



Das Lebensministerium



## Qualitätssicherung Weizenproduktion

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Heft 18/2007

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Qualitätssicherung in der Weizenproduktion  
Fusarium-Ährenbefall, Risikofaktoren, Grenzwerte,  
Bekämpfungsstrategien, Entscheidungshilfen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ausgangspunkt und Voraussetzungen für die Projektarbeit .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Situation im Freistaat Sachsen .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Ziele der Projektarbeit.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Planung und Ablauf der Projektarbeit .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Material und Methoden .....</b>	<b>7</b>
6.1	Standorte.....	7
6.2	Saat und Bestandesführung.....	8
6.3	Sorten .....	9
6.4	Pflanzenschutz .....	11
6.4.1	Unbehandelte Kontrolle.....	11
6.4.2	Einmalbehandlung.....	11
6.4.3	Doppelbehandlung .....	11
6.4.4	Gesundvariante .....	11
6.5	Bonituren .....	12
6.6	Ernte und Probenaufbereitung .....	12
<b>7</b>	<b>Analytik .....</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>14</b>
8.1	Analytik.....	14
8.2	Ertragsparameter und Mykotoxingehalte.....	17
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>23</b>

## 1 Einleitung

Die Problematik Ährenfusariosen / Mykotoxine bei Getreide, insbesondere bei Weizen, hat im vergangenen Jahrzehnt an Bedeutung deutlich zugenommen. Hierbei spielt die Qualitätssicherung in der Weizenproduktion, nicht nur bei der Erzeugung von Nahrungsgetreide, eine entscheidende Rolle. Im vorliegenden Heft der „Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft“ werden die Ergebnisse des Forschungsprojektes „Qualitätssicherung in der Weizenproduktion“ vorgestellt. Dieses Projekt basiert auf einer Initiative der Interessengemeinschaft der Erzeugerzusammenschlüsse in Sachsen e.V. (IGE).

Zielsetzung des Projektes ist die Prüfung von Bekämpfungsstrategien zur Kontrolle der Fusarium- und Mykotoxinprobleme und die Risikominderung im gesamten Produktionsprozess der Weizenproduktion sowie die Erarbeitung von Entscheidungshilfen für die Landwirtschaft zur Sicherung der Qualität. In einem 4-jährigen Untersuchungsprogramm von 2003 - 2006 wurden in drei verschiedenen Anbauregionen des Freistaates Sachsen sorten- und fruchtfolgespezifische Anbauvergleiche durchgeführt, um Aussagen zur Minderung von relevanten Mykotoxinen im Erntegut infolge einer Infektion mit „Ährenfusarium“ treffen zu können sowie Empfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis zu erarbeiten. Die Auswahl der Vorfrüchte, der Sorten und der Behandlungsstrategien erfolgte entsprechend der Vorgehensweise der Landwirte.

Der Freistaat Sachsen beteiligte sich mit einer 80-prozentigen Förderung der Gesamtausgaben an diesem Projekt. Die fachliche Begleitung erfolgte durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung. Die IGE beauftragte das Ingenieurbüro Albrecht & Partner mit der Durchführung des Projektes.

Die Fusariumproblematik besitzt weiterhin einen sehr hohen Stellenwert in der landwirtschaftlichen Praxis, Beratung und angewandten Forschung. Die Gefahr einer erneuten Kalamität wie 2002 ist jederzeit gegeben. Die Witterungsverläufe haben in den Projektjahren größere Probleme verhindert. Der steigende Anteil der übrigen Risikofaktoren provoziert geradezu, so dass im Managementsystem geeignete Vorsichtsmaßnahmen eingeplant werden müssen. Dazu gehört auch der chemische Pflanzenschutz mit der gebotenen fachlichen Kompetenz. Mykotoxine und Mindererträge sind die Folge einer ungesunden Fruchtfolge mit zusätzlichen Kompromissen bei der Bodenbearbeitung. Die minderanfällige Sorte mit einem derzeit eher mittleren Ertragspotenzial wird die alleinige Lösung dieses Konfliktes nicht sein. Die offenen Fragen können auch unter dem Einfluss der ständig veränderten Rahmenbedingungen nicht umfassend beantwortet werden.

Aus den vorliegenden Ergebnissen und der hohen Priorität des Themas ergibt sich eine Vielzahl neuer Handlungsfelder für eine Weiterführung des Projektes für den Zeitraum von 2006 - 2008. Schwerpunkt dabei ist die Erarbeitung von geeigneten Managementprogrammen zur Minderung des Befallsrisikos mit Ährenfusariosen und Fusarientoxinen unter den veränderten Anbau- und Förderbedingungen (ELER) in Sachsen und den neuen EU-Grenzwerten für Mykotoxine im Getreide.

## 2 Ausgangspunkt und Voraussetzungen für die Projektarbeit

Schätzungen der FAO zu Folge sind bis zu 25 Prozent der Weltproduktion von Nahrungsmitteln mit Mykotoxinen kontaminiert. Innerhalb der EU ist davon auszugehen, dass etwa 20 Prozent der jährlich geernteten Getreidemenge messbare Mengen Mykotoxine enthalten.

„Die Fruchtfolgen sind zu eng“ – unter diesem Titel war in einer Septemбераusgabe 2006 der „Bauernzeitung“ ein Artikel der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zu lesen. Die Autoren bringen die gesamte Fragestellung - und damit auch die Aktualität des vorliegenden Abschlussberichts - auf den Punkt. Der stetig steigende Anteil von Getreide (besonders Winterweizen) und Mais stößt an phytosanitäre Grenzen und erhöht - zwangsläufig - das Risiko der Produktion und letztlich damit der Vermarktung und Lebensmittelsicherheit. Letztere befindet sich spätestens nach den Skandalen in der Erzeugung und Weiterverarbeitung tierischer Erzeugnisse in der öffentlichen Diskussion und wird dann auch medienwirksam „aufbereitet“ und vermarktet.

Die Etablierung von Systemen in der Qualitätssicherung ist in den vergangenen Jahren auch im Bereich der pflanzlichen Erzeugung anzutreffen, wenngleich viele Landwirte diese noch immer für unangemessen oder überflüssig halten. Belastete Lebens- oder Futtermittel lösen grundsätzlich Haftungsfragen aus. Wird also mit Toxinen behaftetes Getreide in Verkehr gebracht, stellt sich unter Umständen die Frage, wer für die Folgen dieser Belastung auf weiterverarbeitete Produkte haftet. Dies gilt sowohl für Futter- als auch für Lebensmittel.

Der Fusarium-Ährenbefall, verursacht besonders durch *Fusarium culmorum* und *Fusarium graminearum*, zählt zu den wichtigsten Krankheiten im Getreideanbau. Ein Komplex von unterschiedlichen Fusarium-Arten führt zur bekannten partiellen Taub- und Weißährigkeit des Weizens und damit zu erheblichen Ertragsverlusten. Über die Ertragsschädigung hinaus können die toxinbildenden Ährenfusarien die Qualität der Weizenaufwüchse stark beeinflussen und in Folge einer Infektion auch Mykotoxine unterschiedlicher toxikologischer Relevanz hervorbringen.

Dabei spielen sowohl die steigenden Maisanteile in der Fruchtfolge als auch die zunehmende pfluglose Bodenbearbeitung in Risikogebieten eine immer größere Rolle. Trotz einiger Fortschritte in der Pflanzenzüchtung und verbesserter Leistungsfähigkeit beim chemischen Pflanzenschutz hat sich das Gefährdungspotenzial erhöht. Ohne regional angepasste Ackerbausysteme sind allerdings auch diese Fortschritte nur von kurzer Dauer und bieten keine ausreichende Basis für ein betriebliches Risikomanagement. Neue Sorten sind z. B. in den vergangenen Jahren mit einem großen Anteil im Bereich der mittleren bis minderen Anfälligkeit (APS 4 und besser) zugelassen worden.

Nach OBST (1999) geht das *F. - graminearum* - Ähreninokulum insbesondere von auf der Bodenoberfläche verbleibenden Getreide- und insbesondere Maisernterückständen aus. Ob zu dem besseren Überleben von *F. graminearum* in Maisstroh auch das enge C : N-Verhältnis des Substrats

beiträgt, ist derzeit nicht ausreichend geklärt. Körnermais als Vorfrucht von Weizen bewirkt das höchste Infektionsrisiko. Der Ausweitung des Maisanbaus wird eine zentrale Rolle für die zunehmende Fusarien-Toxinproblematik der letzten Jahrzehnte zugeschrieben (VERRET & AUMANN 2001). Alle anderen ertragswirksamen Weizenkrankheiten werden durch diese Tatsache in ihrer Bewertung hinten angestellt. Dabei ist bekannt, dass z. B. im Bereich der Blattkrankheiten zunehmend Schwierigkeiten in der Krankheitsbekämpfung auftreten.

Bei engen Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil insbesondere mit Mais folgen Fruchtfolgeglieder aufeinander, die bevorzugt von toxinbildenden Fusarienarten befallen werden (OLDENBURG ET AL. 2003).

Die Folge kann ein erhebliches Risiko für Mensch und Tier sein. In Verbindung mit veränderten Rahmenbedingungen haben deswegen die Mykotoxine fachlich wie politisch eine hohe Brisanz erhalten. Aus unserer Sicht ergibt sich daher die Notwendigkeit, diese sehr komplexe Thematik unter verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten, vorrangig aber aus der Sicht des praktischen Landwirts. Die natürlichen Anbaubedingungen und die von vielen sächsischen Landwirtschaftsbetrieben praktizierten Produktionsverfahren im Weizenanbau bieten jahresabhängig die Voraussetzungen für regional auftretende Probleme mit Mykotoxinen. Bereits 1998 wurden Meldungen über erhöhte Werte von DON im Erntegut registriert. Zu dieser Zeit wurden auf allen Ebenen unzählige Projekte, Initiativen und Forschungsvorhaben auf den Weg gebracht.

### **3 Situation im Freistaat Sachsen**

Innerhalb des Qualitätsprogramms „Sachsen Ährenwort“ liefern Landwirtschaftsbetriebe Qualitätsweizen zur „Dresdener Mühlen GmbH“. Das Konzept mit einem kontrollierten Anbausystem hinterfragt u. a. zunehmend auch die Risikoabsicherung gegen eine Kontamination mit Mykotoxinen (HACCP). Je nach Auftreten von Risikofaktoren wird nach Abstimmung zwischen Betrieb, Vertragspartner und ggf. Beratung das acker- und pflanzenbauliche Konzept geplant und bis hin zur Pflanzenschutzmaßnahme umgesetzt. Im Jahr 2006 sind auf Grund der Witterungslage zum Zeitpunkt der Weizenblüte nach Angaben der Lieferanten etwa 85 - 90 Prozent der Weizenbestände mit toxinreduzierenden Fungiziden behandelt worden. Nach Angaben der Mühle wurden bei 25 Prozent der eingelieferten Proben aus den laufenden Lieferungen (ex Ernte) mit ELISA DON-Werte zwischen 350 und 1 000 µg/kg gemessen. Ausgehend von einer Toxinreduzierung um 50 Prozent durch die Fungizidausbringung wären aus der Ernte 2006 unbehandelt Partien mit Werten zwischen 750 und 2 000 µg/kg DON auf Risikoschlägen entstanden.

Natürlich bleibt auch hier in jedem Einzelfall die Frage nach der Notwendigkeit und der ökonomischen Betrachtung der Maßnahme. Unbestritten ist jedoch, dass die Betriebe mit einem klaren Konzept und einer konsequenten Umsetzung aller notwendigen Maßnahmen in Menge und Qualität den strengen Anforderungen des Marktpartners gerecht werden konnten – und letztlich von der

Preisentwicklung am Markt im 2. Halbjahr 2006 profitiert haben. Dies gilt im Besonderen auch bei Sorten mit den Fusarium-APS 4/5, die im Sortenkonzept der Mühle vorhanden sind.

Die Ausgangssituation wurde für das Beispiel „Sachsens Ährenwort“ kurz umrissen. Die Vertragspartner – natürlich auch bei anderen Qualitätsprogrammen – vertrauen einander und sind letztlich auch an fairen Geschäftsbeziehungen interessiert. Für eine Qualitätssicherung in der vertikalen Wertschöpfungskette vom Produzenten bis zur Ladentheke ist das Thema Mykotoxine spätestens nach den Problemen im Erntejahr 2002 und der danach folgenden Vermarktungsperiode von vorrangiger Bedeutung.

Im Rahmen der Schaderregerüberwachung (SEÜ) und den Untersuchungen zum Fusariummonitoring der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wird verstärkt diesem Umstand Rechnung getragen. Es sei die Anmerkung an dieser Stelle erlaubt, dass durch die Zufallsauswahl der Schläge mit unterschiedlichen Risikostufen sicher eine Bewertung möglich ist. Die Auswertung ist letztlich aber nur eine Rückschau und dient dem Überblick über die Befallssituation in Sachsen unter den Bedingungen des jeweiligen Standortes. Deutlich ist festzustellen, dass nach den wenig problematischen Befallsverläufen in 2003 - 2005 ein leichter Anstieg der Befallshäufigkeit im Jahr 2006 nachzuweisen ist (siehe dazu Übersichten 1 und 2).

Die möglichst präzise Vorhersage von „Fusarium-Gefahren“ ist kaum möglich. Die Bemusterung der Flächen (etwa 7 - 10 Tage vor dem theoretischen Erntebeginn) ist nach unserer Auffassung eine geeignete Möglichkeit, diese Gefahren zu lokalisieren und eine Separierung von Partien zu empfehlen. Allerdings ist diese Variante sehr arbeitsintensiv und kann vom staatlichen Pflanzenschutzdienst nicht flächendeckend angeboten oder durchgeführt werden. Hier ist der Betrieb selbst gefordert, die nötige Vorsicht an den Tag zu legen und Vorsorge zu treffen. Die Unterscheidung in Risikogruppen scheint auch hier durchaus sinnvoll. Im Ergebnisteil dieses Berichtes ist ein Beitrag zu diesem Aspekt nachzulesen.

Es kam im Verlauf des Wirtschaftsjahres 2002/2003 zu vielen Diskussionen auf allen Ebenen über das Thema Fusarium und dessen Bedeutung für die sächsische Qualitätsweizenproduktion in der Zukunft. Die Interessengemeinschaft der Erzeugerzusammenschlüsse (IGE) führte diese Diskussion ebenfalls und fällte die Entscheidung zur Auflage eines Demo-Vorhabens mit Fragestellungen aus der Perspektive des Landwirts. Die Ziele wurden definiert und die Vorgehensweise mit den Marktpartnern, der LfL und mit den beteiligten Betrieben abgestimmt. Das Gesamtkonzept wurde nach dieser Vorlage vom Ing.-Büro Albrecht & Partner erstellt und in den Feldversuchen umgesetzt.



**Abbildung 1: Partielle Taubaerigkeit an Winterweizen**

QUELLE: EIGENE AUFNAHME (2004)

Wie bereits mehrfach angedeutet, bildet die Entnahme einer repräsentativen Probe offensichtlich die größte Unsicherheit auf dem Weg zu abgesicherten Erkenntnissen mit einer entsprechend hohen Wiederfindungsrate. Die neue Regelung zur Probennahme wird hier dargestellt und kurz kommentiert.

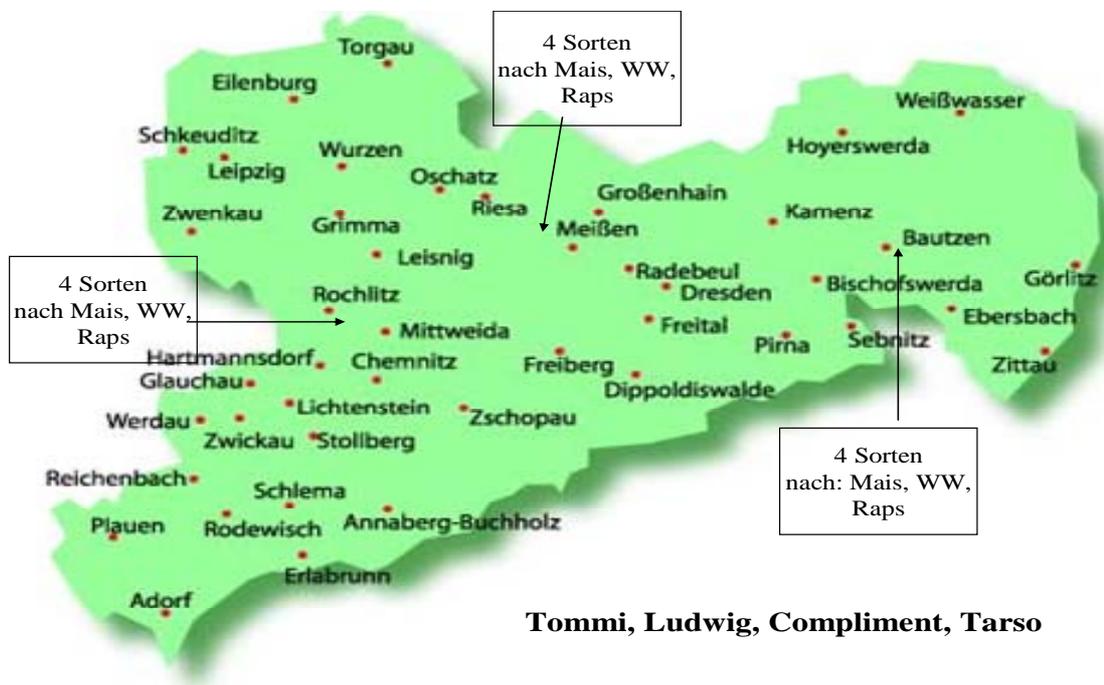
Nach Rodemann (ED 19. März 05) kann durch eine nicht korrekte Probennahme der Wert für eine mögliche Belastung um den **Faktor 1 000** verändert werden. Aus der eigenen Versuchstätigkeit wird diese Aussage in der Tendenz bestätigt. Die dargestellte Richtlinie zur Probennahme ist in der Praxis für den Erfassungshandel kaum durchführbar. Hier gibt es hingegen gute Erfahrungen mit Tagesmustern und deren Teilung mit Hilfe eines Riffelteilers. Dieses Verfahren wird an anderer Stelle noch genauer beschrieben.

Ohne Übertreibung kann festgestellt werden, dass die Verunsicherung im Markt nicht zur Festigung der vertikalen Kooperation in der Wertschöpfungskette beiträgt. Auch die ab Juli 2006 EU-weit einheitlich geltenden Grenzwerte schaffen nicht unbedingt Vertrauen zwischen den Marktpartnern. Die Geschäftsbeziehungen zwischen Erzeuger, Verarbeiter und letztlich auch dem Bäckerhandwerk sind hier einer Bewährungsprobe ausgesetzt, die nicht mit dem Durchsetzen eigener Interessen zu bestehen sein dürfte.

#### 4 Ziele der Projektarbeit

- Prüfung von Bekämpfungsstrategien zur Kontrolle der Fusariumprobleme und Risikominde-  
rung in der Weizenvermarktung
- Erarbeitung von Entscheidungshilfen für Landwirte zur Qualitätssicherung unter veränderten  
Rahmenbedingungen
- Schaffung eines breiten fachlichen Forums für Landwirte, Beratung und Verarbeitungswirt-  
schaft
- regionale, angepasste Intensität für umweltgerechte, risikobewusste und ökonomisch zu-  
kunftsfähige Weizenproduktion
- Beobachtung und Beurteilung der Interaktionen zwischen Sortentyp, chemischem Pflanzen-  
schutz, Qualitätsdüngung und Vorfrüchten

#### 5 Planung und Ablauf der Projektarbeit



Tommi, Ludwig, Compliment, Tarso

Abbildung 2: Übersicht zu den Versuchsstandorten im Projekt

Mit insgesamt drei Produktionsvarianten und einer Kontrolle wurde in Dubrauke (Ostsachsen; Betrieb Hesse), Riemsdorf (bei Meissen, RRS Riemsdorf GmbH) und auf den Flächen der Methauer Agro AG (Westsachsen) versucht, Differenzierungen hinsichtlich der Sorten, der Anbautechnik und der Vorfrüchte zu finden (siehe Abbildung 2). Hierbei wurden die Langparzellenversuche sowohl

wiederholt als auch teilweise randomisiert angelegt, so dass die Verrechnung und Auswertung der Ergebnisse möglich ist.

Bei der Planung der Versuche wurden die Betriebsleiter mit einbezogen, um praxisgerechte Fragestellungen und Denkweisen in den Vordergrund zu stellen. Die Festlegung der Sorten und Varianten wurde sorgfältig vorbereitet und mit den Fachleuten der LfL abgestimmt. Die Entscheidung ist dabei nicht leicht gefallen, weil eine Vielzahl von Neuzulassungen bei den Sorten im Zeitraum der Projektarbeit zu verzeichnen war. Bei der Entscheidung zur Sortenwahl bestand das Ziel, die Bedeutung für den sächsischen Weizenanbau und die Vielzahl der Eigenschaften für den Landwirt abzubilden. In der Nachbetrachtung erfolgte die Auswahl aus unserer Sicht richtig und praxisgerecht.

Die Festlegung der Pflanzenschutzstrategie dagegen gestaltete sich weniger problematisch, weil die wenigen verbliebenen Wirkstoffgruppen eine Auswahl von geeigneten Mittelkombinationen mit einer Marktbedeutung sehr erleichtert haben.

An dieser Stelle soll noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass es sich um einen Demonstrationsversuch handelt. Die Vorgehensweise in der Praxis wird so exakt wie möglich nachgestellt. Die Disposition der Kulturpflanze wurde hier unter den natürlichen Bedingungen (Vorfrucht, Sorte, Pflanzenschutz) definiert und die daraus resultierende Konstellation zwischen Erreger und Wirt nicht durch eine künstliche Inokulation verändert.

In den amtlichen Sortenprüfungen des Bundes wurde ab 2003 die künstliche Sprühinokulation durch die natürliche Infektion mit dem Einstreuen von Maisstoppeln ersetzt und damit praxisnah durchgeführt. Auf diese Maßnahme wurde ebenfalls verzichtet, um eine Infektion durch das natürlich vorhandene Inokulum der Maisvorfrucht zu erreichen.

Die ackerbaulichen Maßnahmen wurden an allen Standorten mit der gebotenen Sorgfalt mit praxisüblicher Technik durchgeführt. Die Behandlungen mit Pflanzenschutzmitteln erfolgten stadienbezogen nach vorheriger Absprache mit den verantwortlichen Betriebsleitern. Eine Differenzierung nach Sorten wurde nicht vorgenommen.

## **6 Material und Methoden**

### **6.1 Standorte**

*Dubrauke*

Oberlausitzer Gefilde; 150 m über NN

Niederschlag langjährig: 560 mm; Jahrestemperatur: 8,2 °C

ausgeprägte Frühsommertrockenheit

Boden: IS / sL; Az: 37-49

Betrieb wird in der Regel pfluglos bewirtschaftet.

### *Riemsdorf*

Meißner Land; 245 über NN

Niederschlag langjährig: 685 mm; Jahrestemperatur: 8,2 °C

Boden: sL; Az: 65-72 Lö 3/4

Betrieb wird in der Regel pfluglos bewirtschaftet.

### *Methau*

Westsächsisches Hügelland; 225 - 290 m über NN

Niederschlag langjährig: 680 mm; Jahrestemperatur: 8,8 °C

Boden: sL; Az 60-68

Betrieb mit Tierhaltung

Die Vorfrucht Mais wurde am Standort Meißen als Körnermais geerntet. Nach dem Mulchen wurde gepflügt; an den anderen Standorten der Mais als Silomais geerntet und nach einer Stoppelbearbeitung ebenfalls gepflügt. Im Versuchsjahr 2005/2006 wurde an den Standorten Meißen und Methau Körnermais geerntet und der Weizen nach anschließendem Mulchen pfluglos bestellt.

## **6.2 Saat und Bestandesführung**

Die Versuche wurden in Streulage angelegt und damit in die jeweils gegebenen betrieblichen Bewirtschaftungskonzepte integriert.

Jeder der Versuchsbetriebe stellte die Vorfrüchte **Raps**, **Mais** und **Weizen** zur Verfügung. Grundsätzlich ist zu sagen, dass mit der Auswahl der Vorfrüchte die in den sächsischen Ackerbaugebieten repräsentativen Bedingungen der Fruchtfolgegestaltung abgebildet werden. Die Weizenvorfrucht steht für den stetig steigenden Anteil des Winterweizens.

Zur ortsüblichen Saatzeit wurden mit betriebsüblicher Bestelltechnik Sortenstreifen mit drei Wiederholungen ausgedrillt. Die Saat konnte auf allen Standorten stets innerhalb von 10 Tagen durchgeführt werden. Das verwendete Z-Saatgut wurde einheitlich mit Standardbeizen behandelt und aus dem Bestand einer VO-Firma zugekauft.

Alle Pflanzenschutzmaßnahmen wurden mit der Betriebstechnik bzw. mit einem Lohnunternehmer durchgeführt. Die für das Versuchsvorhaben geplanten Fungizidvarianten konnten entsprechend der Vorgabe stadienbezogen und einheitlich an jedem Standort appliziert werden. Die Stickstoffdüngung wurde betriebsüblich ausgebracht und bei einer Ertragserwartung von 80 - 85 dt/ha für einen A-Weizen ausgelegt. Dabei diente eine Planungsgröße von ca. 200 kg N (incl. N-min in 0 - 60 cm) als Basis.

Der Einsatz von Wachstumsreglern erfolgte im Splitting-Verfahren, wobei die standortüblichen Aufwandmengen zum Einsatz kamen (1,2 l - 1,4 l CCC und 0,2 l – 0,3 l Modus). Das wichtigste Ziel

dieser Maßnahme ist die Vermeidung von Lager und damit u. a. auch eines erhöhten Risikos der Blüteninfektion mit Fusarium. Eine übermäßige Halmeinkürzung wurde vermieden. Die Behandlung der Kontrollparzellen erfolgte mit Ausnahme der Fungizide analog. Die Beerntung wurde mit einem Parzellenmähdrescher (HEGE 140) im Kerndruschverfahren vorgenommen.

### 6.3 Sorten

Die ausgewählten Sorten weisen hinsichtlich der Auswahlkriterien einige wesentliche Gemeinsamkeiten auf. Dazu zählen u. a.:

- Bekanntheitsgrad bei sächsischen Landwirten
- Anbaubedeutung in Sachsen
- Vermehrungsfläche konstant auf hohem Niveau
- Qualitätsweizen mit mittlerer Anfälligkeit
- Anfälligkeit gegen Ährenfusarium mit APS 4

Dem gegenüber gibt es wesentliche Unterschiede, u. a.:

- züchterische Bearbeitung und Zulassungsjahr
- Einstufung der Ertragsleistung
- Ertragsaufbau
- Blühverlauf und Reifezeit

Die Sortenauswahl soll darüber hinaus stellvertretend weitere Sorten des gleichen (oder ähnlichen) Typs repräsentieren, so dass einige Aussagen aus den Versuchsergebnissen verallgemeinert werden könnten (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: Vermehrungsfläche und Praxisanbau der Versuchssorten in Sachsen**

Sorte	Angemeldete Vermehrung 2004		Anbaufläche BEE 2003
	ha	%	(%)
Compliment	384	6,9	6,9
Tarso	374	6,7	11,5
Tommi	348	6,3	2,3
Ludwig	325	5,8	13,1

QUELLE: BESONDERE ERNTEERMITTLUNG (BEE) DES BMVEL (2004)

#### Typbeschreibung der Versuchssorten

(NACH BSA-BESCHREIBENDE SORTENLISTE 2003 SOWIE ZÜCHTERINFORMATIONEN)

**Compliment:** Die Winterweizensorte Compliment, ist eine seit dem Jahr 2001 zugelassene A–Winterweizensorte, ausgerichtet auf hohe Backqualität bei geringem Input. Sie ist hinsichtlich der Ertragsstruktur einem **Kompensationstyp** mit stärkerer Bestockung zuzuordnen. Bei hohen Ertragserwartungen und normalen Aussaatbedingungen sollte sie auf Bestandesdichten von 550 - 650 Ähren/m<sup>2</sup> ausgerich-

tet werden. Compliment besitzt gute Frühsaateigenschaften, neigt jedoch zu starker Bestockung und sollte, wenn diese im Frühjahr ausreichend ist, eher verhalten angedüngt werden. Die Stärken sind ganz klar in den Qualitätseigenschaften bei begrenztem Ertragsniveau zu definieren; schnelle Abreife bei hohen Temperaturen ziehen erhebliche Einbußen im Kornertag nach sich. Keine Eignung für Stoppelweizen!

- Ludwig:** Die Sorte Ludwig ist ein **Einzelährenertragstyp**, wobei ein hohes TKG die bestimmende Eigenschaft darstellt. Ludwig vereint überdurchschnittliche Qualitätswerte mit ansprechendem Ertragsniveau bei früher Reife. Die Aussaat sollte nicht zu spät und bei hohen Ertragserwartungen auf etwa 400 – 500 ährentragende Halme ausgerichtet sein. Das Ziel in der Bestandesetablierung sind 2 - 3 Vorwinter-Bestockungstriebe. Aufgrund seiner Langstrohigkeit bei jedoch durchaus guter Standfestigkeit wird ein relativ später Wachstumsreglereinsatz empfohlen, um unproduktive Nebentriebe auszusortieren. Die N-Düngung sollte eher schoßbetont erfolgen. Die Sorte hat eine ausgeprägte Fallzahlschwäche.
- Tarso:** Die Sorte Tarso überzeugt mit ausgesprochen **stabilen Qualitätseigenschaften** besonders bei den Kriterien Fallzahl und Rohproteingehalt. Diese Eigenschaften kann die Sorte auch im Low-Input-Anbau erfüllen und kompensiert so sein mittleres Ertragsniveau. Er ist ein verhältnismäßig kurzstrohiger kornanzahlbetonter Einzelährentyp. Hervorzuheben ist seine gute Spätsaateignung, wobei 550 - 600 Zielähren angestrebt und mit höheren Saatstärken ausgesät werden sollten. Entsprechend seiner guten Standfestigkeit kann ein reduzierter Wachstumsreglereinsatz erfolgen. Die N-Düngung ist auf die Erzeugung von Qualitätsweizen auszurichten.
- Tommi:** Die Sorte Tommi ist eine **später reifende A-Sorte** mit einem sehr hohen Ertragspotenzial bei guter Blattgesundheit. Tommi überzeugt mit überdurchschnittlich guten Kornertagen und guten Qualitätseigenschaften trotz einiger Mängel in der Winterhärte. Tommi ist bedingt durch hohe Kornzahlen je Ähre ein ausgesprochener Einzelährentyp. Das gute Kompensationsvermögen war trotz geschwächter Bestände nach Winter häufig die Ursache für stabile hohe Erträge. Bei der N-Düngung sollte die Kornfüllphase gefördert werden. Während der Versuchstätigkeit fiel eine relativ lange Blühdauer der Sorte auf – verglichen mit den übrigen Sorten.

## **6.4 Pflanzenschutz**

Die Pflanzenschutzvarianten unterscheiden sich grundsätzlich durch ihre strategische Ausrichtung.

### **6.4.1 Unbehandelte Kontrolle**

Eine Kontrolle ohne Fungizide ist zwar sehr praxisfern, aus Gründen der Auswertbarkeit der Daten aber notwendig.

### **6.4.2 Einmalbehandlung**

Die Einmalbehandlung im Blattbereich mit dem Produkt **JUWEL TOP** stellt eine bei den sächsischen Landwirten verbreitete und etablierte Vorgehensweise der Bekämpfung von wirtschaftlich relevanten Weizenkrankheiten dar. Die Aufwandmenge richtet sich nach dem Termin und der Stärke des Auftretens der Schaderreger. Andere Azol-Strobilurin-Kombinationen oder Tankmischungen besitzen bei entsprechender Aufwandmenge vergleichbare Wirkungsgrade. Die Einmalbehandlung hat zur Folge, dass u. U. nicht alle wirtschaftlich wichtigen Krankheiten (Halmbasis bis Blüteninfektionen) ausreichend sicher erfasst werden können. Die Aufwandmenge von Jewel Top wurde ab 2005 mit 0,8 l/ha eingestellt und damit um 20 Prozent reduziert.

### **6.4.3 Doppelbehandlung**

Eine Doppelbehandlung (Blatt + Ähre) ist ebenfalls häufig anzutreffen, wobei hier in der Regel reduzierte Aufwandmengen zur Anwendung kommen. Je nach Anfälligkeit der Sorten wird die Blattbehandlung nach dem Erreichen des jeweiligen Schwellenwertes appliziert. Die Ertragsabsicherung nach dem Ährenschieben wird dann (häufig in Verbindung mit Insektiziden) mit Azolfungiziden und/oder deren Tankmischungen vorgenommen. Mit der stärkeren Fokussierung auf die Qualitätssicherung kommt dieser Behandlung wieder größere Bedeutung zu. Aus diesem Grund wurde die Spritzfolge **JUWEL TOP / INPUT SET** gewählt. Die Blütenbehandlung wurde zeitnah zum Stadium BBCH 61/63 appliziert.

### **6.4.4 Gesundvariante**

Eine dritte Fungizidvariante trägt dem Erregerspektrum im frühen Blattbereich und an der Halmbasis Rechnung. Weil die Vorfrucht Weizen natürlicherweise einen höheren Ausgangsbefall mit sich bringt, war es nötig, eine entsprechende Variante einzubauen. Des Weiteren ist der Einfluss dieser Maßnahme statistisch sicher zu berechnen und erlaubt über das Projekt hinaus weitere Schlussfolgerungen zur Krankheitsbekämpfung.

#### Zusammenfassende Darstellung der Fungizidvarianten:

##### **Unbehandelt:**

kein Einsatz von Fungiziden

##### **Variante 1:**

(0,8 - 1,0 l/ha Jewel Top in BBCH 35/37) Minimalvariante – auf Blattgesundheit ausgerichtet, in der breiten Praxis oft nach Schadschwellenprinzip angewandte Einmalbehandlung

##### **Variante 2:**

(0,8 - 1,0 l/ha Jewel Top in BBCH 35/37, 0,8+0,8 l/ha Input Set in BBCH 61/63) Input Set → zur Vermeidung erhöhter DON (Toxin)-Konzentrationen im Erntegut, zusätzlich längere allgemeine Gesunderhaltung des Blatt- u. Ährenapparats

##### **Variante 3:**

(TM 0,4 kg/ha Unix + 0,5 l/ha Gladio in BBCH 30/31, 0,8 - 1 l/ha Jewel Top in BBCH 35/37, 0,8+0,8l/ha Input Set in BBCH 65) Gesundvariante zur Absicherung der Versuchsergebnisse (Halmbasis; frühe Blattkrankheiten), Input Set → DON (Toxin)-Konzentrationen im Erntegut, zusätzlich längere allgemeine Gesunderhaltung des Blatt- und Ährenapparats.

#### **6.5 Bonituren**

Die wirtschaftlich wichtigen Blattkrankheiten wie Echter Mehltau und *Septoria tritici* wurden nach dem bekannten Boniturschlüssel 1 - 9 des Bundessortenamtes bewertet. Bei der Erhebung der Befallshäufigkeit mit Ährenfusarium wurden 4 x 25 Pflanzen je Wiederholung bonitiert. Dieses Ergebnis ist aus Gründen der statischen Auswertung in einen Boniturwert (1 - 9) überführt worden. Es handelt sich hierbei ganz klar um eine optische Bewertung der **Befallshäufigkeit** in einem bestimmten Stadium. Das Stadium schwankt je nach Jahr und Sortentyp zwischen BBCH 75 und BBCH 85.

Die räumliche Verteilung des Befalls auf einer ca. 100 qm großen Parzelle war erwartungsgemäß sehr inhomogen. Dies gestaltete eine Bonitur zeitweise ausgesprochen schwierig. Dazu kamen die unterschiedlichen Stadien der Sorten nach einzelnen Vorfrüchten und die Bewertung der partiellen Weißährigkeit an den Nebentrieben.

#### **6.6 Ernte und Probenaufbereitung**

Die Beerntung erfolgte durch einen Parzellenmähdrescher (Hege) mit gleichzeitiger Probenentnahme. Die Proben wurden nach der Kennzeichnung und Separierung in einem kühlen Lagerraum zwischengelagert.

Die Bestimmung der Parameter Feuchte, Rohprotein und Sedimentation erfolgte mit Hilfe eines NIR-Gerätes der Firma PERTEN (nach einer Reinigung und Windsichtung).

Der kritischste Schritt, der noch vor der eigentlichen Mykotoxinanalytik erfolgt, ist die Entnahme einer repräsentativen Probe, weil im Allgemeinen Mykotoxine in einer Partie nicht gleichmäßig verteilt, sondern „nesterweise“ vorkommen. Insbesondere bei kleinen Stichproben stellt die Probenentnahme mit etwa 90 Prozent die größte Quelle für Testvariabilitäten dar (STEINMÜLLER 2003).

Die von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) seinerzeit vorgeschlagenen Empfehlungen zur Probennahme von Getreide sind in der praktischen Durchführung sehr aufwendig.

## 7 Analytik

Die Bestimmung des DON-Gehaltes wurde in einem zertifizierten Labor vorgenommen. Zur Anwendung kam das Verfahren „Ridascreen Fast DON-ELISA“. Weitere vergleichende Toxinmessungen erfolgten mit einem HPLC-Verfahren (MM/MS) sowie mit einem Fluorometer. Die Schnelltests mit Hilfe eines Fluorometer wurden zusätzlich in das Programm aufgenommen, weil sich mit der Brisanz des Themas auch die Fragen nach geeigneten Schnellmethoden im Erfassungshandel und in der betrieblichen Lagerung ergaben.

Gebräuchliche Einheiten für die Konzentration von Mykotoxinen sind:

ppm (parts per million) = 1 Millionstel = 0,0001 % = 1 mg/kg ppb (parts per billion) = 1 Milliardstel = 0,0000001 % = 1 µg/kg
--

Bei einem angenommenen Einzelkorngewicht von 0,05 g entspricht die Konzentration ppm einem Verhältnis von einem Weizenkorn zu einem Zentnersack Weizen und im ppb-Bereich sogar zu zwei Waggonladungen von je 25 t (STEINMÜLLER 2003). Die Kriterien Messunsicherheit und Wiederfindungsrate sind also offensichtlich die wirklichen Probleme der Mykotoxinanalytik.

In jedem Abschnitt der Analyse, von der Probennahme bis zur abschließenden Messung, treten auf Grund schwankender Messbedingungen Abweichungen vom wahren Wert auf. Diese Schwankungen werden als Messunsicherheit bezeichnet und sind nahe der Nachweisgrenze des jeweiligen Analyseverfahrens naturgemäß größer als bei höheren Gehalten.

Die Nachweisverfahren mit Ganzkornanalytik befinden sich derzeit in der Entwicklung. Die chromatographischen Nachweisverfahren als Vertreter der physikalisch-chemischen Verfahren zählen heutzutage zu den meist verbreiteten Verfahren in der Rückstands- und Lebensmittelanalytik. Sie verfügen in Abhängigkeit vom jeweiligen Verfahren über eine sehr hohe Empfindlichkeit ( $\text{pg} = 10^{-12}$ ), Trennleistung sowie Genauigkeit. Als nachteilig ist jedoch der hohe apparative und damit kostenintensive Aufwand zu bewerten.

Zu den immunologischen Nachweisverfahren zählt als wichtigster Vertreter auch der ELISA-Test, der auf Grund seiner Eigenschaften zurzeit oft als Screening-Verfahren Anwendung findet. Wesentlich umstrittener sind die visuellen Abschätzverfahren als Entscheidungsgrundlage zu sehen. Alle beschriebenen Verfahren fanden dennoch Eingang in die im Projekt durchgeführten Analyseschritte, weil nach Ansicht der Autoren ein berechtigtes Interesse der Praxis signalisiert wurde.

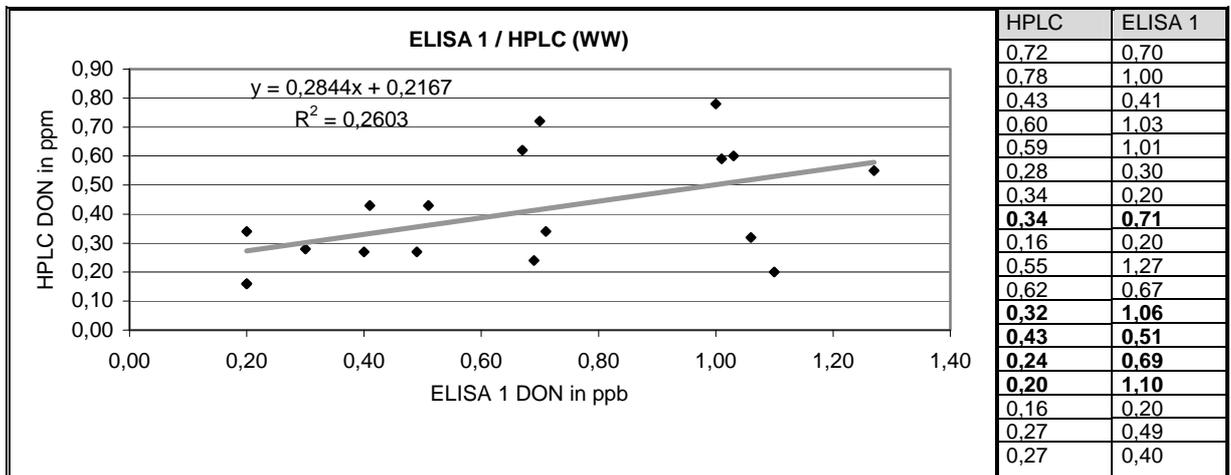
## 8 Ergebnisse und Diskussion

### 8.1 Analytik

Die unten aufgeführten Diagramme zeigen Korrelationen der DON-Analysen mittels ELISA-Verfahren im Vergleich zu HPLC-Analyseergebnissen. Die Proben stammen aus dem Erntejahr 2004 vom Standort Meißen. Es wurden für diesen Vergleich die Sorten Tommi und Ludwig nach den Vorfrüchten Mais und Winterweizen (WW) ausgewählt und mit zwei Wiederholungen auf DON analysiert (ELISA 1/ELISA 2).

**ELISA 1/HPLC - Mais/WW:** In der Vorfrucht WW lieferten drei von 18 Analysen DON-Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze von 0,20 ppm des verwendeten readascreen-fast-DON. In zwei Fällen wurde diese Aussage durch entsprechende HPLC-Ergebnisse bestätigt, eine dritte Probe analysierte HPLC mit 0,34 ppm. Bei Mais ergab der ELISA ein Ergebnis 0,2 ppm, welches die HPLC bestätigte. In beiden Vorfrüchten sind jeweils fünf von 18 (27 Prozent) Einzelproben falsch-positiv (fp). Bei Vorfrucht Mais wurde eine Probe als falsch-negativ (fn) analysiert. Die Verrechnung der Ergebnisse ergab bei WW-Vorfrucht einen Korrelationskoeffizienten ( $r_{xy}$ ) von 0,528 und für Mais  $r_{xy} = 0,511$ . Damit sind beide Korrelationen signifikant (siehe Tabellen 2 und 3).

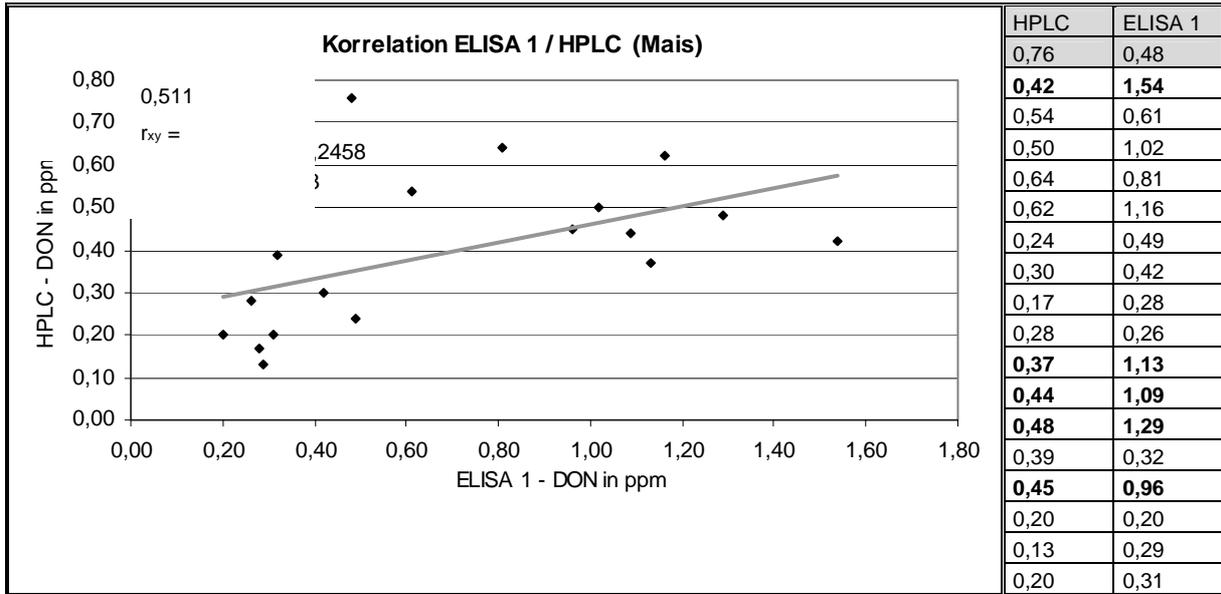
**Tabelle 2: Korrelation ELISA 1/HPLC (WW) ( $r_{xy} = 0,510$ )**



Der verhältnismäßig flache Verlauf der Regressionsgeraden (Tabelle 2) lässt unter Beachtung der Achseneinteilung erkennen, dass das im Test 1 angewandte ELISA-Verfahren bei WW bereits ab der Nachweisgrenze von 0,2 ppm zum Teil stark nach oben zu streuen beginnt.

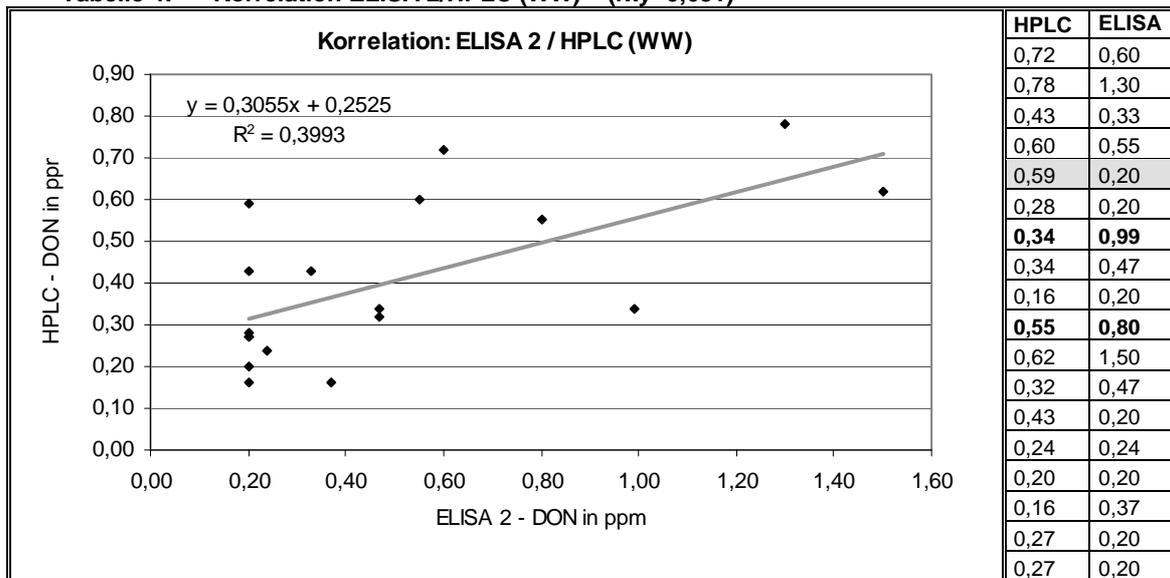
Ähnlich verhalten sich die Analysenergebnisse Mais-Vorfrucht (Tabelle 3). Dort tritt dieses Verhalten jedoch erst ab einer durch HPLC gemessenen Vergleichs-DON-Konzentration von 0,4 ppm ein. Bei genauerer Analyse der Einzeldaten fällt auf, dass es bei der Häufigkeit abweichender Werte kaum Unterschiede zwischen den Sorten gibt. Eine Sortenabhängigkeit ist demnach kaum nachweisbar. Ferner kann angenommen werden, dass trotz exakter Teilung in den untersuchten Proben unterschiedlich viele belastete Körner vorhanden waren.

**Tabelle 3: Korrelation ELISA 1/HPLC (Mais) ( $r_{xy}=0,511$ )**



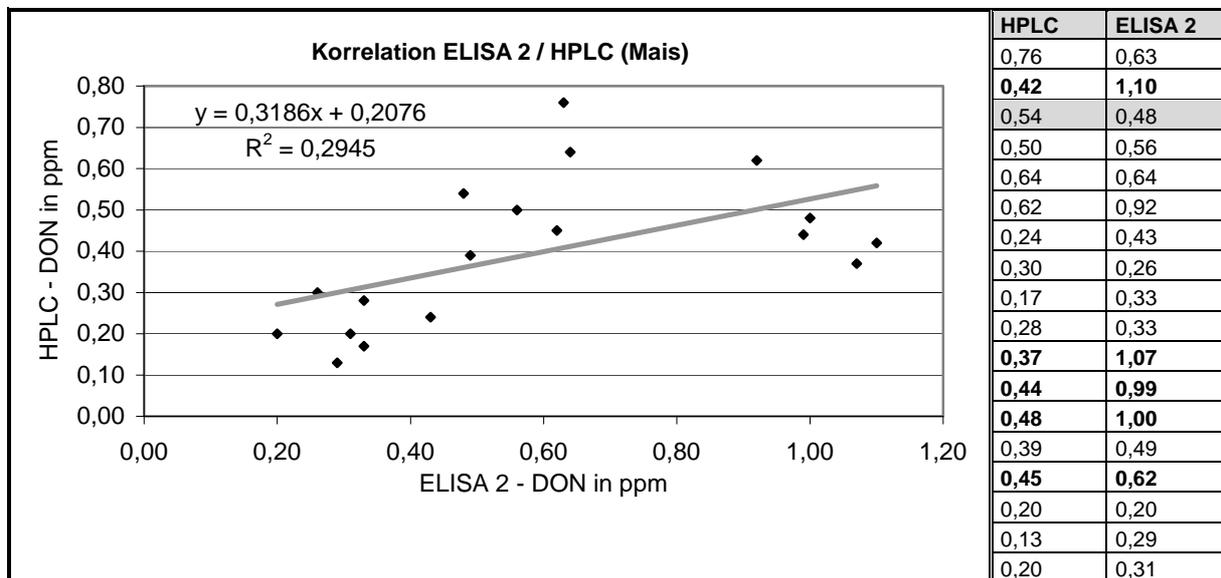
Sowohl in WW als auch in Mais ist ersichtlich, dass die Sorte Tommi einen höheren Anteil falsch-positiv bewerteter Analysen aufweist. In beiden Vorfrüchten sind es vier von neun durchgeführten Analysen. Bei der Sorte Ludwig ist in beiden Varianten ein falsch-positives und in Mais zusätzlich ein falsch-negatives Ergebnis zu finden.

**Tabelle 4: Korrelation ELISA 2/HPLC (WW) (rxy=0,631)**



Der zweite Test (ELISA 2/HPLC) (Tabelle 4) lieferte in der WW-Variante Ergebnisse mit zwei falsch positiven und einer falsch-negativen Aussage über beide Sorten (16 Prozent). Nach Vorfrucht Mais (Tabelle 5) lag jedoch der Anteil qualitativ falscher Analysen mit 33 Prozent bedeutend höher. Bei diesen sechs Tests handelt es sich bei der Sorte Tommi um vier falsch-positive und bei Ludwig um jeweils ein fp und ein fn Ergebnis.

**Tabelle 5: Korrelation ELISA 2/HPLC (Mais) (rxy=0,542)**



## 8.2 Ertragsparameter und Mykotoxingehalte

Die Ergebnisse des Projektvorhabens der IGE aus den Erntejahren 2004 - 2006 bestätigen im Wesentlichen die heute bekannten Erkenntnisse aus der Praxis und der Vermarktung. Die neuen Grenzwerte bei DON und ZEA für unverarbeitetes Getreide sorgen bereits wieder für Gesprächsstoff, weil Erzeuger, Handel und Verarbeitung unterschiedliche Standpunkte definieren wollen.

Die Spekulationen im Juni/Juli des Jahres 2006 über ein „Fusariumjahr“ wie 1998 oder 2002 wurden durch die Witterung während und nach der Blüte genährt. Der Witterungsverlauf an den Standorten während der Weizenblüte zeigte hinsichtlich des Gefahrenpotenzials durchaus berechtigte Bedenken. Im Managementsystem (HACCP) muss daher von einem „kritischen Punkt“ gesprochen werden. Die Praxis reagierte entsprechend mit einer regional differenzierten Bewertung des Risikopotenzials. Die Folge war ein vergleichsweise hoher Anteil Ährenbehandlungen, die in die kritische Blühphase platziert worden sind. Die Ausbreitung und die Entwicklungsbedingungen in den Wochen nach einer Infektion sind nach neuesten Erkenntnissen für ein „Fusariumproblem“ in der Ernte noch wichtiger als bisher angenommen. Die Hitze im Juli 2006 kann eine Ursache dafür sein, dass „lehrbuchmäßige“ Infektionsbedingungen zur Weizenblüte bei mittlerem Befallsrisiko nicht zu einer problematischen Situation führten.

Die Ausrichtung der letzten Maßnahme zur Minderung einer Toxinbildung muss auch zukünftig von der Witterung vor/während der Blüte abhängig gemacht werden. Hier scheint das Stadium BBCH 65 dem Optimum des Behandlungszeitpunktes sehr nahe zu kommen, spätere Stadien schnitten in Exaktversuchen häufig schlechter ab.

Die Entscheidung für eine Ährenbehandlung war hinsichtlich der Ertragsabsicherung an allen Projektstandorten durchaus wirtschaftlich.

Die Erträge an den einzelnen Standorten sind am Beispiel von 2005 grafisch dargestellt und grundsätzlich auf 86 Prozent TS umgerechnet worden. Bemerkenswert ist der große Unterschied zwischen den Vorfrüchten an einem Standort (Abbildungen 3 – 11). Besonders hervorzuheben ist hierbei der teilweise deutliche Ertragsabfall der Weizenvorfrucht gegenüber Raps und Mais. Dies ist möglicherweise auf eine starke Wechselwirkung von Witterungsverlauf, spezifischem Krankheitsverlauf bei Stoppelweizen und Jahreseffekten zurückzuführen. Das ist im Vergleich zwischen den Versuchsjahren ein völlig verändertes Bild, welches ggf. durch weitere Versuche speziell hinterfragt werden sollte. Im Übrigen stimmen diese Ergebnisse mit den bundesweit vorliegenden Daten aus Stoppelweizenversuchen im Trend gut überein. Die Versuche in den Landwirtschaftskammern Niedersachsen/Schleswig-Holstein/Nordrhein-Westfalen z.B. weisen im Durchschnitt eine Ertragsdepression von WW nach WW von 28 – 32 Prozent für 2005 im Vergleich zu einer Rapsvorfrucht aus.

Bei einer differenzierten Betrachtung unserer Standorte fällt deutlich auf, dass über alle Vorfrüchte niedrigere DON-Werte nachgewiesen wurden als z. B. 2002. Dies ist für alle Sorten und im Wesentlichen auch für alle Fungizidvarianten zu verallgemeinern. Die Vorfrucht Weizen wies z. B. im Jahr 2004 ähnlich verteilte Häufigkeiten im DON-Gehalt auf wie die Vorfrucht Mais (siehe Abbildung 12).

Auch 2006 traten tendenziell höhere Toxinwerte auf, obwohl die Auswertung letztlich wenige Zusammenhänge zwischen Toxinwert und Ertrag aufzeigte (Abbildung 13). Es wäre daher zu vermuten gewesen, dass der starke Ertragsabfall bei der Weizenvorfrucht über höhere Schmachtkornanteile o. ä. zu begründen ist. Diese könnten wiederum durch einen hohen Infektionsdruck durch Ährenfusarium bedingt sein. Auf Grund der vorliegenden Daten lässt sich auch diese These nicht beweisen. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit geht auch nicht hervor, welchen Einfluss der Infektionszeitpunkt sowie die danach bestehenden Witterungsbedingungen auf den DON-Gehalt einer Kornprobe haben. Diese Faktoren haben im Zusammenhang mit Blühtermin, Abwehrreaktionen der Pflanze und Disposition des Sortentyps sicher Einfluss auf die Höhe der DON-Konzentration. Die Sicherheit einer Vorhersage ist allerdings nicht einmal ansatzweise gegeben. In der Literatur findet man sogar Hinweise darauf, dass eine exakte Ausrichtung des Behandlungszeitpunkts an der Blüte weniger entscheidend für einen Bekämpfungserfolg sein kann. Diese Erkenntnisse stammen aus Versuchsreihen, bei denen Weizensortimente nicht sortenspezifisch, sondern lediglich zum gleichen Zeitpunkt behandelt wurden. Auf ähnliche Weise wurde dies im Projekt auch praktiziert, weil eine sortenspezifische Differenzierung technisch kaum durchführbar ist.

Die Übereinstimmung von optischer Bewertung der Bestände (z.B. im BBCH 85) mit den tatsächlich gemessenen Werten lässt weitere Fragen aufkommen. So bleibt zu vermuten, dass offensichtlich so genannte „Nicht-Toxin-Bildner“ die teilweise starke Bleichung der mittleren Spindelbereiche der Weizenähren hervorgerufen haben können. Die starke Verkümmern von infizierten Körnern in Folge der hohen Temperaturen im Juli und die anschließende Ausreinigung beim Drusch sind sicher weitere Argumente. Eine weitere unbekannte Komponente in dieser Wechselbeziehung ist der Anteil der infizierten Ähren der Nebentriebe, die offensichtlich zu einem späteren Zeitpunkt blühen. Das „Infektionsfenster“ verschiebt sich und erschwert damit eine exakte Terminierung einer möglichen Behandlung.

Die Verrechnung der Parameter Kornertrag, Tausendkorngewicht, DON-Gehalt im Zusammenhang mit den Anbauregionen, den Vorfruchtconstellationen, Sorten und Fungizidbehandlungsstrategien wurde nach Eingang aller Untersuchungsergebnisse mit verschiedenen mathematisch-statistischen Methoden vorgenommen. Es wurden dazu verschiedene Korrelationsanalysen, multivariate explorative Analysen, einfaktorische Varianzanalysen sowie mehrfaktorische Varianzanalysen durchgeführt. Ein umfassender, detaillierter Bericht zur statistischen Auswertung liegt vor. Die wichtigsten Ergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst:

- Die Verwendung des DON\_E-Parameters zur Beschreibung der DON-Belastung des Erntegutes scheint gerechtfertigt.
- Bei der Prüfung über alle untersuchten Faktoren (Region, Sorte, Vorfrucht, Behandlungsvariante) hinweg ergab sich eine signifikante hohe positive Korrelation zwischen Ertrag und TKG, eine signifikante negative Korrelation zwischen Ertrag (sowie TKG) und DON\_E, Weißährigkeit, Septoria- und Mehlnaebefall.
- Die multivariate explorative Analyse (PCA) ermöglicht die Visualisierung von Hauptmustern bzw. zu erwartenden Haupttrends.
- Die höchsten Erträge wurden 2004 erzielt; tendenziell höhere DON-Gehalte ergaben sich 2005 und 2006.
- Tendenzuell geringere Erträge wurden in der Region Ostsachsen erzielt.
- Die Sorten Tommi und Ludwig erzielten tendenziell die höchsten Erträge.
- Hohe DON-Gehalte lagen vorrangig in der Region Westsachsen und in der Region Meißen vor.
- Erhöhte DON-Gehalte traten fast ausschließlich bei Vorfrucht Weizen und Mais auf.
- Die höchsten DON-Gehalte ergaben sich in den Unbehandelten Kontrollen und der Variante 1, die höchsten Erträge dagegen bei Varianten 2 und 3.

#### Ergebnisse aus der Analyse des Gesamtdatensatzes der Ertragsdaten:

- (1) Keine Blockeffekte!
- (2) Mit einer erklärten Gesamtvarianz von 82 Prozent ( $r^2 = 0,817$ ) wird durch die ins Modell einbezogenen Faktoren der wesentliche Varianzanteil der Ertragsdaten erklärt!
- (3) Die Faktoren Jahr, Region (Ort), Vorfrucht (VF), Sorte und Behandlungsvarianten tragen signifikant zur Erklärung der Variabilität der Ertragsdaten bei!
- (4) Größte Bedeutung (siehe Quadratsummen-Wert) haben dabei: Region (Ort) und Jahr gefolgt von Behandlungsvariante, Vorfrucht und Sorte.

#### Ergebnisse aus der Analyse des Gesamtdatensatzes der TKG-Daten:

- (1) Keine Blockeffekte!
- (2) Mit einer erklärten Gesamtvarianz von 75 Prozent ( $r^2 = 0,751$ ) wird durch die ins Modell einbezogenen Faktoren der wesentliche Varianzanteil der TKG-Daten erklärt!
- (3) Die Faktoren Jahr, Region (Ort), Vorfrucht (VF), Sorte und Behandlungsvarianten tragen signifikant zur Erklärung der Variabilität der TKG-Daten bei!
- (4) Die mit Abstand größte Bedeutung (siehe Quadratsummen-Wert) hat dabei der Faktor Jahr gefolgt von Behandlungsvariante, Sorte, Vorfrucht und Region.

#### Ergebnisse aus der Analyse des Gesamtdatensatzes der DON-Gehalte:

- (1) Keine Blockeffekte!
- (2) Mit einer erklärten Gesamtvarianz von 38 Prozent ( $r^2 = 0,380$ ) wird durch die ins Modell einbezogenen Faktoren nur ein Drittel der Gesamtvarianz erklärt! An der Höhe der DON-Gehalte

sind zusätzlich andere, hier nicht mit einbezogenen Faktoren verantwortlich. Dieser Befund überrascht nicht!

- (3) Die Faktoren Jahr, Region (Ort), Vorfrucht (VF), Sorte und Behandlungsvarianten tragen signifikant zur Erklärung der Variabilität der Ertragsdaten bei!
- (4) Größte Bedeutung (siehe Quadratsummen-Wert) haben dabei: Region (Ort) und Jahr gefolgt von Behandlungsvariante, Vorfrucht und Sorte.

## 9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse können für die im Projekt untersuchten Ackerbau-regionen Sachsens keine allgemeingültigen Ableitungen vorgenommen werden. Der ostsächsische Standort in der Oberlausitz wies mit Ausnahme von wenigen Einzelwerten in keinem der 3 Versuchsjahre relevante Toxinwerte auf. Die Wirkung einer höheren Intensität auf Ertrag und Vitalität ist mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht auf die Minderung des Befalls mit Ährenfusarium zurückzuführen. Andere jahresbedingte Faktoren und der Witterungsverlauf während und vor allem nach der kritischen Blühphase haben das Thema „Mykotoxine“ nicht zu einem Kardinalproblem für die Landwirte in der Region werden lassen.

In der westsächsischen Ackerbauregion sind tendenziell ähnliche Erkenntnisse gewonnen worden. Eine Verallgemeinerung ist allerdings für diese Region schon nicht mehr vertretbar, da ein zunehmender Anteil von Risikofaktoren zu verzeichnen war. Dazu zählen einerseits höhere Anteile an Mais in den Fruchtfolgen (auch Körnermais/CCM) und andererseits die schrittweise Ausbreitung von Getreidefolgen mit konservierenden Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren. Der ausgewählte Versuchsbetrieb in Methau ist auf Grund der Betriebsstruktur in der Lage, diese Risiken zu umgehen. Da auf Mais kein Getreide folgt und auch kein Körnermais im Anbau ist, kann von einem geringen Basisrisiko gesprochen werden. Im Fall einer Simulation wie im absolvierten Projekt ist allerdings unschwer zu erkennen, dass sich diese Situation jederzeit ändern kann.

Eine umfassende Diskussion der Ergebnisse am Standort Meißener Land ist schwierig. Bereits am Beispiel der unterschiedlichen Testverfahren und der Abschätzmethode wird die Komplexität deutlich. In den Versuchsjahren 2004 und 2006 sind häufiger deutlich höhere DON - Werte gemessen worden als im Vergleich zu den anderen Standorten. Die Behandlung in der Blüte brachte überwiegend eine Reduktion des DON - Gehaltes, in vielen Fällen damit auch die Gewähr einer problemlosen Vermarktung. Ein wichtiger Aspekt ist in allen untersuchten „Beständen“ (jede Großparzelle = ein Bestand) die Tatsache, dass alle 1296 beernteten Parzellen ohne Lager zur Abreife gelangten und aus dem Stand geerntet werden konnten. Dies ist für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse enorm wichtig, da der teilweise Einfluss von lagerndem Getreide auf die Mykotoxinbildung hinreichend bekannt ist.

Die gesamte Konzeption des Projektvorhabens war vom Schwerpunkt auf die Minderung von Mykotoxinen in Folge einer Ähreninfektion mit *Fusarium ssp.* ausgerichtet. In der Praxis spielen natürlich auch die anderen wirtschaftlich relevanten pilzlichen Schaderreger eine wichtige Rolle. Dabei

treten bei der Krankheitsbekämpfung zunehmende Probleme auf, die auf Wirkstoffresistenz (qualitativ und quantitativ) zurückzuführen sind. Der Landwirt muss den gesamten Komplex betrachten, die Situation witterungsabhängig bewerten und dann eine Entscheidung treffen. Der wesentliche Unterschied ist hierbei in den Folgen einer Fehlentscheidung zu sehen. Die typischen Blattkrankheiten wie Mehltau, Blattdürre oder die Getreideroste rufen neben den Abreifekrankheiten (Spelzenbräune u. a.) nur Ertragsverluste und ggf. auch Qualitätseinbußen hervor. Eine Einschränkung der Vermarktung oder gar ein überschrittener Grenzwert ist nicht zu erwarten.

In der Projektarbeit wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass die wesentlichen Risikofaktoren für Ährenfusariosen exakt definiert sind. Eine „schlagspezifische Früherkennung“ der Mykotoxinbelastung vor der Ernte ist schwierig und mit den Monitoringprogrammen des amtlichen Dienstes nicht ausreichend zu bewerkstelligen. Viele Schlussfolgerungen können erst nach der Ernte getroffen werden und gehen dann in die Empfehlungen für die kommende Saison ein. Zum Zeitpunkt der Analysen, Stichproben und Tagungen ist die Minderungsstrategie bereits erfolgreich gewesen oder fehlgeschlagen. Deshalb sind die Erzeugerverbände direkt aufgefordert, die dafür erforderlichen Laborkapazitäten bereitzustellen. In dem Zusammenhang wird auf die Schwierigkeiten und Unsicherheiten bei Probenahme und Analytik hingewiesen, ebenso auf die Notwendigkeit von Kontrolluntersuchungen.

Empfehlungen, dass „Maisanbau nur vor Weizen stehen darf, wenn durch bodenwendende Maßnahmen eine nachhaltige Abdeckung des Infektionspotenzials herbeigeführt wird“ und „die Paarung Maisvorfrucht und bodenschonende Bearbeitung nicht zu empfehlen sei“ ist aus unserer Sicht etwas praxisfern. Gerade für diese Konstellation sind Lösungsansätze wichtig, weil die gesetzlichen Rahmenbedingungen zu Bodenschutz etc. klare Anforderungen definieren. Dazu kommt, dass der Freistaat Sachsen mit Agrar-Umweltprogrammen die konservierenden Bestellverfahren fördert. Es besteht demnach weiterhin dringender Forschungsbedarf auf diesem Gebiet, um letztlich eine wirksame Mykotoxinminderung mit allen zugelassenen Methoden und Mitteln zu erreichen.

Ausgehend von den Projektzielen sind die wichtigsten Schlussfolgerungen für die Praxis nochmals zusammengefasst:

- Mykotoxine und Mindererträge sind die Folge einer ungesunden Fruchtfolge mit zusätzlichen Kompromissen bei der Bodenbearbeitung. Die minderanfällige Sorte mit einem derzeit eher mittleren Ertragspotenzial ist keine alleinige Lösung dieses Konfliktes.
- Deutliche Effekte einer gezielten Minderungsstrategie in Bezug auf Ährenfusariumbefall und Mykotoxingehalte wurden nur am Standort Meißen erzielt. Die Wirkung einer gezielten Blütebehandlung auf den Kornertag und die Mykotoxinreduktion war an diesem Standort absicherbar. Bei Auftreten der Risikofaktoren Vorfrucht (Mais und Weizen) und infektionsgünstige Witterung zur Blüte ist eine gezielte Fungizidapplikation in der Blüte gerechtfertigt.

- Bei Vorfrucht Mais, besonders nach Körnermais, mit konservierender Bodenbearbeitung, ist das Gefahrenpotenzial noch wesentlich höher einzuschätzen.
- Aufgrund der zunehmenden Diversifizierung der Betriebe und deren Produktionsverfahren kann keine pauschale Strategie empfohlen werden. Für eine situations- und schlagbezogene Vorgehensweise ist in jedem Betrieb eine detaillierte Risikoanalyse erforderlich.
- Wichtig ist in diesem Zusammenhang eine konsequente Anwendung von Qualitätssicherungssystemen (z. B. das HACCP-Konzept) zur klaren Definition der Schwachstellen und der kritischen Punkte im gesamten Produktionsprozess.
- Als sinnvoll erachtet werden Vorernteuntersuchungen zur Abschätzung des Mykotoxingehaltes im Vorfeld der Ernte. Hierzu sind weiterführende Untersuchungen u. a. zur Eignung verschiedener Schnelltestverfahren erforderlich.
- Einsparmöglichkeiten im Pflanzenschutz sind im Bereich der Blattkrankheiten und teilweise auch bei Fußkrankheiten gegeben, nicht aber bei der Ährengesundheit. Gegebenenfalls wären in Ostsachsen jahresbedingt auch hier Reduktionen möglich.
- Die Interaktionen aus Pflanzenschutz, Sorte und Vorfrucht wurden im Bericht ausreichend dargestellt.
- Die Projektlaufzeit war für eine Absicherung von Entscheidungshilfen zu kurz. In zwei Jahren trat nur geringer Fusariumbefall auf. In Ostsachsen konnten generell keine aussagefähigen Daten erzielt werden.
- In 19 Veranstaltungen in den Jahren 2004 bis 2007 wurde das Thema Ährenfusariosen/Mykotoxine auf der Ebene der Erzeugergemeinschaften diskutiert, das Projekt vorgestellt, es wurden Ergebnisse besprochen und am Feldbestand die Probleme erörtert. Landwirte, Verarbeiter, Händler und Multiplikatoren zeigten dabei großes Interesse. Während der Projektlaufzeit wurde somit ein breites fachliches Forum geschaffen und eine Sensibilisierung zu diesem Problem in allen Ebenen der Erzeugerkette erreicht.

10 Anhang

**Winterweizen - Untersuchungsergebnisse DON - ELISA  
Sachsen 2000 - 2006**

Ergebnisse der Schaderregerüberwachung - Zufallsauswahl von Schlägen

Jahr	Anzahl Schläge	µg/kg DON Median	Anteil Proben in % µg/kg DON		
			≥ 750	≥ 1000	≥ 1250
2000	n = 35	< NG	3	3	0
2001	n = 38	265	13	8	8
2002	n = 36	500	39	33	28
2003	n = 36	< NG	0	0	0
2004	n = 44	< NG	0	0	0
2005	n = 43	< NG	5	0	0
2006	n = 37	< NG	5	3	3

NG = Nachweisgrenze 222 µg/kg DON

**Freistaat Sachsen**  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Übersicht 1: Ergebnisse aus dem Fusariummonitoring der LfL 2000 – 2006

**Winterweizen - Untersuchungsergebnisse DON - ELISA  
Sachsen 2000 - 2006**

Fusariummonitoring – gezielte Schlagauswahl mit Risikofaktoren

Proben mit ? 2 Risikofaktoren				
Jahr	DON µg/kg Median	Anteil Proben in % µg/kg DON		
		≥ 750	≥ 1000	≥ 1250
2000 n = 40	< NG	23	13	10
2001 n = 29	1600	72	72	62
2002 n = 27	1050	74	59	48
2003 n = 21	< NG	5	5	0
2004 n = 23	460	35	26	17
2005 n = 14	< NG	29	21	14
2006 n = 17	306	35	24	12

NG = Nachweisgrenze 222 µg/kg DON

**Freistaat Sachsen**  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Übersicht 2: Ergebnisse aus dem Fusariummonitoring der LfL 2000 - 2006

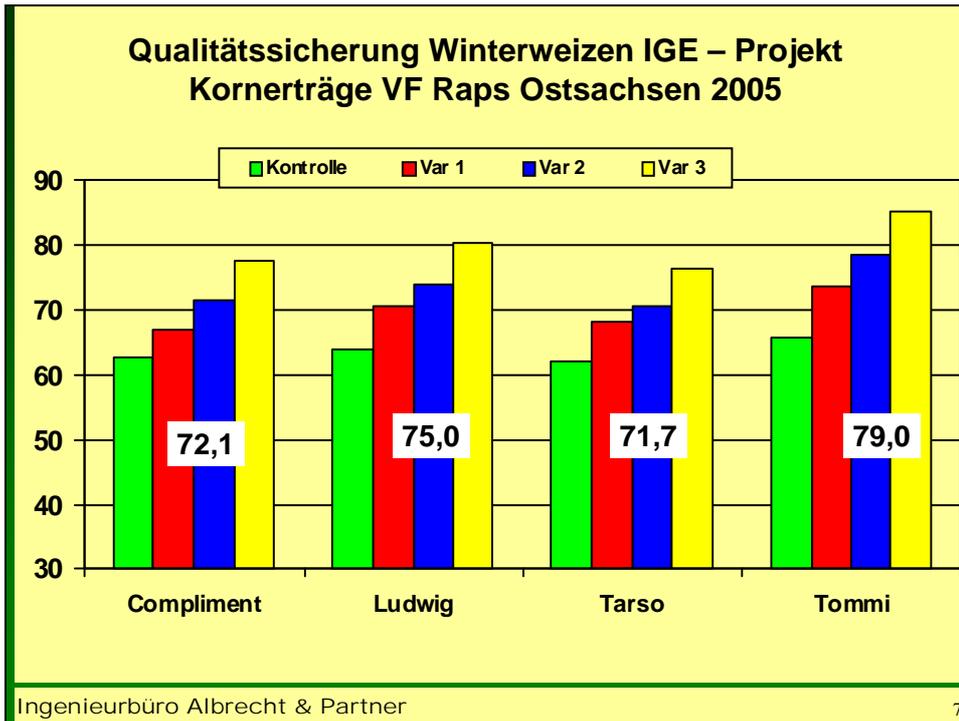


Abbildung 3: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Ostsachsen nach Vorfrucht Winterraps

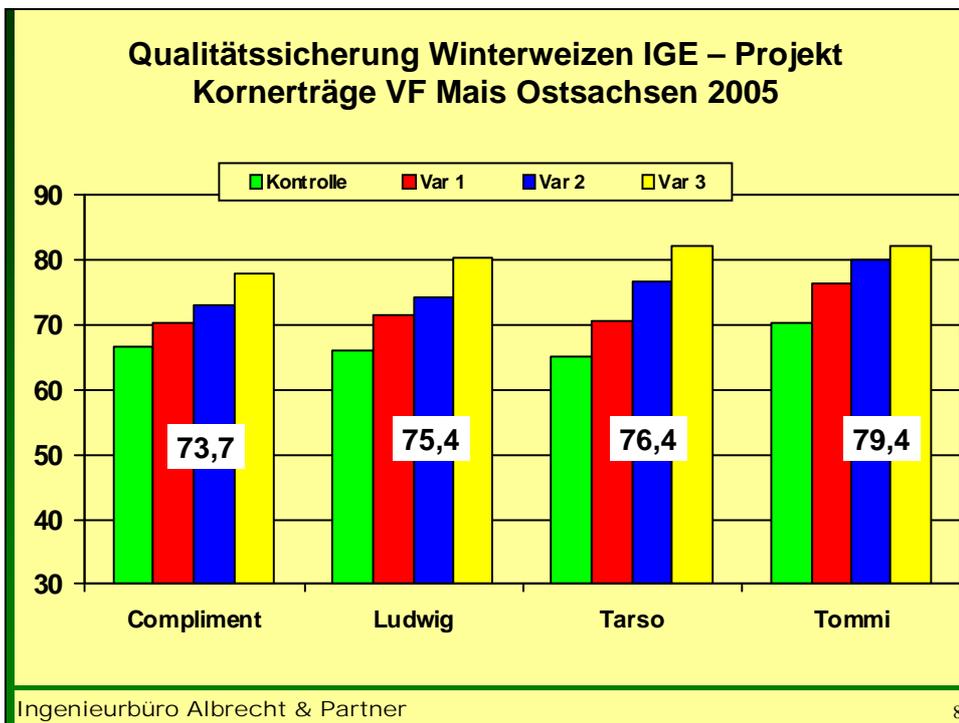


Abbildung 4: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Ostsachsen nach Vorfrucht Mais

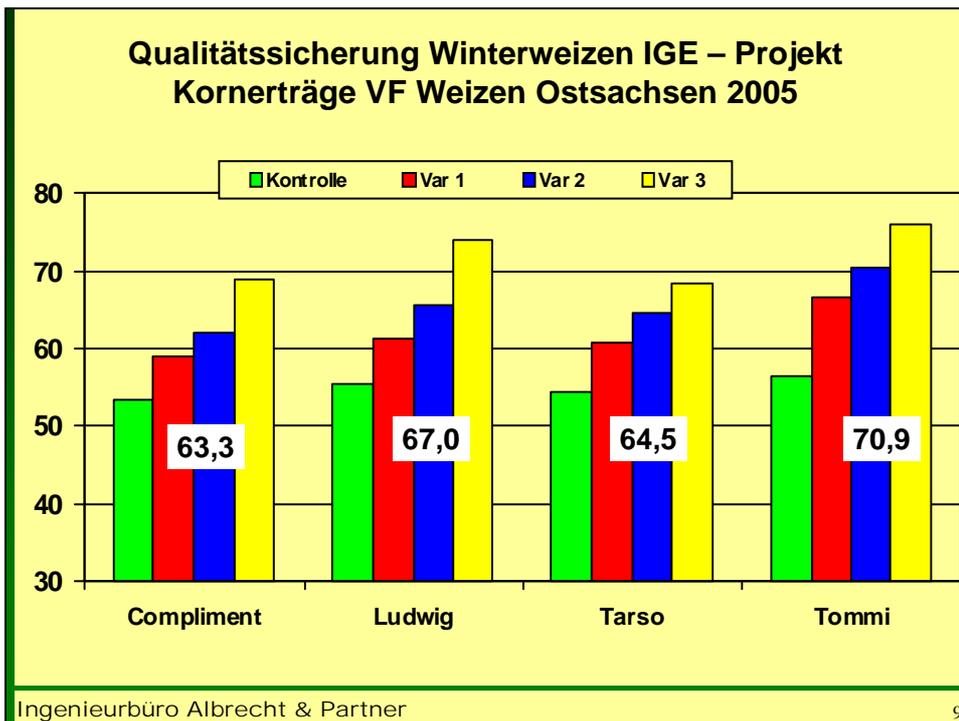


Abbildung 5: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Ostsachsen nach Vorfrucht Winterweizen

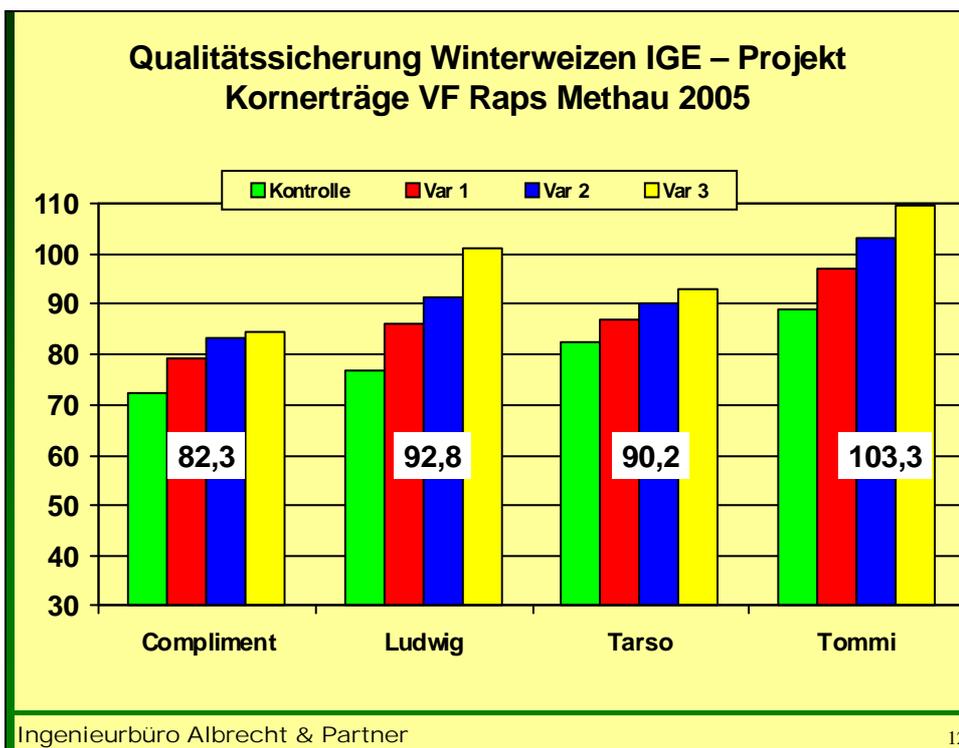


Abbildung 6: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Westsachsen nach Vorfrucht Winter-raps

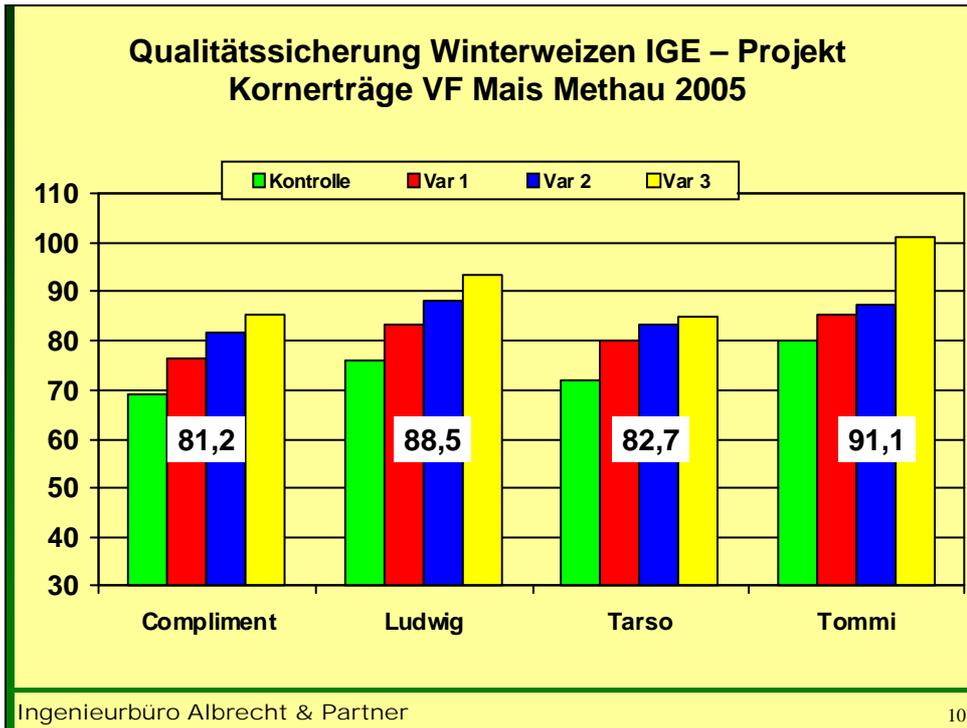


Abbildung 7: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Westsachsen nach Vorfrucht Mais

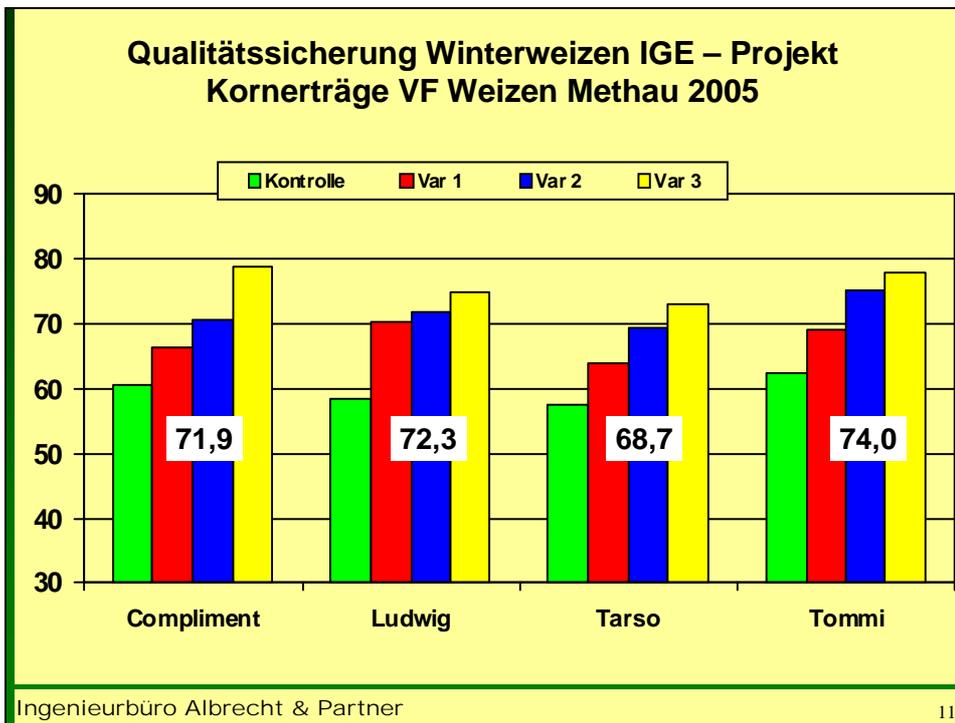


Abbildung 8: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Westsachsen nach Vorfrucht Winterweizen

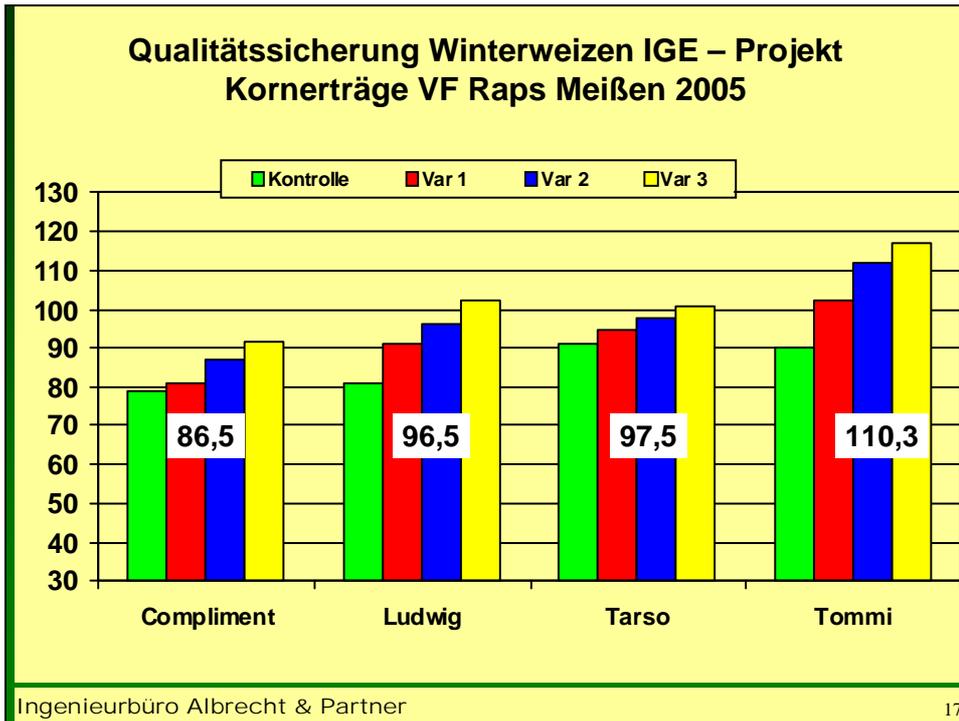


Abbildung 9: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Meißen nach Vorfrucht Winterapps

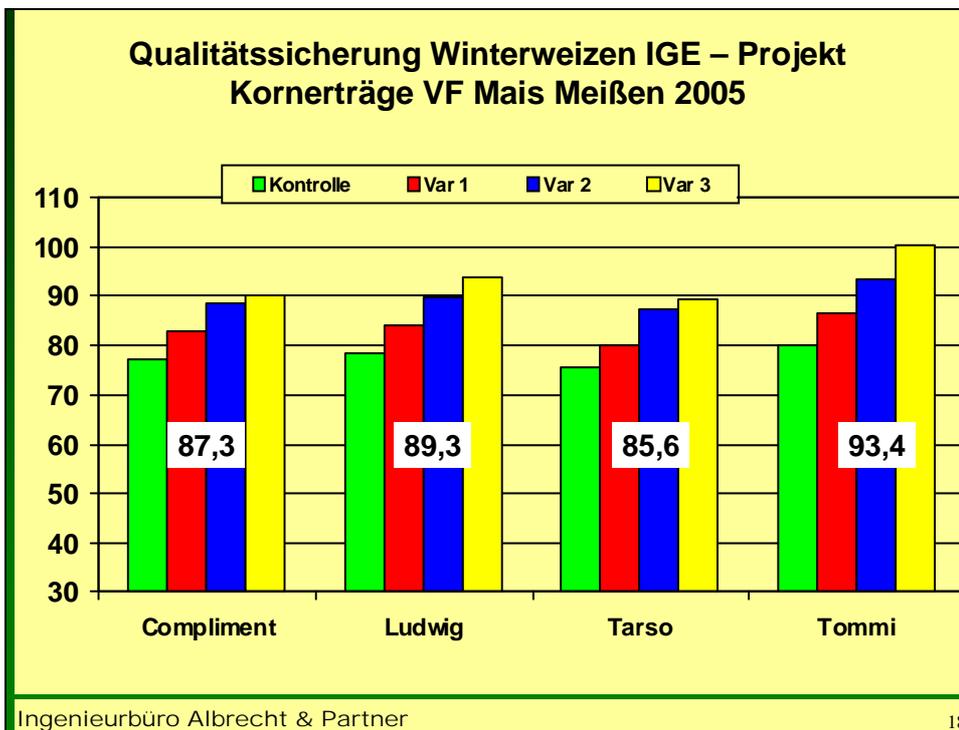


Abbildung 10: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Meißen nach Vorfrucht Mais

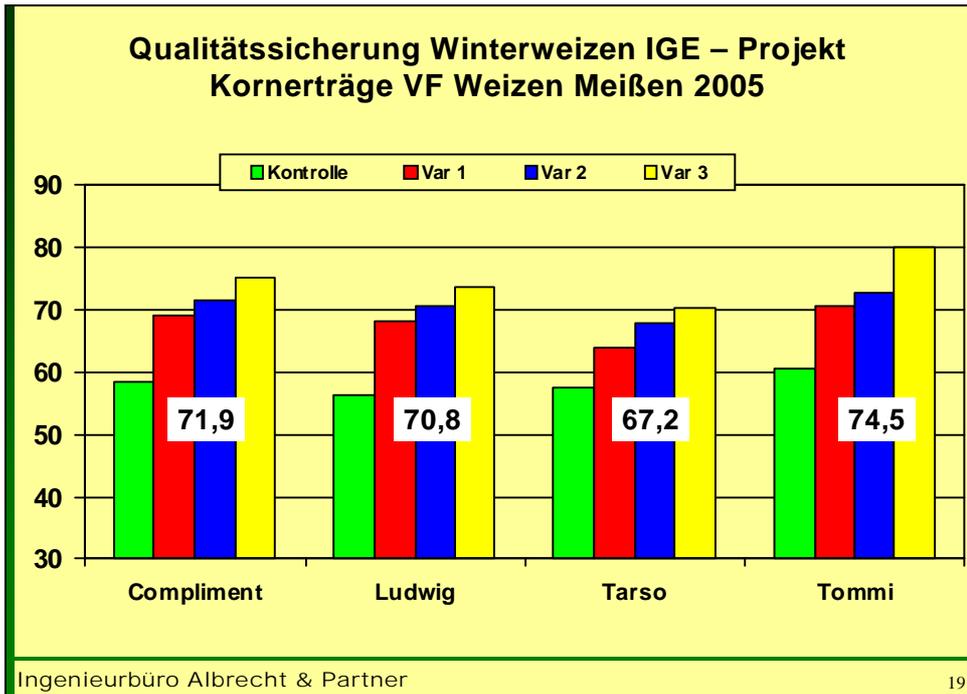


Abbildung 11: Kornerträge in dt/ha, 2005, Standort Meißen nach Vorfrucht Winterweizen

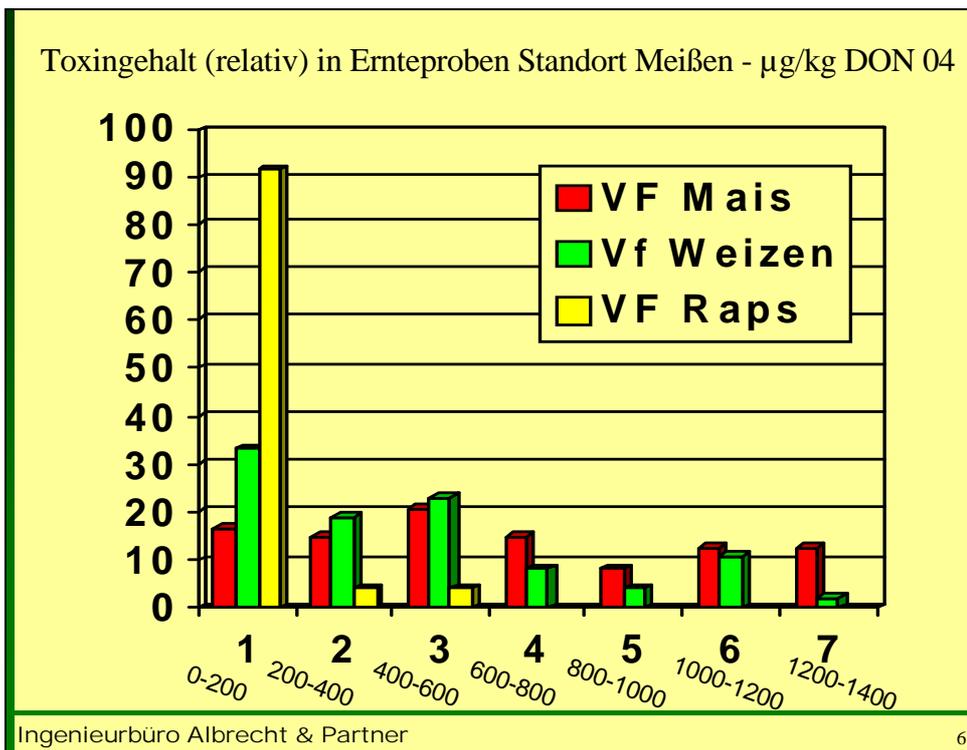


Abbildung 12: Darstellung des DON-Gehaltes relativ in Prozent, 2004, Standort Meißen nach verschiedenen Vorfrüchten

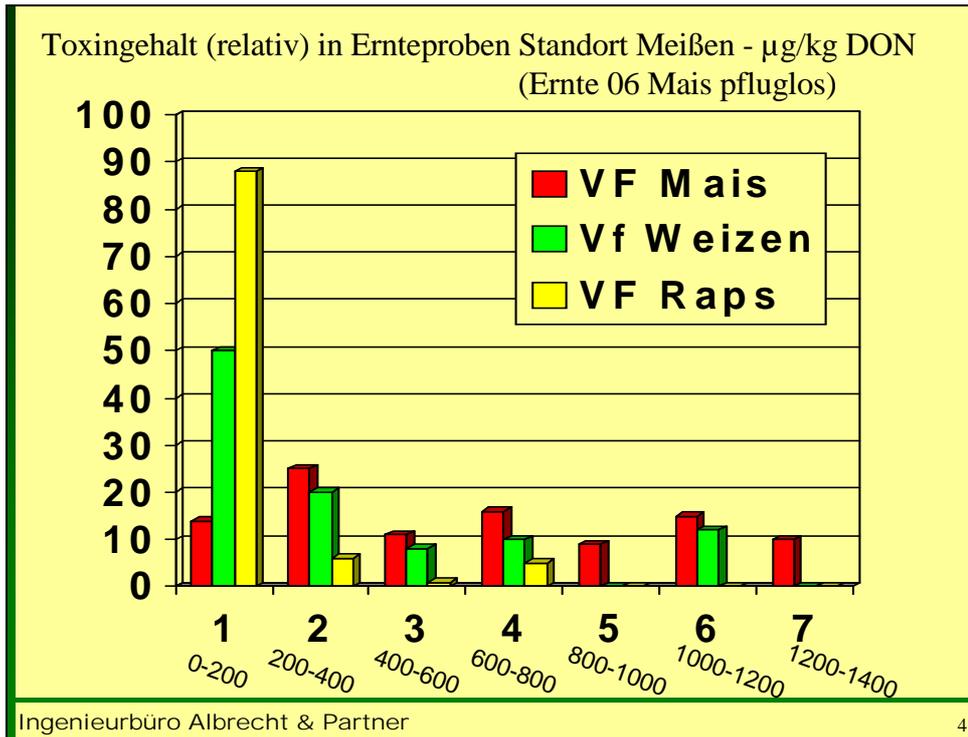


Abbildung 13: Darstellung des DON-Gehaltes relativ in Prozent, 2006, Standort Meißen nach verschiedenen Vorfrüchten

## **Impressum**

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden  
Internet: [www.landwirtschaft.sachsen.de/flf/publikationen](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/flf/publikationen)
- Autoren:** Interessengemeinschaft der Erzeugerzusammenschlüsse in  
Sachsen e.V.; erstellt durch:  
Ingenieurbüro Albrecht & Partner  
Peter Albrecht  
Dorfstrasse 5b  
01665 Klipphausen OT Sora  
Telefon: 035204 792970  
Telefax: 035204 792971  
E-Mail: [aw-partner@t-online.de](mailto:aw-partner@t-online.de)
- Redaktion:** siehe Autoren
- Endredaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Anne-Christin Matthies-Umhau, Ramona Scheinert, Matthias Löwig  
Telefon: 0351/2612-345  
Telefax: 0351/2612-151  
E-Mail: [Anne-Christin.Matthies@smul.sachsen.de](mailto:Anne-Christin.Matthies@smul.sachsen.de)
- ISSN:** 1861-5988
- Redaktionsschluss:** Juli 2007

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

### **Verteilerhinweis**

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