

Forschungsbericht

Nr. 126

**Problemunkräuter im Organischen Landbau:
Entwicklung von Strategien zur nachhaltigen
Kontrolle von Ackerkratzdistel *Cirsium arvense*
und Rauhaariger Wicke *Vicia hirsuta***

Verfasser:

Pavel Lukashyk, Martin Berg, Ulrich Köpke

**Institut für Organischen Landbau
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn**

Herausgeber: Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Endenicher Allee 15, 53115 Bonn
Tel.: 0228 – 73 2297; Fax.: 0228 – 73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Bonn, August 2004

ISSN 1610-2460

Projektleitung: Prof. Dr. Ulrich Köpke

Projektbearbeiter: M. Sc. Pavel Lukashyk

Institut für Organischen Landbau
Katzenburgweg 3, 53115 Bonn

1. EINLEITUNG	2
1.1. PROBLEMSTELLUNG	2
1.2. ZIELSETZUNG	2
2. MATERIAL UND METHODEN	4
2.1. STANDORTBESCHREIBUNGEN	4
2.2. WITTERUNGSVERLAUF	5
2.3. VICIA HIRSUTA	7
2.3.1. EINSATZ VON KAINIT	7
2.3.2. THERMISCHE REGULIERUNG	7
2.3.3. MECHANISCHE REGULIERUNG	8
2.4. CIRSIUM ARVENSE	9
2.4.1. VERSUCH 1 (WG, SCHLAG IV)	9
2.4.2. VERSUCH 2 (WG, SCHLAG VII)	10
2.5. DATENAUFBEREITUNG UND STATISTISCHE AUSWERTUNG	12
3. VICIA HIRSUTA: ERGEBNISSE	13
3.1. EINSATZ VON KAINIT	13
3.2. THERMISCHE REGULIERUNG	16
3.3. MECHANISCHE REGULIERUNG	20
4. VICIA HIRSUTA: DISKUSSION	24
4.1. EINSATZ VON KAINIT	24
4.2. THERMISCHE REGULIERUNG	24
4.3. MECHANISCHE REGULIERUNG	25
5. CIRSIUM ARVENSE: ERGEBNISSE	26
5.1. VERSUCH 1 (WG, SCHLAG IV)	26
5.2. VERSUCH 2 (WG, SCHLAG VII)	29
6. CIRSIUM ARVENSE: DISKUSSION	36
7. ZUSAMMENFASSUNG	41
8. SCHLUßFOLGERUNGEN FÜR DIE UMSETZUNG DER ERGEBNISSE IN DIE PRAXIS	42
9. LITERATURVERZEICHNIS	44
10. KONSEQUENZEN FÜR EVTL. WEITERE FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN	47
11. MITTEILUNGEN ÜBER EVTL. SCHÜTZENSWERTE NUTZUNGSRECHTE	47
12. LISTE ÜBER VERÖFFENTLICHUNGEN	47
13. LISTE ÜBER VORTRÄGE	48
14. LISTE ÜBER PRESSEMITTEILUNGEN	48
15. LISTE ÜBER POSTERPRÄSENTATIONEN, VORFÜHRUNGEN UND DEMONSTRATIONEN	48
16. KURZFASSUNG	49

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Eine Umfrage des Instituts für Organischen Landbau im Jahre 1995 ergab, dass auf Betrieben des Ökologischen Landbaus in Nordrhein- Westfalen bei den Wurzelunkräutern die Ackerkratzdistel *Cirsium arvense* (39% der Betriebe) und bei den Samenunkräutern die Rauhaarige Wicke *Vicia hirsuta* (19%) starke Probleme bereitet (EISELE 1998). Andere Arten folgen mit deutlichem Abstand. *Cirsium arvense* stellt zusammen mit *Rumex obtusifolius* auch das Hauptproblemunkraut im ökologischen Ackerbau der Schweiz dar (NIGGLI und DIERAUER 1999). In einer Befragung von Beratern des ökologischen Landbaus im deutschsprachigem Raum nach dringendem Forschungsbedarf wurde die Wurzelkrautregulierung (Distel, Ampfer) am häufigsten genannt (WILLER und ZERGER 1999; ZERGER 1999).

Cirsium arvense und *Vicia hirsuta* werden durch die ökologische Bewirtschaftung gefördert (BECKER und HURLE 1998). Auf ökologisch kultivierten Äcker kommen sie in hoher Stetigkeit und in allen Kulturen vor (NOWACK 1990). Hohe Deckungsgrade wurden für *Vicia hirsuta* jedoch nur im Getreide ermittelt, während sich *Cirsium arvense* indifferent verhält. Einmal auf den Äckerflächen etabliert, können beide Arten aufgrund der Speicherwurzeln (*Cirsium arvense*) bzw. der ausgeprägten Dormanz der Samen (*Vicia hirsuta*) ungünstige Bedingungen mehrere Jahren überdauern. Neben der direkten Konkurrenz um Wachstumsfaktoren mit daraus resultierenden Ertragsverlusten gehen von beiden Arten indirekte Schadwirkungen aus. *Vicia hirsuta* als rankende Pflanze führt zur Lager in Getreide mit Erschwernissen beim Mähdrusch und zu feuchtem Erntegut. Durch *Cirsium arvense* werden ebenfalls in Druschfrüchten die Trocknungskosten erhöht und im Feldgemüsebau die Qualität beeinträchtigt bis hin zur vollständigen Aberkennung von Partien (z.B. Markerbsen-Vertragsanbau). Maßnahmen zur Steigerung der Konkurrenzkraft des Getreides wie die Sortenwahl oder die Erhöhung der Stickstoffversorgung reichen bei starkem Unkrautdruck nicht aus (EISELE 1996), auch stehen die notwendigen rasch wirksamen Stickstoffdünger nur eingeschränkt zur Verfügung.

1.2. Zielsetzung

Nach DAVID (1999) fehlen europaweit im Organischen Landbau effiziente Strategien zur Kontrolle von Wurzelunkräutern in getreidereichen Fruchtfolge. Ebenso fehlen Informationen zur erfolgversprechenden Regulierung von *Vicia hirsuta* bislang weitgehend.

Aus diesem Grunde wurden Untersuchungen mit dem Ziel begonnen, spezifische Strategien zu entwickeln, um die im Ökologischen Landbau dominierenden Problemunkräuter *Cirsium arvense* und *Vicia hirsuta* mittel- bis langfristig effizient zu kontrollieren. Entwickelt und geprüft wurden Maßnahmen unterschiedlicher Eingriffsintensität, die für Flächen mit beginnender Ausbreitung einerseits und stark belastete Flächen andererseits geeignet sind und sich in bestehende Fruchtfolgen integrieren lassen.

Maßnahmen der Kontrolle von *Cirsium arvense* zielen darauf ab, den Vorrat an Reservestoffen der Wurzel zu erschöpfen bzw. die Einlagerung von Assimilaten einzuschränken oder zu verhindern. Die Ackerkratzdistel sollte durch intensiv schälende Stoppelbearbeitung mit nachfolgender konkurrenzstarker Zwischenfrucht zurückgedrängt werden. Ziel der Untersuchungen zur Kontrolle von *Cirsium arvense* war die Ermittlung des optimalen Einsatzes hinsichtlich Zeitpunkt, Art und Häufigkeit der Stoppelbearbeitung.

Gegen die Rauhaarige Wicke wurden als kurzfristige direkte Maßnahmen die mechanische Kontrolle in frühen (Striegeln) und späten Entwicklungsstadien (Herauskämmen) sowie die thermische Kontrolle und das Verätzen durch Einsatz von Staubkainit geprüft.

Einsatz von Kainit: Kainit als gemahlene Kali-Rohsalz wurde schon früher mit Erfolg gegen breitblättrige Unkräuter eingesetzt. Kainit-Pulver auf taunasse Blätter gebracht wirkt ätzend, d.h. entzieht infolge plasmolytischer Wirkung dem Blattgewebe Wasser und führt bei ausreichender Wirkung zum Absterben des Sprosses. Getreide ist u.a. aufgrund seiner ausgeprägten Wachsschicht demgegenüber vglw. unempfindlich.

Thermische Kontrolle: Abflammen gilt als Maßnahme mit bekannt hohem Wirkungsgrad. Durch Erhitzung der Pflanze erfolgt eine Denaturierung der Zellen, welche bereits bei Temperaturen von 50 bis 60 °C einsetzt. Im vorliegenden Fall kann die höhere Regenerationsfähigkeit von Monokotyledonen wie Getreide im Vergleich zu Dikotyledonen genutzt werden.

Mechanische Kontrolle: Die Wicke als klimmendes Unkraut ist empfindlich gegenüber Abreißen, Abknicken oder Herunterziehen von Sprosssteilen, Effekte die bspw. durch den Einsatz des Striegels auftreten können.

Für alle drei Maßnahmen zur Regulierung von *Vicia hirsuta* stellte sich die Frage des optimalen Einsatzes hinsichtlich Zeitpunkt und Intensität, um einen ausreichenden Wirkungsgrad zu erzielen und den Grad einer möglichen Schädigung der Kulturpflanze gering zu halten.

2. Material und Methoden

2.1. Standortbeschreibungen

Die Datenerhebungen und Messungen erfolgten auf zwei Standorten in Hennef/ Sieg (Nordrhein- Westfalen), der Lehr- und Forschungsstation für Organischen Landbau *Wiesengut* der Universität Bonn (WG), 65 m ü. NN., und dem Betrieb *Klein* (KL), 130 m ü. NN. (Abb. 1).

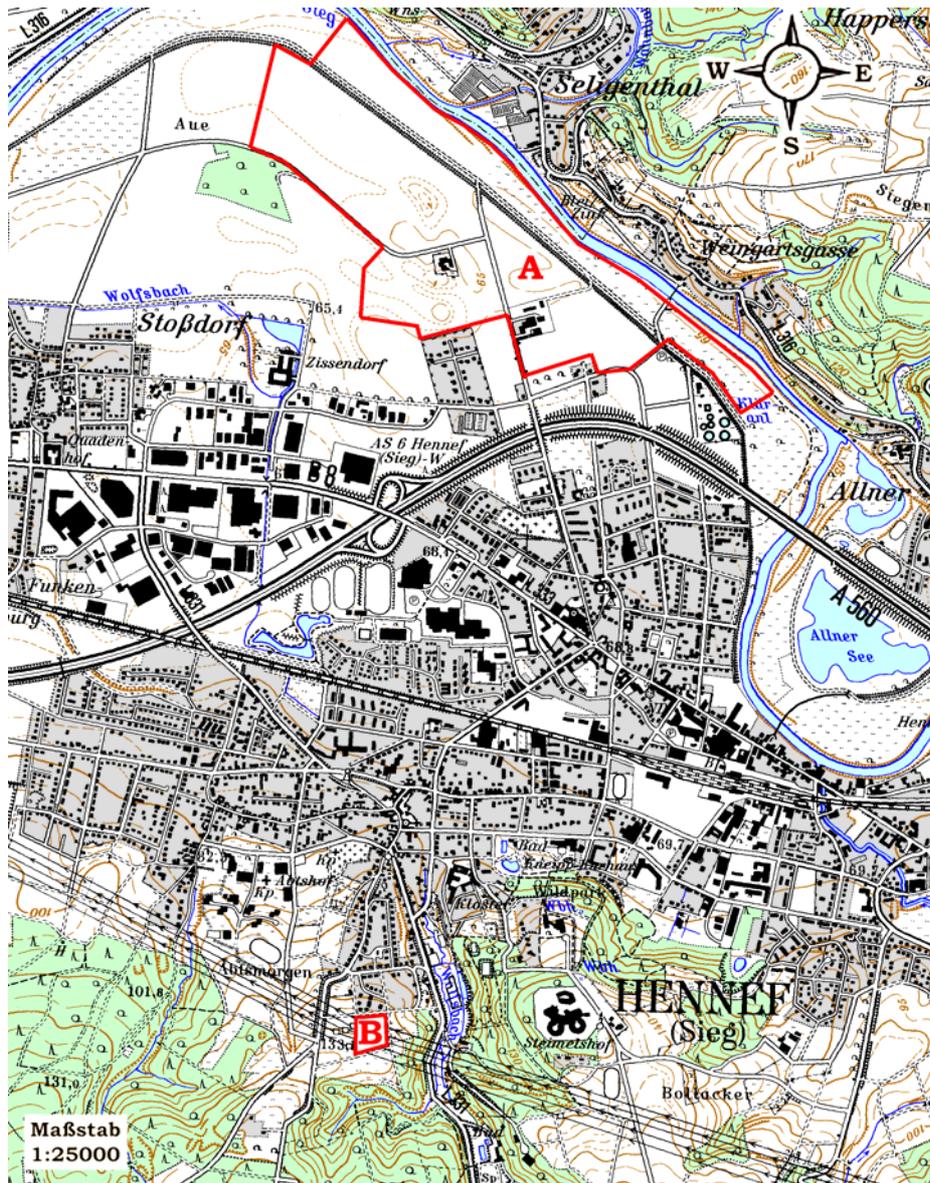


Abb. 1: Geografische Lage der Versuchsstandorte (A: Wiesengut; B: Klein)

Bei den Feldversuchsflächen WG, handelt es sich um mit Kiesschichten durchsetzte allochtone braune Auenböden unterschiedlicher Mächtigkeit aus holozänen Hochflutlehm. Eine umfassende Beschreibung und Bewertung des Versuchsstandortes WG findet sich bei HAAS (1995). Der Boden am Standort KL

variierte sehr stark von sandigem Lehm bis zum Lehm, war nährstoffärmer und stellenweise verdichtet.

Am Standort WG wurden die Versuche zur Regulierung von *Vicia hirsuta* bzw. *Cirsium arvense* in die sechsfeldrige Fruchtfolge (Kartoffeln - Winterweizen – Ackerbohnen - Sommerweizen – Winterroggen mit Klee grasuntersaat – Rotklee gras) integriert. Die Versuche zur Regulierung von *Vicia hirsuta* in Winterweizen bzw. Winterroggen am Standort KL wurden nach Sommerhafer (Vorfrucht: Winterweizen) angelegt.

2.2. Witterungsverlauf

Die Standorte WG und KL liegen im maritimen Einflussbereich. Das WG hat eine durchschnittliche Jahrestemperatur von 10.2°C und durchschnittliche Jahresniederschläge von etwa 846 mm. Der Betrieb KL liegt etwas höher über NN. Die durchschnittliche Jahrestemperatur ist etwas niedriger und der durchschnittliche Niederschlag dagegen etwas höher als am Standort WG. Die monatlichen Niederschläge und Durchschnittstemperaturen sowie die Langjährigen Mittel sind der Abb. 2 zu entnehmen. Daten zu Niederschlägen und Temperaturen wurden von einer Wetterstation des nahe gelegenen (12.5 km Luftlinie) Flughafens Köln-Wahn bezogen.

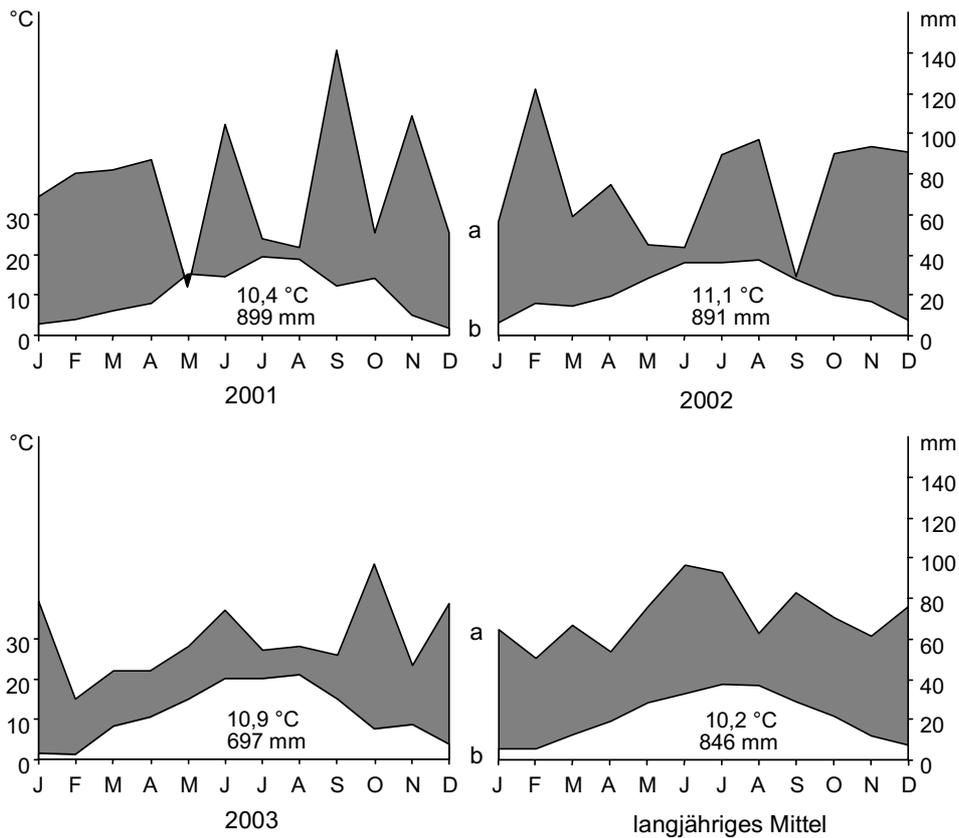


Abb. 2: Witterungsdiagramme der DWD- Station Köln- Wahn- Flughafen der Jahre 2001–2003 im Vergleich zum langjährigen Mittel (30 Jahre) (a: Niederschlagssumme je Monat; b: Monatsmittel Lufttemperatur).

Im Jahr 2001 kam es nach reichen Niederschlagsmengen im Winter und den ersten zwei Frühjahrsmonaten zu einer Spätfrühjahr/Sommertrockenheit mit Niederschlagsdefiziten von etwa 40 mm in Mai sowie Juli und August bei über dem langjährigen Mittel liegenden Temperaturen in diesen Monaten. Im September fiel dagegen die mehr als zweifache (+140%) Niederschlagsmenge. 2002 gab es einen milden Winter mit über dem langjährigen Mittel liegenden Temperaturen. Dennoch kam es Anfang Januar zu einer 11 tägigen Frostphase mit Temperaturen bis $-4,8^{\circ}\text{C}$. Im Februar wurden extrem hohe Niederschlagsmengen registriert. Nach dem außergewöhnlich trockenen September mit nur der Hälfte der gewöhnlichen Niederschläge kam es in diesem Jahr zu einer überdurchschnittlich feuchten und niederschlagsreichen Periode von Oktober bis Dezember. Im Jahr 2003 war das Frühjahr sehr trocken. Nach den unterdurchschnittlich geringen Niederschlägen im Juni (-25%) kam es zu einer ausgesprochenen Sommertrockenheit mit nur etwa 2/3 des Regens im Vergleich zum langjährigen Mittel. Die Temperaturen lagen im Sommer 2003 dagegen deutlich über dem langjährigem Mittel.

2.3. *Vicia hirsuta*

In den Versuchsjahren 2002-2003 wurden an zwei Standorten in Hennef/Sieg in faktoriellen Feldversuchen die genannten Methoden zur Wickenregulierung in Winterweizen (Sorte *Pegassos*, 400 Körner je m²) und Winterroggen (Sorte *Nikita*, 300 Körner je m²) geprüft. Die Versuche waren als ein- oder zweifaktorielle Blockanlagen (Parzellengröße 1,5 m x 10 m, vier Wiederholungen) auf kiesigen, flachgründigen Böden mit bekannt hoher Wickenverunkrautung angelegt.

2.3.1. *Einsatz von Kainit*

Hinsichtlich der Wirkung von Kainit wurden die Faktoren Einsatzzeitpunkt, Dosierung und Formulierung (Stäuben, Spritzen) untersucht. Im Jahr 2002 wurde Winterroggen zu den Stadien EC 29, 32 bzw. Winterweizen (EC 24, 30) mit vier verschiedenen Aufwandmengen an Staubkainit und mit Kainitlösung (250 g l⁻¹) einmalig behandelt. Eingesetzt wurden Siebrückstände aus der Herstellung von Magnesia-Kainit in der heute handelsüblichen Zusammensetzung mit 17 % KCl, 59 % NaCl und 16 % MgSO₄ (KALI und SALZ AG 2002). Der fein gemahlene Kainitstaub wurde auf taunasse, die Kainit- Lösung auf die trockenen Pflanzen appliziert. Aufgrund unzureichender Wirkung der Staubform wurde der Versuch noch im gleichen Jahr abgewandelt und unbehandelte Parzellen zu EC 39 des Winterweizens mit Kainitlösungen steigender Konzentration behandelt (150, 250, 350 g l⁻¹, Ausbringmenge 1000 l ha⁻¹) und entsprechend im Jahre 2003 wiederholt (Applikationstermine Winterroggen: EC 27, EC 31; Winterweizen: EC 23, EC 30). Den Kainitlösungen wurden zusätzlich 0,1 g l⁻¹ der im Ökologischen Landbau zugelassenen Netz- und Haftmittel Nu-Film (2002) bzw. ProFital fluid (2003) zugegeben. Zur Ermittlung einer möglichen Düngewirkung wurde in jeden Versuch eine Variante mit 600 kg ha⁻¹ Kainit- Granulat (entsprechend 55 kg K ha⁻¹) einbezogen.

2.3.2. *Thermische Regulierung*

Zur thermischen Kontrolle wurde ein mit flüssigem Propan betriebenes Abflamngerät mit offener Flamme (Fa. Reinert, A 311 HB, 3 Stabbrenner SB 500/i) eingesetzt (Arbeitsbreite: 1,5 m, Abstand Brenner - Boden 10-15 cm, Gasdruck: 2,0 bar). Die Brenner waren entgegen der Fahrtrichtung mit einem Winkel von ca. 45° zur Bodenoberfläche eingestellt. Die Intensität der Hitzeeinwirkung und dementsprechend des Gasverbrauchs wurde über die Fahrgeschwindigkeit dosiert (Tab. 1).

Tab. 1: Dosierung des Gasverbrauchs über die Fahrgeschwindigkeit

Fahrgeschwindigkeit (km h ⁻¹)	Gasverbrauch (kg ha ⁻¹)	Effekt (kW ha ⁻¹)	Flächenleistung (m ² je h)
0,8	87,5	1118,9	1200
1,6	43,8	560,1	2400
2,4	29,2	373,4	3600
3,2	21,9	280,1	4800

Geprüft wurden mehrere Einsatzzeitpunkte bis zum Schoßbeginn in Winterweizen (2002: EC 23, EC 29; 2003: EC 23, EC 30) und Winterroggen (jeweils EC 29 und EC 31). Die Applikation erfolgte einmalig und nicht selektiv. In den Versuchen wurde eine „wickenfreie“ Variante mitgeführt, indem zu EC 32 des Winterweizens bzw. EC 49 des Winterroggens sämtliche Wicken gejätet wurden.

2.3.3. Mechanische Regulierung

Die mechanische Kontrolle mit dem Striegel erfolgte in frühen und späten Entwicklungsstadien des Getreides, wobei Einsatzzeitpunkt und -häufigkeit kombiniert wurden. Die Geräte (Striegel Fa. Einböck, gefederte Zinken mit 42 cm Länge) waren an den Hege- Versuchsgeräteträger, Arbeitsbreite 1,50 m, angebaut. Bei den Anwendungen bis Mitte des Ährenschiebens (EC 55) berührte der Striegel den Boden, während er zu späteren Terminen ca. 10-15 cm angehoben wurde. Hatte sich der Striegel bei starker Verunkrautung zugesetzt, wurde er durch Ausheben entleert. Unter diesen Voraussetzungen wurde das Getreide kaum geschädigt.

Die Anzahl und das Entwicklungsstadium der Wicken wurde in drei randomisierten Boniturflächen (je 0,1 m²) pro Parzelle unmittelbar vor der Behandlung und anschließend in regelmäßigen Intervallen (7 bis 30 Tage je nach Behandlung und Witterungsbedingungen) erfaßt. Der Wirkungsgrad wurde über die Unkrautdichte nach und vor der Behandlung berechnet. Der Wirkungsgrad - bezogen auf den Deckungsgrad von *Vicia hirsuta* - wurde durch die Schätzung der sich über dem Bestand ausbreiteten Wicken während der Kornfüllung des Wintergetreides (EC 75) und Berechnung in Bezug auf die Kontrolle ermittelt. Drei bis vier Tage nach dem Abflammen bzw. sieben bis neun Tage nach der Kainitausbringung wurde der Grad der Schädigung durch Bonitur der vergilbten Blattfläche der markierten Wicken bestimmt.

In allen Versuchen wurden Anzahl und Deckungsgrad der Wicken vor und nach der Behandlung, Kulturpflanzen- sowie Sprossschäden bei *Vicia hirsuta* durch den Eingriff, Ertragsparameter (Kulturpflanze) sowie die Samenproduktion der Wicken erfaßt.

2.4. *Cirsium arvense*

2.4.1. Versuch 1 (WG, Schlag IV)

Nach der Ackerbohnernte 2001 wurde auf einer stark mit *Cirsium arvense* verunkrauteten Fläche ein Großparzellenversuch als zweifaktorielle Blockanlage mit 4 Wiederholungen (16 Parzellen) angelegt. Die Größe der Parzellen betrug jeweils 5m x 20m. Es wurden folgende Faktoren untersucht:

(1) Art der Stoppelbearbeitung:

- Schälplflug (SP);
- Flügelschargrubber (GR).

Als Vergleichsvariante diente Grundbodenbearbeitung mit dem Wendepflug (PG, 2001) bzw. Zweischichtenpflug (ZSP, 2002).

(2) Häufigkeit der Stoppelbearbeitung:

- 1x: einmalige tiefe Bearbeitung (PG bzw. ZSP, GR);
- 2x: mehrmalige Bearbeitung (SP, GR).

Die Stoppelbearbeitung wurde jeweils einmal tief kurz nach der Ernte oder wiederholt mit stets zunehmender Einsatztiefe durchgeführt. In der Tab. 2 sind die Bodenbearbeitungsvarianten und die Bearbeitungstiefen wiedergegeben.

Tab. 2: Art, Häufigkeit, Einsatztiefe sowie Zeitpunkt der Stoppelbearbeitung zur Regulierung der Ackerkratzdistel, (2001-2002 WG, Schlag IV)

Jahr	Stoppelbearbeitung		Bearbeitungstiefe (cm) (1./2./3. Bearbeitung)	Zeitpunkt
	Art	Häufigkeit		
2001	Hauptfrucht Ackerbohnen			
	PG	1x	25	15.08.
	SP + PG	2x	6-8/ 10-12/ 25¹	15.08./ 28.08./ 08.09.
	GR	1x	16-18	15.08.
2002	Hauptfrucht Sommerweizen			
	ZSP ²	1x	(25+10)	09.08.
	SP + ZSP	2x	4-5/ 10/ (25+10)²	09.08./ 27.08./ 09.09.
	GR	1x	18-20	09.08.
2003	Hauptfrucht Rotklee gras			
	GR	2x	6-7/ 10-12/ 16-18	09.08./ 27.08./ 09.09.

1: PG; 2: ZSP

Als Standardgerät für die Stoppelbearbeitung wurden ein Schälplflug und ein Flügelschargrubber eingesetzt. Als Schälplflug wurde der „Stoppelhobel“ (Firma Zobel, Roth am See, 5-Schar) eingesetzt. Dies ist ein speziell für schwere Böden

konstruierter Schälpflug mit steil gestellten, kurzen Pflugkörpern. In der Variante „Grubber“ wurde ein Flügelschargrubber (Fa. Rabe, 6-Schare) eingesetzt, dessen Werkzeuge über die gesamte Arbeitsbreite hinweg den Boden flächig durchschneiden. Im Versuchsjahr 2001 erfolgte die Grundbodenbearbeitung wendend mit dem Pflug (Fa. Rabe, 4-Schar) auf 25 cm Tiefe. 2002 wurde ein Zweischichten Pflug der Fa. Gassner eingesetzt, der auf 25 cm Tiefe wendet und auf 35-40 cm auf halber Furchenbreite durch ein Untergrundschar lockert. Direkt im Anschluß nach entsprechender (einmaliger bzw. dreimaliger) Bodenbearbeitung (Tab. 2) wurde Gelbsenf (*Sinapsis alba*. L) als Zwischenfrucht nach der Saatbettbereitung mit der Kreiselegge gedrillt (2001: Sorte „Maxi“, 2002: „Rizo“, 25 kg ha⁻¹, 11 cm Reihenweite).

Bonitiert wurden im Parzellenkern zwei Flächen von 3 m x 5 m mit einer Auflösung von 1 m². Die Dichte der Ackerkratzdistel wurde durch Zählung der in den Boniturflächen vorhandenen Triebe ermittelt. Der Erfolg der durchgeführten Behandlungen wurde erst nach einem Jahr am 07.08.2002 bzw. 12.08.2003 durch die wiederholte Zählung der Triebe festgestellt. Die Triebdichten dienten gleichzeitig als Ausgangsdaten für das nächste Jahr.

Zur Beschreibung des Wachstums wurde zusätzlich die Dichte der Distel vor der Bearbeitung und im Zeitverlauf, der Wiederaustrieb in den Folgejahren (27. Mai 2003) und die Auflauftermine nach der Zwischenfruchtbestellung bestimmt. Beim Gelbsenf wurden die Parameter Auflauftermin, Bodenbedeckungsgrad und Deckungsgrad des Senfs über der Distel sowie die Wuchshöhe erhoben.

Der Deckungsgrad des Gelbsenfs bzw. Gelbsenfs über Distel wurde visuell als durch die von Gelbsenf bedeckte Bodenfläche bzw. Distelblattfläche innerhalb der Parzelle geschätzt. Der Deckungsgrad der Distel wurden nicht ermittelt.

2.4.2. Versuch 2 (WG, Schlag VII)

Zur Prüfung, ob durch einjähriges Rotklee gras, etabliert aus Untersaat oder durch mehrmalige Stoppel- und Grundbodenbearbeitung in Kombination mit Winterzwischenfrucht und Zweitfruchtanbau die Ackerkratzdistel zurückgedrängt werden kann, wurde auf einer stark verunkrauteten Fläche des Wiesenguts nach Winterroggen ein einfaktorielles Feldversuch angelegt.

Nach angemessener Wartezeit von ca. zwei Wochen nach der Winterroggenernte, in der noch jüngere Disteltriebe austrieben, wurde der Schälpflug erstmalig eingesetzt. Nach erneutem Austrieb (2-4-Blattstadium der Rosetten) wurde der Vorgang mehrmals wiederholt, wobei die Bearbeitungstiefe sukzessive zunahm (Tab. 3).

Tab. 3: Art, Tiefe sowie Zeitpunkt der Stoppelbearbeitung zur Regulierung der Ackerkratzdistel, (2002 WG, Schlag VII).

Termin	Stoppelbearbeitung	Bearbeitungstiefe (cm)	Zeitpunkt
1	Schälpflug	6-8	9.08.
2	Schälpflug	10-12	27.08.
3	Flügelschargrubber	12-15	12.09
4	Pflug	30	30.09

Nach der letzten tiefen Stoppelbearbeitung mit dem Flügelschargrubber wurde die Grundbodenbearbeitung mit dem Wendepflug auf 30 cm Tiefe durchgeführt und anschließend eine Winterzwischenfrucht (Wickroggen) mit einer Aussaatstärke von 130 kg ha⁻¹ und einer Reihenweite von 11 cm gedrillt.

Die überwinterte Zwischenfrucht wurde am 27.05.03 gemäht und am 03.06.2003 zusammen mit einer Hälfte der Klee grasparzellen 30 cm tief wendend gepflügt und mit Perserklee und Weidelgras bestellt. Auf diese Weise entstanden nach der letzten Bearbeitung im Versuch drei verschiedene Varianten:

1. Klee gras aus Untersaat (Hauptnutzungsjahr);
2. Perserklee nach mehrmaliger Stoppelbearbeitung und Winterzwischenfrucht (Wickroggen);
3. Perserklee nach dem Klee gras aus Untersaat.

Im Versuch wurden neben der Information über die Dichte der Verunkrautung auch die Verteilung und die Dispersionsdynamik der Distel erfaßt. Die Dichte und somit auch Verteilung der Distel auf der gesamten Fläche wurde in einem quadratischen Raster mit einer Auflösung von 1 m² erfaßt. Die vorhandene Triebe wurden je nach Blattgröße in drei Gruppen eingeteilt: Länge des größten Blattes bis 5 cm; 5-10 cm; mehr als 10 cm. Um die Dispersionsdynamik, also die Veränderung der räumlichen Verteilung der Ackerkratzdistelpopulation, und den Erfolg der Behandlungen zu verfolgen, wurden im nächsten Jahr (2003) anhand der Ausgangsverteilung vier repräsentative Boniturflächen (3m x 3m) je Parzelle ausgesucht. Sie wurden so festgelegt, daß alle im vorherigen Jahr ermittelten Dichten der Distel der Rasterfläche (Klassenbreiten: 0; 1-10; 11-20; 21-30; >30 Triebe je m²) erfaßt wurden. Der gesamte Versuch wurde mit einem Vermessungsgerät (Elektronische total Station „SET 4“, SOKKISHA CO., LTD., Tokyo, 151 Japan) eingemessen, so daß jede ausgewählte Teilfläche exakt wiederzufinden war.

In allen Varianten wurde die Verteilung, die Dichte und die Größe der Distel vor der Bearbeitung (09.04.2002) und im Zeitverlauf (11.08.2003) sowie zum Wiederaustrieb in den Folgejahren (Frühjahr, 16.04.2003 und 26.05.2004) bestimmt. In der Variante Rotklee gras wurden folgende Parameter erhoben: Deckungsgrad;

Bedeckung der Distel durch das Klee gras; Wuchshöhe (vegetationsbegleitend: etwa alle 7 Tage). Im Wickroggen wurden Auflauftermin, EC- Stadium des Winterroggens, Wuchshöhe der Wicke und Deckungsgrad des Wickroggens (etwa alle 7 Tage) und im Perserklee gras vegetationsbegleitend Wuchshöhe und Deckungsgrad ermittelt.

Dichte und Länge der Blätter der Ackerkratzdistel vor bzw. nach der Behandlung wurden durch Zählung (Blätter durch Messung) der in der Rasterfläche vorhandenen Triebe und Blätter ermittelt. Der Deckungsgrad der Kulturpflanzen bzw. Kulturpflanzen über Distel wurde visuell als durch die von der Kulturpflanze bedeckte Bodenfläche bzw. Distelblattfläche innerhalb der Parzelle geschätzt. Deckungsgrad der Distel wurden nicht bestimmt.

2.5. Datenaufbereitung und statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Messergebnisse wurde mit Hilfe des Statistical Analysis System (SAS-INSTITUTE-INC. 1999) durchgeführt. Für Mittelwertvergleiche wurde eine Varianzanalyse mit anschließenden multiplen Vergleichen (Tukey) benutzt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für alle Analysen war $\alpha = 0,05$. Bei Abweichungen der Beobachtungswerte von der Normalverteilung bewirkte eine Wurzel- Transformation ($x' = \text{Wurzel}(x + 0,5)$) keine Veränderungen hinsichtlich signifikanter Unterschiede in den Meßreihen. Für die Darstellungen wurden daher die Berechnungen mit den Rohdaten zugrunde gelegt. Wenn nicht anders angegeben, werden in Tabellen und Diagrammen der Mittelwert und der Standardfehler wiedergegeben.

3. *Vicia hirsuta*: Ergebnisse

3.1. Einsatz von Kainit

In Vorversuchen im Gewächshaus war *Vicia hirsuta* in allen Stadien gegen das Verätzen mit Kainitlösung und Lösungen weiterer chloridhaltiger Salze empfindlich, wobei der Wirkungsgrad bei Anwendung im Jugendstadium am höchsten war. Steigende Chloridkonzentrationen erhöhten den Wirkungsgrad, wobei $MgCl_2$ entgegen den Literaturangaben die Wirkung von $NaCl$ und KCl übertraf.

Wirkungsgrad

Im Jahre 2002 schädigte sowohl die Applikation von Staubkainit als auch von Kainitlösungen die Wickenpflanzen zu den ersten zwei Behandlungsterminen (Winterweizen EC 23, 30; Winterroggen 29, 32) nicht ausreichend. Unter trockenheißen Bedingungen zum Ende des Schossens des Winterweizens (EC 39) wurde hingegen eine starke Schädigung der Wicken durch Applikation der Kainit-Lösung erreicht. Diese Behandlung führte auch bei Winterweizen zu starken Blattnekrosen. 2003 wurden in Feldversuchen mit Kainit-Lösung zu Wintergetreide hohe Wirkungsgrade erreicht. Nach Applikation zu Winterweizen (EC 23) bzw. Winterroggen (EC 27) starben bei der höchsten Konzentrationsstufe (350 g l^{-1}) 82 % bzw. 92 % der Wicken ab (Abb. 3).

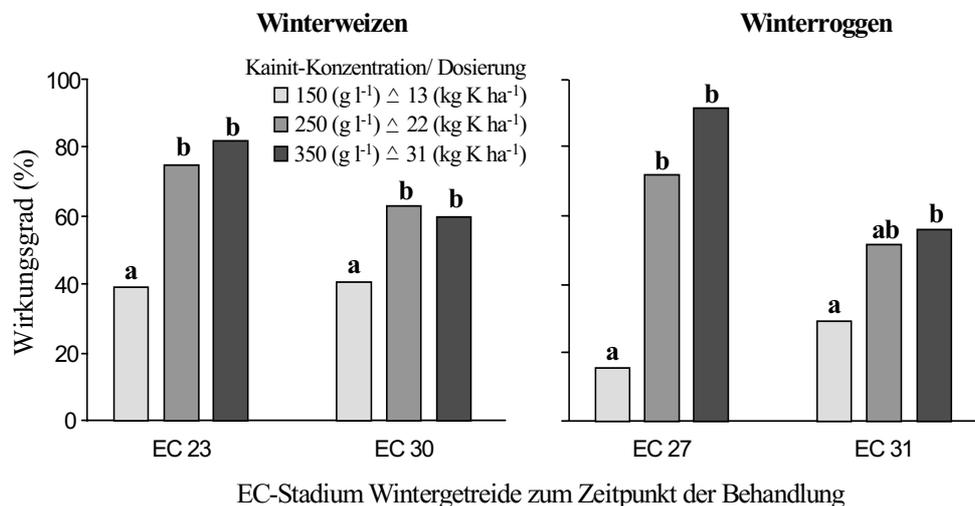


Abb. 3: Auswirkung der Applikation von Kainit-Lösung steigender Konzentration auf *Vicia hirsuta* in Abhängigkeit von Einsatzzeitpunkt und Getreideart (Wirkungsgrad bezogen auf die Dichte von *Vicia hirsuta*). Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Säulengruppe zeigen signifikante Unterschiede an ($\alpha = 0.05$, Tukey-Test), 2003 KL.

Das Getreide wurde hingegen nur geringfügig (bis zu 6,5 % nekrotische Blattfläche) geschädigt. Zum zweiten Termin (EC 30 Winterweizen; EC 31 Winterroggen) betrug

der Anteil abgestorbener Wicken lediglich 60 % bzw. 56 % (Abb. 3), wobei vornehmlich jüngere Pflanzen mit ein bis drei Laubblättern abstarben. Trotz zum Teil starker Vergilbung der Blattfläche regenerierten sich ältere Pflanzen mit mehr als vier Laubblättern häufig. Der Blattflächenverlust des Getreides war wie auch im Jahre 2002 positiv mit der Konzentration der Kainitlösung korreliert. In der höchsten Konzentrationsstufe waren etwa 14 % der Blattfläche nekrotisiert.

Samenproduktion

Die Ergebnisse der Parameter von *V. hirsuta* (Trockenmasse, Samenproduktion), die wegen Zeitmangels nur für die Kontrollvariante (ohne Kainit) und Kainit- Granulat 600 kg ha⁻¹ (55 kg K ha⁻¹) ermittelt wurden, sind in der Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4: Trockenmasse und Samenproduktion von *Vicia hirsuta* in Wintergetreide, 2002 WG.

Kultur	Kainit- Dosierung (kg K ha ⁻¹)	<i>Vicia hirsuta</i>	
		Trockenmasse (g m ⁻²)	Samenproduktion je m ⁻²
Winterweizen	0 (Kontrolle)	144,6	3634
	55 (Granulat)	178,0	6138
Winterroggen	0 (Kontrolle)	98,1	4968
	55 (Granulat)	153,4	6408

Ergebnisse sind nicht signifikant ($\alpha = 0.05$, Tukey- Test)

Die statistische Auswertung ergab in beiden Getreidearten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Kontrollvariante und Kainit-Granulat. In der Variante Kainit-Granulat ließen sich dafür höhere Trockenmasse mit dementsprechend höherer Produktion der Samen erkennen (Tab. 4).

Im Versuchsjahr 2003 konnte aufgrund der Trockenheit die Trockenmasse und Samenproduktion von *Vicia hirsuta* nicht bestimmt werden, da *Vicia hirsuta* bereits einige Wochen vor der Getreideernte vollständig abreifte.

Kornertrag und Ertragsparameter

Versuchsjahr 2002: In der Kontrollvariante, in der Kainit granuliert ausgebracht wurde, entwickelte sich *Vicia hirsuta* in beiden Getreidearten deutlich besser als in der ungedüngten Kontrolle. Der Kornertrag des Winterweizens betrug in der Variante mit Kainit- Granulat (55 kg K ha⁻¹) nur 56% des Ertrages der Kontrolle (ohne Kainit). Die Tausendkornmasse war um 16,8% niedriger (Tab. 5). Auffällig war zugleich die Tatsache, daß zum zweiten Behandlungstermin in Winterroggen (EC 32) der Kornertrag der Variante Kainit- Lösung (16 kg K ha⁻¹) signifikant höher

im Vergleich zu Variante Kainit- Granulat (55 kg K ha^{-1}) war (Tab. 5). Kornertrag und Ertragsparameter des Getreides unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Varianten.

Tab. 5: Kornertrag (KE, dt ha⁻¹), Bestandesdichte (BD, Ähren je m²) und Tausendkornmasse (TKM, g) des Wintergetreides in Abhängigkeit von Dosierung und Formulierung (L - Lösung, S - Kainitstaub) des Kainits sowie des Applikationstermins, 2002 WG.

Kainit- Dosierung		Winterweizen (EC 39)					
(kg K ha ⁻¹)	(g l ⁻¹)	KE	BD			TKM	
keine (Kontrolle)	-	28,8a	342			40,0a	
13 (L)	150	27,9a	339			37,6a	
22 (L)	250	28,5a	336			38,7a	
31 (L)	350	26,9a	319			38,3a	
55 (Granulat)	-	16,2b	314			33,3b	

		Winterroggen					
		EC 29			EC 32		
		KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
keine (Kontrolle)	-	49,6	368	29,4	49,6 ab	368	29,4
14 (S)	-	49,3	359	30,0	46,4 ab	375	29,1
16 (L)	250	51,6	365	29,7	53,0 a	380	30,1
27 (S)	-	50,1	350	29,9	48,9 ab	356	29,1
41 (S)	-	48,2	355	29,1	49,6 ab	361	29,1
55 (S)	-	49,3	359	30,3	48,4 ab	377	29,6
55 (Granulat)	-	44,9	367	28,2	44,9 b	367	28,2

Mittelwerte (n = 4), die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, zeigen signifikante Unterschiede an ($\alpha = 0.05$, Tukey - Test)

Im Versuchsjahr 2003 wie auch im Versuchsjahr 2002 entwickelte sich *Vicia hirsuta* in der Variante Kainit- Granulat (55 kg K ha^{-1}) als Folge der Düngewirkung deutlich besser als in der ungedüngten Kontrolle. Der Kornertrag und die Ertragsparameter des Wintergetreides unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Varianten (Tab. 6). In Winterweizen und Winterroggen (EC 31) wurden dennoch in allen mit Kainit- Lösung behandelten Varianten tendenziell höhere Kornerträge im Vergleich zu Kontrolle festgestellt.

Tab. 6: Kornertrag (KE, dt ha⁻¹), Bestandesdichte (BD, Ähren je m²) und Tausendkornmasse (TKM, g) des Wintergetreides in Abhängigkeit von der Applikation der Lösungen steigender Kainit- Konzentration und des Applikationstermins, 2003 KL.

Kainit- Dosierung (kg K ha ⁻¹) (g l ⁻¹)		Winterweizen					
		EC 23			EC 30		
		KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
keine (Kontrolle)	-	14,4	289	43,2	14,4	289	43,2
13 (L)	150	19,6	314	44,6	16,1	264	41,9
22 (L)	250	16,6	294	43,7	15,7	264	42,0
31 (L)	350	20,5	297	43,9	18,0	292	41,9
55 (Granulat)	-	15,0	296	41,0	15,0	296	41,0
		Winterroggen					
		EC 27			EC 31		
		KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
keine (Kontrolle)	-	31,0	316	30,3	31,0	316	30,3
13 (L)	150	29,7	314	31,2	34,7	308	32,5
22 (L)	250	31,4	313	30,1	32,9	309	32,5
31 (L)	350	28,3	314	29,9	34,8	317	32,2
55 (Granulat)	-	31,2	306	30,9	31,2	306	30,9

Ergebnisse sind nicht signifikant ($\alpha = 0.05$, Tukey - Test)

3.2. Thermische Regulierung

Wirkungsgrad

Die thermische Behandlung zeigte generell einen hohen Wirkungsgrad. Mit zunehmender Hitzeeinwirkung stieg aufgrund der irreversiblen Schäden der Wirkungsgrad gegenüber *Vicia hirsuta*. Unabhängig von Applikationszeitpunkt und Getreideart nahm die Wirkung des Abflammens mit zunehmender Wuchshöhe von *Vicia hirsuta* (Tab. 7) ab. Es fällt auf, dass sowohl zu frühen (EC 23) als auch vglw. späten Entwicklungsstadien (EC 30-31) die höchsten Wirkungsgrade erreicht wurden. In beiden Stadien war die Bedeckung der Wicken durch die Kulturpflanze und damit der Hitzeschatten gering, da entweder erst wenig Blattfläche ausgebildet war oder durch das Aufrichten der Getreideblätter Reihenzwischenräume frei wurden.

Tab. 7: Wirkungsgrad thermischer Behandlung (Mittelwert über die Varianten der Hitzeeinwirkung) auf verschiedene Entwicklungsstadien von *Vicia hirsuta* zu unterschiedlichen Applikationsterminen in Wintergetreide, 2002 WG, 2003 KL.

Entwicklungsstadium von <i>Vicia hirsuta</i> : (Anzahl Laubblätter)	2002		2003	
	Winterweizen			
	EC 23	EC 29	EC 23	EC 30
	Wirkungsgrad (%)			
1	93,3	77,8	96,2	93,1
2-4	81,7	52,0	76,6	76,4
5 und mehr	76,5	32,5	70,2	68,0
	Winterroggen			
	EC 29	EC 31	EC 29	EC 31
	Wirkungsgrad (%)			
1	76,2	92,3	58,3	88,8
2-4	58,4	74,4	56,3	74,5
5 und mehr	19,0	62,3	36,3	48,5

In beiden Versuchsjahren regenerierte sich das Getreide nach thermischer Behandlung vor Bestockungsende vollständig (nicht dargestellt).

Samenproduktion

Im Versuchsjahr 2002 wurde in Winterweizen die Samenproduktion von *Vicia hirsuta* bereits bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3,2 km h⁻¹ (Gasverbrauch: 22 kg ha⁻¹) um 85 % reduziert, während in Winterroggen dazu die vierfache Intensität notwendig war (Abb. 4).

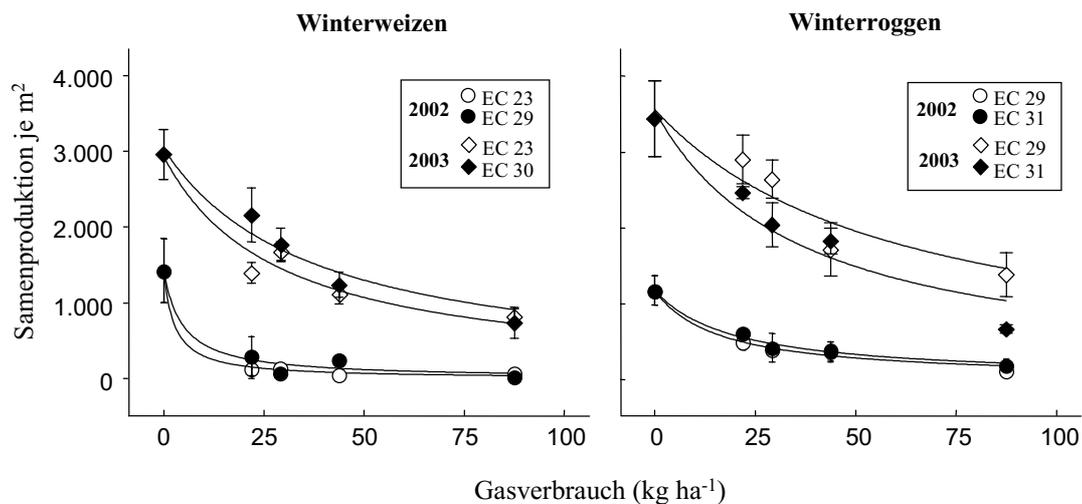


Abb. 4: Beziehung zwischen der Samenproduktion von *Vicia hirsuta* und dem Gasverbrauch nach thermischer Behandlung in Wintergetreide.

2003 hingegen wurde eine Verringerung der Samenproduktion um 75 % in beiden Kulturen erst bei einem Gasverbrauch von 88 kg ha⁻¹ mit der geringen Fahrgeschwindigkeit (0,8 km h⁻¹) erzielt (Abb. 4).

Kornertrag und Ertragsparameter

Winterweizen

Die Dichte des Weizenbestandes wurde nach der thermischen Behandlung zu EC 23 sowie EC 30 durch die Hitzeeinwirkung nicht beeinflusst, hingegen wurde eine signifikante Reduktion der Bestandesdichte (EC 29; 88 kg ha⁻¹) im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante festgestellt (Tab. 8).

Tab. 8: Kornertrag (KE, dt ha⁻¹), Bestandesdichte (BD, Ähren je m²) und Tausendkornmasse (TKM, g) des Winterweizens in Abhängigkeit von Gasverbrauch und Applikationsterminen, 2002 WG, 2003 KL.

Gasverbrauch (kg ha ⁻¹)	2002					
	EC 23			EC 29		
	KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
unbehandelt	55,2	492	42,9	55,2	492 a	42,9
Wicke manuell entfernt	55,4	454	41,5	55,4	454 ab	41,5
22	54,5	449	42,0	54,1	481 ab	41,5
29	53,6	477	41,4	51,9	430 ab	42,8
44	49,8	395	42,6	53,6	436 ab	40,7
88	50,5	465	41,3	43,4	400 b	43,1
	2003					
	EC 23			EC 30		
	KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
kein (Kontrolle)	16,9 b	266	41,8	16,9 b	266	41,8
Wicke manuell entfernt	24,3 a	300	45,3	24,3 a	300	45,3
22	21,3 ab	266	42,3	21,1 ab	263	41,9
29	22,1 ab	290	42,9	21,5 ab	284	42,5
44	22,8 a	287	43,1	20,2 ab	295	41,6
88	22,0 ab	263	42,8	19,1 ab	265	41,7

Mittelwerte (n = 4), die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, zeigen signifikante Unterschiede an ($\alpha = 0.05$, Tukey- Test)

Im Versuchsjahr 2002 unterschied sich der Kornertrag der abgeflamten Varianten nicht von der unbehandelten Kontrolle. 2003 führte das Abflammen zu signifikant höheren Kornerträgen (bis zu 35 %: Winterweizen, EC 23). Wurde die Verunkrautung von Hand entfernt (2003), war der Kornertrag um 44 % höher als in der Kontrolle. Obwohl die Tausendkornmasse sich in keiner Variante signifikant

unterschied, ließen sich tendenziell höhere Kornmassen (2003: EC 23) bei allen Intensitäten der Hitzeeinwirkung erkennen.

Winterroggen

Im Versuchsjahr 2002 nahm nach der Behandlung zum Schoßbeginn (EC 31) die Anzahl der ährentragenden Halme mit steigender Intensität der thermischen Behandlung signifikant ab, in 2003 war dieser Sachverhalt nur tendenziell erkennbar (Tab. 9). Der Kornertrag und die Tausendkornmasse des Winterroggens (EC 29) unterschieden sich in beiden Versuchsjahren nicht signifikant zwischen den Varianten. Die Behandlungen mit höchstem Gasverbrauch (44 und 88 kg ha⁻¹) nach der Bestockung (EC 31) schädigten das Getreide vglw. stark und verursachten Ertragseinbußen bis zu 15% (2002).

Tab. 9: Kornertrag (KE, dt ha⁻¹), Bestandesdichte (BD, Ähren je m²) und Tausendkornmasse (TKM, g) des Winterroggens in Abhängigkeit von Gasverbrauch und Applikationsterminen, 2002 WG, 2003 KL.

Gasverbrauch (kg ha ⁻¹)	2002					
	EC 29			EC 31		
	KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
unbehandelt	53,4	332	30,5	53,4 a	332 a	30,5 b
Wicke manuell entfernt	51,8	319	32,2	51,8 ab	319 ab	32,2 a
22	51,0	295	31,7	49,7 ab	293 ab	31,5 ab
29	49,0	289	31,7	47,0 ab	280 ab	32,5 a
44	49,8	303	31,4	45,2 b	278 ab	31,6 ab
88	47,5	295	31,4	45,2 b	257 b	32,4 a
	2003					
	EC 29			EC 31		
	KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
unbehandelt	30,4	313	30,6	30,4 ab	313	30,6
Wicke manuell entfernt	32,4	302	32,5	32,4 a	302	32,5
22	31,2	300	30,9	31,4 ab	307	31,8
29	33,8	292	31,5	28,3 ab	264	30,7
44	30,3	300	31,0	26,0 b	282	31,2
88	31,7	290	31,4	25,6 b	261	31,3

Mittelwerte (n = 4), die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, zeigen signifikante Unterschiede an ($\alpha = 0.05$, Tukey- Test)

Im folgenden Versuchsjahr 2003 wurden wiederum zum selben Entwicklungsstadium des Winterroggens (EC 31) und bei gleichen Behandlungen (44 und 88 kg ha⁻¹) dennoch nur tendenziell niedrigere Kornerträge festgestellt.

Zugleich wurden in der von Wicken freien Variante um 20-25% höhere Erträge im Vergleich zu Behandlungen mit höchstem Gasverbrauch (44 und 88 kg ha⁻¹) festgestellt. Die unbehandelte Kontrollvariante wies allerdings keine signifikanten Unterschiede zu den übrigen Varianten auf. Wurden im Versuchsjahr 2002 etwa 6%-ige Erhöhungen der Tausendkornmasse festgestellt, so zeigte sich 2003 dieser Sachverhalt nur undeutlich.

3.3. Mechanische Regulierung

Wirkungsgrad

Im Jahr 2002 entwickelte sich der Winterroggen deutlich rascher als *Vicia hirsuta*, so dass obwohl ein Striegeln bis EC 59 möglich war, die vglw. kleinen Unkrautpflanzen nicht ausreichend erfasst wurden. Im Versuchsjahr 2003 hingegen reduzierte der Striegeleinsatz zu EC 59 die Dichte der Wicken bis zu 36,8 % (nicht dargestellt).

In Winterweizen war *Vicia hirsuta* in beiden Jahren bereits während des Schossens (EC 32-33) so weit entwickelt, dass eine deutliche Wirkung durch den Striegel erzielt wurde (Abb. 5).

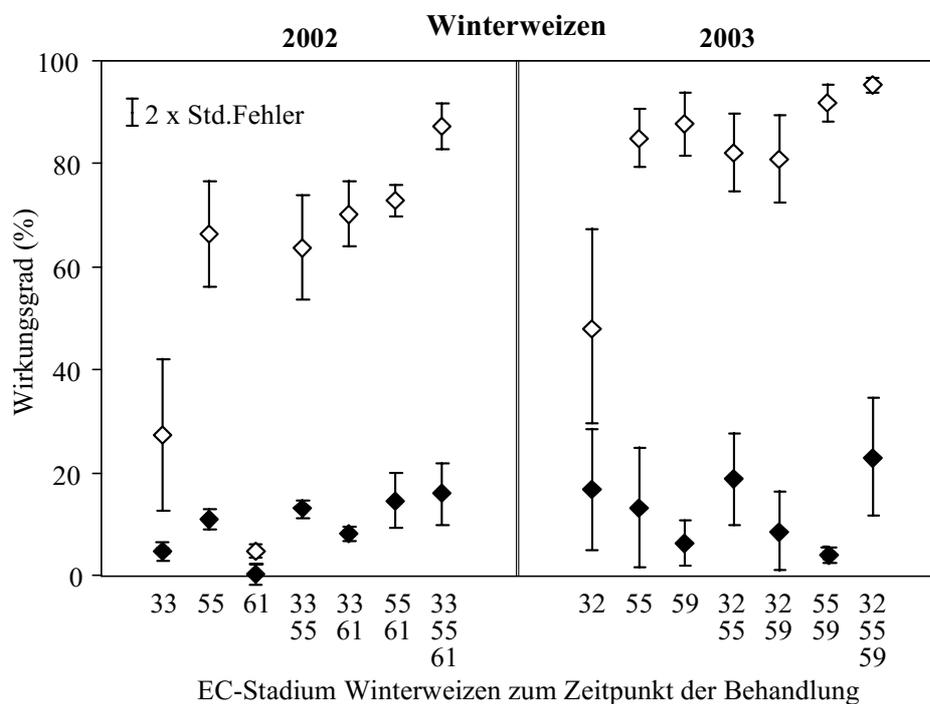


Abb. 5: Einfluss des Striegelns in Winterweizen auf *Vicia hirsuta* in Abhängigkeit von Einsatzzeitpunkt und -häufigkeit (Wirkungsgrad bezogen auf die Dichte (◆), bzw. den Deckungsgrad (◇) von *Vicia hirsuta* während der Kornfüllung des Winterweizens (EC 75). (DG der Wicken in der Kontrolle = 67% (2002, WG), 86% (2003, KL)).

Nach dem Striegeln zu diesem Zeitpunkt wurden zahlreiche bereits stark verzweigte und teils mit Getreide verrankte Wicken abgerissen, abgeknickt oder zu Boden gezogen. Die Wickendichte wurde jedoch kaum reduziert (Wirkungsgrad 5-15%, Abb. 5). Mehrere kleine oder in der Reihen stehende Wicken wurden vom Striegel nicht erfaßt. Außerdem bildeten das Getreide und die großen Unkräuter einen Schutz für die kleinen *Vicia hirsuta* Pflanzen, die heruntergezogen oder abgeknickt wurden, konnten sich in noch lichten Getreidebeständen (Deckungsgrad 50-55%) schnell, jedoch nicht vollständig, erholen, so dass der Deckungsgrad von *Vicia hirsuta* im Versuchsjahr 2002 um 25-30% und im Versuchsjahr 2003 um 50% reduziert wurde.

Durch einmaligen späten Striegeleinsatz (EC 55) sowie zweimal wiederholtes Striegeln konnte im Versuchsjahr 2002 eine beachtliche etwa 70%-ige Reduzierung des Deckungsgrades von *Vicia hirsuta* erreicht werden. Bei dreimaliger Wiederholung wurde der Deckungsgrad um 85% reduziert. Wurde der Striegel erstmalig vglw. spät zu EC 61 (nur Versuchsjahr 2002) eingesetzt, blieb die Wirkung gering (Abb. 5).

Im Versuchsjahr 2003 reichte ein einmaliger später Striegeleinsatz zu EC 55 bereits aus, um den Deckungsgrad von *Vicia hirsuta* um mehr als 80 % zu reduzieren. Dreimaliges Striegeln verringerte den Deckungsgrad von *Vicia hirsuta* während der Kornfüllung des Weizens auf etwa 5 % der Kontrollvariante.

Der Anteil der nach dem frühen Striegeln (EC 32-33) abgeknickten Halme war gering (bis zu 5%). Bei erstmaligem Striegeln nach dem Ährenschieben (EC 55-59) wurden je nach Stärke der Verunkrautung in der Parzelle bis zu 30% der Getreidehalme geschädigt. Sie wurden nur in geringer Menge abgeknickt oder ausgerissen und überwiegend durch die mit den Zinken ausgerissene und mitgezogene Wickenmasse niedergedrückt. Die Weizenhalme standen anschließend mit einem Winkel von etwa 45° zur Bodenoberfläche. Wurde der Striegel zum ersten mal zu EC 61 eingesetzt, traten sehr starke Schäden auf. Dabei wurden zahlreiche Halme, die bereits zu diesem Zeitpunkt stark mit Wicken verrankt waren, ausgerissen.

Nach dem wiederholten Striegeln zu EC 55-61 ließen sich stark im Wachstum gestörte und schwach verrankte Wicken hingegen wesentlich leichter aus dem Bestand herauskämmen bzw. zum Boden herabziehen, ohne dass Schäden an der Kulturpflanze entstanden.

Samenproduktion

Die Samenproduktion von *Vicia hirsuta* wurde durch den Einsatz des Striegels nicht in gleichem Maß verringert wie der Deckungsgrad, da die heruntergezogenen oder

abgeknickten Wicken teilweise noch zur Samenreife kamen. Die Samenproduktion wurde deshalb in Winterweizen selbst durch dreimaliges Striegeln nur auf etwa 25% (Abb. 6), in Winterroggen auf ca. 30% reduziert (nicht dargestellt).

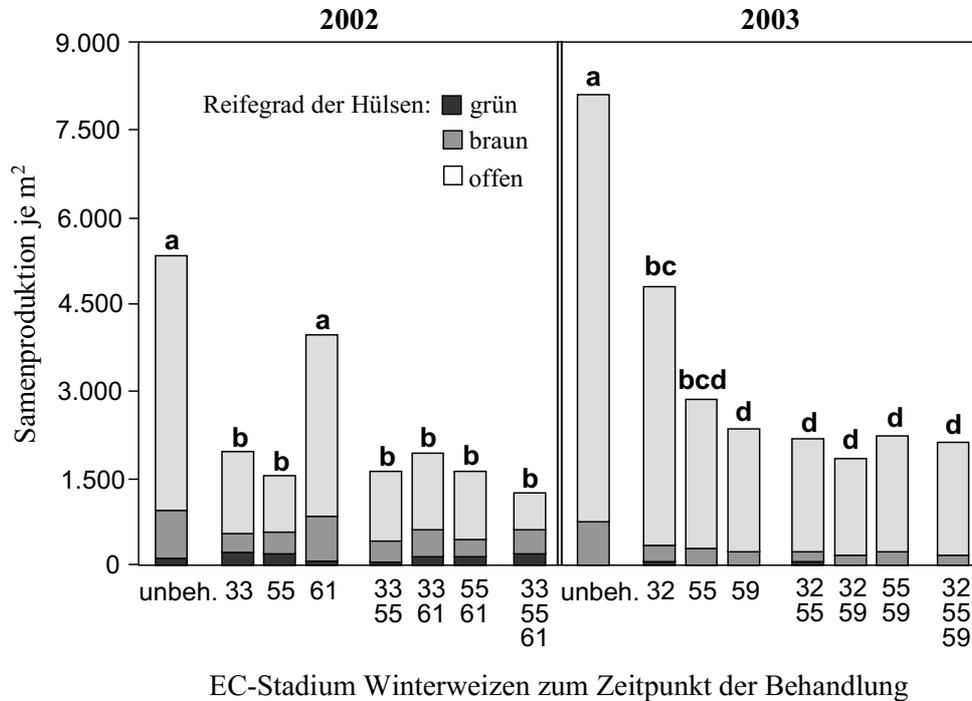


Abb. 6: Einfluß des Striegels in Winterweizen auf die Samenproduktion von *Vicia hirsuta* und deren Reifegrad in Abhängigkeit von Einsatzzeitpunkt und -häufigkeit. Unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Versuchsjahres zeigen signifikante Unterschiede an ($\alpha = 0.05$, Tukey - Test). 2002 WG, 2003 KL.

Kornertrag und Ertragsparameter

Winterweizen

Im Jahr 2002 wirkte mehrmaliges Striegeln einer Verringerung der Tausendkornmasse des Winterweizens durch *Vicia hirsuta* entgegen. Ein Einfluß auf den Kornertrag war nicht feststellbar (Tab. 10). Im Versuchsjahr 2003 hingegen führte bereits einmaliges Striegeln zu EC 32 zu einem um 48 % höheren Kornertrag als in der unbehandelten Kontrolle. Dreimaliges Striegeln reduzierte die Ertragsverluste um weitere 15 % (Tab. 10).

Tab. 10: Einfluß des Striegels auf Kornertrag (KE, dt ha⁻¹), Bestandesdichte (BD, Ähren je m²) und Tausendkornmasse (TKM, g) des Winterweizen in Abhängigkeit von Einsatzzeitpunkt und -häufigkeit, 2002 WG, 2003 KL.

Einsatzzeitpunkt (EC- Stadien)	2002			2003		
	KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
ohne (Kontrolle)	28,9	374	39,9 ab	13,7 b	213	43,2
32(33)	28,8	382	41,1 ab	20,3 a	230	43,4
55	28,4	351	42,5 ab	20,2 a	246	44,8
59(61)	27,3	310	38,9 b	19,2 ab	247	45,4
32(33), 55	30,3	352	41,8 ab	21,6 a	264	45,0
32(33), 59(61)	30,2	338	42,3 a	19,8 a	243	44,1
55, 59(61)	29,4	322	41,5 ab	20,4 a	277	46,5
32(33), 55, 59(61)	31,4	333	43,1 a	22,4 a	230	44,1

Mittelwerte (n = 4), die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, zeigen signifikante Unterschiede an ($\alpha = 0.05$, Tukey - Test)

() : 2002

Winterroggen

In Winterroggen wurde kein Effekt des Striegels auf den Kornertrag oder einzelne Ertragsparameter (außer TKM 2002) festgestellt (Tab. 11).

Tab. 11: Einfluß des Striegels auf Kornertrag (KE, dt ha⁻¹), Bestandesdichte (BD, Ähren je m²) und Tausendkornmasse (TKM, g) des Winterroggen in Abhängigkeit von Einsatzzeitpunkt und -häufigkeit, 2002 WG, 2003 KL.

Einsatzzeitpunkt (EC- Stadien)	2002			2003		
	KE	BD	TKM	KE	BD	TKM
ohne (Kontrolle)	50,8	340	29,5 b	27,2	331	30,6
32	50,9	364	29,7 b	28,1	315	30,9
49	-	-	-	29,7	354	31,6
59	49,8	350	30,0 ab	28,8	319	31,4
32, 49	-	-	-	28,4	303	31,5
32, 59	49,8	353	30,7 a	27,0	300	31,5
49, 59	-	-	-	28,4	302	31,4
32, 49, 59	-	-	-	27,7	301	31,7

Mittelwerte (n = 4), die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, zeigen signifikante Unterschiede an ($\alpha = 0.05$, Tukey - Test)

4. *Vicia hirsuta*: Diskussion

4.1. *Einsatz von Kainit*

In den Feldversuchen des Jahres 2002 war die Wirkung der Kalisalze stark witterungsabhängig. Hohe Luftfeuchte und Niederschläge in den Tagen nach der Applikation werden als Ursache für die unzureichende Kainitwirkung als Folge der ersten zwei Einsatztermine vermutet. Nur bei hoher Verdunstung und Einstrahlung wurde eine starke Schädigung der Wicken in Winterweizen (EC 39) mit Kainit-Lösung erreicht. Im Versuchsjahr 2003 wurden die Behandlungstermine mit Beachtung der erfolgversprechenden Witterungsbedingungen des vorigen Jahres durchgeführt. Bei sonnigen Bedingungen und Niederschlagsfreiheit wurde ein hoher Wirkungsgrad zum ersten Behandlungstermin erreicht. Obwohl diese Voraussetzungen auch zum zweiten Behandlungstermin gegeben waren, war der Wirkungsgrad deutlich geringer. Ein Grund hierfür kann in dem höheren Anteil älterer und damit widerstandsfähigerer Wicken vermutet werden. Möglicherweise beeinträchtigte aber auch eine zu rasche Abtrocknung aufgrund niedriger Luftfeuchte und hoher Windgeschwindigkeit die Wirkung. Bereits eine Stunde nach der Kainitapplikation wurden auf der Blattoberfläche von Unkraut- und Kulturpflanzen weiße Kristalle der getrockneten Salze beobachtet. Nach RADEMACHER und FLOCK (1952) begünstigt ein langsames Abtrocknen des Taus auf den Blättern die Kainitwirkung.

Die Beobachtungen und Ergebnisse der Feldversuche mit Kainit bestätigen somit die Literaturangaben, wonach die Witterung bei der Unkrautkontrolle mittels Kainit eine entscheidende Rolle spielt. Starker Regen in den ersten drei bis vier Tagen nach der Behandlung setzt den Kontrollerfolg stark herab. Entgegen den Angaben von RADEMACHER und FLOCK (1952), wonach *Vicia hirsuta* überhaupt nur im frühesten Stadium bekämpfbar ist, wurden in den vorliegenden Untersuchungen auch größere Pflanzen stark geschädigt bzw. zerstört. Möglicherweise ist dieser Sachverhalt in der unterschiedlichen Applikation (Stäuben im Gegensatz zu Spritzen unter Zugabe eines Netzmittels) begründet. Die in der Literatur beschriebene geringe Schädigung des Getreides (MAAS 1928) zeigte sich in den vorliegenden Untersuchungen auch bei Verwendung von Netz- und Haftmitteln.

4.2. *Thermische Regulierung*

Der Erfolg des Abflämmens war in den vorliegenden Untersuchungen stark von den Entwicklungsstadien von Unkraut und Kulturpflanze abhängig. Die thermische Behandlung wirkte nur dann ausreichend, wenn die Wicken nicht oder wenig durch die Kulturpflanze beschattet wurden. Je älter die Wicken waren, desto geringer war

die Schädigung und desto höher ihre Regenerationsfähigkeit. Die stärkere Behaarung zu späteren Wachstumsstadien von *Vicia hirsuta* könnte die schwächere Schädigung der größeren Wicken durch die Hitzeeinwirkung zum Teil erklären. Allerdings konnten besonders größere Wicken mit fünf und mehr Laubblättern sogar nach gänzlicher Entlaubung des Blattapparates aus den Blattachseln oder unter der Bodenoberfläche wieder austreiben.

Die Angaben der Literatur werden damit bestätigt. DIERAUER und STÖPPLER-ZIMMER (1994) gehen davon aus, dass Samenunkräuter nur bis zum 4-Blatt-Stadium gegen Hitze ausreichend empfindlich sind. Je größer die Unkräuter und je stärker behaart desto wärmeresistenter sind sie. Laut ASCARD (1995) sollte für die erfolgreiche Unkrautkontrolle durch Abflammen eine hinreichende Intensität der Hitzeeinwirkung, abhängig von Unkrautart, Entwicklungsstadium und Umweltbedingungen, ausgewählt werden. Der wichtigste Faktor in der Kontrolle ist dabei nicht die Hitzeresistenz der Blätter, sondern die Fähigkeit der Pflanzen, sich nach der Behandlung zu regenerieren. Pflanzen mit einer kriechenden Wuchsform oder einem geschützten Vegetationspunkt werden dementsprechend als sehr hitzeresistent angesehen. Nach Ansicht von VESTER (1987) ist auch die Fähigkeit der Unkrautarten wieder auszutreiben, ausschlaggebend für den Erfolg oder Misserfolg einer thermischen Unkrautregulierung. Letztendlich bestätigt die beachtliche Entwicklung des Getreides nach der thermischen Behandlung dieses Prinzip, indem es sich nach starker Schädigung vollständig regenerierte.

Nach HOFFMANN (1989) werden beim flächigen Abflammen im stehenden Getreide die Hüllblätter der Getreidepflanzen geschädigt. Die daraus resultierende Wachstumsverzögerung gegenüber einer unbehandelten Kultur wird aber in der Regel bis zur Ernte wieder aufgeholt. Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche bestätigten diese Tatsache. Wurde allerdings nach abgeschlossener Bestockung behandelt, konnte sich das Getreide in Varianten mit sehr hoher Hitzeeinwirkung (Fahrgeschwindigkeit $0,8 \text{ km h}^{-1}$ und $1,6 \text{ km h}^{-1}$), wie auch bei JUROSZEK *et al.* (2002), nicht vollständig regenerieren, ein Umstand der zu einer erheblichen Minderung des Kornertrages führte.

4.3. Mechanische Regulierung

Der Effekt des Striegelns beruhte weniger auf einer Reduzierung der Dichte als auf einer Störung des Wachstums von *Vicia hirsuta* (z. B. Knicken des Sprosses; vgl. auch Angaben zu *Galium aparine* von STEINMANN und HEITEFUSS (1996)). Der Wirkungsgrad des Striegelns gegen *Vicia hirsuta* in Winterweizen bei Anwendung im zeitigen Frühjahr wird von STEINER (1985) allgemein als gering eingestuft (20-40 %). Diese Aussage wird durch die Ergebnisse der eigenen Feldversuche bestätigt.

Der Striegeleinsatz in frühen Entwicklungsstadien des Winterweizens (EC 32-33) bewirkte nur einen kurzfristigen Bekämpfungserfolg. Kleine oder in der Reihen stehende Wicken wurden vom Striegel nicht erfasst. Größere Pflanzen, die heruntergezogen oder abgeknickt wurden, konnten sich im noch lichten Getreidebestand schnell erholen.

Der Einsatz des Striegels in Wintergetreide im Zeitraum nach dem Ährenschieben bis zur Blüte zum „Herauskämmen“ der über dem Bestand ausgebreiteten Wickenpflanzen war in Feldversuchen 2002-2003 wie auch bei EISELE (1998) sehr erfolgreich. Die miteinander verrankten Wicken wurden durch den Striegel abgerissen oder zu Boden gezogen, wo sie sich unter Lichtmangel nicht mehr erholen konnten. Zu beachten ist allerdings, dass bei stark entwickelten, sich über dem Bestand ausbreitenden Wicken zum Zeitpunkt des Ährenschiebens der Striegel oft entleert werden muss, um optimal zu arbeiten und die Kulturpflanze nicht zu schädigen. Bei hohem Unkrautdruck sollte daher rechtzeitig mit der ersten Behandlung begonnen und diese Maßnahmen ggf. wiederholt werden.

5. *Cirsium arvense*: Ergebnisse

5.1. Versuch 1 (WG, Schlag IV)

Auflauftermin

Unter den trocken - heißen Bedingungen im August 2001 lief die Zwischenfrucht nach einmaliger Stoppelbearbeitung und dementsprechend frühzeitiger Aussaat nur spärlich auf, während neue Disteltriebe bereits nach etwa zehn Tagen sichtbar wurden und sich vglw. ungestört entwickelten.

Infolge günstiger Wachstumsbedingungen im Versuchsjahr 2002 keimte der Senf nach ein- bzw. zweimaliger Stoppelbearbeitung mit nachfolgender Pflugfurche innerhalb von fünf bzw. sieben Tagen nach der Aussaat. Disteltriebe erschienen dagegen nach dem (GR, 1x) mit fünf bzw. nach dem (SP 2x + ZSP 1x) mit achttägiger Verzögerung. Nach 2-maliger Stoppelbearbeitung mit nachfolgendem Pflücken wurde bei allen Varianten nur ein sehr schwacher Distelaustrieb beobachtet.

Zwischenfrucht (Gelbsenf)

Abb. 7 gibt den zeitlichen Verlauf der Entwicklung von Senf und Disteln als Folge der Art und Intensität der Stoppelbearbeitung wieder.

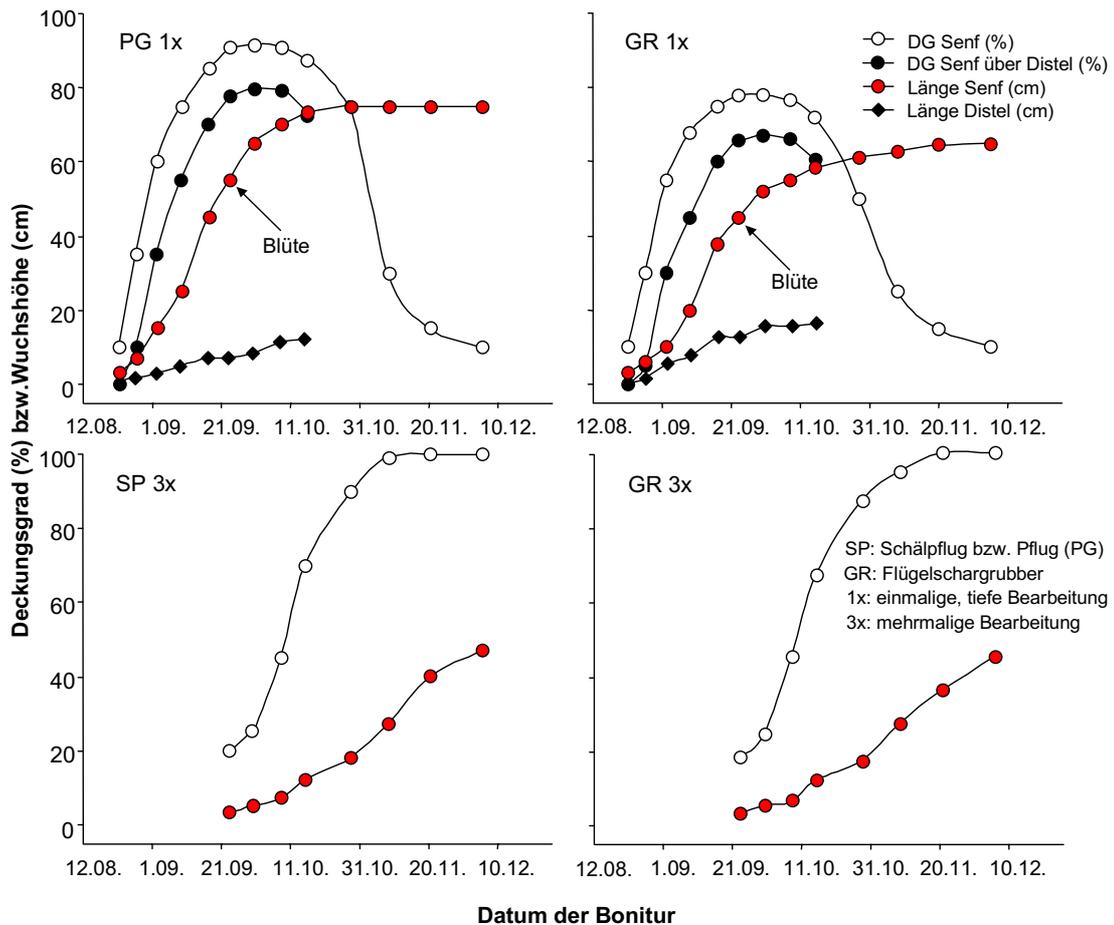


Abb. 7: Entwicklung von *Sinapsis alba* bzw. *Cirsium arvense* (Wuchshöhe), Senfdeckungsgrad sowie Deckungsgrad Senf über Distel in Abhängigkeit von Intensität und Art der Bodenbearbeitung, 2002 (WG, Schlag IV).

Nach einmaliger tiefer Stoppelbearbeitung (GR, 1x) bzw. Grundbodenbearbeitung (ZSP, 1x) nahm mit zunehmender Wuchshöhe von *Sinapsis alba* (bis zur Blüte) der Deckungsgrad und Deckungsgrad Senf über Distel zu (Abb. 7). Zugleich wurde nach dem Grubbern im Vergleich zum Pflügen ein langsamerer, durch die Wuchshöhe ausgedrückter Senfzuwachs und eine damit verbundene schwächere Boden- bzw. Distelbeschattung sowie ein etwas stärkeres Distelwachstum festgestellt. Vornehmlich in den Parzellen der Grubbervarianten befanden sich bis zu 20 cm große Disteltriebe. Es wurde eine maximale etwa 65% bzw. 80%-ige Beschattung der Disteltriebe nach dem Grubber- bzw. Pflugeinsatz bei einer Senflänge von 45 cm bzw. 55 cm erreicht. Während der Blüte in der zweiten Septemberhälfte wurde weiterhin die Zunahme der Wuchshöhe der Zwischenfrucht in beiden Varianten mit gleichzeitigem Rückgang der Senf- Blattfläche registriert. Dieser Rückgang bewirkte eine Abnahme des Deckungsgrades von Senf und Deckungsgrades Senf über Distel. Mitte Oktober froren die meisten Disteltriebe nach Nachtfrösten ab. Zum zweiten Saattermin, nach zweimaliger Stoppelbearbeitung, wurden für beide

Bodenbearbeitungsvarianten (SP 2x + ZSP 1x, Grubber 3x) etwa gleiche Werte ermittelt (Abb. 7). Bereits bei einer Länge von 27 cm bedeckte der Senf den Boden vollständig. Zum gleichem Zeitpunkt wiesen die Senfbestände des ersten Saattermins nur etwa 25-30%-ige Deckungsgrade bei einer Wuchshöhe von 65-75 cm auf.

Unkrautdichte

Die Verteilung der Distel auf der Versuchsfläche war sehr heterogen. Die Triebdichte lag innerhalb der verschiedenen Varianten vor der erstmaligen Stoppelbearbeitung 2001 bei durchschnittlich zwischen 0,5 und 3,8 Trieben je m² (Tabelle in der Abb. 8).

In der Untersuchungsperiode 2002/2003 wurden je nach Intensität und Art der Stoppelbearbeitung unterschiedliche Disteldichten festgestellt, die als Veränderungen relativ zur Ausgangsdichte des Versuchsjahres 2001 bzw. 2002 in Abb. 8 dargestellt sind.

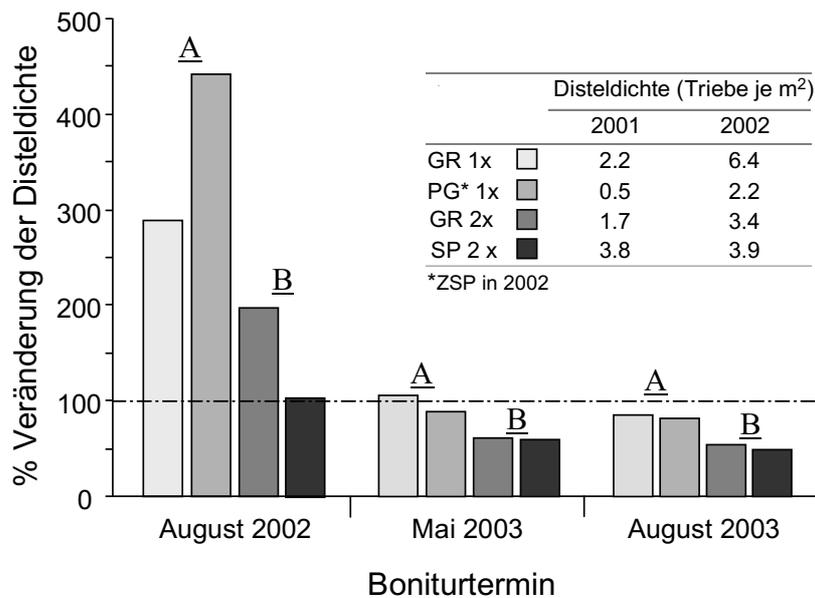


Abb. 8: Ackerkratzdistel: Relative Veränderung der Dichte in Abhängigkeit von der Intensität und der Art der Stoppelbearbeitung zu verschiedenen Boniturterminen. (100% = Ausgangsdichte der jeweiligen Varianten 2001 bzw. 2002, siehe Tabelle). Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Säulengruppe zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten der ein- bzw. mehrmaligen Stoppelbearbeitung an (transformierte Daten, $\alpha = 0.05$, Tukey- Test).

Eine einmalige Stoppelbearbeitung mit anschließender Zwischenfruchtansaat bewirkte in beiden Versuchsjahren eine deutliche Erhöhung der Dichte von Ackerkratzdistel (Abb. 8). Bei mehrmaliger Stoppelbearbeitung hingegen wurde im Versuchsjahr 2002 in Bezug zu 2001 eine vglw. geringe Zunahme und im

Versuchsjahr 2003 in Bezug zu 2002 deutliche Abnahmen der Disteldichte ermittelt. Zu jedem Boniturtermin wurde ein signifikanter Unterschied der Disteldichte zwischen der ein- bzw. dreimaligen Stoppelbearbeitung festgestellt. Der in diesem Versuch ebenfalls geprüfte Faktor Art der Stoppelbearbeitung (Schälplflug, Flügelschargrubber) hatte keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Kontrolle der Ackerkratzdistel zur Folge.

5.2. Versuch 2 (WG, Schlag VII)

Kleegras

Abb. 9 stellt den zeitlichen Verlauf der Entwicklung des Kleegrases (Wuchshöhe), Deckungsgrad sowie Disteldeckungsgrad und Deckungsgrad Kleegras über Distel dar. Vor dem ersten Herbstschnitt im Versuchsjahr 2002 standen im Kleegras, besonders in Bestandeslücken, kräftige, große Disteltriebe, die den Kulturpflanzenbestand überwuchsen und daher unbedeckt blieben. Dies galt selbst bei einer Bestandeshöhe des Kleegrases von 40-45 cm und einer nahezu vollständigen Bodenbeschattung. Nach dem Kleegras- Schnitt erschienen mit etwa dreiwöchiger Verzögerung die ersten Disteltriebe, neu gebildet oder aus abgeschnittenen Stengeln entwickelt. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte der Klee intensiv junge Blättchen gebildet, die jedoch nicht in die Höhe wuchsen. Nach weiteren drei Wochen wurden einzeln vorhandene Disteltriebe bis zu 80% durch den kräftig zuwachsenden Klee bedeckt. Im folgenden Nutzungsjahr, zur Zeit des Distelaustriebs Anfang April betrug der Kleegrasdeckungsgrad bereits etwa 50% (Abb. 9). Mitte April standen die Disteln praktisch vollständig im Schatten des Kleegrases. Nur in Bestandeslücken konnten einige Triebe ungestört weiterwachsen. Unmittelbar vor dem ersten Schnitt Ende Mai beschattete das Kleegras bei einer Länge von 65-75 cm die Disteltriebe vollkommen. Viele dünne, langgezogene Disteltriebe mit teilweise abgestorbenen Blättern wiesen eine vergilbte, blasse Farbe auf. Bereits drei Wochen nach dem ersten Schnitt (2003) deckte das Kleegras bei einer Länge von circa 25 cm 90-100% der Disteltriebe. Nach dem zweiten Kleegras- Schnitt (Mitte Juli) wurde infolge der Trockenheit ein schwacher und langsamer Zuwachs des Kleegrases registriert. An mehreren Stellen konnte verwelktes Kleegras beobachtet werden. Die erst etwa drei Wochen später einzeln erschienenen Triebe der Ackerkratzdistel wurden durch das Kleegras bei bereits einer Wuchshöhe von 12-16 cm (Deckungsgrad 60%) bis zu 85% bedeckt. Nach dem Mulchen des schwachen Kleegrasaufwuchses Mitte September wurden keine Parameter mehr erhoben.

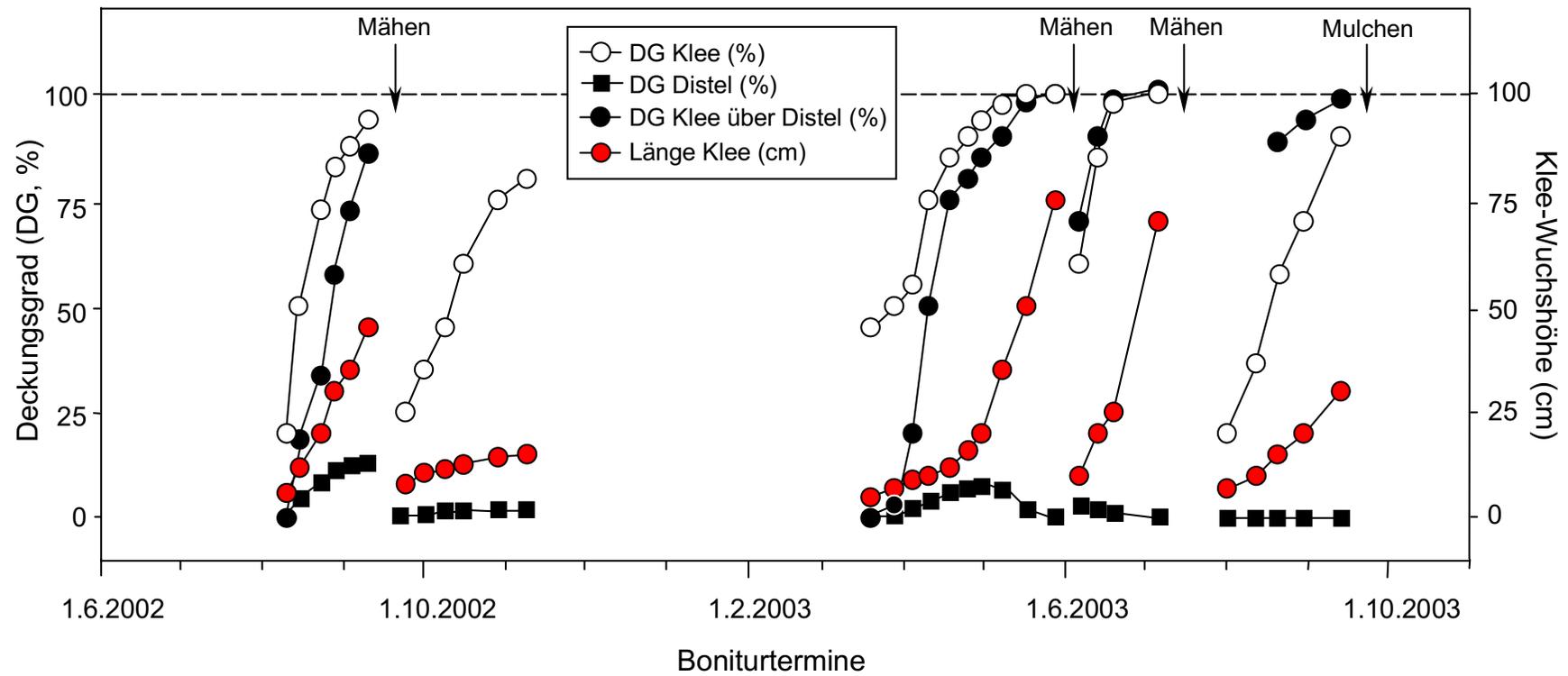


Abb. 9: Entwicklung des Klee grasses (Wuchshöhe), Klee grassdeckungsgrad sowie Disteldeckungsgrad und Deckungsgrad Klee grass über Distel während der Vegetation, 2002-2003 (WG, Schlag VII).

Wickroggen

Etwa zehn Tage nach der Wickroggenbestellung keimten die Kulturpflanzen, die sich in den folgenden zwei Wochen bis zu einer Länge von 6-8 cm (Roggen) bzw. 2-4 cm (Winterwicke) entwickelten. Disteltriebe erschienen nur vereinzelt. Ausgangs des Winters stand der Wickroggen infolge temporärer Überflutung bzw. durch Schneckenfraß lückig. Zur ersten Bonitur Mitte März (Winterroggen, EC 25) betrug die Bodenbedeckung durch das Gemenge bei einer Wuchshöhe der Wicken von 4-6 cm nur 20% (Abb. 10).

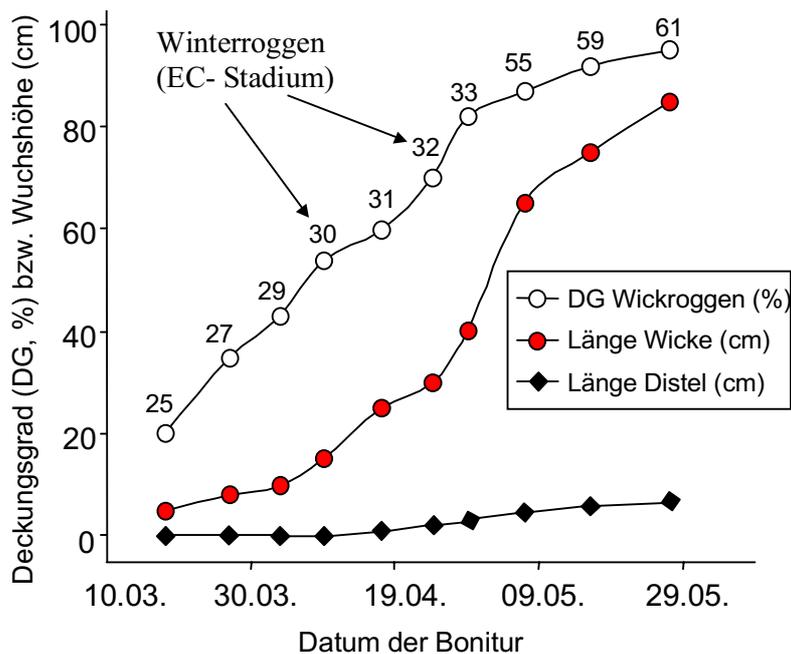


Abb. 10: Entwicklung der Zottelwicke bzw. Ackerkratzdistel (Wuchshöhe) bzw. des Winterroggens (EC-Stadium) sowie Deckungsgrad des Wickroggens während der Vegetation bis zur Ernte (27.05.2003).

Erste Disteltriebe erschienen Mitte April, die sich sofort im Schatten des bereits stark entwickelten Wickroggenbestandes (Winterroggen: EC 31, DG 60%) befanden. Lediglich in dem durch Schneckenfraß geschädigten Rand der Parzellen und einigen nicht durch den Wickroggenbestand geschlossenen Lücken konnte sich die Distel zur gleichen Zeit ungestört entwickeln. Bereits ab Anfang Mai zum Ährenschieben des Roggens bedeckte der Wickroggen den Boden bis zu 100%.

Perserklee gras

Acht bis zehn Tage nach der Aussaat (03.06.2003) keimten die Samen der Kulturpflanzen. Wegen der Trockenheit war der Auflauf jedoch lückig. Erste Disteln erschienen etwa eine Woche später, jedoch nur in der Variante mit vorherigem Klee grasanbau. Statt des Perserklee gras es etablierten sich annuelle Unkrautarten (vorwiegend Knötericharten *Polygonum spp.* und Ackersenf *Sinapis arvensis* L.) sehr

erfolgreich. Anfang Juli betrug der Deckungsgrad der annualen Unkrautarten 25-30%, der sich bis Ende des Monats auf 100% erhöhte. Die Senf- und Knöterichpflanzen überwuchsen dabei mit einer Länge von 45-50 cm den Perserklee (25-30 cm). Alle zu dieser Zeit ausgetriebenen Disteln wurden vollständig beschattet. Nach dem Mulchen am 31.07.2003 wurden keine Erhebungen wegen der Trockenheit und des kargen Wuchses der Unkraut- bzw. Kulturpflanzen durchgeführt.

Erfolg der Kontrollmaßnahmen

Vor der ersten Bearbeitung wurden in Parzellen mit Kleegrasanbau bzw. Stoppelbearbeitung ähnliche Disteldichten (10-12 Triebe je m²) festgestellt (Tabelle in Abb. 11).

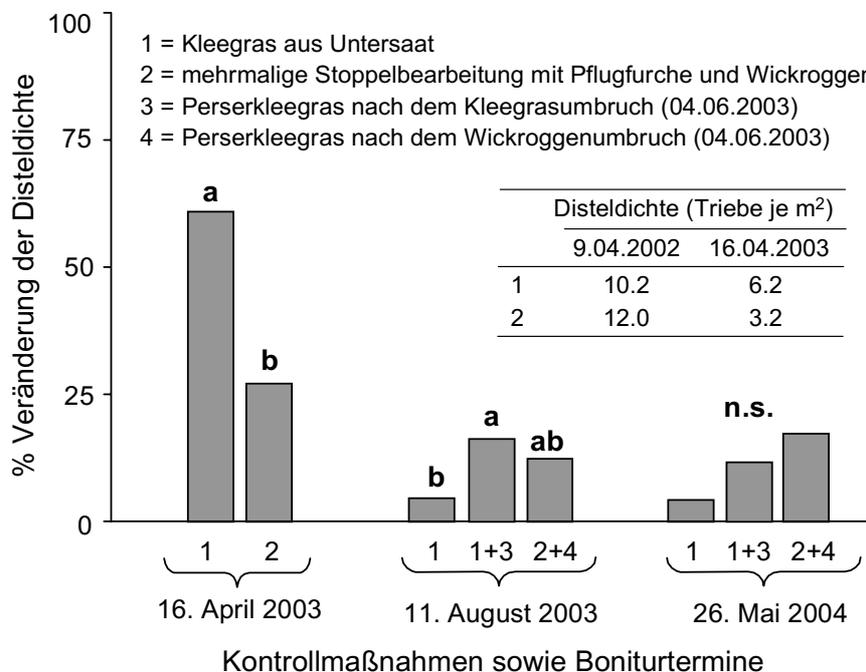


Abb. 11 Ackerkratzdistel: Relative Veränderung der Dichte in Abhängigkeit von den durchgeführten Kontrollmaßnahmen Kleegrasanbau (Untersaat) und mehrmalige Stoppelbearbeitung mit Pflugfurche und Wickroggen (16.04.2003) sowie Kleegrasanbau (Hauptnutzungsjahr) und Perserklee grasanbau nach dem Klee gras- bzw. Wickroggen umbruch (11.08.2003, 26.05.2004). (100% = Ausgangsdichte der jeweiligen Varianten 9.04.2002 bzw. 16.04.2003, siehe Tabelle). Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Säulengruppe zeigen signifikante Unterschiede an (transformierte Daten, $\alpha = 0.05$, Tukey-Test).

Wickroggen konnte den Distelaustrieb kaum beeinflussen (16.04.2003). Insofern wird nachfolgend zum genannten Zeitpunkt die Auswirkung der Stoppelbearbeitung mit anschließender tiefer Pflugfurche (ohne Wickroggen) behandelt. Nach der

mehrmaligen Stoppelbearbeitung mit Pflugfurche (2002) konnte ein signifikanter Rückgang der Disteldichte (73%) im Vergleich zum Klee gras (Untersaat) festgestellt werden (16.03.2003; Abb. 11). Nach dem zweimaligem Klee gras- Schnitt (27. Mai sowie 15. Juli 2003) wurde in Klee grasparzellen im August 2003 im Bezug zu April 2003 eine starke bis zu 95% Reduzierung der Disteltriebe festgestellt. Zugleich wurden in zwei anderen Versuchsvarianten (Perserklee gras nach dem Klee gras- bzw. Wickroggenumbruch) ebenso geringe (16 bzw. 13%) jedoch im Vergleich zu Klee grasvariante höhere Triebdichten gefunden (11.08.2003, Abb. 11). In der Variante Perserklee gras nach dem Klee grasumbruch konnte eine signifikant höhere Triebdichte der Ackerkratzdistel als in der Klee grasvariante (Hauptnutzungsjahr) festgestellt werden. Der Wiederaustrieb in 2004 zeigte ebenso niedrige Disteldichten in allen Varianten in Bezug zu 2003, jedoch ohne signifikanten Unterschiede.

Vor der ersten Bearbeitung wurde in Parzellen mit Klee grasanbau bzw. Stoppelbearbeitung eine identische Verteilung der Blattlängen kategorien festgestellt (Abb. 12).

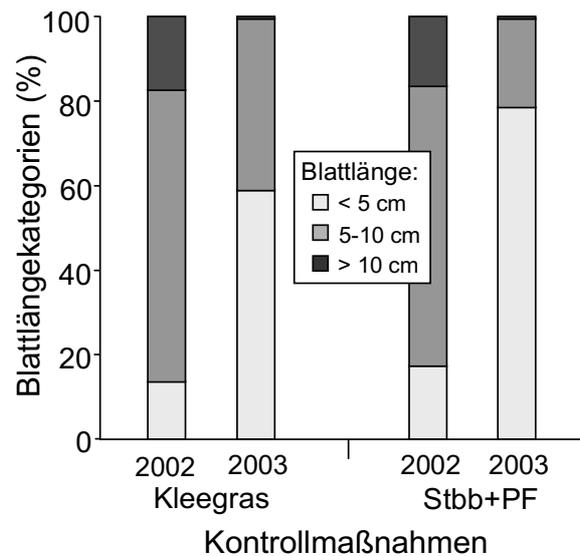


Abb. 12 Auswirkung des Klee grasses (Untersaat) bzw. der mehrmaligen Stoppelbearbeitung (Stbb.) mit Pflugfurche (PF) auf die Blattlänge der Ackerkratzdistel. (Boniturtermin: 09.04.2002, 16.04.2003).

In beiden Varianten wurde eine nahezu 100%ige Verringerung der Triebe mit einer Länge der Blätter >10 cm und eine beachtliche 41%-ige bzw. 68%-ige Abnahmen der mittelgroßen (5-10 cm) Triebe nach Klee grasanbau bzw. Stoppelbearbeitung mit Pflugfurche und Wickroggen festgestellt (Abb. 12). Wegen der großen Streuung der Daten waren die Unterschiede zwischen den Varianten der Blattflächenkategorien allerdings nicht signifikant. Zu weiteren Boniturterminen (11.08.2003 bzw. 26.05.2004) wurde in allen Varianten eine ähnliche Verteilung der

Blattlängen Kategorien bei nahezu fehlenden Disteln mit einer Blattlänge > 10cm festgestellt (nicht dargestellt).

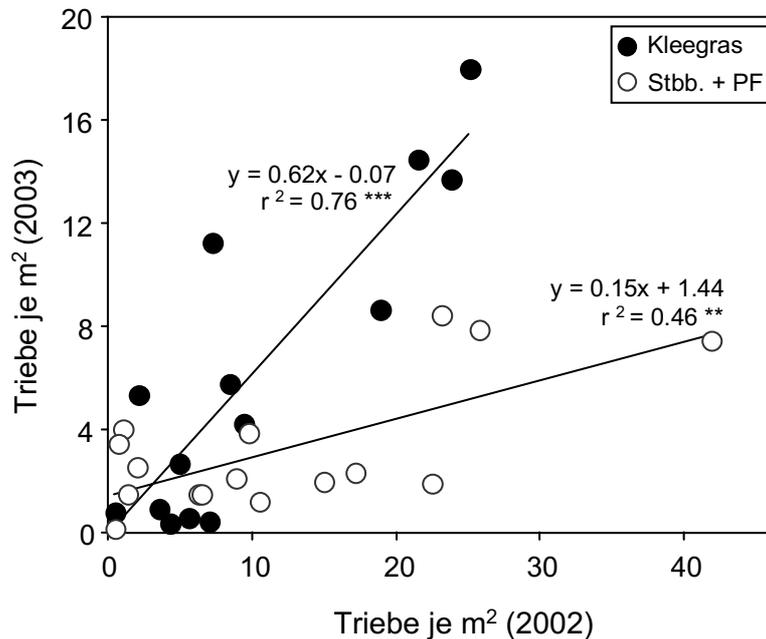
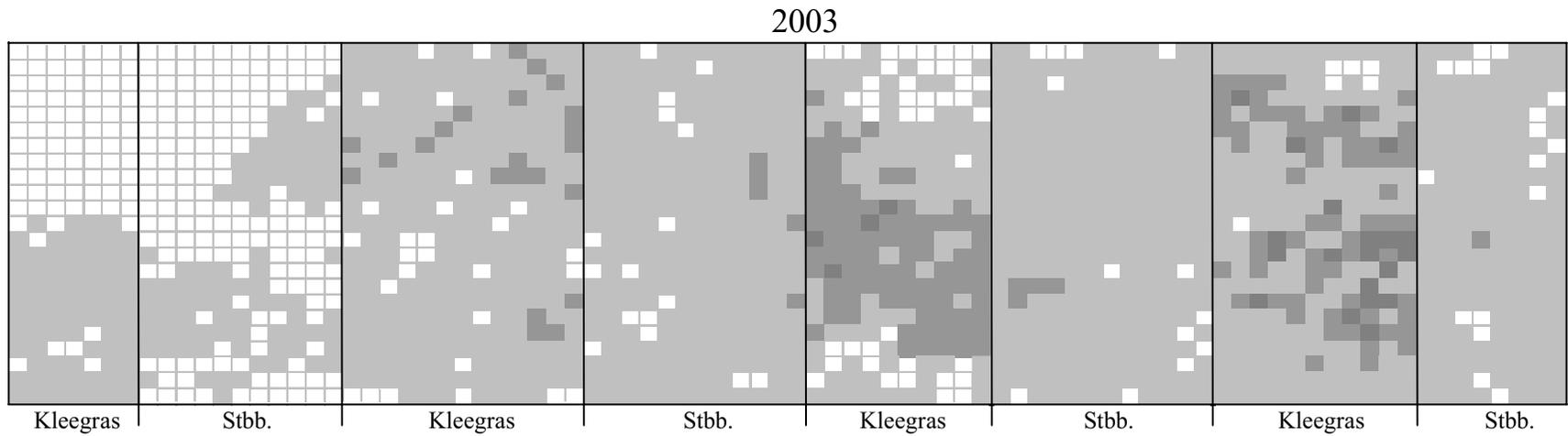
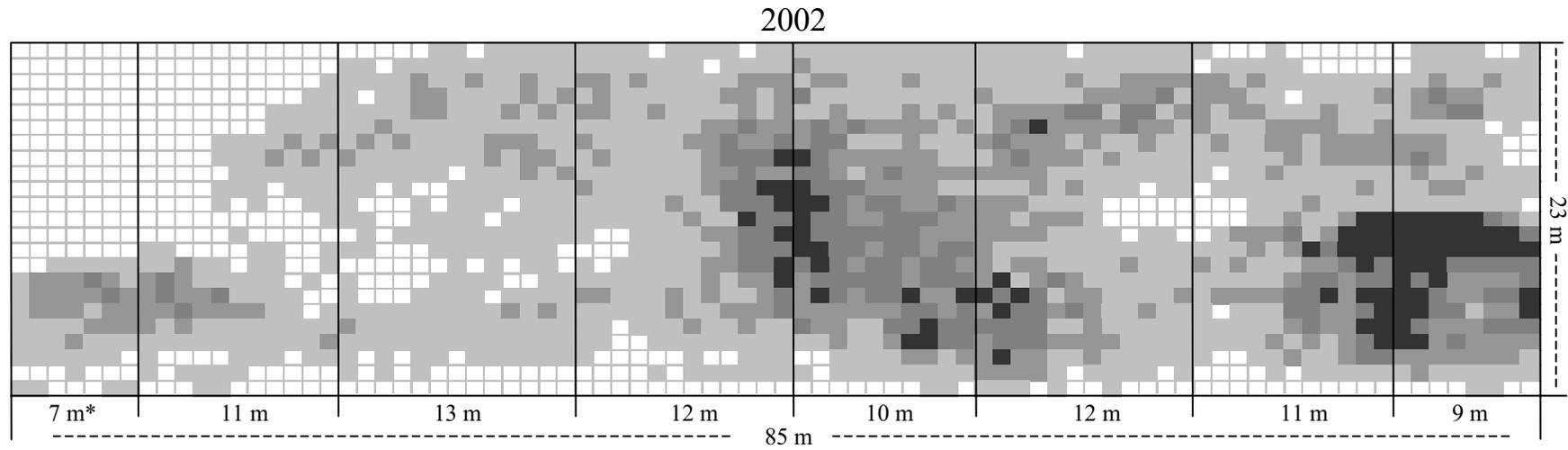


Abb. 13: Beziehung zwischen der Dichte der Ackerkratzdistel in Winterroggen vor (09.04.2002) bzw. nach (16.04.2003) der Anwendung der Kontrollmaßnahmen Kleegrasanbau und mehrmalige Stoppelbearbeitung (Stbb.) mit Pflugfurche (PF).

Nach einem Versuchsjahr und wiederholter Bonitur der festgelegten Flächen wurde eine enge Beziehung zwischen der Disteldichte im Versuchsjahr 2003 und 2002 in beiden Varianten gefunden (Abb. 13). Anhand dieser Beziehung wurde die Veränderung der Disteldichte und damit die Verteilung der Ackerkratzdistel über die ganze Fläche, allerdings getrennt für jede Parzelle, berechnet (Abb. 14, 2003).



*: Variable Parzellenbreite entspr. der Distelverteilung
 Kleegras: Rotklee aus Untersaat betrieblich (Stoppelschnitt)
 Stbb.: mehrmalige Stoppelbearbeitung, 30.11.02 Pflugfurche, nachfolgend Wickroggen

Abb. 14: Dichte und Verteilung der Ackerkratzdistel in Winterroggen vor (09.04.2002) bzw. nach der Anwendung der Kontrollmaßnahmen Kleegrasanbau und mehrmalige Stoppelbearbeitung und Pflugfurche (16.04.2003).

6. *Cirsium arvense*: Diskussion

In beiden Feldversuchen der vorliegenden Untersuchung zeigte sich eindeutig, dass durch mehrmalige Stoppelbearbeitung mit anschließender tiefer Pflugfurche ein signifikanter Rückgang der Disteldichte erreicht werden kann. Es ist davon auszugehen, dass durch die wiederholte Entfernung der Assimilationsfläche die Reservestoffe für den Neuaustrieb aus den Wurzeln verbraucht wurden und unter der Pflugsohle verlaufenden Ausläufer durch das tiefe Pflügen gestört wurden. Bereits WEHSARG (1954) weist darauf hin, dass durch die frühe, sorgfältige Stoppelbearbeitung die Distel empfindlich getroffen werden kann, obwohl sie sich meist zu dieser Zeit wieder im wachsenden Jugendstadium befindet. Um sie ausreichend stark zu schädigen, wird von ihm mehrmaliges Schälen empfohlen. Durch die tiefe Herbstfurche nach der Stoppelbearbeitung wird die Ackerdistel nochmals geschädigt und geht dann geschwächt oder zerstört in den Winter. HEILGENDORFF (1936) ist überzeugt, dass ohne Vernichtung der horizontalen Seitenwurzeln der Distel, welche unter der Pflugsohle verlaufen (Wurzelausläufer), keine nachhaltige Beseitigung der Distel möglich ist. HEINISCH (1933) ist ebenfalls der Überzeugung, dass der Mobilisierung der Assimilate aus dem Wurzelstock für die Entwicklung der Ackerdistelpflanzen außerordentlich große Bedeutung zukommt. Mit dem durch die Entfernung der Sprosstriebe bedingten Neuaustrieb erfolgt gleichzeitig auch eine Verringerung der Vorratstoffe im Wurzelstock. Auf einer unbearbeiteten Stoppel hingegen wachsen die Pflanzen im Sommer und Herbst weiter, produzieren zunehmend Reservestoffe und tragen auf dieser Art zur Vermehrung der Population bei (PERKUN 2004). Tiefe Bodenbearbeitung (10-20 cm) ist dabei effektiver als flache, da die tief abgeschnittenen Disteltriebe mehr Zeit zur Erscheinung auf der Bodenoberfläche benötigen (DARWENT et al. 1994). In Versuchen von KEES (1962) wurden durch die Schälfurche (6-8 cm) die auf der Stoppel wachsenden alten Samenunkräuter fast vollständig vernichtet, während sich *Cirsium arvense* nach vier Wochen weitgehend regeneriert hatte. Eine Abnahme der Verunkrautung mit *Cirsium arvense* durch eine solche (einmalige flache) Stoppelbearbeitung wurde nicht beobachtet. Auch einmalige Stoppelbearbeitung mit nachfolgender Tieffurche im Spätherbst reichte nicht aus, um *Cirsium arvense* zu vernichten (KOCH und RADEMACHER 1966). In Untersuchungen von KAHNT und EUSTERSCHULTE (2000) wurde dagegen die Ausbreitung der Ackerkratzdistel durch Stoppelbearbeitung im Vergleich zu unbearbeiteten Kontrolle nahezu vollständig unterdrückt. Schälflug und Grubber (Gänsefußschar) waren wie auch bei PEKRUN et al. (2003) gleichermaßen wirksam. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, nach denen Grubber

bzw. Schälpflug keine signifikante Unterschiede hinsichtlich der Kontrolle der Ackerkratzdistel zeigten, werden damit bestätigt. HINTZSCHE (1990) und HINTZSCHE und PALLUTT (1995) berichten ebenfalls von deutlich niedrigerer Distel- Verunkrautung in Varianten mit Stoppelbearbeitung, wobei in ihren Untersuchungen der Schälpflug die Wirksamkeit von Scheibenegge und Grubber übertraf. ZWERGER und AMMON (2002) schätzen den Wirkungsgrad der Stoppelbearbeitung mit dem Grubber gegen die Ackerkratzdistel als gering ein.

Im Gegensatz zur mehrmaligen Stoppelbearbeitung führte nur einmalige Bearbeitung im Kombination mit früher Senfeinsaat zu einer Erhöhung der Dichte von Ackerkratzdistel. Verantwortlich ist vermutlich die schwache Entwicklung der Zwischenfrucht und demzufolge schlechte Beschattung der Disteln. Die nicht hinreichende Unterdrückung durch den Lichtentzug der Deckfrucht ist im ersten Versuchsjahr auf Wassermangel bei der Keimung und im zweiten Versuchsjahr auf Stickstoffmangel und dadurch bedingte frühzeitige Blüte der Zwischenfrucht zurückzuführen. Infolgedessen konnte sich der Senfbestand 2001 nicht entwickeln, während 2002 eine frühzeitige Reduktion der Blattfläche erfolgte. Im Anschluß an die Stoppelbearbeitung schlagen (KAHNT und EUSTERSCHULTE 2000) für das Strategieelement „Lichtentzug“ nach einer Schälfurche die direkte Aussaat einer rascher als das Unkraut hoch und dicht wachsenden Haupt- oder Zwischenfrucht (Senf, Ölrettich, Sonnenblumen) vor, wobei das hohe Lichtbedürfnis der Ackerkratzdistel zur Unterdrückung genutzt werden soll (MOORE 1975; ZIMDAHL et al. 1991; DRLIK et al. 2000). Während die Distel ohne Konkurrenz durch andere Pflanzen durch eine erhöhte Stickstoffzufuhr gefördert wird (NADEAU und VANDEN BORN 1990), ist im Kulturpflanzenbestand bei gesteigerter Stickstoffdüngung das Wachstum von *C. arvensis* reduziert (HUME 1982; DAU und GEROWITT 2002). Im Versuch von GEROWITT et al. (2003) zeigte sich, dass alleine durch die Förderung der Kulturpflanzenkonkurrenz die Distel in den gedüngten Parzellen über 12 Jahre unter Kontrolle gehalten werden konnte. Unter Konkurrenzbedingungen führt eine Erhöhung der Stickstoffzufuhr häufig zu einem Konkurrenzvorteil der Kulturpflanzenbestandes und damit zu vermindertem Wachstum der Distelklone (HUME 1982; HINTZSCHE und PALLUTT 1995). Gelbsenf erwies sich von mehreren durch DIERAUER und STÖPPLER- ZIMMER (1994) getesteten Gründungspflanzen als konkurrenzstark. Es zeigte sich auch, dass die Konkurrenzkraft nicht nur von der Entwicklungsgeschwindigkeit, sondern auch von der Dichte und der Blattflächendauer d.h. der Beschattung des Kulturpflanzenbestandes abhängt. Eine hohe Unkrautunterdrückung setzt lückenlose Zwischenfruchtbestände voraus (ZWERGER

und AMMON 2002). Für ein rasches Wachstum sind bei einer Zwischenfrucht hinreichende N-Versorgung und ausreichend Wasser erforderlich (KAHNT und EUSTERSCHULTE 2000).

Eine Zunahme der Triebdichte von *Cirsium arvense*, die durch Brechen der Apikaldominanz und Provozieren des Neuaustriebs mit Anlage neuer Triebe nach der einmaligen Stoppelbearbeitung hervorgerufen wird, konnte in beiden Versuchsjahren beobachtet werden und deckt sich mit Literaturangaben (ENGLISCH 1933; HÄNI und ZÜRCHER 2000). Die Störung des natürlichen Wachstumsverlaufes, die beispielsweise durch Abschneiden der Disteltriebe geschehen kann, fördert das vegetative Wachstum von *Cirsium arvense* (KORSMO 1930). Werden die oberirdischen Triebe flach abgeschnitten, so treibt der Wurzelstock von der Schnittwunde nicht nur einen, sondern meistens mehrere Ersatztriebe. „Schneidet man eine Distel ab, so kommen 99 zur Trauer“ heißt es im Sprichwort (ROTHOFF 1932).

Durch das Abschneiden der Disteltriebe ist die Distel gezwungen, den erneuten Austrieb aus den in den Wurzeln vorhandenen Speicherassimilaten zu tätigen. Die fortgesetzte Entfernung der Blattmasse durch wiederholtes Schälen führt zur Erschöpfung der im Wurzelstock aufgespeicherten Nährstoffe und zur nachhaltigen Schwächung der Pflanzen (ENGLISCH 1933).

Für die längerfristige Reduktion der Ackerkratzdistel ist daher die langfristige Verringerung der Triebdichte bei kurzfristig unverzichtbarer Steigerung als Folge der Brechung der Apikaldominanz nach Bearbeitungsmaßnahmen von Bedeutung, und die Verringerung der Reservestoffe unverzichtbar. In der vorliegenden Untersuchung war der Wiederaustrieb der Ackerkratzdistel im Frühjahr, der ausschließlich aus Reservestoffen der Wurzel erfolgt, nach mehrmaliger Stoppelbearbeitung mit anschließender Pflugfurche schwächer als unter Klee gras aus Untersaat. Klee gras (Untersaat) konnte die Disteldichte durch Beschattung und einmaligen Schnitt nur tendenziell reduzieren. Die Tatsache, dass sich nach der Ernte der Hauptfrucht Winterroggen die Disteln in Bestandeslücken nahezu ungestört entwickelten, ist vermutlich hierfür verantwortlich. Dagegen führte zweimaliger Klee gras- Schnitt der nahezu vollständig Distel beschattenden Klee grasbestände im folgenden Nutzungsjahr (2003) zur Reduzierung der Disteldichte um 95%. Eine starke die Disteldichte reduzierende Wirkung wurde ebenfalls nach dem tiefen Umbruch der Klee gras- sowie Wickroggenparzellen mit anschließendem Perserklee anbau erreicht. Wie sich die Wirkung des Klee grasses längerfristig nach Ablauf des Hauptnutzungsjahres zeigt, wird erst nach Ernte der Nachfrucht Sommerweizen im Jahr 2004 festgestellt werden können. Die Wirkung des Umbruchs des

Kleegrases bzw. der Winterzwischenfrucht Wickroggen im Mai 2003 wird abschließend ebenfalls erst im Herbst 2004 abzuschätzen sein.

Durch mehnjährigen Futteranbau wird nach Ansicht von WEHSARG (1954) die Ausschöpfung der Speicherstoffe ausdauernder Unkräuter durch Entzug des Lichtes in einem dichten Kulturpflanzenbestand am wirksamvollsten erreicht. In der Konkurrenz um Luft und Licht wird das Wachstum auf Kosten der Speicherstoffe aufrechterhalten. HEINISCH (1931) erklärt die unterdrückende Wirkung der mehrjährigen Futterschläge auf Ackerkratzdistel dadurch, dass die Wurzeln von *Cirsium arvense* infolge schnellem Wachstums der oberirdischen Pflanzenteile bald die gespeicherten Vorratsstoffe verbrauchen und für die weitere Entwicklung von Triebe aus Wurzelknospen keine Anregung vorhanden ist. DIERAUER und STÖPPLER- ZIMMER (1994), HÄNI und ZÜRCHER (2000) sind ebenso der Auffassung, dass die Mischungen von Gräsern und Leguminosen mit intensiver Schnittnutzung und Kulturen mit hoher und früher Bodenbedeckung (Raps, Wintergerste) der Ackerkratzdistel keine günstige Entwicklungsmöglichkeiten bieten und sie stark zurückdrängen können. SOBOTIK (1990) weist auf eine vielfach erprobte Maßnahme zur Regulierung der Ackerkratzdistel durch die Ansaat von Konkurrenzpflanzen wie Luzerne und Klee hin. Dichter Klee und Klee gras (einjährige Nutzung) sollen danach die Ackerkratzdistel in ihrer vegetativen Vermehrung weitgehend unterdrücken, da der zweite Schnitt noch etwas nachschießende Blüentriebe trifft (WEHSARG 1954). Freilich reicht ein einjähriger Futterbau in der Regel nicht aus, kräftige Distel wirksam zu reduzieren (EMMINGER und STEINERT 2002; KERSCHBERGER und MAROLD 2002). Klee gras, Klee oder Luzerne sollten mindestens zwei, wenn nicht drei Jahre stehen bleiben, um dieses Wurzelunkraut deutlich zu reduzieren (EMMINGER und STEINERT 2002). Die meisten Untersuchungen haben gezeigt, dass nur nach dreijährigem Futteranbau und mehrmaligem Mähen ein starker Rückgang der Dichte erreicht werden konnte (DONALD 1990). Allerdings ist selbst der dichteste Pflanzenbestand als Regulierungsmaßnahme allein nicht hinreichend, um die Ackerkratzdistel zu unterdrücken (HEINISCH 1931). Geschwächte Distelbestände erholen sich nach wenigen Jahren schnell wieder; insbesondere dann, wenn konkurrenzschwache Bestände von Weizen oder Gerste sowie Körnerleguminosen ihre Entwicklung nicht hinreichend unterdrücken können (EMMINGER und STEINERT 2002). Auf eine mehrmalige Stoppelbearbeitung kombiniert mit intensiver tiefer Pflugfurche kann somit, wie die eigenen Ergebnisse erkennen lassen, wohl auch beim Anbau mehrjähriger und mehrschnittiger Futterbaubestände nur ausnahmsweise verzichtet werden.

Hinsichtlich der Wirkung einer Winterzwischenfrucht mit Umbruch im Frühsommer sind die Literaturangaben eindeutig. Nach Ansicht von (WEHSARG 1954) ist ein dichtes Wintergrünfutter wie Futterroggen, Roggen oder Weizen mit Winterwicken oder auch Klee imstande, den Verbrauch der Speicherstoffe an Kohlenhydraten weitestgehend herbeizuführen. Wird das Grünfutter im Vorsommer (Mai bis Anfang Juni) gemäht und sofort gepflügt oder werden ältere, abgenutzte Bestände von Klee gras nicht im Herbst, sondern im Juni nach einem ersten Jahresschnitt umgebrochen, so ist die Distel nicht, oder doch nur sehr eingeschränkt fähig, sich zu erhalten. Mit diesen Maßnahmen kann es zur völligen Beseitigung der Distel auf dem Acker kommen. Auch DROSTE (1933) weist darauf hin, dass der Anbau zweimal hintereinander folgender Gemenge (Wicken-Peluschken) ein gut bewährtes Distelregulierungsmittel sei. Nach dem Abfüttern des ersten Gemenges in Juni wurde in seinen Versuchen sofort gepflügt bzw. geschält und dann ein zweites Mal mit Gemenge eingesät. Die Möglichkeit der erfolgreichen Regulierung von *Cirsium arvense* durch den Grünfutteranbau bestätigen auch Beobachtungen von (BIENERT 2003). Nach dem im Mai umgebrochenem Wickroggen und dem umgehenden Pflügen folgte wie in der vorliegenden Untersuchung dann Perserkleeanbau. HÄNI et al. (1997) sind der Meinung, dass im Mai ein günstiger Zeitpunkt für die mechanische Regulierung von *Cirsium arvense* gegeben ist. Die Erklärung für den Erfolg der beschriebenen Strategien ist vermutlich im Reservestoffhaushalt der Distel zu sehen. Die Reservestoffmengen - vornehmlich Kohlenhydrate - variieren über die Vegetationsperiode (ARNY 1932). Sie nehmen vom zeitigen Frühjahr an ab und erreichen die niedrigsten Werte (etwa 35% der Wurzel-TM) im Juni, zur Zeit der Blütenbildung (WELTON et al. 1929). Die Kontrolle der vegetativen Vermehrung muß deshalb möglichst in den Zeiten geschehen, zu denen die Wurzel ausläufer schwach sind, also im Juni, wenn sich die unterirdischen Organe im Treiben von Blütenstengeln erschöpft haben, sowie im Juli und August, wenn neue Ausläufer gebildet werden, und diese sich noch nicht gekräftigt haben (WEHSARG 1954). HEILGENDORFF (1936) empfiehlt ebenfalls den Einsatz von Kontrollmaßnahmen zur Zeit der größten Schwächung der Wurzeln im Juni, d.h. dann, wenn die im Herbst und Winter aufgespeicherten Nährstoffe für das Blühen der Pflanze verbraucht wurden.

7. Zusammenfassung

Der Einsatz von Kainit, thermische und mechanische Behandlungen sind geeignete Maßnahmen zur Kontrolle von *Vicia hirsuta*. Kainitstaub sowie -lösung bzw. die thermische Behandlung bieten sich als taugliche Mittel zur Wickenregulierung in frühen Entwicklungsstadien des Winterweizens an (Kainit: EC 20-25; Abflammen: EC 23-27).

Die Wirkung der Applikation von Kainit ist dann ausreichend, wenn die Voraussetzung eines optimalen Behandlungstermins, d.h. Jugendstadium von *Vicia hirsuta*, Tau und nachfolgend entsprechend trockene Witterungsbedingungen, gegeben sind. Zur Ermittlung der optimalen Einsatzbedingungen und Formulierung besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Die beobachtete Wirkung von Kainit auf andere Unkräuter sollte genauer untersucht werden.

Die Wirkung der thermischen Behandlung war abhängig von der Intensität der Hitzeeinwirkung, dem Entwicklungsstadium von *Vicia hirsuta* sowie der Beschattung durch die Kulturpflanze. Der Ansatz der thermischen Kontrolle von *Vicia hirsuta* in Winterweizen ist vielversprechend und kann in Strategien zur nachhaltigen Kontrolle dieses Problemunkrauts insbesondere in Befallsnestern genutzt werden.

Mit dem alleinigen Einsatz des Striegels ist ebenfalls eine effiziente Kontrolle von *Vicia hirsuta* realisierbar. Voraussetzung sind die rechtzeitige Bearbeitung während des Schossens und ggf. wiederholte Durchfahrten bis nach dem Ährenschieben. Im zeitigen Frühjahr ist das Striegeln der Winterweizenbestände nahezu unwirksam. Der wiederholte Einsatz des Striegels muß sich hauptsächlich auf größere, gegenüber Abreißen, Abknicken oder Herunterziehen empfindliche Sproßteile der Wicken richten (EC 30-65). Auch bei geringem, nicht ertragswirksamem Unkrautdruck in konkurrenzstarken Beständen sollte mindestens einmalig gestriegelt werden, um die Samenproduktion zu verringern.

In Winterroggen hingegen stehen zum Einsatz von Kainit, Abflammen und Striegeln nur kurze Zeiträume zur Verfügung, so dass die Kontrolle wesentlich schwieriger und unsicherer als in Winterweizen ist. Künftige Untersuchungen werden sich auf geeignete Kombinationen der beschriebenen drei Verfahren zur Optimierung der direkten Kontrollmaßnahmen von *Vicia hirsuta* ausrichten müssen.

Zum jetzigen Stand der Untersuchungen zu *Cirsium arvense* zeigt sich, dass die alleinige Wirkung der Licht- und Nährstoffkonkurrenz durch Zwischenfrüchte aus Blanksaat unsicher ist. Entwickelt sich die Zwischenfrucht aufgrund von Nährstoffmangel oder Trockenheit schlecht, muß der mehrmaligen Stoppelbearbeitung der Vorzug gegeben werden. Einmalige Stoppelbearbeitung allein reicht offenbar nicht aus, die Ackerkratzdistel wirksam zurückzudrängen.

Kleegras aus Untersaat konnte die Disteldichte durch Beschattung und Schnitt tendenziell reduzieren. Mehrmalige sukzessiv tiefergehende Stoppelbearbeitung mit nachfolgender tiefer

Pflugfurche und Wickroggen als Winterzwischenfrucht übertraf den Wirkungsgrad des Kleegrasanbaus aus Untersaat. Dagegen führte überjähriger Kleegrasanbau mit zweimaligem Schnitt (im Hauptnutzungsjahr) bei nahezu vollständiger Distelbeschattung durch den Klee grasbestand zu einer Reduzierung der Disteldichte um etwa 95%. Eine starke die Disteldichte reduzierende Wirkung wurde ebenfalls nach dem tiefen Umbruch der Klee gras- bzw. Wickroggenparzellen mit anschließendem Perserklee anbau erreicht. Wie sich der wiederholte Schnitt des Klee grasses im Hauptnutzungsjahr im Vergleich zum Umbruch mit nachfolgender Aussaat von Perserklee auswirkte, kann erst nach der Ernte der Nachfrucht Sommerweizen abschließend beurteilt werden.

8. Schlußfolgerungen für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis

Der vglw. hohe Wirkungsgrad optimierter Verfahren gegen *Vicia hirsuta* (Staubkainit, thermische Kontrolle, Striegeln des Getreides) lässt deren Einsatz in der Praxis sinnvoll erscheinen. Die Maßnahmen zur direkten Regulierung von *Vicia hirsuta* orientieren sich an drei verschiedenen Ausgangsbedingungen: starker, geringer Unkrautdruck oder Befallsnester. Die Entscheidung über die Intensität des Eingriffs sowie die mögliche Kombination der geprüften Ansätze muß je nach Standort, Witterung, Zustand des Getreidebestandes und Entwicklung von *Vicia hirsuta* getroffen werden.

Bei **hohem Unkrautdruck** kann in frühen Entwicklungsstadien des Winterweizens (EC 20-25) bei optimalen Bedingungen Kainit (Staub oder Lösung) eingesetzt werden. Nach dem Kainiteinsatz überlebende sowie stark geschwächte bzw. neu aufgelaufene Wicken sollten anschließend durch zusätzliches mehrmals wiederholtes Striegeln (EC 30-65) ausgekämmt werden. Eine alleinige Kontrolle von *Vicia hirsuta* in Winterweizen mit dem Striegel erscheint ebenso möglich. Bei starker Verunkrautung konkurrenzschwacher Bestände sind dafür eine rechtzeitige Bearbeitung während des Schossens (EC 30-32) und wiederholte Durchfahrten bis nach dem Ährenschieben notwendig. Bei weitem Reihenabstand des Wintergetreides (mindestens 17 cm) kombiniert mit einer Sorte mit planophiler Blatthaltung (EISELE und KÖPKE 1997; DREWS et al. 2002) kann die Hacke zu EC 25-31 einmalig eingesetzt werden. Auf ein aufwendiges wiederholtes Hacken kann verzichtet werden. Die nicht durch die Hacke erfaßten sowie gekeimten Wicken können mit einmal spät eingesetztem Striegel (EC 47- 51) ausgekämmt werden.

Bei **schwacher Verunkrautung** in lichten Getreidebeständen sollte ein bis zweimal wiederholter Striegeleinsatz zu EC 32-51 des Getreides durchgeführt werden. Auch bei geringem, nicht ertragswirksamem Unkrautdruck in konkurrenzstarken Beständen sollte

mindestens einmalig gestriegelt werden, um die Samenproduktion von *Vicia hirsuta* zu verringern.

In **Befallsnestern** kann bei optimalen Bedingungen Kainit zu EC 20-25 des Getreides eingesetzt werden. Bei nicht ausreichendem Wirkungsgrad kann je nach Stärke des Unkrautdrucks gestriegelt werden (siehe oben). Dem großflächigen Einsatz des Abflammens in Getreide steht der vglw. hohe Energieverbrauch und die geringe Flächenleistung entgegen. In der Regel ist die notwendige Technik in Ackerbaubetrieben nicht vorhanden. Das Abflammen kann somit nur zur frühzeitigen Behandlung in Befallsnestern (EC 23-27) des Winterweizens empfohlen werden.

In Winterroggen wurden zwar ebenfalls ausreichende Wirkungsgrade erzielt. Es stehen hingegen zum Einsatz von Kainit und zum Abflammen aufgrund der zügigeren Entwicklung der Roggenbestände nur enge Zeitfenster (EC 20-27) zur Verfügung, so dass die Kontrolle wesentlich schwieriger und unsicherer als in Winterweizen ist. Je nach Unkrautdruck kann *V. hirsuta* durch ein- bis mehrmaliges Striegeln (EC 30-49) ausgekämmt werden. Ob der Bekämpfungserfolg ausreicht, müssen Erfahrungen auf Praxisbetrieben zeigen.

Die Ergebnisse zur Kontrolle von *Cirsium arvense* sind unmittelbar in die Praxis umsetzbar unter der Voraussetzung, dass ganzflächig schneidende Geräte zur Stoppelbearbeitung zur Verfügung stehen. Schälpflug und Flügelschargrubber können gleichermaßen eingesetzt werden. Bei der Distelverunkrautung muß die Stoppelbearbeitung mehrfach mit sukzessiv zunehmender Bearbeitungstiefe mit etwa zweiwöchigem Abstand durchgeführt werden. Die darauf sofort folgende Zwischenfruchtaussaat soll mit hinreichender Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren Licht, Wasser und Nährstoffe zu weiterer Unterdrückung der Ackerkratzdistel beitragen. Die ausreichende Beschattung einer schnell wachsenden und wüchsigen Zwischenfrucht kann nur dann erreicht werden, wenn entsprechende Stickstofffreisetzung im Boden durch Vorfrucht oder Düngung sowie hinreichende Feuchtigkeit zu erwarten sind. Bestandeslücken müssen in jedem Fall vermieden werden.

Auch mehrwähriger Futterbau (z.B. Klee gras) kann zur Regulierung der Ackerkratzdistel beitragen, wenn durch die Futterbaugemenge der Zugang zu Licht, Wasser und Nährstoffe für die Distel minimiert werden kann. Wiederholte Schnittnutzung reduziert die Sprossmasse der Distel und verhindert die Reservestoffeinlagerung. Klee gras im zweiten Standjahr sollte nach einem späten ersten oder frühen zweiten Schnitt im Juni umgebrochen werden gefolgt von einer wüchsigen stark beschattenden Zweitfrucht oder Zwischenfrucht. Die Kombination intensiver Stoppelbearbeitung mit nachfolgender Tieffurche und Winterzwischenfruchtanbau und erneutem tiefen Umbruch im Mai/Juni mit Einsaat einjähriger Futterpflanze ist als Strategie zur Sanierung stark verdistelter Flächen sehr wirksam jedoch auch sehr kostenaufwendig und kann der Praxis deshalb nicht uneingeschränkt empfohlen werden, bietet sich aber in Kombination mit Grünbrachenmaßnahme bei hohem Distelbesatz an.

9. Literaturverzeichnis

- ARNY, A. C. (1932): Variations in the organic reserves in underground parts of five perennial weeds from late april to november. Minn. Agr. Expt. Sta. Bul. 84, 28 pp.
- ASCARD, J.(1995): Thermal weed control by flaming: biological and technical aspects. Dissertation. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 200, Alnarp.
- BECKER, B. und K. HURLE (1998): Unkrautflora auf Feldern mit unterschiedlich langer ökologischer Bewirtschaftung. Mitt. A.d.Biol. Bundesanst. H. 357, p.230.
- BIENERT, M. (2003): Der Acker- Kratzdistel kein Licht lassen. Gäa- Journal. Fachmagazin für Öko- Landbau, Markt und Ernährung 1, 22-23.
- DARWENT, A. L., L. TOWNLEYSMITH, L. P. LEFKOVITCH (1994): Comparison of Time and Depth of Last Tillage on the Growth of Canada Thistle (*Cirsium-Arvense*) in Summerfallow and Its Response to Glyphosate. Canadian Journal of Plant Science 74 (4): 867-873.
- DAU, B. und B. GEROWITT (2002): Langfristige Entwicklung von *Cirsium arvense* (L.) Scop. bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung im Getreide. Z. Pfl.Krankh. Pflschutz, Sonderheft XVIII, 319-327.
- DAVID, C. (1999): Research in Arable Farming Systems in Europe- acquired and new Stakes. In: ZANOLI R. and R. KRELL (Hrsg.): Proceedings of the first SREN Workshop on Research Methodologies in Organic Farming. REU Technical Series 58, FAO, Rom, 3-10.
- DIERAUER, H.-U. und H. STÖPPLER- ZIMMER (1994): Unkrautregulierung ohne Chemie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DONALD, W. W. (1990): Managment and control of canada thistle (*Cirsium arvense*). Weed Sci. Soc. Am., 5, 193-250.
- DREWS, S., D. NEUHOFF, P. JUROSZEK, U. KÖPKE (2002): Einfluss von Sortenwahl, Reihenweite und Drillrichtung auf die Konkurrenzkraft von Winterweizen im Organischen Landbau. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII, 527-532.
- DRLIK, T., (2000): Integrated Management of Canada Thistle. The IPM Practitioner, XXII (9), 1-9.
- DROSTE, D., I. WOO, L. SWIADON, W. QUARLES (1933): Distelbekämpfung. Deutsche landwirtschaftliche Presse, 60. Jahrgang, 35, 514.
- EISELE, J.-A. (1995): Sortenwahl als Strategieelement zur Optimierung der Unkrautkontrolle im Weizenanbau des Organischen Landbaus. In: DEWES, T., L. SCHMITT: Beiträge zur 3. Wiss. Tagung z. Ökologischen Landbau in Kiel. Wiss. Fachverlag Gießen. 77-80.
- EISELE, J.-A. (1996): *Vicia hirsuta* (L.) S.F.Gray - Problemunkraut des Organischen Landbaus. Z. Pfl.Krankh. Pflschutz, Sonderheft XV, 225-231.
- EISELE, J. A., U. KÖPKE (1997): Choice of cultivars in Organic Farming: New criteria for winter wheat ideotypes. Vol. II: Weed competitiveness of morphologically different cultivars. Pflanzenbauwissenschaften 2 (2), 84-89.
- EISELE, J.-A. (1998): Strategies for the Control of *Vicia hirsuta* (L.) S.F.Gray in Organic Farming. 705-711. In: Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 63 (3a). Proc. 50th Intern. Symp. on Crop Protection, 5.5.1998 in Gent.
- EMMINGER, R. und K. STEINERT (2002): Distel erfolgreich bekämpfen. Ökolandbau spezial. 1. Jahrgang, 2/2002.
- ENGLISCH, U. (1933): Distelbekämpfung. Deutsche landwirtschaftliche Presse, 60. Jahrgang, 35, 522.

- GEROWITT, B., A. DAU, U. HETTER (2003): Zur Wirkung produktionstechnischer Maßnahmen im Ackerbau auf *Cirsium arvense* (L.) Scop. In: Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern in ökologischen Landbau. Landbauforschung Völkenrode-FAL Agricultural Research. Sonderheft 255.
- HAAS, G. (1995): Auswahl von Feldversuchsflächen auf heterogenem Auenboden: Bestandskartierung - Uniformitätsernten- Luftbildaufnahmen- Exaktvermessung. Schriftenreihe des Instituts für Organischen Landbau, Band 1, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- HÄNI, F., G. PAPOW, H. REINHARD, A. SCHWARZ, K. TANNER (1997): Pflanzenschutz im integrierten Ackerbau. Landw. Lehrmittelzentrale, CH 3052 Zollikofen.
- HÄNI, F. und J. ZÜRCHER (2000): Vermehrung, Ausbreitung und Regulierung der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*)-Ökoflächen im Fokus. In W. Nentwig (Hrsg.): Streifenförmige ökologische Ausgleichflächen in der Kulturlandschaft-Ackerkrautstreifen, Buntbrachen, Feldränder. Verlag Agrarökologie vöo Bern/Hannover, 93-112.
- HEILGENDORFF, W. (1936): Kampf der Ackerdisteln! Deutsche landwirtschaftliche Presse, 63. Jahrgang, 409.
- HEINISCH, O. (1931): Die Ackerkratzdistel. *Cirsium arvense* (L.) Scop. In: Roemer, Th.: Archiv für Pflanzenbau. Verlag von Julius Springer, Berlin, 348-420.
- HEINISCH, O. (1933): Der Einfluß der Vorratstoffe in Wurzelstock auf die Entwicklung der Ackerdistel. Deutsche landwirtschaftliche Presse, 60. Jahrgang, 35, 581.
- HERRMANN, G. und G. PLAKOLM (1991): Ökologischer Landbau. Österreich. Agrarverlag, Wien.
- HINTZSCHE, E. (1990): Zur Wirkung von Stoppelbearbeitungsmaßnahmen gegen Windhalm (*Apera spica-venti*) und Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) in Abhängigkeit von der Fruchtfolge. Tag.-Ber., Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin, 286, 43-50.
- HINTZSCHE, E. und B. PALLUTT (1995): Zunehmendes Auftreten der Ackerkratzdistel. Der Pflanzenarzt 7 - 8/1995 - Sonderteil "Pflanzenschutz-Praxis" (Deutschland), 23-25.
- HODGSON, J. M. (1968): The Nature, Ecology, and Control of Canada Thistle. United States Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1386.
- HOFFMANN, M. (1989): Abflamntechnik. KTBL-Schrift 331, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.
- HUME, L. (1982): The long term effects of fertilizer application and three rotations on weed communities in wheat (after 21-22 years at Indian Head, Saskatchewan). Can. J. Plant Sci., 62, 741-50.
- JUROSZEK, P., M. BERG, P. LUKASHYK, U. KÖPKE (2002): Thermal control of *Vicia hirsuta* and *Vicia tetrasperma* in winter cereals. 5th EWRS Workshop on Physical Weed Control. 244-252, Pisa, Italy.
- KAHNT, G. und B. EUSTERSCHULTE (2000): Untersuchungen zur Unkrautbekämpfung mit verschiedenen Verfahren der Stoppelbearbeitung. Z. Pfl.Krankh. Pflschutz, Sonderheft XVII, 461-468.
- KALI & SALZ AG (2002): Technische Merkblatt Magnesia- Kainit[®], www.kali-gmbh.com.
- KEES, H. (1962): Untersuchungen zur Unkrautbekämpfung durch Netzege und Stoppelbearbeitungsmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung des leichten Bodens. Dissertation, Hohenheim.
- KERSCHBERGER, M. und R. MAROLD (2002): Distel darf nicht kratzen. Bauernzeitung 43, 18, 26-27.
- KOCH, W. und B. RADEMACHER (1966): Einfluß verschiedenartiger Stoppelbearbeitung auf die Verunkrautung. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 123, 395-409.
- KORSMO, E. (1930): Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit - Biologische und praktische Untersuchungen. Wollenweber (Hrsg.), Julius Springer Verlag, Berlin, 468-543.

- MAAS, M. (1928): Die Hederichbekämpfung mit Hederichkainit. Deutsche landwirtschaftliche Presse, 55. Jahrgang, 18, 266-267.
- MOORE, R. J. (1975): The biology of Canadian weeds. 13. *Cirsium arvense* (L.) Scop. Can. J. Plant Sci., 55, 1033-1048.
- NADEAU, L. B. und W. H. VANDEN BORN (1990): The Effects of Supplement Nitrogen on Shoot Production and Root Bud Dormancy of Canada Thistle (*Cirsium arvense*) under Field Conditions. Weed Science, 38, 379-384.
- NIGGLI, U. und H.-U. DIERAUER (1999): Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau in der Schweiz. In: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 72, 17-26.
- NOWACK, K.-H. (1990): Phosphorversorgung biologisch bewirtschafteter Äcker und Möglichkeiten der Bioindikation. Dissertation Universität Göttingen, Hartung-Gorre Verlag Konstanz, 72 pp.
- PEKRUN, C. (2004): Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Überdauerung von Samen und andere pflanzenbauliche Parameter unter besonderer Berücksichtigung der Populationsdynamik von Ausfallraps. Habilitationsschrift. Universität Hohenheim. Cuvillier Verlag, Göttingen. 161 pp.
- PEKRUN, C., A. HÄRBERLE, W. CLAUPEIN (2003): Bedeutung von Grund- und Stoppelbearbeitung für die Kontrolle der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) im ökologischen Landbau. In: Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräuter in ökologischen Landbau. Landbauforschung Völkenrode- FAL Agricultural Research. Sonderheft 255.
- RADEMACHER, B. (1938): Gedanken zur Fortentwicklung der Unkrautbekämpfung im Getreide. Pflanzenbau 14, 449-465.
- RADEMACHER, B. und A. FLOCK (1952): Untersuchungen über die Anwendung von Kalkstickstoff und Feinkainit gegen die Ackerunkräuter der Lehm- und Sandboden. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 94, 1-54.
- ROTHHOFF (1932): Die Bekämpfung der Ackerdistel. Landwirtschaftliche Zeitung für Westfalen und Lippe, 89. Jahrgang, Heft 15, 280.
- SAS INSTITUTE INC. (1999): The SAS System for Windows Ed 8.01. Cary, NC.
- SOBOTIK, M. (1990): Wuchsform und Widerstandsfähigkeit der Ackerdistel. Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Agrarbiologie Linz/Donau, Band 20, 197-203.
- STEINER, N. (1987): Unkrautregulierung in Winterweizen mit verschiedenen Geräten. Versuchsbericht 1985, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Oberwil/BL (unveröffentlicht).
- STEINMANN, H.-H., R. HEITEFUSS (1996): Mechanische Bekämpfung von *Galium aparine* L. in Winterweizen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XV, 432-439.
- THRASHER, F. P., C. P. COOPER, J. M. HODGSON (1963): Competition of forage species with Canada thistle as affected by irrigation and nitrogen levels. Weeds, 11, 136-138.
- VESTER, J. (1987): Der biologische Effekt des Abflammens in gemüsebau- und landwirtschaftlichen Kulturen in Dänemark. In: M. Hoffmann und B. Geier (Herg.), Beikrautregulierung statt Unkrautbekämpfung. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 153-166.
- WEHSARG, O. (1954): Ackerunkräuter. Biologie, allgemeine Bekämpfung und Einzelbekämpfung. Akademie Verlag. Berlin.
- WELTON, F. A., V. H. MORRIS, A. J. HARTZLER (1929): Organic food reserves in relation to the eradication of Canada thistle. Ohio Agr. Expt. Sta. Bul. 441, 25 pp.
- WILLER, H. und U. ZERGER (1999): Demand of Research and Development in Organic Farming in Europe. In: ZANOLI R. and R. KRELL (Hrsg.): Proceedings of the first SREN

- Workshop on Research Methodologies in Organic Farming. REU Technical Series 58, FAO, Rom, 57-66.
- ZERGER, U. (1999): Wird die Forschung den Bedürfnissen der Praxis gerecht? Ökologie und Landbau 109, 46-47.
- ZIMDAHL, R. L., J. LIN, A.A. DALL'ARMELLINA (1991): Effect of Light, Watering Frequency, and Chlorsulfuron on Canada Thistle (*Cirsium arvense*). Weed Science, 39, 590-594.
- ZWERGER, P. und H. U. AMMON (2002): Unkraut- Ökologie und Bekämpfung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 419 pp.

10. Konsequenzen für evtl. weitere Forschungsaktivitäten

Die Wirkung von Kainit zur Kontrolle von *V. hirsuta* ist stark von den Umweltbedingungen abhängig. Zur Entwicklung praxisrelevanter Verfahren sind weitere Untersuchungen zu Formulierung und Einsatzzeitpunkt notwendig. Aufgrund des bei den Bonituren beobachteten hohen Wirkungsgrades von Kainit gegen breitblättrige Unkräuter wie Ampfer oder Distel sollten sich weitere Untersuchungen für dieses Einsatzgebiet anschließen.

11. Mitteilungen über evtl. schützenswerte Nutzungsrechte

Im Rahmen der Umsetzung der Ergebnisse auf Betriebsflächen des Wiesenguts wurde ein handelsüblicher Striegel an einen Hubmast angebaut, um bei später Behandlung gegen *Vicia hirsuta* ein Ausheben über die Ähren des Weizen zu ermöglichen (LZ Rheinland 25, 2004, S. 30-31). Ein Rechercheantrag zur Prüfung der Möglichkeit eines Gebrauchsmusterschutzes wurde bei „Provendis“, der zentralen Patentverwertungsgesellschaft der Hochschulen des Landes NRW, gestellt.

12. Liste über Veröffentlichungen

- LUKASHYK, P., M. BERG & U. KÖPKE (2004): Direkte Kontrolle von *Vicia hirsuta* (L.) S.F. GRAY in Getreidebeständen des Organischen Landbaus. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XIX, 503-510.
- LUKASHYK, P., M. BERG & U. KÖPKE (2003): *Vicia hirsuta* in Wintergetreide: Direkte Kontrolle bei starker Verunkrautung. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft. Wien/ Österreich, 527-528.
- LUKASHYK, P., M. BERG, P. JUROSZEK & U. KÖPKE (2002): Direkte Kontrolle von *Vicia hirsuta* (L) S. F Gray in Wintergetreide. Mitteilungen Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 14, 173-174.

JUROSZEK, P., M. BERG, P. LUKASHYK & U. KÖPKE (2002): Thermal control of *Vicia hirsuta* and *Vicia tetrasperma* in winter cereals. 5th EWRS Workshop on Physical Weed Control, Pisa/ Italy, 244-252.

13. Liste über Vorträge

Direkte Kontrolle von Rauhhaariger Wicke *Vicia hirsuta* und Ackerkratzdistel *Cirsium arvense* im Organischem Landbau. Feldtag zur Unkrautkontrolle, Leitbetrieb Leiders, Willich-Anrath, 9. Juni 2004.

Direkte Kontrolle von *Vicia hirsuta* in Getreidebeständen des Organischen Landbaus. 22. Deutsche Arbeitsgemeinschaft über Fragen der Unkrautbiologie und –bekämpfung. Stuttgart - Hohenheim, 2.- 4. März 2004.

Regulierung von Ackerkratzdistel und Rauhhaarige Wicke. Naturland- und Bioland-Regionaltreffen, Jüchen, 8. April 2003.

Mechanische Regulierung von *Vicia hirsuta* im Organischen Landbau. International practical-scientific conference on problems and prospects of plant protection. Grodno/ Belarus, 23.- 25. Oktober 2002.

14. Liste über Pressemitteilungen

Ökogetreide Kämmen? LZ Rheinland 27, 2004, S. 30.

15. Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen und Demonstrationen

Vicia hirsuta in Wintergetreide: Direkte Kontrolle bei starker Verunkrautung. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Wien/ Österreich, 24.–26. Februar 2003.

Direkte Kontrolle von *Vicia hirsuta* (L) S. F Gray in Wintergetreide. Berlin, 26.–27. September 2002.

Strategien zur Kontrolle von *Vicia hirsuta* und *Cirsium arvense*. Tag der Offenen Tür der Lehr- und Forschungsstation für Organischen Landbau Wiesengut/ Hennef 14. September 2002.

Regulierung des Problemunkrauts *Vicia hirsuta* im Organischen Landbau. DLG- Feldtage, Regensburg 2002.

16. Kurzfassung

Ziel der Untersuchungen war es, Strategien zu entwickeln, um die im Ökologischen Landbau dominierenden Problemunkräuter *Cirsium arvense* und *Vicia hirsuta* mittel- bis langfristig effizient zu kontrollieren. Entwickelt und geprüft wurden Maßnahmen unterschiedlicher Eingriffsintensität, die für Flächen mit beginnender Ausbreitung einerseits und stark belastete Flächen andererseits geeignet erschienen und sich in bestehende Fruchtfolgen integrieren lassen. Die Ackerkratzdistel sollte durch wiederholte intensiv schälende Stoppelbearbeitung mit nachfolgender konkurrenzstarker Zwischenfrucht in Verbindung mit einer konkurrenzstarken Hauptfrucht zurückgedrängt werden. Gegen die Rauhaarige Wicke wurden als kurzfristige direkte Maßnahmen die mechanische Kontrolle in frühen (Striegeln) und späten Entwicklungsstadien (Herauskämmen) sowie die thermische Kontrolle und das Verätzen durch Einsatz von Kainitstaub sowie Kainitlösung geprüft.

In faktoriellen Feldversuchen in Winterweizen und Winterroggen wurden das Verätzen der Wicken durch Einsatz von Kainit, die thermische Kontrolle sowie die mechanische Kontrolle (Striegel) in frühen und späten Entwicklungsstadien geprüft. Erfasst wurden Anzahl und Deckungsgrad der Wicken, die Schäden an der Kulturpflanze, Ertragsparameter (Kulturpflanze) und die Samenproduktion der Wicken.

Die Ergebnisse aus den Versuchsjahren 2002 und 2003 zeigen, dass: (1) *Vicia hirsuta* in allen Stadien gegen das Verätzen mit Kainitlösungen empfindlich ist, wobei der Wirkungsgrad bei Anwendung im Jugendstadium am höchsten war. In den Feldversuchen war die ausreichende Wirkung stark witterungsabhängig (Tau und nachfolgend hohe Einstrahlung). Das Getreide wurde durch die Kainitbehandlung nur geringfügig geschädigt. (2) Die Wirkung der thermischen Behandlung auf *Vicia hirsuta* war abhängig von der Intensität der Hitzeeinwirkung sowie den Entwicklungsstadien von Kulturpflanze und Wicke. Die Auswirkungen des Abflammens auf das Getreide waren bei der Anwendung vor Bestockungsende gering; das Getreide regenerierte sich vollständig. Bei Behandlungen nach der Bestockung des Getreides traten hingegen vglw. starke Schädigungen auf, die auch Ertragseinbußen verursachten. (3) Mit dem alleinigen Einsatz des Striegels konnte *Vicia hirsuta* kontrolliert werden. Voraussetzung war die rechtzeitige Bearbeitung während des Schossens und ggf. wiederholte Durchfahrten bis nach dem Ährenschieben.

Die geprüften Ansätze sind geeignete Mittel zur direkten Kontrolle von *Vicia hirsuta*. Die Wirkung von Kainit ist dann ausreichend, wenn die Voraussetzung eines optimalen Behandlungstermins (Jugendstadium von *Vicia hirsuta*) und entsprechend trockene Witterungsbedingungen nach der Applikation gegeben sind. Zur Präzisierung der optimalen Einsatzbedingungen und Formulierung besteht noch Forschungsbedarf. Der frühzeitige Einsatz der thermischen Kontrolle von *Vicia hirsuta* in Winterweizen ist vielversprechend und kann in Strategien zur nachhaltigen Kontrolle dieses Problemunkrauts insbesondere in Befallsnestern genutzt werden. Mit einem alleinigen Einsatz des Striegels ist ebenfalls eine

effiziente Kontrolle von *Vicia hirsuta* realisierbar. Voraussetzung sind die rechtzeitige Bearbeitung während des Schossens und ggf. das wiederholte Durchfahren bis nach dem Ährenschieben. In Winterroggen hingegen stehen zum Abflammen und Striegeln nur kurze Zeiträume zur Verfügung, so dass die Kontrolle wesentlich schwieriger und unsicherer als in Winterweizen ist. Künftige Untersuchungen müssen sich auf geeignete Kombinationen der beschriebenen drei Verfahren direkter Kontrolle von *Vicia hirsuta* ausrichten.

Der jetzigen Stand der Untersuchungen zur Kontrolle von *Cirsium arvense* zeigt, dass die Wirkung der Licht- und Nährstoffkonkurrenz durch Zwischenfrüchte aus Blanksaat unsicher ist. Der mehrmaligen Stoppelbearbeitung ist der Vorzug gegenüber einmaliger Bearbeitung mit nachfolgender Zwischenfrucht zu geben, die sich bei mäßiger Entwicklung nicht hinreichend konkurrenzkräftig erweisen kann. Die Art der Stoppelbearbeitung - Grubber bzw. Schälplflug - zeigten keine gesicherten Unterschiede hinsichtlich der Wirkung auf die Ackerkratzdistel. Klee gras aus Untersaat konnte die Disteldichte durch Beschattung und Schnitt tendenziell reduzieren. Mehrmalige Stoppelbearbeitung mit nachfolgender tiefer Pflugfurche und Wickroggen als Winterzwischenfrucht übertraf aber ebenfalls die Wirkung des Klee gras anbaus aus Untersaat. Dagegen führte zweimaliger Klee gras- Schnitt der nahezu vollständig Distel beschattenden Klee gras bestände im folgenden Hauptnutzungsjahr (2003) zur Reduzierung der Disteldichte um 95%. Ein sehr starker Rückgang der Disteldichte wurde ebenfalls nach tiefem Umbruch der Klee gras- sowie Wickroggenparzellen im Juni (4. Juni 2003) mit anschließendem Perserklee anbau erreicht. Wie sich der wiederholte Schnitt des Klee grasses im Hauptnutzungsjahr im Vergleich zum Umbruch mit nachfolgender Aussaat von Perserklee auswirkt, kann noch nicht abschließend beurteilt werden.