



Das Lebensministerium



Untersuchungen zum Anbau von GVO in Sachsen

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Heft 15/2008

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Untersuchungen zu Konsequenzen des Anbaus von GVO in Sachsen

Prof.* Dr. Christian Schiefer, Rolf Schubert, Birgit Pölitz, Angela Kühne,
Dr. Karsten Westphal, Dr. Olaf Steinhöfel, Annette Schaerff

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielstellung	1
2	Allgemeine Versuchsbeschreibung	1
3	Pflanze und Boden.....	2
3.1	Material und Methoden.....	2
3.1.1	Standortbedingungen.....	2
3.1.2	Anmeldung.....	2
3.1.3	Versuchsanlage	3
3.1.4	Beobachtungen zur Pflanzenentwicklung, Ertragsfeststellungen.....	4
3.1.5	Beobachtung der bodenbiologischen Aktivität	5
3.2	Versuchsdurchführung	5
3.2.1	Agrotechnische Maßnahmen	5
3.2.2	Beobachtung von Witterung und Wachstum	6
3.3	Ergebnisse und Diskussion	7
3.3.1	Bonituren, Zählungen und Messungen	7
3.3.2	Ertragsfeststellungen	8
3.3.3	Beobachtung der bodenbiologischen Aktivität	12
4	Monitoring Schaderreger und Nichtzielorganismen (Versuchsfeld/Praxis)	13
4.1	Material und Methoden.....	13
4.1.1	Entscheidungsbonitur zur chemischen Bekämpfung	13
4.1.2	Bonitur der Nichtzielorganismen	13
4.1.3	Bonitur des Maiszünslers.....	14
4.1.4	Monitoring der umliegenden Praxisschläge	14
4.2	Versuchsdurchführung	15
4.2.1	Entscheidungsbonitur zur chemischen Bekämpfung des Maiszünslers.....	15
4.2.2	Bonitur der Nichtzielorganismen	16
4.2.3	Bonitur des Maiszünslers.....	16
4.2.4	Monitoring der umliegenden Praxisschläge (Flächenmonitoring).....	17
4.3	Ergebnisse und Diskussion	17
4.3.1	Entscheidungsbonitur zur chemischen Bekämpfung des Maiszünslers.....	17
4.3.2	Bonitur der Nichtzielorganismen	19
4.3.3	Bonitur des Maiszünslers.....	22
4.3.4	Monitoring der umliegenden Praxisschläge (Flächenmonitoring).....	27
5	Untersuchungen zur Auskreuzung (Versuchsfeld/Praxis).....	32
5.1	Material und Methoden.....	32
5.1.1	Probenahme	32
5.1.2	Probenaufbereitung	34
5.1.3	Molekularbiologische Untersuchungen	35
5.2	Versuchsdurchführung	39
5.3	Ergebnisse und Diskussion	41
6	Futterwert und -hygiene von Bt- und konventionell isogenem Mais.....	51
6.1	Material und Methoden.....	51
6.1.1	Silomais	51
6.1.2	Körnermais.....	52

6.2	Versuchsdurchführung	52
6.3	Ergebnisse	53
6.3.1	Silomais	53
6.3.1.1	Futterwert	53
6.3.1.2	Aerobe Stabilität und Silierverluste	55
6.3.1.3	Futtermittelhygiene.....	56
6.3.1.4	Zusammenfassung.....	57
6.3.2	Körnermais (Feuchtkornmais).....	58
6.3.2.1	Futterwert	58
6.3.2.2	Aerobe Stabilität und Silierverluste	60
6.3.2.3	Futtermittelhygiene.....	61
6.3.2.4	Zusammenfassung.....	63
7	Ökonomische Bewertung (Versuchsfeld/Praxis)	63
7.1	Material und Methoden.....	63
7.1.1	Datenbasis.....	63
7.1.2	Methodik bei Körnermais	64
7.1.3	Methodik bei Silomais	64
7.2	Durchführung.....	67
7.2.1	Auswertung Feldversuch.....	67
7.2.2	Auswertung Praxisbetriebe	67
7.3	Ergebnisse und Diskussion	68
7.3.1	Ergebnisse des Feldversuches	68
7.3.2	Ergebnisse in den Praxisbetrieben	71
7.3.2.1	Praxisbetrieb Ernte 2006.....	71
7.3.2.2	Praxisbetriebe Ernte 2007.....	73
7.3.2.3	GVO-Mehraufwand	78
7.3.3	Fragen der Vermarktung und der Risikoabsicherung.....	79
7.3.4	Kalkulationsvariante und ökonomische Schadschwellen	79
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	82
9	Literaturverzeichnis.....	83
10	Anhang.....	85

Verzeichnis der Abkürzungen

Akh:	Arbeitskraftstunden
A- (B.):	alluviale Böden
BBCH:	Code für morphologisches Entwicklungsstadium der Pflanze, entwickelt von Biologischer Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemischer Industrie
B4:	nicht bienengefährlich
BEFU:	von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft entwickeltes Programm zur Bestandesführung
Bt-Mais:	gentechnisch veränderter Mais mit Insektenresistenz durch ein eingefügtes Gen aus dem Bakterium <i>Bacillus thuringiensis</i>
Ca:	Kalzium
CTAB:	Cetyltrimethylammoniumbromid
Cu:	Kupfer
d:	Tag
D- (B.):	dilluviale Böden
DAL:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung
DNA:	Desoxyribonukleinsäure (englische Abkürzung: DNA)
DON:	Deoxynivalenol
dt:	Dezitonne
ELOS	Enzymlösliche organische Substanz
EPPO:	European and Mediterranean Plant Protection Organization
EU:	Europäische Union
EUR:	Euro
Fa.:	Firma
Fe:	Eisen
FM:	Frischmasse
g:	Gramm
GD:	Grenzdifferenz
gv:	gentechnisch verändert
gv-Mais:	gentechnisch veränderter Mais
GVO:	gentechnisch veränderter Organismus
ha:	Hektar
K ₂ O	wasserlösliches Kaliumoxid
KbE:	koloniebildende Einheiten
K-Gehalt:	Kaliumgehalt
KM:	Körnermais
KZS:	Keimzahlstufe
LAG:	Länderarbeitsgemeinschaft Gentechnik
LfL:	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Lö:	Lößböden
L ₂ - und L ₃	Larvenstadien 2 und 3
KTBL:	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LVG:	Lehr- und Versuchsgut (Köllitsch)
Mg-Gehalt:	Magnesiumgehalt

Mn:	Mangan
Na:	Natrium
NH ₄ :	Ammonium
Mg:	Magnesium
MJ:	Megajoule
n:	Anzahl der Untersuchungen
N:	Stickstoff
n.b.:	nicht bestimmt
NEL:	Netto-Energie-Laktation
Nmin:	mobiler Stickstoffgehalt
NN:	Normalnull
NO ₃ :	Nitrat
OS:	organische Substanz
OTA:	Ochatoxin A
P ₂ O ₅	wasserlösliches Phosphorpentoxid
PCR:	Polymerase-Kettenreaktion (Polymerase Chain Reaction)
P-Gehalt:	Phosphorgehalt
pH-Wert:	Maß für die Stärke der sauren bzw. basischen Wirkung
RL:	Richtlinie
s:	Streuung
S:	wasserlöslicher Schwefel
SEÜ:	Schaderegerüberwachung
Sh:	Schlepperstunden
TM:	Trockenmasse
TS:	Trockensubstanzgehalt
UV:	ultraviolettes Licht
V- (B.):	Verwitterungsböden
\bar{X} :	Mittelwert
ZEA:	Zearalenon
Zn:	Zink
µg:	Mikrogramm

1 Einleitung und Zielstellung

Gegenwärtig nimmt weltweit die Anbaufläche von gv-Mais stetig zu. 2006 wurde auf über 25 Mio Hektar gv-Mais angebaut. 2007 erhöhte sich der Anbau um fast ein Drittel auf 32,5 Mio ha. In der Europäischen Union (Anbaufläche: 110 000 ha) hat Spanien mit 75 000 ha den größten Anteil an gv-Mais [1]. In Deutschland wurden 2007 insgesamt 2 685 ha angebaut. Sachsen nahm mit 556 ha (2006: 230 ha) nach Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern den dritten Platz innerhalb der deutschen Bundesländer ein [2].

Von gv-Maissorten werden beträchtliche Ertragssteigerungen bzw. eine Ertragsstabilisierung erwartet [3]. Diese Zuchtziele sollen durch Resistenz gegen Schädlinge und Krankheiten sowie durch Abbau abiotischer Stressfaktoren erreicht werden. Für bereits zugelassene GVO-Konstrukte ist es notwendig, ähnlich wie bei anderen durch das Bundessortenamt bzw. die EU zugelassenen Sorten regionale Anbaueignungsversuche durchzuführen, um Beratungsgrundlagen für die Praxis zu schaffen.

Mit der Realisierung des Projektes wird eine spezifisch auf Sachsen zugeschnittene Demonstrations- und Beratungsbasis aufgebaut, aus der Ergebnisse auch in ein bundesweit vernetztes Versuchsprogramm einfließen.

Neben der Einschätzung von Langzeitwirkungen sind die ökonomische Bewertung sowie Koexistenzfragen Schwerpunkte des Projektes.

Die Vorhabensziele werden im Folgenden aufgeführt. Sie sind bedeutsam für weitere wissenschaftlich fundierte Empfehlungen zur guten fachlichen Praxis beim Umgang mit GVO.

- Prüfung und Demonstration der Anbaueignung von Bt-Mais im Vergleich zu konventionellem Mais unter sächsischen Bedingungen nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis
- Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit des Verfahrens
- Entwicklung eines effektiven Langzeitmonitorings des Maiszünlers
- Untersuchungen zur Absicherung der Koexistenz zwischen Betrieben mit und ohne Anbau von gv-Sorten (Auskreuzung)
- Untersuchungen zu Futterqualität und -wert
- Beobachtung der Auswirkungen von GVO auf die bodenbiologische Aktivität sowie auf Nichtzielorganismen
- Überleitung der Ergebnisse in die Praxis (Vor-Ort-Demonstrationen, Fachtagungen und Publikationen)

2 Allgemeine Versuchsbeschreibung

Für die Anlage des Projektes stand auf landeseigenen Flächen des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch ein ausgewählter Schlag zur Verfügung. Damit konnten die rechtlichen Bedingungen des Anbaues von gv-Mais eingehalten und der Langzeitanbau garantiert werden. Alle anfallenden Arbeiten wurden durch das LVG durchgeführt und das Erntegut innerbetrieblich verwertet. Mit dem Nachbarbetrieb erfolgte eine einvernehmliche Abstimmung. Neben den Beobachtungen auf dem Versuchsfeld wurden in den zwei Jahren alle Maisschläge in den umliegenden Landwirtschaftsbetrieben (Fünf-Kilometer-Radius) sowie die übrigen Maisflächen

des LVG in ein Monitoring des Maiszünslers einbezogen. Zusätzlich konnte 2006 in einem Landwirtschaftsbetrieb (Gebiet mit hohem Auftreten des Maiszünslers) auf einem Schlag mit Bt-Mais und entsprechender konventionellen Sorte der Befall von Maiszünslern bonitiert sowie Proben für die Feststellung der Auskreuzung entnommen werden. 2007 wurde in diesem Betrieb auch eine Insektizidvariante geprüft. Zur Verbesserung der Aussagefähigkeit hinsichtlich der Ökonomie des Bt-Maisanbaues konnten 2007 neun Bt-Mais anbauende Landwirtschaftsbetriebe im Freistaat Sachsen in das Projekt einbezogen werden. Dabei wurden der Schädlingsbefall und die Korn- bzw. Frischmasseerträge erfasst sowie in einem weiteren Betrieb die Auskreuzung untersucht.

3 Pflanze und Boden

3.1 Material und Methoden

3.1.1 Standortbedingungen

Der Versuch wurde auf dem Schlag 138 „Am Park“ im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch angelegt. Das LVG liegt in der Elbaue südöstlich von Torgau. Der Schlag ist 14,2 ha groß. Die Standortparameter sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Standortparameter, Schlag 138, Köllitsch

Standorteinheit	AI 3
Bodenart	IS
Bodenwertzahl	62
Bewurzelungstiefe	60 cm
Ø Jahresniederschlag	500 mm
Ø Jahrestemperatur	9° C
Höhenlage	87 m ü. NN

Das in Ost-West-Richtung langgestreckte, ebene Versuchsfeld ist im Süden zur Elbe durch den Hochwasserschutzdeich und im Norden durch einen alten Elbarm (jetzt mit hohem Baumbestand) abgegrenzt. Die anliegenden Flächen im Osten und Westen werden landwirtschaftlich genutzt. Der Standort wird durch die Flussnähe grundwasserbeeinflusst. Nach Bodenuntersuchungen, Messungen der Leitfähigkeit und des Biomasseindex sind teilweise deutliche Bodenunterschiede festzustellen.

3.1.2 Anmeldung

Nach dem Gentechnikgesetz (GenTG) ist der geplante Anbau von gentechnisch veränderten Organismen spätestens drei Monate vor der Aussaat der zuständigen Bundesoberbehörde mitzuteilen. Die Anmeldung der Bt-Maisfläche nach § 16a des Gesetzes erfolgte am 30.01.2006 bzw. am 12.01.2007 beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit:

Flächenkennziffer: 04886/00374

Ort der Fläche: Köllitsch

Bundesland: Sachsen

Größe (m²): 18400 bzw. 18500

Gemarkung: Arzberg

Flur: 13

Flurstück: 24/3
Schlagname: Am Park
Mais, Erkennungsmarker MON-00810-6

3.1.3 Versuchsanlage

Im Versuch werden drei Varianten (Tabelle 2) als Langparzellen in dreifacher Wiederholung geprüft.

Tabelle 2: Versuchsvarianten

Variante 1	konventionelle Sorte unbehandelt
Variante 2	konventionelle Sorte mit Insektizid
Variante 3	Bt-Mais

Als Saatgut wurde für die Varianten 1 und 2 die konventionelle Sorte „**DKC 3420**“, für die Variante 3 die Bt-Maissorte „**DKC 3421YG**“ verwendet. Beide Sorten gehören der mittelfrühen Reifegruppe an (Körnerreifezahl: K 230 bis K 250). Die beiden Sorten sind mit Ausnahme des Bt-Resistenzgens genetisch identisch (isogen).

Die Gestaltung der Versuchsanlage erfolgte unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen, d. h. der gegebenen Flächengestaltung und der angrenzenden Nachbarfläche sowie der Anbautechnologie. Wie in der Abbildung 1 dargestellt, liegen die Langparzellen parallel zur östlichen Schlaggrenze und haben entsprechend der Schlagbreite unterschiedliche Längen.

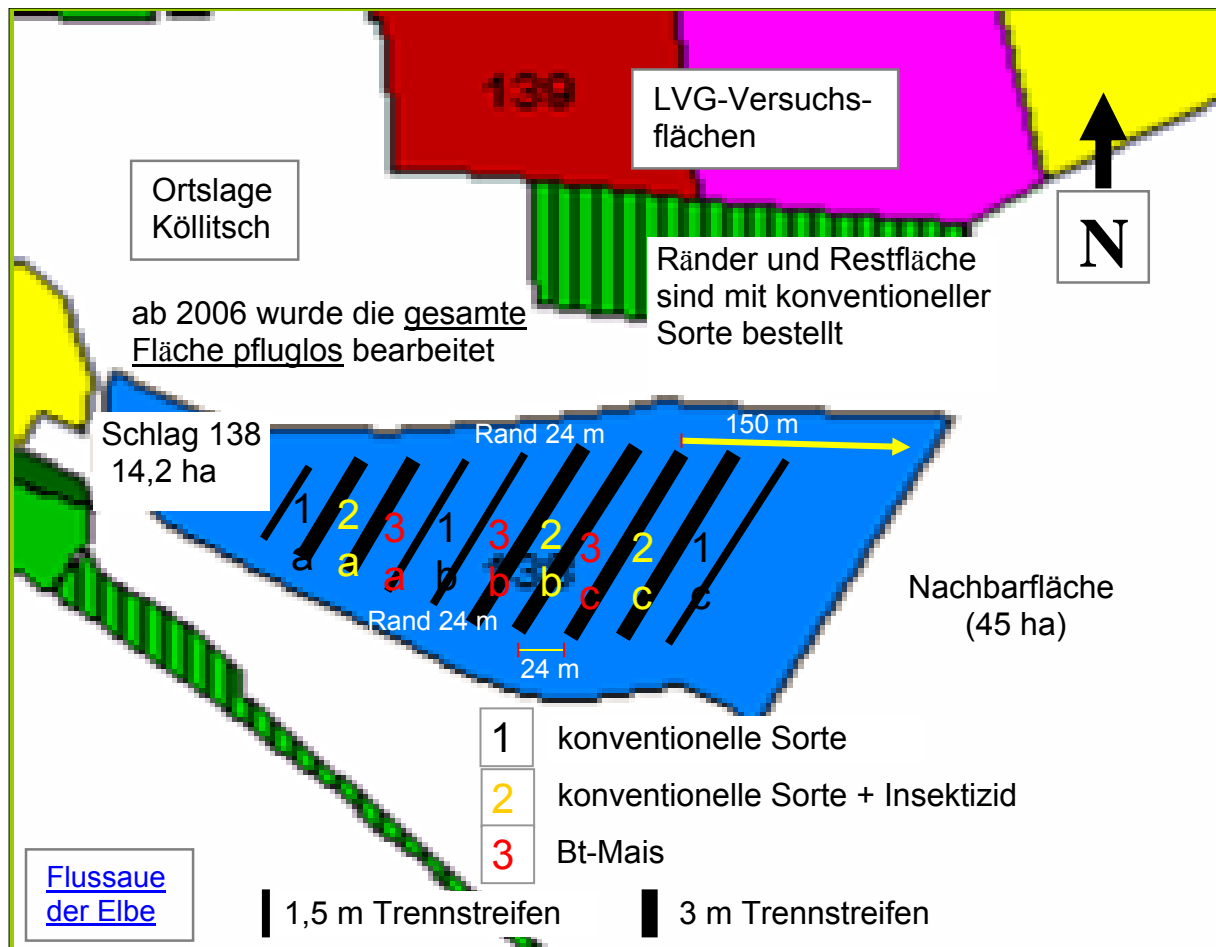


Abbildung 1: Versuchsanlage im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch (nicht maßstabsgerecht)

Zwischen den Langparzellen liegt jeweils ein Trennstreifen von 1,5 m bzw. 3 m Breite. Der 3-m-Streifen ist für den Einsatz der Spritztechnik erforderlich. Die Entfernung von den Parzellen zum Feldrand beträgt 24 m und von der Bt-Mais-Parzelle zum Nachbarschlag über 150 m. Die Flächengrößen der einzelnen Langparzellen sind aufgrund der variierenden Schlaglänge unterschiedlich (von ca. 4 200 bis 6 700 m²). Die gesamte Restfläche des Schlags ist mit der konventionellen Sorte bestellt.

3.1.4 Beobachtungen zur Pflanzenentwicklung, Ertragsfeststellungen

Die Wachstumsbeobachtungen und sämtliche Feststellungen (Bonituren, Zählungen und Messungen) sowie Probenahmen für nachfolgende Untersuchungen und Ertragsfeststellungen werden nach den „Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen“, herausgegeben vom Bundessortenamt [4], durchgeführt.

Weil 2006 im Exaktversuch keine signifikanten Ertragsunterschiede gefunden wurden, beschloss die Projektgruppe, 2007 auch Erhebungen aus Praxisbetrieben in die Untersuchungen einzubeziehen, um evtl. vorhandene Ertragstrends festzustellen. Bei allen diesen Untersuchungen handelte es sich um den gv-Mais MON 810. Als Vergleichssorten konnten jedoch vorrangig nur Sorten mit ähnlicher Reifegruppe und nur zum Teil die entsprechenden isogenen Sorten herangezogen werden. Die Körnermaisernte erfolgte wie in den Exakt-

versuchen mit einem Parzellenmährescher auf definierten Messstrecken. Die Silomaisерnte nahm der jeweilige Betrieb selbst vor, die Erntemenge von definierten Flächen wurde gewogen. Für 2008 ist vorgesehen, nur Betriebe mit entsprechender isogener Linie als Vergleichssorte in die Auswertung einzubeziehen.

3.1.5 Beobachtung der bodenbiologischen Aktivität

Zur Feststellung der Fraßaktivität der Bodenfauna werden Köderstreifen (Hersteller *terra protecta GmbH*, Berlin) verwendet. Die Bonitur besteht im Auszählen der durchfressenen Köder. Die Exposition im Boden erfolgt senkrecht, damit kann die Fraßaktivität an der Ködermasse differenziert bis zu einer Tiefe von 8 cm festgestellt werden. Je Parzelle werden 16 Köderstreifen quadratisch im Abstand von 20 cm zueinander ausgebracht, so dass je Prüfglied 48 Streifen für die Auswertung zur Verfügung stehen.

3.2 Versuchsdurchführung

3.2.1 Agrotechnische Maßnahmen

Aufgrund der Bodenuntersuchung (BEFU 2006, siehe Tabelle 3) war 2006 keine zusätzliche Düngung erforderlich. Im Herbst 2005 wurden auf dem Schlag 448 dt/ha Stallmist (überwiegend Schafdung) ausgebracht und anschließend gepflügt.

Tabelle 3: Bodenuntersuchung und Düngungsempfehlung für das Erntejahr 2006

NH ₄ (0-30 cm)	91 kg/ha	Humus	1,7 %
NO ₃ (0-30 cm)	13 kg/ha	pH-Wert	6,6
NH ₄ (30-60 cm)	86 kg/ha	P-Gehalt	12,1 mg/100g
NO ₃ (30-60 cm)	16 kg/ha	K-Gehalt	17,8 mg/100g
Nmin	206 kg/ha	Mg-Gehalt	11,4 mg/100g
Empfehlung für 1., 2. und 3. Gabe: 0		Empfehlung für P, K, Mg und Ca: 0	

Im Ergebnis der Bodenuntersuchung Frühjahr 2007 (BEFU 2007, siehe Tabelle 4) wurden für die 1. N-Gabe 40 kg/ha empfohlen. Auf die Ausbringung dieser Menge wurde verzichtet, weil zu diesem Termin extrem trockene Witterungsbedingungen herrschten. Die erreichten Kornerträge lagen auf dem Vorjahresniveau.

Tabelle 4: Bodenuntersuchung und Düngungsempfehlung für das Erntejahr 2007

NH ₄ (0-30 cm)	1 kg/ha	Humus	1,9 %
NO ₃ (0-30 cm)	36 kg/ha	pH-Wert	6,5
NH ₄ (30-60 cm)	2 kg/ha	P-Gehalt	8,9 mg/100g
NO ₃ (30-60 cm)	56 kg/ha	K-Gehalt	12,5 mg/100g
Nmin	95 kg/ha	Mg-Gehalt	15,7 mg/100g
Empfehlung für 1. Gabe: 40, 2./3. Gabe: 0		Empfehlung für P, K, Mg und Ca: 0	

Der Mais wurde 2006 am 03.05. und 2007 am 02.05. ausgesät. Die Aussaatstärke betrug 77 500 Körner/ha. Die Unkrautbekämpfung mit der Herbizidkombination „Zintan Gold Pack“ („Callisto“ 1 l/ha und „Gardo Gold“ 4 l/ha) erfolgte auf dem gesamten Schlag am 23.05.2006 bzw. 30.05.2007. Die Insektizidbehandlung mit dem Mittel „Steward“ (125 g/ha) im Prüfglied 2 wurde nach Terminfestlegung im Rahmen der Schaderregerüberwachung am 13.07.2006 bzw. 18.07.2007 durchgeführt. Am 12.10.2006 bzw. 05.11.2007 erfolgte die Kör-

nermaiserte mit dem Parzellenmähdrescher auf Messstrecken innerhalb der Langparzellen. In beiden Jahren wurde der gesamte Schlag vor der Winterpause (16.11.2006 bzw. 06.11.2007) nur noch einmal gegrubbert.

3.2.2 Beobachtung von Witterung und Wachstum

2006

Die Aussaat am 03.05. erfolgte bei relativ trockener, warmer Witterung in ein gut vorbereitetes, feinkrümeliges Saatbett. Nachfolgende Tage mit Bodentemperaturen um 14 °C und intensiver Sonneneinstrahlung begünstigten einen zügigen Aufgang (12.05.). Mängel im Stand nach dem Aufgang konnten nicht beobachtet werden. In der zweiten Hälfte des Monats hielten diese Bedingungen an, wobei Ende Mai ergiebige Niederschläge das Pflanzenwachstum förderten, so dass sich ein ausgeglichener Pflanzenbestand entwickelte. Nach einer kurzen kühlen Periode Anfang Juni, die Temperaturen sanken teilweise bis unter 10 °C ab, folgte warmes sommerliches Wetter mit geringen Niederschlägen und hoher Globalstrahlung. Das waren günstige Wachstumsbedingungen für den Mais. Die Messung der Pflanzenlänge ergab relativ hohe Durchschnittswerte (über 250 cm, siehe Tabelle 5). Jedoch traten teilweise, besonders auf den leichteren Bereichen im Nordosten des Versuchsfeldes, erste Trockenschäden auf. Diese waren je nach Untergrund und Wasserverhältnissen als streifenweise Ausprägung mit sehr deutlichen Unterschieden auch in der Pflanzenentwicklung bzw. -länge sichtbar.

Mitte Juli (16.07.) blühte der Mais. In dieser Zeit lagen die Tagesdurchschnittswerte der Lufttemperatur zwischen 20 °C und 27 °C. Bis auf zwei Tage Regen (jeweils ca. 25 mm) fiel kein Niederschlag. Im August herrschte kühles, wechselhaft feuchtes Wetter mit zeitweise stürmischen Winden. Die Temperaturen sanken bis auf 13 °C ab. Danach waren die Witterungsbedingungen im September relativ warm und trocken. In den letzten Septembertagen und Anfang Oktober fielen ergiebige Niederschläge. Die Körnermaiserte (am 12.10.) konnte bei trockenem Wetter unter günstigen Bedingungen erfolgen. Der Mais erreichte auf dem Versuchsfeld die Milchreife (BBCH 75) am 10.08., die Teigreife (BBCH 85 = Siloreife) am 29.08. und die Vollreife (BBCH 89) am 08.10.2006

2007

Der April war relativ warm und extrem trocken. In der Monatssumme fielen insgesamt nur ca. 0,5 mm Niederschlag. So konnte die Aussaat am 02.05. in ein staubtrockenes, gut vorbereitetes Saatbett erfolgen. Vier Tage später setzte eine längere Regenperiode ein, die mit kurzer Unterbrechung bis Ende Mai anhielt und ergiebige Niederschläge brachte. Diese Bedingungen und die relativ hohen Boden- und Lufttemperaturen begünstigten den Aufgang und die Jugendentwicklung der Maispflanzen. Es wuchsen zügig gute Bestände heran. Wachstumshemmende Kälteperioden konnten nicht beobachtet werden.

In den Folgemonaten (Juni bis August) lagen die Durchschnittstemperaturen deutlich über den langjährigen Mittelwerten. Da in dieser Zeit gut verteilt ausreichend Niederschläge fielen, wurde das Wachstum der Pflanzen durch Trockenstress nicht beeinträchtigt. Bei ausgeglichener Bestandesentwicklung blühte der Mais relativ früh (12.07.) und erreichte deutlich höhere Pflanzenlängen als im Vorjahr. Befruchtungsprobleme wurden nicht beobachtet, die Kolbenbildung verlief zügig.

Im September herrschten kühle und regenreiche Witterungsbedingungen, die die Abreife verzögerten und die Zunahme der Trockensubstanzgehalte verlangsamten. Der Oktober war verhältnismäßig kühl und trocken. Die Körnermaisernte auf dem Versuchsfeld erfolgte bei günstigen Erntebedingungen später als im Vorjahr (05. 11.). Das Stadium der Milchreife (BBCH 75) wurde am 28. 07., der Teigreife (BBCH 85 = Siloreife) am 26. 08. und der Vollreife (BBCH 89) am 05. 10. erreicht.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich die Witterungsbedingungen 2006 und 2007 für den Maisanbau günstig auf die Ertragsbildung auswirkten. Die Windrichtungen und -stärken wurden ermittelt. Es traten keine Extremsituationen auf. Das zeigte sich in einer guten Pflanzenentwicklung und dem Fehlen von abiotischen Schädigungen. Das Auftreten von Schaderregern auf dem Versuchsfeld war ebenfalls relativ gering.

3.3 Ergebnisse und Diskussion

3.3.1 Bonituren, Zählungen und Messungen

Die in der Vegetationsperiode durchgeführten Bonituren (außer beim Zünslerbefall), Zählungen und Messungen ergaben keine bzw. nur geringe Unterschiede zwischen den geprüften Varianten, wie in der Tabelle 5 ersichtlich. Im Jahr 2007 und auch im Mittel der Jahre 2006 und 2007 war der Maiszünslerbefall in der Variante mit Insektizidbehandlung und im Bt-Mais signifikant niedriger als in der unbehandelten konventionellen Variante.

Tabelle 5: Übersicht der Bonituren, Zählungen und Messungen

Merkmal	konventionelle Sorte unbehandelt		konventionelle Sorte mit Insektizid		Bt-Mais	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Aufgang (Datum)	12.05.	11.05.	12.05.	11.05.	12.05.	11.05.
Mängel im Stand nach Aufgang (1 - 9)	1	1	1	1	1	1
Fritfliege (1 - 9)	1	1	1	1	1	1
Kälteschäden (1 - 9)	1	1	1	1	1	1
Bestockung (1 - 9)	2	2	2	2	2	2
Weibliche Blüte (Datum)	16.07.	12.07.	16.07.	12.07.	16.07.	12.07.
Maiszünsler (bef. Pflanzen in %) *)	16	32	7	3 +	0	0 +
Maisbeulenbrand (bef. Pflanzen in %)	34	12	31	15	27	12
Standfestigkeit (1 – 9)	1	1	1	1	1	1
Pflanzenanzahl/ha	77300	76400	75600	75100	76900	77000
Pflanzenlänge (cm)	249	269	255	269	252	271

*) siehe auch Tabelle 8 und 12

(1 – 9): 1 = fehlend oder sehr gering, 9 = sehr stark

+ = signifikant für GD 5 % paarweiser Vergleich

GD 5 % für Maiszünslerbefall 2007 = 3,89

3.3.2 Ertragsfeststellungen

2006

Zur Ernte am 12.10. wurde der zweireihige Parzellenmähdrescher eingesetzt. Zu diesem Zeitpunkt war der Mais von den Rändern und der Restfläche bereits als Silomais geräumt worden. Dadurch konnte der Drusch in unterschiedlich langen Parzellen exakt auf einer Messstrecke durchgeführt werden. Es wurden jeweils zwei Reihen zur Ertragsfeststellung und nachfolgenden Untersuchung erfasst.

Der Trockensubstanzgehalt (TS) betrug zum Erntezeitpunkt 74,5 %. Die Kornerträge in Abbildung 2 sind auf 86 % TS umgerechnet.

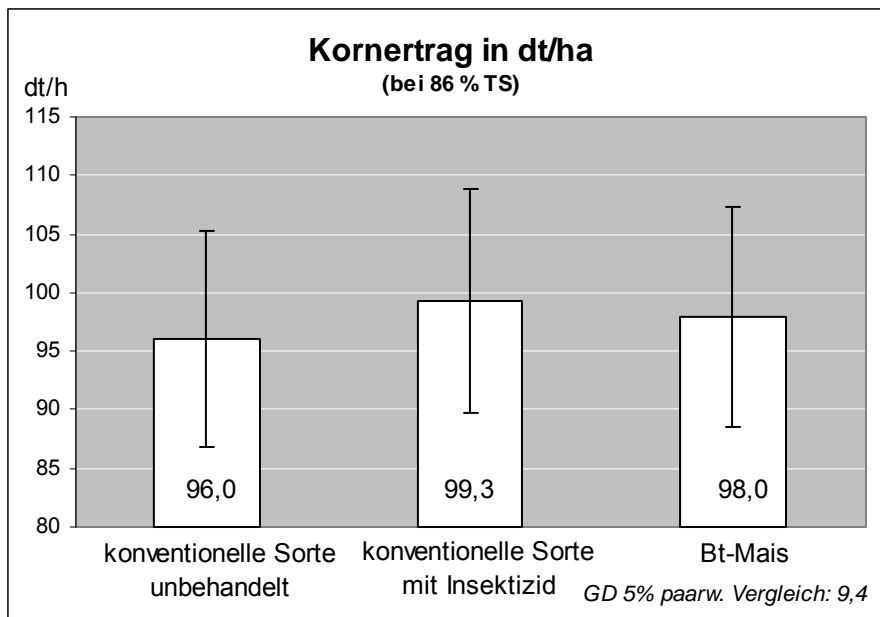


Abbildung 2: Ertragsfeststellung 2006

Kornertrag 2006 – keine Signifikanz in F-Test

Bei einem hohem Durchschnittsertrag von 97,8 dt/ha gibt es zwischen den Varianten keine gesicherten Differenzierungen. Eine Ertragswirkung der Insektizidbehandlung sowie des Bt-Maises war aufgrund des relativ geringen Zünslerbefalles nicht gegeben. Der festgestellte Befallsgrad von 16 % lag deutlich unter dem angenommenen Richtwert von 30 % für eine empfohlene Bekämpfung im folgenden Jahr.

2007

Aufgrund der in diesem Jahr im Vergleich zu 2006 verzögerten Zunahme der Trockensubstanzgehalte (TS) erfolgte der Drusch der Messstrecken in den Parzellen erst am 05. 11. Zu diesem Zeitpunkt hatten die Kolben eine mittlere TS von 72,6 % bei einer Schwankungsbreite von 4 %. Die Kornerträge in Abbildung 3 sind auf 86 % TS umgerechnet.

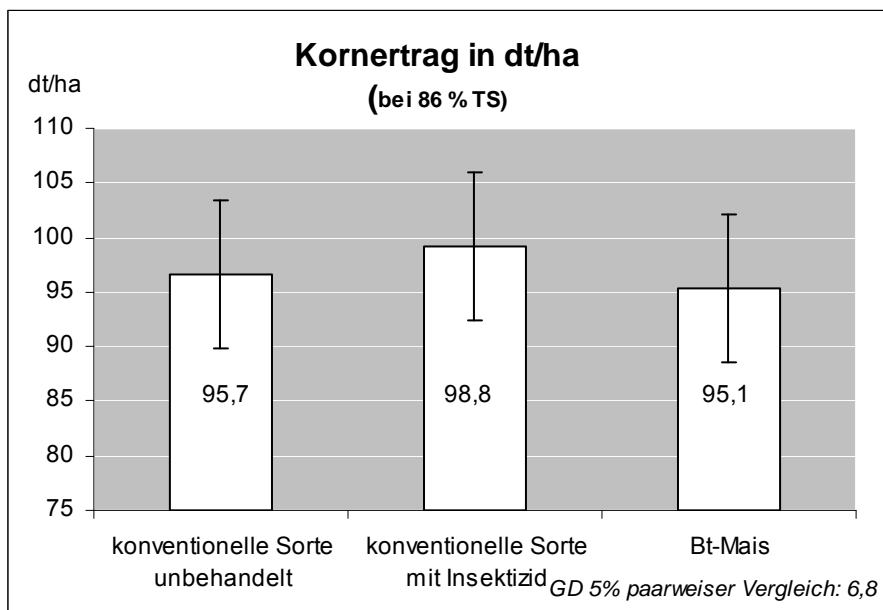


Abbildung 3: Ertragsfeststellung 2007

Kornertrag 2007 – keine Signifikanz in F-Test

2007 wurde wie im Vorjahr ein hoher Durchschnittsertrag von 96,5 dt/ha erreicht. Zwischen den Varianten gab es keine statistisch gesicherten Unterschiede. Der Maiszünslerbefall in der unbehandelten Variante lag mit 32 % leicht über dem Richtwert für eine empfohlene Bekämpfung im folgenden Jahr. In der Abbildung 4 werden die zweijährigen Ertragsergebnisse zusammengefasst.

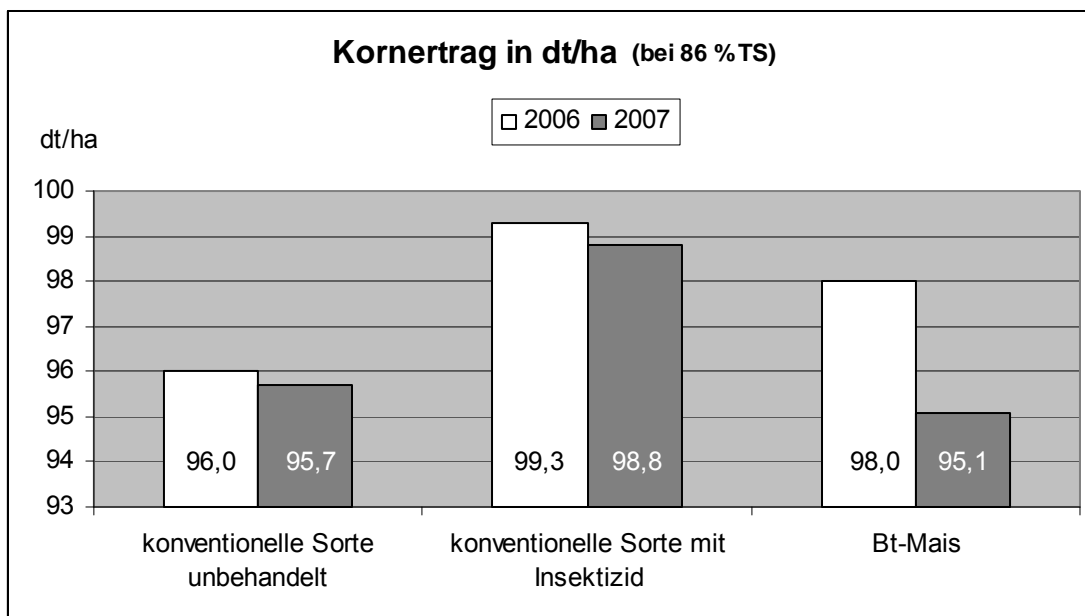


Abbildung 4: Ertragsfeststellungen 2006/2007

Im Exaktversuch erbrachte der Bt-Mais generell keine Mehrerträge. Die Ertragsschwankungen lagen im Zufallsbereich. Ursache dafür war der relativ geringe Zünslerbefall von 16 % im Jahr 2006 bzw. die hohen und gut verteilten Niederschläge im Jahr 2007, welche den Pflanzen auch bei 32 % Zünslerbefall gute Wachstums- und Regenerationsmöglichkeiten boten. Im Exaktversuch wurde der konventionelle Mais und der Bt-Mais aus versuchstechnischen Gründen zeitgleich geerntet, obwohl der vitalere Bt-Bestand zur Erreichung eines höheren TM-Ertrages noch mehrere Vegetationstage hätte nutzen können.

Ergebnisse aus der Praxis

2007 bauten im Freistaat Sachsen 15 Landwirtschaftsbetriebe auf insgesamt 556 ha gv-Mais an. In neun dieser Betriebe wurden mit deren Einverständnis auf ausgewählten Schlägen (je 1x Bt-Mais und konventionelle Sorte) Bonituren des Maiszünslerbefalles und Ertragsfeststellungen (Silo- bzw. Körnerertrag) durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 6 und in der Abbildung 5 dargestellt. In allen Betrieben brachten die Bt-Maissorten höhere Erträge als die konventionellen Sorten ohne Insektizidbehandlung (4 bis 21 %). Der Befallsgrad mit Maiszünsler war sehr unterschiedlich und schwankte zwischen 6 und 58 %. Zur Interpretation dieser Ergebnisse ist unbedingt zu beachten, dass die Standortunterschiede der Schläge nicht erfasst wurden und ein exakter Sortenvergleich (Bt-Sorte zu isogener Linie) wie auf dem Versuchsfeld (DKC 3420, DKC3421YG) nur in drei Betrieben möglich war. Die Situation im Praxisanbau von Körner- und Silomais stellt sich anderes dar als im Exaktversuch. Die Bt-Variante zeigte stets ertragliche Vorteile gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Das durchweg günstigere Abschneiden des Bt-Maises in den Praxisbetrieben ist wahrscheinlich auf den zum Teil höheren Zünslerbefall und optimalen Erntetermin in diesen Betrieben zurückzuführen.

Tabelle 6: Ergebnisse Ertrag und Zünslerbefall in ausgewählten Landwirtschaftsbetrieben

Landwirtschaftsbetrieb	Ertrag* Bt-Mais in dt/ha	Ertrag* Vergleichsorte in dt/ha	Ertrag Vergleichsorte % zu Bt-Mais	Zünslerbefall der Vergleichsorte in %
1 (S)	395,2	362,0	92	8
2 (K)	91,2	84,7	93	16
2 (K)	91,2	88,8**	97	4
3 (K)	96,7	87,6	91	20
4 (S)	400,0	340,0	85	58
5 (K)	112,9	88,7	79	12
6 (S)	335,2	311,3	93	6
7 (S)	483,6	437,1	90	44
8 (S)	368,0	347,0	94	44
9 (S)	564,5	458,9	81	20

* = Silomais als Frischmasse, Körnermais bei 85 % TS

** = Vergleichsorte mit Insektizidbehandlung

(K) = Körnermais, (S) = Silomais

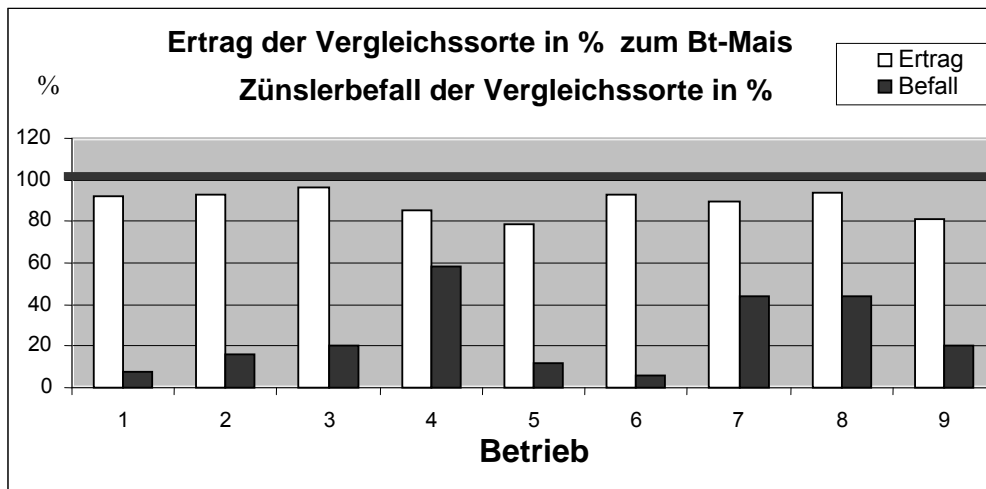


Abbildung 5: Ertrag und Zünslerbefall in ausgewählten Landwirtschaftsbetrieben

3.3.3 Beobachtung der bodenbiologischen Aktivität

2006

Der erste Köderstreifentest wurde am 19.07. angelegt. Eine Auswertung war aufgrund von Fraßschäden durch Wildschweine nicht möglich. Die Anlage des zweiten Testes erfolgte nach der Ernte des Mais am 19. 10. Nach 18 Tagen wurden die Streifen entnommen und die Fraßaktivität erfasst und ausgewertet. In der Abbildung A-1 (Anhang) sind die Ergebnisse zur besseren Anschaulichkeit für jeweils drei Tiefen gemittelt dargestellt. Es ergab sich folgendes Bild: Die Fraßaktivität nimmt beginnend von der Oberfläche bis in wenige Zentimeter Tiefe zunächst ab und dann bis in eine Tiefe von 7,5 cm wieder zu. Der statistische Test (U-Test) zeigte weder bei den Gesamtfraßraten noch bei den Fraßraten in den Tiefenstufen statistisch signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) zwischen den Versuchsvarianten.

2007

Die Anlage des ersten Köderstreifentestes in Köllitsch wurde am 12.07. und zusätzlich in einem Landwirtschaftsbetrieb am 11.07. durchgeführt. Um das Aufspüren der Köderstreifen durch Wildschweine zu erschweren, erfolgte die Anordnung der Köderstreifen abweichend von der bisherigen Anordnung nebeneinander innerhalb einer Maisreihe (mit 20 cm Abstand). Am 03.08. wurden an beiden Orten die Köderstreifen eingeholt und die Fraßaktivität ermittelt. Abbildung A-2 zeigt die Ergebnisse der Fraßaktivität vom Versuchsfeld Köllitsch. Die Kurvenverläufe sowie die statistischen Vergleiche der Untersuchungsvarianten mittels U-Test lassen keinen Einfluss auf die Prüfgrößen erkennen. Die Untersuchungen im Landwirtschaftsbetrieb wurden durch Wildschäden (extrem hohes Wildschweinaufkommen) überprägt. Die Ergebnisse der Abbildung A-3 können somit nicht zur zusammenfassenden Bewertung verwendet werden. Nach Abschluss der Maisernte wurde am 08.11. der zweite Köderstreifentest in Köllitsch angelegt. Die Einholung der Köderstreifen erfolgte am 03.12. Die Kurvenverläufe der Fraßaktivität in Abbildung A-4 weisen im Vergleich der Versuchsvarianten einen tendenziell übereinstimmenden Verlauf auf. Dabei nimmt die Aktivität beginnend von der Oberfläche bis in 8 cm Tiefe mehr oder weniger kontinuierlich ab. Lediglich in Variante 3 kommt es im Bereich von 4 cm

Tiefe zu einer vergleichsweise stärkeren Abnahme der Fraßaktivität, die sich in einem diskontinuierlichen Kurvenverlauf äußert. Statistisch signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) zwischen den Versuchsvarianten konnten bei den Fraßraten in den Tiefenstufen nicht festgestellt werden.

Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse:

Die Aktivität der Bodenfauna hängt stark von einer Reihe abiotischer und biotischer Umweltfaktoren ab. Zu den abiotischen Umweltfaktoren gehört vor allem der Lebensraum Boden einschließlich des Bodenwasserhaushaltes (die meisten Bodentiergruppen sind Feuchtlufttiere). Von den biotischen Faktoren wirkt insbesondere die Vegetation als Lieferant von Bestandesabfall sowie in engem Wechselspiel die Entwicklung von Mikrophyten (Pilze, Bakterien) als direkte Nahrungsquellen. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass zum Zeitpunkt der Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Fraßaktivität der Bodenfauna in den verschiedenen Versuchsvarianten bestanden. Dies bedeutet, dass die geprüften Faktoren (Maissorte, Insektizid) entweder keinen Einfluss auf die Aktivität der Bodenfauna haben oder dass dieser Einfluss von anderen, primär wirkenden Faktoren (z.B. dem Anfall hoher Mengen von Bestandesabfall zum Zeitpunkt der Untersuchungen) überlagert (maskiert) wurde. Mehrjährige Untersuchungen aus dem Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut Braunschweig [5 und 6] sowie der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen [7] zeigten, dass in der Vegetationsphase im unmittelbar angrenzenden Bodenbereich nur sehr geringe Bt-Toxinmengen gefunden und im Köderstreifentest keine Unterschiede in der Fraßaktivität der Bodenorganismen festgestellt wurden.

4 Monitoring Schaderreger und Nichtzielorganismen (Versuchsfeld/Praxis)

4.1 Material und Methoden

4.1.1 Entscheidungsbonitur zur chemischen Bekämpfung

Mit Hilfe einer Lichtfalle kann die Flugaktivität des Maiszünslers festgestellt werden. Für die exakte Versuchsdurchführung wurde eine Lichtfalle in unmittelbarer Nähe der Versuchsanlage aufgestellt. Nach Ermittlung des Flughöhepunktes wurden die Entscheidungsbonituren zur Terminbestimmung für die chemische Bekämpfung des Maiszünslers durchgeführt. Der vorläufige Bekämpfungsrichtwert liegt in Sachsen im Körnermais bei fünf Eigelegen bzw. Primärfraß/100 Pflanzen, im Silomais bei 10 Eigelegen bzw. Primärfraß/100 Pflanzen. Wenn im Vorjahr 30 - 40 Raupen/100 Pflanzen ermittelt wurden, ist im Folgejahr mit einem Befall über der Schadschwelle zu rechnen.

4.1.2 Bonitur der Nichtzielorganismen

Die Bonitur der Nichtzielorganismen erfolgte in beiden Versuchsjahren in den Monaten Juli bis Anfang August, wenn mit möglichst vielen Arten und deren verschiedenen Entwicklungsstadien gerechnet werden konnte. Frühestens jedoch 12 Tage nach der chemischen Behandlung, weil die Wirkungsdauer des eingesetzten Mittels 7 - 10 Tage beträgt.

Bonitiert wurden 50 Pflanzen pro Parzelle nach dem Verteilungsschema der Sächsischen Schaderregerüberwachung (SEÜ). Erfasst wurde die Befallshäufigkeit (Anzahl besiedelter Pflanzen) bei Florfliegen, Marienkäfern, Marienkäferlarven, Blattläusen etc. Zusätzlich wurde die Befallsstärke (Anzahl der Individuen pro Pflanze) bei den Blattläusen aufgenommen. Dabei wurden alle oberirdischen Pflanzenorgane einschließlich der Blattunterseiten visuell untersucht.

4.1.3 Bonitur des Maiszünslers

Die Bonitur des Maiszünslers im Bt-Maisanbauversuch Köllitsch wurde nach der EPPO-Richtlinie PP 1/13 (3) Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) durchgeführt [8].

Die erste Erfassung des Maiszünslerbefalls erfolgte während der Milchreife (BBCH 75-85). Pro Parzelle wurden an fünf Punkten aus den mittleren Reihen je fünf hintereinander stehende Pflanzen bonitiert. Dazu wurden die Pflanzen der Länge nach aufgeschnitten. Die Anzahl der vom Maiszünsler befallenen Pflanzen wurde vermerkt. Zusätzlich erfolgten die differenzierte Erfassung der Anzahl der Raupen ober- und unterhalb des Kolbens sowie die Anzahl der Raupen im Kolben und die Anzahl der Bohrlöcher. Durch *Ostrinia nubilalis*-Befall auf dem Boden liegende Pflanzen wurden gesondert festgehalten.

Eine zweite Bonitur erfolgte kurz vor der Maisernte im Stadium der Teigreife (BBCH 85 – 89). Dabei wurde die Anzahl befallener Pflanzen erfasst und nach der Art der Schädigung (Stängelbruch ober- und unterhalb der Kolben, abgebrochene Kolben, Pflanzen am Boden) differenziert. Aus den ermittelten Werten wurden der prozentuale Maiszünsler-Befall und der Wirkungsgrad von Bekämpfungsmaßnahmen (Insektizid, GVO) errechnet. Unmittelbar nach der Ernte wurde eine Bonitur der Maisstoppeln durchgeführt. Diese gab Aufschluss auf die zu erwartende überwinterte Maiszünslerpopulation im Versuch. Es wurde nach dem Verteilungsschema der SEÜ (pro Parzelle auf zwei Linien an fünf Punkten je fünf hintereinander stehende Stoppeln aus den mittleren Reihen) bonitiert. Erfasst wurde die Anzahl der Stoppeln mit Maiszünslerbohrloch.

4.1.4 Monitoring der umliegenden Praxisschläge

Zur Einschätzung der Befallssituation in der Region wurden alle Praxis-Maisschläge im Umkreis von 5 km um den Versuchsschlag erfasst und auf Maiszünslerbefall nach den Vorgaben der SEÜ bonitiert (Abbildung 6). Das bedeutet, dass pro Schlag auf zwei Linien an je fünf Kontrollpunkten jeweils fünf aufeinander folgende Pflanzen auf Befallssymptome des Maiszünslers untersucht wurden.

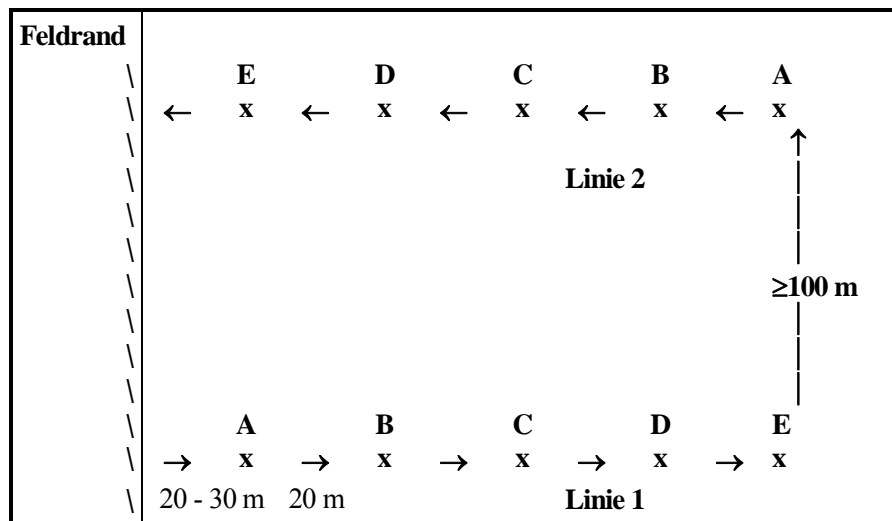


Abbildung 6: Schema der Bonitur nach den Vorgaben der Sächsischen Schaderregerüberwachung

4.2 Versuchsdurchführung

4.2.1 Entscheidungsbonitur zur chemischen Bekämpfung des Maiszünslers

Zur Bestimmung der Flugaktivität des Maiszünslers wurde in den Versuchsjahren 2006 und 2007 unmittelbar neben der Versuchsfläche während der Flugzeit des Maiszünslers eine Lichtfalle betrieben. Die tägliche Betreuung der Lichtfalle sicherten die Mitarbeiter des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft ab. Die Bestimmung und Auswertung der gefangenen Maiszünslers wurde mehrmals wöchentlich vom Projektmitarbeiter des Referates Pflanzenschutz durchgeführt. Dabei wurde die Anzahl männlicher und weiblicher Maiszünslers pro Tag erfasst und dokumentiert.

Der Betrieb einer Lichtfalle bedarf laut Bundesnaturschutzgesetz, §§ 42 ff., der Genehmigung durch das zuständige Regierungspräsidium bzw. seit 2007 durch die zuständige Untere Naturschutzbehörde. In beiden Versuchsjahren wurden die Genehmigungen für den Standort Köllitsch erteilt. Die im Zusammenhang mit der Genehmigung geforderte Auswertung der Lichtfallenbeifänge wurde vom Naturkundemuseum Leipzig vorgenommen. Die Auflistung der Beifänge von 2006 ist in der Tabelle A-1 ersichtlich. Die Auswertung der Beifänge von 2007 liegt zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht vor.

Auf Grundlage der Fangzahlen in der Lichtfalle wurde in beiden Jahren der Flughöhepunkt des Maiszünslers ermittelt. Kurz nach dem Flughöhepunkt (7 - 10 Tage) ist mit den meisten Eiablagen zu rechnen. Die Eigelege sind ab diesem Zeitpunkt an den Unterseiten der Maisblätter zu finden. 2006 waren zwei Bonituren notwendig, im Jahr 2007 dagegen fünf Bonituren, um den optimalen Zeitpunkt für die chemische Bekämpfung zu bestimmen. In beiden Jahren wurden auf Grund des geringen Maiszünsleraufkommens in der Lichtfalle Köllitsch zusätzlich benachbarte Schläge stichprobenartig in die Eigelegekontrollen mit einbezogen. Bei jeder Bonitur wurden mindestens 100 Pflanzen im Bestand visuell nach Eigelegen untersucht.

4.2.2 Bonitur der Nichtzielorganismen

Der Ausdruck „Nichtzielorganismen“ umfasst sämtliche nicht-pflanzlichen Organismen, die sich von den ggf. vorsätzlich bekämpften Arten unterscheiden und die durch das Vorhandensein eines Transgens in einer Pflanze negativ beeinflusst werden könnten (siehe Bericht UFZ Leipzig-Halle, S.:88 ff.). [9] Entsprechend ihrem Vorkommen auf der Versuchsfläche wurden folgende Nichtzielorganismen aufgenommen:

- Familie Coccinellidae - Marienkäfer - (Adulte und Larven; Arten zusammengefasst)
- Familie Chrysopidae - Florfliegen - (Adulte, Larven, Eier; Arten zusammengefasst)
- Familie Syrphidae - Schwebfliegen - (Adulte, Larven)
- Familie Aphididae - Blattläuse - (Adulte; Arten zusammengefasst)
- Ordnung Thysanoptera - Thripse - (Adulte; Arten zusammengefasst)
- sonstige Insekten (z.B. Wanzen, Zikaden) und Spinnentiere

Eine Differenzierung der Entwicklungsstadien erfolgte nur bei Florfliegen. Eine genaue Determination der Arten innerhalb des Projektes war unter Feldbedingungen nicht möglich. Die Bonituren fanden 14 Tage (2006) bzw. 12 Tage (2007) nach der chemischen Behandlung statt. 2006 wurden zur Datenaufnahme 150 Maispflanzen visuell untersucht. 2007 war aus Zeitgründen eine Reduzierung auf 75 Maispflanzen notwendig.

4.2.3 Bonitur des Maiszünslers

Die Bonitur erfolgte wie unter 4.1.3 beschrieben. Aus den ermittelten Werten wurde der prozentuale Maiszünslerbefall in den Varianten festgestellt. Anhand dieser Ergebnisse konnte der Wirkungsgrad des Insektizids in der konventionellen Sorte (Variante 2) sowie der Wirkungsgrad bei Einsatz von Bt-Mais (Variante 3) berechnet werden. Wegen der höheren Aussagekraft zur Befallshäufigkeit sind bei der Auswertung die Ergebnisse der letzten Bonitur (BBCH 85-89) verwendet worden.

Nach der Ernte fand sowohl 2006 als auch 2007 auf der Versuchsfläche die Bonitur der Maisstoppeln statt. Erfasst wurden die Stoppeln mit Bohrloch. Pro Variante wurden 150 Maisstoppeln kontrolliert und die Ergebnisse protokolliert.

In beiden Versuchsjahren wurde die Mais-Sortendemonstration des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch auf Maiszünslerbefall untersucht. Sorten, welche in beiden Jahren in der Demonstration vertreten waren, wurden bezüglich des Maiszünslerbefalls verglichen.

2006 wurden zusätzliche Befallsbonituren auf einem ca. 20 km entfernt gelegenen Maisschlag durchgeführt, auf welchem Bt-Mais der Sorte DKC 3421 YG und konventioneller, unbehandelter Mais der Sorte DKC 3420 direkt nebeneinander in einem Praxisbetrieb angebaut wurden. In der Nähe dieses Schlages wurde eine Lichtfalle der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft betrieben, deren Fangergebnisse einen hohen Maiszünslerbefall erwarten ließen.

2007 war dieser Agrarbetrieb bereit, zusätzlich zu den Untersuchungen wie im Vorjahr eine Insektizidbehandlung im konventionellen Mais durchzuführen. Anhand der Lichtfallenergebnisse 2007, welche direkt

in der Nähe des Standortes erhoben wurden, konnte der optimale Behandlungstermin ermittelt werden. So wurden, vergleichend zum Versuch in Köllitsch, zusätzliche Daten zum Maiszünslerbefall sowie zu Wirkungsgraden von Bekämpfungsmaßnahmen in der Praxis gewonnen.

4.2.4 Monitoring der umliegenden Praxisschläge (Flächenmonitoring)

Zur Analyse der Befallssituation in der Region wurde in einem Radius von 5 km um den Versuchsstandort ein flächendeckendes Monitoring durchgeführt. Im Rahmen dieses Monitorings wurden, in Absprache mit den betreffenden Agrarbetrieben, alle Maisschläge in diesem Gebiet nach den Vorgaben der SEÜ bonitiert. Die Bonituren fanden 2006 zum BBCH 75-85 (Milchreife) und nochmals zum BCHH 85-89 (Teigreife) statt, wobei zur Auswertung die letzte Bonitur kurz vor der Ernte herangezogen wurde. Im Jahr 2007 wurde wegen der höheren Aussagekraft nur noch die Bonitur zum BBCH 85-89 durchgeführt, auf die Bonitur zur Milchreife konnte verzichtet werden. Die Ergebnisse wurden in einer Gebietskarte grafisch dargestellt.

4.3 Ergebnisse und Diskussion

4.3.1 Entscheidungsbonitur zur chemischen Bekämpfung des Maiszünslers

2006

Die erfasste Flugaktivität am Versuchsstandort Köllitsch war sehr gering. In der Abbildung 7 ist der Flugverlauf am Versuchsstandort Köllitsch im Vergleich zu anderen Lichtfallenstandorten grafisch dargestellt.

Zusammenfassung Lichtfalle Köllitsch:

- Aufbau Lichtfalle: 08.06.2006
- Flugzeitraum: 20.06.- 26.07.2006
- höchster Fallenfang/Tag: 14 Falter am 13.07.2006, davon vier weiblich
- Abbau Lichtfalle: 03.08.2006

Entscheidungsbonitur zur chemischen Bekämpfung:

- 1. Bonitur (06.07.2006): 1 Eigelege/200 Pflanzen
- 2. Bonitur (10.07.2006): 0 Eigelege/100 Pflanzen

Die Terminbestimmung für die chemische Bekämpfung des Maiszünslers war auf Grund geringer Flugaktivität und folglich geringer Eiablagen schwierig. Als Anhaltspunkt konnte lediglich ein leeres Eigelege und Lochfraß in einem 3 km entfernten Maisschlag am 10.07.2006 herangezogen werden.

Am 13.07.2006 wurde die chemische Behandlung der Variante 2 (konventionelle Sorte mit Insektizid) durchgeführt. Das Entwicklungsstadium der Maispflanzen lag zwischen BBCH 51 und 61. Eingesetzt wurde das gegen Maiszünsler zugelassene Insektizid STEWARD® (B4) mit dem Wirkstoff Indoxacarb. Es wurde die vorgeschriebene Aufwandmenge von 125 g/ha mit 300 l Wasser/ha appliziert.

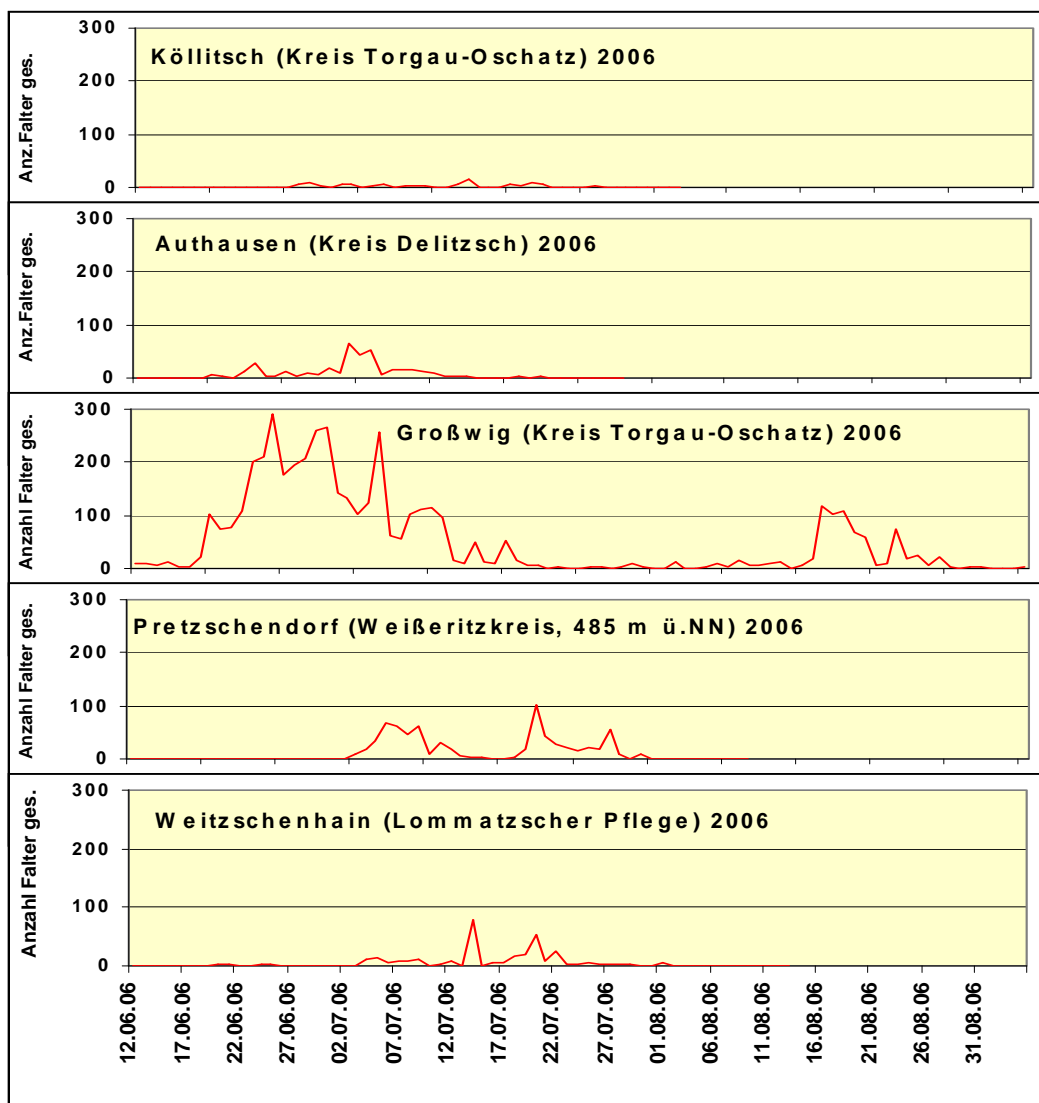


Abbildung 7: Flugverlauf des Maiszünslers 2006 in Sachsen, verschiedene Standorte

2007

Wegen der andauernden sehr warmen Witterung im Frühjahr begann der Flug des Maiszünslers sowohl in Köllitsch (Abbildung 8) als auch an anderen Lichtfallenstandorten früher als in den Vorjahren. Im weiteren Verlauf gestaltete sich der Falterflug jedoch witterungsbedingt sehr unterschiedlich, mehrere Flughöhepunkte konnten beobachtet werden. Am Standort Köllitsch konnte eine höhere Flugaktivität als 2006 festgestellt werden.

Zusammenfassung Lichtfalle Köllitsch:

- Aufbau Lichtfalle: 30.05.2007
- Flugzeitraum: 07.06. - 23.07.2007
- höchster Fallenfang/Tag: mehrmals 19 Falter, davon acht weiblich
- Abbau Lichtfalle: 28.07.2007

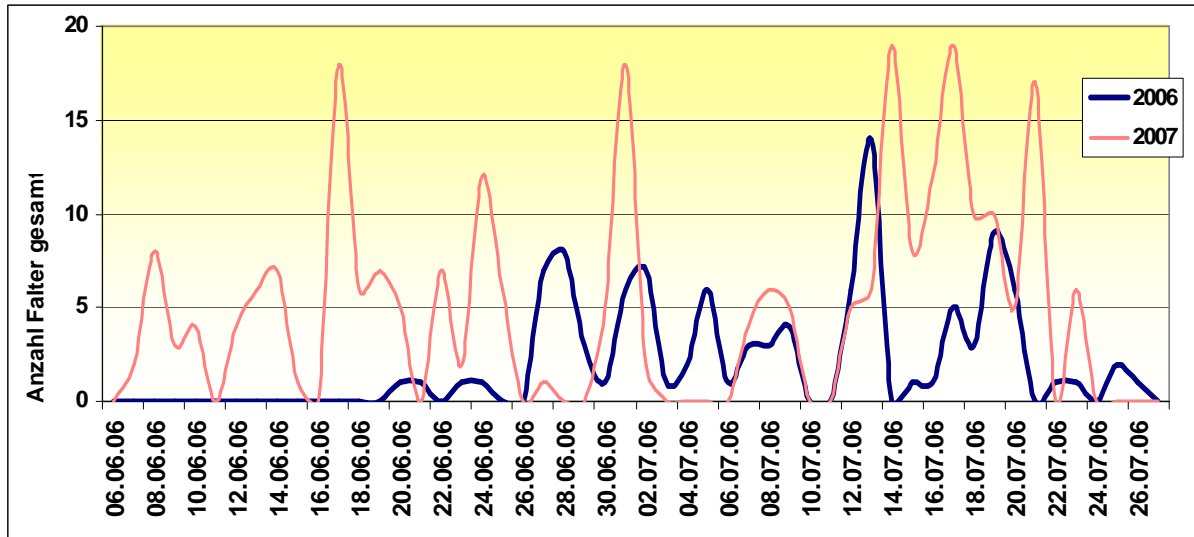


Abbildung 8: Vergleich Flugverlauf des Maiszünslers am Versuchsstandort Köllitsch 2006 und 2007

Entscheidungsbonitur zur chemischen Bekämpfung:

- 1. Bonitur (20.06.2007): 0 Eigelege/100 Pflanzen
- 2. Bonitur (22.06.2007): 0 Eigelege/100 Pflanzen
- 3. Bonitur (27.06.2007): 0 Eigelege/100 Pflanzen
- 4. Bonitur (29.06.2007): 1 Eigelege/100 Pflanzen
- 5. Bonitur (15.07.2007): 2 Eigelege/100 Pflanzen

Nach dem Fund von Eigelegen am 15.07.07 sowie einem weiteren Flughöhepunkt wurde die Insektizidbehandlung für den 16.07.2007 festgelegt. Die Behandlung konnte jedoch erst am 18.07.2007 durchgeführt werden, weil hohe Temperaturen schon in den Morgenstunden die Maßnahme nicht zuließen. Appliziert wurde am 18.07.2007 das Insektizid STEWARD® mit der vorgeschriebenen Aufwandmenge von 125 g/ha und 300l Wasser/ha. Das Entwicklungsstadium der Maispflanzen lag einheitlich bei BBCH 63.

4.3.2 Bonitur der Nichtzielorganismen

2006

- Blattlausauftreten allgemein sehr gering; im Vergleich der Varianten in der unbehandelten konventionellen Sorte die gleiche Befallshäufigkeit wie im Bt-Mais, in der konventionellen Sorte mit Insektizid geringere Werte sowohl bei der Befallshäufigkeit als auch bei der Befallsstärke
- Marienkäfer und deren Larven am häufigsten auf den Pflanzen der unbehandelten, konventionellen Variante, Besiedlungshäufigkeit in der Insektizidvariante und im Bt-Mais ohne Unterschiede

- bei Adulten und Larven der Florfliegen sowie bei Thripsen weniger Individuen in der konventionellen Variante mit Insektizid gegenüber der unbehandelten Variante, im Bt-Mais noch geringere Besiedlungshäufigkeit als bei den vorgenannten Varianten
- Eiablage der Florfliegen im Bt-Mais am häufigsten, geringer im konventionellen, chemisch behandelten Mais; die wenigsten Eier wurden im konventionellen, unbehandelten Mais gefunden
- Wanzen, Zikaden und Spinnentiere (zusammengefasst) in der konventionellen, unbehandelten Variante geringfügig häufiger vorkommend als in der chemisch behandelten Variante und im Bt-Mais
- Schwebfliegen und deren Larven wurden nicht gefunden

Genauere Boniturwerte sind in Tabelle A-2 zu finden, im folgenden Diagramm (Abbildung 9) werden die Nichtzielorganismen in den verschiedenen Varianten dargestellt.

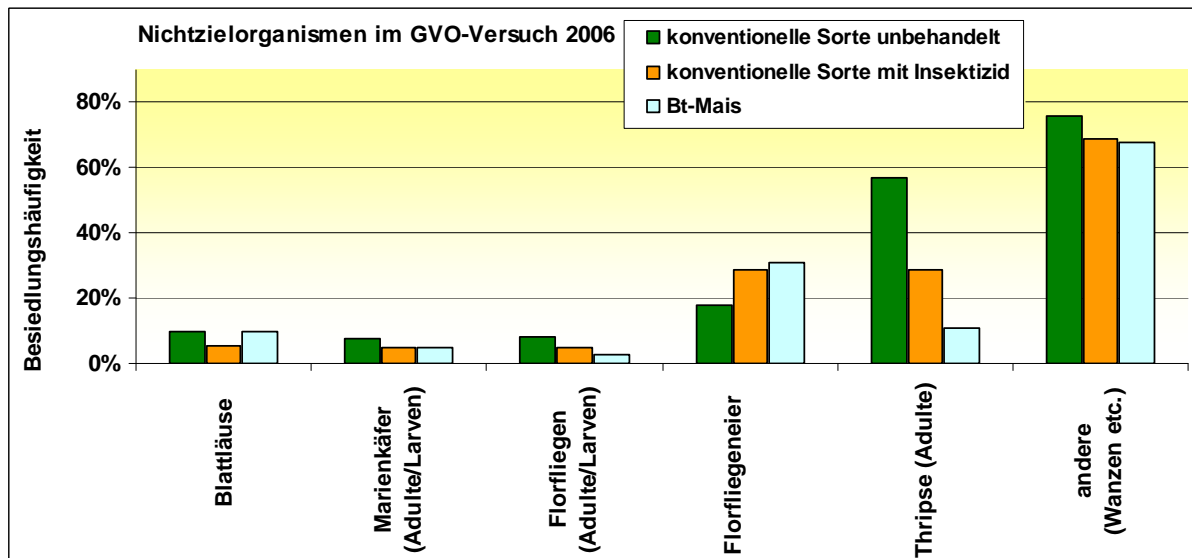
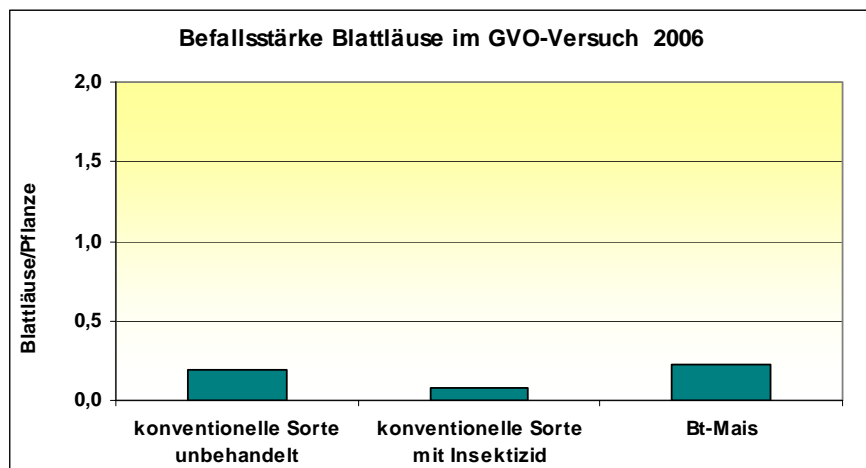


Abbildung 9: Anzahl besiedelter Maispflanzen (%) durch Nichtzielorganismen im GVO-Versuch Köllitsch 2006; Datum der Bonitur: 27.07.2006 (BBCH 71); n = 150

Der Befall durch Blattläuse war 2006 im Versuch sehr gering. Die gleiche Situation zeigte sich auch in den Praxisschlägen. Im Diagramm (Abbildung 10) ist die Befallsstärke der Blattläuse im Versuch dargestellt.

Abbildung 10: Befallsstärke Blattläuse; n = 150



2007

- höheres Blattlausauftreten als im Vorjahr; die chemisch behandelte konventionelle Sorte wies die höchste Befallsstärke auf, dort auch die höchste Befallsstärke (Abbildung. 12); konventionelle, unbehandelte Sorte und Bt-Mais mit geringeren Werten
- kaum Unterschiede in der Besiedlungshäufigkeit bei Marienkäfern zwischen den Varianten
- Anzahl Adulter und Larven der Schwebfliegen und Florfliegen sowie Thripse im Vergleich zur unbehandelten Variante in der Variante mit Insektizid gering, Bt-Mais wies geringste Besiedlungshäufigkeit auf
- Eiablage der Florfliegen im konventionellen, unbehandelten Mais höher als in den beiden anderen Varianten, dort ähnliche Werte
- Wanzen, Zikaden und Spinnentiere in allen drei Varianten sehr häufig vertreten, im Bt-Mais geringfügig höhere Besiedlungshäufigkeit als in den beiden anderen Varianten

In Tabelle A-3 sind genaue Boniturergebnisse zu finden. Die folgende Abbildung (Abbildung 11) zeigt die Nichtzielorganismen in den Varianten des Versuches.

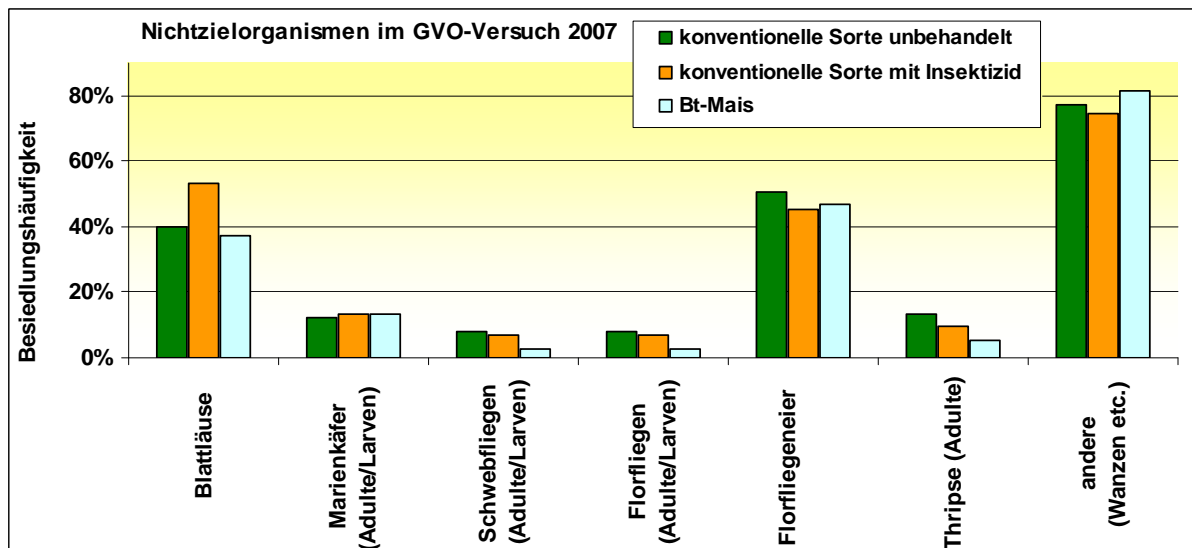
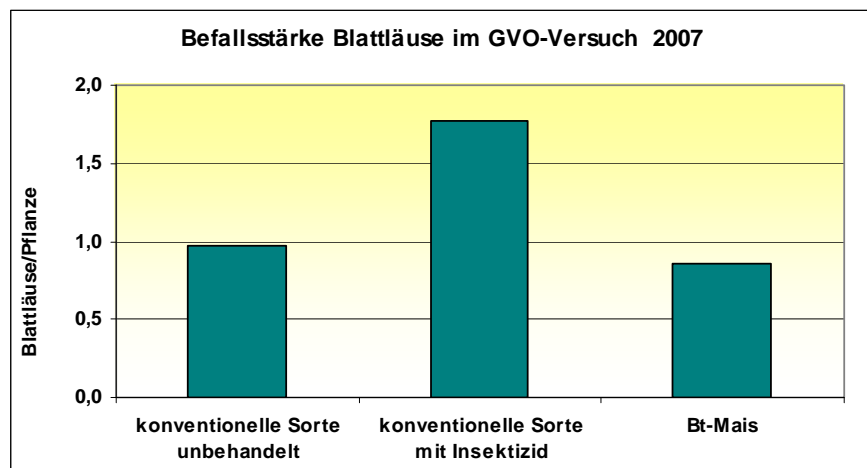


Abbildung 11: Anzahl besiedelter Maispflanzen (%) durch Nichtzielorganismen im GVO-Versuch Köllitsch 2007, Datum der Bonitur: 30.07.2007 (BBCH 71); n = 75

Abbildung 12: Befallsstärke Blattläuse; n = 75



Bienen sowie andere Schmetterlingsarten wurden 2006 und 2007 im Bestand nicht beobachtet, außer in sehr seltenen Fällen einige Exemplare der Familie der Weißlinge im Randbereich, welche vom Feldrain einflogen und sich auf Distelgewächsen der Parzellenzwischenräume niederließen. Nach zweijähriger Versuchszeit können keine fundierten Aussagen bezüglich der bodenbiologischen Aktivität von Mikroorganismen bzw. des Auftretens von Nichtzielorganismen getroffen werden.

4.3.3 Bonitur des Maiszünslers

Der Befall durch den Maiszünsler im GVO-Versuch Köllitsch wird in den nachfolgenden Tabellen 7 und 8 dargestellt. Die Bonituren wurden nach EPPO-RL durchgeführt:

2006

GVO-Versuch Köllitsch

Tabelle 7: Befallshäufigkeit (%) durch den Maiszünsler im GVO-Versuch Köllitsch 2006 zur Milchreife

Boniturdatum: 10.08.2006												
BBCH Kultur: 75 (Milchreife)												
	n=25	n=25	n=25	Ø konventionelle Sorte	n=25	n=25	n=25	Ø konventionelle Sorte mit Insektizid	n=25	n=25	n=25	Ø Bt-Mais
	1a	1b	1c		2a	2b	2c		3a	3b	3c	
befallene Pflanzen	3	1	0	5,33%	0	1	4	6,66%	0	0	0	0,00%

Tabelle 8: Befallshäufigkeit (%) durch den Maiszünsler im GVO-Versuch Köllitsch 2006 zur Teigreife

Boniturdatum: 14.09.2006												
BBCH Kultur: 85 - 89 (Teigreife)												
	n=25	n=25	n=25	Ø konventionelle Sorte	n=25	n=25	n=25	Ø konventionelle Sorte mit Insektizid	n=25	n=25	n=25	Ø Bt-Mais
	1a	1b	1c		2a	2b	2c		3a	3b	3c	
befallene Pflanzen	7	3	2	16,00%	1	2	2	6,66%	0	0	0	0,00%

Der Befallswert von 16 % Maiszünsler (Tabelle 8) in der konventionellen, unbehandelten Sorte (Variante 1) ist eher als gering einzuschätzen. Daher ist der berechnete Wirkungsgrad der Insektizidbehandlung von 58 % nicht aussagekräftig. Beim Einsatz von Bt-Mais betrug der Wirkungsgrad 100 %.

Auch bei der Stoppelbonitur wurde eine äußerst geringe Anzahl Maisstopeln mit Bohrloch festgestellt, wie die nachfolgende Tabelle (Tabelle 9) zeigt. Ein Anstieg des Maiszünslerbefalls auf der Versuchsfläche konnte auf Grund der Anbaudichte und des Befallsdrucks im Untersuchungsgebiet erwartet werden.

Tabelle 9: Anzahl Maisstoppeln mit Maiszünsler-Bohrloch, GVO-Versuchsfläche 2006

Boniturdatum: 24.10.2006												
	n=50	n=50	n=50	Ø konventionelle Sorte	n=50	n=50	n=50	Ø konventionelle Sorte mit Insektizid	n=50	n=50	n=50	Ø Bt-Mais
	1a	1b	1c		2a	2b	2c		3a	3b	3c	
Anzahl Stoppeln mit Bohrloch	0	1	2	2,00%	1	0	0	0,66%	0	0	0	0,00%

Sortendemonstration Prüffeld Köllitsch

Im Rahmen der Sortendemonstration wurden die 15 Maissorten auf Maiszünslerbefall bonitiert. Die Anordnung der Sorten in der Tabelle 10 erfolgte analog der Versuchsanordnung. Ein Einfluss der Sorten auf den Maiszünslerbefall konnte nicht festgestellt werden. Dies belegen auch mehrjährige Untersuchungsergebnisse der Landessortenversuche der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft.

Tabelle 10: Maiszünslerbefall in der Sortendemonstration des LVG Köllitsch 2006

Boniturdatum: 11.09.2006				
Sorte	Maiszünsler im Stängel (Anzahl befallene Pflanzen)	Maiszünsler im Kolben (Anzahl befallene Pflanzen)	Stängelbruch unterhalb Kolben (Anzahl befallene Pflanzen)	Maiszünsler- befall (n=25)
LUKAS	1	0	0	4%
LENTUS	4	3	1	16%
NATHAN	8	1	3	32%
DELTASTAR	5	0	1	20%
ATLETICO	13	0	7	52%
ANJOU 217	14	3	3	56%
PHANTOM	6	0	1	24%
SILENO	10	0	3	40%
X 08237 F	3	2	0	16%
PR 39T84	9	1	4	36%
PR 38H20	4	0	2	16%
PR 39F58	3	0	1	12%
PR 39K13	9	1	1	36%
PR 39A37	10	0	3	40%
PR 39T45	5	0	1	20%

Bei der Sorte Lukas, in der Sortendemonstration mit 4 % Maiszünslerbefall, wurde am 13.09.06 auf einer nur wenig entfernten Fläche des LVG Köllitsch ein 66%-iger Befall festgestellt.

Ergebnisse Praxisschlag Nähe Torgau

Bei den zusätzlichen Bonituren in der Nähe von Torgau wurden im konventionellen, unbehandelten Mais der Sorte DKC 3420 Befallswerte von 34 % (Bonitur kurz vor der Ernte) ermittelt. Im Bt-Mais der GVO-Sorte DKC 3421 YG waren auf demselben Schlag keine Maiszünslerlarven anzutreffen.

Während der Probenahme zur GVO-Auskreuzungsuntersuchung am 22.09.2006 wurden junge L₂- und L₃-Raupen an den vollreifen Kolben fressend angetroffen. Diese sind einer zweiten Generation des Maiszünslers zuzurechnen, weil durch die Lichtfallenauswertungen an diesem Standort ein weiterer Flughöhepunkt ab Mitte August nachgewiesen werden konnte. Außerdem wurden im Gebiet leere Maiszünslerpuppen in den Maisstängeln gefunden [10].

2007

GVO-Versuch Köllitsch

In den nachfolgenden Tabellen 11 und 12 sind die Boniturergebnisse dargestellt.

Tabelle 11: Befallshäufigkeit (%) durch den Maiszünsler im GVO-Versuch Köllitsch 2007 zur Milchreife

Boniturdatum: 31.08.2007												
BBCH Kultur: 75 (Milchreife)												
	n=25	n=25	n=25	Ø konventionelle Sorte	n=25	n=25	n=25	Ø konventionelle Sorte mit Insektizid	n=25	n=25	n=25	Ø Bt-Mais
	1a	1b	1c		2a	2b	2c		3a	3b	3c	
befallene Pflanzen	7	3	5	20,00%	0	0	0	0,00%	0	0	0	0,00%

Tabelle 12: Befallshäufigkeit (%) durch den Maiszünsler im GVO-Versuch Köllitsch 2007 zur Teigreife

Boniturdatum: 02.10.2007												
BBCH Kultur: 85 - 87 (Teigreife)												
	n=25	n=25	n=25	Ø konventionelle Sorte	n=25	n=25	n=25	Ø konventionelle Sorte mit Insektizid	n=25	n=25	n=25	Ø Bt-Mais
	1a	1b	1c		2a	2b	2c		3a	3b	3c	
befallene Pflanzen	7	11	6	32,00%	1	0	1	2,66%	0	0	0	0,00%

Der Maiszünslerbefall stieg auf der Versuchsfläche durch den intensiven Maisanbau im Untersuchungsgebiet und entsprechendem Befallsdruck erwartungsgemäß an. In der Variante 1 (konventionelle Sorte) verdoppelte sich der Maiszünslerbefall im Vergleich zum Vorjahr. Durch entsprechende Terminierung der chemischen Bekämpfung wurde ein Wirkungsgrad von 91,7 % in der Variante 2 (konventionelle Sorte mit Insektizid) er-

zielt. Variante 3 (Bt-Mais) wies keinen Maiszünslerbefall auf. Die Kontrolle der Maisstoppeln unmittelbar nach der Ernte zeigte folgendes Ergebnis (Tabelle 13).

Tabelle 13: Anzahl Maisstoppeln mit Maiszünsler-Bohrloch, GVO-Versuchsfläche 2007

Boniturdatum: 05.11.2007												
	n=50	n=50	n=50	Ø konventionelle Sorte	n=50	n=50	n=50	Ø konventionelle Sorte mit Insektizid	n=50	n=50	n=50	Ø Bt-Mais
	1a	1b	1c		2a	2b	2c		3a	3b	3c	
Anzahl Stoppeln mit Bohrloch	4	3	1	5,33%	0	3	1	2,66%	0	0	0	0,00%

Die Kontrolle der Stoppeln gibt lediglich Aufschluss auf das Potenzial an Maiszünslerlarven, welche direkt von der Versuchsfläche aus die neue Faltergeneration des nächsten Jahres bildet. Bei 5,33 % befallener Stoppeln ist dieses Potenzial gering, zumal ein Bohrloch nicht unbedingt das Vorhandensein einer Raupe in der Stoppel bedeutet.

Sortendemonstration Prüffeld Köllitsch

In Tabelle 14 sind neben dem Befall der einzelnen Sorten durch Maiszünsler auch die jeweilige Wuchshöhe und das Entwicklungsstadium der Maispflanzen zu Beginn des Maiszünslerfluges aufgeführt:

Tabelle 14: Maiszünslerbefall der Sortendemonstration des LVG Köllitsch

Boniturdatum: 12.09.2007						
Sorte	Pflanzenhöhe zu Flugbeginn (cm)	BBCH zu Flugbeginn	Maiszünsler im Stängel (Anzahl befall. Pflanzen)	Maiszünsler im Kolben (Anzahl befall. Pflanzen)	Stängelbruch unterhalb Kolben (Anzahl befall. Pflanzen)	Maiszünslerbefall (n=25)
Lukas	190	51	6	14	1	40%
PR 39K13	190	51	11	12	2	56%
PR 39B56	180	51	4	7	1	36%
PR 39T13	170	34	12	11	0	64%
PR 39T45	185	34	0	1	0	4%
PR 39W45	190	35	8	10	0	40%
Asteri CS	185	51	11	7	0	48%
Yogi	180	51	14	8	0	56%
Atletico	185	35	13	5	0	56%
Sileno	175	51	15	0	0	60%
Phantom	170	51	11	7	0	52%
LG 32.37	165	51	8	2	0	32%
Clemente	165	35	5	1	0	20%
DKC 2960	150	34	6	0	0	24%
DKC 3355	165	33	6	4	0	24%
DKC 2864	175	51	13	6	0	52%

Es ist ersichtlich, dass diese beiden Parameter zumindest auf einem Schlag mit verschiedenen Auswahlmöglichkeiten keinen Einfluss auf das Eiablageverhalten des Maiszünslers und somit auf die Befallshöhe haben.

Abschließend wurden die Sorten, die in beiden Versuchsjahren in den Sortendemonstrationen vertreten waren, bezüglich Maiszünslerbefall verglichen:

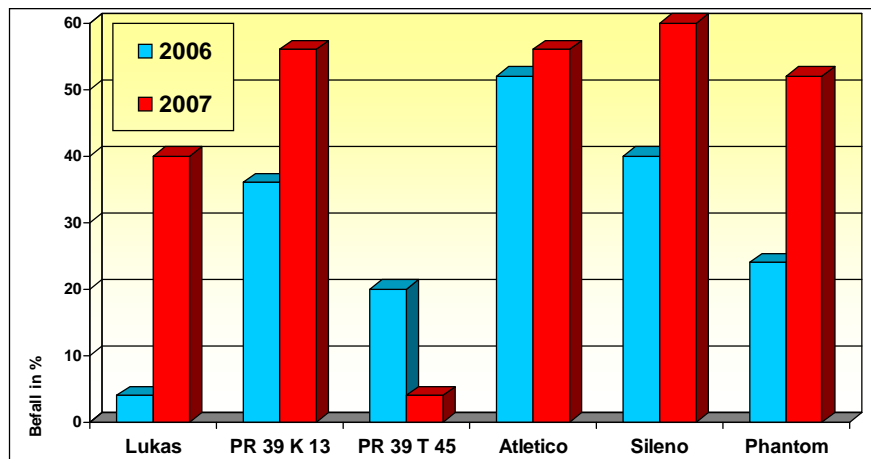


Abbildung 13: Maiszünslerbefall in verschiedenen Sorten, 2006 und 2007, Prüffeld Köllitsch

Die einzelnen Sorten zeigen im Vergleich von 2006 zu 2007 zumeist einen völlig differenzierten Maiszünslerbefall.

Ergebnisse Praxisschlag Nähe Torgau

In der Tabelle 15 ist der bonitierte Maiszünslerbefall auf dem Praxisschlag im Betrieb 2 festgehalten.

Boniturdatum: 03.09.2007

Tabelle 15: Maiszünslerbefall auf dem Praxisschlag im Betrieb 2 2007

BBCH Kultur: 85

	n = 50	n = 50	n = 50
	konventionelle Sorte	konventionelle Sorte mit Insektizid	Bt-Mais
Maiszünsler-Befall	16 %	4 %	0 %

Der untersuchte Schlag wies nur einen geringen Maiszünslerbefall im unbehandelten, konventionellen Mais auf. Durch Insektizidbehandlung eines Teilschlages konnte der Befall von 16 % auf 4 % reduziert werden, der Wirkungsgrad des Insektizids betrug somit 75 %.

Im Rahmen der Ermittlungen im Gebiet des Agrarbetriebes konnte ein Maiszünslerbefall von 70 % in nur 2 km Entfernung festgestellt werden. Dies unterstreicht noch einmal die Komplexität der gesamten Maiszünsler-Befallsproblematik. Auch 2007 wurden leere Puppenhüllen in Maisbeständen des Gebietes gefunden, welche wieder auf eine zweite Generation schließen lassen.

4.3.4 Monitoring der umliegenden Praxis schläge (Flächenmonitoring) 2006

Der Maiszünslerbefall auf den bonitierten Maisschlägen lag zwischen 0 und 74 %. Dabei waren teilweise große Unterschiede in den Befallswerten zwischen benachbarten Schlägen zu verzeichnen (Abbildung 14). Die untersuchten Schlaggrößen variierten zwischen 2 und 68 ha. Die zu bonitierende Gesamtfläche betrug ca. 725 ha auf 50 Maisschlägen.

34 % der Gesamtfläche des Monitoringgebietes hatten einen Maiszünslerbefall von > 30 %, ab diesem Wert ist mit einem wirtschaftlich relevanten Schaden im Folgejahr zu rechnen. In Tabelle A-4 sind die Boniturergebnisse detailliert dargestellt.

Während der Bonitarbeiten war auffallend, dass die Schädigungen durch den Maiszünsler schlagspezifisch differenziert ausfielen, d.h. teilweise war der Anteil befallener Pflanzen mit herunter gebrochenen Stängeln sehr hoch, andere Schläge mit ähnlichem Maiszünslerbefall wiesen diese Schäden nicht so stark auf. Die unterschiedliche Standfestigkeit der Sorten könnte als Ursache dafür gesehen werden. Insektizidbehandlungen wurden auf keinem der untersuchten Schläge durchgeführt.

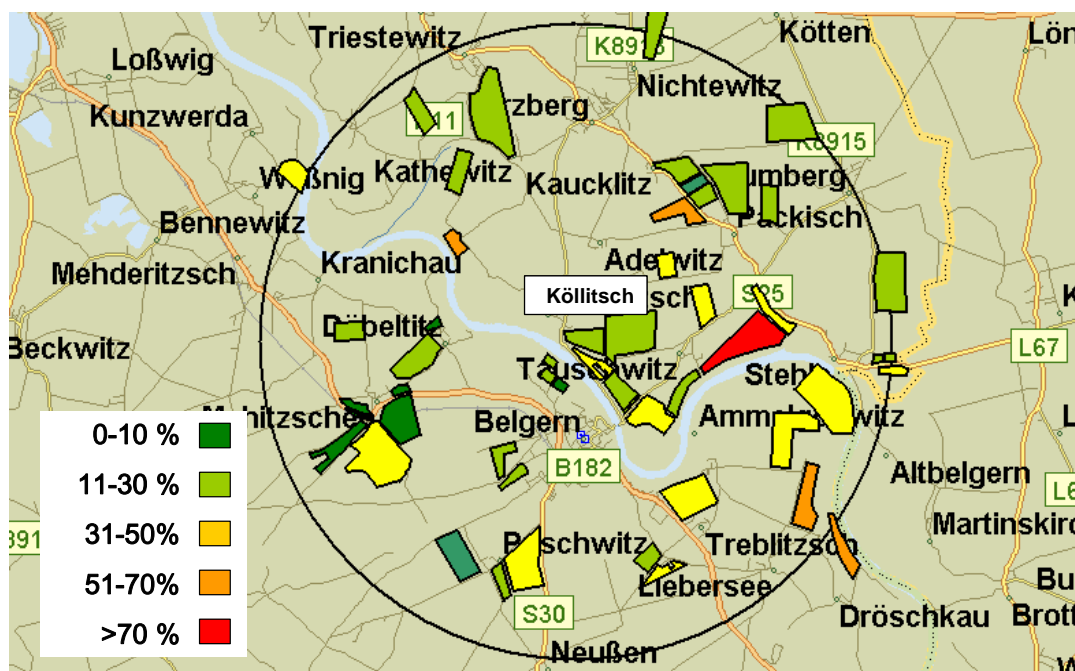


Abbildung 14: Monitoring der Praxis schläge 2006 – Maiszünslerbefall (%)

In der Abbildung 15 sind alle Schläge des Monitoringgebietes mit Zünslerbefall zwischen 40 % und 66 % aufgeführt. Es wird deutlich, dass die Höhe des Befalls nicht mit dem Schaden durch herunter gebrochene Stängel korreliert.

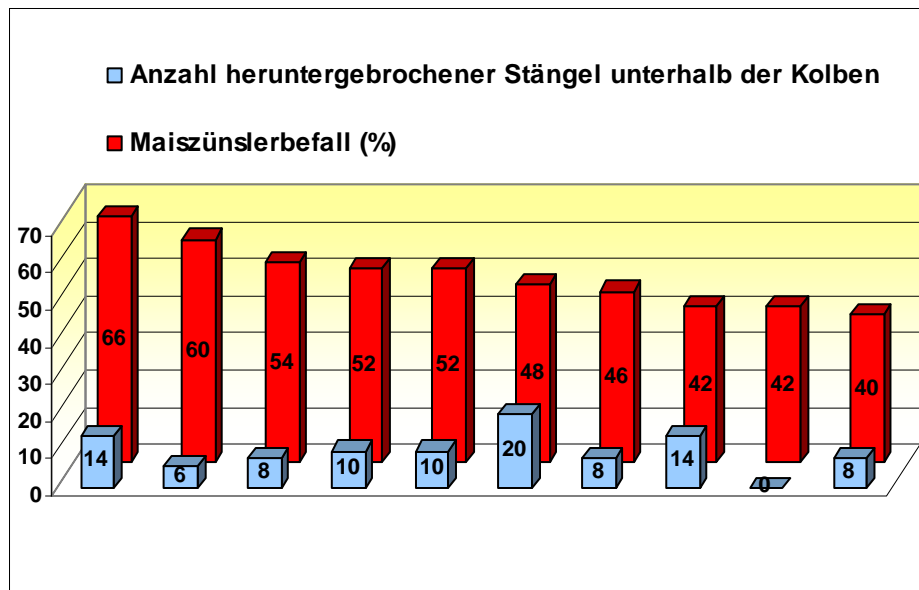


Abbildung 15: Differenzierter Schaden bei ähnlich hohem Maiszünslerbefall im Jahr 2006 im Monitoringgebiet

2007

Im Monitoringgebiet (Abbildung 16) wurden im Jahr 2007 Befallswerte zwischen 0 und 88 % ermittelt. Die starke Befalldifferenzierung wie im Vorjahr konnte wieder bestätigt werden. Die untersuchten Schläge variierten zwischen 2 und 72 ha, die zu bonitierende Gesamtfläche betrug 613 ha auf 40 Maisschlägen.

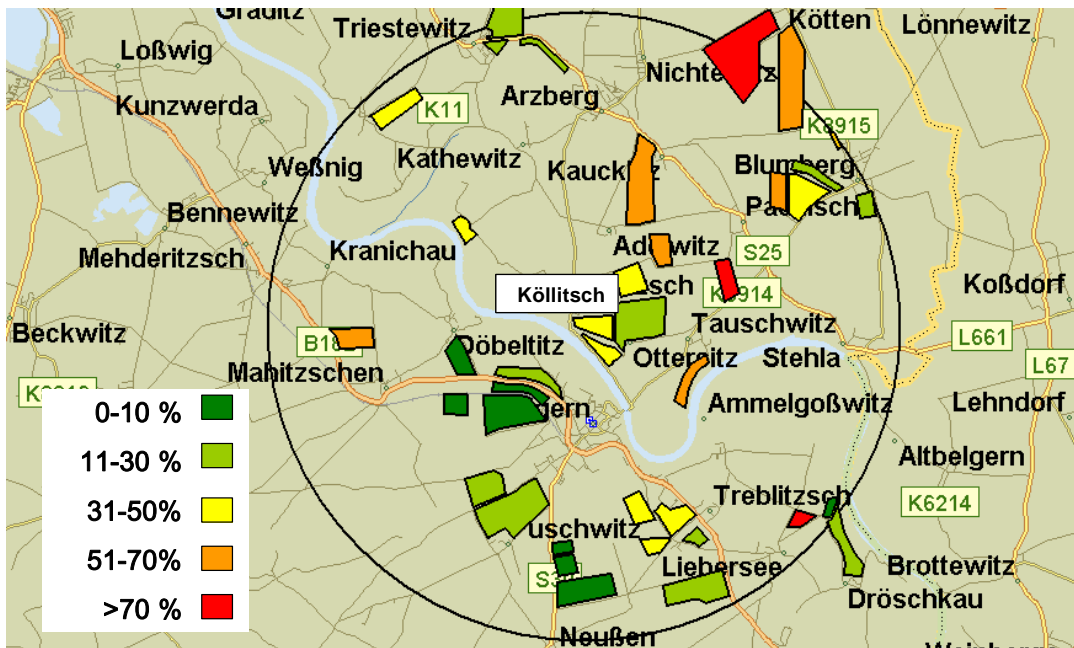


Abbildung 16: Monitoring der Praxisschläge 2007 - Maiszünslerbefall (%)

31 % der gesamten Maisanbauflächen im dargestellten Umkreis lagen über dem Befallswert von 30 %. Zwei Praxisschläge wurden mit Insektizid (STEWARD[®]) behandelt. Detaillierte Boniturergebnisse zu allen Flächen sind in Tabelle A-5 zu finden. Die Untersuchungen von Pflanzenentwicklung und Wuchshöhe zur Zeit des beginnenden Maiszünslerfluges machen deutlich, dass sehr hohe Maisbestände nur geringfügig mehr befallen werden als Bestände mit geringeren Wuchshöhen (Abbildung 17). Dagegen lässt sich ein Trend in Bezug auf das erreichte Entwicklungsstadium zum Flugbeginn des Maiszünslers erkennen. Je weiter die Pflanzen entwickelt waren, z.B. das Blühstadium erreicht hatten, wiesen sie oftmals einen höheren Maiszünslerbefall auf (Abbildung 18). Die abgebildeten Grafiken zeigen die Praxisschläge des Monitoringgebietes. Ausgenommen sind Sortendemonstrationen und Schläge, welche mit Insektizid gegen Maiszünsler behandelt wurden:

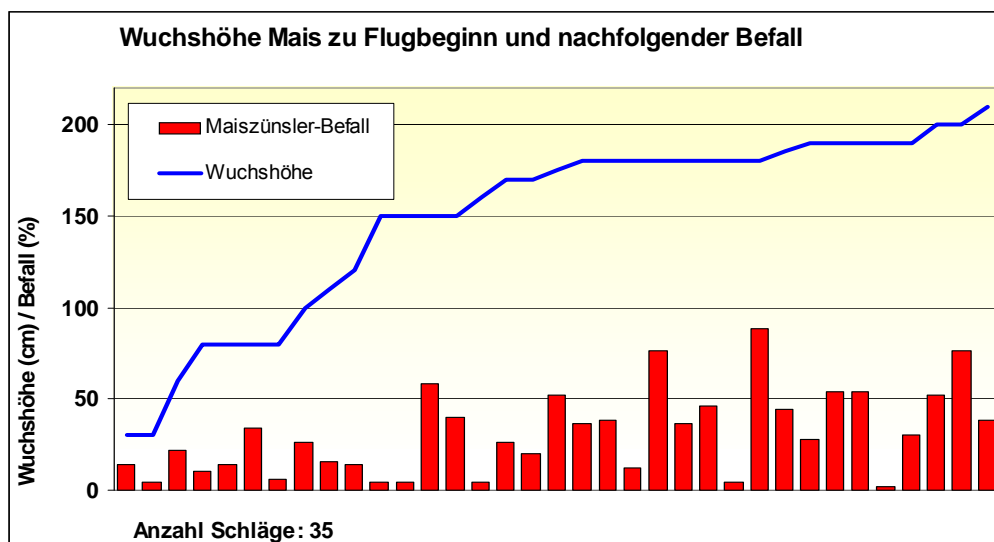


Abbildung 17: Maiszünslerbefall in Zusammenhang mit der Wuchshöhe zu Flugbeginn des Maiszünslers

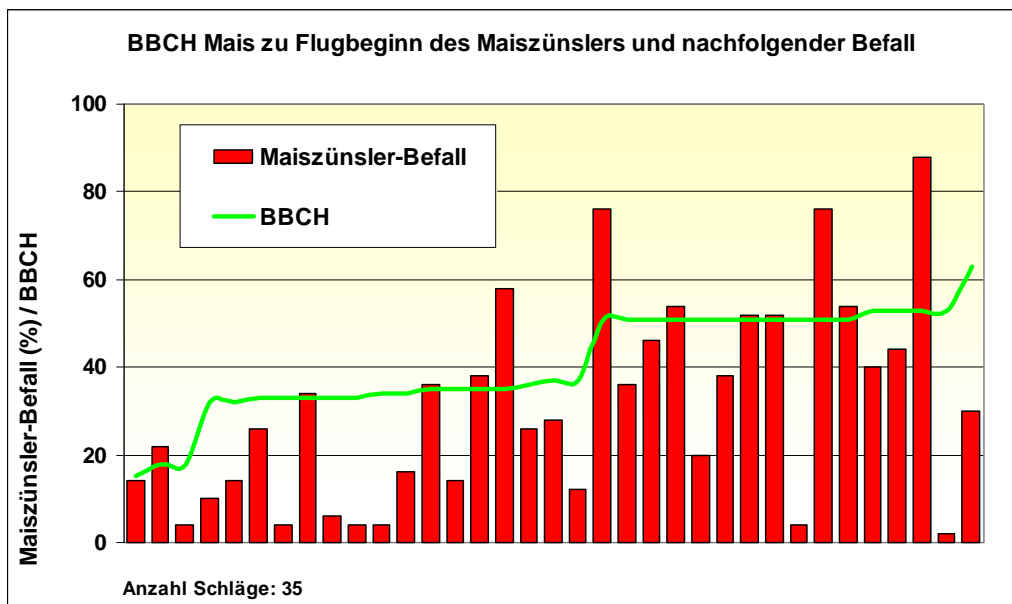


Abbildung 18: Maiszünslerbefall in Zusammenhang mit der Pflanzenentwicklung zu Flugbeginn des Maiszünslers

Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse:

Das Untersuchungsgebiet wies einen erheblichen Anteil mit einem über 30%-igen Maiszünslerbefall an der gesamten Maisanbaufläche in beiden Versuchsjahren auf. 2007 erhöhte sich sowohl die Fläche mit extrem hohem Befall, aber auch die Fläche mit geringem Befall, wie in der Abbildung 19 deutlich wird.

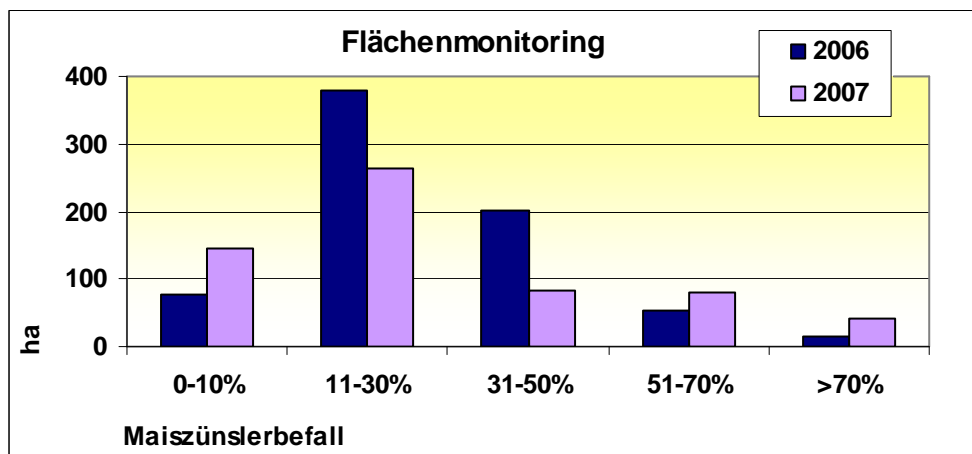


Abbildung 19: Maiszünslerbefall der Gesamtfläche des Monitoringgebietes

Der Befall zwischen den Schlägen war in beiden Jahren zum Teil sehr unterschiedlich, auch bei geringen Flächenabständen. Eine direkte, schlagbezogene Voraussage über den zu erwartenden Maiszünslerbefall zur Aussaat und während der Jugendentwicklung der Pflanzen ist nicht möglich. Es kann lediglich die Befallssituation im Anbauggebiet auf der Grundlage von Boniturergebnissen aus dem Vorjahr eingeschätzt werden. Dazu ist die Erfassung des Vorjahresbefalls auf mehreren Flächen notwendig.

Die Höhe des Befalls ist nicht gleichzusetzen mit der Höhe des Schadens im Bestand. Während 2006 Schäden durch herunter gebrochene Stängel unterhalb des Kolbens sehr häufig auftraten, waren diese 2007 eher gering, u. a. auch auf Grund fehlender Gewitter mit starken Böen bzw. Sturm in der Vorerntezeit. Außerdem waren die Pflanzen weniger trockengestresst als 2006.

Ein Einfluss der Sorten auf den Maiszünslerbefall konnte nicht festgestellt werden. Jedoch können Sorteneigenschaften wie z.B. die Standfestigkeit einen indirekten Einfluss auf den Schaden durch den Maiszünsler haben.

Möglichkeiten für ein effektives Maiszünsler-Monitoring

Um in Sachsen ein effektives Monitoring des Maiszünslers durchführen zu können, müssen einige Besonderheiten beachtet werden, die u. a. durch die Ergebnisse des Projektes deutlich werden.

Auf Grund seines verstärkten Auftretens wurde der Maiszünsler 1997 in Sachsen in die Schaderregerüberwachung mit aufgenommen, Beobachtungen des Schädling gab es auch schon in den Jahren davor. Jährlich wurden im Durchschnitt etwa 30 Flächen bonitiert. Eine gleichmäßige Verteilung der Beobachtungsflächen in Sachsen wurde angestrebt, die flächendeckende Erhebung unter derzeitigen Bedingungen ist aber nicht möglich (z.B. keine Erhebungen in Ostsachsen).

Mit zunehmendem Anbau von Bt-Mais in Sachsen wurde ein zusätzliches Monitoring durch das Referat Pflanzenschutz der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft organisiert und von den Mitarbeitern der Ämter für Landwirtschaft durchgeführt. Dieses Monitoring ist zur langfristigen Abschätzung von eventuellen Resistenzentwicklungen des Maiszünslers notwendig. Die Untersuchungen finden seit 2005 statt. Zur Einschätzung der lokalen Befallssituation wurden ebenfalls Bonituren im konventionellen Mais durchgeführt (dem Bt-Mais am nächsten gelegenen Maisschlag bzw. Mantelstreifen). Bisher wurde kein Maiszünslerbefall im Bt-Mais festgestellt.

Aus den Ergebnissen des Projektes geht hervor, dass die Befallswerte von Schlag zu Schlag sehr stark variieren. Daher sind Bonituren einzelner Schläge nicht Referenz für die Befallssituation eines Gebietes. Weiterhin haben sich frühere Befallsgebiete vergrößert, verschoben bzw. es sind neue hinzugekommen, wie Ergebnisse von Lichtfallenstandorten und Erhebungen in der Praxis zeigen. So wurden örtlich hohe Fangzahlen in Lichtfallen ermittelt und erhebliche Schäden durch Maiszünslerbefall in Schlägen beobachtet, die nicht als Befallsgebiete gelten. Dabei handelt es sich durchaus auch um reine Silomaisstandorte, an denen der Schaden durch Maiszünslerbefall oftmals unterschätzt wurde.

Ein effektives Monitoring sollte deshalb in Zukunft in Referenzbetrieben mit einmaliger Bonitur zu BBCH 85-89 (Teigreife) erfolgen. Dazu sind Erhebungen von mindestens 2 – 3 Beobachtungsflächen pro Referenzbetrieb notwendig. Es sollten 5 – 10 Referenzbetriebe pro Produktionsgebiet in die Untersuchung einbezogen werden. Die Daten der amtlichen Schaderregerüberwachung sollten in das Maiszünslermonitoring einfließen.

5 Untersuchungen zur Auskreuzung (Versuchsfeld/Praxis)

5.1 Material und Methoden

Die Anbauversuche der LfL 2006 und 2007 beinhalteten molekularbiologische Untersuchungen zur Kontrolle des eingesetzten Saatgutes sowie zur Auskreuzung des Bt-Mais in benachbarte konventionelle Maispflanzen. Hinsichtlich der Auskreuzungsproblematik wurden neben dem Versuchsfeld in Köllitsch auch Praxis schläge in die Untersuchungen einbezogen.

5.1.1 Probenahme

Saatgutproben

Sowohl vom konventionellen als auch vom gentechnisch veränderten Saatgut, das zur Aussaat auf dem Versuchsfeld in Köllitsch kam, wurden in den beiden Anbaujahren 2006 und 2007 jeweils zwei Proben (Untersuchungs- und Rückstellprobe) nach der Probenahmerichtlinie der Saatgutverkehrskontrolle gezogen. Die Probenahmen erfolgten am Versuchsstandort aus der angelieferten Sackware. In der Tabelle 16 sind nähere Angaben zu den gezogenen Proben festgehalten. Entsprechend den Vorgaben der Saatgutverkehrskontrolle wurden die gezogenen Saatgutproben in Papiertüten verpackt, versiegelt und an das Labor gesandt. Die Einsendungsproben für das Labor hatten eine Größe von 1,5 kg bis 1,7 kg.

Tabelle 16: Untersuchte Saatgutproben der Anbauversuche in Köllitsch 2006 und 2007

Sorte	Tausendkorn- gewicht in g
2006	
DKC 3421 YG (Bt-Mais)	237
DKC 3420 (konventioneller Mais)	252
2007	
DKC 3421 YG (Bt-Mais)	239
DKC 3420 (konventioneller Mais)	245

Ernteproben

Für die Untersuchungen zur Auskreuzungsproblematik konnten neben dem Versuchsfeld in Köllitsch auch Felder von Praxisbetrieben (Betriebe Nr. 2 und 5 aus Tabelle 6) einbezogen werden, weil auch an diesen Standorten in unmittelbarer Nachbarschaft zum Bt-Mais konventioneller Mais aufwuchs. Die Probenahme der Körnermaisproben erfolgte aus dem benachbarten konventionellen Mais kurz vor der Körnerernte. Der Probenumfang betrug zwischen 5,5 kg und 6,6 kg. In den Tabellen 17 und 18 sind die Ernteproben für die beiden Anbaujahre zusammengestellt. Weil im Rahmen des Vorhabens unter anderem die Frage der Auskreuzungsrate im Mittelpunkt stand, wurden Proben in verschiedenen Abständen zum Bt-Mais gezogen.

Tabelle 17: Ernteproben (Körnermais) des Anbaujahres 2006 zur Untersuchung der Auskretzungsrates

Probenbezeichnung	Richtung	Abstand zum Bt-Mais in m	Tausendkorngewicht in g	Gewicht der Untersuchungsprobe in g	Körnerzahl in der Untersuchungsprobe
Standort Köllitsch, 2006					
25 O	Ost	25	400,1	3100,5	7749
50 O	Ost	50	383,3	3061,8	7988
75 O	Ost	75	404,1	3126,4	7737
100 O	Ost	100	390,9	3027,5	7745
150 O	Ost	150	369,6	2463,4	6665
Nachbarfläche	Ost	ca. 180	393,7	3196,4	8119
25 W	West	25	411,8	3047,5	7400
50 W	West	50	420,0	3009,2	7165
75 W	West	75	414,1	3154,6	7618
100 W	West	100	400,5	3060,7	7642
150 W	West	150	408,8	3029,3	7410
Standort Betrieb 2, 2006					
25 GR	West	25	316,0	2943,1	9314
50 GR	West	50	326,1	3077,0	9436
75 GR	West	75	317,6	3059,5	9633
100 GR	West	100	315,8	3136,1	9931
150 GR	West	150	300,8	3028,5	10068

Tabelle 18: Ernteproben (Körnermais) des Anbaujahres 2007 zur Untersuchung der Auskreuzungsrate

Probenbezeichnung	Richtung	Abstand zum Bt-Mais in m	Tausendkorn-gewicht in g	Gewicht der Un-tersuchungs-probe	Körnerzahl in der Un-tersuchungs-probe
Standort Köllitsch, 2007					
KO 25	Ost	25	234,2	2.451,7	10.468
KO 50	Ost	50	232,5	2.379,6	10.235
KO 75	Ost	75	231,4	2.374,0	10.259
KO 100	Ost	100	232,4	2.437,8	10.490
KO 150	Ost	150	238,5	2.427,2	10.177
Nachbarfläche	Ost	ca. 180	276,3	2.813,6	10.183
KW 25	West	25	244,5	2.490,9	10.188
KW 50	West	50	228,6	2.353,6	10.296
KW 75	West	75	247,9	2.503,2	10.098
KW 100	West	100	239,2	2.433,2	10.172
KW 150	West	150	246,2	2.482,8	10.084
Nachbarfläche	Süd	60	265,2	2.706,9	10.207
Standort Betrieb 2, 2007					
S25	Ost	25	249,1	2.634,5	10.576
S50	Ost	50	193,9	2.087,5	10.766
S75	Ost	75	289,5	3.011,3	10.402
S100	Ost	100	279,2	2.830,9	10.139
S150	Ost	150	268,4	2.713,4	10.110
Standort Betrieb 5, 2007					
SK25	Ost	25	275,7	2.851,1	10.341
SK50	Ost	50	274,9	2.838,5	10.326
SK75	Ost	75	277,5	2.826,0	10.184
SK100	Ost	100	247,9	2.643,6	10.664
SK150	Ost	150	272,2	2.844,3	10.449

Weitere Details zur Vorgehensweise bei der Probennahme werden unter dem Punkt 5.2 (Versuchsdurchführung) beschrieben.

5.1.2 Probenaufbereitung

Weil die oben beschriebenen Saatgutproben keiner Probenaufbereitung bedurften, wurden sie direkt an das Untersuchungslabor im Fachbereich Landwirtschaftliches Untersuchungswesen der LfL gesandt. Bei den zur Untersuchung der Auskreuzung gezogenen Ernteproben (Maiskolben) war eine Probenaufbereitung erforderlich. Die Maiskolben mussten zunächst getrocknet werden. Nach dem Trocknen wurden die Maiskörner mit

Hilfe eines Reblers von den Kolben getrennt. Um eine Verschleppung von Probenmaterial zu verhindern, erfolgte nach jeder Probenbearbeitung eine sorgfältige Reinigung des Reblers. Die aufbereiteten Maiskörnerproben wurden zur Untersuchung der Auskreuzungsrate dem Fachbereich Landwirtschaftliches Untersuchungswesen der LfL übergeben.

5.1.3 Molekularbiologische Untersuchungen

Der molekularbiologische Nachweis bzw. die Quantifizierung gentechnischer Veränderungen umfasst vier Schritte:

1. Probenvorbereitung
2. Extraktion und Reinigung der DNA
3. Polymerasekettenreaktion (engl. Abk. PCR)
4. Nachweis bzw. Quantifizierung der gentechnischen Veränderung

Probenvorbereitung

Die Untersuchung der Saatgutproben aus dem Jahr 2006 erfolgte mittels Subsampling-Verfahren gemäß dem Saatgutkonzept der Länderarbeitsgemeinschaft Gentechnik (LAG) [11]. Bei diesem Verfahren werden aus der Einsendungsprobe drei Untersuchungsproben mit je 1 000 Körnern gewonnen. Die Gewinnung der Untersuchungsproben erfolgt durch Einwiegen unter Berücksichtigung des Tausendkorngewichtes. Bei den beiden Saatgutproben aus den Anbaujahr 2007 wurde die gesamte Laborprobe (1 657 g und 1 680 g) gemahlen. Labor- und Untersuchungsprobe waren somit identisch. Für die Ernteprodukte sind die genauen Körnerzahlen der Untersuchungsproben in den Tabellen 17 und 18 zusammengestellt. Die Untersuchungsproben wurden mit einem Thermomixer der Fa. Vorwerk zerkleinert.

Extraktion und Reinigung der DNA

Zur Isolierung und Aufreinigung der DNA aus den zerkleinerten Untersuchungsproben wurden 2 x 2 g Probenmaterial (Doppelansatz) eingewogen, im CTAB-Puffer lysiert und nach dem Arbeitsprotokoll der Fa. Qia-gen über DNeasy Säulen aufgereinigt. Die Bestimmung der Menge an extrahierter DNA und ihrer Reinheit erfolgten mittels UV-Spektrometrie. Anhand der ermittelten DNA-Konzentrationen in den Extrakten konnten für die PCR geeignete DNA-Verdünnungen hergestellt werden.

Polymerasekettenreaktion zum Nachweis gentechnischer Veränderungen

Für den Nachweis von gentechnischen Veränderungen wurde die Polymerasekettenreaktion (PCR) eingesetzt. Mit Hilfe der Polymerasekettenreaktion (PCR) wird der für die gentechnische Veränderung charakteristische DNA-Abschnitt vervielfältigt. Anschließend erfolgt der Nachweis dieses DNA-Abschnittes. Die über die PCR erhaltenen DNA-Abschnitte werden dazu in einem Agarosegel elektrophoretisch getrennt und durch Färbung sichtbar gemacht. Auf dem Agarosegel mitgeführte positive Kontrollproben und Längenmarker (DNA-Fragmente definierter Größe) erlauben eine Zuordnung der aufgetrennten DNA-Abschnitte. Positive Befunde sind durch weiterführende Untersuchungsmethoden zu bestätigen. In der Regel kommen dazu sequenzspezifische Restriktionsanalysen zum Einsatz.

Um falsch negative PCR-Ergebnisse auszuschließen, wird an jedem DNA-Extrakt eine Kontroll-PCR durchgeführt. Mit der Kontroll-PCR wird eine DNA-Sequenz amplifiziert, die sowohl in konventionellen als auch in

gentechnisch veränderten Pflanzen der jeweiligen Fruchtart enthalten ist. Ein positives Ergebnis der Kontroll-PCR zeigt, dass aus der Probe amplifizierbare DNA isoliert wurde. Die Durchführung der Nachweisverfahren erfolgte gemäß dem Saatgutkonzept der LAG. Für den Nachweis gentechnischer Veränderungen in Maisproben werden zunächst zwei Screeningverfahren angewandt.

Die überwiegende Mehrheit der weltweit bekannten gentechnisch veränderten Maislinien enthält den 35S-Promotor und/oder 3'nos-Terminator als Bestandteil der gentechnischen Veränderung (Abbildung 20). Der 35S-Promotor und 3'nos-Terminator sind Regulationssequenzen, die den Start und das Ende für die Transkription des Strukturgens signalisieren und somit für die Expression eines Gens notwendig sind.

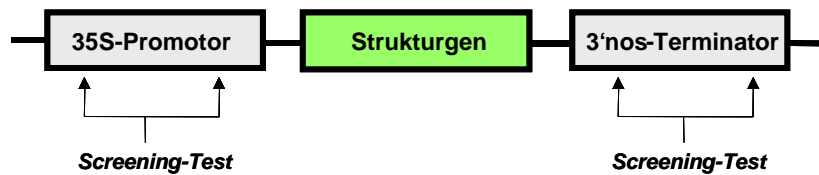


Abbildung 20: Aufbau einer gentechnischen Veränderung

Die beiden Regulationssequenzen wurden aus in der Natur vorkommenden Organismen (35S-Promotor aus dem Blumenkohl-Mosaikvirus und 3'nos-Terminator aus dem Agrobakterium tumefaciens) isoliert und häufig in gentechnische Veränderungen gezielt eingesetzt.

Mit den Screeningverfahren auf den 35S-Promotor und 3'nos-Terminator lassen sich die meisten gentechnisch veränderten Maislinien nachweisen. Ein positiver Befund ist aber kein eindeutiger Nachweis für das Vorhandensein einer gentechnischen Veränderung, weil - wie oben beschrieben - die im Screeningverfahren gesuchten Sequenzen auch in der Natur vorkommen. Deshalb sind bei einem positiven Befund zusätzlich spezifische Nachweise durchzuführen. Das Saatgutkonzept der LAG [11] sieht für diesen Fall die Nachweise von in der EU zugelassenen und - soweit möglich - von nicht zugelassenen gentechnisch veränderten Maislinien vor.

Saatgutproben

Für die Prüfung der konventionellen Saatgutproben (Sorte DKC 3420) auf Anwesenheit von gentechnischen Veränderungen wurden die Screening-Verfahren auf den 35S-Promotor und den 3'nos-Terminator eingesetzt. Die Kontroll-PCR zur Überprüfung der Amplifizierbarkeit der extrahierten DNA erfolgte an einem Sequenzabschnitt aus dem maisspezifischen Invertase-Gen. Weitere Angaben zu den eingesetzten Nachweis-systemen sind in der Tabelle 19 festgehalten.

Die gentechnisch veränderten Saatgutproben (Sorte DKC 3421 YG, Bt-Mais MON810) waren auf Vorhandensein der deklarierten bzw. weiterer gentechnischer Veränderungen zu untersuchen. Zur Überprüfung der deklarierten gentechnischen Veränderung MON810 wurde eine eventspezifische Methode eingesetzt. Mit dieser Methode wird nur die Linie MON810 erfasst. Um weitere gentechnische Veränderungen in der Probe nachweisen zu können, mussten zusätzliche Nachweisverfahren durchgeführt werden. Diese waren der

Screening-Test auf den 3'nos-Terminator, der genspezifische Nachweis des bar-Gens bzw. die konstruktsspezifischen Nachweise der p35S/bar- und der p35S/pat-Genkassette sowie der eventspezifische MON863-Nachweis (Tabelle 19). Sowohl der 3'nos-Terminator als auch das bar-Gen und die p35S/pat- bzw. p35S/bar-Genkassetten sind im Bt-Mais der Linie MON810 nicht enthalten.

Tabelle 19: Eingesetzte Nachweisverfahren für die Saatgutuntersuchung

Nachzuweisendes DNA-Sequenz	Spezifität des Nachweises	Primerpaar	PCR-Produkt	Literaturquelle
Invertase-Gen	Amplifikationskontrolle	IVR1-F / IVR1-R	226 bp	[12,13]
35S-Promotor	Screening	35S-F / 35S-R	207 bp	[14]
3'nos-Terminator	Screening	HA-nos118f / HA-nos118r	118 bp	[13]
p35S/pat-Genkassette	konstruktsspezifisch	T25-F7 / T25-R3	209 bp	[12,13]
		35sP03.f / pat-7.r / Sonde GSS01	111 bp	[15]
bar-Gen	genspezifisch	bar-f / bar-r	264 bp	[16]
p35S/bar-Genkassette	konstruktsspezifisch	35S-bar1 / 35S-bar2	ca. 365 bp	[16]
MON810	eventspezifisch	Mail-F1/Mail-R1/Sonde Mail-S2	92 bp	[17]
MON863	eventspezifisch	MON863-F/MON863-R/MON863 probe	84 bp	[18]

Mit den in der Tabelle 19 genannten Nachweisverfahren wird eine Vielzahl an gentechnisch veränderten Maislinien erfasst.

Quantifizierung der gentechnischen Veränderung

Für die Bestimmung der Einkreuzungsrate in den Ernteproben (Körnermais) kam im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Real Time PCR zum Einsatz.

Bei dieser PCR befindet sich zusätzlich zu den zwei Primern, die in jeder PCR eingesetzt werden, eine fluoreszenzmarkierte Gensonde im PCR-Ansatz. Diese Gensonde, auch TaqMan-Sonde genannt, ist ein Oligonukleotid (20 - 35 Nukleotide) und bindet an eine Region der Zielsequenz zwischen den beiden Primern. An den Enden der Gensonde sind zwei verschiedene Fluoreszenzfarbstoffe, ein Reporter- und ein Quencherfarbstoff, gebunden. Während der PCR wird die Sonde mit Licht einer bestimmten Wellenlänge zur Fluoreszenz angeregt. Solange der Reporterfarbstoff an der Sonde gebunden ist, wird seine Fluoreszenz aufgrund der Nähe zum Quencherfarbstoff unterdrückt. Durch einen Fluoreszenz-Energietransfer emittiert nur der Quencherfarbstoff Licht.

Während der PCR werden die Gegenstränge ausgehend von den Primern durch die Taq-Polymerase aufgebaut. Trifft die Polymerase beim Aufbau des Gegenstranges auf die am DNA-Strang gebundene Sonde, wird diese durch die 5'→3'-Exonukleaseaktivität der Polymerase in kleine Fragmente geschnitten und vom DNA-Strang abgelöst. Der Reporterfarbstoff wird freigesetzt und kann somit seine volle Fluoreszenz entfalten. Die gemessene Zunahme der Fluoreszenz mit jedem PCR-Zyklus ist der PCR-Produktzunahme direkt proportional. In der Abbildung 21 ist das Prinzip der Real Time PCR schematisch dargestellt.

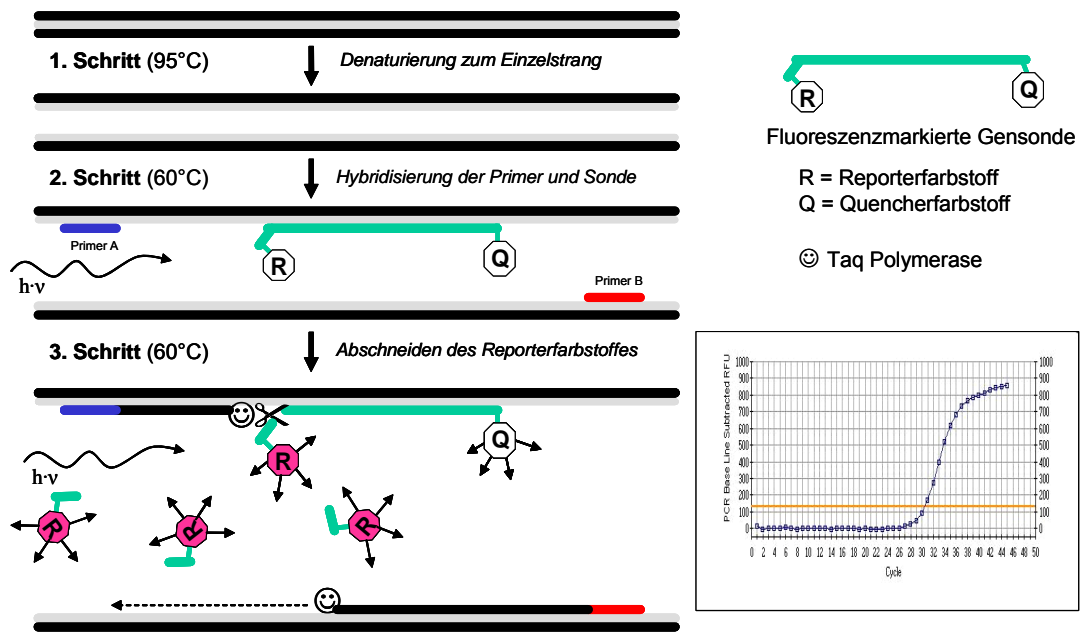


Abbildung 21: Schematische Darstellung der Real Time PCR

Die Quantifizierung basiert auf einer relativen Gehaltsbestimmung. Dazu wird die Kopienzahl des Transgens ins Verhältnis zur Kopienzahl eines pflanzenspezifischen Referenzgens gesetzt. Der relative Gehalt an gentechnischer Veränderung wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{relative GVO-Gehalt [\%]} = \frac{\text{Kopien}_{\text{Transgen der Probe}}}{\text{Kopien}_{\text{Referenzgen der Probe}}} \times 100$$

Über zwei getrennte Kalibriergeraden für Referenz- und Transgen, die jeweils aus mindestens vier DNA-Standards mit unterschiedlicher Kopienzahl erstellt werden, ermittelt man die Kopienzahlen der Probe. Die angegebenen GVO-Gehalte beruhen auf der Annahme, dass das Referenzgen und das nachgewiesene Transgen im Verhältnis von 1 : 1 vorliegen.

Ernteproben

Die Bestimmung der Auskreuzungsrate im konventionellen Mais erfolgte an den Ernteproben mit Hilfe der bereits oben beschriebenen Real Time PCR. Für die Quantifizierung des Anteils der gentechnisch veränderten DNA (MON810) an der Gesamt-Mais-DNA kam die eventspezifische Methode für die Maislinie MON810 aus dem Anhang D der Europäischen Norm EN ISO 21570:2005 [17] zur Anwendung. Nähere Angaben zur Methode sind in der Tabelle 20 festgehalten.

Tabelle 20: Parameter der MON810-Methode nach EN ISO 21570:2005 [17]

Zielsequenz	Sequenzbereich	Primer	Sonde	PCR-Produkt
Referenz	hmg-Proteingen	ZM1-F / ZM1-R	ZM1	79 bp
GVO	Integrationsbereich von Genom-DNA und 35S-Promotor aus gentechnischer Veränderung	Mail-F1 / Mail-R1	Mail-S2	92 bp

5.2 Versuchsdurchführung

Um Aussagen zur Auskreuzung der gentechnischen Veränderung in Abhängigkeit vom Abstand des Donorfeldes zu erhalten, wurden an allen Standorten im benachbarten konventionellen Mais Proben in Abständen von 25 m, 50 m, 75 m, 100 m und 150 m gezogen. Die Probenahme erfolgte bei jedem Abstand parallel zu den Bt-Maisreihen über drei Reihen, wobei die mittlere Reihe den jeweils festgelegten Abstand hatte. Im Abstand von je 1 m wurde ein Kolben im „Zickzack-Muster“ genommen. Alle Kolben eines Abstandes wurden als Sammelprobe vereinigt. Die Länge der beprobten Reihen entsprach beim Anbauversuch in Köllitsch der Länge der Bt-Maisreihen. In Abbildung 22 ist das Probenahmeschema grafisch dargestellt.

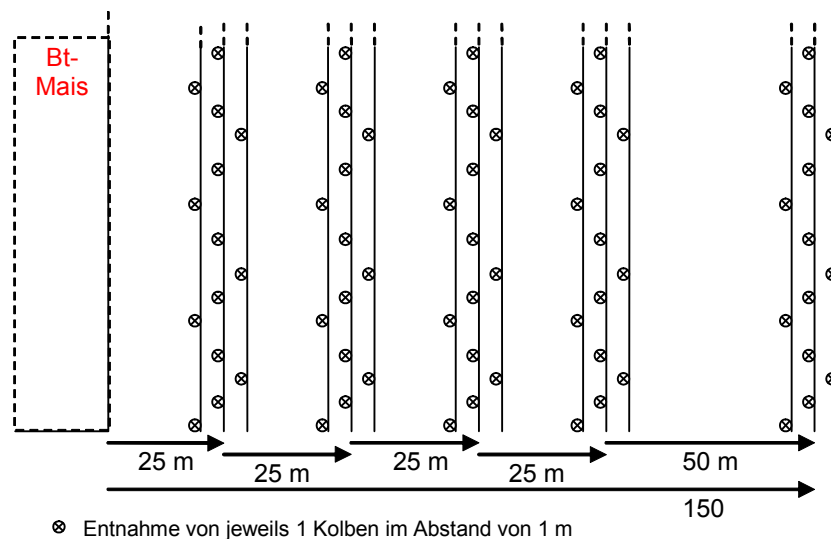


Abbildung 22: Probenahmeschema für die Untersuchung der Auskreuzung

Die Probenahme wurde am Versuchsstandort Köllitsch nach diesem Schema in östlicher und westlicher Richtung durchgeführt (Abbildung 23). In östlicher Richtung konnte 2006 und 2007 zusätzlich eine Probe von einem konventionellen Maisfeld des benachbarten Landwirtschaftsbetriebes in einem Abstand von ca. 180 m gewonnen werden. Im Anbaujahr 2007 wurde eine weitere Körnermaisprobe aus einem in südlicher Richtung gelegenen Maisfeld, das sich in der Elbaue befand, gezogen. Dieses Feld war vom Versuchsfeld durch den Elbdeich getrennt.

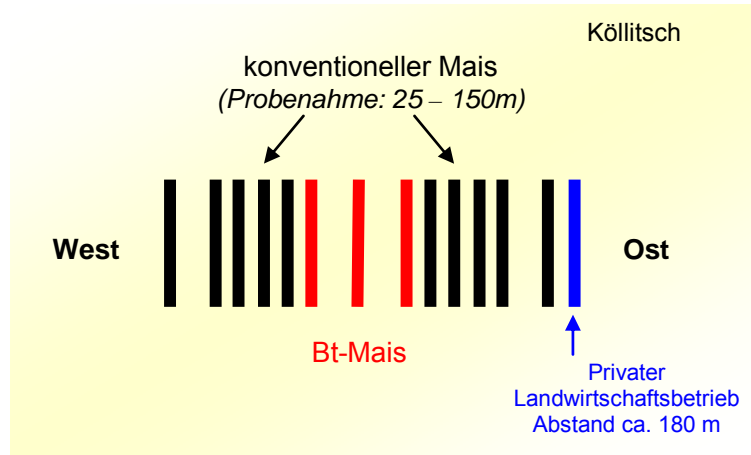


Abbildung 23: Probenahme am Standort Köllitsch 2006/2007

Weil am Standort Betrieb 2 2006 lediglich in westlicher Richtung zum Bt-Maisfeld konventioneller Mais angebaut war, konnte hier die Probenahme nur in dieser Richtung erfolgen (Abbildung 24). Das Bt-Maisfeld hatte eine Größe von 14 ha.

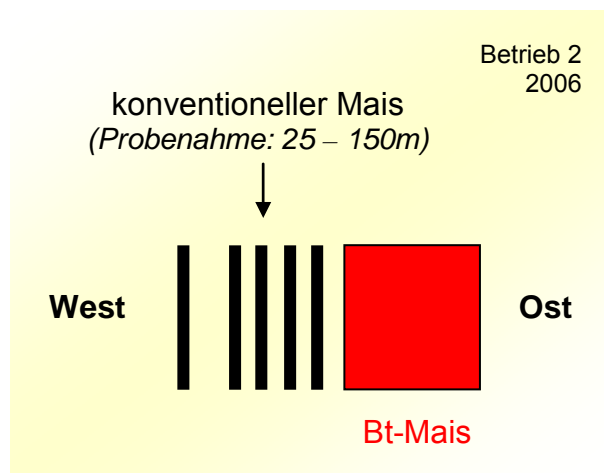


Abbildung 24: Probenahme am Standort Betrieb 2, 2006

Im Anbaujahr 2007 befand sich der konventionelle Mais im Betrieb 2 in östlicher Richtung vom Bt-Maisfeld (Abbildung 25). Die Größe des Bt-Maisschlags betrug 45 ha. Bei der Lage des benachbarten konventionellen Maisfeldes ist zu beachten, dass sich zwischen dem 50 m- und 75 m-Probestreifen ein Wirtschaftsweg befindet. Dieser Wirtschaftsweg wird beiderseits von relativ hohen Bäumen begrenzt.

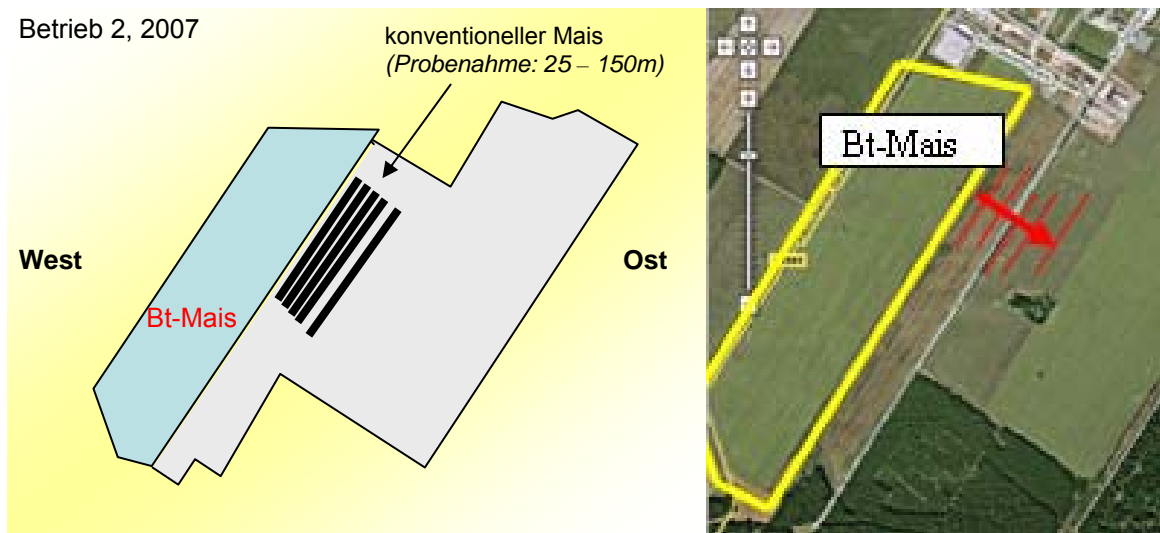


Abbildung 25: Probenahme am Standort Betrieb 2, 2007 (Quelle: Luftbild-Google)

Am Praxisstandort Betrieb 5 lag der benachbarte konventionelle Maisschlag in östlicher Richtung zum Bt-Maisfeld (Abbildung 26). Das Bt-Maisfeld hatte eine Größe von 28 ha. An diesem Standort befindet sich eine Wiesenfläche mit Vorflutergraben zwischen den 25 m- und 50 m-Probestreifen.

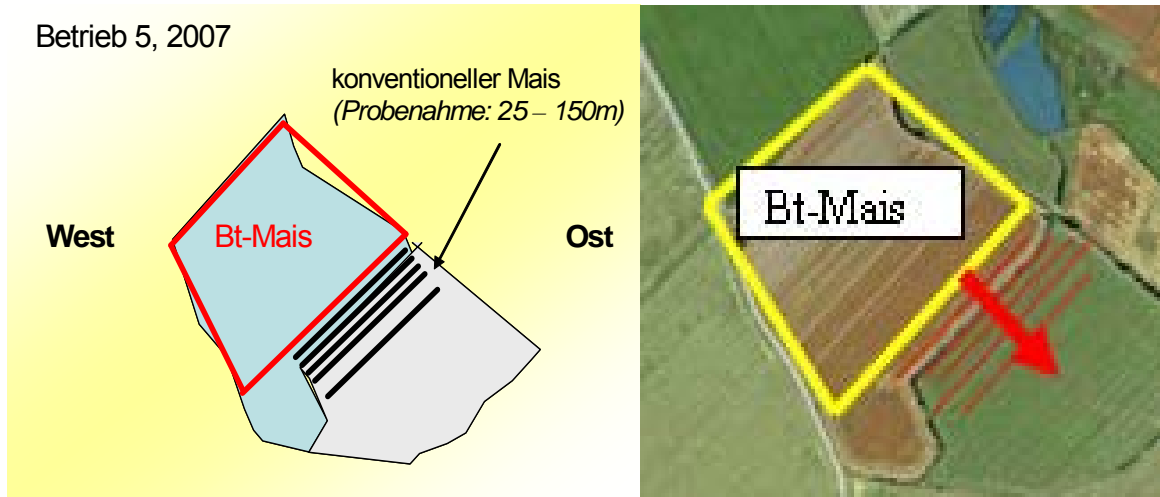


Abbildung 26: Probenahme am Standort Betrieb 5, 2007 (Quelle: Luftbild-Google)

5.3 Ergebnisse und Diskussion

Saatgutuntersuchungen

In den Tabellen 21 und 22 sind alle Ergebnisse der Saatgutuntersuchungen 2006 und 2007 zusammengefasst. Die Screening-Tests auf Anwesenheit des 35S-Promotors und 3'nos-Terminators fielen bei den konventionellen Saatgutproben (Sorte DKC 3420) negativ aus. In diesen Proben konnten somit keine DNA-Sequenzen nachgewiesen werden, die in gentechnisch veränderten Maislinien häufig vorkommen.

Tabelle 21: Untersuchungsergebnisse der Saatgutproben aus dem Anbaujahr 2006

Sorte	Nachweisverfahren (Subsampling, 3 x 1000 Körner)				
	35S-Promotor	3'nos-Terminator	MON810	p35S/pat-Genkassette	bar-Gen
DKC 3420 (konventioneller Mais)	n. n.*	n. n.*	n. u.	n. u.	n. u.
DKC 3421 YG (Bt-Mais)	n. u.	n. n.*	positiv	n. n.*	n. n.*

n. u. nicht untersucht

n. n. nicht nachgewiesen

* Nachweisgrenzen: 0,1 %

Tabelle 22: Untersuchungsergebnisse der Saatgutproben aus dem Anbaujahr 2007

Sorte	Nachweisverfahren					
	35S-Promotor	3'nos-Terminator	MON810	p35S/pat-Genkassette	p35S/bar-Genkassette	MON863
DKC 3420 (konventioneller Mais)	n. n. *	n. n. *	n. n. **	n. n. **	n. n. **	n. n. **
DKC 3421 YG (Bt-Mais)	n. u.	n. n. *	positiv	n. n. **	n. n. **	n. n. **

n. u. nicht untersucht

n. n. nicht nachgewiesen

* Nachweisgrenzen: jeweils 0,03 % ** Nachweisgrenzen: mind. 0,1 %

In den gentechnisch veränderten Saatgutproben (Sorte DKC 3421 YG) wurde zunächst das Vorhandensein der gentechnischen Veränderung MON810 überprüft. Der eventspezifische MON810-Nachweis hatte bei beiden Proben (2006 und 2007) einen positiven Befund. Damit konnte die deklarierte gentechnische Veränderung bestätigt werden. Um das Vorhandensein weiterer gentechnischer Veränderungen in dieser Probe auszuschließen, wurden - wie oben beschrieben - weitere Nachweise (3'nos-Terminator, p35S/pat-Genkassette und bar-Gen bzw. p35S/bar-Genkassette, MON863) durchgeführt. Mit diesen Nachweisen wird eine Vielzahl von gentechnisch veränderten Maislinien erfasst. Wie aus den Tabellen 21 und 22 zu entnehmen ist, waren alle Nachweise negativ. Es konnte keine weitere gentechnische Veränderung in den Bt-Maissaatgutproben der Jahre 2006 und 2007 nachgewiesen werden.

Untersuchung der Ernteproben 2006

In den Tabellen 23 bis 25 und in den Abbildungen 27, 28 und 30 sind die GVO-Gehalte der Ernteproben 2006 dargestellt.

Tabelle 23: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Köllitsch in östlicher Richtung 2006

Probe		Abstand	GVO-Gehalt in %		
			Mittelwert	Standardabweichung absolut	Standardabweichung relativ
2006 Köllitsch östliche Richtung	25 O	25 m	0,47	0,11	22,8
	50 O	50 m	0,17	0,05	31,8
	75 O	75 m	0,13	0,06	43,3
	100 O	100 m	0,10	0,03	28,0
	150 O	150 m	0,07	0,01	21,0
	Nachbarfläche	ca. 180 m	n.n.	-	-

n. n. ... nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,01 %)

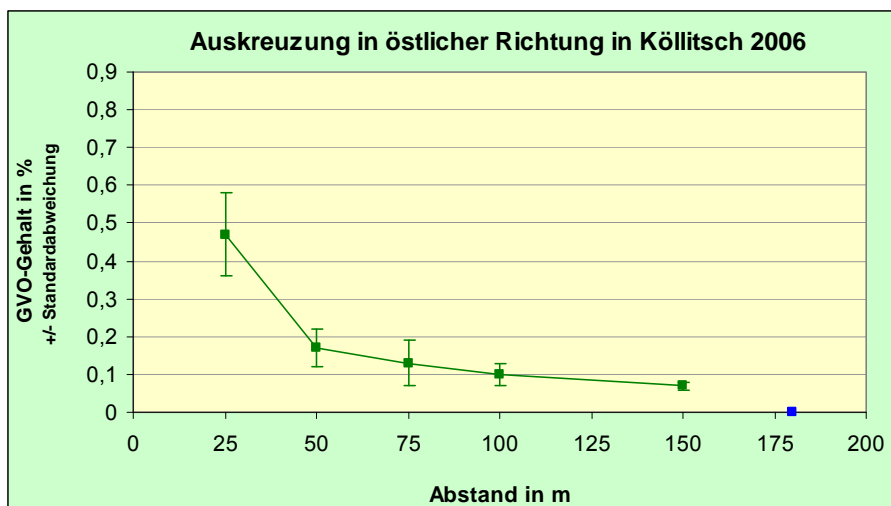


Abbildung 27: Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Köllitsch 2006

An keinem Standort konnte in den Ernteproben 2006 ein GVO-Gehalt über dem Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9 % festgestellt werden. In beiden untersuchten Richtungen am Standort Köllitsch wurden bei einem Abstand von 25 m Werte um 0,5 % gefunden. Die Werte der in Hauptwindrichtung gezogenen Proben, also in östlicher Richtung, lagen bis zu einer Entfernung von 150 m in einem Bereich von 0,1 %. Die Windrichtung und -stärke während der Blütezeit am Standort Köllitsch sind in der Abbildung 29 grafisch festgehalten. Hauptwindrichtungen waren West-Süd-West bzw. West-Nord-West. In der Probe vom Nachbarbetrieb, die in einem Abstand von ca. 180 m in östlicher Richtung entnommen wurde, konnte die MON810-DNA-Sequenz nicht nachgewiesen werden (Nachweisgrenze 0,01 %). Dabei ist anzumerken, dass die Blütezeit des Mais auf dem LfL-Versuchsfeld gegenüber dem Maisfeld des Nachbarbetriebes um ca. zwei Wochen nach hinten verschoben war.

Die Werte der in westlicher Richtung und somit entgegen der Hauptwindrichtung gezogenen Proben lagen bereits nach 50 m nahe der Nachweisgrenze.

Tabelle 24: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Köllitsch in westlicher Richtung 2006

Probe		Abstand	GVO-Gehalt in %		
			Mittelwert	Standardabweichung absolut	relativ
2006 Köllitsch westliche Richtung	25 W	25 m	0,49	0,11	21,5
	50 W	50 m	< 0,02 *	-	-
	75 W	75 m	n. n.	-	-
	100 W	100 m	< 0,02 *	-	-
	150 W	150 m	< 0,02 *	-	-

n. n. nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,01 %) * MON810-DNA-Sequenz in Spuren nachgewiesen.

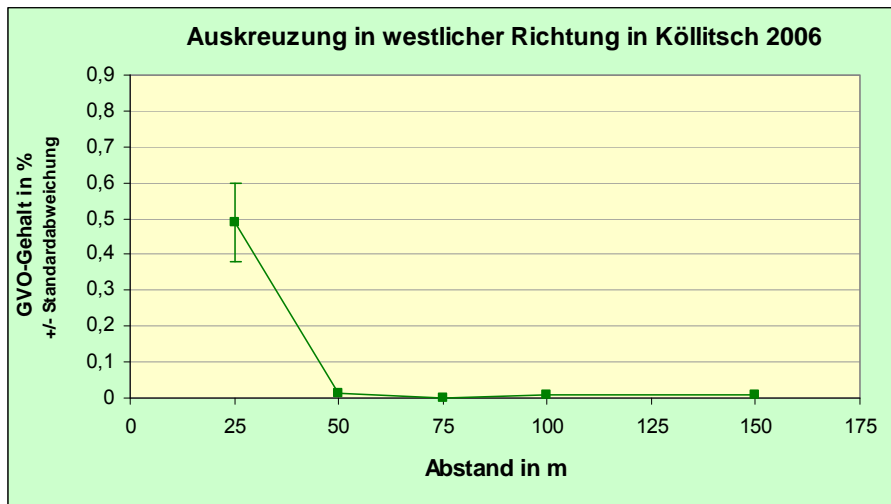


Abbildung 28: Auskreuzung in westlicher Richtung am Standort Köllitsch 2006

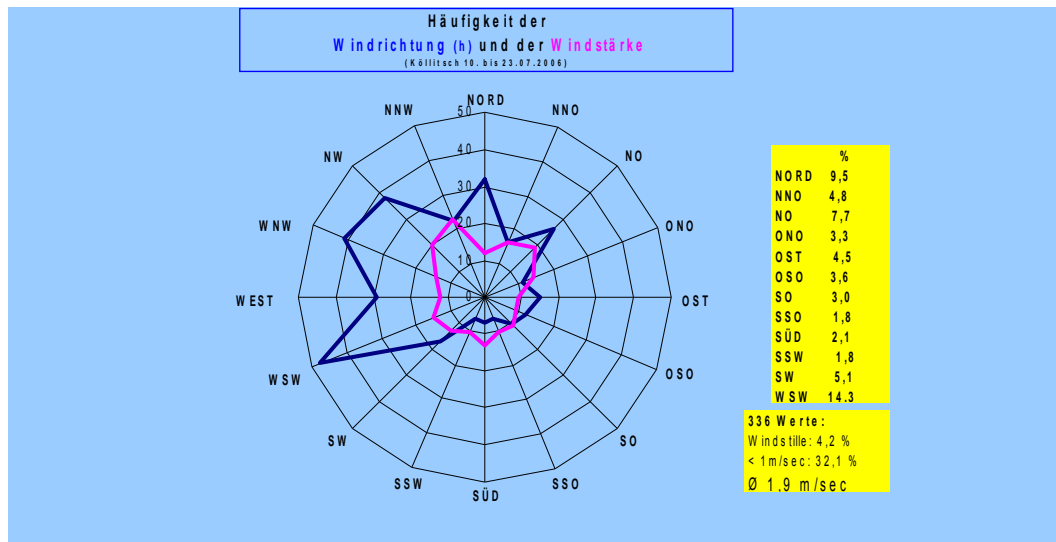


Abbildung 29: Grafische Darstellung der Windrichtung und Windstärke am Standort Köllitsch während der Blütezeit 2006

Am Standort Betrieb 2 konnten nur in westlicher Richtung Proben gezogen werden. Der GVO-Gehalt lag bei 25 m um 0,3 %. Ab 75 m wurden nur sehr geringe Gehalte gefunden (< 0,1 %). Von diesem Standort liegen keine Angaben zur Hauptwindrichtung vor. Es ist aber davon auszugehen, dass an diesem Standort, der nicht weit von Köllitsch entfernt ist, ebenfalls Westwinde zur Blütezeit vorherrschten. Somit wurden die Proben mit hoher Wahrscheinlichkeit entgegen der Hauptwindrichtung gezogen.

Tabelle 25: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 2 in westlicher Richtung 2006

Probe	Abstand	GVO-Gehalt in %			
		Mittelwert	Standardabweichung absolut	Standardabweichung relativ	
2006	25 GR	25 m	0,29	0,07	24,1
Betrieb 2 westliche Richtung	50 GR	50 m	0,13	0,04	32,6
	75 GR	75 m	0,03	0,01	39,0
	100 GR	100 m	< 0,02 *	-	-
	150 GR	150 m	0,02	0,01	51,4

* MON810-DNA-Sequenz in Spuren nachgewiesen (Nachweisgrenze 0,01 %)

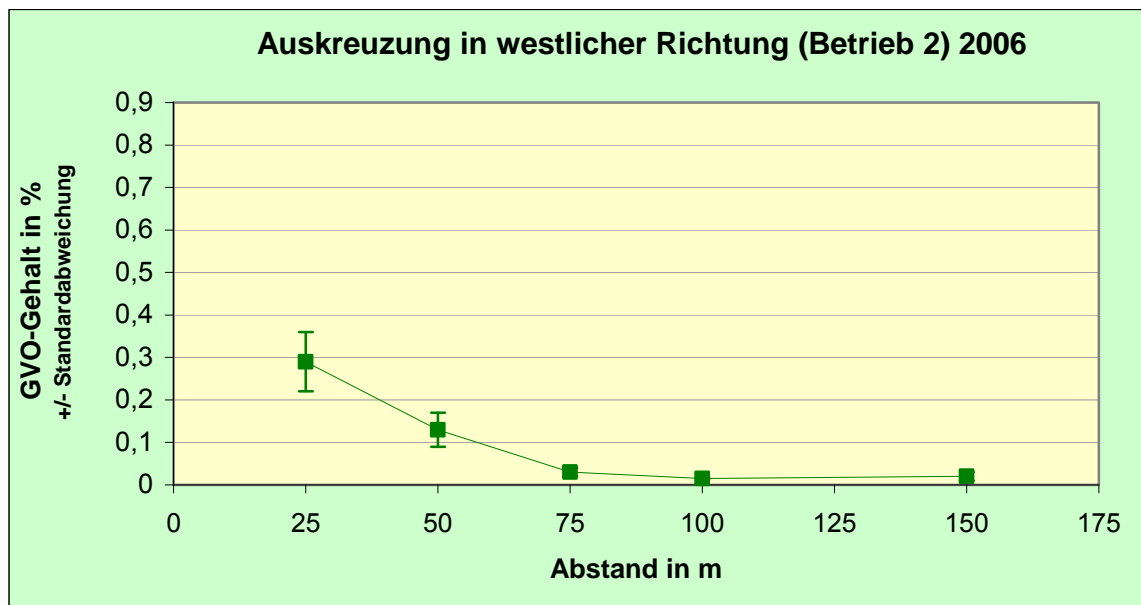


Abbildung 30: Auskreuzung in westlicher Richtung am Standort Betrieb 2, 2006

Untersuchung der Ernteproben 2007

In den Tabellen 26 bis 29 und in den Abbildungen 31, 32, 34 und 35 sind die GVO-Gehalte der Ernteproben 2007 dargestellt. An allen Standorten grenzten die Nachbarflächen mit dem konventionellem Mais unmittelbar an das Bt-Maisfeld an.

Wie im Jahr zuvor wurde 2007 an keinem Standort der Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9 % überschritten. Die Auskreuzung in östlicher Richtung (25 m, 50 m, 75 m) war am Standort Köllitsch im Vergleich zur westlichen Richtung höher. Hier hat die Windrichtung zur Blütezeit wiederum einen wesentlichen Einfluss. Der Wind zur Blütezeit kam überwiegend aus West-Süd-West-Richtung und kaum aus östlicher Richtung (Abbildung 33).

Die Körnermaisproben aus 50 m und 75 m Distanz wiesen sehr geringe GVO-Gehalte von 0,1 % und kleiner auf. Nach 100 m und 150 m lagen die GVO-Gehalte nahe der Bestimmungsgrenze von 0,02 % bzw. unterhalb der Nachweisgrenze von 0,01 %.

In westlicher Richtung wurde eine sehr geringe Einkreuzung beobachtet. Bei 25 m lag der GVO-Gehalt bereits bei 0,1 %. Der GVO-Gehalt näherte sich mit zunehmender Entfernung schnell der Nachweisgrenze von 0,01 % an. Die Proben in westlicher Richtung wurden entgegen der Windrichtung gezogen.

In den beiden Proben aus den Nachbarschlägen in östlicher (ca. 180 m) und in südlicher Richtung (ca. 60 m) konnte keine Einkreuzung festgestellt werden.

Tabelle 26: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Köllitsch in östlicher Richtung 2007

Probe		Abstand	GVO-Gehalt in %		
			Mittelwert	Standardabweichung	
				<i>absolut</i>	<i>relativ</i>
2007 Köllitsch östliche Richtung	KO 25	25 m	0,39	0,08	20,6 %
	KO 50	50 m	0,12	0,05	38,5 %
	KO 75	75 m	0,08	0,02	31,9 %
	KO 100	100 m	0,03	0,01	18,5 %
	KO 150	150 m	n.n.	-	-
	Nachbarfläche	ca. 180 m	n.n.	-	-

n. n. ... nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,01 %)

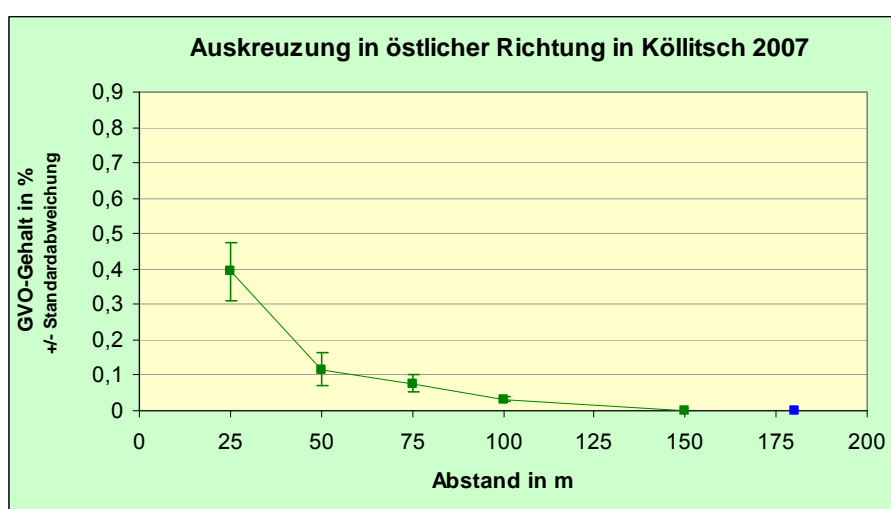


Abbildung 31: Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Köllitsch 2007

Tabelle 27: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Köllitsch in westlicher Richtung 2007

Probe		Abstand	GVO-Gehalt in %		
			Mittelwert	Standardabweichung	
				<i>absolut</i>	<i>relativ</i>
2007 Köllitsch westliche Richtung	KW 25	25 m	0,11	0,04	35,6 %
	KW 50	50 m	0,03	0,01	46,3 %
	KW 75	75 m	< 0,02 *	-	-
	KW 100	100 m	n.n.	-	-
	KW 150	150 m	n.n.	-	-
südliche Richtung	Nachbarfläche	ca. 60 m	n.n.	-	-

n. n. ... nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,01 %) * MON810-DNA-Sequenz in Spuren nachgewiesen

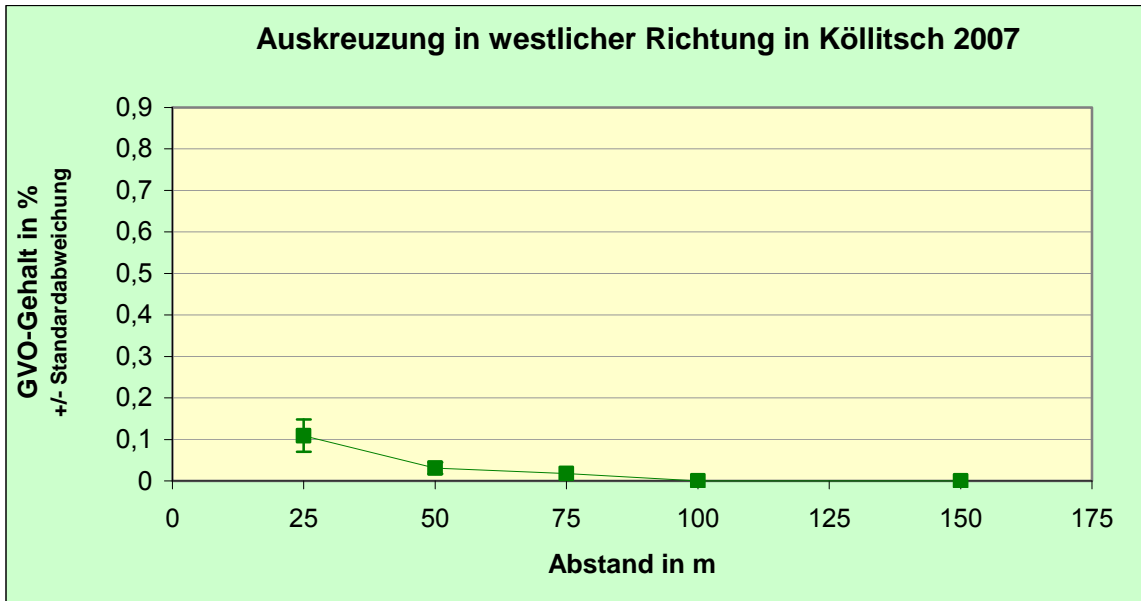


Abbildung 32: Auskreuzung in westlicher Richtung am Standort Köllitsch 2007

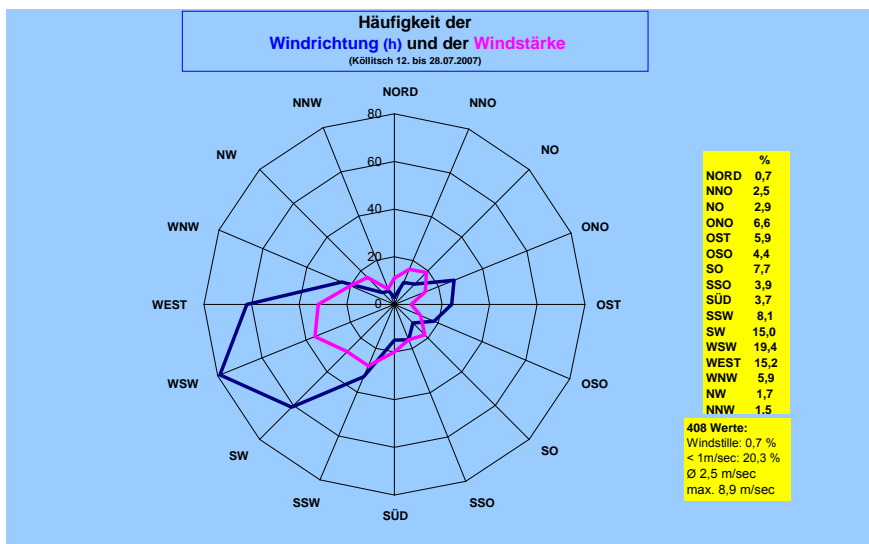


Abbildung 33: Grafische Darstellung der Windrichtung und Windstärke am Standort Köllitsch während der Blütezeit 2007

Am Standort Betrieb 2 wurde nach 25 m Entfernung mit 0,55 % der höchste GVO-Gehalt ermittelt. Ab 50 m lagen die GVO-Gehalte aber bereits bei 0,02 % und kleiner. Die Größe des Bt-Maisschlags betrug 45 ha. Diese Größe des Donorfeldes könnte den hohen GVO-Gehalt nach 25 m beeinflusst haben.

Tabelle 28: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 2 in östlicher Richtung 2007

Probe		Abstand	GVO-Gehalt in %		
			Mittelwert	Standardabweichung	
				absolut	relativ
2007 Betrieb 2 östliche Richtung	S 25	25 m	0,55	0,12	21,2
	S 50	50 m	0,02	0,01	32,7
	S 75	75 m	n.n.	-	-
	S 100	100 m	0,02	0,01	38,9
	S 150	150 m	n.n.	-	-

n. n. ... nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,01 %)

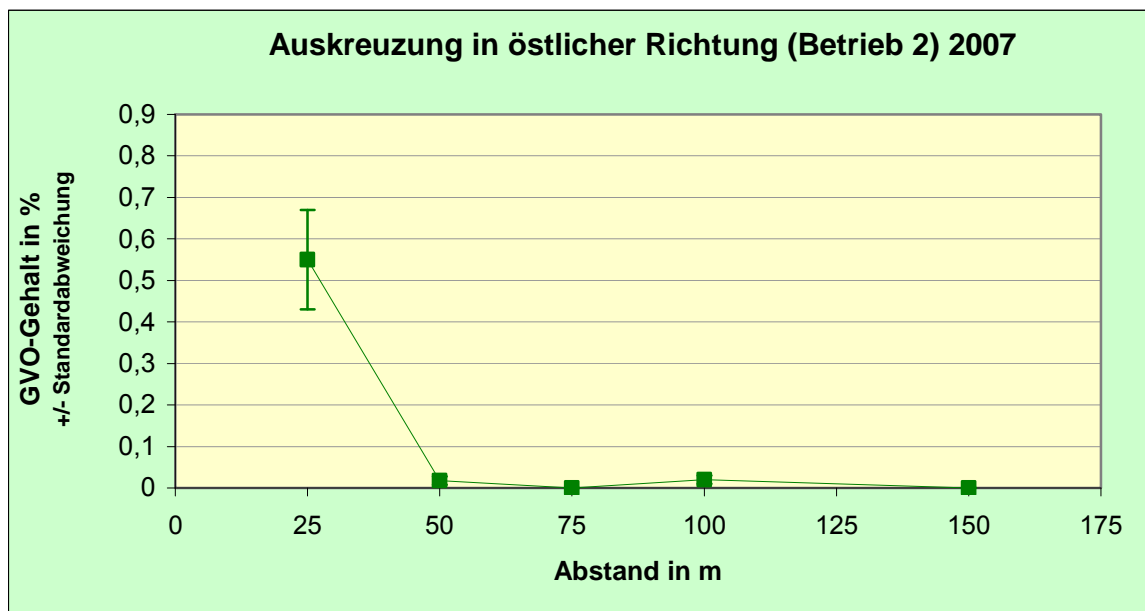


Abbildung 34: Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Betrieb 2 2007

Im Betrieb 5 wiesen die Körnermaisproben aus östlicher Richtung GVO-Gehalte von 0,07 % bis 0,23 % auf. Auffällig und zugleich unerwartet ist der leicht steigende GVO-Gehalt mit zunehmender Entfernung zum Bt-Maisschlag. Eine Besonderheit dieses Standortes bestand in einer Wiesenfläche mit Vorflutergraben, die sich zwischen dem 25 m- und 50 m-Probestreifen befand.

Tabelle 29: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 5 in östlicher Richtung 2007

Probe		Abstand	GVO-Gehalt in %		
			Mittelwert	Standardabweichung absolut	relativ
2007 Betrieb 5 östliche Richtung	SK 25	25 m	0,07	0,02	27,1
	SK 50	50 m	0,13	0,02	16,7
	SK 75	75 m	0,13	0,05	41,9
	SK 100	100 m	0,23	0,06	24,8
	SK 150	150 m	0,18	0,04	22,8

n. n. ... nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,01 %)

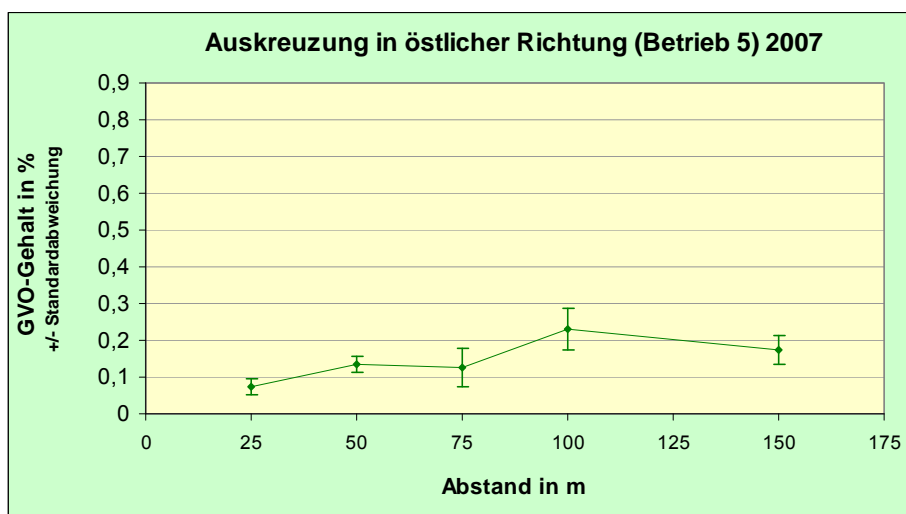


Abbildung 35: Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Betrieb 5, 2007

In der Fachliteratur wird neben der Windrichtung auch dem Verhältnis der Größen von Donor- und Rezipientenfeld ein Einfluss auf den GVO-Eintrag zugeschrieben. Die vorliegenden Ergebnisse der Standorte Köllitsch, Betrieb 2 und Betrieb 5 lassen diesbezüglich aber keine Interpretation zu bzw. bestätigen das nicht. In der Tabelle 30 sind die Ergebnisse von 8 Standorten des Erprobungsanbaus 2004 [19] hinsichtlich der GVO-Einträge zusammengestellt. Die Ergebnisse beziehen sich auf die Untersuchung von Körnermais. Es wurden GVO-Einträge von 0,08 % bis 0,69 % in 20-30 m Entfernung zum Bt-Maisfeld gefunden. Die GVO-Einträge in 50-60 m Entfernung lagen zwischen 0,02 % und 0,36 %. Der Vergleich dieser Werte mit den vorliegenden Ergebnissen der Standorte Köllitsch, Betrieb 2 und Betrieb 5 zeigt, dass die GVO-Einträge in der gleichen Größenordnung liegen.

Die in den Anbauversuchen 2006/2007 ermittelten GVO-Gehalte von ca. 0,5 % nach 25 m liegen deutlich unter dem Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9 %. Sie könnten aber deutlich höher liegen, wenn zwischen dem Donor- und dem Rezipientenfeld keine oder von der Wuchshöhe niedrigere Pflanzenarten stehen. So wurde in Bayern im Erprobungsanbau 2005 in einem benachbarten konventionellen Maisfeld nach 30 m

Entfernung ein GVO-Gehalt von 6,2 % festgestellt [20]. In diesem Fall befand sich zwischen Donor- und Rezipientenfeld eine Bundesstraße.

Tabelle 30: Ergebnisse des Erprobungsanbaus Körnermais 2004 [19]

Standort	Bt-Fläche in ha	GVO-Einträge in %	
		20-30 m	50-60 m
1	1,8	0,69	0,36
2	2,9	0,26	0,18
3	18,3	0,32	0,07
4	8,5	0,32	0,11
5	8,5	0,58	---
6	5,0	0,09	0,02
7	5,0	0,28	0,05
8	5,0	0,08	0,05

Der Erprobungsanbau 2005 in Bayern ergab im Vergleich zum Jahr 2004 wesentlich höhere Einkreuzungsra-ten, die durch einen größeren Einfluss der Hauptwindrichtung zu erklären sind [20]. 2005 lagen zum Teil extreme Windverhältnisse vor. Diese Unterschiede belegen, dass es nicht ausreicht, die Ergebnisse eines Jahres als Maßstab für die Festlegung von Abstandsregelungen zu nehmen. Die Ergebnisse des Erpro-bungsanbaus 2005 zeigten auch, dass der 2004 definierte Abstand von 20 m für eine Unterschreitung des Kennzeichnungsschwellenwertes nicht immer ausreichend ist.

6 Futterwert und -hygiene von Bt- und konventionell isogenem Mais

6.1 Material und Methoden

6.1.1 Silomais

Zum Zeitpunkt der Siloreife, welcher durch das Erreichen eines mittleren Kolbentrockenmassegehaltes von mindestens 60 % bestimmt wurde, wurden 10 repräsentative Einzelpflanzen je Variante (vgl. Tabelle 31) in 15 bzw. 30 cm Schnitthöhe manuell beerntet. Die geernteten Ganzpflanzen wurden in einem stationären Häcksler zerkleinert (theoretische Häcksellänge 10 mm). Das Siliergut wurde anschließend in 15 l Versuchs-schläuchen (siehe Abbildung 36) einsiliert (Verdichtung ca. 200 kg TM/m³). Die Untersuchung der Ernte- bzw. Siliergüter auf Rohnährstoffe, Mineralstoffe, Mykotoxine und mikrobielle Besiedlung wurde im Fachbereich Landwirtschaftliches Untersuchungswesen der LfL nach den Methoden des VDLUFA (Methodenband III) durchgeführt.



Abbildung 36: 15-Liter-Versuchsschlauch (aufgeschnitten)

6.1.2 Körnermais

Die Kornproben wurden beim maschinellen Beernten der Parzellen repräsentativ aus der Erntemenge gewonnen. Die feuchten Maiskörner wurden in einer stationären Labormühle über ein 5 mm Sieb zerkleinert (Partikelgrößenverteilung siehe Abbildung 37). Das Siliergut wurde anschließend in 15 l-Veruchsschläuchen (siehe Abbildung 36) einsiliert (Verdichtung ca. 230 kg TM/m³). Die Untersuchung der Ernte- bzw. Siliergüter auf Rohrnährstoffe, Mineralstoffe, Mykotoxine und mikrobielle Besiedlung wurde im Fachbereich Landwirtschaftliches Untersuchungswesen der LfL nach den Methoden des VDLUFA (Methodenband III) durchgeführt.

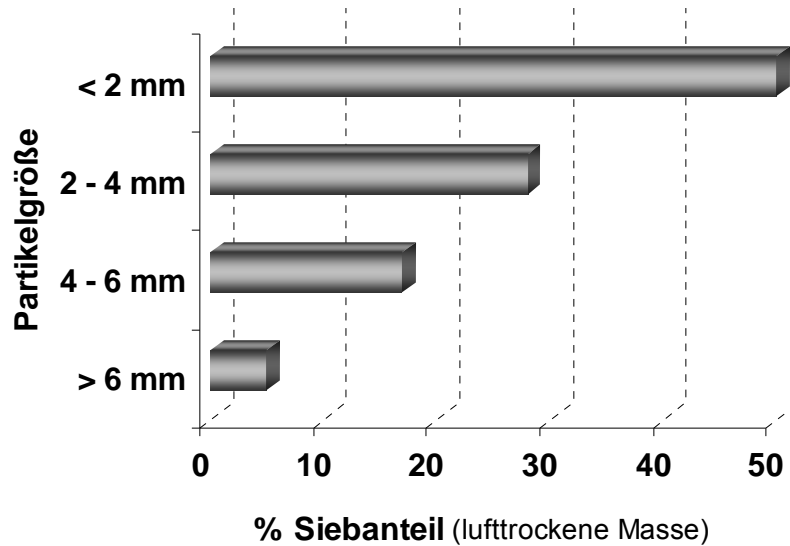


Abbildung 37: Partikelgrößenverteilung des Feuchtkornmaises nach Zerkleinerung

6.2 Versuchsdurchführung

Es wurden Silierversuche mit Silomais (Maisganzpflanzen) und mit erntefeuchten Maiskörnern (Feuchtkornmais) durchgeführt. Die Varianten entsprechen der Versuchsanlage des Gesamtprojektes. In der Tabelle 31 sind die Varianten der Versuche mit Silomais zusammengestellt.

Tabelle 31: Versuchsvarianten der Versuche mit Silomais

Anbauort	Anbaujahr	Variante		
		Schnitt- höhe	Sortentyp	Insektizid
Köllitsch	2006	15 cm	konventionell *	ohne
			Bt - Mais	mit
		30 cm	konventionell *	ohne
			Bt - Mais	mit
	2007	15 cm	konventionell *	ohne
			Bt - Mais	mit
Praxis	2006	15 cm	konventionell *	ohne
			Bt - Mais	
	2007	15 cm	konventionell *	ohne
			Bt - Mais	

* isogene Sorte zu Bt - Mais

Neben den projektbedingten Varianten (Sortentyp, Behandlung) wurden im Versuchsjahr 2006 zwei Schnitthöhen eingestellt, um den Druck auf futtermittelhygienische Parameter weiter zu steigern. Zur Ergänzung der Köllitscher Versuchsanlage wurden zwei Praxisschläge in die Übersicht aufgenommen. In der Tabelle 32 sind die Varianten der Silierversuche mit Feuchtkornmais dargestellt.

Tabelle 32: Varianten der Versuche mit Feuchtkornmais

Anbauort	Anbaujahr	Variante	
		Sortentyp	Insektizid
Köllitsch	2006	konventionell *	ohne
		Bt - Mais	mit
	2007	konventionell *	ohne
		Bt - Mais	mit
Praxis 1	2007	konventionell *	ohne
		Bt - Mais	mit
Praxis 2	2007	konventionell *	ohne
		Bt - Mais	ohne

* isogene Sorte zu Bt - Mais

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Silomais

6.3.1.1 Futterwert

In der Tabelle 33 sind die wichtigsten organischen Futterwertparameter zusammengestellt. Zwischen den Bt-Sorten und deren isogener Sorte kann im Wesentlichen eine substantielle Äquivalenz bestätigt werden. Im

Jahr 2006 gab es in keiner Versuchsvariante eine signifikante Differenz zwischen den Futterwertparametern dieser beiden Versuchsglieder. Bei den Ganzpflanzen, welche mit Insektizid behandelt wurden, wurde in beiden Schnitthöhen ein signifikant geringerer Stärke- und ELOS-Wert (Enzymlösliche organische Substanz) gegenüber dem Bt-Mais und der unbehandelten isogenen Sorte nachgewiesen. Im Versuchsjahr 2007 waren Bt-Silomais und mit Insektizid behandelter isogener Silomais im Futterwert signifikant schlechter als der unbehandelte isogene Silomais. Zwischen Insektizidmais und Bt-Mais gab es keine Differenz im Futterwert. In den Praxiserhebungen konnte tendenziell ein besserer Futterwert von Bt-Mais gegenüber der isogenen Vergleichsvariante ermittelt werden. Dies hängt vermutlich mit Differenzen im Abreifeverhalten beider Varianten und einem im Vergleich zu den Köllitscher Versuchen höheren Zünslerbefallsdruck zusammen.

Tabelle 33: Futterwertkennzahlen des Siliergutes

Anbauort	Anbaujahr	Variante			TM (g / kg FM)	g je kg Trockenmasse						
		Schnitt- höhe	Sorten- typ	Insek- tizid		Roh- asche	Roh- pro- tein	ELOS	Roh- faser	Stär- ke	Zuk- er	
Köllitsch	2006	15 cm	konventionell	ohne	\bar{x} 447 ^{ab} s 36	37 6	81 4	798 ^a 39	127 ^a 23	437 ^a 52	62 6	
				mit	\bar{x} 401 ^a s 39	43 3	79 4	758 ^b 21	152 ^b 14	376 ^b 32	70 7	
			Bt	ohne	\bar{x} 477 ^b s 4	39 1	81 2	785 ^a 20	132 ^a 14	424 ^a 33	68 8	
		30 cm	konventionell	ohne	\bar{x} 452 ^a s 1	37 2	80 ^a 1	804 ^a 34	120 ^a 25	463 ^a 21	53 5	
				mit	\bar{x} 435 ^b s 16	39 6	75 ^b 1	773 ^b 19	142 ^b 13	413 ^b 13	62 22	
			Bt	ohne	\bar{x} 433 ^b s 16	34 3	82 ^a 2	806 ^a 20	125 ^a 13	450 ^{ab} 38	62 12	
	2007	15 cm	konventionell	ohne	\bar{x} 344 s 17	37 2	75 1	755 ^a 18	153 ^a 9	333 ^a 26	112 ^a 9	
				mit	\bar{x} 343 s 13	38 3	79 8	722 ^b 22	180 ^b 18	255 ^b 45	132 ^b 19	
			Bt	ohne	\bar{x} 335 s 15	41 4	78 12	718 ^b 22	178 ^b 13	251 ^b 12	136 ^b 8	
	Praxis	2006	15 cm	konventionell	ohne	x 336	40	86	747	175	283	101
				Bt	x 397	40	93	759	160	340	88	
		2007	15 cm	konventionell	ohne	x 366	45	85	707	181	275	101
Bt				x 364	46	89	743	156	331	89		

a/b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten in einem Jahr / einer Schnitthöhe (nur Köllitsch)

In der Tabelle 34 sind die Mengen- und Spurenelementgehalte des Silomais zusammengestellt. Der Zünslerbefall verringert tendenziell, aber nicht signifikant den Gehalt an organischer Substanz. Es kann in beiden Versuchsjahren aber keine signifikante Beeinflussung auf den Mengenelementgehalt durch die Versuchsva-

rianten postuliert werden. Tendenziell, nicht signifikant, ist eine Erhöhung des Kaliumwertes in den mit Insektizid behandelten Varianten erkennbar. Die ermittelten signifikanten Differenzen im Eisengehalt und zum Teil beim Mangan sind widersprüchlich und für die Bewertung des Futterwertes zu vernachlässigen. Auch die Praxiserhebungen markierten keine diskussionswürdigen Differenzen.

Tabelle 34: Mineralstoffgehalt des Siliergutes

Anbauort	Anbaujahr	Variante				Mineralstoffgehalte (je kg Trockenmasse)									
		Schnitthöhe	Sortentyp	Insektizid		Ca g	P g	Na g	Mg g	K g	S g	Cu mg	Zn mg	Mn mg	Fe mg
Köllitsch	2006	15 cm	konventionell	ohne	\bar{x}	2,3	2,7	0,2	2,0	8,4	1,1	3,9	23	18	88 ^a
				mit	s	0,6	0,0	0,0	0,1	1,3	0,1	0,9	2	4	24
		Bt	ohne	\bar{x}	2,7	2,3	0,2	1,8	11,7	1,1	4,0	23	21	82 ^a	
			mit	s	0,4	0,3	0,0	0,1	0,8	0,1	0,4	1	1	10	
		30 cm	konventionell	ohne	\bar{x}	2,0	2,7	0,2	1,9	7,6	1,1	4,8	20	18	65 ^b
				mit	s	0,2	0,2	0,0	0,1	0,7	0,0	0,2	1	1	4
	Bt	ohne	\bar{x}	2,0	2,6	0,2	1,8	8,9	1,1	4,6	22	16	70 ^a		
		mit	s	0,5	0,0	0,0	0,1	1,1	0,1	0,1	1	3	1		
	30 cm	konventionell	ohne	\bar{x}	2,5	2,1	0,2	1,8	10,1	1,0	5,6	19	19	69 ^a	
			mit	s	0,6	0,2	0,0	0,1	2,9	0,1	1,0	1	5	8	
	Bt	ohne	\bar{x}	2,4	2,6	0,2	2,0	8,3	1,1	4,1	19	19	57 ^b		
		mit	s	0,3	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,8	0	2	0		
2007	15 cm	konventionell	ohne	\bar{x}	2,1	1,9	0,1	0,8	9,3	9,2	5,5	15	19 ^a	131 ^a	
			mit	s	0,1	0,2	0,0	0,0	0,8	0,6	0,1	3	1	14	
		Bt	ohne	\bar{x}	2,7	1,7	0,1	0,8	10,4	9,1	6,0	18	27 ^b	165 ^b	
	mit	s	0,2	0,2	0,0	0,1	0,5	0,6	0,2	2	4	15			
	Bt	ohne	\bar{x}	2,6	1,8	0,1	0,8	9,1	9,1	6,2	17	26 ^b	155 ^b		
		mit	s	0,2	0,2	0,0	0,1	1,7	1,1	0,2	2	2	9		
Praxis	2006	15 cm	konventionell	ohne	\bar{x}	1,9	2,2	0,2	1,5	11,1	0,9	7,9	37	26	95
			Bt	s	1,5	2,3	0,2	1,9	10,8	1,2	4,9	34	25	75	
	2007	15 cm	konventionell	ohne	\bar{x}	2,3	1,9			11,7	9,6	6,6	55	16	115
			Bt	s	3,0	2,0			12,3	9,5	6,7	58	25	121	

^{a/b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten in einem Jahr / einer Schnitthöhe (nur Köllitsch)

6.3.1.2 Aerobe Stabilität und Silierverluste

Sowohl im Konserviererfolg (hier nicht dargestellt) als auch in den Silierverlusten (Tabelle 35) unterschieden sich die untersuchten Varianten nicht. Die aerobe Stabilität der Bt-Variante war bei 15 cm Schnitthöhe signifikant und bei 30 cm Schnitthöhe tendenziell schlechter als die der Vergleichsvariante. Die Insektizidvariante verhielt sich diesbezüglich widersprüchlich. Hoch signifikant indifferent war der Trockenmasseverlust nach 10-tägiger aerober Lagerung zwischen Bt-Mais und Vergleichsvariante. Dieser Befund kann nur teilweise mit dem mikrobiologischen Futterwert beschrieben werden (siehe Kapitel 6.3.1.3) und ist sachlich nicht erklärbar.

Tabelle 35: Aerobe Stabilität und Silierverluste

Anbauort	Anbaujahr	Variante			% TM-Siliverluste		Aerobe Stabilität in Tagen		% TM-Verluste nach 10 d aerobe Lagerung	
		Schnitt-höhe	Sorten-typ	Insek-tizid	x	s	x	s	x	s
Köllitsch	2006	15 cm	konven-tionell	ohne	3,4	0,1	3,2 ^a	0,2	16,8 ^a	4,5
				mit	3,8	0,3	3,1 ^a	0,8	15,5 ^a	11,1
		Bt	ohne	3,9	0,6	2,0 ^b	0,1	21,5 ^b	0,2	
			30 cm	konven-tionell	ohne	3,6	0,0	2,6	1,5	10,8 ^a
		mit	4,7	1,3	2,2	0,2	21,8 ^b	4,5		
			Bt	ohne	3,7	0,2	2,2	0,1	24,7 ^b	5,2
	2007	15 cm	konven-tionell	ohne	3,4	0,6	n.b.	n.b.		
				mit	3,7	0,3				
			Bt	ohne	3,7	0,6				
	Praxis	2006	15 cm	konven-tionell	ohne	7,9		2,1		14,2
Bt				5,1		2,2		14,3		
2007		15 cm	konven-tionell	ohne	n.b.		n.b.		n.b.	
			Bt		n.b.		n.b.		n.b.	

a/b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten in einem Jahr / einer Schnitthöhe (nur Köllitsch)

6.3.1.3 Futtermittelhygiene

Hinsichtlich der futtermittelhygienischen Beeinflussung war die Hypothese zu klären, ob der Bt-Mais durch seine Zünslerabwehr auch gegenüber unerwünschten Mikroorganismen besser geschützt ist. Erwartet wurde, dass durch den Zünslerbefall parasitäre Mikroorganismen (Bakterien, Pilze) stärker die Pflanzen besiedeln als bei Zünsler resistenten Maisganzpflanzen. Aus diesem Grund wurde die Fusarien- bzw. Fusarientoxinbelastung (Tabelle 36) analysiert als auch der mikrobiologischer Befund der erzeugten Siliergüter (Tabelle 37) erhoben. Die Fragestellung kann nicht eindeutig beantwortet werden, weil der ausgebliebene (2006) bzw. moderate (2007) Zünslerbefall im Köllitscher Versuch kaum Unterschiede provoziert hat. Dies bestätigen die mykotoxikologischen bzw. mikrobiologischen Befunde. Auffallend, aber bisher unerklärbar, war ein signifikanter Einfluss der Insektizidbehandlung im Versuchsjahr 2006. Hier waren höherer Fusarien- und Fusarientoxinbelastungen sowie höhere Hefebelastungen im Siliergut nachweisbar. Die Befunde des Jahres 2007 bestätigen dieses Bild nicht. Auch unerklärlich war, dass im Versuchsjahr 2007 die Bt-Maisvariante signifikant höhere Hefe- und Bakterienbesatzdichten als die Vergleichsvariante aufwies, obwohl in diesem Versuchsjahr ein durchaus höherer Zünslerdruck nachgewiesen wurde. Der Lagerpilzbefall war im Versuchsjahr 2006 in der Bt-Variante höher und im Versuchsjahr 2007 niedriger als der Befall in der Vergleichsvariante. Die Insektizidvarianten wiesen in allen Untersuchungen die höchsten Hefedichten nach. Die Praxisbefundungen konnten nicht zur Klärung beitragen.

Tabelle 36: Fusarien und Fusarientoxine in den Silomaisproben

Anbauort	Anbaujahr	Variante			Fusarien KbE / g	Mykotoxine TM			
		Schnitthöhe	Sortentyp	Insektizid		DON µg/kg	ZEA µg/kg		
Köllitsch	2006	15 cm	konventionell	ohne	\bar{X} s	10.000^a 70.357	139^a 58	<5^a 0	
				mit	\bar{X} s	1.125.000^b 459.619	11.170^b 7.744	551^b 386	
		30 cm	konventionell	ohne	\bar{X} s	100.000 6.718	196^a 145	52^a 33	
				mit	\bar{X} s	675.000 883.883	3.765^b 2.106	765^b 537	
			Bt	ohne	\bar{X} s	110.000^c 70.357	932^c 573	13^a 4	
				ohne	\bar{X} s	100.000 127.279	337^a 87	31^a 18	
	2007	15 cm	konventionell	ohne	\bar{X} s	21.833 25.448	98 83	<5 0	
				mit	\bar{X} s	10.000 5.000	< 50 0	< 5 0	
			Bt	ohne	\bar{X} s	18.500 27.372	< 50 0	< 5 0	
		Praxis	2006	konventionell	ohne	x	50.000	<50	<5
				Bt			5.000	106	<5
			2007	konventionell	ohne	x	25.000	486	153
Bt	150.000	7102	168						

a/b/c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten in einem Jahr / einer Schnitthöhe (nur Köllitsch)

6.3.1.4 Zusammenfassung

Zwischen der Bt-Sorte und ihrer isogenen Sorte besteht substantielle Äquivalenz. Auch im Konserviererfolg und den Silierverlusten unterschieden sich die untersuchten Varianten nicht. Die aerobe Stabilität der Bt-Variante war schlechter als die der Vergleichsvariante. Auffallend war ein signifikanter Einfluss der Insektizidbehandlung im Versuchsjahr 2006. Hier waren höhere Fusarien- und Fusarientoxinbelastungen sowie höhere Hefebelastungen im Siliergut nachweisbar. Die Befunde des Jahres 2007 bestätigten dies nicht. Der Lagerpilzbefall war im Versuchsjahr 2006 in der Bt-Variante höher und im Versuchsjahr 2007 niedriger als der Befall in der Vergleichsvariante. Im Versuchsjahr 2007 wies die Bt-Maisvariante signifikant höhere Hefe- und Bakterienbesatzdichten als die Vergleichsvariante nach. Die Insektizidvarianten wiesen in allen Untersuchungen die höchsten Hefedichten auf.

Tabelle 37: Mikrobiologische Qualität des Silomaises

Anbauort	Anbaujahr	Variante			Mikrobiologischer Befund							
					verderb- anzeigende Bakterien		Lagerpilze		Hefen			
		Schnitt- höhe	Sorten- typ	Insek- tizid	KbE / g	KZS	KbE / g	KZS	KbE / g	KZS		
Köllitsch	2006	15 cm	konven- tionell	ohne	\bar{X} s	750.000 353.553	I	< 500 0	I	2.900.000 70.711	II	
				mit	\bar{X} s	2.750.000 703.571	II	< 500 0	I	10.500.000 7.707.464	IV	
		Bt	ohne	\bar{X} s	500.000 1.764.231	I	35.000 3.182	III	3.600.000 565.685	II		
				konven- tionell	ohne	\bar{X} s	< 5.000 0	I	< 500 0	I	2.100.000 1.343.503	II
		mit	\bar{X} s	750.000 3.885.552	I	< 500 0	I	8.100.000 6.363.961	III			
			Bt	ohne	\bar{X} s	1.250.000 0	II	92.000 6.718	IV	4.600.000 212.132	II	
	2007	15 cm	konven- tionell	ohne	\bar{X} s	> 50.000 ^a 0	I	20.500 ^a 29.971	II	1.116.667 ^a 375.278	II	
				mit	\bar{X} s	200.000 ^a 259.808	I	37.000 ^a 23.811	III	4.716.700 ^b 1.865.699	II	
			Bt	ohne	\bar{X} s	1.016.667 ^b 975.107	II	2.500 ^b 2.598	I	2.500.000 ^{ab} 2.211.900	II	
		2006	15 cm	konven- tionell	ohne	x	500.000	I	20.000	II	7.550.000	III
				Bt		10.000	I	5.500	I	2.550.000	II	
			2007	15 cm	konven- tionell	ohne	x	< 50000	I	255.000	IV	13.000.000
Bt		< 50000	I	5.000	I	5.500.000	III					

^{a/b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten in einem Jahr / einer Schnitthöhe (nur Köllitsch)

6.3.2 Körnermais (Feuchtkornmais)

6.3.2.1 Futterwert

Sowohl im organischen (Tabelle 38) als auch im anorganischen (Tabelle 39) Futterwert der Feuchtmalsproben konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Bt- und Vergleichvariante nachgewiesen werden. Der Bt-Mais ist zu seiner Schwester substanziiell äquivalent. Die Insektizidbehandlung zeigte im Versuchsjahr 2006 signifikante niedrigere Trockenmassegehalte und höhere Zucker- bzw. Proteingehalte. Dies deutet auf einen relativ niedrigen Zünslerbefall und dadurch bedingt eine längere (normale) Abreifephase hin. Die markierten Signifikanzen bei Natrium bzw. Mangan sind futterwertseitig unbedeutend.

Tabelle 38: Futterwertkennzahlen der Maiskörner

Anbauort	Anbaujahr	Variante		TM (g / kg)	g je kg Trockenmasse						
		Sortentyp	Insektizid		Rohasche	Rohprotein	Rohfaser	Rohfett	Stärke	Zucker	
Köllitsch	2006	konventionell	ohne	\bar{x}_s	742^a	13	96^a	29	49	753	10^a
			mit	\bar{x}_s	708^b	13	104^b	29	46	750	23^b
		Bt	ohne	\bar{x}_s	750^a	12	93^a	27	48	763	11^a
	2007	konventionell	ohne	\bar{x}_s	696	15	96	34	44	738	8
			mit	\bar{x}_s	695	15	101	35	44	740	9
		Bt	ohne	\bar{x}_s	708	16	104	34	43	727	14
Praxis 1	2007	konventionell	ohne	\bar{x}	906	12	92	25	44	752	19
			mit		906	13	94	29	44	733	19
		Bt	ohne		907	14	99	30	47	727	18
Praxis 2	2007	konventionell	ohne	\bar{x}	909	10	98	24	51	738	17
		Bt	ohne	906	12	95	28	49	745	17	

^{a/b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten eines Jahres in Köllitsch

Tabelle 39: Mineralstoffgehalt der Maiskörner

Anbauort	Anbaujahr	Variante			Mineralstoffgehalte (je kg Trockenmasse)									
		Sortentyp	Insektizid		Ca g	P g	Na g	Mg g	K g	S g	Cu mg	Zn mg	Mn mg	
Köllitsch	2006	konventionell	ohne	\bar{x}	0,1	3,7	0,2	1,9	3,6	1,3	1,3	17	5,7^a	
			mit	s	0,0	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,2	2	0,5	
		Bt	ohne	\bar{x}	0,1	3,7	0,2	1,9	3,5	1,3	1,3	17	5,5^a	
	2007	konventionell	ohne	\bar{x}	0,1	3,6	0,2^a	1,6	3,6	1,1	0,8	17	5,3^a	
			mit	s	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	0,2	1	0,3	
		Bt	ohne	\bar{x}	0,1	3,8	0,2^a	1,5	3,8	1,1	0,9	16	5,1^a	
	Praxis 1	2007	konventionell	ohne	\bar{x}	0,1	3,5	0,3	1,5	3,6	1,1	1,4	19	4,7
				mit	s	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,3	1	0,2
			Bt	ohne	\bar{x}	0,1	4,1	0,3^b	1,5	3,7	1,2	0,9	17	6,0^b
Praxis 2	2007	konventionell	ohne	\bar{x}	0,1	3,8	0,6^b	1,5	3,7	1,2	0,9	17	6,0^b	
			Bt	ohne	s	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,3	1	0,2
Praxis 1	2007	konventionell	ohne	\bar{x}	0,1	3,5	0,3	1,5	3,6	1,1	1,4	19	4,7	
			mit		0,1	3,6	0,3	1,6	3,6	1,1	0,9	18	5,2	
			Bt		ohne	0,1	4,1	0,3	1,7	3,9	1,1	1,4	19	5,6
Praxis 2	2007	konventionell	ohne	\bar{x}	0,1	5,2	0,3	2,2	4,1	1,1	2,3	18	6,1	
			Bt		ohne	0,1	3,7	0,3	1,7	3,6	1,1	1,5	19	6,2

^{a/b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten eines Jahres in Köllitsch

6.3.2.2 Aerobe Stabilität und Silierverluste

Während, wie schon beim Silomais postuliert, im Konserviererfolg (hier nicht dargestellt) und hinsichtlich der Silierverluste keine Differenzen erkennbar waren, zeigte sich, im Widerspruch zum Silomais, dass der Bt-Körnermais eine höhere aerobe Stabilität nachwies als seine isogene Schwester (Tabelle 40). Dies kann in der Abbildung 38 auch grafisch verdeutlicht werden. Der Temperaturanstieg nach aerober Lagerung ist beim Bt-Mais deutlich verzögert.

Tabelle 40: Aerobe Stabilität und Silierverluste

Anbau-jahr	Variante		Aerobe Stabilität (Tage)	% TM-Verluste	
	Sorten-typ	Insek-tizid		10 d aerobe Lagerung Siliergut	Silierung
2006	konven-tionell	ohne	\bar{x} s 1,0 0,8	31,2 5,2	n.b.
		mit	\bar{x} s 0,7 0,2	33,6 3,2	
	Bt	ohne	\bar{x} s 0,9 0,2	31,8 4,0	
2007	konven-tionell	ohne	\bar{x} s 1,3 ^a 0,6	27,7 3,5	3,1 0,09
		mit	\bar{x} s 1,3 ^a 0,4	26,5 2,7	3,1 0,12
	Bt	ohne	\bar{x} s 1,9 ^b 0,3	24,0 3,1	3,1 0,17

^{a/b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten eines Jahres

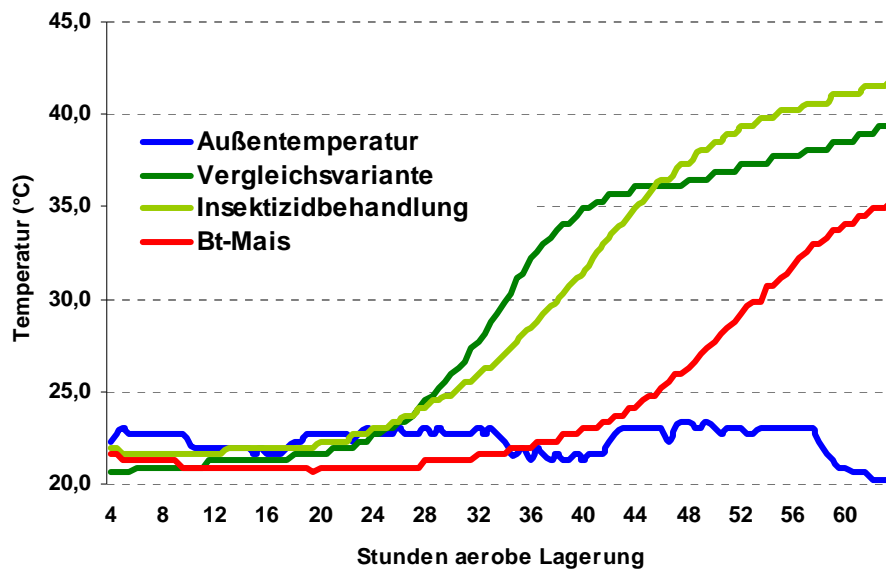


Abbildung 38: Temperaturverlauf bei aerober Lagerung von Körnermais

6.3.2.3 Futtermittelhygiene

Der Fusarienbefall bzw. Fusarientoxingehalt war zwischen den Varianten nicht zu unterscheiden (Tabelle 41). Der Lagerpilzbefall der Bt-Variante war in beiden Versuchsjahren jedoch niedriger als in der Vergleichsvariante (Tabelle 42). Während 2006 die Hefebesatzdichte beim Bt-Mais signifikant höher war als in der Ver-

gleichsvariante, wurde 2007 die umgekehrte Tendenz sichtbar. Dies harmoniert auch mit den Ergebnissen der aeroben Stabilität, wo der Hefebesatz bekanntermaßen einen maßgeblichen Einfluss ausübt.

Tabelle 41: Fusarien und Fusarientoxine in den Körnermaisproben

Anbauort	Anbaujahr	Variante		Fusarien <i>KbE/g</i>	Mykotoxikologie			
		Sortentyp	Insektizid		DON	ZEA	OTA	
					<i>µg / kg LTM</i>			
Köllitsch	2006	konventionell	ohne	\bar{X} s	50.000 45.000	< 50 0	6 2	< 0,5 0
			mit	\bar{X} s	100.000 88.000	< 50 0	12 7	< 0,5 0
		Bt	ohne	\bar{X} s	40.000 58.000	< 50 0	< 5 0	< 0,5 0
	2007	konventionell	ohne	X	6.500	1.570	119	n.b.
			mit		6.500	794	98	
		Bt	ohne		2.000	711	79	
Praxis 1	2007	konventionell	ohne	X	500	69	< 5	< 0,5
			mit		2.500	379	85	< 0,5
		Bt	ohne		< 50	122	< 5	< 0,5
Praxis 2	2007	konventionell	ohne	5.000	299	14	< 0,5	
		Bt	ohne	1.500	326	25	< 0,5	

^{a/b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten des Jahres 2006 in Köllitsch

Tabelle 42: Mikrobiologische Qualität des Körnermaises

Anbauort	Anbaujahr	Variante		Mikrobiologischer Befund							
				verderbende Bakterien		Lagerpilze		Hefen			
		Sortentyp	Insektizid	KbE / g	KZS	KbE / g	KZS	KbE / g	KZS		
Köllitsch	2006	konventionell	ohne	\bar{X}_s	< 5.000 0	I	3.000 ^a 1.200	I	35.000 ^a 6.000	I	
			mit	\bar{X}_s	< 5.000 0	I	5.000 ^a 800	I	147.000 ^b 115.000	I	
		Bt	ohne	\bar{X}_s	< 5.000 0	I	< 500 ^b 0	I	85.000 ^b 65.000	I	
	2007	konventionell	ohne	X	< 5.000	I	55.000	I	95.000	I	
			mit	X	< 5.000	I	3.000	I	50.000	I	
		Bt	ohne	X	< 5.000	I	1.000	I	6.000	I	
Praxis 1	2007	konventionell	ohne	X	< 5000	I	500	I	50.000	II	
			mit		< 5000	I	100	I	95.000	II	
		Bt	ohne		< 5000	I	2.000	I	40.000	I	
Praxis 2	2007	konventionell	ohne	X	< 5000	I	2.500	I	70.000	II	
		Bt	ohne	< 5000	I	500	I	8.500	I		

^{a/b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten des Jahres 2006 in Köllitsch

6.3.2.4 Zusammenfassung

Sowohl im organischen als auch im anorganischen Futterwert der Feuchtmalsproben konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Bt- und der Vergleichsvariante nachgewiesen werden. Der Bt-Körnermais wies eine höhere aerobe Stabilität als die isogene Vergleichsvariante auf. Der Fusarienbefall bzw. Fusarientoxingehalt war zwischen den Varianten nicht zu unterscheiden. Der Lagerpilzbefall der Bt-Variante war in beiden Versuchsjahren niedriger als in der Vergleichsvariante. Die Hefebesatzdichte verhielt sich zwischen den Jahren widersprüchlich.

7 Ökonomische Bewertung (Versuchsfeld/Praxis)

7.1 Material und Methoden

7.1.1 Datenbasis

Zur ökonomischen Bewertung des GVO-Anbaus in Sachsen wurden der Feldversuch im LVG Köllitsch sowie der Anbau in Praxisbetrieben herangezogen. Im ersten Untersuchungsjahr war nur der Feldversuch im Variantenvergleich auswertbar. Die Darstellung bezieht sich hier auf den Anbau von Bt-Mais zur Körnernutzung im Vergleich zur konventionellen Maissorte mit und ohne Insektizidbehandlung. Für das Erntejahr 2007 wurden darüber hinaus in neun Praxisbetrieben Daten zum Bt-Maisanbau erhoben. In einem Unternehmen stehen Vergleichsvarianten analog dem Versuch zur Verfügung, in den anderen Fällen wird jeweils der Bt-Mais mit einer konventionellen Sorte ohne Insektizidbehandlung verglichen. Für drei Unternehmen erfolgt die Auswertung auf Basis Körnermais, während in allen anderen Praxisbetrieben Silomais geerntet wurde.

Grundlage für die Bewertung bilden die pflanzenbaulichen Daten zum Anbauverfahren – ergänzt durch ökonomische Kennzahlen wie Erlöse, Preise, Maschinen- und Lohnkosten. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung der verschiedenen Varianten erfolgt in Form eines ökonomischen Vergleiches auf Teilkostenbasis. Dieser ist in Abbildung 39 für Körner- und Silomaisnutzung dargestellt und mit Beispielen untersetzt.

Zur Ermittlung der pflanzenbaulichen und ökonomischen Ausgangsdaten wurde ein Erfassungsbogen erstellt (siehe Tabelle A-6), auf dessen Grundlage sowohl der Feldversuch als auch der Praxisanbau ausgewertet werden.

Ziel ist es, einerseits Ergebnisse des Feldversuches in Köllitsch und andererseits Ergebnisse aus dem Praxisanbau ökonomisch darzustellen. Bei den Betrachtungen zum GVO-Anbau wird dabei besonderer Wert auf den GVO-bedingten Mehr- bzw. Minderaufwand gelegt. Die Daten bilden den Ausgangspunkt für eine „Kalkulationsvariante“, die betriebliche bzw. versuchstechnische Besonderheiten ausklammert. Darüber hinaus ist die Frage der ökonomischen Schadschwelle zu diskutieren. Ausgehend von GVO-Mehraufwand und züchlerbedingtem Ertragsverlust sollen Orientierungswerte für einen lohnenswerten GVO-Anbau ausgewiesen werden.

7.1.2 Methodik bei Körnermais

Generell gestaltet sich die ökonomische Bewertung bei Körnernutzung wesentlich einfacher. Herangezogen wird hierzu die Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL). Notwendige Kennzahlen zur Leistungsermittlung sind: Bruttoertrag, Erntefeuchte, Nettoertrag (86 % TS) und Erzeugerpreis (Markterlös), gegebenenfalls ergänzt um sonstige Leistungen. Zu den Direktkosten gehören Saatgut-, Dünge- und Pflanzenschutzmittelkosten, Kosten für Hagelversicherung, Trocknung, Reinigung sowie sonstige direkte Aufwendungen (verfahrensabhängige Gebühren, Beiträge etc.). Im Bereich der Arbeitserledigung werden Maschinen- und Personalkosten auf Basis der durchgeführten Arbeitsgänge ermittelt. Dabei finden auch Bonituren, Reinigungsarbeiten und organisatorische Belange (Antragstellung/Registrierung) Berücksichtigung.

Das ökonomische Ergebnis stellt die Differenz aus Leistung abzüglich Direkt- und Arbeitserledigungskosten dar und bildet die Grundlage für den Verfahrensvergleich. Alle weiteren Kostenpositionen (Gebäude-, Flächen- und Gemeinkosten) sind verfahrensunabhängig, unterscheiden sich innerhalb des Betriebes nicht und sind somit für die Gegenüberstellung von Bt- und konventionellem Mais nicht relevant.

7.1.3 Methodik bei Silomais

Anders als beim Körnermais lässt sich für Silomais keine Marktleistung nach standardisierter Qualität ermitteln. Wie bei Futterpflanzen üblich, muss die ökonomische Bewertung auf Basis der Erzeugungskosten erfolgen, die dann in einem weiteren Schritt in Bezug zum Ertrag gesetzt werden. Zur Ertragsfeststellung wurden der Bruttoertrag an Frischmasse und der TS-Gehalt zur Ernte gemessen. Daraus leitet sich der Trockenmasseeertrag (brutto) je Hektar ab. Silageertrag und entsprechende Verluste sind in den Praxisbetrieben kaum zu ermitteln. Die Direkt- und Arbeitserledigungskosten errechnen sich wie beim Körnermais beschrieben. Letztere beinhalten die Arbeitsgänge bis zum Abdecken des Silos bzw. zur Einsilierung in den Schlauch. Die ökonomische Basis für den Verfahrensvergleich bei Silomais stellen dann die Verfahrenskosten (Summe aus Direkt- und Arbeitserledigungskosten) je Dezitonne Trockenmasse dar. Es ist zu beachten, dass es sich

hierbei um Teilkosten bezogen auf den Bruttoertrag handelt. Üblicherweise werden bei Silomais Erzeugungsvollkosten je Dezitonne Silage, d.h. Netto-Frischmasse bzw. -Trockenmasse, ausgewiesen. Diese Vorgehensweise lässt sich hier jedoch nicht anwenden.

Leistungs- und Kostenblöcke		Erläuterungen	Beispiel Körnermais 90 dt/ha 18 EUR/dt	Beispiel Silomais 400 dt/ha FM 140 dt/ha TM (brutto) 123 dt/ha TM (netto)
Leistungen	- Marktleistung	Ertrag * Marktpreis (abzgl. Trocknung bei KM)	1620	0
	- Sonstige Leistungen (z.B. Ausgleichzahlungen Agrarumweltmaßnahmen)		0	0
Summe Leistungen (EUR/ha)			1620	0
Direktkosten	- Saatgut (Zukauf, eigen)		120	120
	- Düngemittel (mineralisch, organisch)		143	143
	- Pflanzenschutzmittel		60	60
	- Sonstige Direktkosten (z.B. Hagelversicherung, Saatgut Zwischenfrucht)		10	10
Summe Direktkosten (EUR/ha)			333	333
Arbeitsenergiekosten	- Personalaufwand Feld inkl. GVO-Mehraufwand	kalkulativ ermittelt auf Basis der Arbeitsgänge	43	102
	- Lohnarbeit / Maschinenmiete		0	0
	- Maschinenkosten (Unterhaltung, Treib- und Schmierstoffe, Abschreibungen, Versicherung, Zinsansatz)		325	543
Summe Arbeitsenergiekosten (EUR/ha)			368	645
Direkt- und arbeitsenergiekostenfreie Leistung (DAL) (EUR/ha)	= Summe Leistungen – Summe Direktkosten – Summe Arbeitsenergiekosten	Auswertungsebene bei Körnermais	919	
Verfahrenskosten (EUR/ha)	= Summe Direktkosten + Summe Arbeitsenergiekosten	Auswertungsebene bei Silomais		978
Verfahrenskosten (EUR/dt TM)	= Verfahrenskosten bezogen auf TM-Ertrag brutto			6,99
Summe Gebäudekosten (EUR/ha)	- (hier Silo)	werden beim Verfahrenvergleich von konventionellem Mais und Bt-Mais nicht berücksichtigt	0	160
Flächenkosten	- Pacht, Grundsteuer, Berufsgenossenschaft		180	180
	- Kalkung		20	20
Summe Flächenkosten (EUR/ha)			200	200
Summe Gemeinkosten (EUR/ha)	- Leitung / Verwaltung, Sonstige Betriebsgemeinkosten		150	150
Gesamtkosten (EUR/ha)	= Summe Direktkosten + Summe Arbeitsenergiekosten + Summe Flächenkosten + Summe Gemeinkosten		1051	1488
Ergebnis (EUR/ha)	= Summe Leistungen – Gesamtkosten		569	-1488
Gesamtkosten (EUR/dt TM)	= Gesamtkosten bezogen auf TM-Ertrag netto		12,10	

Abbildung 39: Methodik der Verfahrensbewertung

7.2 Durchführung

7.2.1 Auswertung Feldversuch

Nachdem die Ernte des Versuches in Köllitsch in dem jeweiligen Erntejahr abgeschlossen war und alle notwendigen Ergebnisse vorlagen, konnte mit Hilfe der Schlagkarteiaufzeichnungen im LVG und der Angaben der Beteiligten der Erfassungsbogen ausgefüllt und ausgewertet werden.

Prinzipiell ist anzumerken, dass im Hinblick auf die ökonomische Bewertung der Vergleichsvarianten ein Verkauf als Körnermais günstig wäre, weil dann ein tatsächlicher Marktpreis vorliegt und auch Erkenntnisse hinsichtlich „GVO-bedingter Besonderheiten“ bei der Vermarktung gewonnen werden könnten – z.B. Abnahmebedingungen, Kostenzuschläge für getrennte Nachbehandlung/Lagerung usw..

Weil der Mais aus dem Versuchsanbau nicht vermarktet sondern im LVG feuchtkonserviert wurde, ist er mit einem angenommenen Marktpreis von 14,00 EUR/dt (Preisniveau 2006) bzw. 22,50 EUR/dt (Preisniveau 2007) abzüglich Trocknungskosten von 2,50 EUR/dt bewertet. Zur Leistungsermittlung werden die Druscherträge der drei Varianten herangezogen. Für die ausgebrachten Wirtschaftsdünger (Stallmist Schaf und Rind) ist aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Praxisbetrieben keine Bewertung in Ansatz gebracht. Die angesetzten Pflanzenschutzmittelpreise entsprechen dem BayWa-Listenpreis für das größte Gebinde. Neben den Betriebsmitteln sind keine weiteren, für die Fragestellung relevanten Direktkosten angefallen. Der Arbeitszeitaufwand und die Maschinenkosten sind auf der Grundlage der durchgeführten Arbeitsgänge und der eingesetzten Technik mit Hilfe der KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05 und einer Excel-Anwendung des Fachbereichs Agrarökonomie, Ländlicher Raum kalkuliert. Teilweise werden dabei Angaben des LVG (v. a. zum Zeitaufwand) an praxisnahe Verhältnisse angepasst, um individuelle Einflüsse herauszunehmen. Es finden nur die Arbeitsgänge Berücksichtigung, die für die Bewertung der Varianten eine Rolle spielen. Für eine Arbeitskraftstunde werden Lohnkosten von 11 EUR veranschlagt, was einer praxisüblichen Größenordnung entspricht. Anstelle der Feuchtkonservierung im Siloschlauch wird nur der Mähdrusch mit Korntransport unterstellt. Der GVO-bedingte Aufwand für die Reinigung der Sä- und Erntetechnik sowie die Antragsstellung wird nur bezogen auf die Bt-Mais-Fläche ausgewiesen.

7.2.2 Auswertung Praxisbetriebe

Wie unter Punkt 7.1. bereits erwähnt, wurde der Bt-Maisanbau parallel zum Versuch auch in Praxisbetrieben untersucht. Im ersten Auswertungsjahr beschränkte sich die Betrachtung noch auf ein ausgewähltes Unternehmen, in dem im November 2006 ein Betriebsleiterinterview zur Thematik stattfand. Im Beispielsbetrieb wurde 2006 sowohl Bt-Mais als auch konventioneller Mais ins Feld gestellt - mit den gleichen Sorten wie im Feldversuch Köllitsch. Im Gegensatz zur Versuchsfläche lag im Praxisbetrieb jedoch ein deutlich höherer Maiszünslerbefall vor. Der Bt-Mais wurde ähnlich wie im LVG als Körnermais gedroschen und mit Natronlauge feuchtkonserviert. Die konventionelle Sorte hingegen wurde als Silomais geerntet und zur betriebseigenen Futterproduktion genutzt. Dabei erfolgte keine Ertragsbestimmung. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsformen ist es nicht möglich, beide Anbauvarianten zu vergleichen und ökonomisch zu bewerten. Im Interview wurden zwar Anbau- und Ertragsdaten so weit wie möglich erhoben, sind aber nicht analog zum Versuch auswertbar. Bei der Befragung konnten aber Informationen zu - auch ökonomisch relevanten - Vorteilen des Bt-Maisanbaus sowie Mehraufwendungen aus Sicht des Praktikers gewonnen werden, die bei der Ergebnisdiskussion unter Punkt 7.3 dargestellt sind.

Im Erntejahr 2007 werden den ökonomischen Ergebnissen des Feldversuches die Daten aus drei Praxisbetrieben mit Körnernutzung gegenübergestellt, was eine vergleichende Bewertung ermöglicht. Das stellt vor allem im Hinblick auf die unterschiedlichen Befallssituationen einen wichtigen Beitrag zur Bearbeitung der Projektfragestellung dar.

Für die bei den Praxisbetrieben vorherrschende Nutzung als Silomais wurde bei den betroffenen sechs Unternehmen nach der im Kapitel 7.1 beschriebenen Methodik vorgegangen. Neben den Erträgen werden als ökonomisches Ergebnis die ‚Verfahrensstückkosten‘ der beiden Varianten „konventionell“ und „Bt-Mais“ miteinander verglichen.

7.3 Ergebnisse und Diskussion

7.3.1 Ergebnisse des Feldversuches

In Tabelle 43 ist die ökonomische Auswertung der drei Versuchsvarianten für 2006 vergleichend dargestellt, in Tabelle 44 analog dazu für die Ernte 2007.

Feldversuch Ernte 2006

Ertragsunterschiede gegenüber der unbehandelten Variante von 2,0 bis 3,3 dt/ha, die aber nicht signifikant sind, führen zu einem Leistungsvorteil von 38 EUR/ha in Variante 2 und von 23 EUR/ha beim Bt-Mais. Aufgrund der Situation im Anbaujahr haben sich also kaum Ertrags- und damit Leistungsdifferenzierungen ergeben. Die Versuchsbewertung weist einen Saatgutmehraufwand bei Bt-Mais von 36 EUR/ha gegenüber der konventionellen Sorte aus. Ursache ist der um 23 EUR/Einh. höhere Zukaufspreis von Bt-Saatgut. Düngung und Unkrautbekämpfung ist in allen Varianten gleichermaßen abgelaufen. Lediglich in der konventionellen Sorte mit Zünslerbekämpfung stehen Mehrkosten für das Insektizid in Höhe von reichlich 31 EUR/ha und für die Ausbringung von rund 10 EUR/ha zu Buche. Der GVO-bedingte Mehraufwand an Arbeitszeit in der Bt-Variante beläuft sich auf 0,7 Akh/ha. Darunter fallen die Zwischenreinigung der Sä- und Erntetechnik sowie die Antragstellung. Die Maschinenkosten unterscheiden sich in der Summe nur minimal.

Unter dem Strich verbuchen die konventionelle Sorte mit Insektizid und der Bt-Mais gleich hohe Verfahrenskosten, die rund 43 EUR/ha über der unbehandelten Variante liegen. Das Ergebnis in Form der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL) weist in diesem Untersuchungsjahr leichte Vorteile für die konventionelle Sorte ohne Insektizidbehandlung aus. Knapp dahinter rangiert mit dem besten Ertrag die behandelte Variante noch vor dem Bt-Mais. Die Unterschiede zwischen den Varianten sind mit maximal 21 EUR/ha jedoch zu gering, um gesicherte Aussagen vornehmen zu können. Bei einem Zünslerbefall von nur 16 % fällt das Ergebnis insoweit erwartungsgemäß aus. Insektizideinsatz und Bt-Maisanbau haben im Versuch zu etwa den gleichen Mehrkosten geführt, ohne sich ertraglich stark voneinander abzuheben.

Tabelle 43: Ökonomische Bewertung des Anbaus von Bt-Mais im Feldversuch 2006

Kennzahl	ME	Variante 1 konventionelle Sorte unbehandelt	Variante 2 konventionelle Sorte mit Insektizid	Variante 3 Bt-Mais
gepflügt				
Zünslerbefall	%	16	7	0
Leistung				
Bruttoertrag	dt/ha	110,8	114,6	113,1
TS-Gehalt	%	74,5	74,5	74,5
Körnermais-Ertrag	dt/ha	96,0	99,3	98,0
Preis	€/dt	11,50	11,50	11,50
Marktleistung	€/ha	1.104	1.142	1.127
Saatgut				
Aussaatmenge	Einh./ha	1,55	1,55	1,55
Zukaufspreis	€/Einh.	71,00	71,00	94,00
Saatgutkosten	€/ha	110	110	146
Düngemittel				
Mineraldünger	€/ha	0	0	0
Schafmist	t/ha	24,9	24,9	24,9
Stallmist Rind	t/ha	19,9	19,9	19,9
Organischer Dünger	€/ha	0	0	0
Düngemittelkosten	€/ha	0	0	0
Pflanzenschutzmittel				
Zintan gold Pack	l/ha	5,0	5,0	5,0
Steward	kg/ha	0	0,125	0
Preis Zintan gold Pack	€/l	18,35	18,35	18,35
Preis Steward	€/kg	251,65	251,65	251,65
PSM-Kosten	€/ha	92	123	92
Summe Direktkosten	€/ha	202	233	237
Arbeits erledigung				
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	8,42	8,58	8,43
GVO-Mehraufwand *	Akh/ha			0,70
Personalkosten (11 €/Akh)	€/ha	93	94	100
Maschinenkosten (nach KTBL)	€/ha	535	545	536
Summe Arbeitserl.kosten	€/ha	628	639	636
Summe Verfahrenskosten	€/ha	830	872	873
DAL **	€/ha	274	269	253
Differenz	€/ha	0	-5	-21

* Reinigung Sä- und Erntetechnik, Antragstellung

** Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung

Feldversuch Ernte 2007

Trotz höheren Zünslerbefalls zeigen sich in den Varianten 1 und 2 keine Ertragsverluste gegenüber dem Bt-Mais. Letzterer weist sogar die niedrigste Erntemenge auf, während der beste Körnermaisertrag von der konventionellen Sorte mit Insektizidbehandlung realisiert wird. Die Ertragsdifferenzen sind nicht signifikant, führen aber in Variante 2 zu einem Leistungsvorteil von 38 EUR/ha gegenüber Variante 1 und entsprechend zu einer Minderung von 12 EUR/ha beim Bt-Mais. Die Ertrags- und Leistungsdifferenzierung hält sich damit wie schon im ersten Auswertungsjahr in engen Grenzen.

Der Saatgutmehraufwand für Bt-Mais beläuft sich auf 35 EUR/ha. Aufgrund der hohen Versorgungsstufen wurde auf eine Düngung des Versuches in 2007 ganz verzichtet. Im Bereich Pflanzenschutz fallen in Variante 2 zusätz-

liche Kosten für den Insektizideinsatz an. Die Mittelkosten schlagen dabei mit 29 EUR/ha zu Buche, die Ausbringung kostet rund 10 EUR/ha.

Der GVO-bedingte Mehraufwand an Arbeitszeit in der Bt-Variante beläuft sich wieder auf 0,7 Akh/ha. Darunter fallen die Zwischenreinigung der Sä- und Erntetechnik sowie die Antragstellung. Die Personal- und Maschinenkosten unterscheiden sich eher geringfügig. In der Summe der Arbeiterledigung tragen Insektizid- und Bt-Variante 11 bzw. 8 EUR/ha höhere Kosten.

In den Verfahrenskosten liegen Variante 2 und 3 nahezu gleichauf, aber mit 41 bzw. 43 EUR/ha über dem Wert der unbehandelten Kontrolle. Ausschlaggebend für den Erfolg ist jedoch das Ergebnis in Form der DAL. Durch den besseren Ertrag liegt hier die Insektizidvariante mit einer Differenz von 22 EUR/ha zu Variante 1 an der Spitze. Etwas abgeschlagen mit einem Minus von 55 EUR/ha ordnet sich der Bt-Mais ein. Er konnte in diesem Auswertungsjahr keine Ertragsvorteile ausspielen, muss aber trotzdem die Mehrkosten tragen. Offensichtlich günstiger fällt das Ergebnis für die Insektizidvariante aus, die zwar einen ähnlichen Mehraufwand aufzuweisen hat, aber auch ertraglich besser abschneidet.

Die Unterschiede zwischen den Varianten sind mit maximal 55 EUR/ha auch im zweiten Auswertungsjahr vergleichsweise gering und lassen kaum gesicherte Aussagen zu. Auch ein Zünslerbefall von 32 % hat nicht zu den erwarteten Ertragswirkungen geführt. Dementsprechend ist auch das Ergebnis des Variantenvergleichs zu interpretieren.

Fazit:

Der Bt-Maisanbau hat sich am Versuchsstandort Köllitsch weder 2006 noch 2007 gelohnt. Die Mehrkosten gegenüber der unbehandelten konventionellen Variante konnten nicht über eine bessere Leistung ausgeglichen werden. Somit rangiert der Bt-Mais in der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL) in beiden Jahren mit Abstand an hinterster Stelle. Im Mittel der Jahre unterscheidet sich das Ergebnis der konventionellen Sorte mit und ohne Insektizideinsatz nur wenig, so dass man auch dem Insektizideinsatz keine ökonomischen Vorteile zusprechen kann. Insgesamt sind die Differenzierungen zu gering, um sie eindeutig auf die Wirkung der Varianten zurückführen zu können.

Erst bei Ertragsunterschieden ab 4 - 5 dt/ha (entsprechend 4 - 5 %) hätten sich die beiden Alternativen gegenüber der konventionellen unbehandelten Variante positiv dargestellt.

Tabelle 44: Ökonomische Bewertung des Anbaus von Bt-Mais im Feldversuch 2007

Kennzahl	ME	Variante 1 konventionelle Sorte unbehandelt	Variante 2 konventionelle Sorte mit Insektizid	Variante 3 Bt-Mais
pfluglos				
Zünslerbefall	%	32,0	2,7	0,0
Leistung				
Bruttoertrag	dt/ha	114,3	115,7	113,2
TS-Gehalt	%	72,0	73,5	72,2
Körnermais-Ertrag	dt/ha	95,7	98,8	95,1
Preis	€/dt	20,00	20,00	20,00
Marktleistung	€/ha	1.914	1.977	1.902
Saatgut				
Aussaatmenge	Einh./ha	1,55	1,55	1,55
Zukaufspreis	€/Einh.	72,00	72,00	95,00
Saatgutkosten	€/ha	112	112	147
Düngemittel				
Mineraldünger	€/ha	0	0	0
Organische Dünger	€/ha	0	0	0
Düngemittelkosten	€/ha	0	0	0
Pflanzenschutzmittel				
Zintan gold Pack	l/ha	5,0	5,0	5,0
Steward	kg/ha	0	0,125	0
Preis Zintan gold Pack	€/l	14,50	14,50	14,50
Preis Steward	€/kg	235,05	235,05	235,05
PSM-Kosten	€/ha	73	102	73
Summe Direktkosten	€/ha	184	213	220
Arbeits erledigung				
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	3,81	3,96	3,80
GVO-Mehraufwand *	Akh/ha			0,70
Personalkosten (11 €/Akh)	€/ha	42	44	50
Maschinenkosten (nach KTBL)	€/ha	318	327	318
Summe Arbeitserl.kosten	€/ha	360	371	368
Summe Verfahrenskosten	€/ha	544	585	587
DAL **	€/ha	1.370	1.392	1.315
Differenz	€/ha	0	22	-55

* Reinigung Sä- und Erntetechnik, Antragstellung

** Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung

7.3.2 Ergebnisse in den Praxisbetrieben

7.3.2.1 Praxisbetrieb Ernte 2006

Der im Erntejahr 2006 interviewte Betrieb (Betrieb 2) wirtschaftet auf einem D-Standort mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 32. Tabelle 45 zeigt eine Datenzusammenstellung für den Praxisbetrieb analog zur Versuchsbewertung. Unter Punkt 7.2 wurde bereits darauf hingewiesen, dass die beiden Anbauvarianten aufgrund der verschiedenen Nutzung nicht vergleichbar sind. Deshalb können nur ausgewählte Kennzahlen und Aussagen zum Sachverhalt diskutiert werden.

Im Praxisbetrieb belaufen sich die Saatgutmehrkosten für den Bt-Mais nur auf 13 EUR/Einh. bzw. 20 EUR/ha, weil beim Einkauf noch ein „Einsteigerrabatt“ gewährt wurde. Solange sich der Bt-Maisanbau in Sachsen noch nicht sehr stark etabliert hat, dürften solche Rabatte durchaus üblich sein.

In den Pflanzenschutzmittelkosten unterscheiden sich die beiden Praxisvarianten nicht, weil lediglich eine einheitliche Unkrautbekämpfung stattgefunden hat. Insektizide wurden trotz Zünslerbefall nicht gespritzt. Der zeitliche Mehraufwand für GVO in Form von Reinigung und Antragstellung beläuft sich im Betrieb auf 0,55 Akh/ha Bt-Mais. Der absolute Zeitaufwand wurde zwar deutlich höher angegeben als im LVG, verteilt sich aber auch auf einen größeren Anbauumfang. Insgesamt summieren sich die Mehrkosten für GVO (Saatgut, Technikreinigung, Antragstellung) beim Landwirt auf 32 EUR/ha gegenüber der nicht mit Insektizid behandelten konventionellen Sorte. Damit liegen sie niedriger als im Versuchsanbau in Köllitsch.

Prinzipiell ist davon auszugehen, dass ein einmaliger organisatorischer Aufwand für Anmeldung bzw. Antragstellung entsteht sowie mindestens einmal nach dem Einsatz im Bt-Mais eine Technikreinigung stattfinden muss. Die Kosten je Hektar sinken demzufolge mit steigendem Anbauumfang von Bt-Mais im Betrieb.

Vor- und Nachteile des Bt-Maisanbaus im Betrieb

Einige Fakten zum Bt-Maisanbau sollen über die in Tabelle 45 enthaltenen Angaben hinaus ohne tiefer gehende ökonomische Berechnungen diskutiert werden.

Festgestellte Vorteile:

- insgesamt mehr Ertragssicherheit und Mehrerträge gegenüber befallenen Sorten
- weniger Wildschaden im Bt-Mais
- weniger Fusarienbefall – bringt Vorteile im Weizen als Folgekultur, vor allem in Verbindung mit pflugloser Bewirtschaftung
- Ernteerleichterung sowohl beim Häckseln als auch beim Mähdrusch - keine liegenden Pflanzen im Bestand, weniger Verstopfungen, schnelleres Überfahren möglich – führt zu einer Ersparnis an Zeit und Kosten von schätzungsweise 10 %, das entspricht beim Mähdrusch z.B. 10 – 20 EUR/ha, bei Silomais dürfte der Betrag mindestens ähnlich hoch sein

Aufwand/Nachteile:

- Bt-Maisanbau erfordert umfassendes Einholen von Informationen
- Recherche von Flächenbesitzverhältnissen und Pachtverträgen, Gespräche mit Verpächtern und Bewirtschaftern der Nachbarflächen – z. T. ablehnende Haltungen
- je nach Situation sind Mantelsaaten bzw. das Anlegen von Refugien erforderlich – hier könnte mit einem gewissem Mehraufwand für kleinere Flächen gerechnet werden
- Abnahme von Bt-Mais oder evtl. verunreinigtem konventionellen Mais muss geklärt werden

Fazit:

Der Praxisbetrieb hat 2006 sowohl Bt-Mais als auch konventionellen Mais angebaut. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzung konnte kein unmittelbarer Variantenvergleich vorgenommen werden. Die Recherche hat aber eine Reihe von Vorteilen, aber auch Mehraufwendungen für den GVO-Anbau aufgezeigt. Stärkeres Auftreten des Maiszünslers scheint jedoch für den Bt-Maisanbau zu sprechen. Es sind aber unbedingt weitere Untersuchungen in der Praxis erforderlich, um bessere Aussagen zu gewinnen.

Tabelle 45: Ökonomische Darstellung des Anbaus von Bt-Mais im Praxisbetrieb 2, 2006

Kennzahl	ME	Bt-Mais	Konv. Mais
Nutzung		Körnermais Feuchtkonservierung	Silomais
Leistung			
Bruttoertrag	dt/ha	78,8	k.A.
TS-Gehalt	%	70,5	
Nettoertrag	dt/ha	64,6	
Preis / Bewertung	€/dt	11,50	
Marktleistung	€/ha	743	
Saatgut			
Aussaatmenge	Einh./ha	1,56	1,56
Zukaufspreis	€/Einh.	80,50	67,50
Saatgutkosten	€/ha	126	105
Düngemittel			
Mineraldünger	€/ha	0	0
Schweinegülle	m ³ /ha	32	32
Düngemittelkosten	€/ha	0	0
Pflanzenschutzmittel			
Artett	l/ha	2,0	2,0
Motivell	l/ha	0,8	0,8
Buctril	l/ha	0,2	0,2
PSM-Kosten	€/ha	58	58
Summe Direktkosten	€/ha	183	163
Arbeits erledigung			
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	2,92	6,52
GVO-Mehraufwand *	Akh/ha	0,55	
Personalkosten (11 €/Akh)	€/ha	38	72
Lohnarbeit Gülle/UKB/Reinig.	€/ha	106	100
Maschinenkosten (nach KTBL)	€/ha	291	357
Summe Arbeitserl.kosten	€/ha	435	529
Summe Verfahrenskosten	€/ha	618	691
DAL **	€/ha	125	-691

* Reinigung Sä- und Erntetechnik, Antragstellung

** Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung

7.3.2.2 Praxisbetriebe Ernte 2007

In neun Praxisbetrieben wurden 2007 mit Hilfe des Erfassungsbogens (Tabelle A-6) Daten zum Anbau von Bt-Mais im Vergleich zu konventionellem Mais erhoben und ausgewertet. Dabei ist zwischen den Nutzungsrichtungen Körnermais und Silomais zu unterscheiden.

Körnermais 2007

In einem Unternehmen (Betrieb 2) konnten für die drei Vergleichsvarianten konventionell - unbehandelt, konventionell + Insektizid und Bt-Mais analog dem Feldversuch Ergebnisse ermittelt werden. Das eröffnet zumindest näherungsweise eine Betrachtung der Versuchsanstellung unter Praxisbedingungen. Im Gegensatz zum Ver-

such hat der Betrieb allerdings mit Pflugeinsatz gearbeitet. Tabelle 46 zeigt den ökonomischen Variantenvergleich im Praxisbetrieb.

Tabelle 46: Ökonomische Bewertung des Anbaus von Bt-Mais im Praxisbetrieb 2, 2007

Kennzahl	ME	Variante 1	Variante 2	Variante 3
mit Pflug		konventionelle Sorte unbehandelt	konventionelle Sorte mit Insektizid	Bt-Mais
Zünslerbefall	%	16,0	4,0	0,0
Leistung				
Bruttoertrag	dt/ha	119,8	125,6	127,9
TS-Gehalt	%	60,8	60,8	61,3
Körnermais-Ertrag	dt/ha	84,7	88,8	91,2
Preis	€/dt	20,00	20,00	20,00
Marktleistung	€/ha	1.694	1.776	1.824
Saatgut				
Aussaatmenge	Einh./ha	1,44	1,44	1,44
Zukaufspreis	€/Einh.	67,50	67,50	80,50
Saatgutkosten	€/ha	97	97	116
Düngemittel				
Mineraldünger	€/ha	0	0	0
Schweinegülle	m ³ /ha	27	27	27
Stalldung	t/ha	25	25	25
Düngemittelkosten	€/ha	0	0	0
Herbizide (Mischung)	l/ha	3,125	3,125	3,125
Steward	kg/ha	0	0,125	0
PSM-Kosten	€/ha	48	77	48
Summe Direktkosten	€/ha	145	175	164
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	6,23	6,26	6,27
GVO-Mehraufwand *	Akh/ha			0,55
Personalkosten (11 €/Akh)	€/ha	69	69	75
Lohnarbeit PS/org. Düngung	€/ha	131	142	137
Maschinenkosten (nach KTBL)	€/ha	386	387	388
Summe Arbeiterl.kosten	€/ha	585	598	599
Summe Verfahrenskosten	€/ha	730	773	763
DAL **	€/ha	964	1.003	1.061
Differenz	€/ha	0	40	97

* Reinigung Sä- und Erntetechnik, Antragstellung

** Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung

Im Gegensatz zum Feldversuch in Köllitsch zeigen sich im Praxisbetrieb etwas größere Ertragsunterschiede zwischen den Varianten. Die Insektizidvariante erreicht einen Mehrertrag von über 4 dt/ha, beim Bt-Mais wurden 6,5 dt/ha mehr geerntet. Bei einem angenommenen Marktpreis von 20 EUR/dt (nach Abzug der Trocknungskosten) errechnet sich ein Leistungsvorsprung in Variante 2 von 82 EUR/ha, für den Bt-Mais von 130 EUR/ha.

Die Saatgutmehrkosten belaufen sich hier nur auf rund 19 EUR/ha. Dabei spielen vor allem Rabatte und die niedrige Aussaatmenge eine Rolle. Während sich die Düngung identisch gestaltet, macht sich in Variante 2 die Insektizidspritzung mit 29 EUR/ha bemerkbar. Hier fallen damit auch insgesamt die höchsten Direktkosten an. Bei der Arbeitserledigung schlagen sich Insektizidbehandlung und GVO-Mehraufwand in den Zahlen der Varianten 2 und 3 nieder. Bei der Summe Verfahrenskosten sind Mehraufwendungen in Höhe von 43 EUR/ha (Variante 2) bzw. 33 EUR/ha (Variante 3) zu registrieren.

Aus der Betrachtung der Ergebniszeile (DAL) geht hervor, dass der Bt-Maisanbau am besten abgeschnitten hat. Die Differenz zur unbehandelten konventionellen Sorte erreicht fast 100 EUR/ha. An zweiter Stelle rangiert die Insektizidvariante mit einem Plus von 40 EUR/ha.

Fazit:

Anders als im Feldversuch hat sich der Bt-Maisanbau in diesem Praxisbetrieb gelohnt, auch wenn der Zünslerbefall nicht so stark war. Ebenso scheint die Insektizidvariante leichte Vorteile zu haben.

Neben dem bereits dargestellten Betrieb liegen noch von zwei weiteren Unternehmen Daten zum Körnermais vor. Hier stehen jeweils Bt-Mais und eine unbehandelte konventionelle Sorte im Feld. Abbildung 40 zeigt die Ertragsituation in allen Körnermais-Varianten inklusive dem Feldversuch.

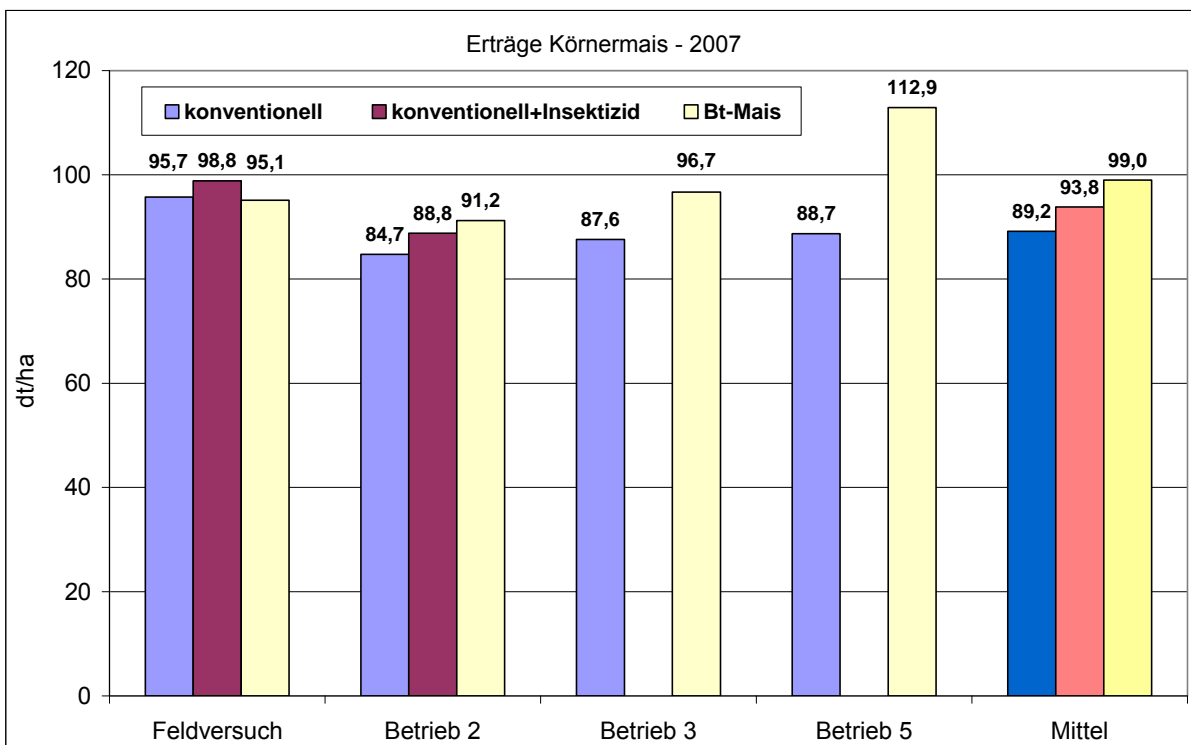


Abbildung 40: Erträge Körnermais nach Varianten 2007

Aus der Ertragsgrafik geht hervor, dass in allen Praxisbetrieben die Bt-Variante zum Teil deutliche Ertragsvorteile hat. In Betrieb 5 sind das beachtliche 24 dt/ha - bei nur 12 % Zünslerbefall! Im Mittel aller vier Standorte kommt es zu einer Ertragsabstufung zwischen den Varianten von jeweils ca. 5 dt/ha.

Die ökonomischen Ergebnisse für Körnermais in den Praxisbetrieben stehen tabellarisch in Tabelle A-7 zur Verfügung. Abbildung 41 gibt sie in grafischer Form wieder. Hier wird ersichtlich, dass sich die Ertragsdifferenzen in den drei Praxisbetrieben ergebniswirksam zugunsten von Bt-Mais niederschlagen. Durch den besseren Erzeugerpreis zur Ernte 2007 verstärkt sich dieser Effekt gegenüber dem Vorjahr. Unter Berücksichtigung des GVO-Mehraufwandes beläuft sich das Plus für den Bt-Mais in der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL) auf 137 bzw. sogar 415 EUR/ha. Im Durchschnitt der Betriebe inklusive Feldversuch verbessert sich das

Ergebnis mit Insektizideinsatz um etwa 50 EUR/ha, mit Bt-Maisanbau um rund 150 EUR/ha gegenüber dem unbehandelten Vergleichsanbau.

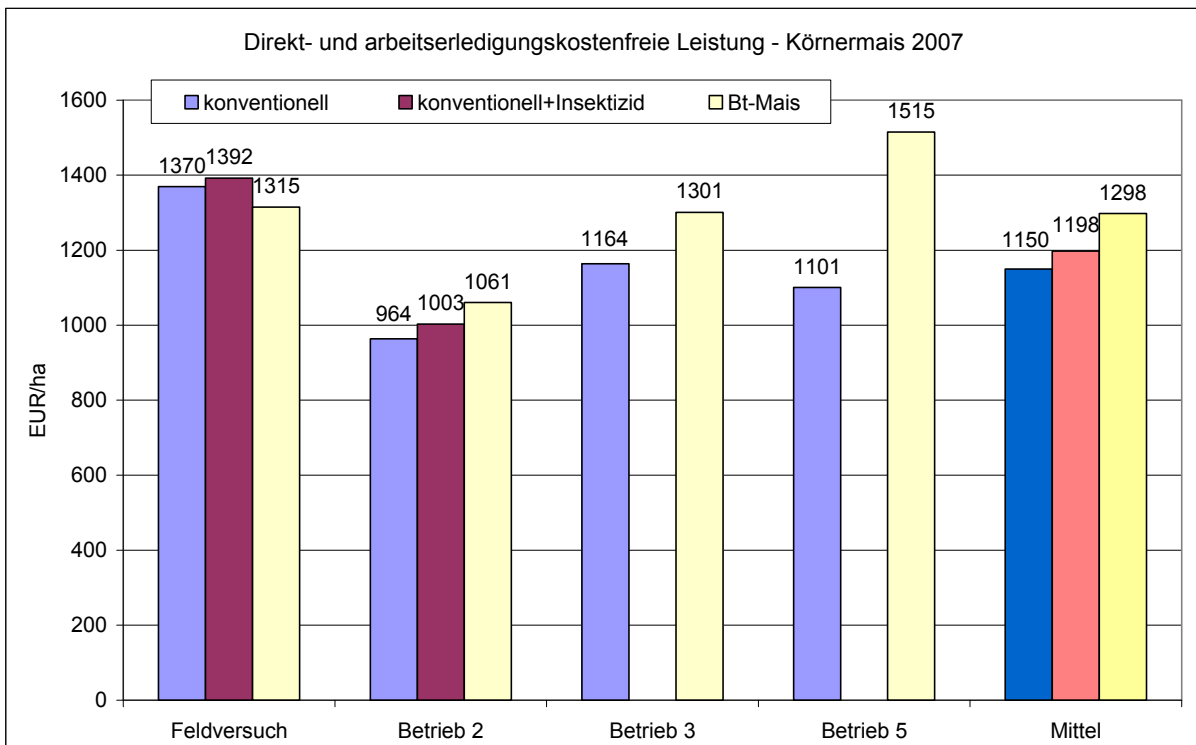


Abbildung 41: Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung im Körnermaisbau 2007

Fazit:

Die Situation im Praxisanbau stellt sich anders dar, als im Versuch. In den Praxisbetrieben hat der Bt-Mais ertragliche und ökonomische Vorteile. Der Insektizideinsatz gegen den Maiszünsler scheint eine Möglichkeit zur Ertrags- und Ergebnissicherung in konventionellen Sorten zu sein.

Es ist jedoch unbedingt zu beachten, dass die Aussagesicherheit auf Basis von nur einem Anbaujahr noch sehr gering ist. Das bestätigen schon die unterschiedlichen Schlussfolgerungen, die sich aus Versuchs- und Praxisanbau ableiten. Hier sollten weitere Beobachtungen auch in der Praxis stattfinden – vor allem angesichts der Tatsache, dass der Feldversuch noch keine ausreichende Basis zur Beantwortung der ökonomischen Fragestellung liefern konnte.

Silomais 2007

Für die sechs Unternehmen mit Nutzungsrichtung Silomais sind die Erträge der Vergleichsvarianten konventionell – unbehandelt und Bt-Mais in Abbildung 42 dargestellt.

In allen Betrieben erreicht der Bt-Mais die höheren Erträge – sowohl nach Frischmasse als auch nach Trockenmasse. Allerdings war festzustellen, dass die Differenzen im Trockenmasseertrag relativ geringer sind (um 3 %). Ursache ist der meist geringere TS-Gehalt des Bt-Maises zum Zeitpunkt der Ernte. Dieser Sachverhalt tritt z.B. auch in einem vierjährigen Anbauversuch im Rheintal bzw. Oderbruch auf, allerdings bei Körnermais [21]. Im

Mittel belaufen sich die Ertragsdifferenzen zwischen den beiden Varianten auf 48 dt/ha (Frischmasse) bzw. 13 dt/ha (Trockenmasse).

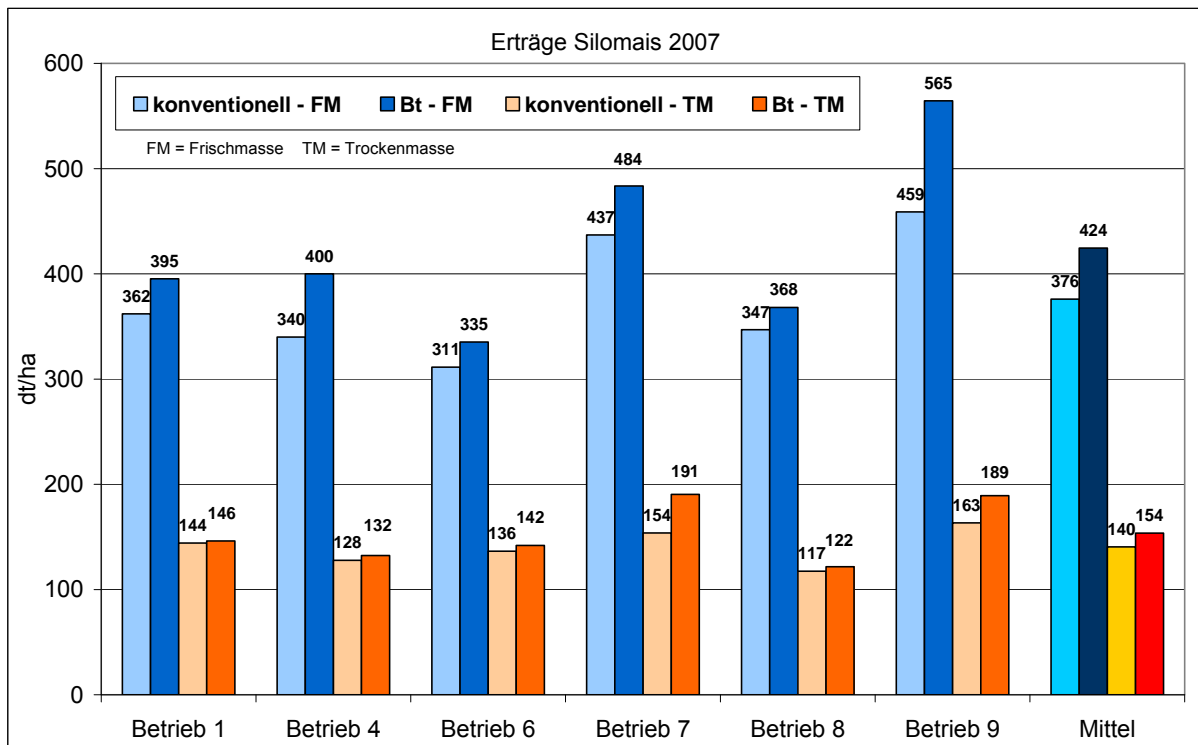


Abbildung 42: Erträge Silomais in Praxisbetrieben nach Varianten 2007

Wie im methodischen Teil (Kapitel 7.1.2) erläutert, bildet der Trockenmasseertrag (dt/ha) die Bezugsbasis für die Verfahrenskosten (EUR/ha). Die ökonomischen Ergebnisse werden dann anhand der „Verfahrensstückkosten“ in EUR/dt TM verglichen.

Die ökonomischen Daten des Silomaisanbaus in den Betrieben sind in tabellarischer Form in Tabelle A-8 zusammengefasst. Abbildung 43 zeigt die Ergebnisse als Grafik. Daraus geht hervor, dass in vier von den sechs untersuchten Betrieben die Verfahrenskosten des Bt-Maisanbaus höher liegen als beim herkömmlichen Silomais. In zwei Fällen gestaltet sich die Erzeugung von Bt-Mais kostengünstiger. Auch im Durchschnitt der Betriebe lässt sich noch ein leichter Kostenvorteil für die konventionellen Sorten registrieren. Er liegt auf dieser Auswertungsebene (Teilkosten!) bei 0,07 EUR/dt TM.

Diese Differenzierung ist als geringfügig einzuschätzen, zumal Unsicherheiten bezüglich der Ertragsaussage bestehen - sie beruht auf einem einheitlichen Erntezeitpunkt der beiden Vergleichsvarianten. Außerdem beeinflusst die einzelbetriebliche Situation das Ergebnis in starkem Maße. Bei Mehrerträgen in größerem Umfang ist zu beachten, dass auch höhere Kosten bei Ernte/Transport entstehen, die nicht zu vernachlässigen sind. Bei Körnermais ist dieser Umstand weniger relevant.

Bei der Diskussion muss berücksichtigt werden, dass der Silomais üblicherweise nach Erzeugungsvollkosten bezogen auf den Silageertrag oder den Energiegehalt bewertet wird. Die dazu notwendigen Daten liegen in den Betrieben sehr häufig nicht vor bzw. sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Deshalb wurde im Projekt auf die

dargestellte Art und Weise ausgewertet. Sie bezieht sich auf gemessene Erträge und TS-Gehalte sowie die relativ gut ermittelbaren Verfahrenskosten. Die noch fehlenden Kostenbestandteile (Gebäude-, Flächen- und Gemeinkosten) unterscheiden sich – bezogen auf den Hektar – innerhalb eines Betriebes nicht. Bei Umlage auf den Ertrag würden sich aber Vorteile für die ertragsstärkere Variante (hier Bt-Mais) ergeben. Insofern ist es denkbar, dass sich bei einer Vollkostenbetrachtung die Relation zugunsten des Bt-Maises verschiebt. Eine zur Prüfung des Sachverhaltes vorgenommene Grobkalkulation mit Ergänzung der fehlenden Kostenbestandteile (Ansatz 500 EUR/ha) und des Silageertrages (Ansatz 12 % TM-Verlust) bestätigt, dass die Kostendifferenz zwischen den beiden Varianten auf Betriebsebene geringer wird bzw. auch umschlagen kann.

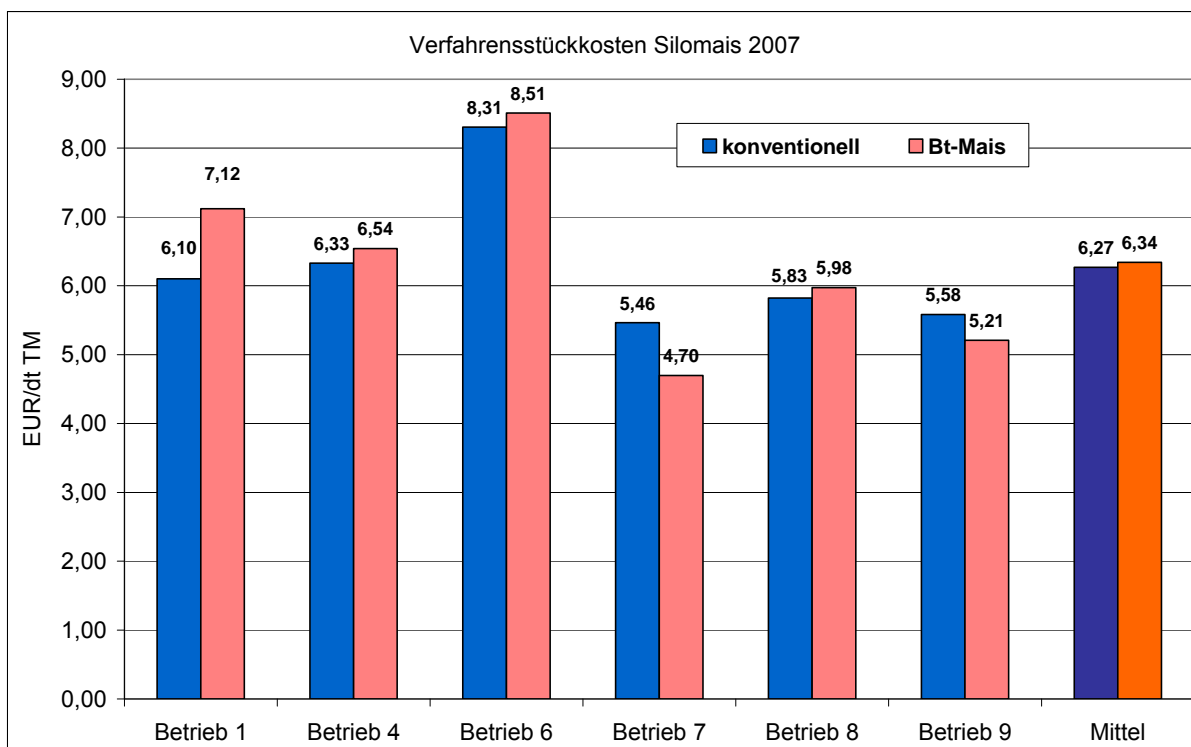


Abbildung 43: Ökonomische Ergebnisse im Silomaisanbau in Praxisbetrieben 2007

Fazit:

Eine gesicherte ökonomische Aussage für den Anbau von Bt-Mais als Silomais lässt sich aus den vorliegenden Daten des Erntejahres 2007 noch nicht ableiten. Deutlich geworden sind Ertragsvorteile auf Seiten des Bt-Maises, womit vor allem der Aspekt der Ertragsabsicherung in der Silageproduktion in den Vordergrund rückt. Um die Frage nach den Kostenverhältnissen beantworten zu können, müssen weitere Untersuchungen erfolgen. Es wird empfohlen, diese auf Basis von Erzeugungsvollkosten durchzuführen, soweit das aus Sicht der Datenbereitstellung und des Auswertungsaufwandes möglich und sinnvoll ist.

7.3.2.3 GVO-Mehraufwand

Beim Anbau von Bt-Mais ist mit einem Mehraufwand in den verfahrensbezogenen Kosten zu rechnen. Folgende Positionen spielen in den untersuchten Betrieben eine Rolle:

- teureres Saatgut: ca. 20 - 25 EUR/Einheit mehr entspricht 35 – 40 EUR/ha
- Arbeitszeitaufwand für Reinigungsarbeiten (Technik, Lager), Antragstellung, Organisation: ca. 0,3 – 0,4 Akh/ha, sinkt mit zunehmendem Anbauumfang

- eventuell Kosten für Hochdruckreiniger
- eventuell höhere N-Düngung bei höherem Ertragsniveau

Der Mehraufwand beläuft sich auf durchschnittlich 52 EUR/ha. Höhere Kosten durch Mantelsaaten bzw. Refugien wurden von den Praktikern nicht beziffert und sind auch schwer monetär zu bewerten. Der Bt-Mais wird so in die Anbauorganisation und Abläufe eingebunden, dass kaum ein extra Aufwand entsteht. Um die Mehrkosten in oben genannter Höhe auszugleichen, müssten in Abhängigkeit vom Erzeugerpreisniveau ca. 2 – 4 dt Körnermais je ha mehr geerntet werden.

Eine Studie zum Bt-Maisanbau in Deutschland in den Jahren 1998 – 2002 bringt als Mehraufwand für Bt-Mais lediglich höhere Saatgutkosten von 35 EUR/ha in Ansatz. Sie kommt zu dem Schluss, dass der Bt-Maisanbau ökonomische Vorteile von 75 – 100 EUR/ha hat und wirtschaftlich ist. Dabei wurden Ertragsdifferenzen zugunsten des Bt-Maises von ca. 11 – 12 dt/ha bzw. rund 14 % festgestellt. [21] Die Aussagen der Studie decken sich grundsätzlich mit den Ergebnissen für Körnermais aus den im Projekt untersuchten Praxisbetrieben.

7.3.3 Fragen der Vermarktung und der Risikoabsicherung

Weder im Versuchsanbau noch in den Praxisbetrieben konnten die Bedingungen bei Vermarktung des Erntegutes erörtert werden, da der Bt-Mais in keinem Fall den Betrieb verlassen hat. Nachfragen seitens eines Landwirts bei einem Abnehmer haben ergeben, dass bei Verkauf auf getrennte Partien (Bt-Mais/konventionell) geachtet werden muss, darüber hinaus aber keine zusätzlichen Kosten seitens des Abnehmers entstehen. Es soll auch keine Unterschiede beim Erzeugerpreis geben. Ratsam ist es, sich in Form eines Vertrages beim Abnehmer für den Schadensfall abzusichern. Diese Möglichkeit soll bei dem befragten Abnehmer kostenfrei bestehen.

Die genannten Aussagen stellen momentan nur einen Anhaltspunkt dar und können nicht verallgemeinert werden. Insgesamt sind noch fast alle Fragen in diesem Bereich offen. Für gesicherte Aussagen und darauf aufbauende Kalkulationen ist es erforderlich, ein tatsächliches Vermarktungs- und Handelsgeschehen zu recherchieren, was in der Breite in Sachsen offenbar noch nicht existiert.

7.3.4 Kalkulationsvariante und ökonomische Schadschwellen

Kalkulation

Für die Verfahrens- bzw. Vollkostenkalkulation des Bt-Maisanbaus als Körner- oder Silomais kann auf der konventionellen Variante aufgebaut werden. In der Abbildung 39 zur Methodik sind zwei konventionelle Beispiele dargestellt. Nach bisherigem Kenntnisstand aus den beiden Auswertungsjahren sind die Saatgutkosten anzupassen und die Arbeitsgänge (Zeitaufwand und gegebenenfalls Maschinenkosten) für Reinigung der Technik und evtl. des Lagers sowie für Antragstellung und organisatorischen Aufwand zu ergänzen. Diese Unterschiede zum herkömmlichen Anbau sind durch die Untersuchungsergebnisse belegt. Darüber hinaus sind keine weiteren Faktoren in Art und Höhe bekannt, die in einer allgemeinen Kalkulation zum Bt-Maisanbau Berücksichtigung finden müssen. Das gilt zumindest für die Fälle, in denen der Mais den Betrieb nicht verlässt. Solange auch die Frage der Risikoabsicherung bzw. der Schadenersatzhöhe im Haftungsfall nicht klar ist, kann dieser Umstand nicht in die Verfahrensrichtwerte einfließen.

Ökonomische Schadschwellen

Zur Bestimmung einer ökonomischen Schadschwelle für den Bt-Mais muss in erster Linie der GVO-Mehraufwand im konkreten Betrieb oder als Orientierungswert bekannt sein. Dann ist zu ermitteln, ab welchem Ertragsverlust der finanzielle Schaden größer ist als der GVO-Mehraufwand. Dabei spielt der jeweils aktuelle Erzeugerpreis für Körnermais eine Rolle, mit dem der Minderertrag nach Abzug der Trocknungskosten zu bewerten ist. Für Körnermais stellt sich die Berechnung relativ einfach dar, wenn man die ertragsabhängigen Transportkosten außer Acht lässt.

Tabelle 47 zeigt in Abhängigkeit von GVO-Mehraufwand und Erzeugerpreisniveau, ab welchen (erwarteten) Mindererträgen bzw. Ertragsdifferenzen sich der GVO-Anbau lohnt. Die im Projekt ermittelte Spanne bei aktuellem Preisniveau ist farbig hinterlegt und bewegt sich im Bereich von 2,3 – 3,3 dt/ha. Diese Schwelle wird in den untersuchten Praxisbetrieben zum Teil deutlich überschritten, weshalb sich dort der GVO-Anbau lohnt, während das im Feldversuch Köllitsch nicht der Fall ist.

Ein Zusammenhang zwischen Maiszünslerbefall und der Höhe des Ertragsverlustes kann nicht hergestellt werden. Beobachtungen in Versuchs- und Praxisflächen zeigen, dass der Befallsgrad noch nichts über die Höhe des Ertragsverlustes aussagt. Je nach den herrschenden Bedingungen kann ein niedriger Zünslerbefall hohe Ertragsseinbußen zur Folge haben, oder starker Befall nur geringe Schäden verursachen. Deshalb lässt sich die Schadschwelle nur über den geschätzten Ertragsverlust bestimmen und nicht an der Befallsstärke messen.

Tabelle 47: Ökonomische Schadschwelle für Körnermais in Abhängigkeit von GVO-Mehraufwand und Erzeugerpreis

Erzeugerpreis (EUR/dt)	GVO-Mehraufwand (EUR/ha)								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Schadschwelle (dt/ha Ertragsverlust durch Maiszünsler)								
12,00	1,7	2,5	3,3	4,2	5,0	5,8	6,7	7,5	8,3
13,00	1,5	2,3	3,1	3,8	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7
14,00	1,4	2,1	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1
15,00	1,3	2,0	2,7	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0	6,7
16,00	1,3	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,3
17,00	1,2	1,8	2,4	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9
18,00	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6
19,00	1,1	1,6	2,1	2,6	3,2	3,7	4,2	4,7	5,3
20,00	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
21,00	1,0	1,4	1,9	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,8
22,00	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5
23,00	0,9	1,3	1,7	2,2	2,6	3,0	3,5	3,9	4,3
24,00	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2
25,00	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
26,00	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,8

Für Silomais gestaltet sich eine verallgemeinerte Aussage zur Schadschwelle schwieriger, weil sie nicht über Ertrag und Marktpreis ermittelt werden kann, sondern eine Vollkostenbetrachtung erfordert. Hier steht die Frage, ab welchem zünslerbedingten Ertragsverlust die konventionelle Sorte teurer erzeugt wird als der Bt-Mais. Dieser Punkt wäre dann als Schadschwelle zu bezeichnen. Da bei dieser Berechnung die individuellen betrieblichen Bedingungen größeren Einfluss ausüben, kann hier nur anhand einer vereinfachten Beispielskalkulation eine Orientierung gegeben werden.

In Tabelle 48 ist die Kalkulation zur Ermittlung der ökonomischen Schadschwelle für Silomais für zwei Ertragsniveaus (400 und 350 dt/ha) dargestellt. Ausgehend vom Ertrag des Bt-Maises (= 100 %), wird die konventionelle Sorte mit verschiedenen Ertragsabstufungen (entsprechend dem Verlust durch Zünslerbefall) daneben gestellt. Die Erzeugungsvollkosten unterscheiden sich bei 100 % Ertrag nur durch den GVO-bedingten Mehraufwand, der mit 55 EUR/ha angesetzt ist. Außerdem wird bei der Kalkulation die Einsparung an Ernte- und Transportkosten bei Ertragsverlust mit 0,30 EUR/dt berücksichtigt. In der letzten Zeile sind die Stückkosten je Dezitonne Silage-Trockenmasse ausgewiesen. Bei 100 % Ertrag liegen die Erzeugungskosten von Bt-Mais über denen der konventionellen Sorte. Aber schon bei ca. 5 % Ertragsausfall ist die Schwelle erreicht, wo der Bt-Mais günstiger abschneidet. Das ist bei beiden Ertragsniveaus der Fall.

Diese Kalkulation ist ein Beispiel und liefert eine Orientierung für die Bestimmung der Schadschwelle. Gesicherte Aussagen sind jedoch kaum möglich. Dafür sind die Ausgangsgrößen zu unsicher und der einzelbetriebliche Einfluss relativ hoch.

Tabelle 48: Kalkulation der ökonomischen Schadschwelle für Silomais

	ME	Bt-Mais	konventionelle Sorte ohne Insektizidbehandlung						
Ertrag	%	100	100	98	95	90	70	50	25
Ertrag FM	dt/ha FM	400	400	392	380	360	280	200	100
Ertrag TM (33 %)	dt/ha TM	132	132	129	125	119	92	66	33
Silageertrag (12 % Verluste)	dt/ha TM	116	116	114	110	105	81	58	29
Erzeugungskosten	EUR/ha	1.505	1.450	1.448	1.444	1.438	1.414	1.390	1.360
Stückkosten Silage	EUR/dt TM	12,96	12,48	12,72	13,09	13,75	17,39	23,93	46,83

	ME	Bt-Mais	konventionelle Sorte ohne Insektizidbehandlung						
Ertrag	%	100	100	98	95	90	70	50	25
Ertrag FM	dt/ha FM	350	350	343	333	315	245	175	88
Ertrag TM (33 %)	dt/ha TM	116	116	113	110	104	81	58	29
Silageertrag (12 % Verluste)	dt/ha TM	102	102	100	97	91	71	51	25
Erzeugungskosten	EUR/ha	1.420	1.365	1.363	1.360	1.355	1.334	1.313	1.286
Stückkosten Silage	EUR/dt TM	13,97	13,43	13,68	14,08	14,81	18,74	25,83	50,62

Fazit:

Anhand der im Untersuchungszeitraum ermittelten Daten im Feldversuch und in Praxisbetrieben wurde eine erste Kalkulation der ökonomischen Schadschwelle für den Anbau von Bt-Mais vorgenommen. Bei Körnermais liegt sie in Abhängigkeit von GVO-Mehraufwand und Erzeugerpreis im Bereich von 2 – 4 dt/ha Ertragsdifferenz.

Für Silomais zeichnet sich ab, dass ab ca. 5 % Ertragsverlust in der konventionellen Sorte die Erzeugungskosten für den Bt-Mais günstiger sind.

Die Schadschwelle lässt sich jedoch nicht an der Zünsler-Befallsstärke messen, weil die Ertragswirkung auch bei gleichem Befallsgrad sehr unterschiedlich sein kann.

8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das Maiszünsler-Monitoring ergab im Umkreis von 5 km des Versuchsfeldes in Köllitsch Befallsschwankungen von 0 – 88 %. Das Gebiet ist als Zünslerbefallsgebiet einzustufen. Im Anbauversuch von Mais nach Mais in pflugloser Bodenbearbeitung verdoppelte sich der Zünslerbefall von 2006 zu 2007 (16 % zu 32 %). Der Bt-Mais zeigte keinen Befall.

Aus den Ergebnissen des Versuches und den Praxiserhebungen ergibt sich kein linearer Zusammenhang zwischen Zünslerbefall und Ertragsminderung. Offensichtlich sind hier weitere Einflussparameter zu berücksichtigen. Insbesondere die Niederschlagsverteilung spielt eine entscheidende Rolle für die Regenerationsfähigkeit bei Zünslerbefall.

Geprüft wurde im Exaktversuch eine isogene Maissorte in den Varianten „ohne Behandlung“, „mit Insektizidbehandlung gegen Maiszünsler“ und „Bt-Mais“. Die geprüften Versuchsvarianten wiesen in den Jahren 2006 und 2007 keine statistisch gesicherten Unterschiede im Ertragsverhalten auf, obwohl der Zünslerbefall in der Variante ohne Behandlung im Jahre 2007 statistisch gesichert höher war. Bei den Praxiserhebungen ohne exakten Standort- und Sortenvergleich zeigte sich für Bt-Mais in 2007 im Trend ein Ertragsvorteil.

Bei Körnermais ist davon auszugehen, dass ein Mehraufwand für Bt-Mais von ca. 60 Euro/ ha erst dann ökonomisch lohnend ist, wenn ca. 3 dt/ ha zu ca. 20 Euro/ dt mehr geerntet werden. Bei Silomais wird diese ökonomische Schwelle wirksam, wenn ein Mehrertrag von ca. 5% eintritt. Das wären bei einem Ertrag von 400 dt/ ha Frischmasse ca. 20 dt. Der Anbau des Bt-Maises war in beiden Untersuchungsjahren im Exaktversuch nicht wirtschaftlich. Auch der Einsatz von Insektizid gegen Maiszünsler verspricht keine ökonomischen Vorteile.

Als vorläufiger Richtwert einer chemischen Behandlung wird empfohlen für Körnermais die Feststellung von fünf Eigelegen bzw. Primärfraß/100 Pflanzen und für Silomais die Feststellung von 10 Eigelegen bzw. Primärfraß/100 Pflanzen. Wenn im Vorjahr 30-40 Raupen/100 Pflanzen ermittelt wurden, kann im Folgejahr mit einem Zünslerbefall über dieser Schwelle gerechnet werden.

Die Beobachtungen der Auskreuzung in benachbarte Maisschläge zeigte die dominierende Rolle der Windrichtung auf den Pollentransfer. In Windrichtung wird nach ca. 100 m, gegen den Wind nach ca. 50 m eine Auskreuzungsrate von 0,1 % und kleiner erreicht. Natürliche Faktoren wie Geländere relief, angebaute Pflanzenarten und Insekten können ebenfalls einen großen Einfluss auf den Pollentransfer ausüben. Die Untersuchungen auf Praxis schlägen erbrachten tendenziell ähnliche Ergebnisse. Auch hier sind weitere mehrjährige Beobachtungen erforderlich. Eine Korrelation zwischen der Größe der Donor- bzw. Rezipientenfläche hinsichtlich der Auskreuzungsrate konnte nicht nachgewiesen werden.

In Futterwert und Futterhygiene besteht zwischen Bt- bzw. konventionell isogenen Silo- und Körnermaissorten substantielle Äquivalenz. Auch im Konserviererfolg und den Silierverlusten unterschieden sich die untersuchten Varianten nicht. Der als Arbeitshypothese zum Versuch angenommene futtermittelhygienische Vorteil eines nicht durch Zünsler befallenen Maises konnte nicht bestätigt werden.

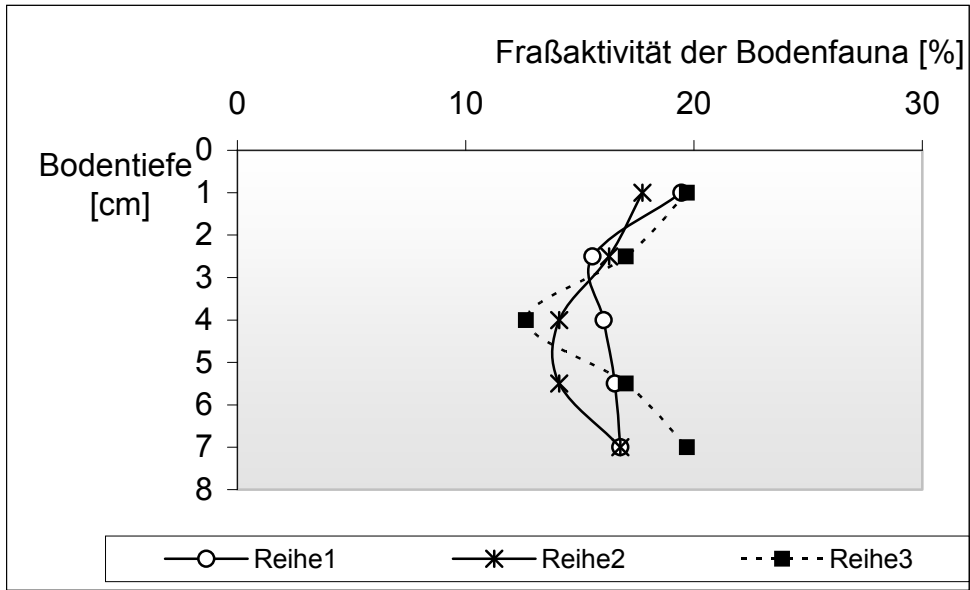
Die Bewertung der Auswirkung von Bt-Mais und Insektizidbehandlung auf Nichtzielorganismen erbrachte auf den untersuchten vergleichsweise kleinen Parzellen keine gesicherten Unterschiede und liegt im Rahmen natürlicher Populationsschwankungen.

Der Anbauversuch in Köllitsch wird nach zweijähriger Projektdauer nochmals mit gleichen Versuchsvarianten weitergeführt. Die Bonitur der Nichtzielorganismen auf den Versuchspartellen erfolgt künftig nicht, weil für gesicherte Aussagen deutlich höhere Parzellengrößen notwendig wären. Darüber hinaus wird künftig zusätzlich zur umfassenderen Aufklärung der Öffentlichkeit auch der Pollentransfer und -eintrag durch Bienen untersucht.

9 Literaturverzeichnis

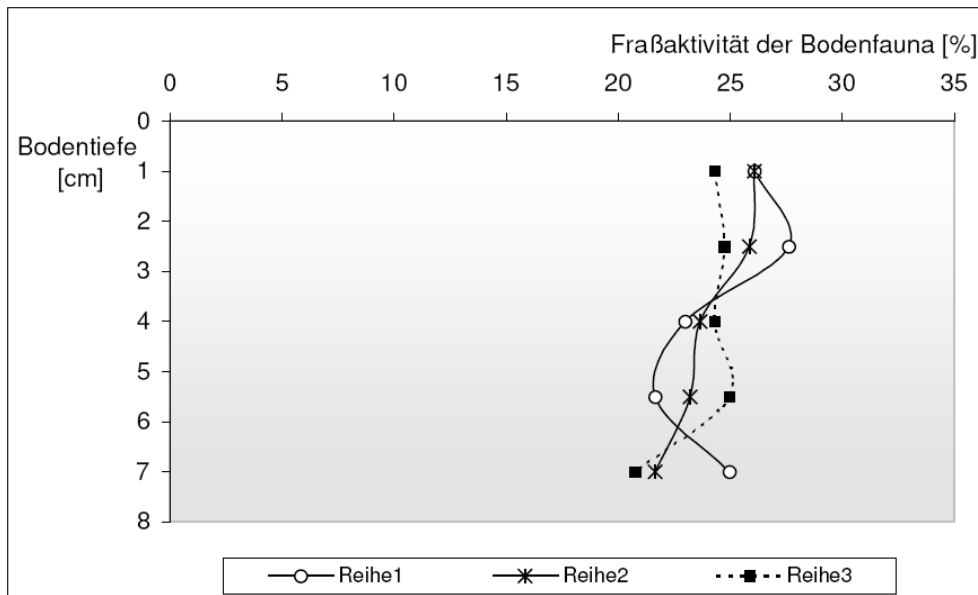
- [1] http://www.transgen.de/anbau/eu_international/
- [2] http://194.95.226.237/stareg_web/showflaechen.do
- [3] Ernährungsdienst, 25.11.2006
- [4] Bundessortenamt Hannover (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Sortenversuchen
- [5] TEBBE, C. R. MIETLING-GRAFF, S. BAUMGARTEL, P. MÖBUS: Bt-Toxin (Cry1Ab) in Böden Johann Heinrich von Thünen-Institut Braunschweig, BMBF Tagung 2008 "Neue Herausforderungen für die biologische Sicherheitsforschung"
- [6] <http://www.biosicherheit.de/de/mais/boden/593.doku.html>
- [7] TOSCHKI, A. M. ROSS-NIKOLI: Effekte des Bt-Mais auf die Bodenzönose, Rheinisch-Westfälische Hochschule Aachen, BMBF Tagung 2008 "Neue Herausforderungen für die biologische Sicherheitsforschung"
- [8] Biologische Bundesanstalt Für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig (Februar 2000) EPPO Standard 1/13 (3)
- [9] MARQUARD, E. W. DURKA: Auswirkungen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen auf Umwelt und Gesundheit: Potentielle Schäden und Monitoring (2005), Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle
- [10] PÖLITZ, B. H. SCHNEE, A. KÜHNE: Zur Befallssituation des Maiszünslers in Sachsen, erstmaliges Auftreten einer zweiten Generation und über natürliche Gegenspieler, Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst, 59 (11) S. 264-266, 2007
- [11] Unterausschuss Methodenentwicklung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Gentechnik: Konzept zur Untersuchung von Saatgut auf Anteile gentechnisch veränderter Pflanzen (Stand: März 2006), http://www.lag-gentechnik.de/dokumente/Saatgutkonzept_2006.pdf
- [12] Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB L 15.05-1 (Mai 2002): Nachweis gentechnischer Veränderungen in Mais (*Zea mays* L.) mit Hilfe der PCR (Polymerase Chain Reaction) und Restriktionsanalyse oder Hybridisierung des PCR-Produktes.

- [13] European Standard prEN ISO 21569:2001: Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organism and derived products – Qualitative nucleic acid based methods (IDO/DIS 21569)
- [14] CHRISTIAN WOLF, MARGITTA SCHERZINGER, ANDREAS WURZ, URS PAULI, PHILIPP HÜBNER UND JÜRIG LÜTHY: Detection of cauliflower mosaic virus by the polymerase chain reaction: testing of food components for false-positive 35S-promotor screening results. Eur. Food Res. Technol. (2000) 210: 367-372
- [15] Methodensammlung des LAG: Real-time PCR zur quantitativen Bestimmung gentechnisch veränderter Rapslinien mit dem 35S/pat-Genkonstrukt
http://www.lag-gentechnik.de/dokumente/SOP_UAM_pat_quant_28032006.pdf
- [16] EHLERS, E. STRAUCH, M. GOLTZ, D. KUBSCH, H. WAGNER, H. MAIDHOF, J. BENDIEK, B. APPEL UND H.-J. BUKH: Nachweis gentechnischer Veränderungen in Mais mittels PCR. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Fachbereich Genetik, Gentechnik
<http://194.95.226.234/GENTEC/FORSCHUNG/MAISPCR.HTM>
- [17] Europäische Norm: DIN EN ISO 21570:2005 Lebensmittel – Verfahren zum Nachweis von gentechnisch modifizierten Organismen und ihren Produkten – Quantitative auf Nukleinsäure basierende Verfahren (Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Quantitative nucleic acid based methods), Anhang D.2 Ereignisspezifisches Verfahren zur relativen quantitativen Bestimmung der DNA der Maislinie MON 810 mit Real Time-PCR, Berlin: Beuth Verlag
- [18] European Commission, Community Reference Laboratory for GM Food and Feed: „Event-specific method for the quantitation of maize line MON863“ (modifiziert, qualitativer Nachweis)
<http://gmo-crl.jrc.it/summaries/MON863-WEB-Protocol-Validation.pdf>
- [19] W. E. WEBER, T. BRINGEZU, I. BROER, F. HOLZ U. J. EDER: Koexistenz von gentechnisch veränderten und konventionellem Mais - Ergebnisse des Erprobungsanbaus Körnermais 2004. Mais 2/2005, S. 62 – 64
- [20] J. EDER: Bericht zum Erprobungsanbau mit gentechnisch verändertem Mais in Bayern 2005, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 18/2006, ISSN 1611-4159
http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_21847.pdf
- [21] Zeitschrift Mais 2/2003



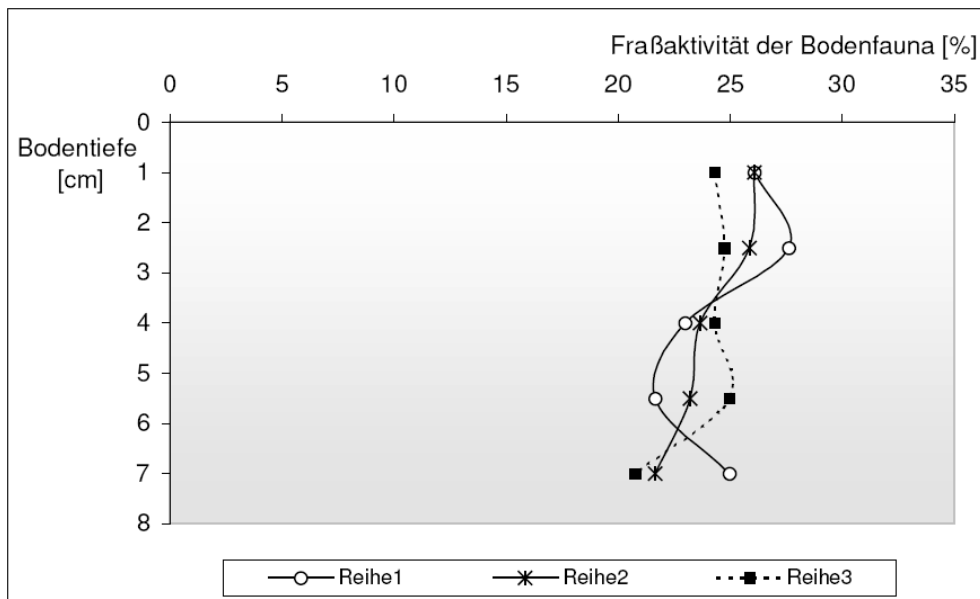
Reihe 1 = konventionelle Sorte unbehandelt
 Reihe 2 = konventionelle Sorte mit Insektizid
 Reihe 3 = Bt-Mais

Abbildung A-1: Fraßaktivitäten der Bodenfauna pro Woche in den Versuchsvarianten am Standort Köllitsch 2006



Reihe 1 = konventionelle Sorte unbehandelt
 Reihe 2 = konventionelle Sorte mit Insektizid
 Reihe 3 = Bt-Mais

Abbildung A-2: Fraßaktivitäten der Bodenfauna pro Woche in den Versuchsvarianten am Standort Köllitsch 2007, 1. Test

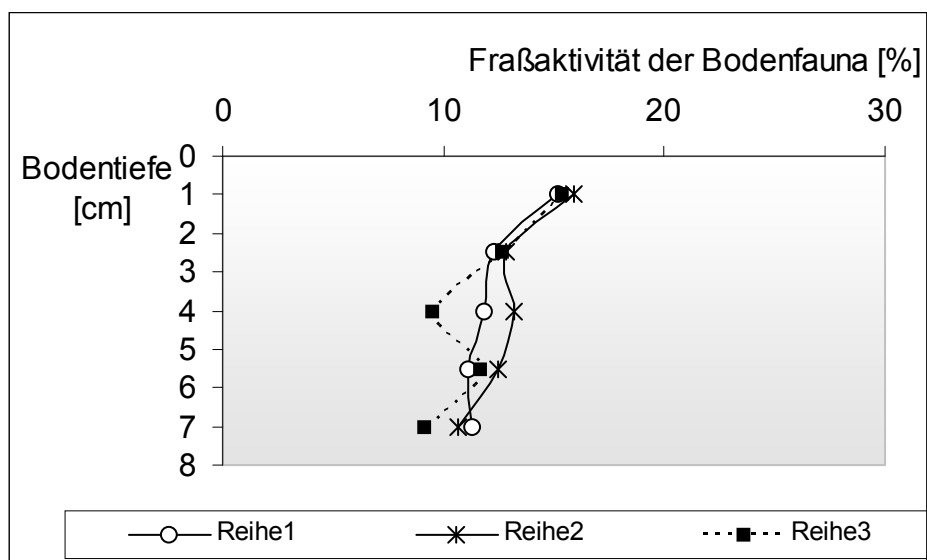


Reihe 1 = konventionelle Sorte unbehandelt

Reihe 2 = konventionelle Sorte mit Insektizid

Reihe 3 = Bt-Mais

Abbildung A-3: Fraßaktivitäten der Bodenfauna pro Woche in den Versuchsvarianten am Standort des Landwirtschaftsbetriebes 2, 2007



Reihe 1 = konventionelle Sorte unbehandelt

Reihe 2 = konventionelle Sorte mit Insektizid

Reihe 3 = Bt-Mais

Abbildung A-4: Fraßaktivitäten der Bodenfauna pro Woche in den Versuchsvarianten am Standort Köllitsch 2007, 2. Test

Tabelle A-1: Beifangauswertung Köllitsch 2006 (Determination durch Naturkundemuseum Leipzig)

Ort	Familie	Koch-Nr	Artbezeichnung	D	SN
Köllitsch Lichtfalle	Arctiidae	2-066	Arctia caja	V	
Köllitsch Lichtfalle	Arctiidae	2-049	Atolmis rubricollis	G	3
Köllitsch Lichtfalle	Arctiidae	2-042	Eilema complana		
Köllitsch Lichtfalle	Arctiidae	2-041	Eilema lurideola		
Köllitsch Lichtfalle	Arctiidae	2-044	Eilema lutarella	3	3
Köllitsch Lichtfalle	Arctiidae	2-054	Phragmatobia fuliginosa		
Köllitsch Lichtfalle	Arctiidae	2-058	Spilosoma lubricipeda		
Köllitsch Lichtfalle	Drepanidae	2-112	Drepana falcataria		
Köllitsch Lichtfalle	Drepanidae	2-116	Watsonalla binaria		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-282	Abraxas sylvatus		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-092	Aplocera plagiata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-350	Biston betularius		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-384	Bupalus piniarius		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-164	Catarhoe cuculata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-170	Costaconvexa polygrammata	3	2
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-022	Cyclophora albipunctata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-303	Ennomos erosaria		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-182	Epirrhoe alternata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-119	Eulithis pyraliata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-228	Eupithecia centaureata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-296	Hylaea fasciaria		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-073	Idaea aversata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-336	Itame brunneata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-284	Ligdia adustata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-283	Lomaspiis marginata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-316	Opisthograptis luteolata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-187	Perizoma alchemillatum		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-033	Scopula rubiginata		3
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-327	Semiothisa clathrata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-326	Semiothisa liturata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-021	Timandra griseata		
Köllitsch Lichtfalle	Geometridae	4-138	Xanthorhoe ferrugata		
Köllitsch Lichtfalle	Lasicampidae	2-101	Euthrix potatoria		
Köllitsch Lichtfalle	Limacodidae	2-181	Apoda limacodes		
Köllitsch Lichtfalle	Lymantiidae	2-087	Euproctis chrysorrhoea		
Köllitsch Lichtfalle	Lymantiidae	2-081	Leucoma salicis		
Köllitsch Lichtfalle	Lymantiidae	2-082	Lymantria dispar		
Köllitsch Lichtfalle	Lymantiidae	2-083	Lymantria monacha		
Köllitsch Lichtfalle	Lymantiidae	2-077	Orgyia antiqua		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-012	Acronicta aceris		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-016	Acronicta megacephala		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-104	Actinotia polyodon		3
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-040	Agrotis crassa	V	4
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-043	Agrotis exclamationis		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-038	Agrotis segetum		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-264	Amphipyra tragopoginis		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-273	Apamea monoglypha		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-278	Apamea remissa		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-414	Autographa gamma		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-077	Axylia putris		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-366	Calamia tridens		3
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-317	Caradrina morpheus		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-328	Celaena leucostigma		3
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-157	Cerapteryx graminis		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-342	Cosmia diffinis	2	1
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-020	Craniophora ligustri		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-384	Deltote bankiana		3
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-382	Deltote deceptor		

Ort	Familie	Koch-Nr	Artbezeichnung	D	SN
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-411	Diachrysia chrysitis		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-108	Discestra trifolii		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-391	Earias clorana		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-386	Emmalia trabealis	V	3
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-133	Hadena luteago	D	
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-368	Heliothis viriplaca		3
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-312	Hoplodrina octogenaria		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-334	Hydraecia micacea		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-338	Ipimorpha subtusa		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-114	Lacanobia suasa		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-415	Macdunnoughia confusa		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-107	Mamestra brassicae		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-160	Mythimna albipuncta		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-163	Mythimna conigera		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-169	Mythimna impura		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-161	Mythimna l-album		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-171	Mythimna pallens		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-173	Mythimna pudorina		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-158	Mythimna turca	V	3
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-097	Noctua fimbriata		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-096	Noctua pronuba		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-072	Ochropleura plecta		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-320	Paradrina clavipalpis		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-303	Phlogophora meticulosa		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-436	Rivula sericealis		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-265	Rusina ferruginea		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-006	Simyra albovenosa	V	2
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-301	Trachea atripicis		
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-388	Tyta luctuosa		3
Köllitsch Lichtfalle	Noctuidae	3-069	Xestia c-nigrum		
Köllitsch Lichtfalle	Notodontidae	2-142	Cerura erminea	V	2
Köllitsch Lichtfalle	Notodontidae	2-168	Clostera curtula		
Köllitsch Lichtfalle	Notodontidae	2-153	Notodonta ziczac		
Köllitsch Lichtfalle	Notodontidae	2-166	Phalera bucephala		
Köllitsch Lichtfalle	Notodontidae	2-151	Pheosia gnoma		
Köllitsch Lichtfalle	Notodontidae	2-164	Pterostoma palpinum		
Köllitsch Lichtfalle	Sphingidae	2-134	Hyles gallii	3	3
Köllitsch Lichtfalle	Sphingidae	2-124	Hyloicus pinastri		
Köllitsch Lichtfalle	Sphingidae	2-127	Laothoe populi		
Köllitsch Lichtfalle	Thaumetopoeidae	2-089	Traumatocampa pinivora		

Anmerkung:

- D: Deutschland
SN: Sachsen
V: zurückgehend, Art auf der Verwarnliste, noch ungefährdet
G: Gefährdung anzunehmen
1: vom Aussterben bedroht
2: stark gefährdet
3: gefährdet
4: potenziell gefährdet

Tabelle A-2: Nichtzielorganismen-Bonitur 2006 (Daten)

Tabelle 2: Nichtzielorganismen-Bonitur 2006 (Daten)

Behandlungstermin (Insektizidvariante): 13.07.2006

Boniturdatum: 27.07.2006 (BBCH 71)

Befallshäufigkeit (BH): Anzahl besiedelter Pflanzen

	n=50	n=50	n=50	n=150	n=50	n=50	n=50	n=150	n=50	n=50	n=50	n=150
	1a	1b	1c	konventionelle Sorte unbehandelt	2a	2b	2c	konventionelle Sorte mit Insektizid	3a	3b	3c	Bt-Mais
Blattläuse	9	4	2	10,0%	3	4	1	5,3%	8	5	2	10,0%
Marienkäfer (Adulte/Larven)	3	3	5	7,3%	4	1	2	4,7%	3	1	3	4,7%
Schwebfliegen (Adulte/Larven)	0	0	0	0,0%	0	0	0	0,0%	0	0	0	0,0%
Florfliegen (Adulte/Larven)	5	3	4	8,0%	4	1	2	4,7%	3	0	1	2,7%
Florfliegeneier	3	14	10	18,0%	16	13	14	28,7%	18	12	16	30,7%
Thripse (Adulte)	44	17	24	56,7%	34	4	5	28,7%	4	5	7	10,7%
andere (Wanzen etc.)	40	39	35	76,0%	34	36	33	68,7%	44	18	40	68,0%

Befallsstärke (BS): Anzahl Blattläuse/Pflanze

	n=50	n=50	n=50	n=150	n=50	n=50	n=50	n=150	n=50	n=50	n=50	n=150
	1a	1b	1c	konventionelle Sorte unbehandelt	2a	2b	2c	konventionelle Sorte mit Insektizid	3a	3b	3c	Bt-Mais
Blattläuse	17	10	2	0,2	4	6	2	0,1	18	13	3	0,2

Tabelle A-3: Nichtzielorganismen-Bonitur 2007 (Daten)

Tabelle 3: Nichtzielorganismen-Bonitur 2007 (Daten)

Behandlungstermin (Insektizidvariante): 18.07.2007

Boniturdatum: 30.07.2007 (BBCH 71)

Befallshäufigkeit (BH): Anzahl besiedelter Pflanzen

	n=25	n=25	n=25	n=75	n=25	n=25	n=25	n=75	n=25	n=25	n=25	n=75
	1a	1b	1c	konventionelle Sorte unbehandelt	2a	2b	2c	konventionelle Sorte mit Insektizid	3a	3b	3c	Bt-Mais
Blattläuse	10	7	13	40%	14	15	11	53%	9	7	12	37%
Marienkäfer (Adulte/Larven)	2	3	4	12%	4	4	2	13%	3	4	3	13%
Schwebfliegen (Adulte/Larven)	1	2	3	8%	1	2	2	7%	1	0	1	3%
Florfliegen (Adulte/Larven)	2	1	3	8%	2	1	2	7%	1	0	1	3%
Florfliegeneier	14	14	10	51%	9	14	11	45%	13	8	14	47%
Thripse (Adulte)	3	4	3	13%	1	4	2	9%	3	0	1	5%
andere (Wanzen etc.)	18	21	19	77%	15	20	21	75%	18	22	21	81%

Befallsstärke (BS): Anzahl Blattläuse/Pflanze

	n=25	n=25	n=25	n=75	n=25	n=25	n=25	n=75	n=25	n=25	n=25	n=75
	1a	1b	1c	konventionelle Sorte unbehandelt	2a	2b	2c	konventionelle Sorte mit Insektizid	3a	3b	3c	Bt-Mais
Blattläuse	25	16	32	1,0	48	56	29	1,8	30	11	23	0,9

Tabelle A-4: Flächenmonitoring 2006

Schlagnummer nach LfL	ha	MZ-Befall 1.Bonitur	MZ-Befall 2.Bonitur	Sorte	Ackerzahl	Aussaattermin	Maisbeulenbrand zur 2. Bonitur	Bemerkungen
1	5	10%	14%	MANATAN	72	08.05.06	6%	Samtpappel im Bestand
2	21	8%	16%	MANATAN	60	29.04.06	14%	
3	3	10%	10%	LAPIS	72	29.04.06	4%	
4	3	0%	0%	PALERMO	23	01.06.06	0%	BBCH 24.08. 59-71 !
5	7	6%	geerntet	LAPIS	35	28.04.06	geerntet	
6	1	6%	geerntet	LAPIS	23	28.04.06	geerntet	Kolben <10 cm, Wuchshöh 0,5-1,6m Ende August
7	40	24%	36%	SILENO	26	27.04.06	40%	
8	20	0%	2%	MANATAN/GODLASKA	29	30.04.06	24%	
9	23	40%	46%	NATHAN	60	26.04.06	6%	
10	22	-	28%	Sortendemo	60	02.05.06	6%	
11	5	34%	42%	BANGUY	60	08.05.06	8%	
12	40	38%	30%	CLAUDIA/CENTER	29	05.05.06	26%	starker Maisrostbefall, geringe Wuchshöhe
13	10	26%	24%	KUIRAS	29	05.05.06	28%	
14	10	2%	12%	RAMIRO	32	11.05.06	*8%	
15	10	24%	22%	CARELI	33	09.05.06	22%	
16	25	42%	42%	KUIRAS	74	04.05.06	18%	
17	12	24%	22%	AXELLE	58	18.04.06	8%	
18	26	57%	52%	SILENO	71	25.04.06	40%	
19	13	62%	60%	ROMARIO	62	26.04.06	10%	
20	9	34%	34%	DELTASTAR	62	24.04.06	24%	
21	7	16%	32%	DELTASTAR	68	24.04.06	20%	
22	2	32%	40%	BENICIA	65	24.04.06	18%	
23	2	18%	22%	FLAVI	60	23.04.06	8%	
24	2	28%	26%	FLAVI	60	23.04.06	6%	
25	2	32%	32%	FLAVI	60	23.04.06	8%	
26	6	24%	30%	FLAVI	60	23.04.06	10%	
27	14	22%	20%	MONUMENTAL	32	26.04.06	20%	

Fortsetzung Tabelle A-4

Schlag- nummer nach LfL	ha	MZ-Befall 1.Bonitur	MZ-Befall 2.Bonitur	Sorte	Ackerzahl	Aussaattermin	Maisbeulen- brand zur 2. Bonitur	Bemerkungen
28	68	17%	16%	FLAVI (47), BENICIA (21)	70	18.04.06	6%	
29	4	20%	28%	GOLDASKA	80	04.05.06	10%	
30	4	4%	8%	MANATAN	80	04.05.06	4%	
31	52	23%	28%	BANGUY	80	18.04.06	12%	
32	6	8%	14%	BANGUY	75	08.05.06	22%	
33	23	26%	32%	BANGUY	72	08.04.06	8%	
34	15	28%	18%	BENICIA	75	23.04.06	32%	
35	8	14%	20%	BENICIA	50	24.04.06	62%	
36	26	11%	14%	BANGUY	40	24.04.06	40%	starker Maisrostbefall
37	12	48%	54%	BANGUY	35	24.04.06	18%	
38	7	6%	10%	BAINO	62	25.04.06	12%	
39	51	32%	48%	SILENO	69	20.04.06	16%	Hirse mit Brandpilzen im Bestand
40	6	24%	22%	PR 39 G12	75	04.05.06	10%	
41	2	46%	66%	LUKAS	42	25.04.06	8%	
42	14	10%	12%	BENICIA	78	20.04.06	36%	
43	2	34%	38%	k.A.	k.A.	k.A.	4%	
44	9	22%	28%	BANGUY	30	04.04.06	50%	
45	13	36%	32%	CABALLERO	25	25.04.06	46%	
46	14	5%	16%	DKC3420	62	03.05.06	32%	
47	2	10%	18%	RAMIRO	53	10.05.06	4%	
48	15	8%	14%	BENICIA	75	26.04.06	42%	
49	14	74%	geerntet	BENICIA	65	24.04.06	22%	
50	20	keine	6%	Ramiro	21	19.05.06	26%	
51	12	keine	0%	CLAUDIA	26	25.05.06	10%	
739		ha ge- samt						
52	14	0%	0%	DKC 3421 YG			44%	Daten Praxisbetrieb außerhalb des Monitoringgebietes
53	9	34%	28%	DKC3420			38%	

Tabelle A-5: Maiszünslerbefall im GVO-Versuchsgebiet 2007

Schlag- Nummer nach LfL	ha	Selbstfolge (Mais nach Mais)/ GVO	MZ-Befall	Insektizid- behandlung	BBCH zu Flug- beginn	Wuchshöhe zu Flug- beginn (cm)
1	2		26%	-	33	100
2	12		36%	-	35	180
3	2		22%	-	18	60
4	20		14%	-	35	120
5	32		76%	-	51	180
6	2		36%	-	51	180
7	14		46%	-	51	180
8	4		28%	-	37	190
9	15	MM	54%	-	51	190
10	52	MM	30%	-	63	190
11	24		26%	-	36	170
12	8		20%	-	51	170
13	5	MM	38%	-	51	210
14	6	MM	52%	-	51	200
15	9	MM	40%	-	53	150
16	18		4%	-	33	150
17	20		4%	-	34	160
18	18		4%	-	18	30
19	12		10%	-	32	80
20	7		52%	-	51	175
21	7		34%	-	33	80
22	8		44%	-	53	185
23	2		88%	-	53	180
24	10		6%	-	33	80
25	8		14%	13.7.07	51	185
26	2		0%	14.7.07	51	170
27	30		16%	-	34	110
28	36		4%	-	51	180
29	3		4%	-	33	150
30	3		2%	-	53	190
31	7		76%	-	51	200
32	12	MM	38%	-	35	180
33	12		54%	-	51	190
34	41		58%	-	35	150
35	18		14%	-	15	30
36	22		Ø 9%	-	verschiedene Aussaattermine	
37	16		12%	-	37	180
38	72		14%	-	32	80
39	8		16%	-	*	
40	11	MM	32%	-	34	140
gesamt:		610				
41	1		16%	25.06.07	Schlag außerhalb des Monito- ringgebietes	
	1		4%			
	45	GVO	0%			

* siehe detaillierte Bonitur Sortendemonstration des LVG Köllitsch

Tabelle A-6: Erfassungsbogen

Erfassungsbogen für die ökonomische Bewertung des Bt-Maisanbaus					
Betrieb, Rechtsform					
Straße					
PLZ, Ort					
Telefon/Fax/E-Mail					
Ansprechpartner					Datum:
Auswertungsjahr/Ernte					
Standortbeschreibung					
Entstehung (Lö, D, V, Al)		mittl. Jahrestemperatur ° C			
mittlere Ackerzahl		Jahresniederschlag mm			
Bemerkungen/Besonderheiten					
Leistungsberechnung der Varianten					
Fruchtart					
Bewirtschaftung (z.B. pfluglos)					
Vergleichsvarianten					
Sorte/Typ					
Fläche	ha				
Zünlserbefall	%				
Erträge / Qualität					
Bruttoertrag (feucht/FM)	dt/ha				
Erntefeuchte (KM)	%				
Nettoertrag (Basisfeuchte/TM)	dt/ha				
z.B. Futterwert ...					
z.B. Silage/Verluste					
Preise / Bewertung					
Körnermais	EUR/dt				
Leistung					
Marktleistung	EUR/ha				
Sonstige Leistungen	EUR/ha				
Summe Leistungen	EUR/ha				

Fortsetzung Tabelle A-6:

Erfassungsbogen für die ökonomische Bewertung des Bt-Maisanbaus									
Direktkosten der Varianten									
Saatgut									
Aussaatsmenge	E/ha, kg/ha								
Zukaufspreis	EUR/dt, E								
Kosten	EUR/ha								
Düngemittel									
mineralischer Dünger									
Stickstoff (N)	kg/ha								
Phosphat (P2O5)	kg/ha								
Kali (K2O)	kg/ha								
.....	kg/ha								
.....	kg/ha								
.....	kg/ha								
Mineraldünger		N	P2O5	K2O					
Preise	EUR/kg								
Kosten	EUR/ha								
organischer Dünger + TS-Angabe									
z.B. Rindergülle, 8% TS	m³/ha, t/ha								
Organische Dünger									
Preise/Bewertung	EUR/Einh.								
Kosten	EUR/ha								
Pflanzenschutzmittel Mittel/Maßnahmen einzeln auflühren, Mischungen mit Klammer kennzeichnen									
Mittel	€/Einheit	l, ml, g, kg/ha	l, ml, g, kg/ha	l, ml, g, kg/ha	l, ml, g, kg/ha	l, ml, g, kg/ha	l, ml, g, kg/ha	l, ml, g, kg/ha	l, ml, g, kg/ha
Kosten gesamt	EUR/ha								
Hagelversicherung	EUR/ha								
Trocknung									
Ausgangsfeuchte	%								
Kosten	EUR/dt								
Kosten	EUR/ha								
sonstige Direktkosten (Beiträge, Gebühren für Reinigung, Beprobung, Verwaltung ...)									
	EUR/ha								
	EUR/ha								
	EUR/ha								
Direktkosten ges.	EUR/ha								

Tabelle A-7: Ökonomische Ergebnisse Praxisbetriebe Körnermais 2007

Kennzahl	ME	Variante 1 konventionelle Sorte unbehandelt	Variante 2 konventionelle Sorte mit Insektizid	Variante 3 Bt-Mais	Variante 1 konventionelle Sorte unbehandelt	Variante 3 Bt-Mais	Variante 1 konventionelle Sorte unbehandelt	Variante 3 Bt-Mais
Bewirtschaftung mit Pflug								
Betrieb		2	2	2	3	3	5	5
Zünslerbefall	%	16	4	0	20	0	12	0
Leistung								
Bruttoertrag	dt/ha	119,8	125,6	127,9	110,0	115,0	105,7	140,1
TS-Gehalt	%	60,8	60,8	61,3	68,5	72,3	71,3	68,5
Körnermais-Ertrag	dt/ha	84,7	88,8	91,2	87,6	96,7	88,7	112,9
Preis	€/dt	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Marktleistung	€/ha	1.694	1.776	1.824	1.752	1.934	1.774	2.258
Saatgut								
Aussaatmenge	Einh./ha	1,44	1,44	1,44	1,70	1,70	0,9	0,9
Zukaufspreis	€/Einh.	67,50	67,50	80,50	56,00	80,00	105,60	148,00
Saatgutkosten	€/ha	97	97	116	95	136	95	133
Düngemittel								
Mineraldünger - N	kg/ha						58	85
Mineraldünger - P ₂ O ₅	kg/ha				60	60	50	50
Mineraldünger	€/ha				29	29	63	82
Gülle	m ³ /ha	27	27	27				
Stallmist	t/ha	25	25	25	25	25	25	25
Düngemittelkosten	€/ha	0	0	0	29	29	63	82
Pflanzenschutzmittel								
Herbizide	l/ha	3,125	3,125	3,125	2,13	2,13	0,44	0,44
Insektizid (Steward)	kg/ha		0,125					
PSM-Kosten	€/ha	48	77	48	41	41	57	57
Hagelversicherung	€/ha				2	2		
Summe Direktkosten	€/ha	145	175	164	166	207	215	272
Arbeitserledigung								
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	6,23	6,26	6,27	in Maschinenkosten enthalten		6,07	6,27
GVO-Mehraufwand *	Akh/ha			0,55		0,38		0,25
Personalkosten (11 €/Akh)	€/ha	69	69	75		4	67	72
Maschinenkosten / Lohnarbeit	€/ha	517	529	524	422	422	392	399
Summe Arbeitserl.kosten	€/ha	585	598	599	422	426	458	471
Summe Verfahrenskosten	€/ha	730	773	763	588	633	673	743
DAL **	€/ha	964	1.003	1.061	1.164	1.301	1.101	1.515
Differenz	€/ha	0	40	97	0	137	0	415

* Reinigung Sä- und Erntetechnik, Antragstellung, Organisation

** Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung

Tabelle A-8: Ökonomische Ergebnisse Praxisbetriebe Silomais 2007

Kennzahl	ME	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 3 Bt-Mais	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 3 Bt-Mais	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 3 Bt-Mais	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 3 Bt-Mais	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 3 Bt-Mais	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 3 Bt-Mais
Betrieb		1	1	4	4	6	6	7	7	8	8	9	9
Zünslerbefall	%	8	0	58	0	6	0	44	0	44	0	20	0
Erträge													
Bruttoertrag Frischmasse	dt/ha	362	395	340	400	311	335	437	484	347	368	459	565
TS-Gehalt	%	39,8	37,0	37,6	33,1	43,8	42,3	35,2	39,4	33,8	33,1	35,6	33,5
Bruttoertrag Trockenmasse	dt/ha	144	146	128	132	136	142	154	191	117	122	163	189
Sonstige Leistungen	€/ha	131	131					86	86				
Saatgut													
Aussaatzmenge	Einh./ha	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,75	1,75	1,70	1,70
Zukaufspreis	€/Einh.	63,00	145,50	67,00	80,00	51,00	80,50	65,00	87,50	61,50	81,00	71,00	85,00
Saatgutkosten	€/ha	113	262	121	144	92	145	117	158	108	142	121	145
Düngemittel													
Mineraldünger - N	kg/ha	42	42	22	22	48	48	99	99	56,7	56,7	61	61
Mineraldünger - P ₂ O ₅	kg/ha			54	54	71	71	46	46			45	45
Mineraldünger - K ₂ O / S	kg/ha			/ 14	/ 14	40	40						
Mineraldünger	€/ha	34	34	51	51	77	77	86	86	41	41	97	97
Gülle	m ³ /ha	15	15	20	20	20	20						
Stallmist	t/ha	30	30	3	3	45	45	25	25	20	20	20	20
Düngemittelkosten	€/ha	34	34	51	51	77	77	86	86	41	41	97	97
Pflanzenschutzmittel													
Roundup	l/ha	2,00	2,00							6,00	6,00		
Herbizide	l/ha	1,30	1,30	0,15	0,15	2,72	2,72	3,00	3,00	3,50	3,50	3,30	3,30
PSM-Kosten	€/ha	58	58	57	57	66	66	54	54	59	59	66	66
Sonstige Direktkosten	€/ha	32	32			31	31					25	25
Summe Direktkosten	€/ha	237	385	229	252	265	318	257	297	208	242	308	332
Arbeitsleistung													
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	12,01	12,51	9,27	10,07	9,80	9,95	8,90	9,17	7,16	7,26	9,82	10,22
GVO-Mehraufwand *	Akh/ha		0,15		0,15		0,15		0,10		0,30		0,90
Personalkosten (11 €/Akh)	€/ha	132	139	102	112	108	111	98	102	79	86	108	122
Maschinen / Lohnarbeit	€/ha	510	517	478	502	760	777	486	496	397	401	495	530
Summe Arbeitserl.kosten	€/ha	642	656	580	614	868	888	584	598	476	486	603	653
Summe Verfahrenskosten	€/ha	879	1.041	809	866	1.133	1.207	841	895	683	728	912	985
Verfahrenskosten	€/dt TM	6,10	7,12	6,33	6,54	8,31	8,51	5,46	4,70	5,83	5,98	5,58	5,21
Differenz	€/dt TM	0	1,02	0	0,21	0	0,20	0	-0,77	0	0,15	0	-0,37

* Reinigung Sä- und Erntetechnik, Antragstellung, Organisation

10 Bildanhang



Bild 1: Schlag 138 „Am Park“, 06/2006



Bild 2: Aussaat. 05/2006



Bild 3: Aufgang der Saat 05/2006



Bild 4: Aufgang der Saat 05/2006



Bild 5: Lichtfalle, 06/2006



Bild 6: Maiszünsler Weibchen



Bild 7: Maiszünsler Männchen



Bild 8: Insektizidausbringung, 07/2006



Bild 9: Insektizidausbringung, 07/2006



Bild 10: Bestandesentwicklung, 07/2006

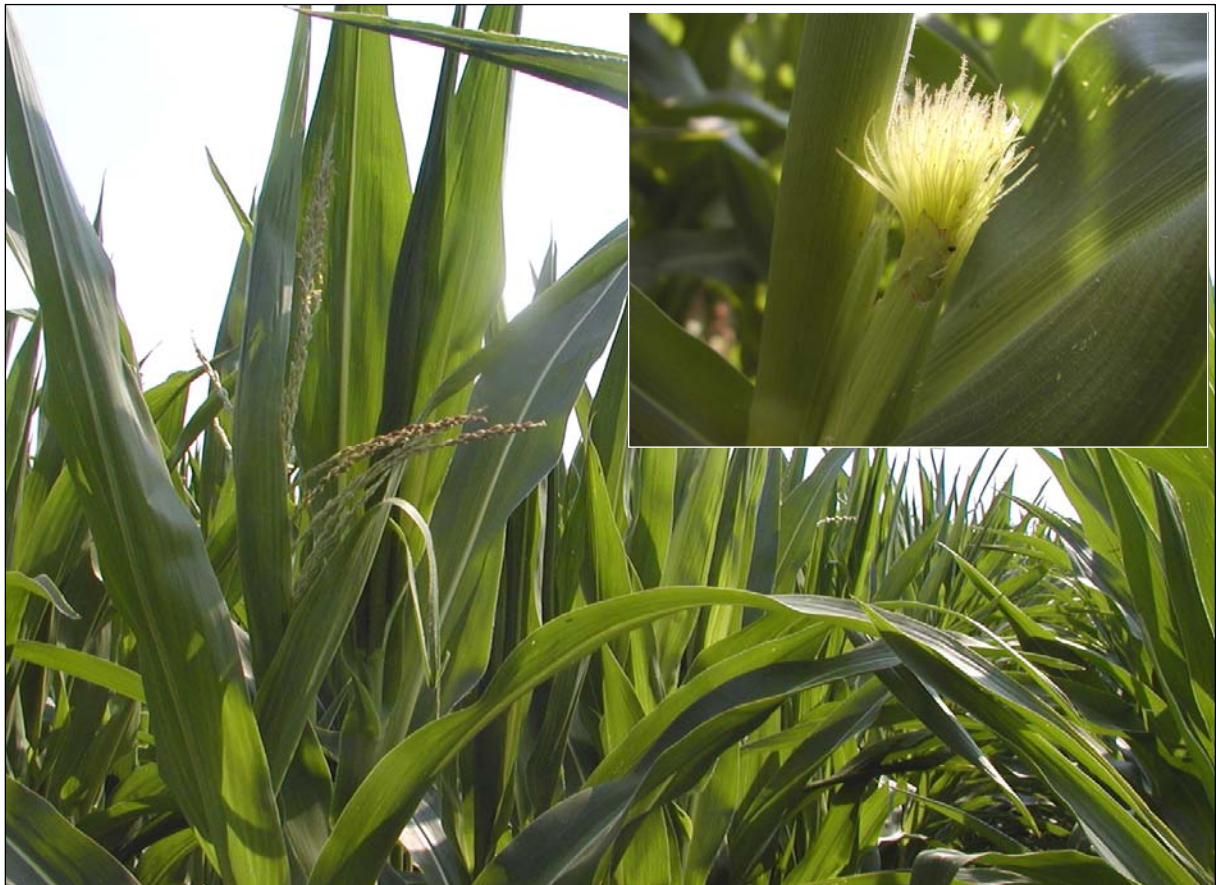


Bild 11: Blüte, 07/2006



Bild 12: Bestandentwicklung, 09/2006



Bild 13: Probenahme zur Auskreuzung, 09/2006



Bild 14: Probenahme zur Auskreuzung,
09/2006



Bild 15: Feldbegehung 09/2006



Bild 16: Bt-Mais Kolben zur Ernte,
10/2006



Bild 17: Proben zur Untersuchung der
Auskreuzung



Bild 18:
Entkörnen der
Maiskolben, 10/2006



Bild 19:
Parzellenmähdrescher
11/2007



Bild 20: Mähdrusch, 11/2007



Bild 21: beerntete Parzelle, 11/2007



Bild 22: Silierung in Schläuchen, 11/2007



Bild 23: getrennte Silolagerung in Schläuchen (vorn Bt-Mais)



Bild 24: Versuchsfeld nach der Ernte, 10/2006



Bild 25: Ausbringung Köderstreifen



Bild 26:
Anlage der Köderstreifen unter Schutz gegen Wildschweine



Bild 27: Köderstreifen zur Auswertung



Bild 28: Versuchsfeld nach dem Mulchen, 12/2006



Bild 29: Pflanzenreste nach dem Mulchen



Bild 30: Silierung in Schläuchen (Laborproben)

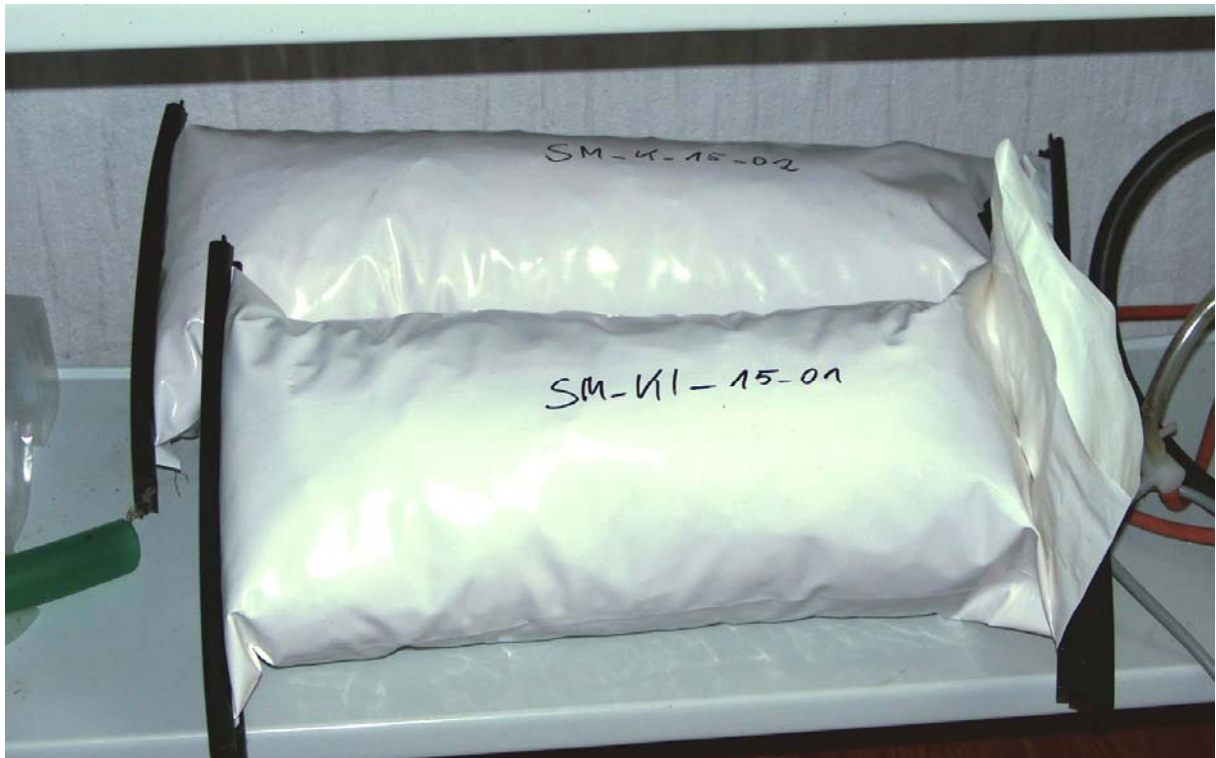


Bild 31: Silierung der Proben im Labor



Bild 32: Typische Befallssymptome durch
Jungraupen des Maiszünslers
(Lochfraß)



Bild 33: Bohrmehl des Maiszünslers am
Stängel



Bild 34: Symptome am Maiskolben



Bild 35: Fraß des Maiszünslers durch die
Lieschblätter



Bild 36:
Schaden am unreifen
Maiskolben



Bild 37:
Fusariumbefall nach
Maiszünslersfraß



Bild 38: geschädigter Bestand durch herunter gebrochene Stängel



Bild 39: Jungraupen der zweiten Generation am erntereifen Mais, 09/2006

Bildnachweis

Schubert, Rolf; Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Nossen:

Bild 2, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31

Lehr- und Versuchsgut der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Köllitsch:

Bild 1

Kühne, Angela; Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden:

Bild 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 32, 33, 34, 35, 36,
37, 38, 39

Impressum

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden
Internet: www.landwirtschaft.sachsen.de/ff/publikationen/
- Autoren:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung
Prof.* Dr. Christian Schiefer, Rolf Schubert, Birgit Pölitz, Angela Kühne,
Dr. Karsten Westphal, Dr. Olaf Steinhöfel, Annette Schaeerff
Waldheimer Strasse 219
01683 Nossen
Telefon: 035242 63-205
Telefax: 035242 63-218
E-Mail: Christian.Schiefer@smul.sachsen.de
*Naturwissenschaftliche Universität Wroclaw (Breslau)/ PL
- Redaktion:** siehe Autoren
- Endredaktion:** Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Anne-Christin Matthies-Umhau, Ramona Scheinert, Matthias Löwig
Telefon: 0351 2612-345
Telefax: 0351 2612-151
E-Mail: anne-christin.matthies@smul.sachsen.de
- ISSN:** 1861-5988
- Redaktionsschluss:** Juni 2008

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.