

## Versuchsanbau mit transgenen Maissorten in Bayern

Dr. Joachim Eder LfL IPZ

Seit im Jahr 1998 erstmals transgene Maissorten für den Versuchsanbau zur Verfügung standen, hat sich die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) intensiv mit dieser Materie beschäftigt. Bereits 1999 wurden erste Ergebnisse unter anderem zu Sorteneigenschaften (Eder 1999), Herbizidresistenz (Gehring, 1999) und auch zu eventuellen Auswirkungen in der Rinderfütterung (Rutzmooser et al. 1999) veröffentlicht.

In den Jahren bis 2007 wurden weitere Untersuchungen zur Praxistauglichkeit transgener Maissorten in Bayern und verschiedene Projekte zur Sicherheitsbewertung durchgeführt (Lang et al. 2006).

Aktuell bearbeitete Projekte sind Untersuchungen zur Persistenz von Bt-Eiweiß im Boden auf Flächen mit langjährigem Anbau (LA), umfangreiche Fütterungsversuchen mit Milchkühen (2007 abgeschlossen), Untersuchungen zur Koexistenz und Pollenverfrachtung bei Mais („Erprobungsanbau“ 2007 abgeschlossen), Versuche zur Praxistauglichkeit schädlingsresistenter Maissorten (Landessortenversuche, LSV), Versuche zur Verbreitung von Bt-Eiweiß über Gülle, Untersuchungen zur Imkerei in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Wein und Gartenbau, Untersuchungen zur Analytik und Quantifizierung von GVO-Anteilen in transgenen Pflanzen in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz sowie ein Projekt zur Umweltwirkung neuer Konstrukte zur Schädlingsresistenz (MON 863) in Kooperation mit der Technischen Hochschule Aachen (2007 abgeschlossen). Die Versuche wurden auf den in Abb.1 dargestellten Versuchsbetrieben der LfL in verschiedenen Landkreisen Bayerns durchgeführt.

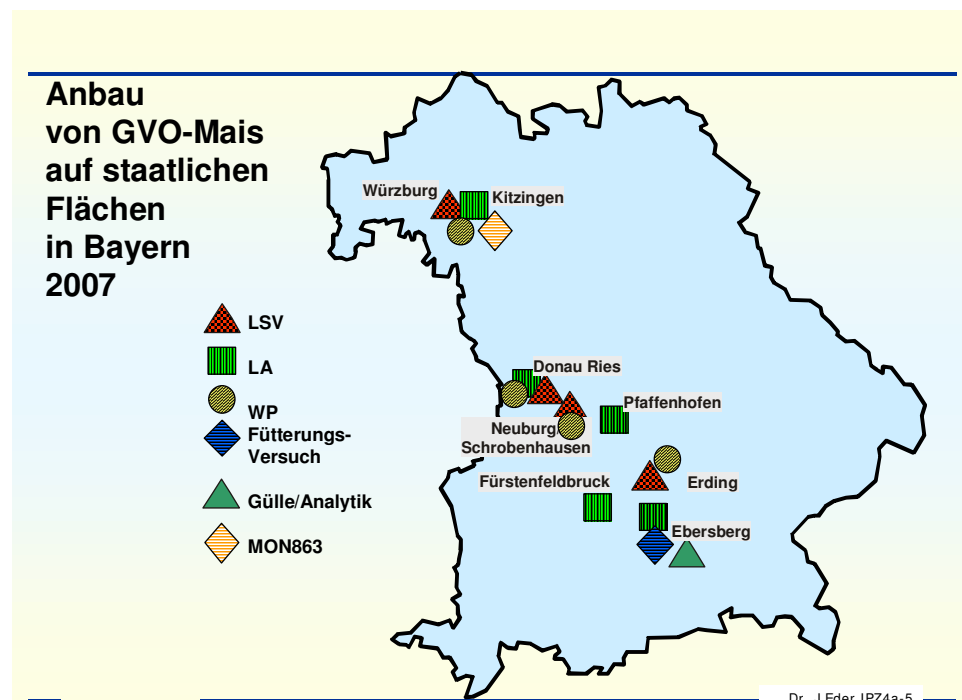


Abb. 1: Der Versuchsabbau wurde 2007 in verschiedenen Landkreisen Bayerns auf staatlichen Versuchsbetrieben durchgeführt. LSV: Landessortenversuch, LA:

## Sortenprüfungen unter Praxisbedingungen

In der Bundesrepublik Deutschland wurden 2005 erstmals transgene Maissorten für den Anbau in der praktischen Landwirtschaft zugelassen. Eine wichtige Aufgabe im Rahmen der Beratungstätigkeit der LfL für die landwirtschaftliche Praxis ist die Sortenberatung. Um hier entsprechende Empfehlungen aussprechen zu können, werden an verschiedenen Orten Bayerns Sortenversuch durchgeführt um die Leistungsfähigkeit insbesondere neuer Sorten bewerten zu können und Empfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis auszusprechen. In Rahmen dieser Versuche werden seit 2005 auch transgene, schädlingsresistente Sorten auf ihre Anbauwürdigkeit unter bayerischen Verhältnissen geprüft. Bei den bisher auf dem Markt befindlichen Sorten handelt es sich ausschließlich um solche vom Typ MON810 mit einer Resistenz gegenüber dem Maiszünsler, einem Schmetterling, dessen Raupe durch ihren Fraß an den Maisstängeln von Maispflanzen großen Schaden verursachen kann.

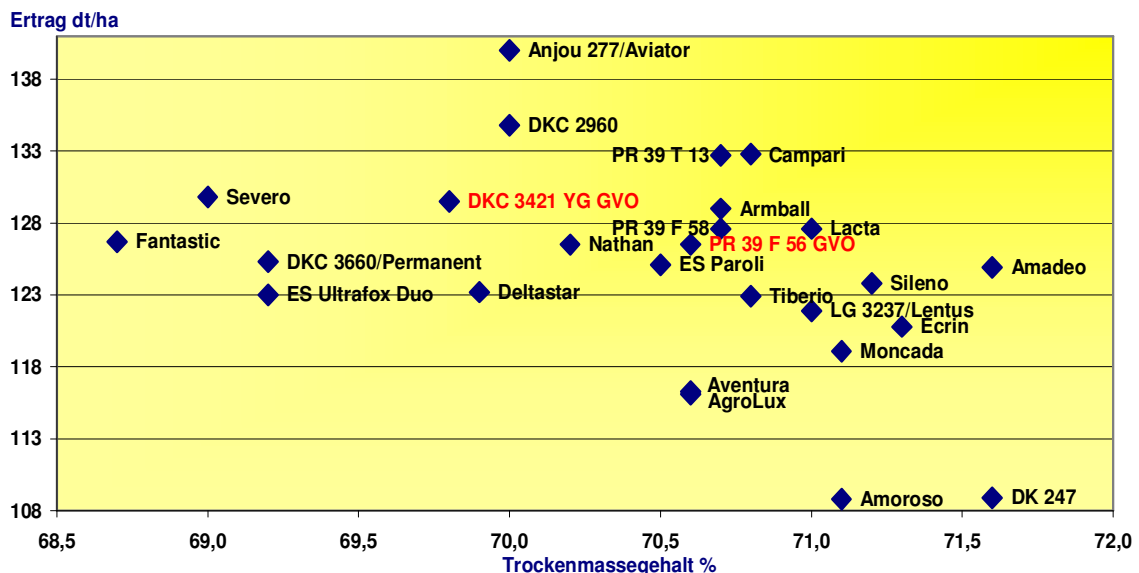


Abb. 2: Die Kornerträge und Trockensubstanzgehalte verschiedener Maissorten in einem Sortenversuch am Standort Euerhausen, Landkreis Würzburg 2006. Die gentechnisch veränderten Sorten sind rot hervorgehoben.

Die Abb. 2 zeigt als Beispiel das Ergebnis eines Sortenversuchs am Standort Euerhausen, Landkreis Würzburg im Jahr 2006. Dargestellt sind die Kornerträge verschiedener Sorten der mittelfrühen Reifegruppe (Reifezahl K230-K250), die für klimatischen Bedingungen dieser Region als optimal anzusehen sind. Weiterhin die Trockensubstanzgehalte der Körner bei der Ernte, ein wichtiges Merkmal, da die Wirtschaftlichkeit des Körnermaisbaus stark von den Trocknungskosten für die Ware beeinflusst wird. In dem Versuch wurden zwei transgene Sorten mit geprüft, die in der Darstellung rot markiert und mit GVO gekennzeichnet sind. Obwohl in diesem Jahr ein für Bayern deutlich höherer Befall mit den Maiszünsler festzustellen war, der auch in dem Sortenversuch zu erkennen war, brachten die transgenen Sorten keinerlei besondere Vorteile hinsichtlich der dargestellten Parameter. Sie erzielten Erträge auf einem Niveau wie viele andere Sorten auch. Ähnliche

Ergebnisse lieferten weitere Versuche in anderen Regionen Bayerns und in den Jahren 2005 bis 2007.

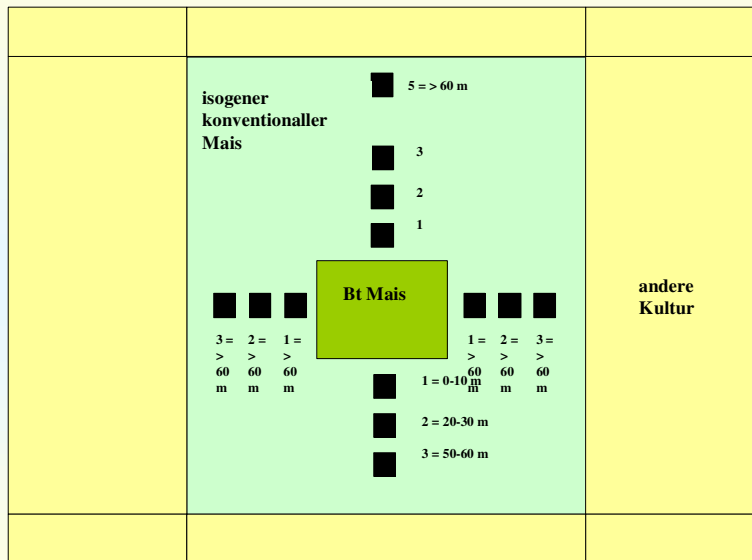
Der Anbau transgener zünslerresistenter Sorten ist somit unter bayerischen Verhältnissen keine wichtige Option zur Schädlingsbekämpfung oder Ertragsabsicherung bei Mais. Der Befall mit dem Schädling ist im Vergleich zu anderen Ländern (z.B. USA) deutlich geringer und kann bei absehbarem Bedarf auch durch den Einsatz von Insektiziden effizient reduziert werden. Besondere Ertragsvorteile gegenüber konventionellen Sorten waren bislang nicht feststellbar. Unter diesen Voraussetzungen und in Anbetracht der mangelnden gesellschaftlichen Akzeptanz solcher Sorten empfiehlt die LfL und die staatliche Beratung derzeit ihren Einsatz in der praktischen Landwirtschaft in Bayern nicht.

### **Untersuchungen zur Koexistenz**

Mit der Zulassung transgener Sorten für den praktischen Anbau in Deutschland ergaben sich auch Fragen hinsichtlich der Verbreitung der Transgene über Maispollen. Durch die Befruchtung mit Pollen, der von transgenen Pflanzen stammt und über den Wind verbreitet wird, kann auch in benachbarten konventionellen Maisbeständen transgene DNA nachgewiesen werden, was dort unter Umständen unerwünscht sein könnte. In Bayern wurde deshalb in den Jahren 2004 bis 2006 durch die LfL ein Versuchsanbau durchgeführt, um solche Sorten nicht nur hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit und Wirtschaftlichkeit unter bayerischen Verhältnissen zu überprüfen, sondern auch um an der Gestaltung von Regeln für eine Koexistenz von transgenen und konventionellen Anbausystemen mitzuwirken.

Im Jahr 2004 beteiligte sich Bayern an dem Projekt „Erprobungsanbau“, das auf 28 Standorten in sieben Bundesländern stattfand. Ziel waren in erster Linie Untersuchungen zur Koexistenz im Verhältnis benachbarter Maisbestände, also Untersuchungen zum Pollenflug und zur Analytik der GVO-DANN-Gehalte in den an den GVO-Mais angrenzenden Beständen. Hierbei wurde im Wesentlichen von einem Felddesign mit dem transgenen Mais direkt neben einer isogenen, nicht transgenen Sorte ausgegangen. (Abb.3) Die Pollenverbreitung wurde an Messpunkten in verschiedenen Entfernungen von der Parzelle mit transgenem Mais gemessen.

## Grub/ Finsing 2004

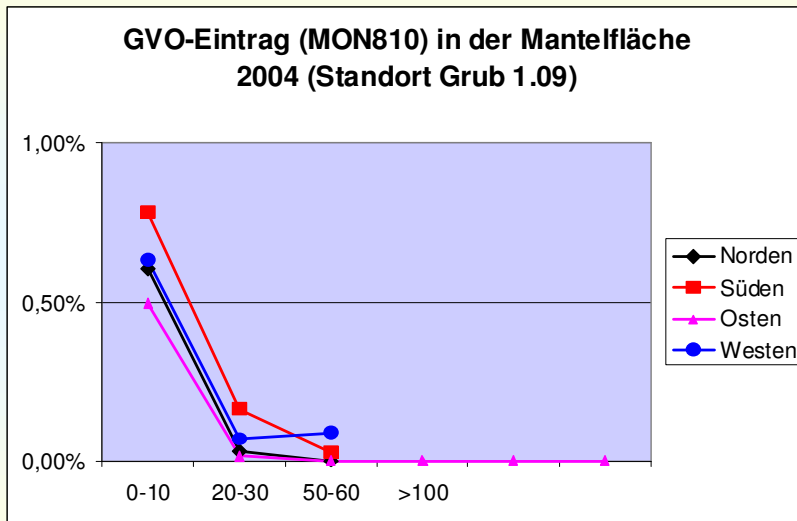


Dr. J.Eder IPZ4a-15

Abb. 3: Design der Feldversuche zur Koexistenz 2004. In einer Mantelsaat aus konventionellem Mais um die GV-Maisfläche herum wurden in verschiedenen Abständen aller vier Himmelsrichtungen Proben gezogen.

Der Erprobungsanbau 2004 hat zur Frage der Einkreuzung von GVO-Sorten in direkt angrenzende Maisbestände umfangreiche und relativ einheitliche Ergebnisse geliefert. Es wurde festgestellt, dass unter den in Deutschland vorherrschenden Bedingungen des Jahres 2004 in einem 10 - 20 m breiten Streifen von konventionellem Mais in direkter Nachbarschaft zu einem zu einer Fläche mit transgenem Mais ein großer Teil der Pollen aufgefangen wurde (Weber et al. 2004, 2007). Als typisches Beispiel ist in Abbildung 4 das Ergebnis des Versuchs am Standort Grub (Langkreis Ebersberg) dargestellt. Während in dem direkt an den transgenen Mais angrenzenden Streifen die Werte für transgene DNA je nach Himmelsrichtung in etwa zwischen 0,5 und 0,8 % lagen, waren bei größerer Entfernung nur noch minimale Spuren vorhanden. Nicht abschließend geklärt werden konnte in dem Programm des Jahres 2004 die Frage der Pollenverfrachtung über andere landwirtschaftliche Kulturen (z.B. Getreide).

## Ergebnisse Grub 2004

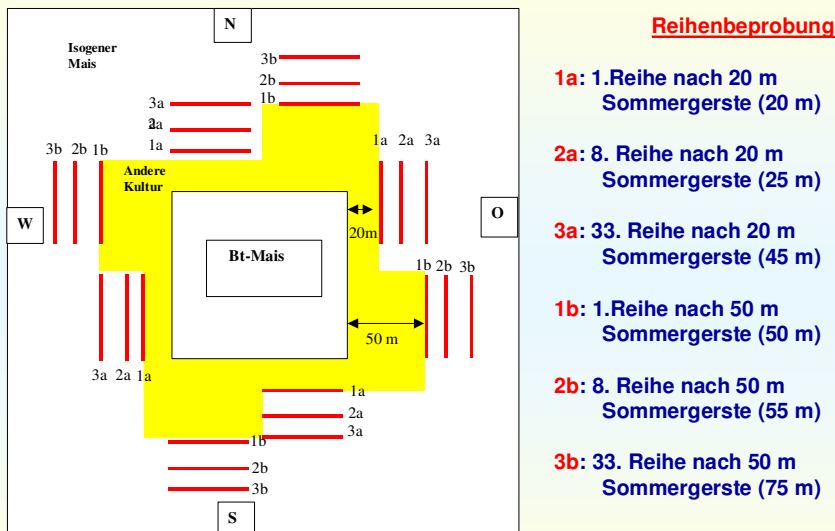


Dr. J.Eder IPZ4a-17

Abb. 4: Ergebnisse zur Auskreuzung von GVO-DNA in verschiedenen Abständen von der GV-Maisfläche am Standort Grub 2004

Deshalb wurde zu dieser Thematik in Bayern im Folgejahr 2005 ein weiteres wissenschaftliches Vorhaben umgesetzt, zusammen mit den Landesanstalten für Landwirtschaft in Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern, koordiniert durch die Universität Rostock. Erkenntnisse weiterer Untersuchungen zur Auskreuzung von transgenem Mais und einige wenige eigene Ergebnisse im Jahr 2004 hatten deutlich gezeigt, dass ein Anbau anderer Früchte (Getreide, Grünland, Kartoffeln) angrenzend an die Maisflächen die Ausbreitung der Maispollen beeinflusst. Zum einen kann es durch eine auf der benachbarten Fläche entstehende Thermik zu einer Verschleppung der Pollen in höhere Luftschichten kommen und damit zu einer Übertragung höherer Konzentrationen auf größere Distanzen, zum andern war davon auszugehen, dass der horizontale Pollenflug durch niedrig wachsende Früchte weniger stark gebremst wird als durch Mais. Diese Fragestellung war die Basis der Untersuchungen des Jahres 2005. Zusätzlich sollten die Ergebnisse von 2004 zum Eintrag in direkt aneinander grenzende Maisbestände bestätigt werden. Die Versuchsfelder wurden in Bayern auf den LfL-Versuchsbetrieben Grub, Neuhof und Baumannshof sowie am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Schwarzenau angelegt.

## Versuchsanlage und Beprobungsplan 2005 „Windrad“ Grub



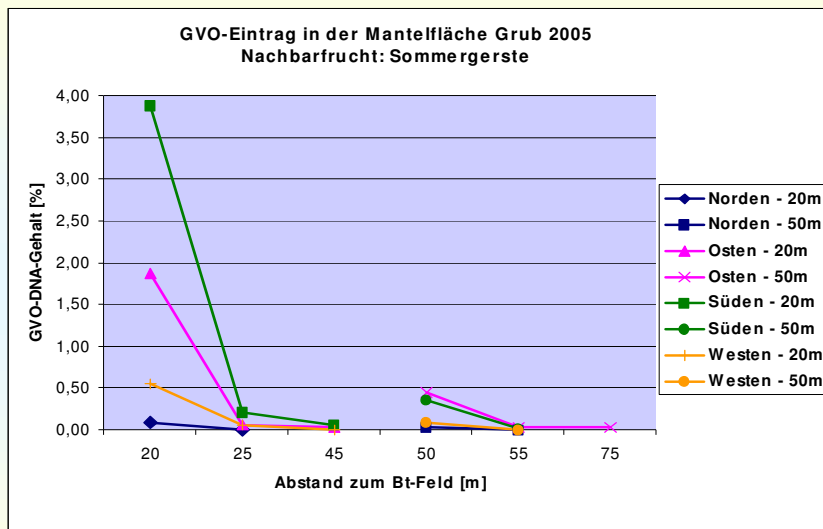
Dr. J. Eder IPZ4a-19

Abb. 5: Versuchsdesign im Jahr 2005 zur Untersuchung der Pollenverfrachtung über verschiedene landwirtschaftliche Kulturen in Maisflächen im Abstand von 20 und 50 m.

Die Versuche von 2005 lieferten insgesamt deutlich abweichende Ergebnisse zu 2004. Im Gegensatz zum Vorjahr war ein sehr deutlicher Einfluss der Hauptwindrichtung feststellbar. Die Auskreuzung war in diesem Jahr in sowohl über Maisflächen, als auch über andere Kulturen in Richtung Osten und Süden – der Wind kam während der Blütezeit Ende Juli hauptsächlich aus Nordwest – im Vergleich zu den anderen Himmelsrichtungen um ein Mehrfaches erhöht.

Ergebnis Grub

## Ergebnisse am Standort Grub/Finsing, 2005



Der GVO Eintrag in Flächen im Abstand von 20 bzw. 50 m zum Bt-Mais am Standort Grub.

Dr. J.Eder IPZ4a-22

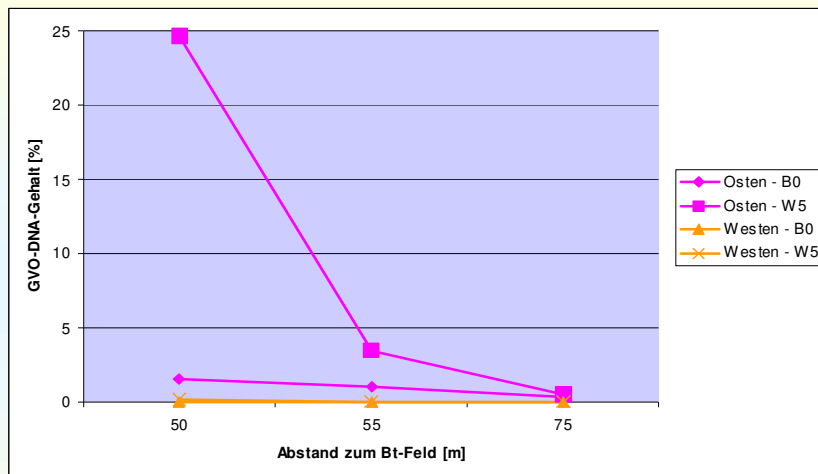
Abb. 6: Ergebnis Grub 2005

Noch deutlichere Effekte zeigten sich in einem Versuch mit einem anderen Design am Standort Baumannshof (Abbildung 6). Hier wurde sowohl der Einfluss der Windrichtung als auch der verschiedenen Zwischenkulturen auf der Abstandsfläche untersucht. Es wurden direkt angrenzend an die GV-Maisfläche sowohl konventioneller Mais angebaut, als auch eine Grasfläche einer Breite von 50 m angelegt.

Ähnlich wie in Grub ergaben sich auch hier deutlich höhere Auskreuzungsraten als in 2004. Aufgrund der während der Blütezeit vorherrschenden Windrichtung erfolgte so gut wie keine Verbreitung der GV-Pollen in Richtung Westen. Die höchsten Werte ergaben sich Richtung Osten mit ca. 25% GVO-DNA-Anteil in der ersten Reihe, wenn zwischen transgenem und konventionellem Mais die 50 m breite Grasfläche lag. Stand auf der Abstandsfläche Mais, war die Einkreuzung nach 50 m um ein Vielfaches geringer, trotzdem jedoch deutlich über 0,9%. Nach weiteren 5 m nahmen die Werte deutlich ab, aber erst nach 75 m wurde der Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9% unterschritten.

Ähnliche Resultate gab es auch in den Versuchen der anderen Bundesländer. Die in 2004 definierten Abstandsflächen von 30 m stellten sich unter den Bedingungen des Jahres 2005 als unzureichend heraus. Sie reichten für eine Unterschreitung des Kennzeichnungsschwellenwertes in der Hauptwindrichtung in mehreren der Versuche aller beteiligten Länder nicht aus. Auf dieser Basis wurde festgestellt, dass ein Abstand von mindestens 100 m vorzusehen sein sollte, um die Auskreuzung in Maisbestände in der Umgebung zuverlässig unter 0,9% zu halten.

## Versuch am Standort Baumannshof 2005



**Der GVO-Eintrag im Abstand von 50, 55 und 75 m von der Bt-Maisfläche mit den Zwischenkulturen Mais (B0) und Weidelgras (W5) Standort Baumannshof**

Dr. J.Eder IPZ4a-31

Abb. 7: Ergebnis Baumannshof 2005

Im Jahr 2006 wurde zur Absicherung der Aussagen der Versuch von 2005 im selben Design nochmals am LfL Versuchsbetrieb in Grub wiederholt. Die Ergebnisse waren ähnlich dem Jahr 2004 (Abb.8). Es zeigten sich in diesem Jahr auch bei geringen Abständen (ab 24 m, Zwischenkultur Gerste) und in der Hauptwindrichtung keine Einträge über dem Schwellenwert von 0,9%. Der höchste Eintrag war mit 0,33 % in westlicher Richtung in der ersten Maisreihe der konventionellen Sorte nach der Fläche mit Sommergerste festzustellen. In der zweiten Reihe konnten in einem Fall noch ein quantifizierbarer Wert gemessen werden. Ab der 3. Reihe, also ab 1,5 m im Bestand der konventionellen Sorte, waren keine quantifizierbaren Werte mehr zu ermitteln.

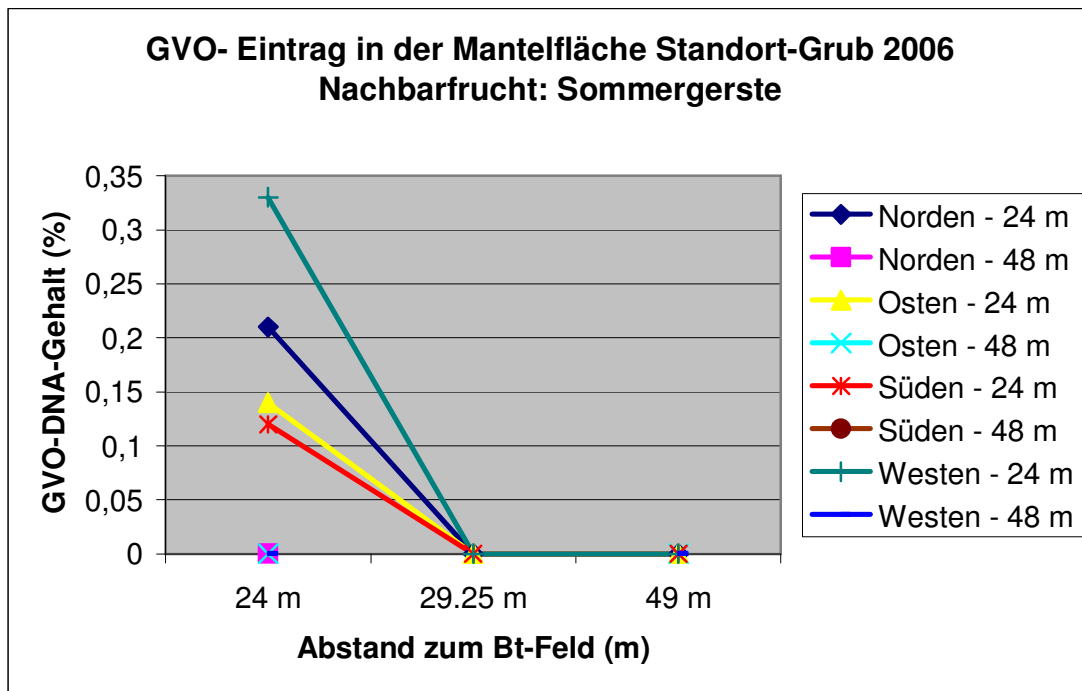


Abb. 8: Ergebnis Grub 2006

Nach drei Jahren Untersuchungen zum Thema Koexistenz beim Anbau von gentechnisch verändertem Mais können zusammenfassend folgende Schlussfolgerungen festgehalten werden:

Klimaeinflüsse, vor allem die Windgeschwindigkeit und Windrichtung haben einen starken Effekt auf die Auskreuzungsrate von Mais in angrenzende oder in der nahen Umgebung befindliche Bestände. Trotzdem wurde in den Versuchen der Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9% in den 3 Jahren im Bereich von über 20 m bei direkt angrenzendem Mais nur einmal überschritten. Bei Maisflächen in größeren Abständen kam es in einem Fall zu Einkreuzungen, die erst bei einem Abstand von 75m (davon 25 m Mais) unterhalb von 0,9% lagen. Der derzeit gesetzlich festzulegende Abstand von 150m von GV-Mais zu konventionellen Maisbeständen ist somit als in der Regel als ausreichend anzusehen, um den Kennzeichnungsschwellenwert in benachbarten Beständen sicher zu unterschreiten. Bei extremen Windstärken sind jedoch erhöhte Einkreuzungswerte auch in größeren Entfernungen nicht auszuschließen. Bei den Versuchen der letzten drei Jahre in Bayern sind solche Verhältnisse nicht aufgetreten. Insofern ist hierzu auch keine Aussage möglich. Die Versuche zu dieser Thematik werden derzeit auf Länderebene nicht weiter verfolgt. Noch offene Fragen werden in einem umfangreichen Forschungsprojekt durch die Forschungsanstalten des Bundes weiter bearbeitet.

#### Literatur

Eder J. (1999): Versuche mit gentechnisch veränderten Maissorten- Qualitäts- und Ertrageigenschaften 1998. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 4, 7-13

Gehring K (1999): Unkrautbekämpfung mit Glufosinatummonium (Liberty) in gentechnisch veränderten Mais – erste Erfahrungen. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 4, 13-19

Lang A., Arndt, Beck R., Bauchenß, Pommer G. (2005): Monitoring der Umweltwirkungen des Bt-Gens. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 7,2005

Weber, W.E., Bringezu, T., Broer, I., Holz, F. und Eder, J. (2005): Koexistenz von gentechnisch verändertem und konventionellem Mais - Ergebnisse des Erprobungsanbaus zu Silomais 2004. Mais 1, 14-17

Weber, W.E., Bringezu, T., Broer, I., Holz, F. und Eder, J. (2005): Koexistenz von gentechnisch verändertem und konventionellem Mais - Ergebnisse des Erprobungsanbaus Körnermais 2004. Mais 2, 62-64

Weber, E., Bringezu, T., Broer, I., Eder, J., Holz, F. (2007): Coexistence between GM and non-GM maize crops – tested in 2004 at the field scale level (Erprobungsanbau 2004). Journal of Agronomy and Crop Science 193, 79—92