstellung in %, Nährwertzusammensetzung in %, Leistung: (g/kg) oder (kg/kg), Schlachtdaten: kg, %/LG, %/SG, Fleischqualität in %, %as is basis, ohne Standartabweichung, mit NS, S, LSD
2	Bt176	MW vgl. Student- Newman Keul test	SAS, 1986	KG, Körpergewichtszunahme absolut, pro Tag, Futteraufnahme, FCR, Apparent digestible	Tabelle: Futterzusammenstellung in %, Getreideanalyse in %, Diagramm: AS (%/DM), FS (%/EE), Leistung: MW mit Stabw., Enzymuntersuchung MW mit Stabw., Diagramm bei GIT DNA Untersuchung
3	MON810/ MON810* GA21	ANOVA, linear mixed model, Mittelwert- Vgl. Signifikanzlevel: 5%, Fisher least sig. difference test, 1949	SAS	Anfangs- und Endgewicht, Futterumbau, Futtermittelverbrauch, Schlachtgewicht, prozentuales Schlachtgewicht(SG/LG), Brustgewicht+ prozentual zum Schlachtgewicht (SG), Flügelgewicht+ prozentual zum SG, Schenkelgewicht+ prozentual zum SG, Fettgewebe+ prozentual zum Lebendgewicht, Fleischqualität, Mittelwerte wurden verglichen in Bezug auf den Versuchsansatz und Geschlecht	Tabelle: Getreideanalyse, Hauptbestandteile in %, AS in (mg/g), Futterzusammenstellung in %, Nährwertzusammensetzung in %, Leistung: (g/kg) oder (kg/kg), Schlachtdaten: kg, %/LG, %/SG, Fleischqualität in %, %as is basis, ohne Standartabweichung, mit NS, Mortalität in %;SSD, LSD

7.6 Statistik					
Nr.	Trans- formations- ereignis	Methode	Software	statistische Auswertung	Darstellung
4	Bt11	Mittelwertvergleich, general linear model (GLM), zweifaktorielle Varianzanalyse, einfaktorielle VA P<0,05	SAS	BW, FCR, Mortalität: ANOVA mit Diät und Geschlecht als unabhängige Variablen in einer zweifaktoriellen Varianzanalyse im Blockversuch, Schlachtdaten wurden in einer einfaktoriellen Varianzanalyse (Variable=Korn) ausgewertet.	Tabelle: Getreideanalyse in %, Futterzusammenstellung in% pro Gewicht, Nährwertzusammenstellung in % und als as-is base, Leistung: KG mit MW (g) und Stabw., FCR mit MW (g/g) mit Stabw., Mortalität mit MW (%) mit Stabw., Schlachtdaten mit MW (%) mit Stabw., jeweils nach Geschlecht.
5	NK603/ MON810* NK603	ANOVA, linear mixed model, MW Vgl. Signifikanzlevel: 5%, Fisher, 1949	SAS 2000	Anfangs- und Endgewicht, Futterumbau, Futtermittelverbrauch, Schlachtgewicht, prozentuales Schlachtgewicht (SG/LG), Brustgewicht+ prozentual zum Schlachtgewicht (SG), Flügelgewicht+ prozentual zum SG, Schenkelgewicht+ prozentual SG, Fettgewebe+ prozentual zum Lebendgewicht, Fleischqualität, Mittelwerte wurden verglichen in Bezug zum Versuchsansatz und Geschlecht	Tabelle: Futterzusammenstellung in %, Nährwertzusammenstellung in %, Leistung (g/kg), (kg/kg), Schlachtdaten (kg), (%/LG), (%/SG), Fleischqualität (%), (%as-is basis), MW, LSD, SSD
6	Bt176	Mittelwert- Vgl. Student- Newman Keul test	SAS	kA	Tabelle: Getreidezusammensetzung in %, Leistung in (g/d)
7	Bt176	Duncan test, Konfidenzlevel 0,95	SAS 1986	kA	Tabelle: Futterzusammensetzung in %, Getreideanalyse in (g/kg), FS (Gewichts%)
8	CBH351	t- test, VG: P < 0,05		kA	keine Daten, Angabe NS oder S
9	Bt176	GLM mehrfaktorielle Varianzanalyse	SAS	bezogen auf Geschlecht, Futterform, Diät; Geschlecht, transgen/ nontransgen, Pellet/gemahlen	Tabelle: Getreideanalyse in %, Futterzusammenstellung (%/Gewicht), Leistung (g), (g/g), (%), Schlachtdaten in %, MW z.T. mit Standard
10	MON810* MON863	ANOVA P>0,05	kA	Leistung, Schlachtdaten, Fleischqualität	keine Daten, Angabe NS oder S

7.6 Statistik					
Nr.	Trans- formations- ereignis	Methode	Software	statistische Auswertung	Darstellung
11	Bt176	kA	kA	kA	Tabelle: DNA- Fragmente in verschiedenen Organen, GIT, Fleisch [(++)Signal positiv, (+) Signal leicht positiv , (--) Signal negativ]
12	MON863	ANOVA $P > 0,05$	kA	Leistung, Schlachtdaten, Fleischqualität	keine Daten, Angabe NS oder S
13	MON810* NK603	ANOVA $P > 0,05$	kA	Leistung, Schlachtdaten, Fleischqualität	keine Daten, Angabe NS oder S
14	MON810	$P > 0,05$	kA	Leistung	keine Daten, Angabe NS oder S
15	MON810* GA21	ANOVA 5%Signifikanz, linera mixed model	SAS	Leistung, Schlachtdaten, Fleischqualität	keine Daten, Angabe NS oder S
16	MON810	$P > 0,05$	kA	Leistung, Futtermittelverwertung	keine Daten, Angabe NS oder S
17	Bt	kA	kA	Getreideanalyse, Leistung	keine Daten, Angabe NS oder S

## 12.3.13 Ergebnisse der Nährstoffanalyse der Maislinien

8.1 Ergebnisse: Mais										
Nr.	Transformationsereignis	Mykotoxin/Pestizide	Protein	Fett	Ballaststoffe	ADF	NDF	Asche	KH	sonstiges
1	MON863/ MON810* MON863	unterhalb der Grenzwerte	11,30% 9,93% 8,01% 7,72%	2,71% 3,32%/ 3,12% 2,98%	2,15% 1,7%/ 2,06% 2,30%	kA	kA	kA	kA	Test/ Kontrolle
2	Bt176	kA	10,86%/ 10,84%	2,54%/ 2,33%	kA	3,65%/ 3,29%	10,32%/ 11,20%	1,36%/ 1,30%	kA	Test/ Kontrolle
3	MON810/ MON810* GA21	unterhalb der Grenzwerte	6,90/7,25% 10,1/ 7,5%	2,54/ 3,34% 3,41/ 3,76%	1,96/ 1,58% 1,36/ 1,48%	kA	kA	kA	75,4/ 73,4% 73,0/ 78,0%	Test/ Kontrolle
4	Bt11	unterhalb der Grenzwerte, Fumonisingehalt bei Kontrolle am höchsten	7,60/ 7,79%	3,21/ 3,39%	1,20/ 1,30%	kA	kA	1,18/ 1,27%	kA	Test/ Kontrolle
5	NK603/ MON810* NK603	unterhalb der Grenzwerte	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
6	Bt176	kA	10,86%/10,84 %	kA	kA	kA	kA	kA	kA	keine genaueren Daten, SÄ ist gegeben, Angabe zur TM und org. Substanzen. Test/ Kontrolle
7	Bt176	kA	98,2/ 108,1 (g/kg TM)	kA	25,4/ 22,7 (g/kg TM)	kA	kA	15,9/ 14,6 (g/kg TM)	kA	Test/ Kontrolle AME: 13,33/ 12,82 (MJ/ kg TM)
8	CBH351	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
9	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	Ballaststoffgehalt und Asche bei Kontrolle höher, wurden durch Beimischung von Sand ausgeglichen
10	MON810* MON863	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
11	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA

<b>8.1 Ergebnisse: Mais</b>										
<b>Nr.</b>	<b>Transformations- ereignis</b>	<b>Mykotoxin/ Pestizide</b>	<b>Protein</b>	<b>Fett</b>	<b>Ballaststoffe</b>	<b>ADF</b>	<b>NDF</b>	<b>Asche</b>	<b>KH</b>	<b>sonstiges</b>
12	MON863	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
13	MON810* NK603	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
14	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
15	MON810* GA21	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
16	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
17	Bt	kA	8,0/ 8,9%	3,7/ 3,8%	kA	kA	kA	1,2/ 1,3%	kA	Test/ Kontrolle

## 12.3.14 Ergebnisse der Leistungsuntersuchung

8.2 Ergebnisse- Leistung										
Nr.		KG	Futteraufnahme	Futterverwertung	Futtereffizienz	Gewichtszunahme	generelle Gesundheit	Mortalität	ADN	sonstiges
1	MON863	keine Unterschiede im Anfangs- und Endgewicht je Tier und je Stall (Mittelwert) 2,25/2,21 (kg/Tier)	NS (3,75/ 3,64 kg/Vogel)	1,67/ 1,65 (kg/kg); bereinigt: 1,62/1,62 (kg/kg) bei beiden Werten P<0,05, LSD0,06/ 0,02	kA	kA	kA	bis Tag7: 1,7%, von Tag7 bis Tag42: 2,3% (0 bis 7%)	kA	Test/ Kontrolle, keine sig. Unterschiede Tendenz bei Kontrolle schlechtere Leistung
	MON810* MON 863	keine Unterschiede im Anfangs- und Endgewicht je Tier und je Stall (Mittelwert) 2,39/2,33 (kg/Tier)	NS (3,99/ 3,89 kg/Vogel)	NS 1,67/ 1,67 (kg/kg); bereinigt: 1,56/1,61 (kg/kg)	kA	kA	kA	bis Tag7: 0,8%, von Tag7 bis Tag42: 5%(3-7%)	kA	Test/ Kontrolle, keine sig. Unterschiede Tendenz bei Kontrolle bessere Leistung
2	Bt176	NS 1226g/ 1263g	NS 2096g/ 2191g	NS 1,71/ 1,73	kA	NS 35,0/ 36,1 (g/d) totale Gewichtszunahme: 1226/ 1263g	kA	kA	zwischen Tag 20-25: FA: 251/ 260 (g/ Vogel) GZ: 151/ 150 (g/ Vogel) FCR: 1,67/ 1,72 ADN: NS 73,3%/ 71,5%	Test/ Kontrolle, keine sig. Unterschiede Tendenz bei Test schlechtere Leistung
3	MON810* GA21	NS 2,15/ 2,11 kg/ Vogel)	NS 3,80/ 3,74 (kg/ Vogel)	NS 1,77/ 1,77, bereinigt: 1,66/ 1,64	kA	kA	kA	männl.: 1,7/ 6,7% weibl.: 8,0/ 4,0%, Mortalität leicht erhöht	kA	Test/ Kontrolle, keine sig. Unterschiede Mortalität bei Test eher höher, ansonsten Leistung bei Test eher besser
	MON810	durchschn. KG pro Vogel und Stall NS	NS	NS	kA	kA	kA	männl.:	kA	Test/ Kontrolle, keine sig. Unterschiede, Mortalität bei

8.2 Ergebnisse- Leistung										
Nr.		KG	Futteraufnahme	Futtermverwertung	Futtermeffizienz	Gewichtszunahme	generelle Gesundheit	Mortalität	ADN	sonstiges
		, 2,09/ 2,07 (kg/Vogel)	3,59/3,55 (kg/Vogel)	1,72/ 1,72, bereinigt: 1,68/1,67				8,3/ 3,3% weibl.: 5,0/ 1,7% Mortalität leicht erhöht		Test eher höher, ansonsten Leistung bei Test eher besser
4	Bt11	NS 2,303/ 2,329kg, Tiere, die bei der Hitze starben, hatten geringeres KG, 2,213/ 2,246kg	kA 35,09/ 35,47 kg/ Stall Durch., 3,55/ 3,47 kg/Vogel	NS, Verhältnis FCR bei männlichen Tieren besser als bei den weiblichen Tieren, 1,84/2,05	kA	bei den männlichen Tieren schnellere GZ	kA	NS unterteilt in Starter (0,5/ 1,5%), Grower (0,25/ 0,75%), Finisher (18,25/ 14,00), kumulativ: 19,00/ 16,35% männl: 22,13 weibl.9,00		das kommerzielle Futter war nicht isokalorisch, besseres Wachstum der "Bt" Tiere, evt. aufgrund geringer Mykotoxinbelastung KG der Testgruppe geringer, Test/ Kontrolle
5	NK603	NS; 2,3/ 2,31 kg/ pro Vogel im Durchschnitt	NS 35,09/ 35,47 kg/ Stall Durch., 3,55/ 3,47 kg/Vogel	NS 1,54/ 1,56 kg/kg, Durchschnitt. bereinigt: 1,53/ 1,55 (kg/kg) P<0,05	kA	kA	kA	2,5% in den ersten 7 Tagen, dann 1,14% (0-3%)		Test/ Kontrolle, keine sign. Unterschiede, Leistungen gleich
	MON810* NK603	NS; 2,19/ 2,12 kg/ pro Vogel im Durchschnitt	NS 35,17/ 33,83 kg/ Vogel Durch.,	NS 1,67/ 1,68 kg/kg; bereinigt: 1,60/ 1,63 (kg/kg)	kA	kA	kA	2,1% in den ersten 7 Tagen, dann 2,6% (1-4%)		Test/ Kontrolle, keine sig. Unterschiede, Leistungen gleich

8.2 Ergebnisse- Leistung										
Nr.		KG	Futtermittelaufnahme	Futtermitterverwertung	Futtermittlereffizienz	Gewichtszunahme	generelle Gesundheit	Mortalität	ADN	sonstiges
			3,68/ 3,54 kg/ Vogel							
6	Bt176	kA	NS 65/63 (g/d)	kA	kA	NS 38/ 38 (g/d)	kA		in Bezug zur Trockenmasse (TM): 71,4/ 73,7	Test/ Kontrolle
7	Bt176	kA	kA	NS 1,63/ 1,61 (g/g)	kA	kA	kA	kA	kA	Test/ Kontrolle Proteinverdau: 83,7/ 81,8%;
8	CBH351	SI größer beim Testansatz am Tag 31 und 42 (und Tag 0-42), absoluter Unterschied <3%	bei Testgruppe in der Starter Zeit (Tag 0-17) S größer	kA	kA	SI zw. Tag 17 und 31 bei den Testtieren höher	kA	NS, Kontrollgruppe: 3,89%, Testgruppe: 6,11%, nicht sig.	kA	Test/ Kontrolle
9	Bt176	Tag 38: NS Pellet/ mash: 1,880/ 1,747 kg Bt/ Kontrolle: 1,825/ 1.802 kg		verbesserte FCR an Tag 28 und 38 bei transgener Fütterung (1,52 und 1,73)	kA	männl. Tiere wuchsen schneller als weibl. Die Tiere der Pelletdiät wuchsen schneller als bei gemahlener Diät	kA	NS Bt/ Kontrolle: 96,1%/ 97,8% Überlebend	kA	die Diäten konnten nicht isokalorisch gestaltet werden, daher ist die verbesserte FCR nicht per se auf das transgene Getreide zurückzuführen
10	MON810* MON863		NS	NS	NS	NS	kA		kA	kA

8.2 Ergebnisse- Leistung										
Nr.		KG	Futteraufnahme	Futtermverwertung	Futtermeffizienz	Gewichtszunahme	generelle Gesundheit	Mortalität	ADN	sonstiges
11	Bt176	NS	NS	kA	kA	NS	kA	NS	kA	kA
12	MON863	NS	NS	NS	kA	kA	kA	kA	kA	kA
13	MON810* NK603	NS	NS	NS		kA	kA	kA	kA	kA
14	MON810	Testgruppe signifikant schwerer (Getreide war 72% weniger mit Mykotoxinen belastet) 2619/ 2506g (+4,5%)	NS 125,7/ 125,0 (g/d)	kA	Futter/ Gewichtszunahme: 1,98/ 2,02, Mittelwertvergelich.	NS 63,4/ 61,8 (g/d)	kA	kA	kA	kA
15	MON810* GA21	NS	NS	NS	NS	kA	kA	kA	kA	kA
16	MON810	kA	Testgruppe geringere Aufnahme	kA	Kontrollgruppe schlechtere Futtermeffizienz	NS	kA	kA	kA	metabolische Verdaulichkeit gleich, metabolische Energie ist gleich, Kontrollgruppe schlechtere Effizienz
17	Bt	kA	kA	kA	Futter/ Zunahme: 1,63/ 1,62	1,123/ 1,056 gms/ Vogel	kA	kA	kA	metabolische Energie: 3,516/ 3,505 Kcal/ Kg), AS Verdaulichkeit: 89,5/ 90,7%, Test/ Kontrolle

## 12.3.15 Ergebnisse der Schlachtkörperuntersuchung

8.3 Ergebnisse- Schlachtkörper							
Nr.	Transformationsereignis	Schlachtgewicht	Brustmuskel	Schenkel	Flügel	Depotfett	
1	MON863	NS 1,59/ 1,56 (kg)	NS 0,41/ 0,39 (kg)	NS 0,27/ 0,27 (kg)	NS 0,19/ 0,18 (kg)	NS 0,03/0,04 (kg)	Test/ Kontrolle
	MON810* MON 863	NS 1,64/ 1,60 (kg)	NS 0,42/ 0,41 (kg)	NS 0,28/ 0,28 (kg)	NS 0,18/ 0,19 (kg)	NS 0,03/0,03 (kg)	Test/ Kontrolle
2	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	Enzymtest und PCV zeigten keine Unterschiede oder Auffälligkeiten, Bt/ Isoline
3	MON810	1,44/ 1,44 kg	sig. schwerer als bei der Kontrollgruppe 24,12/ 23,42% SG	NS. 17,54/ 17,49% des SG	NS 11,91/ 11,95% SG	NS 1,43/ 1,57% Lebendgewicht (LG)	Test/ Kontrolle
	MON810* GA21	NS 1,49/ 1,46 kg	SI 23,93/ 23,44% SG P<0,01	NS 17,50/ 17,50% SG	NS 11,89/ 11,98% SG	NS 1,55/ 1,42% LG	Test/ Kontrolle
4	Bt11	männl: NS 73,29/ 72,99%	männl.: NS 18,3/ 18,85%	männl.: NS 13,49/ 13,40%	männl.: NS 7,90/ 7,80%	männl.: NS 1,56/ 1,21%	Test/ Kontrolle
		weibl.: NS 73,00/ 72,77%	weibl.: NS 19,47/ 19,67%	weibl.: NS 12,70/ 12,71%	weibl.: NS 7,99/ 7,59%	weibl.: NS 1,86/ 1,51	
5	NK603	NS 1,59/ 1,58 kg/ Vogel	SI (P > 0,05) 0,41/ 0,39 kg	NS 0,28/ 0,28 kg	NS 0,19/ 0,18 kg	SI 0,034/ 0,037 kg, P<0,05	Test/ Kontrolle
	MON810* Nk603	NS 2,21/ 2,10 kg/ Vogel	NS 0,4/ 0,39 kg	NS 0,27/ 0,26 kg	NS 0,18/ 0,18 kg	SI 0,036/ 0,039 P<0,05	Test/ Kontrolle
6	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA
7	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA
8	CBH351	NS	Testgruppe größerer Brustmuskelgrößer (<5%) SI			NS	kA

<b>8.3 Ergebnisse- Schlachtkörper</b>							
<b>Nr.</b>	<b>Transformationsereignis</b>	<b>Schlachtgewicht</b>	<b>Brustmuskel</b>	<b>Schenkel</b>	<b>Flügel</b>	<b>Depotfett</b>	
<b>9</b>	Bt176	Tag 41: NS 1,90/ 1,89 kg (Lebendgewicht)	Brusthaut (SI), pectoralis minor (SI), major (NS)	NS 12,52/ 12,36%	NS 8,19/ 8,24%	NS 1,42/ 1,36%	Test/ Kontrolle
<b>10</b>	MON810* MON 863	NS	NS	NS	NS	NS	kA
<b>11</b>	Bt176	NS					kA
<b>12</b>	MON863	NS	NS	NS	NS	NS (S Unterschied bei weiblichen Tieren, nicht bei männlichen)	kA
<b>13</b>	MON810* NK603	NS	NS	NS	NS	NS	kA
<b>14</b>	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>15</b>	MON810* GA21	NS	NS	NS	NS	NS	kA
<b>16</b>	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>17</b>	Bt	kA	kA	kA	kA	kA	kA

## 12.3.16 Ergebnisse der Fleischqualitätsuntersuchung

8.4 Ergebnisse- Fleischqualität											
Nr.	Transformationsereignis	Protein			Fett			Feuchtigkeit			sonstiges
		Brust	Schenkel	Flügel	Brust	Schenkel	Flügel	Brust	Schenkel	Flügel	
1	MON863	NS 23,63/23,94 (%,as-is basis)	NS 20,71/21,01 (%, as-is basis)	kA	NS 0,79/0,78 (%,as-is basis)	NS 1,79/2,11 (%,as-is basis)		NS 75,26/75,08 (%)	NS 76,82/76,21 (%)		Test/ Kontrolle
	MON810* MON 863	NS 23,51/23,27 (%,as-is basis)	NS 21,27/21,38 (%, as-is basis)	kA	NS 0,95/0,88 (%,as-is basis)	NS 2,20/2,05 (%,as-is basis)		NS 74,71/75,12 (%)	NS 76,42/76,38 (%)		Test/ Kontrolle
2	Bt176			kA							
3	MON810	NS 22,77/22,52 (%,as-is basis)	NS 20,23/20,31 (%,as-is basis)	kA	NS 1,126/1,092 (%,as-is basis)	NS 2,70/2,67 (%,as-is basis)		NS 74,81/74,73 (%)	NS 76,37/75,93 (%)		Test/ Kontrolle
	MON810* GA21	NS 22,98/23,00 (%,as-is basis)	NS 20,47/20,44 (%,as-is basis)		NS 1,080/1,139 (%,as-is basis)	NS 2,59/2,60 (%,as-is basis)		NS 74,55/74,85 (%)	NS 75,90/76,44 (%)		Test/ Kontrolle
4	Bt11			kA							
5	NK603	NS 24,11/23,71 (%,as-is basis)	NS 21,06/20,50 (%, as-is basis)	kA	NS 0,87/0,93 (%,as-is basis)	NS 2,46/2,31 (%,as-is basis)		NS 74,74/74,88 (%)	<b>SI</b> (F-Test) 75,89/75,75 (%)		Test/ Kontrolle, SSD (Statistical significance of overall F-test: NS at P>0,05)
	MON810* Nk603	<b>SI</b> (F-Test) 23,04/ 23,45 (%,as-is basis)	NS 20,07/20,74 (%,as-is basis)	kA	NS 0,86/0,83 (%,as-is basis)	NS 2,79/3,07 (%,as-is basis)		NS 75,17/74,98 (%)	NS 76,25/75,84 (%)		Test/ Kontrolle, SSD (Statistical significance of overall F-test: NS at

<b>8.4 Ergebnisse- Fleischqualität</b>											
<b>Nr.</b>	<b>Transformationsereignis</b>	<b>Protein</b>			<b>Fett</b>			<b>Feuchtigkeit</b>			<b>sonstiges</b>
		<b>Brust</b>	<b>Schenkel</b>	<b>Flügel</b>	<b>Brust</b>	<b>Schenkel</b>	<b>Flügel</b>	<b>Brust</b>	<b>Schenkel</b>	<b>Flügel</b>	
											P>0,05)
<b>6</b>	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>7</b>	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>8</b>	CBH351	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>9</b>	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>10</b>	MON810* MON 863	NS (P>0,05)	kA	kA	NS (P>0,05)	kA	kA	NS (P>0,05)	kA	kA	kA
<b>11</b>	Bt176	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>12</b>	MON863	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	kA
<b>13</b>	MON810* NK603	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	kA
<b>14</b>	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>15</b>	MON810* GA21	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	kA	kA
<b>16</b>	MON810	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA
<b>17</b>	Bt	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA	kA

### 12.3.17 Ergebnisse der DNA Untersuchung

<b>8.5 Ergebnisse- DNA</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Transformationsereignis</b>	<b>Blut</b>	<b>Organen</b>	<b>GIT</b>	<b>sonstiges</b>
<b>1</b>	MON863	kA	kA	kA	kA
	MON810* MON863	kA	kA	kA	kA
<b>2</b>	Bt176	Negativ (Positivkontrollen haben funktioniert)	Negativ (Positivkontrollen haben funktioniert)	DNA wird im GIT weder abgebaut noch absorbiert, sondern in der Faeces ausgeschieden.	kA
<b>3</b>	MON810	kA	Negativ (Positiv- und Negativkontrollen haben funktioniert)	Negativ (Positiv- und Negativkontrollen haben funktioniert)	Ergebnisse in: Jennings, JCLD, Attempts to detect transgenic and endogenous plant DNA and transgenic protein in muscle from broilers fed insect-protected Yield Gard corn event MON810, Poult Sci.82:371-380
	MON810*GA21	kA	Negativ (Positiv- und Negativkontrollen haben funktioniert)	Negativ (Positiv- und Negativkontrollen haben funktioniert)	
<b>4</b>	Bt11	kA	kA	kA	kA
	NK603	kA	kA	kA	kA
<b>5</b>	MON810*NK603	kA	kA	kA	kA
<b>6</b>	Bt176	kA	Teile der nontransgenen Mais DNA kann in verschiedenen Organen entdeckt werden (keine genaue Nennung der Organe, keine genauen Daten der Größe...)	kA	kA
<b>7</b>	Bt176	kA	kA	kA	kA
<b>8</b>	CBH351	kA	kA	kA	kA
<b>9</b>	Bt176	kA	kA	kA	kA
<b>10</b>	MON810*MON863	kA	kA	kA	kA

<b>8.5 Ergebnisse- DNA</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Transformations- ereignis</b>	<b>Blut</b>	<b>Organen</b>	<b>GIT</b>	<b>sonstiges</b>
<b>11</b>	Bt176	kA	Bt 176: Leber, Milz, Fleisch --	Bt 176: Kropf (+), Muskelmagen, Dünndarm, Dünndarm --	Zeichenerklärung: (+) leichtes positives Signal, -- kein Signal
<b>12</b>	MON863	kA	kA	kA	kA
<b>13</b>	MON810*NK603	kA	kA	kA	kA
<b>14</b>	MON810	kA	kA	kA	kA
<b>15</b>	MON810*GA21	kA	kA	kA	kA
<b>16</b>	MON810	kA	kA	kA	kA
<b>17</b>	Bt	kA	kA	kA	kA

## 12.3.18 Gesamtergebnis der Autoren

9. Gesamtergebnis der Autoren und eigene Anmerkungen		
Nr	Transformationsereignis	Ergebnis der Autoren
1	MON863 und MON810*MON863	<p>Leistung: MON863: Das KG am Anfang und Ende entsprach der Industriennorm. Futteraufnahme und Futtermittelverwertung, Schlachtgewicht und Schlachtdaten [(%/ SG) und (%/ LG)] zeigten keine signifikanten Unterschiede. Die Fleischqualität zeigte beim Brust- und Schenkelfleisch hinsichtlich Wasser-, Protein- und Fettgehalt keine signifikanten Unterschiede. Das Gewicht des Brustmuskels zeigte eine signifikante Wechselwirkung bei der Diät und dem Geschlecht.</p> <p>MON810*MON863: Leistung: alle untersuchten Parameter zeigten keine signifikanten Unterschiede. Es ergab sich keine Wechselwirkung der Diäten und dem Geschlecht. SG und Schlachtdaten zeigten keine signifikanten Unterschiede <math>P &gt; 0.05</math>. Die weiblichen Testtiere zeigten gegenüber der Kontrollgruppe beim Schenkelfleisch einen signifikanten Unterschied <math>P &lt; 0.05</math>, der bei den männlichen Tieren nicht auftrat (Daten sind nicht aufgeführt). Die Fleischqualität zeigte keinen signifikanten Unterschied. Kein Unterschied im Nährwert. Ergaben sich vereinzelt Unterschiede lagen diese noch innerhalb der Literaturwerte. Schlussfolgerung:</p> <p>der Nährwert und die chemische Zusammensetzung der transgenen Maislinie ist gegenüber der Kontrolllinie und gegenüber den untersuchten konventionellen Linien äquivalent.</p>
2	Bt176	<p>Die Hauptbestandteile der transgenen Linie und der Kontrolllinie sind vergleichbar und stimmen mit den Angaben der DLG (1995) und der NRC (1995) überein. Der Gehalt an AS und FS beider Getreidelinien sind miteinander vergleichbar und liegen im Rahmen der Daten der NRC 1995. Der Versuch demonstriert die Vergleichbarkeit zwischen Bt176 und der Kontrolllinie in allen analysierten Parametern. Die Insertion von Cry1Ab hat keinen Einfluss auf die chemische Zusammensetzung des Mais. (Vgl. Flachowsky 2000, Aulrich 2001, Aeschbacher 2002, Reuter 2002).</p> <p>DNA: Die Absorption von funktionstüchtiger DNA ist gering (vgl. Doerfler 1997, Beever und Phipps 2001), Bt spez. DNA wurde weder in Blut noch in den untersuchten Organen nachgewiesen.</p> <p>Tierleistung: Futteraufnahme, KG, Gewichtszunahme, Futtermittelverwertung zeigten keine signifikanten Unterschiede <math>P &gt; 0.05</math>. Die Ergebnisse zeigten keinen Einfluss auf die Leistung, (vgl. Chesson und Flachowsky 2002).</p> <p>Blut und Serumuntersuchungen zeigten keine signifikante Unterschiede. Beide Tiergruppen waren in guter gesundheitlicher Verfassung.</p>
3	MON810/ MON810*GA21	<p>Allgemein: Die Mortalität war während des Versuches bei allen Versuchsansätzen leicht erhöht.</p> <p>MON810: Die Leistung der Tiere war bei allen untersuchten Parametern (LG, Anfang und Ende, Futteraufnahme, Futtermittelverwertung) nicht signifikant erhöht <math>P &gt; 0.05</math>.</p> <p>Die Schlachtdaten waren nicht signifikant unterschiedlich, bis auf das Brustfleisch der Testgruppe, diese war signifikant schwerer <math>P &lt; 0.05</math>.</p> <p>Die Fleischqualität war bei beiden Testgruppen gleich.</p> <p>MON810*NK603: alle Parameter der Leistung waren nicht signifikant unterschiedlich, die Schlachtdaten waren vergleichbar. Schlussfolgerung: Der Versuch zeigte äquivalentes Wachstum und vergleichbare Leistungs- und Schlachtdaten (vgl. mit Sidhu 2000)</p>
4	Bt11	Die Abweichungen der Getreideanalyse lagen innerhalb der Grenzwerte.

9. Gesamtergebnis der Autoren und eigene Anmerkungen		
Nr	Transformationsereignis	Ergebnis der Autoren
		Das KG der Tiere zeigte keine signifikante Wechselwirkung zwischen dem Getreide und dem Geschlecht bei keinem Alter. Die männlichen Tiere waren bei Versuchsende, wie erwartet, schwerer als die weiblichen Tiere. Die Tiere, die den Hitzestress überlebten, zeigten einen geringen Unterschied im KG, sie waren leichter. Es zeigte sich keine Interaktion zwischen Getreide und Geschlecht. Die Futtermittelverwertung zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen Korn und Geschlecht bei keinem Alter. Die Diäten waren, trotz Bemühungen nicht isokalorisch, vor allem der Proteingehalt war unterschiedlich. Es zeigten sich keine schädlichen Effekte, die in Zusammenhang mit der gentechnischen Veränderung gebracht werden könnten. Die Mortalitätsrate war in der Finisher Periode signifikant unterschiedlich: die männlichen Tiere starben häufiger als die weiblichen Tiere. Als Grund wird das heiße Wetter angegeben, auf das die männlichen Tiere besonders sensibel reagieren. Die Testtiere zeigten eine signifikant erhöhte Mortalität gegenüber den Kontrolltieren in der Starter und Grower Periode (bis Tag 35),
		die sich bei der Berechnung auf kumulativer Ebene nicht zeigte. Diese Effekte hatten keine erklärbare oder logische Gründe. Die Schlachtdaten zeigten keine Effekte bezüglich der Kornquelle. KG und FV waren äquivalent zur Kontrolle. Schlussfolgerung: Das gentechnisch veränderte Korn hat in dieser Studie keine schädlichen Effekte offenbart.
5	NK603/ MON810* NK603	NK603: KG am Versuchsanfang und Ende zeigte keinen signifikanten Unterschied $P > 0.05$ . Die untersuchten Parameter der Leistung waren nicht unterschiedlich: LG, Futteraufnahme, Futtermittelverwertung ( $P > 0.05$ ). Die Schlachtdaten zeigten keine signifikanten Unterschiede (in kg oder %/SG), das Fettgewebe der Testtiere war signifikant geringer als das der Kontrollgruppe $P < 0.05$ . Das Gewicht der Flügel zeigte auf der Basis %/SG eine signifikante Wechselwirkung bei Geschlecht und Versuchsansatz ( $P < 0.05$ ). Die Fleischqualität zeigte keine Unterschiede.  MON810* NK603: Das KG am Anfang und Ende zeigte keinen signifikanten Unterschied $P > 0.05$ . Die untersuchten Parameter der Leistung waren nicht unterschiedlich. LG, FA, FV ( $P > 0.05$ ). Die Schlachtdaten zeigten keinen sig. Unterschiede. Bei der Fleischqualitätsuntersuchung hatte der Brustmuskel der Testgruppe durchschnittlich einen sig. niedrigeren Proteingehalt, aber keine signifikante Wechselwirkung bei Geschlecht und Versuchsansatz. Die Studie zeigte keine Unterschiede im Nährwert der Getreidesorten (vgl. mit Sidhu 2000). Die aufgetretenen Unterschiede waren biologisch nicht signifikant und entsprechen den Literaturwerten. Schlussfolgerung: Die gentechnische Veränderung zeigt keine relevanten Unterschiede.  Schlussfolgerung: Die gentechnische Veränderung zeigt keine relevanten Unterschied.
6	Bt176	Die Getreideanalyse zeigte bei den Hauptbestandteilen, den AS und FS keine Unterschiede in der Zusammensetzung. Bei der Leistung zeigten die Parameter: KG, Gewichtszunahme, Futteraufnahme und Futtermittelverwertung keine signifikanten Unterschiede.
7	Bt176	Die Getreideanalyse zeigte Unterschiede beim Proteingehalt, beim Phosphor- und dem Ölsäuregehalt, die aber im Normalbereich liegen, DLG 1997. Die AS Zusammensetzung ist beinahe identisch in beiden Getreidevariationen. Die FV ist nahezu identisch, der AME- Wert ist nicht signifikant beeinflusst $P > 0.05$ . Unterschiede im Wachstum und in der Futtermittelverwertung wurden nicht gefunden, die Nährwerte beider Getreidelinien ähneln sich.
8	CBH351	Das Endgewicht der Testgruppe ist gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöht, dementsprechend ist die Gewichtszunahme zwischen dem 17 und 31 Tag bei der Testgruppe erhöht. Die Futteraufnahme ist in der Starter Periode bis zum Tag 17 bei der Testgruppe erhöht. Der Brustmuskel ist bei der Testgruppe bis zu 5% schwerer. Die Ergebnisse der Futteraufnahme/ Gewichtszunahme und der Mortalitätsrate stehen in keinem Zusammenhang zur Test- oder Referenzlinie. Schlachtgewicht, Fettgewebe und Brustmuskel sind auf der %/SG Basis in allen analysierten Versuchsansätzen gleich. Der Nährwert der gentechnisch veränderten Linie ist mindestens so hoch wie der Wert der Kontrolle, es ergaben sich keine schädlichen Effekte auf das Wachstum der untersuchten männlichen Population.

<b>9. Gesamtergebnis der Autoren und eigene Anmerkungen</b>		
<b>Nr</b>	<b>Transformationsereignis</b>	<b>Ergebnis der Autoren</b>
9	Bt176	Die Getreideanalyse der transgenen Linie zeigte geringe Unterschiede in den analysierten Hauptbestandteile, die jedoch im Rahmen der Normalwerte liegen. Kein signifikanter Unterschied des KG, keine signifikante Wechselwirkung bei Korndiät und der Futterform (Pellet oder gemahlen) oder des Geschlechts. Obwohl die Diäten ernährungsphysiologische nicht identisch waren, zeigten sich keine schädlichen Effekte, die auf die gentechnische Modifikation zurückzuführen wären. Die Mortalitätsrate war nicht signifikant unterschiedlich, es zeigte sich keine Interaktion zwischen der Futterform und dem Geschlecht. Die Testgruppe hatte einen signifikant schwereren Brustmuskel. Bei der Pelletgabe waren das Fettgewebe und der Brustmuskel signifikant schwerer als bei der gemahlten Futtergabe. Schlussfolgerung: Die Studie demonstriert, dass sich zwischen der gentechnisch modifizierten und der Kontrolllinie keine Unterschiede ergeben.
10	MON810*MON863	Leistungsparameter (Gewichtszunahme, Futteraufnahme, Futterverwertung) und Schlachtdaten (SG, Fettgewebe auf der Basis %/SG) waren für alle Versuchsansätze gleich ( $P > 0.05$ ). Die Fleischqualität beim Schenkel- und Brustfleisch war für alle Versuchsansätze gleich ( $P > 0.05$ ). Bei keinem Parameter ergab sich eine signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und Korndiät ( $P > 0.05$ ). Schlussfolgerung: das gentechnisch veränderte Korn ist im Nährwert äquivalent zur isogenen Getreidelinie.
11	Bt176	Ein signifikanter Unterschied in der ernährungsphysiologischen Qualität oder Nährstoffzusammensetzung beider Getreidelinien wurde nicht entdeckt. Die Parameter Mortalität, KG, Futteraufnahme, Wachstum und Schlachtdaten zeigten keine Unterschiede. DNA-Untersuchung: das Bt Gen konnte nur im Kropf nachgewiesen werden, im Muskelmagen, in den analysierten Organen, im Fleisch oder Blut konnte das Gen nicht nachgewiesen werden. Schlussfolgerung: der Transfer transgener DNA Fragmente in Körpergewebe ist extrem unwahrscheinlich. Der Stoffwechsel und die Leistungsdaten wurden von der Korndiät nicht beeinflusst.
12	MON863 und MON810*MON863	Der Vergleich zwischen MON863 und der Kontrolllinie zeigte keine Unterschiede in der Leistung, Fleischqualität und den meisten Schlachtparameter ( $P > 0.05$ ). Das Fettgewebe der weiblichen Tiere war signifikant schwerer ( $P < 0.05$ ) dieser Unterschied wurde bei den männlichen Tiere nicht beobachtet. Die Ergebnisse zeigten keine biologisch relevanten Unterschiede in der Leistung, den Schlachtdaten oder in der Fleischzusammensetzung. Die Ergebnisse unterstützen die Äquivalenz des Nährwertes der Linie MON863 zu den anderen untersuchten Getreidelinien.
13	MON810*NK603	Der Vergleich von MON810*NK603 und der Kontrolllinie zeigte keine Unterschiede in der Leistung, Fleischqualität und den Schlachtparameter ( $P > 0.05$ ). Es ergaben sich keine biologisch relevanten Unterschiede in der Leistung, den Schlachtdaten oder der Fleischqualität zwischen MON810*Nk603, den Kontrolllinien und der kommerziellen Diät. Die gentechnisch veränderte Getreidelinie war im Nährwert äquivalent zur Kontrolllinie.
14	MON810	Die untersuchten Parameter: Futteraufnahme, Gewichtszunahme und Futter/Zunahme ergaben keine signifikanten Unterschiede $P > 0.05$ . Das Endgewicht der Testtiere war gegenüber den Kontrolltieren signifikant erhöht ( $P < 0.05$ ). Schlussfolgerung: die Leistung der Tiere, die mit transgenem Getreide gefüttert wurden, war mindestens so gut wie die der anderen Vögel.
15	MON810*GA21	Schlussfolgerung: es ergaben sich keine biologisch relevanten Unterschiede in der Leistung, den Schlachtdaten oder der Fleischqualität beider Testgruppen. Das gentechnisch veränderte Getreide war im Nährwert äquivalent zu der Kontrollgruppe und den kommerziellen Linien.
16	MON810	In den Leistungsparameter wurden keine Unterschiede entdeckt $P > 0.05$ , kein Unterschied beider Getreidelinien (Test+Kontrolle) im „apparent metabolizable digestibility coefficient“ $P > 0.05$ . Schlussfolgerung: die gentechnisch veränderte Getreidelinie ist zu ihrer Kontrolllinie Nährwert äquivalent. Die transgene Maislinie zeigte gegenüber den drei kommerziellen Maislinien geringe Unterschiede in den Leistungsparameter.

<b>9. Gesamtergebnis der Autoren und eigene Anmerkungen</b>		
<b>Nr</b>	<b>Transformations- ereignis</b>	<b>Ergebnis der Autoren</b>
17	Bt	Der Nährwert der gentechnisch veränderten Linie ist zur nicht gentechnisch veränderten Linie ähnlich.

## **13 Erklärung**

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen, als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Freiburg, Oktober 2004