

# Agro

## Ökonomischer Nutzen von Bt-Mais ist relativ

Daniel Wolf und Gregor Albisser Vögeli, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen  
Auskünfte: Daniel Wolf, E-Mail: daniel.wolf@art.admin.ch, Tel. +41 52 368 31 31

**D**er ökonomische Nutzen von gentechnisch verändertem, insektenresistentem Mais, auch Bt-Mais genannt, ist relativ. Dies zeigt eine von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART erfolgte Literatur-Review. Diese fasste Erfahrungen zur Wirtschaftlichkeit von Bt-Mais jener EU-Länder, in denen ein kommerzieller Anbau stattfindet, zusammen. Die Ergebnisse zeigen, dass Bt-Mais nicht per se Mehrerträge liefert. Der ökonomische Nutzen ist in Relation zum jeweiligen Maiszünsler-Befall zu betrachten. Bei hohem bis sehr hohem Befall sind Mehrerträge bis 15 Prozent erreichbar. Bei niedrigem und mittlerem Befall bleiben hingegen konventionelle Maishybride bei entsprechender Sortenwahl überlegen.

Dank Bt-Mais ist es zwar möglich Insektizide einzusparen, allerdings beschränkte sich deren Einsatz bis anhin auf wenige Betriebe. Zudem liegt der Saatgutpreis für Bt-Mais um etwa einen Drittel höher. Mehrerlöse beziehungsweise eine Reduktion der Futterkosten können jedoch dann erreicht werden, wenn bei hohem bis sehr hohem Maiszünsler-Befall der Mehrertrag von Bt-Mais die höheren Saatgut-Kosten übersteigt. Die Studie berücksichtigt die Kosten und Aufwendungen für Koexistenz-Massnahmen nicht. Aufgrund anderer Strukturen, Preisniveaus und Befallsrisiken in der Schweiz können die Ergebnisse nur bedingt auf schweizerische Verhältnisse übertragen werden.

Am 27.11.2005 wurde die Initiative für ein fünfjähriges Gentech-Moratorium vom Schweizer Stimmvolk angenommen. Bis Ende 2010 ist somit der kom-

merzielle Anbau gentechnisch-veränderter Pflanzen (GVP) untersagt. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 59 (NFP 59) wurden Untersuchun-

gen zu GVO-Fragestellungen initiiert, unter anderem eine Literaturanalyse zur Wirtschaftlichkeit von GVP. Der vorliegende Artikel stellt Ergebnisse der gegen den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) resistenten Maissorten (Bt-Mais) vor. Die Auswertung beruht auf ökonomischen Analysen des kommerziellen GVP-Anbaus in einigen EU-Ländern; vergleichend werden Erfahrungen aus den USA hinzugezogen. Es sind die monetären Auswirkungen der direkten Nutzen- und Kostenfaktoren dargestellt, um erste Rückschlüsse auf die Rentabilität des Bt-Mais in der Schweiz zu ziehen.

### Quantität und Qualität entscheidet

Wichtige Argumente für den Anbau von Bt-Mais ist das Potenzial für Mehrerträge, Einsparungen bei der Maiszünsler-Kontrolle und geringere Mykotoxinbelastungen des Ernteguts im Vergleich zu konventionellen Maissorten. Auf diese Aspekte soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Ein möglicher Mehrertrag kann einen potenziellen Mehrgewinn bedeuten. Die Literatur zeigt jedoch ein unterschiedliches Bild bezüglich der Ertragsdifferenzen (Tab. 1). Hierfür gibt es mehrere Ursachen. Bt-Maissorten erbringen nicht per se einen Mehrertrag, da die Maiszünsler-Resistenz bisher nicht in Höchstleistungssorten implementiert wurde (Benbrook 2001a und Eder 2007a). Konventionelle Höchstleistungshybride



Abb. 1. Ob sich der Anbau von Bt-Mais in der Schweiz rentiert, ist von vielfältigen Faktoren abhängig und muss einzelbetrieblich entschieden werden. (Foto: Robert Meier, Agroscope ART)

# Schafft

**Tab. 1. Ertragsunterschiede von Bt- und konventionellen Körnermais in Deutschland (D), Tschechien (CZ), Frankreich (F) und Spanien (E)**

Land	Befall*	Δ Ertrag*	Bemerkungen	Quelle
<b>Ertragsermittlungen in Feldversuchen</b>				
D	+ bis ++	↓ bis →	unterdurchschnittliche bis mittlere Erträge von Bt-Maissorten; Landessortenversuche des bayerischen Landesamtes für Landwirtschaft, im Jahresvergleich überdurchschnittlicher Maiszünsler-Befall; Versuchsjahre: 2005–2007	Eder 2007a; Eder 2007b
D	+ bis ++	→	keine signifikanten Ertragsunterschiede, tendenziell geringerer Ertrag als konv. insektizidbehandelter Mais und gleicher bis tendenziell höher Ertrag als unbehandelte Sorte; Befall bei 16–32 %; Feldversuch mit isogen gleichen Sorten der Sächs. Landesanstalt f. Landw., Versuchsjahre: 2006–2007	Schiefer <i>et al.</i> 2008
D	+++	↑	Im Mittel +14 bis +15 %; Feldversuche der Saatgutfirmen Pioneer, Monsanto, Syngenta im Rheintal und im Oderbruch; Versuchsjahre: 2000–2002	Degenhardt <i>et al.</i> 2003
CZ	k.A.	↓ bis ↑	niedrigste Bt-Maisertrag –8 % zu bestem konv. Ertrag, aber +3 % zu gleicher nicht-gv Sorte; beste Bt-Maissorte +8 % zu bester konv. Maissorte; konv. Mais mit Trichogramma behandelt; Feldversuche des Landw. Forschungsinstitut der CZ; Versuchsjahre: 2004–2005	Povolny & Vacek, 2006 in Daems <i>et al.</i> 2007
CZ	k.A.	↑	Im Mittel 8–9 %; Feldversuch von Monsanto; unveröffentlichte Daten; Versuchsjahr: 2005	Monsanto, 2006 persönl. Mit. in Daems <i>et al.</i> 2007
F	+ bis +++	↑	Im Mittel +9 % über alle Regionen (+5 % bei leichtem und +11 % bei starkem Befall); Feldversuche vom Institut Arvalis und der Maisbauernvereinigung AGPM; Versuchsjahre: 2005–2006	AGPM und Arvalis 2006
F	+++	↑	Im Mittel +5 bis +17 % über alle Regionen und Jahre; Feldversuche von Monsanto; Versuchsjahre: 1997–2003	Grenouillet (Monsanto), 2006 in Brookes 2007
F	+ bis +++	↑	Im Mittel +12 % (+2 % bei leichtem, +10 % bei mittlerem und +15 % bei starkem Befall); Feldversuche von Monsanto in verschiedenen Regionen; unveröffentlichte Daten; Versuchsjahr: 2006	Monsanto, 2007, persönl. Mit. in Brookes 2007
E	++ bis +++	↑	Im Mittel +6 % (+3 bis +13 % je nach Region); Feldversuche von Syngenta in verschiedenen Regionen; Versuchsjahr: 1997	Alcalde, 1999 in Brookes 2002
E	+++	↑	Im Mittel +10 %; Feldversuche von Monsanto in verschiedenen Regionen; unveröffentlichte Daten; Versuchsjahre: 2003–2006	Monsanto, 2007, persönl. Mit. in Brookes 2007
<b>Ertragsschätzungen</b>				
D	+ bis +++	↑	+4 bis +21 % zu konv. unbehandelten Sorten; allerdings nur zum Teil isogen gleiche Sorten und bei unterschied. Standortbedingungen der Felder; Befall bei 6–58 %; ohne Koexistenzkosten; Erhebung auf 9 Praxisbetrieben durch Sächs. Landesanstalt f. Landw., Versuchsjahre: 2006–2007	Schiefer <i>et al.</i> 2008
E	+ bis +++	→ bis ↑	Im Mittel +5 % (je nach Region und Jahr; 0 % bis +12 %); Grundlage: 400 Interviews mit Landwirten; EU-Untersuchung; Untersuchungsjahre: 2002–2004	Gomez-Barbero und Rodriguez-Cerezo 2007
E	+++	↑	Im Mittel +10 %/+15 % (+5 bis +20 %/+10 bis +40 %) zu konv. insektizid-/ unbehandeltem Mais; unveröffentlichte Umfrage unter Landwirten der Maisanbauvereinigung AGPME; Untersuchungsjahre: 1998–2001	AGPME, 2002, persönl. Mit. in Brookes 2002

\*Maiszünsler-Befall: niedrig = +, mittel = ++, hoch = +++; Δ Ertrag von Bt-Mais: negativ = ↓, neutral = →, positiv = ↑; k.A. = keine Angabe

besitzen teils höhere Ertragspotenziale, so dass sie bei leichtem bis mittleren Maiszünsler-Befall ausgeglichene und sogar höhere Erträge erzielen. Ertragsunterschiede treten erst bei hohem bis sehr hohem Maiszünsler-Befall auf. Eine allgemeine Ertragssteigerung ist bei Bt-Mais-Anbau nicht zu erreichen, jedoch die Verminderung möglicher Ertragsverluste (Eder 2007a, Eder 2007b, Nischwitz *et al.* 2004, Brookes 2002, Benbrook 2001b, Europäische Kommission 2000). Die Ertragsdifferenzen sind relativ, denn die Erträge von konventionellem und Bt-Mais sind abhängig vom jeweiligen Maiszünsler-Befall. Sie variieren nach Anbauregion, Jahreswitterung, Fruchtfolge, Insektizidanwendung und anderen die Maiszünsler beeinflussenden Faktoren (Gomez-Barbero und Rodriguez-Cerezo 2007, Brookes 2002). Weitere Aspekte sind die zum Vergleich herangezogenen konventionellen Maissorten<sup>1</sup> und die jeweilige Datenherkunft (häufig beruhen die Ergebnisse auf Ertragsschätzungen durch Landwirte oder staatlichen Stellen). Ferner werden des öfteren Daten aus nur einem Anbaujahr beziehungsweise nur aus Regionen mit starkem Befallsdruck genannt. Eine Verallgemeinerung

<sup>1</sup>Exaktvergleiche können eigentlich nur mit isogen gleichen Sorten (ausser des Bt-Gens) mit gleichen Standort- und Anbaubedingungen stattfinden, welche in der Praxis kaum gegeben sind. Hervorzuheben ist hier der Feldversuch der Sächsischen Landesanstalt (Schiefer *et al.* 2008; s. Tab 1 und Tab. 2).

der Ergebnisse kann daher nur bedingt erfolgen.

Viele Landwirte in den USA nutzen Bt-Mais bei ungewissem Maiszünsler-Befall oder erwarteten hohen Maispreisen als Ertragsausfallversicherung (Fernandez-Cornejo und McBride 2002). Aufgrund der geringen Frassschäden durch *O. nubilalis* an Bt-Mais sind die Eintrittsstellen für Sekundärparasiten (besonders Pilze) verringert. So ist bei Bt-Mais im Erntegut ein niedrigerer Mykotoxingehalt festzustellen (Magg *et al.* 2003, Papst *et al.* 2005). Bei niedrigem bis mittlerem Befall sind jedoch keine Unterschiede festzustellen (Schiefer *et al.* 2008). Eine monetäre Bewertung der verbesserten Qualität liegt bisher nicht vor.

### Nur wenige setzen Insektizide ein

Als weiterer Nutzen von Bt-Mais werden mögliche Einsparungen von Maisinsektiziden aufgeführt. Es sparen jedoch nur wenige Landwirte diese Mittel ein, da Insektizide gegen *O. nubilalis* nur in geringem Umfang eingesetzt werden. In Spanien werden, hauptsächlich in den Hauptbefallsgebieten, zwischen 6 und 20 Prozent der Maisanbaufläche behandelt (Brookes 2002). Seit der Einführung von Bt-Mais gab es nur einen geringen Rückgang beim Insektizidverbrauch (Gomez-Barbero und Rodriguez-Cerezo 2006 und 2007). In Deutschland behandeln zwei Drittel der Landwirte, deren Mais vom Maiszünsler befallen ist, ihre Flächen gar nicht und etwa 20 Prozent nutzen Trichogramma-Produkte (Kleffmann 2007 in Brookes 2007). Ähnliche Einschätzungen gibt es für weitere europäische Länder (Europäische Kommission 2000, Brookes 2007). Die Ursachen für den Verzicht sind vielfältig. So werden Insektizide erst ab einer gewissen Schadschwelle

verwendet und das Kosten-Nutzen-Verhältnis wird meist als zu ungünstig eingeschätzt. Hinzu kommt das enge Zeitfenster, da die Ausbringung erfolgen muss, solange die Larven auf der Pflanze sind. Zudem ist sie schwierig, da der Mais zur fraglichen Zeit etwa 1-1,5 m Höhe hat und entsprechende Technik (Stelzenschlepper) erforderlich ist. Weitere Gründe gegen Insektizide sind die geringe Wahrnehmung des Maiszünslers seitens der Landwirte, die Tötung von Nützlingen und mögliche Gesundheitsprobleme der Anwender (Zellner 2001, Brookes 2007, Gianessi *et al.* 2003).

Im Einzelfall können die Einsparungen an Insektiziden jedoch ökonomisch bedeutend sein. Die Kosten differenzieren je nach Befallsstärke, das heisst der Anwendungshäufigkeit und -menge. Während Insektizidkosten in Deutschland und Frankreich bei 40 bis 80 CHF/ha<sup>2</sup> liegen (Brandenburgisches Landesamt 2006, Degenhardt *et al.* 2003, Zellner 2001, AGPM und Arvalis 2006), steigen sie in Spanien in Hauptbefallsgebieten in Einzelfällen bis auf 137 CHF/ha (im Mittel 34 bis 68 CHF/ha; Gomez-Barbero und Rodriguez-Cerezo 2007, Brookes 2002). In Regionen oder Jahren mit keinem oder niedrigem Maiszünsler-Befall entstehen keine Kosten. Falls eine Insektizidbehandlung eingespart werden kann, sind damit Arbeitszeiterparnisse (Flugkontrolle, Ausbringungszeit) und die Vermeidung von Fahr Schäden verbunden. Hinzu kommt die Unabhängigkeit der Maiszünsler-Kontrolle von der anfallenden Arbeitsbelastung und der Witterung. Monetär bewertet wurden diese Aspekte bisher nicht (Zellner 2001, Bohn *et al.*

1998). Eine Quantifizierung eingesparter Insektizide durch Bt-Maisanbau liegt für europäische Länder bisher nicht vor (für die USA siehe Gianessi und Carpenter 1999, Carpenter und Gianessi 2001).

### Anbau von Bt-Mais kostet mehr

Durch den Anbau von Bt-Mais entstehen höhere Direktkosten, in erster Linie aufgrund höherer Saatgutpreise. Ursachen sind Zuschläge auf das GVP-Saatgut, um die höheren Kosten der Saatgutunternehmen für die Zucht der GVP-Kulturen zu amortisieren (Benbrook 2001b). Der Zuschlag beträgt etwa ein Drittel der konventionellen Saatgutkosten. Im Mittel liegen die Aufpreise in Europa bei 55 bis 75 CHF/ha<sup>3</sup>, (Monsanto 2007 in Brookes 2007, AGPM und Arvalis 2006, Gehring *et al.* 2004, Degenhardt *et al.* 2003). Die Schwankungen der Aufpreise sind regional und innerhalb Europas sehr unterschiedlich. Sie variieren von +5 % in spanischen Regionen mit geringem Maiszünsler-Befall (Gomez-Barbero und Rodriguez-Cerezo 2007) bis +44 % in stark befallenen ostdeutschen Regionen (Brandenburgisches Landesamt 2006). Eine Umfrage unter 650 spanischen Maisanbauern ergab, dass die Zuschläge für Bt-Maisaat umso höher sind, je höher der Befallsdruck mit *O. nubilalis* in der Region ist (Gomez-Barbero und Rodriguez-Cerezo 2007). Auch werden «Einstiegsrabatte» gewährt (Schiefer *et al.* 2008).

Ab einer Bt-Maisfläche von über fünf Hektaren pro Betrieb müssen Refugien aus konventionellem Mais angebaut werden, um einer Maiszünsler-Resistenzbildung entgegen zu wirken (Mon-

<sup>2</sup>Währungsumrechnungen erfolgten nach dem Kurs vom 30.07.2008: 1 € = 1,63 CHF, 1 US-\$ = 1,04 CHF, Quelle: <http://www.finanzen.net/waehrungsrechner>.

<sup>3</sup>Bei konventionellen Saatgutkosten von 210 CHF/ha entspricht dies beispielsweise in Deutschland Mehrpreisen von 26-35 Prozent.

santo 2008). Hierdurch entstehen direkte Zusatzkosten, die langfristig jedoch den Nutzen von Bt-Mais erhalten. Berechnungen für Refugienkosten sind bisher nur in den USA und nach unterschiedlichen Ansätzen erfolgt. Berücksichtigt wird einmal die zusätzliche Arbeitszeit für die Befüllung der Sämaschine mit konventionellem Saatgut. Die dadurch verlängerte Aussaatperiode bewirkt zusätzlich auf einigen Maisflächen Ertragsminderungen bis fünf Prozent aufgrund der verspäteten Aussaat (Hyde *et al.* 2000). Andere berechnen die Refugienkosten als Opportunitätskosten auf Basis der Ertragsdifferenz zwischen konventionellem und Bt-Mais (Mitchell 2007).

Zu berücksichtigen ist ferner, dass sich bei einem allfälligen Mehrertrag durch den Bt-Mais auch die variablen Kosten für Düngung, Ernte, Trocknung und Lagerung erhöhen (Benbrook 2001a, Schiefer *et al.* 2008).

### Ökonomische Gesamtbewertung

In den Ländern, in denen Bt-Mais bisher angebaut wird, sind ökonomische Bewertungen durchgeführt worden, die im Folgenden dargestellt werden. Die Kosten für Saatgut und Refugienanlage beim Bt-Maisanbau müssen in jedem Fall getragen werden, während der potenzielle Nutzen im Voraus nur schwer einzuschätzen ist. Die grundsätzliche Frage ist, ob der relative Mehrertrag durch Bt-Mais den höheren Saatgutpreis amortisiert. Je nach Maiszünsler-Befall und den dadurch bedingten Ertragsverlusten beziehungsweise relativen Ertragsunterschieden in der jeweiligen Region und des jeweiligen Jahres und den Saatgutpreisen unterscheiden sich die Ergebnisse deutlich. Die Höhe des möglichen Mehrerlöses durch Bt-Mais ist in Tabelle 2 für einige europäische Länder dargestellt (zu

**Tab. 2. Erlösunterschiede von Bt- und konventionellem Mais in Deutschland (D), Frankreich (F) und Spanien (E); als Differenz aus Mehrerlös (durch Mehrertrag) und Saatgutmehrkosten; ohne Berücksichtigung der Kosten für Koexistenz-Massnahmen.**

Land	Befall*	Δ Ertrag*	Bemerkungen	Quelle
<b>Erlösdifferenzen</b>				
D	+++	↑	Ø +9 %; Feldversuche der Saatgutfirmen Pioneer, Monsanto, Syngenta im Rheintal und im Oderbruch; Versuchsjahre: 2000–2002	Degenhardt <i>et al.</i> 2003
D	+ bis ++	↓	–3 bis –5 %; isogen gleiche Linien; ökonomische Auswertung von Feldversuchen der Sächs. Landesanstalt f. Landw.; ohne Koexistenzkosten; Versuchsjahre: 2006–2007	Schiefer <i>et al.</i> 2008
D	+ bis +++	↑	Ø +20 % (+11 bis +38 %); allerdings nur z.T. isogen gleiche Sorten und bei unterschied. Standortbedingungen der Felder; ohne Koexistenzkosten; Umfrage bei 3 Praxisbetrieben durch Sächs. Landesanstalt f. Landw., Versuchsjahr: 2007	Schiefer <i>et al.</i> 2008
F	+++	→ bis ↑	Ø +6 % (+2 bis +8 % bei leichtem bis starkem Befall), Feldversuche vom Institut Arvalis und der Maisbauernvereinigung AGPM; Versuchsjahre: 2005 – 2006	AGPM und Arvalis 2006
F	+ bis +++	↑	Ø +16 %; Feldversuche von Monsanto in verschiedenen Regionen; unveröffentlichte Daten; Versuchsjahr: 2006	Monsanto, 2007, persönl. Mit. in Brookes 2007
F	+++	↑	+6 %; Modell-Schätzung bei positiven Annahmen bei Insektizideinsparung, Mehrertrag und Saatgutkosten	Menrad und Reitmeier 2006
E	+ bis +++	→ bis ↑	Ø +5 bis +32 % bei starkem Befall; ± 0 % bei schwachem Befall (Mehrkosten durch geringfügigen Mehrertrag ausgeglichen); Umfrage unter Maisanbauern	Brookes 2002
E	+ bis +++	↑	Ø +12 %; Feldversuche von Monsanto in verschiedenen Regionen; unveröffentlichte Daten	Monsanto, 2007, persönl. Mit. in Brookes 2007
E	+ bis +++	→ bis ↑	Ø +13 % (+1, +10 bzw. +18 % in Regionen mit schwachem, mittlerem beziehungsweise starkem Befall gegenüber nationalem Durchschnitt); Grundlage: 400 Interviews mit Landwirten; EU-Untersuchung; Untersuchungsjahre: 2002–2004	Gomez-Barbero und Rodriguez-Cerezo 2007
<b>Kostendifferenzen</b>				
D	+++	↑	–2 bis –13 % geringere Kosten je t TM Körnermais; trotz höherer Direktkosten von +4 bis +14 % je Fläche ist durch Mehrertrag eine Kostenreduktion je Stückzahl gegeben; Vergleich von 4 Bt-Mais-Betrieben mit ähnlichen konv. Maisbetrieben	Brandenburgisches Landesamt 2006
D	+++	↑	–7 % geringere Kosten je t TM Silomais, trotz höherer Direktkosten von +7 % je Fläche ist durch Mehrertrag eine Kostenreduktion je Stückzahl gegeben; Vergleich von 1 Bt-Mais-Betrieb mit ähnlichem konv. Maisbetrieb	Brandenburgisches Landesamt 2006
D	+ bis +++	↓ bis ↑	–8 bis +16 % Kostendifferenz je t TM Silomais zu konv. unbehandelten Sorten; Teilkostenrechnung; allerdings nur zum Teil isogen gleiche Sorten und bei unterschied. Standortbedingungen der Felder; ohne Koexistenzkosten; Erhebung auf 6 Praxisbetrieben durch Sächs. Landesanstalt f. Landw., Versuchsjahr: 2007	Schiefer <i>et al.</i> 2008

\*Maiszünsler-Befall: niedrig = +, mittel = ++, hoch = +++; Erlös/Kostenreduktion von/durch Bt-Mais: negativ = ↓, neutral = →, positiv = ↑; k.A. = keine Angabe

Erfahrungen aus den USA siehe Carpenter und Gianessi 2001 und Benbrook 2001a). Die Recherchen ergeben, dass der ökonomische Nutzen von Bt-Mais bei keinem oder leichtem bis mittleren Maiszünsler-Befall gering ist (Brookes 2002). Erst ab einer gewissen Befallsstärke kommt die Resistenz der Bt-Maissorten gegen *O. nubilalis* ökonomisch zum Tragen. Schiefer *et al.* (2008) nennen einen Mehrertrag von vier bis fünf Prozent als ökonomische Schadschwelle für einen lohnenswerten Bt-Maisanbau. Auch wenn höhere variable Kosten je Fläche beim Bt-Maisanbau anfallen, kann sich aufgrund relativ höherer Erträge teilweise eine Ersparnis je Einheit Erntegut ergeben (siehe Brandenburgisches Landesamt 2006, Schiefer *et al.* 2008 in Tab. 2).

Wichtig für den Erlös aus Bt-Mais sind die Verkaufspreise. Unterschiede hierfür konnten in Europa bisher nicht bestätigt werden. In den Fällen, wo Bt-Mais verkauft wird, werden die gleichen Preise wie für konventionellen Mais gezahlt. Die daraus hergestellten Futtermittel werden dann entsprechend gekennzeichnet (Gomez-Barbero und Rodriguez-Cerezo 2007, Brandenburgisches Landesamt 2006). Meist wird Bt-Mais jedoch als Körnermais oder Silage zur Fütterung oder für Biogasanlagen auf dem eigenen Betrieb verwendet (Brookes 2003, Brandenburgisches Landesamt 2008, Schiefer *et al.* 2008). In den dargestellten Untersuchungen (Tab. 2) wurden die Preise für konventionellen und Bt-Mais daher gleichgesetzt.

Grundsätzlich wird aber ein geringerer Verkaufspreis von bis zu fünf Prozent für GVP-Erntegut als möglich betrachtet, wenn die Anbaukosten tatsächlich deutlich niedriger und/oder die Erträge deutlich höher sind als bei konventionellen Kulturen (Bock *et*

*al.* 2002, Menrad und Reitmeier 2006). Bei kontrolliert GV-freiem Anbau können aufgrund von Zuschlägen Preisunterschiede bis zu zehn Prozent auftreten (Bock *et al.* 2002).

### Schlussfolgerungen

Erste Erfahrungen des bisherigen Anbaus von Bt-Mais in anderen Ländern sind mit dem vorliegenden Artikel vorgestellt. Für die Schweiz sind diese Ergebnisse aufgrund einer anderen Agrarstruktur, eines anderen Preisniveaus (sowohl auf der Kosten- als auch auf der Erlösseite) und anderer gesetzlicher Vorgaben (z.B. sind keine Insektizide im Mais erlaubt) nicht übertragbar. Konkrete Abschätzungen für die ökonomischen Auswirkungen des potenziellen Bt-Maisanbaus in der Schweiz sind notwendig. Wie in der EU, wären auch in der Schweiz Regeln zur Koexistenz zwischen Anbauern von GVP-Kulturen und Landwirten, die konventionelle oder biologische Kulturen anbauen, notwendig. Diese Koexistenz-Massnahmen verursachen zusätzliche Kosten und Aufwendungen, die in der aufgeführten Literatur-Review noch nicht beachtet sind. Methodische Ansätze zur Kalkulation dieser monetären und zeitlichen Aufwendungen sowie erste quantitative Abschätzungen werden aktuell im Rahmen des NFP 59 von den Autoren für die Schweizer Landwirtschaft ermittelt.

### Literatur

- AGPM & Arvalis, 2006. Mais OGM en plein champ: des resultats probants. Zugang: [http://www.agpm.com/iso\\_album/resultats\\_techniques\\_mais\\_bt\\_2006.pdf](http://www.agpm.com/iso_album/resultats_techniques_mais_bt_2006.pdf) [06.08.2008]
- Benbrook C.M., 2001a. When does it pay to plant Bt corn? Farm-level economic impacts of Bt corn, 1996-2001.
- Benbrook C.M., 2001b. The farm-level economic impacts of Bt corn from 1996 through 2001: an independent national assessment.
- Bock A.-K., Lheureux K., Libeaudulos M., Nilsagard H. & Rodriguez-

Cerezo E., 2002. Scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture, Technical report EUR 20394 EN.

- Bohn M., Krebs R., Klein D. & Melchinger A.E., 1998. Wann lohnt die Maiszünslerbekämpfung?, Resistenzniveau, Ertragsreduktion und ökonomische Schadschwelle des Europäischen Maiszünslers. *Mais* 26 (4), 150-152.
- Brandenburgisches Landesamt, 2006. Bericht des Landesamtes für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung zur Begleitung des Erprobungsanbaus mit Bt-Mais MON810 im Jahr 2005.
- Brandenburgisches Landesamt, 2008. Bericht des Landesamtes für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung zur Überwachung des Anbaus von Bt-Mais MON810 im Jahr 2007.
- Brookes G., 2002. The farm level impact of using Bt maize in Spain.
- Brookes G., 2003. Consultancy support for the analysis of the impact of GM crops on the UK farm profitability.
- Brookes G., 2007. The benefits of adopting genetically modified, insect resistant (Bt) maize in the European Union (EU): first results from 1998-2006 plantings.
- Carpenter J.E. & Gianessi L.P., 2001. Agricultural biotechnology: updated benefit estimates. Zugang: <http://www.ncfap.org/reports/biotech/updatedbenefits.pdf> [06.05.2008]
- Daems W., Demont M., Muska F., Soukup J. & Tollens E., 2007. Potential impact of biotechnology in Eastern Europe: Genetically modified maize, sugar beet and oilseed rape in the Czech Republic.
- Degenhardt H., Horstmann F. & Müller N., 2003. Bt-Mais in Deutschland, Erfahrungen mit dem Praxisanbau von 1998 bis 2002. *Mais* 31 (2), 75-77.
- Eder J., 2007a. Versuchs-anbau transgener Maissorten in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Eder J., 2007b. Versuchs-anbau in Bayern, Mais MON 810. Vortrag auf der LGL Fachtagung Gentechnik am 25.10.2007.
- Europäische Kommission, 2000. Economic impacts of genetically modified crops on the agri-food sector, A first review.
- Fernandez-Cornejo, J. & McBride, W. D., 2002. Adoption of bioengineered crops. Agricultural report no. 810 of the

Economic Research Service of the U.S. Department of Agriculture (USDA).

■ Gehring K., Wurzer-Fassnacht U. & Zellner M., 2004. Anbau gentechnisch veränderter Pflanz (GVP): Auswirkungen auf den Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln und Bewertung möglicher Veränderungen hinsichtlich der Belastung der Umwelt und des Naturhaushaltes. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.

■ Gianessi L.P. & Carpenter J.E., 1999. Agricultural biotechnology insect control benefits. report by the National center for food and agricultural policy (NCFAP), Washington (USA).

■ Gianessi L.P., Sankula S. & Reigner N., 2003. Plant biotechnology: Potential impact for improving pest management in European agriculture: Maize - insecticide-tolerant case study. Report by the National center for food and agricultural policy (NCFAP), Washington (USA).

■ Gomez-Barbero M. & Rodriguez-Cerezo E., 2006. Economic impact of dominant GM crops worldwide: a review, Technical report EUR 22547 EN.

■ Gomez-Barbero M. & Rodriguez-Cerezo E., 2007. GM crops in EU agriculture, Case study for the BIO4EU project crops in EU agriculture.

■ Hyde J., Martin M.A., Preckel P.V., Dobbins C.L. & Edwards C.R., 2000. The economics of within-field Bt corn refuges. *AgBioForum* 3 (1), 63-68.

■ Magg T., Bohn M., Klein D., Merditaj V. & Melchinger A.E., 2003. Concentration of moniliformin produced by *Fusarium* species in grains of transgenic Bt maize hybrids compared to their isogenic counterparts and commercial varieties under European corn borer pressure. *Plant Breeding* 122 (4), 322-327.

■ Menrad K. & Reitmeier D., 2006. Economic assessment of co-existence schemes and measures.

■ Mitchell P.D., 2007. Stacks of bills vs. stacks of genes: The economics of planting transgenic seeds. Präsentation.

■ Monsanto, 2008. Gute fachliche Praxis (GFP) und Technischer Leitfaden bei der Erzeugung von insektenresistentem YieldGard Mais (MON 810).

■ Nischwitz G., Kuhlicke C., Bodenschatz T., Thießen B. & Tittel K., 2004. FuE-Vorhaben: Sondierungsstudie gentechnikfreie Regionen in Deutschland, Eine sozioökonomische Analyse am Beispiel der brandenburgischen Uckermark, Abschlussbericht FKZ 80364010.

■ Papst C., Utz H.F., Melchinger A.E., Eder J., Magg T., Klein D. & Bohn M., 2005. Mycotoxins produced by *Fusarium* spp. in isogenic Bt vs. non-Bt maize hybrids under European corn borer pressure. *Agronomy Journal* 97 (1), 219-224.

■ Schiefer C., Schubert R., Pölit B., Kühne A., Westphal K., Steinhöfel O. & Schaerf A., 2008. Untersuchungen zum Anbau von GVO in Sachsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 15/2008

■ Zellner M., 2001. Maiszünslerbekämpfung - welche Möglichkeiten gibt es und was ist zu betachten? Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz. Zugang: <http://www.lfl.bayern.de/ips/landwirtschaft/13461> [12.05.2008]

## RÉSUMÉ

### L'avantage économique du maïs Bt est relatif

L'avantage économique du maïs transgénique résistant aux insectes, appelé aussi maïs Bt, est relatif. C'est ce qui ressort d'une revue bibliographique réalisée par la Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Celle-ci a recensé les expériences acquises sur la rentabilité du maïs Bt dans les pays de l'UE qui en font une culture commerciale. Il en résulte que le maïs Bt, en tant que tel, n'augmente pas le rendement. L'avantage économique est à considérer en fonction des infestations de la pyrale du maïs. En cas d'attaque forte à très forte, les surplus de rendement peuvent atteindre jusqu'à 15 pour cent. Face à une infestation faible à moyenne par contre, les hybrides conventionnels de maïs restent plus rentables que les variétés équivalentes sélectionnées pour cette étude.

Grâce au maïs Bt, il est possible d'économiser des insecticides certes, mais leur utilisation s'est limitée à un petit nombre d'exploitations jusqu'à présent. Par ailleurs, les semences pour le maïs Bt coûtent à peu près un tiers de plus. Des profits supplémentaires ou une réduction des coûts de fourrage sont cependant réalisables si, en cas de forte à très forte infestation de la pyrale du maïs, le surplus de rendement du maïs Bt dépasse les coûts plus élevés des semences. L'étude ne prend pas en considération les coûts et les dépenses liés à la mise en coexistence des procédés. Les structures, les niveaux des prix et les risques d'infestation étant différents en Suisse, ces résultats ne peuvent être que partiellement reportés sur les conditions propres à notre pays.

## SUMMARY

### Economic value of Bt maize is relative

The economic value of genetically modified, insect-resistant maize, also known as Bt maize, is relative. This is shown in a literature review carried out by Federal Research Station Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, in which experiences of the economic viability of Bt maize were collected from EU countries in which commercial cultivation is taking place. The results show that Bt maize *per se* does not deliver increased yields. Economic value must be considered in relation to corn borer infestation at any particular time. Increased yields of up to 15 percent can be obtained when infestation is severe to very severe. In cases of low and moderate infestation, however, conventional maize hybrids are superior when appropriately grade-selected.

Savings in insecticides may indeed be made thanks to Bt maize, although to date their use has been restricted to a few farms. Moreover, the price of Bt maize seed is around one third higher. However increased returns and/or reduced forage costs can be achieved when corn borer infestation is severe to very severe and the increased yield from Bt maize exceeds the higher cost of seed. The study does not take the cost and expense of coexistence measures into consideration. The transfer of results to circumstances in Switzerland is possible only up to a point because of differences in Swiss structures, price levels and infestation risks.

**Key words:** Bt maize, literature review, economic viability