



Das Lebensministerium



## Projekt Glaubitz

Schriftenreihe der  
Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft  
Heft 10 - 7. Jahrgang 2002

**Einfluss einer langjährig umweltschonenden Landwirtschaft auf Krankheiten, Schadpflanzen und ausgewählte bodenfaunistische Bioindikatoren**

Dieses Projekt mit einer Laufzeit von 1999 bis 2001 wurde vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft im Rahmen der Projektförderung im Bereich "Begleitende Maßnahmen zur Umsetzung und Fortentwicklung des Agrarumweltprogramms 'Umweltgerechte Landwirtschaft'" gefördert.

	<b>Seite</b>
<b>Einleitung und Problemstellung</b>	<b>1</b>
<b>1 Material und Methoden</b>	<b>2</b>
1.1 Standortcharakteristik der Versuchsfläche	2
1.2 Allgemeine Aspekte	2
<b>2 Einfluss einer langjährig umweltschonenden Landbewirtschaftung auf Schadpflanzen</b>	<b>3</b>
2.1 Material und Methoden	4
2.1.1 Auswirkung von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität auf Verunkrautung und Ertrag von Körnerfrüchten	4
2.1.1.1 Versuchsanlage und konstante Faktoren	4
2.1.1.2 Prüfglieder	4
2.1.1.3 Prüfmerkmale	4
2.1.2 Langfristige Auswirkung unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsverfahren und gestaffelter Stickstoffgaben auf Verunkrautung und Ertrag von Mähdruschfrüchten	6
2.1.2.1 Versuchsanlage und konstante Faktoren	6
2.1.2.2 Prüfglieder	6
2.1.2.3 Prüfmerkmale	6
2.1.3 Sukzession nach gezielter Wildkräuteransaat sowie bei natürlicher Begrünung von Dauerbrachen auf Acker	7
2.2 Ergebnisse und Diskussion	8
2.2.1 Auswirkung von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität auf Unkrautentwicklung und -bekämpfung	8
2.2.1.1 Unkrautauflauf	8
2.2.1.2 Verunkrautung nach der Herbizidausbringung sowie herbizide Wirksamkeit in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung	11
2.2.1.3 Einfluss der Bewirtschaftungsfaktoren auf ausgewählte Bestandes- und Ertragsparameter zur Ernte	14
2.2.1.4 Unkraut-, Bestandes- und Ertragsentwicklung der einzelnen Vorfrucht-Nachfrucht Kombinationen	15
2.2.1.4.1 Futterbaufruchtfolge	15
2.2.1.4.1.1 Winterweizen nach Kartoffeln	15
2.2.1.4.1.2 Sommerweizen nach Kartoffeln	16
2.2.1.4.1.3 Weizen/Triticale nach Mais	17
2.2.1.4.1.4 Winterweizen nach Klee	19
2.2.1.4.1.5 Sommerweizen nach Klee	20
2.2.1.4.1.6 Wintergerste nach Raps	21
2.2.1.4.1.7 Winterweizen nach Erbsen	23
2.2.1.4.2 Marktfruchtfolge	24
2.2.1.4.2.1 Wintergerste nach Weizen/Triticale	24
2.2.1.4.2.2 Roggen nach Wintergerste	24
2.2.1.4.2.3 Triticale nach Winterweizen	27
2.2.1.4.2.4 Winterweizen nach Brache	28
2.2.1.4.2.5 Weizen nach Winterraps	30
2.2.2 Langfristige Auswirkung unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsverfahren und gestaffelter Stickstoffgaben auf Verunkrautung und Ertrag von Mähdruschfrüchten	31
2.2.2.1 Entwicklung und Verunkrautung von Weizen nach Winterraps	31
2.2.2.1.1 Unkrautauflauf	31
2.2.2.1.2 Unkrautentwicklung	31
2.2.2.1.3 Entwicklung, Ernteparameter und Ertrag des Weizens	31
2.2.2.2 Entwicklung und Verunkrautung von Raps nach Wintergerste	32
2.2.2.2.1 Unkrautauflauf	32
2.2.2.2.2 Unkrautentwicklung	32
2.2.2.2.3 Entwicklung, Ernteparameter und Ertrag des Rapses	33
2.2.2.3 Entwicklung und Verunkrautung von Wintergerste nach Winterweizen	33

2.2.2.3.1	Unkrautaufbau	33
2.2.2.3.2	Unkrautentwicklung	33
2.2.2.3.3	Entwicklung, Ernteparameter und Ertrag der Wintergerste	34
2.2.3	Entwicklung einer auf Ackerland angelegten Dauerbrache mit und ohne Ansaat und bei unterschiedlichen mechanischen Pflegemaßnahmen	35
2.3	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	36
<b>3</b>	<b>Einfluss einer langjährig umweltschonenden Landbewirtschaftung auf Krankheiten</b>	<b>38</b>
3.1	Material und Methoden	38
3.1.1	Prüfglieder und Faktoren	38
3.2	Ergebnisse und Diskussion	39
3.2.1.	Fußkrankheiten	39
3.2.1.1	Blattscheiden-Färbetest	39
3.2.1.2	Halmbasis- bzw. Wurzelbefall (BBCH 75)	40
3.2.2	Blattkrankheiten	43
3.2.3	Ährenkrankungen und Mykotoxinbelastung	49
3.3	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	52
3.3.1	Mehltau- und Rostpilze	52
3.3.2	Drechslera-, Septoria-Arten und weitere pilzliche Schaderreger	53
3.3.3	Fuß- und Halmbasiserkrankungen	53
3.3.4	Fusarien	53
<b>4</b>	<b>Einfluss einer langjährig umweltschonenden Landbewirtschaftung auf ausgewählte bodenfaunistische Bioindikatoren</b>	<b>54</b>
4.1	Material und Methoden	54
4.1.1	Integration der Untersuchungen in den Langzeitversuch am Standort Glaubitz	54
4.1.2	Auswahl der Collembolen als Bioindikatoren	54
4.1.3	Erfassung und Bearbeitung der Collembola	55
4.1.4	Probennahme und Variantenkombination	55
4.1.5	Erfassung des Witterungsverlaufes	56
4.1.6	Erfassung der Daten und statistische Prüfung	56
4.2	Ergebnisse und Diskussion	57
4.2.1	Die Artengarnitur der Collembolen des Versuchsgeländes Glaubitz	57
4.2.2	Prüfvarianten der Hauptuntersuchung	60
4.2.2.1	Gesamt-Abundanz	60
4.2.2.2	Artenzahl	60
4.2.2.3	Gesamt-Juvenilanteil	60
4.2.2.4	Abundanzen der häufigsten Arten	60
4.2.3	Ergebnisse der Vergleichsserien	63
4.2.3.1	Dauerparzelle	63
4.2.3.2	Brache	63
4.2.4	Diskussion	63
4.2.4.1	Standortkennzeichnung durch die Collembolenfauna	63
4.2.4.2	Standortkennzeichnung und Bioindikation der Versuchsanlage durch die Oligochaetenfauna sowie durch Mollusken	63
4.2.4.3	Einfluss des Pflanzenanbaues in Form der Fruchtfolge (Wintergerste und Winterweizen in der Futterfruchtfolge)	64
4.2.4.4	Einfluss der Bodenbearbeitung	64
4.2.4.5	Einfluss der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln: Herbizide und Insektizide	65
4.3	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	66
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>67</b>
	Abbildungsverzeichnis	69
	Literaturverzeichnis	69
	Anlagenverzeichnis	73
	Anlagen	

## Einleitung und Problemstellung

Zur Entwicklung von Konzepten und Programmen für eine umweltverträgliche Landbewirtschaftung sind nicht nur Kenntnisse über die Hauptwirkung von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung sowie weiterer acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen, wie Düngung und Sortenwahl, sondern auch Aussagen zu den Wechselwirkungen zwischen den Faktoren auf die Verunkrautung und die Ertragsentwicklung erforderlich. Neben den Vorteilen einer Minimalbodenbearbeitung wie Energieeinsparung und Erosionsschutz ist auch die objektive Bewertung bestimmter damit verbundener Risiken für die Praxis notwendig.

Das quasistabile System der Landwirtschaft ist nur durch ständige Bewirtschaftung und hauptsächlich durch Einsatz von Energie erhaltbar. Da Agroökosysteme in der Lage sind, auf veränderte Bewirtschaftung oder Umweltreize kurzfristig zu reagieren, sind ständig steuernde Eingriffe notwendig, um die Reaktion des Systems in die gewünschte Richtung, ggf. sogar entgegengesetzt, zu lenken. Einige Reaktionen sind mit vorhandenen Methoden kurzfristig beschreib- und quantifizierbar. In den seltensten Fällen sind aber bereits innerhalb kurzer Zeiträume auch langfristige Auswirkungen der Veränderung einzelner oder gar mehrerer Bewirtschaftungsfaktoren erkennbar. Hinsichtlich der Auswirkungen auf Pflanzenkrankheiten existieren oft sehr gegenläufige Angaben, wobei häufig Kurzzeit- und Langzeitwirkungen sowie nicht vergleichbare umgebende Bedingungen ungenügend differenziert betrachtet werden.

Ein wichtiger Aspekt besteht darin, dass der Entwicklungszyklus einer Reihe von Pilzkrankheiten dadurch gekennzeichnet ist, dass der Erreger auf Stoppelresten bzw. Pflanzenrückständen an der Bodenoberfläche überdauern kann, wie z. B. bei folgenden Getreidekrankheiten:

- Blattdürre [*Pyrenophora tritici-repentis* (DTR/HTR)],
- Blatt- und Spelzenbräune (*Septoria nodorum*),
- Septoria-Blattdürre (*Septoria tritici*),
- Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit (*Rhynchosporium secalis*),
- Fusariosen (*Fusarium* spp),
- Scharfer Augenfleck (*Rhizoctonia cerealis*),
- Halmbbruch (*Pseudocercospora herpotrichoides*),
- Schwarzbeinigkeit (*Ophiobolus graminis*).

Befallene Ernterückstände auf der Bodenoberfläche bilden somit eine wesentliche Infektionsgefahr für die Folgefrucht. Andererseits existieren in der Literatur auch Aussagen dahingehend, dass eine konservierende Bodenbearbeitung auch eine höhere mikrobiologische Aktivität bzw. ein verstärktes Auftreten von Antagonisten bestimmter Krankheiten bewirken kann. Unbestritten ist, dass die Wirkungen insgesamt sehr komplex sind und eine Quantifizierung nur bei mehrjährigen Ergebnissen möglich ist.

Die Erfassung dieser Wechselwirkungen verlangt deshalb mehrfaktorielle Feldversuche, die darüber hinaus zur Ermittlung der Nachhaltigkeit der einzelnen Maßnahmen als Langzeitversuche konzipiert werden müssen.

PALLUTT (2002) weist z. B. anhand eigener Langzeitversuche nach, dass nach sechs Jahren noch keine abschließende Beurteilung der Auswirkung veränderter Herbizidaufwandmengen und Stickstoffgaben auf die Populationsdynamik von Unkräutern möglich ist, sondern frühestens nach zehn Jahren. Erst nach 15 Jahren waren Veränderungen in der Zusammensetzung der Unkrautflora erkennbar.

Unter diesen Gesichtspunkten wurde ein 1985 vom ehemaligen Institut für Pflanzenschutzforschung (IPF) Kleinmachnow angelegter und später von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) weitergeführter Langzeitversuch von 1992 bis 1993 an die veränderten ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen angepasst und um zwei weitere Langzeitversuche erweitert.

Im Rahmen des Langzeitversuches ergab sich später die Möglichkeit, zusätzlich die Fragestellung, ob nachweislich Unterschiede im Krankheitsauftreten zwischen einer langjährig konventionellen Bodenbearbeitung (Pflügen) und einer pfluglosen Bodenbearbeitung bestehen, zu bearbeiten und mit Hilfe von Bioindikatoren zu prüfen, inwieweit mit der gewählten Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidanwendung einer umweltgerechten Landwirtschaft entsprochen wird.

Diese Versuche konnten im Jahr 1999 auf der Grundlage einer Förderung als Forschungsprojekt durch das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) übernommen und noch bis zum Jahr 2001 eigenständig weitergeführt und dieser Zeitraum in einem Forschungsbericht ausgewertet werden.

## 1 Material und Methoden

Die Langzeitversuche befanden sich auf einer Versuchsfeldanlage, welche sich im Freistaat Sachsen, in der Gemarkung und Gemeinde Nünchritz, des Landkreises Riesa-Großenhain befindet. Vor der Versuchsanlage wurden 1983 Kartoffeln und 1984 Sommergerste angebaut, so dass zu Versuchsbeginn winterannuelle Unkräuter des Getreides, wie z. B. der Windhalm, nur in geringem Umfang vorhanden waren.

### 1.1 Standortcharakteristik der Versuchsfläche

Höhenlage über NN:	98 m
Bodenform:	sandiger Lehm - Lehm, Unterboden Sand - Kies
Bodenart:	sandiger Lehm (48 % Sand, 38 % Schluff, 14 % Ton)
Bodentyp:	Sandlehm-Braunstaugley
Ackerzahl:	46 - 48
Organische Substanz:	2,9 - 3,2 %
pH-Wert:	5,0 - 5,8
Klima:	trockenes, warmes Klima der unteren Lagen, stärker kontinental beeinflusst
Jahresniederschlag:	574 mm (im 20-jährigen Mittel)
Jahresmitteltemperatur:	8,8 °C (im 50-jährigen Mittel)

### 1.2 Allgemeine Aspekte

Wegen der ab 1990 veränderten Rahmenbedingungen wurden die seit 1985 laufenden Versuche von 1991 bis 1993 durch Umstellungen der Fruchtfolge und Bodenbearbeitung an die neuen wirtschaftlichen Bedingungen angepasst. Um die bereits aufgebauten Fruchtfolgeeffekte und die Wirkungen der unterschiedlichen Intensität der Herbizidanwendung nicht zu verlieren, wurde die Versuchsanlage jedoch nicht grundsätzlich geändert.

Die Versuche wurden in einer zweifaktoriellen Spaltanlage, getrennt nach Fruchtfolge (Anlage 1) mit Parzellen von 3,0 m x 10,0 m = 30,0 m<sup>2</sup> angelegt. Die Ernte- und Boniturfläche je Teilstück betrug 1,5 m x 10,0 m = 15 m<sup>2</sup>.

In den Versuchsblöcken wurden zwei unterschiedliche Fruchtfolgen - eine Futter- und eine Marktfruchtfolge - sowie zwei differierende Bodenbearbeitungsregimes (wendend und konservierend) praktiziert. Diese stellen in den

Versuchen zur integrierten Unkrautbekämpfung jeweils Prüfglieder dar und werden deshalb dort ausführlich dargelegt. Somit ergibt sich seit 1994 die in Tabelle 1 dargestellte Anbaugestaltung und Feldfruchtbelegung.

Vor der Grundbodenbearbeitung wurde nach Getreide, Mais, Raps, Klee gras/Körnerfuttererbsen und der Brache eine Stoppelbearbeitung mit der Scheibenegge vorgenommen, der sich häufig, einige Tage später, ein Arbeitsgang mit der Kreiselegge anschloss. Die Aussaat des Getreides erfolgte seit 1994 bei allen Bodenbearbeitungsvarianten ganzflächig mit einem Rotosem auf Rototiller. Somit handelt es sich hier nicht um eine Direktsaat, sondern um eine konservierende Bodenbearbeitung (Mulchsaat), die durch zeitlich und teilweise maschinell getrennte Stoppelbearbeitung, gegebenenfalls Lockern und ganzflächige Saatbettbereitung, gekennzeichnet ist. Alle andern Kulturen wurden manuell oder mit Drillmaschine ausgebracht. Die agrartechnischen Arbeiten wurden regionaltypisch terminiert und nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis ausgeführt.

Im Bereich der konservierenden (nichtwendenden) Bodenbearbeitung verblieb ein großer Teil der Ernterückstände an der Bodenoberfläche. Der zu Kartoffeln ausgebrachte Stallung (300 dt/ha), die vor Mais und Erbsen stehende Zwischenfrucht (Gelbsenf + Sommerraps) sowie die Stoppel und Ernterückstände vor Klee mussten zur Sicherung des Aufgangs der Nachfrucht auf dem gesamten Feld eingepflügt werden. Dadurch wurde in der Futterfruchtfolge die nichtwendende Bodenbearbeitung einmal alle zwei bis drei Jahre durch Pflügen unterbrochen.

Um Fragen des Krankheitsauftretens bei pflugloser Bodenbearbeitung in breiterem Umfang nachgehen zu können, wurde ab Herbst 1999 die Wintertriticale nach Mais durch den fusariumanfälligen und sehr kurzstrohigen Weizen der Sorte „Charger“ ersetzt. Auch alle anderen Weizenfelder wurden seitdem mit dieser Sorte bestellt, um Vergleichbarkeit zu erreichen. Die Blattfrucht Klee wurde im gleichen Jahr durch die regional typischen Körnerfuttererbsen abgelöst.

Folgende Parameter wurden über alle Parzellen konstant gehalten:

- Aussaat, Düngung und Anwendung von Wachstumsreglern,
- Fungizid- sowie Insektizidanwendung,
- mechanische Unkrautbekämpfung mit Hatzbichler-Hackstriegel.

Tabelle 1: Feldfruchtbelegung der Versuchsblöcke

Marktfruchtfolge	WRaps	WW	WG	WR	Brache	WW	WT	WG
Feldbelegung 2001	23			22		24	21	
Feldbelegung 2000			22		24 Kl.-gras	21		23
Feldbelegung 1999		22		24	21 Kl.-gras		23	
Feldbelegung 1998	22		24	21		23		
Feldbelegung 1997		24	21		23 Kl.-gras			22
Feldbelegung 1996	24	21		23			22	
Feldbelegung 1995	21		23			22		24
Feldbelegung 1994		23	21		22		24	
Futterfruchtfolge	Mais	(WT) WW <sup>1</sup>	(Klee- gras) <sup>2</sup> Erbsen	WW	Kartof- feln	WW	WRaps	WG
Feldbelegung 2001	15	11	18	12	17	16	13	14
Feldbelegung 2000	11	18	12	17	16	13	14	15
Feldbelegung 1999	18	12	17	16+SW	13	14+SW	15	11
Feldbelegung 1998	12	17	16	13	14	15	11	18
Feldbelegung 1997	17	16	13	14	15	11	18	12
Feldbelegung 1996	16	13	14	15	11	18	12	17
Feldbelegung 1995	13	14	15	11	18	12	17	16
Feldbelegung 1994	14	15	11	18	12	17	16	13

(WG - Wintergerste; WW - Winterweizen; WT - Wintertriticale;  
SW - Sommerweizen; WR - Winterroggen; WRaps - Winterraps)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

 Versuchskulturen 1999 bis 2001 zur integrierten Unkrautbekämpfung

<sup>1</sup> seit 2000 Winterweizen statt Wintertriticale

<sup>2</sup> seit 2000 Körnerfuttererbsen statt Klee

Die Klimadaten sind, soweit verfügbar, in Anlage 2 dargestellt. Wegen eines Defektes des Termohygrographen in der Station Glaubitz wurden Daten der repräsentativen Messstelle Salbitz verwendet.

## 2 Einfluss einer langjährig umweltschonenden Landbewirtschaftung auf Schadpflanzen

Zur Bearbeitung dieser Fragestellung wurden drei Versuche mit unterschiedlichen Versuchsfragen und -ansätzen durchgeführt. In den drei Langzeitversuchen waren insgesamt folgende Versuchsansätze enthalten:

- Möglichkeiten der Minimierung des Herbizidaufwandes, Einfluss der Fruchtfolge und N-Düngung,

- mechanische Unkrautbekämpfung, situationsbezogene und optimierte Herbizidanwendung,
- Effizienz der Unkrautbekämpfung bei konventioneller (Pflügen) und konservierender Bodenbearbeitung,
- Möglichkeiten des Ersatzes von Herbizidanwendungen durch mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen in Getreide und Raps,
- Ermittlung der Auswirkungen chemischer Unkrautbekämpfung, verschiedener Fruchtfolgen und wendender bzw. pflugloser Bodenbearbeitung auf die Populationsdynamik der Unkräuter und Ertragsparameter von Körnerfrüchten,
- Ermittlung der Dynamik einer auf Ackerland angelegten Dauerbrache bei natürlicher Begrünung und gezielter Wildkräuteransaat.



**2.1 Material und Methoden**  
**2.1.1 Auswirkung von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität auf Verunkrautung und Ertrag von Körnerfrüchten**  
**2.1.1.1 Versuchsanlage und konstante Faktoren**

Grundlage der Untersuchungen war eine zweifaktorielle Spaltanlage mit nichtrandomisierten Blöcken in vier Wiederholungen. Die Staffelung der Herbizidintensität (Prüfglied Faktor B) und dementsprechend deren Bonitur und Auswertung erfolgte nur im Getreide (graue Felder in Tabelle 1). Die anderen Feldfrüchte wurden einheitlich mit dafür zugelassenen Herbiziden behandelt.

Die Herbizidapplikation für die Versuche erfolgte mit einer Parzellenspritze TYP Agrotop PL 1, einer Brüheaufwandmenge von 250 l/ha und einem Spritzdruck von 3,0 bar. Der Termin wurde von der Witterung und vor der Applikation vom Boniturnumfang bestimmt, es sollte etwa zum BBCH 21 behandelt werden.

**2.1.1.2 Prüfglieder**

**Fruchtfolge**

- Marktfruchtfolge:  
Winterraps (WRaps) - Winterweizen (WW) - Wintergerste (WG) - Winterroggen (WR) - Brache (seit 1997 zwangsbegrünt mit Klee-gras) - Winterweizen (WW) - Wintertriticale (WT) - Wintergerste (WG)
- Futterfruchtfolge:  
Mais - Wintertriticale (WT; 2000+2001 Winterweizen) - Klee-gras (2000+2001 Erbsen) - Winterweizen (WW) - Kartoffeln (Kart) - Winterweizen (WW) - Winterraps (WRaps) - Wintergerste (WG).

In diesen beiden achtfeldrigen Folgen hat die Marktfruchtfolge einen 75%igen und die Futterfruchtfolge einen 50%igen Getreideanteil.

**Faktor A: Bodenbearbeitung**

- a1: wendend (Pflugfurche),
- a2: konservierend [=nichtwendend (Scheibenegge + Kreiselegge 1993; Rotosem auf Rototiller ab 1994)].

**Faktor B: Herbizidanwendung in Mähdruschfrüchten**

- b1: ohne (unbehandelte Kontrolle UK),
- b4: 25 % Standardaufwandmenge,
- b2: 50 % Standardaufwandmenge,
- b3: 100 % Standardaufwandmenge,

- b5: situationsbezogen [flexibler, in Auswahl u. Dosis an die Verunkrautungssituation angepasster Herbizideinsatz, vgl. PALLUTT & BENNEWITZ (1992)].

Die verwendeten Herbizide und Aufwandmengen sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 aufgeführt. Zur Abschätzung der insgesamt aufgetragenen Herbizidaufwandmenge wird der aus dem treatment intensity index von KUDSK 1989 hergeleitete standardisierte Behandlungsindex nach WICK und ROßBERG (2001) verwendet. Dieser sagt aus, wie viel Pflanzenschutzmittelwirkstoff, respektive Herbizid insgesamt auf eine Kultur aufgebracht wurde und wird aus dem Summenprodukt der Einzelquotienten der aktuell aufgewendeten Aufwandmenge zur zugelassenen maximalen Aufwandmenge und der Häufigkeit der Anwendung ermittelt.

**2.1.1.3 Prüfmerkmale**

- Keimaufgang der Unkrautarten und Getreidekultur durch Zählung von 4 x 0,25 m<sup>2</sup> je Prüfglied, ab BBCH 11 der Unkräuter,
- Bonitur der einzelnen Unkrautarten durch Schätzung des Deckungsgrades, vier bis fünf Wochen nach der Applikation bzw. bei Herbstanwendung nach Vegetationsbeginn,
- Abschlussbonitur, Schätzung des Deckungsgrades der Unkrautarten, acht Wochen nach der Applikation bzw. vier Wochen nach der Frühjahrsbonitur nach Herbstanwendung,
- Ährentragende Halme der Kulturpflanzen und Rispen bzw. Ähren der Ungräser durch Zählung in 4 x 0,5 m<sup>2</sup> je Prüfglied, jeweils bei BBCH 59 - 69,
- Bruttoertrag nach Drusch mit Parzellenmähdrescher Wintersteiger, ermittelt als kg/15 m<sup>2</sup> sowie Messung der Kornfeuchte in Prozent,
- Nettoertrag in dt/ha sowie Tausendkornmasse (TKM in g), Spreuanteil und Schwarzbesatz (in g/kg Körner), Anzahl und Gewicht von Fremdanteilen (durch Aussortieren per Hand) und Hektolitergewicht.

Die Unkrautparameter werden durch Mittelwerte ohne statistische Verrechnung verglichen. Der Herbizidwirkungsgrad wird prozentual zur unbehandelten Variante ermittelt. Der Vergleich der Fruchtfolgeauswirkungen auf den Ertrag wird ebenfalls nur über Mittelwerte durchgeführt. Innerhalb eines Jahres und einer Vorfrucht-/Nachfrucht-kombination wurde ein multipler Mittelwertvergleich der Erträge in Bezug zur Bodenbearbeitung und Herbizidaufwandmenge durch Tukey-Test mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS berechnet.

**Tabelle 2:** Zur integrierten Unkrautbekämpfung in den Mähdruschfrüchten eingesetzte Herbizide, deren Wirkstoffe und Aufwandmengen

Herbizid (Standardaufwandmenge)	Wirkstoff(e) [a.i.] und Aufwandmenge	Anwendungsjahr	Kulturart	Bemerkungen
Fenikan 3,0 l/ha	Diflufenican 178,5 g/ha + Isoproturon 1.500 g/ha	• 1993 bis 2001 - 1999 & 2001	• WG - WR	NAH
Concert 60 g/ha  + Foxtril Super 2,0 l/ha	Metsulfuron, 5,9 g/ha + Thifensulfuron, 59 g/ha + Bifenox 500 g/ha  + Ioxynil 153 g/ha + Mecoprop-P 584 g/ha	• 1995 bis 1999 in der Marktfruchtfolge • 1996 bis 1999 in der Futterfruchtfolge	WW, SW & WT	NAF
HUSAR 200 g/ha  + Loredo 2 l/ha	9,6 g/ha Iodosulfuron + 25,48 g/ha Mefenpyr (Safener)  + 66,6 g/ha Diflufenican + 1.000 g/ha Mecoprop-P	• 2000 & 2001	WW	NAF
Lexus 20 g/ha  + Stomp SC 1,5 l/ha	Flupyrsulfuron 9,5g/ha  + Pendimethalin 600 g/ha	• 2001	WT	NAH

(WG - Wintergerste; WW - Winterweizen; WT - Wintertriticale;  
SW - Sommerweizen; WR - Winterroggen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 3:** Aufwandmengen der Herbizide in den Mähdruschfrüchten in der situationsbezogenen Variante b 5 (bezogen auf die volle, max. zugelassene Aufwandmenge = b 3 mit 100%)

Jahr	Kultur	Feld-Nr.	Aufwandmenge und Herbizid	Behandlungsindex	Aufwandmenge in %
1999	WG	11	3 l/ha Fenikan	1,20	100
	WT	12	60 g/ha Concert + 1,5 l/ha Foxtril Super	1,27	50
		23	60 g/ha Concert + 1,5 l/ha Foxtril Super	1,27	100
		14	60 g/ha Concert + 1,5 l/ha Foxtril Super	1,27	50
	SW	16	60 g/ha Concert + 1,5 l/ha Foxtril Super	1,27	100
		22	60 g/ha Concert + 1,5 l/ha Foxtril Super	1,27	100
2000	WW	13	200 g/ha Husar + 2 l/ha Loredo	2,00	100
		17	200 g/ha Husar + 2 l/ha Loredo	2,00	100
		18	200 g/ha Husar + 2 l/ha Loredo	2,00	100
		21	3 l/ha Fenikan	1,20	100
	WG	15	3 l/ha Fenikan	1,20	75
		22	3 l/ha Fenikan	2,00	100
2001	WW	11	200 g/ha Husar + 2 l/ha Loredo	2,00	100
		12	200 g/ha Husar + 2 l/ha Loredo	2,00	100
		16	200 g/ha Husar + 2 l/ha Loredo	2,00	100
		24	200 g/ha Husar + 2 l/ha Loredo	2,00	100
	WG	14	3 l/ha Fenikan	1,13	100
	WT	21	15 g/ha Lexus + 1,5 l/ha Stomp SC	1,20	100
	WR	22	3 l/ha Fenikan	1,20	100
Mittelwert Futterfruchtfolge 1999 bis 2001				1,61	87,5
Mittelwert Marktfruchtfolge 1999 bis 2001				1,45	100

(WG - Wintergerste; WW - Winterweizen; WT - Wintertriticale;  
SW - Sommerweizen; WR - Winterroggen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**2.1.2 Langfristige Auswirkung unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsverfahren und gestaffelter Stickstoffgaben auf Verunkrautung und Ertrag von Mähdruschfrüchten**

**2.1.2.1 Versuchsanlage und konstante Faktoren**

Mit diesem zweifaktoriellen Versuch ohne Wiederholung wurde im Herbst 1993 begonnen. Die Parzellengröße betrug 3 m x 10 m = 30 m<sup>2</sup>, die Ernte- und Boniturfläche 1,5 m x 10 m = 15 m<sup>2</sup>, Herbizidapplikation erfolgte mit der Parzellenspritze Typ Agrotop PL-1. Die Versuchsanlage wurde so realisiert (Anlage 3), dass immer die gleichen Faktorstufen-Kombinationen auf dem gleichen Teilstück platziert waren, so dass damit die Möglichkeit der Ermittlung von Langzeiteffekten gegeben war. Die Bodenbearbeitung wurde so ausgerichtet, dass wenig Verschleppung von Boden in die angrenzenden Parzellen auftrat.

Folgende Faktoren wurden konstant gehalten:

- Bodenbearbeitung, Aussaat, chemischer Pflanzenschutz und Wachstumsregler,
- Fruchtfolge: Winterraps (WRaps) - Wintergerste (WG) - Winterweizen (WW).

**2.1.2.2 Prüfglieder**

**Faktor A: Unkrautbekämpfung**

- a1: Herbizidanwendung (WRaps: Butisan S 1,5 l/ha; Winterweizen Concert 90 g/ha; Wintergerste Fenikan 3,0 l/ha),
- a2: mechanische Unkrautbekämpfung (Striegel "Hatzenbichler") 2 bis 4 Arbeitsgänge pro Jahr,
- a3 unbehandelte Kontrolle (UK).

Die mechanische Unkrautbekämpfung mit Hatzenbichler Striegel erfolgte entsprechend Tabelle 4.

**Faktor B: Intensität N-Düngung**

- N1: ohne (ab 1997 mit Strohdüngung),
- N2: gering (ab 1997 mit Strohdüngung),
- N3: mittel (ab 1997 mit Strohdüngung),
- N4: optimal (ab 1997 mit Strohdüngung),
- N5: überoptimal (ab 1997 mit Strohdüngung).

Die exakte jährliche Stickstoffmenge seit 1994 ist in Tabelle 5 dargestellt. Der N-Gehalt der Strohdüngung wurde nicht separat ermittelt und berechnet. Der Stickstoff wurde 1999 und 2001 in einer und 2000 in zwei Gaben verabreicht.

**2.1.2.3 Prüfmerkmale**

Es wurden folgende Prüfmerkmale ermittelt:

- Keimaufgang der Unkrautarten und Kultur durch Zählung von 4 x 0,25 m<sup>2</sup> je Prüfglied, ab BBCH 11 der Unkräuter,
- Bonitur durch Schätzung des Deckungsgrades der Unkrautarten, vier bis fünf Wochen nach der Applikation bzw. bei Herbstanwendung nach Vegetationsbeginn,
- Abschlussbonitur, ebenfalls durch Schätzung des Deckungsgrades der einzelnen Unkrautarten, acht Wochen nach der Applikation bzw. vier Wochen nach der Frühjahrsbonitur bei Herbstanwendungen,
- Ährentragende Halme der Kultur und Rispen bzw. Ähren der Ungräser über Zählung von 4 x 0,5 m<sup>2</sup> je Prüfglied, jeweils bei BBCH 59-69
- Bruttoertrag nach Drusch mit Parzellenmähdrescher Wintersteiger, ermittelt in kg/15 m<sup>2</sup> sowie Messung der Kornfeuchte in Prozent,
- Nettoertrag in dt/ha sowie Tausendkornmasse (TKM in g), Spreuanteil und Schwarzbesatz (in g/kg Körner), Anzahl und Gewicht von Fremdanteilen (durch Aussortieren per Hand) und Hektolitergewicht.

**Tabelle 4: Termine und Häufigkeit der mechanischen Unkrautbekämpfung durch Striegeln in der Variante a2, getrennt nach Kulturarten**

Jahr	Winterraps	Anzahl	Weizen	Anzahl	Wintergerste	Anzahl
1998	06.10.	2x			23.10.	2x
1999	01.04.	2x	18.05.	2x	01.04.	2x
	14.10.	2x				
2000	25.09.	3x	14.04.	2x	14.04.	2x
			01.11.	3x	23.10.	3x
2001	05.04.	2x	05.04.	2x		

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Tabelle 5: Stickstoffgaben (in kgN/ha) seit 1994

Kultur	Winterweizen					
Jahr/N-Variante	aus Grunddüngung	b 1	b 2	b 3	b 4	b 5
1998 - 2001	0	0	50	90	110	130
1997	25,5	30	70	80	120	130
1995	75,0	20	40	80	110	130
1994	0	30	70	140	200	230
Kultur	Wintergerste					
Jahr/N-Variante	aus Grunddüngung	b 1	b 2	b 3	b 4	b 5
1998 - 2001	0	0	50	90	110	130
1997	25,5	30	70	80	120	130
1995	75,0	30	40	80	110	170
1994	0	30	70	80	120	130
Kultur	Winterraps					
Jahr/N-Variante	aus Grunddüngung	b 1	b 2	b 3	b 4	b 5
1998 - 2001	0	0	50	90	110	130
1997	25,5	30	70	80	120	130
1995	75,0	30	40	80	110	170
1994	0	0	70	80	120	130

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**2.1.3 Sukzession nach gezielter Wildkräuteransaat sowie bei natürlicher Begrünung von Dauerbrachen auf Acker**

Die als Langparzelle ohne Wiederholung angelegten Brachflächen (Abbildung 1) beinhalten folgende Prüfmerkmale:

- A - gezielte Ansaat mit einer Samenmischung aus 19 Wildkräutern und vier Grasarten (Tabelle 6)
- B - Selbstbegrünung

Jede Parzelle wird in zwei weitere Prüfglieder unterteilt:

- A1 und B1 - Schnitt jährlich im September (Mähgut wird von der Fläche abgeräumt)
- A2 und B2 - Schnitt alle zwei Jahre im September (Mähgut wird von der Fläche abgeräumt)

Die Aussaat erfolgte am 31. März 1994 per Hand in ein feinkrümeliges Saatbett mit anschließendem Walzen. Die Erfassung der Gesamtartenzahlen und des Deckungsgrades wurde mindestens einmal jährlich im Juni, wenn möglich mehrmals im Jahr vorgenommen.



Abbildung 1: Lageplan des Bracheversuches

**Tabelle 6: Samenmischung und Aussaatmengen zur Brachebegrünung**

g/100 m <sup>2</sup>	Wildkräutermischung	Grasmischung
1,0 g	<i>Achillea millefolium</i> L. (Schafgarbe)	<i>Briza media</i> L. (Zittergras)
5,0 g	<i>Agrostemma githago</i> L. (Kornrade)	<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. B. (Silbergras)
2,0 g	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. BIEB. (Ochsenzunge)	<i>Festuca ovina</i> L. (Schafschwingel)
15,0 g	<i>Centaurea cyanus</i> L. (Kornblume)	<i>Poa compressa</i> L. (Platthalmrispe)
1,0 g	<i>Centaurea jacea</i> L. (Wiesenflockenblume)	
2,0 g	<i>Chrysanthemum segetum</i> L. (Saatwucherblume)	
5,0 g	<i>Cichorium intybus</i> L. (Wegwarte)	
1,0 g	<i>Consolida regalis</i> S. F. GRAY (Ackerrittersporn)	
1,0 g	<i>Daucus carota</i> L. (Wilde Möhre)	
0,5 g	<i>Hypochoeris radicata</i> L. (Ferkelkraut)	
2,0 g	<i>Malva moschata</i> L. (Moschusmalve)	
2,0 g	<i>Malva sylvestris</i> L. (Wilde Malve)	
1,0 g	<i>Matricaria recutita</i> L. (Echte Kamille)	
5,0 g	<i>Medicago lupulina</i> L. (Gelbklee)	
1,0 g	<i>Papaver rhoeas</i> L. (Klatschmohn)	
2,0 g	<i>Raphanus sativus</i> L. (Ölrettich)	
0,8 g	<i>Reseda luteola</i> L. (Färberresede)	
2,0 g	<i>Sinapis arvensis</i> L. (Ackersenf)	
0,2 g	<i>Tanacetum vulgare</i> L. (Rainfarn)	

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## 2.2 Ergebnisse und Diskussion

### 2.2.1 Auswirkung von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität auf Unkrautentwicklung und -bekämpfung

#### 2.2.1.1 Unkrautauflauf

Ausgangspunkt der Betrachtung der Langzeitauswirkungen aller unterschiedlicher Bewirtschaftungs- und Bodenbearbeitungsformen sowie der gestaffelten Herbizidaufwandmengen auf Verunkrautung und Ertragsstruktur ist die Situation, welche sich im Zeitraum zwischen 1994 bis 1998 eingestellt hatte. Sie ist nachfolgend aus Tabelle 7 und Tabelle 8 sowie der Anlage 4 ersichtlich.

Bereits in diesem Zeitraum war ein stärkerer Auflauf an Dikotylen in der Marktfruchtfolge unabhängig vom Pflugeinsatz zu verzeichnen. Diese Entwicklung muss aber erst nach 1995 eingesetzt haben, da PALLUTT und BENNEWITZ (1996) für diesen Versuch bis dahin noch keine Unterschiede im Auflauf der Unkräuter in

Bezug zur Fruchtfolge feststellen konnten. In der Futterfruchtfolge waren im Auflauf keine Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten vorhanden, in der Marktfruchtfolge scheint sich dies höchstens tendenziell anzudeuten. Unterschiede aller mit Herbiziden behandelten Varianten zu unbehandelten waren allerdings bereits deutlich ausgeprägt, nicht aber innerhalb der einzelnen Herbizidabstufungen.

Der auffallend stärkere Auflauf des Windhalmes in der Marktfruchtfolge wurde bereits 1995 von PALLUTT und BENNEWITZ beobachtet und er hat sich deutlicher verstärkt als der auch schon 1995 vorhandene Auflaufunterschied zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten. Ungepflügt liefen in beiden Fruchtfolgen mehr Windhalmpflanzen auf. Bezüglich einzelner Unkrautarten deuten sich erste Ansätze einer eventuellen Bevorzugung einzelner Fruchtfolgen bzw. Bodenbearbeitungsmaßnahmen an, so z. B. für *Viola arvensis* für die Marktfruchtfolge, insbesondere bei wendender Bearbeitung.

Tabelle 7: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) - im Mittel der Jahre 1994 bis 1998 - Futterfruchtfolge

Bodenbearbeitung	wendend				konservierend			
Herbizidaufwandmenge (%)	0	25	50	100	0	25	50	100
Dikotyle Arten insgesamt	249	112	130	105	230	113	125	90
Stellaria media L.	30	26	27	25	39	32	30	27
Lamium-Arten	33	14	18	15	16	6	8	8
Viola arvensis MURRAY	29	28	35	27	17	15	20	14
Veronica hederifolia L.	40	3	9	4	21	3	3	2
Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J. KOCH	28	7	10	7	93	36	37	14
Centaurea cyanus L.	16	3	4	2	16	6	7	3
Apera spica-venti (L.) P.B.	17	19	11	8	28	16	16	9

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Tabelle 8: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) - im Mittel der Jahre 1994 bis 1998 - Marktfruchtfolge

Bodenbearbeitung	wendend				konservierend			
Herbizidaufwandmenge (%)	0	25	50	100	0	25	50	100
Dikotyle Arten insgesamt	434	292	312	267	393	251	223	212
Stellaria media L.	9	7	8	6	10	5	5	5
Lamium-Arten	71	40	60	38	24	10	19	12
Viola arvensis MURRAY	76	100	99	99	45	60	49	53
Veronica hederifolia L.	66	12	20	19	87	19	16	14
Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J. KOCH	59	39	41	26	78	59	38	30
Centaurea cyanus L.	91	36	37	35	83	56	55	58
Apera spica-venti (L.) P.B.	213	158	164	116	307	291	259	215

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Ausgehend von dieser Situation hat sich die Verunkrautung im Beobachtungszeitraum 1999 bis 2001, wie in Tabelle 9 und Anlage 5 dargestellt, entwickelt.

Dabei ist im Vergleich zum Zeitraum 1994 bis 1998 folgendes auffällig:

- auch 1999 bis 2001 liegt im Auflauf die Verunkrautung mit Dikotylen in der Marktfruchtfolge deutlich über dem Niveau der Futterfruchtfolge; dieser Trend hat sich gefestigt,
- in der Futterfruchtfolge ist insgesamt das Niveau der Gesamtverunkrautung leicht gesunken, obwohl z. B. das *Feld-Stiefmütterchen* und die *Kornblume* zugenommen haben,
- die geringste Ausgangsverunkrautung trat in der nicht gepflügten Futterfruchtfolge auf,
- das Verhältnis zwischen wendender und konservierender Bodenbearbeitung in der Marktfruchtfolge hat sich entgegen dem Stand bis 1998 verändert; nunmehr liefen

deutlich weniger dikotyle Unkräuter bei wendender Bearbeitung auf; was weniger durch eine Zunahme beim Pflugverzicht, sondern eher über einen Rückgang durch das Pflügen bewirkt wurde,

- der bereits 1998 vorhandene Effekt, dass in der Futterbaufolge der Unkrautauflauf in der Variante mit 50 % Herbizidaufwandmenge über dem bei 25 % und 100 % Herbizid liegt, blieb auffällig und innerhalb beider Bodenbearbeitungssysteme erhalten.

Die Umkehr der Auflaufverhältnisse zwischen den beiden Bodenbearbeitungsvarianten in der Marktfruchtfolge ist insbesondere deshalb bemerkenswert, da sie erst nach der längeren Laufzeit des Versuches eintrat und somit eindeutig als Langzeiteffekt zu deklarieren ist. Dies korreliert mit der Aussage von PALLUTT (2002), wonach erst nach langen Zeiträumen Umschichtungen in der Unkrautgemeinschaft eintreten und sichtbar werden und bestätigt die Notwendigkeit von Versuchen über lange Zeiträume.

Tabelle 9: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) - im Mittel der Jahre 1999 bis 2001

Herbizidaufwandmenge (%)	Futterfruchtfolge wendend					Futterfruchtfolge nichtwendend				
	0	25	50	100	situations-bezogen	0	25	50	100	situations-bezogen
Dikotyle Arten insgesamt	234	100	110	89	90	172	94	100	81	78
Stellaria media L.	12	11	11	9	10	11	9	9	6	8
Lamium Arten	20	9	10	9	7	13	6	5	6	6
Viola arvensis MURRAY	45	38	50	40	39	28	25	36	27	26
Veronica hederifolia L.	75	4	6	4	2	43	3	2	2	2
Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J. KOCH	16	6	7	8	39	15	10	14	11	48
Centaurea cyanus L.	24	9	4	2	3	16	7	4	4	4
Capsella bursa-pastoris (L.) MED.	5	6	6	5	6	7	6	5	4	5
Galium aparine L.	1	4	1	0	1	1	4	2	0	2
Thlaspi arvense L.	5	3	3	2	2	4	1	2	2	1
Apera spica-venti (L.) P.B.	48	32	25	20	22	35	23	25	13	19
Herbizidaufwandmenge (%)	Marktfruchtfolge wendend					Marktfruchtfolge nichtwendend				
	0	25	50	100	situations-bezogen	0	25	50	100	situations-bezogen
Dikotyle Arten insgesamt	287	186	168	142	147	393	254	219	201	172
Stellaria media L.	5	3	2	4	2	13	2	1	5	2
Lamium Arten	18	6	10	8	7	14	3	5	3	3
Viola arvensis MURRAY	49	51	45	41	42	36	34	32	34	30
Veronica hederifolia L.	58	12	8	8	6	81	12	5	5	5
Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J. KOCH	29	16	17	14	17	50	23	25	27	21
Centaurea cyanus L.	85	44	35	30	30	136	92	73	78	71
Capsella bursa-pastoris (L.) MED.	13	13	13	12	17	15	13	13	9	10
Galium aparine L.	4	14	16	6	4	30	63	58	28	18
Thlaspi arvense L.	13	12	11	9	10	10	7	4	7	5
Apera spica-venti (L.) P.B.	92	98	80	70	89	165	158	133	139	153

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Den Anteil der einzelnen Unkrautarten am Auflauf bzw. deren Langzeitreaktion auf die unterschiedlichen Bewirtschaftungsverfahren unter Vernachlässigung des herbiziden Einflusses und einzelner Vorfrucht-/Nachfruchtwirkungen zeigen Anlage 6 und Anlage 7. Es zeigt sich, dass an der Gesamtverunkrautung in der Marktfruchtfolge insbesondere *Kornblume*, *Kletten-Labkraut* und *Geruchlose Kamille* sowie der *Windhalm* mit hohen Anteilen beteiligt sind. Sie scheinen diese Fruchtfolge zu bevorzugen. Dabei darf nicht unbeachtet bleiben, dass der *Efeublättrige Ehrenpreis* mit allen Herbizidstufen, wie auch schon im Zeitraum von 1994 bis 1998 festzustellen war, in hohem Maße

kontrolliert werden konnte, also nur ohne Herbizideinfluss mit größeren Individuendichten auftrat.

Deutlich geringer sind die Unterschiede der dikotylen Verunkrautung in Bezug zur Bodenbearbeitung (Anlage 7). Konservierende Bewirtschaftung wird anscheinend vom *Kletten-Labkraut*, dem *Windhalm*, der *Kornblume* und in geringem Umfang auch der *Geruchlosen Kamille* bevorzugt. Im Gegensatz dazu tritt das *Feld-Stiefmütterchen* dominanter im wendenden System auf. Damit hat sich diese bis 1998 erst ansatzweise erkennbare Tendenz deutlich herausgestellt. Die differenzierten Reaktionen einzelner Unkrautarten auf die Kombination der

Bewirtschaftungsfaktoren zeigen Anlage 8, 9 und 10. Beim *Kletten-Labkraut* (Anlage 10) fällt seine Präferenz für die Marktfruchtfolge und dort wiederum gegenüber der konservierenden Bodenbearbeitung auf. Außerdem zeigt es insbesondere in den langjährig mit 25 % oder 50 % Herbizidaufwandmengen behandelten Gliedern in der Marktfruchtfolge einen gegenüber "unbehandelt" zahlenmäßig auffallend stärkeren Auflauf, was äquivalent für die 25 % Herbizidintensitätsstufe auch in der Futterfruchtfolge, wenn auch in bedeutend geringerem Umfang, erkennbar ist. Hier fand offensichtlich eine Förderung des *Kletten-Labkrautes* statt. Durch die geringere Herbizidwirkung dieser Aufwandmengen ist es zu einem Anstieg des Samenpools im Boden gekommen, wodurch sich Veränderungen in den Konkurrenzverhältnissen sowohl zu den anderen Unkrautarten als auch zur Kulturpflanze entwickelt haben könnten.

Bis zur Umstellung des Versuchsdesigns 1993 war es durch die vorangegangene Bewirtschaftung zu einem teilweise hohen und inhomogenen Besatz der Versuchsfläche mit *Quecke* gekommen, welcher durch Glyphosat bekämpft wurde. Damit sollten einheitliche Bedingungen für die Weiterführung der Versuche geschaffen werden. Seit dieser chemischen Bekämpfung kam es bis 2001 zu keiner erneuten Zunahme der *Quecke*, auch nicht in den ungepflügten Parzellen. Auch die *Acker-Kratzdistel* und andere perennierende Unkrautarten sind in allen Bewirtschaftungssystemen bedeutungslos geblieben, so dass sich aus den Prüfgliedern keine Ansätze zur Ursachenerklärung des insbesondere im Ökolandbau bekannten Besatzes mit *Acker-Kratzdistel* und anderen mehrjährigen Arten ergibt, wie sie u.a. von PALLUTT (2000), MAROLD (2000), NIGGLI & DIERAUER (2000) oder BACHER et al. (1997) in DAU & GEROWITT (2000) beschrieben werden. Andererseits bestätigt dies die Aussage von PALLUTT (2000), wonach selbst bei Pflugverzicht und getreideintensiven Fruchtfolgen eine Ausbreitung der *Gemeinen Quecke* und der *Acker-Kratzdistel* ausschlaggebend vom Ausgangsbesatz durch diese Arten abhängt.

#### **2.2.1.2 Verunkrautung nach der Herbizid- ausbringung sowie herbizide Wirk- samkeit in Abhängigkeit von Frucht- folge und Bodenbearbeitung**

Tabelle 10 zeigt die Verunkrautung vier Wochen nach der Herbizidapplikation bzw. bei Wintergerste im Frühjahr. Anlage 11 erlaubt einen relativen Vergleich der Situation in den einzelnen Herbizidaufwandbereichen.

In den langjährig unbehandelten Flächen hat sich in beiden Fruchtfolgen ein erhebliches Verunkrautungspotential ausgebildet und etabliert, wobei in der nicht gepflügten Marktfruchtfolge mit 30 % Deckungsgrad bei den Dikotylen der mit Abstand höchste Mittelwert erreicht wurde. Dies bestätigt und erhärtet den Trend aus dem Unkrautauflauf. Durch die langjährige, gestaffelte Herbizidintensität haben sich (Anlage 11) sowohl zwischen den Fruchtfolgen als auch den Bodenbearbeitungssystemen deutliche Unterschiede herausgebildet, welche sicher nicht allein auf die aktuelle Herbizidanwendung zurückzuführen sind, sondern Nachwirkungen der langjährigen Behandlung darstellen.

Zur 1. Bonitur ist die Marktfruchtfolge generell stärker verunkrautet als die Futterbaufolge. In beiden sind die Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren einerseits deutlich geringer, andererseits gegensätzlich ausgebildet. In der Futterfruchtfolge war ohne und in der Marktfruchtfolge mit Pflug die geringere Verunkrautung vorhanden. Dies lässt den Schluss zu, dass in einer ausgewogenen Fruchtfolge das Verunkrautungspotential niedriger ist und sich somit unter Umständen ungünstige Auswirkungen anderer Bewirtschaftungsfaktoren (z. B. des Pflugverzichtes) weniger deutlich auswirken. Dies spricht für einen positiven Fruchtfolgeeffekt.

Die Fruchtfolge hat einen deutlicheren Einfluss auf die Abundanz und Dominanz einzelner Arten als das Bodenbearbeitungssystem. Besonders deutlich zeigt sich dies bei der *Kornblume* und dem *Windhalm*. Auch das *Kletten-Labkraut* (Anlage 12) bevorzugt auffallend die Marktfruchtfolge, hier dann besonders das pfluglose Verfahren. In den Herbizidbereichen von 25 und 50 % erreicht es wie im Auflauf z. T. erheblich höhere Werte als in der unbehandelten Kontrolle und bei 100 % oder situationsbezogener Aufwandmenge. Die *Vogelmiere* und das *Feld-Stiefmütterchen* zeigen sich in der Futterfruchtfolge auffallend dominant. Aus den vielschichtigen Abundanzverhältnissen nach der Applikation lassen sich unmittelbare Auswirkungen nicht nur der Herbizidaufwandmenge, sondern auch der verschiedenen Bewirtschaftungsfaktoren auf die Wirksamkeit bzw. den Wirkungsgrad der Herbizide ersehen.

Aus der Darstellung in Tabelle 11 und Anlage 13 wird Folgendes ersichtlich:

- die Herbizidwirkungen gegen Dikotyle in der Futterfruchtfolge liegen in allen Herbizidintensitätsstufen über denen in der Marktfruchtfolge,



- in der Futterbaufolge wird bereits mit 50 % Herbizidmenge eine sehr hohe Wirkungssicherheit im Mittel der drei Jahre erreicht,
- in der Marktfruchtfolge sind deutlichere Wirkungsunterschiede sowohl in Bezug zur Bodenbearbeitung als auch bei Reduzierung der Herbizidaufwandmenge feststellbar; die Wirkungssicherheit ist geringer,
- die geringste herbizide Wirkung war in der pfluglosen Marktfruchtfolge bei 25 % Herbizidintensität festzustellen,
- bei verringerten Aufwandsmengen sind die Wirkungsdefizite sowohl zwischen den Fruchtfolgen, als auch den Bodenbearbeitungssystemen insgesamt größer.

**Tabelle 10: Deckungsgrad (in %) vier Wochen nach der Herbizidapplikation bzw. bei Wintergerste im Frühjahr, im Mittel der Jahre 1999 bis 2001**

Herbizidaufwandmenge (%)	Futterfruchtfolge wendend					Futterfruchtfolge nichtwendend				
	0	25	50	100	situationsbezogen	0	25	50	100	situationsbezogen
Dicotyle Arten insgesamt	25,4	4,0	1,6	0,4	1,1	26,1	3,2	1,4	0,4	0,8
Stellaria media L.	5,2	0,3	0,1	0,1	0,1	4,8	0,2	0,1	0,0	0,1
Lamium purpureum L.	1,9	0,2	0,2	0,0	0,0	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0
Lamium amplexicaule L.	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Viola arvensis MURRAY	1,3	0,5	0,2	0,1	0,1	1,4	0,4	0,2	0,1	0,1
Veronica hederifolia L.	5,6	0,2	0,2	0,0	0,0	5,6	0,1	0,0	0,0	0,0
Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J. KOCH	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	3,3	0,1	0,1	0,0	0,0
Centaurea cyanus L.	5,5	0,8	0,3	0,1	0,2	4,4	0,6	0,4	0,1	0,1
Capsella bursa-pastoris (L.) MED.	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Galium aparine L.	0,3	1,2	0,2	0,0	0,2	0,6	0,9	0,2	0,1	0,1
Thlaspi arvense L.	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Polygonum aviculare L.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Apera spica-venti (L.) P.B.	3,6	1,0	0,3	0,1	0,1	3,7	0,9	0,3	0,1	0,1
Herbizidaufwandmenge (%)	Marktfruchtfolge wendend					Marktfruchtfolge nichtwendend				
	0	25	50	100	situationsbezogen	0	25	50	100	situationsbezogen
Dicotyle Arten insgesamt	22,8	7,0	3,7	2,2	2,1	29,8	12,4	6,4	3,7	4,3
Stellaria media L.	2,0	0,1	0,0	0,1	0,1	3,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Lamium purpureum L.	1,8	0,2	0,1	0,0	0,0	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0
Lamium amplexicaule L.	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Viola arvensis MURRAY	0,9	0,3	0,2	0,1	0,1	0,8	0,3	0,2	0,1	0,0
Veronica hederifolia L.	6,0	0,6	0,2	0,0	0,1	6,8	0,5	0,1	0,0	0,0
Matricaria inodora L.	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	3,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Centaurea cyanus L.	7,9	3,9	1,5	1,5	1,0	8,6	5,6	2,3	1,7	1,5
Capsella bursa-pastoris (L.) MED.	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Galium aparine L.	1,5	1,5	1,5	0,4	0,2	4,9	6,2	4,3	1,7	1,6
Thlaspi arvense L.	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Polygonum aviculare L.	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Apera spica-venti (L.) P.B.	3,1	2,1	1,2	0,6	1,1	3,7	3,5	1,8	0,9	1,4

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 11: Herbizide Wirkung (%) gegenüber ausgewählten Unkräutern im Mittel der Jahre 1999 bis 2001**

Herbizidaufwandmenge (%)	Futterfruchtfolge wendend				Futterfruchtfolge nichtwendend			
	25	50	100	situations-bezogen	25	50	100	situations-bezogen
Dicotyle Arten insgesamt	79	94	98	96	83	95	99	98
Stellaria media L.	95	99	100	99	97	99	100	100
Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J. KOCH	97	99	100	100	97	100	100	100
Centaurea cyanus L.	83	94	99	98	81	94	99	99
Galium aparine L.	-199	70	96	77	-15	74	88	88
Apera spica-venti (L.) P.B.	68	92	99	81	65	92	98	79
Fruchtfolge/ Bodenbearbeitung	Marktfruchtfolge wendend				Marktfruchtfolge nichtwendend			
Herbizidaufwandmenge (%)	25	50	100	situations-bezogen	25	50	100	situations-bezogen
Dicotyle Arten insgesamt	64	80	88	90	46	65	81	86
Stellaria media L.	99	100	100	100	100	100	100	100
Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J. KOCH	98	98	100	100	98	99	100	100
Centaurea cyanus L.	57	80	83	85	51	73	73	83
Galium aparine L.	-12	7	69	84	-10	20	76	77
Apera spica-venti (L.) P.B.	62	82	80	81	65	76	80	76

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Der *Windhalm* ist in der Marktfruchtfolge deutlich schwerer zu kontrollieren (Anlage 14). Die Wirkungsunterschiede der einzelnen Intensitätsstufen sind hier teilweise auffallend geringer als in der Futterfruchtfolge. Durch die in der Marktfruchtfolge geringere Bekämpfung des *Windhalmes* bildet sich offensichtlich ein höheres Verunkrautungspotential heraus, welches wiederum zu einem stärkeren Aufwuchs des *Windhalmes* führt, wie Anlage 6 darstellt. Ein sehr ähnliches Bild zeigt zum Beispiel auch die *Kornblume*.

Anderer Unkrautarten (z. B. die *Geruchlose Kamille*, die *Vogelmiere* oder der *Efeu-Ehrenpreis*) sind unter allen Bedingungen nahezu vollständig zu bekämpfen und zeigen keinerlei Präferenz, weder zur Fruchtfolge, noch zur Bodenbearbeitung. Diese Arten werden beachtlicherweise selbst mit der geringsten Herbizidaufwandmenge noch nahezu vollständig kontrolliert.

Ganz anders verhält sich das *Kletten-Labkraut*. Anlage 16 zeigt die Entwicklung der Art seit 1999. Hieraus wird ersichtlich, dass sich in der Marktfruchtfolge auch in der Stufe der 50%igen Herbizidaufwandmenge langfristig eine Förde-

rung des *Kletten-Labkrautes* abzeichnet. Diese Förderung durch reduzierte Aufwandmengen hatte bereits vor 1999 eingesetzt. Ab 1994 trat das *Kletten-Labkraut* in einzelnen Bereichen des Versuchsfeldes auf, und zwar auffällig nach der selbstbegrüntes Brache. Ganz deutlich war es ab 1998 präsent, also nach etwa 13 Jahren Versuchszeit. Seitdem haben die verminderten Herbizidaufwandmengen zu einer deutlichen Förderung geführt. Andererseits wird aber auch sehr gut sichtbar, dass das *Kletten-Labkraut* langfristig mit situationsbezogener Herbizidbehandlung in beiden Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungssystemen gut kontrolliert werden konnte.

Aus den Ergebnissen der Unkrautbeobachtung wird deutlich, dass eine getreidebetonte Fruchtfolge langfristig zu einer Zunahme der Verunkrautung insgesamt und speziell durch einzelne Arten führt. Dies geht konform mit Aussagen von PALLUTT (1993, 2000, 2002), PALLUTT und BENNEWITZ (1996) und auch zum Ökolandbau durch NIGGLI & DIERAUER (2000). Allerdings zeigt sich auch, dass durch eine situationsbezogene Herbizidanwendung langfristig eine sichere und ausreichende Unkrautkontrolle gewährleistet werden kann.

Auch beim Verzicht auf den Pflug ist nach obigen Ergebnissen langfristig mit Veränderungen im Artenspektrum der Unkrautflora und in den Dominanz- und Abundanzverhältnissen zu rechnen. Dies bestätigen u. a. KÖLLER (1993) oder KÖPPKE (2000), welcher in "Gemischtbetrieben mit Futterbau" einen vollständigen Pflugverzicht in der Regel für unmöglich hält.

Dieser Aussage ist insbesondere unter dem Gedanken, dass die Fruchtfolgegestaltung einerseits von enormer Bedeutung ist [vgl. u. a. ANONYM (2000 und 2001), MAROLD (2000)], andererseits selbst in Ökolandbaubetrieben unter Wirtschaftlichkeitserwägungen getreideintensive Fruchtfolgen praktiziert werden (müssen), [PLAGGE (2000)] Beachtung zu schenken. Nach ANONYM (2001) können negative Fruchtfolgeeffekte den Kostenvorteil konservierender Bodenbearbeitung rasch aufzehren, insbesondere dann, wenn pfluglose Bewirtschaftung nicht zu Ertragsvorteilen führt.

### 2.2.1.3 Einfluss der Bewirtschaftungsfaktoren auf ausgewählte Bestandes- und Ertragsparameter zur Ernte

Der Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsverfahren und Intensitätsstufen lässt sich nicht nur an primären Ertragsmerkmalen, sondern auch an Qualitätsparametern oder Ernteeschwerpunkten messen, die ggf. zusätzliche Aufwendungen bedingen.

Anlage 17 zeigt beispielhaft Zusammenhänge zwischen Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung und Intensität der Herbizidanwendung zur Belastung des Erntegutes mit Schwarzbesatz.

Die Intensitätsstufen der Herbizidanwendung hatten zwar einen sichtbaren Einfluss, dieser wurde allerdings von Fruchtfolge und Pflugeinsatz übertroffen. Unabhängig vom Pflugeinsatz weist die Futterfruchtfolge gegenüber dem

getreideintensiven Anbau einen auffallend geringeren Besatz auf.

Sehr deutlich trat er in der ungepflügten Marktfruchtfolge auf, wobei hier das nicht gespritzte und beide reduzierten Herbizidprüfglieder deutlich stärker verunreinigt waren. Ein Einfluss der Verunkrautung ist also nicht auszuschließen.

Im Jahr 2000 war kein Glyphosat zur Beseitigung des Durchwuchses eingesetzt worden. Deshalb trat in der getreidebetonten Fruchtfolge ein deutlicher Getreidedurchwuchs auf, der im ungepflügten Bereich um ein Mehrfaches stärker war (Tabelle 12). Hiervon lassen sich Zusammenhänge zu anderen Qualitäts- und Ernteparametern (z. B. zum Schwarzbesatz) vermuten, bei denen die Herbizidintensität aber anscheinend nicht bzw. nicht primär bestimmend ist.

Der Besatz der Mähdruschfrüchte zur Ernte mit *Windhalm* zeigt deutliche Einflüsse der Intensitätsstufen aus der Herbizidanwendung (Anlage 18). Insgesamt war die Marktfruchtfolge stärker mit *Windhalm* besetzt, selbst bei höheren Herbizidaufwandmengen. Erwartungsgemäß hoch war der Besatz in den unbehandelten Parzellen. Dort lag allerdings die nichtwendende Marktfruchtfolge um ca. 1/3 höher. Dieses Bewirtschaftungssystem war bereits zum Auflauf am stärksten vom *Windhalm* besetzt.

Die Tausendkornmasse als einer der primär ertragsbestimmenden Parameter zeigt ebenfalls sichtbare Beziehungen zu allen Prüffaktoren (Anlage 19). Innerhalb der Fruchtfolgen sind kaum Bezüge zum Pflugeinsatz erkennbar. Die Futterbaufolge erreicht allerdings deutlich höhere Werte. Die Tendenz der deutlichen Zunahme der TKM bereits durch eine nur 25%ige Herbizidaufwendung und weitestgehend auch eines nochmaligen, deutlichen Zuwachses bei 50 % Herbizidaufwand ist auffallend und, relativ gesehen, fruchtfolge- und pflugunabhängig.

Tabelle 12: Getreidedurchwuchs (Ähren/m<sup>2</sup>) im Jahr 2000 in Abhängigkeit der Bewirtschaftung und Herbizidintensität

Herbizidaufwandmenge in %	Futterfruchtfolge wendend	Futterfruchtfolge nichtwendend	Marktfruchtfolge wendend	Marktfruchtfolge nichtwendend
unbehandelt	0	0	6	40
25 % Herbizid	0	0	20	41
50 % Herbizid	0	0	13	29
100 % Herbizid	0	0	9	44
situationsbezogen	0	0	10	51

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

### 2.2.1.4 Unkraut-, Bestandes- und Ertragsentwicklung der einzelnen Vorfrucht-Nachfrucht Kombinationen

Wegen ihrer Vielfältigkeit sollen die einzelnen Vorfrucht-/Nachfruchtwirkungen auf den Ertrag nachfolgend eingehender und soweit möglich, statistisch betrachtet werden.

Anlage 20 zeigt die relativen Verhältnisse der Ertragsausbildung als Mittelwert der Ertragsdifferenz über die drei Jahre von 1999 bis 2001. In der Futterbaufolge wurden größere Zuwächse erzielt, als im Marktfruchtbau, insbesondere beim Pflugeinsatz. Die Ursache hierfür ist in erster Linie in dem Anbau der kurzstrohigen und entsprechend konkurrenzschwachen Weizensorte "Charger" zu sehen. Unter diesen Verhältnissen waren die Ertragszunahmen insbesondere bei niedrigen Herbizidaufwandmengen bereits deutlich. Der weitere Ertragszuwachs durch höhere Herbizidmengen war sichtlich geringer bzw. teilweise gar nicht mehr feststellbar.

In allen Kombinationen von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung blieb der Ertragszuwachs bei situationsbezogener Herbizidanwendung hinter der höchsten Herbizidintensität zurück, in der Futterbaufolge auch stets hinter der halben Aufwandmenge.

### 2.2.1.4.1 Futterbaufolgerfolge 2.2.1.4.1.1 Winterweizen nach Kartoffeln

Im Auflauf traten in beiden Bodenbearbeitungsverfahren die *Kornblume* und der *Windhalm* dominant auf und dies mit steigender Tendenz gegenüber dem vorangegangenen Zeitraum bis 1998. Das *Feld-Stiefmütterchen* hat auffallend die gepflügte Variante bevorzugt, auch mit steigender Tendenz. Die Gesamtverunkrautung lag im gepflügten Bereich höher. Das *Kletten-Labkraut* spielte keine Rolle, so dass im Vergleich zu anderen Vorfrucht-/Nachfruchtkombinationen hier eine positive Wirkung der Vorfrucht vorhanden war, welche im Praxiseinsatz den Vorteil hätte, dass kein Einsatz von Spezialherbiziden gegen das *Kletten-Labkraut* notwendig ist. Der Ausgangsbesatz mit Windhalm kam auch zur Ernte zum Tragen (Anlage 21), wobei allerdings bereits mit der halben Herbizidaufwandmenge eine deutliche Reduzierung des Besatzes möglich war.

Tabelle 13 zeigt einen Überblick über einige Parameter zur Ernte und deren Bezug zu Bewirtschaftungsfaktoren und Herbizidintensität. Bei konservierender Bodenbearbeitung war eine etwas geringere Lagerneigung und leicht höhere Tausendkornmasse festzustellen. Die Bestandesdichte des Weizens zeigte sich eher indifferent.

**Tabelle 13: Ernte- und Bestandesparameter von Weizen nach Kartoffeln, im Mittel aus zwei Erntejahren**

	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Pflanzendichte Weizen/Triticale [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	15,5	15,1	37,9	38,0	552	585
25 % Herbizid	15,2	15,0	38,5	39,2	599	611
50 % Herbizid	15,4	14,8	40,8	40,2	601	603
100 % Herbizid	15,1	15,0	40,0	39,6	613	640
situationsbezogen	15,0	14,9	40,2	39,5	611	628
	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend
Herbizidaufwandmenge in %	Schwarzbesatz in g/kg		Windhalm Rispen/m <sup>2</sup>		Lagerneigung 1 - 9	
unbehandelt	1,3	0,0	55	28	2,0	2,5
25 % Herbizid	2,1	0,0	7	3	4,3	4,8
50 % Herbizid	0,0	0,0	3	1	4,0	2,5
100 % Herbizid	0,0	0,0	0	0	3,0	3,3
situationsbezogen	0,0	0,0	1	0	3,8	4,8

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die aus Tabelle 14 und Tabelle 15 ersichtlichen Einzelerträge aus den beiden Jahren zeigen nur im Jahr 2000 statistisch gesicherte Unterschiede aller Herbizidaufwandmengen gegenüber "unbehandelt". Dies zeigt sich tendenziell auch in der in Anlage 22 dargestellten Ertragsentwicklung über beide Jahre.

Dort wird auch sichtbar, dass das Ertragsniveau bei Verzicht auf den Pflug in allen Herbizidintensitätsstufen höher liegt als in der gepflügten Fläche. Im gepflügten Bereich wird allerdings durch die Herbizidanwendung ein relativ größerer Ertragszuwachs (um bis zu 10 %) erreicht, dies bedeutet, dass hohe Erträge bzw. Ertragssteigerungen nur durch höheren Herbizidein-

satz erreicht werden können. Der bisherige Trend aus dem Zeitraum von 1994 bis 1998 wird durch die vorliegenden Ergebnisse eindeutig bestätigt und kann somit als relativ sicher gelten.

#### 2.2.1.4.1.2 Sommerweizen nach Kartoffeln

Die Gesamtverunkrautung war hier bedeutend geringer als im Winterweizen nach Kartoffeln, was möglicherweise durch den Umbruch bewirkt wurde. Auch der Windhalmbesatz zur Ernte war teilweise deutlich geringer als im Winterweizen (Tabelle 16) und zusätzlich bei Pflugverzicht in allen Herbizidstufen niedriger.

**Tabelle 14: Ertrag (dt/ha) des Winterweizens nach Kartoffeln im Jahr 2000**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	40,9	69,2	71,3	71,0	72,5	65,0
nichtwendend	55,3	70,7	71,7	69,9	71,4	67,8
Mittelwert Herbizide	48,1	69,9	71,5	70,4	71,9	
Signifikanzgruppe*	A	B	B	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						10,5
s%						7,6

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 15: Ertrag (dt/ha) des Winterweizens nach Kartoffeln im Jahr 2001**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	51,9	73,3	91,6	94,4	90,8	80,4
nichtwendend	43,6	72,4	92,4	98,4	96,8	80,7
Mittelwert Herbizide	47,7	72,9	92,0	96,4	93,8	
Signifikanzgruppe*						
GD <sub>(Tukey)</sub>	keine statistische Verrechnung möglich (fehlende Varianzhomogenität)					
s%						-

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 16: Windhalmrissen (je m<sup>2</sup>) zur Ernte im Sommerweizen 1999**

Herbizidaufwandmenge in %	wendend	nichtwendend
	Windhalm	Windhalm
unbehandelt	13	10
25 % Herbizid	4	4
50 % Herbizid	5	2
100 % Herbizid	3	2
situationsbezogen	2	1

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Herbizidbehandlung erbrachte signifikant höhere Erträge, wobei ohne Pflug immer noch ein um 0,2 bis 3,2 dt/ha höherer Ertrag erzielt werden konnte (Anlage 23 und Tabelle 17). Dies deckt sich mit dem Trend in der Folge Winterweizen nach Kartoffeln und weist somit für diese Vorfrucht-/Nachfruchtkombination folgende günstige Konstellationen aus:

- Pflugverzicht ist ohne Ertragsverlust möglich und kann bei Herbizideinsatz sogar zu Ertragsvorteilen gegenüber dem Pflug führen,
- Ertragssicherung und -zugewinn ist bereits durch reduzierte Herbizidaufwandmengen erreichbar, so dass ausreichend sicher mit situationsbezogener Herbizidwahl und ggf. reduzierter Aufwandmenge gearbeitet werden kann.

#### 2.2.1.4.1.3 Weizen/Triticale nach Mais

In dieser Folge war die wendende Bewirtschaftung im Auflauf deutlich stärker verunkrautet. Auch der *Windhalm* trat hier viel massiver auf. Beides lag eindeutig im bisherigen Trend. Das *Kletten-Labkraut* kam in beiden Bodenbearbeitungssystemen vor und erreichte in den langfristig herbizidbehandelten Parzellen größtenteils höhere Auflaufraten als unbehandelt. Bis 1996 war es in dieser Folge gar nicht vorhanden und trat seit 1997 erst sporadisch auf. Insbesondere in den letzten beiden Jahren hat das *Kletten-Labkraut* aber, unabhängig vom Pflugeinsatz, deutlich zugenommen, ganz stark im Jahr 2001. Hier deutet sich ganz offensichtlich eine Veränderung an, deren weitere Entwicklung nicht mehr verfolgt werden kann.

Die Restverunkrautung zwischen 1999 und 2001 war im Gepflügten höher und wurde insbesondere von *Vogelmiere*, *Kletten-Labkraut*,

*Kornblume* und *Windhalm* gebildet. Der *Windhalm* trat auch deutlich zur Ernte auf (Tabelle 18). Dieser Trend war bis 1998 erst relativ schwach erkennbar, hat sich aber seit 1999 ganz deutlich verstärkt, so dass eine gewisse Tendenz angenommen werden kann. Bemerkenswerterweise waren in allen Herbizidvarianten des ungepflügten Bereiches etwa um die Hälfte geringere Besatzdichten des *Windhalms* festzustellen. Dazu hat sicher auch die dort im Allgemeinen höhere Bestandesdichte der Kulturpflanzen beigetragen (Anlage 24), welche sich aber nur unbedeutend im Ertrag widerspiegelt.

Die Erträge der einzelnen Jahre in Tabelle 19 bis Tabelle 21 zeigen im Jahr 1999 keinen und 2001 einen gesicherten Ertragszuwachs durch die Herbizidbehandlung. Im Jahr 2000 sind außer der situationsbezogenen alle anderen Herbizidvarianten gegenüber "unbehandelt" signifikant höher, aber nur die 100%ige Aufwandmenge unterscheidet sich gesichert von der situationsbezogenen.

Die mittlere Ertragsentwicklung über die drei Jahre (Anlage 25) erbringt in Bezug zur Bodenbearbeitung kein einheitliches oder systematisches Bild, zeigt aber, dass in der Tendenz beim Einsatz des Pfluges mit Anstieg der Herbizidintensität ein deutlich höherer Ertragszuwachs als ungepflügt möglich ist. Insgesamt liegt aber bei beiden Bodenbearbeitungssystemen das Ertragsoptimum unabhängig von der Bodenbearbeitung unterhalb des höchsten herbiziden Aufwandes und weist auch hier bei Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Unkrautbetrachtung eine situationsbezogene Mitelauswahl und reduzierte Herbizidaufwandmenge unterhalb der maximal zulässigen langfristig als machbar aus.

Tabelle 17: Sommerweizenertrag 1999 (in dt/ha) nach Kartoffeln

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	43,0	46,2	48,6	49,2	47,3	46,9
nichtwendend	43,2	49,2	50,4	52,4	50,2	49,1
Mittelwert Herbizide	43,1	47,7	49,5	50,8	48,7	
Signifikanzgruppe*	A	B	B	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						6,2
s%						6,2

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

**Tabelle 18: Ernteparameter im Weizen/Triticale nach Mais im Mittel der Jahre 1999 bis 2001**

	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Pflanzendichte Weizen/Triticale [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	15,5	15,1	37,9	38,0	552	585
25 % Herbizid	15,2	15,0	38,5	39,2	599	611
50 % Herbizid	15,4	14,8	40,8	40,2	601	603
100 % Herbizid	15,1	15,0	40,0	39,6	613	640
situationsbezogen	15,0	14,9	40,2	39,5	611	628
	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend
Herbizidaufwandmenge in %	Schwarzbesatz in g/kg		Windhalm Rispen/m <sup>2</sup>		Lagernote 1-9	
unbehandelt	1,3	0,0	55	28	2,0	2,5
25 % Herbizid	2,1	0,0	7	3	4,3	4,8
50 % Herbizid	0,0	0,0	3	1	4,0	2,5
100 % Herbizid	0,0	0,0	0	0	3,0	3,3
situationsbezogen	0,0	0,0	1	0	3,8	4,8

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 19: Ertrag (dt/ha) von Triticale nach Mais im Jahr 1999**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	85,8	90,4	92,0	91,8	89,5	89,9
nichtwendend	89,0	89,5	90,9	91,1	90,8	90,3
Mittelwert Herbizide	87,4	89,9	91,5	91,5	90,1	
Signifikanzgruppe*	A	A	A	A	A	n.s.
GD <sub>(Tukey)</sub>						6,2
s%						3,4

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 20: Ertrag (dt/ha) von Weizen nach Mais im Jahr 2000**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	59,1	74,1	74,5	76,7	69,3	70,8
nichtwendend	67,6	74,2	72,9	76,6	68,8	72,0
Mittelwert Herbizide	63,4	74,2	73,7	76,7	69,1	
Signifikanzgruppe*	A	BC	BC	C	AB	
GD <sub>(Tukey)</sub>						8,7
s%						5,9

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Tabelle 21: Ertrag (dt/ha) von Weizen nach Mais im Jahr 2001

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	73,1	92,6	98,9	95,7	96,2	91,3
nichtwendend	82,4	93,9	94,7	93,8	93,5	91,7
Mittelwert Herbizide	77,7	93,2	96,8	94,8	94,9	
Signifikanzgruppe*	A	B	B	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						9,1
s%						4,9

(\*...Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

2.2.1.4.1.4 Winterweizen nach Klee

Der Weizen sah sich einem starken Unkraut- und Windhalm- auflauf ausgesetzt. Dieser zeigte zwar keine deutliche Präferenz zu einer der beiden Bodenbearbeitungsvarianten, die Unkräuter liefen aber etwas stärker im Ungepflügten auf. Beides entsprach dem bisherigen Trend. Allerdings schien der *Windhalm* gegenüber dem Zeitraum bis 1998 zugenommen zu haben und dies besonders durch das Pflügen. *Feld-Stiefmütterchen*, *Geruchlose Kamille* und *Kornblume* traten insgesamt mit hohen Abundanz auf. Das *Kletten-Labkraut* hingegen blieb bemerkenswerterweise völlig bedeutungslos. Die Dikotylen wurden durch alle Herbizidmengen ausreichend erfasst, nicht jedoch der *Windhalm* bei niedrigster Dosis. Dies hatte entsprechende Auswirkungen auf den Besatz zur Ernte, wie Tabelle 22 zeigt.

Die Ährendichte des Weizens wird durch das Pflügen etwas und durch die Herbizidanwendung deutlich erhöht. Bei steigenden Herbizidaufwandmengen kam kein sichtbarer Zuwachs an Bestandesdichte zu Stande. Dies entsprach

dem bereits bis 1998 vorhandenen Trend und kann somit als relativ konstant angesehen werden.

Bei zusammenfassender Betrachtung der Ertragssituation des Weizens nach Klee entsprechend Tabelle 23 und Anlage 26 können folgende Aussagen getroffen werden:

- alle Herbizidaufwandmengen erbringen einen signifikanten Ertragszuwachs gegenüber "unbehandelt", untereinander sind die Unterschiede aber gering und nicht gesichert,
- weder durch den Pflug noch ohne wird durch Steigerung der Herbizidaufwandmenge ein Vorteil im Ertragszuwachs erreicht,
- der Mehrertrag der vollen Herbizidmenge gegenüber der halben bzw. der situationsbezogenen ist relativ gering, so dass bei dieser Vorfrucht-/Nachfrucht-kombination in dieser Fruchtfolge bereits unterhalb der vollen Herbizidaufwandmengen unabhängig vom System der Bodenbearbeitung sichere und optimale Erträge erzielt werden konnten.

Tabelle 22: Ernte- und Bestandesparameter des Weizens nach Klee im Jahr 2000

	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Kulturpflanzen-dichte [Ähren/m²]		Windhalm-rispen/m²	
unbehandelt	15,2	15,2	28,4	28,8	489	445	120	128
25 % Herbizid	15,2	15,0	31,5	32,2	579	582	29	23
50 % Herbizid	15,1	14,9	33,1	33,4	579	550	2	5
100 % Herbizid	15,2	15,0	32,8	32,3	599	578	0	0
situationsbezogen	15,2	15,0	31,5	32,8	583	557	1	2

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft



Tabelle 23: Ertrag (dt/ha) des Weizens nach Klee 2000

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	49,2	69,1	74,7	75,6	72,0	68,1
nichtwendend	49,2	70,8	71,6	76,0	71,4	67,8
Mittelwert Herbizide	49,2	69,9	73,2	75,8	71,7	
Signifikanzgruppe*	A	B	B	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						10,7
s%						7,7

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

2.2.1.4.1.5 Sommerweizen nach Klee

Der Auflauf an dikotylen Unkräutern war insbesondere bei pflugloser Bearbeitung erheblich, woran erwartungsgemäß einige Sommerannuelle mit größerer Abundanz beteiligt waren.

Auffallend und ungewöhnlich war, dass bei Pflugverzicht in allen Parzellen, welche langfristig mit Herbiziden behandelt waren, ein gegen-

über "unbehandelt" größerer Unkrautauflauf auftrat.

*Windhalm* und *Kletten-Labkraut* liefen anfänglich nur sehr gering auf, nahmen dann aber stetig und auch nach der Applikation in beiden Bodenbearbeitungsvarianten noch spürbar zu, so dass der Windhalm noch zur Ernte in allen Herbizidanwendungen als Besatz auftrat (Tabelle 24 und Anlage 27).

Tabelle 24: Ernteparameter für Sommerweizen nach Klee im Jahr 1999

	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Kulturpflanzendichte [Ähren/m <sup>2</sup> ]		Windhalmrispen/m <sup>2</sup>	
unbehandelt	14,0	15,2	34,9	35,2	483,5	427,8	18,0	14,3
25 % Herbizid	14,6	14,6	34,5	34,6	510,0	483,5	6,0	5,5
50 % Herbizid	14,1	14,0	35,6	35,3	505,5	506,8	3,0	4,0
100 % Herbizid	14,4	14,5	35,4	35,1	528,5	540,8	0,8	1,3
situationsbezogen	14,1	14,1	36,7	37,4	510,0	501,8	2,3	2,8

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Tabelle 25: Ertrag (dt/ha) des Sommerweizens nach Klee im Jahre 1999

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	50,4	53,0	55,2	59,1	55,5	54,6
nichtwendend	46,9	51,2	55,1	57,0	56,5	53,3
Mittelwert Herbizide	48,6	52,1	55,2	58,1	56,0	
GD <sub>(Tukey)</sub>	keine statistische Verrechnung möglich (fehlende Varianzhomogenität)					
s%						-

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Ertragsdaten in Tabelle 25 und Anlage 28 zeigen keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den Prüfgliedern, tendenziell aber für die pfluglose Variante einen kontinuierlicheren und größeren Ertragszuwachs bei steigender Herbizidmenge. Gepflügt liegt allerdings das Ertragsniveau allgemein etwas höher. Wegen des in dieser Vorfrucht-/Nachfruchtfolge vorhandenen Unkrautdruckes war der Ertragszuwachs nur durch die volle Herbizidmenge zu sichern, insbesondere wenn nicht gepflügt wurde. Dies ist aber nicht mit einem eventuellen Durchwuchs der Vorfrucht oder des Klees erklärbar, sondern durch die starke Restverunkrautung, insbesondere durch das *Kletten-Labkraut*.

#### 2.2.1.4.1.6 Wintergerste nach Raps

Im Durchschnitt liefen zwischen 64 und 285 dikotyle Unkräuter und zwischen 9 und 62 Windhalmpflanzen je m<sup>2</sup> auf. *Windhalm*, *Feld-Stiefmütterchen* und die *Taubnessel-Arten* standen bevorzugt im wendenden System, im Gegensatz dazu die *Vogelmiere* und die *Geruchlose Kamille* im pfluglosen. Diese Aussagen bestätigen zwar die bisherigen Verhältnisse, allerdings war im Vergleich bis 1998 für den *Windhalm*, das *Feld-Stiefmütterchen* und das *Kletten-Labkraut* eine sichtbare Zunahme im Auflauf zu beobachten. Ungepflügt nahm die

dikotyle Verunkrautung insgesamt und insbesondere die *Kamille* ab.

Das *Kletten-Labkraut* lief unabhängig vom Pflugeinsatz, insbesondere in den langfristig mit 25 % und 50 % Herbizidaufwandmenge behandelten Parzellen mit deutlich höheren Individuenzahlen (bis 13 Pfl./m<sup>2</sup>) auf als in den unbehandelten. Dieser Trend hat sich seit 1999 deutlich verstärkt und ist auf die veränderten intraspezifischen Konkurrenzverhältnisse zurückzuführen.

Die Ausgangsverunkrautung entwickelte sich in den Parzellen, welche langfristig keine Herbizidbehandlung erhielten, nahezu dramatisch weiter (Unkrautdeckungsgrad in "unbehandelt" bis 30 %) und konnte durch die Herbizidapplikation aber gut kontrolliert werden. Jedoch auch hier zeigte das *Kletten-Labkraut* das gleiche, populationsbezogene Entwicklungsverhalten wie im Auflauf und entwickelte sich auch in den gespritzten Parzellen weiter.

Der *Windhalm* blieb bis zur Ernte relativ unbedeutend. Tabelle 26 bestätigt dies. Die Bestandesdichte der Gerste war weniger von der Bodenbearbeitung als viel mehr von der Herbizidintensität beeinflusst worden. Einem bei wendender Bodenbearbeitung etwas höheren Schwarzbesatz stand eine etwas geringere Lagerneigung gegenüber.

Tabelle 26: Ernte- und Bestandesparameter der Wintergerste nach Raps

	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Kulturpflanzendichte [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	14,5	14,4	38,2	39,2	707	645
25 % Herbizid	14,2	14,0	38,1	37,4	731	756
50 % Herbizid	14,4	13,8	38,6	37,5	750	736
100 % Herbizid	14,0	13,9	38,0	38,1	765	713
situationsbezogen	14,2	13,8	38,7	38,1	752	754
	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Schwarzbesatz in g/kg		Windhalmrispen/m <sup>2</sup>		Lagernote 1-9	
unbehandelt	0,4	1,2	7	17	2,8	2,5
25 % Herbizid	1,6	2,1	0	1	3,8	1,5
50 % Herbizid	0,4	0,8	0	0	3,5	2,1
100 % Herbizid	0,0	0,7	0	0	3,9	2,5
situationsbezogen	0,5	0,5	0	0	3,3	1,9

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Auflistung der Erträge aus den einzelnen Jahren (Tabelle 27 bis Tabelle 29) zeigt nur im Jahr 2001 signifikante Ertragszuwächse der Herbizidbehandlung gegenüber "unbehandelt", nicht aber zwischen den einzelnen Herbizid aufwandmengen. Über alle drei Jahre kann bei Betrachtung von Anlage 31 aber folgender, allgemeiner Trend hergeleitet werden:

- die Erträge bei pflugloser Bewirtschaftung können in der Regel über denen bei Pflugsinsatz liegen,

- bei wendender Bearbeitung ist ein Ertragszuwachs nur mit steigenden Herbizidaufwendungen erreichbar,
- bei pfluglosem Anbau war bereits auf niedrigster Herbizidstufe eine ausreichende Reduzierung der Konkurrenz Wirkung der Unkräuter erreicht,
- die Ertragswirkung der Herbizidanwendung ist stark von der Entwicklung des Wintergerstebestandes abhängig.

**Tabelle 27: Ertrag (dt/ha) der Wintergerste nach Raps im Jahr 1999**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	58,5	53,0	59,1	56,0	54,2	56,2
nichtwendend	67,7	57,5	55,7	61,6	54,4	59,4
Mittelwert Herbizide	63,1	55,2	57,4	58,8	54,3	
Signifikanzgruppe*	A	A	A	A	A	
GD <sub>(Tukey)</sub>						16,0
s%						13,2

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 28: Ertrag (dt/ha) der Wintergerste nach Raps im Jahr 2000**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	73,1	77,2	68,6	74,9	71,8	73,1
nichtwendend	71,9	76,4	73,6	75,9	74,1	74,4
Mittelwert Herbizide	72,5	76,8	71,1	75,4	73,0	
Signifikanzgruppe*	A	A	A	A	A	
GD <sub>(Tukey)</sub>						9,5
s%						6,2

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 29: Ertrag (dt/ha) der Wintergerste nach Raps im Jahr 2001**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	68,4	82,1	90,6	88,3	91,0	84,1
nichtwendend	72,5	94,1	90,3	88,8	87,7	86,6
Mittelwert Herbizide	70,4	88,1	90,4	88,5	89,3	85,4
Signifikanzgruppe*	A	B	B	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						15,4
s%						8,7

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

### 2.2.1.4.1.7 Winterweizen nach Erbsen

In beiden Bodenbearbeitungssystemen kam es zu einem beachtlichen Unkrautauflauf zwischen 66 und 240 Pflanzen je m<sup>2</sup>. Der Auflauf des *Windhalmes* war im pfluglosen Feld deutlich geringer, das *Kletten-Labkraut* lief ohne besondere Bevorzugung einer Bodenbearbeitung mit bis zu 28 Pfl./m<sup>2</sup> auf, wobei wiederum die langfristig mit verminderten herbiziden Aufwandsmengen behandelten Parzellen dichter besetzt waren.

Die Verunkrautung entwickelte sich enorm, ganz besonders im gepflügten Feld. Nach der Herbizidanwendung verblieb bei der geringsten und der halben Aufwandmenge eine merkliche Restverunkrautung, darunter hauptsächlich *Kletten-Labkraut*, *Feld-Stiefmütterchen*, *Kornblume* und *Windhalm*. Dies spiegelte sich wiederum im Windhalmbesatz zur Ernte wider, wie Tabelle 30 zeigt.

Die Lagerneigung des Weizens war auffallend hoch, insbesondere im gepflügten Feld. Insgesamt war aber mit steigender Herbizidintensität

eine Verringerung des Lagers ersichtlich. Außer in der nichtgespritzten Variante entwickelte sich die Bestandesdichte des Weizens durch den Pflugeinsatz besser. Dies spiegelte sich allerdings nicht im Ertrag wider, hier hatte möglicherweise die Restverunkrautung einen Einfluss.

Durch die konservierende Bearbeitung waren in allen Herbizidintensitätsstufen sichtbare Mehrerträge (von 4 bis 12 dt/ha) erzielt worden.

Tabelle 31 und Anlage 29 stellen außerdem dar, dass tendenziell im pfluglosen System bereits ab der geringsten Herbizidintensität ein hohes und relativ stabiles Ertragspotential erreicht wurde, was beim Einsatz des Pfluges auch bereits bei halber Herbizidmenge der Fall war.

In beiden Bodenbearbeitungssystemen war durch höhere Herbizidaufwendungen keine weitere, deutliche Ertragssteigerung möglich. Dies weist auf eine günstige Wirkung der Erbsen als Vorfrucht und der konservierenden Bearbeitung in dieser Folge hin.

**Tabelle 30: Ernte- und Ertragsparameter im Winterweizen nach Erbsen im Jahr 2001**

	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Kulturpflanzendichte [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	14,5	13,6	32,7	34,5	556	596
25 % Herbizid	13,8	13,4	34,8	37,6	705	693
50 % Herbizid	13,3	13,4	36,4	37,8	710	699
100 % Herbizid	13,5	13,4	36,6	38,0	735	704
situationsbezogen	13,3	13,0	36,4	38,8	722	700
	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Schwarzbesatz in g/kg		Windhalmrispen/m <sup>2</sup>		Lagernote 1-9	
unbehandelt	0,0	0,0	79	46	5,8	4,8
25 % Herbizid	0,0	0,0	16	15	8,0	6,3
50 % Herbizid	0,0	0,0	4	6	7,8	5,3
100 % Herbizid	0,0	0,0	0	0	6,8	4,3
situationsbezogen	0,0	0,0	0	0	6,5	6,0

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Tabelle 31: Ertrag (dt/ha) des Winterweizens nach Erbsen im Jahr 2001

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbear- beitung
	0	25	50	100	situations- bezogen	
wendend	60,8	80,3	92,1	91,3	89,4	82,8
nichtwendend	72,3	92,4	97,5	96,0	93,4	90,3
Mittelwert Herbizide	66,5	86,3	94,8	93,6	91,4	
Signifikanzgruppe*	A	B	B	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						14,4
s%						7,8

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

#### 2.2.1.4.2 Marktf Fruchtfolge

##### 2.2.1.4.2.1 Wintergerste nach Weizen/Triticale

In der Gerste kam es zu einem massiven Auf-  
lauf an dikotylen Unkräutern und des *Windhal-  
mes*, mit Individuendichten je m<sup>2</sup> von 138 bis  
340 Unkräutern und 19 bis 168 Windhalmpflan-  
zen. Allein das *Kletten-Labkraut* und die *Korn-  
blume* wurden mit bis zu 153 bzw. 120 Pflanzen  
ausgezählt. Die pfluglosen Parzellen waren  
deutlich stärker besetzt. Das *Feld-Stief-  
mütterchen*, die *Taubnesseln* und das *Hirten-  
täschel* liefen im gepflügten, die *Kornblume*, der  
*Windhalm* und das *Kletten-Labkraut* im unge-  
pflügten Feld dichter auf. Damit hatte sich der  
bisherige Trend eindeutig stabilisiert.

Entsprechend hoch war der Unkrautdeckungs-  
grad auch im Frühjahr. Das *Kletten-Labkraut*  
erreichte bei 25%iger Aufwandmenge ohne  
Pflug bis 8 % Deckungsgrad. Es hatte in diesen  
Bereichen vier Wochen nach der Frühjahrsbo-  
nitur sogar weiter zugenommen und 10 % bis  
13 % Deckungsgrad erreicht.

Die Auswirkungen der Verhältnisse zeigen sich  
auch an der Bestandesdichte der Gerste zur  
Ernte (Tabelle 32), welche ungepflügt deutlich  
dünner stand und damit natürlich eine geringere  
Konkurrenzkraft aufzubieten hatte. Entspre-  
chend höher sind die Besatzdichten durch den  
*Windhalm* in dieser Variante, beachtlich war  
aber auch der Schwarzbesatz. Beim *Windhalm*  
und Schwarzbesatz wurde deutlich ein günstiger  
Einfluss steigender Herbizidintensität sicht-  
bar, wobei allerdings in vorliegender Fruchtfol-  
ge der *Windhalm* mit keiner der Herbizidvari-  
anten so weit kontrolliert werden konnte, dass  
er zur Ernte im Besatz nicht auftrat (Anlage 30).

Verunkrautung und Bestandesentwicklung  
schlagen sich eindeutig in den Ertragsverhält-  
nissen nieder (Anlage 32 und Tabelle 33). Nur

bei situationsbezogener und voller Herbizidauf-  
wendung war, und dies auch nur in einem Feld,  
ein signifikanter Ertragszuwachs vorhanden.  
Die Erträge beim Verzicht auf den Pflug liegen  
im Mittel beider Versuche in den gleichen Stu-  
fen der Herbizidintensität niedriger. Die Steige-  
rung des Ertrages bei zunehmender Herbizid-  
aufwandmenge war mit einem Ertragszuwachs  
von 11 % bis 14 % im Vergleich zu unbehandelt  
zwar nicht unerheblich, konnte aber das Er-  
tragsdefizit zum Gepflügten nie deutlich mind-  
ern. Der Ertragszuwachs der Gerste war in  
vorliegender Fruchtfolgekombination allerdings  
größer als in der Futterbaufolge nach Raps,  
dort war das Ertragsniveau insgesamt aber  
bereits deutlich höher. In getreideintensiver  
Fruchtfolge ist also offensichtlich eine Ertrags-  
sicherung und -steigerung deutlich enger mit  
einer höheren Herbizidintensität verbunden.

Für Wintergerste nach Weizen oder Triticale im  
Marktf Fruchtbau kann folgender Trend abgeleitet  
werden:

- die Erträge bei pflugloser Bewirtschaftung  
liegen unter denen bei Pflugeinsatz,
- es sind hohe Herbizidaufwendungen zur  
Ausschaltung der Unkrautkonkurrenz und  
zur Ertragssteigerung und -sicherung not-  
wendig.

##### 2.2.1.4.2.2 Roggen nach Wintergerste

Der Roggen sah sich einem beachtlichen Un-  
krautauflauf ausgesetzt (131 bis 405 Dikoty-  
le/m<sup>2</sup>), wobei im ungepflügten Feld in allen  
Herbizidstufen ein deutlich größerer Auflauf zu  
verzeichnen war. Dies steht im Gegensatz zum  
Zeitraum 1994 bis 1998 und ist vor allem durch  
eine überproportionale Zunahme des Un-  
krautauflaufes bei Pflugverzicht in allen Herbi-  
zidstufen entstanden. Daran ist u. a. auch das  
*Kletten-Labkraut* mit Individuendichten bis  
42 Pflanzen/m<sup>2</sup> beteiligt.

**Tabelle 32: Ernte- und Bestandesparameter der Wintergerste nach Weizen/Triticale im Jahr 2000 (Mittelwert aus zwei Versuchen)**

	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte in %		TKM in g		Kulturpflanzendichte [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	13,3	15,1	38,2	38,2	542	423
25 % Herbizid	12,9	15,5	38,3	39,1	565	469
50 % Herbizid	12,8	15,5	38,0	38,9	596	477
100 % Herbizid	12,6	14,5	38,1	39,7	592	479
situationsbezogen	12,6	14,4	38,2	39,6	584	476
	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend		
Herbizidaufwandmenge in %	Schwarzbesatz in g/kg		Windhalmrispen/m <sup>2</sup>			
unbehandelt	2,1	5,0	80	119		
25 % Herbizid	0,2	4,0	20	48		
50 % Herbizid	0,4	4,2	8	22		
100 % Herbizid	0,2	0,4	3	4		
situationsbezogen	0,0	0,5	4	7		

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 33: Erträge (dt/ha) der Wintergerste nach Weizen/Triticale im Jahr 2000**

<b>Feld 22</b>	<b>Herbizidaufwandmenge (%)</b>					<b>Mittelwert</b>
<b>Bodenbearbeitung</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>situationsbezogen</b>	<b>Bodenbearbeitung</b>
wendend	49,0	54,9	56,1	57,5	56,8	54,9
nichtwendend	45,6	52,0	52,8	59,5	55,6	53,1
Mittelwert Herbizide	47,3	53,4	54,5	58,5	56,2	
Signifikanzgruppe*	A	AB	AB	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						10,9
s%						10,0
<b>Feld 23</b>	<b>Herbizidaufwandmenge (%)</b>					<b>Mittelwert</b>
<b>Bodenbearbeitung</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>situationsbezogen</b>	<b>Bodenbearbeitung</b>
wendend	70,2	69,1	70,6	73,7	69,2	70,6
nichtwendend	58,3	55,8	59,3	58,1	57,9	57,9
Mittelwert Herbizide	64,3	62,5	64,9	65,9	63,5	
Signifikanzgruppe*	A	A	A	A	A	
GD <sub>(Tukey)</sub>						9,4
s%						7,9

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Dieser Sachverhalt war zwar grundsätzlich unabhängig von der Art der Bodenbearbeitung, wurde aber durch den Verzicht auf den Pflug verstärkt. Die *Taubnesseln*, das *Hirtentäschel* und das *Feld-Stiefmütterchen* bevorzugten im Auflauf den gepflügten Bereich, die *Kornblume* auffallend den ungepflügten. Damit entsprechen sie dem bisherigen Trend. Der *Windhalm* lief in allen Bereichen mit hohen Abundanzen

von 105 bis 188 Pflanzen/m<sup>2</sup> auf, bevorzugt im Ungepflügten, dort aber mit rückläufiger Tendenz.

Die Restverunkrautung nach der Herbizidanwendung, insbesondere mit *Windhalm*, *Kornblume* und *Kletten-Labkraut* war stark. Dies zeigt sich dann auch im Windhalm durchwuchs zur Ernte (Tabelle 34 und Anlage 33), welcher

deutlich stärker im ungepflügten Bereich vorhanden war. Dort lag auch die Bestandesdichte des Roggens deutlich niedriger und der Schwarzbesatz war stärker. Die beobachteten Verhältnisse spiegeln sich kaum im Ertrag wider (Anlage 34 sowie Tabel-

le 35 und Tabelle 36). Die Steigerung der Herbizidmenge bringt zwar in den Einzeljahren in unterschiedlichem Umfang signifikante Ertragsgewinne, deutliche Unterschiede bezüglich der Bodenbearbeitung sind aber nicht auszumachen.

**Tabelle 34: Ernte- und Ertragsparameter des Roggens nach Wintergerste (im Mittel aus 2 Jahren)**

	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Kulturpflanzendichte [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	13,5	13,8	24,0	24,9	578	547
25 % Herbizid	13,7	14,0	24,4	25,7	625	546
50 % Herbizid	13,7	13,8	24,5	26,0	616	553
100 % Herbizid	13,7	13,8	24,6	25,5	612	560
situationsbezogen	13,7	14,0	25,2	26,1	620	567
	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend		
Herbizidaufwandmenge in %	Schwarzbesatz in g/kg		Windhalmrispen/m <sup>2</sup>			
unbehandelt	3,7	7,4	23	70		
25 % Herbizid	4,3	10,5	4	24		
50 % Herbizid	3,9	6,8	1	10		
100 % Herbizid	3,1	6,7	0	1		
situationsbezogen	4,0	9,1	3	7		

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 35: Ertrag (dt/ha) des Roggens nach Wintergerste 1999**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	57,7	67,0	64,3	67,8	66,2	64,6
nichtwendend	53,4	60,4	66,4	71,9	68,0	64,0
Mittelwert Herbizide	55,6	63,7	65,3	69,9	67,1	
Signifikanzgruppe*	A	AB	AB	AB	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						8,7
s%						6,1

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 36: Ertrag (dt/ha) des Roggens nach Wintergerste 2001**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	65,7	72,0	69,8	70,9	74,0	70,5
nichtwendend	67,7	68,8	70,1	68,0	72,3	69,4
Mittelwert Herbizide	66,7	70,4	70,0	69,4	73,1	
Signifikanzgruppe*	A	AB	AB	AB	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						8,7
s%						6,1

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

### 2.2.1.4.2.3 Triticale nach Winterweizen

Die Triticale sah sich einem enormen Unkrautdruck im Auflauf ausgesetzt. Bei Pflugverzicht lief nahezu die doppelte Individuendichte auf und erreichte als Maximalwert 668 Dikotyle und 236 Windhalmpflanzen je m<sup>2</sup> (minimal gezählt wurden 195 Unkräuter und 97 Windhalmpflanzen). Bis 1998 war der Auflauf beim Pflügen noch stärker. Hier ist es offensichtlich zu einer Umschichtung im Zeitraum von 1999 bis 2001 gekommen. Die *Kornblume*, das *Kletten-Labkraut* und die *Geruchlose Kamille* waren mit hohen Anteilen vertreten. Erneut auffällig war, dass das *Feld-Stiefmütterchen* (hier als einzige Art) im gepflügten Bereich stärker auflief.

Diese hohen Populationsdichten entwickelten sich weniger dramatisch als zu befürchten war, die stärkere Verunkrautung des ungepflügten Feldes blieb allerdings auch nach der Herbizidapplikation bestehen. Ursache war anscheinend, dass die herbizide Wirkung bei nichtwendender Bearbeitung deutlich hinter der im gepflügten Feld zurückblieb und selbst bei höchster Herbiziddosis noch eine deutliche Rest-

verunkrautung verblieb. Hauptanteil daran hatten das *Kletten-Labkraut*, die *Kornblume* und der *Windhalm*. Entsprechend stark war dann der Windhalmbesatz zur Ernte (Tabelle 37 sowie Anlage 35) und dies besonders bei pflugloser Kultur. Auch die Ährendichte der Triticale war ungepflügt geringer, die Differenz zum Pflug verringerte sich allerdings mit steigender Herbizidintensität. Bemerkenswert war auch die hohe Lageranfälligkeit, allerdings ohne deutliche Korrelation zur Bodenbearbeitung sowie der Schwarzbesatz, welcher auffallend stärker im Ungepflügten auftrat.

Die in Tabelle 39 ersichtlichen Mindererträge sind primär nicht auf die Fruchtfolge und Bodenbearbeitung zurückzuführen, sondern auf den, durch den Anbau einer anfälligen Sorte aufgetretenen Mehлтаubefall. Hinzu kam ein starker Befall mit Fußkrankheiten und phytotoxische Erscheinungen, welche von der eingesetzten Tankmischung der Herbizide (Lexus und Stomp SC) verursacht wurden. Betrachtet man die Erträge in beiden Jahren (Anlage 36), so fallen zumindest die geringeren Erträge beim Verzicht auf den Pflug auf.

**Tabelle 37: Ernte- und Bestandesparameter der Triticale nach Winterweizen im Mittel der Jahre 1999 und 2001 (Marktfruchtfolge)**

	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Kulturpflanzendichte [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	15,7	15,4	38,9	37,3	483	456
25 % Herbizid	16,0	15,5	39,1	39,6	509	481
50 % Herbizid	15,6	15,6	39,0	40,7	512	489
100 % Herbizid	15,7	15,7	39,6	40,9	512	506
situationsbezogen	15,5	15,7	39,6	40,0	519	503
	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Lagernote 1-9		Schwarzbesatz in g/kg		Windhalmrissen/m <sup>2</sup>	
unbehandelt	6,8	5,3	3,4	20,0	17	24
25 % Herbizid	6,5	7,3	7,2	9,8	2	9
50 % Herbizid	8,0	7,0	2,3	10,2	3	6
100 % Herbizid	8,0	7,3	1,3	6,2	1	1
situationsbezogen	6,8	7,3	1,3	8,7	1	4

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft



Tabelle 38: Ertrag (dt/ha) der Triticale nach Winterweizen 1999 (Marktfruchtfolge)

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbear- beitung
	0	25	50	100	situations- bezogen	
wendend	69,7	80,2	78,9	78,3	79,1	77,2
nichtwendend	62,9	76,0	75,7	76,1	78,8	73,9
Mittelwert Herbizide	66,3	78,1	77,3	77,2	79,0	
Signifikanzgruppe*						
GD <sub>(Tukey)</sub>	keine statistische Verrechnung möglich (fehlende Varianzhomogenität)					
s%						-

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Tabelle 39: Ertrag (dt/ha) der Triticale nach Winterweizen 2001 (Marktfruchtfolge)

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbear- beitung
	0	25	50	100	situations- bezogen	
wendend	45,7	47,8	49,4	48,6	45,6	47,4
nichtwendend	35,2	41,6	41,6	37,7	31,6	37,5
Mittelwert Herbizide	40,4	44,7	45,5	43,2	38,6	
Signifikanzgruppe*	AB	B	B	AB	A	
GD <sub>(Tukey)</sub>						7,3
s%						9,5

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

#### 2.2.1.4.2.4 Winterweizen nach Brache

Auch im Winterweizen nach Brache kam es zu einem massiven Unkrautauflauf zwischen 122 und 433 Dikotylen/m<sup>2</sup> und 40 bis 205 Windhalmpflanzen. Damit wurde zwar nicht das Niveau der Fruchtfolge Triticale nach Winterweizen erreicht, aber auch hier war die nichtwendende Variante nahezu doppelt so stark besetzt. Dieser Trend bestand zwar bereits 1998, hat sich aber verstärkt und kann somit als konstant angenommen werden. Er ist sowohl durch eine Zunahme bei nichtwendender als auch eine Abnahme bei wendender Bearbeitung zustande gekommen.

Hauptunkräuter waren erneut *Kornblume*, *Geruchlose Kamille* und *Kletten-Labkraut* (mit durchschnittlich bis zu 172 Pfl./m<sup>2</sup>). Die im Vergleich zur Triticale deutlich geringere Ausgangsverunkrautung hatte vier Wochen nach der Herbizidanwendung deutlich höhere Deckungsgrade erreicht, welche wiederum eine stärkere Restverunkrautung nach sich zog. Höchster Wert war 25 % Deckungsgrad bei geringster Herbizidmenge. Entsprechend stark war der Besatz an *Windhalm* zur Ernte, wie in Tabelle 40 erkennbar ist. Als eindeutiges Problem wirkt sich der Durchwuchs der Vorfrucht

insbesondere im pfluglosen Feld zur Ernte aus, wobei allerdings keine klare Korrelation zu den herbiziden Aufwandmengen ersichtlich wird.

Der Verlauf der Verunkrautung und der Durchwuchs korrelieren offensichtlich mit der Ährendichte der Kulturpflanzen. Die Ährenanzahl war bei konservierender Bodenbearbeitung deutlich verringert. Dies wirkte sich eindeutig auf das Ertragsniveau, die Ertragsverhältnisse und den durch den Einsatz der Herbizide möglichen Ertragszuwachs aus (Anlage 37, sowie Tabelle 41 und Tabelle 42). Diese Ertragsverhältnisse waren bereits 1998 mehr oder minder so vorhanden.

Der Ertrag im pfluglosen Feld lag im Zeitraum 1999 bis 2001 immer deutlich niedriger als gepflügt. Durch steigende Herbizidaufwandmengen konnte aber ein kontinuierlicher und deutlicher Ertragszuwachs erreicht werden. Der maximal mögliche Zuwachs im wendenden System war hingegen bereits bei halber Herbizidmenge ausgeschöpft. In der vorliegenden Vorfrucht-/Nachfrucht Kombination wurden die insgesamt größten Ertragsdifferenzen (von 12,08 bis 15,42 dt/ha) zu Ungunsten der konservierenden Bodenbearbeitung ermittelt.

**Tabelle 40: Ernte- und Bestandesparameter im Winterweizen nach Brache im Mittel zweier Versuchsjahre**

	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Kulturpflanzendichte [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	10,3	18,4	32,2	32,6	468	359
25 % Herbizid	16,5	16,9	35,7	35,0	545	436
50 % Herbizid	16,2	16,4	36,7	36,1	558	471
100 % Herbizid	16,6	17,0	36,3	37,2	561	474
situationsbezogen	16,6	16,2	37,5	37,6	526	451
	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Schwarzbesatz in g/kg		Windhalmrispen/m <sup>2</sup>		Durchwuchs in %	
unbehandelt	4,1	8,4	119	174	3,8	8,8
25 % Herbizid	1,2	3,2	26	25	2,5	14,5
50 % Herbizid	0,7	2,1	5	15	2,5	4,0
100 % Herbizid	0,0	0,4	4	15	5,5	19,8
situationsbezogen	0,0	0,0	7	17	6,3	30,5

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 41: Ertrag (dt/ha) des Weizens nach Brache 2000**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	44,9	59,7	64,0	60,8	61,2	58,1
nichtwendend	31,2	46,8	55,1	51,6	51,0	47,1
Mittelwert Herbizide	38,0	53,3	59,6	56,2	56,1	
Signifikanzgruppe*	A	B	B	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						14,5
s%						15,0

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 42: Ertrag (dt/ha) des Weizens nach Brache 2001**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	53,2	83,3	90,1	91,3	91,5	81,9
nichtwendend	39,2	65,4	68,7	76,3	77,5	65,4
Mittelwert Herbizide	46,2	74,3	79,4	83,8	84,5	
Signifikanzgruppe*	A	B	B	B	B	
GD <sub>(Tukey)</sub>						18,8
s%						14,0

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

### 2.2.1.4.2.5 Weizen nach Winterraps

In der gepflügten Variante liefen mehr Dikotyle auf als ungepflügt. Dies war in den vorangegangenen Jahren ähnlich. 1999 war der *Windhalm*, die *Kornblume* und das *Kletten-Labkraut* dominant. Die verbliebene Restverunkrautung war im Sommerweizen in beiden Bodenbearbeitungsvarianten enorm, insbesondere auf dem ungepflügten Feld ab halber und gepflügt bei geringster Herbizidaufwandmenge.

Dies zeigte sich dann auch zur Ernte (Tabelle 43), u. a. anhand des Windhalmbesatzes. Es waren kaum Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren festzustellen. Auffallend war aber eine Zunahme mit steigender

Herbizidintensität unabhängig vom Pflug. Die Betrachtung der Ährendichte des Weizens zeigte keinerlei deutliche Beziehung zu einem der Prüffaktoren, im Gegensatz zum Schwarzbesatz, der pfluglos deutlich erhöht war.

Entsprechend der Bestandesentwicklung erreichte der Sommerweizen in allen Bereichen ein niedriges Ertragsniveau (Tabelle 44 und Anlage 38), welches im wendenden System größtenteils höher war. In beiden Bodenbearbeitungsvarianten war bei halber Herbizidmenge weitestgehend bereits der höchste Ertragszuwachs erreicht und keine Signifikanz zwischen Ertrag und Herbizidintensität festzustellen.

**Tabelle 43: Ernte- und Bestandesparameter des Sommerweizens nach Raps 1999**

	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend	wendend	nicht-wendend
Herbizidaufwandmenge in %	Kornfeuchte %		TKM in g		Kulturpflanzendichte [Ähren/m <sup>2</sup> ]	
unbehandelt	11,9	13,0	34,3	32,4	350	411
25 % Herbizid	11,8	13,1	32,9	31,7	436	439
50 % Herbizid	11,7	13,2	33,6	33,0	495	470
100 % Herbizid	11,8	12,5	33,8	32,7	445	458
situationsbezogen	11,7	12,1	33,8	32,4	493	496
Herbizidaufwandmenge in %	Schwarzbesatz in g/kg		Windhalmrispen/m <sup>2</sup>			
unbehandelt	5,7	24,2	39	33		
25 % Herbizid	2,5	21,8	52	29		
50 % Herbizid	6,4	31,5	35	24		
100 % Herbizid	3,3	19,5	59	60		
situationsbezogen	1,2	13,8	52	61		

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 44: Ertrag (dt/ha) des Sommerweizens nach Raps (Marktfruchtfolge) im Jahr 1999**

Bodenbearbeitung	Herbizidaufwandmenge (%)					Mittelwert Bodenbearbeitung
	0	25	50	100	situationsbezogen	
wendend	36,4	38,1	43,5	40,4	44,3	40,5
nichtwendend	34,3	38,8	41,1	38,4	38,1	38,1
Mittelwert Herbizide	35,3	38,5	42,3	39,4	41,2	
Signifikanzgruppe*	A	A	A	A	A	
GD <sub>(Tukey)</sub>						13,2
s%						16,4

(\* Signifikanz besteht zwischen den Versuchsgliedern, die keinen gemeinsamen Buchstaben tragen)

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**2.2.2 Langfristige Auswirkung unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsverfahren und gestaffelter Stickstoffgaben auf Verunkrautung und Ertrag von Mähdruschfrüchten**  
**2.2.2.1 Entwicklung und Verunkrautung von Weizen nach Winterraps**  
**2.2.2.1.1 Unkrautaufbau**

Bereits im Unkrautaufbau zeigten sich sowohl bezüglich der Unkrautbekämpfungsmethode als auch der Stickstoffversorgungsstufe deutliche Unterschiede (Anlage 39 und Anlage 42), welche als Auswirkung der langjährig verschiedenen Behandlung und Düngung angesehen werden können. In den gespritzten Parzellen wurden über alle N-Varianten zwischen 113 und 161 Dikotyle/m<sup>2</sup> ausgezählt, im gestriegelten Bereich 262 bis 312 und im dauerhaft unbehandelten 296 bis 398. Dabei war in keinem Fall die niedrigste oder die höchste N-Versorgungsstufe am stärksten verunkrautet. Sowohl im gespritzten als auch gestriegelten Feld war bei geringster Stickstoffversorgung der Unkrautaufbau stets am geringsten. Von den im Artenspektrum vorhandenen Unkräutern sind bei Betrachtung ihrer Zeigerwerte nach ELLENBERG (1992) ein Großteil stickstoffliebend oder, wie z. B. das *Kletten-Labkraut*, sogar als nitrophile Art anzusprechen (Tabelle 45).

**Tabelle 45: Zeigerwerte einiger Unkräuter nach ELLENBERG (1992)**

Art	Stickstoffzahl
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. B.	x
<i>Stellaria media</i> L.	8
<i>Galium aparine</i> L.	8
<i>Matricaria maritimum</i> (L.) W. D. J. KOCH	8
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MED.	6
<i>Viola arvensis</i> MURRAY	x
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) HILL	6
<i>Centaurea cyanus</i> L.	x

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Förderung des *Kletten-Labkrautes* durch höhere Stickstoffmengen, sowohl in den langfristig gestriegelten als auch unbehandelten Bereichen, ist aus Anlage 40 sehr gut erkennbar. Auch bei der *Vogelmiere* (Anlage 41) zeigt sich eine deutliche Förderung durch steigende Stickstoffgaben, insbesondere durch höchste, und dies in allen Unkrautbehandlungsvarianten. Dabei fällt wiederum auf, dass das Striegeln höhere Aufbaufraten induziert als ein jahrelanger Verzicht auf jegliche Unkrautregulierung.

*Windhalm* und *Geruchlose Kamille* zeigen deutliche Unterschiede in ihrem Aufbaufverhalten bezüglich der Art der Unkrautbekämpfung, aber wenig Bezug zum Stickstoffniveau.

**2.2.2.1.2 Unkrautentwicklung**

Im Laufe der Entwicklung der Unkrautcoenose blieben die im Aufbau bereits entstandenen Unterschiede insbesondere bezüglich der Unkrautbehandlungsvarianten mehr oder minder deutlich erhalten. Diese waren viel deutlicher als die Unterschiede zwischen den verschiedenen Stickstoffstufen. Dieser Trend hatte sich bis vier Wochen nach der Herbizidausbringung so weit entwickelt, dass bei ungestörtem Unkrautwachstum der Deckungsgrad der Unkräuter dem Anstieg der N-Versorgung mehr oder minder folgte. Im gestriegelten Feld deutete sich eine gleichartige Tendenz an (Anlage 45). Im langfristig herbizidbehandelten Bereich hatte sich keine Korrelation der Restverunkrautung durch Dikotyle zur Stickstoffstufe entwickelt.

Die Förderung des *Kletten-Labkrautes* durch steigende Stickstoffgaben im Aufbau war auch im weiteren Verlauf der Vegetationsentwicklung zu beobachten, insbesondere in den drei höchsten Stufen (Anlage 46).

Das nach ELLENBERG (Tabelle 45) indifferente Verhalten des Windhalmes gegenüber dem Faktor Stickstoff war auch im Aufbau ersichtlich (Anlage 42). Bei Betrachtung des zur Ernte ermittelten Windhalmbesatzes im Weizen in Anlage 47 sind tendenziell die niedrigeren Stickstoffstufen der ungespritzten Parzellen stärker besetzt. Beim Einsatz von Herbiziden fällt dies nur in der höchsten N-Stufe auf. Das Striegeln scheint den Windhalm im Aufbau nur geringfügig und auch langfristig kaum zurückzuführen.

Mit vorliegendem Prüfumfang und -verfahren waren für weitere Unkrautarten inklusive anderer Nitrophiler keine Korrelationen zur Stickstoffversorgungsstufe nachweisbar.

**2.2.2.1.3 Entwicklung, Ernteparameter und Ertrag des Weizens**

Der indifferente Einfluss der Prüffaktoren auf den Aufbau des Winterweizens kann aus Tabelle 46 ersehen werden.

Zur Ernte zeigte sich allerdings eine deutliche und synchrone Reaktion der Ährenzahl des Weizens auf die unterschiedliche Intensität und Wirksamkeit der Unkrautkontrolle und Stickstoffmenge (Anlage 48). Auffallend ist, dass die

höchste Stickstoffstufe bei keiner der drei Unkrautbehandlungsvarianten weder die höchste Ährenzahl noch den größten Ertrag erreichen konnte (Anlage 49). Anlage 50 zeigt sogar einen negativen Einfluss steigender Stickstoffgaben, insbesondere hoher und höchster Menge auf die Tausendkornmasse, unabhängig von der Intensität der Unkrautkontrolle, so dass hier anscheinend zumindest eine Hemmung anzunehmen ist.

Aus Anlage 51 wird ersichtlich, dass optimal mit Stickstoff versorgter Weizen in der Lage ist, den Besatz an Windhalm einzudämmen. Hier hat der Weizen mehr von der guten Stickstoffversorgung profitiert, als das Ungras.

**Tabelle 46: Winterweizenauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffstufe**

Unkrautbehandlung	Stickstoffstufe	Pflanzen/m <sup>2</sup> Weizen
gespritzt	N1	216,7
	N2	194,0
	N3	205,3
	N4	196,7
	N5	176,7
gestriegelt	N1	203,3
	N2	201,3
	N3	196,0
	N4	219,3
	N5	170,7
unbehandelt	N1	210,0
	N2	203,3
	N3	216,7
	N4	216,7
	N5	212,7

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## 2.2.2.2 Entwicklung und Verunkrautung von Raps nach Wintergerste

### 2.2.2.2.1 Unkrautauflauf

Anlage 43 zeigt die Verhältnisse der Verunkrautung nach dem Auflauf. In allen Unkrautbehandlungsvarianten war nur ein sehr geringer Auflauf an Windhalm festzustellen, dafür eine größere Anzahl Sommerannueller. Weiterhin zu beachten ist, dass in allen nicht mit Herbiziden behandelten Bereichen die *Acker-Kratzdistel* aufkam, ohne dass bereits Präferenzen zur Stickstoffversorgung feststellbar waren. Ähnlich wie im Weizen blieb innerhalb der jeweiligen

Unkrautbehandlung der Auflauf dikotyler Unkräuter in den sehr hoch und am höchsten mit Stickstoff versorgten Bereichen deutlich hinter dem in den niederen Stufen zurück. Im langjährig gespritzten Feld war sogar mit steigender N-Gabe eine Abnahme der Auflaufraten feststellbar (Anlage 52).

*Vogelmiere*, *Weißer Gänsefuß*, *Ackerhellerkraut*, *Geruchlose Kamille* und *Feld-Stiefmütterchen* waren im Auflauf die dominanten Unkräuter in allen Bereichen. Die *Kamille* tendierte zu stärkerem Auflauf ohne und bei geringster Stickstoffgabe, im Gegensatz dazu wurde das *Kletten-Labkraut* bei hohen Stickstoffgaben gefördert. Es liefen im langfristig herbizidbehandelten Feld wenig Unkräuter auf. Im ständig unbehandelten Bereich waren hohe Individuendichten festzustellen (bis über 90 Individuen/m<sup>2</sup> - Anlage 53).

### 2.2.2.2.2 Unkrautentwicklung

Die starke Ausgangsverunkrautung führte zu einer starken Entwicklung und hohen Deckungsgraden der Unkräuter, selbst im langjährig mit Herbiziden behandelten Feld. Dort wurden vier Wochen nach der Applikation Deckungsgrade von 13 % bis 23 % erreicht (bei ständigem Striegeln 34 % bis 49 % und "langjährig unbehandelt" 46 % bis 51 %). Auffallend war, dass ab der Stickstoffstufe N 3 tendenziell der Deckungsgrad geringer wurde bzw. zumindest niedriger lag als in den nicht oder nur gering versorgten Bereichen.

Diese Tendenz verstärkte sich deutlich bis zum Zeitraum acht Wochen nach der Herbizidaufbringung (Anlage 54). In allen Unkrautbehandlungsvarianten nahm mit steigender Stickstoffstufe der Deckungsgrad ab. Es war also auch mit steigender N-Versorgung eine höhere Herbizidwirkung und eine stärkere Wirkung des Striegeln festzustellen. Da allerdings auch ohne Unkrautbehandlung in den hohen Versorgungsstufen im Zeitraum der Bonituren vier und acht Wochen nach der Herbizidapplikation ein deutlicher Rückgang des Unkrautdeckungsgrades auftrat, hatte bei solch hohen Abundanzen neben der durch Stickstoff geförderten Konkurrenz der Kulturpflanze möglicherweise intra- und interspezifische Konkurrenz der Unkräuter zu einem frühen Zeitpunkt einen Einfluss auf die Bestandesdynamik.

Diesem Trend folgte das *Kletten-Labkraut* überwiegend nicht. Es erfuhr mit steigenden N-Gaben in allen ungespritzten Bereichen eine deutliche Förderung (Anlage 55).

### 2.2.2.2.3 Entwicklung, Ernteparameter und Ertrag des Rapses

Tabelle 47 zeigt die Auflaufraten des Rapses in Bezug zu den Prüffaktoren. In den dauerhaft nicht mit Herbiziden behandelten Feldern war mit steigendem Stickstoffversorgungs-niveau ein Ansteigen der Auflaufraten festzustellen. In den ständig gespritzten Parzellen war dies gegenläufig. Das hat sich aber anscheinend nicht negativ auf die Ertragsausbildung ausgewirkt.

Aus Anlage 56 wird ersichtlich, dass durch die chemische Unkrautbekämpfung das höchste, erstaunlicherweise aber im gestriegelten das geringste Ertragsniveau aller drei Varianten erreicht wird. Dabei ist weiterhin bemerkenswert, dass mit steigender Stickstoffversorgung die Erträge in "unbehandelt" sich denen bei Herbizidanwendung nicht nur annähern, sondern diese z. T. erreichen. Der Ertragssteigerung durch Erhöhung der Stickstoffversorgung steht ein entgegengesetzter Effekt bei der Tausendkornmasse des Rapses gegenüber. Dieser ist durch Herbizidanwendung allerdings deutlich verringert worden (Anlage 57).

Entsprechend der Ertragsreaktion des Rapses auf die Stickstoffmengen ist anzunehmen, dass er die sehr hohen Gaben nicht nur toleriert hat, sondern daraus sogar einen Konkurrenzvorteil gegenüber den Unkräutern, insbesondere dem *Kletten-Labkraut* erzielen konnte.

Tabelle 47: Auflaufraten des Rapses (Pfl./m<sup>2</sup>) nach Wintergerste

Unkrautbehandlung	Stickstoffstufe	Pflanzen/m <sup>2</sup> Raps
gespritzt	N1	96,0
	N2	86,7
	N3	94,0
	N4	81,3
	N5	62,3
gestriegelt	N1	74,0
	N2	64,7
	N3	62,7
	N4	79,3
	N5	76,7
unbehandelt	N1	72,0
	N2	74,0
	N3	82,0
	N4	87,3
	N5	92,7

Sächsisches Landesinstitut für Landwirtschaft

### 2.2.2.3 Entwicklung und Verunkrautung von Wintergerste nach Winterweizen

#### 2.2.2.3.1 Unkrautauflauf

In Anlage 44 ist der Unkrautauflauf in der Gerste aufgelistet. Auch in der Gerste bildeten der *Windhalm*, die *Vogelmiere*, die *Geruchlose Kamille*, das *Feld-Stiefmütterchen* und das *Kletten-Labkraut* die Hauptunkräuter mit hohen Abundanzen. Positiv reagierte die *Vogelmiere*, der *Windhalm* und das *Kletten-Labkraut* auf das Stickstoffangebot, anders dagegen die *Kamille* und das *Feld-Stiefmütterchen*. Beide erreichten insbesondere in den niedrigsten Stickstoffstufen der langjährig gespritzten Parzellen enorme Auflaufraten.

Wie Anlage 58 zeigt, sind zwar klare Unterschiede zwischen den Unkrautbehandlungen auszumachen, der Einfluss der Stickstoffstufung innerhalb dieser Varianten ist aber eher indifferent, mit der Tendenz eines geringeren Auflaufes bei höherem Stickstoffniveau. Entgegen dieses Trends erfährt das *Kletten-Labkraut* außerhalb der langfristig gespritzten Parzellen gerade durch höchste Stickstoffversorgung eine deutliche Förderung im Auflauf (Anlage 59).

#### 2.2.2.3.2 Unkrautentwicklung

Diese im Vergleich zu den anderen Kulturen starke Ausgangsverunkrautung hatte, wie in Tabelle 48 dargestellt, eine bemerkenswerte Entwicklung genommen. In den herbizidbehandelten Parzellen bestand vier Wochen nach der Herbizidanwendung der Hauptteil der Verunkrautung aus *Kletten-Labkraut*, anders als in den ungespritzten. Auffallend war auch, dass in der höchsten N-Versorgungsstufe das *Kletten-Labkraut* trotz der Herbizidanwendung einen Zuwachs erreichen konnte. Dieser Zuwachs fand auch nahezu in allen Stickstoffvarianten der nichtgespritzten Felder statt, dort dann allerdings in deutlich stärkerem Ausmaß, so dass sich die in Anlage 60 dargestellten Verhältnisse ergaben.

Ohne Herbizideinfluss war das *Kletten-Labkraut* ausgezeichnet in der Lage, die steigenden Stickstoffmengen zu nutzen und entsprechend konkurrenzstarke Populationen auszubilden. Das konnte es aber in der Herbizidvariante nicht, trotz geringster interspezifischer Konkurrenz durch andere Unkräuter. Die optimale Stickstoffversorgung hat offensichtlich einen positiven Einfluss auf die Konkurrenzkraft der Wintergerste gehabt.

**Tabelle 48:** Deckungsgrad von *Galium aparine* L. (GALAP in %) in der Wintergerste nach Winterweizen vier und acht Wochen nach dem Termin der Herbizidanwendung im Vergleich zu den Dikotylen insgesamt (Mittelwert aus drei Versuchsjahren)

Unkraut-behandlung	Stickstoffstufe	Deckungsgrad in % 4 Wochen nach Applikation		Deckungsgrad in % 8 Wochen nach Applikation	
		GALAP	Dikotyle	GALAP	Dikotyle
gespritzt	N1	0,3	0,4	0,2	0,5
	N2	5,0	5,3	5,0	5,3
	N3	7,3	7,4	5,0	5,2
	N4	3,7	3,8	3,7	3,8
	N5	1,3	1,5	1,7	1,7
gestriegelt		GALAP	Dikotyle	GALAP	Dikotyle
	N1	0,7	18,7	0,6	18,1
	N2	2,0	21,8	3,2	30,4
	N3	7,3	25,9	7,7	33,1
	N4	4,8	19,8	12,0	28,4
unbehandelt		GALAP	Dikotyle	GALAP	Dikotyle
	N1	0,1	35,4	0,4	25,3
	N2	7,0	44,3	3,4	35,4
	N3	7,0	41,2	8,7	47,2
	N4	10,7	39,5	13,7	40,3
	N5	7,3	35,3	13,7	32,5

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

### 2.2.2.3.3 Entwicklung, Ernteparameter und Ertrag der Wintergerste

Im Auflauf, aus Tabelle 49 ersichtlich, zeigt die Wintergerste keine Korrelation zur Art der langjährigen Unkrautbehandlung oder Stickstoffversorgung. In der Ausbildung der Ährenzahl reagierte die Gerste in allen Varianten auf steigende Stickstoffversorgung proportional und auf zunehmende Intensität der Unkrautregulierung positiv (Anlage 61). Ähnliches zeigt sich beim Ertrag. Hier erreicht sie erwartungsgemäß bei Herbizidanwendung das höchste Ertragsniveau (Anlage 63). Die höchste Stickstoffversorgungsstufe führte nur beim Striegeln zum höchsten Ertrag. Die Vorteile aus der Ährenausbildung konnten nur hier im Ertrag umgesetzt werden. Auch wenn die Gerste nur bedingt das günstige Stickstoffangebot in Ertrag umsetzen konnte, war sie doch in der Lage, den Windhalmbesatz zur Ernte zu minimieren (Anlage 62). Dies legt den Schluss nahe, dass die Gerste das höhere Stickstoffangebot besser nutzen konnte als der Windhalm und ihn durch stärkere Konkurrenz zu reduzieren vermochte. Auffallend an den Ertragsparametern ist, wie bereits beim Weizen, dass die Tausendkornmasse mit steigender Stickstoffversorgung abnimmt (Anlage 64) und dies scheinbar ohne Einfluss der Unkrautregulierungsmaßnahme bzw. der Konkurrenzverhältnisse.

**Tabelle 49:** Auflaufrate (Pfl./m<sup>2</sup>) der Wintergerste nach Winterweizen

Unkraut-Behandlung	Stickstoff-stufe	Wintergerste Pfl./m <sup>2</sup>
gespritzt	N1	180,0
	N2	231,3
	N3	174,0
	N4	202,7
	N5	195,3
		Wintergerste
gestriegelt	N1	197,3
	N2	206,0
	N3	198,7
	N4	182,0
	N5	206,7
		Wintergerste
unbehandelt	N1	196,7
	N2	196,0
	N3	212,0
	N4	208,7
	N5	196,0

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**2.2.3 Entwicklung einer auf Ackerland angelegten Dauerbrache mit und ohne Ansaat und bei unterschiedlichen mechanischen Pflegemaßnahmen**

Auf der bis zum Saatbett vorbereiteten Ackerfläche wurden zur einen Hälfte die in Tabelle 6 aufgeführten 23 Pflanzenarten angesät, von denen, wie Abbildung 2 zeigt, im Jahr 2001 noch 12 Arten in diesem Bereich vorgefunden werden konnten. Im nicht angesäten Streifen waren im gleichen Jahr 13 Arten festzustellen, dabei waren alle auch im Angesäten noch vor-

handenen Arten vertreten. Es haben sich also auch außerhalb des Ansaatbereiches nur die Arten eingefunden und langfristig etabliert, die sich auch nach Ansaat halten konnten.

Erwartungsgemäß sind hauptsächlich die angesäten annuellen Arten verschwunden. Die Liste der insgesamt seit Anlage des Versuches im Jahr 1999 nachgewiesenen Pflanzenarten zeigt Anlage 67. Sie enthält einen hohen Anteil mehrjähriger Arten der Dauergrünlandgesellschaften, in denen annuelle, therophytische Arten nur gelegentlich und in Bestandeslücken vorkommen können.



Abbildung 2: Vorkommen der 1994 angesäten Pflanzenarten im Zeitraum 1999 bis 2001 im Ansaatbereich - fett....."Rote-Liste Arten"



Das zeitweilige Fehlen der *Färber-Resede*, des *Ferkelkrautes* und anderer mehrjähriger Arten aus der Gesamtartenliste ist wahrscheinlich damit zu begründen, dass diese wegen sehr geringer Abundanz in dem ansonsten sehr dichten und hohen Bestand zeitweilig übersehen wurden. Von den seit 1994 insgesamt nachgewiesenen 100 Pflanzenarten sind 77 eingewandert und noch im Jahr 2001 61 vorhanden gewesen. Auffallend ist, dass auf dem selbstbegrüntem Bereich in diesem Jahr noch 61 und im Ansaatbereich nur 42 Arten vorhanden waren. Dies lässt vermuten, dass bei Sukzession nach Selbstbegrünung eine viel dynamischere Entwicklung stattfindet. Diese wird möglicherweise durch das gezielte Ansäen und Etablieren von Arten gebremst.

Im Jahr 2001 fehlten im selbstbegrüntem Bereich 16 Arten, die in den Ansaatparzellen vorkamen, dort wiederum fehlten 11 Arten aus dem selbstbegrüntem Areal.

Von den seit Anlage der Brache nachgewiesenen zehn Arten der Roten Liste Sachsens [SCHULZ (1991)] und drei der gesamtdeutschen Liste [JEDICKE et al. (1997)] waren zum Abschluss des Versuches nur noch zwei bzw. eine Art vorhanden. Dies zeigt, dass Sukzessionsbrachen von seltenen Pflanzenarten zwar besiedelt werden, diese aber auf Grund der Dynamik und der Konkurrenzverhältnisse der Pflanzengesellschaft auch wieder verschwinden können. Allein der über die Jahre vorhandene Artenreichtum und die damit bewirkte Bereicherung der Agrarlandschaft spricht für Maßnahmen der zeitweisen Flächenstilllegung und Sukzession.

Bemerkenswert ist, dass im Betrachtungszeitraum die ersten Gehölze auftraten, die auf eine beginnende Verbuschung hinweisen. Diese würde sicher bei Einstellung der weiteren Schnittnutzung beschleunigt voranschreiten. Damit zeigt sich, dass offene Landschaftsbereiche nur durch eine, wenigstens extensive, Bewirtschaftung erhaltbar sind.

### 2.3 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Zur Abschätzung langfristiger Auswirkungen definierter Bewirtschaftungsformen auf die Populationsdynamik von Unkräutern, die Ertragsentwicklung und den Naturhaushalt (Bioindikatoren) sind Langzeitversuche unverzichtbar.

Die Versuche haben gezeigt, dass im Getreidebau durch eine am Unkrautartenspektrum und der Stärke des Unkrautauflaufes orientierte

"situationsbezogene Herbizidanwendung", welche dauerhaft unterhalb der zugelassenen, maximalen Herbizidaufwandmenge liegen kann, eine ausreichend sichere und wirksame Unkrautkontrolle und Ertragsentwicklung möglich ist. Ein gewisses Maß an Restverunkrautung ist tolerierbar [vgl. dazu auch HURLE (2000)]. Dies ist jedoch nur bei guter Kenntnis, Dokumentation oder Bonitur der schlagspezifischen Verunkrautung erreichbar und spricht grundsätzlich für eine gezielte Nachauflaufanwendung von Herbiziden und einen, auch aus ökologischen Gründen gewünschten Verzicht auf protektive Voraufaufapplikation.

Langfristig deutlich reduzierte Herbizidaufwandmengen bergen allerdings die Gefahr der Förderung von schwer kontrollierbaren Problemunkräutern in sich, wie im Falle des *Kletten-Labkrautes* aufgezeigt werden konnte [vgl. auch PALLUTT (2002)]. Im Ergebnis dessen müsste dann "situationsbezogen" bis zur maximal zugelassenen Aufwandmenge behandelt werden. Zur Minimierung der Ganzflächenbelastung könnten allerdings Verfahren des "precision farming" beitragen, deren praxiswirksame Anwendbarkeit ist derzeit jedoch noch relativ gering. Eine schlagspezifische Teilflächenapplikation gegen Problemunkräuter könnte möglicherweise Entlastung bringen. Alternativ wäre zu überlegen, ob nicht auch ein teilflächiger Einsatz des Pfluges, z. B. beim Einwandern der Trespe oder auch anderer Problemunkräuter, welche vom Feldrand her insbesondere durch reduzierte oder nichtwendende Bearbeitung eindringen [vgl. BALGHEIM, R. & KIRCHNER (1998) und (2002)] zur Minimierung der Herbizidaufwandmenge beitragen kann.

Die getreideintensive (Markt-)Fruchtfolge führte zu einer gegenüber der Futterbaufolge deutlich höheren Verunkrautung insgesamt und einer deutlichen Zunahme des *Windhalmes* als spezifisches Problemunkraut. Gerade unter diesen Bedingungen wirkte sich die konservierende Bodenbearbeitung ungünstig auf die Verunkrautung, die Bestandesdichte der Kulturpflanzen und damit deren Konkurrenzkraft gegenüber den Unkräutern, und somit letztendlich auch auf die Erträge des Getreides aus. Diese Auswirkungen der Fruchtfolge auf die Gesamtverunkrautung sind viel stärker als jene aus der Bodenbearbeitung. Bei einzelnen Unkrautarten kann dies abweichen.

Nach NIGGLI & DIERAUER (2000) sowie PLAGGE (2000) nimmt aus ökonomischen Gründen auch im Ökolandbau der Anteil an Getreide in der Fruchtfolge zu, andererseits stellt dort die Fruchtfolge den Ausgangspunkt

der Unkrautregulierung dar bzw. steht im Zentrum ökologischer Landwirtschaft [vgl. dazu außerdem MAROLD (2000)]. PLAGGE stellt zu einer zu intensiven Nutzung von Marktfrüchten im Ökolandbau fest, dass gleichzeitig zu wenig mehrjähriges Klee gras angebaut wird und sieht als einen Grund dafür eine "Förderlücke" in einzelnen Bundesländern. Der Getreideanteil im Ökolandbau Sachsens liegt seit mehreren Jahren bei ca. 50 % (HENSEL persönliche Mitteilung nach ARP & HOFMANN FB 03 LfL - Agrarförderung). In Sachsen werden im Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL) außer einer dreifeldrigen Fruchtfolge keine weiteren fruchtfolgespezifischen Forderungen gestellt [siehe SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2000)].

Quantitativ spezifizierte Empfehlungen und Diskussionsansätze zum integrierten Pflanzenschutz im Ackerbau insgesamt und speziell zur Fruchtfolgegestaltung gibt BURTH et al. (2001). Insbesondere in den höheren Förderstufen des UL-Programmes in Sachsen ist zu prüfen, ob für die Bereiche, in denen aus Erosionsschutz- oder anderen Gründen grundsätzlich nur Ackerbau pfluglos betrieben werden sollte, stärker auf eine fruchtfolgeverändernde Förderung orientiert werden kann, die einen Wechsel von Halm- und Blattfrucht ermöglicht. Auf den Äckern, auf denen wegen ihrer Lage und Exposition nicht grundsätzlich ein Pflugverzicht notwendig ist, ist abzuwägen, ob der Pflug zum Einsatz kommt, wenn ansonsten auf Grund der Verunkrautungssituation bzw. verschärften Vorfruchtdurchwuchses die Anwendung nichtselektiver Herbizide zur Bekämpfung notwendig wäre. Alternativ dazu könnte aber auch zur Regulierung von Durchwuchs und Problemunkräutern/-gräsern eine Veränderung der Fruchtfolge nach den Empfehlungen des BMVEL (2001) angestrebt und ggf. gefördert werden - z. B. Nachbau von Triticale oder besser noch Sommergetreide nach Winterweizen bzw. einem Wechsel zwischen Winterung und Sommerung zur besseren Stoppelbearbeitung für die Beseitigung von Ausfallweizen.

Bei einigen Vorfrucht-/Nachfruchtkonstellationen kann es nach pflugloser Bestellung zu starkem Durchwuchs der Vorfrucht mit spürbaren Auswirkungen insbesondere auf die Etablierung und Bestandesentwicklung der Folgekultur kommen. Dies war in unseren Versuchen u. a. bei Sommerweizen nach Klee oder Winterweizen nach Brache festzustellen. Außerdem hat der Pflugverzicht in der Marktfruchtfolge zu einer deutlich höheren Verunkrautung als beim Pflugeinsatz geführt, andererseits musste eine

deutliche Förderung des *Kletten-Labkrautes* bei Pflugverzicht festgestellt werden. Unter Futterbaubedingungen waren die Unterschiede in der Bodenbearbeitung unauffällig, mit leichter Tendenz zu geringerer Verunkrautung bei Pflugverzicht.

Nach BURTH et al. (2001) darf im integrierten Ackerbau der Anteil einer Fruchtart in der Fruchtfolge nicht zu einer Anreicherung von Schadorganismen führen, die spezielle Bekämpfungsverfahren erfordern. Zur guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz gehört nach BMELF (1998) eine standortgerechte und situationsbezogene Bodenbearbeitung, wodurch ein Befall durch Schadorganismen nicht gefördert werden soll. Dies gilt auch für Unkräuter und -gräser und kann auch auf andere landwirtschaftliche Verfahren und Technologien angewendet werden. Spätestens dann, wenn durch einen dauerhaften Pflugverzicht als Folge die Anwendung nichtselektiver Breitbandherbizide zur Sicherung der Wirtschaftsweise notwendig wird, ergeben sich Konflikte zu anderen Zielen der umweltgerechten Landwirtschaft, z. B. eine Minimierung des Eintrages und der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zu erreichen. Dann sollte es auch möglich sein, z. B. durch Veränderung der Fruchtfolge diesen Konflikten entgegenwirken zu können.

Unter den Bedingungen des Langzeitversuches zum Einfluss von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und gestaffelten Herbizidaufwandmengen auf die Unkrautgemeinschaft ist es trotz langjährigem Verzicht auf Herbizide bis zum Abschluss nicht zu einem Einwandern von mehrjährigen Unkräutern, wie der *Acker-Kratzdistel* oder der *Gemeinen Quecke* gekommen. In dem Versuchsfeld zu unterschiedlichen Verfahren der Unkrautbekämpfung und Stickstoffintensität, welches in einem anderen Bereich der Versuchsstation angesiedelt war, musste seit einigen Jahren das Vorhandensein der *Acker-Kratzdistel* in geringen Abundanzen im dauerhaft gestriegelten und unbehandelten Bereich registriert werden.

Die alleinige, dauerhafte Anwendung mechanischer Unkrautbekämpfungsmaßnahmen verursacht bedingt durch die deutlich geringere Bekämpfungswirkung Ertragseinbußen. Veränderungen im N-Düngungsniveau fördern entweder nitrophile Unkräuter oder jene Arten, die weniger auf die Stickstoffdüngung angewiesen sind. Optimierte Stickstoffversorgung nach allgemein anerkanntem Stand des Wissens und der Technik und der guten fachlichen Praxis stellt ein wichtiges Instrument zur Etablierung und Führung konkurrenzstarker Bestände und somit

ein indirektes, vorbeugendes Instrument der Unkrautkontrolle dar [vgl. dazu u. a. BURTH et al. (2001); PALLUTT (2002)].

Sowohl die Selbstbegrünung als auch die gezielte Ansaat einer Ackerbrache hat kurzfristig zu einer artenreichen und langfristig dynamischen Pflanzengemeinschaft mit dem Charakter einer "bunten Wiese", welche hauptsächlich aus perennierenden Arten gebildet wurde, geführt. Von den 23 zur Ansaat verwendeten Pflanzenarten waren im Jahr 2001 noch 13 Arten vorhanden. Im Laufe der Versuchszeit sind 77 Wildpflanzen nachgewiesen worden, die entweder nur kurzzeitig auftraten oder sich dauerhaft etablieren konnten. 61 Wildpflanzenarten waren auf dem selbstbegrünenden Bereich und 42 im Ansaatbereich noch im Jahre 2001 feststellbar.

Es sind allerdings nur wenige seltene bzw. sogenannte "Rote-Liste-Arten" festgestellt worden [insgesamt zehn Arten der sächsischen Liste nach SCHULZ (1991) und drei der gesamtdeutschen Liste nach JEDICKE et al (1997)], von denen 2001 nur noch drei "sächsische Arten" vorhanden waren. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass das Diasporenreservoir der seltenen Arten im Boden möglicherweise bereits weit erschöpft ist und auch keine Trittssteinbiotope im Umfeld der Brache vorhanden waren, von denen aus eventuell eine Besiedlung hätte stattfinden können. Unabhängig davon können Ackerbrachen einen wertvollen Beitrag zur Gliederung der Landschaft, zu einem vielseitigen Landschaftsbild und zu ökologischer Vielfalt liefern und selbst Ausgangspunkt der Besiedlung anderer Biotope werden.

### 3 Einfluss einer langjährig umweltschonenden Landbewirtschaftung auf Krankheiten

#### 3.1 Material und Methoden

Wie im Abschnitt 1.2 beschrieben, erfolgte die Anlage und Durchführung der Parzellenversuche bereits ab 1985 mit der Zielstellung, ausgewählte anbau- und kulturtechnische Maßnahmen auf die Verunkrautung zu quantifizieren. Da bei Anlage des Versuches Aspekte der mechanischen und chemischen Unkrautbekämpfung im Vordergrund standen, musste sich die ab 1999 begonnene Versuchsdurchführung zum Auftreten von Krankheiten den vorhandenen Verhältnissen anpassen. Die Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsverfahren auf Krankheiten konzentrierten sich vor allem auf Pilzkrankheiten in Getreide, deren Entwicklungszyklus dadurch gekennzeichnet ist, dass der Erreger auf Stoppelresten bzw. Pflanzenrückständen an der

Bodenoberfläche überdauert und daraus eine Infektionsgefahr für die Folgefrucht resultieren kann.

#### 3.1.1 Prüfglieder und Faktoren

Von den im Abschnitt 1 und 2.1 ausführlich beschriebenen Prüfgliedern wurden die zwei differierenden Bodenbearbeitungsregimes (wendend und nichtwendend) und unterschiedlichen Fruchtfolgen (Futterbau- und Marktfruchtfolge) zur Untersuchung der Krankheiten verglichen.

Aufgrund der für die Versuchsfrage ausgewählten Fruchtarten (Winterweizen, Wintertriticale, Winterroggen) war der Faktor Fruchtfolge nur teilweise integrierbar (siehe 1.2). Im ersten Untersuchungsjahr 1999 musste der Weizen aufgrund des schlechten Aufgangs umgebrochen werden, so dass er in dem Jahr nicht bonitiert wurde. Aus diesem Grund sowie fruchtfolgebedingt konnten in dem zur Verfügung stehenden Zeitraum folgende Fruchtarten hinsichtlich Krankheitsbefall untersucht werden:

Fruchtart	Erhebungsjahr
Winterweizen	2000, 2001
Wintertriticale	1999, 2001
Winterroggen	1999, 2001.

Erfassung der Prüfmerkmale/Befallserhebungen - Fußkrankheiten

- Fusariosen (*Fusarium* spp.)
- scharfer Augenfleck (*Rhizoctonia cerealis* v.d. Hoev.)
- Halmbruch (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) D.)
- Schwarzbeinigkeit (*Ophiobolus graminis* acc.).

Dazu wurden im BBCH 31 – 32 und BBCH 75 aus den Parzellen 25 Halme entnommen (von fünf Positionen je fünf Haupthalme).

Im BBCH 31 – 32 erfolgte im Diagnoselabor der Färbetest nach Wolf und die Ermittlung der Befallshäufigkeit (% befallene Halme).

Im BBCH 75 erfolgte die Bonitur der Halmbasis bzw. Wurzel nach folgenden Befallskriterien:

Prozent stark befallener Halme (= % befallene Halme Befallsklasse III + IV).

Für die Befallsbeurteilung von Halmbruch, *Rhizoctonia* und *Fusarium* wurden die Halme in vier folgende Befallsklassen eingeteilt:

- I Kein Befall,
- II Halmumfang < 50 % verbräunt,
- III Halmumfang  $\geq$  50 % verbräunt, Halm noch fest,
- IV Halmumfang > 50 % verbräunt, Halm vermorscht.

Die Mittelwertvergleiche erfolgten jeweils von den stark befallenen Halmen (= % bef. Pflanzen-Befallsklasse III + IV).

- Befallswert nach Bockmann - BW-Bockmann = (% Halme Befallsklasse II: 4) + (% Halme Befallsklasse III: 2) + (% Halme Befallsklasse IV).
- Befallsindex

Bei der Schwarzbeinigkeitswurzelwurde der Befallsindex ermittelt. Dazu erfolgte eine Einteilung der Wurzelwerke in die nachfolgend aufgeführten Befallsklassen:

Anzahl Pflanzen	Gewichtungsfaktor	% Wurzel-schwärzung
X1	„0“	kein Befall
X2	„10“	1 - 10 % Befall
X3	„30“	11 - 30 % Befall
X4	„60“	31 - 60 % Befall
X5	„100“	61 - 100 % Befall

$$\text{Index} = \frac{X1 \times 0 + X2 \times 10 + X3 \times 30 + X4 \times 60 + X5 \times 100}{X1 + X2 + X3 + X4 + X5}$$

### Blattkrankheiten

- Helminthosporium-Blattdürre (HTR) Weizen, Triticale
- Blatt- und Spelzenbräune (*Septoria nodorum*) Weizen, Triticale
- Septoria-Blattdürre (*Septoria tritici*) Weizen, Triticale
- Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit Triticale, Roggen
- Rostkrankheiten Triticale, Roggen, Weizen

Pro Parzelle wurden 25 Halme (an 5 Positionen jeweils 5 Halme) bonitiert. Boniturbeginn ab Zweiknotenstadien bzw. Befallsbeginn. Die Boniturstärke erfolgte entsprechend Befallsverlauf und der Befallsstärke 14-tägig bzw. in größeren Abständen.

### Befallskriterien

- Befallsstärke - Ermittlung des Blattdeckungsgrades (BDG) in Prozent auf der dritten (oder einer befallsbezogenen relevanten) Blatttage von oben (gezählt wird ab der ersten voll entfalteten Etage).
- Befallshäufigkeit - Bestimmung der Befallshäufigkeit (% BH) für die jeweils befallsbezogene Blatttage. Zur Befallsbestätigung von Septoria (Pyknidien) und HTR wurden die befallsverdächtigen Blätter ins Labor gegeben.

### Ährenkrankheiten-/Mykotoxinbelastung

Bonitur von 25 Ähren/Parzelle.

- Befallshäufigkeit = Anteil befallener Ähren in Prozent pro Parzelle.

Bestimmung des Fusarium-Keimgehaltes der Ernteproben mittels Plattengussverfahren modifiziert nach BECK et al. (1993).

Mykotoxin-Test mittels DON-ELISA-Verfahren (RIDASCREEN) zum quantitativen Nachweis von Deoxynivalenol.

### 3.2 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.2.1 Fußkrankheiten

##### 3.2.1.1 Blattscheiden-Färbetest

Zur Bonitur der Fußkrankheiten erfolgte zunächst im Zweiknotenstadium des Getreides die Entnahme von 50 Halmen je Variante für die Durchführung des Blattscheiden-Färbetestes nach Wolf. Bei den Tests konnte sowohl bei Roggen als auch bei der Triticale Befall durch Halmbruch (*Pseudocercospora herpotrichoides*) an den Blattscheiden nachgewiesen werden. Befall durch Fusarium-Arten und Rhizoctonia konnte an den Blattscheiden nicht festgestellt werden. Ein Trend einer Beeinflussung des Befalls durch die Bodenbearbeitungsvariante ließ sich anhand der Befallswerte bei Roggen nicht ableiten (Tabelle 50).

Die Triticale weist insgesamt einen höheren Cercospora-Befall der Blattscheiden bei der pfluglosen Variante auf. Dieser Befallsunterschied ist jedoch im Wesentlichen auf den Fruchtfolgeeinfluss der Variante mit der Vorfrucht Weizen zurückzuführen (Tabelle 50). Anhand der Unterschiede zwischen den Fruchtfolgevarianten wird deutlich, dass ein alleiniger Einfluss der Bodenbearbeitungsvariante auf den Befall nicht nachweisbar ist. Es zeigte sich, dass vor allem der Einfluss der Fruchtfolge bei den Befallsunterschieden dominierend ist, während die Bodenbearbeitung nur eine untergeordnete Bedeutung hat. Im Weizen konnten bei den durchgeführten Blattscheiden-Tests Cercospora und Fusarium-Arten nachgewiesen werden.

Im Mittel der zwei Versuchsjahre und aller Versuchsglieder war eine Beeinflussung des Befalls durch die Bodenbearbeitungsvariante sowohl bei Cercospora als auch bei den Fusarium-Arten anhand der Blattscheiden-Tests nicht erkennbar. Die einzelnen Fruchtfolgeglieder zeigten allerdings Befallsunterschiede (Tabelle 51).

**Tabelle 50: Ergebnisse Roggen- und Triticale - Blattscheidentest**

Variante		Cercospora % befallene Blattscheiden	Variante		Cercospora % befallene Blatt- scheiden
Roggen			Triticale		
1999	gepflügt	0	Triticale nach Mais	gepflügt	4
	pfluglos	2		pfluglos	2
2001	gepflügt	6	Triticale nach Weizen	gepflügt	4
	pfluglos	2		pfluglos	14
MW gesamt	gepflügt	3	MW gesamt	gepflügt	4
	pfluglos	2		pfluglos	8

MW = Mittelwert

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 51: Ergebnisse Weizen - Blattscheidentest**

Variante		Cercospora	Fusarium-Arten
		% befallene Blattscheiden	
Weizen nach Mais	gepflügt	4	3
	pfluglos	9	6
Weizen nach Kartoffeln	gepflügt	14	3
	pfluglos	6	2
Weizen nach Brache	gepflügt	6	6
	pfluglos	5	0
MW gesamt	gepflügt	8	4
	pfluglos	7	3

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**3.2.1.2 Halmbasis- bzw. Wurzelbefall (BBCH 75)**

Insgesamt sind die Befallsunterschiede bei den Fußkrankheiten in Roggen zwischen den beiden Bodenbearbeitungsvarianten gering. Bei Betrachtung der Fusariumbefallswerte zeigen die Befallsdifferenzen zwischen den Versuchsfeldern einen leichten Trend. Trotz geringen Befalls ist in beiden Jahren anhand der Be-

fallswerte nach Bockmann ein jeweils geringfügig höherer Befall bei der nichtwendenden Bodenbearbeitung erkennbar. Bestätigen lassen sich die Boniturwerte der Halmbasiserkrankungen etwas deutlicher durch den Plattentest auf Agar (Abbildung 3).

Die Auswertung der Fußkrankheiten bei Triticale ergab in den zwei Fruchtfolgevarianten insgesamt die in Tabelle 53 dargestellten Befallswerte.

**Tabelle 52: Ergebnisse Roggen - Fußkrankheiten**

Variante		Cercospora		Fusarium-Arten		Rhizoctonia		Schwarz- beinigkeit
		% stark bef. Halme	Befalls- wert	% stark bef. Halme	Befalls- wert	% stark bef. Hal- me	Befalls- wert	
			Bock- mann		Bock- mann		Bock- mann	
1999	gepflügt	7,6	19,5	0	1,0	0	0,5	5,2
	pfluglos	8,2	22,5	0	1,8	0	0,8	6,6
2001	gepflügt	0	9,5	0	0,5	0	0	2,3
	pfluglos	1,0	11,3	0	1,3	0	0	3,0
MW ge- samt	gepflügt	3,8	14,5	0	0,8	0	0,3	3,8
	pfluglos	4,6	16,8	0	1,5	0	0,4	4,8

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Tabelle 53: Ergebnisse der Ermittlung von Triticale - Fußkrankheiten

Variante		Cercospora		Fusarium-Arten		Rhizoctonia		Schwarzbeinigkeitsindex
		% stark bef. Halme	Befalls-wert	% stark bef. Halme	Befalls-wert	% stark bef. Halme	Befalls-wert	
			Bockmann		Bockmann		Bockmann	
Triticale nach Mais	gepflügt	20,0	24,0	0	4,5	0	1,0	5,1
	pfluglos	18,0	22,0	0	1,8	0	1,0	3,9
Triticale nach Weizen	gepflügt	46,5	39,5	5,0	5,0	0	1,1	5,4
	pfluglos	31,6	31,3	2,0	5,3	0	1,0	4,8
MW gesamt	gepflügt	33,3	31,8	2,5	4,8	0	1,1	5,2
	pfluglos	24,8	26,6	1,0	3,5	0	1,0	4,3

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

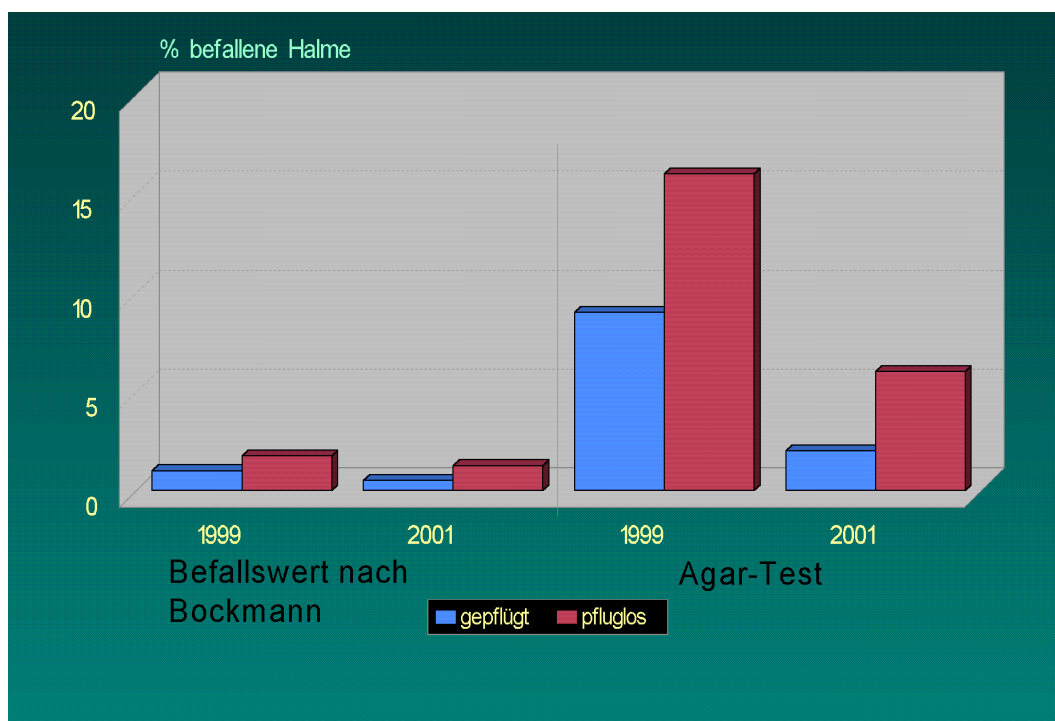


Abbildung 3: Fusarium-Halmbasisbefall an Roggen 1999 und 2001

Bei den Bonituren in Triticale wurde nach Vorfrucht Weizen bei Halbruch ein etwas höherer Befall in der gepflügten Bodenbearbeitungsvariante ermittelt. Stärker ausgeprägt waren allerdings die Befallsunterschiede zwischen den beiden Fruchtfolgegliedern bei Cercospora und Fusarium (Tabelle 53), was mit den Ergebnissen der Blattscheidentests übereinstimmt. Der vergleichsweise niedrige Rhizoctonia-

Fusarium- und Schwarzbeinigkeitsbefall zeigte zwischen den Varianten keine Befallsunterschiede.

Die Auswertungen des Halmbasis- bzw. Wurzelbefalls in Winterweizen ergaben bei den drei Fruchtfolgegliedern in den zwei Untersuchungsjahren folgende Befallswerte (Tabelle 54).

Tabelle 54: Ergebnisse der Erfassung von Winterweizen - Fußkrankheiten

Variante		Cercospora		Fusarium-Arten		Rhizoctonia		Schwarzbeinigkeit
		% stark bef. Halme	Befalls-wert	% stark bef. Halme	Befalls-wert	% stark bef. Halme	Befalls-wert	Befalls-index
			Bockmann		Bockmann		Bockmann	
Winterweizen nach Mais	gepflügt	1,5	8,1	0,5	1,6	0	0,1	2,1
	pfluglos	1,5	7,9	1,8	2,9	0	0	1,8
Winterweizen nach Kartoffeln	gepflügt	0	4,4	0	2,1	0	0	1,3
	pfluglos	0	2,5	0	2,8	0	0	0,7
Winterweizen nach Brache	gepflügt	12,5	15,6	1,0	2,4	0	0,4	2,7
	pfluglos	13,0	15,4	0	2,1	0	0,1	3,4
MW gesamt	gepflügt	4,7	9,4	0,5	2,1	0	0,2	2,1
	pfluglos	4,8	8,6	0,6	2,6	0	0,1	2,0

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Befallsunterschiede der beiden Bodenbearbeitungs-Prüfglieder waren bei dem ermittelten Rhizoctoniabefall und der Schwarzbeinigkeit insgesamt sehr gering. Ein Einfluss der unterschiedlichen Bodenbearbeitung auf diese beiden Fußkrankheiten konnte in den beiden Untersuchungs-jahren nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse zum Halmbruchbefall ergaben auch keine wesentlichen Befallsunterschiede zwischen den beiden Bodenbearbeitungsvarianten, so dass hier ebenfalls eine Beeinflussung

der unterschiedlichen Bodenbearbeitung auf die Befallsstärke nicht nachweisbar war. Dies bestätigt auch die Untersuchungen von KREYE et al. (1999). Deutliche Befallsunterschiede im Halmbruchbefall ergaben sich zwischen dem Fruchtfolgeglied der Marktfruchtfolge (Weizen nach Brache, hoher Getreideanteil) mit wesentlich höheren Befallswerten (Abbildung 4) im Vergleich zu den beiden Versuchs-gliedern aus der Futterbaufolge (Weizen nach Kartoffeln, Weizen nach Mais).

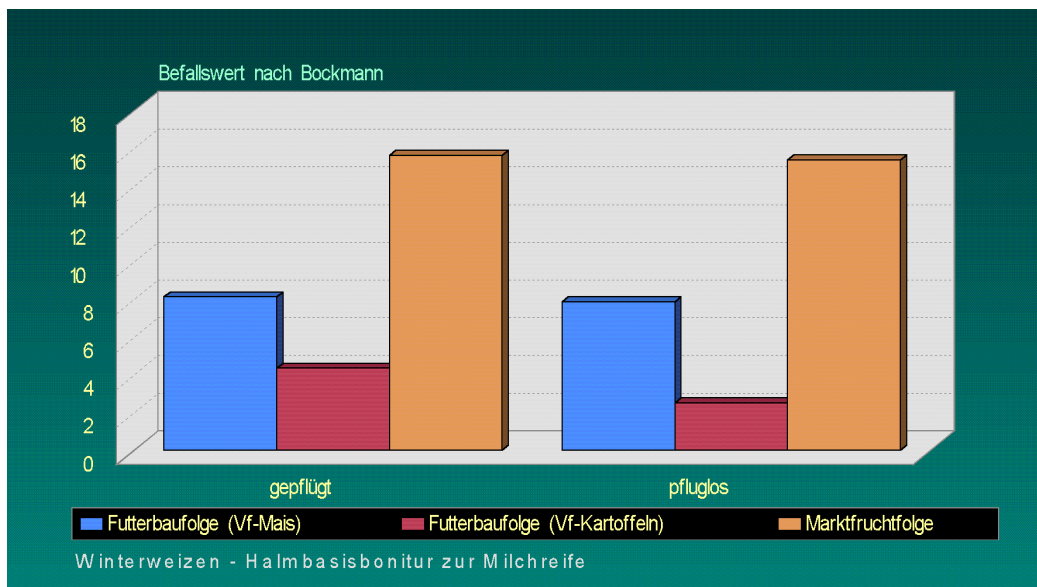


Abbildung 4: Halmbruchbefall in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung  
Vf = Vorfrucht

Die Untersuchungen zum Fusariumbefall der Halmbasis ergaben anhand des Befallswertes nach Bockmann insgesamt einen geringfügig höheren Befall der pfluglosen Variante gegenüber der wendenden Bodenbearbeitung. Aus diesen Ergebnissen lässt sich pauschal auch keine Beeinflussung des Befalls durch die Art der Bodenbearbeitung ableiten. Deutlicher sind diese Befallsunterschiede bei der Betrachtung des Versuchsgliedes mit der Vorfrucht Mais (Abbildung 5) allerdings auf einem sehr geringen Befallsniveau.

### 3.2.2 Blattkrankheiten

In den Jahren 1999 und 2001 erfolgten in Winterroggen vegetations- und befallsbedingt zu fünf bzw. drei Terminen die Bonituren zur Erfassung des Mehltau-, Braunrost- und Rhynchosporiumbefalls. Die Aufnahmen wurden auf gepflügten und ungepflügten Teilstücken an jeweils vier Beobachtungspunkten (25 Pflanzen je Beobachtungspunkt, 100 Pflanzen je Variante und Termin) durchgeführt.

1999 war der Winterroggen am Versuchsstandort bereits in einem sehr frühen Stadium und relativ starken Ausmaß durch die Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit (*Rhynchosporium secalis*) befallen, welche im Verlauf der Vegetationszeit auch die dominierende Blattkrankheit

blieb. Mehltau trat 1999 in den Roggenbeständen nur in verhältnismäßig geringem Umfang auf. Ab Blühende wies der Roggen neben Rhynchosporium auch Braunrostbefall in zunehmender Befallsstärke auf. Die Befallswerte (% befallene Pflanzen) waren 1999 zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten nahezu gleich stark (Abbildung 6).

Im Untersuchungsjahr 2001 war auch, bedingt durch die relativ kühlen Witterungsbedingungen im Frühjahr, der Krankheitsdruck zunächst wesentlich geringer als 1999. Die Bonituren im Zweiknoten-Stadium ergaben neben Mehltau und Braunrost auch Rhynchosporiumbefall in geringerem Umfang als 1999. Mit dem Temperaturanstieg ab Ende April nahm der Befallsdruck, vor allem durch Braunrost deutlich zu (Abbildung 7), so dass diese Krankheit 2001 im Roggen am Versuchsstandort die dominierende Blattkrankheit war.

Im Mittel aller Bonituren und der zwei Jahre waren die Befallsunterschiede bei den Blattkrankheiten zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten gering (Tabelle 5).

Ein eindeutiger Schluss hinsichtlich der Beeinflussung der Krankheiten durch die Art der Bodenbearbeitung lässt sich aus diesen Ergebnissen nicht ableiten.

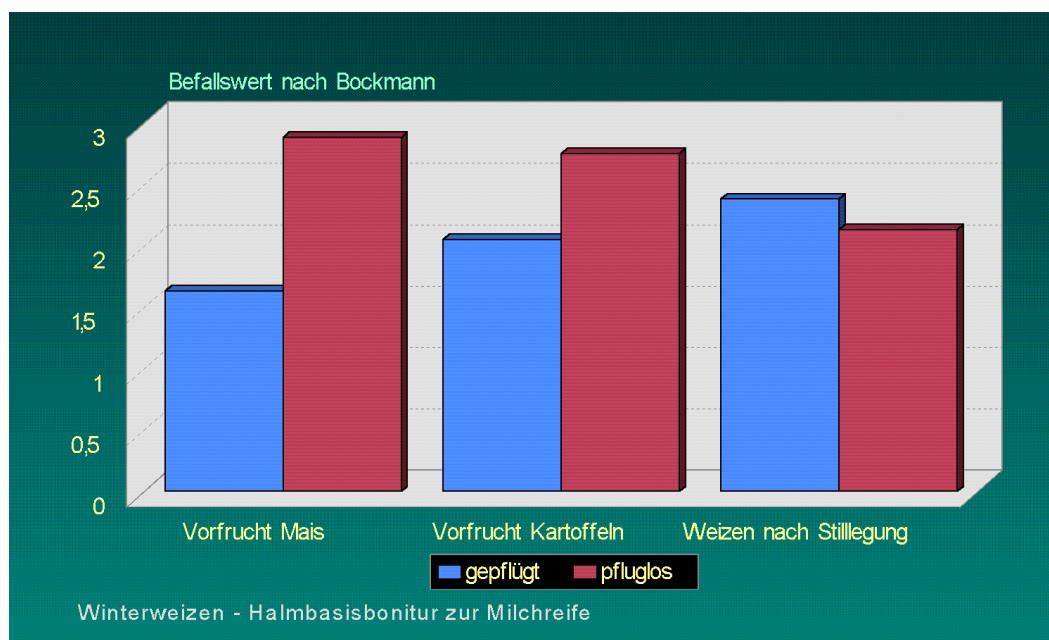
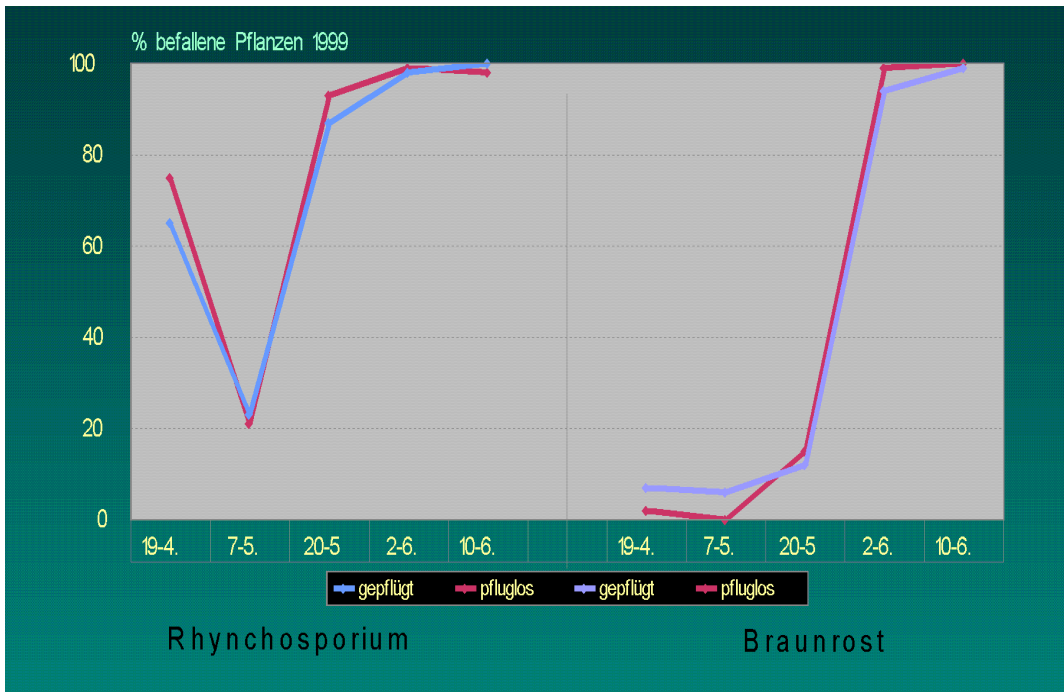
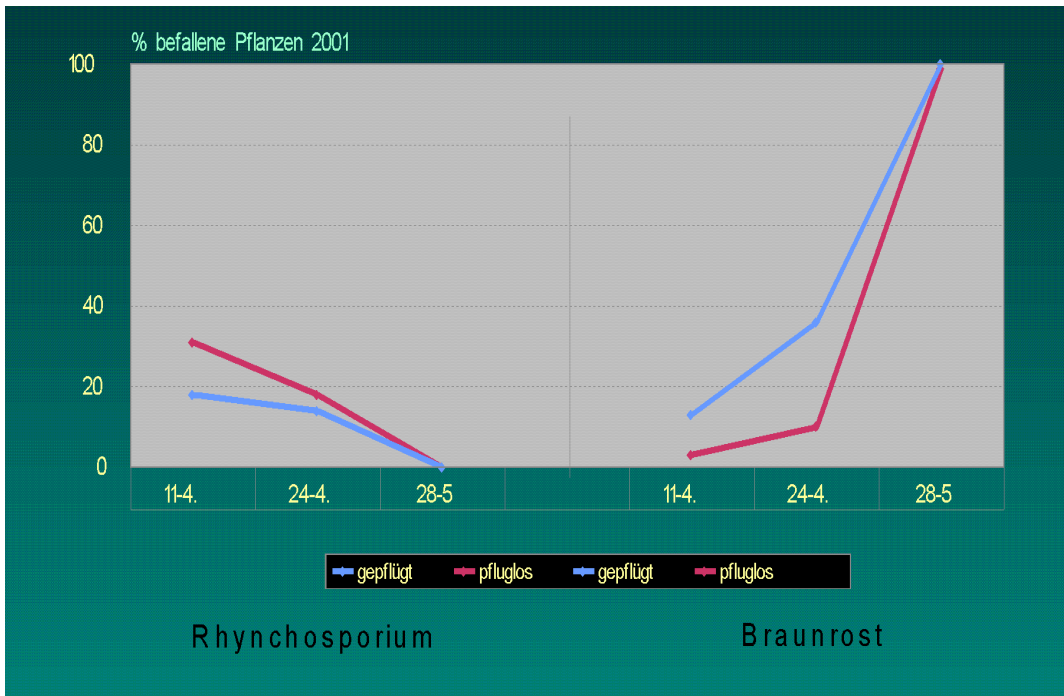


Abbildung 5: Fusariumbefall an Weizen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung





**Abbildung 6:** Befallsverlauf von Rhynchosporium und Braunrost an Winterroggen 1999 nach wendender und nichtwendender Bodenbearbeitung



**Abbildung 7:** Befallsverlauf von Rhynchosporium und Braunrost an Winterroggen 2001 nach wendender und nichtwendender Bodenbearbeitung

In Triticale erfolgten vegetations- und befallsbedingt 1999 und 2001 zu fünf bzw. vier Terminen die Bonituren zur Erfassung des Rhynchosporium-, Septoria- und HTR-Befalls. 1999 war die Triticale (Sorte Focus) am Versuchsstandort wie der Winterroggen sehr stark durch die Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit befallen, während im Untersuchungsjahr 2001 *Septoria tritici* die dominierende Blattkrankheit war. Befall durch die HTR-Blattfleckenkrankheit (*Helminthosporium tritici-repentis*) konnte in Triticale 1999 nur in sehr geringem Umfang nachgewiesen werden.

Die Ermittlungen des Anteils befallener Pflanzen sowie des Blatt-Bedeckungsgrades ergaben in beiden Untersuchungsjahren keine deutlichen Befallsunterschiede zwischen den beiden Bodenbearbeitungsvarianten im Auftreten der erhobenen Blattkrankheiten (Tabelle 56).

In Winterweizen erfolgten im Jahr 2000 zu fünf und 2001 zu sechs Terminen die Aufnahmen zur Erfassung der Blattkrankheiten. Die Erhebungen konzentrierten sich auf die Ermittlung des Befalls durch Braunrost (*Puccinia recondita*), Echter Mehltau (*Erysiphe graminis*), Septoria-Arten (*Septoria nodorum*, *S. tritici*) und Helminthosporium-Blattdürre (*Helminthosporium tritici-repentis*) des Weizens jeweils auf gepflügten und ungepflügten Teilstücken sowie in zwei verschiedenen Fruchtfolgevarianten.

Der ermittelte Braunrostbefall in Weizen war in den zwei Erhebungsjahren insgesamt sehr gering und ließ keine Unterschiede zwischen den Varianten erkennen. Auch anhand der Ergebnisse zum Mehltaubefall mit insgesamt geringen Befallsunterschieden ist eine Beeinflussung des Befalls durch die Art der Bodenbearbeitung nicht ableitbar (Tabelle 57).

**Tabelle 55: Ergebnisse Winterroggen - Blattkrankheiten**

Variante		Mehltau		Rhynchosporium		Braunrost	
		% BDG 3. Blatt	BH	% BDG 3. Blatt	BH	% BDG 3. Blatt	BH
1999	gepflügt	0,6	31,6	10,8	74,6	4,7	43,6
	pfluglos	0,4	27,8	12,2	77,2	2,9	43,2
2001	gepflügt	0,3	15,0	0,2	10,7	0,7	49,7
	pfluglos	0,5	13,0	0,3	16,3	0,5	37,3
MW gesamt	gepflügt	0,5	23,3	5,5	42,6	2,7	46,6
	pfluglos	0,5	20,4	6,3	46,8	1,7	40,3

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Tabelle 56: Ergebnisse Triticale - Blattkrankheiten**

Variante		Rhynchosporium		Septoria-Arten		HTR	
		% BDG 3. Blatt	BH	% BDG 3. Blatt	BH	% BDG 3. Blatt	BH
Triticale nach Mais							
1999	gepflügt	1,7	15,8	0,2	1,2	0,1	0,2
	pfluglos	2,0	16,5	0,2	1,3	0,1	0,3
Triticale nach Weizen							
1999	gepflügt	1,6	16,0	0,2	1,4	0	0
	pfluglos	1,8	16,7	0,3	2,5	0	0,1
2001	gepflügt	0	0	1,0	8,7	0	0
	pfluglos	0	0	0,6	8,3	0	0
MW gesamt	gepflügt	1,2	11,9	0,4	3,1	0,1	0,1
	pfluglos	1,4	12,4	0,4	3,4	0,1	0,1

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Tabelle 57: Ergebnisse Winterweizen - Blattkrankheiten

Variante	Mehltau		Septoria-Arten		HTR		Braunrost	
	% BDG 3. Blatt	BH	% BDG 3. Blatt	BH	% BDG 3. Blatt	BH	% BDG 3. Blatt	BH
Weizen nach Mais								
gepflügt	0,3	2,5	1,8	42,1	0,1	0,7	0	1,8
pfluglos	0,2	2,4	2,6	40,1	0,1	1,4	0	1,7
Weizen nach Kartoffeln								
gepflügt	0,3	0,6	1,8	25,9	0,1	0,5	0	0
pfluglos	0,3	1,2	2,2	30,7	0,1	1,3	0	0
Weizen nach Brache								
gepflügt	0,6	0,5	1,8	32,0	0,1	1,0	0,4	0,7
pfluglos	0	0,3	1,1	23,7	0,2	2,2	0	0,3
Mittelwert gesamt								
gepflügt	0,4	1,2	1,8	33,3	0,1	0,7	0,1	0,8
pfluglos	0,2	1,3	2,0	31,5	0,1	1,6	0	0,7

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Von den am Versuchsstandort auftretenden Blattkrankheiten spielten in beiden Jahren Septoria-Arten die größte Rolle, wobei vor allem *Septoria tritici* dominierte. Besonders im Jahr 2000 herrschte bereits im zeitigen Frühjahr witterungsbedingt ein sehr hoher Krankheitsdruck vor, der bis Ende Mai in den Versuchspartellen anhielt (Abbildung 8). 2001 war der Anfangsbefall geringer als in Vorjahren und stieg ab Anfang Juni deutlich an (Abbildung 9).

Ein Einfluss des Bodenbearbeitungsverfahrens auf das Auftreten von Septoria (*S. tritici*, *S. nodorum*) an Weizenpflanzen konnte in den zwei Erhebungsjahren nicht nachgewiesen werden. Die Helminthosporium-Blattdürre hatte im Jahr 2000 insgesamt kaum Bedeutung. Am Versuchsstandort konnte diese Blatfleckenkrankheit zu den Bonituren Anfang und Ende Mai in der Marktfruchtfolge (Weizen nach Brache) an Einzelpflanzen festgestellt werden.

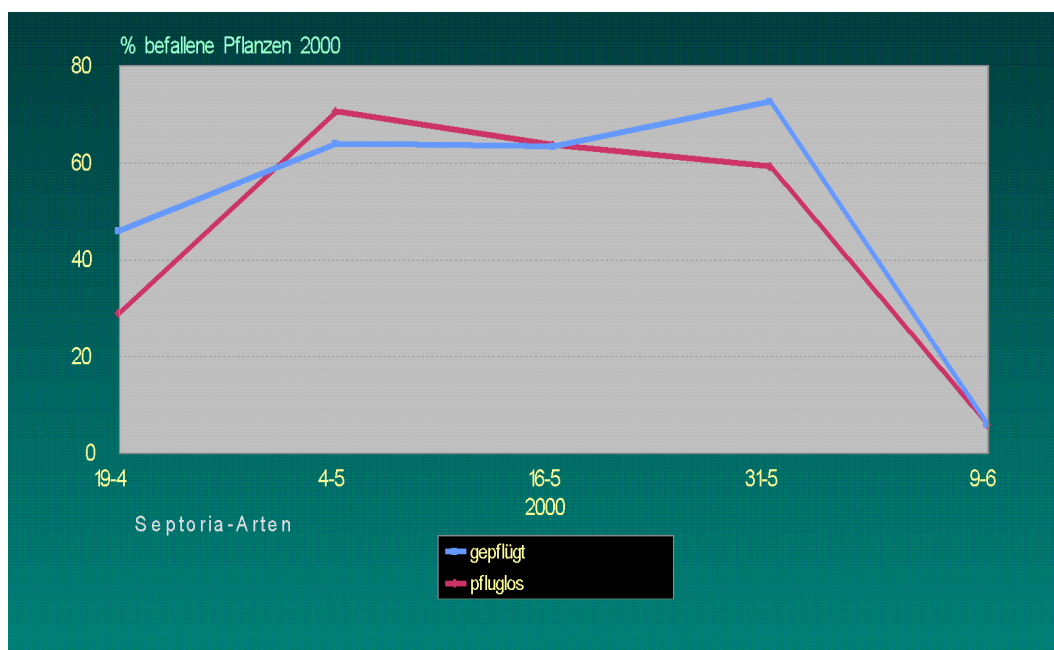
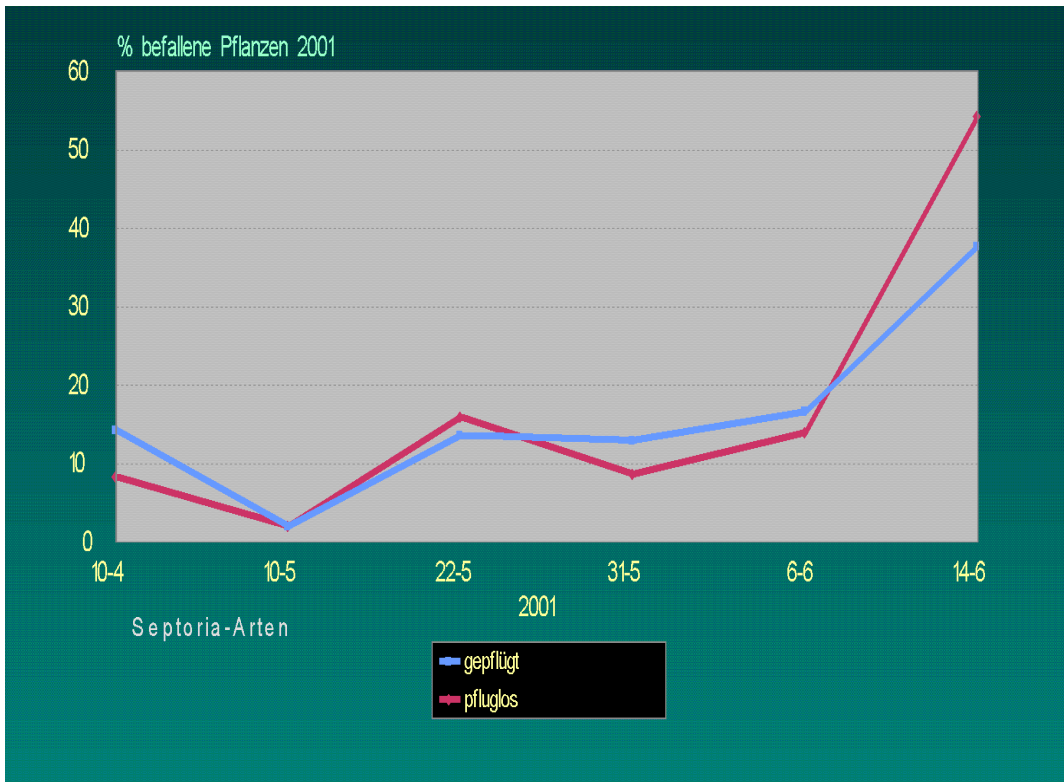
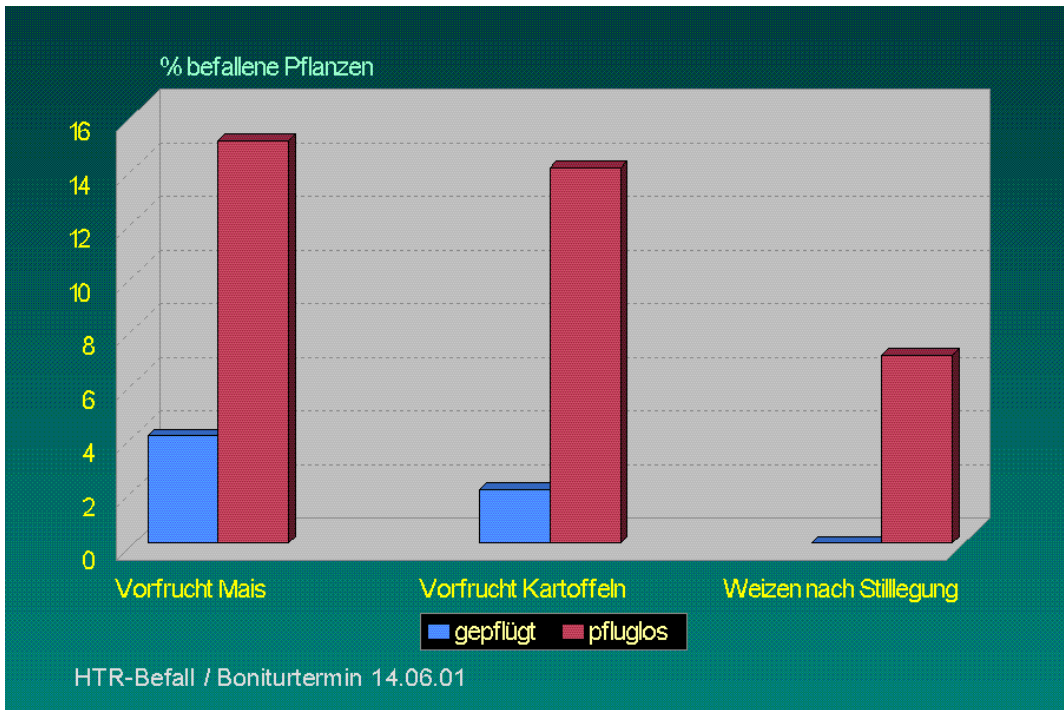


Abbildung 8: Befallsverlauf von Septoria-Arten 2000 an Winterweizen nach Pflugeinsatz und nach nichtwendender Bodenbearbeitung



**Abbildung 9:** Befallsverlauf von Septoria-Arten 2001 an Winterweizen nach Pflugeinsatz und nach nichtwendender Bodenbearbeitung



**Abbildung 10:** HTR-Befall an Weizen in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung und Fruchtfolge

Im Jahr 2001 war das Auftreten im Mittel aller Boniturtermine auch nicht wesentlich stärker als im Vorjahr. Allerdings wurden in diesem Jahr, insbesondere zur letzten Bonitur, Mitte Juni höhere Befallswerte ermittelt. Anhand dieser Befallswerte konnten Befallsunterschiede zwischen der wendenden und der nichtwendenden Bodenbearbeitung nachgewiesen werden. Der wesentlich höhere Befall in den Parzellen mit nichtwendender Bodenbearbeitung (Abbildung 10) bestätigte die Ergebnisse von BARTELS und RODEMANN (2000), wonach die pfluglose Bodenbearbeitung den Befall durch die *Helminthosporium*-Blattdürre fördert.

Bei den Bonituren in Winterweizen traten im Untersuchungsjahr 2001 auf den Versuchspartellen neben den Blatfleckenerkrankungen, wie *Septoria* und HTR, noch weitere ziemlich auffällige Symptome auf (Abbildung 11).

Es handelte sich dabei um einen bis drei gelbe Streifen, die sehr deutlich auf den oberen Blättern sichtbar waren und sich über die gesamte Länge der Blattspreiten hinzogen. Später bei der Bonitur am 14.06. waren diese Stellen dann weitestgehend nekrotisiert und die Blätter begannen abzusterben.



**Abbildung 11:** Halmverkürzung und Streifensymptome bereits im nekrotischen Zustand an Winterweizen im Juni 2001

Neben diesen Symptomen war auch besonders deutlich eine Halmverkürzung (Abbildung 11) erkennbar. Auch wenn im Labor ein Sporennachweis nicht möglich war, deutet das Schadbild mit ziemlicher Sicherheit auf die in der Literatur (OBST, A. und V. H. PAUL, 1993) beschriebene *Cephalosporium*-Streifenkrankheit (*Cephalosporium gramineum*) hin. Die Symptome traten verbreitet in den Parzellen der Marktfruchtfolge auf. Die im Juni durchgeführten zusätzlichen Auszählungen hinsichtlich Befallshäufigkeit ergaben deutlich höhere Befallsstärken bei der pfluglosen Bodenbearbeitungsvariante (Abbildung 12).

Da die Hauptinfektionsquelle, wie auch bei der Helminthosporium-Blattdürre, auf der Bodenoberfläche liegende Strohreste befallener Vorfrüchte sind, kann auch die *Cephalosporium*-Streifenkrankheit im Zusammenhang mit einer Zunahme von nichtwendenden Bodenbearbeitungsverfahren an Bedeutung gewinnen.

### 3.2.3 Ährenerkrankungen und Mykotoxinbelastung

Um einen möglichen Einfluss des Bodenbearbeitungsverfahrens auf Ährenerkrankungen zu untersuchen, wurden vor der Ernte in den Par-

zellen Auszählungen zur Ermittlung der Anzahl tauber Ähren durchgeführt.

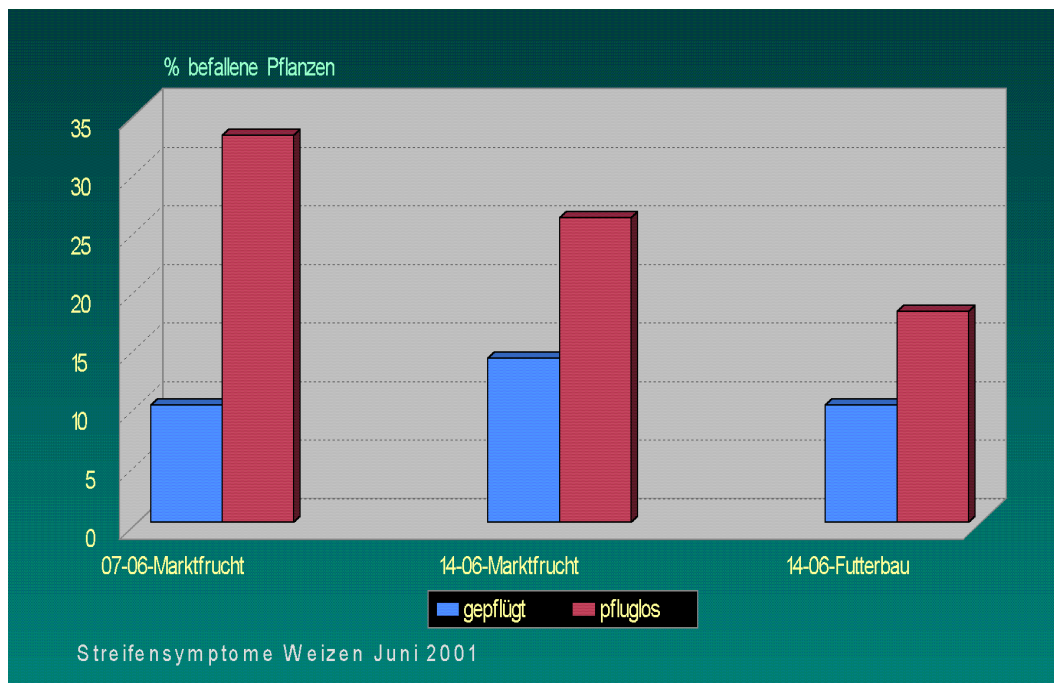
Bei Roggen ergaben die Erhebungen im Mittel der Wiederholungen im Untersuchungsjahr 1999 einen deutlich höheren Anteil tauber Ähren bei der nichtwendenden Bodenbearbeitung (Tabelle 58). Im Jahr 2001 war der Anteil tauber Ähren in den Roggenparzellen sehr gering und ergab keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren.

**Tabelle 58: Ergebnisse Roggen – Ährenkrankheiten**

Variante		taube Ähren Ähren/m <sup>2</sup>
1999	gepflügt	3,30
	pfluglos	13,00
2001	gepflügt	0,60
	pfluglos	0,70
MW gesamt	gepflügt	1,95
	pfluglos	6,85

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Als mögliche Ursachen der Taubähigkeit kommen vor allem Fußkrankheitserreger und Fusarien in Frage.



**Abbildung 12: Streifensymptome an Weizen nach Pflugeinsatz und nach nichtwendender Bodenbearbeitung**

Da in dem zuvor beschriebenen Komplex der Fußkrankheiten bei Roggen die Befallsunterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren bei Halmbruch (*Pseudocercospora herpotrichoides*) und Schwarzbeinigkeit (*Ophiobolus graminis*) gering waren, ist davon auszugehen, dass diese beiden Fußkrankheiten nicht die Hauptursache der Unterschiede im Auftreten tauber Ähren sein können. Vielmehr deuten die insbesondere 1999 auch sichtbaren rötlichen Verfärbungen an den Ähren auf Fusariumbefall als mögliche Ursache hin, zumal zu Beginn der Roggenblüte am 20.05.1999 auch infektionsbegünstigende Witterungsbedingungen (anhaltende Niederschläge, durchschnittlich 17,3 °C) für Fusarien am Versuchsstandort vorlagen.

Daraus lässt sich schließen, dass bei entsprechenden Voraussetzungen auch bei Winterroggen eine Förderung des Fusariumbefalls an der Ähre durch nichtwendende Bodenbearbeitung möglich ist. Die Auszählungen zur Taubährigkeit in der Fruchtart Triticale ergaben in beiden Untersuchungsjahren und insbesondere in dem Fruchtfolgeglied Triticale nach Weizen (Marktfuchtfolge) einen deutlich höheren Anteil tauber Ähren bei nichtwendender Bodenbearbeitung (Tabelle 59).

**Tabelle 59: Ergebnisse Triticale – Ährenkrankheiten**

Variante		taube Ähren Ähren/m <sup>2</sup>
Triticale nach Mais		
1999	gepflügt	1,00
	pfluglos	2,30
Triticale nach Weizen		
1999	gepflügt	5,50
	pfluglos	18,60
2000	gepflügt	15,40
	pfluglos	87,60
MW gesamt	gepflügt	7,30
	pfluglos	36,16

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Bei Betrachtung der Ergebnisse im Zusammenhang mit den Untersuchungen der Fußkrankheiten ist der insgesamt hohe Halmbruchbefall, insbesondere in der Fruchtfolge Triticale nach Weizen zu beachten. Jedoch zeigte sich dabei nicht der bei der Taubährigkeit (Tabelle 59) vorhandene Unterschied zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren. Somit ist auch bei Triticale ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Fußkrankheiten und der Taubährigkeit nicht gegeben, was auf weitere Ursachen

für die hohen Werte bei der Taubährigkeit nach Vorfrucht Weizen und nichtwendender Bodenbearbeitung hinweist. Eine weitergehende detaillierte Untersuchung zum Ursachenkomplex war mittels der Versuchsanstellung nicht möglich.

Auch bei Winterweizen (Tabelle 60) war im Mittel der Jahre und Fruchtfolgeglieder der Anteil tauber Ähren für das nichtwendende Verfahren höher im Vergleich zu den Parzellen mit gepflügter Bodenbearbeitung. Wie in Abbildung 13 ersichtlich ist, zeigten sich auch deutliche Unterschiede zwischen den Fruchtfolgegliedern.

**Tabelle 60: Ergebnisse Weizen – Ährenkrankheiten**

Variante		taube Ähren Ähren/m <sup>2</sup>
Weizen nach Mais		
2000	gepflügt	3,00
	pfluglos	5,30
2001	gepflügt	18,80
	pfluglos	36,50
Weizen nach Kartoffeln		
2000	gepflügt	2,50
	pfluglos	2,90
2001	gepflügt	3,80
	pfluglos	4,50
Weizen nach Brache		
2000	gepflügt	10,60
	pfluglos	11,50
2001	gepflügt	21,60
	pfluglos	69,60

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Bei dem Versuchsglied mit Vorfrucht Kartoffel war der Anteil tauber Ähren in beiden Jahren, im Vergleich zu den beiden anderen Fruchtfolgegliedern insgesamt deutlich geringer und es waren hier auch kaum Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten nachweisbar (Tabelle 60). Das gleiche Ergebnis konnte in den zuvor beschriebenen Untersuchungen bei den Fußkrankheiten festgestellt werden.

Dagegen waren sowohl bei dem Fruchtfolgeglied Weizen nach Mais als auch in der Marktfuchtfolge (Weizen nach Brache, hoher Getreideanteil) eine wesentlich höhere Anzahl tauber Ähren in den Parzellen mit nichtwendender Bodenbearbeitung (Tabelle 60). Diese Befallsunterschiede waren bei den im Abschnitt 3.2.1.2 beschriebenen Fußkrankheiten nicht

feststellbar, so dass zumindest die Schwarzbeinigkeit und die Halmbruchkrankheit wiederum nicht als Hauptursache für die Taubährigkeit in Frage kommen können. Neben Fusarien, insbesondere bei Vorfrucht Mais, kann in Weizen als weiterer nachvollziehbarer Indiz für die in der Marktfruchtfolge (Weizen nach Brache) festgestellten Befallsunterschiede, die 2001 häufig festgestellten Symptome der Streifenkrankheit (*Cephalosporium gramineum*) sein. Schließlich ist diese Krankheit nach OBST und PAUL (1993) ein Problem einiger Getreidefolgen in Verbindung mit Minimalbodenbearbeitung und ruft als Symptome neben der Halmverkürzung ebenfalls Notreife und Taubährigkeit hervor.

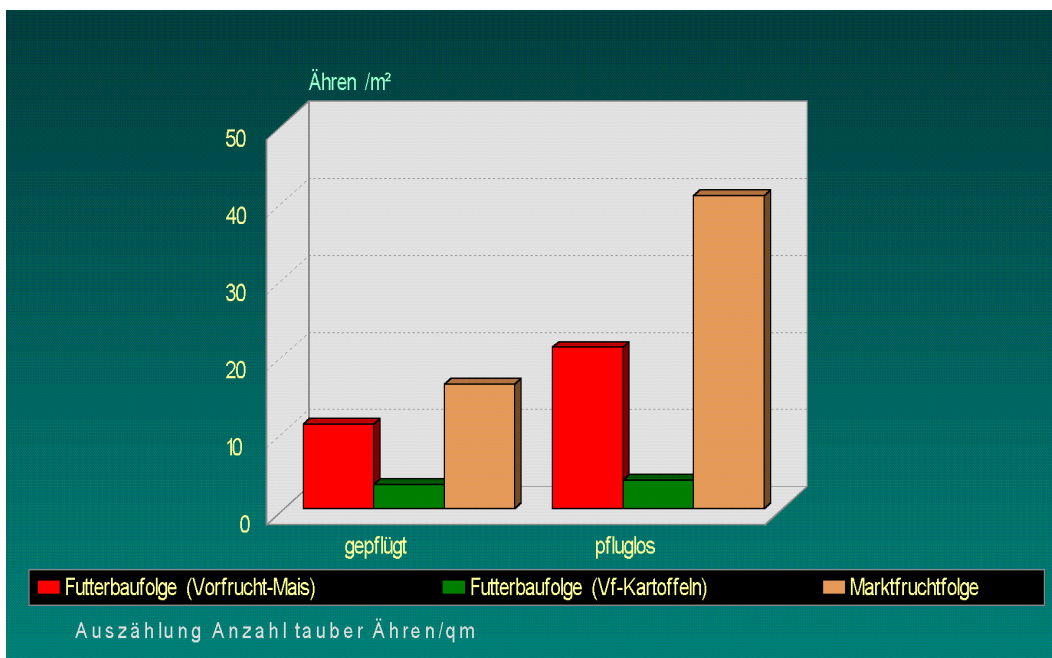
Inwieweit Fusariosen an den Ursachen für Ährenkrankheiten beteiligt waren, konnte für Weizen anhand der Feststellung der Keimzahlen (Plattengussverfahren) und der Toxinbelastung (Bestimmung des DON-Gehaltes mittels ELISA) im Erntegut der Versuchsvariante näher überprüft werden. Aufgrund des geringen Infektionsdruckes im Untersuchungsjahr 2000 waren auch die Befallszahlen mit *Fusarium graminearum* und *F. culmorum* im Plattengussverfahren nur sehr gering. Daraus resultierten DON-Werte, die in dem betreffenden Jahr nur geringfügig über der untersten Nachweisgrenze

lagen und eine fachlich sinnvolle Bewertung der Unterschiede nicht zuließen. Im Zusammenhang dazu ist zu beachten, dass bei der zuvor beschriebenen Auswertung der Anzahl tauber Ähren ebenfalls die Befallswerte im Jahr 2000 deutlich unter denen des Jahres 2001 lagen. Im Gegensatz zum Vorjahr bestanden 2001 im Zeitraum zur Blüte von ca. Anfang bis Mitte Juni am Versuchsstandort feuchtwarme und somit infektionsbegünstigende Witterungsbedingungen. Die biologischen Untersuchungen mit dem Plattengussverfahren an Ernteproben aus dem Jahr 2001 ergaben bei der Vorfrucht Weizen nach Mais folgende Keimgehalte (Tabelle 61).

**Tabelle 61: Fusarium-Keimgehalte und Mykotoxinbelastung an Weizen 2001 nach Vorfrucht Mais in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungsverfahren**

Versuchsglied/ Winterweizen nach Mais	Plattengussverfahren Fusarium culmorum/ F. graminearum Keimzahl/g	DON µg/kg Erntegut
gepflügt	191,2	1600
pfluglos	413,4	3390

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft



**Abbildung 13: Anzahl tauber Ähren in Winterweizen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Bodenbearbeitungsverfahren**



Die Keimzahlgehalte der zwei weiteren untersuchten Fruchtfolgeglieder (Weizen nach Kartoffeln, Weizen nach Brache) waren insgesamt geringer und unterschieden sich vor allem dadurch, dass noch weitere *Fusarium*-Arten, vor allem der Art *F. cerealis* und *F. avenaceum* und nur vereinzelt *F. graminearum* und *F. culmorum* (Haupt-DON-Bilder) beteiligt waren, die bei dem angewandten Test nicht getrennt gezählt werden konnten.

Die Ergebnisse der Bestimmungen der Keimzahlen sowie der DON-Gehalte von 2001 (Abbildung 14) zeigen sehr deutlich die höhere Belastung des Erntegutes bei der pfluglosen Bodenbearbeitungsvariante mit Vorfrucht Mais und bestätigen die in bayrischen Untersuchungen belegte befallsfördernde Wirkung der Vorfrucht Mais bei nichtwendender Bodenbearbeitung (BECK et al., 2000) sowie die Untersuchungen aus dem Fusariummonitoring Sachsen 1999 - 2001.

### 3.3 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass ein Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung die

phytopathologische Situation im Anbausystem beeinflussen kann. Dabei lässt sich jedoch pauschal weder eine generelle Abnahme noch Zunahme der Pilzkrankheiten als Konsequenz ableiten. In Abhängigkeit vom Entwicklungszyklus des Schaderregers und in entscheidendem Maß von der Fruchtfolge und Witterung kann bei nichtwendender Bodenbearbeitung ein erhöhter Krankheitsdruck resultieren.

#### 3.3.1 Mehltau- und Rostpilze

Bei den im Projekt einbezogenen Untersuchungen zum Auftreten von Mehltau- und Rostpilzen war keine Beeinflussung der Befallsstärke durch die Art der Bodenbearbeitung nachweisbar, was mit den Untersuchungen von KREYE et al. (1999) übereinstimmt.

Für eine Ableitung möglicher Konsequenzen durch nichtwendende Bodenbearbeitung werden die zu den biotrophen Pilzen gehörenden Blattkrankheiten nur eine untergeordnete Rolle spielen. Lediglich eine überzogene Strohausgleichsdüngung mit Stickstoff im Herbst könnte das Auftreten von Mehltau in Stoppelweizen begünstigen (KREYE et al., 1999).

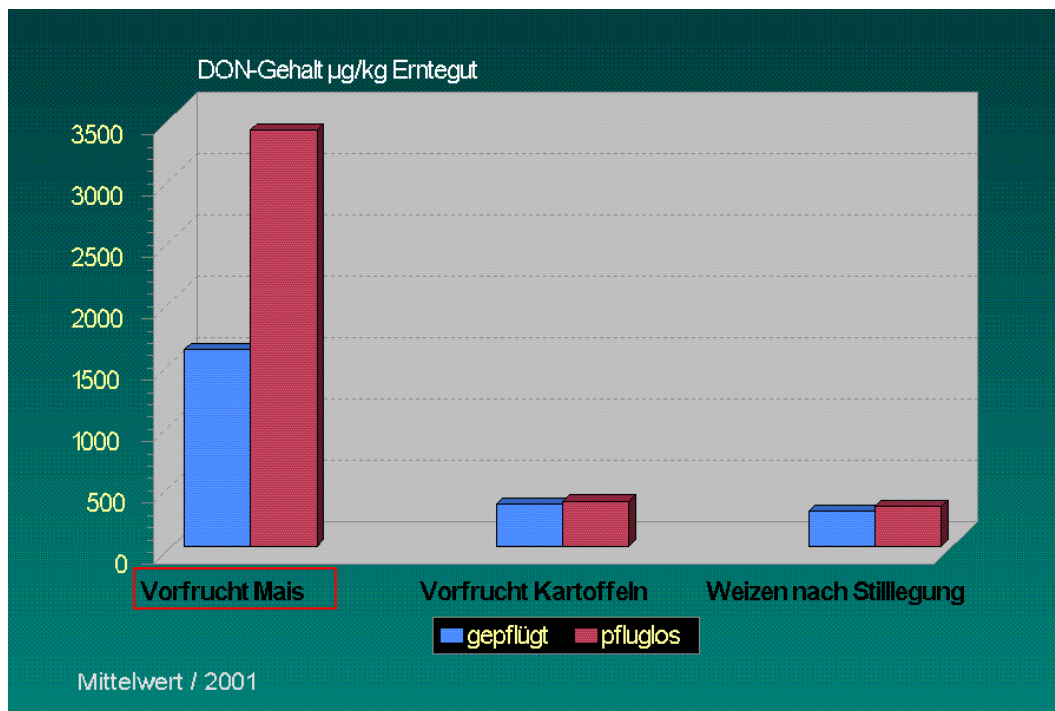


Abbildung 14: Einfluss der Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Deoxynivalenol (DON)-Belastung im Erntegut von Winterweizen 2001

### 3.3.2 Drechslera-, Septoria-Arten und weitere pilzliche Schaderreger

Insbesondere Erreger, die auf Strohresten bzw. Pflanzenrückständen an der Bodenoberfläche überdauern und von diesen ausgehend Neuinfektionen verursachen, müssen bei Umstellung der Bodenbearbeitungsverfahren stärker beachtet werden.

Zu diesen Erregern zählen u. a. Drechslera-, Septoria- sowie verschiedene Fusarien-Arten. Ein Einfluss der Bodenbearbeitungsvarianten auf das Auftreten von Septoria-Arten in Winterweizen ließ sich anhand der vorliegenden Untersuchungen nicht feststellen. Dagegen konnte die in der Literatur beschriebene Förderung des Befalls durch Helminthosporium-Blattdürre (Nebenfruchtform: *Drechslera-tritici-repentis*) an Weizen nach pflugloser Bodenbearbeitung auch in den Versuchsergebnissen des Jahres 2001 bestätigt werden. Voraussetzung für den Nachweis der Befallsunterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten ist vor allem ein befallsbegünstigender Witterungsverlauf, d. h. ein entsprechend hohes Inokulumpotential durch einen milden Winter und insbesondere feucht warme Witterungsabschnitte zum Ende des Ährenschiebens und Beginn der Weizenblüte.

Die in den letzten Jahren als Folge des höheren Weizenanteils in der Fruchtfolge und der Minimalbodenbearbeitung stärker aufgetretene Krankheit ist bei Anwendung nichtwendender Bodenbearbeitungsverfahren in den Pflanzenschutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Neben vorbeugenden Maßnahmen, wie Fruchtfolge und Sortenwahl, kann in befallsgefährdeten Gebieten ein gezielter Einsatz wirksamer Fungizide (Strobilurine plus epoxiconazol-, propiconazol- oder tebuconazolhaltige Präparate) zur Reduktion des Inokulums sowie zur Unterbindung der Konidienproduktion, unter Berücksichtigung der Witterung notwendig werden [RODEMANN und BARTELS (2000)].

Die im Rahmen der Erhebungen im Jahr 2001 festgestellten gelben Streifensymptome an Weizenblättern sowie im späteren Verlauf sichtbare Halmverkürzung und Notreife deuten mit ziemlicher Sicherheit auf die in der Literatur [OBST und PAUL (1993)] beschriebene Cephalosporium-Streifenkrankheit (*Cephalosporium gramineum*) hin. Als Ergebnis der Befallserhebungen zeigte sich eine wesentlich stärkere Symptomausprägung in den Parzellen der pfluglosen Bodenbearbeitung. Auch wenn dies im Rahmen der Projektdurchführung nur eine Randerscheinung war, kann es zumindest als

Hinweis gewertet werden, das auf der Grundlage eines Langzeitversuches (gleichbleibende Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungsvarianten seit 1985) im Zusammenhang mit der pfluglosen Bodenbearbeitung und einer engen Getreidefruchtfolge noch weitere, bisher unbedeutende Krankheiten mit ähnlichem Entwicklungszyklus wie Drechslera- oder Fusarien-Arten an Bedeutung gewinnen können. Im Rahmen der laufend durchgeführten Monitoring-Verfahren in Getreide sollte dieses Problem in Zukunft weiterverfolgt werden.

### 3.3.3 Fuß- und Halmbasierkrankungen

Im Komplex der Fuß- und Halmbasierkrankungen war ein höheres Infektionsrisiko in erster Linie durch den Fruchtfolgeeinfluss, insbesondere anhand der in der Versuchsanstellung einbezogenen Marktfruchtfolge (hoher Getreideanteil) belegbar.

Die Unterschiede im Auftreten von Rhizoctonia, Schwarzbeinigkeit und Halmbrechkrankheit in Bezug auf das Bodenbearbeitungsverfahren waren in den drei Getreidearten (Weizen, Roggen, Triticale) überwiegend gering bzw. ließen keinen deutlichen Trend einer Beeinflussung erkennen. Anhand der Versuchsergebnisse konnte ein Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Stärke des Auftretens der drei Fuß- bzw. Halmbasierkrankungen nicht nachgewiesen werden.

### 3.3.4 Fusarien

Einen besonderen Stellenwert bei der Beurteilung möglicher nachhaltiger Auswirkungen pflugloser Bodenbearbeitungsverfahren auf Krankheiten in Getreide nehmen die Fusarien ein. Das liegt insbesondere daran, dass bestimmte Fusarien-Arten neben Ertragsminderungen auch zu Toxinbelastungen im Erntegut führen können. Entsprechend den Versuchsergebnissen konnte im Zusammenhang mit der im Jahr 2001 infektionsgünstigen Witterung für Fusarien auch deutlich herausgestellt werden, dass die pfluglose Bodenbearbeitung nach Vorfrucht Mais den Befall stark fördert.

Sowohl die Fusarien-Keimzahlen als auch die Mykotoxinwerte für Deoxynivalenol (DON) waren bei Vorfrucht Mais in Mittel der Wiederholungen bei pfluglos doppelt so hoch im Vergleich zu der gepflügten Bodenbearbeitungsvariante (Abbildung 14). Dagegen wiesen die zwei weiteren Fruchtfolgen (Vorfrucht Kartoffeln, Weizen nach Brache) jeweils wesentlich geringere Mykotoxinwerte und auch nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren auf.

Die im Projekt auf der Grundlage langjährig gleichbleibender Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungsvarianten (Langzeitversuch) ermittelten nachhaltigen Wirkungen belegen, dass eine pauschale Verknüpfung der pfluglosen Bodenbearbeitung mit dem Auftreten von Ährenfusariosen und daraus resultierender Belastung des Erntegutes durch Fusarium-Toxine fachlich nicht richtig ist. Erst aus dem Zusammentreffen mehrerer Risikofaktoren kann ein erhöhter Befall durch Ährenfusariosen und damit eine zunehmende Mykotoxinbelastung des Erntegutes resultieren. Als solche Faktoren kommen demnach vor allem eine infektionsbegünstigende Witterung, Vorfrucht Mais, nichtwendende Bodenbearbeitung und die Sortenanfälligkeit in Frage.

Im Sinne des Verbraucherschutzes gilt es, alle Möglichkeiten, insbesondere entsprechende pflanzenbauliche Maßnahmen zu nutzen, um einer Anhäufung mehrerer Risikofaktoren zu begegnen und so den Fusariumbefall an der Ähre so gering wie möglich zu halten. Wie auch die Projektergebnisse aufzeigen, ist dabei sehr entscheidend die Gestaltung der Fruchtfolge bei pflugloser Bodenbearbeitung. Vom Hintergrund der im Förderprogramm zur umweltgerechten Landwirtschaft [UL - siehe SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2000)] ausgehenden Zusatzförderung der pfluglosen Bodenbearbeitung wäre eine Modifizierung der Förderbedingungen angebracht, die eine Kombination der pfluglosen Bodenbearbeitung vor Weizen und Vorfrucht Mais vermeidet. Unabhängig davon ist eine umfassende Information der Landwirte zu den Risikofaktoren bezüglich einer Fusariuminfektion (insbesondere rottefördernde Maßnahmen nach Vorfrucht Mais, Verzicht auf Direktsaat von Weizen nach Mais, konsequenter Anbau wenig anfälliger Weizensorten, zielgerichtete Beförderung der Maisrotte) notwendig.

Schlussfolgernd aus den Ergebnissen ergibt sich auch die Notwendigkeit, dass die Effekte der pfluglosen Bodenbearbeitung und Fruchtfolge auf das Auftreten von Fusariosen im Rahmen des in der LfL laufenden Fusarium-Monitorings weiterhin schwerpunktmäßig bearbeitet werden müssen.

Insbesondere auf Standorten, wo aus Gründen des Erosionsschutzes eine nichtwendende Bodenbearbeitung unumgänglich ist, bestehen noch zusätzliche Möglichkeiten der Beschränkung des Fusariumbefalls. Dies betrifft insbesondere Maßnahmen, mit denen die Ernterückstände unmittelbar nach dem Maisdrusch mög-

lichst kurz zerkleinert und oberflächlich gut verteilt in den Boden eingemischt werden, um den Rotteprozess durch die Erhöhung der Angriffsfläche für abbauende Organismen zu beschleunigen. Dazu sind in der Versuchsdurchführung der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Untersuchungen zum Einfluss „rottefördernder Maßnahmen“ auf Fusariosen geplant.

Die vorliegenden Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen von wendender und nichtwendender Bodenbearbeitung im Hinblick auf das Krankheitsauftreten in Getreide sollen keinesfalls die ökologischen Vorteile einer dauerhaft pfluglosen Bodenbearbeitung, wie die Verringerung der Wasser- und Bodenerosion auf gefährdeten Standorten in Frage stellen. Vielmehr gilt es, dem damit verbundenen Auftreten von bestimmten Krankheiten in Getreidefolgen eine erhöhte Sensibilität zu widmen bzw. zu beachten, dass daraus resultierend auch die Managementanforderungen an den Pflanzenschutz sowie die Bedeutung kulturartenübergreifender Maßnahmen in der Fruchtfolge wachsen.

#### **4 Einfluss einer langjährig umweltschonenden Landbewirtschaftung auf ausgewählte bodenfaunistische Bioindikatoren**

##### **4.1 Material und Methoden**

##### **4.1.1 Integration der Untersuchungen in den Langzeitversuch am Standort Glaubitz**

Aufbauend auf den von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft durchgeführten Langzeitversuch konnte ein Versuch zu möglichen ökotoxischen Auswirkungen der Herbizidapplikation auf Bioindikatoren am Beispiel von Kleinarthropoden und Regenwürmern angelegt werden. Hierfür wurde einschränkend der Versuchsausschnitt Futterbaufolge mit den Fruchtarten zunächst nur Wintergerste, ab Herbst 1998 auch Winterweizen gewählt.

##### **4.1.2 Auswahl der Collembolen als Bioindikatoren**

Die Eignung von Collembolen für ein breites Spektrum von Bioindikationen ist seit längerem bekannt [PRASSE (1978), DUNGER (1982)]. Trotz des nivellierenden Einflusses durch die Bewirtschaftung haben sich Collembolen als gute Indikatoren für ökologische Bedingungen in Ackerböden bewährt [FILSER (1995)]. Auch die erwähnten Voruntersuchungen durch SÜSS & VON VOSS (1999) und GRIEGEL (1998) ließen eine Eignung dieser Bodeninsekten zur

Beurteilung des Langzeitversuches Glaubitz erwarten. Deshalb wurde für die Versuchsjahre 1998 - 2001 durch die Berichtersteller die Auswahl der Indikatoren auf die Collembola konzentriert.

Der Vorteil der Collembola für die hier angestrebte Indikation liegt in ihrer hohen Individuendichte, ihrer relativ hohen Artenzahl, ihrer guten Erfassbarkeit über das ganze Jahr und der deutlich ausgeprägten Differenzierung im ökologischen Verhalten der Arten, weiter aber auch in der sehr geringen Beeinflussung der Versuchspartzellen durch die Probennahme. Damit ist eine statistische Sicherung der indikatorischen Aussage mit einem Störeingriff in die Versuchsfelder möglich, der weit unter dem bei Anwendung von Oligochaeten, insbesondere Regenwürmern notwendigen liegt. Hinzu kommt, dass für das Verhalten von Collembola im Feldversuch inzwischen beachtliche Erfahrungen vorliegen.

Als methodisches Problem für alle Feldversuche ist die Verteilung der Collembolen im Gelände zu beachten. Soweit diese dem ökologischen Faktorengelände folgt [FROMM et al. (1993)], wird innerhalb der Blockanlage des Versuches eine Gleichverteilung zugrunde gelegt. Die darüber hinaus stets zu beachtende Aggregation der Collembolenpopulationen kann nur durch eine für die statistische Sicherung ausreichende Dichte und zeitliche Dauer der Probennahme ausgeglichen werden [DUNGER & FIEDLER (1997)].

#### 4.1.3 Erfassung und Bearbeitung der Collembola

Die Erfassung der Collembola wurde auf die (eu-)edaphischen Arten dieser Insektengruppe konzentriert, da unter Feldbedingungen keine dauerhafte organische Bodenaufgabe als Siedlungsbereich epedaphischer Collembola entwickelt ist. Die Probennahme beschränkte sich daher auf Bodenproben; Bodenfallen wurden nicht eingesetzt.

Die Bodenproben wurden mit einem Bodenstecher von 10 cm<sup>2</sup> Öffnungsweite in einer Tiefe von 10 cm entnommen und sofort in die Anteile 0 - 5 und 5 - 10 cm portioniert. Diese Bodenproben wurden soweit nötig temperaturschützt transportiert und noch am Entnahmetag im Labor in einem Thermoelektroskop [modifizierte Berlese-Tullgren-Trichter, DUNGER & FIEDLER (1997)] über sieben Tage ausgetrieben. Aus der in Törne-Lösung aufgefangenen Mikroarthropodenfauna wurden die Collembola ausgelesen, gezählt und anschließend für die

Artbestimmung präpariert. Diese erfolgte nach dem aktuellsten Stand der Taxonomie (z.T. noch in Druck befindliche Literatur).

#### 4.1.4 Probennahme und Variantenkombination

**Hauptuntersuchung** (Wintergerste, Winterweizen):

Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 1152 Proben à 50 cm<sup>3</sup> entnommen. Diese sind nach den folgenden Faktoren in Variantenkombinationen untergliedert:

- Jahr: 1998/1999 (1), 1999/2000 (2), 2000/2001 (3)
- Termin: vor Herbizid (1), nach Herbizid (2), vor bzw. nach Ernte (3)
- Kulturart: WG (Wintergerste), WW (Winterweizen)
- Herbizid: 100 % Herbizid, 0 % Herbizid
- Pflug: mit (1), ohne (0)
- Tiefe: 0 - 5 cm (a), 5 - 10 cm (b)

Jede der 144 Variantenkombinationen wurde gleichzeitig aus vier gleichbehandelten Parzellen der Blockanlage (vier Parallelen) mit jeweils zwei getrennt ausgewerteten Einstichen (zwei Einstiche) entnommen.

Da der Behandlungsablauf der Prüfparzellen hinsichtlich verschiedener Faktoren unterschiedlich verlief, müssen die für die Interpretation der Ergebnisse wichtigen Versuchsdaten und -maßnahmen nachfolgend explizit aufgeführt werden:

Die angestellten Untersuchungen an Winterweizen sind gekoppelt mit der Wirkung von Kartoffel als Vorfrucht, unter den Bedingungen des Sommerhalbjahres und mit dem Einsatz anderer als des bisherigen Herbizides Fenikan. Einwirkende ackerbauliche Maßnahmen waren in den Versuchsblöcken 13 (1999/2000) und 16 (2001/2002) einheitlich - dies betrifft: Ernte der Vorfrucht (2. Hälfte September), N-P-K-Grunddüngung und Bodenbearbeitung Ende September, Aussaat Winterweizen Mitte Oktober.

Im Versuchsblock 16 wurde **vor der 1. Probennahme** (11. April 01) am 27. November 2000 0.2 l/ha Karate gegen Getreidelaufläcker appliziert und am 3. - 5. April 2001 eine KAS-Düngung (50 kg N/ha) gegeben sowie anschließend gestriegelt. Sofort nach der Probennahme wurde Herbizid (hier: Loredon 2 l/ha + Husar 200 g/ha) appliziert; die 2. Probennahme lag 14 Tage später. Da die 3. Probennahme vor

der Ernte (30. Juli 01) wegen der Boden Härte durch Trockenheit (s. Niederschlagsverteilung Anlagen 2) nicht gelang, erfolgte sie erst fünf Wochen nach der Ernte (6. September 01).

Im Versuchsblock 13 erfolgte die 1. Probenahme am 05. April 2000; erst danach (06. April 00) wurde die KAS-Düngung (60 kg N/ha) und am 11. April die Applikation des Herbizids vorgenommen (hier: Loredo 2 l/ha + Husar 200 g/ha) sowie anschließend der Striegel eingesetzt. Die 2. Probenahme erfolgte am 25. April, die 3. wiederum wegen Härte des Bodens nach der Ernte am 25. September 2000.

Im Versuchsblock 14 verlief die Entwicklung anders, weil der Winterweizen nicht befriedigend aufging und durch eine Aussaat von Sommerweizen am 26. März 99 ersetzt werden musste. Es folgte eine KAS-Düngung (hier: 70 kg N/ha) und nach knapp fünf Wochen (3. Mai 99) die 1. Probenahme mit anschließender Applikation des Herbizids (hier: Concert 60 g/ha + Foxtril Extra 1.5 l/ha). Zwei Wochen später (19. Mai) wurde die 2. Probenahme und vor der Ernte am 14. Juli die 3. Probenahme vorgenommen.

Die Untersuchungen an Wintergerste sind gekoppelt mit Winterraps als Vorfrucht und dem Winterhalbjahr als Beobachtungszeit. Die Maßnahmen im Vorfeld der Probenahmen verliefen in den Jahren 1998 - 2000 im Prinzip gleichmäßig wie folgt: 2. Hälfte Juli Ernte der Vorfrucht und Stroh mulchen, Grunddüngung (um den 10. August; höchste Gabe 1999: 40 kg N/ha, 133 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 200 kg K<sub>2</sub>O/ha) und anschließende Bodenbearbeitung, Aussaat der Wintergerste zwischen 21. und 27. September. 1999 (Versuchsblock 15) wurde vor der Grunddüngung zusätzlich Sommerraps und Senf als Zwischenfrucht gesät.

Die 1. Probenahme lag direkt vor der Applikation von Fenikan (3 l/ha) am 27. Oktober, nur in Versuchsblock 14 (2000) schon am 23. Oktober, fünf Tage nach der zusätzlichen Applikation von 0.2 l/ha Karate gegen Getreidelaufkäfer. zwei Wochen nach der 1. folgte die 2. Probenahme. Im Frühjahr (30. März bis 6. April) wurde die KAS-Düngung gegeben (jeweils 70, 70, 50 kg N/ha) und relativ kurz darauf die 3. Probenahme vorgenommen (13.4.99; 11.4.00; 18.4.01), also lange vor der Ernte (um den 12. Juli).

Zusätzlich zu der Hauptuntersuchung innerhalb der Blockanlage wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

**Daueruntersuchungsfläche im Versuchsblock 14.** Die Parzelle D14 wurde unabhängig von der Kultur über den Untersuchungszeitraum von drei Jahren beprobt. Im 1. Jahr stand diese Parzelle unter Sommerweizen, im 2. Jahr unter Winterraps und im 3. Jahr unter Wintergerste. Die insgesamt 144 Proben wurden nach den analogen Faktoren im Gesamtversuch untergliedert. Jede der 72 Variantenkombinationen wurde gleichzeitig mit jeweils zwei getrennt ausgewerteten Einstichen (zwei Einstiche) entnommen.

**Dauerbrache** entsprechend Abschnitt 2.1.3: Parallel zu den Probenahmen der Hauptuntersuchung wurde die an die Blockanlage angrenzende Brache beprobt. In den drei Untersuchungsjahren wurden zu insgesamt 14 Terminen (27/10/98, 11/11/98, 13/04/99, 03/05/99, 19/05/99, 14/07/99, 27/10/99, 10/11/99, 05/04/00, 25/09/00, 23/10/00, 11/04/01, 22/05/01, 05/09/01) jeweils fünf Einstiche vorgenommen.

#### 4.1.5 Erfassung des Witterungsverlaufes

Da die Populationsentwicklung der Collembolen neben den genannten Faktoren wesentlich vom Witterungsverlauf abhängt, wurden Informationen über Niederschläge und Temperaturen für die Prüffahre im Versuchsgelände erfasst. Infolge eines technischen Defektes fehlen umfangreiche Daten. Deshalb werden in Anlage 2 die der repräsentativen Station Salbitz dargestellt.

#### 4.1.6 Erfassung der Daten und statistische Prüfung

Alle Daten aus den Probenahmen und der Artbestimmung der Collembolen wurden als dbase- bzw. Excel-Dateien aufgenommen. Sämtliche Rohdaten liegen im Bereich Bodenzöologie des Staatlichen Museums für Naturkunde Görlitz vor und können bei Bedarf abgerufen werden. Für die statistische Prüfung gibt das Versuchsdesign als Blockanlage bereits ein Verfahren vor. Die univariate Varianzanalyse berücksichtigte folgende gleichzeitig zu testende Faktoren und deren Wechselwirkungen:

- Kulturart (Wintergerste gegen Winterweizen)
- Herbizid (0 % gegen 100 %)
- Pflug (wendend gegen nichtwendend)
- Tiefe (0 - 5 cm gegen 5 - 10 cm)
- Jahr (1998/99 gegen 1999/2000 gegen 2000/01)
- Termin (vor Herbizid gegen nach Herbizid gegen ca. fünf Monate später).

Jede der im Test verwendeten Zellen (gleiche Faktorkombination innerhalb einer Zelle) liegt mit acht räumlichen Wiederholungen vor (Hauptuntersuchung). Da eine der Voraussetzungen für die Varianzanalyse (Homogenität der Varianzen) nicht für alle Variablen gegeben war, wurden nur Signifikanzniveaus von  $p < 0,01$  berücksichtigt. Die statistische Prüfung wurde mit Hilfe des Programms SPSS Version 10.0 für Windows vorgenommen.

## 4.2 Ergebnisse und Diskussion

### 4.2.1 Die Artengarnitur der Collembolen des Versuchsgeländes Glaubitz

Insgesamt wurden in allen Untersuchungen aus Bodenproben in den Jahren 1998 bis 2001 auf den Versuchsflächen Glaubitz 14179 Individuen untersucht, die zu 49 Arten und 34 Gattungen gehören (Anlage 68). Im Einzelnen ergaben je 576 Einzelproben aus der Hauptuntersuchung mit insgesamt 10138 Individuen 34 Arten für Parzellen unter Winterweizen und 33 Arten unter Wintergerste. In der Brache wurden aus 140 Einzelproben 3693 Individuen bestimmt, die zu 37 Arten gehörten.

Insgesamt wurden aus der Bearbeitung der Collembolenfauna des Versuchsgeländes Glaubitz also 56 Collembolenarten bekannt.

Mittelwerte aus je 72 Einzelproben (neun Termine zu je acht Wiederholungen in 0 - 10 cm Tiefe), sowie relative Häufigkeiten der einzelnen Arten (Dominanz) über alle Variantenkombinationen wurden gemittelt.

Da für die Indikation auch die Vermehrung Bedeutung trägt, wurden eindeutig juvenile Tiere bei der Auswertung gesondert erfasst. Jungtiere, deren Artzuordnung entsprechend ihrem Entwicklungszustand noch nicht sicher möglich ist, sind als "spec. juv." dokumentiert und nur dann den Individuenzahlen einer konkreten Art zugeordnet, wenn andere Arten dieser Gattung nicht festgestellt wurden.

Eine Artenausstattung mit etwa 50 Collembolenarten im edaphischen Bereich kann als durchschnittlich gute Besiedlung einer landwirtschaftlich genutzten Fläche in Mitteleuropa gelten. Dennoch war zu prüfen, in welchem Maße die Untersuchungen zur Erfassung des Artenbestandes ausreichen. Aus den Arten-Areal-Kurven der Proben unter Wintergerste, Winterweizen und Brache (Anlage 69) ergibt sich, dass der asymptotische Kurvenverlauf als Anzeichen der annähernd vollkommenen Erfassung des Bestandes hinlänglich erreicht wird.

Tabelle 61: Collembolen-Abundanzen [Individuenzahl/m<sup>2</sup>]

Art	Wintergerste				Winterweizen				Dominanz
	0 % Herbizid		100 % Herbizid		0 % Herbizid		100 % Herbizid		
	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	
<i>Anurida spec. juv.</i>	0	0	0	0	0	14	0	0	0,01 %
<i>Arrhopalites caecus</i>	0	28	0	0	0	0	28	0	0,04 %
<i>Bourletiella spec. juv.</i>	14	0	28	56	42	42	97	28	0,22 %
<i>B. viridescens</i>	0	0	0	0	28	83	28	28	0,12 %
<i>Ceratophysella spec. juv.</i>	28	83	14	42	14	0	14	42	0,17 %
<i>C. mosquensis</i>	0	14	0	0	0	0	0	0	0,01 %
<i>C. succinea</i>	986	1833	292	639	417	56	222	14	3,17 %
<i>Deharvengiurus denisi</i>	0	0	14	0	0	0	0	0	0,01 %
<i>Desoria tigrina</i>	14	0	0	0	42	14	14	14	0,07 %
<i>Entomobrya spec. juv.</i>	0	0	0	0	0	0	14	0	0,01 %

Fortsetzung Tabelle 61:

Art	Wintergerste				Winterweizen				Dominanz
	0 % Herbizid		100 % Herbizid		0 % Herbizid		100 % Herbizid		
	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	
<i>E. multifasciata</i>	14	14	0	0	28	28	42	0	0,09 %
<i>Folsomia spec. juv.</i>	97	56	0	56	0	0	0	14	0,16 %
<i>F. fimetaria</i>	2208	4139	611	2014	1333	806	1639	375	9,32 %
<i>F. penicula</i>	0	0	0	0	0	0	14	0	0,01 %
<i>Friesea mirabilis</i>	0	28	14	0	28	0	0	0	0,05 %
<i>Heteromurus nitidus</i>	556	653	444	361	1083	542	986	542	3,67 %
<i>Isotoma anglicana</i>	1000	181	847	167	278	514	542	1222	3,37 %
<i>Isotomiella spec. juv.</i>	0	0	56	42	0	0	0	0	0,07 %
<i>I. minor</i>	1903	1389	1667	1361	1903	917	2153	861	8,63 %
<i>Isotomodes productus</i>	111	14	28	28	236	319	97	83	0,65 %
<i>Isotomurus palustris</i>	0	28	0	0	14	0	14	14	0,05 %
<i>Lepidocyrtus spec. juv.</i>	14	0	0	0	0	0	42	14	0,05 %
<i>L. cyaneus</i>	639	375	361	250	403	764	236	319	2,38 %
<i>L. lanuginosus</i>	0	0	0	0	0	0	14	0	0,01 %
<i>L. paradoxus</i>	0	0	0	0	0	0	14	0	0,01 %
<i>Megalothorax minimus</i>	292	181	83	111	236	69	111	56	0,81 %
<i>Mesaphorura spec. juv.</i>	3292	4861	2458	3097	1903	958	2028	944	13,88 %
<i>M. hylophila</i>	333	306	361	236	250	236	250	139	1,50 %
<i>M. macrochaeta</i>	3153	4764	3569	2750	1833	1569	1833	1778	15,09 %
<i>M. tenuisensillata</i>	14	0	0	0	0	0	0	0	0,01 %
<i>Micranurida pygmaea</i>	0	97	0	0	0	0	0	0	0,07 %
<i>Onychiurus spec. juv.</i>	14	0	0	0	0	0	14	0	0,02 %
<i>O. ambulans</i>	14	0	0	0	28	0	0	28	0,05 %

Fortsetzung Tabelle 61:

Art	Wintergerste				Winterweizen				Dominanz
	0 % Herbizid		100 % Herbizid		0 % Herbizid		100 % Herbizid		
	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	nichtwendend	wendend	
<i>Parisotoma notabilis</i>	7181	1875	2958	3958	1014	583	1167	403	13,59 %
<i>Proisotoma spec. juv.</i>	0	0	0	14	0	0	0	0	0,01 %
<i>P. minima</i>	0	0	0	0	14	0	0	0	0,01 %
<i>P. minuta</i>	375	625	472	736	472	139	306	236	2,39 %
<i>Protaphorura spec. juv.</i>	556	639	333	167	1125	389	819	403	3,15 %
<i>P. armata</i>	1806	2806	1431	3083	2750	1681	2278	1236	12,12 %
<i>P. meridiata</i>	0	0	0	14	0	0	0	0	0,01 %
<i>P. pannonica</i>	28	14	0	0	42	0	28	0	0,08 %
<i>P. quadriocellata</i>	0	0	0	14	0	0	0	0	0,01 %
<i>Pseudisotoma sensibilis</i>	0	0	0	0	14	14	0	0	0,02 %
<i>Pseudosinella spec. juv.</i>	14	0	0	0	125	69	14	0	0,16 %
<i>P. alba</i>	667	569	375	194	306	528	389	181	2,28 %
<i>P. decipiens</i>	83	97	83	42	42	69	69	0	0,35 %
<i>Sminthurus spec. juv.</i>	42	14	28	0	14	0	0	0	0,07 %
<i>S. aureus</i>	42	56	28	56	42	56	14	69	0,26 %
<i>S. elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	0,01 %
<i>Sminthurus spec. juv.</i>	0	0	0	0	14	0	0	28	0,03 %
<i>S. nigromaculatus</i>	0	0	0	0	14	14	0	14	0,03 %
<i>Sphaeridia pumilis</i>	14	42	28	0	28	42	14	28	0,14 %
<i>Stenaphorurella quadripina</i>	0	28	0	0	0	0	0	0	0,02 %
<i>Willemia intermedia</i>	42	528	222	500	139	139	306	264	1,52 %
gesamt	25542	26333	16806	19986	16250	10653	15847	9389	100,00 %

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft



## 4.2.2 Prüfvarianten der Hauptuntersuchung

### 4.2.2.1 Gesamt-Abundanz

Die Gesamt-Abundanzen der Collembolen reichten im Mittel (über neun Termine und je acht Stichproben in 0 - 10 cm) für die einzelnen Variantenkombinationen von 9389 bis 26333 Individuen/m<sup>2</sup> (Tabelle 61).

Die höchsten Abundanzen wurden in der Variante „Wintergerste, 0 % Herbizid“, die niedrigsten in „Winterweizen, 100 % Herbizid, gepflügt“ ermittelt. Anlage 70 zeigt die Gesamt-Abundanzen in 0 - 10 cm Beprobungstiefe für die einzelnen Variantenkombinationen im zeitlichen Verlauf.

Die Wintergerste wies in 0 - 10 cm Tiefe mit mittleren  $22,2 \times 10^3$  Ind./m<sup>2</sup> höchst signifikant höhere Gesamtwohndichten auf als der Winterweizen (mittlere Artenzahl  $13,0 \times 10^3$  Ind./m<sup>2</sup> - Tabelle 62 und Tabelle 63 Kulturart). Ein Unterschied zwischen Wintergerste und Winterweizen ist nicht alleine auf die Kulturart zurückzuführen, da ihre Beprobung zu unterschiedlichen Jahreszeiten stattfand. In der Wintergerste wurden die ersten beiden Probennahmen vor und nach Herbizideinsatz im Herbst durchgeführt, der dritte Termin zeigt dann den Frühjahrsaspekt. Im Winterweizen dagegen wurde erst im Frühling Herbizid appliziert, wodurch die Beprobung zwischen den Kulturarten zeitlich fast ein halbes Jahr versetzt erfolgte. Es ist demnach nicht unterscheidbar, inwieweit die beschriebenen Effekte tatsächlich in der Fruchtart begründet liegen, und wie viel auf die sehr unterschiedlichen Beprobungstermine zurückgeht.

Die Unterschiede zwischen den Gesamt-Abundanzen unter Wintergerste und unter Winterweizen sind je nach Variantenkombination wendender/nichtwendender Bodenbearbeitung und mit/ohne Herbizideinsatz unterschiedlich stark ausgeprägt (Tabelle 61, Kulturart, Gesamtabundanz, Wechselwirkungen).

Die mit Herbizid behandelten Flächen beinhalten in 0 - 10 cm Tiefe sehr signifikant niedrigere Abundanzen (mittlere  $15,5 \times 10^3$  Ind./m<sup>2</sup> im Vergleich zu den unbehandelten: mittlere  $19,7 \times 10^3$  Ind./m<sup>2</sup>) (Tabelle 63 und Tabelle 64, Herbizid).

### 4.2.2.2 Artenzahl

Im Mittel über alle Probennahmen und Variantenkombinationen wurden 4,7 Arten pro Einstich (0-10 cm Tiefe, 100 cm<sup>3</sup>) ermittelt (Tabelle

62). Die Abbildungen Anlage 72 und Anlage 73 stellen die Artenzahl pro Einstich in 0 - 5 cm bzw. in 5 - 10 cm Beprobungstiefe für die verschiedenen Faktoren im zeitlichen Verlauf dar. Die Wintergerste (mittlere Artenzahl 5,3) wies höchst signifikant höhere Artenzahlen auf als der Winterweizen (mittlere Artenzahl 4,1) (Tabelle 62 und Tabelle 63).

Die mit Herbizid behandelten Flächen waren artenärmer (durchschnittlich 4,4 Arten) im Vergleich zu den unbehandelten Flächen (mittlere Artenzahl 4,9). Gepflügte Flächen hatten im Vergleich zu den ungepflügten (nichtwendend bearbeiteten) Flächen weniger Arten pro Einstich (4,4 Arten gegen 5,0 Arten).

Während der Herbizid-Effekt auf die Artenzahl einheitlich über alle Variantenkombinationen einwirkte, gab es für „Kultur“ und „Pflug“ Wechselwirkungen zu anderen Prüffaktoren.

So variierte der „Einfluss der Kulturart“ je nach Beprobungstiefe, Jahr und Termin in Stärke bzw. Richtung, während die Form der Bodenbearbeitung („Pflug“) in den Untersuchungsjahren nicht identisch wirkte.

### 4.2.2.3 Gesamt-Juvenilanteil

Über alle Probennahmen und Variantenkombinationen gemittelt lag der Anteil Juveniler an der Gesamtabundanz bei 38,4 % (Tabelle 64). Den zeitlichen Verlauf der Juvenilanteile in 0 - 10 cm Beprobungstiefe zeigt Anlage 74. Die Wintergerste wies mit mittleren 34,0 % höchst signifikant geringere Juvenilanteile auf als der Winterweizen (im Mittel 43,0 %) (Tabelle 64, Kultur).

Dieser „Kulturarten-Einfluss“, der gleichzeitig ein jahreszeitlicher Einfluss ist, war je nach Jahr und Herbizidvariante unterschiedlich stark ausgeprägt (Tabelle 64, Wechselwirkungen). Ein Einfluss der Faktoren „Herbizid“ oder „Pflug“ auf den Anteil Juveniler an der Gesamtpopulation konnte nicht festgestellt werden.

### 4.2.2.4 Abundanzen der häufigsten Arten

Nach ihrer Dominanz und Konstanz wurden die häufigsten Arten der Hauptuntersuchung ausgewählt: Es wurde hierfür eine Dominanz (über alle Faktorenkombinationen und Termine gemittelt) von mindestens rezedent (relative Häufigkeit > 0,5 %; siehe Tabelle 63 und Anlage 75) und eine Konstanz von mindestens 10 % (unter Winterweizen und Wintergerste; siehe Anlage 75) vorausgesetzt.

Die folgenden 13 Arten erfüllten beide Voraussetzungen:

*C. succinea*, *F. fimetaria*, *H. nitidus*, *I. anglicana*, *I. minor*, *L. cyaneus*, *M. minimus*, *M. macrochaeta*, *P. notabilis*, *P. minuta*, *P. armata*, *P. alba* und *W. intermedia*.

Parallel zur Gesamtwohndichte (Abschnitt 4.2.2.1) finden sich höhere Abundanz unter der Wintergerste für *C. succinea*, *M. macrochaeta*, *P. notabilis* und *P. minuta* (Tabelle 63, Tabelle 64). Gegenläufige Tendenzen (z. B. für *H. nitidus*) werden durch die statistische Über-

prüfung nicht bestätigt. Die mit Herbizid behandelten Flächen beinhalteten in 0 - 10 cm Tiefe sehr signifikant niedrigere Abundanz für *C. succinea*, *L. cyaneus*, *M. minimus* und *P. alba*. Auch dieser „Herbizid-Effekt“ verläuft parallel zur Gesamtabundanz (vgl. Abschnitt 4.2.2.1).

Parzellen unter nicht wendender Bodenbearbeitung zeigen im Vergleich zu den gepflügten Varianten höhere Abundanz bei *I. minor* und *P. notabilis* (Tabelle 63, Pflug). Für die Gesamtabundanz ist hier ein entsprechender Trend zu vermuten, der aber statistisch nicht bestätigt wurde.

**Tabelle 62: Collembolen-Gesamtabundanz, Anzahl Arten, Anteil Juveniler und Abundanz ausgewählter Arten**

		Kultur		Herbizid		Pflug		Tiefe		Jahr			Termin			insg.
		WG	WW	0%	100%	nw	w	a	b	1	2	3	1	2	3	
Anz. Proben	N	288	288	288	288	288	288	576	576	192	192	192	192	192	192	576
Abundanz	MW	22.2	13.0	19.7	15.5	18.6	16.6	9.1	8.5	18.8	14.3	19.7	13.3	11.5	28.0	17.6
[1000 Ind./m <sup>2</sup> , 0 – 10 cm]	±1SD	21.8	14.9	21.8	15.9	18.3	20.0	12.1	11.4	21.5	15.9	19.4	16.9	12.9	22.2	19.2
Artenzahl	MW	5.3	4.1	4.9	4.4	5.0	4.4	3.2	2.8	4.9	4.2	4.9	3.8	4.0	6.2	4.7
[pro100 cm <sup>3</sup> ]	±1SD	2.3	2.6	2.7	2.4	2.5	2.5	2.3	1.9	2.5	2.6	2.5	2.3	2.2	2.3	2.5
Anteil Juvenil	MW	34.0	43.0	37.3	39.6	40.1	36.8	38.6	41.6	42.2	38.1	35.1	40.3	42.8	32.4	38.4
[%]	±1SD	27.0	31.9	28.0	31.6	29.4	30.3	35.5	33.0	30.3	30.4	28.6	31.1	33.4	23.6	29.9
Abundanz [Ind./m <sup>2</sup> , 0-10 cm]																
<i>C. succinea</i> <sup>+</sup>	MW	979	194	854	319	497	677	288	299	401	375	984	932	531	297	587
<i>F. fimetaria</i> <sup>+</sup>	MW	2295	1042	2160	1177	1472	1865	813	856	2182	2115	708	1891	1115	2000	1668
<i>H. nitidus</i>	MW	503	785	708	580	767	521	385	259	1063	255	615	271	500	1161	644
<i>I. anglicana</i>	MW	549	639	493	694	667	521	488	106	693	313	776	422	609	750	594
<i>I. minor</i> <sup>+</sup>	MW	1604	1458	1528	1535	1920	1142	766	766	1661	1380	1552	609	833	3151	1531
<i>L. cyaneus</i> <sup>+</sup>	MW	410	444	549	306	424	431	365	63	427	271	583	203	328	750	427
<i>M. minimus</i>	MW	167	118	194	90	181	104	52	90	167	109	151	167	120	141	142
<i>M. macrochaeta</i> <sup>+</sup>	MW	6983	3212	5580	4615	5017	5177	2050	3049	3068	5281	6943	4844	3234	7214	5097
<i>P. notabilis</i>	MW	3993	792	2663	2122	3080	1705	1632	760	4599	1021	1557	1167	802	5208	2392
<i>P. minuta</i> <sup>+</sup>	MW	556	288	403	441	406	438	311	111	104	823	339	354	193	719	422
<i>P. armata</i> <sup>+</sup>	MW	2705	2670	2938	2438	2774	2601	1316	1372	3010	1214	3839	1563	2276	4224	2688
<i>P. alba</i> <sup>+</sup>	MW	455	403	569	288	472	385	245	184	510	333	443	125	146	1016	429
<i>W. intermedia</i>	MW	323	212	212	323	177	358	92	175	182	167	453	208	219	375	267

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Der Einsatz des Pfluges auf die Gesamtwohndichten der Collembolen war statistisch nicht sicherbar. Mittelwerte (MW) über N Proben und Standardabweichung (SD) pro Einstich (i.d.R. 0 - 10 cm, für Tiefe: a: 0 - 5 cm und b: 5 - 10 cm getrennt). Insg. - entspricht Mittelwert über alle Proben der Hauptuntersuchung; + - die nicht weiter identifizierbaren Juvenilen (diese wurden der Gattung dieser Art zugerechnet). WG - Wintergerste; WW - Winterweizen; 0 % - 0 % Herbizidauf; 100 % - 100 % Herbizid; nw - nicht-wendende Bodenbearbeitung; w - wendende Bodenbearbeitung.

Nur Irrtumswahrscheinlichkeiten p unter 0,01 werden genannt. Var - Variante mit höheren Werten; WG - Wintergerste; WW - Winterweizen; 0 % - 0 % Herbizid; 100 % - 100 % Herbizid; nP - pfluglose Variante; P - Pflug.

**Tabelle 63: Statistische Prüfung (ANOVA) der Collembolen-Abundanz, -Artenzahl, -Juvenilenanteil auf den Einfluss der Faktoren "Kulturart", "Herbizid" bzw. "Pflug"**

Faktor	Messgröße	Einfluss des Faktors				Wechselwirkungen zwischen Faktor und:					
		Var>	F	p	Signif.	Kultur	Herbi- zid	Pflug	Tiefe	Jahr	Ter- min
Kultur	Gesamt-Abundanz	WG	55.558	0.000	***		**	**			**
	Anzahl Arten	WG	65.078	0.000	***				**	***	***
	Anteil Juveniler	WW	12.250	0.000	***		**			***	
	<i>C. succinea</i> <sup>+</sup>		15.166	0.000	***						
	<i>F. fimetaria</i> <sup>+</sup>										
	<i>H. nitidus</i>										**
	<i>I. anglicana</i>										
	<i>I. minor</i> <sup>+</sup>									***	
	<i>L. cyaneus</i> <sup>+</sup>										***
	<i>M. minimus</i>										***
	<i>M. macrochaeta</i> <sup>+</sup>		59.88	0.000	***			**	**	***	
	<i>P. notabilis</i>	WG	53.925	0.000	***					***	***
	<i>P. minut</i> <sup>+</sup>	WG	7.100	0.008	**						
	<i>P. armata</i> <sup>+</sup>								***	***	
<i>P. alba</i> <sup>+</sup>									***		
<i>W. intermedia</i>								**	***		
Herbizid	Gesamt-Abundanz	0%	11.682	0.001	**	**					
	Anzahl Arten	0%	10.148	0.001	**						
	Anteil Juveniler					**					
	<i>C. succinea</i> <sup>+</sup>	0%	7.042	0.008	**						
	<i>L. cyaneus</i> <sup>+</sup>	0%	9.158	0.003	**						**
	<i>M. minimus</i>	0%	7.523	0.006	**						
	<i>M. macrochaeta</i> <sup>+</sup>									**	
	<i>P. notabilis</i>							**			
	<i>P. alba</i> <sup>+</sup>	0%	9.544	0.002	**						**
	<i>W. intermedia</i>										
Pflug	Gesamt-Abundanz					**	**			***	
	Anzahl Arten	nP	15.748	0.000	***					**	
	Anteil Juveniler										
	<i>I. minor</i> <sup>+</sup>	nP	11.661	0.001	**						
	<i>L. cyaneus</i> <sup>+</sup>									**	
	<i>M. minimus</i>								**		
	<i>M. macrochaeta</i> <sup>+</sup>										
	<i>P. notabilis</i>	nP	9.948	0.002	**		**			***	
	<i>P. armata</i> <sup>+</sup>									***	
	<i>P. alba</i> <sup>+</sup>				**						
<i>W. intermedia</i>	P	7.644	0.006	**					***		

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Der Einsatz des Pfluges auf die Gesamtwohndichten der Collembolen war statistisch nicht sicherbar. Mittelwerte (MW) über N Proben und Standardabweichung (SD) pro Einstich (i.d.R. 0 - 10 cm, für Tiefe: a: 0 - 5 cm und b: 5 - 10 cm getrennt). Insg. - entspricht Mittelwert über alle Proben der Hauptuntersuchung; + - die nicht weiter identifizierbaren Juvenilen (diese wurden der Gattung dieser Art zugerechnet). WG - Wintergerste; WW - Winterweizen; 0 % - 0 % Herbizidauf; 100 % - 100 % Herbizid; nw - nicht-wendende Bodenbearbeitung; w - wendende Bodenbearbeitung.

Nur Irrtumswahrscheinlichkeiten p unter 0,01 werden genannt. Var - Variante mit höheren Werten; WG - Wintergerste; WW - Winterweizen; 0 % - 0 % Herbizid; 100 % - 100 % Herbizid; nP - pfluglose Variante; P - Pflug.

## 4.2.3 Ergebnisse der Vergleichsserien

### 4.2.3.1 Dauerparzelle

Um eine Information zur Reaktion der Collembolen-Population auf ein und derselben Parzelle im Zeitablauf zu gewinnen, wurde die Parzelle D 14 als Dauerparzelle gesondert beprobt. Da hier die statistische Sicherung nicht im Vordergrund stand, wurden jeweils nur zwei Einstiche in 0 - 10 cm pro Termin entnommen. In zeitlicher Reihenfolge wurde die Bestellung mit Sommerweizen (Mai bis Juli 1999), Raps (Oktober 1999 bis April 2000) und Wintergerste (Oktober 2000 bis April 2001) erfasst, jeweils in den Varianten gepflügt/ungepflügt sowie 0 % und 100 % Herbizidaufwandmenge.

Eine interessante Information ergibt diese Betrachtung vor allem für den standortkonkreten Übergang zwischen den geprüften Feldfrüchten Sommerweizen - Raps - Wintergerste. Die Gesamt-Abundanzen liegen unter Sommerweizen niedrig im Vergleich zum Hauptversuch, diejenigen unter Raps intermediär zwischen Sommerweizen und Wintergerste. Auffällig sind die fast durchgehend hohen Artenzahlen (Anlage 76). Im Vergleich der Tiefenstufen 0 - 5 cm und 5 - 10 cm zeigt die Dauerparzelle im Oktober 2000 eine herausragend hohe Abundanz, jedoch nur im gepflügten Teil in den oberen, im ungepflügten Teil in den unteren Bodenschichten (Anlage 77). In einem Einzelfall wurden im Mai 1999 in der Parzelle mit Variante "Sommerweizen/gepflügt" keine Collembolen angetroffen.

Trotz der verringerten Zahl der Stichproben weisen Jahr/Kultur einen gesicherten Einfluss ( $p < 0.001$ ) auf die Gesamt-Abundanz und eine schwächer signifikante Wirkung ( $p < 0.01$ ) auf die Artenzahl aus.

### 4.2.3.2 Brache

Die Brache wurde 1998 zu zwei Terminen, 1999 zu sechs Terminen, 2000 und 2001 zu je drei Terminen beprobt. Sie weist die höchste und ausgeglichene Artenzahl und Abundanz auf (Anlage 68 und Anlage 75). Im Vergleich zu den Parzellen des Hauptversuches ohne Herbizid, aber gepflügt liegen die Gesamt-Abundanzen der Collembolen in der Brache stets höher (Anlage 78).

Auf der Basis der dominanten Arten trifft dies vollkommen auf *M. macrochaeta* und *P. notabilis* zu, eingeschränkt auch für *I. minor*, während *P. armata* etwa gleiche Häufigkeiten in der Brache und den Parzellen des Hauptversuchs aufweist. Eindeutig durch die Bodenbearbei-

tungsbedingungen gefördert wird dagegen typischerweise *F. fimetaria*, die in der Brache fast nicht vertreten ist.

## 4.2.4 Diskussion

### 4.2.4.1 Standortkennzeichnung durch die Collembolenfauna

Eine Standortkennzeichnung durch die Collembolenfauna setzt die Kenntnis der geographischen und bodenkundlichen Situation und der Art der Bodenbewirtschaftung voraus. Die hierfür wesentlichen Daten sind unter Abschnitt 2.1 und 4.1 zusammengefasst.

Eine Übersicht über die Collembolenfauna in zentraleuropäischen Äckern [FROMM (1998)] zeigt eine durchschnittliche Abundanz von 5000 bis 30000 (2000 bis 42000) Individuen/m<sup>2</sup>. Die Artenzahlen liegen zwischen 21 und 47; in Nordeuropa auch darunter [LAGERLÖF & ANDRÉN (1991)], bei Anteilen von Dauergrünland auch darüber (in Scheyern: 59). In diesem Rahmen ist die Collembolenfauna des Versuchsgeländes Glaubitz mit 49 (inclusive Voruntersuchung von GRIEGEL: 56) Arten und 13000 (Sommerhalbjahr unter Winterweizen) bis 53000 (Brache) Individuen/m<sup>2</sup> als durchschnittlich bis gut entwickelt einzustufen. Geringere Artenzahlen und Dichte-Angaben aus nur einjährigen Untersuchungen sind nicht repräsentativ.

In ihrer Artenzusammensetzung sind diese durch langjährige Agrarkultur geprägten Collembolen-Gemeinschaften sehr einheitlich durch die Dominanz von *Mesaphorura* (meist *macrochaeta*, ältere Angaben als "*Tullbergia krausbaueri*"), *Parisotoma notabilis*, *Protaphorura armata*, *Isotomiella minor*, *Folsomia fimetaria* und weniger anderer Arten gekennzeichnet [FROMM (1998), MARTENS et al. (2000)]. Insofern ist die Collembolen-Gemeinschaft des Versuchsgeländes Glaubitz als durchaus typisch zu bezeichnen. Anders als in Wäldern, Dauergrünland oder natürlichem Offenland übt die landwirtschaftliche Nutzung die dominante Wirkung in der Ausformung der Collembolen-Besiedlung aus.

### 4.2.4.2 Standortkennzeichnung und Bioindikation der Versuchsanlage durch die Oligochaetenfauna sowie durch Mollusken

Erhebungen zur Oligochaetenfauna (getrennt nach Lumbriciden und Enchytraeiden) wurden im Herbst 1997 und Frühjahr 1998 unter Wintergerste von KÜHLE (1998) auf den Parzellen des Versuchsblockes 18 mit allen Stufen der

Herbizidgabe, jeweils pfluglos und gepflügt, durchgeführt. Parallel untersuchte KÜHLE die Dauerbrache (vgl. Abschnitt 2.2.3) mit und ohne Einsaat. In Fortsetzung unternahm KÜHLE (1999) eine Untersuchung nur der Lumbriciden unter Wintergerste in den Parzellen des Versuchsblockes 11 und in der Dauerbrache im Oktober 1998 und im Mai 1999 vor. Vor dieser Prüfzeit liegen nur Ergebnisse für Oktober 1998 in Wintergerste vor. Die Enchytraeidenfauna erwies sich als nur schwach repräsentiert und für eine weitere Prüfung auf Indikatorwirkung wenig geeignet. Mit insgesamt sieben nachgewiesenen Arten zeigte die Lumbricidenbesiedlung dagegen eine beachtliche Präsenz, die sich durch die absolute Dominanz des Tauwurms (*Lumbricus terrestris*) als Tiefgräber (anecische Lebensform) und das Fehlen von Streubewohnern (epigäische Lebensform) - auch in der Brache - auszeichnet. Bei Untersuchungen im Rahmen des INTEX-Projektes [POTTHOFF & BEESE (2000)] ergab sich unter vergleichbaren Bedingungen, dass in gepflügten Böden nur vier bis sechs Regenwurmart, in nicht gewendeten Böden aber sechs bis neun Arten in wenigstens doppelter Individuenzahl auftraten.

Im Glaubitzer Versuchsbereich weisen die Biomassen in der Brache mit 109,9 g/m<sup>2</sup> im Herbst 1997 und noch immer 64,4 g/m<sup>2</sup> im Frühjahr 1998 auf eine hohe produktionsbiologische Potenz der Regenwürmer hin. Diesen Werten kommt im Herbst 1997 die Variante "pfluglos, ohne Herbizide" mit 99,0 g/m<sup>2</sup> am nächsten, wogegen bei Anwendung von 25 % sowie 50 % Herbizidaufwandmenge überraschenderweise die gepflügten Teilparzellen vier- bis sechsmal höhere Biomassen als die ungepflügten aufwiesen.

Erst bei 100 % Herbizidaufwandmenge kehrte sich dieses Verhältnis wieder um. Bei "situationsbezogener Herbizidanwendung" lagen die pfluglosen Parzellen im Herbst hinsichtlich der Lumbriciden-Biomasse doppelt so hoch, im Frühjahr um die Hälfte niedriger als die gepflügte. Eine biologische Erklärung dieser quantitativ nicht gesicherten Befunde kann sich weit eher auf Vermutungen als auf gesicherte Beweise stützen. Aus Vergleichen zwischen Labortests und Feldversuchen ist bekannt, dass die Reaktion von Regenwürmern auf Pflanzenschutzmittel-Applikationen u.a. stark von der Witterung abhängig ist [KULA (1994)].

Somit resultiert aus diesen Untersuchungen einerseits die hohe Bedeutung der Lumbriciden für alle bodenbiologischen Prozesse in der Versuchsfläche Glaubitz, andererseits die Not-

wendigkeit, Erhebungen an der Regenwurmfaua statistisch zu sichern, um verlässliche Aussagen zu gewinnen. Da diese statistische Sicherung ohne raumzerstörende Einflüsse in der Blockanlage des Versuches nicht möglich war, wurden die Untersuchungen an Lumbriciden aufgegeben.

Der von SCHNIEBS & POHL (1999) vorgelegte Versuch, Mollusken als Bioindikatoren für die Versuchsflächen Glaubitz einzusetzen, zeigte deutlich, dass die von der aktuellen Feuchtigkeit abhängige Aktivität von Schnecken, insbesondere Nacktschnecken, unter den gegebenen Verhältnissen keine nutzbare Indikatorwirkung ergab.

#### **4.2.4.3 Einfluss des Pflanzenanbaues in Form der Fruchtfolge (Wintergerste und Winterweizen in der Futterbaufruchtfolge)**

Der Einfluss der konkreten landwirtschaftlichen Nutzung auf die Bodenfauna geht nur insoweit direkt auf die angebaute Pflanzenart zurück, als Zeitdauer und Intensität der Bodendeckung, Quantität und Inhaltsstoffe der welkenden Pflanzenteile und Aktivität der Rhizosphäre von dieser abhängen [DUNGER (1983), KNAUER (1994)]. Da beide letztgenannten Faktoren nachwirken, kommt auch der Vorfrucht Bedeutung zu.

Oft wird die Bodenfauna aber einschneidender durch die spezifischen ackerbaulichen Maßnahmen wie Zeit und Art der Saatbettbereitung, Düngung, Pflege und Gabe von Pflanzenschutzmitteln und besonders Art und Zeitpunkt der Ernte berührt. Da dies für die beiden Fruchtarten sowohl in den einzelnen Jahren als auch hinsichtlich der Applikation verschiedener, an die Verunkrautungssituation angepasster Wirkstoffe, variabler Düngergaben und des Zwischenfruchtbaues entsprechend der Grundfrage des Dauerversuches variierte (siehe Abschnitt 2.1 und 4.1.4), lässt sich das Versuchsdesign nicht ausreichend auf einen konkreten Wirkfaktor konzentrieren, um für die Collembolen zu Aussagen zu gelangen, die einer statistischen Sicherung zugänglich sind.

#### **4.2.4.4 Einfluss der Bodenbearbeitung**

Die Bodenbiologie sieht in der mechanischen Veränderung des Bodengefüges grundsätzlich eine Störung der Lebensprozesse [HENDRIX et al. (1986)]. Von ungepflügten Feldflächen werden vorrangig um mehr als 100 % erhöhte Abundanzen auch der Bodenmesofauna, z. B. der Collembola, beschrieben [EDWARDS (1977), BERTOLANI et al. (1989)].

Der Einfluss einer Bodenbearbeitung auf Bodenorganismen kann jedoch nicht generalisierend als positiver oder negativer Faktor beurteilt werden. Je nach Jahreszeit der Bearbeitung, Tiefe des Schälens, Intensität des Rotors und des Einbringens verfügbarer organischer Substanz werden sehr unterschiedliche Wirkungen erzielt [FRIEBE et al. (1991), FRIEBE (1993), LARINK (1998)]. Im Rahmen des mit dem hier durchgeführten Langzeitversuch relativ gut vergleichbaren INTEX-Projektes fanden MARTENS et al. (2000) immerhin, dass die Bearbeitungsvariante mit Pflug im Mittel die dreifache Collembolen-Dichte aufwies als im Vergleich zur pfluglosen Variante. Auch fanden sie den Bodenkörper bis 20 cm Tiefe bei Pfluganwendung gleichmäßiger besiedelt als ohne Pflug, wo die Siedlungsdichte nach unten sehr schnell abnahm. Diese Verhältnisse geben allerdings vorrangig Auskunft über die Verteilung der organischen Substanz im Boden, in deren Folge sich das Siedlungsverhalten der Collembolen ändert.

#### **4.2.4.5 Einfluss der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln: Herbizide und Insektizide**

Agrochemikalien beeinflussen die Bodenfauna entweder direkt (Direktkontakt) oder aber indirekt über Veränderungen im Habitat [KROGH (1994), DUNGER (1995)]. Vom Standpunkt der Ökotoxikologie wird ein gegebenes Risiko unzulässig vereinfachend beurteilt, solange die chemische Spezifik der angewandten Umweltchemikalien im Boden und in der Nahrungskette nicht nach Kenntnissen, die aus der Beobachtung vollständiger Lebenszyklen betroffener Organismen gewonnen sind, berücksichtigt wird [ERNST (1999)].

Für Collembolen sind ökotoxikologische Untersuchungen an über 30 Einzelarten vorgenommen worden, die - was durchaus typisch für den Schwerpunkt dieses Forschungsbereiches ist - vorwiegend Bewohner der Agrarlandschaft sind [ACHAZI et al. (2000)].

Über Direktwirkungen der Bestandteile des Fenikans, Isoproturon und Diflufenican, liegt jeweils eine aktuelle Information vor. KROGH & JENSEN haben 1998 Untersuchungen über die Reaktion von Mikroarthropoden, insbesondere Collembolen auf die Einwirkung von Diflufenican im Laborversuch und im Freilandtest publiziert. Sie applizierten das Herbizid in anwendungsüblichen Konzentrationen und bis zu 100fachen Überdosen und beobachteten hierbei keine negative Antwort, weder hinsichtlich der Abundanz der Adulten oder der Juvenilen

noch eine Reduzierung der Reproduktion. Sie halten es für unwahrscheinlich, dass Diflufenican aktuell oder auch bei Langzeitanwendung die Mikroarthropodenfauna schädigt.

Zur Prüfung der Einwirkung von Isoproturon liegt eine unpublizierte persönliche Vorab-Information von Prof. J.-F. Ponge (Paris) vor. Er verwendete Madit D, ein Herbizid, welches zu 50 % Isoproturon enthält, für Laborprüfungen mit Collembolen in praxisüblicher Dosierung. In Gefäßen mit auf diese Weise kontaminierten Böden ließen die Versuchstiere keinerlei negative Reaktion erkennen. Gegenüber mit Isoproturon imprägnierten Teststreifen zeigten die Collembolen jedoch ein Vermeidungsverhalten. Prof. Ponge erwartet daher keine durch Isoproturon verursachten Veränderungen der Collembolen-Population und ein rasches Abklingen eventueller Abwehr-Reaktionen.

Dies hängt letztlich von dem Rückstandsverhalten der beiden Bestandteile von Fenikan ab. Nach Untersuchungen von REESE-STÄHLER et al. (1996, 1999) war ein halbes Jahr nach Applikation nur noch etwa 2 % des Diflufenican, aber noch ein Drittel des Isoproturon im Boden nachweisbar. Hiervon waren wiederum nur 1 % der Gesamtgehalte an Diflufenican und 10 % von Isoproturon wasserextrahierbar und somit potenziell pflanzenverfügbar bzw. für Bodentiere wirksam.

Alle diese Ermittlungen laufen darauf hinaus, dass Direktwirkungen von Fenikan nicht oder nur anfänglich minimal zu erwarten sind und dass Langzeitwirkungen, insbesondere durch Addieren jährlich erneuter Gaben, ausgeschlossen werden können. Das gilt mit hoher Wahrscheinlichkeit auch für eine mögliche Weitergabe über das Nahrungsnetz.

Als indirekter Einfluss ist (fast ausschließlich) die beabsichtigte Herbizidwirkung des Fenikans und möglicherweise auch der übrigen eingesetzten Herbizide zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 2), d. h. die Reduktion von Unkräutern. Aus biologischen Gründen ist zu erwarten, dass das Ausbleiben einer Verunkrautung der Prüfparzellen für die Collembolen zweierlei Nachteile bedeutet. Einerseits erbringen Unkräuter nutzbare Nettoprimärproduktion, die über Wurzelaktivität, Anregung der mikrobiellen Umsetzung und letztlich Anfall absterbender organischer Substanz (vorübergehende Bildung einer mehr oder weniger deutlichen Mulchdecke) Verbesserungen der Lebensbedingungen der Collembolen bewirken. Andererseits bedeutet das Fehlen von Kräutern zwischen den Getreidehalmen eine Minderung der Boden-

deckung und damit eine Verschiebung des Mikroklimas an der Bodenoberfläche zu wärmtrockenen Verhältnissen.

Im Detail lassen die vorliegenden Resultate der realen Unkrautentwicklung eine weitergehende Prüfung von Wechselwirkungen zwischen Vegetation und Bodenfauna zu. Generell ist festzustellen, dass die Reaktion der Collembolen auf die Anwendung von Herbiziden sehr differenziert erfolgte, was mit der Annahme einer ausschließlich indirekten Einwirkung harmoniert. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, nachdem z. B. PRASSE (1978) nach einer fünfjährigen Prüfung von Herbizidwirkungen in Agro-Ökosystemen von Etzdorf (Saalkreis) nicht nur bei einigen Arten der Mikroarthropoden signifikante Abundanz erhöhungen, bei anderen ebenfalls signifikante Abundanzminderungen feststellte (analog den Ergebnissen in Glaubitz), sondern diese Veränderungen mit einer parallel vorgenommenen manuellen Unkrautbekämpfung vergleichen konnte. Diese Auswertung führte "im Wesentlichen zu gleichen Veränderungen wie nach Herbizidapplikation", was PRASSE schon damals zu der Feststellung veranlasste, dass die Bodenmikroarthropoden durch Herbizide vorwiegend indirekt beeinflusst werden, also "durch die nach Vernichtung der Unkräuter veränderten Lebensbedingungen".

Als alleiniger Wirkpfad erklärt die Unkrautvernichtung jedoch die Ergebnisse des Langzeitversuches in Glaubitz noch nicht. Die Variabilität der Reaktionen deutet auf eine Mehrschichtigkeit der Kausalität, wenngleich der Faktor Unkraut sichtbar dominant ist. Die Untersuchungen zur Auswirkung der integrierten Unkrautbekämpfung mit Fenikan durch NEUHAUS (1996, 1999) an Bodenalgeln und durch MALKOMES (1996, 1999) an der mikrobiellen Aktivität ergaben - wiederum in differenzierter Art und Stärke - hemmende Einflüsse des Fenikan auf das Wachstum von Bodenmikroorganismen. Da Collembolen - insbesondere die hier dominanten Arten - vorwiegend mikrobiophag sind, ist auch hierüber ein Teil der insgesamt signifikant negativen Einwirkung von Fenikan erklärbar. Die im Detail vorherrschende Unschärfe der jeweiligen Reaktion findet sich in den Befunden besonders von NEUHAUS wieder, der z. B. bei der Kieselalge *Navicula spec.* direkt nach der Fenikan-Applikation eine Reduktion bis zu 88 % fand, die jedoch später in eine starke Stimulation überging, so dass diese Alge gegen Versuchsende um 100 % über der Kontrolle lag. Insgesamt bedeutet also der Einsatz einer Agrochemikalie, auch wenn sie möglicherweise sehr effektiv nur an einer Orga-

nismengruppen - hier Unkräuter - angreift, eine Störung des Nahrungsnetzes im Agro-Ökosystem, die komplexe Reaktionen hervorruft [MOMMERTZ et al. (1995), PANKHURST et al. (1995)].

#### 4.3 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Im Langzeitversuch auf dem Versuchsfeld Glaubitz wurden die Collembolen als repräsentative Gruppe der Kleinarthropoden über einen Zeitraum von acht Jahren, also sehr lange untersucht, allerdings erst in den letzten drei Jahren (seit Herbst 1998) in ausreichender Intensität. Es hat sich gezeigt, dass die Collembolenfauna aller Parzellen der Futterfruchtfolge trotz z. T. 15-jähriger Behandlung mit verschiedenen Herbiziden ungeschädigt und in für Agro-Ökosysteme typischer Ausbildung aktiv ist. Das gilt sowohl für die Besiedlungsdichte als auch für den Artenbestand, der vergleichsweise sogar als hoch eingestuft werden kann.

Für die Regenwurmfauna, die allerdings nur zu drei Probeterminen erfasst werden konnte, gilt dies mit Einschränkung. Zwar liegen die gefundenen Biomassen nicht nur in der Brache, sondern auch in den Versuchspartellen vergleichsweise hoch. Dies ist jedoch nur auf die hohe Aktivität des tiefgrabenden Tauwurmes zurückzuführen, während einige auch für Agro-Ökosysteme typische Arten nicht nachgewiesen werden konnten. Hieraus ist jedoch nicht mit Bestimmtheit zu folgern, dass hier eine über das normale Niveau hinausgehende Schädigung der Lumbricidenfauna durch Maßnahmen des Ackerbaues vorliegt.

Darüber hinaus wurden Versuche unternommen, die Reaktionen der Bodenfauna an Enchytraeiden und an Mollusken zu studieren. Beide Tiergruppen haben sich als nicht geeignet erwiesen, was für Enchytraeiden nicht generalisiert werden kann.

Der Einfluss spezieller Ackerbaumaßnahmen auf die Bodenfauna ist nur für die Collembolen in einem für die statistische Sicherung ausreichenden Umfang untersucht worden.

Für das Erkennen von Einflüssen der angebauten Fruchtart auf die Collembolenfauna war die Versuchsanlage wenig geeignet, da die Probenahme in der Fruchtart Wintergerste stets im Winterhalbjahr, in Winter- bzw. Sommerweizen aber im Sommerhalbjahr erfolgte. Höhere Abundanzen der Collembolen unter Wintergerste sind eher der Jahreszeit zuzurechnen als den Auswirkungen der Wintergerste als Fruchtart. Im Übrigen ist die Schlussfol-

gerung berechtigt, dass die langjährig intensive Nutzung der Ackerböden der Versuchsanlage zu einer relativ stabilen Dynamik der Collembolen im Jahresgang geführt hat.

Die Art der Bodenbearbeitung hat, wie zu erwarten, keinen signifikant negativen Einfluss auf die Collembolenfauna, soweit es nur die mechanische Störung betrifft. Wohl aber lohnt eine Nachbearbeitung der erhaltenen Ergebnisse mit einer genaueren Kenntnis der Verlagerungen, die die tote organische Substanz im Zuge der verschiedenen Bodenbearbeitungen auf den untersuchten Parzellen konkret erfahren hat. Hieraus leitet sich die Empfehlung ab, bei kommenden bodenbiologischen Prüfungen von Feldversuchen diese Komponente bereits im Versuchsansatz als Prüffaktor zu definieren und im Versuch nach Möglichkeit zu quantifizieren. Das gilt ausdrücklich auch für alle Düngungsmaßnahmen.

Zum Einfluss der Herbizidanwendung konnten Literaturrecherchen für das Herbizid Fenikan ausgeführt werden. Durch Bewertung der gesicherten Ergebnisse wurde zweifelsfrei erkannt, dass die Kombination aus Diflufenican und Isoproturon, möglicherweise jedoch auch die übrigen angewendeten Herbizide, keine direkte Schädigung der geprüften Gruppen der Bodenfauna zur Folge haben. Dennoch vorhandene statistisch gesicherte Veränderungen lassen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die jeweilige Ausbildung der Unkrautflora bzw. den Anfall abgestorbener organischer Substanz hieraus zurückführen.

Die Reaktion der Collembolen auf diese Veränderungen konnte allerdings nur suboptimal erfasst werden, da der bei der Versuchsplanung eingangs festgelegte Zeitablauf der Probenahme diese Frage nicht berücksichtigte. Die aus den Jahren 1993 - 98 vorliegenden Voruntersuchungen gingen ohne Zweifel von einer nachweisbaren Direkteinwirkung des Fenikan auf Collembolen aus. Diese Erwartung wurde als Grundlage für die weitere Bearbeitung übernommen.

Die vorgelegte Untersuchung hat über einen ausreichenden Zeitraum nachgewiesen, dass die Bodenfauna in der Lage ist, sich auf das angewendete Ackerbau-Regime einschließlich der Anwendung von Fenikan und anderen Herbiziden einzustellen, ohne ihre Funktion der Aktivierung der Umsetzungsprozesse einzubüßen. Die günstigsten Werte wurden ohne wendende Bodenbearbeitung erreicht, eine Intervall-Anwendung einer Pflugfurche kann jedoch als auch langfristig unbedenklich angesehen

werden. Entscheidend ist hierbei, dass das Pflügen rechtzeitig im Jahr erfolgt, weil insbesondere endogäische Regenwurmarten bei Frosttemperaturen in den aufgeworfenen Schollen erfrieren. Auch ist der Verlust durch Vögel während des Pflügens zu bedenken. Für Kleinarthropoden ist entscheidend, dass die angefallenen Vorräte an organischem Material (Stroh etc.) nicht zu tief (nicht unter 20 - 30 cm) eingepflügt werden, weil sich dort nur spezialisierte euedaphische Arten am Abbau beteiligen können. Im übrigen ist für die Siedlungsdichte dieser Gruppe der Bodentiere der Gesamtanfall an organischer Substanz entscheidender als die Anwendung oder Vermeidung des Pfluges.

## 5 Zusammenfassung

Im Jahr 1985 wurde im heutigen Landkreis Riesa-Großenhain ein Langzeitversuche angelegt und von 1991 bis 1993 an die veränderten Rahmenbedingungen angepasst. Um die bereits aufgebauten Fruchtfolgeeffekte und die Wirkungen der unterschiedlichen Intensität der Herbizidanwendung nicht zu verlieren, wurde die Versuchsanlage jedoch nicht grundsätzlich geändert und bis 2001 weitergeführt. Hinzu kamen seit 1994 zwei weitere Versuche. In vorliegender Arbeit sind die Langzeitauswirkungen zweier langjährig unterschiedlicher Fruchtfolgen, einer wendenden und einer konservierenden Bodenbearbeitung, in fünf Stufen gestaffelter Herbizidaufwandmengen und Stickstoffgaben, langjähriger mechanischer und unterbliebener Unkrautbekämpfung und die Entwicklung einer Ackerbrache mit und ohne gezielter Ansaat dargestellt.

In einem der drei Langzeitversuche wurden nach 1994 weitere Versuche und Voruntersuchungen durchgeführt. Ab 1999 bis zum Jahr 2001 wurden dann Untersuchungen zu Blatt-, Fuß- und Ährenkrankheiten in jeweils gepflügte und ungepflügte Teilstücke der Versuchsanlage integriert und zusätzlich, aufbauend auf Voruntersuchungen, Versuche zur Eignung von Collembolen als Bioindikatoren angestellt. Ziel war dabei unter anderem, einen möglichen zu erwartenden Nutzen für die Sächsische Agrarverwaltung im Bereich der umweltgerechten Landwirtschaft abschätzen zu können.

Anhand der Entwicklung der Verunkrautung konnte aufgezeigt werden, dass Langzeitversuche unerlässlich sind, um langfristige Auswirkungen einzelner Bewirtschaftungsmaßnahmen oder komplexer Wechselwirkungen zwischen ihnen erkennen und beschreiben zu können. Neben bereits bis 1998 ersichtlichen Entwicklungen in der Unkrautgemeinschaft konnten im



Untersuchungsraum bis 2001 neue Trends und Effekte, zum Teil sogar in gegensätzlicher Richtung aufgezeigt werden. Die langfristige Entwicklung der Verunkrautung war in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Art und Umfang sowie Intensität der Unkrautbekämpfung und Stickstoffdüngung erwartungsgemäß völlig verschieden. Es konnten deutliche Unterschiede in der Unkraut- und Ertragsentwicklung zwischen den beiden Fruchtfolgen, der Intensität der Unkrautbehandlung und Stickstoffdüngung und in geringerem Maße auch zwischen den beiden Bodenbearbeitungssystemen dargestellt werden. Auch bei der Kombination der verschiedenen Merkmale wurden deutliche Graduierungen sichtbar. Dies lässt ein kritisches Beleuchten möglicher Auswirkungen der einseitigen Förderung bzw. Anwendung einzelner Bewirtschaftungsformen und Intensitätsstufen zu.

Eine langfristig getreideintensive Marktfruchtfolge ohne Pflugeinsatz führt zu einem deutlichen Anstieg der Verunkrautung. Die nach Art und Stärke der Verunkrautung ausgerichtete "situationsbezogene" Unkrautbekämpfung ist Stand der guten fachlichen Praxis und kann bei optimalen Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungsvoraussetzungen auch langfristig sichere Unkrautkontrolle und Ertragssicherheit mit geringeren als den maximal zulässigen Aufwandmengen garantieren. Dazu gehören aber auch durch optimale Stickstoffdüngung und Sortenwahl gut entwickelte, konkurrenzstarke Kulturpflanzenbestände.

Brachen auf Ackerland können in Abhängigkeit vom Standort-, Diasporen- und Biotoppotential zu einer Bereicherung der Landschaft führen und sind als zumindest zeitweilige Rückzugsareale für seltene und so genannte "Rote-Liste Arten" geeignet. Als Bestandteil der Kulturlandschaft bedürfen aber auch sie einer Bewirtschaftung, deren Intensität am Entwicklungsziel der Brache zu orientieren ist.

Ein Einfluss der unterschiedlichen Bodenbearbeitung (gepflügt, pfluglos) auf die Stärke des Auftretens von *Rhizoctonia*, Schwarzbeinigkeit und Halmbruchkrankheit war in allen drei Getreidearten nicht nachweisbar. Die Befallsunterschiede der untersuchten Fuß- und Halmbasiserkrankungen waren in erster Linie fruchtfolgebefehdet.

Die Untersuchungen der Blattkrankheiten ergaben keine Befallsbeeinflussung durch die Bodenbearbeitung bei Mehltau- und Rostpilzen, *Septoria*-Arten und der *Rhynchosporium*-Blattfleckenkrankheit. Deutliche Befallsunterschiede

zwischen den zwei Bodenbearbeitungsverfahren konnten in Weizen am Auftreten der *Helminthosporium*-Blattdürre 2001 festgestellt werden. Die Ergebnisse bestätigten, dass die pfluglose Bodenbearbeitung den Befall durch die *Helminthosporium*-Blattdürre fördert.

Die Untersuchungen an Roggen, Triticale und Weizen zum Auftreten der Taubährigkeit ergaben jeweils höhere Anteile bei der pfluglosen Bodenbearbeitung in den Fruchtfolgegliedern der Marktfruchtfolge sowie bei Weizen nach Vorfrucht Mais. Während bei der Marktfruchtfolge die Ursache für die Taubährigkeit nicht eindeutig einer Krankheit zuzuordnen war, konnte dies bei Weizen nach Vorfrucht Mais auf das Auftreten von Fusariosen zurückgeführt werden. Die Bestimmung des Fusariumbefalls und Mykotoxingehaltes (DON) an Ernteproben von Weizen bestätigte eindeutig die Befallsförderung durch pfluglose Bodenbearbeitung nach Vorfrucht Mais.

Die Regenwurmfauna (*Lumbricidae*) war in der Biomasse stark und in der Artenzahl relativ gut entwickelt. Sie wurde von dem Tiefgräber *Lumbricus terrestris* dominiert [KÜHLE (1997, 1999)]. Reaktionen auf Versuchsvarianten lassen sich ohne hohe Flächenzerstörung nicht statistisch sichern. Die Kleinarthropodenfauna wurde am Beispiel der *Collembola* in Voruntersuchungen 1993 - 1998 (SÜSS 1996, GRIEGEL 1998), planmäßig von 1998 bis 2001 (Abt. Bodenzoologie, Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz) geprüft. Die Besiedlung durch *Collembolen* zeigt eine für mitteleuropäische Agrarlandschaften typische Artengarnitur mit hoher Diversität (56 Arten) und mittlerer bis hoher Siedlungsdichte.

Die bewirtschafteten Flächen werden von *Collembolen* in geringerer Abundanz und Diversität besiedelt als die Brache. Der hochsignifikante Einfluss der Pflanzenarten auf die *Collembolen*-Entwicklung ist saisonal gebunden: Die Wintergerste (Beprobung im Winter) zeichnet sich durch hohe Abundanz und Diversität aus. Der Winterweizen (Beprobung im Frühjahr/Sommer) ist durch einen hohen Anteil Juveniler charakterisiert.

Weitere Wechselwirkungen bestehen zu den Faktoren Herbizid, Kulturart und Tiefe. Die pfluglose Bewirtschaftung erhält hochsignifikant höhere, der Brache angenäherte Artenzahlen der *Collembolen* aufrecht, wirkt sich aber nicht mit Sicherheit auf die Abundanz und den Juvenilen-Anteil aus. Wechselwirkungen bestehen zu den Faktoren Kulturart und Herbizid.

Nach Herbizidanwendung (vorwiegend Fenikan) sanken Abundanz und Artenzahl signifikant. Soweit ökotoxikologische Tests vorliegen, ist eine Direktwirkung wenig wahrscheinlich. Eine Abhängigkeit von der Unkrautmasse liegt nahe. Auf alle Prüffaktoren können Collembolen entsprechend ihrer ökologischen Ansprüche artspezifisch reagieren.

Collembolen erweisen sich sowohl hinsichtlich der Methodik ihrer Erfassung als auch durch ihre Reaktion auf Umweltfaktoren als sensible Bioindikatoren zur Beurteilung der Landbewirtschaftung.

### Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** Lageplan des Bracheversuches

**Abbildung 2:** Vorkommen der auf Brache 1994 angesäten Pflanzenarten im Zeitraum 1999 bis 2001 im Ansaatbereich

**Abbildung 3:** Fusarium-Halmbasisbefall an Roggen 1999 und 2001

**Abbildung 4:** Halmbruchbefall in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung

**Abbildung 5:** Fusariumbefall an Weizen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung

**Abbildung 6:** Befallsverlauf von Rhynchosporium und Braunrost an Winterroggen 1999 nach wendender und nichtwendender Bodenbearbeitung

**Abbildung 7:** Befallsverlauf von Rhynchosporium und Braunrost an Winterroggen 2001 nach wendender und nichtwendender Bodenbearbeitung

**Abbildung 8:** Befallsverlauf von Septoria-Arten 2000 an Winterweizen nach Pflugeinsatz und nach nichtwendender Bodenbearbeitung

**Abbildung 9:** Befallsverlauf von Septoria-Arten 2001 an Winterweizen nach Pflugeinsatz und nach nichtwendender Bodenbearbeitung

**Abbildung 10:** HTR-Befall an Weizen in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung und Fruchtfolge

**Abbildung 11:** Halmverkürzung und Streifensymptome bereits im nekrotischen Zustand an Winterweizen im Juni 2001

**Abbildung 12:** Streifensymptome an Weizen nach Pflugeinsatz und nach nichtwendender Bodenbearbeitung

**Abbildung 13:** Anzahl tauber Ähren in Winterweizen in Abhängigkeit v. Fruchtfolge u. Bodenbearbeitungsverfahren

**Abbildung 14:** Einfluss der Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Deoxynivalenol (DON)-Belastung im Erntegut von Winterweizen 2001

### Literaturverzeichnis

ACHAZI, R. K., RÖMBKE, J., RIEPERT, F. (2000): Collembolen als Testorganismen. - In: HEIDEN, S., ERB, R., DOTT, W., EISENTRÄGER, A. (Hrsg.), Toxikologische Beurteilung von Böden. Leistungsfähigkeit biologischer Testverfahren. Spektrum, Heidelberg - Berlin : S. 83 - 102

ANONYM (2000): Öfter auf den Pflug verzichten. Konservierende Anbauverfahren helfen Kosten vermeiden. Deut. Landwirtsch. Zeitung 9/2001, S. 56 - 60

ANONYM (2001): Die Vorteile liegen auf der Hand. Aber ist pfluglose Bearbeitung auch rentabel?. Z. Neue Landwirtschaft 9; 2001, S. 34 - 36

BALGHEIM, R. & M. KIRCHNER (1998): Trespen - ein zunehmendes Problem im hessischen Wintergetreideanbau. Z. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVI, S. 475 - 483

BALGHEIM, R. & M. KIRCHNER (2002): Hinweise z. Kontrolle v. Trespen (*Bromus* ssp.) in Winterweizen. Z. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII, S. 731 - 737

BECK, R. & J. LEPSCHY (2000): Ergebnisse aus dem Fusarium-Monitoring 1989 - 1999. Einfluss der produktionstechnischen Faktoren Fruchtfolge und Bodenbearbeitung. Schriftenreihe der LBP 4, 3, S. 39 - 47

BECK, R., SÜß A. & J. LEPSCHY (1993): Fusarien verantwortlich für Bierfehler? Pflanzenschutzpraxis 2, S. 26 - 29

BERTOLANI, R., SABATINI, M.A., MOLA, L. (1989): Effects of change in tillage practices in Collembola populations.- In: DALLAI, R. (ed.), 3rd Int. Seminar on Apterygota. Siena: S. 291 - 297

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN [BMELF] (Hrsg.) 1998: Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz, KOEBELIN Baden-Baden, 56 S.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT [BMVEL] (Hrsg.) 2001: Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. Bonn, 104 S.

BURTH, U. et al. (2001): Handlungsempfehlungen für den integrierten Pflanzenschutz im Ackerbau. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. Bd. 53 (12) S. 324 - 329

DAU, A & B. GEROWITT (2002): Langjährige Entwicklung von *Cirsium arvense* (L.) Scop. bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung im Getreide. Z. für Pflanzenkrankheiten und

- Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII, S. 319 - 327
- DUNGER, W. (1982): Die Tiere als Leitformen für anthropogene Umweltveränderungen. - Decheniana - Beihefte (Bonn) 26: S. 151 - 157
- DUNGER, W. (1983): Tiere im Boden. - Neue Brehm-Bücherei Wittenberg-Lutherstadt, 280 S.
- DUNGER, W. (1995): Zur Reaktion von Bodentieren auf Fremdstoffbelastungen. - Beiträge zur Ökologie, Jena, 1: S. 67 - 81
- DUNGER, W., FIEDLER, H.-J. (1997): Methoden der Bodenbiologie. - Fischer, Jena. 2. Auflage, 539 S.
- EDWARDS, C. A. (1977): Investigations into the influence of agriculture practice on soil invertebrates. - Ann. Appl. Biol. 87, S. 515 - 520
- ERNST, W.H.O. (1999): Ökotoxikologie und Ökosysteme. - In: OEHLMANN, J., MARKERT, B. (eds.), Ökotoxikologie. Ökosystemare Ansätze und Methoden. ecomed Landsberg, S. 74 - 81
- FILSER, J. (1995): Collembola as indicators for long-term effects of intensive management. - Acta Zoologica Fennica 196, S. 326 - 328
- FRIEBE, B. (1993): Auswirkungen verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf die Bodentiere und ihre Abbauleistungen. - In: EHRNSBERGER, R. (ed.), Bodenfauna und Naturschutz. Informationen zu Naturschutz und Landschaftspflege in Nordwestdeutschland 6, S. 171 - 187
- FRIEBE, B., BRÄUTIGAM, V., GRUBER, W., HENKE, W., TERBRÜGGE, F. (1991): Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung auf biologische und physikalische Parameter von Ackerböden. - Verh. Ges. Ökol. 20. S. 29 - 39
- FROMM, H. (1998): Räumliche und zeitliche Variabilität der Collembolenfauna und ihre Bedeutung für C- und N-Umsatz in einer Agrarlandschaft. - FAM-Bericht 26, Aachen 1998, 190 S.
- FROMM, H., WINTER, K., FILSER, J., HANTSCH, R., BEESE, F. (1993): The influence of soil type and cultivation system on the spatial distributions of the soil fauna and microorganisms and their interactions. - Geoderma 60. S. 109 - 118
- GRIEGEL, A. (1998): Bericht zum Projekt "Bodenzoologische Untersuchung der Versuchsflächen Glaubitz und Methau in Bezug auf Pestizideinsatz und verschiedener Bodenbearbeitungen". Erfassung der Bodenarthropoden und Bestimmung der wichtigsten Collembolen. - Berlin, 8 S.
- HABERLAND, R. (2002): Unkrautdynamik in Zuckerrüben bei unterschiedlichen Anbauverfahren. Z. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII, S. 485 - 492
- HENDRIX, P.F., PARMELEE, R.W., CROSSLLEY, D.C., ODUM, E.P., GROFFMAN, P.M. (1986): Detritus food webs in conventional and no-tillage agroecosystems. - Bioscience 36. S. 374 - 380
- HERBORN, S. (2001): Umstellung auf ökologischen Landbau? Gaa-Journal 4/01, 25 S.
- HURLE, K. (1999): Wie weit ist die heutige intensive Landwirtschaft ökologisch vertretbar? Überlegungen zur modernen Unkrautbekämpfung. In: Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 72/2000, S. 5 - 9
- JEDICKE, E. (Hrsg.) 1997: Die Roten Listen - Gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und Biotope in Bund und Ländern. Ulmer, Stuttgart
- KNAUER, N. (1994): Bewertung verschieden intensiver Produktionsverfahren des Pflanzenbaues aus ökologischer Sicht. - Berichte über Landwirtschaft N.F. 209. Sonderheft Dynamik und Regulation von Biozönosen im Agrarökosystem, S. 196 - 211
- KNÜSTING, E., BARTELS, G., BÜCHS, W. (1991): Untersuchungen zu Artenspektrum, fruchtartspezifischer Abundanz und Abundanzdynamik von Regenwürmern bei unterschiedlich hohen landwirtschaftlichen Produktionsintensitäten. - Verh. Ges. Ökol. 20, S. 21 - 27
- KÖLLER, K. (1993): Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. Verlagsunion Agrar, Frankfurt/M. 120 S.
- KÖPPKE, U. (2000): Konzept der Unkrautregulierung im ökologischen Landbau. In: Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 72/2000, S. 57 - 70
- KREYE, H., GARBE, V., BARTELS, G. und H. HOPPE (1999): Pflanzenschutz in Weizen bei konservierender Bodenbearbeitung. Getreide 5, S. 181 - 183
- KROGH, P. H. (1994): Microarthropods as bioindicators - a study of disturbed populations. - PhD-thesis, University of Aarhus. 96 pp.
- KROGH, P. H., JENSEN, J. (1998): Effects of assessment of diflufenican for microarthropods. - National Environmental Research Institut, Dpt. Terrestrial Ecology, Silkeborg, 11 pp.

- KUDSK, P. (1989): Experiences with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor-adjusted doses. Proc. Brighton Crop Protection Conference Vol 2, 6A-1, 545 S.
- KÜHLE, J.C. (1998): Bericht zum Projekt "Bodenzoologische Untersuchungen der Versuchsfläche Glaubitz in Bezug auf Herbizideinsatz und verschiedene Bodenbearbeitung". Projektteil: Lumbriciden und Enchytraeiden. - Kubschütz, 15 S., 7 Tab., 8 Diagramme
- KÜHLE, J.C. (1999): Zwischenbericht zum Projekt "Bodenzoologische Untersuchungen der Versuchsfläche Glaubitz in Bezug auf Herbizideinsatz und verschiedene Bodenbearbeitungen". Projektteil: Lumbriciden. - Kubschütz, 3 S., 5 Tab.
- KULA, H. (1994): Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Regenwürmer (Oligochaeta: Lumbricida). Zur Problematik der Bewertung letaler und sublethaler Effekte in Labor- und Feldversuchen. - Diss. Univ. Braunschweig, 151 S.
- LAGERLÖF, J., ANDRÉN, O. (1991): Abundance and activity of Collembola, Protura and Diplura (Insecta, Apterygota) in four cropping systems. - *Pedobiologia* 35, S. 337 - 350
- LARINK, O. (1998): Bodenbearbeitung und Bodenleben. - In: Kuratorium TBL, Darmstadt (ed.), Bodenbearbeitung und Bodenschutz. Schlussfolgerungen für gute fachliche Praxis, Münster-Hiltrup, S. 80 - 90
- LARINK, O., JOSCHKO, M. (1999): Einfluss der Standorts- und Bodeneigenschaften auf die Bodenfauna. - *Handbuch der Bodenkunde* 7. Erg. Lief. 12, 41 pp.
- MALKOMES, H.-P. (1996): Langzeitversuch "Integrierte Unkrautbekämpfung", Teilthema 7: Auswirkungen von Fenikan und Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf mikrobielle Aktivitäten. - *Mitt. a.d. Biol. Bundesanst.* 321, 232 S.
- MALKOMES, H.-P. (1999): Ökotoxische Auswirkungen der Applikation von Fenikan (Diflufenican + Isoproturon) in Wintergerste bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung. Teil 2: Wirkung auf mikrobielle Aktivitäten im Boden. - *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz.* 51, S. 185 - 189
- MAROLD, R. (2000): Probleme der Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau aus der Sicht der Praxis. In: *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 72/2000, S. 10 - 13
- MARTENS, H., CHRISTIANSEN, K., SCHAEFER, M. (2000): Tausendfüßer und Springschwänze: Abundanz und Einfluss auf den Streuabbau in Ackerbausystemen. - In: STEINMANN, H.-H. & GEROWITT, B. (eds.), *Ackerbau in der Kulturlandschaft - Funktionen und Leistungen*, S. 109 - 134
- MOMMERTZ, S., LANG, A., MEBES, H., PALOJÄRVI, A., FILSER, J. (1995): Struktur und Funktion von Nahrungsnetzen in unterschiedlich genutzten Agrarökosystemen - eine Projektvorstellung. - *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.* 76/1, S. 677 - 680
- MÜLLER, U. (2001): Umstellung auf ökologischen Landbau - Das Konzept muss stimmen. *Gäa-Journal* 4/01, S. 12 - 14
- NEUHAUS, W. (1996): Langzeitversuch "Integrierte Unkrautbekämpfung" (Teilthema 6) Auswirkungen von FENIKAN und Bodenbearbeitung auf terrestrische Algen. - *Mitt. a.d. Biol. Bundesanst.* 321, 231 S.
- NEUHAUS, W. (1999): Ökotoxische Auswirkungen der Applikation von Fenikan (Diflufenican + Isoproturon) in Wintergerste bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung. Teil 3: Wirkung auf die Abundanz von Bodenalggen. - *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz.* 51, S. 197 - 204
- NIEMANN, P. (2000): Sortenwahl - Ein Element zur Unkrautunterdrückung. In: *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 72/2000, S. 27 - 34
- NIGGLI, U. & H. DIERAUER (2000): Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau der Schweiz. In: *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 72/2000, S. 17 - 26
- OBST, A. und V. H. PAUL (1993): *Krankheiten und Schädlinge des Getreides*. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen
- PALLUTT, B. (1996): Langzeitversuch "Integrierte Unkrautbekämpfung" am Versuchsgelände Glaubitz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Teilthema 1: Vorstellung der Gesamtplanung. - *Mitt. a.d. Biol. Bundesanst.* 321, S. 225 - 226
- PALLUTT, B. (2000): Unkrautunterdrückung und -bekämpfung durch Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung, Aussaatzeit, Saatmenge und Stickstoffversorgung. In: *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 72/2000, S. 35 - 46
- PALLUTT, B. (2002): Langzeitwirkung reduzierter Herbizidanwendung und Stickstoffdüngung auf Populationsdynamik und Konkurrenz von Unkräutern im Getreide. *Z. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, Sonderheft XVIII, S. 293 - 304

- PALLUTT, B. & BENNEWITZ, A. (1992): Populationsdynamik und Konkurrenz von Unkräutern in Abhängigkeit von Fruchtfolgen sowie mechanischen und chemischen Bekämpfungsmaßnahmen. Mitt. Biol. Bundesanst. 283 (1992), 366 S.
- PALUTT, B. & BENNEWITZ, A. (1996): Z. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderh. XV, S. 325 - 332
- PANKHURST, C.E., HAWKE, B.G., MC DONALD, H. J., KIRKBY, C.A., BUCKERFIELD, J.C., MICHELSEN, P., O'BRIEN, K.A., GUPTA, V.V.S.R., DOUBE, B.M. (1995): Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. - Australian J. Exp. Agriculture 35, S. 1015 - 1028
- PLAGGE, J. 2000: Probleme der Unkrautbekämpfung im ökologischen Gartenbau aus der Sicht der Praxis. In: Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 72/2000, S. 14 - 16
- POTTHOFF, M. & BEESE, F. (2000): Bodenbiologische Regelungsfunktionen in Ackerbausystemen. - In: STEINMANN, H.-H. & GEROWITT, B. (eds.), Ackerbau in der Kulturlandschaft - Funktionen und Leistungen. S. 81 - 108
- PRASSE, J. (1978): Die Struktur von Mikroarthropodenzoosen in Agro-Ökosystemen und ihre Beeinflussung durch Herbizide. - Pedobiologia 18, S. 381 - 383
- REESE-STÄHLER, G., KLEMENTZ, D., PESTEMER, W. (1996): Langzeitversuch "Integrierte Unkrautbekämpfung" Teilthema 4: Rückstandsverhalten von Fenikan unter dem Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsmaßnahmen - Vergleich gemessener und simulierter Rückstandsgehalte von Diflufenican und Isoproturon. - Mitt. a. d. Biol. Bundesanst. 321, 229 S.
- REESE-STÄHLER, G., PESTEMER, W., PALLUTT, B. (1999): Ökotoxische Auswirkungen der Applikation von Fenikan (Diflufenican + Isoproturon) in Wintergerste bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung. Teil 1: Allgemeine Angaben zur Versuchsdurchführung und das Rückstandsverhalten von Diflufenican und Isoproturon unter dem Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsmaßnahmen. - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 51. S. 176 - 184
- RODEMANN, B. & BARTELS, G. (2000): Bekämpfung von *Drechslera tritici-repens* und deren Wirtschaftlichkeit. Sonderdruck Getreide 1, S. 12 - 15
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2000): Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL) RL-Nr.:73/2000, v. 8. November 2000. Sächsisches Amtsblatt, Sonderdruck Nr. 7/2000 v. 8. Dezember 2000, S. 261 - 280
- SCHMIDT, W., DOIL, D. & O. NITZSCHE (1999): Konservierende Bodenbearbeitung in Sachsen. Z. Neue Landwirtschaft 5/99, Sonderdruck
- SCHNIEBS, K., POHL, A. (1999): Zwischenbericht nach zwei Probenahmen zum Projekt "Bodenzoologische Untersuchungen der Versuchsfläche Glaubitz in Bezug auf Pestizideinsatz und verschiedener Bodenbearbeitungen". Mollusca. - Dresden, Ms. 4 S.
- SCHULZ, D. (1991): Rote Liste der im Freistaat Sachsen ausgestorbenen und gefährdeten wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen. In: INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSFORSCHUNG UND NATURSCHUTZ - ARBEITSGRUPPE DRESDEN (Hrsg.) Rote Liste der Großpilze, Moose, Farn- und Blütenpflanzen sowie Wirbeltiere und Tagfalter im Freistaat Sachsen. 135 S.
- SIEVERT, M. (2000): Aspekte des Pflanzenschutzes in Winterraps, Winterweizen und Wintergerste bei nichtwendender Bodenbearbeitung. Cuvillier Göttingen, 163 S.
- SPRENGER, B.; BELDE, M. & H. ALBRECHT (2002): Populationsdynamik von Ackerwildpflanzen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung und der Fruchtfolge. Z. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII, S. 277 - 285
- SÜSS, A. (1996): Langzeitversuch "Integrierte Unkrautbekämpfung" Teilthema 5: Auswirkungen von Fenikan und Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf die Bodenmesofauna. - Mitt. a.d. Biol. Bundesanst. 321, 230 S.
- SÜSS, A., von VOSS, J. (1999): Ökotoxische Auswirkungen der Applikation von Fenikan (Diflufenican + Isoproturon) in Wintergerste bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung. Teil 4: Auswirkungen auf Collembolen und Bodenmilben. - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 51, S. 205 - 211
- WICK, M. & D. ROßBERG (2001): Schätzung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 54 (3), S. 69 - 73

## Anlagenverzeichnis

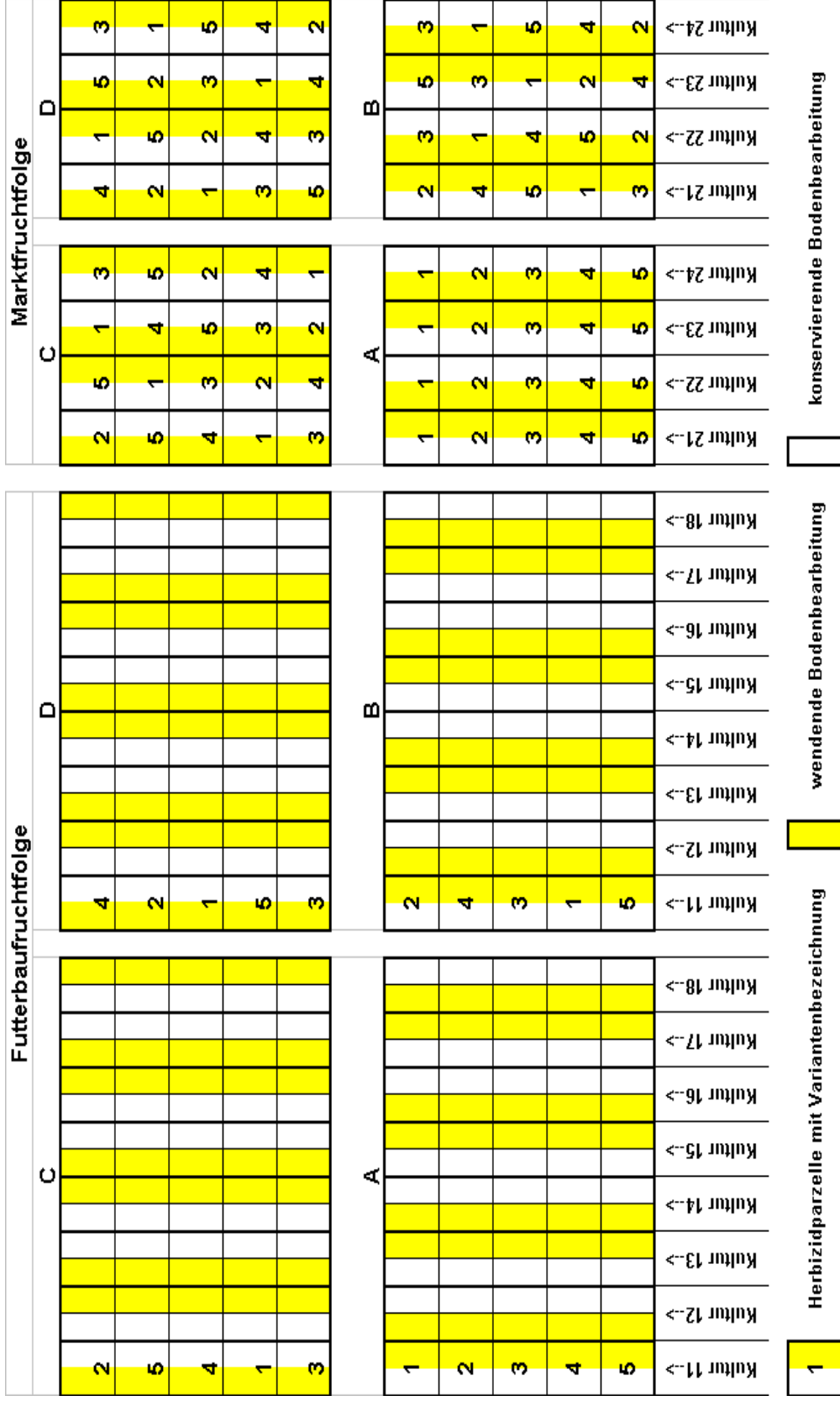
- Anlage 1: Lageplan des Versuchsfeldes zur integrierten Unkrautbekämpfung
- Anlage 2: Pentadenwerte der Wetterstation Salbitz - Lufttemperatur ( $\varnothing$ ), Luftfeuchtigkeit und Niederschlag, 1999, 2000 und 2001
- Anlage 3: Anlage des Versuches zu Auswirkungen unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsverfahren und gestaffelter Stickstoffgaben (Abschnitt 2.2.2)
- Anlage 4: Auflauf an dikotylen Unkräutern (Pfl./m<sup>2</sup>) im Zeitraum von 1994 bis 1998 in Abhängigkeit von Herbizidintensität, Fruchtfolge und Bodenbearbeitung
- Anlage 5: Auflauf an dikotylen Unkräutern (Pfl./m<sup>2</sup>) über die Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität
- Anlage 6: Fruchtfolgeabhängiger Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) im Durchschnitt der Jahre 1999 bis 2001
- Anlage 7: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) in den Jahren 1999 bis 2001 in Abhängigkeit vom System der Bodenbearbeitung
- Anlage 8: Auflauf des Windhalmes (Pfl./m<sup>2</sup>) im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Bezug zu Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität
- Anlage 9: Auflauf der Kornblume (Pfl./m<sup>2</sup>) in den Jahren 1999 bis 2001 in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität
- Anlage 10: Auflauf von Kletten-Labkraut (Pfl./m<sup>2</sup>) im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Bezug zu Bewirtschaftung und Herbizidintensität
- Anlage 11: Deckungsgrad (%) der dikotylen Unkräuter vier Wochen nach der Applikation bzw. im Frühjahr bei Wintergerste (in Bezug zu "unbehandelt = 100 %"; Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001)
- Anlage 12: Deckungsgrad des Kletten-Labkrautes (%) vier Wochen nach der Herbizidanwendung
- Anlage 13: Herbizide Wirkung gegen dikotyle Unkräuter in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität; Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001 (relativ in Bezug zu "unbehandelt" = 0 %)
- Anlage 14: Herbizide Wirkung gegen Windhalm (in % gegenüber "unbehandelt") in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Intensität des Herbizideinsatzes (Mittelwert 1999 bis 2001)
- Anlage 15: Herbizide Wirkung (relativ in % zu "unbehandelt" = 0) gegen Kletten-Labkraut in den Jahren 1999 bis 2001 in Bezug zu Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität
- Anlage 16: Entwicklung des Deckungsgrades (%) des Kletten-Labkrautes über die Jahre 1999 bis 2001
- Anlage 17: Schwarzbesatz der Mähdruschfrüchte (g/kg), Mittelwert von 1999 bis 2001 in Bezug zu den Bewirtschaftungsfaktoren
- Anlage 18: Windhalmesatz zur Ernte (Rispen/m<sup>2</sup>), Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001
- Anlage 19: Einfluss von verschiedenen Bewirtschaftungsfaktoren auf die Tausendkornmasse (TKM in g) der Mähdruschfrüchte (Mittelwert über die Jahre 1999 bis 2001)
- Anlage 20: Durchschnittlicher Ertragszuwachs (dt/ha) in den Jahren 1999 bis 2001 in den beiden Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungsvarianten gegenüber der unbehandelten Herbizidvariante
- Anlage 21: Besatz (Rispen/m<sup>2</sup>) mit Windhalm (APESV) zur Ernte im Winterweizen nach Kartoffeln (Futterbaufolge), Mittelwert zweier Erntejahre
- Anlage 22: Winterweizenertrag (dt/ha) nach Kartoffeln (Futterbaufolge) als Mittelwert aus zwei Erntejahren (absolut und relativ als Ertragszuwachs) in Bezug zu Bodenbearbeitung und Herbizidintensität
- Anlage 23: Ertrag (dt/ha) des Sommerweizens nach Kartoffeln (Futterbaufolge) 1999 und Auswirkung der Bodenbearbeitung und Herbizidbehandlung
- Anlage 24: Ährendichte von Weizen/Triticale nach Mais (Futterbaufolge), Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001
- Anlage 25: Weizen-/Triticaleertrag (dt/ha) nach Mais (Futterbaufolge), Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001 absolut und relativ
- Anlage 26: Ertrag (dt/ha) von Winterweizen nach Klee (Futterbaufolge, Jahr 2000, absolut und relativ)
- Anlage 27: Besatz von Sommerweizen (Rispen/m<sup>2</sup>) nach Klee (Futterbaufolge) zur Ernte mit Windhalm im Jahr 1999

- Anlage 28: Sommerweizenertrag (dt/ha) nach Klee (Futterbaufolge 1999 - absolut und relativ)
- Anlage 29: Winterweizenertrag nach Erbsen (Futterbaufolge) im Jahre 2001 (absolut und relativ)
- Anlage 30: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) zur Ernte der Wintergerste nach Weizen/Triticale (Marktfruchtfolge; Mittel aus zwei Versuchen)
- Anlage 31: Wintergersteertrag (dt/ha) nach Raps (Futterbaufolge; Mittel aus drei Versuchen)
- Anlage 32: Wintergersteertrag (dt/ha) nach Weizen/Triticale - Marktfruchtfolge (im Mittel aus zwei Versuchen)
- Anlage 33: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) zur Ernte von Winterroggen nach Wintergerste (Marktfruchtfolge) in den Jahren 1999 und 2000
- Anlage 34: Winterroggenertrag (dt/ha) nach Wintergerste (Marktfruchtfolge) Mittelwert der Jahre 1999 und 2001
- Anlage 35: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) zur Ernte in Triticale nach Winterweizen (Marktfruchtfolge), Mittelwert der Jahre 1999 und 2001
- Anlage 36: Triticaleertrag (dt/ha) nach Winterweizen (Marktfruchtfolge), Mittelwert zweier Versuchsjahre
- Anlage 37: Winterweizenertrag (dt/ha) nach Brache (Marktfruchtfolge), im Mittel zweier Versuchsjahre
- Anlage 38: Sommerweizenertrag (dt/ha) 1999 nach Winterraps (Marktfruchtfolge)
- Anlage 39: Auflauf an dikotylen Unkräutern (Pfl./m<sup>2</sup>) im Winterweizen nach Winterraps, Mittelwert dreier Jahre nach langjährig gleichbleibender Unkrautbehandlung und gestaffelter Stickstoffmenge
- Anlage 40: Auflaufrate (Pfl./m<sup>2</sup>) von Kletten-Labkraut im Winterweizen nach Winterraps in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert über drei Jahre)
- Anlage 41: Auflaufrate (Pfl./m<sup>2</sup>) von Vogelmiere im Winterweizen nach Winterraps in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert über drei Jahre)
- Anlage 42: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) im Winterweizen nach Winterraps (Mittelwert über drei Jahre) in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung
- Anlage 43: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) im Winterraps nach Wintergerste (Mittelwert über drei Jahre) in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung
- Anlage 44: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) in Wintergerste nach Winterweizen (Mittelwert über drei Jahre) in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung
- Anlage 45: Deckungsgrad (%) der dikotylen Unkräuter im Winterweizen zum Zeitpunkt vier Wochen nach der Herbizidanwendung in Abhängigkeit von Unkrautbehandlungsverfahren und Stickstoffversorgungsstufe (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 46: Deckungsgrad (%) von Kletten-Labkraut acht Wochen nach der Herbizidausbringung im Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 47: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) im Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbekämpfung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 48: Ährenzahl von Winterweizen (je m<sup>2</sup> zur Ernte in Abhängigkeit von der Unkrautbehandlung und Höhe der Stickstoffgabe (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 49: Ertrag von Winterweizen (dt/ha) in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffmenge (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 50: Tausendkornmasse (TKM in g) von Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffdüngung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 51: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) im Winterweizen zur Ernte in Abhängigkeit von Intensität der Unkrautbehandlung und Stickstoffdüngung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 52: Auflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) an dikotylen Unkräutern im Winterraps nach Wintergerste bei langfristig unterschiedlicher Unkrautkontrolle und gestaffelten Stickstoffgaben (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 53: Auflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) von Kletten-Labkraut im Winterraps nach Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 54: Mittlerer Deckungsgrad (%) der dikotylen Unkräuter im Winterraps nach Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung, acht Wochen nach der Herbizidausbringung (Mittelwert aus drei Jahren)

- Anlage 55: Deckungsgrad (%) von Kletten-Labkraut acht Wochen nach der Herbizidapplikation im Winterraps nach Wintergerste (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 56: Winterrapsenertrag (dt/ha) nach Wintergerste in Abhängigkeit von Unkrautbekämpfung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Versuchsjahren)
- Anlage 57: Tausendkornmasse (TKM in g) von Winterraps nach Wintergerste in Abhängigkeit von der Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Versuchsjahren)
- Anlage 58: Auflauf an dikotylen Unkräutern (Pfl./m<sup>2</sup>) in Wintergerste in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffmenge (Mittelwert dreier Versuchsjahre)
- Anlage 59: Auflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) von Kletten-Labkraut in Wintergerste nach Winterweizen nach langjährig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung
- Anlage 60: Deckungsgrad (%) der hauptsächlich durch Kletten-Labkraut vertretenen dikotylen Unkräuter nach der Herbizidanwendung in Wintergerste nach Winterweizen (Mittelwert dreier Versuchsjahre)
- Anlage 61: Ährenzahl (je m<sup>2</sup>) der Wintergerste nach Winterweizen zur Ernte in Abhängigkeit von der Unkrautbehandlung und der Höhe der Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 62: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) in der Wintergerste nach Winterweizen zur Ernte in Abhängigkeit von Intensität der Unkrautbehandlung und Stickstoffdüngung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 63: Ertrag (dt/ha) von Wintergerste nach Winterweizen in Abhängigkeit von der Unkrautbehandlung und Höhe der Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 64: Tausendkornmasse (TKM in g) von Wintergerste nach Winterweizen in Abhängigkeit von der Art der Unkrautbehandlung und Höhe der Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)
- Anlage 65: Gefäßpflanzenarten auf einer Dauerbrache nach gezielter Ansaat im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2001
- Anlage 66: Gefäßpflanzenarten auf einer selbstbegrünten Brache zwischen 1999 und 2001
- Anlage 67: Liste der von 1994 bis 2001 insgesamt auf der gesamten Brachefläche vorgekommenen Pflanzenarten und deren Einstufung bzw. Gefährdung nach der Roten Liste Sachsens (nach SCHULZ 1991) und der Bundesrepublik Deutschland (nach JEDL-CKE 1997)
- Anlage 68: Im Versuchsgelände Glaubitz 1998 - 2001 nachgewiesene Arten der Collembolen.
- Anlage 69: Collembola - Artensättigung mit fortschreitendem Probennahmeumfang
- Anlage 70: Collembola - Gesamt-Abundanzen für 0 - 10 cm Beprobungstiefe im zeitlichen Verlauf
- Anlage 71: Statistische Prüfung (ANOVA) der Collembolen-Abundanz, -Artenzahl, -Juvenilenanteil auf den Einfluss der Faktoren "Kultur", "Herbizid" bzw. "Pflug"
- Anlage 72: Collembola - Anzahl Arten für 0 - 5 cm Beprobungstiefe im zeitlichen Verlauf
- Anlage 73: Collembola - Anzahl Arten für 5 - 10 cm Beprobungstiefe im zeitlichen Verlauf
- Anlage 74: Collembola - Anteil Juveniler an der Gesamtabundanz für 0 - 10 cm Beprobungstiefe im zeitlichen Verlauf
- Anlage 75: Collembola - Arteninventare, absolute und relative Häufigkeiten, sowie Konstanz auf Acker- und Brachestandorten
- Anlage 76: Collembola - Gesamtabundanz und Artenzahl in Dauerparzelle D 14 (0 - 10 cm) im zeitlichen Verlauf
- Anlage 77: Collembola - Gesamtabundanz auf der Dauerparzelle D 14 im zeitlichen Verlauf
- Anlage 78: Collembola - Abundanzen im zeitlichen Verlauf für Brache und Feld (gepflügt, ohne Herbizid)

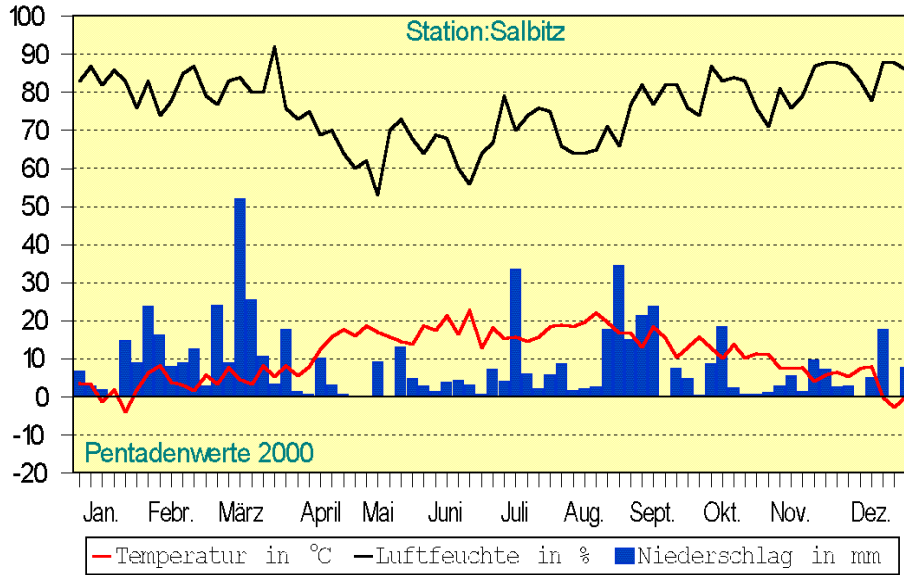
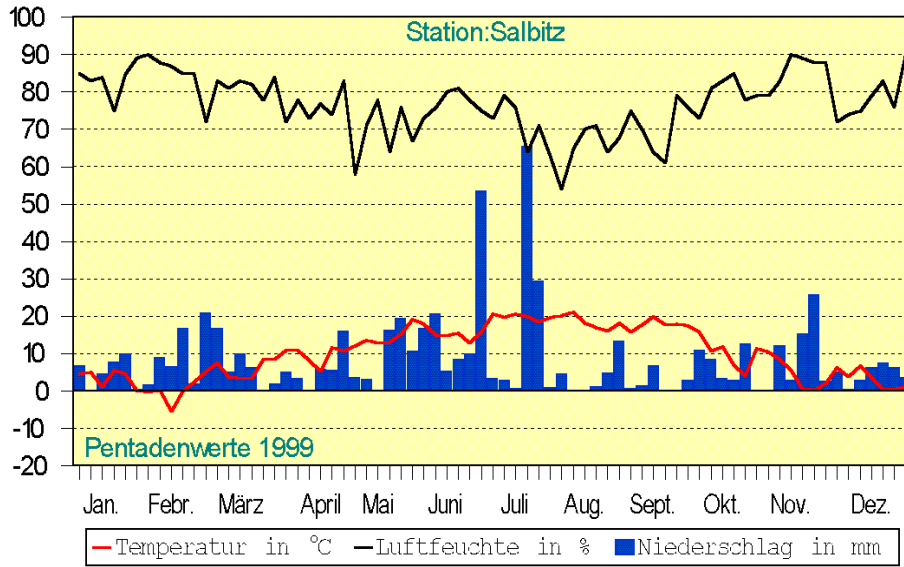


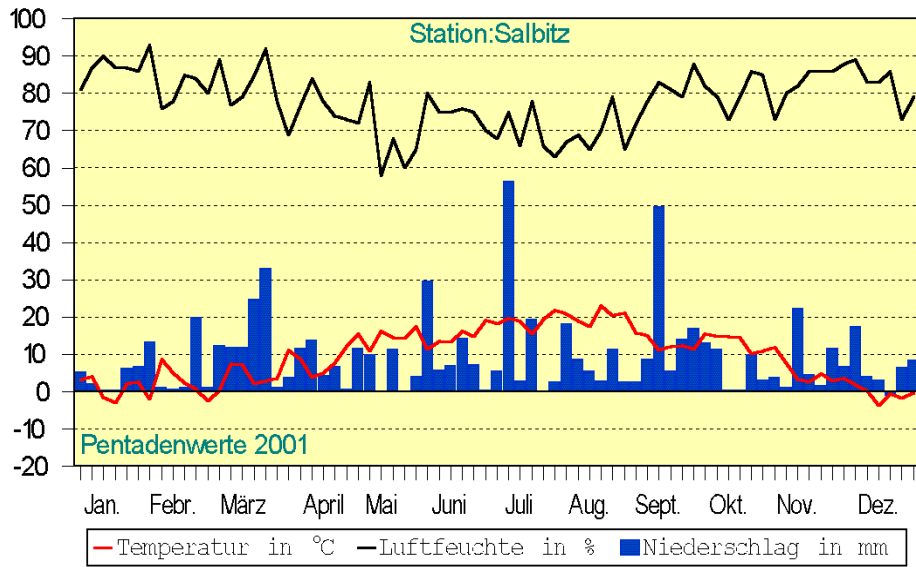
Anlage 1: Lageplan des Versuchsfeldes zur integrierten Unkrautbekämpfung



Anlage 2:

Pentadenwerte der Wetterstation Salbitz - Lufttemperatur (Ø), Luftfeuchtigkeit und Niederschlag, 1999, 2000 und 2001



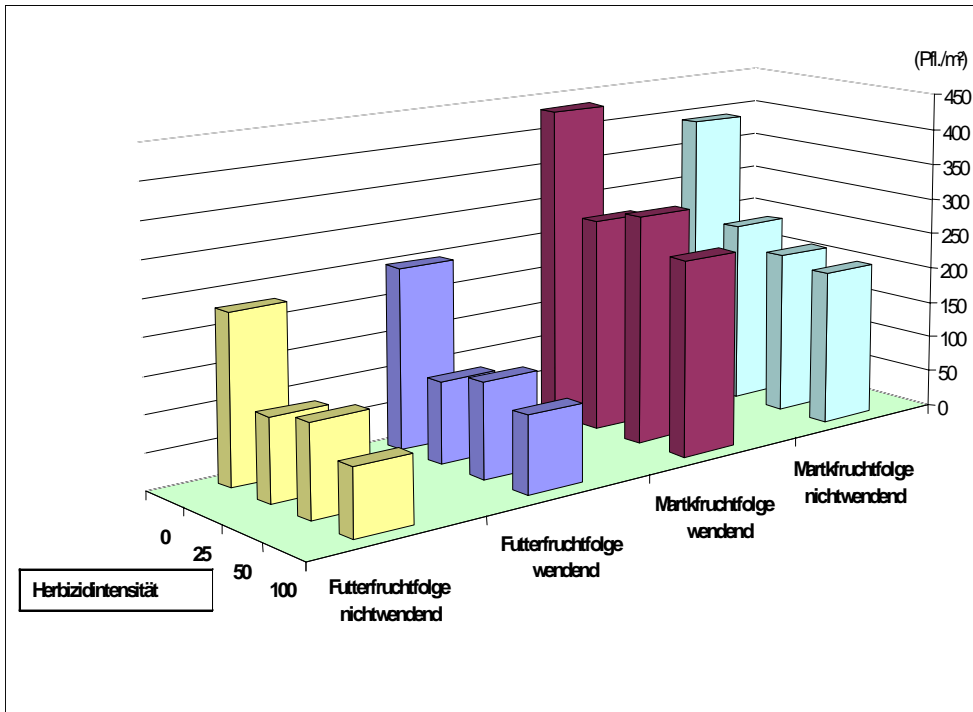


Anlage 3:

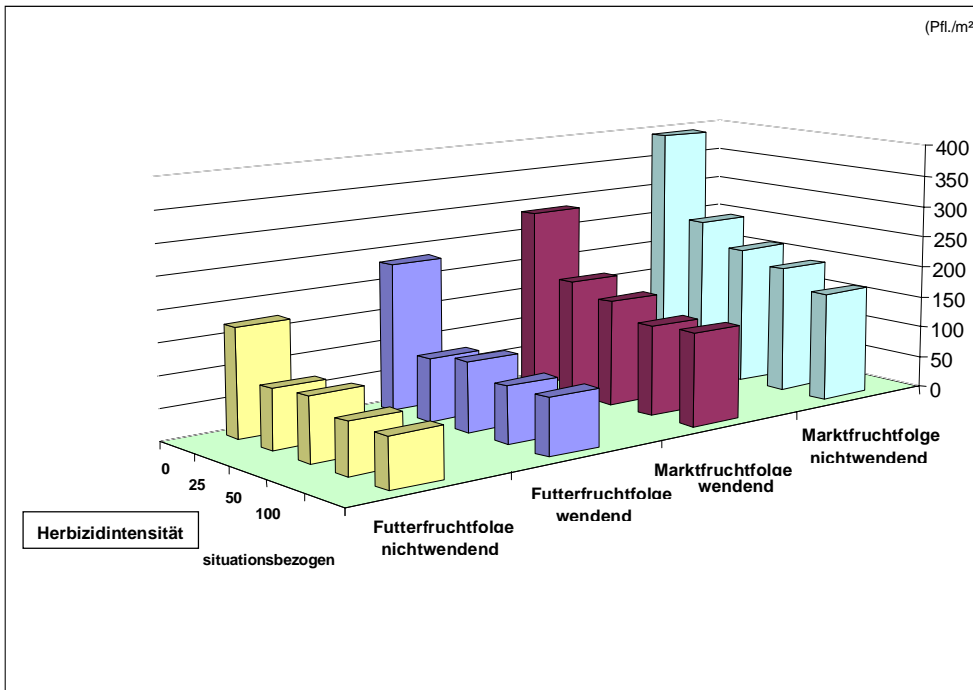
Anlage des Versuches zu Auswirkungen unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsverfahren und gestaffelter Stickstoffgaben (Abschnitt 2.2.2)

	Kultur 1			Kultur 2			Kultur 3		
b5--->									
b4--->									
b3--->									
b2--->									
b1--->									
	a1--->	a2--->	a3--->	a1--->	a2--->	a3--->	a1--->	a2--->	a3--->

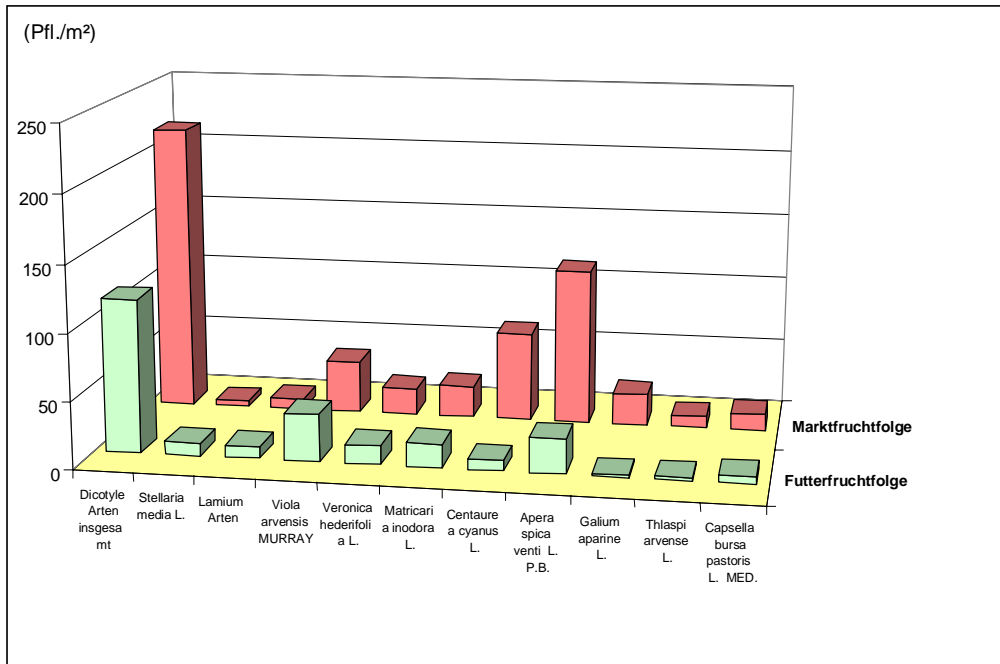
Anlage 4: Auflauf an dikotylen Unkräutern (Pfl./m<sup>2</sup>) im Zeitraum von 1994 bis 1998 in Abhängigkeit von Herbizidintensität, Fruchtfolge und Bodenbearbeitung



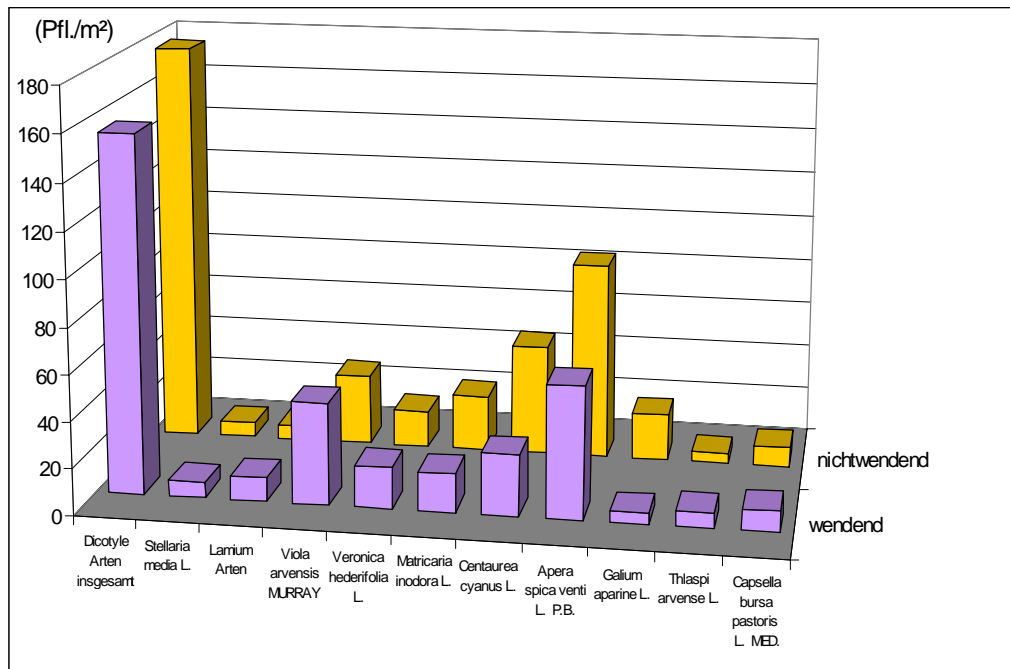
Anlage 5: Auflauf an dikotylen Unkräutern (Pfl./m<sup>2</sup>) über die Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität



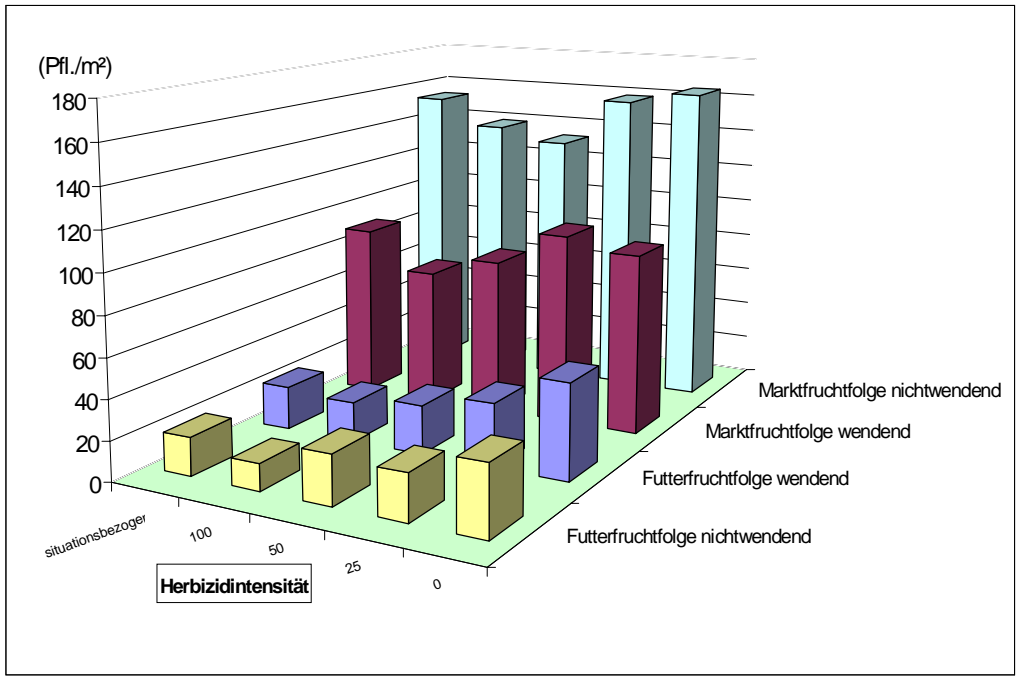
**Anlage 6: Fruchtfolgeabhängiger Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) im Durchschnitt der Jahre 1999 bis 2001**



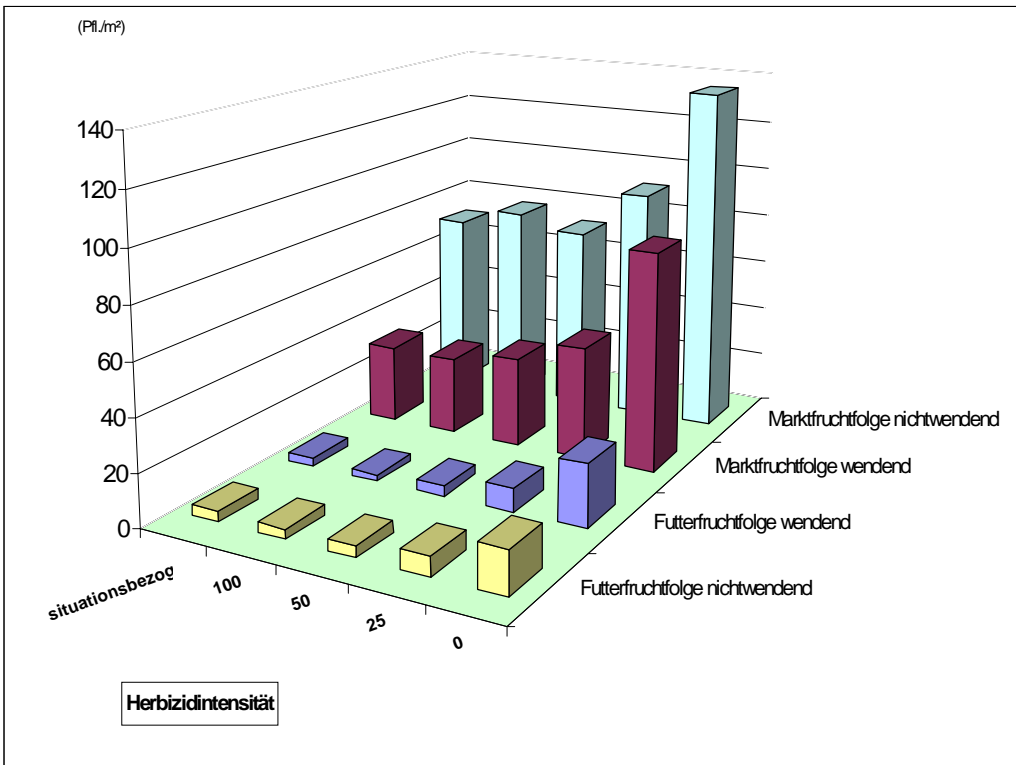
**Anlage 7: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) in den Jahren 1999 bis 2001 in Abhängigkeit vom System der Bodenbearbeitung**



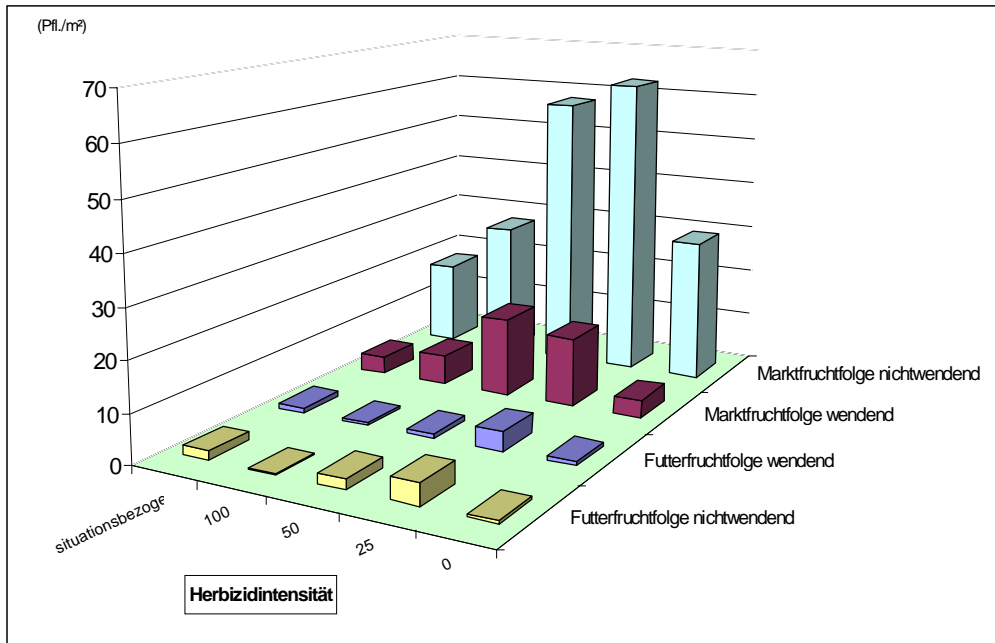
Anlage 8: **Auflauf des *Windhalmes* (Pfl./m<sup>2</sup>) im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Bezug zu Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität**



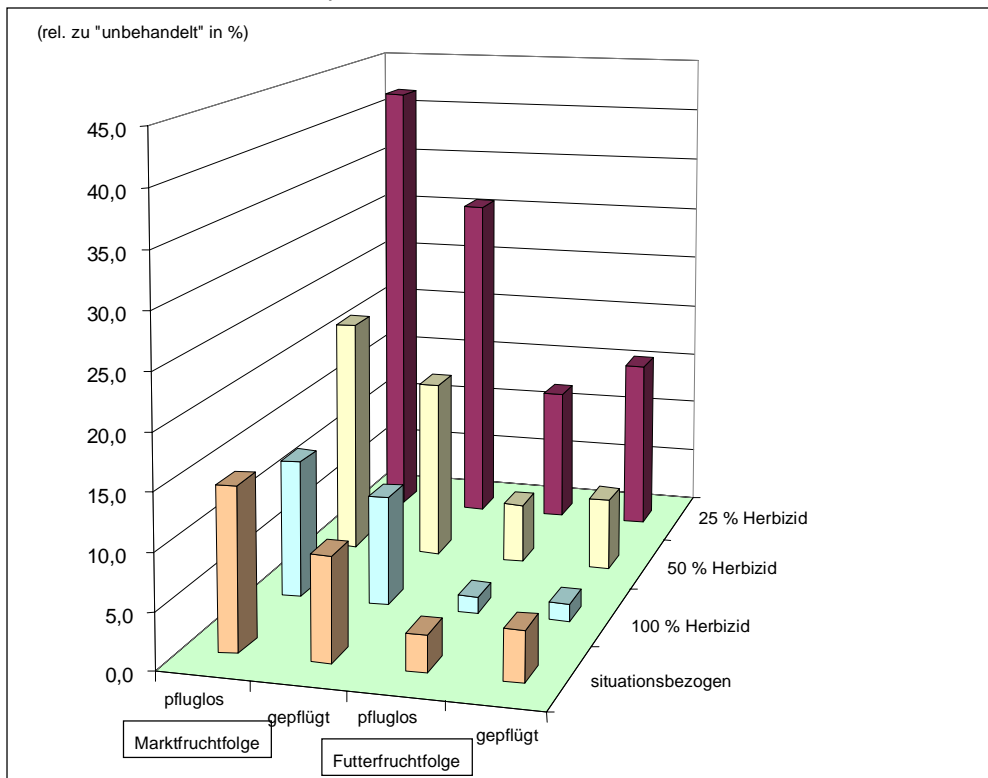
Anlage 9: **Auflauf der *Kornblume* (Pfl./m<sup>2</sup>) in den Jahren 1999 bis 2001 in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität**



**Anlage 10:**      **Aufbau von *Kletten-Labkraut* (Pfl./m<sup>2</sup>) im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Bezug zu Bewirtschaftung und Herbizidintensität**

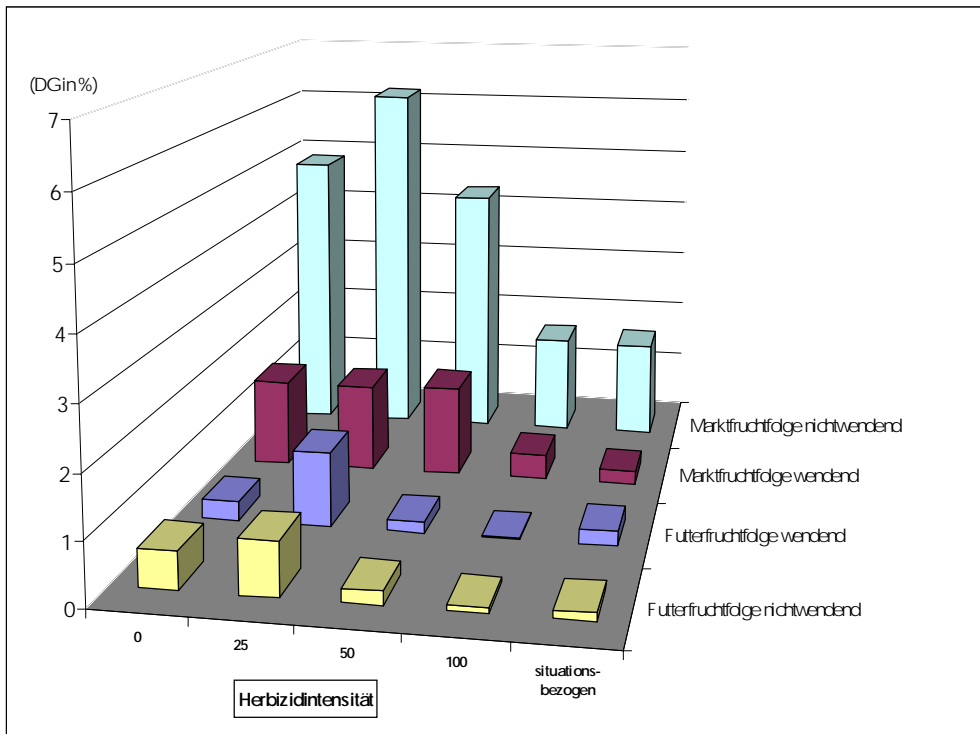


**Anlage 11:**      **Deckungsgrad (%) der dikotylen Unkräuter vier Wochen nach der Applikation bzw. im Frühjahr bei Wintergerste (in Bezug zu "unbehandelt" = 100%"; Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001)**

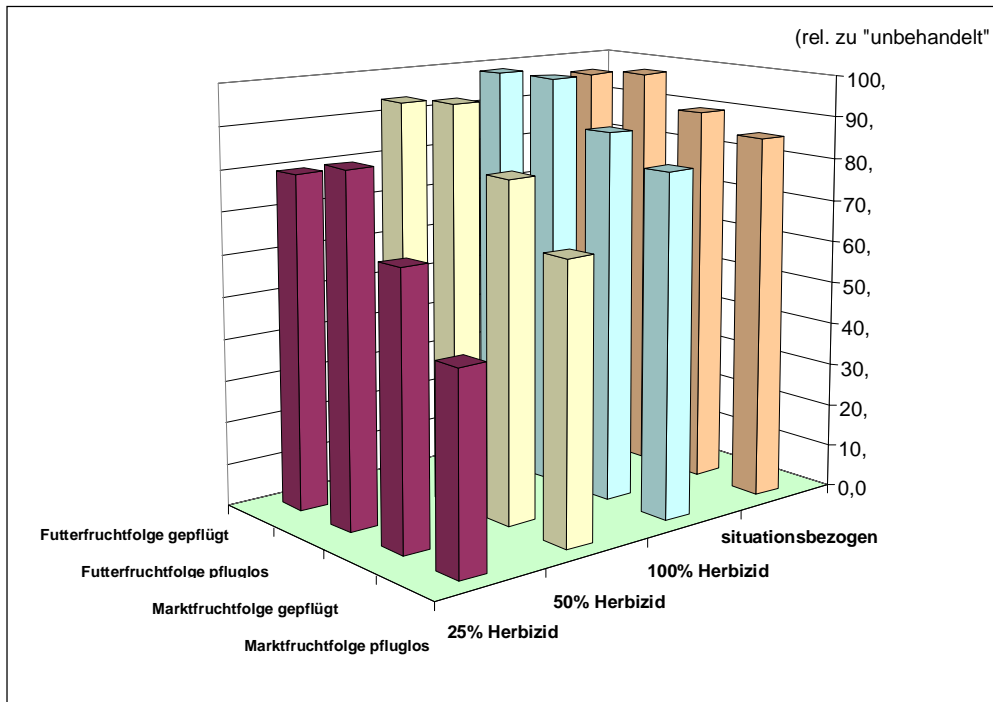




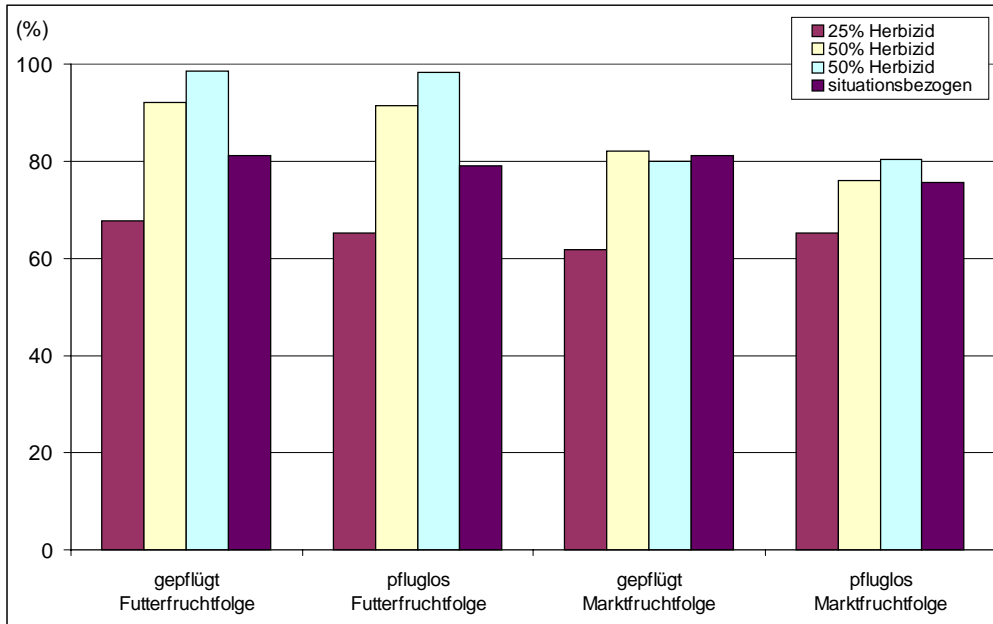
Anlage 12: Deckungsgrad des *Kletten-Labkrautes* (%) vier Wochen nach der Herbizidanwendung



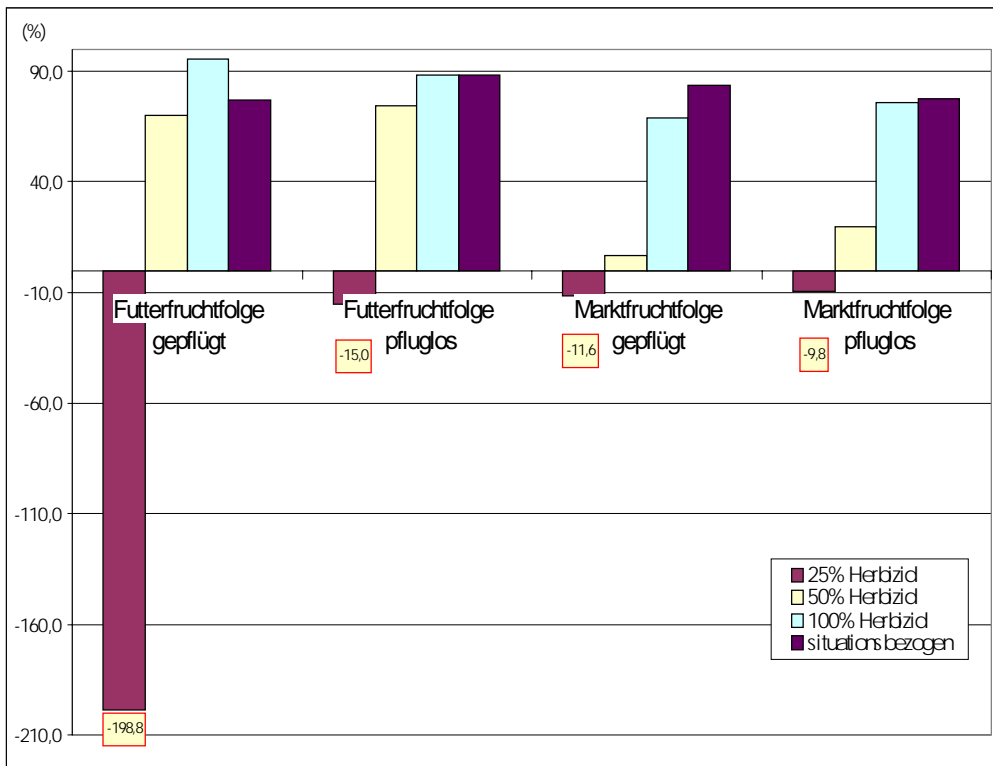
Anlage 13: Herbizide Wirkung gegen dikotyle Unkräuter in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität; Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001 (relativ in Bezug zu "unbehandelt" = 0 %)



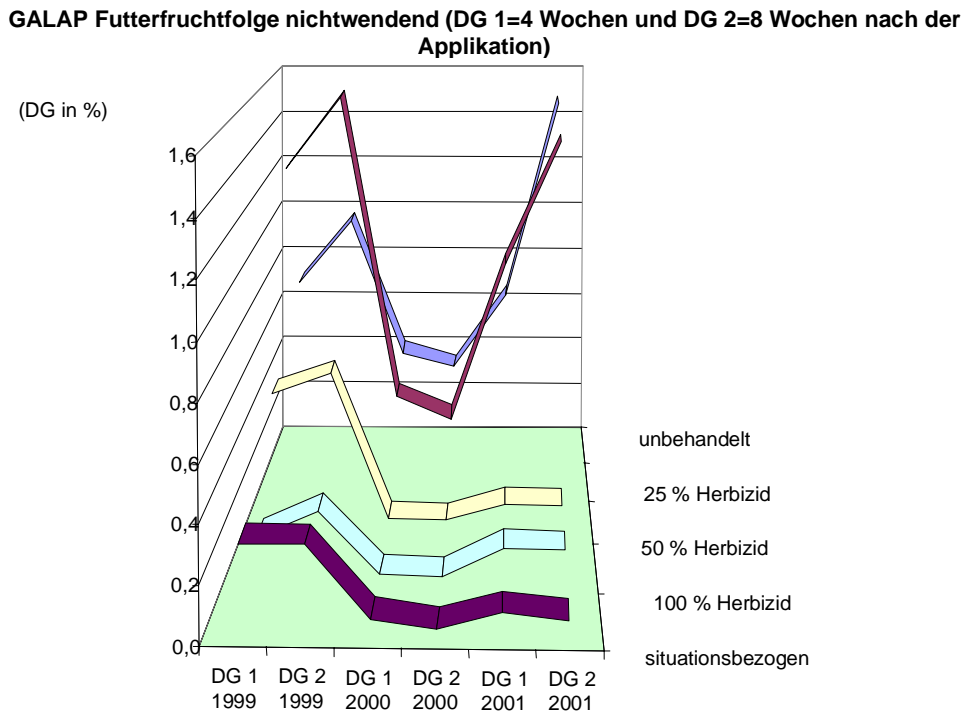
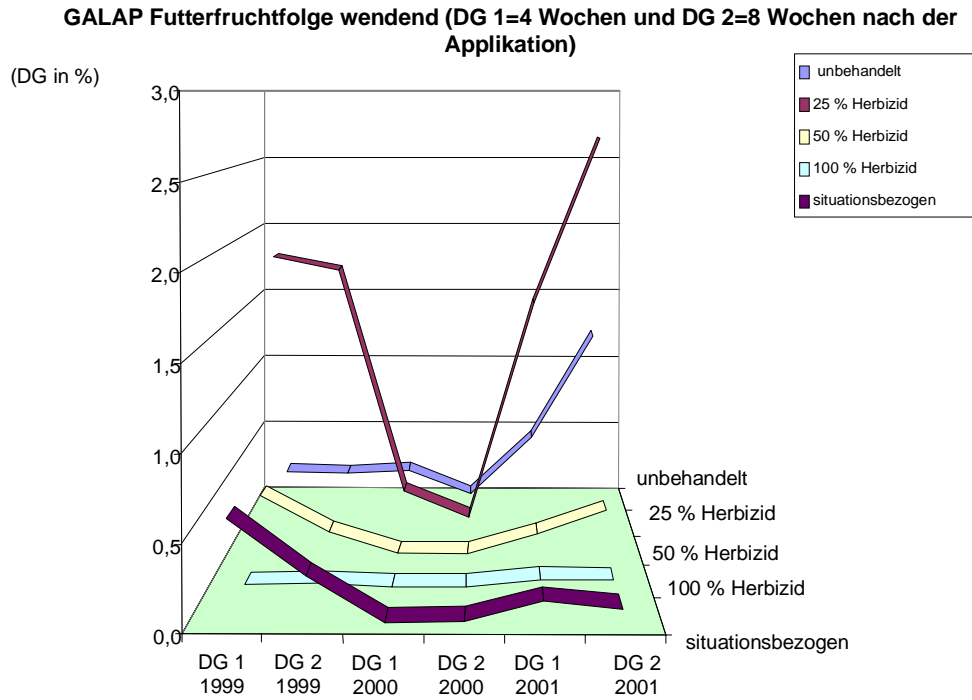
**Anlage 14:** Herbizide Wirkung gegen *Windhalm* (%) gegenüber "unbehandelt" in Abhängigkeit von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Intensität des Herbizideinsatzes (Mittelwert 1999 bis 2001)



**Anlage 15:** Herbizide Wirkung (relativ in % zu "unbehandelt" = 0) gegen *Kletten-Labkraut* in den Jahren 1999 bis 2001 und in Bezug zu Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidintensität

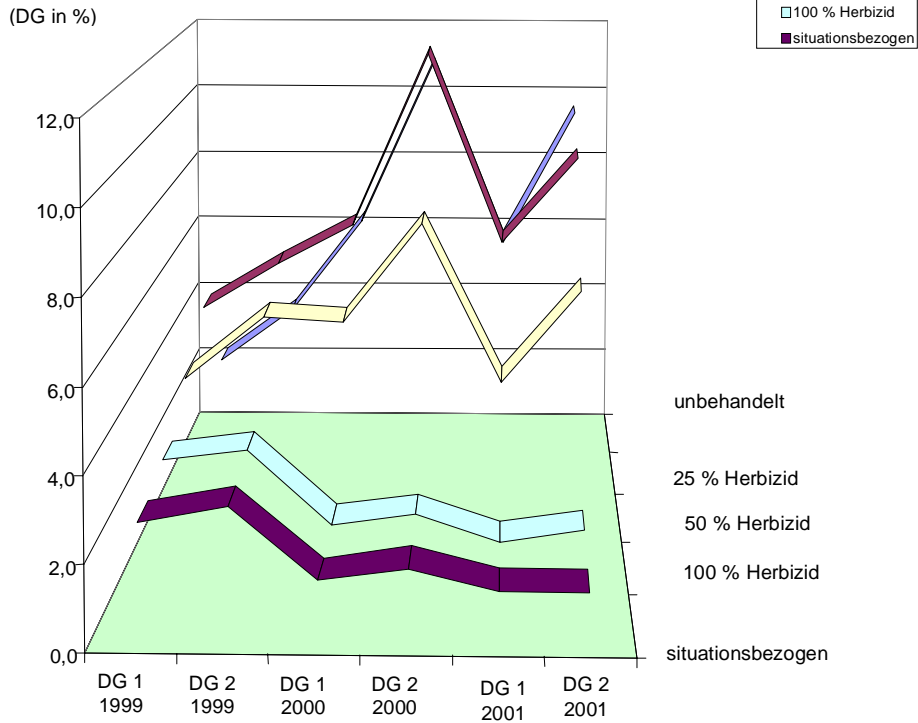


Anlage 16: Entwicklung des Deckungsgrades (%) des *Kletten-Labkrautes* über die Jahre 1999 bis 2001

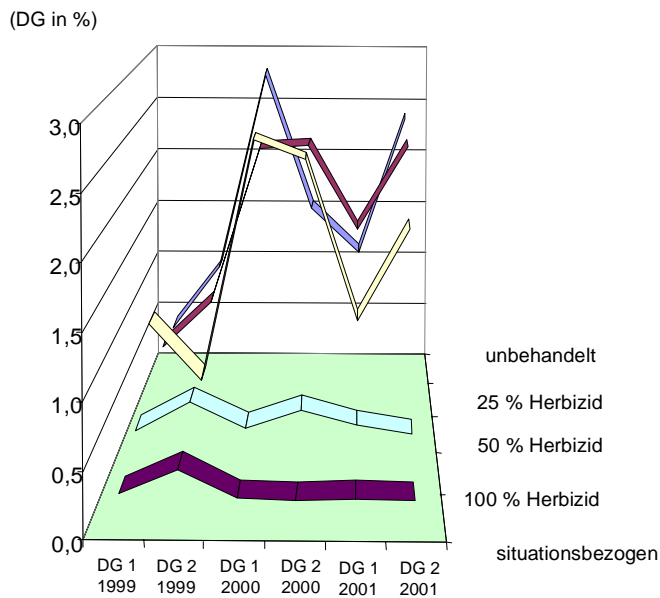


Anlage 16 Fortsetzung: Entwicklung des Deckungsgrades (%) des *Kletten-Labkrautes* über die Jahre 1999 bis 2001

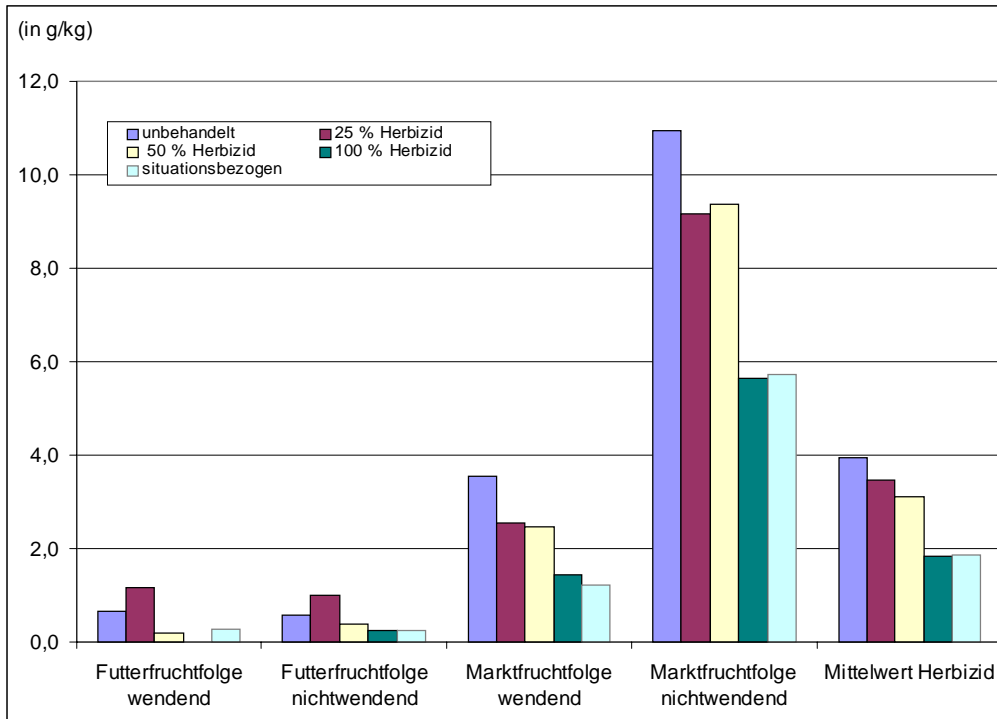
**GALAP Marktfruchtfolge nichtwendend (DG 1=4 Wochen und DG 2=8 Wochen nach der Applikation)**



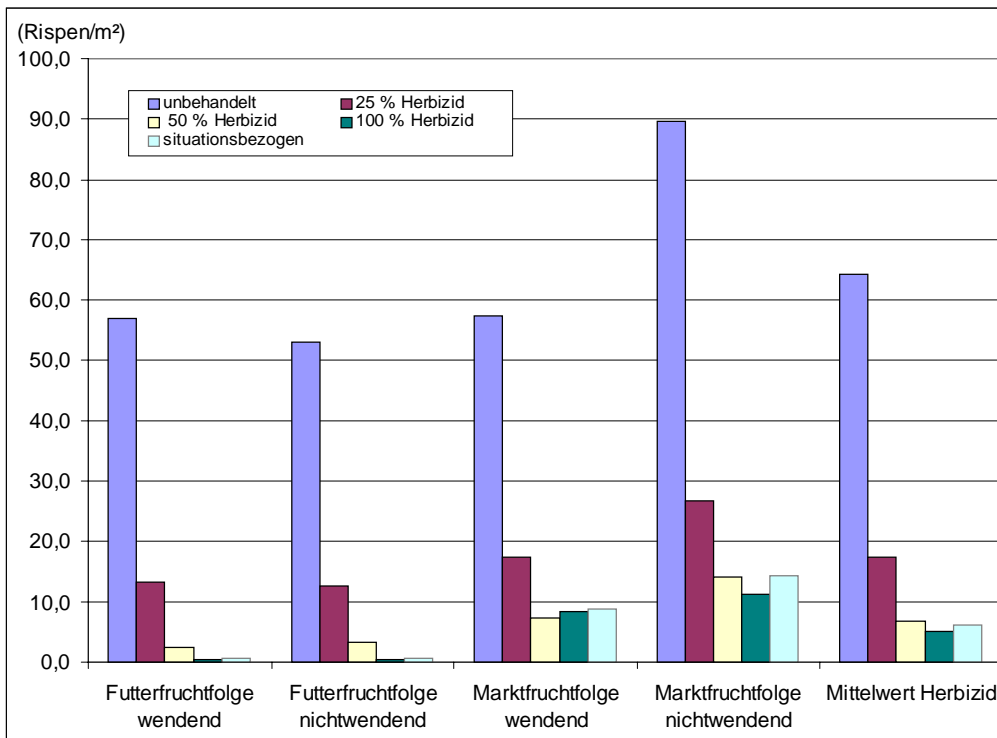
**GALAP Marktfruchtfolge wendend (DG 1=4 Wochen und DG 2=8 Wochen nach der Applikation)**



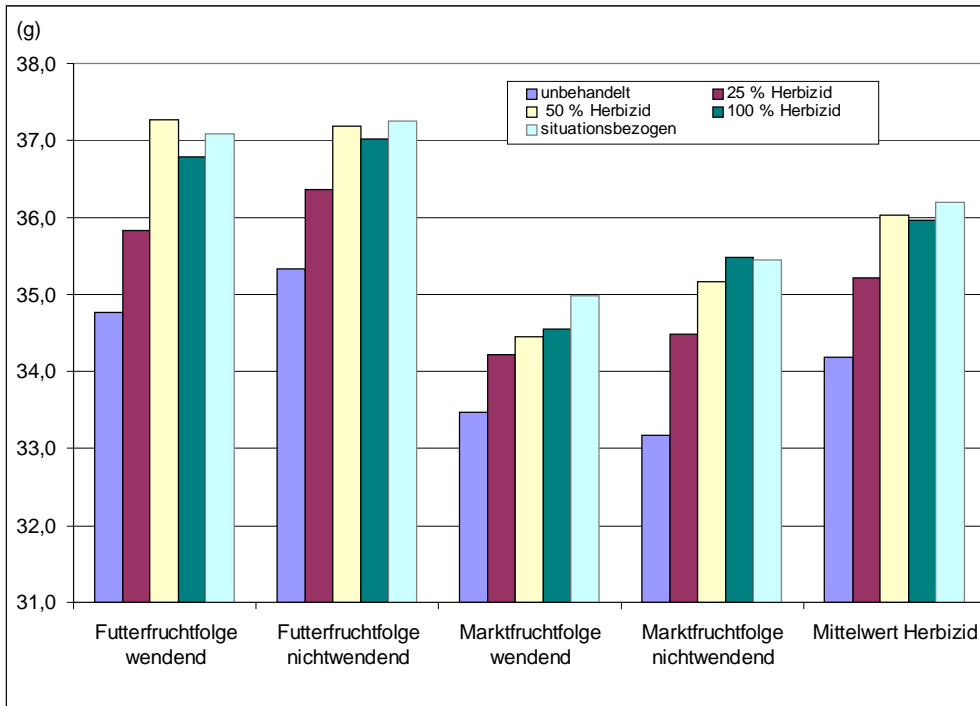
**Anlage 17: Schwarzbesatz der Mähruschfrüchte (g/kg), Mittelwert von 1999 bis 2001 in Bezug zu den Bewirtschaftungsfaktoren**



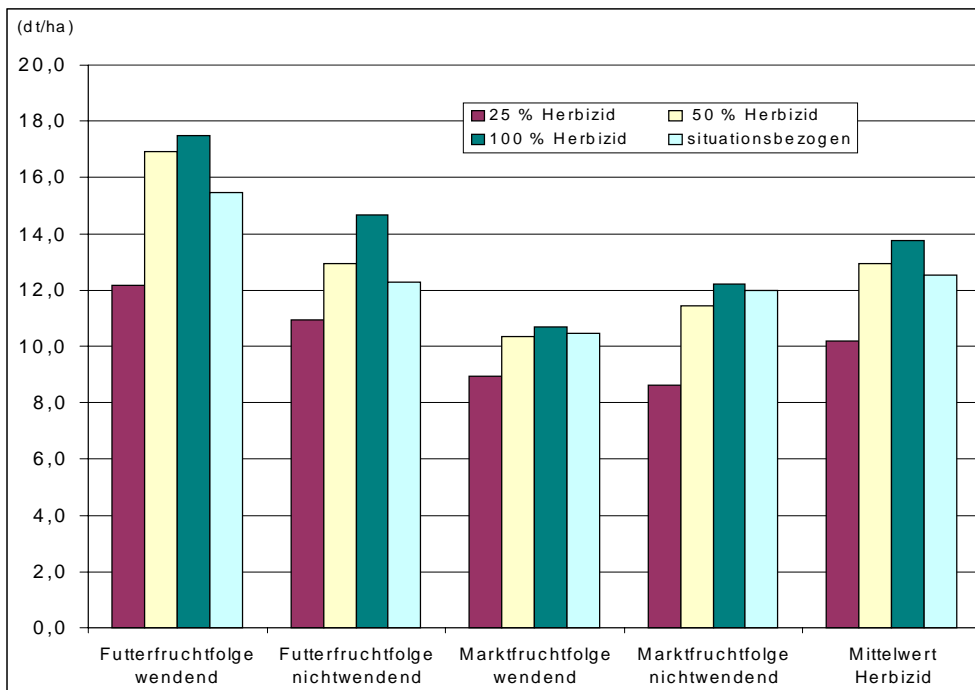
**Anlage 18: Windhalmbesatz zur Ernte (Rispen/m<sup>2</sup>), Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001**



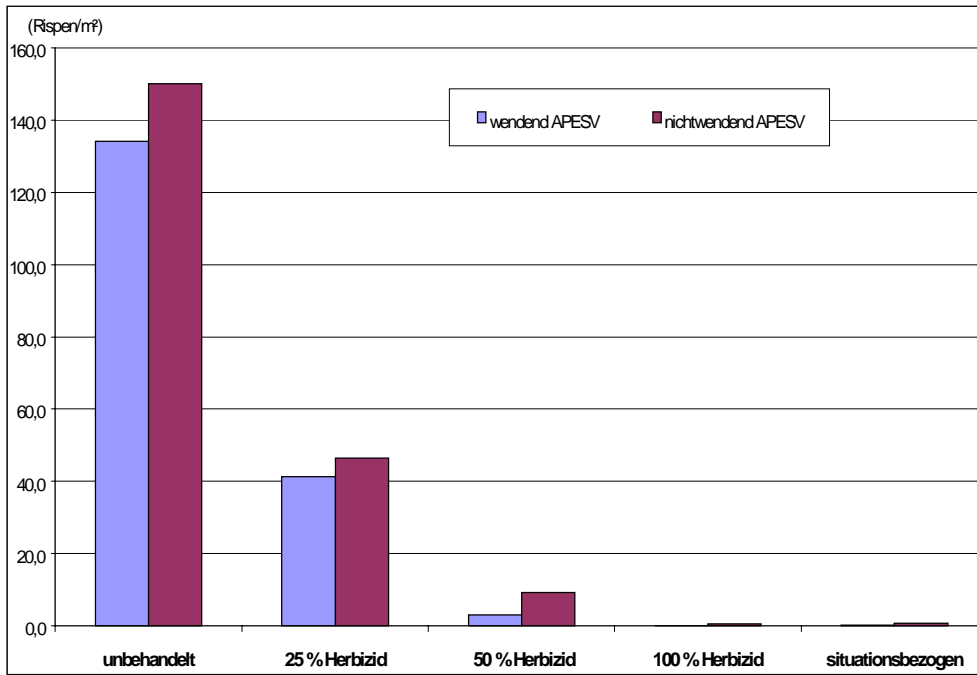
**Anlage 19: Einfluss von verschiedenen Bewirtschaftungsfaktoren auf die Tausendkornmasse (TKM in g) der Mähdruschfrüchte (Mittelwert über die Jahre 1999 bis 2001)**



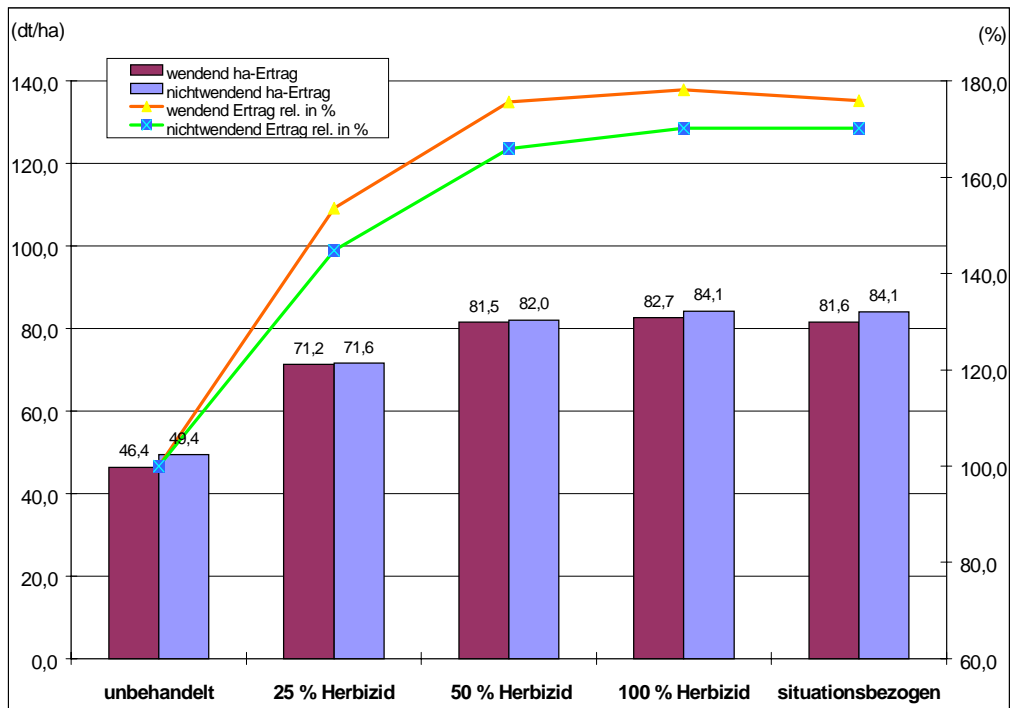
**Anlage 20: Durchschnittlicher Ertragszuwachs (dt/ha) in den Jahren 1999 bis 2001 in den beiden Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungsvarianten gegenüber der unbehandelten Herbizidvariante**



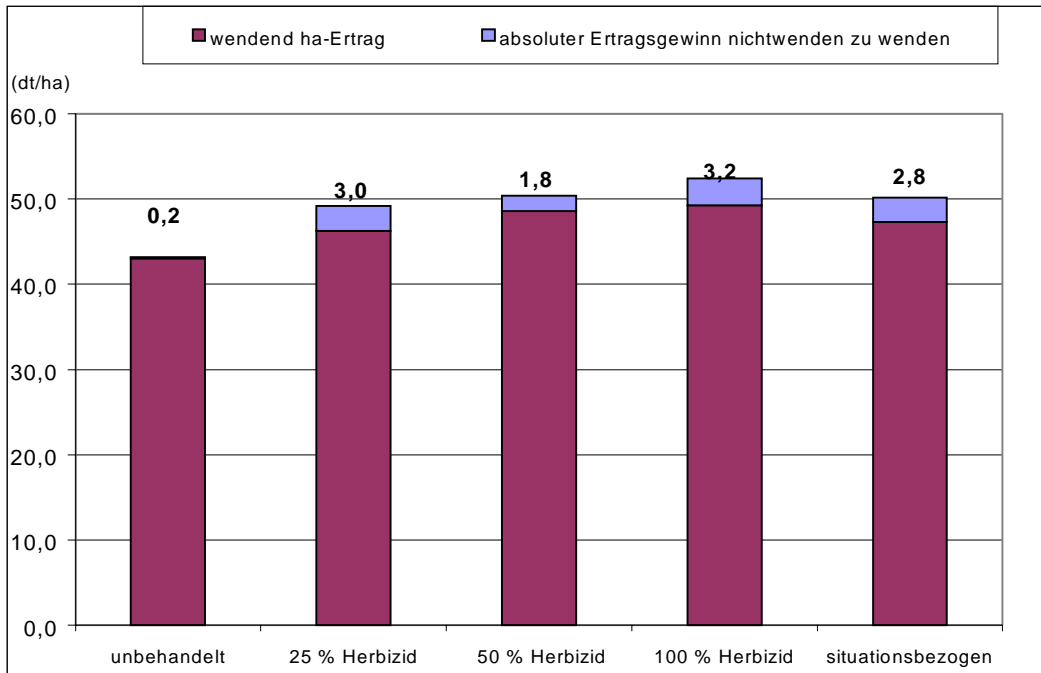
**Anlage 21:** Besatz (Rispen/m<sup>2</sup>) mit *Windhalm* (APESV) zur Ernte im Winterweizen nach Kartoffeln (Futterbaufolge; Mittelwert zweier Erntejahre)



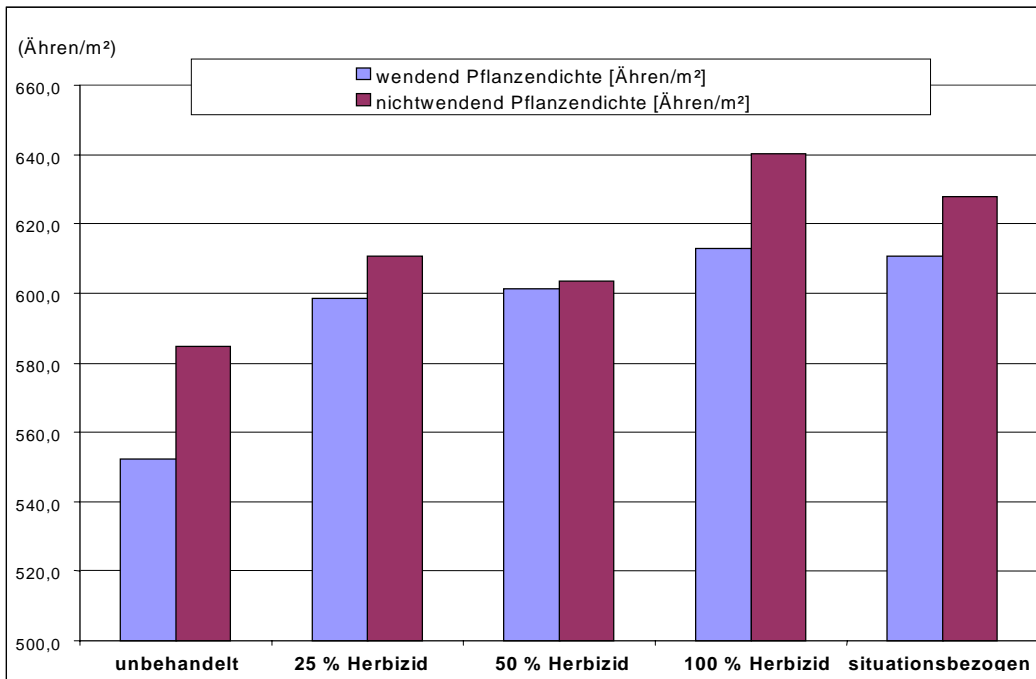
**Anlage 22:** Winterweizenertrag (dt/ha) nach Kartoffeln (Futterbaufolge) als Mittelwert aus zwei Erntejahren (absolut und relativ als Ertragszuwachs) in Bezug zu Bodenbearbeitung und Herbizidintensität



**Anlage 23: Ertrag (dt/ha) des Sommerweizens nach Kartoffeln 1999 und Auswirkung der Bodenbearbeitung und Herbizidbehandlung**

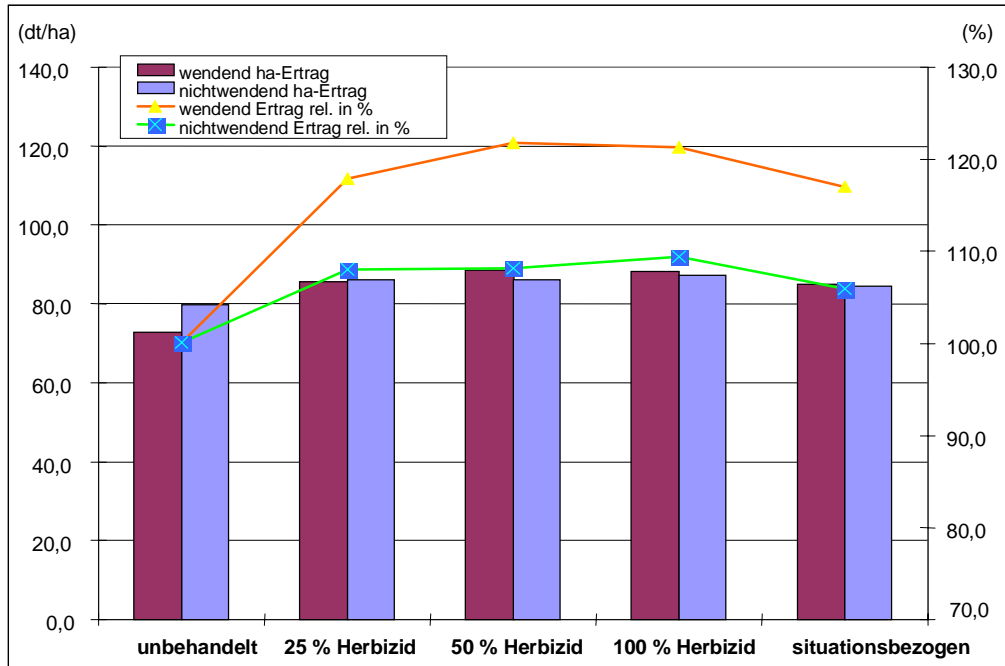


**Anlage 24: Ährendichte von Weizen/Triticale nach Mais (Futterbaufolge; Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001)**

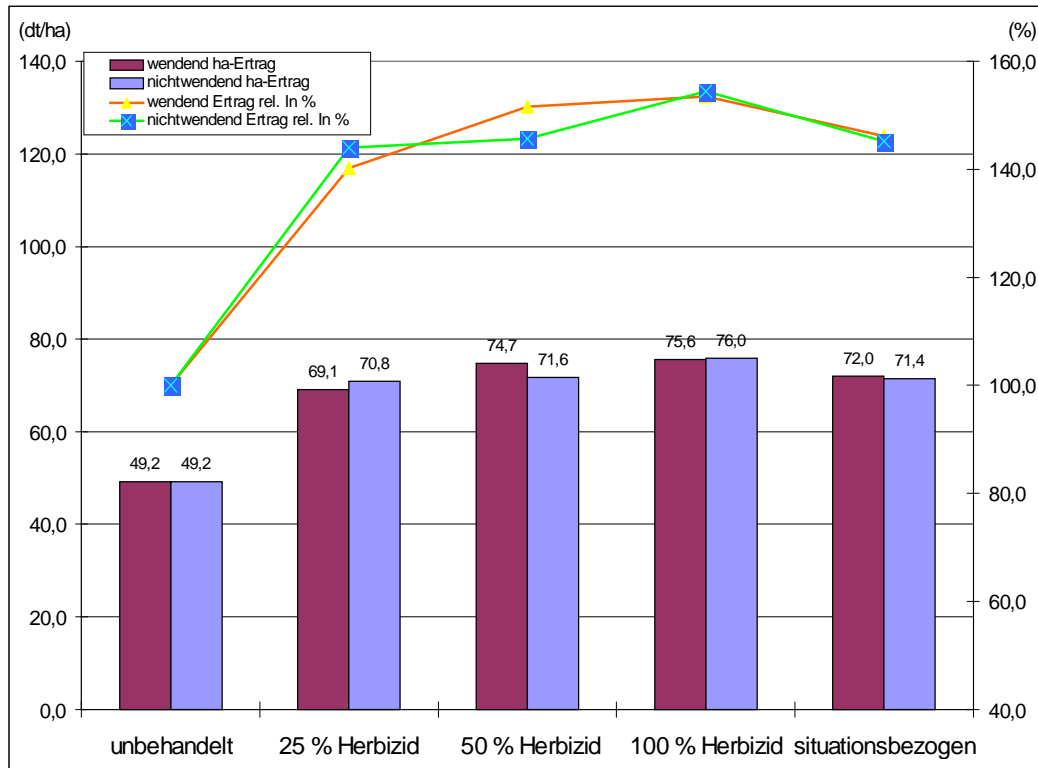




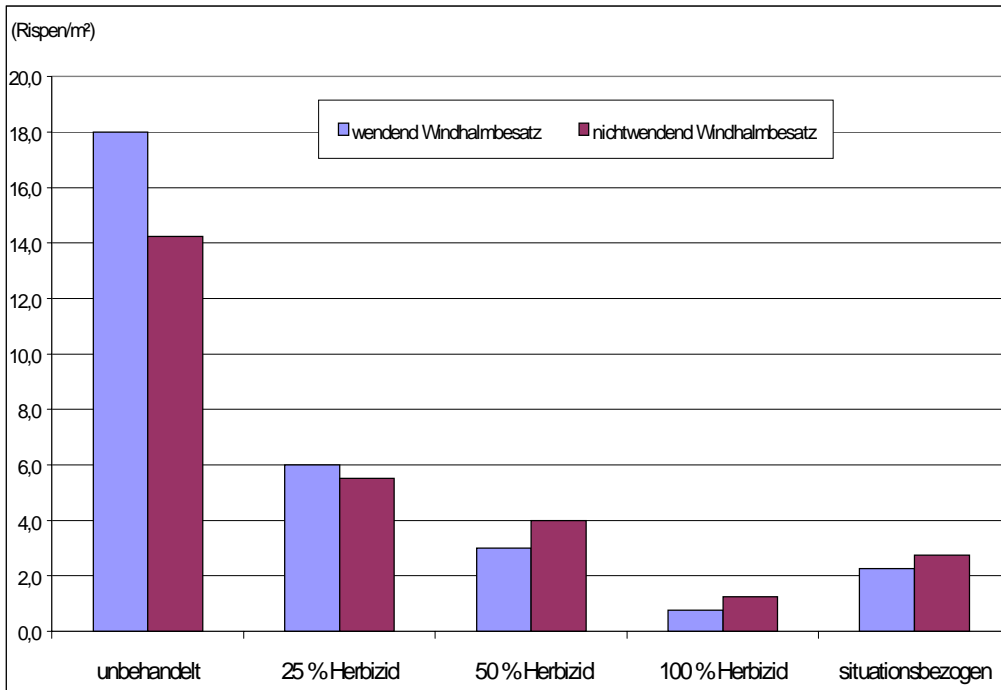
Anlage 25: Weizen-/Triticaleertrag (dt/ha) nach Mais (Futterbaufolge; Mittelwert der Jahre 1999 bis 2001 absolut und relativ)



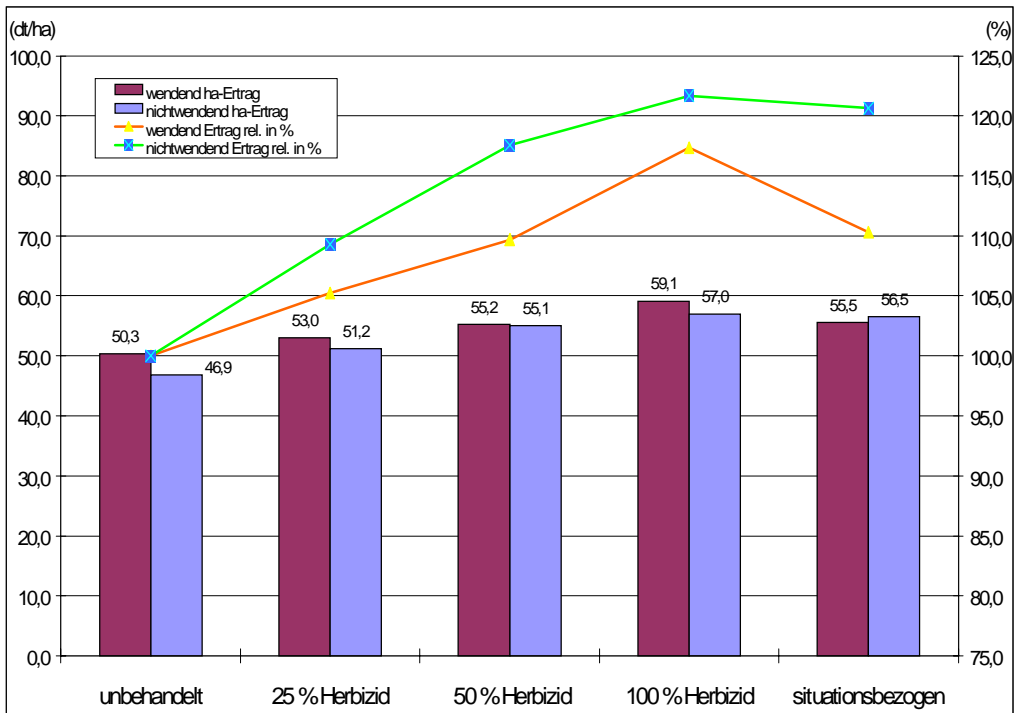
Anlage 26: Ertrag (dt/ha) von Winterweizen nach Klee (Futterbaufolge, Jahr 2000, absolut und relativ)



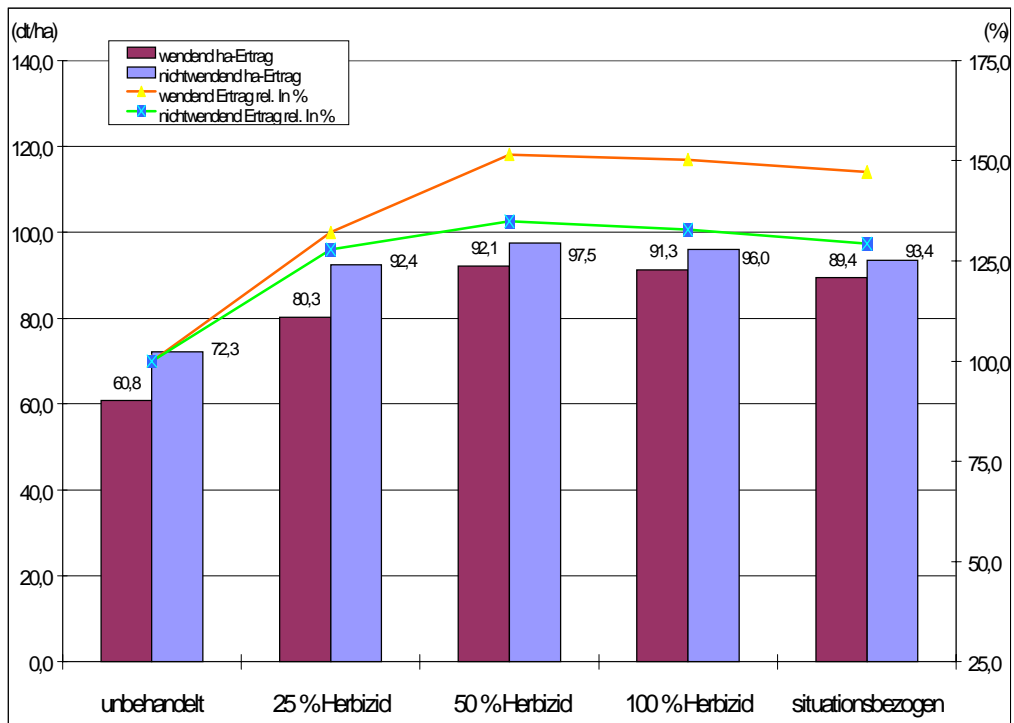
Anlage 27: Besatz von Sommerweizen (Rispen/m<sup>2</sup>) nach Klee (Futterbaufolge) zur Ernte mit Windhalm im Jahr 1999



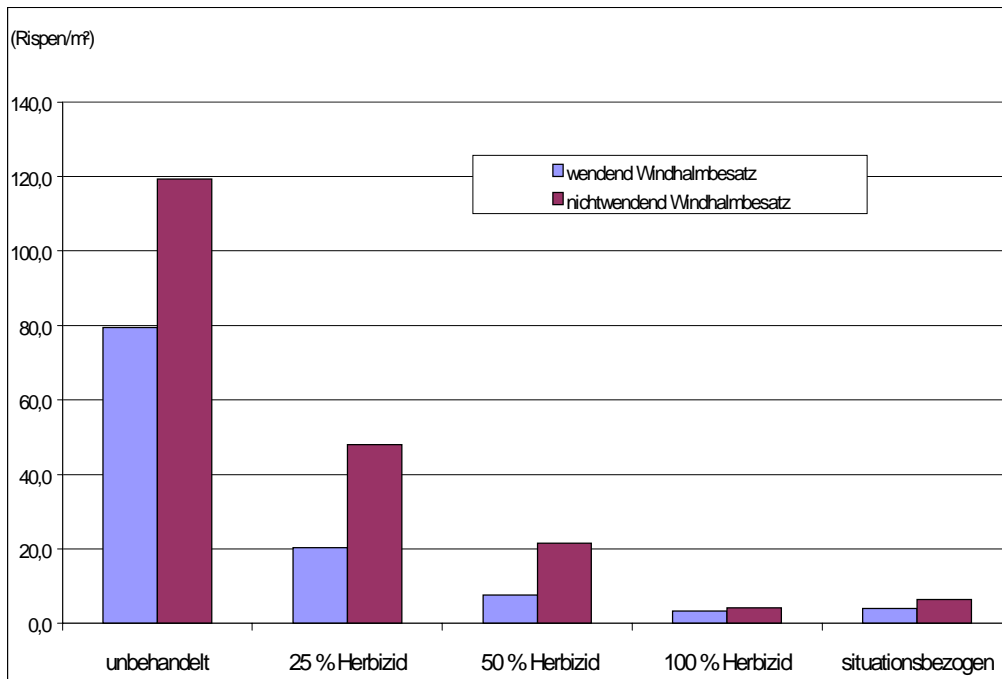
Anlage 28: Sommerweizenertrag (dt/ha) nach Klee (Futterbaufolge 1999 - absolut und relativ)



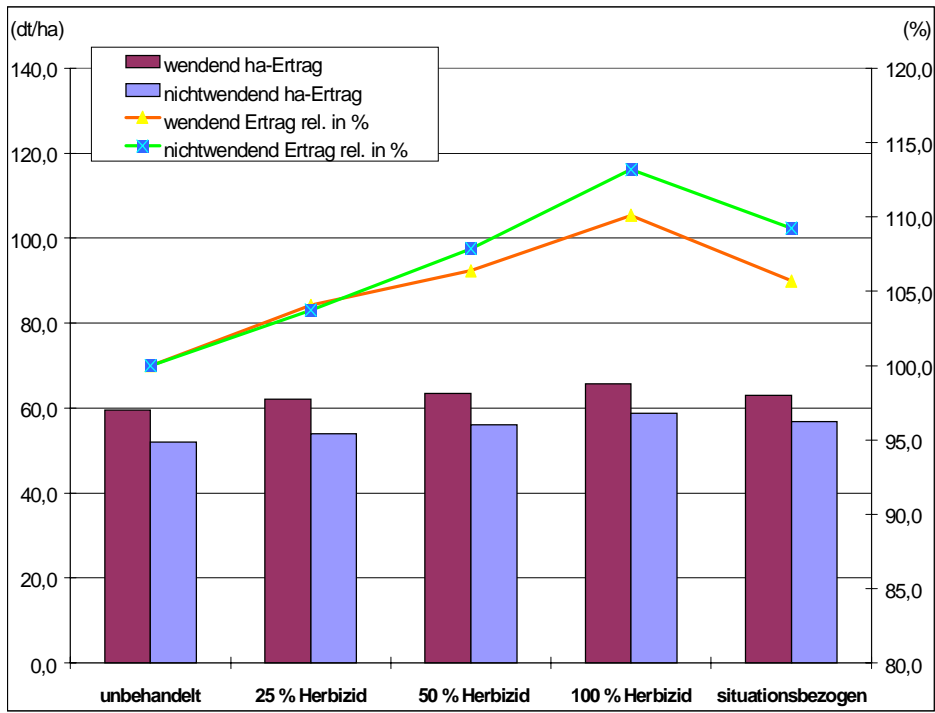
Anlage 29: Winterweizenertrag nach Erbsen (Futterbaufolge) im Jahre 2001 (absolut und relativ)



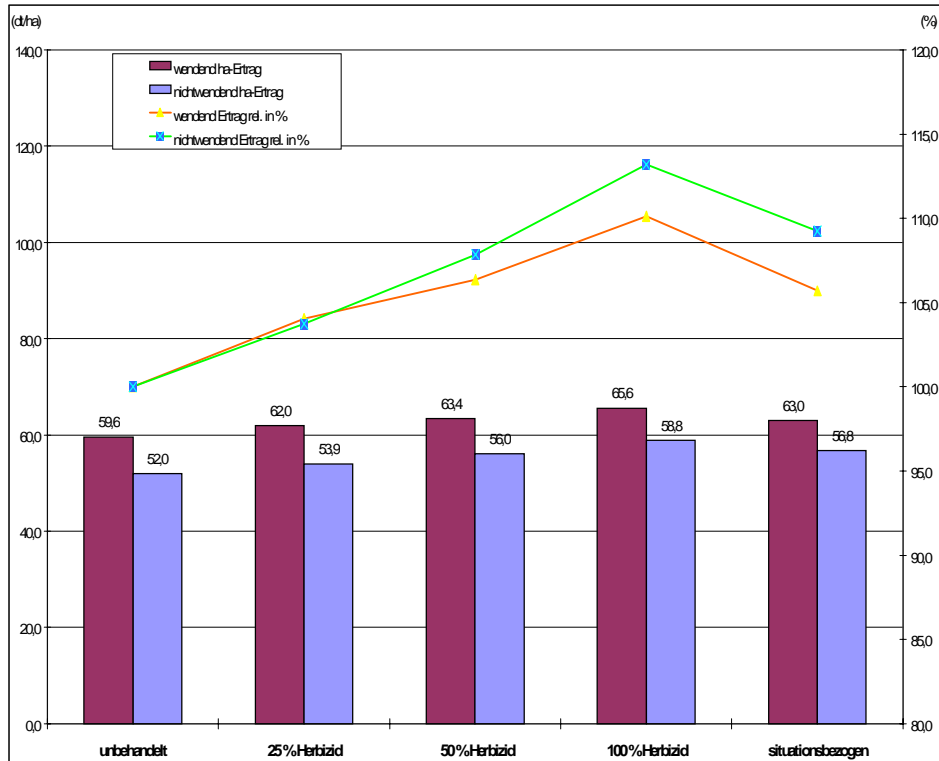
Anlage 30: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) zur Ernte der Wintergerste nach Weizen/Triticale (Marktfruchtfolge; Mittel aus zwei Versuchen)



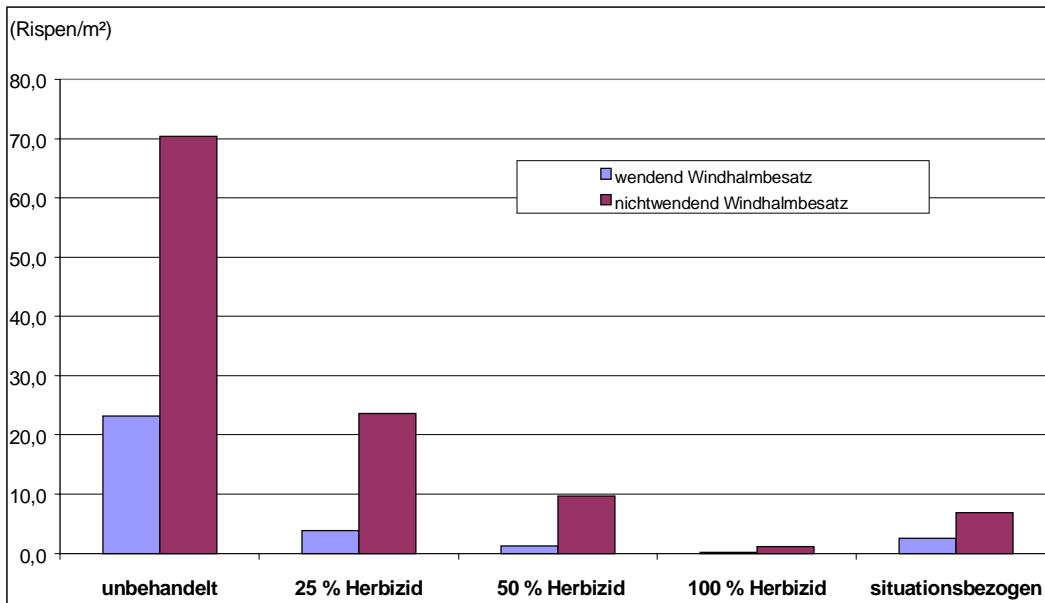
Anlage 31: Wintergersteertrag (dt/ha) nach Raps (Futterbaufolge; Mittel aus drei Versuchen)



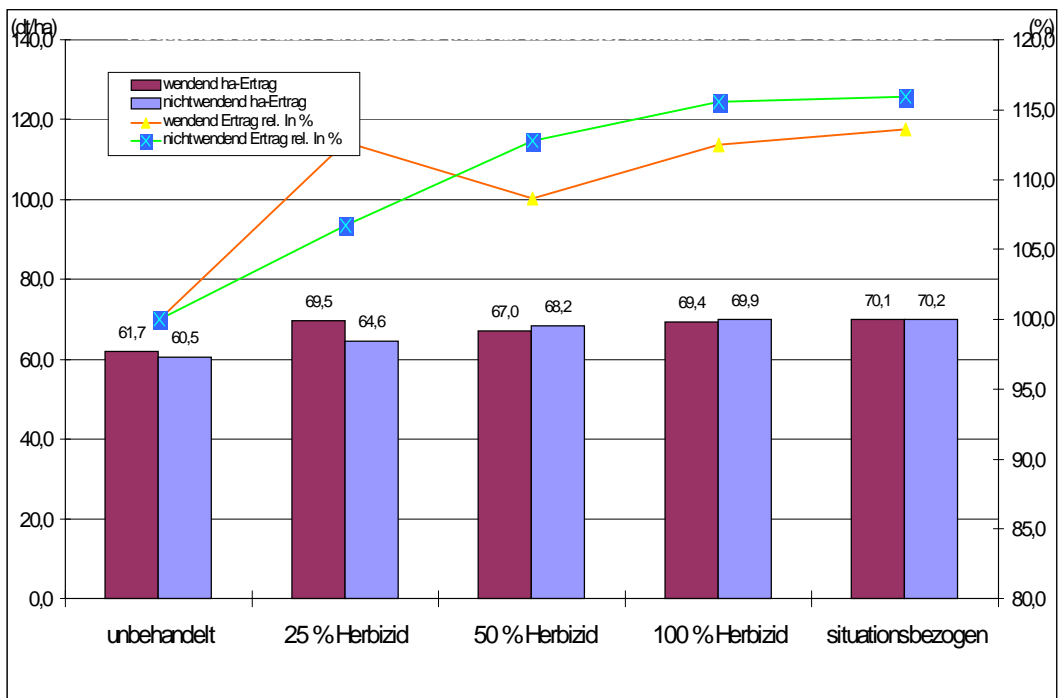
Anlage 32: Wintergersteertrag (dt/ha) nach Weizen/Triticale (Marktfruchtfolge; im Mittel aus zwei Versuchen)



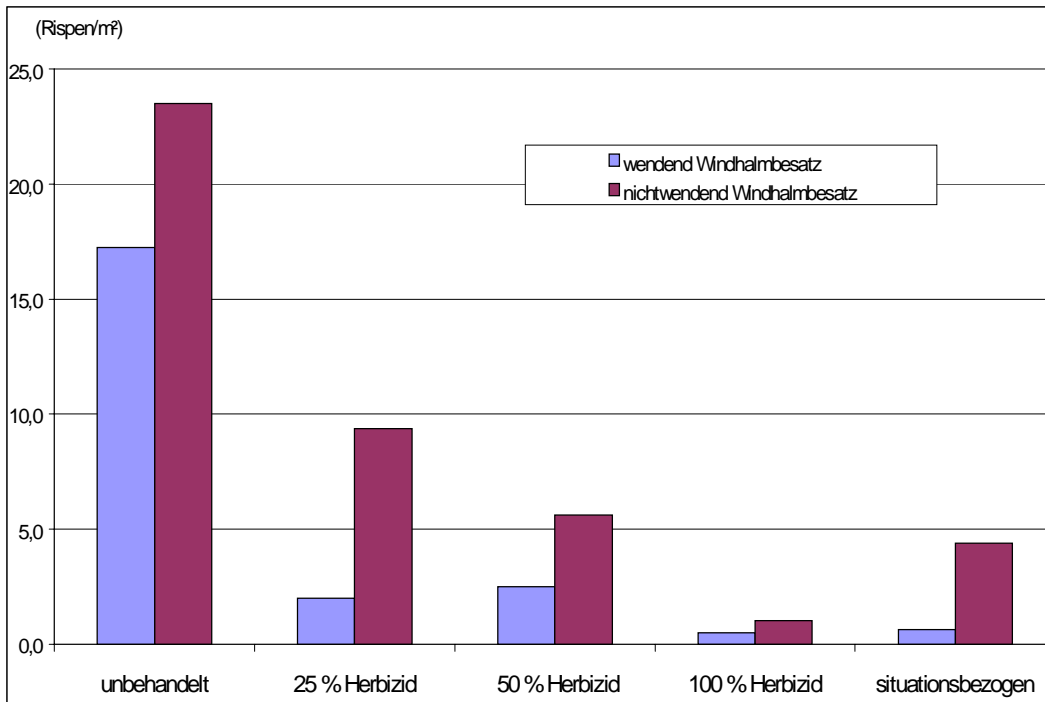
**Anlage 33: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) zur Ernte von Winterroggen nach Wintergerste (Marktfruchtfolge) in den Jahren 1999 und 2000**



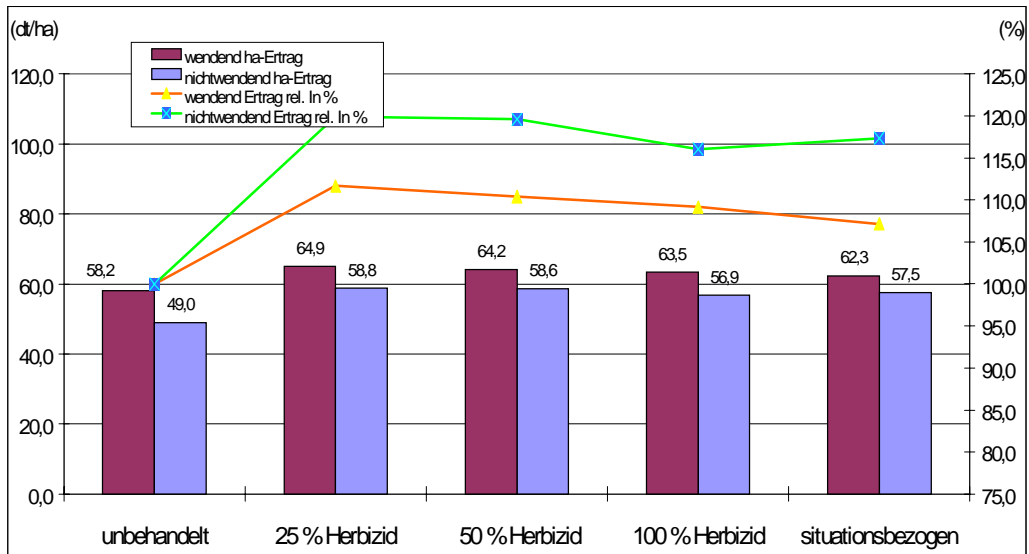
**Anlage 34: Winterroggenertrag (dt/ha) nach Wintergerste (Marktfruchtfolge) Mittelwert der Jahre 1999 und 2001**



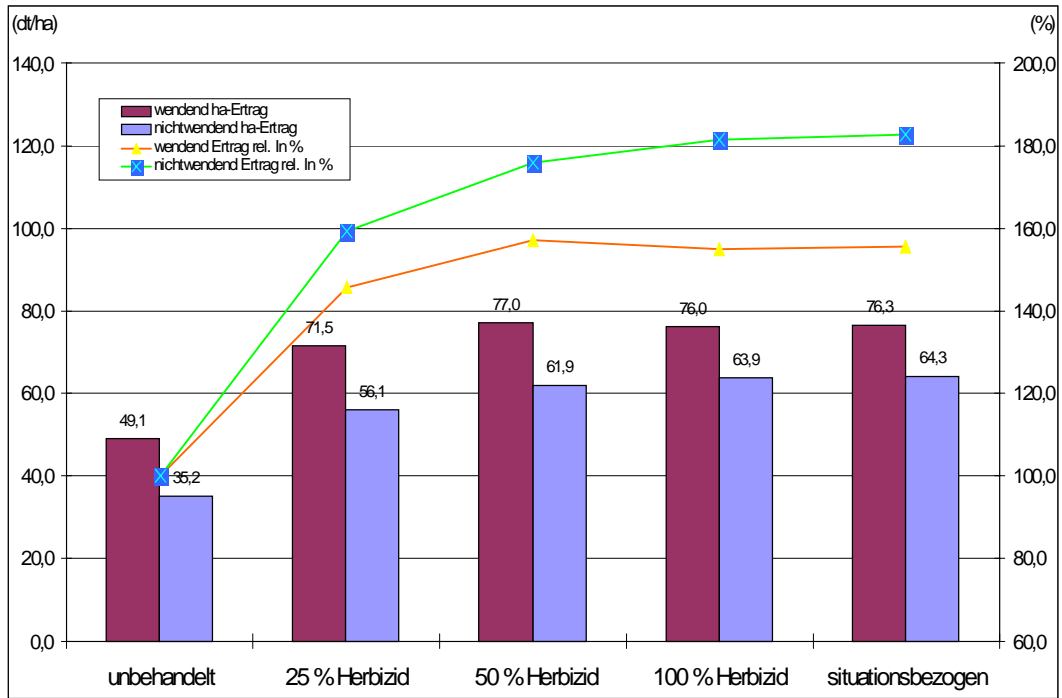
Anlage 35: Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) zur Ernte in Triticale nach Winterweizen (Marktfruchtfolge), Mittelwert der Jahre 1999 und 2001



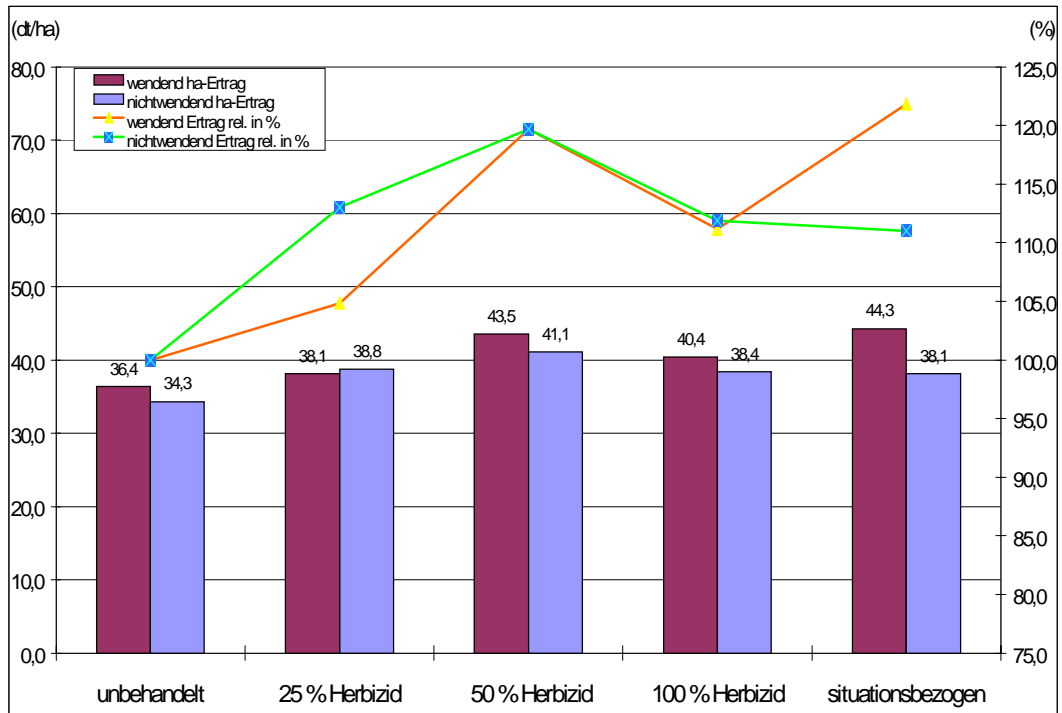
Anlage 36: Triticaleertrag (dt/ha) nach Winterweizen (Marktfruchtfolge; Mittelwert zweier Versuchsjahre)



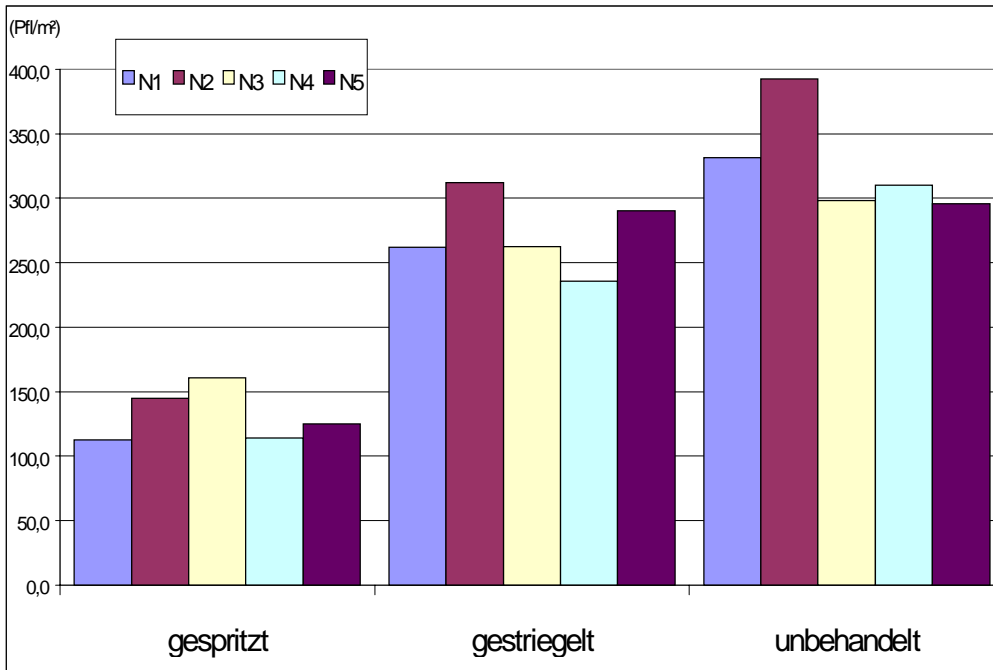
Anlage 37: Winterweizenertrag (dt/ha) nach Brache (Marktfruchtfolge), im Mittel zweier Versuchsjahre



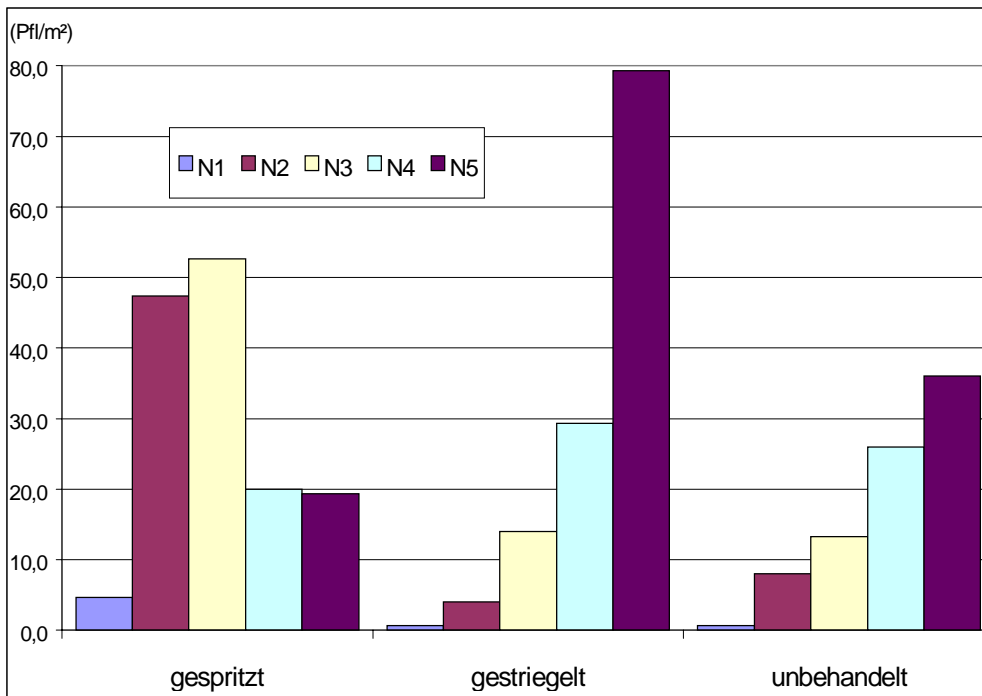
Anlage 38: Sommerweizenertrag (dt/ha) 1999 nach Winterraps (Marktfruchtfolge)



**Anlage 39:**      **Auflauf an dikotylen Unkräutern (Pfl./m<sup>2</sup>) im Winterweizen nach Winterraps, Mittelwert dreier Jahre nach langjährig gleichbleibender Unkrautbehandlung und gestaffelter Stickstoffmenge**

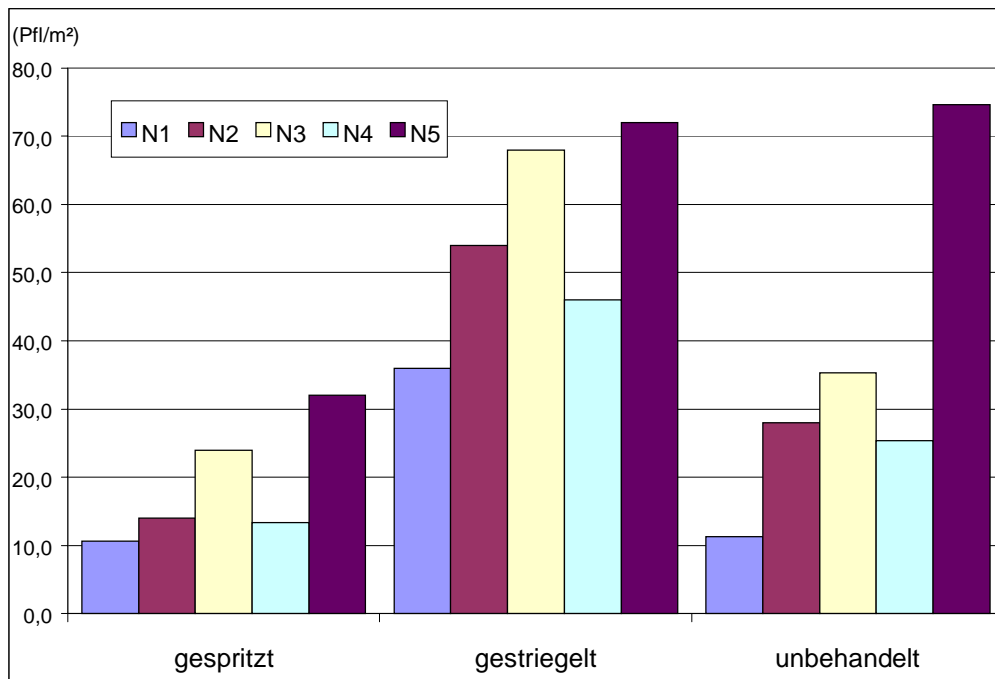


**Anlage 40:**      **Auflaufrate (Pfl./m<sup>2</sup>) von *Kletten-Labkraut* im Winterweizen nach Winterraps in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert über drei Jahre)**





Anlage 41: Auflaufrate (Pfl./m<sup>2</sup>) von *Vogelmiere* im Winterweizen nach Winterraps in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert über drei Jahre)



**Anlage 42: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) im Winterweizen nach Winterraps (Mittelwert über drei Jahre) in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung**

APESV = *Apera spica-venti* L.; CIRAR = *Cirsium arvense* (L.) SCOP.; THLAR = *Thlaspi arvense* L.; STEME = *Stellaria media* L.; CHEAL = *Chenopodium album* L.; FUMOF = *Fumaria officinalis* L.; LAMSP = *Lamium* sp.; MATIN = *Tripleurospermum maritimum* (L.) W.D.J. KOCH; CAPBP = *Capsella bursa-pastoris* (L.) MED.; VERHE = *Veronica hederifolia* L.; VIOAR = *Viola arvensis* MURRAY; MYOAR = *Myosotis arvensis* (L.) HILL; CENCY = *Centaurea cyanus* L.; GALAP = *Galium aparine* L.;

Unkraut- behandlung	Stickstoff- stufe	APESV	THLAR	STEME	FUMOF	LAMSP	MATIN	CAPBP	VERHE	VIOAR	MYOAR	CENCY	GALAP	Dikotyle
gespritzt	N1	17,3	3,3	10,7	0,7	2,7	10,7	4,7	8,7	53,3	0,0	3,3	4,7	112,7
	N2	8,0	4,0	14,0	3,3	2,0	8,0	4,0	4,7	50,0	1,3	1,3	47,3	144,7
	N3	18,0	6,7	24,0	4,0	3,3	9,3	4,7	6,0	35,3	0,0	2,0	52,7	160,7
	N4	8,0	3,3	13,3	7,3	1,3	5,3	4,0	8,7	36,0	0,0	5,3	20,0	114,0
	N5	16,7	7,3	32,0	0,7	3,3	10,0	2,0	4,0	28,0	0,7	1,3	19,3	124,7
		APESV	THLAR	STEME	FUMOF	LAMSP	MATIN	CAPBP	VERHE	VIOAR	MYOAR	CENCY	GALAP	Dikotyle
gestriegelt	N1	24,7	3,3	36,0	2,7	14,7	42,0	1,3	70,7	32,0	12,0	4,7	0,7	262,0
	N2	28,0	4,7	54,0	2,7	8,0	51,3	6,7	104,0	35,3	1,3	4,0	4,0	312,0
	N3	25,3	10,0	68,0	5,3	12,7	20,7	2,7	84,0	13,3	0,7	1,3	14,0	262,7
	N4	34,7	13,3	46,0	4,0	7,3	40,0	9,3	44,7	14,7	0,0	3,3	29,3	235,3
	N5	57,3	4,7	72,0	0,7	6,0	39,3	6,7	49,3	21,3	1,3	0,7	79,3	290,0
		APESV	THLAR	STEME	FUMOF	LAMSP	MATIN	CAPBP	VERHE	VIOAR	MYOAR	CENCY	GALAP	Dikotyle
unbehandelt	N1	42,0	2,7	11,3	0,7	12,0	88,7	3,3	96,7	50,7	1,3	6,7	0,7	331,3
	N2	81,3	3,3	28,0	0,7	15,7	114,0	4,0	108,7	57,3	2,7	4,0	8,0	392,3
	N3	24,7	6,0	35,3	4,7	15,3	56,0	0,7	114,0	26,7	1,3	4,0	13,3	298,0
	N4	24,7	5,3	25,3	8,7	22,0	66,7	3,3	117,3	13,3	0,7	0,0	26,0	310,0
	N5	44,0	2,7	74,7	2,0	13,3	67,3	2,7	66,0	11,3	0,0	0,7	36,0	296,0

**Anlage 43: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) im Winterraps nach Wintergerste (Mittelwert über drei Jahre) in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung**

APESV = *Apera spica-venti* L.; CIRAR = *Cirsium arvense* (L.) SCOP.; THLAR = *Thlaspi arvense* L.; STEME = *Stellaria media* L.; CHEAL = *Chenopodium album* L.; FUMOF = *Fumaria officinalis* L.; LAMSP = *Lamium* sp.; MATIN = *Tripleurospermum maritimum* (L.) W.D.J. KOCH; CAPBP = *Capsella bursa-pastoris* (L.) MED.; VERHE = *Veronica hederifolia* L.; VIOAR = *Viola arvensis* MURRAY; MYOAR = *Myosotis arvensis* (L.) HILL; CENCY = *Centaurea cyanus* L.; GALAP = *Galium aparine* L.;

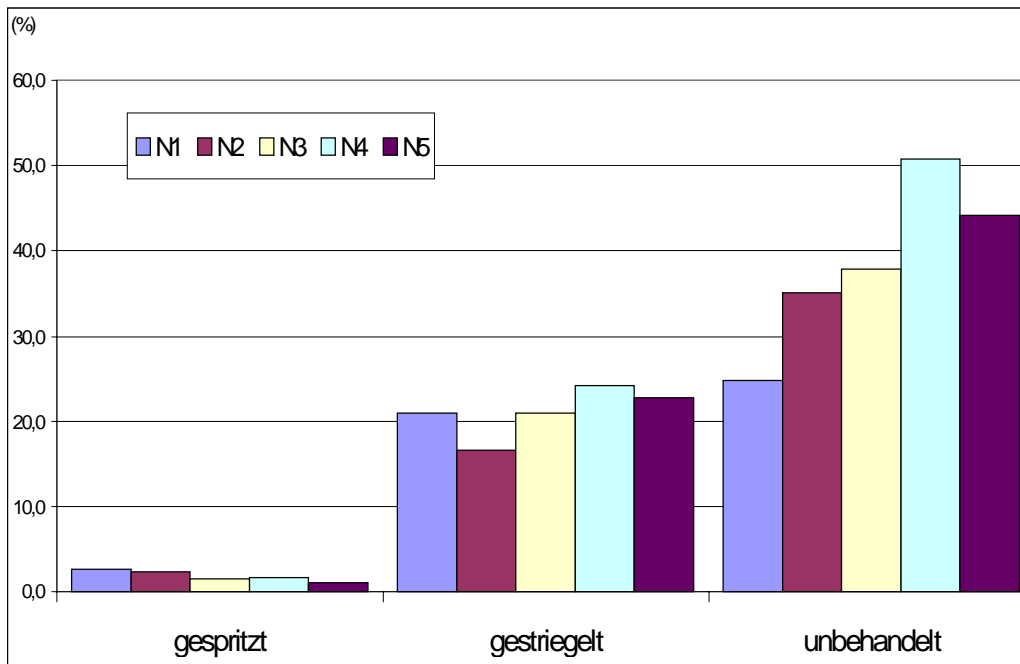
Unkraut- behandlung	Stickstoff- stufe	APESV	CIRAR	THLAR	STEME	CHEAL	FUMOF	LAMSP	MATIN	CAPBP	VIOAR	MYOAR	CENCY	GALAP	Dikotyle
gespritzt	N1	2,0	0,0	26,7	9,3	20,0	11,3	10,0	54,7	4,7	35,3	0,7	0,7	0,7	181,3
	N2	2,7	0,0	42,0	8,7	20,7	3,3	4,0	46,0	5,3	28,0	0,0	3,3	4,0	176,0
	N3	1,3	0,0	34,7	16,7	16,7	13,3	8,7	30,0	4,7	14,7	0,0	2,0	2,7	149,3
	N4	2,0	0,0	19,3	7,3	18,0	22,7	5,3	10,7	2,0	8,0	0,0	1,3	1,3	102,7
	N5	2,0	0,0	6,7	2,3	16,3	1,3	1,0	21,3	5,3	14,3	0,0	0,7	5,3	87,0
		APESV	CIRAR	THLAR	STEME	CHEAL	FUMOF	LAMSP	MATIN	CAPBP	VIOAR	MYOAR	CENCY	GALAP	Dikotyle
gestriegelt	N1	1,3	2,7	29,3	62,0	27,3	20,0	20,0	89,3	11,3	20,0	14,0	0,7	0,0	303,3
	N2	4,7	1,3	43,3	86,0	30,0	5,3	18,7	112,0	13,3	28,0	4,7	2,0	1,0	357,0
	N3	3,3	0,0	53,3	41,3	11,3	23,3	23,3	64,7	11,3	15,3	1,3	1,3	1,3	256,0
	N4	0,0	0,7	30,0	50,7	24,0	22,0	13,3	52,0	14,7	5,3	0,7	1,3	6,7	228,0
	N5	0,0	0,0	18,0	38,7	24,7	3,3	7,3	96,0	13,3	2,7	0,0	0,0	48,7	260,7
		APESV	CIRAR	THLAR	STEME	CHEAL	FUMOF	LAMSP	MATIN	CAPBP	VIOAR	MYOAR	CENCY	GALAP	Dikotyle
unbehandelt	N1	4,7	0,7	38,7	29,3	22,0	8,7	29,3	213,3	23,3	21,3	10,0	6,7	0,0	406,0
	N2	0,0	0,0	44,0	32,0	31,3	8,7	30,0	210,0	8,0	28,0	3,3	2,0	1,3	400,7
	N3	0,0	1,3	44,7	38,0	12,0	14,7	30,0	124,0	4,0	23,3	1,3	3,3	5,3	303,3
	N4	0,7	0,0	57,3	54,7	16,7	24,7	28,0	84,7	6,0	13,3	1,3	0,7	21,3	311,3
	N5	2,0	0,0	35,3	83,3	31,3	11,3	10,0	91,3	10,7	4,0	1,3	0,7	93,3	374,7

**Anlage 44: Unkrautauflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) in Wintergerste nach Winterweizen (Mittelwert über drei Jahre) in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung**

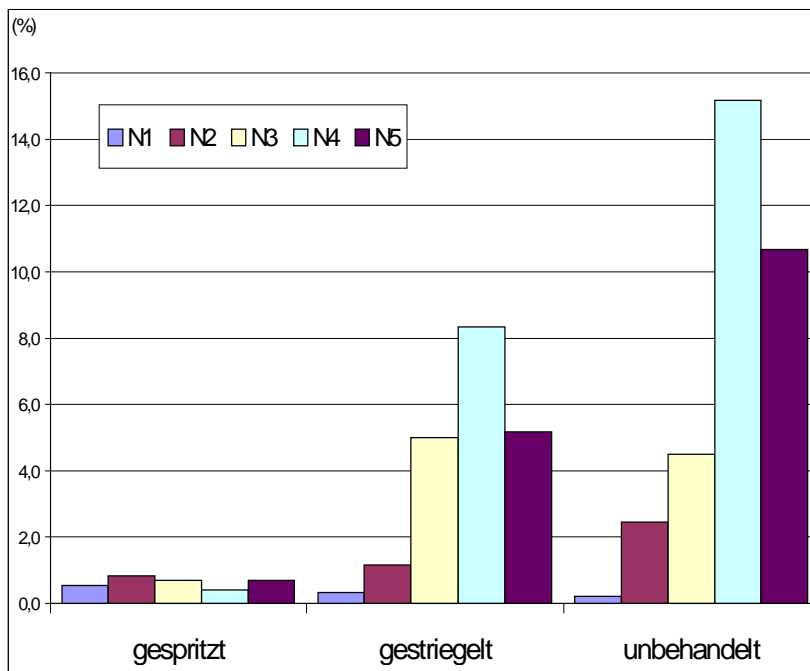
APESV = *Apera spica-venti* L.; CIRAR = *Cirsium arvense* (L.) SCOP.; THLAR = *Thlaspi arvense* L.; STEME = *Stellaria media* L.; CHEAL = *Chenopodium album* L.; FUMOF = *Fumaria officinalis* L.; LAMSP = *Lamium* sp.; MATIN = *Tripleurospermum maritimum* (L.) W.D.J. KOCH; CAPBP = *Capsella bursa-pastoris* (L.) MED.; VERHE = *Veronica hederifolia* L.; VIOAR = *Viola arvensis* MURRAY; MYOAR = *Myosotis arvensis* (L.) HILL; CENCY = *Centaurea cyanus* L.; GALAP = *Galium aparine* L.;

Unkraut- behandlung	Stickstoff- stufe	Unkrautarten (Pfl./m <sup>2</sup> )															Dikotyle
		APESV	CIRAR	THLAR	STEME	CHEAL	FUMOF	LAMSP	MATIN	CAPBP	VERHE	VIOAR	MYOAR	CENCY	GALAP		
gespritzt	N1	7,3	0,0	8,0	10,7	2,7	1,3	6,7	24,0	9,3	3,3	99,3	1,3	9,3	0,7	178,0	
	N2	4,7	0,0	6,0	19,3	4,0	2,7	4,7	14,7	8,7	4,7	99,3	3,3	6,0	11,3	186,0	
	N3	11,3	0,0	14,7	23,3	6,0	5,3	4,7	14,0	9,3	15,3	65,3	0,0	2,7	33,3	196,7	
	N4	9,3	0,0	8,7	14,7	4,7	17,3	1,3	8,0	9,3	1,3	40,7	0,0	0,7	9,3	118,0	
	N5	3,3	0,0	6,0	18,7	2,7	3,3	1,3	6,0	1,3	2,7	28,0	0,0	8,0	5,3	84,0	
gestriegelt	N1	55,3	0,7	2,0	28,0	0,7	2,0	8,7	72,0	4,0	38,0	53,3	1,3	7,3	0,7	220,7	
	N2	52,0	0,0	8,7	52,0	7,3	2,7	11,3	79,3	4,0	53,3	85,3	9,3	6,0	2,0	322,7	
	N3	63,3	0,0	9,3	56,0	2,7	8,7	13,3	71,3	5,3	30,0	53,3	1,3	6,0	5,3	263,3	
	N4	76,7	0,0	4,7	53,3	4,0	5,3	10,0	68,7	6,0	26,7	28,7	0,7	0,7	37,3	247,3	
	N5	58,0	0,0	2,7	44,7	6,7	0,0	3,3	42,7	8,7	40,0	20,0	0,0	0,7	42,7	212,7	
unbehandelt	N1	10,7	0,0	12,7	18,0	4,0	2,0	19,3	84,0	11,3	61,3	64,7	8,0	12,7	0,0	302,7	
	N2	24,7	0,0	14,0	19,3	7,3	2,0	12,0	94,7	7,3	43,3	88,7	8,7	4,0	4,0	314,0	
	N3	44,7	1,3	16,0	18,7	2,0	12,7	15,3	36,7	8,7	56,0	44,0	8,0	4,0	5,3	236,0	
	N4	52,0	0,0	20,7	29,3	4,7	7,3	20,0	71,3	5,3	50,0	34,0	2,0	1,3	36,7	284,7	
	N5	58,7	0,0	7,3	46,0	10,0	0,0	9,3	61,3	9,3	33,3	13,3	0,0	2,7	46,7	239,3	

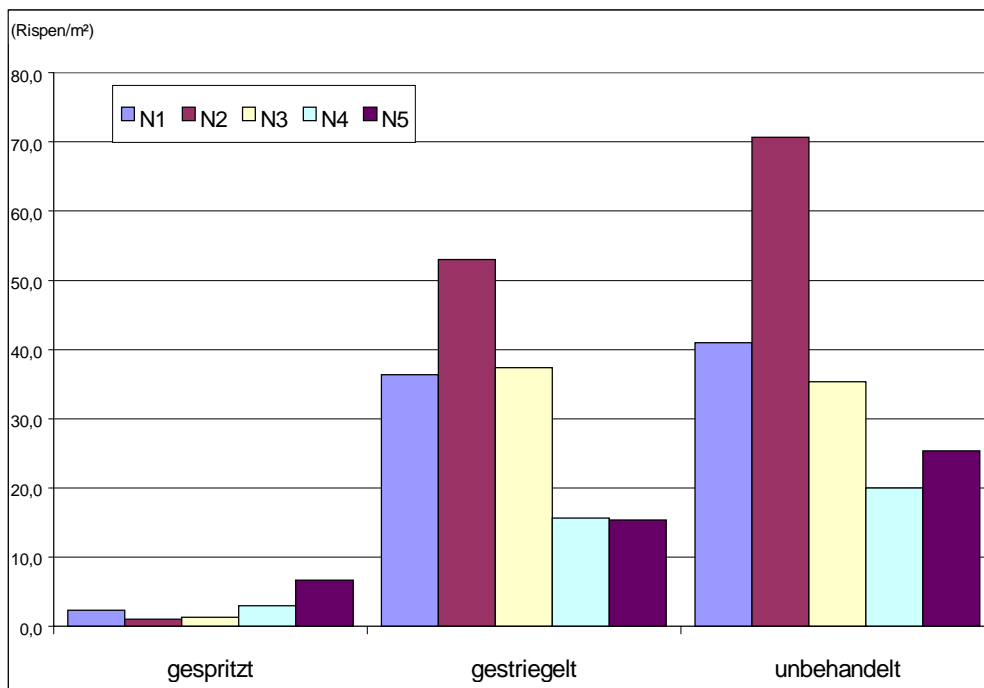
Anlage 45: Deckungsgrad (%) der dikotylen Unkräuter im Winterweizen zum Zeitpunkt vier Wochen nach der Herbizidanwendung in Abhängigkeit von Unkrautbehandlungsverfahren und Stickstoffversorgungsstufe (Mittelwert aus drei Jahren)



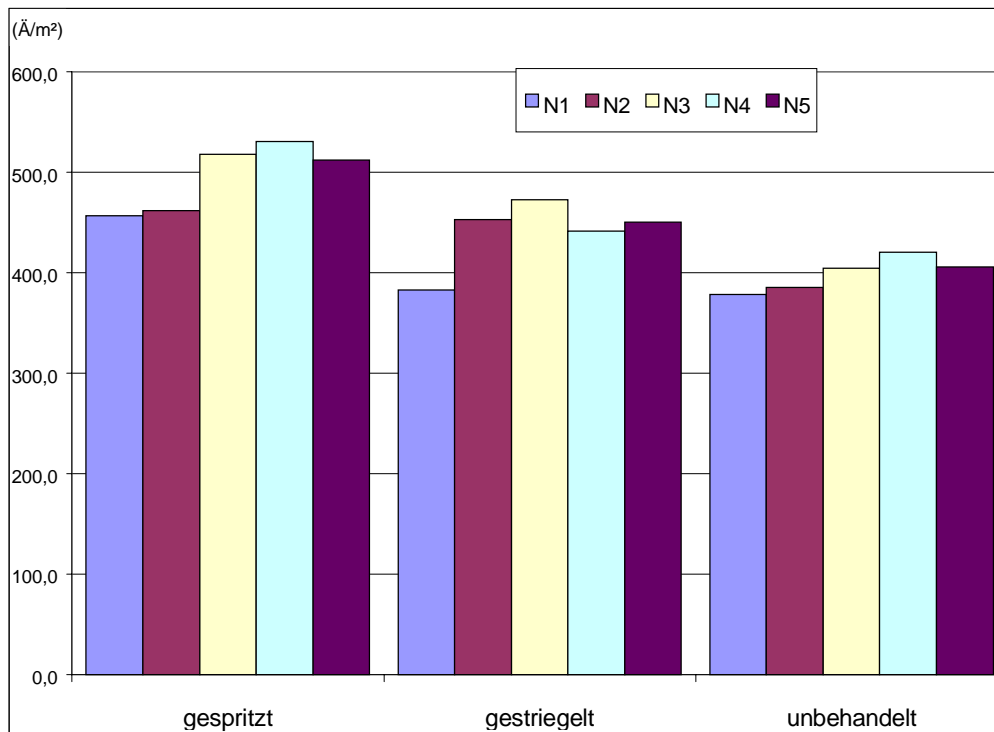
Anlage 46: Deckungsgrad (%) von *Kletten-Labkraut* acht Wochen nach der Herbizidausbringung im Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)



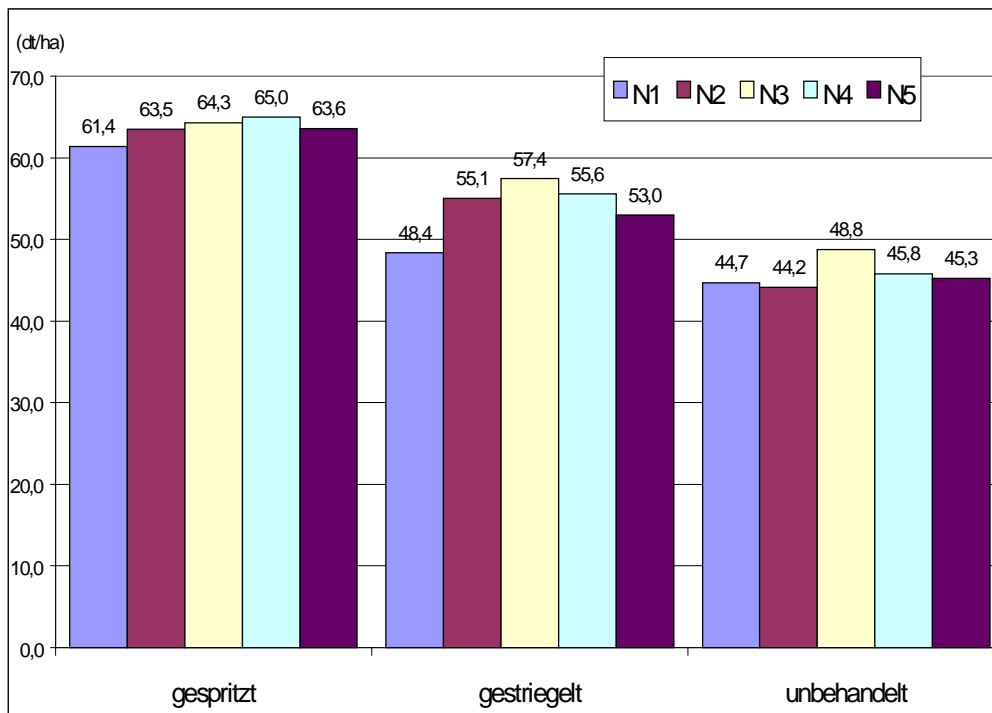
**Anlage 47: Windhalmesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) im Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbekämpfung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)**



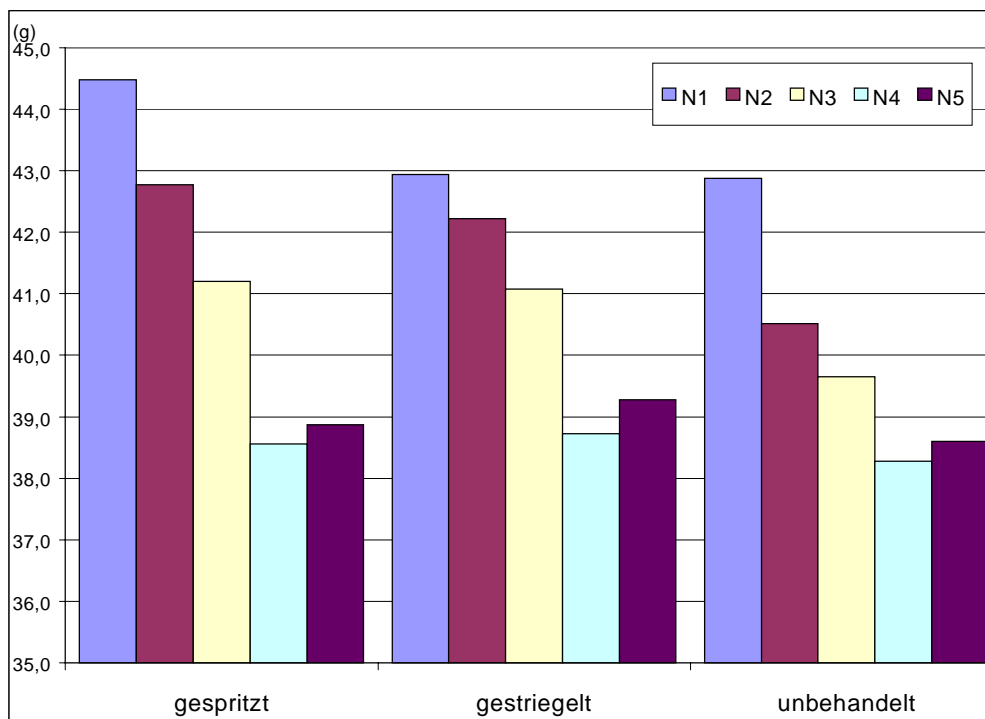
**Anlage 48: Ährenzahl von Winterweizen (je m<sup>2</sup>) zur Ernte in Abhängigkeit von der Unkrautbehandlung und Höhe der Stickstoffgabe (Mittelwert aus drei Jahren)**



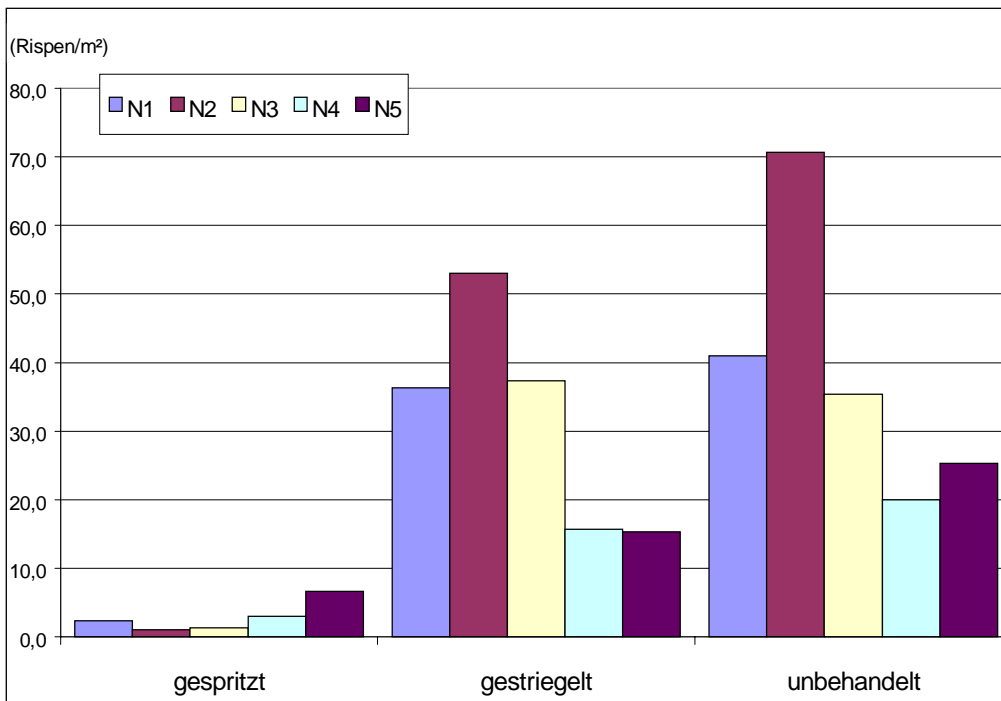
**Anlage 49:** Ertrag von Winterweizen (dt/ha) in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffmenge (Mittelwert aus drei Jahren)



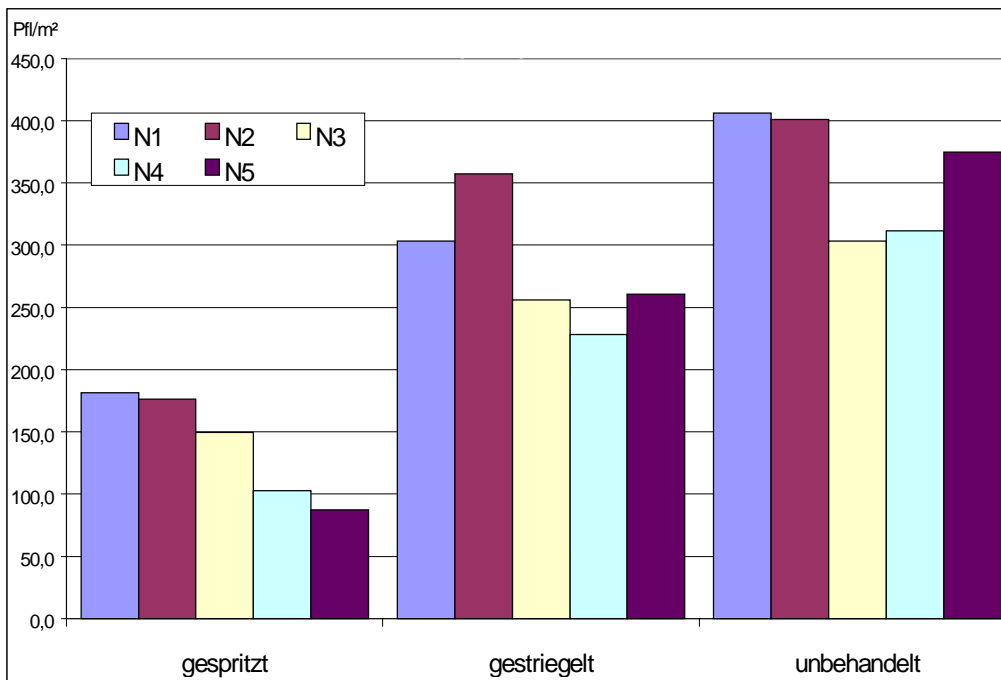
**Anlage 50:** Tausendkornmasse (TKM in g) von Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffdüngung (Mittelwert aus drei Jahren)



**Anlage 51:** Windhalmesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) im Winterweizen zur Ernte in Abhängigkeit von Intensität der Unkrautbehandlung und Stickstoffdüngung (Mittelwert aus drei Jahren)

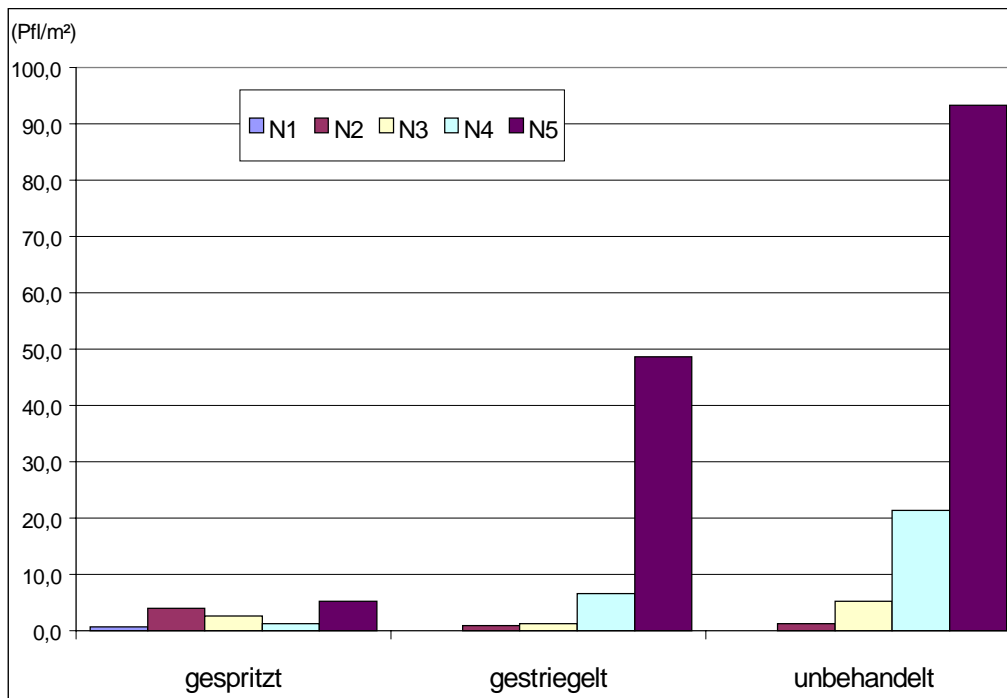


**Anlage 52:** Auflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) an dikotylen Unkräutern im Winterraps nach Wintergerste bei langfristig unterschiedlicher Unkrautkontrolle und gestaffelten Stickstoffgaben (Mittelwert aus drei Jahren)

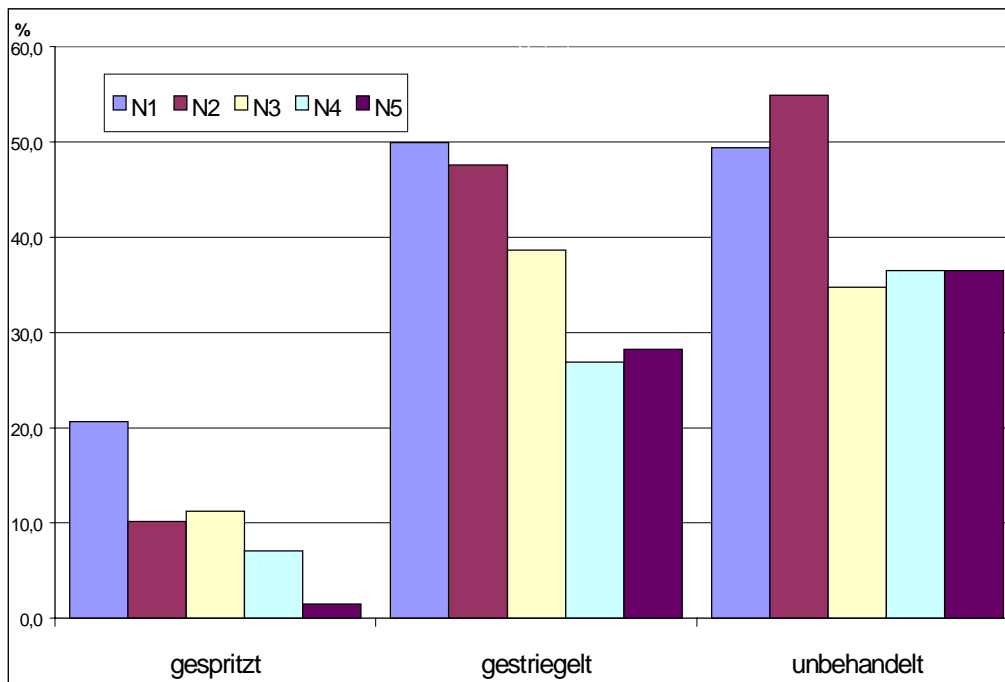




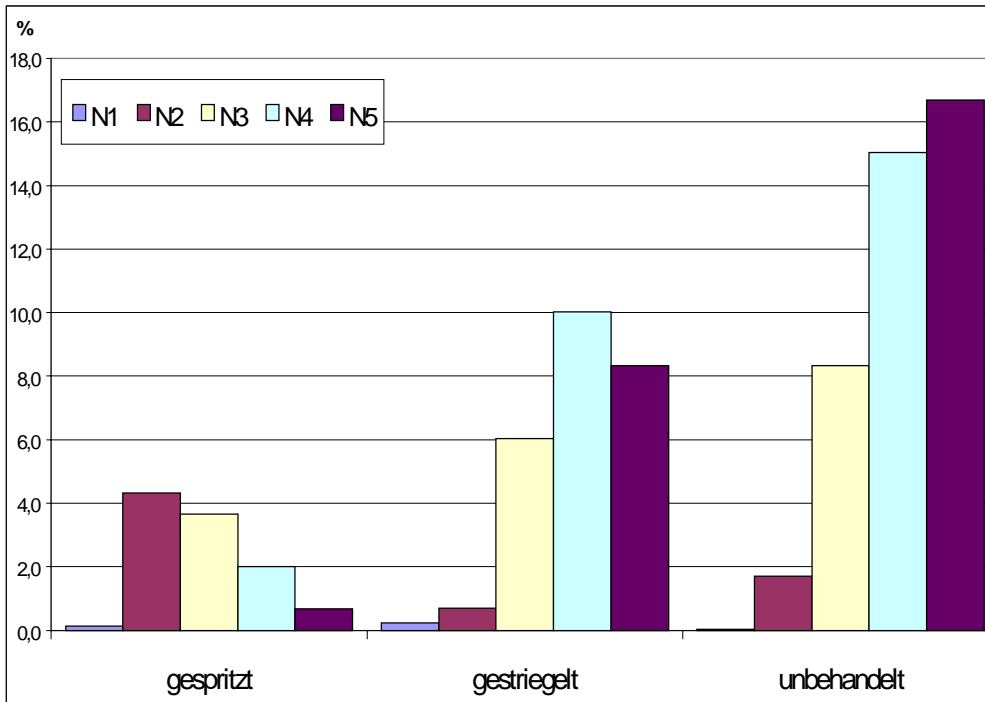
**Anlage 53:**     **Auflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) von *Kletten-Labkraut* im Winterraps nach Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)**



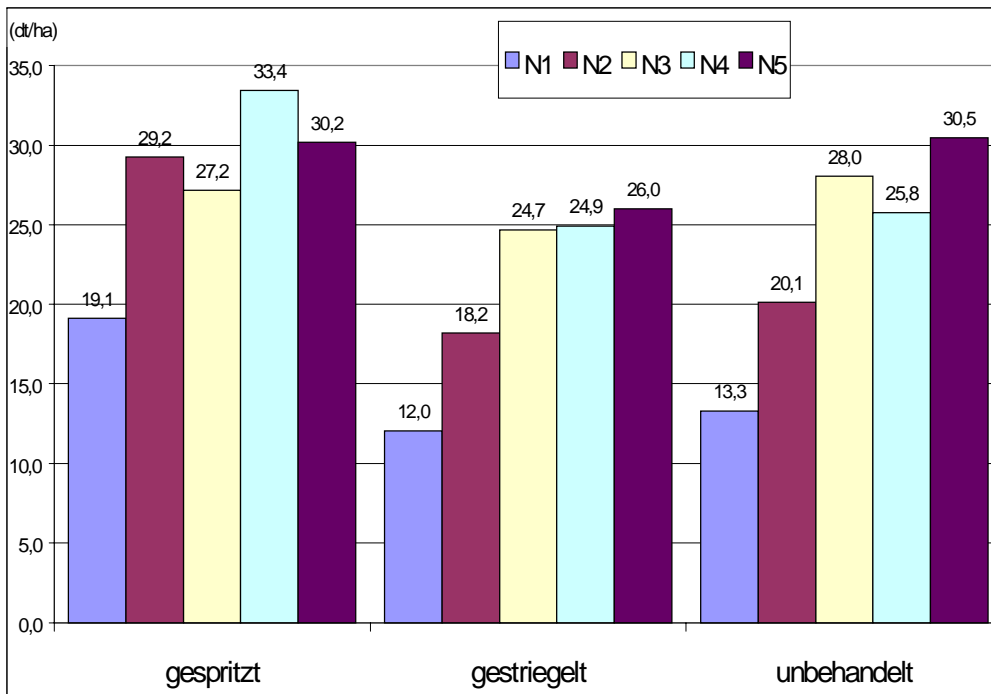
**Anlage 54:**     **Mittlerer Deckungsgrad (%) der dikotylen Unkräuter im Winterraps nach Winterweizen in Abhängigkeit von Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung, acht Wochen nach der Herbizidausbringung (Mittelwert aus drei Jahren)**



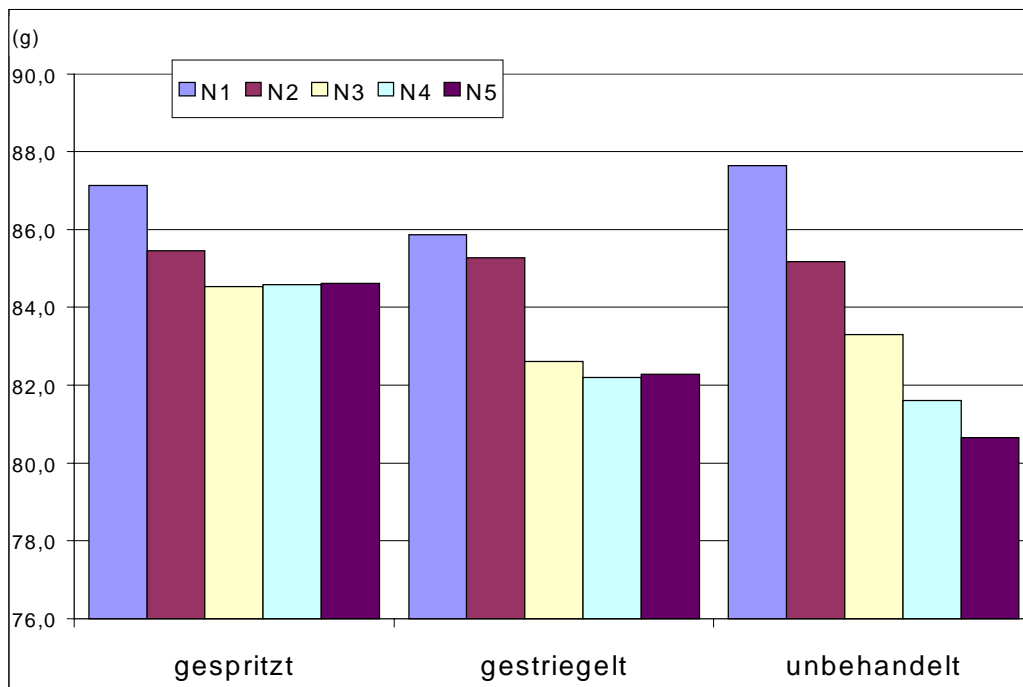
Anlage 55: Deckungsgrad (%) von *Kletten-Labkraut* acht Wochen nach der Herbizidapplikation im Winterraps nach Wintergerste (Mittelwert aus drei Jahren)



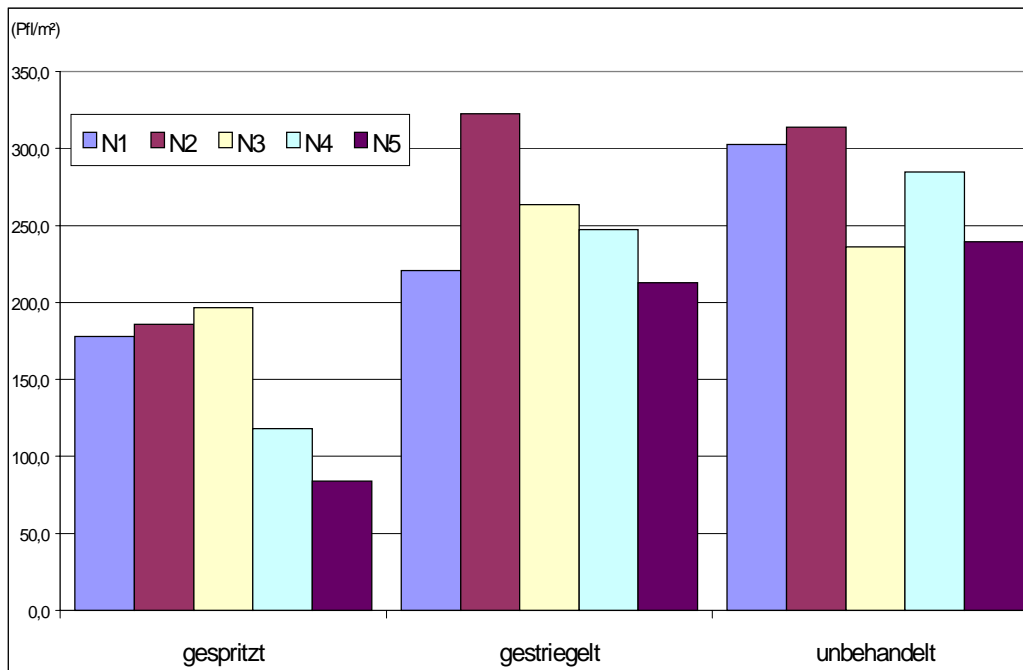
Anlage 56: Winterrapsenertrag (dt/ha) nach Wintergerste in Abhängigkeit von Unkrautbekämpfung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Versuchsjahren)



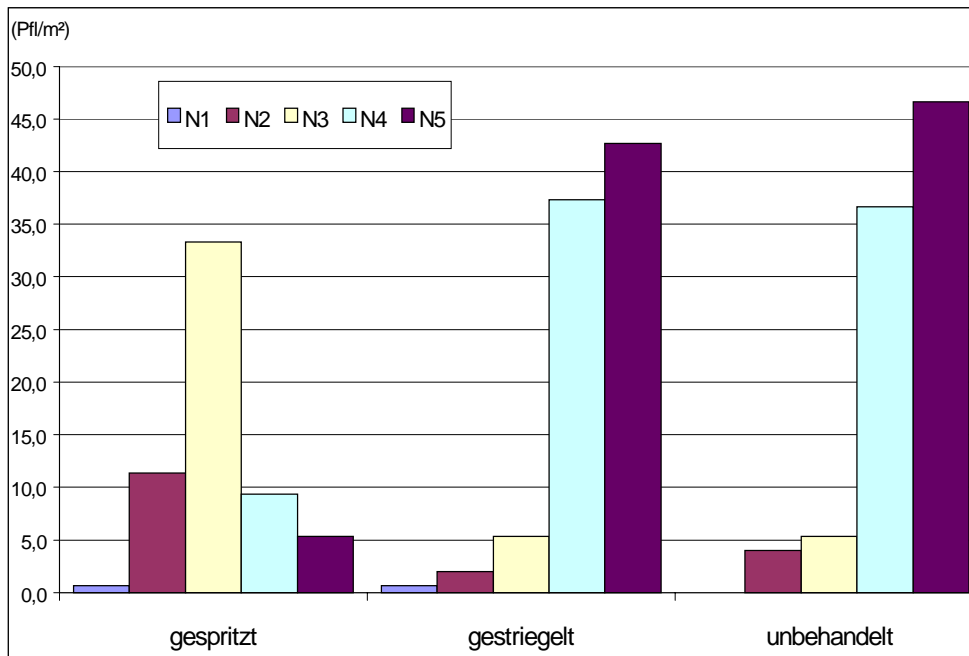
Anlage 57: Tausendkornmasse (TKM in g) von Winterrapss nach Wintergerste in Abhängigkeit von der Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Versuchsjahren)



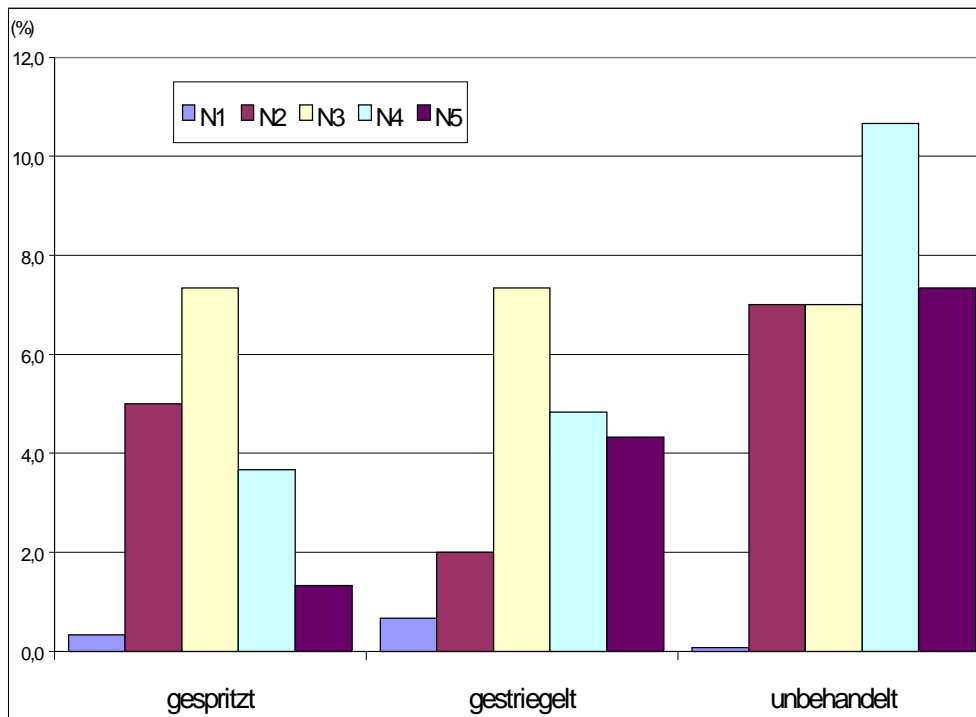
Anlage 58: Auflauf an dikotylen Unkräutern (Pfl./m²) in Wintergerste in Abhängigkeit von langfristig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffmenge (Mittelwert dreier Versuchsjahre)



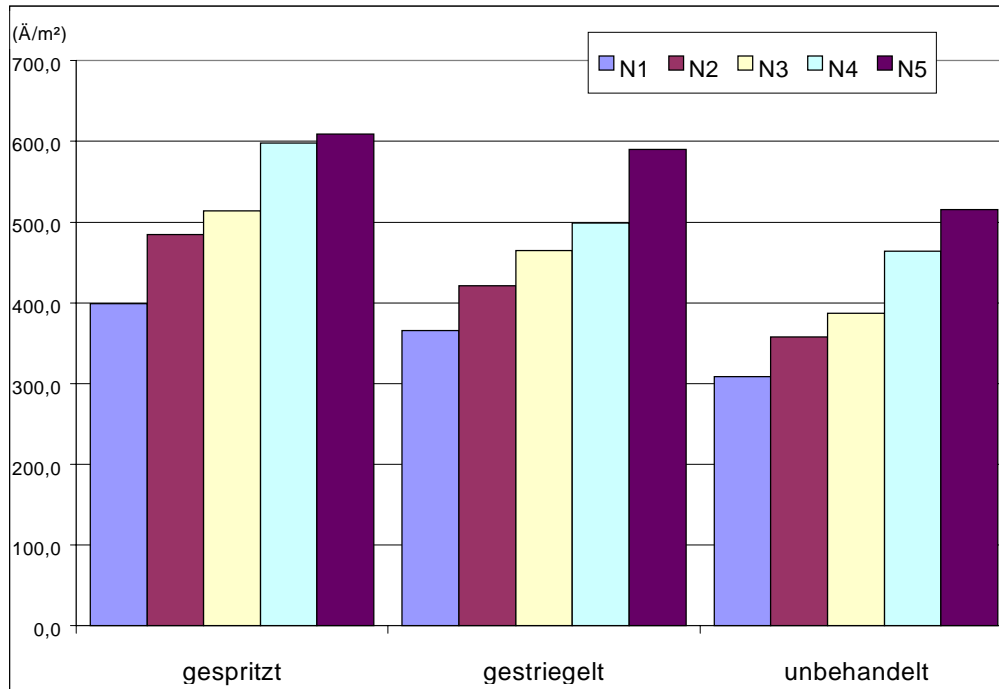
Anlage 59: Auflauf (Pfl./m<sup>2</sup>) von *Kletten-Labkraut* in Wintergerste nach Winterweizen nach lang-jährig unterschiedlicher Unkrautbehandlung und Stickstoffversorgung



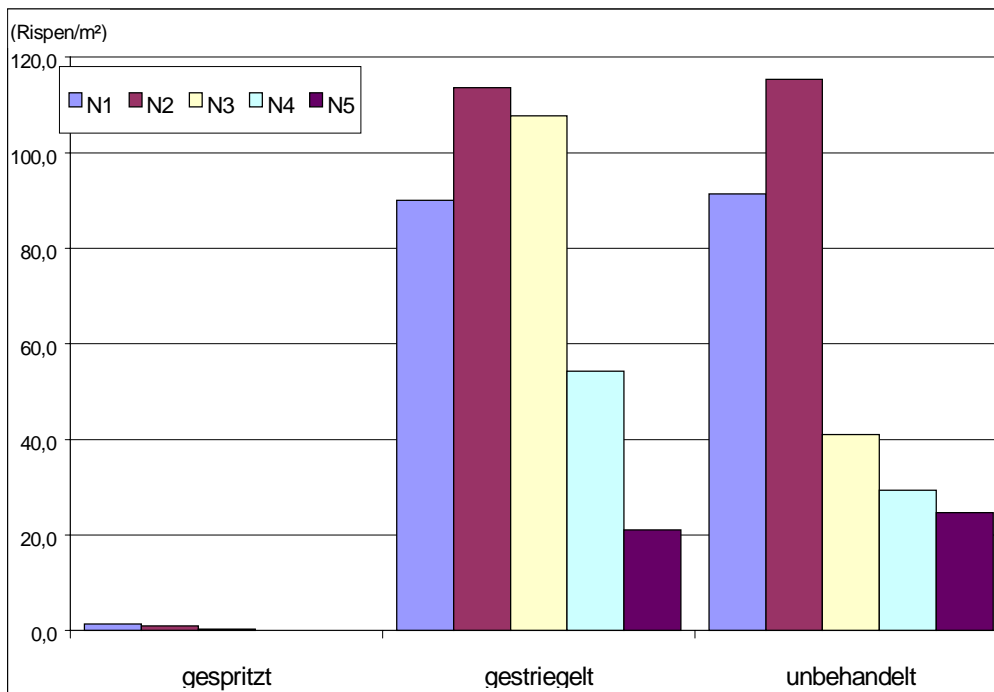
Anlage 60: Deckungsgrad (%) der hauptsächlich durch *Kletten-Labkraut* vertretenen dikotylen Unkräuter nach der Herbizidanwendung in Wintergerste nach Winterweizen (Mittelwert dreier Versuchsjahre)



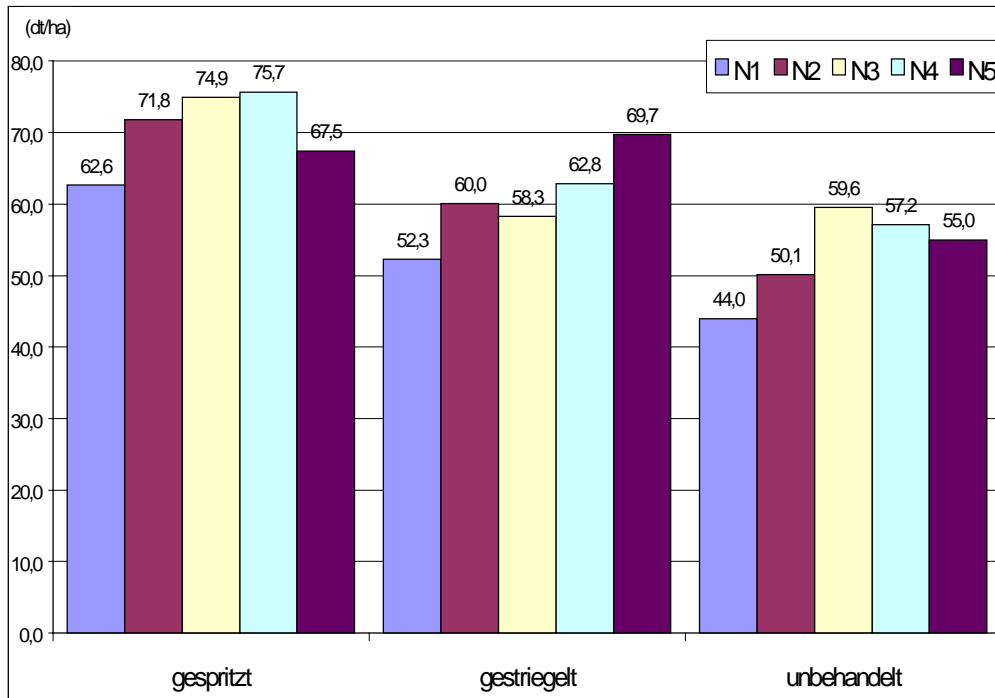
**Anlage 61:** Ährenzahl (je m<sup>2</sup>) der Wintergerste nach Winterweizen zur Ernte in Abhängigkeit von der Unkrautbehandlung und der Höhe der Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)



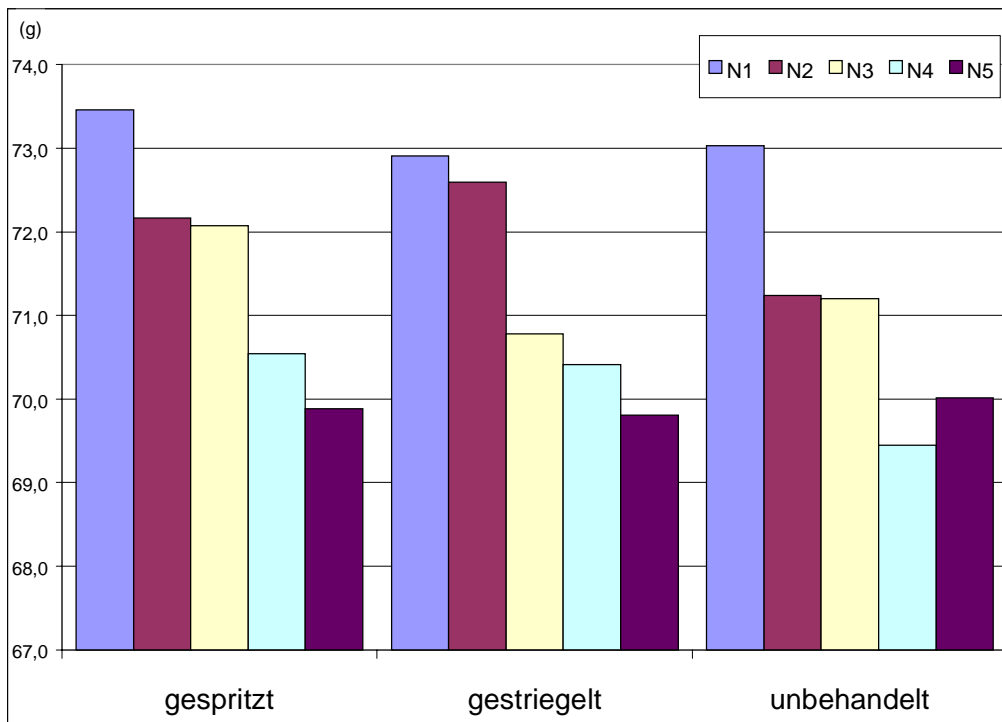
**Anlage 62:** Windhalmbesatz (Rispen/m<sup>2</sup>) in der Wintergerste nach Winterweizen zur Ernte in Abhängigkeit von Intensität der Unkrautbehandlung und Stickstoffdüngung (Mittelwert aus drei Jahren)



**Anlage 63:** Ertrag (dt/ha) von Wintergerste nach Winterweizen in Abhängigkeit von der Unkrautbehandlung und Höhe der Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)



**Anlage 64:** Tausendkornmasse (TKM in g) von Wintergerste nach Winterweizen in Abhängigkeit von der Art der Unkrautbehandlung und Höhe der Stickstoffversorgung (Mittelwert aus drei Jahren)



Anlage 65: Gefäßpflanzenarten auf einer Dauerbrache nach gezielter Ansaat im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2001

	Ansaat	Ansaatbereich		
		1999	2000	2001
Schaf-Schwingel	x	[Green bar]		
Gewöhnliche Quecke		[Green bar]		
Platthalm-Rispe	x	[Green bar]		
Einjähriges Rispengras		[Green bar]		
Deutsches Weidelgras		[Green bar]		[Green bar]
Wolliges Honiggras		[Green bar]		
Taube Trespe		[Green bar]		
Glatthafer		[Green bar]		[Green bar]
Wiesen-Schwingel			[Green bar]	
Gemeines Knautgras		[Green bar]		
Gemeines Ruchgras		[Green bar]		[Green bar]
Zittergras	x	[Green bar]		
Sandrohr; Reitgras		[Green bar]		[Green bar]
Acker-Kratzdistel		[Green bar]		
Wilde Malve	x	[Green bar]		
Moschus-Malve	x	[Green bar]		
Gemeiner Rainfarn	x	[Green bar]		
Färber-Resede	x			[Green bar]
Geruchlose Kamille				[Green bar]
Gemeine Schafgarbe	x	[Green bar]		
Wilde Möhre	x	[Green bar]		
Wiesen-Flockenblume	x	[Green bar]		
Vergißmeinnicht			[Green bar]	
Gemeiner Löwenzahn		[Green bar]		
Weidenröschen		[Green bar]		
Kleiner Sauerampfer		[Green bar]		
Kletten-Labkraut			[Green bar]	
Gemeines Hornkraut			[Green bar]	
Wegwarte	x	[Green bar]		
<b>Wiesen-Labkraut</b>		[Green bar]		
Wicke		[Green bar]		
Goldrute		[Green bar]		[Green bar]
Klette		[Green bar]		
Gemeiner Beifuß		[Green bar]		

Fortsetzung Anlage 65

	Ansaat	Ansaatbereich		
		1999	2000	2001
Gemeines Ferkelkraut	x			
Weiche Trespe				
Vogel-Knöterich				
Wiesen-Rispe				
Gänse-Fingerkraut				
Glattes Honiggras				
<b>Weide-Kammgras</b>				
Echtes Labkraut				
Berg-Weidenröschen				
Spitz-Wegerich				
Zwerg-Storchschnabel				
Großer Sauerampfer				
Eschen-Ahorn				
Rasen-Schmiele				
Platterbse				
Hain-Rispe				
Gewöhnliches Rispengras				
Alant-Distel				
Blutwurz; Tormentill				
Krauser Ampfer				
Weißer Gänsefuß				
Gemeiner Frauenmantel				
Gewöhnliches Habichtskraut				
Walnuß				

*Wiesen-Labkraut* und *Weide-Kammgras* sind die so genannten "Rote-Liste Arten"



Anlage 66: Gefäßpflanzenarten auf einer selbstbegrünten Brache zwischen 1999 und 2001

	1999	2000	2001
Schaf-Schwingel	■	■	■
Gewöhnliche Quecke	■	■	■
Platthalm-Rispe	■	■	■
Einjähriges Rispengras	■	■	■
Deutsches Weidelgras	■	■	■
Wolliges Honiggras	■	■	■
Taube Trespe	■		
Glatthafer			■
Wiesen-Schwingel	■	■	■
Gemeines Knautgras	■	■	■
Gemeines Ruchgras			■
Zittergras		■	
Wiesen-Lieschgras	■		■
Sandrohr; Reitgras	■	■	■
Acker-Kratzdistel	■	■	■
Wilde Malve	■	■	■
Moschus-Malve	■	■	■
Gemeiner Rainfarn	■	■	■
Geruchlose Kamille	■		■
Gemeine Schafgarbe	■	■	■
Wilde Möhre	■	■	■
Wiesen-Flockenblume	■		■
Vergißmeinnicht	■	■	■
Gemeiner Löwenzahn	■	■	■
Weidenröschen	■	■	■
Kleiner Sauerampfer	■	■	■
Kletten-Labkraut	■	■	■
Gemeines Hornkraut		■	■
Wegwarte	■	■	■
Echter Nelkenwurz	■	■	■
Gemeine Ackerwinde	■	■	■
Färber-Hundskamille	■	■	■
<b>Wiesen-Labkraut</b>	■	■	■
Wicke	■	■	■
Goldrute	■	■	■
Rotklee	■	■	■

Fortsetzung Anlage 66

	1999	2000	2001
Klette			
Gewöhnliche Eselsdistel	■		■
Gemeine Kratzdistel	■		■
Weißklee	■		
Gemeiner Beifuß	■	■	■
Gemeines Ferkelkraut	■	■	■
Kompaß-Lattich			■
Kanadisches Berufkraut			■
Echte Kamille			■
Weiche Trespe		■	■
Vogel-Knöterich			■
Wiesen-Rispe			■
Gänse-Fingerkraut			■
<b><i>Kahles Ferkelkraut</i></b>			■
Glattes Honiggras			■
Schmalblättriges Weidenröschen			■
Berg-Weidenröschen			■
Großer Sauerampfer			■
Eschen-Ahorn			■
Gewöhnliches Rispengras			■
Alant-Distel			■
Sumpf-Kratzdistel			■
Hunds-Rose			■
Salweide			■
Birne			■
Acker-Vergißmeinnicht			■
Gemeiner Frauenmantel			■
Walnuß			■

*Wiesen-Labkraut* und *Kahles Ferkelkraut* sind die so genannten "Rote-Liste Arten"

Anlage 67: Liste der von 1994 bis 2001 insgesamt auf der gesamten Brachefläche vorgekommenen Pflanzenarten und deren Einstufung bzw. Gefährdung nach der Roten Liste Sachsens (nach SCHULZ 1991) und der Bundesrepublik Deutschland (nach JEDICKE 1997)

Kürzel	lat. Name (n. ROTHMALER 1996)	dt. Name	Ansaat	RL-SN	RL D
ACENE	<i>Acer negundo</i> L.	Eschenahorn			
ACHMI	<i>Achillea millefolium</i> L.	Gemeine Schafgarbe	x		
AGOGI	<i>Agrostemma githago</i> L.	Kornrade	x	0	1
ALCVU	<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	Gemeiner Frauenmantel			
LYCAE	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. BIEB.	Acker-Krummhals	x		
ANTTI	<i>Anthemis tinctoria</i> L.	Färber-Hundskamille		3	
ANTOD	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Gemeines Ruchgras			
APESV	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. B.	Windhalm			
APHAR	<i>Aphanes arvensis</i> L.	Gewöhnlicher Ackerfrauenmantel		V	
ARREL	<i>Arrhenaterum elatius</i> (L.) J. et C. PRESL	Glatthafer			
ARTVU	<i>Artemisia vulgare</i> L.	Gemeiner Beifuß			
BRIME	<i>Briza media</i> L.	Zittergras	x	3	
BROMO	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Weiche Tresse			
BROST	<i>Bromus sterilis</i> L.	Taube Tresse			
CALEP	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) ROTH	Sandrohr; Reitgras			
CAPBP	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MED.	Gewöhnliches Hirtentäschel			
CRUPY	<i>Carduus nutans</i> L.	Nickende Distel		V	
CENCY	<i>Centaurea cyanus</i> L.	Kornblume	x		
CENJA	<i>Centaurea jacea</i> L.	Wiesen-Flockenblume	x		
CERFO	<i>Cerastium holosteoides</i> FRIES em. HYL.	Gemeines Hornkraut			
CHEAL	<i>Chenopodium album</i> L.	Weißer Gänsefuß			
CHYSE	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	Saat-Wucherblume	x		
CICIN	<i>Cichorium intybus</i> L.	Wegwarte	x		
CIRAR	<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	Acker-Kratzdistel			
CIRHE	<i>Cirsium helenioides</i> (L.) HILL	Alant-Distel			
CIRPA	<i>Cirsium palustre</i> (L.) SCOP.	Sumpf-Kratzdistel			
CURVU	<i>Cirsium vulgare</i> (SAVI) TEN.	Gemeine Kratzdistel			
CNSRE	<i>Consolida regalis</i> S. F. GRAY	Feld-Rittersporn	x	3	3
CONAR	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Gemeine Ackerwinde			
ERICA	<i>Conyza canadensis</i> (L.) CRON-QUIST	Kanadisches Berufkraut			
	<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. B.	Silbergras	x		
CYNCR	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Weide-Kammgras		V	
DACGL	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Gemeines Knaulgras			
DAUCA	<i>Daucus carota</i> L.	Wilde Möhre	x		
DESCA	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.	Rasen-Schmiele			
AGRRE	<i>Elytrigia repens</i> (L.) DESV.	Gewöhnliche Quecke			

Fortsetzung Anlage 67

Kürzel	lat. Name (n. ROTHMALER 1996)	dt. Name	Ansaat	RL-SN	RL D
EPIAN	Epilobium angustifolium L.	Schmalblättriges Weidenröschen			
EPIMO	Epilobium montanum L.	Berg-Weidenröschen			
EPISP1	Epilobium sp.	Weidenröschen			
POLCO	Fallopia convolvulus (L.) A. LÖVE	Gewöhnlicher Windenknöterich			
FESOV	Festuca ovina L.	Schaf-Schwingel	x		
FESPR	Festuca pratensis HUDS.	Wiesen-Schwingel			
FUMOF	Fumaria officinalis L.	Gewöhnlicher Erdrauch			
GALAP	Galium aparine L.	Kletten-Labkraut			
GALMO	Galium mollugo L.	Wiesen-Labkraut		3	
GALVE	Galium verum L.	Echtes Labkraut			
GERPU	Geranium pusillum BURM. fil.	Zwerg-Storchschnabel			
GERRT	Geranium rotundifolium L.	Rundblättriger Storchschnabel			
GEUUR	Geum urbanum L.	Echter Nelkenwurz			
	Hieracium lachenalii C. C. GME-LIN	Gewöhnliches Habichtskraut			
HOLLA	Holcus lanatus L.	Glattes Honiggras			
HOLMO	Holcus mollis L.	Wolliges Honiggras			
HYPGL	Hypochoeris glabra L.	Kahles Ferkelkraut			2
HYPR	Hypochoeris radicata L.	Gemeines Ferkelkraut	x		
	Juglans sp.	Walnuß			
LACSE	Lactuca serriola L.	Kompaß-Lattich			
LAMSP	Lamium-Arten	Taubnessel			
LATSP	Lathyrus sp.	Platterbse			
LOLPE	Lolium perenne L.	Deutsches Weidelgras			
MALMO	Malva moschata L.	Moschus-Malve	x		
MALSY	Malva sylvestris L.	Wilde Malve	x		
MATCH	Matricaria recutita L.	Echte Kamille	x		
MEDLU	Medicago lupulina L.	Gelbklee; Hopfenluzerne	x		
MYOAR	Myosotis arvensis (L.) HILL	Acker-Vergißmeinnicht			
MYOSP	Myosotis sp.1	Vergißmeinnicht			
MYSMI	Myosurus minimus L.	Mäuseschwänzchen		3	
ONRAC	Onopordum acanthium L.	Gewöhnliche Eselsdistel			
PAPRH	Papaver rhoeas L.	Klatschmohn	x		
PHLPR	Phleum pratense L.	Wiesen-Lieschgras			
PLALA	Plantago lanceolata L.	Spitz-Wegerich			
POAAN	Poa annua L.	Einjähriges Rispengras			
POACO	Poa compressa L.	Platthalm-Rispe	x		
POANE	Poa nemoralis L.	Hain-Rispe			
POAPR	Poa pratensis L.	Wiesen-Rispe			
POATR	Poa trivialis L.	Gewöhnliches Rispengras			
POLAV	Polygonum aviculare L.	Vogel-Knöterich			
PTLAN	Potentilla anserina L.	Gänse-Fingerkraut			

Fortsetzung Anlage 67

Kürzel	lat. Name (n. ROTHMALER 1996)	dt. Name	Ansaat	RL-SN	RL D
POTER	Potentilla erecta (L.) RÄUSCHEL	Blutwurz; Tormentill			
PYRCO	Pyrus sp.	Birne			
RAPRA	Raphanus sativus L.	Ölrettich	x		
RESLU	Reseda luteola L.	Färber-Resede	x		
ROSCA	Rosa canina L.	Hundsrose			
RUMCR	Rumex crispus L.	Krauser Ampfer			
RUMAC	Rumex acetosa L.	Großer Sauerampfer			
RUMAL	Rumex acetosella L.	Kleiner Sauerampfer			
SALCA	Salix capraea L.	Salweide			
SCRAN	Scleranthus annuus L.	Einjähriger Knäuel			
SINAR	Sinapis arvensis L.	Acker-Senf	x		
SOLSP	Solidago sp.	Goldrute			
STEME	Stellaria media L.	Vogelmiere			
CHRVU	Tanacetum vulgare L.	Gemeiner Rainfarn	x		
TAROF	Taraxacum officinale WIGGERS	Gemeiner Löwenzahn			
THLAR	Thlaspi arvense L.	Acker-Hellerkraut			
TRIPR	Trifolium pratense L.	Rotklee			
TRIRE	Trifolium repens L.	Weißklee			
MATIN	Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J.KOCH	Geruchlose Kamille			
VERAR	Veronica arvensis L.	Feld-Ehrenpreis			
VERHE	Veronica hederifolia L.	Efeublättriger Ehrenpreis			
VICSP	Vicia sp.	Wicke			
VIOAR	Viola arvensis MURRAY	Feld-Stiefmütterchen			
Anzahl	100		23	10	3

RL Rote Liste  
 SN Sachsen  
 D Deutschland

## Anlage 68:

## Im Versuchsgelände Glaubitz 1998 - 2001 nachgewiesene Arten der Collembolen.

Dominanzstufen: eu = > 40.0 %, d = 12.5 - 39.9 %, sd = 4.0 - 12.4 %, r = 1.3 - 3.9 %, sr = 1.2 - 0.5 %, + = 0.4 - 0.05 %, \* = <= 0.5 %; WG = Wintergerste, WW = Winterweizen, BR = Brache, G = Angaben nur von GRIEGEL (1998) unter Wintergerste

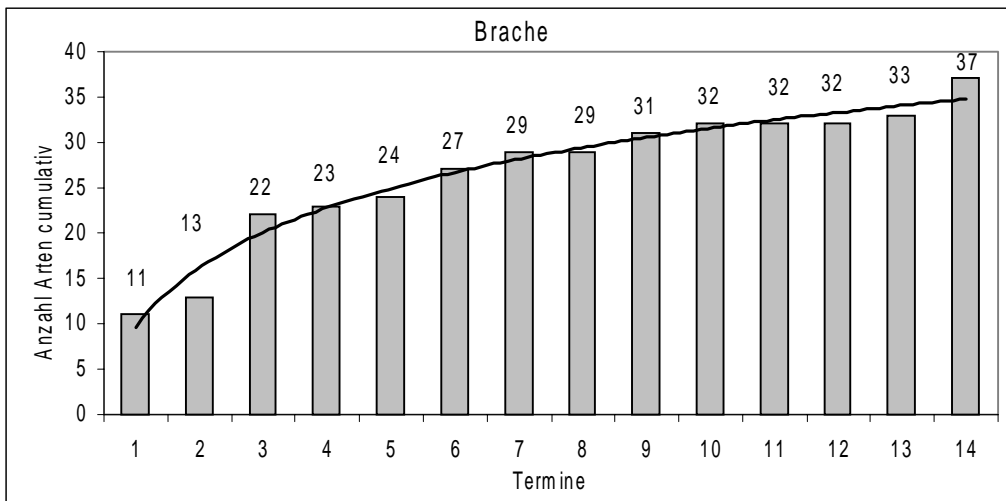
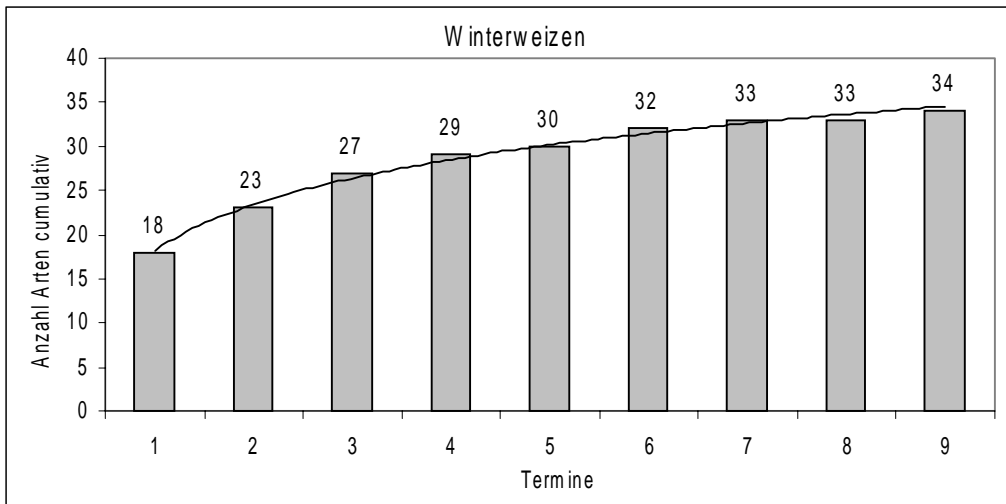
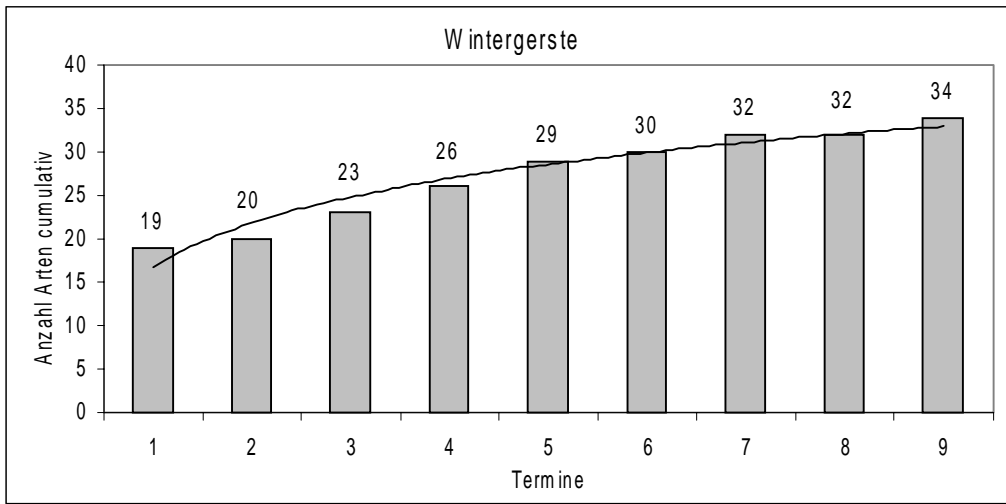
	WG	WW	BR	G
<b>Arthropleona</b>				
<b>Hypogastruridae</b>				
<i>Ceratophysella mosquensis</i> (Becker, 1905)	*			
<i>Ceratophysella succinea</i> (Gisin, 1949)	sd	r	*	
<i>Willemia anophthalma</i> Börner, 1901				G
<i>Willemia intermedia</i> Mills, 1934	r	r	*	
<i>Xenylla boernerii</i> Axelson, 1905			+	
<i>Xenylla grisea</i> Axelson, 1900			+	
<b>Onychiuridae</b>				
<i>Deharvengiurus denisi</i> (Stach, 1934)	*			
<i>Doutnacia xerophila</i> Rusek, 1974				G
<i>Mesaphorura hylophila</i> Rusek, 1982	r	r	sr	
<i>Mesaphorura italica</i> (Rusek, 1971)				G
<i>Mesaphorura krausbaueri</i> Börner, 1901				G
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976	d	d	eu	
<i>Mesaphorura tenuisensillata</i> Rusek, 1974	*		*	
<i>Neotullbergia ramicuspis</i> (Gisin, 1953)			*	
<i>Onychiurus ambulans</i> Gisin, 1952	*	+		
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	sd	d	sd	
<i>Protaphorura meridiata</i> (Gisin, 1952)	*			
<i>Protaphorura pannonica</i> (Haybach, 1960)	*	+	+	
<i>Protaphorura quadriocellata</i> (Gisin, 1947)	*			
<i>Stenaphorurella quadrispina</i> (Börner, 1901)	*		sd	
<b>Neanuridae</b>				
<i>Anurida</i> spec. juv.		*		
<i>Friesea mirabilis</i> (Tullberg, 1871)	*	*		
<i>Micranurida pygmaea</i> Börner, 1901	+		+	
<b>Isotomidae</b>				
<i>Cryptopygus thermophilus</i> (Axelson, 1900)				G
<i>Desoria tigrina</i> (Nicolet, 1842)	*	+	+	
<i>Folsomia fimetaria</i> (Linné, 1758)	sd	sd	r	
<i>Folsomia penicula</i> Bagnall, 1939		*		
<i>Isotoma anglicana</i> Lubbock, 1862	r	sd	r	
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet, 1839				G
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896)	sd	sd	d	
<i>Isotomodes productus</i> (Axelson, 1906)	+	r	+	
<i>Isotomurus palustris</i> (Müller, 1776)	*	+	r	
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	d	sd	d	
<i>Proisotoma minima</i> (Absolon, 1901)		*	*	

## Fortsetzung Anlage 68

	WG	WW	BR	G
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)	r	r	*	
<i>Pseudisotoma sensibilis</i> (Tullberg, 1876)		*	+	
<b>Entomobryidae</b>				
<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg, 1871)	*	+	*	
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)	r	sd	sr	
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg, 1871	r	r	sr	
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin, 1788)		*	+	
<i>Lepidocyrtus paradoxus</i> Uzel, 1891		*	*	
<i>Orchesella villosa</i> (Geoffroy, 1764)			*	
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	r	r	sr	
<i>Pseudosinella decipiens</i> Denis, 1924	+	+	+	
<b>Tomoceridae</b>				
<i>Tomocerus flavescens</i> (Tullberg, 1871)			*	
<b>Oncopoduridae</b>				
<i>Oncopodura crassicornis</i> Shoebbotham, 1911				G
<b>Symphyleona</b>				
<i>Arrhopalites caecus</i> (Tullberg, 1871)	*	*		
<i>Bourletiella viridescens</i> Stach, 1920	sr	sr	+	
<i>Dicyrtoma fusca</i> (Lubbock, 1873)			*	
<i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900	sr	sr	sr	
<i>Sminthurides schoetti</i> Axelson, 1903			*	
<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1862)	+	+	+	
<i>Sminthurinus elegans</i> (Fitch, 1863)		*		
<i>Sminthurus nigromaculatus</i> Tullberg, 1871		sr		
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	+	+	sr	

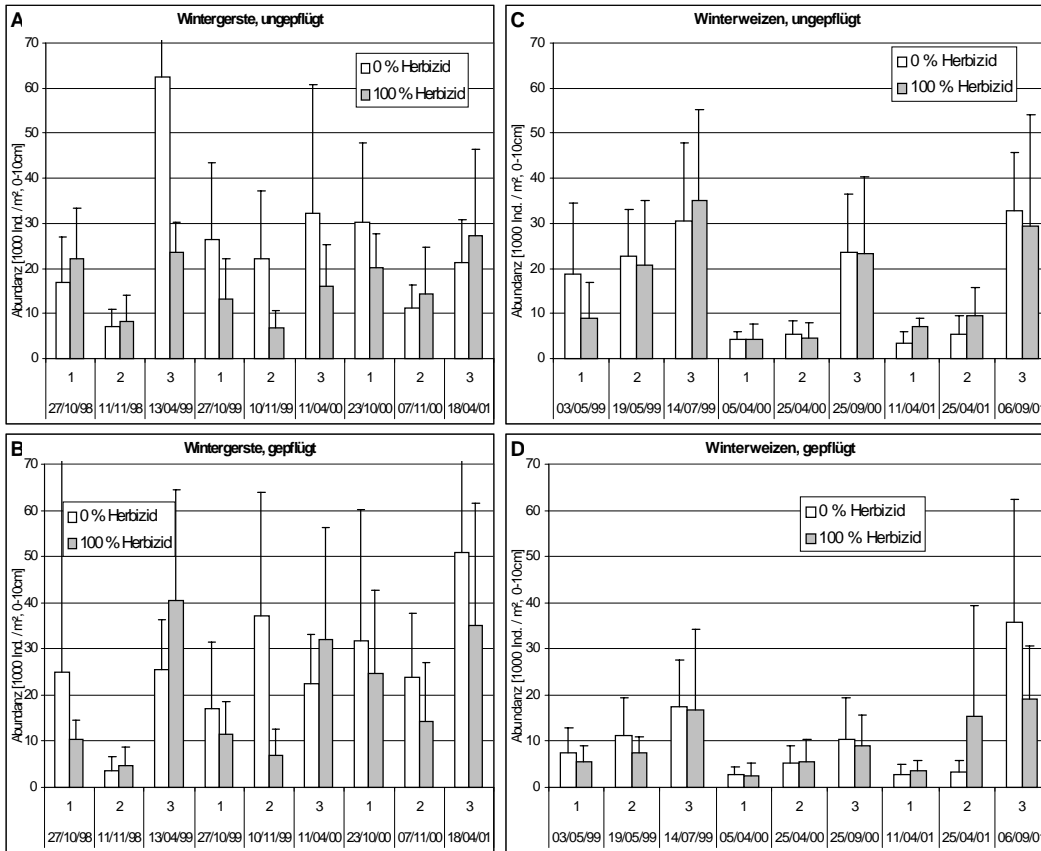
Anlage 69:

Collembola-Artensättigung mit fortschreitendem Probennahmeumfang





**Anlage 70:** Collembola-Gesamtabundanzen für 0 – 10 cm Beprobungstiefe im zeitlichen Verlauf  
 Abbildungen A und B zeigen Wintergerste (A ungepflügt, B gepflügt),  
 Abbildungen C und D zeigen Winterweizen (C ungepflügt, D gepflügt). MW (N = 8) ± 1 SD



Anlage 71: Statistische Prüfung (ANOVA) der Collembolen-Abundanz, -Artenzahl, -Juvenilenanteil auf den Einfluss der Faktoren "Kultur", "Herbizid" bzw. "Pflug"

Nur Irrtumswahrscheinlichkeiten  $p$  unter 0,01 werden genannt. Var >: Variante mit höheren Werten. WG: Wintergerste, WW: Winterweizen, 0 %: 0 % Herbizid, 100 %: 100 % Herbizid, nP: Pfluglose Variante Bodenbearbeitung, P: Pflug-Variante

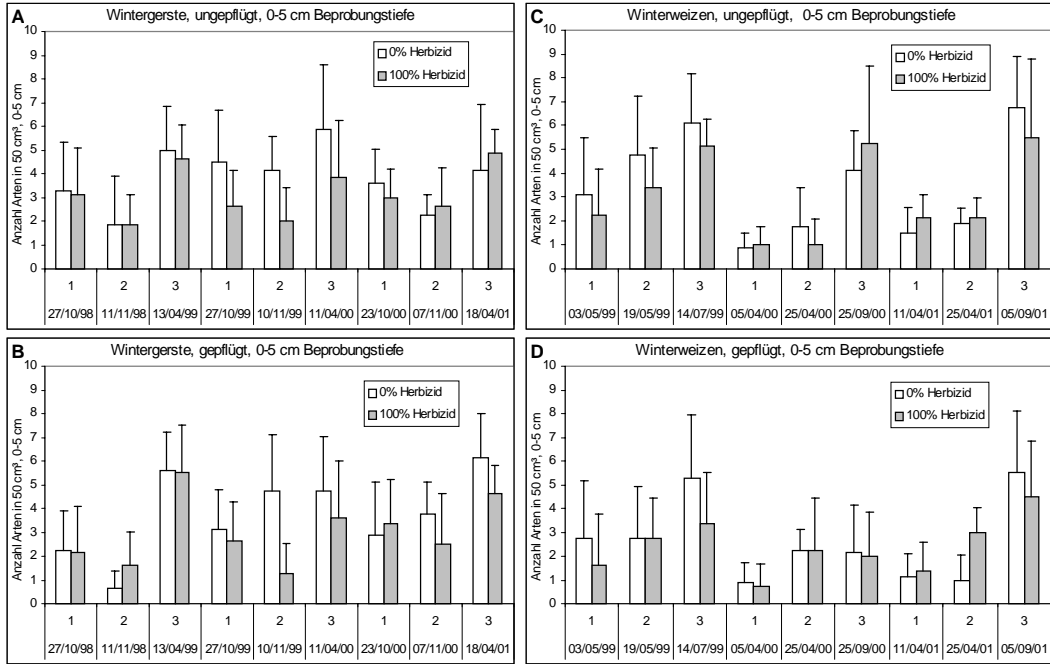
Faktor	Messgröße	Einfluss des Faktors					Wechselwirkungen zwischen Faktor und:				
		Var >	F	p	Signif.	Kultur	Herbi- zid	Pflug	Tiefe	Jahr	Ter- min
Kultur	Gesamt- Abundanz	WG	55.558	0.000	***		**	**			**
	Anzahl Arten	WG	65.078	0.000	***				**	***	***
	Anteil Juveniler	WW	12.250	0.000	***		**			***	
	<i>C. succinea</i> <sup>+</sup>	WG	15.166	0.000	***						
	<i>F. fimetaria</i> <sup>+</sup>										
	<i>H. nitidus</i>										**
	<i>I. anglicana</i>										
	<i>I. minor</i> <sup>+</sup>									***	
	<i>L. cyaneus</i> <sup>+</sup>										***
	<i>M. minimus</i>										***
	<i>M. macrochaeta</i>	WG	59.88	0.000	***			**	**	***	
	<i>P. notabilis</i>	WG	53.925	0.000	***					***	***
	<i>P. minuta</i> <sup>+</sup>	WG	7.100	0.008	**						
	<i>P. armata</i> <sup>+</sup>							***		***	
	<i>P. alba</i> <sup>+</sup>									***	
<i>W. intermedia</i>							**		***		
Herbizid	Gesamt- Abundanz	0 %	11.682	0.001	**	**					
	Anzahl Arten	0 %	10.148	0.001	**						
	Anteil Juveniler					**					
	<i>C. succinea</i> <sup>+</sup>	0 %	7.042	0.008	**						
	<i>L. cyaneus</i> <sup>+</sup>	0 %	9.158	0.003	**						**
	<i>M. minimus</i>	0 %	7.523	0.006	**						
	<i>M. macrochaeta</i> <sup>+</sup>									**	
	<i>P. notabilis</i>							**			
<i>P. alba</i> <sup>+</sup>	0 %	9.544	0.002	**						**	
<i>W. intermedia</i>											
Pflug	Gesamt- Abundanz					**	**			***	
	Anzahl Arten	nP	15.748	0.000	***					**	
	Anteil Juveniler										
	<i>I. minor</i> <sup>+</sup>	nP	11.661	0.001	**						
	<i>L. cyaneus</i> <sup>+</sup>									**	
	<i>M. minimus</i>								**		
	<i>M. macrochaeta</i> <sup>+</sup>										
	<i>P. notabilis</i>	nP	9.948	0.002	**		**			***	
	<i>P. armata</i> <sup>+</sup>									***	
<i>P. alba</i> <sup>+</sup>					**						
<i>W. intermedia</i>	P	7.644	0.006	**					***		

Anlage 72:

**Collembola-Anzahl Arten für 0 – 5 cm Beprobungstiefe im zeitlichen Verlauf**

Abbildungen A und B zeigen Wintergerste (A ungepflügt, B gepflügt),

Abbildung C und D zeigen Winterweizen (C ungepflügt, D gepflügt). MW (N = 8) ± 1 SD

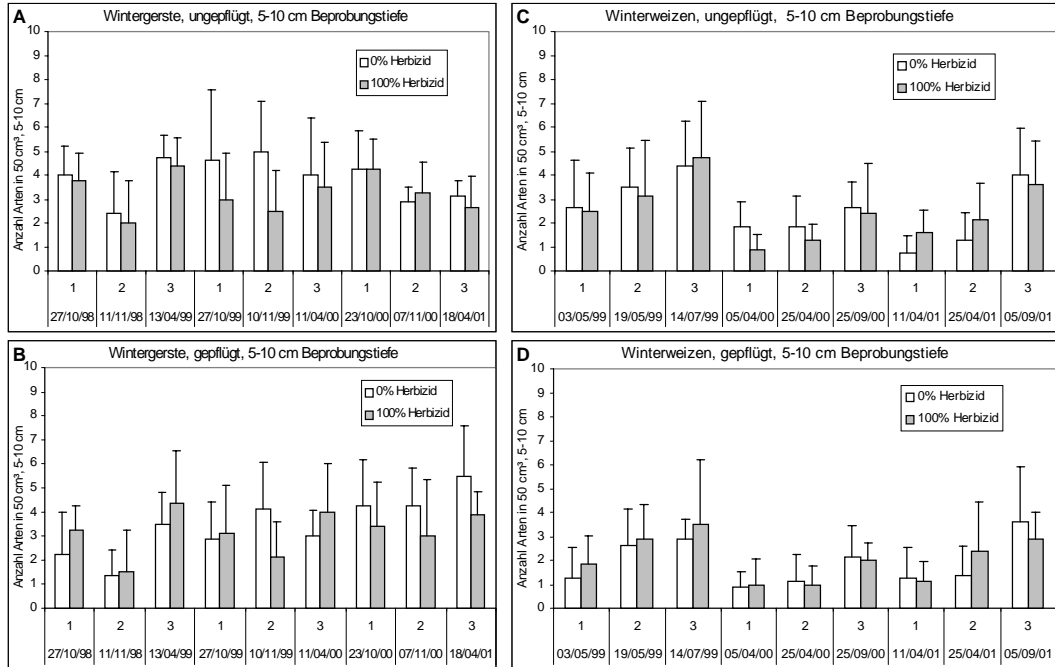


Anlage 73:

**Collembola-Anzahl Arten für 5 – 10 cm Beprobungstiefe im zeitlichen Verlauf**

Abbildungen A und B zeigen Wintergerste (A ungepflügt, B gepflügt),

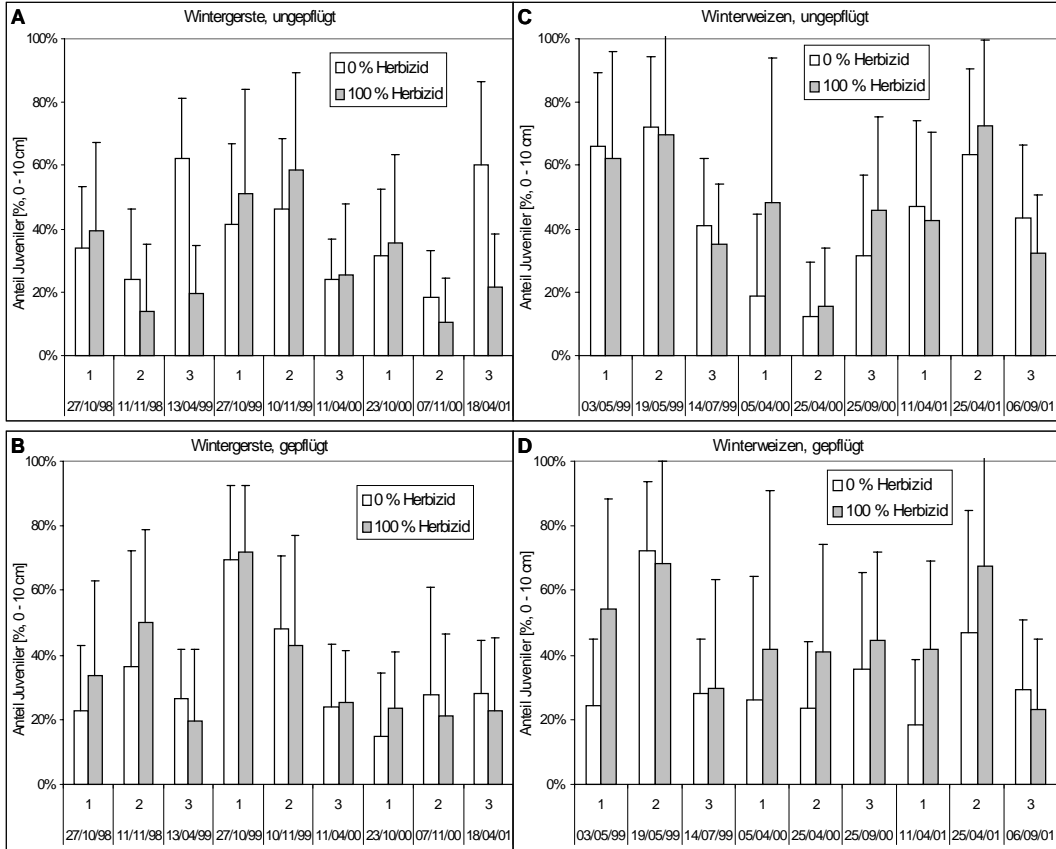
Abbildungen C und D zeigen Winterweizen (C ungepflügt, D gepflügt). MW (N = 8) ± 1 SD.



**Anlage 74: Collembola-Anteil Juveniler an der Gesamtabundanz für 0 – 10 cm Beprobungstiefe im zeitlichen Verlauf**

Abbildungen A und B zeigen Wintergerste (A ungepflügt, B gepflügt),

Abbildungen C und D zeigen Winterweizen (C ungepflügt, D gepflügt). MW (N = 8) ± 1 SD



Anlage 75: Collembola-Arteninventare, absolute und relative Häufigkeiten sowie Konstanz auf Acker- und Brachestandorten  
 Daten als Mittelwerte (N = 288) in 0 - 10 cm Beprobungstiefe

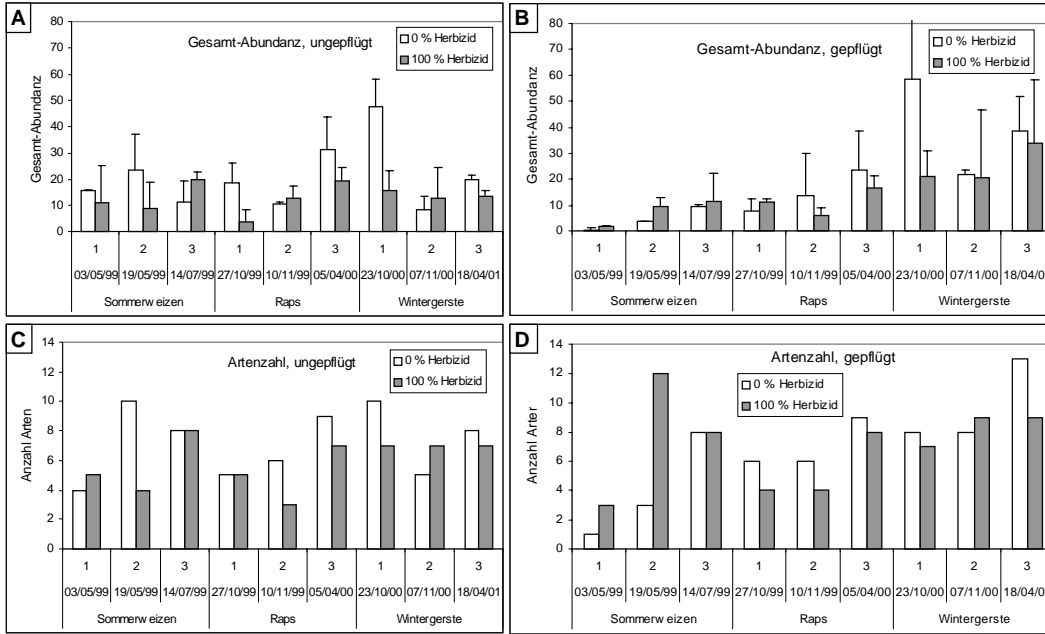
Art	Abundanz [Ind./m <sup>2</sup> ]			relative Häufigkeit			Konstanz	
	Gerste	Weizen	Brache	Gerste	Weizen	Brache	Gerste	Weizen
<i>Anuridaspec. juv.</i>		3			0.03 %			0.3 %
<i>Arrhopalites caecus</i>	7	7		0.03 %	0.05 %		0.7 %	0.3 %
<i>Bourletiellasp. juv.</i>	24	52	29	0.11 %	0.40 %	0.05 %	2.4 %	5.2 %
<i>B. viridescens</i>		42	14		0.32 %	0.03 %		3.5 %
<i>Ceratophysella spec. juv.</i>	42	17	14	0.19 %	0.13 %	0.03 %	2.4 %	1.0 %
<i>C. mosquensis</i>	3			0.02 %			0.3 %	
<i>C. succinea</i>	938	177	29	4.23 %	1.36 %	0.05 %	21.5 %	6.6 %
<i>Deharvengiurus denisi</i>	3			0.02 %			0.3 %	
<i>Desoria tigrina</i>	3	21	57	0.02 %	0.16 %	0.11 %	0.3 %	1.7 %
<i>Dicyrtoma fusca</i>			14			0.03 %		
<i>Entomobrya spec. juv.</i>		3			0.03 %			0.3 %
<i>E. multifasciata</i>	7	24	14	0.03 %	0.19 %	0.03 %	0.7 %	2.1 %
<i>Folsomiaspec. juv.</i>	52	3		0.23 %	0.03 %		4.2 %	0.3 %
<i>F. fimetaria</i>	2243	1038	814	10.12 %	7.96 %	1.54 %	43.4 %	27.1 %
<i>F. penicula</i>		3			0.03 %			0.3 %
<i>Friesea mirabilis</i>	10	7		0.05 %	0.05 %		1.0 %	0.7 %
<i>Heteromurus nitidus</i>	503	788	386	2.27 %	6.05 %	0.73 %	24.7 %	25.0 %
<i>Isotoma spec. juv.</i>			14			0.03 %		
<i>I. anglicana</i>	549	639	1357	2.47 %	4.90 %	2.57 %	25.7 %	20.1 %
<i>Isotomiella spec. juv.</i>	24			0.11 %			0.7 %	
<i>I. minor</i>	1580	1458	7486	7.13 %	11.19 %	14.19 %	51.0 %	36.5 %
<i>Isotomodes productus</i>	45	184	114	0.20 %	1.41 %	0.22 %	3.5 %	12.5 %
<i>Isotomurus palustris</i>	7	10	1129	0.03 %	0.08 %	2.14 %	0.3 %	1.0 %
<i>Lepidocyrtus spec. juv.</i>	3	14		0.02 %	0.11 %		0.3 %	0.7 %
<i>L. cyaneus</i>	406	431	600	1.83 %	3.30 %	1.14 %	25.7 %	22.2 %
<i>L. lanuginosus</i>		3	100		0.03 %	0.19 %		0.3 %
<i>L. paradoxus</i>		3	29		0.03 %	0.05 %		0.3 %
<i>Megalothorax minimus</i>	167	118	457	0.75 %	0.91 %	0.87 %	12.8 %	10.1 %
<i>Mesaphorura spec. juv.</i>	3427	1458	11229	15.46 %	11.19 %	21.28 %	91.0 %	67.4 %
<i>M. hylophila</i>	309	219	586	1.39 %	1.68 %	1.11 %	19.8 %	13.9 %
<i>M. macrochaeta</i>	3559	1753	13171	16.06 %	13.45 %	24.97 %	74.7 %	63.5 %
<i>M. tenuisensillata</i>	3		14	0.02 %		0.03 %	0.3 %	
<i>Micranurida pygmaea</i>	24		229	0.11 %		0.43 %	1.0 %	
<i>Neotullbergia ramicuspis</i>			14			0.03 %		
<i>Onychiurus spec. juv.</i>	3	3		0.02 %	0.03 %		0.3 %	0.3 %
<i>O. ambulans</i>	3	14		0.02 %	0.11 %		0.3 %	1.4 %
<i>Orchesella villosa</i>			14			0.03 %		
<i>Parisotoma notabilis</i>	3993	792	7457	18.01 %	6.07 %	14.13 %	59.4 %	19.4 %
<i>Proisotoma spec. juv.</i>	3			0.02 %			0.3 %	

## Fortsetzung Anlage 75

Art	Abundanz [Ind./m²]			relative Häufigkeit			Konstanz	
	Gerste	Weizen	Brache	Gerste	Weizen	Brache	Gerste	Weizen
<i>P. minima</i>		3	14		0.03 %	0.03 %		0.3 %
<i>P. minuta</i>	552	288	14	2.49 %	2.21 %	0.03 %	23.6 %	12.2 %
<i>Protaphorura spec. juv.</i>	424	684	429	1.91 %	5.25 %	0.81 %	22.9 %	26.0 %
<i>P. armata</i>	2281	1986	2657	10.29 %	15.24 %	5.04 %	59.0 %	49.7 %
<i>P. meridiata</i>	3			0.02 %			0.3 %	
<i>P. pannonica</i>	10	17	57	0.05 %	0.13 %	0.11 %	1.0 %	1.7 %
<i>P. quadriocellata</i>	3			0.02 %			0.3 %	
<i>Pseudisotoma sensibilis</i>		7	214		0.05 %	0.41 %		0.7 %
<i>Pseudosinella spec. juv.</i>	3	52	14	0.02 %	0.40 %	0.03 %	0.3 %	2.4 %
<i>P. alba</i>	451	351	486	2.04 %	2.69 %	0.92 %	19.8 %	18.8 %
<i>P. decipiens</i>	76	45	157	0.34 %	0.35 %	0.30 %	6.6 %	3.5 %
<i>Sminthurides schoetti</i>			29			0.05 %		
<i>Sminthurinus spec. juv.</i>	21	3		0.09 %	0.03 %		1.7 %	0.3 %
<i>S. aureus</i>	45	45	243	0.20 %	0.35 %	0.46 %	3.1 %	3.1 %
<i>S. elegans</i>		3			0.03 %			0.3 %
<i>Sminthurus spec. juv.</i>		10			0.08 %			1.0 %
<i>S. nigromaculatus</i>		10			0.08 %			1.0 %
<i>Sphaeridia pumilis</i>	21	28	571	0.09 %	0.21 %	1.08 %	2.1 %	2.8 %
<i>Stenaphorurella quadrispina</i>	7		2314	0.03 %		4.39 %	0.3 %	
<i>Tomocerus spec. juv.</i>			14			0.03 %		
<i>T. flavescens</i>			14			0.03 %		
<i>Willemia intermedia</i>	323	212	14	1.46 %	1.62 %	0.03 %	13.2 %	13.2 %
<i>Xenylla boerneri</i>			57			0.11 %		
<i>X. grisea</i>			86			0.16 %		
gesamt	22167	13035	52757	100.0 %	100.0 %	100.0 %		

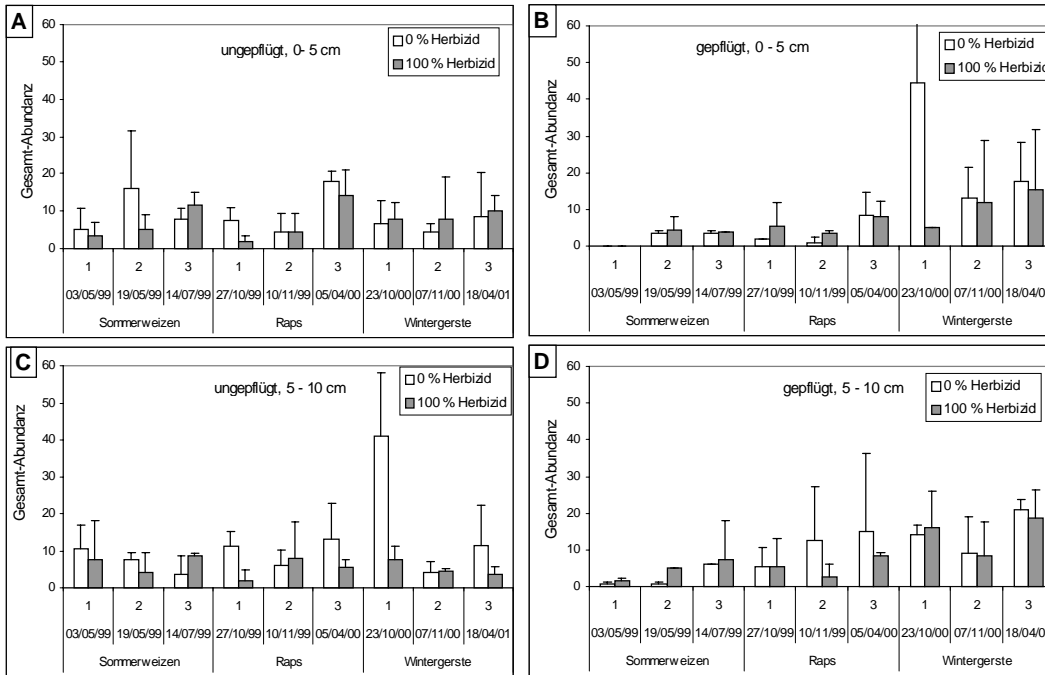
**Anlage 76: Collembola-Gesamtabundanz und Artenzahl in Dauerparzelle D 14 (0–10 cm) im zeitlichen Verlauf**

Abbildungen A und B zeigen Gesamtabundanz (A ungepflügt, B gepflügt),  
Abbildungen C und D zeigen Artenzahl (C ungepflügt, D gepflügt). MW (N = 2) ± 1 SD



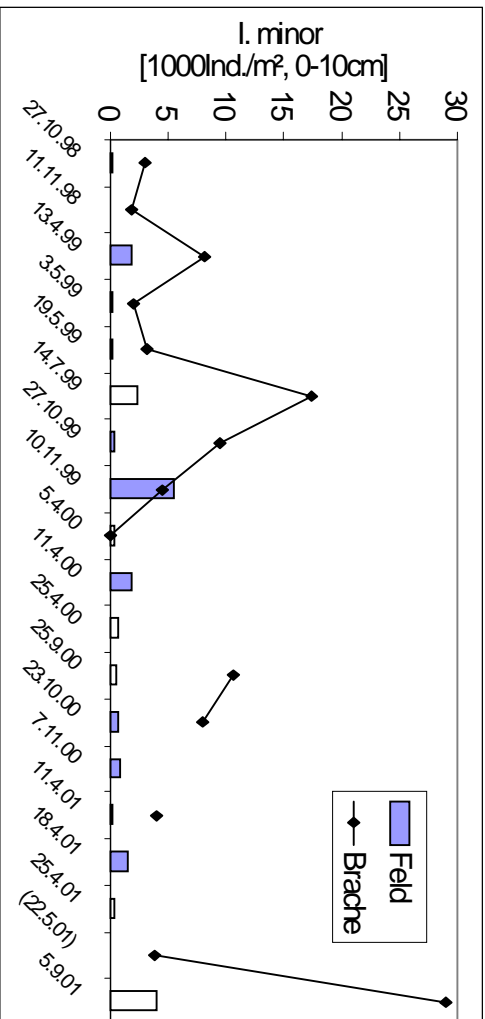
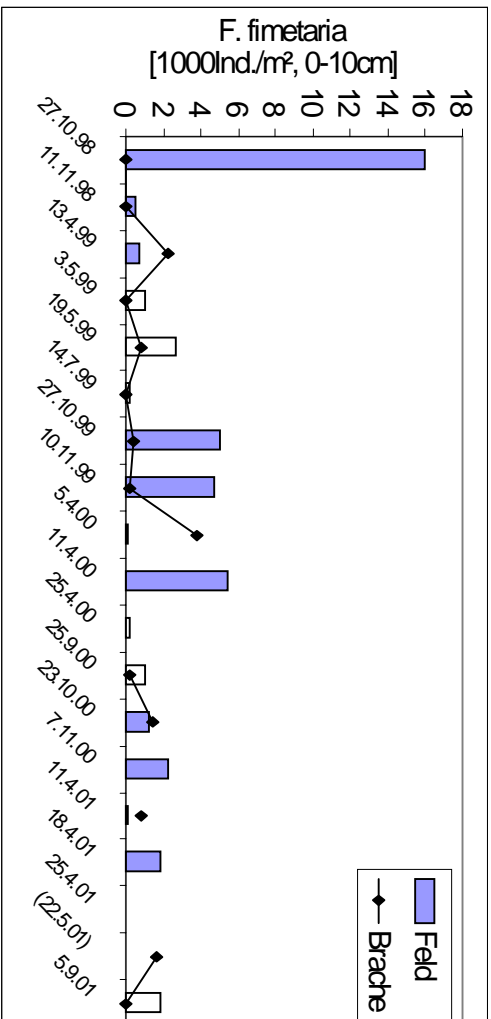
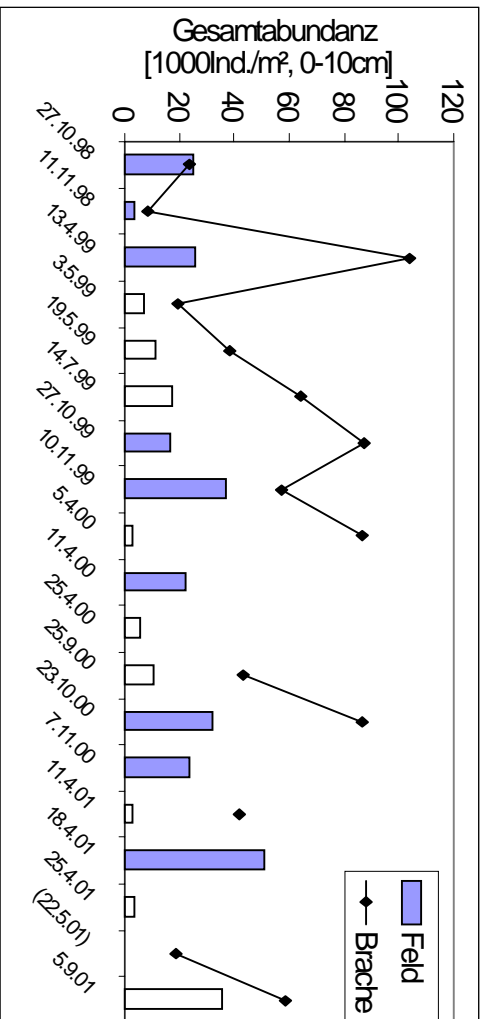
**Anlage 77: Collembola-Gesamtabundanz auf der Dauerparzelle D 14 im zeitlichen Verlauf**

Abbildungen A und B zeigen die Beprobungstiefe 0 - 5 cm (A: ungepflügt; B: gepflügt),  
Abbildungen C und D zeigen 5 - 10 cm Tiefe (C: ungepflügt, D: gepflügt). (MW (N = 2) ± 1 SP

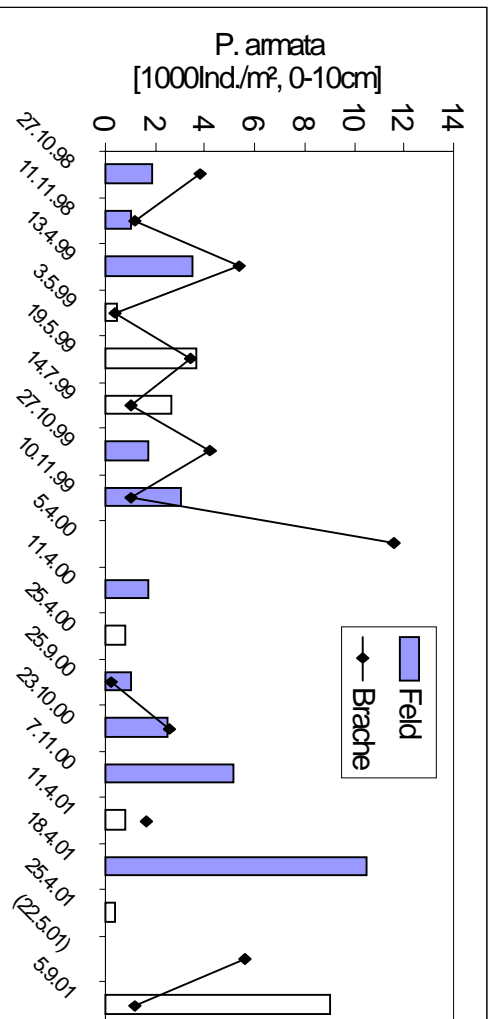
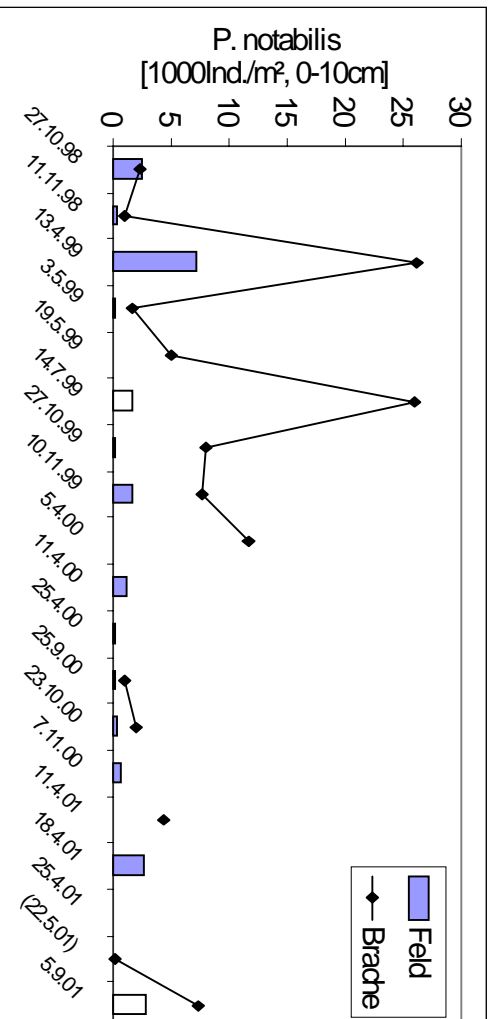
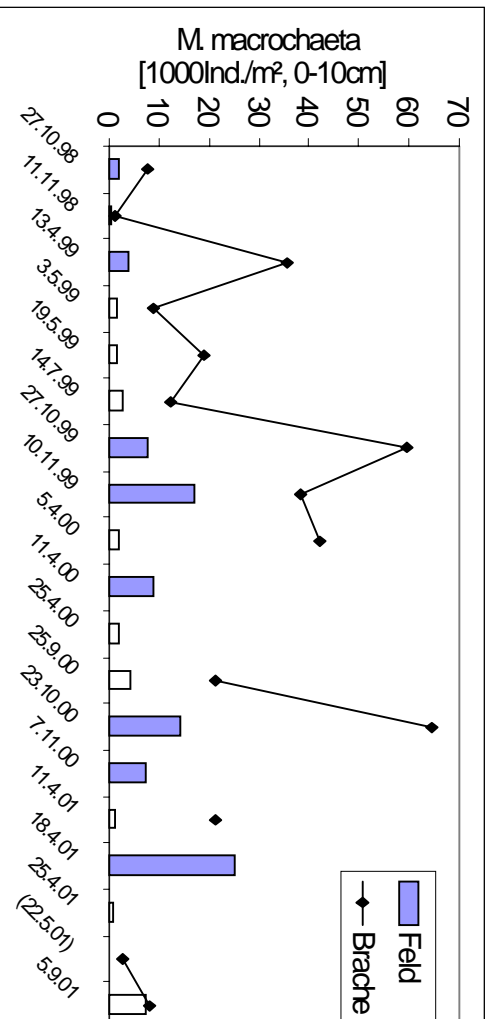


**Collemboles-Abundanzen im zeitlichen Verlauf für Brache und Feld (gepflügt, ohne Herbizid)**

Mittelwerte aus acht Einstichen (Feld) und fünf Einstichen (Brache). Winterweizen: weiße Säulen, Wintergerste: graue Säulen. Zu beachten sind die unterschiedlichen Skalierungen.







## Impressum

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Öffentlichkeitsarbeit  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden  
**Internet:** WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL
- Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Integrierter Pflanzenschutz  
Projektleiter: Dr. P. Grübner  
Bearbeiter: Dipl.-Landw. K Sieberhein, Dipl.-Biol. G. Viehweger  
Dr. M. Kraatz, Dr. A. Bennewitz
- Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz  
Bereich Bodenzooologie - Auftragsvergabe  
Prof. Dr. W. Dunger, Dr. H.-J. Schulz, Dipl.-Biol. K. Hohberg, Dipl.-Biol. B. Zimdars
- Redaktionelle Bearbeitung:  
Dipl.-Biol. Gernot Viehweger
- Fachkonsultation und Betreuung:  
Herrn Dr. B. Pallutt, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Außenstelle Kleinmachnow, sei an dieser Stelle für seine Mithilfe und Beratung bei  
der Durchführung der Versuche und bei der Erstellung dieser Schriftenreihe recht  
herzlich gedankt.
- Endredaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Öffentlichkeitsarbeit  
Thomas Freitag, Gisela Hauptmann
- Redaktionsschluss:** Juli 2002
- Bildnachweis:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
- Satz:** Christlich-Soziales Bildungswerk Sachsen e. V. Miltitz
- Druck:** Sächsisches Digitaldruck Zentrum GmbH Dresden
- Auflage:** 1. Auflage, 180 Stück
- Bezug:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Öffentlichkeitsarbeit  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden-Pillnitz  
Telefax: 03 51 / 26 12 - 151  
E-Mail: Gisela.Hauptmann@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de
- Schutzgebühr:** 12,78 EUR

## Rechtshinweis

Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der phonetischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus vorliegendem Material nicht ableitbar.

## 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. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.