



# Anbauversuche mit Bt-Mais in Sachsen

Schriftenreihe, Heft 11/2011



# Vertiefende Untersuchungen zu Konsequenzen des GVO-Anbaus in Sachsen

Uwe Mildner, Angela Kühne, Birgit Pölitz  
Dr. Karsten Westphal, Dr. Olaf Steinhöfel, Annette Schaeff  
Dr. Birgit Lichtenberg-Kraag, Helga Gruber

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Ziel und Aufgabenstellung</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Standortbedingungen und Versuchsanlage</b> .....	<b>15</b>
3.1	Kennzahlen des Versuchsfeldes .....	15
3.2	Anlage des Parzellenversuches .....	15
3.3	Anmeldung im Standortregister/relevante rechtliche Regelungen .....	17
3.4	Agrotechnische Maßnahmen .....	17
<b>4</b>	<b>Beobachtungen zur Pflanzenentwicklung</b> .....	<b>18</b>
4.1	Material und Methoden .....	18
4.2	Beobachtungen zu Witterung und Wachstum .....	18
4.3	Ergebnisse .....	19
<b>5</b>	<b>Ertragsfeststellungen</b> .....	<b>20</b>
5.1	Material und Methoden .....	20
5.1.1	Versuchsfeld .....	20
5.1.2	Praxisbetriebe .....	21
5.2	Ergebnisse der Ertragsfeststellungen .....	22
5.2.1	Silomais .....	22
5.2.2	Körnermais .....	24
5.3	Zusammenfassung der Ertragsfeststellungen .....	29
<b>6</b>	<b>Untersuchungen zu Verlusten im Silomais durch Maiszünsler</b> .....	<b>30</b>
6.1	Material und Methoden .....	30
6.2	Ergebnisse .....	30
6.2.1	Frischmasseertrag .....	30
6.2.2	Trockensubstanzgehalt .....	31
6.2.3	Trockenmasseertrag .....	31
6.2.4	Energieertrag .....	32
6.2.5	Mykotoxine .....	32
6.3	Zusammenfassung zu Verlusten im Silomais .....	34
<b>7</b>	<b>Monitoring Schaderreger</b> .....	<b>35</b>
7.1	Schaderregerüberwachung im GVO-Versuch; Insektizidbehandlung .....	35
7.1.1	Material und Methoden, Durchführung .....	35
7.1.2	Ergebnisse der Schaderregerüberwachung im Parzellenversuch .....	37
7.2	Bonitur des Maiszünslers im GVO-Versuch und Wirkung der Maßnahmen .....	39
7.2.1	Material und Methoden, Durchführung .....	39
7.2.2	Ergebnisse zum Maiszünslerbefall im GVO-Versuch .....	39
7.3	Flächenmonitoring der umliegenden Praxisschläge .....	40
7.3.1	Material und Methoden, Durchführung .....	40
7.3.2	Ergebnisse Flächenmonitoring 2006 - 2009 .....	40
7.3.3	Bestandesentwicklung und späterer Maiszünslerbefall .....	42
7.4	Maiszünslerbefall und Sortenspezifik .....	44
7.4.1	Material und Methoden .....	44
7.4.2	Ergebnisse .....	44
7.5	Beobachtung der Maiszünslersituation in Sachsen .....	46
7.5.1	Material und Methoden, Durchführung .....	46
7.5.2	Ergebnisse der Maiszünslerbeobachtungen in Sachsen .....	46
7.6	Maiszünslerüberwachung 2010; Vergleiche mit Vorjahren .....	47
7.7	Zusammenfassung zum Schaderregermonitoring .....	50
<b>8</b>	<b>GVO-Untersuchungen (Versuchsfeld/Praxis)</b> .....	<b>51</b>
8.1	Material und Methoden .....	51
8.1.1	Probenahme .....	51
8.1.2	Probenaufbereitung .....	51

8.1.3	Molekularbiologische Untersuchungen .....	52
8.2	Versuchsdurchführung .....	52
8.3	Ergebnisse und Diskussion .....	55
8.3.1	Saatgutuntersuchungen .....	55
8.3.2	Untersuchung der Ernteproben .....	55
8.4	Zusammenfassung GVO-Untersuchungen .....	61
<b>9</b>	<b>Futterwert und Futtermittelhygiene.....</b>	<b>61</b>
9.1	Hypothese .....	61
9.2	Material und Methoden .....	62
9.2.1	Versuchsdesign .....	62
9.2.2	Versuchsdurchführung .....	62
9.3	Ergebnisse .....	64
9.3.1	Silomais .....	64
9.3.2	Körnermais (Feuchtkornmais).....	69
9.4	Zusammenfassung Futterwert und Futtermittelhygiene .....	72
<b>10</b>	<b>Ökonomische Bewertung.....</b>	<b>73</b>
10.1	Material und Methoden, Durchführung.....	73
10.1.1	Datenbasis .....	73
10.1.2	Methodik bei Körnermais .....	73
10.1.3	Methodik bei Silomais .....	74
10.1.4	Durchführung .....	75
10.2	Ergebnisse und Diskussion.....	76
10.2.1	Ergebnisse des Feldversuches .....	76
10.2.2	Ergebnisse in den Praxisbetrieben .....	80
10.2.3	GVO-Mehraufwand, Vermarktung.....	85
10.2.4	Kalkulation und Ökonomische Schadschwellen.....	85
10.2.5	Finanzielle Verluste im Silomais durch Maiszünsler .....	87
10.3	Zusammenfassung Ökonomische Bewertung.....	89
<b>11</b>	<b>Untersuchungen von Honig und Bienenbrot auf Bt-Maispollengehalt .....</b>	<b>90</b>
11.1	Material und Methoden .....	90
11.2	Versuchsdurchführung 2008 .....	91
11.3	Versuchsdurchführung 2009 .....	92
11.4	Ergebnisse 2008 .....	92
11.5	Ergebnisse 2009 .....	93
11.6	Zusammenfassung der Untersuchungen zu Honig und Bienenbrot.....	94
<b>12</b>	<b>Nachweis von Cry1Ab-Protein im Boden nach dreijährigem Bt-Mais-Anbau.....</b>	<b>94</b>
12.1	Kooperationspartner für die Untersuchungen .....	94
12.2	Einleitung .....	95
12.3	Material und Methoden .....	95
12.3.1	Bodenproben .....	95
12.3.2	Probenextraktion und ELISA-Nachweis des Cry1Ab-Proteins .....	96
12.3.3	Validierung des Cry1Ab-ELISA für Bodenproben des Standortes Köllitsch .....	96
12.3.4	Analytische Wiederfindung von Cry1Ab-Protein in Bodenproben des Standortes Köllitsch.....	96
12.3.5	Statistische Auswertung.....	96
12.4	Ergebnisse und Diskussion.....	97
12.4.1	Assay-Validierung für Bodenproben des Standortes Köllitsch .....	97
12.4.2	Analytische Wiederfindung des Cry1Ab-Proteins in Boden .....	98
12.4.3	Analyse der Bodenproben im quantitativen Cry1Ab-ELISA .....	98
12.5	Zusammenfassung zu den Bodenuntersuchungen.....	100
<b>13</b>	<b>Beobachtungsergebnisse aus dem Projekt 2006 - 2007 .....</b>	<b>100</b>
13.1	Bodenbiologische Aktivität .....	100
13.1.1	Einleitung .....	100
13.1.2	Material und Methoden .....	100
13.1.3	Untersuchungsfläche und Versuchsvarianten.....	100

13.1.4	Exposition der Köderstreifen .....	101
13.1.5	Ergebnisse .....	101
13.1.6	Zusammenfassung zur bodenbiologischen Aktivität .....	103
13.2	Nichtzielorganismen .....	103
13.2.1	Material und Methoden, Durchführung .....	103
13.2.2	Ergebnisse .....	104
13.2.3	Zusammenfassung der Beobachtungen zu Nichtzielorganismen .....	106
<b>14</b>	<b>Zusammenfassende Diskussion und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>106</b>
14.1	Ergebnisse des Projektes .....	106
14.2	Ausblick .....	107
<b>15</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>109</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anbauentwicklung weltweit.....	11
Abbildung 2:	Versuchsanlage im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch.....	16
Abbildung 3:	Parzellenversuch mit Sudangras 2009.....	16
Abbildung 4:	Silomaisernte mit Parzellenmähdrescher.....	21
Abbildung 5:	Silomaisertrag Versuch 2008; GD=23,9 dt/ha.....	22
Abbildung 6:	Silomaisertrag Versuch 2009; GD=22,56 dt/ha.....	22
Abbildung 7:	Silomaiserträge Praxisbetriebe 2007.....	23
Abbildung 8:	Silomaiserträge Praxisbetriebe 2008.....	23
Abbildung 9:	Silomaiserträge Praxisbetriebe 2009.....	23
Abbildung 10:	Übersicht Silomaiserträge Praxisbetriebe 2007 - 2009.....	24
Abbildung 11:	Kornertrag GVO-Versuch 2006.....	24
Abbildung 12:	Kornertrag GVO-Versuch 2007.....	25
Abbildung 13:	Kornertrag GVO-Versuch 2008.....	25
Abbildung 14:	Kornertrag GVO-Versuch 2009, ohne Bt-Mais.....	26
Abbildung 15:	Kornerträge Praxisbetriebe 2007.....	26
Abbildung 16:	Vergleich der drei Varianten im Praxisbetrieb 2, 2007.....	27
Abbildung 17:	Kornerträge Praxisbetriebe 2008.....	27
Abbildung 18:	Erträge im Silo- und Körnermais 2008, Praxisbetrieb 1.....	28
Abbildung 19:	Kornerträge Praxisbetriebe 2009, konventionell ohne und mit Insektizidbehandlung.....	28
Abbildung 20:	Übersicht Ertragsermittlungen Praxis – Körnermais.....	29
Abbildung 21:	Frischmasseerträge bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008.....	31
Abbildung 22:	Frischmasseerträge bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009.....	31
Abbildung 23:	TS-Gehalte bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008.....	31
Abbildung 24:	TS-Gehalte bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009.....	31
Abbildung 25:	TM-Ertrag bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008.....	31
Abbildung 26:	TM-Ertrag bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009.....	31
Abbildung 27:	Energiegehalt bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008.....	32
Abbildung 28:	Energiegehalt bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009.....	32
Abbildung 29:	Energieertrag bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008.....	32
Abbildung 30:	Energieertrag bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009.....	32
Abbildung 31:	Durch Stängelfusarium zusammengebrochener Bestand.....	33
Abbildung 32:	Knickstelle am morschen Maisstängel.....	33
Abbildung 33:	DON-Gehalt an den Standorten 1-4, 2009.....	33
Abbildung 34:	DON-Gehalt in den Varianten, 95 % Konfidenzintervall an den Standorten 1-4, 2009.....	33
Abbildung 35:	ZEA-Gehalt an den Standorten 1-4, 2009.....	34
Abbildung 36:	ZEA-Gehalt in den Varianten, 95 % Konfidenzintervall an den Standorten 1-4, 2009.....	34
Abbildung 37:	Lichtfalle am Versuchsstandort.....	35
Abbildung 38:	Primärfraß (Lochfraß) der jungen Raupen.....	35
Abbildung 39:	Eigelege des Maiszünslers an der Unterseite der Blätter.....	36
Abbildung 40:	Mikroskopische Aufnahme eines Eigeleges (Foto: Dr. H.-P. Reike/A. Kühne).....	36
Abbildung 41:	Käfig zur Kontrolle der Eiablage und des Raupenschlupfes.....	36
Abbildung 42:	Eigelege des Maiszünslers kurz vor dem Schlupf.....	36
Abbildung 43:	Idealer Pheromonfallenstandort - offenes Grünland, links Mais.....	37
Abbildung 44:	Fangaufsatz der Pheromonfalle mit männlichen Maiszünslern.....	37
Abbildung 45:	Maiszünslerflug 2009 (Pentaden).....	38
Abbildung 46:	Maiszünslerflug am Standort Köllitsch 2006 - 2009.....	38
Abbildung 47:	Boniturschema nach den Vorgaben der Sächsischen Schaderregerüberwachung.....	40
Abbildung 48:	Maiszünslerbefall im Monitoringgebiet 2006 - 2009.....	41
Abbildung 49:	Starkbefall und Stängelbruch, 2009 bei Belgern.....	42
Abbildung 50:	Pflanzenentwicklung zur Hauptflugzeit und späterer Maiszünslerbefall 2007.....	42
Abbildung 51:	Wuchshöhen der Bestände zur Hauptflugzeit und späterer Maiszünslerbefall 2007.....	43

Abbildung 52:	Pflanzenentwicklung zur Hauptflugzeit und späterer Maiszünslerbefall, 2008.....	43
Abbildung 53:	Wuchshöhen der Bestände zur Hauptflugzeit und späterer Maiszünslerbefall, 2008.....	43
Abbildung 54:	Maiszünslerbefall in den Sortendemonstrationen.....	44
Abbildung 55:	Maiszünslerauftreten auf den Beobachtungsflächen in Sachsen 2000 - 2009.....	46
Abbildung 56:	Zusätzliche Bonituren (blau) 2009.....	46
Abbildung 57:	Flugaktivität des Maiszünslers an den sächsischen Lichtfallenstandorten 2010.....	49
Abbildung 58:	Flugaktivität des Maiszünslers an der Lichtfalle Großwig 2006 - 2010.....	49
Abbildung 59:	Probenahmeschema für die Untersuchung der Auskreuzung.....	53
Abbildung 60:	Probenahme am Standort Köllitsch.....	53
Abbildung 61:	Probenahme am Standort Betrieb 1.....	54
Abbildung 62:	Probenahme am Standort Betrieb 3.....	54
Abbildung 63:	Probenahme am Standort Betrieb 5.....	55
Abbildung 64:	Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Köllitsch.....	56
Abbildung 65:	Auskreuzung in westlicher Richtung am Standort Köllitsch.....	57
Abbildung 66:	Windrichtung und Windstärke am Standort Köllitsch während der Blütezeit.....	57
Abbildung 67:	Auskreuzung in nordöstlicher Richtung am Standort Betrieb 1.....	58
Abbildung 68:	Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Betrieb 3.....	59
Abbildung 69:	Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Betrieb 5.....	60
Abbildung 70:	Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Köllitsch in den Jahren 2006 - 2008.....	60
Abbildung 71:	Auskreuzung in westlicher Richtung am Standort Köllitsch in den Jahren 2006 – 2008.....	61
Abbildung 72:	15-Liter-Versuchsschlauch, aufgeschnitten.....	62
Abbildung 73:	Partikelgrößenverteilung des Feuchtkornmaises nach Zerkleinerung.....	63
Abbildung 74:	Energiegehalt des Silomaises.....	65
Abbildung 75:	Mittlerer Fusarienbefall des geernteten Silomaises.....	67
Abbildung 76:	Mittlerer DON-Gehalt des geernteten Silomaises.....	67
Abbildung 77:	Mittlerer Hefegehalt der Maissilagen.....	69
Abbildung 78:	Ökonomische Ergebnisse Körnermais im Feldversuch 2006 - 2009.....	77
Abbildung 79:	Ökonomische Ergebnisse Silomais im Feldversuch 2008 - 2009.....	79
Abbildung 80:	Verfahrenskosten Körnermais in Praxisbetrieben 2007 – 2009.....	81
Abbildung 81:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung in Praxisbetrieben 2007 – 2009.....	81
Abbildung 82:	Erzeugungskosten je Hektar für Silomais in Praxisbetrieben 2007 – 2009.....	83
Abbildung 83:	Stückkosten Silomais in Praxisbetrieben 2007 – 2009.....	84
Abbildung 84:	Finanzielle Verluste im Silomais durch Zünslerbefall 2008 und 2009.....	88
Abbildung 85:	Zwei Bienenvölker inmitten Bt-Mais 2008.....	91
Abbildung 86:	Standort der Bienenvölker im Bt-Mais 2008.....	91
Abbildung 87:	Validierung des Cry1Ab-ELISA für Bodenproben des Standortes Köllitsch nach EC-Richtlinie.....	97
Abbildung 88:	Validierung des Cry1Ab-ELISA für Bodenproben des Standortes Köllitsch.....	98
Abbildung 89:	ELISA-Messwerte für Cry1Ab-Protein in Bodenproben des GVO-Feldversuchs Köllitsch im Juni 2009.....	99
Abbildung 90:	Zusammenfassende Darstellung der Cry1Ab-Protein Analysen in Bodenproben vom GVO-Feldversuch Köllitsch nach drei Jahren Bt-Mais (MON810) Versuchsanbau.....	99
Abbildung 91:	Köderstreifen nach der Entnahme aus dem Boden.....	101
Abbildung 92:	Fraßaktivitäten der Bodenfauna pro Woche in den Versuchsvarianten.....	102
Abbildung 93:	Fraßaktivitäten der Bodenfauna pro Woche in den Versuchsvarianten. Jeder Punkt der Kurven entspricht den gemittelten Aktivitäten dreier aufeinanderfolgender Beprobungstiefen.....	102
Abbildung 94:	Anzahl besiedelter Maispflanzen durch Nichtzielorganismen im GVO-Versuch 2006.....	104
Abbildung 95:	Befallsstärke Blattläuse in den Varianten, GVO-Versuch 2006.....	105
Abbildung 96:	Anzahl besiedelter Maispflanzen durch Nichtzielorganismen im GVO-Versuch 2007.....	105
Abbildung 97:	Befallsstärke Blattläuse; n=75.....	106

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anteil der Fruchtarten am GVO-Anbau (www.transgen.de) .....	12
Tabelle 2:	Anbau von GV-Pflanzen in der EU.....	12
Tabelle 3:	Anbau MON810 im Freistaat Sachsen.....	13
Tabelle 4:	Anbauflächen Mais in Sachsen von 2004 bis 2009.....	13
Tabelle 5:	Standortparameter, Schlag 138, Köllitsch .....	15
Tabelle 6:	Versuchsvarianten 2006 – 2009 .....	15
Tabelle 7:	Aussaattermine auf der Versuchsfläche 2006 – 2009.....	17
Tabelle 8:	Erntetermine GVO-Versuch 2006 - 2009 .....	17
Tabelle 9:	Bonitur- und Messergebnisse Parzellenversuch 2006 - 2009 .....	20
Tabelle 10:	TS-Gehalt zur Körnermaisernte 2008 .....	25
Tabelle 11:	Maissorten der Betriebe.....	27
Tabelle 12:	Maiszünslerbefall und Wirkungsgrad der Maßnahmen im Versuch 2006 - 2009 .....	39
Tabelle 13:	Maiszünslerbefall im Monitoringgebiet 2006 - 2009 .....	42
Tabelle 14:	Sortendemonstration des LVG Köllitsch 2006 - 2008 .....	45
Tabelle 15:	Maiszünslerbesatz der Stoppeln 2007 - 2010, Standort Dresden .....	47
Tabelle 16:	Überwinterungsraten der Maiszünslerraupen 2007 - 2010, Standort Dresden .....	48
Tabelle 17:	Mortalität der Maiszünslerraupen im Frühjahr 2007 - 2010, Standort Dresden.....	48
Tabelle 18:	Verpuppung im Schlupfdepot 2007 - 2010, Standort Dresden.....	48
Tabelle 19:	Berechneter und tatsächlicher Flugbeginn des Maiszünslers 2007 - 2010 .....	48
Tabelle 20:	Untersuchungsergebnisse der Saatgutproben aus dem Anbauversuch Bt-Mais des LfULG 2008 .....	55
Tabelle 21:	GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Köllitsch in östlicher Richtung .....	56
Tabelle 22:	GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Köllitsch in westlicher Richtung .....	56
Tabelle 23:	GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 1 in nordöstlicher Richtung .....	57
Tabelle 24:	GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 3 in östlicher Richtung .....	58
Tabelle 25:	GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 5 in östlicher Richtung .....	59
Tabelle 26:	Varianten der Versuche .....	63
Tabelle 27:	Futterwertkennzahlen .....	64
Tabelle 28:	Mineralstoffgehalt.....	65
Tabelle 29:	Fusarien und Fusarientoxine.....	66
Tabelle 30:	Aerobe Stabilität und Silierverluste .....	68
Tabelle 31:	Mikrobiologische Qualität der Maissilagen .....	68
Tabelle 32:	Futterwertkennzahlen der Maiskörner.....	69
Tabelle 33:	Mineralstoffgehalt der Maiskörner .....	70
Tabelle 34:	Fusarien und Fusarientoxine in den Körnermaisproben .....	70
Tabelle 35:	Mikrobiologische Qualität des Körnermaises .....	71
Tabelle 36:	Aerobe Stabilität und Silierverluste .....	72
Tabelle 37:	Methodik der Bewertung .....	74
Tabelle 38:	Ökonomische Bewertung des Anbaus von Mais im Feldversuch 2009.....	76
Tabelle 39:	Ökonomische Bewertung von Mais im Feldversuch 2009 (Silomais).....	78
Tabelle 40:	Ökonomische Bewertung von Mais 2009 (Körnermais).....	80
Tabelle 41:	Ökonomische Bewertung von Mais 2009 - Silomais .....	82
Tabelle 42:	Ökonomische Schadschwelle für Körnermais in Abhängigkeit von GVO-Mehraufwand und Erzeugerpreis.....	86
Tabelle 43:	Kalkulation der ökonomischen Schadschwelle für Silomais.....	87
Tabelle 44:	Finanzieller Schaden durch Zünslerbefall mit Stängelbruch in Silomais .....	88
Tabelle 45:	Untersuchungsergebnisse zum Bt-Maispollenanteil im Honig 2008 .....	92
Tabelle 46:	Untersuchungsergebnisse zum Bt-Maispollenanteil im Bienenbrot .....	93
Tabelle 47:	Maispollenanteile in Schleuderhonig, Honigwabe und Bienenbrot 2009.....	93
Tabelle 48:	Institutionelle Kooperationspartner für die Bodenuntersuchungen.....	94
Tabelle 49:	Übersicht über die im Jahr 2009 gezogenen Bodenproben von der GVO-Versuchsfläche Köllitsch .....	96
Tabelle 50:	Analytische Wiederfindung von Cry1Ab-Protein in Bodenproben des Standortes Köllitsch .....	98
Tabelle 51:	Bezeichnung, Lage und differenzierende Bewirtschaftungsmerkmale der Untersuchungsflächen .....	100



## Abkürzungsverzeichnis

AB	Arbeitsbreiten
Akh	Arbeitskraftstunden
A-(B.)	alluviale Böden
B BCH	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 arbeitsleistungskostenfreie Leistung
DNA	Desoxyribonukleinsäure (englische Abkürzung: DNA)
DON	Deoxynivalenol
ELOS	Enzymlösliche organische Substanz
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organization
Fe	Eisen
FM	Frischmasse
GD	Grenzdifferenz
gv	gentechnisch verändert
gv-Mais	gentechnisch veränderter Mais
GVO	gentechnisch veränderter Organismus
K <sub>2</sub> O	wasserlösliches Kaliumoxid
KbE	koloniebildende Einheiten
K-Gehalt	Kaliumgehalt
KM	Körnermais
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
KZS	Keimzahlstufe
LAG	Länderarbeitsgemeinschaft Gentechnik
LfL	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Lö	Lössböden
L <sub>2</sub> - und L <sub>3</sub>	Larvenstadien 2 und 3
IS	lehmiger Sand
LVG	Lehr- und Versuchsgut (Köllitsch)
Mg-Gehalt	Magnesiumgehalt
Mn	Mangan
Na	Natrium
NH <sub>4</sub> :	Ammonium
Mg	Magnesium
MJ	Megajoule
n	Anzahl der Untersuchungen
N	Stickstoff
n. b.	nicht bestimmt
NEL	Netto-Energie-Laktation
N <sub>min</sub> :	mobiler Stickstoffgehalt
NN	Normalnull
NO <sub>3</sub>	Nitrat
OS	organische Substanz

OTA	Ochatoxin A
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	wasserlösliches Phosphorpentoxid
PCR	Polymerase-Kettenreaktion (Polymerase Chain Reaction)
P-Gehalt	Phosphorgehalt
pH-Wert	Maß für die Stärke der sauren bzw. basischen Wirkung
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
RL	Richtlinie
s	Streuung
S	wasserlöslicher Schwefel
SEÜ	Schaderegerüberwachung
Sh	Schlepperstunden
SM	Silomais
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanzgehalt
UV	ultraviolettes Licht
V-(B.)	Verwitterungsböden
$\bar{X}$	Mittelwert
ZEA	Zearalenon
Zn	Zink
µg	Mikrogramm

# 1 Einleitung

Uwe Mildner - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

In der Nutzung neuer Technologien liegt neben den Chancen auch immer gefährdendes Potenzial. Wohl nirgends sonst als in der Einführung der Grünen Gentechnik, die durch die Nahrungsmittel jeden Menschen jeden Tag erreichen kann, gibt es daher in der öffentlichen Diskussion erhebliche Bedenken. Zudem gibt es im Gegensatz zur Einführung der Roten Gentechnik, die für den Einzelnen im Krankheitsfall über Leben und Tod entscheiden kann, für die Einführung der Grünen Gentechnik offensichtlich geringere gesellschaftliche Akzeptanz, weil alle satt zu essen haben.

Im Lehr und Versuchsgut des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) wurde seit 2006 ein Anbauversuch mit Bt-Mais durchgeführt. Das Versuchskonzept und die erzielten Ergebnisse wurden im Fachbeirat Pflanzliche Erzeugung des LfULG mit Vertretern des konventionellen und des ökologischen Landbaus diskutiert und bewertet.

Ausgehend von einem zunehmenden Anteil mit Maiszünsler befallener Fläche in Sachsen sowie einer weltweiten Zunahme des Anbaus von gentechnisch veränderten Pflanzen wird eine mögliche Minimierung des Schadensrisikos durch Befall mit Maiszünsler im Anbau von Bt-Mais gesehen. Im Ergebnis des Anbauversuchs soll eine gesicherte Grundlage für Monitoring und Beratung sowie zur Entscheidungsfindung für Behörden und Landwirte in Sachsen gegeben werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Jahre 2006 und 2007 sind in der Schriftenreihe des LfULG 2008 Heft 15 „Untersuchungen zum Anbau von GVO in Sachsen“ publiziert und im Internet unter [www.smul.sachsen.de/lfulg/publikationen](http://www.smul.sachsen.de/lfulg/publikationen) verfügbar.

2009 nahm der Anbauumfang weltweit um 9 Mio ha zu und erreichte mit 134 Mio ha einen neuen, kontinuierlichen Höchststand (Abb. 1). Genutzt wurden die gv-Pflanzen von 14 Mio Landwirten.

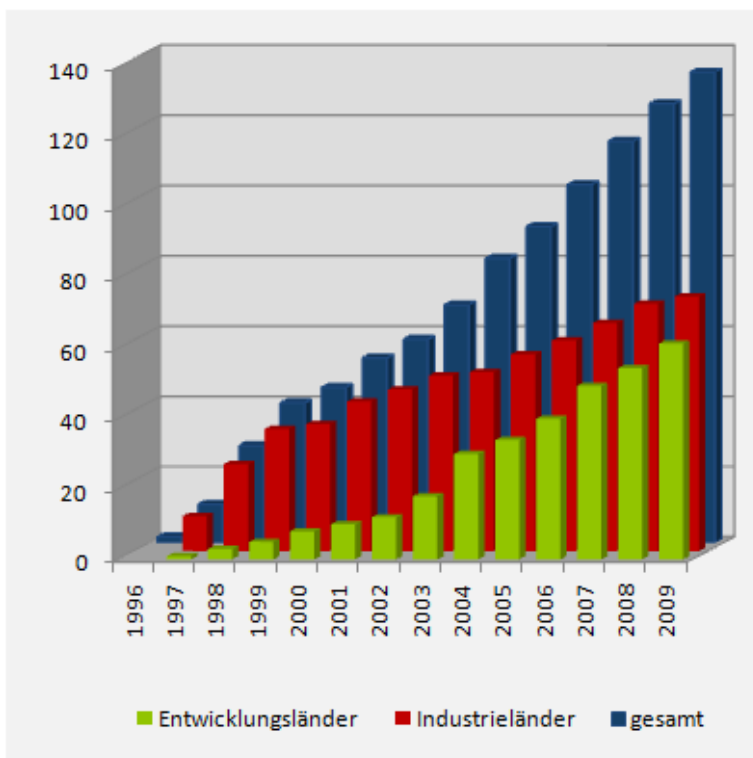


Abbildung 1: Anbauentwicklung weltweit ([www.transgen.de](http://www.transgen.de))

Die Anteile des weltweiten Anbaus 2009 aller wesentlichen Fruchtarten gehen aus Tab. 1 hervor.

**Tabelle 1: Anteil der Fruchtarten am GVO-Anbau (www.transgen.de)**

Kulturart	Fläche	Fläche GVO	Anteil GVO
	Mio ha	Mio ha	%
Soja	90	69	77
Mais	158	42	26
Baumwolle	33	16	49
Raps	31	6,4	21
Zuckerrübe	4,4	0,5	9

In Deutschland und Frankreich besteht seit 2008 bzw. 2009 ein Anbauverbot für Bt Mais Mon810. Die Anbaustruktur für gv-Pflanzen in Europa ergibt sich aus der folgenden Tabelle. Danach geht seit 2008 die mit Bt-Mais bestellte Fläche zurück. Spanien bleibt mit 76.000 ha der Hauptanbauer von Bt-Mais.

**Tabelle 2: Anbau von GV-Pflanzen in der EU**

	Anbau von gv-Pflanzen in der EU in Hektar				
	2005	2006	2007	2008	2009
Spanien	53.225	53.667	75.148	79.269	76.057
Frankreich	492	5.000	21.147	-	-
Tschechien	150	1.290	5.000	8.380	6.480
Portugal	750	1.250	4.500	4.851	5.094
Deutschland*	342	947	2.685	3.171	-
Slowakei	-	30	900	1.900	875
Rumänien	**110.000	**90.000	350	7.146	3.244
Polen	-	100	320	3.000	3.000
Summe gv-Mais	54.959	62.284	110.050	107.717	94.750

Quelle: Industrieverband EuropaBio, ISAAA, USDA/Foreign Agriculture Service (2009)

\* Quelle: Standortregister des Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)

\*\* Anbau von gv-Soja

Quelle: www.transgen.de

Für die Zulassung von GMO in der EU wird von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) die Risikobewertung in erster Instanz begutachtet. Von ihr werden damit entscheidend die Risiken der Freisetzung von GVO wissenschaftlich bewertet.

MON810-Mais ist die einzige gentechnisch veränderte Pflanze, die in der EU und in Deutschland landwirtschaftlich genutzt wird. Seit 1998 ist der Anbau von MON810-Mais in der EU zugelassen. Im April 2007 lief diese Erstgenehmigung aus. Nachdem ein Neuantrag eingereicht wurde, hat sich die EFSA erneut mit der Umwelt- und Produktsicherheit von MON810-Mais beschäftigt. Im April 2009 hat Deutschland die Zulassung ausgesetzt und damit den Anbau von MON810-Mais vorerst verboten.

Die gv-Kartoffel Amflora wurde nach der Zulassung durch die EU Kommission in Deutschland für den Anbau 2010 zugelassen. Die Technologie des Gentransfers in der Pflanzenzüchtung gewinnt mit der Entwicklung der Datenverarbeitung und weiteren Kenntnissen zur Funktion der Genomstrukturen außerordentlich an Bedeutung. So sind bereits Verfahren des gezielten Gentransfers in der Anwendung, die drastische Effizienzsteigerungen in der Züchtung erwarten lassen. Ebenso wird von Prototypen mit dem Potenzial von bis zu 10 % Ertragssteigerung gesprochen.

Der Anbau von Bt-Mais MON810 stieg in Sachsen von 2005 bis 2008 kontinuierlich auf knapp 953 ha an (Tab. 3).

**Tabelle 3: Anbau MON810 im Freistaat Sachsen**

	Zahl der Flächen	Hektar
2005	8	64,10
2006	14	230,26
2007	34	556,15
2008	58	952,64

Dies ist Ausdruck dafür, dass Landwirte sich mit dem Anbau der Sorte MON810 ein besseres Ergebnis erhofften. Ebenso ist es Ausdruck für die Zunahme des erwarteten Ertragsausfallrisikos durch den Maiszünsler in den Maisbeständen beim jeweiligen Landwirt.

### Entwicklung des Maisanbaus in Sachsen

Der Maisanbau legte seit dem vorigen Jahrhundert als leistungsstarke Kultur in der Rinderhaltung eine wesentliche Grundlage zur Versorgung mit energiereichem, hochwertigem Grundfutter. Die Erträge pro Hektar bilden neben den anderen Kulturen Höchstmarken. Hinzu kommt, dass die gesamte Lösung des Anbauverfahrens bis hin zur Lagerung die ganzjährige, sichere Versorgung mit qualitativ hochwertigem Grundfutter ermöglicht. Mais hat aus dieser Sicht unter sächsischen Bedingungen und allen landwirtschaftlichen Kulturen eine relativ unübertroffene Vorzüglichkeit. Der Anbauumfang von Mais lag in Sachsen bei 720,6 Tausend ha Ackerland in 2008, von 2004 bis 2009 um 11 % des Ackerlandes (Tab. 4).

**Tabelle 4: Anbauflächen Mais in Sachsen von 2004 bis 2009**

Jahr	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Silomais	63.800	58.500	63.100	61.200	66.200	67.500
Körnermais	15.200	16.100	10.700	14.500	16.600	13.600
CCM	200	800	400	500	400	500
Gesamt	79.200	75.400	74.200	76.200	83.200	81.600

In der Biogaserzeugung nahm bisher Mais als Koferment ebenso den ersten Rang ein. Auf Grund der Nachfrage nach Energie vom Acker und den Förderungen dieser Energiegewinnung dürfte bei Mais ein steigender Bedarf bestehen. Allerdings ist der Anbau in getreidestarken Fruchtfolgen bekanntermaßen nicht unproblematisch. Bei ansteigenden Jahrestemperatursummen und ausreichender Wasserversorgung wird der Maisanbau pflanzenphysiologisch begünstigt.

## 2 Ziel und Aufgabenstellung

Angela Kühne – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Im Projekt „Vertiefende Untersuchungen zum GVO-Anbau in Sachsen“ sollten die detaillierten Datenerhebungen zu ökonomischen Parametern des Bt-Maisanbaus analog zum vorangegangenen Projekt „Untersuchungen zum GVO-Anbau in Sachsen“ weitergeführt werden. Dazu wurde auf landeseigenen Flächen ein Parzellenversuch als randomisierte Blockanlage mit je drei Wiederholungen angelegt. Es galt, drei mögliche Anbauvarianten zu untersuchen:

- konventioneller Mais, unbehandelt
  - konventioneller Mais mit Insektizidbehandlung gegen Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*)
  - Bt-Mais
- für
- vergleichende Wachstumsbeobachtungen,
  - Ertragsermittlungen sowohl im Silomais als auch im Körnermais,
  - Vergleich des Futterwertes und der Futtermittelhygiene,

- Untersuchungen diverser Parameter dazu im Silo- und im Körnermais,
- Vergleich des Maiszünslerbefalls in den Prüfvarianten und Wirksamkeit von Bekämpfungsmaßnahmen,
- Untersuchungen zum Auskreuzungsverhalten von Bt-Mais.

Am Versuchsstandort wurden mittels Lichtfalle Erhebungen zur quantitativen und zeitlichen Aktivität des Maiszünslers durchgeführt. Die Daten bildeten die Grundlage zur Bestimmung des optimalen Behandlungstermins im Versuch (Variante mit Insektizid gegen Maiszünsler). Beobachtungen zum Auftreten des Maiszünslers im 5-km-Umkreis um den Versuchsstandort sollten die Situation im Befallsgebiet aufzeigen. Dazu wurde ein flächendeckendes Monitoring durchgeführt.

In ausgewählten Bt-Mais anbauenden Agrarbetrieben wurden ebenfalls Ertragsermittlungen im konventionellen und Bt-Mais durchgeführt, gegebenenfalls zusätzlich auch im konventionellen Mais mit Insektizidbehandlung. Auf Grundlage dieser und der Daten aus dem Parzellenversuch wurde eine ökonomische Bewertung der verschiedenen Varianten erstellt, die als Anbauentscheidung für die Landwirte in Befallsgebieten des Maiszünslers herangezogen werden kann. In die Bewertung flossen Mehr- und Minderaufwände für den GVO-Anbau ein, die recherchiert wurden.

Der Frage nach Effekten des Maiszünslerbefalls auf Futterwert und Futtermittelhygiene wurde im Projekt nachgegangen. Untersuchungen zu Trockenmasse - und Energieerträgen sowie zur Mykotoxinbelastung unterschiedlich stark geschädigter Maispflanzen sollte Aufschluss über das Schadensausmaß durch Maiszünslerbefall im Silomais geben.

Im Versuch eingesetztes konventionelles Saatgut wurde auf Anwesenheit von gentechnischen Veränderungen untersucht sowie Bt-Maissaatgut auf Vorhandensein der deklarierten und auch weiterer gentechnischer Veränderungen.

Für Untersuchungen zur Auskreuzung von Bt-Mais in Pflanzen benachbarter Maisflächen wurden sowohl der Parzellenversuch in Köllitsch als auch Schläge der Praxisbetriebe herangezogen.

Nach dreijährigem Bt-Maisanbau wurde der Verbleib bzw. die mögliche Anreicherung des Bt-Proteins aus den Bt-Maisernterückständen im Boden untersucht. Die Ergebnisse resultieren aus einer Kooperation mit dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft sowie dem Wissenschaftszentrum Weihenstephan der Technischen Universität München.

Außerdem wurde ein quantitativer und qualitativer Nachweis des Eintrages von Bt-Maispollen in Honig und Bienenbrot erbracht. Dazu wurden neben den Referenzvölkern provokativ Bienenvölker direkt im Bt-Mais aufgestellt. Es erfolgte eine Zusammenarbeit mit dem Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf, das die mikrobiologischen Untersuchungen durchführte.

# 3 Standortbedingungen und Versuchsanlage

Angela Kühne – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## 3.1 Kennzahlen des Versuchsfeldes

Der Parzellenversuch wurde von 2006 bis 2009 auf dem Schlag 138 „Am Park“ im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt. Das LVG liegt in der Elbaue südöstlich von Torgau. Der Schlag ist 14,2 ha groß und liegt in Flussnähe hinter dem Hochwasserschutzdeich. Die Standortparameter sind in Tab. 5 aufgeführt.

**Tabelle 5: 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 lang gestreckte ebene Versuchsfeld ist im Süden zur Elbe durch den Hochwasserschutzdeich und im Norden durch einen alten Elbarm 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 (Quelle: LVG Köllitsch).

## 3.2 Anlage des Parzellenversuches

Es wurden von 2006 bis 2009 jährlich drei Varianten (Tab. 6) als Langparzellen in dreifacher Wiederholung geprüft. Weil 2009 auf Grund des nationalen Anbauverbots kein Bt-Maisanbau zulässig war, wurde dort die Variante 3 mit Sudangras ersetzt.

**Tabelle 6: Versuchsvarianten 2006 – 2009**

Variante 1	konventionelle Sorte unbehandelt
Variante 2	konventionelle Sorte mit Insektizid
Variante 3	Bt-Mais (2009 Sudangras)

Als Saatgut wurde für die Varianten 1 und 2 die konventionelle Sorte „DKC 3420“, für die Variante 3 die Bt-Maissorte „DKC3421 YG“ verwendet. Beide Sorten gehören der mittelfrühen Reifegruppe an (Körnerreifezahl K 230 [DKC 3420] bzw. K 250 [DKC 3421 YG]). Die beiden Sorten sollen nach Angaben des Saatgutherstellers mit Ausnahme des Bt-Resistenzgens genetisch identisch (isogen) sein.

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 Abb. 2 dargestellt, lagen die Langparzellen parallel zur Schlaggrenze und hatten entsprechend der Schlagbreite unterschiedliche Längen.



**Abbildung 2: Versuchsanlage im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch**

Zwischen den Langparzellen lagen Trennstreifen von 1,5 m bzw. 3 m Breite. Der 3-m-Streifen war für den Einsatz der Spritztechnik in den Varianten mit Insektizidbehandlung erforderlich. Die Entfernung der Parzellen zum Feldrand betrug 24 m und von der Bt-Mais-Parzelle zum Nachbarschlag in östlicher Richtung über 150 m. Die Flächengrößen der einzelnen Langparzellen waren aufgrund der variierenden Schlaglänge unterschiedlich (von 4.256,4 m<sup>2</sup> bis 6.294,0 m<sup>2</sup>).



**Abbildung 3: Parzellenversuch mit Sudangras 2009**

Die gesamte Restfläche des Schlages wurde mit der konventionellen Sorte DKC 3420 bestellt. Seit 2006 blieben der Versuchsaufbau und die pfluglose Bodenbearbeitung unverändert. Im Jahr 2009 wurde auf den Bt-Maisflächen Sudangras angebaut, weil ein Anbau von Mais auf Vorjahres-Bt-Maisflächen ebenfalls rechtlich nicht möglich war (Anlage der GenTPfIEV „Pflanzenspezifische Vorgaben – Fruchtfolge“).



### 3.3 Anmeldung im Standortregister/relevante rechtliche Regelungen

Die Anmeldungen der Versuchsfläche als Bt-Maisfläche nach § 16a des Gentechnikgesetzes (GenTG) erfolgte 2006 bis 2009 jeweils fristgerecht drei Monate vor der Aussaat beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit:

Flur 13, Flurstück 24/2, Schlag „Am Park“ der Gemarkung Arzberg  
 Flächengröße: 14.447 m<sup>2</sup> Mais, davon tatsächlich 1,8 ha Bt-Mais in den Jahren 2006 - 2008  
 Erkennungsmarker MON-00810-6

Wegen des Anbauverbotes von Bt-Mais im Jahr 2009 konnte im 4. Versuchsjahr kein Bt-Mais auf der Versuchsfläche angebaut werden. Stattdessen wurden die ehemaligen Bt-Maisparzellen mit Sudangras bestellt. Es wurden die in der Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung (GenTPflEV) vorgeschriebenen Durchwuchskontrollen durchgeführt.

### 3.4 Agrotechnische Maßnahmen

Vor Versuchsbeginn im Herbst 2005 wurden auf dem Schlag 448 dt/ha Stallmist (überwiegend Schafdung) ausgebracht. Auf Grundlage der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen 2006 - 2009 erfolgte die Düngung im jeweiligen Erntejahr je nach Empfehlung. Die Werte der Bodenuntersuchungen aller Jahre und die entsprechenden Düngungsempfehlungen sind im Anhang 1 detailliert nachzulesen.

**Tabelle 7: Aussaattermine auf der Versuchsfläche 2006 – 2009**

2006	2007	2008	2009
03.05.	02.05.	06.05.	18.05.
			Sudangras am 02.06. (anstelle Bt-Mais)

Der späte Aussaattermin im Jahr 2009 ist auf die damalige offene Situation bezüglich Bt-Maisanbauverbot zurückzuführen. Weil auf den Parzellen, die im Vorjahr mit Bt-Mais bestellt waren, sowohl der Anbau von Bt-Mais als auch der Anbau von konventionellem Mais nicht zulässig war, wurde Sudangras (*Sorghum sudanense*) gedreht, welches später Verwendung in der Biogasanlage fand.

Als Standort mit hohem Aufkommen an Schadhirschen wurden in allen Versuchsjahren hirsewirksame Herbizide eingesetzt. Die Applikationen in den Parzellen erfolgten in Zusammenhang mit den Maßnahmen auf dem gesamten Schlag. Von 2006 bis 2008 wurde „Zintan Gold Pack“ (1 l/ha Callisto und 4 l/ha Gardo Gold) eingesetzt, 2009 „Zintan Platin Pack“ (1,5 l/ha Calaris und 1,25 l/ha Dual Gold). Auf Grund fehlender Zulassung oben genannter Mittel in Zuckerhirschen/Sudangras wurden 2009 die drei betreffenden Parzellen separat mit Gardo Gold behandelt. Die Aussaatstärke im Mais betrug 77.500 Körner/ha.

Die Insektizidbehandlung mit dem Mittel „Steward“ (125 g/ha) im Prüfglied 2 wurde nach Terminfestlegung im Rahmen der Schaderregerüberwachung durchgeführt. Hierbei erfolgte die Applikation mittels selbstfahrender Spritze, im Versuch auf angelegten 3 m breiten Wegen sehr gut realisierbar. Weitere Ausführungen zur Insektizidbehandlung erfolgen in Kapitel 7. Die Körnermaisernten mit dem Parzellenmähdröschler auf Messstrecken innerhalb der Langparzellen wurden in den Versuchsjahren an folgenden Terminen durchgeführt:

**Tabelle 8: Erntetermine GVO-Versuch 2006 - 2009**

2006	2007	2008	2009
12.10.	05.11.	05.11.	21.10.

Vor der Winterpause wurde jedes Jahr der gesamte Schlag geegrubbert.

# 4 Beobachtungen zur Pflanzenentwicklung

Angela Kühne – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## 4.1 Material und Methoden

Wachstumsbeobachtungen und sämtliche Feststellungen (Bonituren, Zählungen, Messungen) sowie Probenahmen für nachfolgende Untersuchungen wurden nach den „Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen“, herausgegeben vom Bundessortenamt, durchgeführt. Es fanden Bestandskontrollen zu verschiedenen Entwicklungsstadien der Kulturpflanzen statt sowie Wetterbeobachtungen vor Ort unter Einbeziehung von Daten der Wetterstation Köllitsch des Meteorologischen Messnetzes des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

## 4.2 Beobachtungen zu Witterung und Wachstum

### Erntejahr 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.). In der zweiten Hälfte des Monats hielten diese Bedingungen an, wobei Ende Mai ergiebige Niederschläge das Pflanzenwachstum förderten, sodass 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, also günstige Wachstumsbedingungen für den Mais. Es traten jedoch teilweise besonders auf den leichteren Bereichen im Nordosten des Versuchsfeldes erste Trockenschäden auf. Diese waren je nach Untergrund und Wasserverhältnisse als streifenweise Ausprägung mit sehr deutlichen Unterschieden auch in der Pflanzenentwicklung/-länge sichtbar.

Zur Blütezeit lagen die Tagesdurchschnittswerte der Lufttemperatur zwischen 20 °C und 27 °C. Bis auf zwei Tage Regen 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.

### Erntejahr 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. Weil 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 Körnermaiserte 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.

### Erntejahr 2008

Am 06.05. erfolgte die Aussaat auf der Versuchsfläche Köllitsch bei warmer, trockener Witterung. Bodentemperaturen von ca. 15 °C förderten den zügigen Aufgang, welcher ab 14.05. zu beobachten war. Bei relativ gleichbleibenden Temperaturen um etwa 15 °C entwickelte sich der Pflanzenbestand ausgeglichen - auch wenn Niederschläge bis Anfang Juni völlig fehlten - mit Ausnahme eines Regentages am 17.05.08., an dem die Niederschlagsmenge jedoch lediglich 7,6 mm betrug. Diese Fröhsommertrockenheit des Jahres 2008 kann als extrem eingeschätzt werden.

In der weiteren Phase der Jugendentwicklung gab es nur wenige Tage mit Niederschlägen. Jedoch blieben kühle, wachstumshemmende Witterungsabschnitte weitestgehend aus, sodass sich der Bestand kontinuierlich entwickelte. Ab Anfang Juli waren dann die Niederschläge kontinuierlicher; in diese Zeit fiel die Maisblüte am 10.07.08. Im weiteren Verlauf der Vegetation herrschten warme Temperaturen mit ausgeglichenen Niederschlägen, die Körnermaisernte am 05.11.08 wurde bei schon recht kühlem, sehr feuchtem Wetter durchgeführt.

### Erntejahr 2009

Die sehr späte Aussaat am 18.5.09, bedingt durch die zu dieser Zeit noch unklare Anbauregelung, erfolgte in ein sehr feuchtes Saatbett. Auch im weiteren Verlauf des Monats Mai waren durchgängig hohe Niederschläge zu verzeichnen, die mittleren Tagestemperaturen bewegten sich relativ konstant im Bereich um 15 °C, auch im Juni wurden hier keine wesentlich höheren Werte gemessen. Der Feldbestand entwickelte sich wegen der ausreichenden Wasserversorgung gleichmäßig und kräftig, allerdings konnte die Verzögerung durch die späte Aussaat nicht aufgeholt werden.

Die feuchte Witterung hielt auch in den Monaten Juli und August noch an, die Vollblüte wurde erst am 01.08.09 erreicht. Entsprechend verzögert war die Phase der Kolbenbildung und der Abreife. Nachdem der September trocken einherging, nahmen im Oktober die Niederschläge wieder zu. Auf Grund der zunehmenden herbstlichen Witterung mit kühlen Temperaturen und Niederschlägen wurde die Körnernte am 21.10.09 durchgeführt.

### Zusammenfassung der Witterungsbedingungen

Die Witterungsbedingungen haben sich 2006 und 2007 für den Maisanbau günstig auf die Ertragsbildung ausgewirkt. Das zeigte sich in einer guten Pflanzenentwicklung. 2008 beeinflusste die starke Trockenheit in den Monaten Mai und Juni die Jugendentwicklung im Bestand negativ, was sich im Pflanzenwachstum und letztlich im Ertrag widerspiegelte. Im kühlen und feuchten Jahr 2009 lagen die Erträge zwar fast auf dem Niveau der Jahre 2006 und 2007, die verspätete Aussaat hatte jedoch Auswirkungen auf das Abreifeverhalten, welches später erfolgte und in Kombination mit der Witterung möglicherweise ungünstige Folgen für die Kornqualität und Betriebsabläufe (Beerntbarkeit) hatte.

## 4.3 Ergebnisse

Mängel im Stand nach Feldaufgang konnten in keiner Variante beobachtet werden. In allen vier Versuchsjahren waren Unterschiede bezüglich Wachstum, Bestockung, Blütezeit und Kolbenbildung zwischen den Varianten nicht feststellbar.

Auch die Befallshäufigkeit mit Maisbeulenbrand (*Ustilago maydis*) unterschied sich nicht zwischen konventionellem Mais mit und ohne Insektizidbehandlung sowie im Vergleich zum Bt-Mais. Es konnte lediglich einen höherer Befall im Jahr 2006 festgestellt werden, welcher aber alle Varianten gleichermaßen betraf. Die Messungen der Pflanzenlängen in den Varianten zeigten ebenfalls keine nennenswerten Unterschiede. Alle Bonitur- und Messergebnisse der vier Jahre sind in Tab. 9 zusammengefasst.

**Tabelle 9: Bonitur- und Messergebnisse Parzellenversuch 2006 - 2009**

Merkmal	konventionelle Sorte unbehandelt				konventionelle Sorte mit Insektizid				Bt-Mais		
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008
Aussaat (Datum)	03.05.	02.05.	06.05.	18.05.	03.05.	02.05.	06.05.	18.05.	03.05.	02.05.	06.05.
Aufgang (Datum)	12.05.	11.05.	14.05.	25.05.	12.05.	11.05.	14.05.	25.05.	12.05.	11.05.	14.05.
Mängel im Stand (1-9)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fritfliege (1 - 9)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kälteschäden (1 - 9)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bestockung (1 - 9)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Weibliche Blüte (Datum)	16.07.	12.07.	21.07.	01.08.	16.07.	12.07.	21.07.	01.08.	16.07.	12.07.	21.07.
Maiszünslerbefall (%)	16	32	41	27	7	3	2,7	1,3	0	0	0
Maisbeulenbrand (befallene Pflanzen in %)	34	12	2,67	2,67	31	15	4	0	27	12	2,7
Standfestigkeit (1 – 9)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pflanzenanzahl/ha	77300	76400	76900	76900	75600	75100	77300	76300	76900	77000	77000
Pflanzenlänge (cm)	249	269	256	279	255	269	259	283	252	271	259

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

Eine differenzierte Befallshäufigkeit durch Maiszünsler war indessen zu erwarten. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Tab. 9 mit aufgeführt, werden aber unter Kap. 7.2 noch detailliert behandelt.

## 5 Ertragsfeststellungen

Angela Kühne – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

### 5.1 Material und Methoden

#### 5.1.1 Versuchsfeld

Die Ermittlung der Kornerträge erfolgte im GVO-Versuch 2006 - 2009 mit einem zweireihigen Parzellendrescher. Weil die Versuchspartellen verschiedene Längen aufwiesen, wurden die Erntestrecken genau gemessen und die Erntemenge auf die konkrete Erntefläche berechnet bzw. später daraus der Ertrag pro Hektar ermittelt. Nach Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes jeder Einzelprobe aus den Versuchspartellen wurde der Kornertrag einheitlich auf je 86 % TS gerechnet.

In den Versuchsjahren 2008 und 2009 wurden zusätzlich die Silomaiserträge der verschiedenen Varianten des GVO-Versuches ermittelt. Dies wurde notwendig, um die Ergebnisse mit denen aus der Praxis vergleichen zu können. Mais kommt in den

sächsischen Betrieben zumeist in der Rinderfütterung zum Einsatz und wird für Silagenutzung als gehäckselte Ganzpflanzen geerntet.

Die Ermittlung der Silomaiserträge erfolgte im GVO-Versuch 2008 und 2009 mit einem zweireihigen Parzellenhäcksler mit integrierter Wiegeeinrichtung. Es wurden Erntestrecken von 100 m pro Parzelle genau abgemessen und diese Strecke beerntet. Durch Bestimmung der TS-Gehalte konnte der genaue Trockenmasse-Ertrag pro Hektar errechnet werden.



**Abbildung 4: Silomaisernte mit Parzellenmähdrescher**

Sowohl bei der Körnermais- als auch bei der Silomaisernte wurden die Reihen, aus denen vorher Kolben oder Ganzpflanzen für weitere Untersuchungen entnommen wurden, für die Ertragsermittlung ausgeschlossen. Außerdem wurden die Erntereihen auf Fehlstellen, z. B. durch Schwarzwild, kontrolliert.

Vor der Ermittlung der Korntrträge im Parzellenversuch wurden 2008 und 2009 zur optimalen Ernteterminbestimmung die TS-Gehalte der einzelnen Varianten bestimmt. Dazu wurden in jeder Parzelle Kolben entnommen. Weil sich die Werte zwischen konventionellem, insektizidbehandeltem und Bt-Mais nur minimal unterschieden, wurden keine getrennten Erntetermine für konventionellen und Bt-Mais festgelegt.

Im Anbaujahr 2009 entfiel die Variante „Bt-Mais“. Das stattdessen angebaute Sudangras wurde in die Ertragsermittlungen nicht einbezogen.

### 5.1.2 Praxisbetriebe

In einigen der sächsischen Bt-Mais anbauenden Betriebe war es ab 2007 möglich, mit deren Einverständnis auf ausgewählten Schlägen Ertragsfeststellungen in Bt-Mais und vergleichend dazu im konventionellen Mais durchzuführen. Auch der Einsatz von Insektizid gegen Maiszünsler wurde in die Untersuchungen einbezogen.

Die Termine für Silomaisernte bzw. Drusch für die Untersuchungen wurden mit den Betrieben je nach deren voraussichtlichem Erntetermin abgestimmt und fanden immer kurz vor der betrieblichen Ernte statt. Die Ermittlung der Silomaiserträge erfolgte in den Praxisbetrieben 2007 bis 2009 vorwiegend mit einem zweireihigen Parzellenhäcksler mit integrierter Wiegeeinrichtung. Es wurden Erntestrecken von 100 m pro Variante genau abgemessen und diese Strecke beerntet. Weiterhin wurden auch Erträge durch betriebsübliche Großtechnik ermittelt. Durch Bestimmung des TS-Gehaltes wurde der genaue TM-Ertrag/ha berechnet, im Körnermais wurden die Erträge bei 86 % TS-Gehalt ausgewiesen.

Für 2007 liegen insgesamt von neun Standorten Ergebnisse zu den Erträgen vor, ein exakter Sortenvergleich (Bt-Sorte zu isogener Linie) war jedoch nur in drei Betrieben möglich.

Im Versuchsjahr 2008 standen für die Erhebungen in der Praxis fünf Betriebe zur Verfügung. Es wurden Bt-Mais und konventioneller Mais derselben Linie angebaut, sodass ein direkter Vergleich zwischen Bt- und konventionellem Mais möglich war, ohne dass Sortenunterschiede Berücksichtigung finden mussten. In allen fünf Betrieben wurden Silomaiserträge ermittelt, in zwei Betrieben zusätzlich dazu auch die Korntrträge. Bei einem Landwirtschaftsbetrieb konnte wieder eine Insektizidbehandlung

durchgeführt werden, sodass drei Varianten (jedoch ohne Versuchscharakter, weil ohne Wiederholungen) zur Auswertung kommen konnten. Durch vorherige Absprache mit den Betrieben konnte sichergestellt werden, dass Bt- und Vergleichssorte in räumlicher Nähe zueinander standen, entweder auf dem gleichen Schlag oder auf einem Nachbarschlag, sodass Standortvor- und nachteile reduziert werden konnten.

2009 wurden in drei Betrieben die Untersuchungen weitergeführt, jedoch auf Grund des Anbauverbotes ohne Bt-Mais. Dafür konnte überall zum Vergleich eine Insektizidvariante angelegt werden.

In allen Jahren wurde an jedem Standort der Befall durch Maiszünsler sowohl in Bt-Mais (hier außer 2009) als auch in den Vergleichsvarianten (konventionell bzw. konventionell mit Insektizid) bonitiert.

## 5.2 Ergebnisse der Ertragsfeststellungen

### 5.2.1 Silomais

#### Versuchsfeld 2008 und 2009

Die ermittelten Trockenmasseerträge im Silomais ergaben 2008 und 2009 im Parzellenversuch Köllitsch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Die Variante mit Insektizid und der Bt-Mais (Bt nur 2008 ermittelt) wiesen bei den Schaderregerbonituren keinen (Bt-Mais) bzw. nur geringen Maiszünslerbefall (mit Insektizid) auf. In den unbehandelten Parzellen war in beiden Jahren ein mäßiger bis mittelstarker Befall vorhanden, allerdings ohne nennenswerten Anteil von heruntergebrochenen Stängeln unterhalb des Kolbens. Detaillierte Angaben zur Befallshäufigkeit durch Maiszünsler in den einzelnen Varianten sowie zu den Wirkungsgraden der Maßnahmen werden in Tab. 12 dargestellt und erläutert. Die Abb. 5 und 6 zeigen die Silomaiserträge im Parzellenversuch 2008 und 2009.

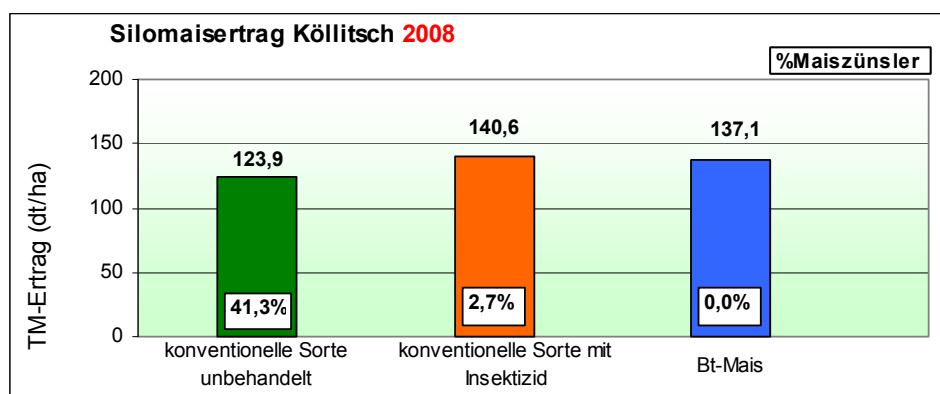


Abbildung 5: Silomaisertrag Versuch 2008; GD=23,9 dt/ha

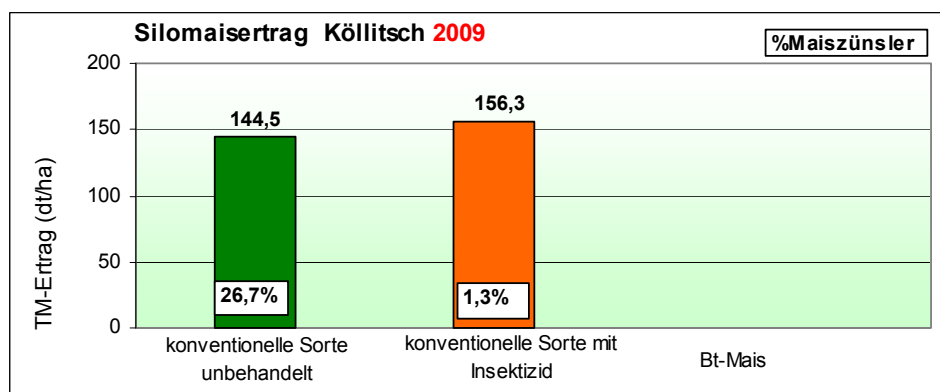


Abbildung 6: Silomaisertrag Versuch 2009; GD=22,56 dt/ha

Der Vergleich mit Bt-Mais entfiel 2009.

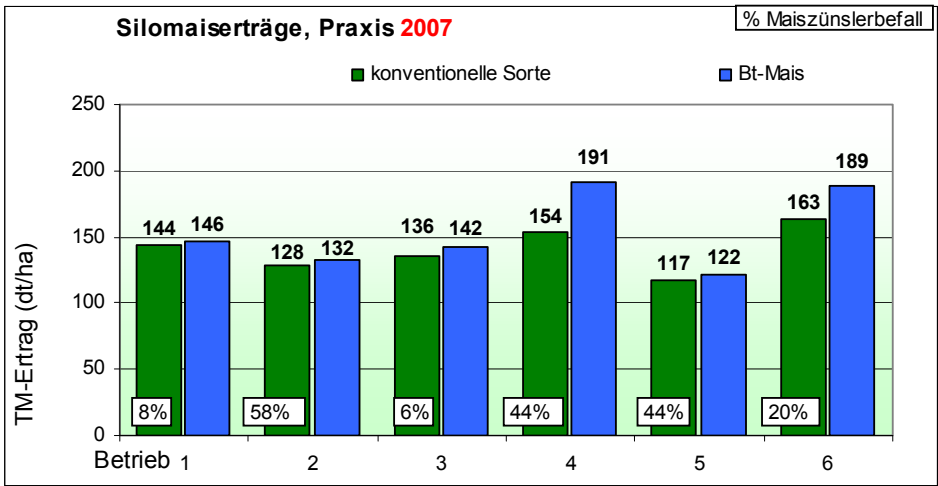


Abbildung 7: Silomais-erträge Praxisbetriebe 2007

Die Ergebnisse der Erhebungen 2007 sind in der Abb. 7 dargestellt. In zwei von neun Betrieben brachte der Bt-Mais sichtbar höhere Erträge als die konventionellen Sorten. Der Befall durch Maiszünsler im konventionellen Mais war sehr unterschiedlich und schwankte zwischen 6 und 58 %. Dabei ist mit einem hohen Befall nicht zwingend ein sehr viel geringerer Ertrag gegenüber Bt-Mais verbunden, wie die Werte der Betriebe 4 und 8 zeigen.

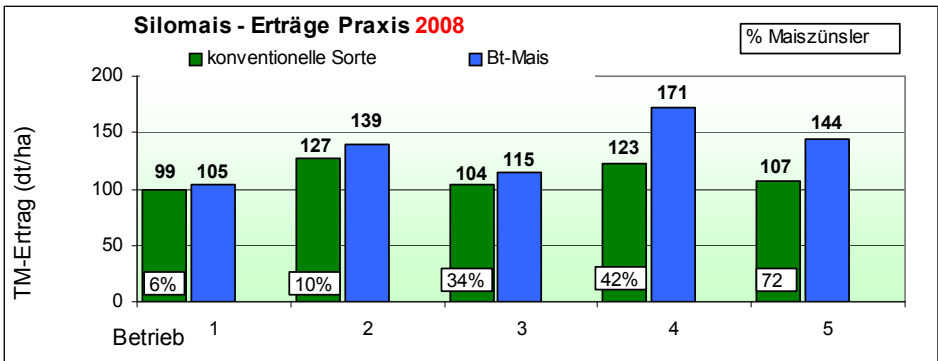


Abbildung 8: Silomais-erträge Praxisbetriebe 2008

Die Ergebnisse der Silomais-ernte 2008 in den fünf sächsischen Praxisbetrieben sind in Abb. 8 dargestellt. Dabei lag der Maiszünslerbefall auf den unbehandelten Flächen zwischen 6 und 72 %. In den Betrieben 4 und 5, also denen mit den größten Ertragsunterschieden von 48 bzw. 37 dt/ha TM, war der Zünslerbefall mit 42 bzw. 72 % am höchsten. Hier besteht ein Zusammenhang zum Schaden durch Stängelbruch, hervorgerufen durch Maiszünslerbefall.

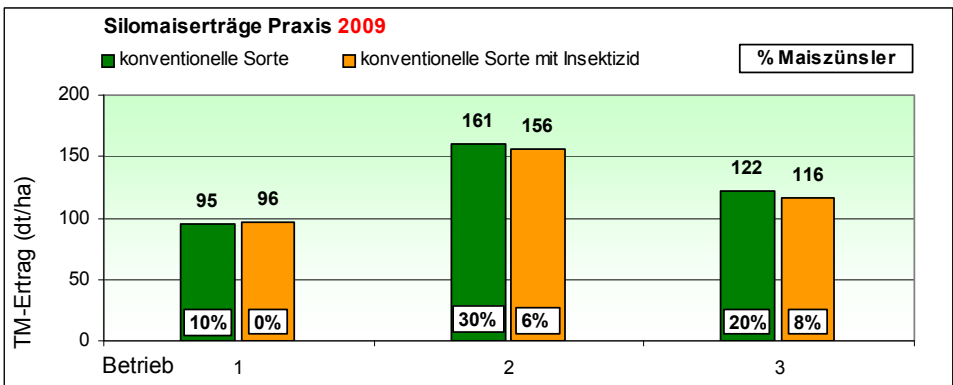


Abbildung 9: Silomais-erträge Praxisbetriebe 2009

Wie im Parzellenversuch konnten **2009** keine Ertragsermittlungen mit Bt-Mais durchgeführt werden. In den drei Betrieben, in denen alternativ mit Insektizid behandelt wurde, sind keine Ertragsvorteile im Silomais für diese Variante festgestellt worden; in Betrieb 2 und 3 lagen die TM-Erträge geringfügig hinter den Ergebnissen aus den unbehandelten Teilschlägen (Abb. 9), was Boden- und Versorgungsinhomogenitäten der Fläche zuzuschreiben ist. Außerdem trugen die Ermittlungen keinen Versuchscharakter. Ein Schaden an den Pflanzen auf den beernteten Messstrecken durch das Überfahren mit der Spritze bei Ausbringung des Insektizids konnte nicht beobachtet werden. Der Zünslerbefall lag zwischen 10 und 30 % im unbehandelten Mais und nur sehr selten waren einzelne heruntergebrochene Pflanzen zu finden. Abb. 10 fasst die Ergebnisse zusammen.

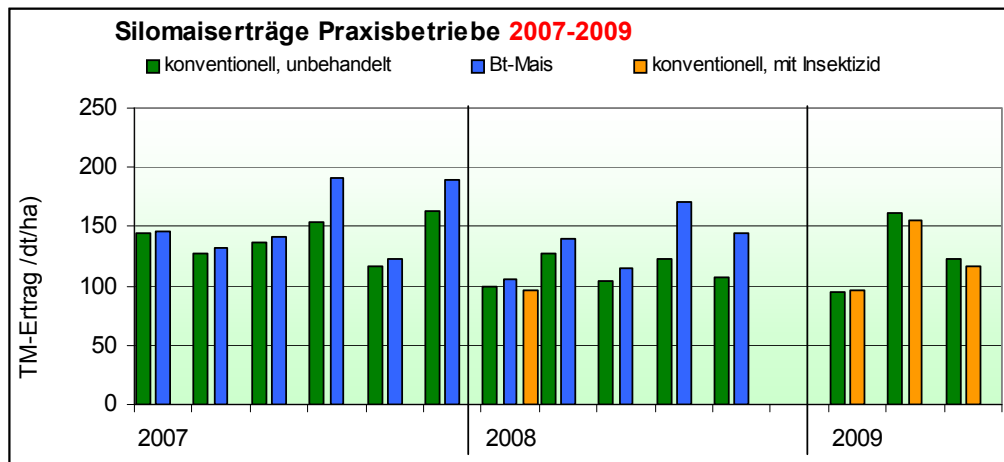


Abbildung 10: Übersicht Silomaiserträge Praxisbetriebe 2007 - 2009

### 5.2.2 Körnermais

#### Versuchsfeld 2006 - 2009

##### 2006

Der Trockensubstanzgehalt (TS) betrug zum Erntezeitpunkt 74,5 %. Bei einem hohem Durchschnittsertrag von 97,75 dt/ha gab es zwischen den Varianten keine statistisch gesicherten Differenzierungen (Abb. 11).

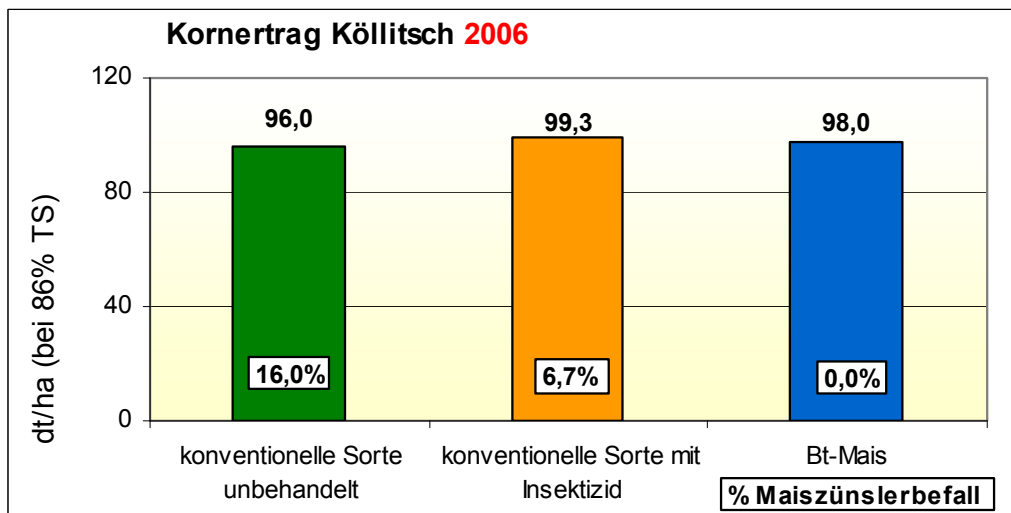


Abbildung 11: Kornertrag GVO-Versuch 2006

Die Effektivität der Insektizidbehandlung sowie des Bt-Maises war aufgrund des relativ geringen Zünslerbefalls von 16 % in der unbehandelten Kontrolle nicht gegeben. Unterhalb des Kolbens gebrochene Stängel wurden während der Bonitur nicht gefunden.



## 2007

Der Maiszünslerbefall in der unbehandelten Variante lag mit 32 % höher als im Vorjahr, hatte jedoch offenbar keine Auswirkungen auf den Kornertrag (Abb. 12). In der Insektizidbehandlung wurden 2,7 % befallene Maispflanzen festgestellt, im Bt-Mais kein Befall. Zur Zeit der Ernte am 05.11.07 hatten die Kolben eine mittlere TS von 72,6 % bei einer Schwankungsbreite von 4 %. Es wurde, wie im Vorjahr, ein hoher durchschnittlicher Kornertrag von 97,02 dt/ha erreicht. Zwischen den Varianten gab es keine statistisch gesicherten Unterschiede.

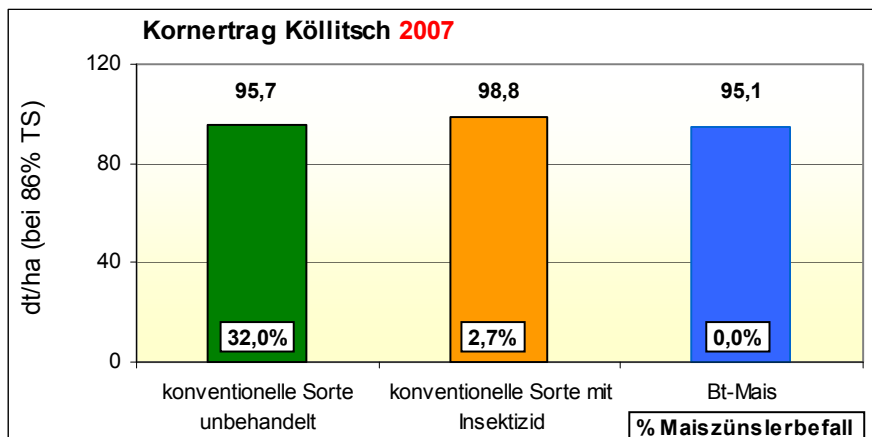


Abbildung 12: Kornertrag GVO-Versuch 2007

## 2008

Am 11.09.08 wurden in jeder Parzelle Proben zur Untersuchung des TS-Gehaltes genommen, um auf eventuelle Unterschiede im Abreifeverhalten zwischen Bt-Mais und konventionellem Mais mit gegebenenfalls differenzierten Terminen für die Korernte reagieren zu können. Die Unterschiede waren jedoch so gering, dass festgelegt wurde, alle Varianten zum gleichen Termin zu ernten.

Die Körnermaisernte des Parzellenversuches fand am 05.11.08 statt. Für eine getrennte Ernte der Varianten gab es keinen Anlass, die TS-Gehalte variierten weniger als 1 % (Tab. 10).

Tabelle 10: TS-Gehalt zur Körnermaisernte 2008

	konventionelle Sorte	konventionelle Sorte mit Insektizid	Bt-Mais
TS-Gehalt am 05.11.2008	78,9 %	79,1 %	78,2 %

Die Ertragsunterschiede zwischen den drei untersuchten Varianten (s. Abb. 13) waren nicht signifikant. Ein ertraglicher Vorteil von Bt-Mais konnte im Versuch nicht festgestellt werden.

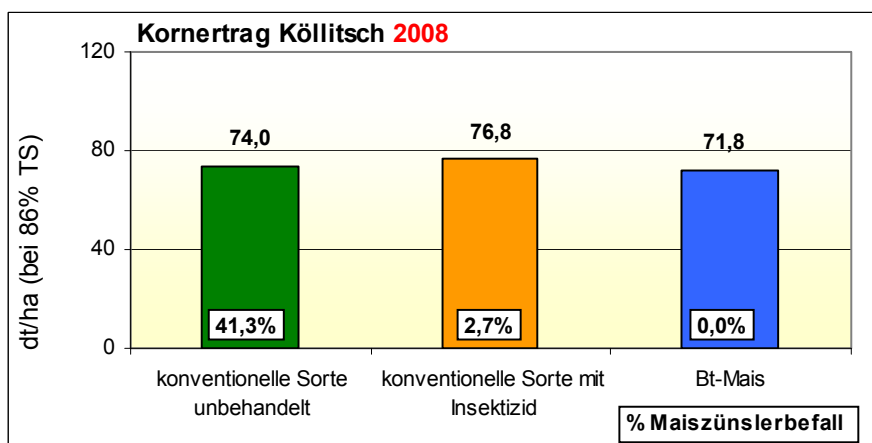


Abbildung 13: Kornertrag GVO-Versuch 2008

Vergleicht man die Erträge mit denen aus den Vorjahren ist festzustellen, dass im Erntejahr 2008 das Ertragsniveau auf der Versuchsfläche gegenüber 2007 ca. um 20 % gesunken ist. Allgemein kann für 2008 gesagt werden, dass die sächsischen Körnermaiserträge ca. 5 % unter denen des Vorjahres 2007 lagen (Quelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen). Auf weniger günstigen Standorten wie dem Versuchsschlag wirken sich Vorsommertrockenheiten besonders ertragsmindernd aus.

## 2009

Im Körnermais wie auch schon im Silomais unterschieden sich die gegen Maiszünsler behandelten Parzellen nicht signifikant von denen der unbehandelten Parzellen. Allerdings muss bemerkt werden, dass der aus den drei Parzellenerträgen gebildete Wert hier einen Schätzwert darstellt. Der Messwert einer der Parzellen war auf Grund eines Mess- oder Datenübertragungsfehlers statistisch nicht auswertbar. Der Schätzwert wurde nach Hohenheim-Gülzower Methode ermittelt.

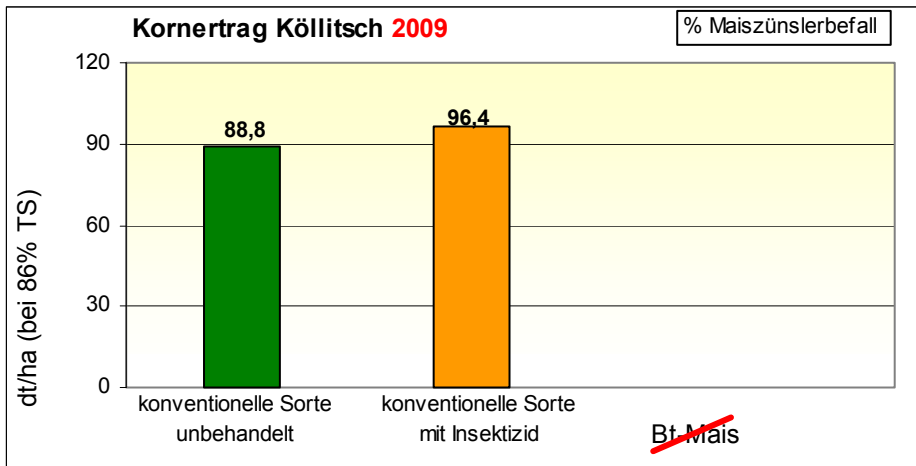


Abbildung 14: Kornertrag GVO-Versuch 2009, ohne Bt-Mais

## Praxisbetriebe 2007 - 2009

### 2007

Zur Interpretation dieser Ergebnisse ist unbedingt zu beachten, dass die Standortunterschiede der Schläge nicht erfasst wurden und der direkte Sortenvergleich nur im Betrieb 6 (Silomais) sowie in den Betrieben 2 und 3 (Körnermais) möglich war. Hier bauten die Betriebe als Bt-Mais die Sorte DKC 3421 an sowie die entsprechende isogene Sorte DKC 3420 derselben Linie.

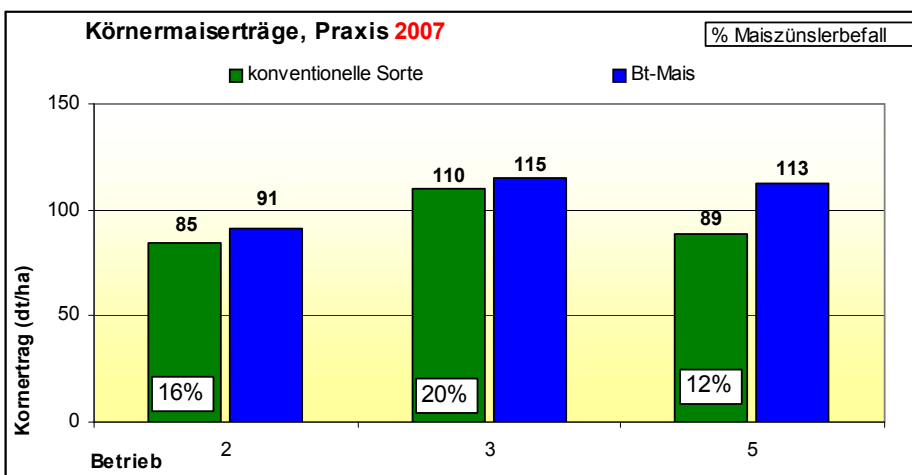


Abbildung 15: Kornerträge Praxisbetriebe 2007

Im Betrieb 2 wurde auf einem Teilschlag zusätzlich eine Insektizidbehandlung durchgeführt. Der Maiszünslerbefall von 16 % im unbehandelten Mais konnte durch den Insektizideinsatz auf 4 % reduziert werden.

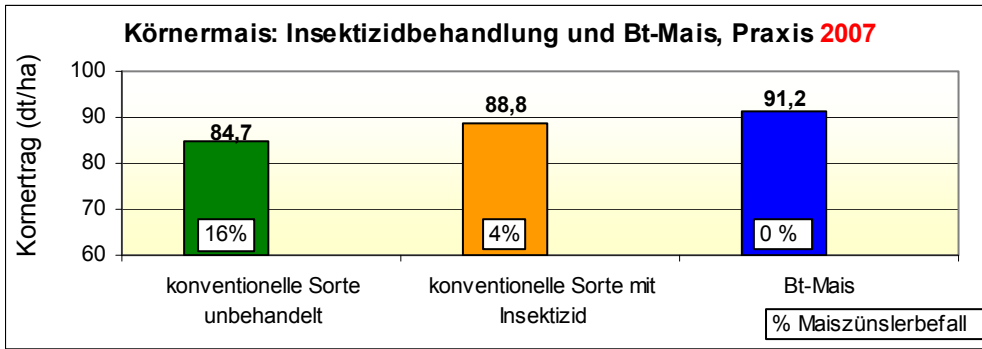


Abbildung 16: Vergleich der drei Varianten im Praxisbetrieb 2, 2007

Das ist ein Wirkungsgrad von 75 %. Der Bt-Mais war frei von Maiszünslerbefall. Auf die Wirtschaftlichkeit des Insektizideinsatzes wird im Kapitel 10 näher eingegangen.

**2008**

In nur zwei Landwirtschaftsbetrieben konnte eine Ermittlung der Kornerträge durchgeführt werden, weil die Verwendung des Maises fast überall als Ganzpflanzensilage erfolgte. Ein Belassen von Erntereihen für die Ertragsermittlung war in den meisten Betrieben aus ackerbaulichen Gründen nicht möglich.

Folgende Bt-Maissorten (Tab. 11) und deren entsprechende isogene Linien wurden in den Betrieben verwendet.

Tabelle 11: Maissorten der Betriebe

Bt-Maissorte	Vergleichssorte
DKC 2950 YG	DKC 2949
PR39F56	PR39F58
DKC 3421 YG	DKC 3420

Die Ergebnisse der Ertragsermittlungen Körnermais 2008 sind in Abb. 17 dargestellt.

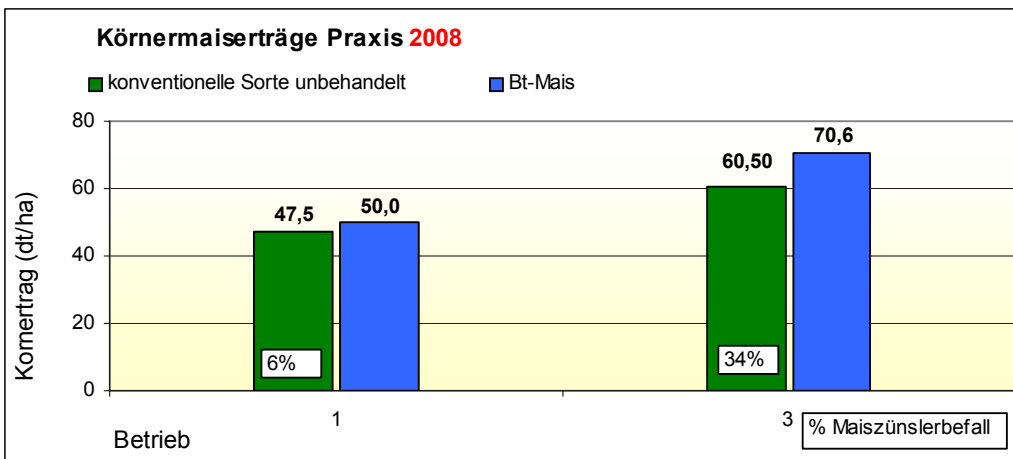


Abbildung 17: Kornerträge Praxisbetriebe 2008

Aus Abb. 17 ist ersichtlich, dass das allgemeine Ertragsniveau auf den Erhebungsschlägen im Jahr 2008 sehr gering war im Vergleich zu den Vorjahren. Dies wurde bereits bei der Silomaisernte deutlich.

Wie in Betrieb 3 ist deshalb eine Differenz von ca. 10 dt/ha zwischen Bt-Mais und der konventionellen Sorte in einem solchen Jahr ökonomisch nicht zu unterschätzen. Der Maiszünslerbefall betrug dort im konventionellen Mais 34 %. Im Betrieb 1, mit lediglich 6 % befallener Maispflanzen in der konventionellen Sorte, ist nur ein sehr geringer Ertragsunterschied zum Bt-Mais festzustellen.

Insektizidbehandlung auf einem Teilschlag im Betrieb 1:

Der Maiszünslerbefall im konventionellen Mais betrug lediglich 6 %. Der Schwellwert für eine mögliche Schädigung durch den Maiszünsler wird derzeit mit 30 – 40 % befallener Pflanzen im Vorjahr angenommen.

Im Schlag lag kaum Maiszünslerbefall vor, Stängelbruch wurde nicht beobachtet, sodass die teilweise nur minimalen Ertragsunterschiede (Abb. 18) auf Standortunterschiede zurückzuführen und nicht von der Befallsintensität des Schädlings beeinflusst sind. Wie sich ertragliche Differenzen zum Bt-Mais ökonomisch auswirken, misst sich an dessen Mehraufwand und wird im Kap. 10 noch näher beschrieben.

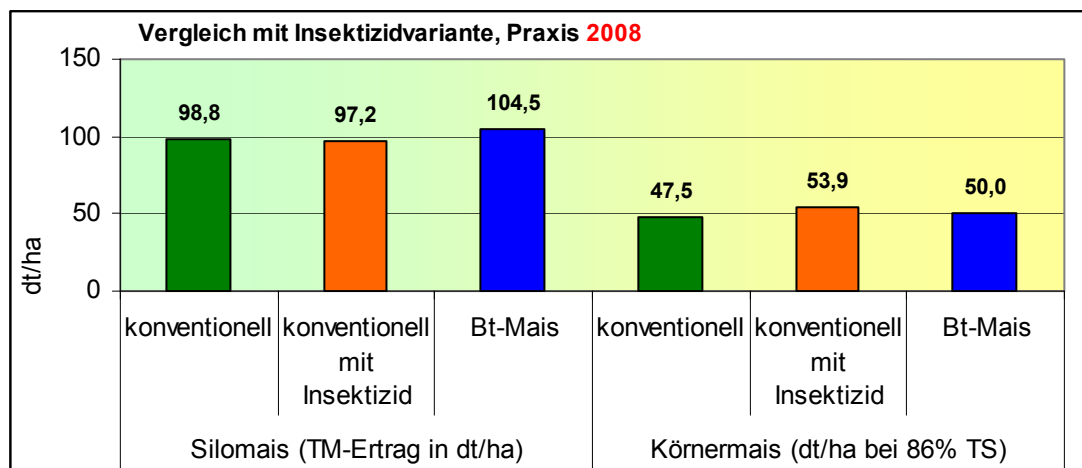


Abbildung 18: Erträge im Silo- und Körnermais 2008, Praxisbetrieb 1

### 2009

In der Auswertung der Körnermaiserträge sind zwischen unbehandeltem und behandeltem Mais keine oder nur unwesentliche Unterschiede zu verzeichnen (s. Abb. 19). Der Befall mit Maiszünsler auf den Schlägen mit Ertragsermittlungen war mit 10 – 30 % befallener Pflanzen relativ gering. Der Anteil geschädigter Pflanzen mit Stängelbruch wurde auf allen drei Schlägen sehr selten bzw. gar nicht beobachtet wie in den Betrieben 1 und 2.

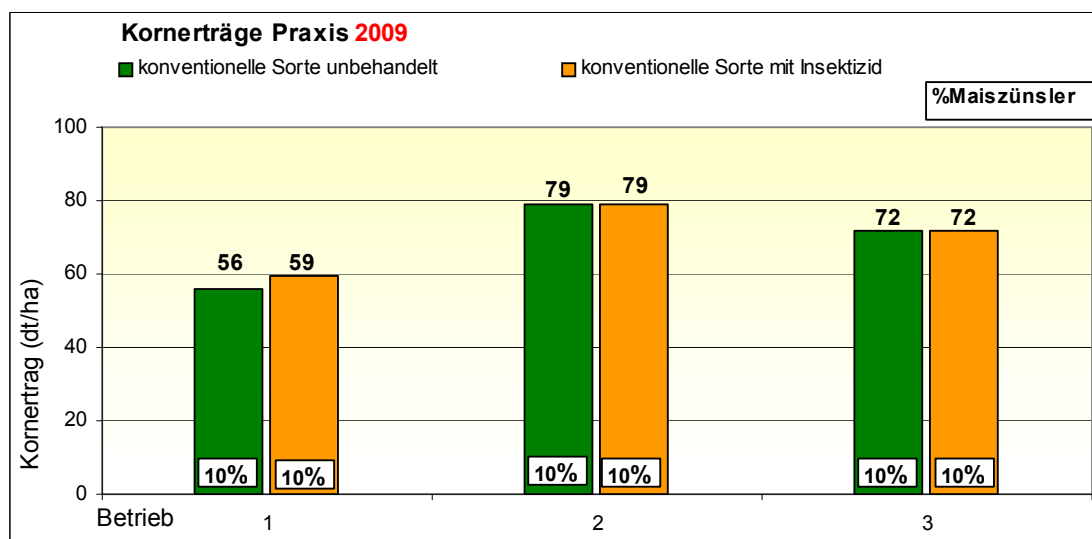


Abbildung 19: Körnerträge Praxisbetriebe 2009, konventionell ohne und mit Insektizidbehandlung

In Abb. 20 sind die Ergebnisse der Körnermaisernten in den Praxisbetrieben im Überblick dargestellt.

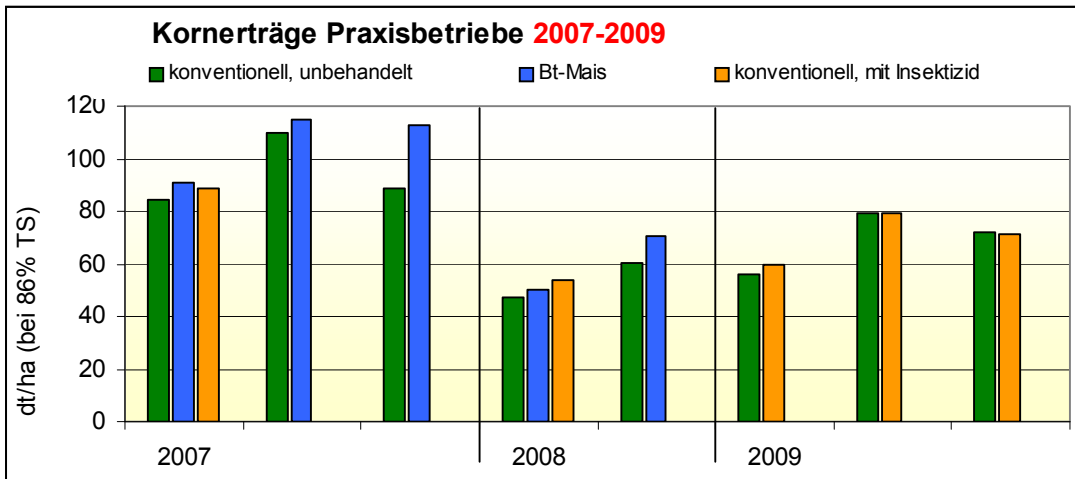


Abbildung 20: Übersicht Ertragsermittlungen Praxis – Körnermais

### 5.3 Zusammenfassung der Ertragsfeststellungen

Bei den Erträgen im Silomais konnten auf dem Versuchsfeld keine signifikanten Unterschiede zwischen konventionellem Mais, Mais mit Insektizidbehandlung und Bt-Mais festgestellt werden. Auch die Kornerträge, die über vier Versuchsjahre ermittelt wurden, wiesen keine statistisch gesicherten Unterschiede auf.

Die Erhebungen in den Praxisbetrieben haben jedoch ein sehr differenziertes Bild ergeben. Nur teilweise zeigte der Bt-Mais höhere Erträge. Die unterschiedlichen Befallsstärken durch den Maiszünsler hatten keinen wesentlichen Einfluss auf den Ertrag. Stets wurden Messstrecken beerntet, die kaum Stängelbruch aufwiesen. Der Einsatz von Bt-Mais bzw. die Anwendung von Insektizid gegen Maiszünsler kann nicht zwingend eine Ertragssteigerung herbeiführen. Jedoch sind beide Maßnahmen zur Risikominderung des Stängelbruchs geeignet (vgl. Kap. 7.2). Durch ungünstige Witterungsereignisse vor der Ernte oder Schädigungen durch Schwarzwild sind wirtschaftlich relevante Ertragsausfälle durch den Maiszünsler möglich. Gesunde Pflanzen sind solchen Einflüssen gewachsen. Durch die Fraßtätigkeit des Maiszünslers im Stängel wird die Stabilität der Pflanzen enorm herabgesetzt, sodass die o. g. Einwirkungen Stängelbruch verursachen. Nach Beobachtungen kann es zu starkem Stängelbruch aber auch ohne diese massiven äußeren Einflüsse kommen. Hier spielt die Standfestigkeit der einzelnen Sorten eine Rolle, ebenso das Abreifeverhalten der Gesamtpflanze. Die Neigung zu Stängelbruch durch Maiszünslerbefall wäre ein mögliches Kriterium zur Sortenbeurteilung, um entsprechende Empfehlungen für Landwirte in betroffenen Gebieten zu geben.

# 6 Untersuchungen zu Verlusten im Silomais durch Maiszünsler

Angela Kühne – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## 6.1 Material und Methoden

Für diese Untersuchungen, die im Jahr 2008 und 2009 stattfanden, wurden Maispflanzen mit unterschiedlicher Schädigung durch den Maiszünsler untersucht und mit gesunden Pflanzen verglichen. Unterschieden wurden also insgesamt drei Befallsklassen:

- (1) befallsfreie Pflanzen
- (2) Pflanzen mit deutlichem Fraß im Stängel bis in untere Pflanzenteile
- (3) Pflanzen mit deutlichem Fraß und Bruch des Stängels unterhalb des Maiskolbens

Die Probenahmen fanden jeweils kurz vor der Ernte statt. Um ein statistisch auswertbares Ergebnis zu erzielen, wurden an vier verschiedenen Standorten jeweils vier Einzelproben jeder Befallsklasse entnommen. Die Distanz zwischen den Entnahmestellen der Einzelproben betrug mindestens 100 m. Für jede Einzelprobe wurden an deren Entnahmestelle fünf homogene, also etwa gleich große und im Stängelumfang gleich starke Pflanzen jeder Befallsklasse entnommen. Die Schnittstellen lagen 10 cm über der Bodenoberfläche. Nach Ermittlung des Frischgewichtes wurden die Pflanzen gehäckselt und die Kolben geschreddert, woraus eine Mischprobe von 1 kg erstellt wurde. Im Labor wurden TS-Gehalt und Energiegehalt sowie Mykotoxingehalte, speziell Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) sowie Fumonisine (FUM 1 und FUM 2) untersucht. Insgesamt wurden pro Befallsklasse 16 Mischproben zur Laboruntersuchung bereitet. Für die Berechnungen pro ha wurde eine Pflanzendichte von 76.500 Pflanzen/ha angenommen.

## 6.2 Ergebnisse

### 6.2.1 Frischmasseertrag

Schon bei der Entnahme der Pflanzen aus dem Feldbestand wurden teilweise deutliche Unterschiede vor allem zwischen gesunden, befallsfreien Pflanzen und denen mit Stängelbruch unterhalb der Kolben festgestellt. Die Blätter der geschädigten Pflanzen waren oft mehr vertrocknet, die Körner hatten teilweise Eintrocknungserscheinungen und das Volumen der Probe war allgemein kleiner als bei den gesunden Pflanzen. Die Ermittlung des Frischmasseertrages/ha ergab, dass sich in beiden Versuchsjahren die befallsfreien Pflanzen im Frischmasseertrag signifikant von stark geschädigten Pflanzen mit Stängelbruch unterscheiden (Abb. 21 und 22).

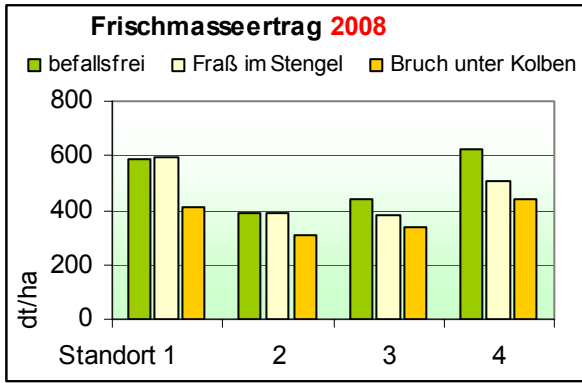


Abbildung 21: Frischmasseerträge bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008

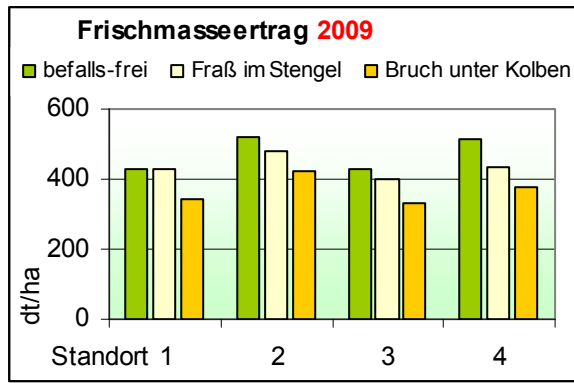


Abbildung 22: Frischmasseerträge bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009

### 6.2.2 Trockensubstanzgehalt

Die Ergebnisse der Trockensubstanzbestimmung sowohl 2008 als auch 2009 ergaben, dass es keine Unterschiede im TS-Gehalt in Abhängigkeit der Befallsklasse gibt. Möglicherweise beeinflusst der Zeitpunkt des Herunterbrechens der Stängel den TS-Gehalt. So ist ein Unterschied im TS-Gehalt anzunehmen zwischen Pflanzen, welche gerade eben und solchen, die schon vor längerer Zeit heruntergebrochen sind. Bei den hier untersuchten Proben lassen sich keine tendenziellen Unterschiede zwischen den Befallsklassen erkennen (Abb. 23 und 24)

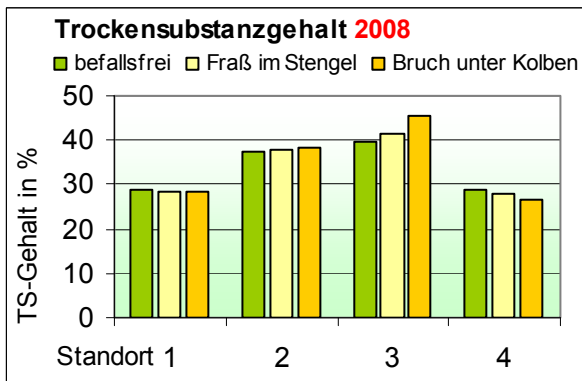


Abbildung 23: TS-Gehalte bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008

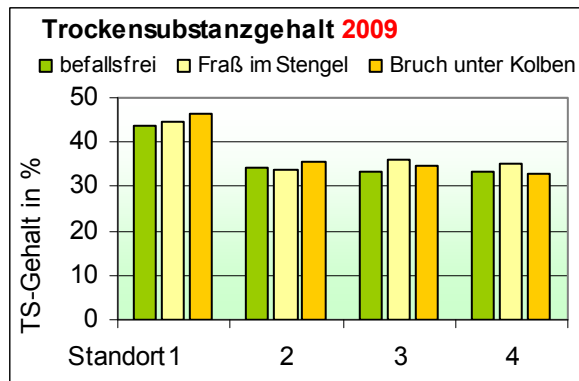


Abbildung 24: TS-Gehalte bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009

### 6.2.3 Trockenmasseertrag

Der Trockenmasseertrag, errechnet aus der Frischmasse und dem jeweiligen Trockensubstanzgehalt, ist neben dem Energieertrag die wichtigste Kenngröße beim Silomais. Im Vergleich der Befallsklassen (Abb. 25 und 26) ist zu erkennen, dass es einen erheblichen Unterschied zwischen befallsfreien Pflanzen und Pflanzen mit Stängelbruch gibt. Die statistische Auswertung ergab hier einen signifikanten Unterschied in beiden Jahren.

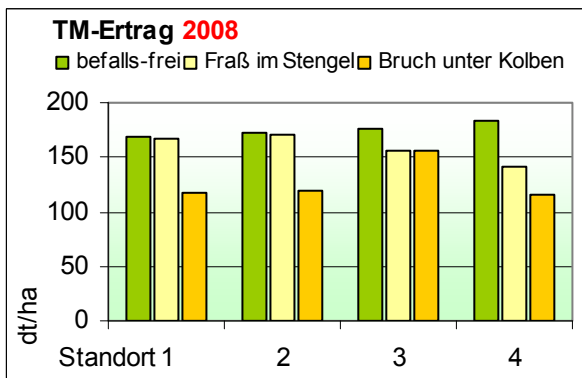


Abbildung 25: TM-Ertrag bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008

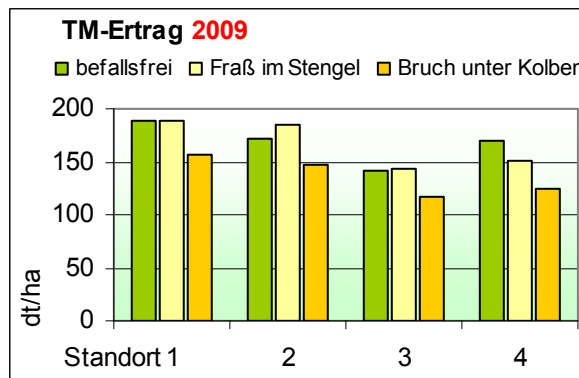


Abbildung 26: TM-Ertrag bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009

Die Befallsklasse mit Stängelbruch unterhalb des Kolbens unterscheidet sich 2008 signifikant von der befallsfreien Variante, 2009 signifikant von der befallsfreien und der Variante mit Stängelfraß.

### 6.2.4 Energieertrag

Beim Energiegehalt pro kg Trockenmasse sind bei fast allen Standorten Verluste in der Befallsklasse mit heruntergebrochenen Stängeln gegenüber der befallsfreien Variante zu verzeichnen. Eine Ausnahme bildet 2009 der Standort 1 (Abb. 28). Dagegen scheint der Fraß des Maiszünslers im Stängel nicht unbedingt immer negative Auswirkungen zu haben. Die Jahre 2008 und 2009 unterscheiden sich in den Ergebnissen deutlich (Abb. 27 und 28).

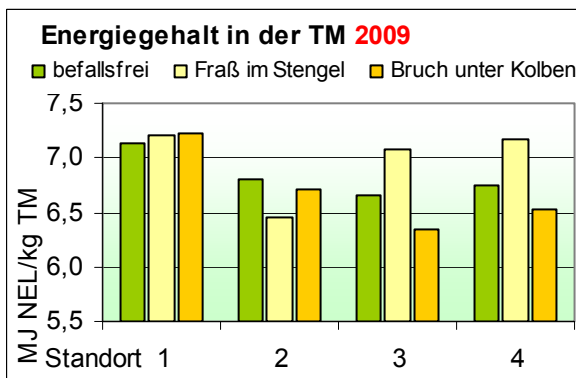
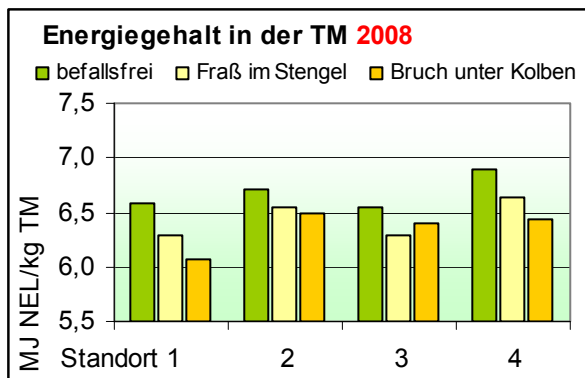


Abbildung 27: Energiegehalt bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008

Abbildung 28: Energiegehalt bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009

Der Energieertrag setzt sich aus allen vorgenannten Komponenten zusammen: Geerntete Frischmasse, deren Trockensubstanzgehalt, daraus resultierender Trockenmasseertrag und sein Energiegehalt. Dies ist in den Abb. 29 und 30 dargestellt.

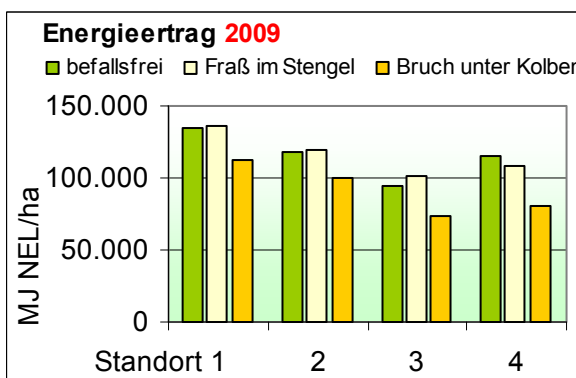
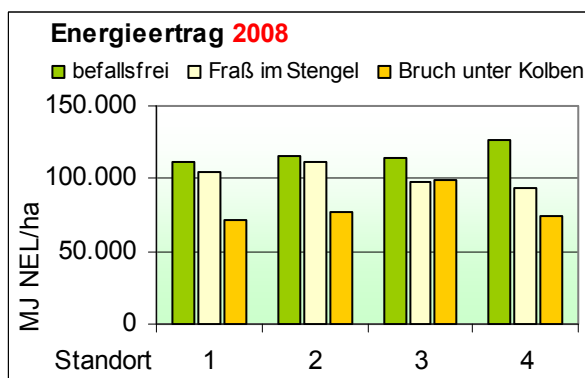


Abbildung 29: Energieertrag bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2008

Abbildung 30: Energieertrag bei unterschiedlicher Schädigung der Maispflanzen 2009

Die Differenzen im Energieertrag zwischen befallsfreien Pflanzen und solchen mit unterhalb des Kolbens gebrochenen Stängeln sind in beiden Versuchsjahren signifikant. Dagegen ist bei Fraß im Stängel in den wenigsten Ergebnissen ein Abfall des Energieertrages gegenüber befallsfreien Pflanzen zu erkennen.

### 6.2.5 Mykotoxine

Die Untersuchungen der Proben ergaben die in Abb. 33 und 35 dargestellten Werte für die Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA). Anhand der Ergebnisse kann im vorliegenden Fall kein Zusammenhang bei DON-Gehalten gesehen werden, der durch Maiszünslersfraß hervorgerufen wurde. Vielmehr ist zu vermuten, dass generell weniger Kolbenfusarium als vielmehr Stängelfusarium für hohe DON-Werte verantwortlich ist. Betrachtet man die Einzelwerte (Tabellen im Anhang 2 und 3) der Proben, so fällt auf, dass auch Pflanzen ohne Maiszünslerbefall teilweise sehr hohe DON-Werte (bis 3.915 µg/kg TM) zeigen, was auf Stängelfusarium schließen lässt. Mykotoxinbelastete Einzelproben finden sich in allen Befallsklassen. Welche Fusarienart in den hier untersuchten Proben eine Rolle spielte, konnte labortechnisch nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse bestätigen die Ausführungen zur Futtermittelhygiene im Kapitel 9.



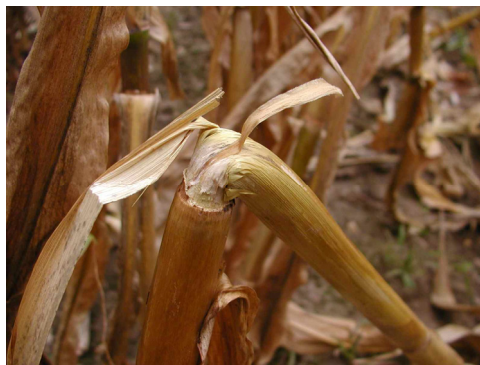


Abbildung 31: Durch Stängelfusarium zusammengebrochener Bestand  
 Abbildung 32: Knickstelle am morschen Maisstängel

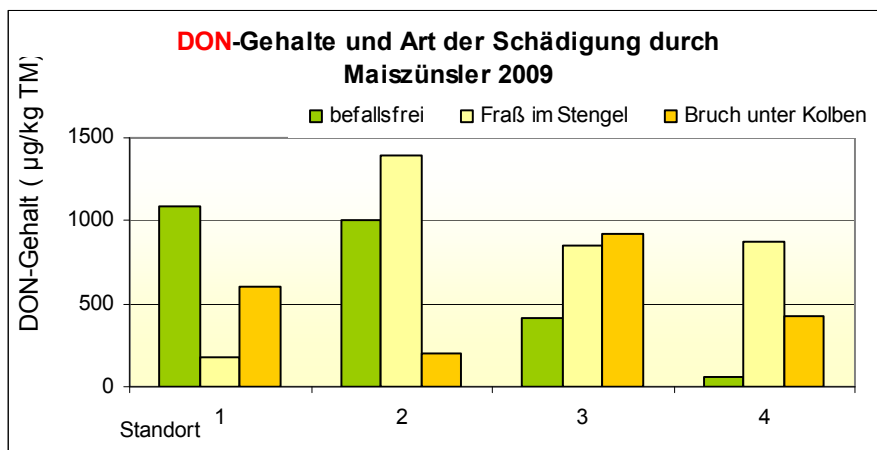


Abbildung 33: DON-Gehalt an den Standorten 1-4, 2009

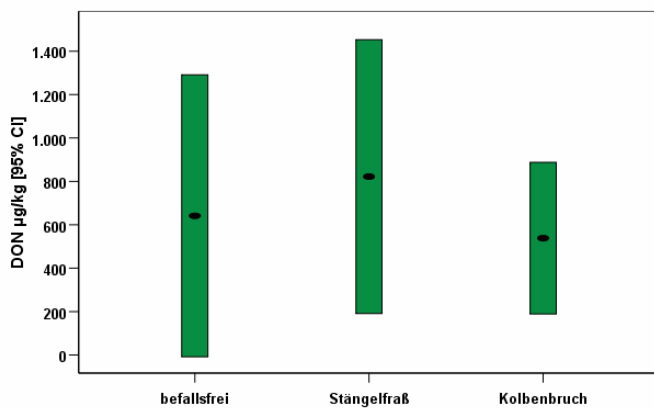


Abbildung 34: DON-Gehalt in den Varianten, 95 % Konfidenzintervall an den Standorten 1-4, 2009

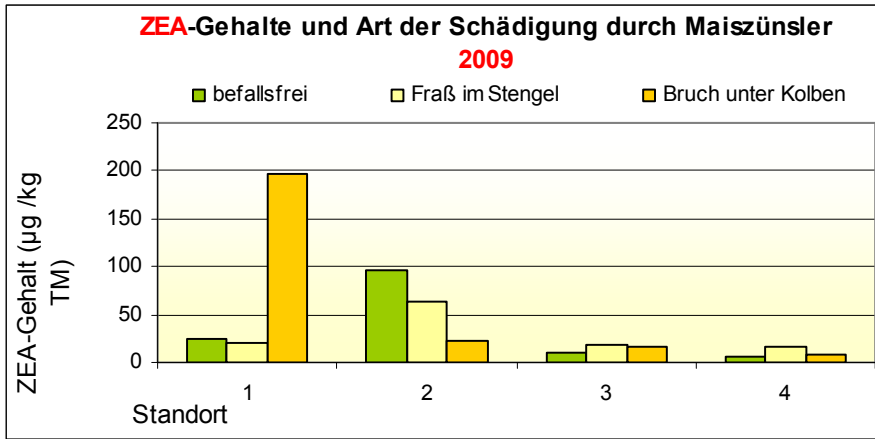


Abbildung 35: ZEA-Gehalt an den Standorten 1-4, 2009

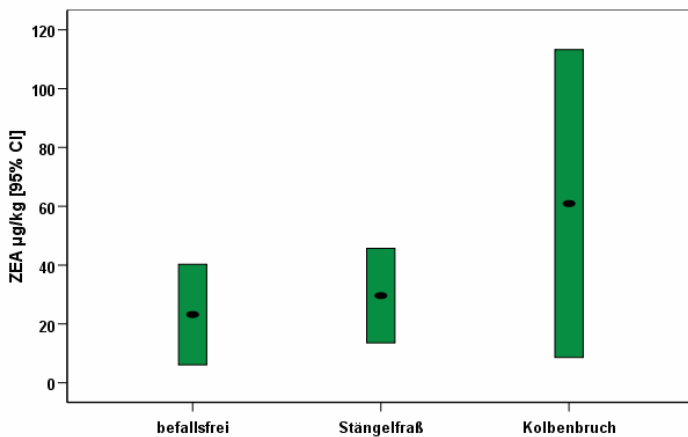


Abbildung 36: ZEA-Gehalt in den Varianten, 95 % Konfidenzintervall an den Standorten 1-4, 2009

Die Werte für Fumonisin B1 lagen in 46 von 48 Proben unter 50 µg/kg TM, zwei Werte (155 bzw. 256 µg/kg TM) jeweils in der Befallsklasse "Bruch unterhalb Kolben". Auch bei Fumonisin B2 waren die Werte in 47 von 48 Proben unterhalb 50 µg/kg TM, eine Probe mit 63 µg/kg TM wurde ebenfalls in der Befallsklasse „Bruch unterhalb Kolben“ ermittelt.

### 6.3 Zusammenfassung zu Verlusten im Silomais

Die zweijährigen Untersuchungen zeigen, dass der Maiszünsler nicht ohne Einfluss auf den Energieertrag der Pflanzen ist. Es wird jedoch deutlich, dass signifikante Unterschiede hauptsächlich zwischen befallsfreien Pflanzen und solchen, die durch Maiszünslerbefall unterhalb des Kolbens abgebrochen waren, zu finden sind. So kann die Differenz im Energieertrag zwischen befallsfreien und heruntergebrochenen Pflanzen durchaus bis 30 % betragen. Beeinflusste Parameter sind hierbei Frisch- und Trockenmasseertrag. Aus der Untersuchung 2009 geht hervor, dass die Mykotoxinbelastung (DON und ZEA) bei zünslerbefallenen Proben nicht unbedingt immer höher ist als bei befallsfreien Pflanzenproben. Mykotoxine wurden in allen Befallsklassen nachgewiesen. Das lässt darauf schließen, dass der Maiszünsler nicht zwingend für die Erhöhung der Mykotoxingehalte im Mais verantwortlich ist. Vielmehr gilt es, auch andere fusariumfördernde Faktoren zu minimieren.

# 7 Monitoring Schaderreger

Angela Kühne, Birgit Pölitz – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## 7.1 Schaderregerüberwachung im GVO-Versuch; Insektizidbehandlung

### 7.1.1 Material und Methoden, Durchführung

Für die Gewährleistung eines möglichst hohen Wirkungsgrades ist bei der chemischen Bekämpfung der Zeitpunkt der Behandlung ausschlaggebend. Dies gilt auch für die biologische Maiszünslerbekämpfung mit *Trichogramma brassicae*, welche im Versuch jedoch nicht zum Einsatz kam und hier nicht näher erläutert werden soll.

Die Raupen können nur in der Zeit vom Schlupf aus dem Eigelege, welches sich meistens an der Blattunterseite befindet, bis zum Einbohren in den Stängel vom Insektizid erfasst werden. Die Behandlung sollte optimal dann erfolgen, wenn die meisten frisch geschlüpften Raupen sich noch auf den Pflanzen befinden. Weil dies sich im Feldbestand vom Landwirt nicht so einfach beobachten lässt, können verschiedene Methoden angewendet werden, um diesen Termin relativ genau zu bestimmen.

#### Lichtfalle

Zur Bestimmung der Flugaktivität des Maiszünslers wurde in allen Versuchsjahren (2006 – 2009) unmittelbar neben der Versuchsfläche eine Lichtfalle betrieben. Die tägliche Betreuung, d. h. Entleerung der Lichtfalle, sicherten die Mitarbeiter des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch ab. Die Bestimmung und Auswertung der gefangenen Maiszünsler wurde mehrmals wöchentlich vom Projektmitarbeiter durchgeführt. Dabei wurde die Anzahl männlicher und weiblicher Maiszünsler pro Tag erfasst und dokumentiert.



Abbildung 37: Lichtfalle am Versuchsstandort



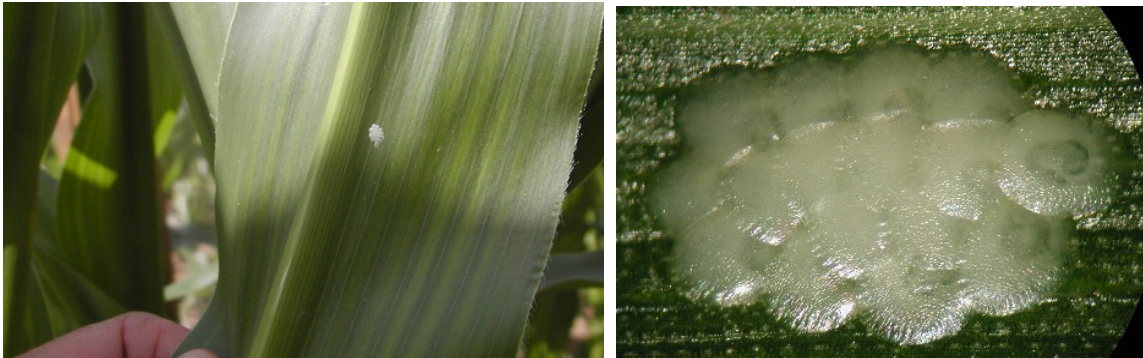
Abbildung 38: Primärfraß (Lochfraß) der jungen Raupen

Der Betrieb einer Lichtfalle bedarf laut Bundesnaturschutzgesetz, §§ 42 ff., der Genehmigung durch die zuständige Untere Naturschutzbehörde. Die Genehmigung wurde in allen Jahren erteilt. Die in diesem Zusammenhang geforderten Auswertungen der Lichtfallenbeifänge wurden von Entomologen durchgeführt und dem Naturkundemuseum Leipzig für faunistische Auswertungen zur Verfügung gestellt.

Auf Grundlage der Fangzahlen in der Lichtfalle wurde der Flughöhepunkt des Maiszünslers am Versuchsstandort ermittelt. Zum Flughöhepunkt ist mit den meisten Eiablagen zu rechnen. Der optimale Behandlungstermin liegt in der Zeit mit der höchsten Zahl schlüpfender Raupen, also ab Flughöhepunkt, bis einige Tage danach. Die Lichtfalle wurde in der Zeit von Ende Mai bzw. Anfang Juni bis Anfang August am Standort Köllitsch betrieben.

### Eigelege-Bonitur

Nach Ermittlung des Flughöhepunktes wurden die zusätzlichen Entscheidungsbonituren zur Terminbestimmung für die chemische Bekämpfung des Maiszünslers durchgeführt. Bei jeder Bonitur wurden mindestens 100 Pflanzen im Bestand visuell nach Eigelegen des Maiszünslers untersucht. In jedem Jahr wurden auf Grund des geringen Maiszünsleraufkommens in der Lichtfalle Köllitsch zusätzlich benachbarte Schläge stichprobenartig in die Eigelegekontrollen mit einbezogen.



**Abbildung 39: Eigelege des Maiszünslers an der Unterseite der Blätter**

**Abbildung 40: Mikroskopische Aufnahme eines Eigeleges (Foto: Dr. H.-P. Reike/A. Kühne)**

Der vorläufige Bekämpfungsrichtwert zur Behandlung in Praxisschlägen liegt in Sachsen bei 5 - 10 Eigelege bzw. Primärfraß/100 Pflanzen. Wenn im Vorjahr 30 - 40 % durch Maiszünslers befallene Pflanzen ermittelt wurden, ist im Folgejahr mit einem Befall über der Schadschwelle zu rechnen.

### Schlupfkäfig

Zusätzlich zur Lichtfalle kam 2008 erstmals ein Schlupfkäfig (Abb. 41) zum Einsatz, der in einem Praxisschlag der benachbarten Agrargenossenschaft aufgestellt wurde. Hier konnten ebenfalls der Flugbeginn des Maiszünslers beobachtet werden sowie zusätzlich das Eiablageverhalten und der Raupenschlupf. Diese Daten trugen wesentlich zur Terminbestimmung für die Insektizidbehandlung im GVO-Versuch bei.



**Abbildung 41: Käfig zur Kontrolle der Eiablage und des Raupenschlupfes**

**Abbildung 42: Eigelege des Maiszünslers kurz vor dem Schlupf**

### Pheromonfallen

Bis 2008 wurden Pheromonfallen zum Fangen ausschließlich männlicher Maiszünslers mittels Sexuallockstoff (Pheromon) nur mit unbefriedigenden Fangergebnissen betrieben, die Ergebnisse konnten nicht in das Schaderregermonitoring einbezogen werden. Seit 2009 werden fängige Pheromone und entsprechende Fallenkörper angeboten, die einen selektiven Fang ermöglichen. Diese wurden innerhalb des Projektes getestet. Der Aufwand für eine solche Falle ist wesentlich geringer, weil sie keine Stromversorgung benötigt. Durch die Spezifik des Pheromons sind kaum Beifänge vorhanden. 2009 wurden in Sachsen drei Pheromonfallen getestet. Die Fangergebnisse korrelierten weitestgehend mit denen der benachbarten Lichtfallen. Der Testlauf 2009 zeigte, dass der Standort der Falle von größter Bedeutung ist. Dabei scheint weites, offenes Grünland ohne Hindernisse wie Bäume, Mauern oder Bebauung ideal zu sein.





**Abbildung 43: Idealer Pheromonfallenstandort - offenes Grünland, links Mais**

**Abbildung 44: Fangaufsatz der Pheromonfalle mit männlichen Maiszünslern**

### Insektizidbehandlung

Eingesetzt wurde in allen Versuchsjahren das zu diesem Zeitpunkt einzige gegen Maiszünsler zugelassene Insektizid STEWARD® mit dem Wirkstoff Indoxacarb. Es wurde die vorgeschriebene Aufwandmenge von 125 g/ha mit 300 l Wasser/ha appliziert. STEWARD® ist als nicht bienengefährlich (B4) eingestuft.

### 7.1.2 Ergebnisse der Schaderregerüberwachung im Parzellenversuch

#### 2006

Die Terminbestimmung für die chemische Bekämpfung des Maiszünslers war auf Grund geringer Flugaktivität und folglich geringer Eiablagen am Lichtfallenstandort Köllitsch schwierig. Als Anhaltspunkt konnte lediglich ein leeres Eigelege und Lochfraß in einem 3 km entfernten Maisschlag am 10.07.06 herangezogen werden. Am 13.07.06 wurde daraufhin die chemische Behandlung der Variante 2 (konventionelle Sorte mit Insektizid) im Parzellenversuch durchgeführt. Das Entwicklungsstadium der Maispflanzen lag zwischen BBCH 51 und 61, die Wuchshöhe ließ eine Behandlung mit selbstfahrender Spritze zu.

#### 2007

Wegen der andauernden sehr warmen Witterung im Frühjahr begann der Flug des Maiszünslers sowohl in Köllitsch als auch an anderen sächsischen Lichtfallenstandorten früher als in den Vorjahren. Im weiteren Verlauf gestaltete sich der Falterflug jedoch witterungsbedingt sehr unterschiedlich, mehrere Flughöhepunkte konnten beobachtet werden. Die Flugaktivität war geringfügig höher als im Vorjahr. Nach dem Fund von Eigelegen am 15.07.07 sowie einem weiteren Flughöhepunkt wurde die Insektizidbehandlung für den 16.07.07 festgelegt. Die Behandlung konnte jedoch erst am 18.07.07 durchgeführt werden, weil hohe Temperaturen schon in den Morgenstunden die Maßnahme nicht zuließen. Appliziert wurde am 18.07.07. Das Entwicklungsstadium der Maispflanzen lag einheitlich bei BBCH 63.

#### 2008

Die mit der Lichtfalle erfasste Flugaktivität am Versuchsstandort Köllitsch war im Jahr 2008 sehr gering. Dennoch wurden mehr Falter gefangen als in den Jahren zuvor. Wie auch aus Abb. 46 hervorgeht, war 2008 ein längerer Flugzeitraum zu verzeichnen als 2006 und 2007. Die Differenz zum Jahr 2006 beträgt 26 Tage, an denen der Maiszünsler in 2008 aktiv war. Die ersten Eiablagen des Maiszünslers wurden im Fangkäfig Arzberg, ca. 4 km vom Versuchsstandort entfernt, am 26.06.08 festgestellt. Ab 01.07.08 konnte dort ein massives Eiablageverhalten beobachtet werden. Bei zwei Bonituren im Parzellenversuch (01.07. und 07.07.08) wurde jedoch nur je ein Eigelege gefunden, sodass die Insektizidbehandlung hier noch nicht anberaumt wurde. Die Flugaktivität zu diesem Zeitpunkt war an allen sächsischen Lichtfallenstandorten gering, was auf die kühle, feuchte Witterung zurückzuführen war. Am 11.07.08 wurde in der Lichtfalle Köllitsch eine für diesen Standort hohe Anzahl Falter gefangen, sodass man an diesen Tag von einem Flughöhepunkt ausgehen konnte. In Anbetracht dessen und der schon erfolgten massiven Eiablagen im Fangkäfig Arzberg wurde der Termin zur Insektizidbehandlung für den 14.07.08 festgelegt und durchgeführt. Die Maispflanzen befanden sich zu diesem Zeitpunkt im BBCH 53.

#### 2009

Durch die kühle Witterung im Juni wurden die ersten Falter sehr spät am 18.06. in der Lichtfalle gefangen. Auch 2009 waren die Fangzahlen an der Lichtfalle Köllitsch allgemein gering (Abb. 45), was jedoch nichts über das Vermehrungspotenzial des Maiszünslers und die Anzahl der Falter an einem Standort aussagt. Mit je 15 gefangenen Faltern am 30.06. und am 02.07. als

Flughöhepunkt sowie einer großen Anzahl frischer Eigelege im Fangkäfig Arzberg wurde die Insektizidbehandlung zum 04.07.09 geplant.

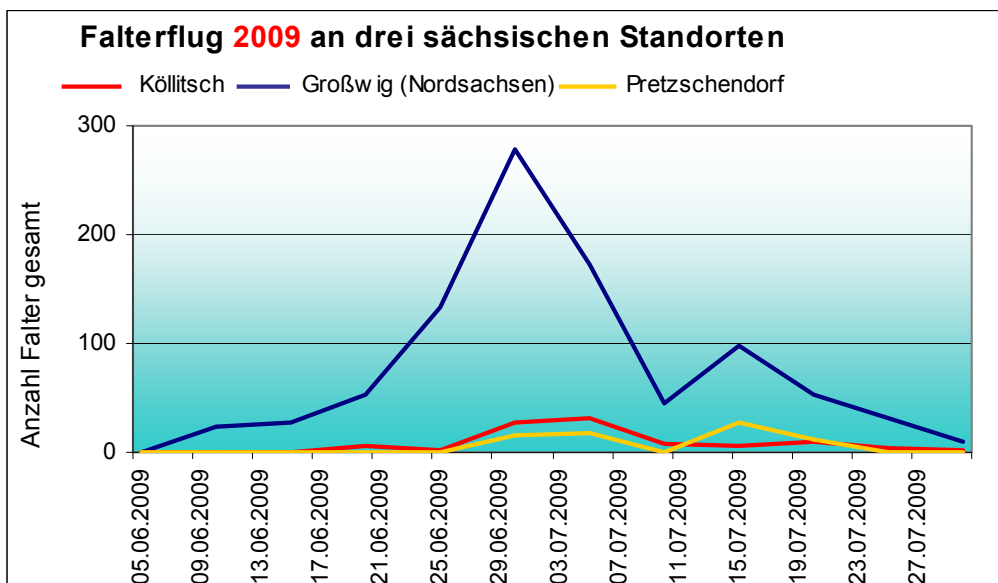


Abbildung 45: Maiszünslerflug 2009 (Pentaden)

Durchgeführt werden konnte sie jedoch erst am 09.07., weil vorher Tage mit starken Niederschlägen die Applikation unmöglich machten. Zum Behandlungstermin wiesen die Pflanzen eine sehr viel geringere Wuchshöhe auf als in den letzten Jahren, was sich in der sehr späten Aussaat (18.05.09) begründet. Das BBCH lag einheitlich bei 32.

#### Zusammenfassung zum Falterflug am Versuchsstandort Köllitsch

In Abb. 46 sind die Flugaktivitäten am Standort Köllitsch für alle vier Jahre als Pentadenwerte zusammengefasst dargestellt. Der Aufbau der Lichtfalle im Gebiet sollte nach diesen Beobachtungen spätestens am 01.06. des laufenden Jahres erfolgt sein. Ab der letzten Juli-Dekade ist nur selten noch mit Zünslerflug zu rechnen. Der Flughöhepunkt kann in einer Zeitspanne zwischen letzter Juni-Dekade und Mitte Juli liegen. Es sind jedoch auch mehrere Flughöhepunkte möglich.

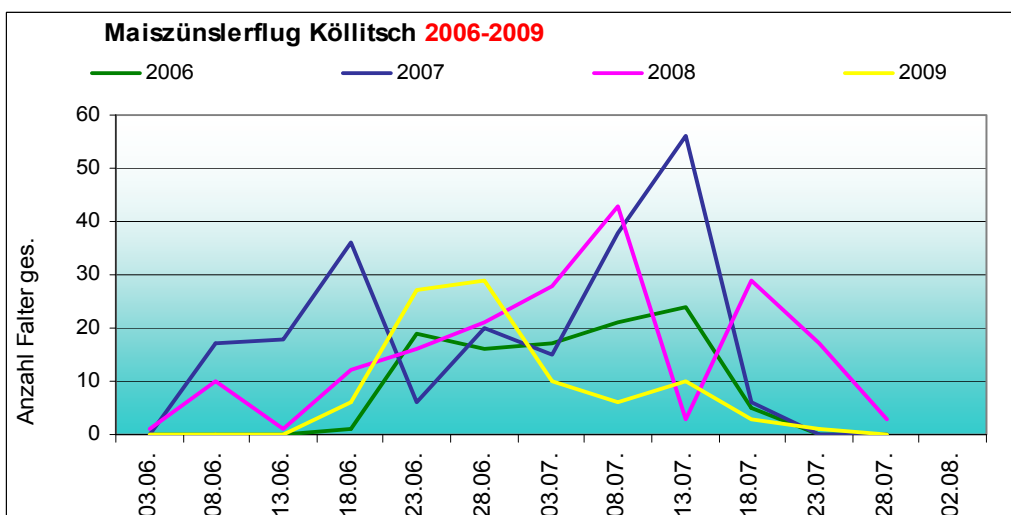


Abbildung 46: Maiszünslerflug am Standort Köllitsch 2006 - 2009

## 7.2 Bonitur des Maiszünslers im GVO-Versuch und Wirkung der Maßnahmen

### 7.2.1 Material und Methoden, Durchführung

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

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 Maiszünslers 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 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 Maiszünslers-Befall und der Wirkungsgrad von Bekämpfungsmaßnahmen (Insektizid, GVO) errechnet.

Wegen der höheren Aussagekraft zur Befallshäufigkeit sind bei der Auswertung die Ergebnisse der letzten Bonitur (BBCH 85-89) kurz vor der Ernte verwendet worden.

### 7.2.2 Ergebnisse zum Maiszünslerbefall im GVO-Versuch

In Tab. 12 sind die Befallshäufigkeit in den verschiedenen Varianten und die Wirkungsgrade der Bekämpfungsmaßnahmen aller Versuchsjahre aufgeführt. Im ersten Jahr (2006) war mit 16 % der Maiszünslerbefall relativ gering.

**Tabelle 12: Maiszünslerbefall und Wirkungsgrad der Maßnahmen im Versuch 2006 - 2009**

Versuchsjahr	Maiszünslerbefall			Wirkungsgrad	
	konventionell, unbehandelt	konventionell, mit Insektizid	Maiszünslerbefall Bt-Mais	Wirkungsgrad Insektizid	Wirkungsgrad Bt
2006	16,00 %	6,66 %	0,00 %	58,38 %	100,00 %
2007	32,00 %	2,67 %	0,00 %	91,66 %	100,00 %
2008	41,33 %	2,67 %	0,00 %	93,54 %	100,00 %
2009	26,67 %	1,33 %	kein Bt-Mais 2009	95,01 %	kein Bt-Mais 2009

Durch Belassen der Stoppeln auf dem Feld sollte ein höherer Befall im nächsten Jahr provoziert werden. Dies funktioniert jedoch nur bedingt. Bei einer Bonitur der Stoppeln nach der Ernte 2006 konnten nur in 2 % aller Stoppeln ein Bohrloch des Maiszünslers gefunden werden. Ein Anstieg des Befalls wurde jedoch erwartet auf Grund der Anbaudichte und des Befallsdrucks im Untersuchungsgebiet, weil der Schädling im Folgejahr auch aus anderen Maisfeldern einfliegt. Der höchste Befall wurde 2008 verzeichnet mit 41,33 %. Der Befall aller Jahre in der Umgebung des Versuchsfeldes ist unter Kapitel 7.3.2 näher beschrieben (Abb. 48). Bei Insektizideinsatz zum optimalen Zeitpunkt sind sehr gute Wirkungsgrade - bis zu 95 % - erzielt worden. Der Wirkungsgrad des Bt-Mais betrug 100 %, es wurden dort bei den Bonituren keine befallenen Maispflanzen gefunden.

## 7.3 Flächenmonitoring der umliegenden Praxisschläge

### 7.3.1 Material und Methoden, Durchführung

Zur Einschätzung der Befallssituation in der Region werden alle Praxis-Maisschläge in Absprache mit den betreffenden Agrarbetrieben im Umkreis von 5 km um den Versuchsschlag erfasst und auf Maiszünslerbefall nach den Vorgaben der sächsischen Schaderregerüberwachung (SEÜ) bonitiert (Abb. 47). Das bedeutet, dass pro Schlag auf zwei Linien an je fünf Kontrollpunkten jeweils fünf aufeinander folgende Pflanzen auf Befallssymptome des Maiszünslers untersucht wurden.

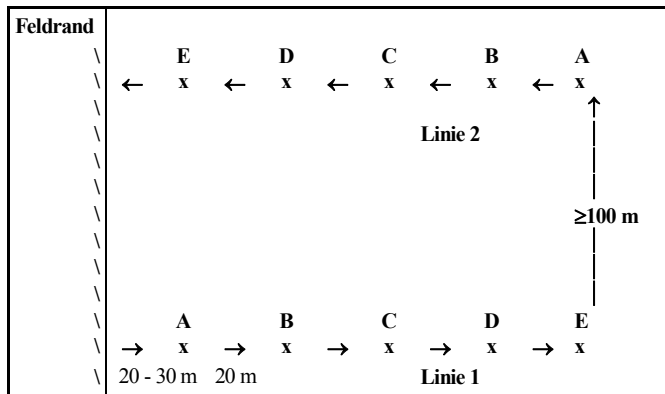


Abbildung 47: Boniturschema nach den Vorgaben der Sächsischen Schaderregerüberwachung

Die Bonituren fanden BBCH 85-89 (Teigreife) statt. Die Ergebnisse eines jeden Jahres wurden in einer Gebietskarte (Abb. 48) grafisch dargestellt. In den Maisschlägen des Flächenmonitoringgebietes wurde 2007 und 2008 während der Hauptflugzeit des Maiszünslers die Pflanzenhöhe gemessen und das Entwicklungsstadium bestimmt. Später konnte der entsprechende Maiszünslerbefall zugeordnet werden.

### 7.3.2 Ergebnisse Flächenmonitoring 2006 - 2009

#### 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 (Abb. 48). 34 % der Gesamtfläche des Monitoringgebietes hatten einen Maiszünslerbefall von >30 %. Insektizidbehandlungen wurden auf keinem der untersuchten Schläge durchgeführt. Während der Bonituarbeiten fiel auf, dass die Schädigungen durch den Maiszünsler schlagspezifisch differenziert ausfielen, d. h. teilweise war der Anteil befallener Pflanzen mit heruntergebrochenen Stängeln sehr hoch, andere Schläge mit ähnlich hohem Maiszünslerbefall wiesen diese Schäden nicht so stark auf.

#### 2007

Im Monitoringgebiet (Abb. 15) wurden Befallswerte **zwischen 0 und 88 %** ermittelt. Die starke Befallsdifferenzierung wie im Vorjahr konnte wieder bestätigt werden. 31 % der gesamten Maisanbauflächen im dargestellten Umkreis lagen über dem Befallswert von 30 %. Zwei Praxisschläge wurden mit Insektizid (STEWARD®) behandelt. Eine räumliche Verschiebung der stark befallenen Schläge konnte, wie in Abb. 48 dargestellt, beobachtet werden. Auf Grund fehlender Wetterereignisse wie Sturm und heftige Gewitter vor der Ernte waren die Schäden durch heruntergebrochene Stängel sehr gering.

#### 2008

Das gesamte Monitoringgebiet zeigte einen wesentlich geringeren Maiszünslerbefall als die beiden Jahre davor. Von grundlegenden Änderungen in der Bodenbearbeitung war nichts bekannt. Auch der Anbauumfang hatte sich nicht wesentlich verändert. Die Befallswerte lagen **zwischen 0 und 50 %**, wobei nur wenige Maisflächen einen Zünslerbefall über 30 % aufwiesen.



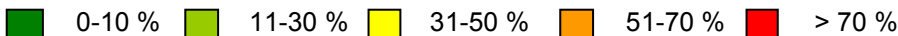
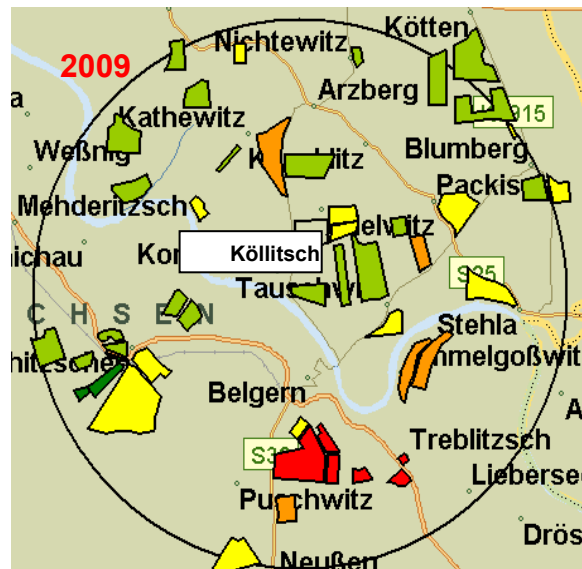
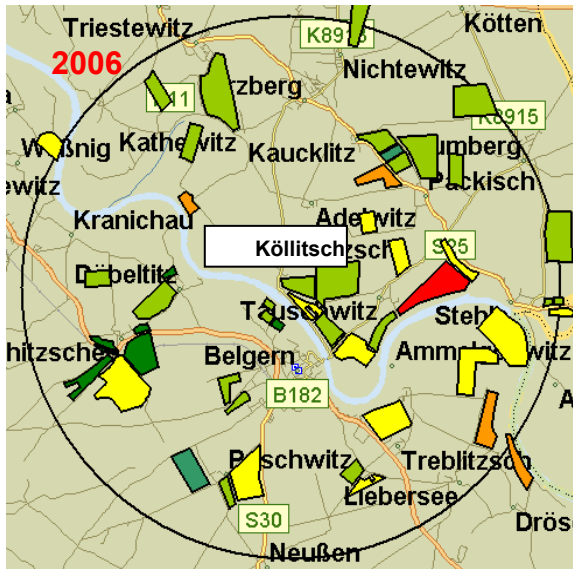


Abbildung 48: Maiszünslerbefall im Monitoringgebiet 2006 – 2009 (Quelle: Microsoft AutoRoute)

### 2009

Mit Maiszünslerbefall zwischen 4 und 84 % musste im Vergleich zum Vorjahr auf den Flächen im Monitoringgebiet ein wesentlich höheres Befallsniveau festgestellt werden. Dies betrifft sowohl die Anzahl stark befallener Schläge als auch die Einzelwerte der Befallsstärken. So gab es mehrere Schläge mit mehr als 80 % befallener Pflanzen. Dies überraschend vor allem im südlichen Teil des Monitoringgebietes, wo im Jahr 2008 flächendeckend ein eher geringer Zünslerbefall beobachtet wurde. Ob Maisflächen, die nach der Ernte 2008 nicht bearbeitet wurden und als Stilllegung über die Vegetationsperiode 09 das Potenzial für diesen enormen Befallsanstieg bildeten, kann nur vermutet werden. Auch wurde keine einzige befallsfreie Fläche mehr festgestellt. Obwohl zum Zeitpunkt der Bonitur, d. h. kurz vor der Ernte, noch keine Witterungsereignisse (Gewitterstürme und Starkregen) eingetreten waren, wurde sehr viel Stängelbruch beobachtet - dies vor allem in den Schlägen mit Starkbefall ab 50 %.



**Abbildung 49: Starkbefall und Stängelbruch 2009 bei Belgern**

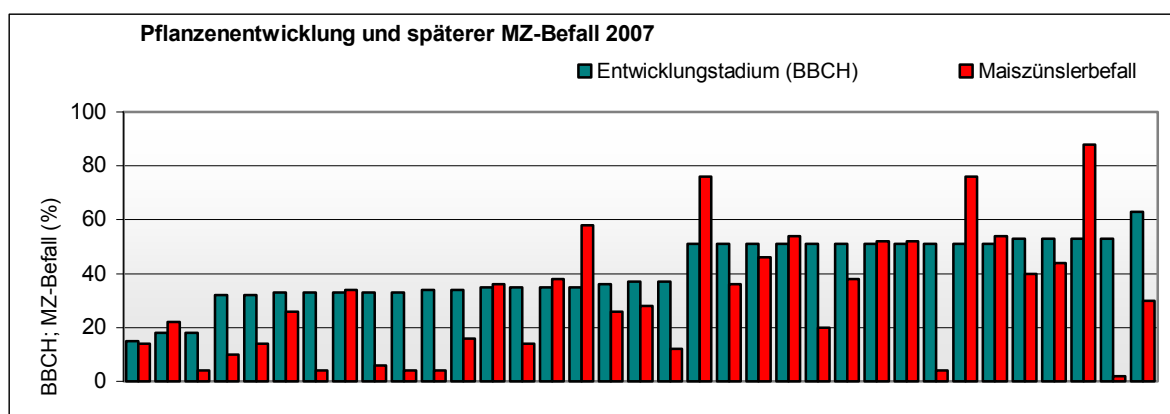
An den Boniturergebnissen kann man erkennen, dass der Befall durch Maiszünsler in einem bestimmten Gebiet jährlichen starken Schwankungen unterliegen kann. So sind Jahre mit weitgehend geringem Maiszünslerbefall keine Garantie dafür, dass im Folgejahr die Situation unverändert ist, wie es in den beiden Jahren 2008 und 2009 deutlich wurde. In Tab. 13 sind der durchschnittliche Maiszünslerbefall aller bonitierten Flächen und die Streuung der Befallsstärken noch einmal zusammengefasst:

**Tabelle 13: Maiszünslerbefall im Monitoringgebiet 2006 - 2009**

2006	2007	2008	2009
Ø 19 % MZ-Befall	Ø 31 % MZ-Befall	Ø 16 % MZ-Befall	Ø 36 % MZ-Befall
0 - 74 % Streuung	0 - 88 % Streuung	0 - 50 % Streuung	4 - 84 % Streuung

### 7.3.3 Bestandesentwicklung und späterer Maiszünslerbefall

Während der Hauptflugzeit des Maiszünslers waren die Bestände unterschiedlich entwickelt, sowohl in der Pflanzenhöhe als auch im BBCH-Stadium. Im Jahr 2007, mit einem allgemein wesentlich höheren Befallsniveau als 2008, sind leichte Trends zu erkennen, dass zur Flugzeit weiter entwickelte Schläge die höheren Maiszünsler-Befallswerte zur Erntezeit aufweisen (Abb. 50 und 51). Bei den weniger entwickelten Beständen handelte es sich um Spätsaaten (u. a. Umbruch nach Getreideauswinterung) 2008 ist dieser Trend nicht zu erkennen. Der Maiszünslerbefall im Gebiet war relativ gering (Abb. 52 und 53). Eine Entscheidung für die Behandlung zeitig gedrillter Schläge ist möglicherweise sinnvoll.



**Abbildung 50: Pflanzenentwicklung zur Hauptflugzeit und späterer Maiszünslerbefall 2007**

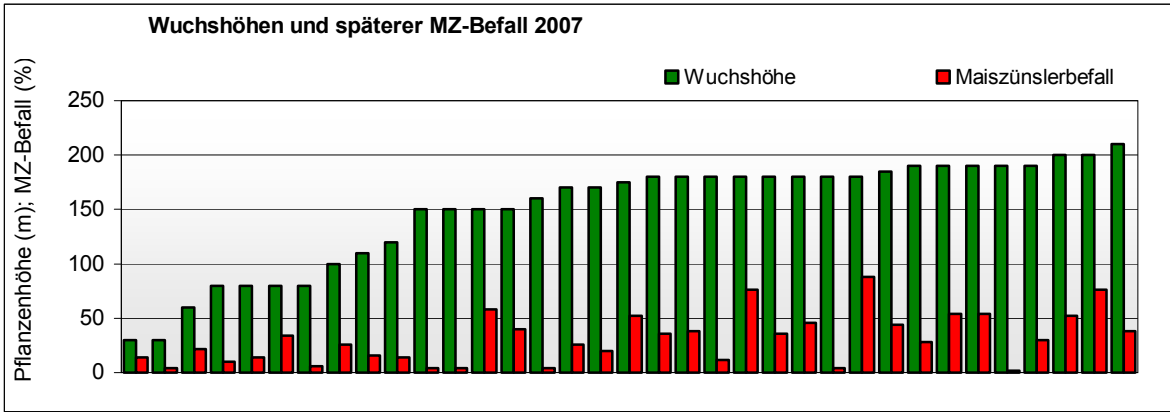


Abbildung 51: Wuchshöhen der Bestände zur Hauptflugzeit und späterer Maiszünslerbefall 2007

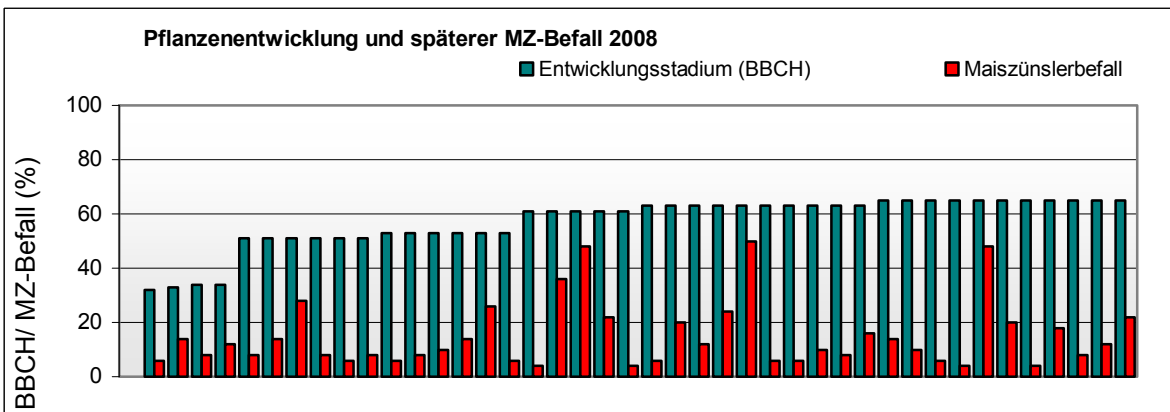


Abbildung 52: Pflanzenentwicklung zur Hauptflugzeit und späterer Maiszünslerbefall, 2008

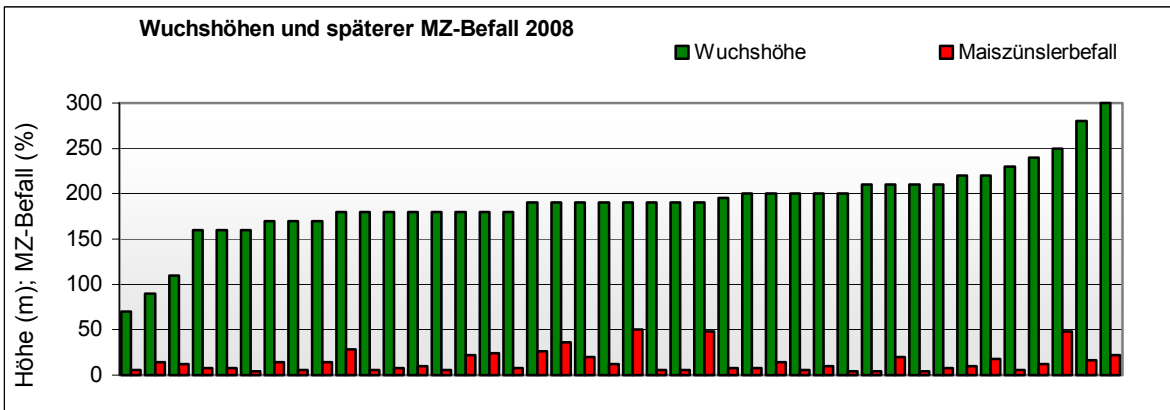


Abbildung 53: Wuchshöhen der Bestände zur Hauptflugzeit und späterer Maiszünslerbefall, 2008

## 7.4 Maiszünslerbefall und Sortenspezifik

### 7.4.1 Material und Methoden

Während dreier Versuchsjahre (2006 - 2008) wurden die Mais-Sortendemonstrationen des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch auf Maiszünslerbefall untersucht. Sorten, die in zwei oder in allen drei Jahren in den Demonstrationen vertreten waren, wurden bezüglich Maiszünslerbefall verglichen. Es wurden je 25 Pflanzen pro Sorte bonitiert, unabhängig von der Anzahl der gedrillten Arbeitsbreiten.

### 7.4.2 Ergebnisse

Die Anordnung der Sorten in den Tabellen erfolgte analog der Versuchsanordnung (Tab. 14). Innerhalb des Demonstrationsschlages konnten sehr differenzierte Befallshöhen beobachtet werden, sie reichten von 4 – 56 % (2006) bis 64 % Befall (2007). Bei der Sorte LUKAS, in der Sortendemonstration 2006 mit 4 % Maiszünslerbefall, wurde am 13.09.06 auf einer nur wenig entfernten Fläche des LVG Köllitsch ein 66%iger Befall festgestellt. In den Folgejahren betrug der Maiszünslerbefall in der Sorte 40 bzw. 22 %. Schlüsse für eine Sortenempfindlichkeit können daher nicht gezogen werden. Ob man bei Sorten wie ATLETICO und ASTERI SC, die in zwei Jahren die höchsten Befallswerte aufwiesen, von einer verstärkten Anfälligkeit sprechen kann, ist zu bezweifeln (Abb. 54).

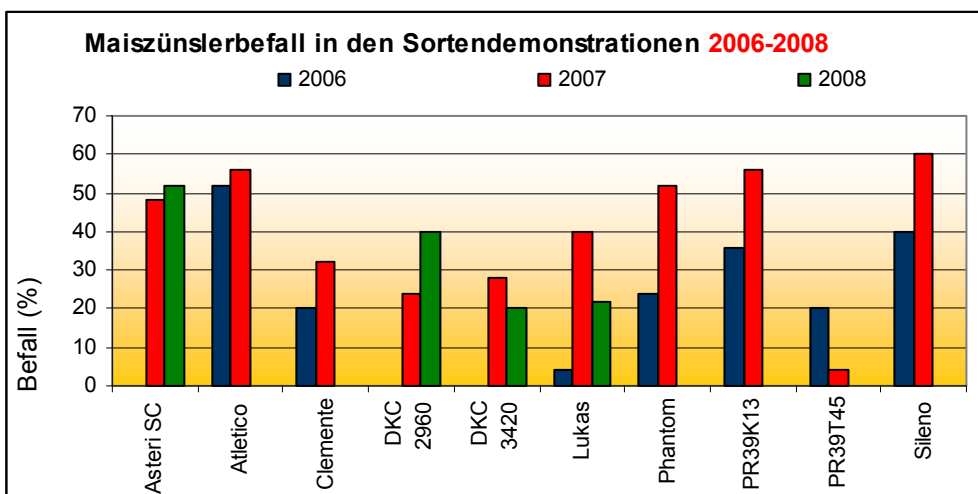


Abbildung 54: Maiszünslerbefall in den Sortendemonstrationen

Leider standen die meisten Sorten nicht in allen drei Jahren zur Verfügung. Weiterhin ist der Effekt einer Sortendemonstration ein anderer als große Schläge im Praxisbetrieb. In der Sortendemonstration können verschiedene Faktoren auf begrenztem Raum das Eiablageverhalten möglicherweise beeinflussen (z. B. verschiedene Intensität der grünen Farbe, die Blattstellung der Maispflanzen, deren Habitus und Entwicklungsstadium). Beim Anteil heruntergebrochener Stängel waren nicht zwingend die höchsten Werte dort zu finden, wo der höchste Maiszünslerbefall vorlag (vgl. Tab. 14, Angaben von 2006). 2007 und 2008 sind wenig gebrochene Maispflanzen in den Sortendemonstrationen gefunden worden, sodass eine Einschätzung zur Bruchneigung einzelner Sorten aus den Ergebnissen nicht erfolgen kann.

**Tabelle 14: Sortendemonstration des LVG Köllitsch 2006 - 2008**

Die Sorten sind in den Tabellen so angeordnet, wie sie auch auf dem Feld standen.

Boniturdatum: 11.09.2006

Sorte	Maiszünsler im Stängel (Anzahl Pflanzen/100)	Maiszünsler im Kolben (Anzahl Pflanzen/100)	Stängelbruch unterhalb Kolben (Anzahl Pflanzen/100)	Maiszünsler- befall gesamt
LUKAS	4	0	0	4%
LENTUS	16	12	4	16%
NATHAN	32	4	12	32%
DELTASTAR	20	0	4	20%
ATLETICO	52	0	28	52%
ANJOU 217	56	12	12	56%
PHANTOM	24	0	4	24%
SILENO	40	0	12	40%
X 08237 F	12	8	0	16%
PR 39T84	36	4	16	36%
PR 38H20	16	0	8	16%
PR 39F58	12	0	4	12%
PR 39K13	36	4	4	36%
PR 39A37	40	0	12	40%
PR 39T45	20	0	4	20%

Boniturdatum: 12.09.2007

Sorte	Maiszünsler im Stängel (Anzahl Pflanzen/100)	Maiszünsler im Kolben (Anzahl Pflanzen/100)	Stängelbruch unterhalb Kolben (Anzahl Pflanzen/100)	Maiszünsler- befall gesamt
LUKAS	24	56	4	40%
PR 39 K 13	44	48	8	56%
PR 39 B 56	16	42	4	36%
PR 39 T 13	48	44	0	64%
PR 39 T 45	0	4	0	4%
PR 39 W 45	32	40	0	40%
Asteri CS	44	28	0	48%
Yogi CS	56	32	0	56%
Atelico	52	20	0	56%
Sileno	60	0	0	60%
Phantom	44	28	0	52%
LG 32.37	32	8	0	32%
Clemente	20	4	0	20%
DKC 2960	24	0	0	24%
DKC 3355	24	16	0	24%
DKC 2864	52	24	0	52%
DKC 3420 Reste	28	4	0	28%

Boniturdatum: 01.09.2008

Sorte	Maiszünsler im Stängel (Anzahl Pflanzen/100)	Maiszünsler im Kolben (Anzahl Pflanzen/100)	Stängelbruch unterhalb Kolben (Anzahl Pflanzen/100)	Maiszünsler- befall gesamt
Lukas	20	12	4	22%
DKC 2960	40	20	4	40%
Aventura	36	8	0	40%
DKC 3420	20	8	0	20%
LG 3220	20	4	0	16%
Ronaldinio	32	12	4	36%
Torres	20	8	0	24%
Goldosse	20	0	0	20%
Clemente	32	20	0	32%
Asteri CS	32	24	0	52%
NK Magitop	56	28	0	56%
Maritimo	8	0	0	8%

# 7.5 Beobachtung der Maiszünslersituation in Sachsen

## 7.5.1 Material und Methoden, Durchführung

Im Rahmen der Schaderregerüberwachung (SEÜ) werden jährlich auf der Grundlage von Bonituren Daten zum Auftreten des Maiszünslers im gesamten sächsischen Raum erhoben.

In einigen Bt-Mais anbauenden Praxisbetrieben wurden kurz vor der Ernte (BBCH 85-89) Bonituren zum Maiszünslerbefall sowohl im Bt-Mais als auch in Nachbarschaft gelegenen konventionellen Maisflächen durchgeführt (2006 - 2008). Die Bonituren wurden, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, nach den Vorgaben der sächsischen Schaderregerüberwachung vorgenommen. Die Kontrollen im Bt-Mais dienten unter anderem auch der Beobachtung von eventuell auftretenden Resistenzentwicklungen des Maiszünslers gegenüber dem Bt-Toxin.

2009 konnten zusätzliche Bonituren in Ostsachsen durchgeführt werden, weil dort kaum Monitoringschläge vorhanden sind. Es wurden zusätzlich zur SEÜ weitere 16 Schläge bonitiert.

## 7.5.2 Ergebnisse der Maiszünslerbeobachtungen in Sachsen

In Abb. 55 ist die Entwicklung der Maiszünslersproblematik seit dem Jahr 2000 in Sachsen dargestellt. Dabei ist ein kontinuierlicher Anstieg der befallenen Flächen zu verzeichnen, Ausnahme bildet das Jahr 2008. Der Anteil stark befallener Flächen ist jährlich schwankend.

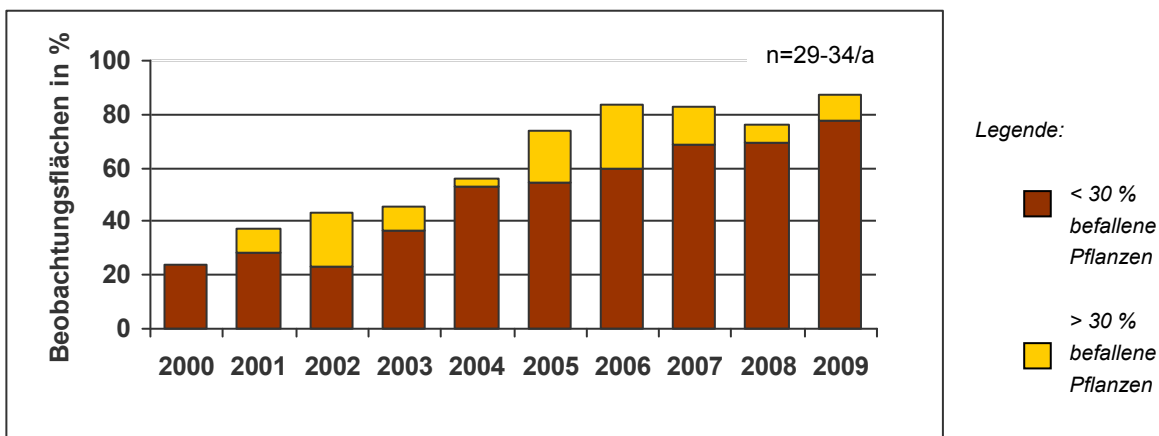


Abbildung 55: Maiszünslerauftreten auf den Beobachtungsflächen in Sachsen 2000 - 2009

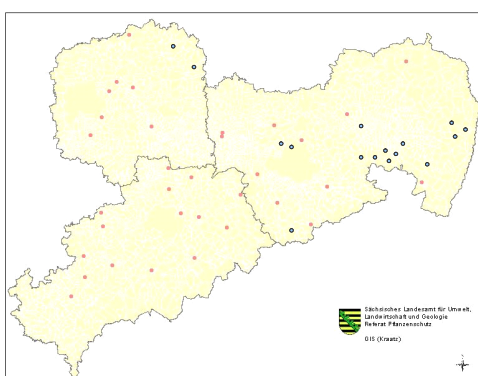


Abbildung 56: Zusätzliche Bonituren (blau) 2009

Bt-Mais wurde bis 2008 in den Bereichen der Außenstellen Kamenz, Großenhain und Mockrehna des LfULG angebaut.

Insgesamt wurden Bonituren in bis zu neun Praxisbetrieben durchgeführt. Diese fanden jeweils im Bt-Mais und im nächstgelegenen oder als Mantelsaat angelegten konventionellen Mais statt. In den Betrieben, die bis 2008 Bt-Mais anbauten, ergaben Bonituren Maiszünslerbefall zwischen 6 und 72 % befallene Pflanzen im konventionellen Mais.

Bei den zusätzlichen Bonituren 2009 (hauptsächlich in Ostsachsen, Abb. 56) wurden keine befallsfreien Schläge angetroffen, die Befallshöhen lagen zwischen 16 und 54 %.

Im Jahr 2006 konnte in Sachsen erstmals eine zweite Generation des Maiszünslers nachgewiesen werden. Der Nachweis erfolgte an verschiedenen Standorten in der Region Leipzig, wo ab Beginn der dritten Augustdekade leere Puppenhüllen in befallenen Maisstängeln sowie auch Eigelege in den Beständen gefunden wurden. Auch anhand der Lichtfallenfänge war das Auftreten der zweiten Generation klar zu erkennen. So erreichte diese am 17.08. mit 118 gefangenen Faltern ihr Flugmaximum. Im Verlauf des Monats September wurden zum Teil L2 und L3-Raupen vor allem an den Maiskolben fressend angetroffen. Auch 2007 wurden leere Puppenhüllen im Mais gefunden. Welcher wirtschaftliche Schaden noch von einer zweiten Generation ausgeht, ist bisher unklar.

## 7.6 Maiszünslerüberwachung 2010; Vergleiche mit Vorjahren

### Überwinterung und Verpuppung

Die Überwinterung des Maiszünslers erfolgt als Raupe in der Maisstoppel, die auf dem Feld verbleibt. Dabei ist eine unversehrte Stoppel mit intakten Nodien für die Raupen optimal. Hier können Feuchtigkeit, Pilze und Bakterien nur schwer eindringen, die Rotte der Stoppeln kommt nur langsam voran. Die Überwinterungsrate ist demnach abhängig vom Zustand der Maisstoppeln. Die Bodenbearbeitung sowie der Wechsel von Frost- und Tauperioden im Winter spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Bei häufigen, größeren Temperaturwechseln ist von einer höheren Mortalität bei den Raupen auszugehen.

Im Stoppeldepot in Dresden werden diese und andere Vorgänge der jährlichen Maiszünslerentwicklung seit 2007 beobachtet. Die im Herbst nach der Ernte gesammelten Stoppeln mit Bohrloch werden auf einer offenen Fläche analog den Feldbedingungen überwintert. Dabei werden die Stoppeln auf die Bodenoberfläche aufgelegt, ähnlich einer nicht wendenden Bodenbearbeitung. Die tatsächliche Belegung der Stoppeln mit Raupen zeigt sich erst im Frühjahr beim Öffnen (Tab. 15).

**Tabelle 15: Maiszünslerbesatz der Stoppeln 2007 - 2010, Standort Dresden**

Jahr	2007	2008	2009	2010
Anzahl überwinteter Maisstoppeln mit Bohrloch	478	472	276	312
Anzahl der mit Raupen belegten Stoppeln	200	281	158	150
= mit Raupen belegte Stoppeln	41 %	60 %	57 %	48 %

Anfang Mai werden die Stoppeln vorsichtig aufgeschnitten und sowohl lebende als auch tote Maiszünslerraupen ausgezählt. Mit Hilfe der lebenden Raupen erfolgt die Beobachtung der Verpuppung und des Falterschlupfes. Tote Maiszünslerraupen geben Aufschluss über die Art der Parasitierung. Diese kann Pilzbefall, aber auch andere räuberisch lebende Insekten als Ursache haben.

Für weitere Beobachtungen werden die Stoppeln mit einem Gummi wieder verschlossen.

Die Überwinterungsraten im Dresdner Depot, also der Anteil lebender, vitaler Raupen nach der Winterruhe, differenzierte in den Jahren wie in Tab. 16 ausgewiesen.



**Tabelle 16: Überwinterungsraten der Maiszünslerraupen 2007 - 2010, Standort Dresden**

Jahr	2007	2008	2009	2010
Überwinterungsrate der Raupen	84,0 %	95,0 %	87,0 %	87,6 %

Eine weitere Dezimierung der Population ist jedoch von Beendigung der Diapause an bis zur Verpuppung zusätzlich noch möglich (Tab. 17).

**Tabelle 17: Mortalität der Maiszünslerraupen im Frühjahr 2007 - 2010, Standort Dresden**

Jahr	2007	2008	2009	2010
Verlust von Ende Winterruhe bis Verpuppung	3,8 %	15,9 %	3,5 %	3,8 %

Die Kontrolle der Maisstoppeln erfolgt jährlich ab der ersten Maiwoche, weil in dieser Zeit mit beginnender Verpuppung zu rechnen ist.

**Tabelle 18: Verpuppung im Schlupfdepot 2007 - 2010, Standort Dresden**

Jahr	2007	2008	2009	2010
Tag der ersten Verpuppung	08.05.	23.05.	14.05.	31.05.

Vergleicht man die Zeitpunkte der beginnenden Verpuppung (Tab. 18), ist eine größere Terminverschiebung auffällig. Im Jahr 2010 begann die Verpuppung am 31.05. Die weitere Verpuppung fand erst ab 07.06. statt, wobei der Verpuppungsprozess am 09.06. seinen Höhepunkt fand. Ursachen liegen in der Witterung nach der Winterruhe. Der sehr nasse und kühle Mai in jenem Jahr hatte diese Verzögerung zur Folge.

Die weitere Entwicklung, d. h. die Dauer der Puppenruhe, ist ebenfalls stark abhängig von der vorherrschenden Witterung.

Die Berechnung des voraussichtlichen Beginns des Falterfluges beruht auf der Beobachtung des weiteren Verlaufes der Verpuppung im Depot. Sind von den vorhandenen Raupen 8 % verpuppt, wird begonnen, eine Temperatursumme zu berechnen. Dazu werden täglich die Temperaturmittel abzüglich 10 °C aufsummiert. Sind 100 °C erreicht, kann jederzeit mit dem Falterflug gerechnet werden. Diese Berechnung besitzt jedoch nur unterstützenden Charakter.

Die ersten Falter wurden im Depot am 24.06.10 beobachtet. Die Temperatursumme wurde am 20.06. erreicht.

**Tabelle 19: Berechneter und tatsächlicher Flugbeginn des Maiszünslers 2007 - 2010**

Jahr	2007	2008	2009	2010
berechneter Flugbeginn	29.05.	03.06.	03.06.	20.06.
tatsächlicher Flugbeginn	04.06.	09.06.	15.06.	24.06.
Differenz	+6	+6	+12	+4

Die Differenz zwischen errechnetem und tatsächlichem Flugbeginn liegt zwischen 4 bis 12 Tagen (Tab. 19). Die Berechnungen beziehen sich ausschließlich auf den Standort Dresden.

### Flugverlauf

Im Jahr 2010 wurden durch das LfULG an vier Standorten Lichtfallen betrieben:

- Großwig bei Torgau (Landkreis Nordsachsen)
- Pretzschendorf bei Dippoldiswalde (Kreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge)
- Großdittmannsdorf bei Radeburg (Landkreis Meißen)
- Freiberg-Zug (Mittlerer Erzgebirgskreis)



Witterungsbedingt durch den sehr kühlen Mai verzögerte sich die Verpuppung der Maiszünslerraupen. Infolgedessen wurden in den Lichtfallen die ersten Falter im Vergleich zu den letzten Jahren entsprechend spät gefangen. In Abb. 57 sind die Flugkurven der Standorte 2010 dargestellt.

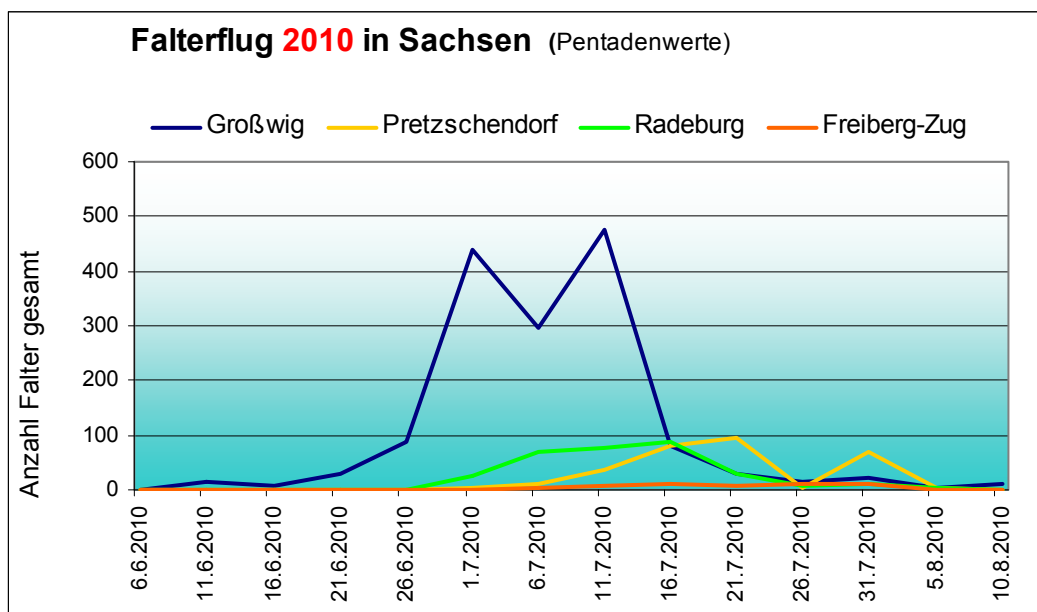


Abbildung 57: Flugaktivität des Maiszünslers an den sächsischen Lichtfallenstandorten 2010

Wie in den vorangegangenen Jahren wurde in Großwig (Landkreis Nordsachsen) die höchste Flugaktivität an der Lichtfalle ermittelt. Auch hier verzögerte sich der Flugbeginn, jedoch nicht so deutlich wie bei den anderen Lichtfallenstandorten. Entsprechend dem differenzierten Flugbeginn variierten auch die einzelnen Flughöhepunkte der Standorte deutlich.

Am Standort Freiberg-Zug wurden wie im vergangenen Jahr vergleichsweise wenige Falter gefangen.

In der Abb. 57 sind die Maiszünslerefänge an den Lichtfallen für je fünf Tage zusammengefasst. Zwischen dem 29.06. und dem 11.07.2010 wurden in Großwig mehrmals zwischen 100 bis 150 Maiszünslers in einer Nacht gefangen.

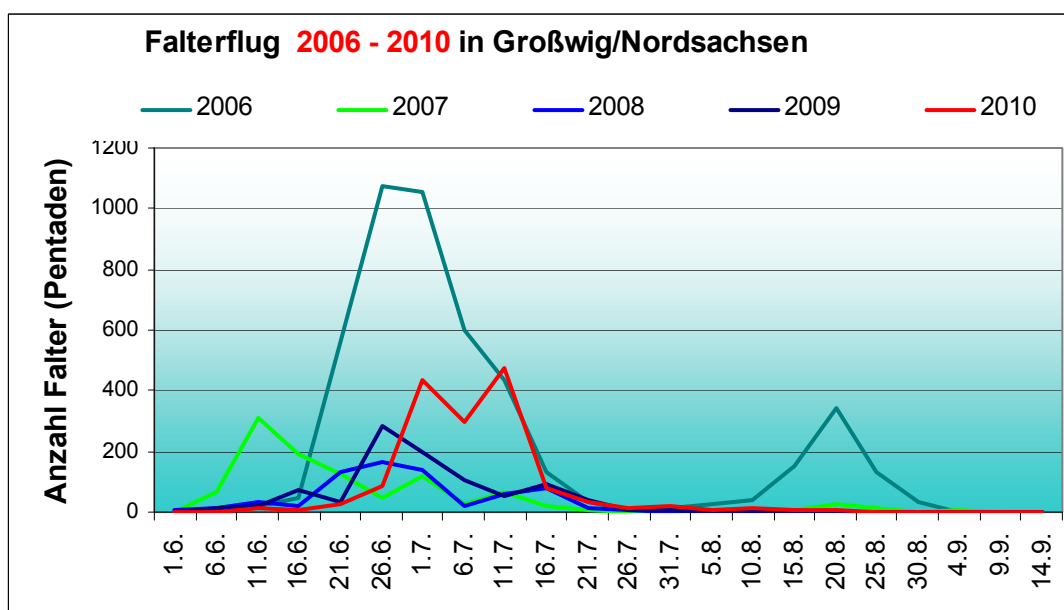


Abbildung 58: Flugaktivität des Maiszünslers an der Lichtfalle Großwig 2006 - 2010

Aus Abbildung 58 wird deutlich, dass der Hauptflug des Maiszünslers in den Jahren an einem Standort zu unterschiedlichen Zeiten erfolgen kann. Zwischen dem frühesten Flughöhepunkt am 11.06.(2007) und dem spätesten am 11.07.(2010) liegen 30 Tage. Ein weiterer, im Diagramm deutlich hervortretender später Flughöhepunkt im August 2006 ist der zweiten Generation zuzurechnen (siehe auch Kapitel 7.5.2).

Für die chemische Bekämpfung steht nur ein kurzes Zeitfenster für den optimalen Bekämpfungserfolg zur Verfügung. Der günstigste Bekämpfungstermin liegt in der Zeit mit der meisten Anzahl schlüpfender Raupen, also ab Flughöhepunkt der Falter bis einige Tage danach. Wie in der Abb. 57 ersichtlich, ist das Flugverhalten an den Standorten unterschiedlich. Daher ist ein ausreichendes Fallennetz zur Maiszünslerüberwachung dringend notwendig.

### Maiszünslerauftreten 2010

Der tatsächliche Maiszünslerbefall 2010 kann nur durch Bonituren kurz vor der Ernte festgestellt werden. Zum Redaktionsschluss sind lediglich Aussagen zu den ersten Befallssymptomen möglich. Erste Bestandeskontrollen in der zweiten Julidekade ergaben, dass im Vergleich zu den letzten Jahren ein erheblich stärkerer Primärfraß durch die Jungraupen vorhanden war. Durch die regional differenziert verzögerte Pflanzenentwicklung, durch Trockenheit zusätzlich verstärkt, stand den Raupen als Ersnahrung nur Blattmaterial zur Verfügung. Größere Raupen bohrten sich in die Tüte ein, um an die eiweißreiche Blütennahrung zu gelangen.

### Pheromonfallen im Test

Um in Sachsen das Maiszünslermonitoring flächendeckender als bisher zu gestalten, wurden 2009 und 2010 Pheromonfallen getestet (Kapitel 7.1.1). Im Jahr 2010 kamen zusätzlich zu den Reusenfallen (Abb. 43 und 44) Trichterfallen zum Einsatz, welche durch die erheblich geringeren Beschaffungskosten vorteilhafter erschienen. Der Test hat jedoch gezeigt, dass auf Grund der Bauart dieses Modell nicht geeignet ist, mittels Pheromondispenser Maiszünsler zu fangen.

Erste Ergebnisse zeigen, dass die Hauptflugzeit des Maiszünslers ermittelt werden kann. Das Datum des direkten Flugbeginns bzw. -endes konnte in den Jahren 2009 und 2010 nicht festgestellt werden. Für einen zuverlässigen Fang ist der Standort maßgeblich, welcher von erfahrenem Fachpersonal ausgesucht werden sollte. Einzuschätzen ist, dass nach fachkundiger Aufstellung der Reusenfallen die Betreuung auch vom Landwirt selbst durchgeführt werden kann. Dabei ist ein selektiver Fang möglich. Beifänge wurden bisher kaum festgestellt.

Durch das Anbauverbot von Bt-Mais stehen als direkte Bekämpfungsmaßnahmen die Ausbringung von Trichogramma-Schlupfwespen sowie die Applikation von Insektizid zur Verfügung. Für diese Strategien ist eine exakte Terminbestimmung für optimale Bekämpfungserfolge notwendig.

Seit 2009 kann der Landwirt über die Internetplattform „ISIP“ Prognosen zum Flugbeginn sowie Daten zum Zünslermonitoring abrufen. Die Eingabe der aktuellen Daten der Maiszünslerüberwachung in Sachsen erfolgen durch das Referat Pflanzenschutz des LfULG.

## 7.7 Zusammenfassung zum Schaderregermonitoring

Im gesamten Versuchsgebiet konnte in den Jahren 2006 - 2009 allgemein ein hoher Befallsdruck durch den Maiszünsler beobachtet werden. So waren Schläge mit über 50 % befallener Pflanzen keine Seltenheit. Geringerer Befall wurde nur 2008 festgestellt.

Im Parzellenversuch lag der Maiszünslerbefall in den vier Jahren zwischen 16 und 41 % der Pflanzen in der unbehandelten Variante. Im Bt-Mais trat kein Maiszünslerbefall auf. Mit Insektizidbehandlungen konnten gute bis sehr gute Wirkungsgrade (bis 95 %) erzielt werden.

Die jährlichen Bonituren aller Maisflächen im Monitoringgebiet zeigten, dass die Befallswerte der einzelnen Schläge sehr stark differenzieren können. Dabei lagen stark befallene Schläge teilweise direkt neben gering befallenen Schlägen.

Eine schlagspezifische Befallsprognose ist nach derzeitigem Wissen nicht möglich. Für die Insektizidbehandlung gilt ein vorläufiger Bekämpfungsrichtwert von 5 - 10 Eigelegen/100 Pflanzen im Silo- und im Körnermais. Zur Einschätzung der

Befallssituation im Betrieb sind Erhebungen im Vorjahr notwendig. Ab einem Befall von 30 - 40 Pflanzen/100 ist im Folgejahr ein bekämpfungswürdiger Befall zu erwarten. Zur Eindämmung des Maiszünslers sind vorrangig die ackerbaulichen Maßnahmen zu empfehlen. Durch möglichst tiefen Schnitt bei der Ernte, bodennaher Zerkleinerung der Stoppeln und anschließender einarbeitender Bodenbearbeitung können zahlreiche Raupen vernichtet werden. Eine Anfälligkeit bestimmter Sorten gegenüber Maiszünslerbefall konnte nicht festgestellt werden.

Zur Besiedelung der Maisbestände und zur Feststellung erster Schäden durch den Maiszünsler kam es in Sachsen erst ab Mitte der 1990er-Jahre. Der Anteil befallener Flächen in Sachsen hat sich bis 2009 auf ca. 80 % der Maisanbaufläche eingeepegelt. In den Höhenlagen tritt der Maiszünsler mittlerweile ebenfalls schädigend auf. Auf Grundlage von Lichtfallen, Pheromonfallen, Stoppeldepot und Schlupfkäfig erfolgt die Erstellung des Warndienstes für die Landwirte. Entsprechend den Beobachtungen werden die Termine für die biologische und die chemische Bekämpfung empfohlen.

In den Jahren 2006 und 2007 wurde in Sachsen eine zweite Maiszünslergeneration nachgewiesen.

## 8 GVO-Untersuchungen (Versuchsfeld/Praxis)

Dr. Karsten Westphal – Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

### 8.1 Material und Methoden

Wie in den Jahren 2006 und 2007 wurden im Rahmen des FuE-Vorhabens 2008 Untersuchungen zur Auskreuzung des Bt-Maises in konventionelle Maispflanzen auf Nachbarflächen durchgeführt. In diese Untersuchungen waren das Versuchsfeld des LfULG in Köllitsch sowie drei weitere Anbauflächen von Praxisbetrieben einbezogen.

Zusätzlich wurde das auf dem Versuchsfeld in Köllitsch eingesetzte Saatgut (Bt-Maissorte und isogene Linie) molekularbiologisch untersucht. Hier war zu prüfen, ob das Saatgut mit nicht deklarierten, gentechnisch veränderten Maislinien verunreinigt ist.

#### 8.1.1 Probenahme

##### Saatgutproben

Sowohl vom konventionellen als auch vom gentechnisch veränderten Saatgut, das zur Aussaat auf dem Versuchsfeld in Köllitsch kam, wurden Proben nach der Probenahmerichtlinie der Saatgutverkehrskontrolle gezogen. Die Probenahme erfolgte am Versuchsstandort aus der angelieferten Sackware. Entsprechend den Vorgaben der Saatgutverkehrskontrolle wurden die gezogenen Saatgutproben in Papiertüten verpackt und versiegelt.

##### Ernteproben

Die Probenahme im Körnermais erfolgte im benachbarten konventionellen Mais kurz vor der Körnerernte. Weil die Auskreuzungsrate u. a. vom Abstand zwischen Donor- und Rezipientenfeld beeinflusst wird, wurden Proben in verschiedenen Abständen zum Bt-Mais gezogen. Weitere Details zur Vorgehensweise bei der Probennahme werden in Kapitel 8.2 (Versuchsdurchführung) beschrieben.

#### 8.1.2 Probenaufbereitung

Die oben beschriebenen Saatgutproben bedurften keiner Probenaufbereitung. Daher wurden sie direkt an das Untersuchungslabor der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) gesandt.

Bei den 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 vermeiden, erfolgte nach jeder Probenbearbeitung eine sorgfältige Reinigung des Reblers. Die aufbereiteten Maiskörnerproben wurden zur Untersuchung der Auskreuzungsrate der BfUL übergeben.

### 8.1.3 Molekularbiologische Untersuchungen

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

- Probenvorbereitung
- Extraktion und Reinigung der DNA
- Polymerasekettenreaktion (engl. Abk. PCR)
- Nachweis bzw. Quantifizierung der gentechnischen Veränderung.

Die Untersuchung der beiden Saatgutproben erfolgte nach dem Saatgutkonzept der LAG ([http://www.lag-gentechnik.de/dokumente/Saatgutkonzept\\_2006.pdf](http://www.lag-gentechnik.de/dokumente/Saatgutkonzept_2006.pdf)). Dazu wurde jeweils die gesamte Laborprobe (DKC 3420: 874 g/2.839 Körner und DKC 3421YG: 1.212 g/4.892 Körner) gemahlen.

Bei den Ernteproben (Maiskörner) umfassten die zerkleinerten Untersuchungsproben mindestens 10.000 Körner.

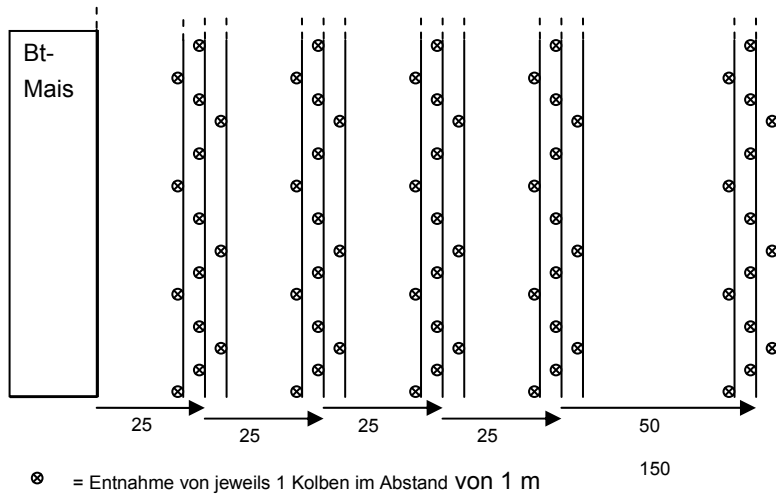
Zur Isolierung und Aufreinigung der DNA wurden 2 x 2 g Probenmaterial (Doppelansatz) aus den zerkleinerten Untersuchungsproben eingewogen, im CTAB-Puffer lysiert und nach dem Arbeitsprotokoll der Fa. Qiagen über DNeasy Mini Plant Säulen aufgereinigt. Die Bestimmung der Menge an extrahierter DNA und ihrer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

Die Bestimmung der GVO-Einträge erfolgte an den Ernteproben mit Hilfe der 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 zur Anwendung. Für die Erstellung der Kalibriergeraden wurde das zertifizierte Referenzmaterial ERM-BF413f (5 % MON810) verwendet. Als Positivkontrollen für die Quantifizierung dienten die zertifizierten Referenzmaterialien ERM-BF413b/c/d/e (0,1 %, 0,5 %, 1,0 % und 2,0 % MON810).

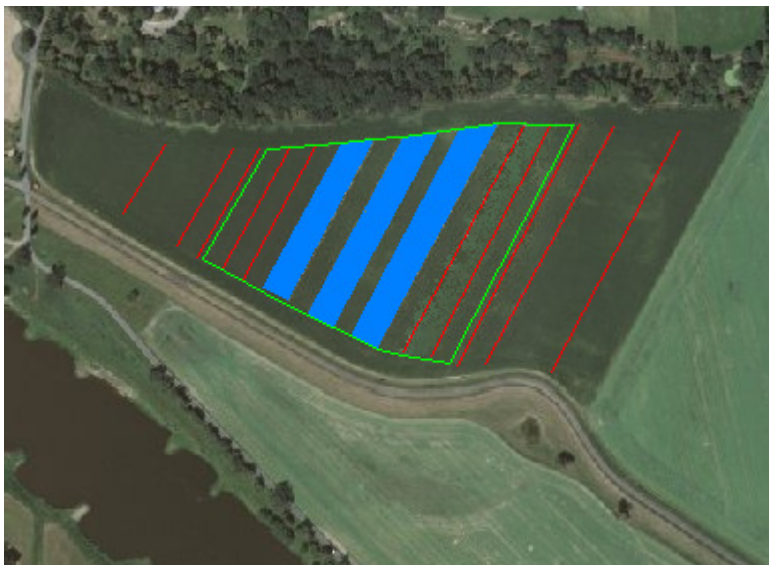
## 8.2 Versuchsdurchführung

### Probenahme

An allen Standorten wurden Proben in Abständen von 25 m, 50 m, 75 m, 100 m und 150 m im benachbarten konventionellen Mais 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 der Länge der Bt-Maisreihen. In Abb. 59 ist das Probenahmeschema grafisch dargestellt. Nach diesem Schema wurde die Probenahme am Versuchsstandort Köllitsch in östlicher und westlicher Richtung durchgeführt (Abb. 60).



**Abbildung 59: Probenahmeschema für die Untersuchung der Auskreuzung**



**Abbildung 60: Probenahme am Standort Köllitsch**

Die Probenahme am Standort Betrieb 1 wurde in nordöstlicher Richtung zum Bt-Maisfeld durchgeführt, weil nur in dieser Richtung konventioneller Mais in unmittelbarer Nachbarschaft stand (Abb. 61).

Eine Besonderheit an diesem Standort war, dass die Probenahme bei 25 m und 50 m in der Mantelsaat (isogene Linie: DKC 3420) des Bt-Mais-Schlages erfolgte. Alle anderen Proben (75 m, 100 m, 150 m) wurden auf dem Nachbarschlag gezogen. Hier stand Mais einer anderen Sorte. Diese Sorte hatte eine vom Bt-Mais abweichende Blühzeit.



**Abbildung 61: Probenahme am Standort Betrieb 1**

Am Standort Betrieb 3 (Abb. 62) lag die erste Probenahmelinie in östlicher Richtung bei 27 m, da bei 25 m ein Weg verläuft. Zudem befanden sich zwischen dem Bt-Mais und dem konventionellen Mais gelegentlich Büsche und kleine Bäume am Weg, nicht durchgehend und mit zum Teil großen Zwischenräumen. Der Bt-Mais und der konventionelle Mais blühten zur selben Zeit.



**Abbildung 62: Probenahme am Standort Betrieb 3**

Im Betrieb 5 lag der Bt-Maisschlag (blau umrandet) etwas höher als der benachbarte konventionelle Mais, aus dem die Proben entnommen wurden (Abb. 63). Der Übergang vom Bt-Mais zum konventionellen Mais war nahtlos, d. h. ohne Barrieren (keine Bäume/Sträucher). Die Probelinien (rot markiert) hatten eine Länge von nur 80 m - 90 m und lagen im rechten Winkel zu den Bt-Maisreihen. Die Blühzeiten der beiden Sorten, Bt-Mais (DKC 2950 YG) und konventioneller Mais (DKC 2949), waren synchron.





Abbildung 63: Probenahme am Standort Betrieb 5

## 8.3 Ergebnisse und Diskussion

### 8.3.1 Saatgutuntersuchungen

In Tab. 20 sind alle Ergebnisse für die beiden Saatgutproben, die im Rahmen des Anbauversuches von Bt-Mais des LfULG in Köllitsch gezogen wurden, zusammengestellt. Die gentechnisch veränderte Saatgutprobe (Sorte DKC 3421 YG) wurde zunächst auf MON810 geprüft. Der eventspezifische MON810-Nachweis hatte einen positiven Befund. Damit konnte die deklarierte gentechnische Veränderung bestätigt werden. Um das Vorhandensein weiterer gentechnischer Veränderungen in dieser Probe auszuschließen, wurden zusätzlich verschiedene Nachweise (3'nos-Terminator, p35S-pat-Genkassette, p35S-bar-Genkassette, nptII-Gen, Maislinie 98140, bar-Gen) durchgeführt. Mit diesen Nachweisen wird eine Vielzahl weltweit bekannter gentechnisch veränderter Maislinien erfasst. Wie aus Tab. 20 zu entnehmen ist, waren alle Nachweise negativ. Es konnte **keine** weitere gentechnische Veränderung in der Bt-Maisprobe nachgewiesen werden.

Tabelle 20: Untersuchungsergebnisse der Saatgutproben aus dem Anbauversuch Bt-Mais des LfULG 2008

Sorte	Nachweisverfahren							
	35S-Promotor	3'nos-Terminator	MON 810	p35S/pat-Genkassette	p35S/bar-Genkassette	bar-Gen	98140	nptII-Gen
DKC 3420 (konventioneller Mais)	n. n. *	n. n. *						
DKC 3421 YG (Bt-Mais)	n. u.	n. n. *	positiv	n. n. **	n. n. **	n. n. **	n. n. **	n. n. **

n. u. - nicht untersucht

n. n. - nicht nachgewiesen

\* Nachweisgrenzen: jeweils 0,03 %

\*\* Nachweisgrenzen: mind. 0,1 %

Bei der konventionellen Saatgutprobe (Sorte DKC 3420) fielen die Screening-Tests auf Anwesenheit des 35S-Promotors und 3'nos-Terminators negativ aus (Tab. 20). In dieser Probe konnten somit **keine** DNA-Sequenzen nachgewiesen werden, die in gentechnisch veränderten Maislinien häufig vorkommen.

### 8.3.2 Untersuchung der Ernteproben

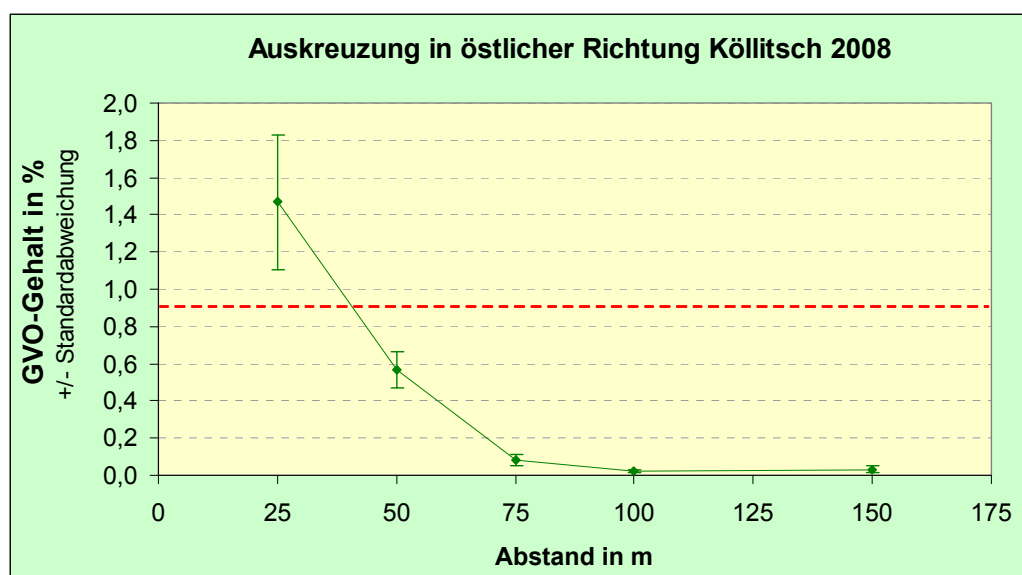
In den Tab. 21 bis 25 und Abb. 64, 65, 67, 68 und 69 sind die GVO-Gehalte der Ernteproben dargestellt. Abweichend von den Jahren 2006 und 2007 wurden 2008 an zwei Standorten (Köllitsch und Betrieb 3 jeweils in östlicher Richtung) bei einem Abstand von 25 m GVO-Gehalte über dem in der VO (EG) Nr. 1829/2003 für Futtermittel festgelegten Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9 % ermittelt.

Am Standort Köllitsch ergab die Untersuchung der 25-m-Probe in östlicher Richtung einen GVO-Gehalt von ca. 1,5 %. Nach 50 m lag der Wert bei 0,57 % (Tab. 21). Bei 75 m konnte bereits ein GVO-Gehalt von <0,1 % ermittelt werden. Nach 100 m bzw. 150 m lagen die GVO-Gehalte im Spurenbereich. Die Windrichtung und -stärke während der Blütezeit am Standort Köllitsch sind in der Abb. 66 grafisch festgehalten. Hauptwindrichtung war Süd-West.

**Tabelle 21: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Köllitsch in östlicher Richtung**

		GVO-Gehalt in %		
Probe		Mittelwert	Standardabweichung	
	Abstand		absolut	relativ
	25 m	1,47	0,36	24,5
	50 m	0,57	0,10	16,9
Köllitsch	75 m	0,08	0,03	38,1
östliche Richtung	100 m	0,02	0,01	29,9
	150 m	0,03	0,02	56,0

Bestimmungsgrenze 0,02 %



**Abbildung 64: Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Köllitsch**

Der Wert der in westlicher Richtung und somit entgegen der Hauptwindrichtung gezogenen 25-m-Probe lag bereits um 0,1 %. Ab 75 m konnten keine Auskreuzungen mehr nachgewiesen werden (Tab. 22).

**Tabelle 22: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Köllitsch in westlicher Richtung**

		GVO-Gehalt in %		
Probe		Mittelwert	Standardabweichung	
	Abstand		absolut	relativ
	25 m	0,09	0,03	36,5
Köllitsch	50 m	0,02	0,01	34,4
westliche Richtung	75 m	n. n.	-	-
	100 m	n. n.	-	-
	150 m	n. n.	-	-

n. n. - nicht nachgewiesen (Nachweisgrenze 0,01 %)



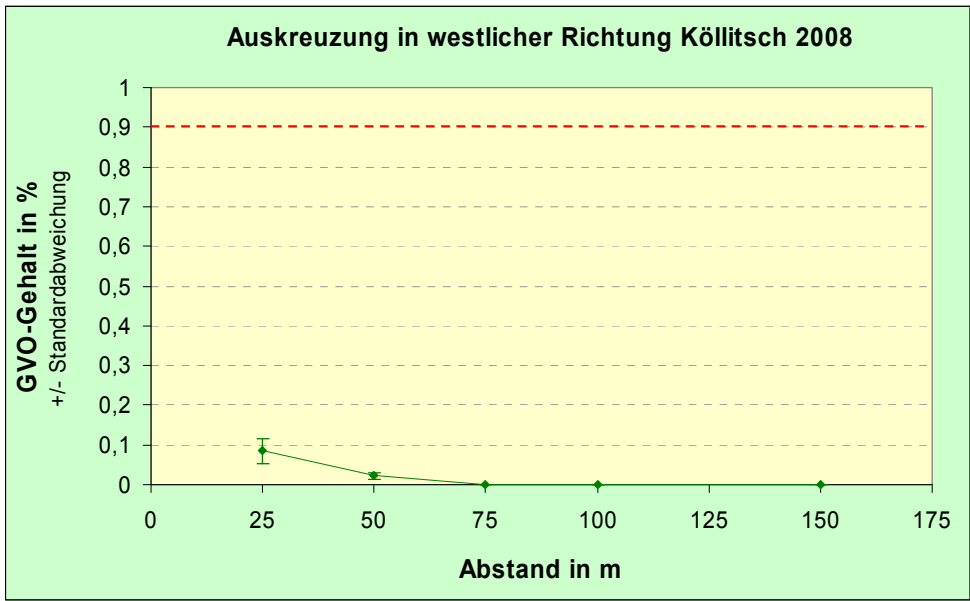


Abbildung 65: Auskreuzung in westlicher Richtung am Standort Köllitsch

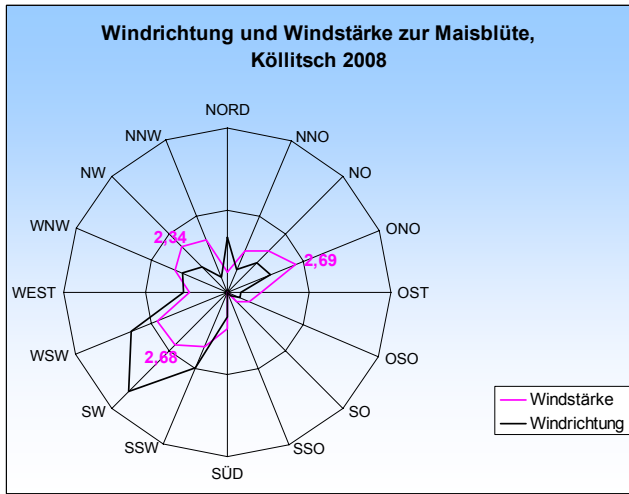


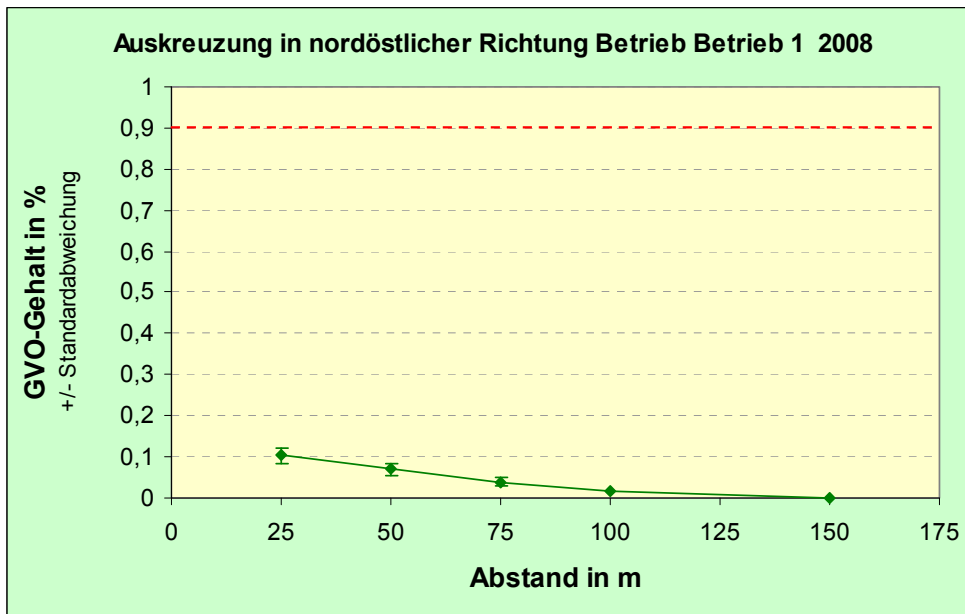
Abbildung 66: Windrichtung und Windstärke am Standort Köllitsch während der Blütezeit

Am Standort Betrieb 1 konnten nur in nordöstlicher Richtung Proben gezogen werden. Der GVO-Gehalt lag bei 25 m bereits bei 0,1 % (Tab. 23). In 100 m Entfernung wurden nur noch Gehalte im Spurenbereich (<0,02 %) gefunden. Von diesem Standort liegen keine Angaben zur Hauptwindrichtung vor.

Tabelle 23: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 1 in nordöstlicher Richtung

Probe		GVO-Gehalt in %		
		Mittelwert	Standardabweichung	
			absolut	relativ
	25 m	0,10	0,02	18,8
Betrieb 1	50 m	0,07	0,02	22,9
nordöstliche	75 m	0,04	0,01	27,8
Richtung	100 m	< 0,02 *	-	-
	150 m	n. n.	-	-

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



**Abbildung 67: Auskreuzung in nordöstlicher Richtung am Standort Betrieb 1**

Am Standort Betrieb 3 wurde nach 27 m in östlicher Richtung der Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9 % geringfügig überschritten (0,98 %, Tab. 24 und Abb. 68). Dieser hohe Wert ist durch einen ungebremsten Pollenflug über den Weg, der zwischen dem Bt-Mais und dem konventionellen Mais liegt, zu erklären. Nach 50 m lag der GVO-Gehalt bereits bei 0,2 %. Bei den Proben, die im Abstand von 100 m und 150 m gezogen wurden, war eine Auskreuzung nur noch im Spurenbereich (< 0,02 %) zu verzeichnen.

**Tabelle 24: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 3 in östlicher Richtung**

Probe		GVO-Gehalt in %		
		Mittelwert	Standardabweichung	
			absolut	relativ
	27 m	0,98	0,17	17,4
Betrieb 3	50 m	0,22	0,03	14,8
östliche Richtung	75 m	0,05	0,02	31,7
	100 m	< 0,02 *	-	-
	150 m	< 0,02 *	-	-

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

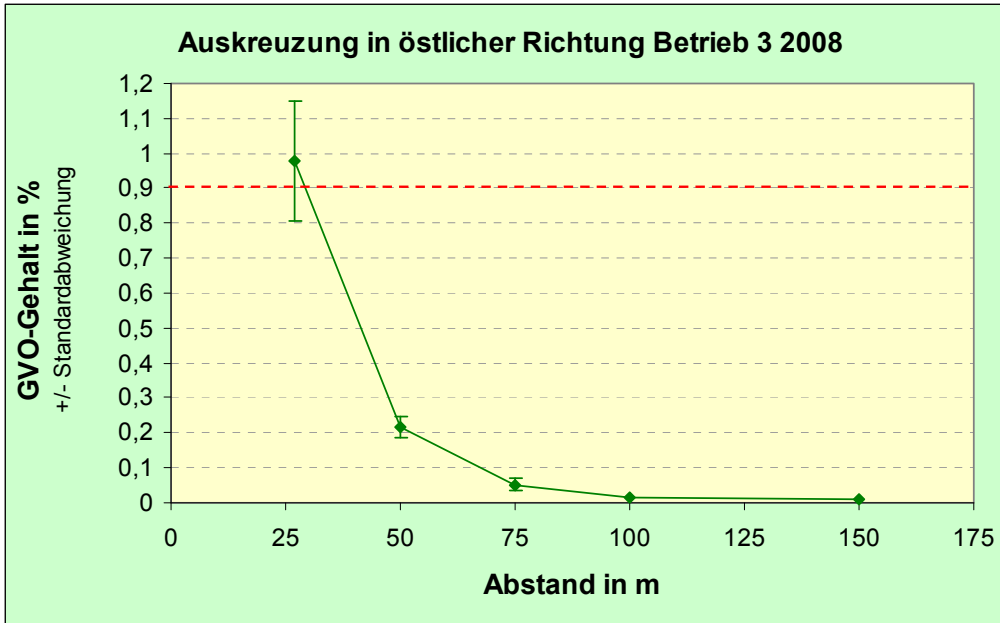


Abbildung 68: Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Betrieb 3

Im Betrieb 5 lag die Auskreuzung bereits nach 25 m unter 0,1 % (Tab. 25, Abb. 69). Vermutlich haben hier die Anordnung der Felder zueinander und der leichte Geländeabfall vom Bt-Mais zum konventionellen Mais die geringe Auskreuzung (siehe Abb. 63) begünstigt.

Tabelle 25: GVO-Gehalte der Ernteproben am Standort Betrieb 5 in östlicher Richtung

Probe		GVO-Gehalt in %		
		Mittelwert	Standardabweichung	
			absolut	relativ
	25 m	0,08	0,02	19,9
Betrieb 5	50 m	0,03	0,01	29,8
östliche Richtung	75 m	0,04	0,01	30,0
	100 m	< 0,02 *	-	-
	150 m	n. n.	-	-

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

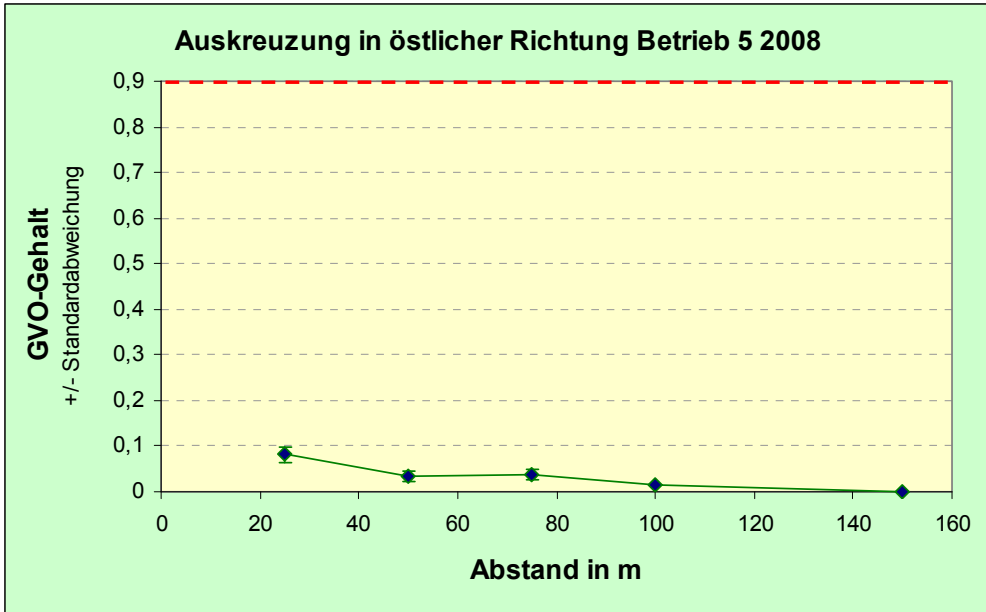


Abbildung 69: Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Betrieb 5

Im Jahr 2008 wurden im Vergleich zu den Jahren 2006 und 2007 zum Teil deutlich höhere GVO-Auskreuzungen (Standort Köllitsch und Betrieb 3) ermittelt.

In den Abb. 70 und 71 werden die Untersuchungsergebnisse der Jahre 2006 bis 2008 des Standorts Köllitsch grafisch gegenübergestellt. Die Auskreuzung am Standort Köllitsch war in den drei Jahren in Richtung Osten höher als in Richtung Westen. Der Wind kam während der Blütezeit überwiegend aus westlicher Richtung (2006: West-Nord-West bis West-Süd-West, 2007: West-Süd-West und 2008: Süd-West). 2008 liegt die Auskreuzung in östlicher Richtung (Hauptwindrichtung) für die Abstände 25 m und 50 m am höchsten. Nach 75 m befinden sich die Auskreuzungen aber bereits auf gleichem Niveau (0,08 % - 0,13 %). In westlicher Richtung wurde 2006 mit ca. 0,5 % der höchste Wert ermittelt. Nach 50 m lag die Auskreuzung in allen Jahren bereits im Spurenbereich.

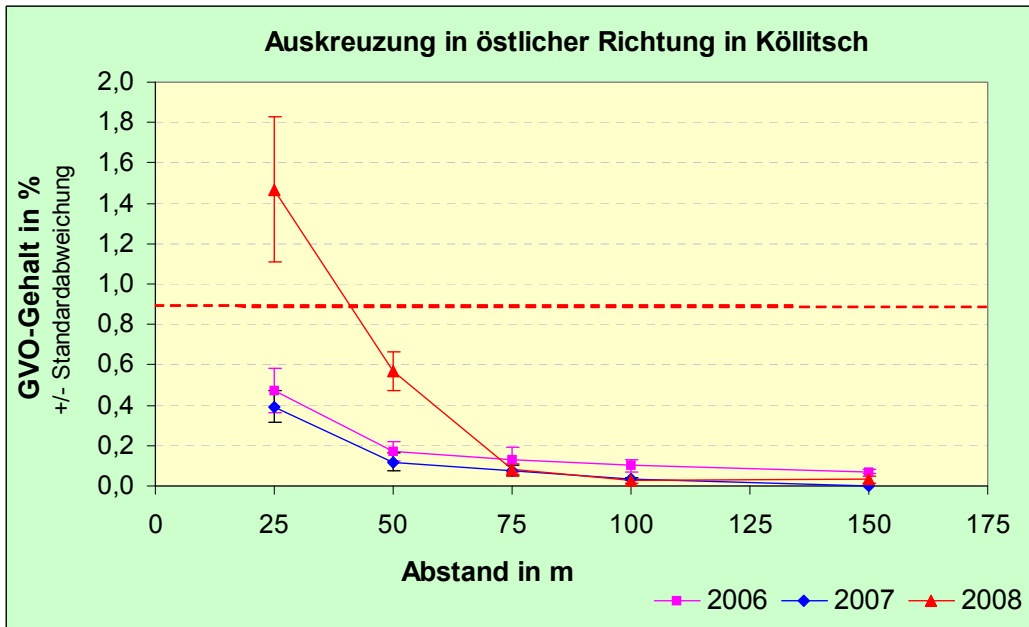


Abbildung 70: Auskreuzung in östlicher Richtung am Standort Köllitsch in den Jahren 2006 - 2008

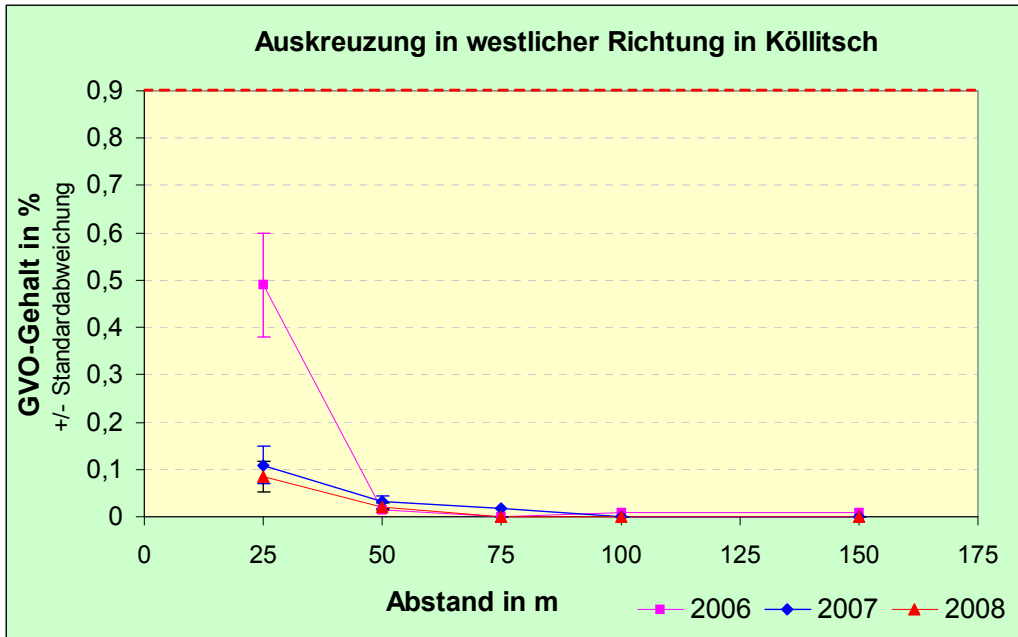


Abbildung 71: Auskreuzung in westlicher Richtung am Standort Köllitsch in den Jahren 2006 – 2008

## 8.4 Zusammenfassung GVO-Untersuchungen

Die Windverhältnisse zur Blütezeit haben einen wesentlichen Einfluss auf die GVO-Auskreuzung. Am Standort Köllitsch ist der Einfluss der Windrichtung deutlich sichtbar. In Windrichtung treten höhere Auskreuzungen auf als gegen den Wind.

Die Ergebnisse aller Standorte zeigen, dass bei dem in der Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung festgelegten Abstand zwischen Bt-Mais und konventionellem Mais von 150 m nur noch - wenn überhaupt - GVO-Auskreuzungen im Spurenbereich zu verzeichnen sind. Bereits nach 75 m lag die Einkreuzung bei  $\leq 0,1$  %.

# 9 Futterwert und Futtermittelhygiene

Dr. Olaf Steinhöfel – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## 9.1 Hypothese

Durch den Befall der Maispflanze mit dem Zünsler sind folgende Effekte auf den Futterwert und die Futterhygiene der daraus hergestellten Futtermittel (Silomais bzw. Maissilage, Körnermais bzw. Feuchtmaiskörnsilage) zu erwarten:

- Der Zünsler behindert durch seinen Fraß die Reife und Entwicklung wertbestimmender vegetativer und generativer Pflanzenteile und reduziert dadurch den Futterwert.
- Durch die Fraßlöcher und infolge der Schädigung von Vitalität kommen mikrobielle Parasiten stärker zur Geltung. Dadurch wird insbesondere ein stärkerer Befall mit Fusarien provoziert und nach der Ernte die mikrobielle Güte der Siliergüter schlechter sein. Letzteres verringert die aerobe Stabilität der erzeugten Konservate.

Arbeitshypothese vorliegender Untersuchungen war:

- Durch den Einsatz von Bt-Sorten bzw. durch die Ausbringung von Insektiziden kann der Futterwert gesteigert, der Fusarienbefall reduziert, die mikrobiologische Qualität der Siliergüter und die aerobe Stabilität der Silagen verbessert werden.

## 9.2 Material und Methoden

### 9.2.1 Versuchsdesign

In Tab. 26 sind die Varianten der Versuche zusammengestellt, die von 2006 - 2009 im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch des LfULG durchgeführt wurden. Die Varianten entsprechen der Versuchsanlage des Gesamtprojektes.

Neben den projektbedingten Varianten (Sortentyp, Behandlung) wurden im Versuchsjahr 2006 zwei Schnitthöhen eingestellt, um den Druck auf futtermittelhygienische Parameter weiter zu steigern. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse werden in nachfolgender Ergebnisdarstellung und -diskussion nur die Varianten mit 15 cm hoher Schnitfführung miteinander verglichen.

### 9.2.2 Versuchsdurchführung

#### Silomais

Zum Zeitpunkt der Siloreife, der durch das Erreichen eines mittleren Kolbentrockenmassegehaltes von 60 % bestimmt wurde, wurden 10 repräsentative Einzelpflanzen je Variante (Tab. 26) in 15 cm Schnitthöhe manuell beerntet. Die geernteten Ganzpflanzen wurden in einem stationären Häcksler zerkleinert (theoretische Häcksellänge 10 mm). Das Siliergut wurde anschließend in 15-Liter-Versuchsschläuchen (Abb. 72) einsiliert (Verdichtung ca. 190 kg TM/m<sup>3</sup>). Die Untersuchung der Ernte- bzw. Siliergüter auf Roh Nährstoffe, Mineralstoffe, Mykotoxine und mikrobielle Besiedlung wurde in der BfUL nach den Methoden des VDLUFA (Methodenband III) durchgeführt.



Abbildung 72: 15-Liter-Versuchsschlauch, aufgeschnitten

Tabelle 26: Varianten der Versuche

Anbaujahr	Variante		Nutzung	
	Sortentyp	Insektizid	Silomais	Körnermais
2006	isogen	ohne	x	x
		mit	x	x
	Bt-Mais	ohne	x	x
2007	isogen	ohne	x	x
		mit	x	x
	Bt-Mais	ohne	x	x
2008	isogen	ohne	x	
		mit	x	
	Bt-Mais	ohne	x	
2009	isogen	ohne	x	x
		mit	x	x
	Bt-Mais	ohne		

### 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 Abb. 73). Das Siliergut wurde anschließend in 15-Liter-Versuchsschläuchen (siehe Abb. 72) einsiliert (Verdichtung ca. 230 kg TM/m<sup>3</sup>). Die Untersuchung der Ernte- bzw. Siliergüter auf Rohnährstoffe, Mineralstoffe, Mykotoxine und mikrobielle Besiedlung wurde in der BfUL nach den Methoden des VDLUFA (Methodenband III) durchgeführt.

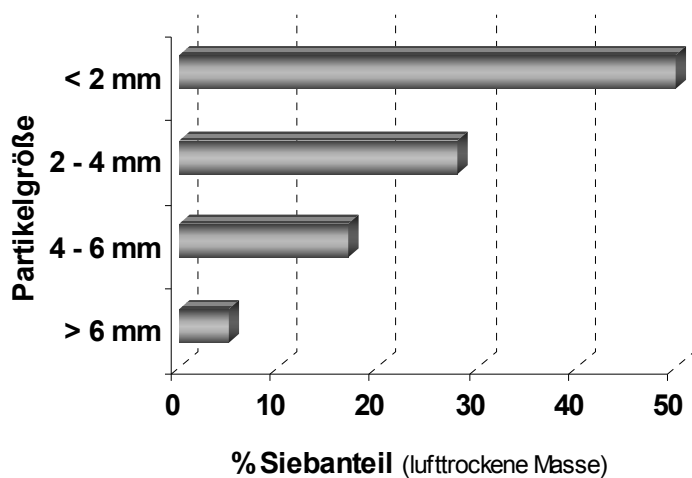


Abbildung 73: Partikelgrößenverteilung des Feuchtkornmaises nach Zerkleinerung

## 9.3 Ergebnisse

### 9.3.1 Silomais

#### Futterwert

In Tab. 27 und Abb. 74 sind die wichtigsten organischen Futterwertparameter zusammengestellt. Zwischen den Bt-Sorten und der isogenen Vergleichsvariante, ob mit oder ohne Insektizidbehandlung, waren keine deutlichen Futterwertdifferenzen erkennbar (substanzielle Äquivalenz). Die markierten signifikanten Differenzen im Versuchsjahr 2006 waren durch unterschiedliche Abreife der Varianten zu begründen. Die Überlegenheit der Kontrollvariante im Versuchsjahr 2007 war dagegen nicht erklärbar, konnte aber in den beiden nachfolgenden Jahren auch nicht bestätigt werden. In den beiden letzten Jahren konnten keine signifikanten Futterwertunterschiede mehr nachgewiesen werden.

Mit Sicht auf die vier Versuchsjahre, dem vorhandenen Zünslerdruck und dem gewählten Versuchsdesign kann ein Einfluss von Bt-Sorte bzw. Insektizidbehandlung auf den Futterwert der Silomaispflanzen **ausgeschlossen werden**.

**Tabelle 27: Futterwertkennzahlen**

Anbau-jahr	Sorte	Insek-tizid		TM (g / kg FM)	Futterwert ( g je kg Trockenmasse)					Energiegehalt * MJ NEL / kg TM	
					Roh-asche	Roh-protein	ELOS	Roh-faser	Stärke		Zucker
2006	isogen	ohne	$\bar{x}$	447 <sup>ab</sup>	37	81	798 <sup>a</sup>	127 <sup>a</sup>	437 <sup>a</sup>	62	7,14
			s	36	6	4	39	23	52	6	0,26
	Bt-Mais	mit	$\bar{x}$	401 <sup>a</sup>	43	79	758 <sup>b</sup>	152 <sup>b</sup>	376 <sup>b</sup>	70	6,89
			s	39	3	4	21	14	32	7	0,15
2007	isogen	ohne	$\bar{x}$	477 <sup>b</sup>	39	81	785 <sup>a</sup>	132 <sup>a</sup>	424 <sup>a</sup>	68	7,08
			s	4	1	2	20	14	33	8	0,15
	Bt-Mais	mit	$\bar{x}$	344	37	75	755 <sup>a</sup>	153 <sup>a</sup>	333 <sup>a</sup>	112 <sup>a</sup>	6,92 <sup>a</sup>
			s	17	2	1	18	9	26	9	0,10
2008	isogen	ohne	$\bar{x}$	343	38	79	722 <sup>b</sup>	180 <sup>b</sup>	255 <sup>b</sup>	132 <sup>b</sup>	6,69 <sup>b</sup>
			s	13	3	8	22	18	45	19	0,19
	Bt-Mais	mit	$\bar{x}$	335	41	78	718 <sup>b</sup>	178 <sup>b</sup>	251 <sup>b</sup>	136 <sup>b</sup>	6,69 <sup>b</sup>
			s	15	4	12	22	13	12	8	0,14
2009	isogen	ohne	$\bar{x}$	395	40	64	711	184	315	75	6,64
			s	18	4	5	39	19	48	4	0,20
	Bt-Mais	mit	$\bar{x}$	420	63	60	709	169	331	77	6,63
			s	21	20	2	18	4	11	8	0,04
2009	isogen	ohne	$\bar{x}$	418	39	58	722	167	344	78	6,79
			s	12	4	4	30	12	20	7	0,13
	Bt-Mais	mit	$\bar{x}$	365	39	64	772	153	389	73	6,91
			s	14	4	5	22	13	35	3	0,15
2009	isogen	ohne	$\bar{x}$	372	41	66	756	161	376	71	6,83
			s	24	3	3	25	18	36	2	0,19

a/b/c unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen Varianten in einem Jahr

\* Rechenwert



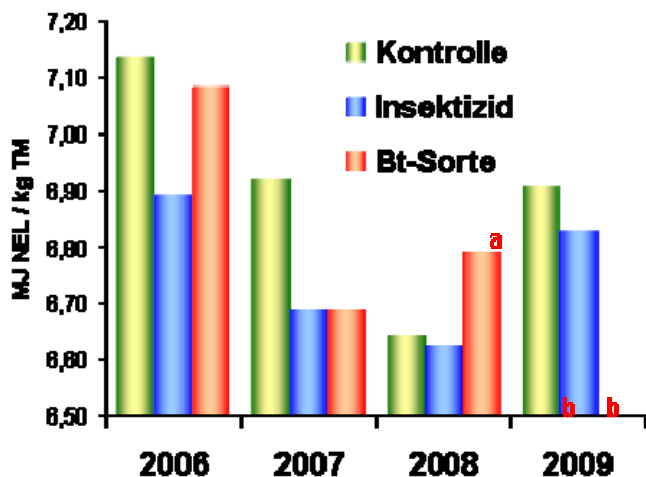


Abbildung 74: Energiegehalt des Silomaises

In Tab. 28 sind die Mengen- und Spurenelementgehalte des Silomaises zusammengestellt. Der Zünslerbefall verringert tendenziell aber nicht signifikant den Gehalt an organischer Substanz. Es kann in den vier Versuchsjahren jedoch keine signifikante Beeinflussung auf den Mengenelementgehalt durch die Versuchsvarianten postuliert werden. Tendenzuell, 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.

Tabelle 28: Mineralstoffgehalt

Anbau-jahr	Sorte	Insek-tizid	TM (g / kg FM)	Mineralstoffgehalte ( je kg Trockenmasse)										
				Ca g	P g	Na g	Mg g	K g	S g	Cu mg	Zn mg	Mn mg	Fe mg	
2006	isogen	ohne	$\bar{x}$	447	2,3	2,7	0,2	2,0	8,4	1,1	3,9	23	18	88 <sup>a</sup>
			s	36	0,6	0,0	0,0	0,1	1,3	0,1	0,9	2	4	24
	mit	$\bar{x}$	401	2,7	2,3	0,2	1,8	11,7	1,1	4,0	23	21	82 <sup>a</sup>	
		s	39	0,4	0,3	0,0	0,1	0,8	0,1	0,4	1	1	10	
	Bt-Mais	ohne	$\bar{x}$	477	2,0	2,7	0,2	1,9	7,6	1,1	4,8	20	18	65 <sup>b</sup>
			s	4	0,2	0,2	0,0	0,1	0,7	0,0	0,2	1	1	4
2007	isogen	ohne	$\bar{x}$	344	2,1	1,9	0,1	0,8	9,3	9,2	5,5	15	19 <sup>a</sup>	131 <sup>a</sup>
			s	17	0,1	0,2	0,0	0,0	0,8	0,6	0,1	3	1	14
	mit	$\bar{x}$	343	2,7	1,7	0,1	0,8	8,4	9,1	6,0	18	27 <sup>b</sup>	165 <sup>b</sup>	
		s	13	0,2	0,2	0,0	0,1	0,5	0,6	0,2	2	4	15	
	Bt-Mais	ohne	$\bar{x}$	335	2,6	1,8	0,1	0,8	9,1	9,1	6,2	17	26 <sup>b</sup>	155 <sup>b</sup>
			s	15	0,2	0,2	0,0	0,1	1,7	1,1	0,2	2	2	9
2008	isogen	ohne	$\bar{x}$	395	3,5	2,5	0,2	1,7	9,3	1,0	4,7	23	30	419 <sup>a</sup>
			s	18	0,2	0,4	0,0	0,1	1,1	0,1	0,9	5	7	348
	mit	$\bar{x}$	420	3,4	2,2	0,3	1,8	8,6	0,9	5,2	22	41	1074 <sup>b</sup>	
		s	21	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	1	10	514	
	Bt-Mais	ohne	$\bar{x}$	418	3,2	2,5	0,2	1,7	8,0	0,9	4,5	21	32	615 <sup>ab</sup>
			s	12	0,3	0,1	0,0	0,1	0,6	0,1	0,8	2	8	348
2009	isogen	ohne	$\bar{x}$	365	2,6	2,4	0,1	1,4	8,5	0,9	3,0	21	21	98
			s	14	0,2	0,2	0,0	0,1	1,1	0,1	0,7	1	1	7
		mit	$\bar{x}$	372	2,7	2,5	0,1	1,4	9,0	0,9	3,5	21	23	101
			s	24	0,2	0,1	0,0	0,1	0,7	0,0	0,4	1	1	5

a/b/c unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen Varianten in einem Jahr

## 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 der erzeugten Siliergüter (Tab. 29, Abb. 75 und 76) analysiert. Trotz einer höheren Fusarienbelastung im Versuchsjahr 2008 waren zwischen den geprüften Varianten keine signifikanten Differenzen im DON- bzw. ZEA-Gehalt nachweisbar.

Nach vier Versuchsjahren muss postuliert werden, dass eine höhere Fusarienresistenz des Bt-Maises bzw. des mit Insektiziden behandelten Maises nicht erkennbar war.

**Tabelle 29: Fusarien und Fusarientoxine**

Anbau-jahr	Sorte	Insek-tizid		Fusarien KbE / g	Mykotoxine™ µg/kg			DON	ZEA	Fumo B1	Fumo B2
2006	isogen	ohne	$\bar{x}$	10.000 <sup>a</sup>	139 <sup>a</sup>	<5 <sup>a</sup>	n.b.	n.b.			
			s	70.357	58	0					
		mit	$\bar{x}$	1.125.000 <sup>b</sup>	11.170 <sup>b</sup>	551 <sup>b</sup>					
			s	459.619	7.744	386					
	Bt-Mais	ohne	$\bar{x}$	110.000 <sup>c</sup>	932 <sup>c</sup>	13 <sup>a</sup>					
			s	70.357	573	4					
2007	isogen	ohne	$\bar{x}$	21.833	98	<5					
			s	25.448	83	0					
		mit	$\bar{x}$	10.000	< 50	< 5					
			s	5.000	0	0					
	Bt-Mais	ohne	$\bar{x}$	18.500	< 50	< 5					
			s	27.372	0	0					
2008	isogen	ohne	$\bar{x}$	233.333	668	49					
			s	236.291	323	10					
		mit	$\bar{x}$	300.000	356	56					
			s	312.250	184	25					
	Bt-Mais	ohne	$\bar{x}$	133.333	477	83					
			s	57.735	170	72					
2009	isogen	ohne	$\bar{x}$	32.500	589	42	<50	<50			
			s	24.749	38	26					
		mit	$\bar{x}$	12.500	1.042	20	<50	<50			
			s	10.607	482	23					

a/b/c unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Werte zwischen Varianten in einem Jahr

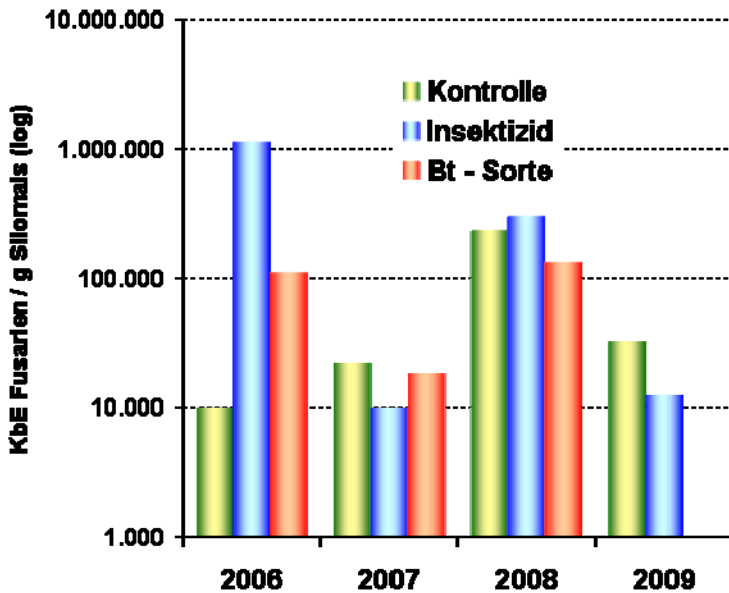


Abbildung 75: Mittlerer Fusarienbefall des geernteten Silomais

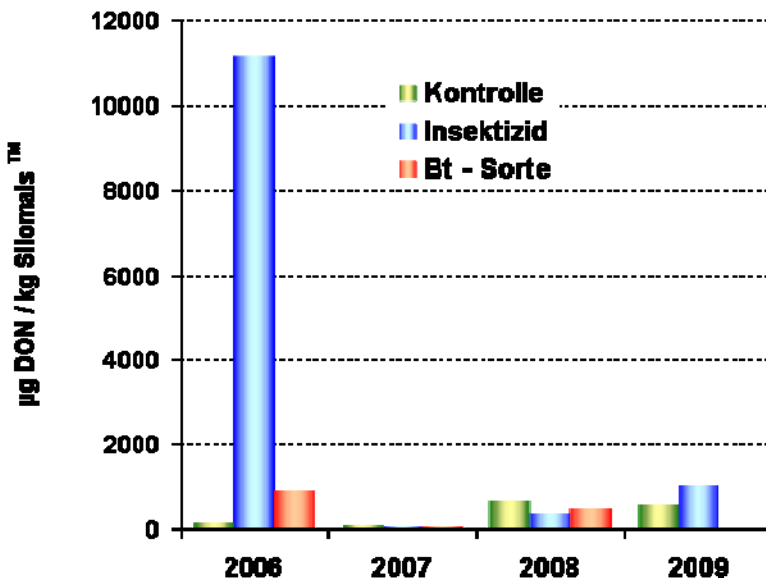


Abbildung 76: Mittlerer DON-Gehalt des geernteten Silomais

### Aerobe Stabilität und Silierverluste

Sowohl im Konserviererfolg als auch in den Silierverlusten (Tab. 30) unterschieden sich die untersuchten Varianten nicht. Die aerobe Stabilität der Bt-Variante war 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. Diese Befundung kann nur teilweise mit dem mikrobiologischen Futterwert beschrieben werden und ist sachlich nicht erklärbar.

Mit Blick auf die mikrobiologischen Befunde der Maissilageproben (Tab. 31 und Abb. 77) konnte kein eindeutiger Vorteil für die Bt-Variante bzw. Insektizidvariante gegenüber der Kontrolle ermittelt werden.



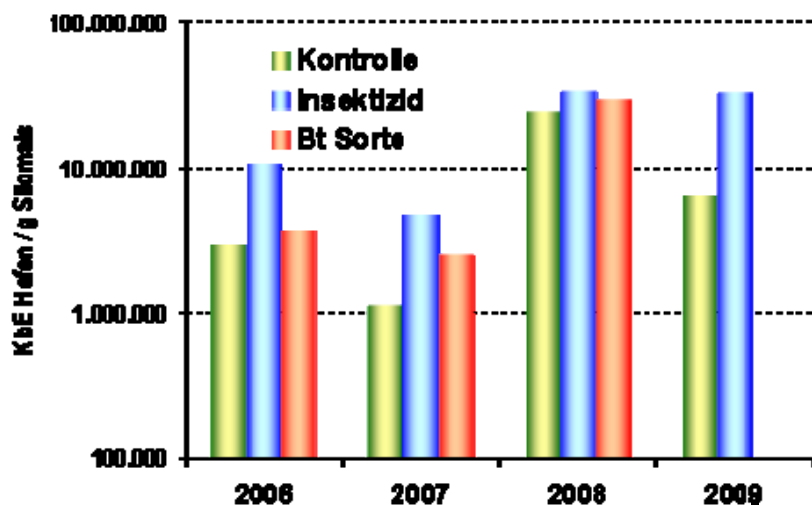


Abbildung 77: Mittlerer Hefegehalt der Maissilagen

### 9.3.2 Körnermais (Feuchtkornmais)

#### Futterwert

Sowohl im organischen (Tab. 32) als auch im anorganischen (Tab. 33) Futterwert der Feuchtmalsproben konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Bt-, Insektizid- und Kontrollvariante nachgewiesen werden. Der Bt-Mais ist zu seiner Schwester substantiell äquivalent. Die Insektizidbehandlung zeigte im Versuchsjahr 2006 signifikante niedrigere Trockenmassegehalte und höhere Zucker- bzw. Proteingehalte. Dies deutet auf mögliche Abreifeverzögerungen durch die Insektizidbehandlung hin. Die markierten Signifikanzen bei Natrium bzw. Mangan sind futterwertseitig unbedeutend.

Tabelle 32: Futterwertkennzahlen der Maiskörner

Anbaujahr	Variante		Futterwertkennzahlen (g je kg Trockenmasse)						
			TM (%)	Roh-asche	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Stärke	Zucker
2006	Kontrolle	$\bar{x}$	742 <sup>a</sup>	13	96 <sup>a</sup>	29	49	753	10 <sup>a</sup>
		s	11	2	4	2	5	12	4
	Insektizid	$\bar{x}$	708 <sup>b</sup>	13	104 <sup>b</sup>	29	46	750	23 <sup>b</sup>
		s	7	2	3	2	6	18	7
	Bt-Sorte	$\bar{x}$	750 <sup>a</sup>	12	93 <sup>a</sup>	27	48	763	11 <sup>a</sup>
		s	12	3	3	2	8	9	5
2007	Kontrolle	$\bar{x}$	696	15	96	34	44	738	8
		s	32	2	6	6	1	35	4
	Insektizid	$\bar{x}$	695	15	101	35	44	740	9
		s	30	2	6	4	2	34	5
	Bt-Sorte	$\bar{x}$	708	16	104	34	43	727	14
		s	38	2	5	4	3	31	4
2009	Kontrolle	$\bar{x}$	601	15	93	26	46	660	51
		s	9	0	1	3	4	2	3
	Insektizid	$\bar{x}$	609	15	94	26	44	663	53
		s	6	1	2	1	3	9	3

<sup>a/b/c</sup> unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten eines Jahres

Tabelle 33: Mineralstoffgehalt der Maiskörner

Anbaujahr	Variante		Mineralstoffgehalte (je kg Trockenmasse)									
			TM %	Ca g	P g	Na g	Mg g	K g	S g	Cu mg	Zn mg	Mn mg
2006	Kontrolle	$\bar{x}$	742	0,1	3,7	0,2	1,9	3,6	1,3	1,3	17	5,7 <sup>a</sup>
		s	11	0,0	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,2	2	0,5
	Insektizid	$\bar{x}$	708	0,1	3,9	0,2	2,0	3,7	1,3	1,4	19	6,4 <sup>b</sup>
		s	7	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,3	3	0,4
	Bt-Sorte	$\bar{x}$	750	0,1	3,7	0,2	1,9	3,5	1,3	1,3	17	5,5 <sup>a</sup>
		s	12	0,0	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	1	0,6
2007	Kontrolle	$\bar{x}$	695,7	0,1	3,6	0,2 <sup>a</sup>	1,6	3,6	1,1	0,8	17	5,3 <sup>a</sup>
		s	31,7	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	0,2	1	0,3
	Insektizid	$\bar{x}$	694,7	0,1	3,8	0,2 <sup>a</sup>	1,5	3,8	1,1	0,9	16	5,1 <sup>a</sup>
		s	30,38	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0	0,5
	Bt-Sorte	$\bar{x}$	708	0,1	3,8	0,6 <sup>b</sup>	1,5	3,7	1,2	0,9	17	6,0 <sup>b</sup>
		s	38,19	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,3	1	0,2
2009	Kontrolle	$\bar{x}$	601	0,1	3,6	0,1	1,3	4,1	1,0	0,1	19,0	4,5
		s	9	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2
	Insektizid	$\bar{x}$	609	0,1	3,7	0,1	1,4	4,0	1,0	0,0	18,0	4,3
		s	6	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4

<sup>a/b/c</sup> unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten eines Jahres

Futtermittelhygiene

Der Fusarienbefall bzw. Fusarientoxingehalt war zwischen den Varianten nicht zu unterscheiden (Tab. 34).

Tabelle 34: Fusarien und Fusarientoxine in den Körnermaisproben

Anbaujahr	Variante		Fusarien <i>KbE/g</i>	Mykotoxikologie				
				DON	ZEA	OTA	Fumo B1	Fumo B2
				$\mu\text{g} / \text{kg LTM}$				
2006	Kontrolle	$\bar{x}$	50.000	< 50	6	< 0,5	n.b.	n.b.
		s	45.000		2			
	Insektizid	$\bar{x}$	100.000	< 50	12	< 0,5		
		s	88.000		7			
	Bt-Sorte	$\bar{x}$	40.000	< 50	< 5	< 0,5		
		s	58.000					
2007	Kontrolle	$\bar{x}$	6.500	1.570	119	n.b.		
	Insektizid	$\bar{x}$	6.500	794	98			
	Bt-Sorte	$\bar{x}$	2.000	711	79			
2009	Kontrolle	$\bar{x}$	1.200	<50	<5	n.b.	<50	<50
		s	1.992					
	Insektizid	$\bar{x}$	717	<50	<5	n.b.	<50	<50
		s	1.112					

<sup>a/b/c</sup> unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Werte zwischen Varianten eines Jahres

### Aerobe Stabilität und Silierverluste

Auch mit Blick auf den Konserviererfolg, die Silierverluste und die aerobe Stabilität kann sich die Bt- bzw. Insektizidvariante gegenüber der Kontrollvariante nicht absetzen (Tab. 35 und 36).

**Tabelle 35: Mikrobiologische Qualität des Körnermaises**

Anbaujahr	Variante		Mikrobiologischer Befund					
			verderbanz. Bakt. KbE / g < 1.000.000		Lagerpilze KbE / g < 5.000		Hefen KbE / g < 1.000.000	
			KZS	KZS	KZS	KZS	KZS	
2006	Kontrolle	$\bar{x}$	< 5.000		3.000 <sup>a</sup>		35.000 <sup>a</sup>	
		s	0		1.200		6.000	
	Insektizid	$\bar{x}$	< 5.000		5.000 <sup>a</sup>		147.000 <sup>b</sup>	
		s	0		800		115.000	
	Bt-Sorte	$\bar{x}$	< 5.000		< 500 <sup>b</sup>		85.000 <sup>b</sup>	
		s	0		0		65.000	
2007	Kontrolle	$\bar{x}$	< 5.000		55.000		95.000	
	Insektizid	$\bar{x}$	< 5.000		3.000		50.000	
	Bt-Sorte	$\bar{x}$	< 5.000		1.000		6.000	
2009	Kontrolle	$\bar{x}$	< 100		< 50		101.667	
							42.525	
	Insektizid	$\bar{x}$	1.233		< 50		148.167	
			1.963				196.479	

<sup>a/b/c</sup> unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Varianten eines Jahres

**Tabelle 36: Aerobe Stabilität und Silierverluste**

Anbau-jahr	Sorte	Insek-tizid		Aerobe Stabilität (Tage)	% TM-Verluste	
					10 d aerobe Lagerung Siliergut	Silierung
2006	konventionell	ohne	$\bar{x}$	1,0	31,2	n.b.
			s	0,8	5,2	
		mit	$\bar{x}$	0,7	33,6	
			s	0,2	3,2	
	Bt	ohne	$\bar{x}$	0,9	31,8	
			s	0,2	4,0	
2007	konventionell	ohne	$\bar{x}$	1,3 <sup>a</sup>	27,7	3,1
			s	0,6	3,5	0,09
		mit	$\bar{x}$	1,3 <sup>a</sup>	26,5	3,1
			s	0,4	2,7	0,12
	Bt	ohne	$\bar{x}$	1,9 <sup>b</sup>	24,0	3,1
			s	0,3	3,1	0,17
2008	konventionell	ohne	$\bar{x}$	n.b.		
			s			
		mit	$\bar{x}$			
			s			
	Bt	ohne	$\bar{x}$			
			s			
2009	konventionell	ohne	$\bar{x}$	1,0	21,2	3,5
			s	0,6	3,0	0,21
		mit	$\bar{x}$	1,3	22,5	3,1
			s	0,5	3,1	0,20

<sup>a/b</sup> unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Werte zwischen Varianten eines Jahres

## 9.4 Zusammenfassung Futterwert und Futtermittelhygiene

Mit der gewählten Versuchsanstellung unter dem gegebenen Zünslerdruck und den phytosanitären Bedingungen konnten weder der Bt-Mais noch die Ausbringung von Insektiziden gegenüber der isogenen Kontrollvariante eine Verbesserung des Futterwertes, eine Reduzierung des Fusarienbefalls, eine bessere mikrobiologische Qualität oder höhere aerobe Stabilität der Maissilagen nachweisen.



# 10 Ökonomische Bewertung

Annette Schaeff – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## 10.1 Material und Methoden, Durchführung

### 10.1.1 Datenbasis

Zur ökonomischen Bewertung des GVO-Anbaus in Sachsen im Zeitraum 2006 bis 2009 wurden der Feldversuch im LVG Köllitsch sowie der Anbau in ausgewählten Praxisbetrieben herangezogen. Im ersten Untersuchungsjahr bezogen sich die Auswertungen zunächst nur auf den Variantenvergleich im Feldversuch mit Maisanbau zur Körnernutzung. Zur Ernte 2007 wurden darüber hinaus in neun Praxisbetrieben Daten zum Bt-Maisanbau erhoben. In einem Unternehmen standen Körnermais-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. 2008 wurde der Feldversuch um die Betrachtung zum Silomais erweitert. Aus den fünf Praxisbetrieben standen zwei Körnermais- und fünf Silomais-Auswertungen zur Verfügung. Ein Praxisbetrieb lieferte alle drei Vergleichsvarianten (konventionell, konventionell mit Insektizid, Bt-Mais) für beide Nutzungsrichtungen. Im letzten Untersuchungsjahr kamen neben dem Feldversuch noch drei Betriebe zur Auswertung – jeweils mit den beiden Varianten konventionell ohne und konventionell mit Insektizidbehandlung.

Grundlage für die Bewertung bilden die pflanzenbaulichen Daten zum Anbauverfahren in den einzelnen Varianten – ergänzt durch ökonomische Kennzahlen und Bewertungsansätze wie Preise, Maschinen-, Lohn-, Flächen- und Gemeinkosten. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung der verschiedenen Varianten erfolgt in Form eines ökonomischen Verfahrensvergleiches auf Teilkostenbasis (Körnermais) bzw. durch Ermittlung der Erzeugungsvollkosten, bezogen auf den Trockenmasseertrag bei Silomais. Das Schema dazu ist in Tab. 37 für Körner- und Silomaisnutzung dargestellt und mit Beispielen untersetzt.

Zur Ermittlung der pflanzenbaulichen und ökonomischen Ausgangsdaten wurde ein Erfassungsbogen erstellt (siehe Anhang 5), 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. Darüber hinaus ist die Frage der ökonomischen Schadschwelle zu diskutieren. Ausgehend von GVO-Mehraufwand und zünslerbedingtem Ertragsverlust sollen Orientierungswerte für einen lohnenswerten GVO-Anbau ausgewiesen werden.

### 10.1.2 Methodik bei Körnermais

Generell gestaltet sich die ökonomische Bewertung bei Körnernutzung etwas 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.

### 10.1.3 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 Trockenmasseertrag (brutto) je Hektar ab. Unter Berücksichtigung eines Silierverlustes von 10 - 12 % lässt sich dann der Silageertrag ausweisen. Die Direkt- und Arbeiterledigungskosten errechnen sich wie beim Körnermais beschrieben. Letztere beinhalten die Arbeitsgänge bis zum Abdecken des Silos. Um Erzeugungsvollkosten ausweisen zu können, wurden darüber hinaus in den Erntejahren 2008 und 2009 die Flächenkosten (Pacht, Grundsteuer, Berufsgenossenschaft, Kalkung) ermittelt sowie die Silokosten kalkulatv und die Gemeinkosten über Richtwert ergänzt. Die ökonomische Vergleichsbasis stellen dann die Erzeugungskosten je Dezitonne Silage (Netto-Trockenmasse) dar. Abweichend davon wurden 2007 die Ergebnisse für den Silomais noch als „Verfahrensstückkosten“ ausgewiesen, d.h. die Summe der Direkt- und Arbeiterledigungskosten bezogen auf den Brutto-TM-Ertrag. Diese Vorgehensweise betrifft nur die Praxisbetriebe.

**Tabelle 37: Methodik der Bewertung**

Leistungs- und Kostenblöcke	Erläuterungen	Beispiel Körnermais 80 dt/ha 10 EUR/dt	Beispiel Silomais 350 dt/ha FM 122 dt/ha TM (brutto) 108 dt/ha TM (netto)
Leistungen			
- Marktleistung	Ertrag * Marktpreis (abzgl. Trocknung KM)	800	0
- Sonstige Leistungen (z.B. Ausgleichzahlungen)		0	0
<b>Summe Leistungen (EUR/ha)</b>		<b>800</b>	<b>0</b>
Direktkosten			
- Saatgut (Zukauf, eigen)		120	120
- Düngemittel (mineralisch, organisch)		120	120
- Pflanzenschutzmittel		60	60
- Sonstige Direktkosten (z.B. Hagelversicherung)		10	10
<b>Summe Direktkosten (EUR/ha)</b>		<b>310</b>	<b>310</b>
Arbeiterledigungskosten			
- Personalaufwand Feld inkl. GVO-Mehraufwand	kalkulatv ermittelt auf Basis der Arbeitsgänge	50	108
- Lohnarbeit / Maschinenmiete		0	0
- Maschinenkosten (Unterhaltung, Treib- und Schmierstoffe, Abschreibungen, Versicherung)		314	481
<b>Summe Arbeiterledigungskosten (EUR/ha)</b>		<b>364</b>	<b>589</b>
<b>Verfahrenskosten (EUR/ha)</b> = Direktkosten + Arbeiterledigungskosten		<b>674</b>	<b>899</b>
<b>Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) (EUR/ha)</b> = Leistungen – Verfahrenskosten	<b>Auswertungsebene bei Körnermais</b>	<b>126</b>	
<b>Summe Gebäudekosten (EUR/ha)</b> (hier Silo)		<b>0</b>	<b>154</b>
<b>Summe Flächenkosten (EUR/ha)</b> (Pacht/Grundsteuer/Berufsgenossensch./Kalkung)		<b>200</b>	<b>200</b>
<b>Summe Gemeinkosten (EUR/ha)</b> (Leitung/Verwaltung/Sonstige)		<b>150</b>	<b>150</b>
<b>Gesamtkosten (EUR/ha)</b> = Summe Verfahrens-, Gebäude-, Flächen-, Gemeinkosten	<b>Auswertungsebene bei Silomais</b>	<b>1024</b>	<b>1403</b>
<b>Gesamtkosten Silage (EUR/dt TM netto)</b>			<b>12,99</b>
<b>Ergebnis (EUR/ha)</b> = Leistungen – Gesamtkosten		<b>-224</b>	<b>-1403</b>

## 10.1.4 Durchführung

### Auswertung Feldversuch

Nach Beerntung des Versuches in Köllitsch und dem Vorliegen aller notwendigen Untersuchungsergebnisse, konnte mit Hilfe der Schlagkarteiaufzeichnungen im LVG und der Angaben der Beteiligten die Zusammenstellung und Auswertung der Daten sowohl für Körnermais als auch für Silomais erfolgen.

Prinzipiell ist anzumerken, dass im Hinblick auf die ökonomische Bewertung der Vergleichsvarianten bei **Körnermais** ein Verkauf günstig gewesen wäre, weil dann ein tatsächlicher Marktpreis und auch Erkenntnisse hinsichtlich „GVO-bedingter Besonderheiten“ bei der Vermarktung vorliegen würden - z. B. Abnahmebedingungen, Kostenzuschläge für getrennte Nachbehandlung/Lagerung. Weil der Mais aus dem Versuchsanbau nicht vermarktet, sondern im LVG feuchtkonserviert wurde, ist er dem jährlichen Marktpreisniveau entsprechend bewertet worden - abzüglich Trocknungskosten von 2,50 EUR/dt. Zur Leistungsermittlung werden die Druscherträge der drei Varianten herangezogen. Anstelle der Feuchtkonservierung im Siloschlauch wird nur der Mähdrusch mit Korntransport unterstellt.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Praxisbetrieben ist für die Ergebnisdarstellung eine Leistungsermittlung erfolgt, auch wenn die Vergleichsgruppen keine signifikanten Ertragsunterschiede aufweisen.

Bei der **Silomais**-Auswertung ab 2008 liegen die für jede Variante gemessenen Grünmasse- und Trockenmasseerträge zugrunde sowie eine praxisübliche Verfahrenskette zur Silierung. Bedingt durch den Vollkostenansatz wurden zusätzlich die Flächenkosten für den Standort Köllitsch ermittelt. Die Kosten für den Siloraum sind mit 0,35 bis 0,70 EUR/dt Silage veranschlagt. Der Richtwert für die Gemeinkosten orientiert sich mit einem Ansatz von 150 EUR/ha an den mehrjährigen Ergebnissen der Referenzbetriebe Vollkostenrechnung.

In beiden Nutzungsformen ist für die ausgebrachten Wirtschaftsdünger (Gülle/Stallmist) - ebenfalls aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Praxisbetrieben - keine Bewertung der Nährstoffe erfolgt. Die Pflanzenschutzmittelpreise entsprechen dem Einkaufspreis. Neben den Betriebsmitteln und dem Ansatz für Silofolie 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 Bearbeiters kalkuliert. Teilweise werden dabei Angaben des LVG (v. a. zum Zeitaufwand) an praxisnahe Verhältnisse angepasst. Es finden nur die Arbeitsgänge Berücksichtigung, die für die Bewertung der Varianten eine Rolle spielen. Für eine Arbeitskraftstunde werden Lohnkosten von 11 bzw. 12 EUR veranschlagt. Der GVO-bedingte Aufwand für die Reinigung der Sä- und Erntetechnik sowie die Antragstellung wird bezogen auf die Bt-Mais-Fläche ausgewiesen.

### Auswertung Praxisbetriebe

Der Bt-Maisanbau wurde parallel zum Versuch auch in ausgewählten Praxisbetrieben untersucht. Die Datenerfassung mit Hilfe des Erfassungsbogens erfolgte im Rahmen von Betriebsbesuchen und Interviews. Es ist unbedingt zu beachten, dass es sich hier um praktizierten Maisanbau und nicht um Versuchsanlagen mit Wiederholungen zur statistischen Verrechnung handelt. Dementsprechend sind die Ergebnisse zu interpretieren.

Den Auswertungen liegen wie beim Feldversuch gemessene Ertragsmittelwerte für die jeweiligen Vergleichsvarianten bei Körner- und Silomais zugrunde. Bei der ökonomischen Auswertung wurde nach der im Kapitel 10.1 beschriebenen Methodik vorgegangen. Dabei findet die betriebsindividuelle Verfahrensgestaltung mit ihrer Arbeitsgangabfolge Berücksichtigung.

Auch in den Praxisbetrieben wurde der **Körnermais** nicht verkauft, sondern konserviert. Deshalb wird der gleiche Bewertungsansatz - jährlicher Marktpreis abzüglich Trocknung - verwendet wie im Versuch. Vergleichsebene ist neben den Erträgen die direkt- und arbeiterledigungskostenfreie Leistung (DAL).

Bei den Praxisbetrieben herrscht die Nutzung als **Silomais** vor. Im Erntejahr 2007 wurde er auf Basis der Verfahrensstückkosten (Direkt- und Arbeiterledigungskosten je Dezitonne) verglichen. Weil hier aber ein Ertragsbezug und nicht wie beim Körnermais ein Hektarbezug vorliegt, lassen sich Ergebnisverzerrungen nicht vermeiden. Deshalb wurde für die Auswertungen 2008 und 2009 der beschriebene Vollkostenansatz gewählt. In Ermangelung betriebsindividueller Vollkostenrechnungen für Grundfutter,

die den Rahmen dieser Auswertung sprengen würden, müssen wie beim Feldversuch Köllitsch die fehlenden Kostenpositionen kalkulatorisch bzw. über Richtwert ergänzt werden.

## 10.2 Ergebnisse und Diskussion

### 10.2.1 Ergebnisse des Feldversuches

#### Körnermais

In Tab. 38 ist die ökonomische Auswertung der zwei Versuchsvarianten des letzten Anbaujahres 2009 dargestellt.

Bei niedrigerem Zünslerbefall realisiert die Insektizidvariante einen etwas höheren Ertrag und auch TS-Gehalt. Die Ertragsunterschiede sind jedoch nicht signifikant. Mit Ansatz eines Marktpreises hat Variante 2 einen Leistungsvorteil von 68 EUR/ha.

Aufgrund der guten Nährstoffversorgung des Bodens wurde im Versuch nur Rindergülle und kein zusätzlicher Mineraldünger ausgebracht. Die Mehrkosten für die Insektizidbehandlung mit Stewart belaufen sich auf insgesamt 48 EUR/ha - 33 EUR/ha für das Mittel plus 15 EUR/ha für die Ausbringung inklusive Personalkosten. Damit liegt Variante 2 bei den Verfahrenskosten rund 50 EUR/ha über der unbehandelten Kontrolle. Im Ergebnis in Form der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL) schneidet Variante 2 mit Insektizid etwas besser ab. Die Kosten der Insektizidbehandlung wären über einen Mehrertrag von > 5dt/ha abgedeckt. Unter dem Strich steht somit ein Plus von 18 EUR/ha.

Auch im letzten Auswertungsjahr lassen sich keine gesicherten Ertragswirkungen einer Zünslerbekämpfungsmaßnahme nachweisen. Eine ökonomische Bewertung führt kaum zu gesicherten Aussagen und wird im Kapitel 10.2.4 diskutiert.

**Tabelle 38: Ökonomische Bewertung des Anbaus von Mais im Feldversuch 2009**

Kennzahl	ME	Variante 1 konventionelle Sorte unbehandelt	Variante 2 konventionelle Sorte mit Insektizid
Bewirtschaftung pfluglos			
Zünslerbefall	%	26,7	1,3
Bruttoertrag	dt/ha	127	136
TS-Gehalt	%	60,0	60,9
<b>Körnermais-Ertrag</b>	<b>dt/ha</b>	<b>88,8</b>	<b>96,4</b>
Preisansatz	€/dt	9,00	9,00
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>799</b>	<b>867</b>
Aussaatmenge	Einh./ha	1,55	1,55
Zukaufspreis	€/Einh.	70,00	70,00
<b>Saatgutkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>109</b>	<b>109</b>
<i>Mineraldünger</i>	€/ha	0	0
Gülle Rind	m <sup>3</sup> /ha	33,5	33,5
<b>Düngemittelkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Zintan Platin Pack	l/ha	2,75	2,75
Steward	kg/ha	0	0,125
Preis Zintan gold Pack	€/l	21,71	21,71
Preis Steward	€/kg		265,92
<b>PSM-Kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>60</b>	<b>93</b>
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>168</b>	<b>201</b>
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	4,33	4,63
<b>Personalkosten</b> (12 €/Akh)	<b>€/ha</b>	<b>52</b>	<b>56</b>
<b>Maschinenkosten</b> (nach KTBL)	<b>€/ha</b>	<b>379</b>	<b>393</b>
<b>Summe Arbeitserl.kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>431</b>	<b>448</b>
<b>Summe Verfahrenskosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>599</b>	<b>650</b>
<b>DAL *</b>	<b>€/ha</b>	<b>200</b>	<b>218</b>
<b>Differenz</b>	<b>€/ha</b>	<b>0</b>	<b>18</b>

\* Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung

Abb. 78 betrachtet die ökonomischen Ergebnisse von Körnermais im Feldversuch über alle vier Untersuchungsjahre. Zur vergleichenden Bewertung werden als wesentliche Kennzahlen die Verfahrenskosten sowie die Direkt- und arbeitsenergiekostenfreie Leistung (DAL) herangezogen.

Die Insektizidbehandlung schlägt mit Mehrkosten von 40 – 50 EUR/ha gegenüber Variante 1 (unbehandelt) zu Buche. Beim Bt-Mais liegen sie mit 35 – 45 EUR/ha in der gleichen Größenordnung.

Damit sich die beiden Maßnahmen gegen den Maiszünsler ökonomisch tragen, muss ein entsprechender Mehrertrag realisiert werden. Bei einem Preisansatz von 12 EUR/dt (abzgl. Trocknung) wären das beispielsweise 2,5 bis 4,5 dt/ha. Im Ergebnis (DAL) zeigt sich dann, dass sich die Varianten unter dem Strich mit maximal 55 EUR/ha nur wenig voneinander unterscheiden. Die Insektizidbehandlung hat in zwei von vier Jahren ganz leichte Vorteile. Der Bt-Mais brachte keine Mehrerträge und rangiert in allen Jahren an hinterster Stelle.

Im Feldversuch wurden zwar Ertragsdifferenzen zwischen den Varianten festgestellt, sie waren jedoch in keinem Jahr signifikant. Insofern lassen sich Leistungs- und damit Ergebnisunterschiede nicht mit Sicherheit auf den zu prüfenden Faktor zurückführen.

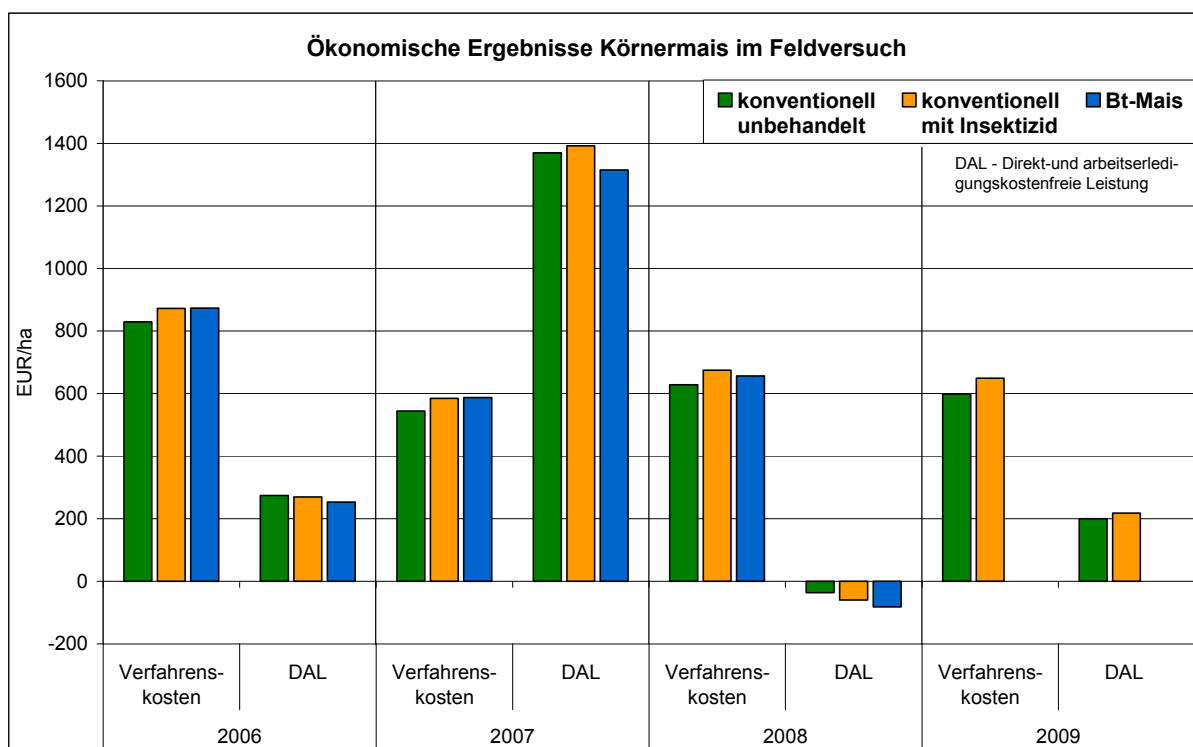


Abbildung 78: Ökonomische Ergebnisse Körnermais im Feldversuch 2006 - 2009

### Silomais

Tab. 39 zeigt die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse 2009 für die Silomaisnutzung.

Beim Silomais realisiert die Insektizidvariante bei deutlich höherem TS-Anteil im Erntegut einen besseren Trockenmasse-Ertrag je Hektar. Auch hier sind die Unterschiede nicht signifikant. Betriebsmitteleinsatz und -kosten bleiben gegenüber Körnermais unverändert. Die Kosten für Silofolie wurden pauschal mit 20 EUR/ha ergänzt. Für das Silo errechnen sich die Kosten in Abhängigkeit von der Silagemenge mit Hilfe eines Richtwertes von 0,70 EUR/dt.

Über die Insektizidbehandlung hinaus gibt es auch hier keine nennenswerten Unterschiede in den Arbeitserledigungskosten der Varianten. Die Mehrkosten belaufen sich insgesamt auf 51 EUR/ha. Nach Umlage der Gesamtkosten auf den Silage-Trockenmasseertrag zeigt sich, dass der Silomais mit Insektizidbehandlung etwas günstiger produziert wird. Der Kostenvorteil gegenüber der unbehandelten Kontrolle beläuft sich auf 0,37 EUR/dt Silage-Trockenmasse. Variante 2 hat hier besser abgeschnitten, weil sich die Mehrkosten auf einen höheren Ertrag verteilen.

Tabelle 39: Ökonomische Bewertung von Mais im Feldversuch 2009 (Silomais)

Kennzahl	ME	Variante 1 konventionelle Sorte unbehandelt	Variante 2 konventionelle Sorte mit Insektizid
Bewirtschaftung pfluglos			
Zünslerbefall	%	26,7	1,3
Bruttoertrag Frischmasse	dt/ha	403	408
Nettoertrag (Silage)	dt/ha	355	359
TS-Gehalt	%	35,8	38,3
<b>Bruttoertrag Trockenmasse</b>	<b>dt/ha</b>	<b>144</b>	<b>156</b>
<b>Nettoertrag Trockenmasse *</b>	<b>dt/ha</b>	<b>127</b>	<b>138</b>
Aussaatmenge	Einh./ha	1,55	1,55
Zukaufspreis	€/Einh.	70,00	70,00
<b>Saatgutkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>109</b>	<b>109</b>
<i>Mineraldünger</i>	€/ha	0	0
Gülle dünn Rind	m <sup>3</sup> /ha	33,5	33,5
<b>Düngemittelkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Pflanzenschutzmittel</b>			
<b>PSM-Kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>60</b>	<b>93</b>
Sonstiges (Silofolie)	€/ha	20	20
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>188</b>	<b>221</b>
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	7,79	8,04
<b>Personalkosten</b> (12 €/Akh)	<b>€/ha</b>	<b>93</b>	<b>96</b>
<b>Maschinenkosten</b> (nach KTBL)	<b>€/ha</b>	<b>406</b>	<b>418</b>
<b>Summe Arbeitserledig.kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>499</b>	<b>515</b>
<b>Silokosten</b> (0,70 €/dt Silage )	<b>€/ha</b>	<b>248</b>	<b>251</b>
<b>Summe Flächenkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>162</b>	<b>162</b>
<b>Gemeinkosten</b> (Richtwert)	<b>€/ha</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
<b>Gesamtkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.248</b>	<b>1.299</b>
<b>Gesamtkosten</b>	<b>€/dt TM</b>	<b>9,82</b>	<b>9,45</b>
<b>Differenz</b>	<b>€/dt TM</b>	<b>0,00</b>	<b>-0,37</b>

\* Silageertrag, 12 % Verluste

In Abb. 79 sind die Feldversuchsergebnisse zum Silomais über die zwei Prüffahre zusammengefasst. Der Bt-Mais konnte hier leider nur in einem Jahr ausgewertet werden. Die Mehrkosten für die Insektizidvariante belaufen sich in beiden Jahren auf reichlich 50 EUR/ha. Dabei fließen die Mittel- und Applikationskosten sowie die ertragsbedingten Mehrkosten (Ernte/Transport/Silo) ein. Für Bt-Mais fallen diesbezüglich 36 EUR/ha zusätzlich an. Ermittelt man die Erzeugungskosten je Dezitonne Trockenmasse, zeigen sich rechnerische Vorteile für beide Varianten gegenüber dem unbehandelten konventionellen Mais. Ursache sind die höheren TS-Gehalte des Erntegutes und damit besseren Hektarerträge der beiden Vergleichsvarianten. Auch hier sind die festgestellten Ertragsdifferenzen jedoch nicht signifikant, sodass keine gesicherte Aussage zu Vor- oder Nachteilen von Insektizidbehandlung bzw. Bt-Mais-Anbau getroffen werden kann.

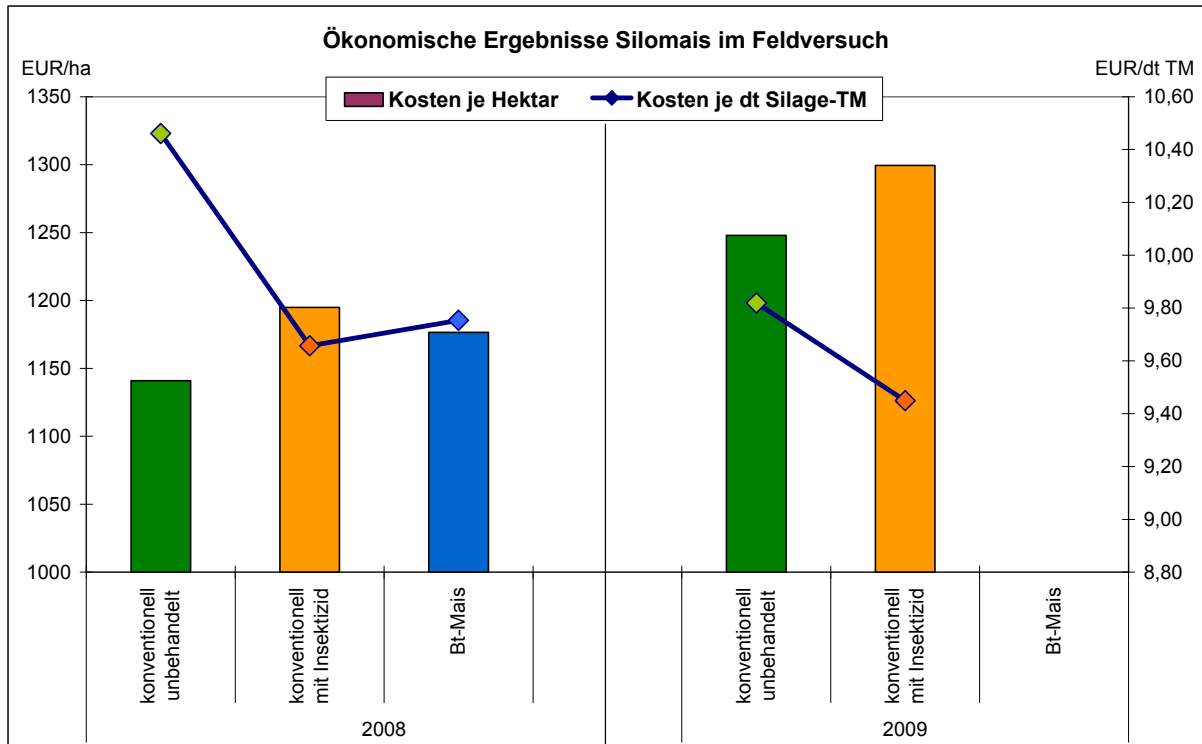


Abbildung 79: Ökonomische Ergebnisse Silomais im Feldversuch 2008 – 2009

### Fazit zum Feldversuch

Der Bt-Maisanbau zur **Körnernutzung** hat sich am Versuchsstandort Köllitsch in keinem der drei Untersuchungsjahre (2006 - 2008) gelohnt. Ohne signifikante Ertragsdifferenzen konnten die Mehrkosten gegenüber der unbehandelten konventionellen Variante nicht über eine bessere Leistung ausgeglichen werden. Somit rangiert der Bt-Mais in der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL) in allen Jahren mit Abstand an hinterster Stelle. Im vierjährigen Mittel unterscheiden sich die Ergebnisse der konventionellen Sorte mit und ohne Insektizideinsatz nicht, sodass man auch dem Insektizideinsatz keine ökonomischen Vorteile zusprechen kann.

Die ökonomische Auswertung für **Silomais** zeigt ein etwas anderes Bild. Sowohl die Insektizid- als auch die Bt-Variante konnten über bessere Trockenmasseerträge Vorteile hinsichtlich der Erzeugungskosten je Dezitonne Trockenmasse geltend machen – allerdings auch hier bei nicht signifikanten Ertragsunterschieden. Für den Landwirt ist die kostengünstige Erzeugung von Grundfutter entscheidend. Aus diesem Blickwinkel heraus können sich sowohl der Insektizideinsatz als auch der Bt-Maisanbau lohnen.

Ausschlaggebend für den ökonomischen Erfolg der Alternativen (Bt-Mais bzw. Insektizideinsatz) ist bei beiden Nutzungsrichtungen das Ertragsgeschehen. Es müssen Mehrerträge gegenüber der konventionellen Sorte realisiert werden, die den zusätzlichen Aufwand abfangen. Insgesamt sind die Differenzierungen und der Datenumfang mit teilweise nur einjährigen Ergebnissen zu gering, um belastbare Aussagen ableiten zu können.



## 10.2.2 Ergebnisse in den Praxisbetrieben

### Körnermais

Im letzten Untersuchungsjahr 2009 wurden neben dem Feldversuch in drei Praxisbetrieben Daten zum Körnermais erhoben und ausgewertet – ebenfalls differenziert nach unbehandelter und Insektizid-Variante. Im Gegensatz zum Versuch haben die Betriebe 1 und 3 den Pflug eingesetzt. Der Zünslerbefall hält sich wie im Feldversuch mit maximal 30 % in Grenzen. Die Ergebnisse aller Betriebe gehen aus Tab. 40 hervor.

**Tabelle 40: Ökonomische Bewertung von Mais 2009 (Körnermais)**

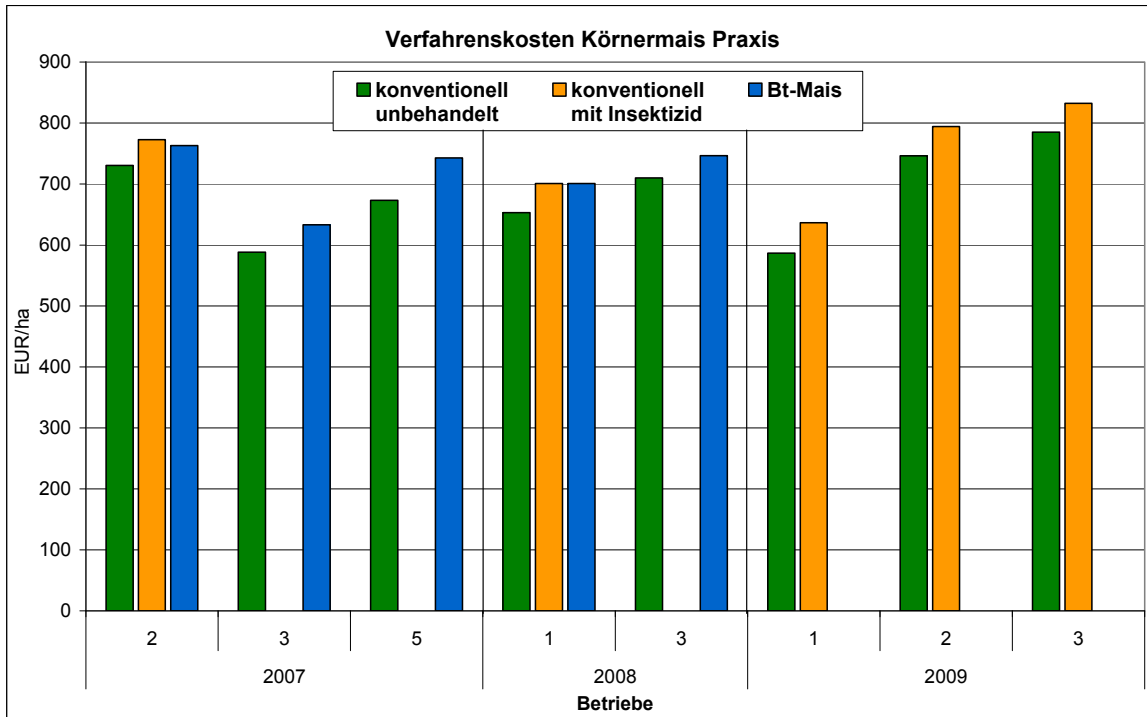
Kennzahl	ME	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 2 konvention. + Insektizid	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 2 konvention. + Insektizid	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 2 konvention. + Insektizid
Betrieb		1	1	2	2	3	3
Bewirtschaftung		mit Pflug	mit Pflug	pfluglos	pfluglos	mit Pflug	mit Pflug
Zünslerbefall	%	10	0	30	6	20	8
Bruttoertrag	dt/ha	82,0	87,6	103,0	103,0	90,0	85,7
TS-Gehalt	%	58,4	58,2	66,0	66,0	68,7	71,9
<b>Körnermais-Ertrag</b>	<b>dt/ha</b>	<b>55,7</b>	<b>59,3</b>	<b>79,0</b>	<b>79,0</b>	<b>71,9</b>	<b>71,6</b>
Preis	€/dt	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>501</b>	<b>534</b>	<b>711</b>	<b>711</b>	<b>647</b>	<b>645</b>
Aussaatmenge	Einh./ha	1,46	1,46	1,10	1,10	1,00	1,00
Zukaufspreis	€/Einh.	57,84	57,84	132,30	132,30	134,00	134,00
<b>Saatgutkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>146</b>	<b>146</b>	<b>134</b>	<b>134</b>
Mineraldünger	€/ha	0	0	87	87	99	99
Gülle	m <sup>3</sup> /ha	40	40				
Stallmist	t/ha			3	3	25	25
<b>Düngemittelkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>99</b>	<b>99</b>
Herbizide	€/ha	40	40	106	106	131	131
Insektizid (Steward)	€/ha		33		33		33
<b>PSM-Kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>40</b>	<b>74</b>	<b>106</b>	<b>139</b>	<b>131</b>	<b>165</b>
Hagelversicherung	€/ha			2	2	6	6
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>125</b>	<b>158</b>	<b>341</b>	<b>374</b>	<b>371</b>	<b>404</b>
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	1,91	1,94	2,79	2,79	5,26	5,23
Personalkosten (12 €/Akh)	€/ha	23	23	33	33	63	63
Maschinenkosten	€/ha	439	455	372	387	351	365
<b>Summe Arbeitserl.kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>462</b>	<b>478</b>	<b>405</b>	<b>420</b>	<b>414</b>	<b>428</b>
<b>Summe Verfahrenskosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>587</b>	<b>636</b>	<b>746</b>	<b>794</b>	<b>785</b>	<b>832</b>
<b>DAL *</b>	<b>€/ha</b>	<b>-86</b>	<b>-103</b>	<b>-35</b>	<b>-83</b>	<b>-138</b>	<b>-187</b>
<b>Differenz</b>	<b>€/ha</b>		<b>-17</b>		<b>-48</b>		<b>-49</b>

\* Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung

Das Ertragsniveau liegt insgesamt deutlich niedriger als im Feldversuch. Die Körnermaisproduktion wäre bei einem Marktpreis von 9,00 EUR/dt (nach Abzug der Trocknungskosten) nicht rentabel. Nur in Betrieb 1 treten geringe Ertragsunterschiede zwischen den Varianten auf, die beim Insektizideinsatz zu einem Leistungsvorsprung von 33 EUR/ha führen. Saatgut- und Düngerkosten unterscheiden sich innerhalb eines Betriebes nicht. Lediglich das Insektizid verursacht Mehrkosten in gleicher Höhe wie im Versuch (48 EUR/ha). Unter dem Strich können sie in keinem Praxisbetrieb durch entsprechende Leistungsvorteile ausgeglichen werden. Variante 2 schneidet damit aus ökonomischer Sicht schlechter ab.

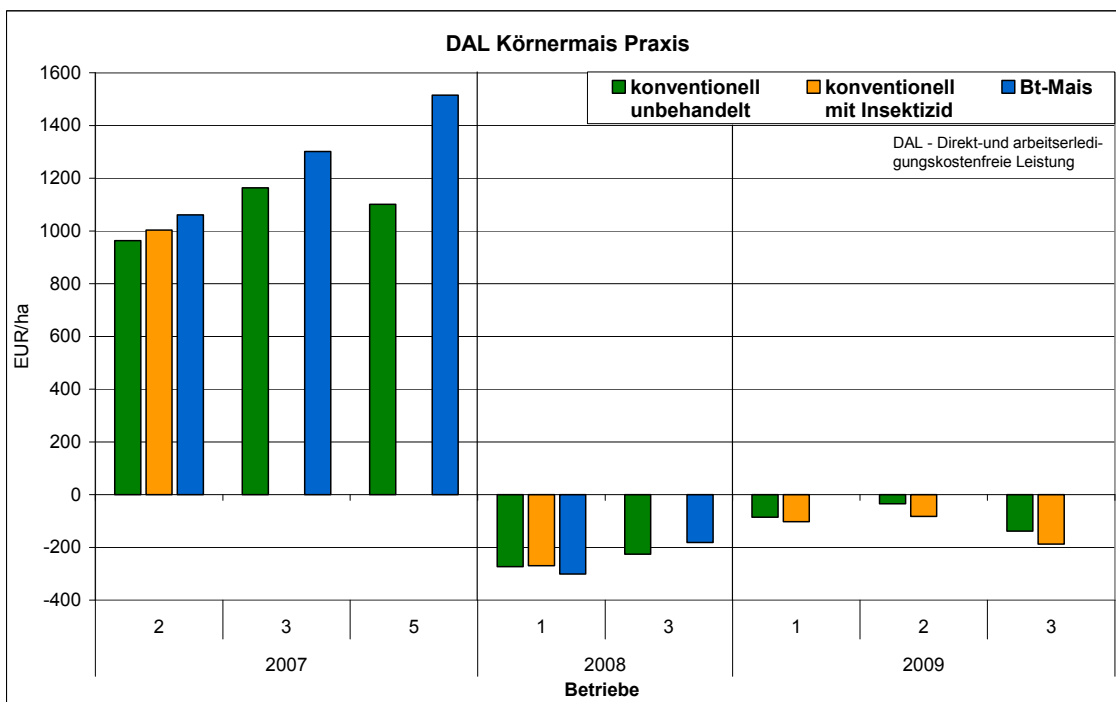
Ein zusammenfassender Überblick zum Körnermaisbau in den Praxisbetrieben über alle Untersuchungsjahre wird nachfolgend in grafischer Form gegeben. Abb. 80 zeigt die ermittelten Verfahrenskosten der Varianten in den Einzelbetrieben. Für Insektizidbehandlung und auch Bt-Mais ist immer mit Mehrkosten zu rechnen. Über die Pflanzenschutz-, Saatgut- und Organisationskosten hinaus können auch Ertragsdifferenzen zu Kostenunterschieden beitragen. Die Mehrkosten in der Insektizidvariante belaufen sich in der Praxis analog zum Versuch auf 40 – 50 EUR/ha. Für den Bt-Mais schwanken sie im gesamten Dreijahreszeitraum zwischen 33 und 69 EUR/ha. Beide Varianten zur Zünslerbekämpfung führen also zu etwa gleichen zusätzlichen Kosten von durchschnittlich 50 EUR/ha.





**Abbildung 80: Verfahrenskosten Körnermais in Praxisbetrieben 2007 – 2009**

Die ökonomischen Ergebnisse zum Körnermais in den Praxisbetrieben gestalten sich in den drei Untersuchungsjahren differenziert, wie Abb. 81 zeigt. Während 2007 der Bt-Mais aufgrund von Ertragsvorteilen und eines guten Erzeugerpreises teilweise deutlich besser abschneidet (im Mittel über 200 EUR/ha Plus) als die unbehandelte Kontrolle, bestätigt sich dieses Bild im Folgejahr nicht. Abgesehen von den generell negativen Ergebnissen, steht der Bt-Mais 2008 nur in dem einen der beiden Betriebe etwas besser da. Damit decken sich die Praxisergebnisse insgesamt nicht mit den Schlussfolgerungen aus dem Feldversuch. In Köllitsch konnte der Bt-Mais in keinem Jahr überzeugen. Ein weiteres Prüfungsjahr für den Bt-Mais gab es leider nicht. Alternativ wurde der Insektizideinsatz intensiver beleuchtet. In keinem der Praxisbetriebe hat er 2008 und 2009 zu ökonomischen Vorteilen geführt. 2007 konnte er sich zumindest gegenüber dem unbehandelten Mais behaupten. Auch bei der Insektizidvariante weichen die Erkenntnisse aus Versuch und Praxis zumindest 2009 voneinander ab.



**Abbildung 81: Direkt- und arbeitsersparungskostenfreie Leistung in Praxisbetrieben 2007 – 2009**

Aufgrund der Datenlage und Streuung der Ergebnisse über den gesamten Untersuchungszeitraum lassen sich für Körnermais keine gesicherten Aussagen über Wirkung und Rentabilität von Bt-Mais und Insektizidbehandlung ableiten.

### Silomais

Parallel zum Körnermais wurde auch die Silomaisnutzung in den beteiligten Unternehmen auf der Basis der Ertragsfeststellungen und Kostenerfassungen ausgewertet. Die Ergebnisse dazu sind in Tab. 41 dargestellt.

Zwischen den beiden Varianten eines Betriebes gibt es im Hinblick auf den Trockenmasseertrag keine größeren Differenzierungen – sie bewegen sich bei maximal 6 dt Netto-TM/ha zugunsten des unbehandelten Maises. Auffällig sind jedoch die sehr unterschiedlichen und z. T. untypischen Trockensubstanzgehalte des Erntegutes. Die Insektizid- und ertragsbedingten Kostenunterschiede summieren sich auf 60 (Betrieb 1), 39 (Betrieb 2) bzw. 54 EUR/ha.

Wie im methodischen Teil (Kapitel 10.1.3) erläutert, bildet der Trockenmasseertrag (dt/ha nach Abzug der Siliverluste) die Bezugsbasis für die Gesamtkosten (EUR/ha). Die ökonomischen Ergebnisse werden dann anhand der Erzeugungskosten in EUR/dt TM verglichen.

Demnach ist festzustellen, dass in allen drei Praxisbetrieben der Mais mit Insektizideinsatz teurer produziert wird, weil es keine Ertragsverbesserungen gegeben hat. Die Erzeugungskosten je Dezitonne Silage-Trockenmasse liegen 0,55 bis 1,20 EUR über der unbehandelten Kontrolle.

**Tabelle 41: Ökonomische Bewertung von Mais 2009 - Silomais**

Kennzahl	ME	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 2 konvention. + Insektizid	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 2 konvention. + Insektizid	Variante 1 konvention. unbehand.	Variante 2 konvention. + Insektizid
Betrieb		1	1	2	2	3	3
Bewirtschaftung		mit Pflug	mit Pflug	pfluglos	pfluglos	mit Pflug	mit Pflug
Zünslerbefall	%	10	0	30	6	20	8
Bruttoertrag Frischmasse	dt/ha	348	371	449	436	281	289
Nettoertrag (Silage)	dt/ha	279	282	404	392	253	260
TS-Gehalt	%	27,3	25,9	35,8	35,8	43,6	40,1
<b>Bruttoertrag Trockenmasse</b>	<b>dt/ha</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>161</b>	<b>156</b>	<b>122</b>	<b>116</b>
<b>Nettoertrag Trockenmasse*</b>	<b>dt/ha</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>145</b>	<b>140</b>	<b>110</b>	<b>104</b>
Aussaatmenge	Einh./ha	1,46	1,46	1,10	1,10	1,00	1,00
Zukaufspreis	€/Einh.	57,84	57,84	132,30	132,30	134,00	134,00
<b>Saatgutkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>146</b>	<b>146</b>	<b>134</b>	<b>134</b>
Mineraldünger	€/ha	0	0	87	87	99	99
Gülle	m <sup>3</sup> /ha	40	40				
Stallmist	t/ha			3	3	25	25
<b>Düngemittelkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>99</b>	<b>99</b>
Herbizide	€/ha	40	40	106	106	131	131
Insektizid (Steward)	€/ha		33		33		33
<b>PSM-Kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>40</b>	<b>74</b>	<b>106</b>	<b>139</b>	<b>131</b>	<b>165</b>
<b>Sonstige Direktkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>145</b>	<b>178</b>	<b>361</b>	<b>394</b>	<b>391</b>	<b>424</b>
Arbeitszeitaufwand	Akh/ha	4,97	5,17	6,84	6,84	8,42	8,42
Personalkosten (12 €/Akh)	€/ha	60	62	82	82	101	101
Maschinenkosten	€/ha	504	526	448	462	414	429
<b>Summe Arbeitserl.kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>564</b>	<b>588</b>	<b>530</b>	<b>544</b>	<b>515</b>	<b>530</b>
<b>Silokosten (0,70 €/dt Silage )</b>	<b>€/ha</b>	<b>195</b>	<b>197</b>	<b>283</b>	<b>275</b>	<b>177</b>	<b>182</b>
<b>Summe Flächenkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>122</b>	<b>122</b>	<b>149</b>	<b>149</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
<b>Gemeinkosten (Richtwert)</b>	<b>€/ha</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
<b>Gesamtkosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.176</b>	<b>1.236</b>	<b>1.473</b>	<b>1.512</b>	<b>1.344</b>	<b>1.398</b>
<b>Gesamtkosten</b>	<b>€/dt TM</b>	<b>14,06</b>	<b>14,61</b>	<b>10,18</b>	<b>10,77</b>	<b>12,20</b>	<b>13,39</b>
<b>Differenz</b>	<b>€/dt TM</b>	<b>0</b>	<b>0,55</b>	<b>0</b>	<b>0,58</b>	<b>0</b>	<b>1,20</b>

\* Silage, 10-12 % Verluste

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Situation im Silomaisanbau in den Praxisbetrieben über den gesamten Untersuchungszeitraum 2007 bis 2009.

In Abb. 82 sind zunächst die Kosten je Hektar dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass im ersten Auswertungsjahr noch keine Vollkostenbetrachtung erfolgt ist. Die Verfahrenskosten (Teilkosten) enthalten nur Direkt- und Arbeiterledigungskosten. Silo-, Flächen- und Gemeinkosten wurden 2007 noch nicht erfasst bzw. berücksichtigt. Zudem gibt es 2007 für Silomais in keinem Praxisbetrieb eine Insektizidvariante. Die Mehrkosten im Bt-Mais gegenüber dem konventionellen Mais lassen sich mit durchschnittlich 77 EUR pro Hektar beziffern. 2008 erreichen die fünf untersuchten Betriebe den gleichen Wert (76 EUR/ha), während die einzige Insektizidvariante mit 46 EUR/ha Mehraufwand zu Buche schlägt. Diese Größenordnung bestätigt sich 2009 mit 51 EUR/ha im Mittel der drei beteiligten Unternehmen. Weil bei Silagenutzung 2007 und 2008 für Bt-Mais teilweise deutlich höhere Erträge gemessen wurden, steigen die ertragsabhängigen Kosten (Transport, Siloraum). So lässt sich auch erklären, weshalb die Mehraufwendungen je Hektar beim Silomais mit rund 75 EUR/ha höher ausfallen als beim Körnermais mit 50 EUR/ha.

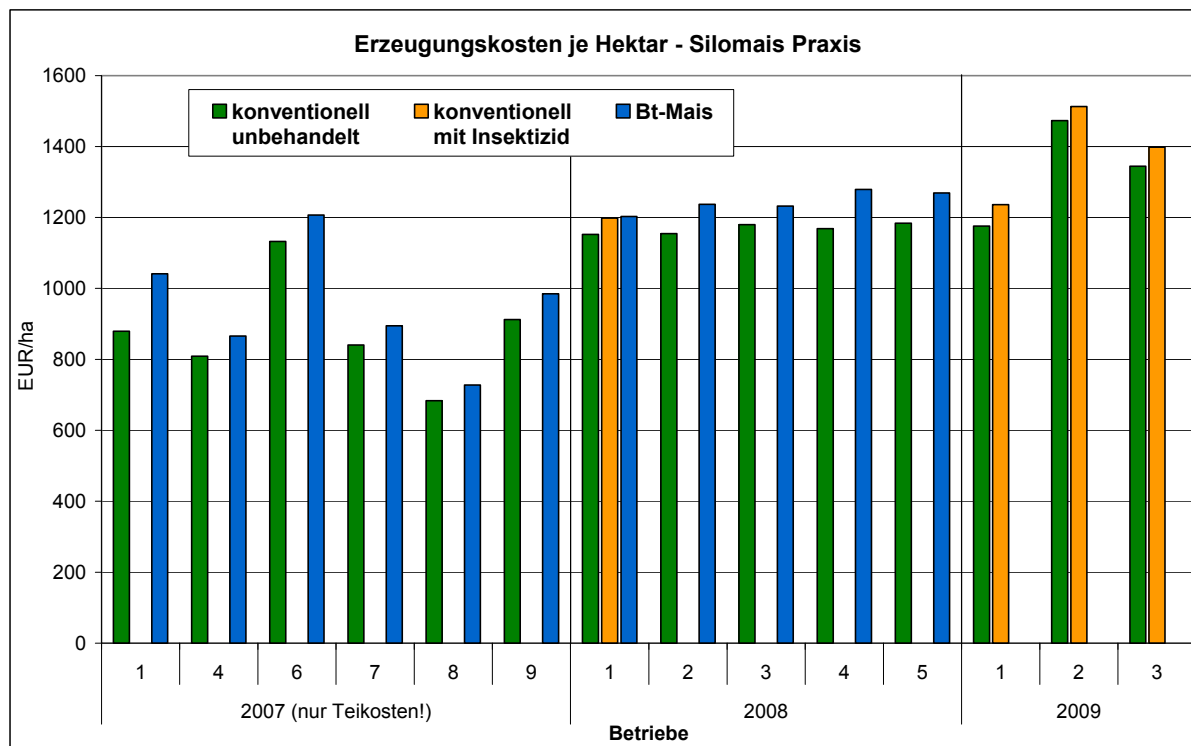
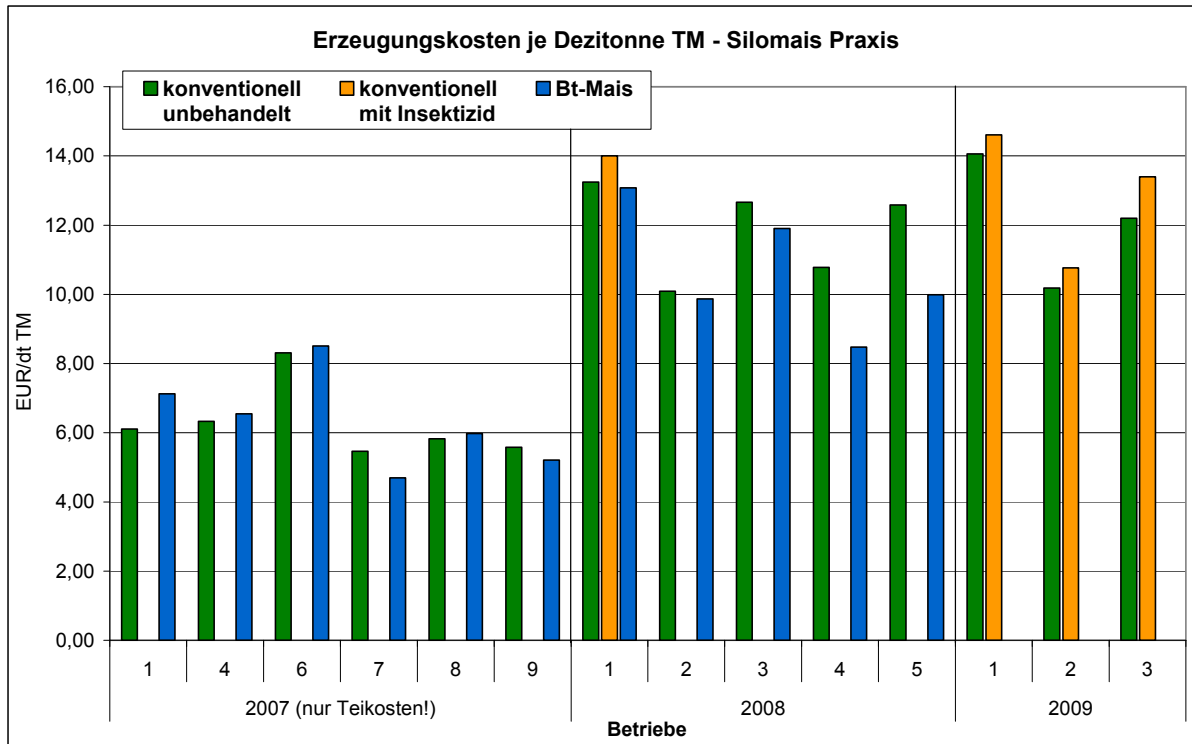


Abbildung 82: Erzeugungskosten je Hektar für Silomais in Praxisbetrieben 2007 – 2009

Ein ökonomischer Vergleich der Varianten kann nur anhand der Stückkosten (Erzeugungskosten je Ertragseinheit) erfolgen. Basis ist hier mit Ausnahme von 2007 der errechnete Trockenmasseertrag an Silage. Im genannten Jahr wurde noch der Brutto-Trockenmasseertrag (ohne Berücksichtigung von Siliverlusten) zugrunde gelegt. Abb. 83 enthält eine grafische Zusammenstellung der Erzeugungskosten über den gesamten Untersuchungszeitraum. Daraus geht hervor, dass bei Teilkostenbetrachtung 2007 in vier der sechs untersuchten Betriebe der Bt-Mais teurer erzeugt wird als der herkömmliche Silomais. In den anderen beiden Fällen gestaltet sich die Produktion kostengünstiger. Im Durchschnitt aller Betriebe unterscheiden sich die beiden Varianten kaum noch. Diese Ergebnisse müssen jedoch mit Vorsicht interpretiert werden. Weil der Bt-Mais 2007 in allen Praxisbetrieben Ertragsvorteile hatte, würde sich bei der üblichen Rechnung auf Vollkostenbasis das Ergebnis zugunsten des ertragsstärkeren Bt-Maises verschieben. Dieser Sachverhalt ist ein Hauptgrund dafür, dass für Silomais ab 2008 auf Vollkostenkalkulation umgestellt wurde.

Auch im Folgejahr zeigte sich der Bt-Mais in der Praxis ertraglich überlegen. Im Durchschnitt aller Auswertungen 2008 lässt sich deshalb ein deutlicher Kostenvorteil von mehr als 1 EUR/dt TM, im Einzelfall sogar über 2,50 EUR/dt, registrieren. Dagegen konnten die Mehrkosten der Insektizid-Variante weder 2008 (Betrieb 1) noch 2009 (alle) durch entsprechende Ertragsvorsprünge kompensiert werden. Im Mittel ist der gespritzte Mais 0,75 EUR/dt TM teurer erzeugt.



**Abbildung 83: Stückkosten Silomais in Praxisbetrieben 2007 – 2009**

### Vor- und Nachteile des Bt-Maisanbaus in Praxisbetrieben

Einige von Praktikern genannte Fakten zum Bt-Maisanbau sollen über die Datenauswertung 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 plus 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 gewissen Mehraufwand für kleinere Flächen gerechnet werden
- Abnahme von Bt-Mais oder evtl. verunreinigtem konventionellem Mais muss geklärt werden
- keine Planungssicherheit aufgrund der unklaren politischen Haltung zum Bt-Maisanbau

#### Fazit zum Praxisanbau

Die Ergebnisse zum Bt-Körnermaisbau in Praxisbetrieben zeigen ein differenziertes Bild und gehen auch nicht konform mit dem Feldversuch in Köllitsch. Bei eher geringem Zünslerbefall hat der Bt-Mais 2007 im Gegensatz zum Versuch deutlich besser abgeschnitten als der konventionelle Mais. 2008 war das nicht mehr der Fall. Nach zwei Untersuchungsjahren lassen sich für den Bt-Körnermaisbau in Praxisbetrieben demnach keine einheitlichen Tendenzen ableiten. Ähnlich verhält es sich mit dem Insektizideinsatz. Er brachte im letzten Jahr keine ökonomischen Vorteile und war 2007 in nur einem Betrieb mit mäßigem Erfolg geprüft worden.

Bei der praxisüblichen Nutzung als **Silomais** verspricht die Bt-Variante ähnlich wie im Feldversuch Vorteile, die in den meisten Betrieben recht deutlich zum Tragen kommen. Bt-Silomais wird in allen untersuchten Betrieben 2008 kostengünstiger produziert.

Vor allem die besseren Erträge des Bt-Maises rücken den Aspekt der Ertragsabsicherung in der Silageproduktion in den Vordergrund. Trotzdem lassen sich auch bei Silomais aus den zweijährigen Erhebungen noch keine gesicherten Schlussfolgerungen ableiten. Es scheint aber so, dass die positive Ertragswirkung des Bt-Maises bei der Silonutzung stärker zur Geltung kommt als bei Körnernutzung. Eine vorsichtige Schlussfolgerung könnte lauten, dass Bt-Maisanbau für die Silagenutzung ökonomisch interessanter ist als bei Körnernutzung.

Der Insektizideinsatz im Silomais hat sich in den Praxisbetrieben unter den gegebenen Bedingungen eher als ökonomisch uninteressant erwiesen.

### 10.2.3 GVO-Mehraufwand, Vermarktung

#### GVO-Mehraufwand

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

- teureres Saatgut: ca. 20 bis 25 EUR/Einheit mehr entspricht 30 – 40 EUR/ha
- Arbeitszeitaufwand für Reinigungsarbeiten (Technik, Lager), Antragstellung, Organisation: ca. 0,4 – 0,5 Akh/ha, sinkt mit zunehmendem Anbauumfang
- eventuell Kosten für Hochdruckreiniger
- eventuell höhere N-Düngung bei höherem Ertragsniveau

Der Mehraufwand beläuft sich auf durchschnittlich 50 EUR/ha. Dabei ist zu bedenken, dass sich bestimmte Kostenpositionen in Abhängigkeit von der Ertragshöhe ändern können. Bei Silomais betrifft das vor allem Transport, Einlagerung sowie die Siloraumkosten und fällt viel stärker ins Gewicht als bei Körnermais. Bei größeren Ertragsdifferenzen steigen die Mehrkosten durchaus einmal auf über 100 EUR/ha an, wie es 2007 und 2008 in den Praxisbetrieben beobachtet wurde. Außerdem könnten regelmäßig zu erwartende Mehrerträge auch höhere Düngergaben im Bt-Mais nach sich ziehen. 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. 3 – 6 dt Körnermais je ha mehr geerntet werden.

#### Vermarktung und Risikoabsicherung

Weder im Versuchsanbau noch in den Praxisbetrieben konnten bisher die Bedingungen bei Vermarktung des Erntegutes erörtert werden, weil der Bt-Mais in keinem Fall den Betrieb verlassen hat und der Anbau seit 2009 verboten ist. Nachfragen eines Landwirts bei einem Abnehmer 2007 haben ergeben, dass bei Verkauf auf getrennte Partien (Bt-Mais/konventionell) geachtet werden muss, darüber hinaus aber keine zusätzlichen Kosten für den Landwirt 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 zum damaligen Zeitpunkt kostenfrei bestanden haben.

Die genannten Aussagen stellen nur einen Anhaltspunkt dar. Es sind nach wie vor noch fast alle Fragen in diesem Bereich offen. Für gesicherte Aussagen und darauf aufbauende Kalkulationen wäre es erforderlich, ein tatsächliches Vermarktungs- und Handelsgeschehen zu recherchieren, was in der Breite in Sachsen offenbar nicht existiert.

### 10.2.4 Kalkulation und Ökonomische Schadschwellen

#### Kalkulation

Für die Verfahrens- bzw. Vollkostenkalkulation des Bt-Maisanbaus als Körner- oder Silomais kann auf der konventionellen Variante aufgebaut werden. In Tab. 37 sind zwei konventionelle Beispiele dargestellt. Nach bisherigem Kenntnisstand aus den drei 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.

Bei **Körnermais** besteht der finanzielle Schaden im Verlust an Marktleistung. 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.

Tab. 42 zeigt in Abhängigkeit von GVO-Mehraufwand und Erzeugerpreisniveau, ab welchen (erwarteten) Mindererträgen bzw. Ertragsdifferenzen sich der GVO-Anbau lohnt. Die im Projekt ermittelte Größenordnung bei aktuellem Preisniveau ist farbig hinterlegt und bewegt sich im Bereich von 4 - 7 dt/ha.

**Tabelle 42: 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
	<b>Schadschwelle (dt/ha Ertragsverlust durch Maiszünsler)</b>							
6,00	3,3	5,0	6,7	8,3	10,0	11,7	13,3	15,0
7,00	2,9	4,3	5,7	7,1	8,6	10,0	11,4	12,9
8,00	2,5	3,8	5,0	6,3	7,5	8,8	10,0	11,3
9,00	2,2	3,3	4,4	5,6	6,7	7,8	8,9	10,0
10,00	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
11,00	1,8	2,7	3,6	4,5	5,5	6,4	7,3	8,2
12,00	1,7	2,5	3,3	4,2	5,0	5,8	6,7	7,5
13,00	1,5	2,3	3,1	3,8	4,6	5,4	6,2	6,9
14,00	1,4	2,1	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4
15,00	1,3	2,0	2,7	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0
16,00	1,3	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6

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. Weil bei dieser Berechnung die individuellen betrieblichen Bedingungen größeren Einfluss ausüben, wird hier anhand einer vereinfachten Beispielskalkulation eine Orientierung gegeben.

In Tab. 43 ist die Kalkulation zur Ermittlung der ökonomischen Schadschwelle für Silomais für zwei Ertragsniveaus (400 und 300 dt/ha) dargestellt. Ausgehend vom Ertrag des Bt-Maises (= 100 %), wird die konventionelle Sorte mit verschiedenen Ertragsabstufungen (entsprechend dem Verlust durch Zünslerbefall) danebengestellt. Die Erzeugungsvollkosten unterscheiden sich bei 100 % Ertrag nur durch den GVO-bedingten Mehraufwand, der mit 50 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.

Auch bei unterschiedlichem Ertragsniveau bleiben die Aussagen bestehen. Die dargestellte Kalkulation ist ein Beispiel und liefert eine Orientierung für die Bestimmung der Schadschwelle, bietet aber noch keine abschließende Sicherheit. Weil der Einsatz eines Insektizides (Stewart) zur Maiszünsler-Bekämpfung einen Mehraufwand in ähnlicher Größenordnung verursacht wie der Bt-Mais, können die Schadschwellen analog angewendet werden.

**Tabelle 43: Kalkulation der ökonomischen Schadschwelle für Silomais**

	ME	Bt-Mais	konventionelle Sorte ohne Insektizidbehandlung						
Ertrag	%	100	100	98	<b>95</b>	90	70	50	25
Ertrag FM	dt/ha FM	<b>400</b>	<b>400</b>	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	<b>116</b>	116	114	<b>110</b>	105	81	58	29
Erzeugungskosten	EUR/ha	<b>1.500</b>	<b>1.450</b>	1.448	1.444	1.438	1.414	1.390	1.360
Stückkosten Silage	EUR/dt TM	<b>12,91</b>	<b>12,48</b>	12,72	<b>13,09</b>	13,75	17,39	23,93	46,83

	ME	Bt-Mais	konventionelle Sorte ohne Insektizidbehandlung						
Ertrag	%	100	100	98	<b>95</b>	90	70	50	25
Ertrag FM	dt/ha FM	<b>300</b>	<b>300</b>	294	285	270	210	150	75
Ertrag TM (33 %)	dt/ha TM	99	99	97	94	89	69	50	25
Silageertrag (12 % Verluste)	dt/ha TM	<b>87</b>	87	85	<b>83</b>	78	61	44	22
Erzeugungskosten	EUR/ha	<b>1.360</b>	<b>1.310</b>	1.308	1.306	1.301	1.283	1.265	1.243
Stückkosten Silage	EUR/dt TM	<b>15,61</b>	<b>15,04</b>	15,32	<b>15,77</b>	16,59	21,04	29,04	57,05

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 Ertragseinbußen 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.

**Fazit zu ökonomischen Schadschwellen**

Anhand der im Untersuchungszeitraum ermittelten Daten im Feldversuch und in Praxisbetrieben wurde eine Kalkulation der ökonomischen Schadschwelle für den Anbau von Bt-Mais vorgenommen. Bei Körnermais liegt sie bei niedrigem Erzeugerpreisniveau bei ca. 5 dt/ha Differenzertrag. Im Mittel kann man in Abhängigkeit von GVO-Mehraufwand und Erzeugerpreis von einer notwendigen Ertragsdifferenz von 3 - 7 dt/ha ausgehen.

Für Silomais zeichnet sich ab, dass unabhängig vom Ertragsniveau 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.

**10.2.5 Finanzielle Verluste im Silomais durch Maiszünsler**

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde auch der Frage nachgegangen, in welcher Höhe sich die Ertrags- und Energieverluste bei unterschiedlicher bzw. extremer Befallssituation bewegen. Die Ergebnisse über zwei Jahre mit jeweils vier Standorten sind ausführlich in Kapitel 6 beschrieben. Dort wird ersichtlich, dass signifikante Ertrags- und Energieverluste vor allem bei Pflanzen auftreten, die unterhalb des Kolbens umgebrochen sind. An dieser Stelle soll dazu eine ökonomische Bewertung ergänzt werden mit dem Ziel, den finanziellen Schaden bei Zünslerbefall mit Stängelbruch zu beziffern. Ausgehend vom Energieertrag je Hektar auf Basis Originalsubstanz (Kapitel 6) werden zunächst noch Siliiverluste in Höhe von 12 % in Ansatz gebracht, weil für den Landwirt der Energieertrag aus dem Futtermittel Silage relevant ist. Das Verlustgeschehen, ausgedrückt in MJ NEL/ha und Prozent im Vergleich zu den gesunden Pflanzen, geht dann aus den nächsten Spalten der Tab. 44 hervor. Die fehlende Energie wird mit einem Richtwert für Silomais-Erzeugungskosten von 0,20 EUR/10 MJ NEL bewertet. Dieser Wert entspricht den durchschnittlichen Erzeugungskosten für Maissilage und würde auch in etwa einen Ersatzkauf von Maissilage widerspiegeln.

Im Ergebnis der Berechnungen zeigt sich, dass sich die finanziellen Verluste bei 100 % Zünslerbefall mit Stängelbruch in einer Größenordnung von 300 bis 900 EUR/ha bewegen. Dabei liegt das Mittel der vier Standorte 2008 mit rund 640 EUR/ha deutlich über dem Wert von 2009 (420 EUR/ha). Auch zwischen den Standorten treten teilweise größere Schwankungen auf. Abb. 84 dient noch einmal zur optischen Verdeutlichung des Sachverhaltes. Der Vergleich erfolgte hier zwischen gesunden Pflanzen und zu 100 % befallenen, umgebrochenen Pflanzen und simuliert einen extremen Schaden. In der Praxis ist diese Situation sicher nicht so häufig zu finden. Wahrscheinlicher sind alle Varianten dazwischen mit Teilbefall und auch nur teilweise umgebrochenen



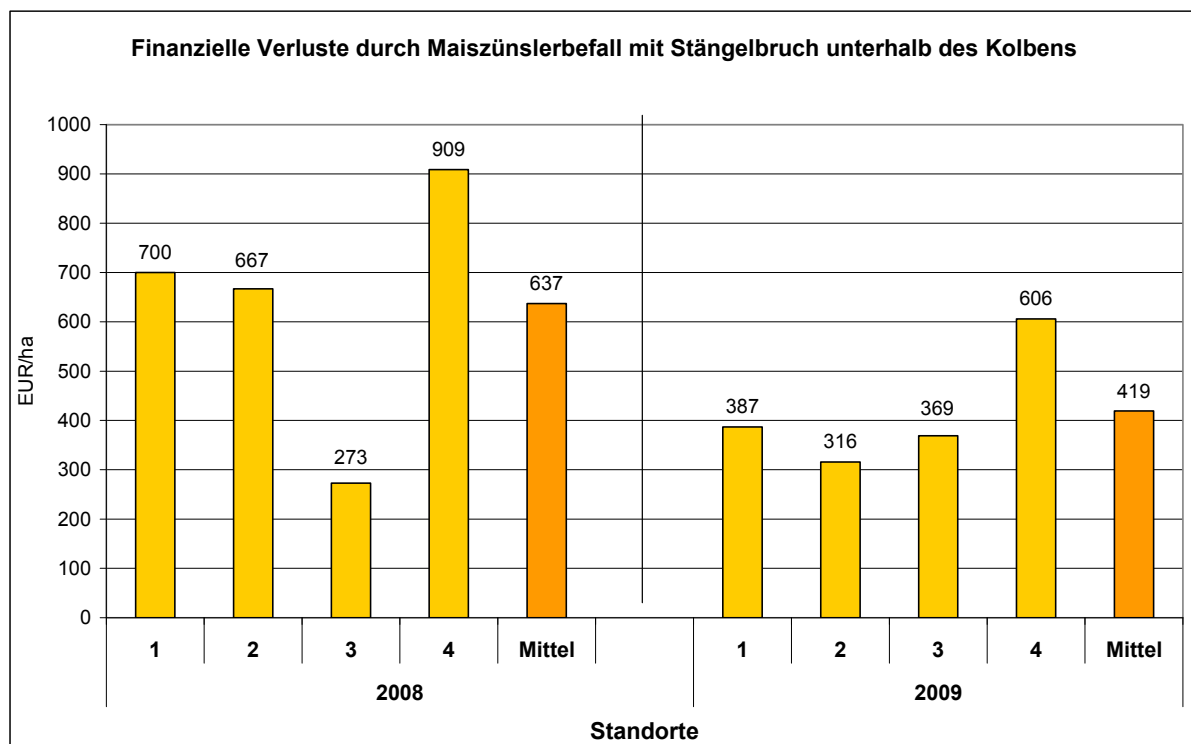
Stängel. Dementsprechend reduziert sich auch das Schadensausmaß. Wichtig erscheint die Tatsache, dass Zünslerbefall in Form von Stängelfraß keinen Schaden verursachen muss, sondern dieser erst bei umgebrochenen Pflanzen mehr oder weniger massiv eintritt. Deshalb sollte bei Bonituren und beim Monitoring nicht nur auf die Befallsstärke, sondern unbedingt auch auf die Art der Schädigung geachtet werden.

Angesichts der genannten Größenordnung des finanziellen Schadens ist es in jedem Fall empfehlenswert, über Alternativen zur Ertragssicherung nachzudenken. Neben den in erster Linie anzuwendenden ackerbaulichen Maßnahmen steht derzeit eine vergleichsweise kostengünstige Variante in Form des Insektizideinsatzes in konventionellen Sorten zur Verfügung. Sofern kein Anbauverbot besteht, würde dies auch auf den Bt-Mais zutreffen.

**Tabelle 44: Finanzieller Schaden durch Zünslerbefall mit Stängelbruch in Silomais**

2008	Energieertrag aus Silage MJ NEL/ha			Energieverluste		Finanzielle Verluste bei Ansatz von 0,20 EUR je 10 MJ NEL EUR/ha
	befallsfrei MJ NEL/ ha	Fraß im Stengel MJ NEL/ ha	Bruch unter Kolben MJ NEL/ ha	bei Bruch unter Kolben (100 % Befall) MJ NEL/ ha	%	
1	97.624	92.173	62.628	34.995	36	700
2	101.511	98.225	68.165	33.347	33	667
3	101.016	86.332	87.376	13.640	14	273
4	110.941	82.890	65.508	45.433	41	909

2009	Energieertrag aus Silage MJ NEL/ha			Energieverluste		Finanzielle Verluste bei Ansatz von 0,20 EUR je 10 MJ NEL EUR/ha
	befallsfrei MJ NEL/ ha	Fraß im Stengel MJ NEL/ ha	Bruch unter Kolben MJ NEL/ ha	bei Bruch unter Kolben (100 % Befall) MJ NEL/ ha	%	
1	118.583	120.009	99.253	19.330	16	387
2	103.294	105.058	87.501	15.793	15	316
3	83.362	89.479	64.926	18.436	22	369
4	101.346	94.985	71.049	30.298	30	606



**Abbildung 84: Finanzielle Verluste im Silomais durch Zünslerbefall 2008 und 2009**



## 10.3 Zusammenfassung Ökonomische Bewertung

Anhand von Verfahrensdaten wurde eine ökonomische Bewertung des Anbaus von Bt-Mais im Parzellenversuch und in ausgewählten Praxisbetrieben Sachsens vorgenommen. Dabei erfolgte eine Unterscheidung nach den Nutzungsrichtungen Körnermais und Silomais.

Der Bt-Maisanbau zur Körnernutzung hat sich am **Versuchsstandort Köllitsch** in keinem Untersuchungsjahr gelohnt. Ohne signifikante Ertragsdifferenzen konnten die Mehrkosten gegenüber der unbehandelten konventionellen Variante nicht ausgeglichen werden. Im vierjährigen Mittel unterscheiden sich die Ergebnisse der konventionellen Sorte mit und ohne Insektizideinsatz nicht, sodass man auch dem Insektizideinsatz keine ökonomischen Vorteile zusprechen kann. Die Versuchsergebnisse für **Silomais** zeigen, dass sowohl die Bt- als auch die Insektizid-Variante über bessere Trockenmasseerträge niedrigere Erzeugungskosten realisiert haben – allerdings auch hier bei nicht signifikanten Ertragsunterschieden.

In den **Praxisbetrieben** hat der Bt-Körnermais im Gegensatz zum Versuch zumindest in einem Jahr deutlich besser abgeschnitten als der konventionelle Mais. Nach nur zwei Untersuchungsjahren lässt sich jedoch kein Trend ableiten. Die Insektizidbehandlung im Körnermais brachte auch in der Praxis kaum finanzielle Vorteile. Für weiterführende Aussagen ist der Datenumfang ohnehin nicht ausreichend. Die Nutzung des Bt-Maises zur Silierung hat sich tendenziell vorteilhaft dargestellt. Bt-Silomais wird meistens kostengünstiger produziert. Vor allem die besseren Erträge des Bt-Maises rücken den Aspekt der Ertragsabsicherung in der Silageproduktion in den Vordergrund. Trotzdem lassen sich auch bei Silomais aus den zweijährigen Erhebungen noch keine gesicherten Schlussfolgerungen ableiten. Es scheint aber so, dass die positive Ertragswirkung des Bt-Maises bei der Silonutzung stärker zur Geltung kommt als bei Körnernutzung und damit Bt-Mais auch in Anbetracht der ungeklärten Vermarktungsverhältnisse vorzugsweise für die Silageproduktion zu nutzen ist. Der Insektizideinsatz im Silomais hat sich in den Praxisbetrieben unter den gegebenen Bedingungen eher als ökonomisch uninteressant erwiesen.

Der GVO-Mehraufwand beläuft sich auf durchschnittlich 50 EUR/ha, resultierend aus teurerem Saatgut sowie höherem Aufwand für Technik-/Lagerreinigung und Organisation. Bei größeren Ertragsdifferenzen zugunsten des Bt-Maises kann er bei Silomais auch auf über 100 EUR/ha ansteigen. Auf Basis des GVO-Mehraufwandes, des Erzeugerpreises für Körnermais und der Erzeugungskosten bei Silomais wurden ökonomische Schadschwellen in Form des notwendigen Differenzertrages zum Ausgleich der Mehrkosten kalkuliert. Bei Körnermais kann man im Mittel von einer notwendigen Ertragsdifferenz von 3 - 7 dt/ha ausgehen. Für Silomais zeichnet sich ab, dass unabhängig vom Ertragsniveau ab ca. 5 % Ertragsverlust in der konventionellen Sorte die Erzeugungskosten für den Bt-Mais günstiger sind. Die Schadschwelle lässt sich nicht an der Zünsler-Befallsstärke messen, weil die Schadwirkung auch bei gleichem Befallsgrad sehr unterschiedlich ausfallen kann.

Für den Landwirt sind aus heutiger Sicht sowohl die Ertragssicherung als auch die kostengünstige Erzeugung von Grundfutter entscheidend. Das mögliche Schadenspotenzial (Verluste im Energieertrag je Hektar) durch Zünslerbefall mit nachfolgendem Stängelbruch liegt mit 300 – 900 EUR/ha recht hoch. Aus diesem Blickwinkel heraus können sich sowohl der Insektizideinsatz als auch der Bt-Maisanbau lohnen. Auch wenn sich die Maßnahmen unter dem Strich nicht immer rechnen, sind sie doch eine vergleichsweise günstige Möglichkeit zur Minimierung des Ertragsausfalls und damit zur Kostenbegrenzung.

# 11 Untersuchungen von Honig und Bienenbrot auf Bt-Maispollengehalt

Dr. Birgit Lichtenberg-Kraag – Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V.

Angela Kühne, Uwe Mildner – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

In der aktuellen Diskussion über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel nach der EU VONr. 1829/2003 besteht bei Honig eine Debatte um Beimengungen von GVO-Bestandteilen und deren Bewertung. Dabei gibt es die beiden grundsätzlichen Positionen: konstruktbezogen und lebensmittelbezogen. Nach Artikel 12 der EU VO Nr. 1829/2003 wird der Geltungsbereich für Lebensmittel bezeichnet. Im Abschnitt (2) heißt es: „Dieser Abschnitt gilt nicht für Lebensmittel, die Material enthalten, das GVO enthält, aus solchen besteht oder aus solchen hergestellt ist, mit einem Anteil, der nicht höher ist als 0,9 Prozent der einzelnen Lebensmittelzutaten oder des Lebensmittels, wenn es aus einer einzigen Zutat besteht, vorausgesetzt, dieser Anteil ist zufällig oder technisch nicht zu vermeiden.“

## 11.1 Material und Methoden

Um einen qualitativen und quantitativen Nachweis von MON-810-spezifischen DNA-Sequenzen zu erbringen, wurden Honig und Bienenbrot mittels PCR-Analyse untersucht. Als vergleichende Varianten wurden im Jahr 2008 Proben von Bienenvölkern gewonnen, die

- a) mitten im Bt-Maisfeld aufgestellt wurden,
- b) einen großen Abstand zum nächsten Bt-Maisschlag aufwiesen (3 km).

Durch das Anbauverbot von Bt-Mais 2009 konnten die Untersuchungen nicht wie geplant wiederholt werden. Trotz ausschließlichen Anbau von konventionellem Mais konnten die Untersuchungen zum Polleneintrag und speziell zum Maispolleneintrag in Honig und Bienenbrot unter verschiedenen Standortbedingungen trotzdem durchgeführt werden, um die Ergebnisse aus dem Vorjahr abzusichern.

### Honig

Honig in seiner Beschaffenheit ist nach der Honigverordnung von 2004, letzte Änderung 2007, geregelt. Honig ist demnach der natur-süße Stoff, der von Honigbienen erzeugt wird, indem die Bienen Nektar von Pflanzen oder Sekrete lebender Pflanzenteile oder sich auf den lebenden Pflanzenteilen befindende Exkrete von an Pflanzen saugenden Insekten aufnehmen, durch Kombination mit eigenen spezifischen Stoffen umwandeln, einlagern, dehydratisieren und in den Waben des Bienenstocks speichern und reifen lassen. Honig besteht im Wesentlichen aus verschiedenen Zuckerarten, insbesondere aus Fructose und Glucose, sowie aus organischen Säuren, Enzymen und beim Nektarsammeln aufgenommenen festen Partikeln. Maispollen wird gelegentlich als Eiweißquelle von den Bienen gesammelt, wenn keine attraktiveren Futterquellen in der Umgebung verfügbar sind. Der Eintrag von Maispollen in den Honig ist daher und durch Pollenanlagerung im Haarkleid der Bienen aus der Umgebung möglich.

### Bienenbrot

Bienenbrot ist von Bienen gesammelter, fermentierter und in Waben eingelagerter Pollen verschiedenster Trachtpflanzen. Es dient dem Bienenvolk als Eiweißnahrung für die Larven und als Futtermittel bei schlechter Pollenverfügbarkeit.

Die gewonnenen Proben wurden zur Untersuchung an das Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf gebracht, das die Ergebnisse auswertete und zur Verfügung stellte.

## 11.2 Versuchsdurchführung 2008

Zur Durchführung des Pollenmonitorings wurden am 09.07.08 zwei Bienenvölker in Segeberger Beuten inmitten eines Bt-Maisfeldes ca. 100 m vom Rand entfernt (Abb. 85). Der Schlag im Landkreis Nordsachsen lag westlich von Weiden, nördlich der B 183 und östlich des Waldgebietes um den Zatlitzbruch zwischen Weidenhain und Pretzschau. Die Schlaggröße betrug 26,49 ha, davon 21,3 ha Bt-Mais, umgeben von einer 18 m-Mantelsaat mit konventionellem Mais. Der Nachbarschlag, in ca. 300 m Entfernung beginnend, war mit konventionellem Mais bestellt (Abb. 86).



**Abbildung 85: Zwei Bienenvölker inmitten Bt-Mais 2008**

Der Honig wurde vorab weitgehend entnommen. Bei Aufstellung der Beuten wurde als Ausgleich 1,5 l Zuckerwasser (1:1) je Volk in Futterzargen zugefüttert. Blühbeginn war der 21.07.08; zu dem Zeitpunkt war das Zuckerwasser verbraucht, die Futterzargen wurden entfernt. Die Hauptpollenschütte lag um den 28.07.08, sodass die beiden Völker während der gesamten Blühzeit im Bt-Mais standen und dem Pollen ausgesetzt waren. Am 17.08.08 erfolgten die Probenahme und der Abtransport der Völker.

Als Vergleich wurde ebenfalls am 17.08.08 ein am Standort Schnaditz bei Bad Düben aufgestelltes Volk (Vergleichsvolk desselben Imkers) beprobt. Dieser Standort befand sich am Rand der Ortslage mit unterschiedlichen Trachtpflanzen einschließlich Mais in der Umgebung. Der nächste Bt-Maisschlag befand sich in ca. 3 km Luftlinie Entfernung auf der anderen Seite der Mulde.



**Abbildung 86: Standort der Bienenvölker im Bt-Mais 2008**

Bei den Probenahmen wurden je Volk 500 g Honig, dreimal Bienenbrot in der Wabe (ca. je 10 x 10 cm) entnommen und zur Untersuchung in das Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf gebracht.

## 11.3 Versuchsdurchführung 2009

Das Aufstellen der Bienenvölker im Mais fand am 16.07.09 in der Nähe des vorjährigen Standortes wieder im Landkreis Nordsachsen in einem konventionellen Maisschlag statt. Dieser, an der B 183 nahe Süptitz/Torgau gelegen, hatte eine Größe von 25 ha; gegenüber ebenfalls Mais auf einem 26 ha großen Schlag. Zur Verbesserung der Auswertbarkeit wurden je drei Bienenvölker (vgl. 2008 nur jeweils ein Volk als Referenz) in der Mitte des Maisfeldes aufgestellt, drei weitere Völker am Feldrand. Die Vergleichsvariante stand wiederum in Schnaditz, ebenfalls mit drei Bienenvölkern. Die Probenahme von Honig und Bienenbrot erfolgte am 28.08.09.

## 11.4 Ergebnisse 2008

Der Anteil von Blütenpollen im **Honig** ist sehr gering und liegt allgemein bei 0,01 bis 0,04 % des Gesamtgewichtes. Bei den untersuchten Proben lag der Anteil der Maispollen 0,2 % im Vergleichsvolk und 3 % bzw. 5 % Maispollenanteil in den beiden Bienenvölkern, die direkt im Maisfeld aufgestellt waren. Die Untersuchung des Anteils an Bt-Maispollen mittels PCR-Analyse im Honig ist in Tab. 45 ersichtlich:

**Tabelle 45: Untersuchungsergebnisse zum Bt-Maispollenanteil im Honig 2008**

	Entfernung zu Bt: 3 km	Standort: im Bt-Mais	
	Vergleichsvolk	Bt 1	Bt 2
Maispollenanteil am Gesamtpollen im Honig	0,2 %	5 %	3 %
davon Bt-Maispollen	40 %	60 %	80 %
entspricht Bt-Maispollen im Honig *	0,000032 %	0,0012 %	0,00096 %

\* bei 0,04 % Pollenanteil im Honig

Es wird deutlich, dass in den Proben der beiden im Mais aufgestellten Völker der überwiegende Teil des Maispollens von Bt-Mais stammt. Auf Grund des allgemein geringen Pollenanteils im Honig liegt jedoch die Quantifizierung im Bereich knapp oberhalb der Nachweisgrenze. Detaillierte Ergebnisse des Länderinstitutes für Bienenkunde, die die Untersuchungen durchführten, sind im Anhang 6 nachzulesen.

In der aktuellen Diskussion wird nach dem Konstruktansatz der Anteil Bt-Maispollen als die zu bewertende Einheit in Bezug zum GVO-Anteil nach Art. 12 Absatz der EU VO 1829/2003 diskutiert. Das heißt, im untersuchten Fall wird in jedem Bienenvolk 40 % und mehr Bt-Maispollen am Gesamtmaispollen eingetragen. Daraus wird die entsprechende Kennzeichnung abgeleitet und dass keine Koexistenz von GVO-Anbau im vorliegenden Fall bei der Honiggewinnung möglich sei. Dieser Ansatz hebt im Art. 13 bezüglich Kennzeichnung auf Zutaten und deren Benennung ab. Nach dem Lebensmittelansatz ist Honig ein nach der Honigverordnung bestimmtes Lebensmittel, das unter anderem nach Anlage 1 aus „beim Nektarsammeln aufgenommenen festen Partikeln“ besteht. Weiter heißt es in Anlage 2 „Spezifische Anforderungen unter 3. Gehalt an wasserunlöslichen Stoffen, a) Im Allgemeinen höchstens 0,1 g/100g), Presshonig höchstens 0,5 g/100g.“ Weil Pollen nach der Honigverordnung Bestandteil des Honigs ist, folgen wir der lebensmittelbezogenen Betrachtung. Der langjährige Erfahrungswert von Pollen im Honig liegt bei 0,01 - 0,04 %. Vergleichbar wird Milch auch als Lebensmittel und Rohstoff in seiner Gesamtheit der Zusammensetzung betrachtet und nicht in seinen nach der Verarbeitung hergestellten verschiedenen Produkten. Diesem Ansatz folgend wurde zur Erörterung der als Pollenanteil im Honig allgemein ausgewiesene höhere Wert 0,04 % in Ansatz gebracht. Dabei wird in keinem Honig der untersuchten Bienenvölker der Anteil an GVO-Bestandteilen von 0,9 % erreicht, er liegt zwischen 0,000032 bis 0,0012 %. Das heißt, im untersuchten Fall bedarf der Honig nach der EU VO Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel keiner Kennzeichnung bezüglich GVO-Bestandteile.

Bei Verwendung von **Bienenbrot** als Lebensmittel würden die Proben der beiden Bienenvölker im Bt-Mais nicht mehr als gentechnikfrei gelten, weil die GVO-Anteile bis zu 7 % betragen. Bei diesem Wert sollte allerdings beachtet werden, dass im Normalfall die Beuten nicht inmitten von Maisfeldern aufgestellt werden, weil der Mais keine geeignete Trachtpflanze darstellt. Tab. 46 zeigt zusammengefasst die Untersuchungsergebnisse der Bienenbrotproben.

**Tabelle 46: Untersuchungsergebnisse zum Bt-Maispollenanteil im Bienenbrot**

	Entfernung zu Bt: 3 km	Standort: im Bt-Mais	
	Vergleichsvolk	Bt 1	Bt 2
Maispollenanteil am Gesamtpollen im Bienenbrot	0,2-2%	1,4-4,8%	7%
davon Bt - Maispollen	nicht nachweisbar	100%	100%
entspricht Bt-Maispollen im Bienenbrot	-	1,4 - 4,8%	7,0%

Zum Ende des Monitorings waren die im Bt-Mais eingesetzten Bienenvölker vital, es waren keine Beeinträchtigungen feststellbar.

## 11.5 Ergebnisse 2009

In Tab. 47 sind die Ergebnisse von **Honig- und Bienenbrotuntersuchung 2009** zusammengefasst.

**Tabelle 47: Maispollenanteile in Schleuderhonig, Honigwabe und Bienenbrot 2009**

2009	Vergleichsvolk	Standort Feldmitte	Standort Feldrand
Maispollenanteil am Gesamtpollen Schleuderhonig	<0,13 % (<0,1 - 0,2 %)	< 0,1 %	<0,11 % (<0,1 - 0,13 %)
Maispollenanteil am Gesamtpollen Honigwabe	<0,03 % (0 - <0,1 %)	0,8 % (0 - 0,4%)	<0,4 % (0 - 1 %)
Maispollenanteil am Gesamtpollen Bienenbrot	0,01 % (0 - 0,056 %)	1,87 % (0 - 7,2%)	0,25 % (0 - 0,88 %)

Im Jahr 2009 lag der Anteil an Maispollen (vom Gesamtpollen) im geschleuderten Honig in allen Völkern weit unter 1 %, unabhängig vom Standort.

Bei den Honigproben, die direkt aus Wabenstücken mittels eines Spatels gewonnen wurden, zeigt sich eine leichte Differenzierung bezüglich des Standortes, wobei auch hier der Maispollenanteil mit einem Maximalwert von 1,4 % (vom Gesamtpollen) bei einem der in Feldmitte positionierten Völker noch sehr niedrig ist.

Beim Bienenbrot, d. h. aktiv durch die Bienen gesammelter Pollen, ist der Maispollenanteil abhängig vom Standort etwas höher als in den Honigproben. Hier wird in der Feldmitte ein Höchstwert von 7,2 % Maispollen/0,01g Bienenbrot erreicht. Am Standort Schnaditz, beim Vergleichsvolk, liegt dieser Anteil unter 0,1 %.

## 11.6 Zusammenfassung der Untersuchungen zu Honig und Bienenbrot

Die Untersuchungen zum Eintrag von Bt-Maispollen in Honig und Bienenbrot erfolgten in Zusammenarbeit mit dem Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf.

Pollen ist nach der Honigverordnung ein fester Bestandteil im Honig (0,01 - 0,04 %). Die Kennzeichnungsschwelle in den untersuchten Proben (2008) von 0,9 % wird deutlich unterschritten (0,000032 % im Vergleichsvolk und bis zu 0,0012 % im Bt-Maisfeld).

Maispollen ist für Bienen nicht attraktiv, weil selbst bei den Völkern, die während der Maisblüte im Mais standen, der Anteil von Maispollen am Gesamtpollen max. bei 7 % lag. Bt-Maispollen ist auch in Völkern nachweisbar, die in 3 km Entfernung vom Maisfeld standen. Damit wäre die Einhaltung einer Null-Tolleranz-Grenze nicht möglich.

Zur rechtlichen Bewertung von Bt-Maispollen im Honig wurde der Europäische Gerichtshof angerufen. **Dessen Entscheidung sollte abgewartet werden.** Aus fachlicher Sicht geht von Bt-Maispollen keine Gefahr für Bienen und Menschen aus. Jedoch wird diese Problematik sehr emotional diskutiert

## 12 Nachweis von Cry1Ab-Protein im Boden nach dreijährigem Bt-Mais-Anbau

Helga Gruber – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

### 12.1 Kooperationspartner für die Untersuchungen

Angela Kühne – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Nachfolgende Untersuchungsergebnisse entstanden im Rahmen einer Kooperation zwischen dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, dem Wissenschaftszentrum Weihenstephan der Technischen Universität München und dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Tab. 48). Die für die Analysen notwendigen Bodenproben wurden nach Anweisung der Untersuchungseinrichtung vom Projektmitarbeiter ordnungsgemäß genommen, Material und Methoden sind in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführt.

**Tabelle 48: Institutionelle Kooperationspartner für die Bodenuntersuchungen**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Arbeitsgruppe IPZ 1c Gentransfer und GVO-Sicherheitsforschung 85354 Freising  Helga Gruber Dr. Martin Müller	Technische Universität München (TUM) Wissenschaftszentrum Weihenstephan Lehrstuhl für Physiologie 85354 Freising  Helga Gruber Prof. Dr. Heinrich H.D. Meyer	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) Abteilung Pflanzliche Erzeugung 01683 Nossen  Angela Kühne
--	--	--

## 12.2 Einleitung

Im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch wurde vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in den Jahren 2006 bis 2008 ein dreijähriger Bt-Mais-Versuchsanbau durchgeführt, um Informationen für den Praxisanbau und für die ökologische Bewertung des Bt-Maises zu gewinnen. Untersucht wurde eine MON810-Mais-Sorte. MON810-Sorten waren in Deutschland als einzige gentechnisch veränderte Pflanzen für den kommerziellen Anbau zugelassen, bis im Jahr 2009 ein nationales Anbauverbot erlassen wurde. Die betroffenen Sorten, die das Event MON810 enthalten, produzieren das auf den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) insektizid wirkende Bt-Endotoxin Cry1Ab. Dieses Cry1Ab-Protein gelangt während der Vegetationsperiode über Wurzelexsudate und Pollendeposition sowie nach der Maisernte durch Einarbeiten von Ernterückständen in den Boden.

In Laborversuchen wurde eine Adsorption von Bt-Proteinen an Tonmineralkomplexe des Bodens wiederholt nachgewiesen (PAGEL-WIEDER et al. 2007; FIORITO et al. 2008). Damit stellt sich die Frage, ob Cry1Ab-Protein aus Bt-Mais im Boden über längere Zeiträume immobilisiert werden kann. Vor diesem Hintergrund sollte die Untersuchung von Bodenproben der Versuchsfläche Köllitsch, auf der über drei Vegetationsperioden hinweg im Feldversuch Bt-Mais angebaut wurde, die Frage klären, ob auf dieser Fläche eine Akkumulation oder ein restloser Abbau des Cry1Ab-Proteins zu beobachten ist.

Von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und dem Wissenschaftszentrum Weihenstephan wurde innerhalb des gleichen Zeitraumes von 2007 bis 2009 ein Projekt mit dem Titel „Persistenz und Akkumulation von Bt-Toxinen im Boden - Vergleichende quantitative Untersuchung des Bt-Protein Bodeneintrags und -abbaus an fünf verschiedenen Bt-Mais Dauerbeobachtungsstandorten in Bayern“ bearbeitet. In diesem Forschungsvorhaben wurde ein am Wissenschaftszentrum Weihenstephan entwickelter Cry1Ab-ELISA für die Quantifizierung von Cry1Ab-Protein in Bodenproben eingesetzt. Somit lagen an der LfL sowohl die methodischen Voraussetzungen als auch die Erfahrung vor, um Bodenproben des sächsischen Standortes Köllitsch auf ihre Cry1Ab-Protein-Gehalte hin zu untersuchen und die erhobenen Daten in die Ergebnisse des dreijährigen Versuchsbaus mit einzubringen.

Weil sich für die verschiedenen bayerischen Standorte gezeigt hat, dass die jeweilige Bodenmatrix einen deutlichen Einfluss auf die Hintergrundabsorption im ELISA sowie auf die analytische Wiederfindung von Cry1Ab-Protein in den Bodenproben hat, wurde die Anwendung der Methode für den Standort Köllitsch im Vorfeld der Analysen eingehend geprüft. Die Ziele des hier dargestellten Teilprojekts waren somit die Validierung des Cry1Ab-ELISA für Bodenproben des Standortes Köllitsch nach EC-Richtlinie 2002/657/EC, die Durchführung einer Laborstudie zur Bestimmung der analytischen Wiederfindung des Cry1Ab-Proteins in diesem Boden sowie die Analyse der Bodenproben aus dem Feldversuch im quantitativen Cry1Ab-ELISA.

## 12.3 Material und Methoden

### 12.3.1 Bodenproben

Dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der LfL wurden vom LfULG Bodenproben vom GVO-Versuchsfeld in 04886 Köllitsch zur Methodvalidierung und Analyse übergeben. Das Versuchsfeld wurde im Juni 2009 nach dreijährigem Bt-Mais (MON810)-Feldanbau beprobt.

Zur Methodvalidierung wurden je 20 Einzel-Bodenproben der Tiefenstufen 0 - 30 cm und 30 - 60 cm von der Versuchsfläche umgebenden Schlag gezogen. Diese umgebende Fläche wurde während des gesamten Versuches mit der konventionellen Maissorte DKC 3420 bestellt und unterlag somit nicht dem Bodeneintrag von Cry1Ab-Protein durch Bt-Mais-Ernterückstände oder Wurzelexsudate.

Es wurden 12 Bodenproben aus dem Parzellenversuch analysiert. Diese ergeben sich aus den zwei Anbauvarianten ohne Insektizidbehandlung 1 und 3 in je dreifacher Wiederholung a, b, c. Auf jeder der beprobten Langparzellen wurden aus zehn Einschlägen Mischproben der Tiefenstufen 0 - 30 cm und 30 - 60 cm erstellt (Tab. 49).

**Tabelle 49: Übersicht über die im Jahr 2009 gezogenen Bodenproben von der GVO-Versuchsfläche Köllitsch**

Proben	Variante	Maissorte	Tiefenstufe
1a I, 1b I, 1c I	Konventionelle Sorte ohne Insektizid	DKC 3420	0 - 30 cm
3a I, 3b I, 3c I	Bt-Mais	DKC 3421 YG	0 - 30 cm
1a II, 1b II, 1c II	Konventionelle Sorte ohne Insektizid	DKC 3420	30 - 60 cm
3a II, 3b II, 3c II	Bt-Mais	DKC 3421 YG	30 - 60 cm

### 12.3.2 Probenextraktion und ELISA-Nachweis des Cry1Ab-Proteins

Je 200 mg der aufgetauten Bodenproben wurden mit 2 ml Bodenextraktionspuffer (PBST 0.1, 2,5 mM EDTA; 0,5 % Magermilch) extrahiert. Der quantitative Nachweis von Cry1Ab-Protein in den Extrakten erfolgte anschließend in einem Sandwich-ELISA unter Einsatz von immunoaffinitätsgereinigten polyklonalen Anti-Cry1Ab- Antikörpern (PAUL et al. 2008).

Die Standards und Anti-Cry1Ab-Antikörper zur Durchführung des Cry1Ab-ELISA wurden vom Wissenschaftszentrum Weihenstephan zur Verfügung gestellt. Anhand einer Eichkurve, die die 450 nm-Absorptionswerte von Cry1Ab-Protein-Standards in Konzentrationen von 0,04 bis 20 ng ml<sup>-1</sup> repräsentiert, wurde die Cry1Ab-Konzentrationen in den Bodenextrakten errechnet (GRUBER et al. 2008).

### 12.3.3 Validierung des Cry1Ab-ELISA für Bodenproben des Standortes Köllitsch

Die Validierung des Cry1Ab-ELISA für die Proben des Standortes Köllitsch erfolgte nach den Vorgaben der EC-Richtlinie 2002/657/EC (beschrieben in PAUL et al. 2008). Es wurden zur Validierung 30 Validierungsbodenproben herangezogen, von denen jeweils 15 aus den Tiefenstufen 0 - 30 cm und 30 - 60 cm stammten.

### 12.3.4 Analytische Wiederfindung von Cry1Ab-Protein in Bodenproben des Standortes Köllitsch

Für die Versuche zur Bestimmung der analytischen Wiederfindung des Cry1Ab-Proteins in den Boden des Untersuchungsstandortes wurden Validierungsproben der Tiefenstufe 0 - 30 cm und 30 - 60 cm in je vier Wiederholungen eingesetzt. 200 mg des aufgetauten Bodens wurden künstlich mit 0, 1, 4, oder 12 ng Cry1Ab Protein in 100 µl PBS-Puffer versetzt (gespiked) und für 15 Minuten inkubiert, um eine Interaktion des Proteins mit den Bodenbestandteilen zu ermöglichen. Anschließend erfolgte die Extraktion des Proteins. Die Cry1Ab-Protein-Konzentration wurde in den Extrakten und den drei verschiedenen Spike-Lösungen bestimmt. Die analytische Wiederfindung wurde bezogen auf die in den Spike-Lösungen ermittelten Cry1Ab-Konzentrationen und in Prozent dargestellt.

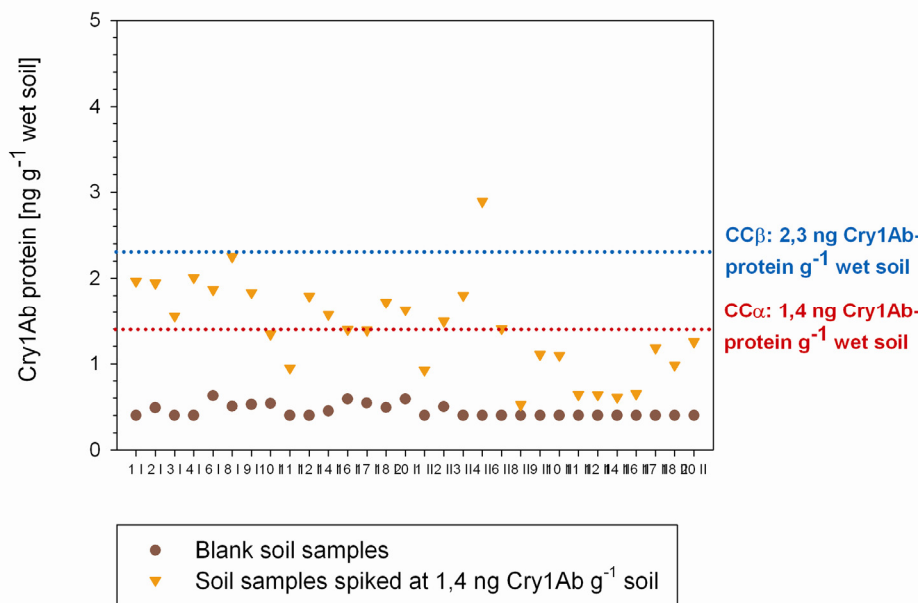
### 12.3.5 Statistische Auswertung

Die Cry1Ab-Protein-Messwerte der Bodenproben wurden für Parzellen mit gleichem Maisanbau sowie gleicher Tiefenstufe zu vier Gruppen zusammengefasst. Mittels SigmaStat-Software wurden diese vier Gruppen im Mann-Whitney Rank Sum Test auf statistisch signifikante Unterschiede geprüft (Wahrscheinlichkeitslevel P=0,05).



## 12.4 Ergebnisse und Diskussion

### 12.4.1 Assay-Validierung für Bodenproben des Standortes Köllitsch

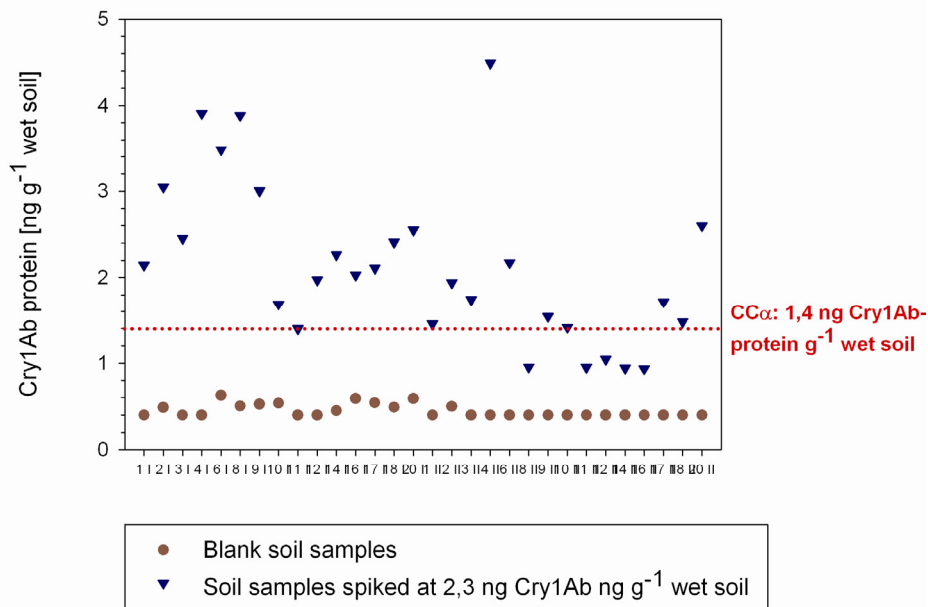


**Abbildung 87: Validierung des Cry1Ab-ELISA für Bodenproben des Standortes Köllitsch nach EC-Richtlinie 2002/657/EC: Bestimmung der Entscheidungsgrenze CCα und des Nachweisvermögens CCβ**

In Abb. 87 sind die Hintergrundwerte Cry1Ab-Protein freier Bodenproben (braune Punkte) sowie die Cry1Ab-Adsorptionswerte der mit einer Menge von 1,4 ng Cry1Ab-Protein g<sup>-1</sup> Boden gespikten Bodenproben (gelbe Dreiecke) gezeigt. Aus diesen Messwerten errechnet sich für Bodenproben des Standortes Köllitsch die Entscheidungsgrenze CCα von 1,4 ng Cry1Ab-Protein g<sup>-1</sup> Boden sowie die Bestimmungsgrenze CCβ von 2,3 ng Cry1Ab-Protein g<sup>-1</sup> Boden. Messwerte unterhalb CCα zeigen definitionsgemäß an, dass kein Cry1Ab-Protein im Boden nachgewiesen werden konnte, weil in diesem Messbereich keine Aussage darüber möglich ist, ob ein Signal im Cry1Ab-ELISA auf Hintergrundabsorption der Bodenmatrix oder eine spezifische Antikörperreaktion mit dem Cry1Ab-Protein zurückzuführen ist.

In Abb. 88 sind zusätzlich zu den Hintergrundmesswerten die Cry1Ab-Protein-Konzentrationen in mit 2,3 ng Cry1Ab-Protein g<sup>-1</sup> Boden (CCβ) versetzten Bodenproben dargestellt. Diese Grafik stellt die Daten zur Berechnung des α-Fehlers (Messwerte für ungespikte Bodenproben, die oberhalb CCα liegen) und β-Fehlers (mit CCβ gespikte Bodenproben, die unterhalb CCα liegen) dar. Während der α-Fehler bei 0 liegt, beträgt der β-Fehler für die Bodenproben 16,6 %.

Dieser β-Fehler erklärt sich durch die relativ niedrige analytische Wiederfindung des Cry1Ab-Proteins in den Bodenproben des Standortes Köllitsch, die in Tab. 50 aufgelistet ist. Insbesondere in den Bodenproben der unteren Tiefenstufe wird ein bedeutender Anteil des künstlich zugesetzten Cry1Ab-Proteins an Bodenbestandteile adsorbiert und geht deshalb nicht in die Bestimmung von Cry1Ab-Protein aus dem Bodenextrakt mit ein. Für Bodenproben der oberen Tiefenstufe hingegen lagen von den mit CCβ gespikten Proben keine unterhalb des CCα-Wertes, sodass hier ein zuverlässiger Nachweis auch im niedrigen Konzentrationsbereich von CCβ gewährleistet ist.



**Abbildung 88: Validierung des Cry1Ab-ELISA für Bodenproben des Standortes Köllitsch**

**Bestimmung des  $\alpha$ -Fehlers (Blank-Messwerte oberhalb CC $\alpha$ ) und  $\beta$ -Fehlers (Messwerte von mit CC $\beta$  gespikten Proben unterhalb CC $\alpha$ )**

#### 12.4.2 Analytische Wiederfindung des Cry1Ab-Proteins in Boden

In Tab. 50 sind die im Laborversuch ermittelten prozentualen Anteile an wiederextrahierbarem Cry1Ab-Protein in Bodenproben des Versuchsstandortes Köllitsch dargestellt. In Proben der oberen Tiefenstufe wurden im Mittel 72,4 % des zugegebenen Cry1Ab-Protein-Standards im Bodenextrakt nachgewiesen, während sich in der unteren Tiefenstufe eine geringere mittlere Wiederfindung von 55,4 % zeigt. Möglicherweise sorgen in der unteren Tiefenstufe höhere Tongehalte für eine Adsorption größerer Cry1Ab-Protein-Mengen als in der oberen Tiefenstufe.

**Tabelle 50: Analytische Wiederfindung von Cry1Ab-Protein in Bodenproben des Standortes Köllitsch**

**Dargestellt sind Wiederfindungsraten in Prozent bezogen auf die gemessenen Cry1Ab-Konzentrationen in den Spike-Lösungen.**

Spikeansatz (ng Cry1Ab g <sup>-1</sup> Boden)	Tiefenstufe 0 - 30 cm			Tiefenstufe 30 - 60 cm		
	5	20	60	5	20	60
Cry1Ab-Protein Zugabe (ng ml <sup>-1</sup> )	0,32	1,79	5,52	0,32	1,79	5,52
MW Cry1Ab-Protein im Extrakt (ng ml <sup>-1</sup> ) *	0,25 ± 0,03	1,22 ± 0,12	3,91 ± 0,39	0,18 ± 0,02	0,95 ± 0,08	3,23 ± 0,26
Mittlere Wiederfindung (%) *	78,5 ± 7,8	67,9 ± 6,7	70,8 ± 7,0	54,8 ± 7,0	52,9 ± 4,2	58,4 ± 4,7
Mittlere Wiederfindung in der Tiefenstufe (%)	72,4 ± 8,0			55,4 ± 5,5		

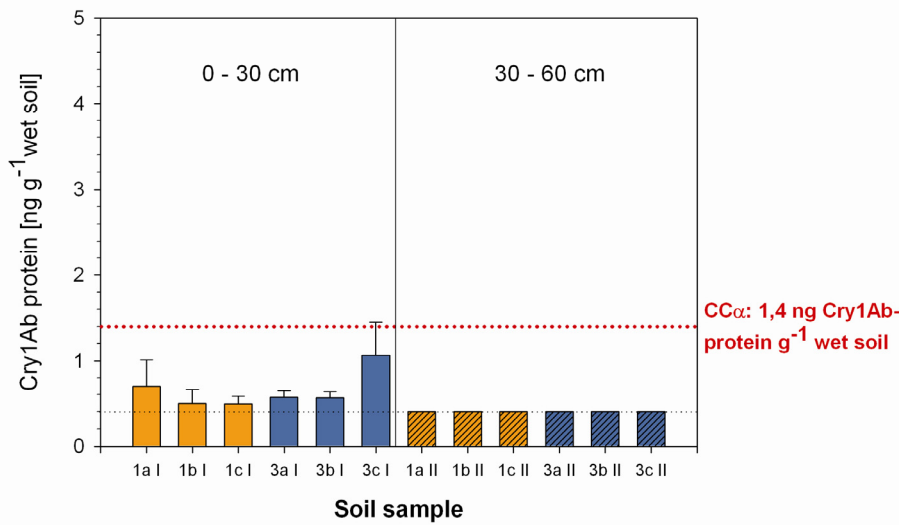
gezeigt sind Mittelwerte ± Standardabweichungen aus vier Bestimmungen

#### 12.4.3 Analyse der Bodenproben im quantitativen Cry1Ab-ELISA

In Abb. 89 sind die Cry1Ab-Protein-ELISA Messwerte der Bodenproben aus den Einzelparzellen dargestellt, während in Abb. 90 die Mittelwerte von Bodenproben aus gleicher Behandlung und gleicher Tiefenstufe gezeigt werden.

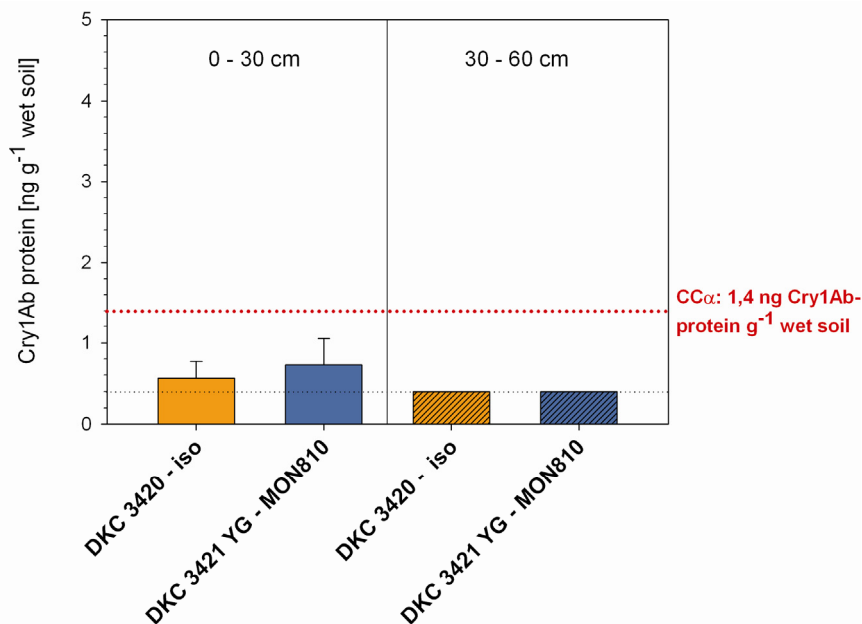
Alle Messwerte liegen deutlich unterhalb der Entscheidungsgrenze CC $\alpha$  von 1,4 ng Cry1Ab-Protein g<sup>-1</sup> Boden, womit in keiner der Bodenproben Cry1Ab-Protein nachgewiesen wurde. In den Bodenproben der oberen Tiefenstufe zeigt sich eine

unspezifische Hintergrundabsorption, die sowohl auf den Kontrollparzellen als auch auf den Bt-Mais-Parzellen zu verzeichnen ist. Hierbei sind keine signifikanten Unterschiede in den Messwerten beider Gruppen vorhanden. Wie wir in früheren Messungen bereits festgestellt haben, sind diese leicht erhöhten Messwerte auf den höheren Anteil an organischer Substanz im Oberboden zurückzuführen, der im Cry1Ab-ELISA zu nicht-Cry1Ab-spezifischen Signalen führen kann.



**Abbildung 89: ELISA-Messwerte für Cry1Ab-Protein in Bodenproben des GVO-Feldversuchs Köllitsch im Juni 2009 nach drei Jahren Versuchsanbau**

Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen aus drei Cry1Ab-Bestimmungen je Bodenprobe einer Einzelparzelle, die mit konventionellem Mais (orange Balken) oder Bt-Mais (blaue Balken) bewirtschaftet wurde. Schwarz gestrichelt ist die analytische Nachweisgrenze von 0,4 ng Cry1Ab-Protein g<sup>-1</sup> Boden gezeigt.



**Abbildung 90: Zusammenfassende Darstellung der Cry1Ab-Protein Analysen in Bodenproben vom GVO-Feldversuch Köllitsch nach drei Jahren Bt-Mais (MON810) Versuchsanbau**

Gezeigt sind die Cry1Ab-Protein-Messwerte in Boden der zwei Anbauvarianten konventionelle Maissorte DKC 3420 unbehandelt (orange Balken) und Bt-Mais DKC 3421 YG (blaue Balken) im Ober- und Unterboden. Mittelwerte und Standardabweichungen wurden aus drei Parzellen-Wiederholungen im Feldversuch errechnet. Die analytische Nachweisgrenze von 0,4 ng Cry1Ab-Protein g<sup>-1</sup> Boden ist schwarz gestrichelt.

## 12.5 Zusammenfassung zu den Bodenuntersuchungen

Zusammenfassend zeigen unsere Ergebnisse für den GVO-Versuchsstandort Köllitsch, dass das in den Boden eingetragene insektizide Cry1Ab-Protein aus Maispflanzen bis zum Juni des Folgejahres nach drei Jahren Bt-Mais (MON810)-Anbau vollständig abgebaut wurde. Es fand auf diesem Standort keine nachweisliche Akkumulation von Cry1Ab-Protein nach dreijährigem Bt-Mais (MON810)-Anbau statt.

# 13 Beobachtungsergebnisse aus dem Projekt 2006 - 2007

## 13.1 Bodenbiologische Aktivität

Dr. Oliver Roscher - Büro für Boden- und Umweltanalysen Halle

Die Untersuchungen zur Bodenbiologischen Aktivität auf dem Versuchsfeld Köllitsch wurden von Dr. Oliver Roscher, Büro für Boden- und Umweltanalysen Halle, durchgeführt.

### 13.1.1 Einleitung

Im Jahre 2006 wurde auf einem Ackerschlag in der Elbaue bei Köllitsch (Sachsen) ein Köderstreifentest mit dem Ziel durchgeführt, die Auswirkungen unterschiedlicher Maissorten (konventionelle Sorte bzw. Bt-Mais) und einer Insektizidapplikation auf die bodenbiologische Aktivität zu bewerten.

Im Frühsommer 2007 wurde dieser Test wiederholt und ein zweiter Standort in die Untersuchungen einbezogen. Im Herbst 2007 wurde in der bestehenden Versuchsanordnung in Köllitsch ein weiterer Test zur Überprüfung der bisherigen Ergebnisse durchgeführt.

### 13.1.2 Material und Methoden

#### Köderstreifentest

Allgemeine Angaben zum Köderstreifentest (Bait Lamina Test) befinden sich im Bericht zu den Untersuchungen im Jahr 2006 sowie in DUNGER & FIEDLER (1989).

### 13.1.3 Untersuchungsfläche und Versuchsvarianten

Der Köderstreifentest wurde in drei Versuchsvarianten auf einem Ackerschlag in der Elbaue bei Köllitsch durchgeführt. Die Untersuchungsvarianten unterschieden sich in der Sorte der angebauten Kulturart Mais (konventionelle Sorte bzw. Bt-Mais) sowie in der chemischen Behandlung (mit bzw. ohne Einsatz eines Insektizides). Bezeichnung, Lage und differenzierende Bewirtschaftungsmerkmale gehen aus Tab. 51 hervor.

**Tabelle 51: Bezeichnung, Lage und differenzierende Bewirtschaftungsmerkmale der Untersuchungsflächen**

Variante	differenzierende Bewirtschaftungsmerkmale
1	konventionelle Maissorte (ohne Insektizidapplikation)
2	konventionelle Maissorte + Insektizid
3	Bt-Mais (ohne Insektizidapplikation)

#### 13.1.4 Exposition der Köderstreifen

Die Köderstreifen (Abb. 91) wurden auf der Versuchsfläche nach erfolgter Ernte des Maises am 08.11.07 expositioniert. Je Versuchsvariante wurden an drei Testpunkten (Abstand zwischen den Testpunkten ca. 24 m) jeweils 16 Köderstreifen in den Boden eingebracht. Je Untersuchungsfläche standen damit 48 Köderstreifen für die spätere Auswertung zur Verfügung. Die Anordnung der Köderstreifen erfolgte nebeneinander innerhalb einer Maisreihe (Abstand zwischen den Köderstreifen ca. 20 cm).



**Abbildung 91: Köderstreifen nach der Entnahme aus dem Boden**

Die Köderstreifen wurden am 03.12.07 eingeholt.

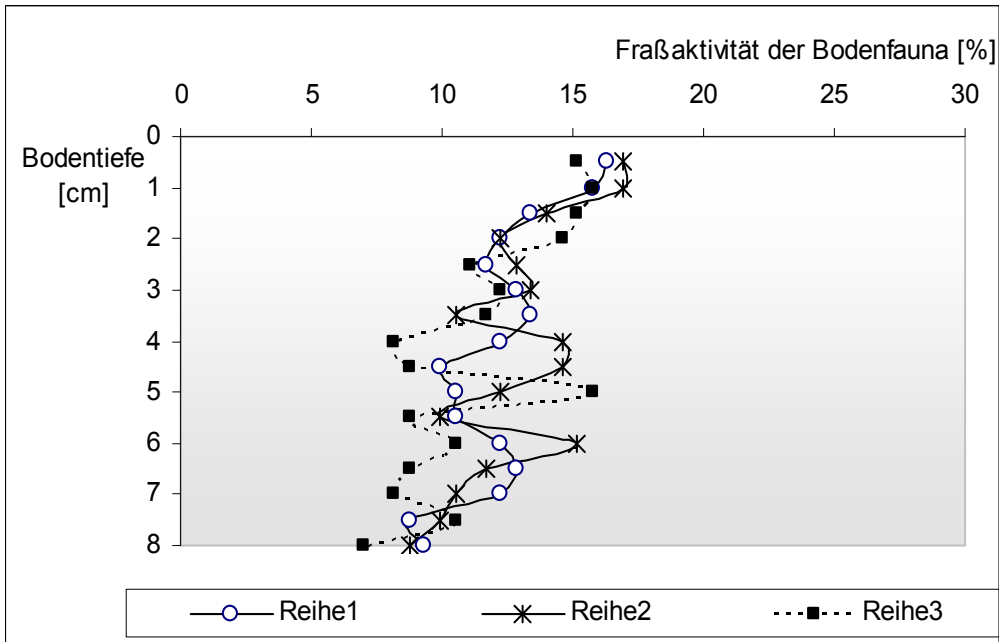
#### 13.1.5 Ergebnisse

In Abb. 92 und 93 sind die Ergebnisse des Köderstreifen-Tests für den Beprobungstermin im Herbst 2007 dargestellt. In den Abbildungen wird die durchschnittliche Fraßaktivität der Bodenfauna für eine Expositionszeit von einer Woche wiedergegeben.

Abb. 92 zeigt die prozentualen Fraßraten je Woche für alle Tiefenstufen im Abstand von 0,5 cm. In Abb. 93 sind die Fraßraten für jeweils drei Tiefen gemittelt dargestellt. Die Punkte der Kurven zeigen somit jeweils die gemittelte Aktivität von 1,5 cm mächtigen Bodenschichten mit den Mittelpunkten in 1,0 cm; 2,5 cm; 4,0 cm; 5,5 cm; 7,0 cm Tiefe.

Die Kurvenverläufe in Abb. 92 und 93 weisen im Vergleich der Versuchsvarianten einen tendenziell übereinstimmenden Verlauf auf. Dabei nimmt die Fraßaktivität 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 Abb. 93 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.



**Abbildung 92: Fraßaktivitäten der Bodenfauna pro Woche in den Versuchsvarianten**

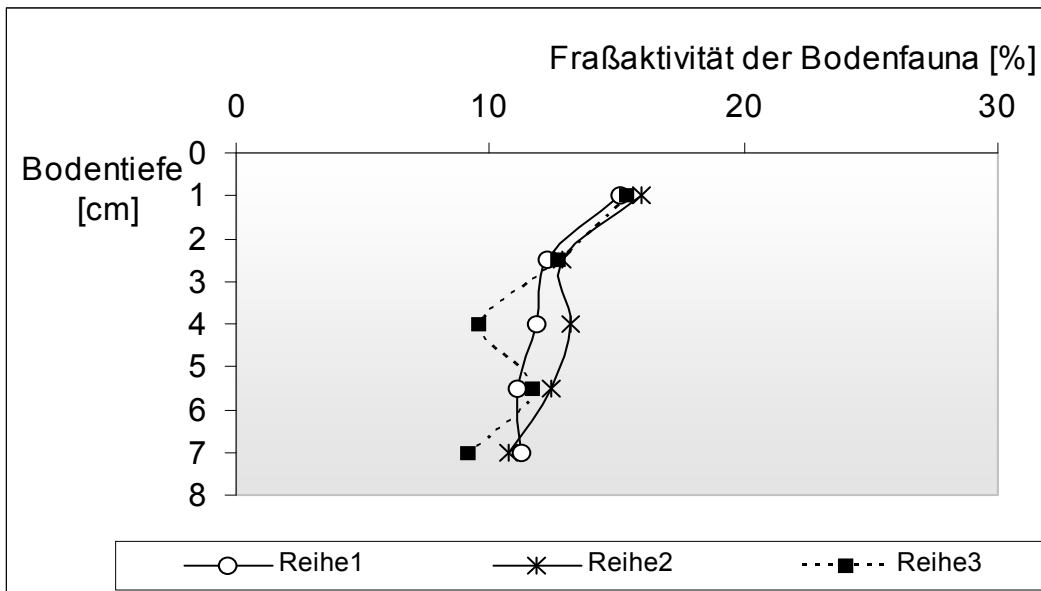
Reihe 1: konventionelle Maissorte

Reihe 2: konventionelle Maissorte + Insektizid

Reihe 3: Bt-Mais

Die Gesamtzahl der je Woche durchfressenen Köder unterscheidet sich im Vergleich der Versuchsvarianten mit Werten von 93 (Variante 1); 98 (Variante 2) und 87 (Variante 3), entsprechend Gesamtfraßraten von 12,1 %; 12,8 % und 11,4 % nur geringfügig und waren statistisch nicht signifikant (U-Test,  $p \leq 0,05$ ).

Der detaillierte Versuchsbericht liegt im LfULG vor.



**Abbildung 93: Fraßaktivitäten der Bodenfauna pro Woche in den Versuchsvarianten (Bezeichnung s. o.). Jeder Punkt der Kurven entspricht den gemittelten Aktivitäten dreier aufeinanderfolgender Beprobungstiefen.**

## Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen im Herbst 2007 zeigen ein weiteres Mal, dass zum Zeitpunkt der Erhebungen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Fraßaktivität der Bodenfauna in den verschiedenen Versuchsvarianten bestanden. Somit wurden die Befunde der Untersuchungen im Jahre 2006 und im Frühsommer 2007 bestätigt.

Bestehende Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten hinsichtlich der Gesamtfraßaktivität sowie der Fraßaktivität in einzelnen Tiefenstufen konnten zu keinem Untersuchungstermin statistisch gesichert werden. Es kann somit geschlussfolgert werden, dass unter vergleichbaren Bedingungen, wie sie am Versuchsstandort Köllitsch herrschen, der Anbau von Bt-Mais sowie der Einsatz des verwendeten Insektizids in entsprechender Dosis die Umsatzleistungen der Bodenfauna (Abbau und Mineralisation organischer Stoffe) nicht beeinflussen.

### 13.1.6 Zusammenfassung zur bodenbiologischen Aktivität

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde der Köderstreifentest genutzt, um die Auswirkungen unterschiedlicher Maissorten und einer Insektizidapplikation auf die bodenbiologische Aktivität zu bewerten.

Der Köderstreifentest wurde in den Versuchsvarianten „Konventionelle Maissorte“ (ohne Insektizidapplikation), „Konventionelle Maissorte mit Insektizidapplikation“ und „Bt-Mais“ (ohne Insektizidapplikation) beginnend am 19.10.06 durchgeführt. Die Expositionszeit betrug 25 Tage.

Die Ergebnisse des Köderstreifentests zeigten wie bereits frühere Untersuchungen im Jahre 2006 und im Frühsommer 2007 keinen messbaren Einfluss der Prüffaktoren auf die Fraßaktivität der Bodenfauna in den verschiedenen Versuchsvarianten.

Literatur:

DUNGER, W. & H.-J. FIEDLER (1989): Methoden der Bodenbiologie. 4. Auflage. Fischer Verlag, Jena

## 13.2 Nichtzielorganismen

Angela Kühne – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

### 13.2.1 Material und Methoden, Durchführung

Der Ausdruck „Nichtzielorganismen“ umfasst sämtliche nicht-pflanzliche Organismen, die sich von den ggf. vorsätzlich bekämpften Arten unterscheiden und durch das Vorhandensein eines Transgens in einer Pflanze negativ beeinflusst werden könnten (siehe Bericht UFZ Leipzig-Halle, S. 88 ff.).

Eine exakte Determination von Arten und Unterarten konnte im Rahmen des Projektes nicht erfolgen. Trotzdem sollten mögliche Auffälligkeiten bzw. Unterschiede zwischen den Varianten mit und ohne Insektizid bzw. Bt-Mais im Parzellenversuch dokumentiert werden. Die Bonituren, die in den Jahren 2006 und 2007 stattfanden, müssen als visuelle Beobachtungen betrachtet werden. 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 wurde nur bei Florfliegen vorgenommen.

Die Bonitur der Nichtzielorganismen erfolgte in beiden Versuchsjahren in den Monaten Juli bis Anfang August, wenn mit möglichst vielen Individuen 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. Erfasst wurde die Befallshäufigkeit (Anzahl besiedelter Pflanzen). Zusätzlich wurde bei den Blattläusen die Befallsstärke (Anzahl der Individuen pro Pflanze) aufgenommen. Dabei wurden alle oberirdischen Pflanzenorgane einschließlich der Blattunterseiten visuell untersucht.

Die Bonituren fanden 14 Tage (2006) bzw. 12 Tage (2007) nach der chemischen Behandlung statt. 2006 wurden zur Datenaufnahme 150 Maispflanzen pro Variante visuell untersucht. 2007 war aus Zeitgründen eine Reduzierung auf 75 Maispflanzen notwendig.

### 13.2.2 Ergebnisse

#### 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 geringeres Blattlausauftreten 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 nirgends gefunden, was mit der trockenen Witterung zusammenhing.

In Abb. 94 werden die Nichtzielorganismen in den verschiedenen Varianten dargestellt.

Datum der Bonitur: 27.07.06 (BBCH 71); n=150

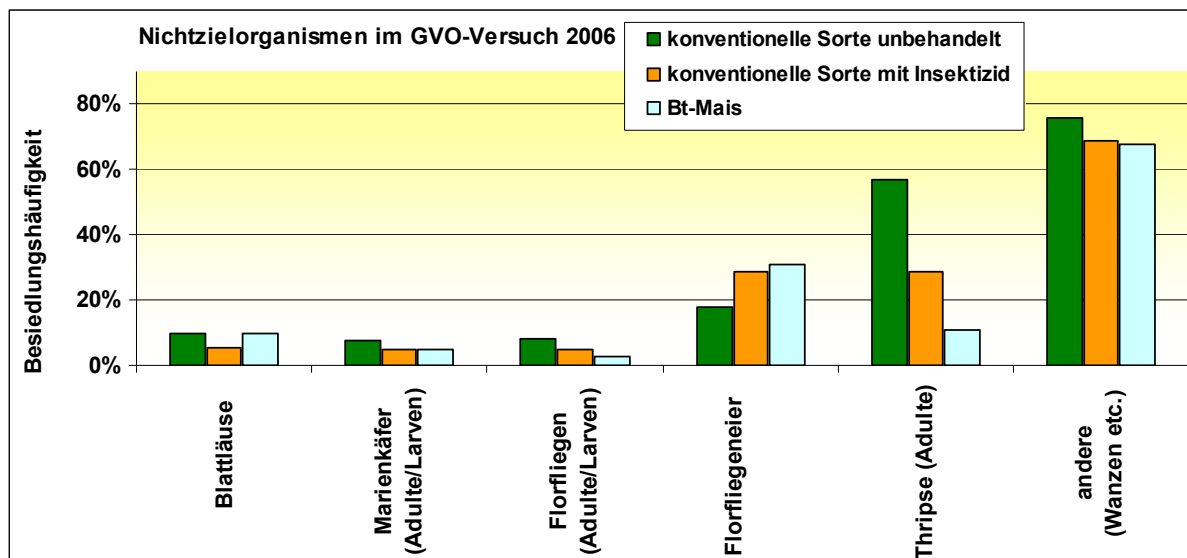


Abbildung 94: Anzahl besiedelter Maispflanzen durch Nichtzielorganismen im GVO-Versuch 2006

Der Befall durch Blattläuse war 2006 im Versuch sehr gering. Die gleiche Situation zeigte sich auch in den Praxisschlägen. In Abb. 95 ist die Befallsstärke der Blattläuse im Versuch dargestellt:



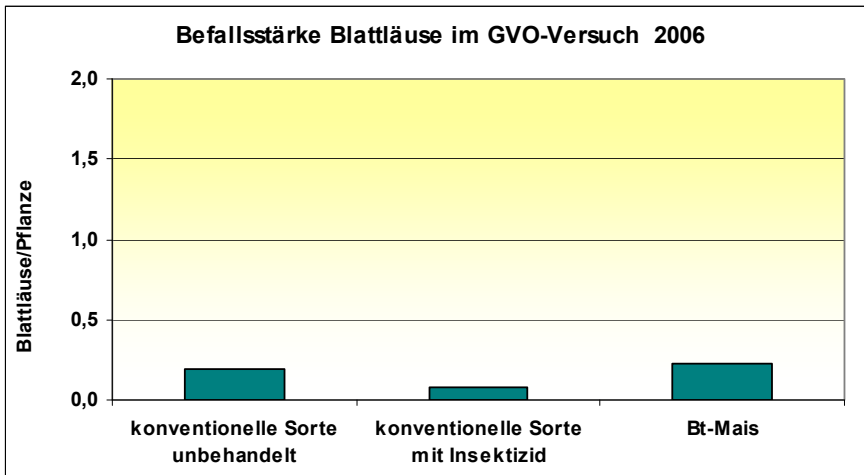


Abbildung 95: Befallsstärke Blattläuse in den Varianten, GVO-Versuch 2006

### 2007

- höheres Blattlausauftreten als im Vorjahr;
- die chemisch behandelte konventionelle Sorte wies die höchste Befallshäufigkeit durch Blattläuse auf, dort auch die höchste Befallsstärke (Abb. 97); 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.

Die Abb. 96 zeigt die Nichtzielorganismen im GVO-Versuch 2007; Abb. 97 die Befallsstärke durch Blattläuse.

Datum der Bonitur: 30.07.07 (BBCH 71); n=75

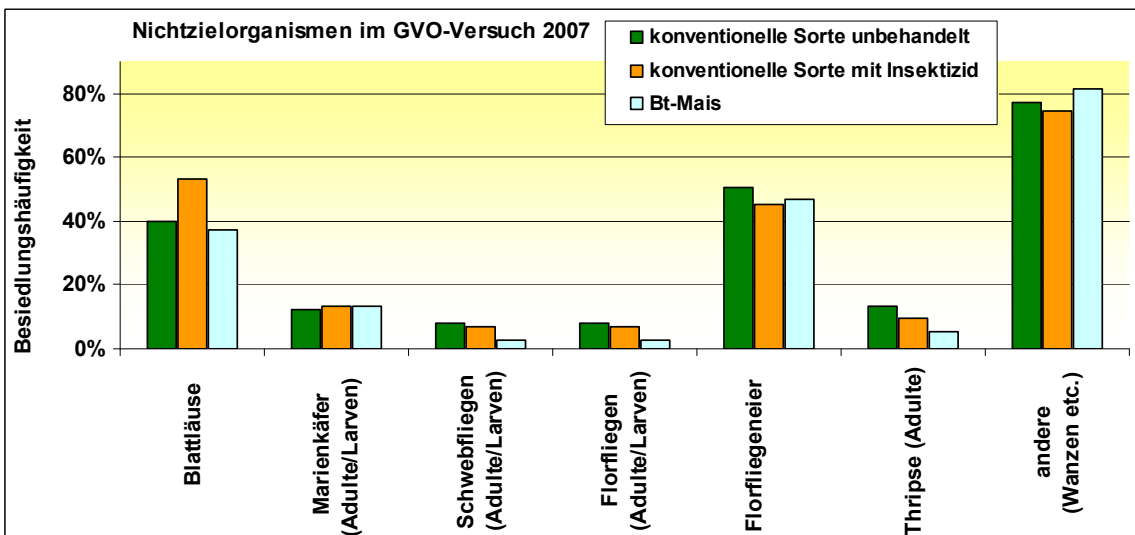


Abbildung 96: Anzahl besiedelter Maispflanzen durch Nichtzielorganismen im GVO-Versuch 2007

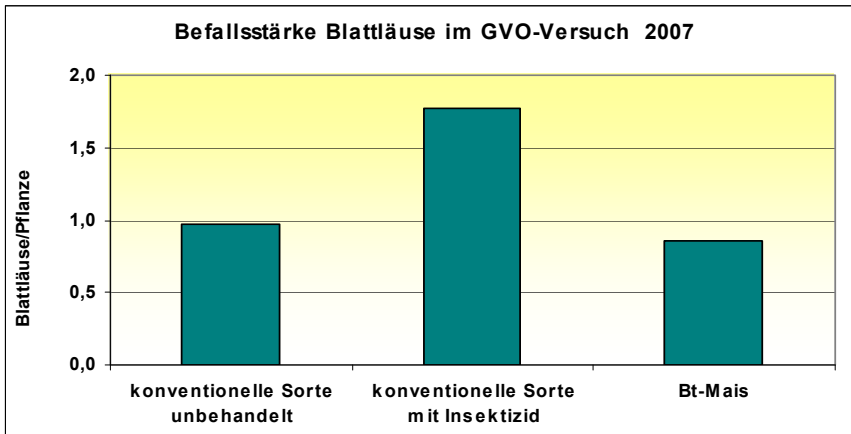


Abbildung 97: Befallsstärke Blattläuse; n=75

Bienen sowie andere Schmetterlingsarten wurden 2006 und 2007 im Bestand nicht beobachtet, nur in sehr seltenen Fällen einige Exemplare der Familie der Weißlinge im Randbereich, welche vom Feldrain einflogen und sich auf Distelgewächsen der Parzellenzwischenräume niederließen.

### 13.2.3 Zusammenfassung der Beobachtungen zu Nichtzielorganismen

Die Bonituren zu Nichtzielorganismen im GVO-Versuch Köllitsch hatten lediglich beobachtenden Charakter. Auffälligkeiten zu Fehlen oder starker Verminderung einzelner Artengruppen in der Insektizidvariante bzw. im Bt-Mais konnten nicht festgestellt werden. Zu Auswirkung von Bt-Mais auf Nichtzielorganismen muss auf Ergebnisse entsprechender Untersuchungseinrichtungen und Institutionen verwiesen werden. Einen guten Überblick gibt die Broschüre „Agrogentechnik & Naturschutz – Risiken des Anbaus für Schmetterlinge & Co“, herausgegeben 12/2009 vom Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V., gefördert vom Bundesamt für Naturschutz. Gute Informationsmöglichkeiten zum Thema bietet auch die Internetseite [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de).

## 14 Zusammenfassende Diskussion und Schlussfolgerungen

Angela Kühne, Birgit Pölit, Uwe Mildner – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

### 14.1 Ergebnisse des Projektes

Ziel des Projektes war der Vergleich des Anbaus von Bt-Mais und herkömmlichem Mais unter sächsischen Bedingungen anhand pflanzenbaulicher und ökonomischer Daten.

#### Erträge und Ökonomie

Bei vergleichenden Untersuchungen von konventionellem Mais, Bt-Mais und insektizidbehandeltem Mais wurden in einem vierjährigen Exaktversuch (davon drei Jahre mit Bt-Mais) signifikante Unterschiede weder im Wachstumsverhalten noch im Ertragsgeschehen festgestellt. Somit konnten hier die Mehrkosten der Maßnahmen (Insektizid bzw. Bt-Mais) gegenüber der unbehandelten Variante nicht über eine bessere Leistung ausgeglichen werden, ökonomische Vorteile waren in keinem Versuchsjahr zu verzeichnen.

Erhebungen in Praxisbetrieben hingegen brachten differenzierte Ergebnisse bezüglich der Ernteerträge. Mögliche ökonomische Vorteile von Bt-Mais sind wegen der kostengünstigeren Produktion eher bei Silomais als bei der Nutzung als Körnermais zu erwarten. Dies gilt auch für die Variante mit Insektizideinsatz. Maßnahmen gegen Maiszünsler bedeuten nicht zwingend eine Ertragssteigerung, jedoch sind sie in gefährdeten Gebieten zur Risikominderung von Ertragsausfällen geeignet.

Als Schadschwellen wurden bei Silomais ca. 5 % Ertragsverlust, bei Körnermais ca. 3 - 7 dt/ha der konventionellen Sorte ermittelt. Die Schadschwelle lässt sich nicht an der Befallsstärke des Maiszünslers bemessen, weil bei gleichem Befall die Schadwirkung sehr unterschiedlich ausfallen kann.

Im Silomais sind durch Maiszünslerbefall Verluste im Energieertrag möglich, vor allem bei Schädigung der Pflanzen durch Stängelbruch unterhalb des Maiskolbens. Die Differenzen zu gesunden Pflanzen können durchaus 15 – 40 % des Energieertrages ausmachen.

### Schaderregerauftreten und -bekämpfung

Eine schlagspezifische Prognose zum Maiszünslerbefall ist zum Zeitpunkt der Aussaat bzw. in der Wachstumsphase der Maispflanzen nach derzeitigem Wissensstand nicht möglich.

Teilweise wurden große Unterschiede in der Befallshäufigkeit zwischen benachbarten Schlägen festgestellt. Die Befallswerte in einem eng begrenzten Gebiet können stark streuen. Eine Anfälligkeit bestimmter Maissorten gegenüber Maiszünslerbefall konnte nicht beobachtet werden. Im Bt-Mais trat in keinem Versuchsjahr Maiszünslerbefall auf. Somit eignet sich Bt-Mais zur Minimierung von Ertragsverlusten durch den Maiszünslers. Auf Grund des derzeitigen Anbauverbotes von Bt-Mais muss auf diese Strategie zur Schadensvorsorge verzichtet werden. Höchste Priorität haben weiterhin die ackerbaulichen Maßnahmen zur Eindämmung der Maiszünslerspopulation.

Durch den Einsatz von Insektizid wurden innerhalb des Projektes bei optimalem Applikationstermin gute bis sehr gute Wirkungsgrade bei der direkten Maiszünslerbekämpfung erzielt.

### Futterqualität

Eine Verbesserung der Silagequalität durch den Anbau von Bt-Mais bzw. den Einsatz von Insektizid konnte im Exaktversuch unter dem gegebenen Befallsdruck durch den Maiszünslers nicht nachgewiesen werden.

### Auskreuzung

Die Ergebnisse der Auskreuzungsuntersuchungen zeigen, dass bei dem in der Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung festgelegten Abstand zwischen Bt-Mais und konventionellem Mais von 150 m GVO-Auskreuzungen nur noch im Spurenbereich zu verzeichnen sind. Bereits nach 75 m lag die Einkreuzung bei  $\leq 0,1$  %.

### GVO-Eintrag in Honig

Bei den Untersuchungen von Honig auf Bt-Maispollengehalt sind ebenfalls nur Anteile im Spurenbereich festgestellt worden. Die Kennzeichnungsschwelle von 0,9 % wird deutlich unterschritten. Jedoch ist Bt-Maispollen auch in Bienenvölkern abseits von Bt-Mais nachweisbar, was die Einhaltung einer Null-Tolleranz-Grenze nicht mehr ermöglicht. Rechtliche Entscheidungen zur Bewertung von Honig und dessen mögliche GVO-Anteile stehen derzeit noch aus.

### Nachweis von Bt-Protein im Boden

Bodenuntersuchungen nach dreijährigem Bt-Maisanbau zeigten, dass eine Akkumulation des insektiziden Bt-Proteins nicht nachgewiesen werden konnte.

### Nichtzielorganismen

Beobachtungen von Nichtzielorganismen sowie Tests zur Bodenfauna zeigten keine Auffälligkeiten zwischen Bt-Mais und konventionellem Mais sowie im Vergleich zur Insektizidvariante.

## 14.2 Ausblick

Zur Eindämmung des Maiszünslerbefalls sind vorrangig ackerbauliche Maßnahmen zu empfehlen (tiefer Schnitt zu Ernte, bodennahe Zerkleinerung der Stoppeln, Unterpflügen der Pflanzenreste). Daneben können wegen des weiterhin bestehenden Anbauverbotes für Bt-Mais nur biologische und chemische Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Maiszünslers eingesetzt werden. Für beide Verfahren steht für einen optimalen Bekämpfungserfolg jeweils nur ein kurzes Zeitfenster zur Verfügung. Diese Termine werden mithilfe verschiedener Überwachungsmethoden ermittelt und über den amtlichen Warndienst signalisiert. Es handelt sich hierbei um Hoheitsaufgaben nach § 34 PflSchG.

Als Ersatz für den Lichtfallenstandort Köllitsch wurde ein neuer Standort im Dresdner Raum in einem Landwirtschaftsbetrieb eingerichtet. Dieser soll wegen des hohen Befallsdrucks im Gebiet in den nächsten Jahren fest in die Schaderregerüberwachung integriert werden.

2009 wurden erfolgreich Pheromonfallen mit neuem Pheromonmuster und Fallentyp eingesetzt. Wegen deren selektivem Fang, geringem Zeit- und Kostenaufwand und leichterem Handhabung ist eine intensivere Einbeziehung dieser Überwachungsmethode vorgesehen.

Eine Weiterführung der Untersuchungen zum Anbau von GVO-Mais ist derzeit nicht vorgesehen.

In den kommenden Jahren ist ein weiterer Anstieg der Maisanbauflächen, bedingt durch die ansteigende Biogaserzeugung, zu erwarten. Durch die zunehmende Anbaukonzentration ist eine weitere Verschärfung der phytosanitären Situation sehr wahrscheinlich. Mithilfe der Schaderregerüberwachung muss die weitere Entwicklung des Maiszünslers kontrolliert werden.

Seit 2009 besteht die Möglichkeit, im Internet unter [www.isip.de](http://www.isip.de), dem „Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion“, die Prognose zum Flugbeginn des Maiszünslers abzurufen und die aktuellen Ergebnisse der Maiszünslüberwachung einzusehen. Hierfür und für die Signalisierung der Behandlungstermine über den Warndienst ist ein ausreichendes Überwachungsnetz des Maiszünslers notwendig. Die Ergebnisse des Projektes belegen diese Anforderung.

Die Betroffenheit der Imker scheint durch die Untersuchungen zum Polleneintrag in den Honig belegt. Eine breite Diskussion zur tatsächlichen Gefahr für das Produkt Honig und für den Verbraucher sowie zur Koexistenz verschiedener Produktionsverfahren sollte trotz derzeitigem Verbot von MON810 geführt werden.

Ungeachtet des Anbauverbotes von GV-Pflanzen sollte weiterhin eine offene Diskussion zum Thema erfolgen.

#### **Danksagung**

Das LfULG bedankt sich bei allen beteiligten Landwirtschaftsbetrieben für die gute Zusammenarbeit. Dies betrifft vor allem die Ermittlungen der Ernteerträge und die Datenerfassung für die ökonomische Bewertung, aber auch die Mitarbeit beim Monitoring des Maiszünslers. Dank auch an das Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf, das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und BioChem agrar.

# 15 Anhang

## Anhang 1:

### Ergebnisse der Bodenuntersuchungen und Düngungsempfehlung für die Erntejahre 2006 - 2009 auf der Versuchsfläche des LVG Köllitsch

Herbst 2005: Düngung von 448 dt/ha Stallmist (überwiegend Schafdung)

#### Bodenuntersuchung und Düngungsempfehlung für das Erntejahr 2006

NH <sub>4</sub> (0-30 cm)	91 kg/ha	Humus	1,7 %
NO <sub>3</sub> (0-30 cm)	13 kg/ha	pH-Wert	6,6
NH <sub>4</sub> (30-60 cm)	86 kg/ha	P-Gehalt	12,1 mg/100g
NO <sub>3</sub> (30-60 cm)	16 kg/ha	K-Gehalt	17,8 mg/100g
N <sub>min</sub>	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	

#### Bodenuntersuchung und Düngungsempfehlung für das Erntejahr 2007

NH <sub>4</sub> (0-30 cm)	1 kg/ha	Humus	1,9 %
NO <sub>3</sub> (0-30 cm)	36 kg/ha	pH-Wert	6,5
NH <sub>4</sub> (30-60 cm)	2 kg/ha	P-Gehalt	8,9 mg/100g
NO <sub>3</sub> (30-60 cm)	56 kg/ha	K-Gehalt	12,5 mg/100g
N <sub>min</sub>	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	

Trotz Empfehlung einer N-Düngegabe wurde auf diese wegen extrem trockener Witterungsbedingungen zum möglichen Ausbringetermin verzichtet.

#### Bodenuntersuchung und Düngungsempfehlung für das Erntejahr 2008

NH <sub>4</sub> (0-30 cm)	0 kg/ha	Humus	2,0 %
NO <sub>3</sub> (0-30 cm)	21 kg/ha	pH-Wert	6,6
NH <sub>4</sub> (30-60 cm)	0 kg/ha	P-Gehalt	11,00 mg/100g
NO <sub>3</sub> (30-60 cm)	20 kg/ha	K-Gehalt	15,80 mg/100g
N <sub>min</sub>	41 kg/ha	Mg-Gehalt	12,05 mg/100g
Empfehlung für 1., 2. und 3. Gabe: 90 kg N/ha		Empfehlung für P, K, Mg und Ca: 0	

Düngung am 5.5.08 Rindergülle mit 46,3 kg N/ha

#### Bodenuntersuchung und Düngungsempfehlung für das Erntejahr 2009

NH <sub>4</sub> (0-30 cm)	7,8 kg/ha	Humus	2,5 %
NO <sub>3</sub> (0-30 cm)	20,2 kg/ha	pH-Wert (D)	6,55
NH <sub>4</sub> (30-60 cm)	8,2 kg/ha	P-Gehalt (E)	11,8 mg/100g
NO <sub>3</sub> (30-60 cm)	15,3 kg/ha	K-Gehalt (E)	19,5 mg/100g
N <sub>min</sub>	52,0 kg/ha	Mg-Gehalt (E)	15,0 mg/100g
Empfehlung für 1., 2. und 3. Gabe: 1. Gabe: 110 kg N/ha 2. Gabe: 30 kg N/ha 3. Gabe: 0,0 kg N/ha		Empfehlung für P, K, Mg und Ca: für P, K, Mg = 0 kg CaO = 430 kg /ha	

Anhang 2:

Mykotoxinuntersuchungen Praxisschläge 2009: Desoxygenivalenol

**DON** µg/kg

	Boniturpunkt	befallsfrei	Fraß im Stengel	Bruch unter Kolben
1	1	49	79	569
	2	49,00	507,00	<b>1740,00</b>
	3	332,00	56,00	49,00
	4	<b>3915,00</b>	49,00	49,00
	<b>Mittelwert</b>	<b>1086,25</b>	<b>172,75</b>	<b>601,75</b>
2	5	<b>3300,00</b>	1545,00	369,00
	6	269,00	797,00	168,00
	7	68,00	<b>2790,00</b>	58,00
	8	395,00	426,00	206,00
	<b>Mittelwert</b>	<b>1008,00</b>	<b>1389,50</b>	<b>200,25</b>
3	9	50,00	50,00	706,00
	10	50,00	51,00	558,00
	11	50,00	<b>3105,00</b>	233,00
	12	1515,00	202,00	<b>2200,00</b>
	<b>Mittelwert</b>	<b>416,25</b>	<b>852,00</b>	<b>924,25</b>
4	13	86,00	61,00	1322,00
	14	34,00	84,00	196,00
	15	50,00	50,00	50,00
	16	50,00	<b>3300,00</b>	138,00
	<b>Mittelwert</b>	<b>55,00</b>	<b>873,75</b>	<b>426,50</b>

DON µg/kg

Standort	befallsfrei	Fraß im Stengel	Bruch unter Kolben
1	<b>1086,25</b>	<b>172,75</b>	<b>601,75</b>
2	<b>1008,00</b>	<b>1389,50</b>	<b>200,25</b>
3	<b>416,25</b>	<b>852,00</b>	<b>924,25</b>
4	<b>55,00</b>	<b>873,75</b>	<b>426,50</b>

Anhang 3:

Mykotoxinuntersuchung Praxisschläge 2009: Zearalenon

**ZEA** µg/kg

	Boniturpunkt	befallsfrei	Fraß im Stengel	Bruch unter Kolben
1	1	10,00	10,00	295,00
	2	37,00	39,00	56,00
	3	41,00	19,00	143,00
	4	10,00	10,00	295,00
	<b>Mittelwert</b>	<b>24,50</b>	<b>19,50</b>	<b>197,25</b>
2	5	232,00	94,00	12,00
	6	23,00	19,00	53,00
	7	4,00	50,00	4,00
	8	127,00	93,00	21,00
	<b>Mittelwert</b>	<b>96,50</b>	<b>64,00</b>	<b>22,50</b>
3	9	7,00	4,00	6,00
	10	4,00	4,00	4,00
	11	4,00	52,00	4,00
	12	23,00	11,00	49,00
	<b>Mittelwert</b>	<b>9,50</b>	<b>17,75</b>	<b>15,75</b>
4	13	4,00	4,00	21,00
	14	4,00	15,00	4,00
	15	11,00	4,00	4,00
	16	4,00	46,00	4,00
	<b>Mittelwert</b>	<b>5,75</b>	<b>17,25</b>	<b>8,25</b>

ZEA µg/kg

Standort	befallsfrei	Fraß im Stengel	Bruch unter Kolben
1	<b>24,50</b>	<b>19,50</b>	<b>197,25</b>
2	<b>96,50</b>	<b>64,00</b>	<b>22,50</b>
3	<b>9,50</b>	<b>17,75</b>	<b>15,75</b>
4	<b>5,75</b>	<b>17,25</b>	<b>8,25</b>

**Anhang 4:**  
**Körnermaiserträge GVO-Versuch Köllitsch 2009**

Daten Ernte mit **Parzellenmähdröschler**, je 2 Reihen/Parzelle;  
 Erntedatum: 21.10.2009

	Mess- strecke (m)	x 1,5 m = Erntefläche (m <sup>2</sup> )	2009		2008		
			kg /Erntefläche	dt/ha	TS (%)		
			Waage (2 Reihen)	bei gegebener TS	21.10.2009	dt/ha bei 86% TS	dt/ha bei 86% TS
<b>1a</b>	100	150,00	323,8	215,86	60,2	<b>151,0</b>	90,5
<b>1b</b>	100	150,00	202,4	134,91	59,1	<b>92,7</b>	73,2
<b>1c</b>	100	150,00	166,0	110,63	61,0	<b>78,4</b>	58,2
<b>2a</b>	100	150,00	219,1	146,08	60,5	<b>102,8</b>	89,8
<b>2b</b>	100	150,00	200,1	133,38	61,6	<b>95,6</b>	76,0
<b>2c</b>	100	150,00	192,8	128,55	60,6	<b>90,6</b>	64,7
<b>3a</b>							
<b>3b</b>							
<b>3c</b>							

Varianten: 1 = konventionelle Sorte, unbehandelt; 2 =konventionelle Sorte mit Insektizid;  
 3 = entfällt 2009 (nationales Anbauverbot für Bt-Mais)



**Anhang 5:**  
**Erfassungsbogen für die Ökonomische Bewertung**

Erfassungsbogen für die ökonomische Bewertung des Bt-Maisanbaus					
Betrieb, Rechtsform					
Straße					
PLZ, Ort					
Telefon/Fax/E-Mail					
Ansprechpartner					Datum:
Auswertungsjahr/Ernte	2008				
<b>Standortbeschreibung</b>					
Entstehung (Lö, D, V, Al)		mittl. Jahrestemperatur ° C			
mittlere Ackerzahl		Jahresniederschlag mm			
Bemerkungen/Besonderheiten					
<b>Flächenkosten</b>					
Pacht		EUR/ha			
Grundsteuer		EUR/ha			
Berufsgenossenschaft		EUR/ha			
Kalkung		EUR/ha			
Dünger + Ausbringung als durchschnittl. jährl. Aufwand /ha AF					
Leistungsberechnung der Varianten					
<b>Fruchtart</b> (Körner- oder Silomais)					
Bewirtschaftung (z.B. pfluglos)					
<b>Vergleichsvarianten</b>					
Sorte/Typ					
Fläche	ha				
Zünlserbefall	%				
<b>Erträge / Qualität</b>					
Bruttoertrag (feucht/Frischmasse)	dt/ha				
TS-Gehalt	%				
Nettoertrag (Basisfeuchte/TM)	dt/ha				
Siliverluste (bei Silomais)	%				
<b>Preise / Bewertung</b>					
Körnermais	EUR/dt				
<b>Leistung</b>					
Marktleistung	EUR/ha				
Sonstige Leistungen	EUR/ha				
Summe Leistungen	EUR/ha				

Erfassungsbogen für die ökonomische Bewertung des Bt-Maisanbaus									
Direktkosten der Varianten									
<b>Saatgut</b>									
Aussaatmenge	E/ha, kg/ha								
Zukaufspreis	EUR/dt, E								
<i>Kosten</i>	<i>EUR/ha</i>								
<b>Düngemittel</b>									
<b>mineralischer Dünger</b>									
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								
<i>Kosten</i>	<i>EUR/ha</i>								
<b>organischer Dünger + TS-Angabe</b>									
z.B. Rindergülle, 8% TS	m³/ha, t/ha								
Organische Dünger									
Preise/Bewertung	EUR/Einh.								
<i>Kosten</i>	<i>EUR/ha</i>								
<b>Pflanzenschutzmittel</b> 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
<i>Kosten gesamt</i>	<i>EUR/ha</i>								
<b>Hagelversicherung</b>	<i>EUR/ha</i>								
<b>Trocknung</b>									
Ausgangsfeuchte	%								
Kosten	EUR/dt								
<i>Kosten</i>	<i>EUR/ha</i>								
<b>sonstige Direktkosten</b> (Beiträge, Gebühren für Reinigung, Beprobung, Verwaltung ... )									
	EUR/ha								
	EUR/ha								
	EUR/ha								
<b>Direktkosten ges.</b>	<b>EUR/ha</b>								



Anhang 6:

Detaillierte Ergebnisse der Untersuchung von Honig und Bienenbrot 2009

Länderinstitut für Bienenkunde

Hohen Neuendorf e.V.

13.11.2009



## Untersuchung von Bienenbrot, Honig aus Wabenstücken und Schleuderhonig auf Maispollen

Koordination: Dr. Birgit Lichtenberg-Kraag

Pollenanalyse: Einar Etzold

Aufarbeitung Bienenbrot und Honig: Dr. Birgit Lichtenberg-Kraag, Einar Etzold

**Länderinstitut für Bienenkunde  
Hohen Neuendorf e.V.**  
Friedrich-Engels-Str. 32  
D- 16540 Hohen Neuendorf

Tel: 03303 / 2938 - 30  
Fax: 03303 / 2938 - 40  
E-Mail: [Bienenkunde@rz.hu-berlin.de](mailto:Bienenkunde@rz.hu-berlin.de)  
[http:// www2.hu-berlin.de/Bienenkunde](http://www2.hu-berlin.de/Bienenkunde)

**Bankverbindung**  
MBS Potsdam  
Konto Nr. 3704042306  
BLZ 160 500 00

Probenaufarbeitung:

Die Aufarbeitung des Schleuderhonigs für die Pollenanalyse erfolgte entsprechend DIN-Norm 10760. Der Honig aus den Wabenstücken wurde mittels eines Spatels herausgelöffelt und anschließend wie der Schleuderhonig weiterverarbeitet. Die Aufarbeitung vom Bienenbrot erfolgte entsprechend VDI-Richtlinie 4330/4.

## Ergebnisse

### Schleuderhonig:

Standort Schnaditz

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H1	4	0	Pinus	(Kiefer)	ja
Mais 09 H1	8	1	Betula	(Birke)	ja
Mais 09 H1	8	1	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H1	5	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 H1	0	0	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 H1	465	46	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H1	7	1	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H1	0	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H1	5	0	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H1	0	0	Lupinus	(Lupine)	nein
Mais 09 H1	7	1	Melilotus	(Steinklee)	nein
Mais 09 H1	217	22	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H1	4	0	Lotus	(Hornklee)	nein
Mais 09 H1	31	3	Robinia	(Scheinakazie)	nein
Mais 09 H1	3	0	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 H1	3	0	Rhamnus	(Faulbaum)	nein
Mais 09 H1	5	0	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 H1	19	2	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 H1	3	0	Hedera	(Efeu)	nein
Mais 09 H1	3	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 H1	0	0	Polemoniaceae	(Sperrkrautgew.)	nein
Mais 09 H1	3	0	Phacelia	(Büschelschön)	nein
Mais 09 H1	46	5	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 H1	12	1	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 H1	11	1	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H1	91	9	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 H1	3	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 H1	10	1	Helianthus annuus	(Sonnenblume)	nein
Mais 09 H1	19	2	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H1	1	0	Aster-Solidago-Typ	(Aster-Typ)	nein
Mais 09 H1	11	1	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H1	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1004				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H2	1	0	Thuja spec.	(Lebensbaum)	ja
Mais 09 H2	2	0	Betula	(Birke)	ja
Mais 09 H2	1	0	Humulus	(Hopfen)	nein
Mais 09 H2	3	0	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H2	3	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 H2	18	2	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 H2	244	24	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H2	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H2	7	1	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H2	29	3	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H2	5	0	Fragaria	(Erdbeere)	nein
Mais 09 H2	0	0	Lupinus	(Lupine)	nein
Mais 09 H2	0	0	Genista-Typ	(Ginster-Typ)	nein
Mais 09 H2	286	29	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H2	12	1	Robinia	(Scheinakazie)	nein
Mais 09 H2	0	0	Geranium	(Storchschnabel)	ja
Mais 09 H2	2	0	Ailanthus	(Götterbaum)	nein
Mais 09 H2	9	1	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 H2	23	2	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 H2	169	17	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 H2	0	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 H2	2	0	Hedera	(Efeu)	nein
Mais 09 H2	6	1	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 H2	2	0	Phacelia	(Büschelschön)	nein
Mais 09 H2	27	3	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 H2	1	0	Symphoricarpus	(Schneebeere)	nein
Mais 09 H2	17	2	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 H2	1	0	Campanulaceae	(Glockenblumengew.)	nein
Mais 09 H2	5	0	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H2	89	9	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 H2	1	0	Centaurea jacea-Typ	(Wiesenflockenblume-Typ)	nein
Mais 09 H2	0	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 H2	0	0	Helianthus annuus	(Sonnenblume)	nein
Mais 09 H2	26	3	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H2	0	0	Arctium	(Klette)	nein
Mais 09 H2	0	0	Artemisia-Typ	(Beifuß-Typ)	ja
Mais 09 H2	7	1	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H2	2	0,2	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1000				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H3	3	0	Pinus	(Kiefer)	ja
Mais 09 H3	0	0	Picea	(Fichte)	ja
Mais 09 H3	0	0	Betula	(Birke)	ja
Mais 09 H3	1	0	Humulus	(Hopfen)	nein
Mais 09 H3	6	1	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H3	0	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 H3	2	0	Chenopodiaceae	(Gänsefußgew.)	ja
Mais 09 H3	0	0	Ranunculus-Typ	(Hahnenfuß-Typ)	ja
Mais 09 H3	461	46	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 H3	211	21	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H3	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H3	3	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H3	8	1	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H3	1	0	Fragaria	(Erdbeere)	nein
Mais 09 H3	0	0	Medicago	(Luzerne)	nein
Mais 09 H3	110	11	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H3	0	0	Robinia	(Scheinakazie)	nein
Mais 09 H3	0	0	Ailanthus	(Götterbaum)	nein
Mais 09 H3	2	0	Aesculus	(Roßkastanie)	nein
Mais 09 H3	68	7	Impatiens parviflora	(Kleinblütiges-Springkraut)	nein
Mais 09 H3	8	1	Rhamnus	(Faulbaum)	nein
Mais 09 H3	0	0	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 H3	41	4	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 H3	3	0	Hedera	(Efeu)	nein
Mais 09 H3	2	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 H3	0	0	Convolvulus	(Ackerwinde)	nein
Mais 09 H3	6	1	Phacelia	(Büschelschön)	nein
Mais 09 H3	4	0	Verbascum	(Königskerze)	nein
Mais 09 H3	0	0	Catalpa	(Trompetenbaum)	nein
Mais 09 H3	10	1	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 H3	3	0	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 H3	0	0	Kolkwitzia amabilis	(Kolkwitzie)	nein
Mais 09 H3	10	1	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H3	33	3	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 H3	1	0	Centaurea scabiosa	(Scabiosenflockenblume)	nein
Mais 09 H3	0	0	Helianthus annuus	(Sonnenblume)	nein
Mais 09 H3	2	0	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H3	1	0	Arctium	(Klette)	nein
Mais 09 H3	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H3	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1000				

## Standort Großwig Feldmitte

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H4	1	0	Polygonum aviculare	(Vogelknöterich)	nein
Mais 09 H4	249	25	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H4	0	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 H4	0	0	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 H4	161	16	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H4	448	45	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 H4	0	0	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	ja
Mais 09 H4	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H4	0	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H4	53	5	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H4	56	6	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H4	1	0	Robinia	(Scheinakazie)	nein
Mais 09 H4	0	0	Vicia-Typ	(Wicken-Typ)	nein
Mais 09 H4	0	0	Acer platanoides	(Spitzahorn)	nein
Mais 09 H4	0	0	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 H4	2	0	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 H4	0	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 H4	0	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 H4	1	0	Calluna vulgaris	(Besenheide)	nein
Mais 09 H4	3	0	Convolvulus	(Ackerwinde)	nein
Mais 09 H4	2	0	Phacelia	(Büschelschön)	nein
Mais 09 H4	3	0	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 H4	0	0	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 H4	1	0	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H4	5	0	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 H4	4	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 H4	12	1	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H4	4	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H4	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1006				



AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H5	0	0	Polygonum aviculare	(Vogelknöterich)	nein
Mais 09 H5	604	60	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H5	10	1	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 H5	3	0	Chenopodiaceae	(Gänsefußgew.)	ja
Mais 09 H5	62	6	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H5	190	19	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 H5	0	0	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	ja
Mais 09 H5	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H5	0	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H5	24	2	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H5	30	3	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H5	0	0	Robinia	(Scheinakazie)	nein
Mais 09 H5	1	0	Vicia-Typ	(Wicken-Typ)	nein
Mais 09 H5	6	1	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 H5	0	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 H5	0	0	Calluna vulgaris	(Besenheide)	nein
Mais 09 H5	0	0	Convolvulus	(Ackerwinde)	nein
Mais 09 H5	11	1	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 H5	0	0	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 H5	39	4	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H5	5	0	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 H5	0	0	Centaurea jacea-Typ	(Wiesenflockenblume-Typ)	nein
Mais 09 H5	0	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 H5	0	0	Helianthus-Typ	(Sonnenblumen-Typ)	nein
Mais 09 H5	16	2	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H5	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H5	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1001				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H6	28	3	Polygonum aviculare	(Vogelknöterich)	nein
Mais 09 H6	239	24	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H6	0	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 H6	3	0	Chenopodiaceae	(Gänsefußgew.)	ja
Mais 09 H6	4	0	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 H6	171	17	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H6	374	37	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 H6	0	0	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	nein
Mais 09 H6	2	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H6	3	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H6	54	5	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H6	34	3	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H6	0	0	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 H6	0	0	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 H6	8	1	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 H6	0	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 H6	2	0	Convolvulus	(Ackerwinde)	nein
Mais 09 H6	1	0	Phacelia	(Büschelschön)	nein
Mais 09 H6	0	0	Majoranus-Typ	(Majoran-Typ)	nein
Mais 09 H6	6	1	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 H6	28	3	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 H6	14	1	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H6	14	1	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 H6	0	0	Centaurea jacea-Typ	(Wiesenflockenblume-Typ)	nein
Mais 09 H6	0	0	Helianthus annuus	(Sonnenblume)	nein
Mais 09 H6	20	2	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H6	0	0	Aster-Solidago-Typ	(Aster-Typ)	nein
Mais 09 H6	1	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H6	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1006				

## Standort Großwig Feldrand

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H7	1	0	Pinus	(Kiefer)	ja
Mais 09 H7	0	0	Polygonum aviculare	(Vogelknöterich)	nein
Mais 09 H7	204	20	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H7	1	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 H7	0	0	Amaranthaceae	(Fuchsschwanzgew.)	ja
Mais 09 H7	84	8	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H7	591	58	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 H7	25	2	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	nein
Mais 09 H7	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H7	0	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H7	24	2	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H7	46	5	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H7	0	0	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 H7	0	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 H7	0	0	Convolvulus	(Ackerwinde)	nein
Mais 09 H7	1	0	Phacelia	(Büschelschön)	nein
Mais 09 H7	11	1	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 H7	0	0	Symphoricarpus	(Schneebeere)	nein
Mais 09 H7	6	1	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 H7	6	1	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H7	7	1	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 H7	0	0	Centaurea jacea-Typ	(Wiesenflockenblume-Typ)	nein
Mais 09 H7	0	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 H7	4	0	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H7	0	0	Arctium	(Klette)	nein
Mais 09 H7	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H7	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1011				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H8	0	0	Polygonum aviculare	(Vogelknöterich)	nein
Mais 09 H8	31	3	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H8	0	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 H8	21	2	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H8	898	89	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 H8	0	0	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	nein
Mais 09 H8	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H8	0	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H8	6	1	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H8	11	1	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H8	0	0	Geranium	(Storchschnabel)	ja
Mais 09 H8	0	0	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 H8	1	0	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 H8	0	0	Malvaceae	(Malvengew.)	nein
Mais 09 H8	0	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 H8	7	1	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 H8	0	0	Convolvulus	(Ackerwinde)	nein
Mais 09 H8	3	0	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H8	31	3	Centaurea-Typ	(Kornblume-Typ)	nein
Mais 09 H8	0	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 H8	2	0	Helianthus annuus	(Sonnenblume)	nein
Mais 09 H8	0	0	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H8	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H8	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1011				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 H9	0	0	Picea	(Fichte)	ja
Mais 09 H9	0	0	Betula	(Birke)	ja
Mais 09 H9	190	19	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 H9	0	0	Cerastium foutanum	(Quellen-Hornkraut)	nein
Mais 09 H9	1	0	Chenopodiaceae	(Gänsefußgew.)	ja
Mais 09 H9	17	2	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 H9	109	11	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 H9	465	46	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 H9	1	0	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	nein
Mais 09 H9	1	0	Ribes	(Johannisbeere)	nein
Mais 09 H9	1	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 H9	3	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 H9	40	4	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 H9	86	9	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 H9	0	0	Vicia-Typ	(Wicken-Typ)	nein
Mais 09 H9	0	0	Ailanthus	(Götterbaum)	nein
Mais 09 H9	5	0	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 H9	7	1	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 H9	0	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 H9	0	0	Onagraceae	(Nachtkerzengew.)	nein
Mais 09 H9	8	1	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 H9	3	0	Calluna vulgaris	(Besenheide)	nein
Mais 09 H9	0	0	Convolvulus	(Ackerwinde)	nein
Mais 09 H9	23	2	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 H9	5	0	Campanulaceae	(Glockenblumengew.)	nein
Mais 09 H9	24	2	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 H9	12	1	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 H9	0	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 H9	0	0	Helianthus annuus	(Sonnenblume)	nein
Mais 09 H9	7	1	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 H9	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 H9	1	0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1009				

## Honig aus Wabenstücken

Standort Schnaditz

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W1	4	0	Betula	(Birke)	ja
Mais 09 W1	394	39	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 W1	74	7	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	ja
Mais 09 W1	3	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 W1	101	10	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 W1	133	13	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 W1	63	6	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W1	195	19	Robinia	(Scheinakazie)	nein
Mais 09 W1	8	1	Acer platanoides	(Spitzahorn)	nein
Mais 09 W1	5	0	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 W1	1	0	Rhamnus	(Faulbaum)	nein
Mais 09 W1	1	0	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 W1	0	0	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 W1	10	1	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W1	10	1	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W1	-	-	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1002				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W2	4	0	Pinus	(Kiefer)	ja
Mais 09 W2	0	0	Picea	(Fichte)	ja
Mais 09 W2	0	0	Larix	(Lärche)	ja
Mais 09 W2	3	0	Salix	(Weide)	nein
Mais 09 W2	12	1	Betula	(Birke)	ja
Mais 09 W2	1	0	Carpinus	(Hainbuche)	ja
Mais 09 W2	0	0	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 W2	0	0	Cerastium foutanum	(Quellen-Hornkraut)	nein
Mais 09 W2	0	0	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 W2	538	54	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 W2	29	3	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 W2	84	8	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	ja
Mais 09 W2	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 W2	41	4	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 W2	114	11	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 W2	59	6	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W2	27	3	Robinia	(Scheinakazie)	nein
Mais 09 W2	1	0	Acer platanoides	(Spitzahorn)	nein
Mais 09 W2	1	0	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 W2	0	0	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 W2	3	0	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 W2	1	0	Cornus sanguinea	(Hartriegel)	nein
Mais 09 W2	5	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 W2	0	0	Lonicera	(Heckenkirsche)	nein
Mais 09 W2	76	8	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 W2	0	0	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W2	0	0	Centaurea jacea-Typ	(Wiesenflockenblume-Typ)	nein
Mais 09 W2	4	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W2	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1003				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W3	0	0	Pinus	(Kiefer)	ja
Mais 09 W3	1	0	Betula	(Birke)	ja
Mais 09 W3	0	0	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 W3	0	0	Ranunculus-Typ	(Hahnenfuß-Typ)	ja
Mais 09 W3	4	0	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 W3	399	40	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 W3	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 W3	3	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 W3	10	1	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 W3	1	0	Fragaria	(Erdbeere)	nein
Mais 09 W3	187	19	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W3	10	1	Robinia	(Scheinakazie)	nein
Mais 09 W3	0	0	Phaseolus	(Bohne)	nein
Mais 09 W3	0	0	Acer platanoides	(Spitzahorn)	nein
Mais 09 W3	1	0	Aesculus	(Roßkastanie)	nein
Mais 09 W3	59	6	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 W3	0	0	Rhamnus	(Faulbaum)	nein
Mais 09 W3	0	0	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 W3	79	8	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 W3	0	0	Lythraceae	(Weiderichgew.)	nein
Mais 09 W3	0	0	Cornus sanguinea	(Hartriegel)	nein
Mais 09 W3	3	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 W3	100	10	Phacelia	(Büschelschön)	nein
Mais 09 W3	0	0	Majoranus-Typ	(Majoran-Typ)	nein
Mais 09 W3	8	1	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 W3	0	0	Symphoricarpus	(Schneebeere)	nein
Mais 09 W3	2	0	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 W3	7	1	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 W3	126	12	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W3	1	0	Centaurea scabiosa	(Scabiosenflockenblume)	nein
Mais 09 W3	0	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 W3	1	0	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 W3	1	0	Aster-Solidago-Typ	(Aster-Typ)	nein
Mais 09 W3	0	0	Arctium	(Klette)	nein
Mais 09 W3	6	1	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W3	-	-	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1009				

Standort Großwig Feldmitte

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W4	8	1	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 W4	0	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 W4	0	0	Ranunculus-Typ	(Hahnenfuß-Typ)	ja
Mais 09 W4	46	5	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 W4	62	6	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 W4	399	40	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 W4	0	0	Raphanus-Typ	(Rettich-Typ)	nein
Mais 09 W4	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 W4	0	0	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 W4	22	2	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 W4	119	12	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W4	16	2	Parthenocissus	(Wilder Wein)	nein
Mais 09 W4	0	0	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 W4	0	0	Malvaceae	(Malvengew.)	nein
Mais 09 W4	0	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 W4	0	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 W4	7	1	Calluna vulgaris	(Besenheide)	nein
Mais 09 W4	38	4	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 W4	1	0	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 W4	4	0	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 W4	273	27	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W4	0	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 W4	0	0	Helianthus annuus	(Sonnenblume)	nein
Mais 09 W4	0	0	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 W4	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W4	5	0,5	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1000				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W5	19	2	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 W5	70	7	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 W5	348	35	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 W5	218	22	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 W5	0	0	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 W5	10	1	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W5	1	0	Vicia-Typ	(Wicken-Typ)	nein
Mais 09 W5	24	2	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 W5	14	1	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 W5	1	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 W5	7	1	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 W5	207	21	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 W5	6	1	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 W5	10	1	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 W5	53	5	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W5	1	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 W5	0	0	Helianthus annuus	(Sonnenblume)	nein
Mais 09 W5	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W5	14	1,4	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1003				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W6	323	32	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 W6	2	0	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 W6	99	10	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 W6	522	52	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 W6	0	0	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 W6	0	0	Melilotus	(Steinklee)	nein
Mais 09 W6	23	2	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W6	1	0	Lotus	(Hornklee)	nein
Mais 09 W6	0	0	Vicia-Typ	(Wicken-Typ)	nein
Mais 09 W6	0	0	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 W6	0	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 W6	1	0	Calluna vulgaris	(Besenheide)	nein
Mais 09 W6	19	2	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 W6	7	1	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W6	1	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 W6	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W6	4	0,4	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1002				

Standort Großwig Feldrand

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W7	7	1	Pinus	(Kiefer)	ja
Mais 09 W7	0	0	Picea	(Fichte)	ja
Mais 09 W7	15	2	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 W7	0	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 W7	149	15	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 W7	649	65	Prunus-Typ	(Steinobst-Typ)	nein
Mais 09 W7	52	5	Pirus-Typ	(Kernobst-Typ)	nein
Mais 09 W7	74	7	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 W7	0	0	Genista-Typ	(Ginster-Typ)	nein
Mais 09 W7	12	1	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W7	0	0	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 W7	14	1	Rhamnus	(Faulbaum)	nein
Mais 09 W7	0	0	Malvaceae	(Malvengew.)	nein
Mais 09 W7	0	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 W7	13	1	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 W7	8	1	Sambucus	(Holunder)	ja
Mais 09 W7	4	0	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W7	0	0	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 W7	3	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W7	-	-	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1000				



AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W8	0	0	Pinus	(Kiefer)	ja
Mais 09 W8	0	0	Picea	(Fichte)	ja
Mais 09 W8	362	36	Polygonum aviculare	(Vogelknöterich)	nein
Mais 09 W8	8	1	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 W8	5	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 W8	52	5	Chenopodiaceae	(Gänsefußgew.)	ja
Mais 09 W8	78	8	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 W8	123	12	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 W8	1	0	Rosaceae	(Rosengew.)	nein
Mais 09 W8	0	0	Rubus-Typ	(Himbeere-Typ)	nein
Mais 09 W8	345	34	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W8	2	0	Lotus	(Hornklee)	nein
Mais 09 W8	0	0	Vicia-Typ	(Wicken-Typ)	nein
Mais 09 W8	0	0	Helianthemum	(Sonnenröschen)	ja
Mais 09 W8	0	0	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 W8	2	0	Polemoniaceae	(Sperrkrautgew.)	nein
Mais 09 W8	0	0	Majoranus-Typ	(Majoran-Typ)	nein
Mais 09 W8	0	0	Datura	(Stechapfel)	nein
Mais 09 W8	3	0	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 W8	1	0	Dipsacaceae	(Kardengew.)	nein
Mais 09 W8	3	0	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 W8	3	0	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W8	0	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 W8	5	0	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 W8	0	0	Aster-Solidago-Typ	(Aster-Typ)	nein
Mais 09 W8	0	0	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W8	10	1,0	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1003				

AnalyseNummer	PollenAnzahl	%	lateinischer Name	deutscher Name	NLos
Mais 09 W9	141	14	Fagopyrum	(Buchweizen)	nein
Mais 09 W9	0	0	Rumex	(Ampfer)	ja
Mais 09 W9	3	0	Chenopodiaceae	(Gänsefußgew.)	ja
Mais 09 W9	92	9	Hypericum	(Johanniskraut)	nein
Mais 09 W9	442	44	Brassica-Typ	(Raps-Typ)	nein
Mais 09 W9	145	14	Sinapis-Typ	(Senf-Typ)	nein
Mais 09 W9	49	5	Trifolium repens	(Weißklee)	nein
Mais 09 W9	0	0	Impatiens glandulifera	(Drüsiges-Springkraut)	nein
Mais 09 W9	24	2	Tilia	(Linde)	nein
Mais 09 W9	2	0	Violaceae	(Veilchengew.)	nein
Mais 09 W9	22	2	Anthriscus-Typ	(Kerbel-Typ)	nein
Mais 09 W9	4	0	Calluna vulgaris	(Besenheide)	nein
Mais 09 W9	0	0	Majoranus-Typ	(Majoran-Typ)	nein
Mais 09 W9	29	3	Plantaginaceae	(Wegerichgew.)	ja
Mais 09 W9	5	0	Achillea-Typ	(Schafgarbe-Typ)	nein
Mais 09 W9	17	2	Centaurea cyanus	(Kornblume)	nein
Mais 09 W9	2	0	Serratula-Typ	(Distel-Typ)	nein
Mais 09 W9	13	1	Taraxacum-Typ	(Löwenzahn-Typ)	nein
Mais 09 W9	10	1	Gramineae	(Süßgräser)	ja
Mais 09 W9	0	<0,1	Zea mays	(Mais)	ja
Gesamt Pollen	1000				

## Zusammenfassung Honig

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9
% Maispollen	<0,1*	0,2	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	0,13
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
% Maispollen	-	<0,1	-	0,5	1,4	0,4	-	1,0	<0,1

kein Maispollen bei Zählung, nur in der orientierenden Durchsicht

Standort	Schnaditz	Standort Großwig Feldmitte	Standort Großwig Feldrand
Durchschn. Maispollenanteil <b>Schleuderhonig</b>	<0,13 (<0,1-0,2%)	<0,1	<0,11 (<0,1-0,13%)
Durchschn. Maispollenanteil <b>Honigwabe</b>	<0,03 (0-<0,1%)	0,8 (0-1,4%)	<0,4 (0-1%%)

### Bienenbrot

Standort	Schnaditz								
Probe	B11	B12	B13	B21	B22	B23	B31	B32	B33
Gewicht	3,8	4,2	16,1	18,3	21,1	8,8	13,3	17,9	7,8
Pollen/0,01g Bienenbrot	153305	156950	154118	175519	166275	964275	112770	221445	125280
Maispollen/0,01g Bienenbrot	5	0	8	98	23	0	0	30	0
<b>% Maispollen</b>	<b>0,003</b>	<b>0</b>	<b>0,005</b>	<b>0,056</b>	<b>0,014</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,014</b>	<b>0</b>

Durchschnittlicher Maispollenanteil 0,01 % (0 - 0,056 %)

Standort	Standort Großwig Feldmitte								
Probe	B41	B42	B43	B51	B52	B53	B61	B62	B63
Gewicht	7,5	16,0	21,8	17,7	22,4	3,1	8,7	7,1	9,5
Pollen/0,01g Bienenbrot	78270	70958	116513	244545	109605	178928	134288	109830	86535
Maispollen/0,01g Bienenbrot	4505	5115	1155	35	0	2220	345	123	1125
<b>% Maispollen</b>	<b>5,75</b>	<b>7,20</b>	<b>0,99</b>	<b>0,014</b>	<b>0</b>	<b>1,24</b>	<b>0,26</b>	<b>0,11</b>	<b>1,3</b>

Durchschnittlicher Maispollenanteil 1,87 % (0 - 7,2 %)

Standort	Standort Großwig Feldrand								
Probe	B71	B72	B73	B81	B82	B83	B91	B92	B93
Gewicht	18,9	13,5	11,2	29,2	29,4	27,3	4,9	2,4	13,5
Pollen/0,01g Bienenbrot	116385	139230	110085	102255	235620	139905	252450	273390	191760
Maispollen/0,01g Bienenbrot	20	65	45	900	960	520	375	0	570
<b>% Maispollen</b>	<b>0,017</b>	<b>0,047</b>	<b>0,041</b>	<b>0,88</b>	<b>0,41</b>	<b>0,37</b>	<b>0,15</b>	<b>0</b>	<b>0,3</b>

Durchschnittlicher Maispollenanteil 0,25 % (0 - 0,88 %)

Im Jahr 2009 lag der Anteil an Maispollen im geschleuderten Honig in allen Völkern weit unter 1 % (vom Gesamtpollen) unabhängig vom Standort.

Bei den Honigproben, die direkt aus Wabenstücken mittels eines Spatels gewonnen wurden, zeigt sich eine leichte Differenzierung bezüglich des Standortes. Wobei auch hier der Maispollenanteil mit einem Maximalwert von 1,4 % (vom Gesamtpollen) bei einem der in Feldmitte positionierten Völker noch sehr niedrig ist.

Beim Bienenbrot, d. h. aktiv durch die Bienen gesammelter Pollen, ist der Maispollenanteil abhängig vom Standort etwas höher als in den Honigproben. Hier wird in der Feldmitte ein Höchstwert von 7,2 % Maispollen/0,01g Bienenbrot erreicht. Am Standort Schnaditz liegt dieser Anteil unter 0,1 %.

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: + 49 351 2612-0  
Telefax: + 49 351 2612-1099  
E-Mail: [lfulg@smul.sachsen.de](mailto:lfulg@smul.sachsen.de)  
[www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

**Autoren:**

Angela Kühne, Uwe Mildner, Birgit Pölitz  
LfULG, Abteilung Pflanzliche Erzeugung  
Dr. Olaf Steinhöfel  
LfULG, Abteilung Tierische Erzeugung  
Annette Schaeff  
LfULG, Abteilung Grundsatzangelegenheiten Umwelt, Landwirtschaft, Ländliche  
Entwicklung  
Dr. Karsten Westphal  
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft,  
Geschäftsbereich Labore Landwirtschaft  
Dr. Birgit Lichtenberg-Kraag  
Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V.  
Helga Gruber  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Dr. Oliver Roscher  
Büro für Boden- und Umweltanalysen Halle

**Redaktion:**

Uwe Mildner  
LfULG, Abteilung Pflanzliche Erzeugung/Referat Saatgut- und Sortenwesen  
Waldheimer Str. 219, 01683 Nossen  
Telefon: + 49 35242 631-7300  
Telefax: + 49 35242 631-7398  
E-Mail: [uwe.mildner@smul.sachsen.de](mailto:uwe.mildner@smul.sachsen.de)

**Redaktionsschluss:**

31.08.2010

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <http://www.smul.sachsen.de/lfulg/6447.htm> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.