

Aus dem Institut für ökologischen Landbau Trenthorst

**Herwart Böhm
Jana Finze
Bernhard Pallutt
Peter Zwerger**

**Thomas Engelke
Andreas Häusler
Arnd Verschwele**

**Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im
ökologischen Landbau**

Tagungsband zu dem Expertenkolloquium am 18. und 19.
Februar 2003 im Forum der FAL, Braunschweig

Manuskript, zu finden in www.fal.de

Published as: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 255

**Braunschweig
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
2003**

Landbauforschung
Völkenrode
FAL Agricultural Research

**Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern
im ökologischen Landbau**

herausgegeben von

**Herwart Böhm, Thomas Engelke, Jana Finze,
Andreas Häusler, Bernhard Pallutt,
Arnd Verschwele und Peter Zwerger**

Tagungsband zu dem Expertenkolloquium
am 18. und 19. Februar 2003 im Forum der FAL, Braunschweig

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Institut für ökologischen Landbau

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA)
Institut für Unkrautforschung
Institut für integrierten Pflanzenschutz

Das Expertenkolloquium wurde ermöglicht durch die Förderung im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft.

Inhaltsverzeichnis

1	STRATEGIEN ZUR REGULIERUNG VON WURZELUNKRÄUTERN IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU – EIN VERBUNDPROJEKT IM RAHMEN DES BUNDESPROGRAMMS ÖKOLOGISCHER LANDBAU	
	von Herwart Böhm, Thomas Engelke, Jana Finze, Andreas Häusler, Bernhard Pallutt, Arnd Verschwele, Peter Zwerger	1
1.1	Das Forschungsprojekt.....	1
1.1.1	Die Umfrage.....	1
1.1.2	Versuchsanstellungen der Projektpartner	2
1.1.2.1	Institut für ökologischen Landbau	2
1.1.2.2	Institut für Unkrautforschung.....	3
1.1.2.3	Institut für integrierten Pflanzenschutz	5
2	FACHBEITRÄGE	9
2.1	Acker-Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>)	9
2.1.1	Biologie.....	9
2.1.1.1	Ausbreitungsbiologie der Acker-Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.) von Franziska Mayer und Harald Albrecht	9
2.1.1.2	Evaluierung verschiedener nichtchemischer Regulierungsmaßnahmen bei der Acker-Kratzdistel mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelökologie von Wilfried Hartl.....	19
2.1.2	Regulierung.....	21
2.1.2.1	Zur Wirkung produktionstechnischer Maßnahmen im Ackerbau auf <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. von Bärbel Gerowitt, Annelie Dau, Ursula Hettwer	21
2.1.2.2	Bedeutung von Grund- und Stoppelbearbeitung für die Kontrolle der Acker-Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>) im ökologischen Landbau von Carola Pekrun, Annette Häberle, Wilhelm Claupein	29
2.1.2.3	Regulierung der Acker-Kratzdistel - Die mechanische Bekämpfung in der herbstlichen Stoppel - von Jürgen Debruck und Wernfried Koch	35
2.1.2.4	Direkte und indirekte Regulierungsmaßnahmen der Acker-Kratzdistel im ökologischen Landbau: Biologische Kontrolle durch pathogene Pilze? von Stephanie Kluth, Andreas Kruess, Teja Tschardtke.....	41
2.1.3	Diskussion der Fachbeiträge	47
2.2	Ampfer-Arten (<i>Rumex</i> spp.).....	49
2.2.1	Biologie.....	49
2.2.1.1	Zur Biologie großblättriger <i>Rumex</i> -(Ampfer-)Arten von Wilhelm Opitz von Boberfeld	49
2.2.1.2	Biologie der Ampfer-Wurzelunkräuter – Schwerpunkt Bewurzelungseigenschaften – von Monika Sobotik.....	53
2.2.2	Regulierung.....	63
2.2.2.1	Möglichkeiten der mechanisch/biologischen Ampferbekämpfung von Erich M. Pötsch.....	63
2.2.2.2	Überlegungen zur nachhaltigen Unterdrückung und Bekämpfung von Stumpfblättrigem Ampfer von Martin Elsässer.....	69
2.2.2.3	Der Ampferblattkäfer (<i>Gastrophysa viridula</i> Deg.) - ein natürlicher Gegenspieler des Stumpfblättrigen Wiesenampfers (<i>Rumex obtusifolius</i>) von Patrick Hann und Bernhard Kromp.....	73
2.2.3	Diskussion der Fachbeiträge	79

3	FALLANALYSEN	81
3.1	Acker-Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>)	81
3.1.1	Vorstellung und Diskussion des Problembetriebes	81
3.1.2	Vorstellung und Diskussion der Betriebe mit erfolgreichen Regulierungsstrategien.....	81
3.2	Ampfer-Arten (<i>Rumex spp.</i>)	82
3.2.1	Vorstellung und Diskussion von Beispielbetrieben.....	82
4	FORSCHUNGSBEDARF	87
5	ANHANG	89

Vorwort

Im ökologischen Landbau stellen ausdauernde Unkrautarten, die sogenannten Wurzelunkräuter, ein besonderes Problem dar, da sie mit den verfügbaren Maßnahmen in aller Regel nicht ausreichend reguliert werden können. Daher werden die unzureichenden Bekämpfungsmöglichkeiten für Wurzelunkräuter zum einen sehr häufig als Hinderungsgrund für die Umstellung auf eine ökologische Bewirtschaftung angeführt und zum anderen als maßgebliche Produktionserschweris von bereits ökologisch wirtschaftenden Betrieben genannt.

Im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau wird das Projekt „Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau“ als Verbundvorhaben von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft und der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft bearbeitet. Anhand von zwei ausgewählten Wurzelunkräutern (Acker-Kratzdistel und Ampfer-Arten) wird die Zielsetzung verfolgt, die bekannten Bekämpfungsempfehlungen vor dem Hintergrund ihrer Populationsbiologie zu bewerten und daraus mögliche Ursachen für die unterschiedliche Effektivität der Maßnahmen abzuleiten.

Das Expertenkolloquium hatte zum Ziel, basierend auf aktuellen Forschungsergebnissen, Bekämpfungskonzepte zu diskutieren und weiter zu entwickeln.

Hierzu wurden zwei Workshops, zum einen zur Acker-Kratzdistel und zum anderen zu den Ampfer-Arten durchgeführt. In beiden Workshop-Gruppen dienten Fachbeiträge zur Biologie und zur Regulierung dieser Wurzelunkräuter für die weiterführende Diskussion. Ergänzend wurden von der Projektgruppe einzelne Bekämpfungsstrategien anhand von Fallanalysen vorgestellt. Die Ergebnisse wurden zusammengetragen und daraus der Forschungsbedarf abgeleitet.

Braunschweig, September 2003

Herwart Böhm, Thomas Engelke, Jana Finze
Andreas Häusler, Bernhard Pallutt
Arnd Verschwele, Peter Zwerger

1 Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau – ein Verbundprojekt im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

von Herwart Böhm¹, Thomas Engelke², Jana Finze¹, Andreas Häusler³, Bernhard Pallutt², Arnd Verschwele³, Peter Zwerger³

1.1 Das Forschungsprojekt

Das Forschungsprojekt ist Teil des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und ein Verbundvorhaben zwischen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL, Institut für ökologischen Landbau) und der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA, Institut für Unkrautforschung, Institut für integrierten Pflanzenschutz). Das Teilprojekt der FAL beschäftigt sich mit der Regulierung der Ampfer-Arten auf Grünlandflächen, das Teilprojekt der BBA beinhaltet schwerpunktmäßig die Regulierung der Acker-Kratzdistel auf Ackerflächen. Innerhalb der Biologischen Bundesanstalt ist dieses Teilprojekt in zwei Unterprojekte gegliedert. Übergeordnete Projektaktivitäten wie die Durchführung einer bundesweiten Umfrage bei Biolandwirten oder die Ausrichtung des Expertenkolloquiums werden von allen beteiligten Instituten gemeinsam vorgenommen. Vorrangiges Ziel des Forschungsprojektes ist die Erarbeitung von neuen verfahrenstechnischen Ansätzen und Strategien zur Regulierung von Acker-Kratzdistel und Ampfer-Arten im ökologischen Landbau. Entsprechend ihres Hauptvorkommens (Acker-, Grünlandstandorte) bzw. ihrer bevorzugten Ausbreitungsstrategie (vegetativ, generativ) werden für diese Wurzelunkräuter differenzierte und standortangepasste Regulierungsstrategien entwickelt.

1.1.1 Die Umfrage

Eine Situationsanalyse über das Ausmaß der Verunkrautung durch Acker-Kratzdistel und Ampfer-Arten ist eine wesentliche Voraussetzung für die Bewertung aller in der Praxis verwendeten Regulierungsstrategien. Mit Hilfe der Situationsanalyse lassen sich Rückschlüsse auf die Ursachen der starken Ausbreitung von Wurzelunkräutern ziehen und Daten für die Entwicklung standortangepasster Regulierungsstrategien sammeln. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes erfolgte die Erfassung des Ausmaßes der Verunkrautung durch Acker-Kratzdistel und Ampfer-Arten mittels einer bundesweiten Befragung ökologisch wirtschaftender Praxisbetriebe.

Hierzu wurde ein Fragebogen konzipiert, der zum einen das Ausmaß der Ampfer- und Acker-Kratzdistelausbreitung, zum anderen wichtige Bewirt-

schaftungsdaten sowie die bisherigen vorbeugenden und direkten Maßnahmen des Betriebes zur Regulierung der Ampfer-Arten und der Acker-Kratzdistel erfasst. Im einzelnen wird nach betrieblichen Kenndaten wie Standortbedingungen und Flächenausstattung, dem Ausmaß der Verunkrautung durch Acker-Kratzdistel und Ampfer-Arten auf Acker- und Grünlandflächen, den beobachteten Standortansprüchen der Wurzelunkräuter, der Produktionstechnik des Betriebes (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Düngung, Tierhaltung, Weidemanagement, Grünlandpflege etc.), direkten und indirekten Regulierungsmaßnahmen im Acker und Grünland sowie Problemen (Schadwirkung, Folgekosten etc.) gefragt, die sich aus einer starken Distel- bzw. Ampferverunkrautung ergeben.

Die Auswahl der zu befragenden Betriebe erfolgte in Zusammenarbeit mit Beratungsorganisationen, Landwirtschaftskammern, Landesforschungsanstalten und Anbauverbänden, wobei folgende Vorgaben zu beachten waren:

- Probleme mit Ampfer-Arten und/oder Acker-Kratzdistel bzw. Entwicklung erfolgreicher Regulierungsstrategien gegen diese Wurzelunkräuter
- Mindestdauer der ökologischen Bewirtschaftung: 5 Jahre
- Zugehörigkeit zu verschiedenen Anbauverbänden bzw. EU-Öko-Betriebe
- geographische Lage (gleichmäßige geographische Verteilung)

Für jedes Bundesland wurde ein Richtwert festgelegt, der auf der Grundlage des bundeslandspezifischen Anteils an der Gesamtzahl der ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Deutschland basierte. Nach Sichtung der Daten wurden von 270 erfassten Betrieben bundesweit etwa 170 Betriebe für die Befragung ausgewählt. Das Ausfüllen der Fragebögen erfolgte in einem persönlichen Interview mit den Betriebsleitern vor Ort.

Ersten Tendenzen zufolge werden die Acker-Kratzdistel und Ampfer-Arten trotz vielfältiger Regulierungsansätze immer noch als großes Problem des ökologischen Landbaus gesehen. Bei vielen Landwirten besteht hinsichtlich dieser Problematik weiterhin Informationsbedarf. Ein großer Teil der befragten Landwirte befürchtet künftig eine weitere Zunahme des Acker-Kratzdistel- und Ampferbesatzes in ihrem Betrieb. Insbesondere Ampfer-Arten scheinen sich dieser Befragung zufolge zunehmend auch auf Acker-

¹ Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für ökologischen Landbau, D-23847 Westerau

² Biologische Bundesanstalt, Institut für integrierten Pflanzenschutz, D-14532 Kleinmachnow

³ Biologische Bundesanstalt, Institut für Unkrautforschung, D-38104 Braunschweig

flächen auszubreiten. Weitere Aussagen bleiben der nachfolgenden Auswertung vorbehalten.

1.1.2 Versuchsanstellungen der Projektpartner

1.1.2.1 Institut für ökologischen Landbau

Das Ziel dieses Teilprojektes besteht in der Überprüfung von bekannten Bekämpfungsempfehlungen gegen Ampfer-Arten vor dem Hintergrund ihrer Populationsbiologie. Ziel der Untersuchungen ist es, mögliche Bestimmungsgründe für die unterschiedliche Effektivität von Bekämpfungsmaßnahmen abzuleiten. Es wurden zwei Schwerpunkte gebildet: direkte und indirekte Regulierungsmaßnahmen. Zur Überprüfung der bestehenden Ansätze wurden auf dem Versuchsbetrieb Trenthorst (sL-tL, 738 mm Niederschlag/Jahr, 53°46'O, 10°30'N, Umstellung seit 01.01.2001) im Jahr 2002 Feldversuche angelegt, die sich wie folgt darstellen.

Der Versuchsblock „direkte Regulierungsmaßnahmen“ umfasste die Bewertung des Regulierungserfolges der Ampfer-Arten durch mechanische und thermische Maßnahmen sowie die Erfassung des Regulierungserfolges durch Nachsaat auf einer als Wiese geführten Fläche. Es wurden die Faktoren manuelles Ampferstechen mittels Ampferstecher, maschinelles Ampferstechen mittels „WUZI“ (mechanische Maßnahme), Abflammen (thermische Maßnahme) und eine Kontrolle geprüft. Diese Varianten enthielten jeweils die Prüfglieder mit und ohne Nachsaat. Der Parzellenversuch wurde als Blockanlage in 3 Wiederholungen mit einer Parzellengröße von 9 m x 25 m angelegt. Unmittelbar vor der jeweiligen Regulierungsmaßnahme und danach, das heißt zu Vegetationsende, wurde in den Parzellen der Ampferbesatz bonitiert. Jede Regulierungsmaßnahme wurde einmal durchgeführt. Das maschinelle Ampferstechen erfolgte mit der selbstfahrenden Wurzelstechmaschine WUZI, die von einem österreichischen Landtechniker entwickelt wurde.

Der Versuchsblock „indirekte Regulierungsmaßnahmen“ umfasste die Bewertung des Regulierungserfolges der Ampfer-Arten durch Variation von Beweidungsmanagement und -system. Prüffaktoren des Beweidungsmanagements waren Portionsweide,

Umtriebsweide und Standweide. Eine Beweidung erfolgte mit den Tierarten Rind, Schaf und Ziege (Beweidungssystem). Die Grünlandflächen wurden in Versuchseinheiten von 1 ha bzw. 1,5 ha eingeteilt. Die Versuche wurden in 2 Wiederholungen durchgeführt. Als Portions- und Umtriebsweide, beweidet mit Jungrindern, wurden die 1 ha großen Teilstücke geführt. Auf den Teilstücken von 1,5 ha Größe wurden Schafe und Ziegen (in getrennter Haltung) auf einer Standweide gehalten (siehe Tabelle 1). Die Kartierung des Ampferbesatzes erfolgte mittels DGPS-Technik. Mit einem tragbaren DGPS-Empfänger wurde vor der ersten Beweidung und nach der letzten Beweidung auf allen Teilflächen jede Ampferpflanze kartiert, d. h. durch Einmessung die genaue Position innerhalb der Fläche erfasst.

Die Untersuchungen wurden im Frühjahr 2002 begonnen. An dieser Stelle werden erste Ergebnisse vorgestellt.

Bislang ist noch keine effektive und den Anforderungen der Praxis entsprechende Strategie zur Ampferregulierung im Grünland entwickelt worden. Die Praxis benötigt eine möglichst arbeitswirtschaftlich vertretbare, das heißt kosten- und arbeitsexensive, aber effektive Regulierungsstrategie. Eine angepasste Nutzung und richtige Pflege von Grünlandbeständen (Schließen von Bestandeslücken z. B. durch Nachsaat) kann frühzeitig einer Ampferverunkrautung entgegenwirken (Klapp 1954, Pötsch *et al.* 2001). Ist der Grünlandbestand bereits entartet und hat sich Ampfer fest im Bestand etabliert, muss eine direkte Bekämpfung der Ampferpflanzen folgen. Die Feldversuche zur mechanischen Regulierung der Ampfer-Arten zeigen, dass mit dem Ampferstechen von Hand und dem maschinellen Ampferstechen durch „WUZI“ ein wirkungsvolles Instrumentarium zur Verfügung steht. Die Anwendung des Ampferstechers verminderte den Ampferbesatz um 75 %. Durch WUZI konnte der Ampferbesatz um 44 % reduziert werden. Das Abflammen reduzierte den Besatz an Ampferpflanzen lediglich um 8 %. Bereits nach wenigen Tagen bildeten sich aus den abgeflamten Pflanzen neue Blattknospen, die eine nahezu vollständige Regeneration ermöglichten.

Ziel der direkten Bekämpfungsmaßnahmen sollte demnach die Schädigung bzw. das Entfernen des Wurzelstocks der Pflanzen sein. Die hohe Reserve-

Tabelle 1:
Übersicht Versuchsblock „indirekte Regulierungsmaßnahmen“

Beweidungsmanagement	Portionsweide	Umtriebsweide	Standweide	Standweide
Tierart	Jungrinder	Jungrinder	Schafe	Ziegen
Teilflächengröße	1 ha	1 ha	1,5 ha	1,5 ha

speicherung verleiht den Pflanzen die Fähigkeit zu schnellem Wiederaustrieb nach einer Schädigung der Blattmasse (Elsässer 2002). Wird der Wurzelstock entfernt, so muss dieser mindestens eine Länge von 10-15 cm aufweisen, damit es zu keinem Nachtrieb aus den am Wurzelhals sitzenden Erneuerungsknospen kommt (Pötsch 2001). WUZI stellte seine enorme Flächenleistung unter Beweis (Pötsch *et al.* 2001). Probleme gab es mit der Erdabscheidung von den ausgestochenen Wurzelballen, verursacht durch den sehr lehmigen Boden am Versuchsstandort Trenthorst. Die Ausstechstellen blieben als tiefe Löcher zurück. Eine weitere Reduktion des Ampferbesatzes durch Nachsaat kann anhand erster Ergebnisse nicht bestätigt werden. Mögliche Gründe dafür sind auf der einen Seite in der unterschiedlichen Etablierung der Nachsaat zu suchen. Nur durch eine erfolgreiche Nachsaat können auch Konkurrenzeffekte auf Ampferpflanzen entstehen. Auf der anderen Seite sind die langfristigen Effekte einer Nachsaat zu berücksichtigen, da es mehrerer Wiederholungen bedarf, um konkurrenzfähige Pflanzen und somit eine dichte Grasnarbe zu etablieren.

Aus arbeits- und betriebswirtschaftlichen Gründen muss den vorbeugenden und indirekten Bekämpfungsmaßnahmen zur Ampferregulierung eine größere Bedeutung zukommen. Hierzu zählt insbesondere die Optimierung des Weidemanagements bzw. die Erfassung von Auswirkungen unterschiedlicher Beweidungssysteme auf den Ampferbesatz.

Abbildung 1 zeigt am Beispiel einer als Portionsweide geführten Fläche, die von Jungrindern beweidet wurde, die Verteilung der Ampferpflanzen zu den zwei Zeitpunkten vor Weideauftrieb im Frühsommer und nach zweimaliger Beweidung. Die mittels DGPS durchgeführte Kartierung zeigt zu beiden Terminen eine gleichbleibende Verteilung der Pflanzen auf der Fläche, während sich der Besatz an Ampferpflanzen erhöhte. Zu vergleichen sind diese Ergebnisse mit einer als Umtriebsweide geführten Fläche und es ist zu untersuchen, ob ein höherer Viehbesatz auch zu einem höheren Ampferbesatz führt. Die DGPS-gestützte Kartierung bietet zudem die Möglichkeit auch sensible Teilflächen innerhalb einer Weide, wie z. B. Weidegänge und Bereiche um Tränken, aufzunehmen und hinsichtlich des Ampferbesatzes zu vergleichen.

Neben unterschiedlichen Intensitätsstufen der Beweidung wird weiterhin untersucht, wie sich die Beweidung mit unterschiedlichen Tierarten (Rind, Schaf, Ziege) auf den Ampferbesatz auswirkt. Die Beobachtungen nach der ersten Beweidungsperiode (2002) deuten darauf hin, dass Ziegen und Schafe Ampfer besser verbeißen als Rinder. Der Ampferbesatz auf Flächen mit Schaf- bzw. Ziegenbeweidung wurde tendenziell reduziert. Bereits in älterer Literatur (Klapp 1954) wird eine positive Wirkung der Beweidung auf das Verdrängen der Grünlandunkräuter

beschrieben, sogar als Hauptweg der Unkrautbekämpfung genannt. Elsässer (2003) zeigt in einem Versuchsansatz wie sich Schafbeweidung auf den Ampferbesatz auswirken kann. Es liegen nach einem Versuchsjahr jedoch noch keine gesicherten Ergebnisse vor. Erste Erfahrungen zeigen, dass die Schafbeweidung durchaus ein wirkungsvolles Instrument zur Ampferbekämpfung darstellen kann.

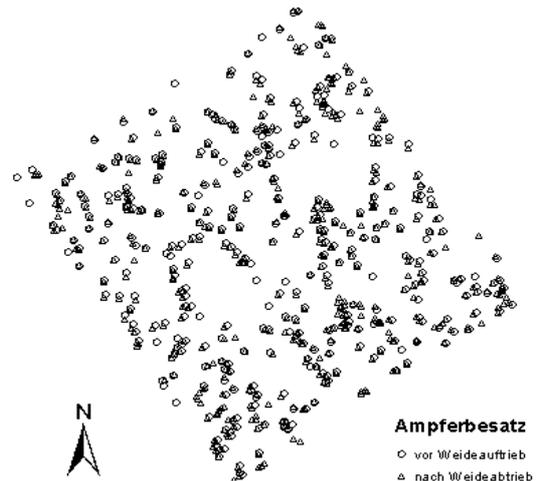


Abbildung 1:

Ampferbesatz einer Portionsweide vor Weideauftrieb und nach Weideauftrieb, Beweidung: Jungrinder (ein Symbol entspricht einer Ampferpflanze, Parzellengröße: 95 x 105 m)

Für die Ableitung von neuen Lösungen und Verfahrensansätzen zur schnellen, kostengünstigen und nachhaltigen Bekämpfung von Ampfer sind vor allem noch grundlegende Arbeiten notwendig. Insbesondere bedarf es genauer Kenntnisse über Wachstum und Entwicklungsbiologie des Ampfers, da durch seine Konkurrenzstärke und der hohen Überlebens- und Regenerationsfähigkeit nur differenzierte Bekämpfungsmaßnahmen erfolgreich sein können.

1.1.2.2 Institut für Unkrautforschung

Im Feldversuch soll geprüft werden, ob der Acker-Kratzdistelbesatz bei zum großen Teil hoher Ausgangsverunkrautung mit Acker-Kratzdistel durch eine hohe Intensität von Stoppel- und Grundbodenbearbeitung in Verbindung mit unterschiedlicher Kulturpflanzenkonkurrenz stärker reduziert werden kann als bei praxisüblichem Bodenbearbeitungsniveau. In Abhängigkeit vom Fruchtfolgeglied und der gewählten Intensität von Stoppel- und Grundbodenbearbeitung sollen die Wirkung auf Acker-Kratzdistel beschrieben und neue Ansätze bzw. Verbesserungen für bestehende Verfahren abgeleitet werden.

Dafür wurde auf einer langjährig ökologisch bewirtschafteten, etwa 12 ha großen Versuchsfläche der BBA („Ahlum“) in Großparzellenversuchen die Häufigkeit von Grundboden- und Stoppelbearbeitung variiert. Die genannte Fläche gehört zum Versuchsgut der BBA und wird seit September 1995 ökologisch bewirtschaftet. Die Zertifizierung nach der EU-Öko-Verordnung erfolgte im September 2002.

Es wurden 8 Teilflächen („Großparzellen“) à ca. 1,4 ha eingerichtet, die eine Breite von 84 m und eine Länge von mindestens 160 m aufweisen. Um eine bessere Vergleichbarkeit von einzelnen Bodenbearbeitungsvarianten zu gewährleisten, wurde in Einzelfällen zusätzlich eine Flächenteilung vorgenommen. In Tabelle 2 werden die Bodenbearbeitungsvarianten und Fruchtfolgeglieder wiedergegeben. Als Standardgerät für die Stoppelbearbeitung wurde ein Flügelscharrubber eingesetzt, teilweise ergänzt bzw. ersetzt durch eine Scheiben- oder Kreiselegge. Die Grundbodenbearbeitung wurde mit einem Wendepflug vorgenommen. Die Fruchtfolge setzt sich aus Klee gras (KG), Winter-Weizen (WW), Zwischenfrucht Perserklee (ZW PK), Sommer-Gerste (SG), Kartoffeln (KAR), Winter-Roggen (WR), Erbsen (ERB) und Winter-Raps (WRA) zusammen.

Der Flügelscharrubber wurde auf den Flächen bis zu dreimal eingesetzt. Der Effekt einer im zweiten Durchgang größeren Bearbeitungstiefe wurde auf Fläche 7 untersucht. Außerdem wurde die Häufigkeit der wendenden Grundbodenbearbeitung variiert. Auf Fläche 5 wird in diesem Zusammenhang eine Herbst- und Frühjahrsfurche durchgeführt.

Da die Acker-Kratzdistelverunkrautung großflächig war und sämtliche Teilflächen berührte, konnte nun sowohl an ausgewählten Punkten als auch flächendeckend rasterorientiert die Wachstumsreaktion der Acker-Kratzdistel festgehalten werden. Zum Einmessen der Zählstellenpositionen wurde ein DGPS verwendet. Zur Dokumentation von Wachstum und Entwicklung von Einzelpflanzen wurden mindestens 3 Dauerbeobachtungsflächen pro Teilfläche eingerichtet. Die Dispersionsdynamik, also die Veränderung

der räumlichen Verteilung der Acker-Kratzdistelpopulation, wurde mittels Rasterkartierung mit Rasterweiten von 24 x 24 m beschrieben, wobei neben der zahlenmäßigen Erfassung an diesen Punkten auch eine Bodenprobenahme zur Bestimmung des bodenbürtigen Samenpotentials stattfand. Die Ertragsreaktion der Kulturpflanzen wurde mittels Mähdrusch eingemessener Parzellen erfasst.

Zur Klärung populationsbiologischer Fragestellungen wurden Gefäßversuche zu Wachstum und Entwicklung von Acker-Kratzdistel und Ampfer-Arten sowie zum Regenerationsvermögen nach Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt. So wurde unter Halfreilandbedingungen ein Versuch in 225-l-Großgefäßen zum Einfluss von Bodenverdichtung sowie Schnitt-Termin und -Häufigkeit auf die Spross- und Wurzelbildung der Acker-Kratzdistel durchgeführt. Weiterhin wurde in 10-l-Gefäßen die Entwicklung von 3 Ampfer-Arten untersucht, wobei mittels Wachstum und Entwicklung der oberirdischen Pflanzenteile und der Wurzel die Unkrautentwicklung dokumentiert wurde. Außerdem stand die Ermittlung der Wachstumsreaktion von Krausem Ampfer unter unterschiedlichen Konkurrenzbedingungen (Klee grasmischungen unterschiedlicher Aussaatdichte und Zusammensetzung) im Mittelpunkt eines Gefäßversuches.

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass im Vergleich zum zweimaligen Grubbereinsatz (Flügelscharrubber) ein zusätzlicher Arbeitsgang mit dem Grubber zu einer stärkeren Reduktion der Besatzdichten der Acker-Kratzdistel beiträgt. Allerdings erlaubt erst die langfristige, d. h. mehrjährige Beobachtung dieser Flächen gesicherte Aussagen im Hinblick auf die Wirkung einer mehrmaligen Stoppelbearbeitung.

Tendenziell zeigte sich ebenfalls, dass Klee gras abweichend von den anderen Fruchtfolgegliedern zu einer deutlichen Reduktion der Acker-Kratzdistelbesatzdichten beitrug. So veranschaulicht Abbildung 2 die Dispersionsdynamik der Acker-Kratzdistel auf Teilfläche 4 im Vergleich zu den Restflächen. Es werden die durchschnittlichen Abundanz, gemittelt über die Rasterpunkte der entsprechen-

Tabelle 2:
Vorfrucht, Fruchtfolge und Bodenbearbeitungsvarianten des Großparzellenversuches „Ahlum“

Fläche	1	2	3	4	5	6	7	8
01/02	ERB	WW	W-Hafer	KG	WW	S-Raps	SG	WR
02/03	WRA	ZW PK	ERB	WW	ZW PK	WW	WR	KG
		SG			KAR			
			N S					N S
Grubber	1x		3x 2x	1x		2x	2x	1x 2x
Herbst-Furche		1x		1x	1x	1x	1x	1x 1x
Frühjahrs-Furche			1x 1x		1x			

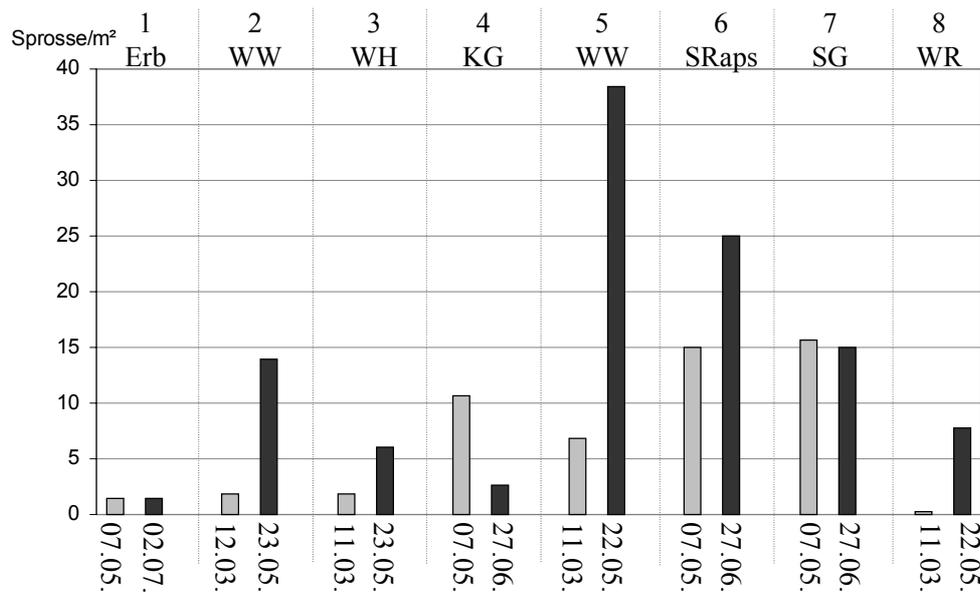


Abbildung 2:

Durchschnittliche Abundanzen der Acker-Kratzdistel für die Teilflächen 1 bis 8 der Versuchsfläche „Ahlum“ am ersten und zweiten Kartierungstermin 2002 in den Hauptfrüchten Erbsen (Erb), Winter-Weizen (WW), Winter-Hafer (WH), Klee gras (KG), Sommer-Raps (SRaps), Sommer-Gerste (SG) und Winter-Roggen (WR)

den Teilfläche, dargestellt. Graue Säulen stellen die Werte der ersten Kartierung dar, während schwarze Balken die Abundanzen des zweiten Termins wiedergeben. Grundsätzlich konnte nur im Klee gras (Teilfläche 4) eine deutliche Abnahme der mittleren Abundanz ermittelt werden; es wurden hier durchweg erheblich niedrigere Besatzdichten am zweiten Termin kartiert.

Im Gefäßversuch zum Einfluss von Bodenverdichtung sowie Schnitt-Termin und -Häufigkeit auf die Spross- und Wurzelbildung der Acker-Kratzdistel führte wie erwartet ein früher erster (ca. 20 cm hohe Pflanzen) und später zweiter Schnitt (nach der Blüte, vor Samenflug) zu der stärksten Beeinträchtigung des Wurzelwachstums.

Den ersten Ergebnissen des Versuchs zur Ermittlung der Wachstumsreaktion von Krausem Ampfer unter unterschiedlichen Konkurrenzbedingungen zufolge tragen die höchsten Aussaatdichten von Gras und Klee gras zur stärksten Abnahme der oberirdischen Frischmasse bei. Auch hier gilt, dass erst die Berücksichtigung der Gesamtergebnisse eine Ableitung von belastbaren Resultaten erlaubt.

1.1.2.3 Institut für integrierten Pflanzenschutz

Der Schwerpunkt des zweiten Unterprojektes der BBA besteht in der Überprüfung von mechanischen Maßnahmen zur Regulierung der Acker-Kratzdistel unter Praxisbedingungen. Im Rahmen dieser Aufga-

benstellung wird der Einfluss unterschiedlicher Grundbodenbearbeitungsgeräte zur Distelregulierung geprüft. Getestet werden ein Arado-Häufelpflug, ein Zwei-Schichtenpflug und das Ökomat-System. Vergleichsvariante zu den getesteten Prüfvarianten ist das im jeweiligen Betrieb übliche Standardverfahren zur Grundbodenbearbeitung (Flügelschar-Grubber bzw. Pflug).

Mit dem Arado-Häufelpflug wird der Boden ohne Bildung eines Verdichtungshorizontes ganzflächig krumentief gelockert und mit unterschiedlichen Häufelkörpern zu Dämmen geformt. Die Dämme werden je nach Kultur mehr oder weniger stark heruntergeschleppt und nachfolgend mit Getreide, Zuckerrüben, Feldgemüse oder anderen Kulturen bestellt. Durch das spezielle Anbauverfahren besteht die Möglichkeit, die Acker-Kratzdistel innerhalb einer Vegetationsperiode mehrfach zu bekämpfen. Dieses erfolgt zum ersten Mal bei der Grundbodenbearbeitung im Herbst oder im Frühjahr, denn beim Formen der Dämme wird der Boden mehrfach tief bearbeitet (25-30 cm). Eine weitere Bekämpfung kann im Frühjahr erfolgen. Sobald die Disteln an der Oberfläche der Dämme erscheinen, die Wurzeln der Kulturpflanzen aber noch kurz sind, werden die bestellten Dämme mit einem am Häufelgerät quer gespannten Drahtseil an der Grenze zwischen Ober- und Unterboden unter schnitten. Die Disteltriebe werden dabei ebenfalls zertrennt. Der Zwei-Schichtenpflug basiert auf dem Grundprinzip des Pfluges. Er bietet im Vergleich zum Pflug den

Tabelle 3:

Betriebliche Kenndaten und geplante Grundbodenbearbeitungsvarianten zur Regulierung der Acker-Kratzdistel im Betrieb A

Standort:	Bad Oeynhausen (Nordrhein-Westfalen)	
Fruchtfolge:	Getreide - Klee gras - Körnerleguminosen - Hanf - Getreide - (Getreide)	
Stoppelbearbeitung:	betriebsüblich (Flügelschar-Grubber, doppelt; Arbeitstiefe 10 cm)	
Prüf glied:	Grundbodenbearbeitung	
Vorfrucht/Nachfrucht:	Triticale/Ackerbohnen	
Bearbeitungsvarianten	Bearbeitungstiefe (cm)	Zeitpunkt
	(1./2. Bearbeitung)	
a) Flügelschar-Grubber	15/15	Frühjahr
b) Ökomat-System	15/25	Herbst
c) Arado-Häufelpflug	25/25	Herbst

Vorteil, dass der Oberboden flach gewendet, der Unterboden aber gleichzeitig krumentief gelockert wird. Dieses wird durch ein zusätzlich montiertes Pflugschar gewährleistet, das im Unterboden arbeitet. Eine Acker-Kratzdistelbekämpfung findet somit an der Oberfläche, zusätzlich aber auch im Unterboden statt. Die schneidende Wirkung der Pflugschare sollte den Bekämpfungserfolg deutlich erhöhen.

Das Ökomat-System ist eine Bestell-Kombination, bestehend aus einem 3-scharigen Grubber und einer mechanischen aufgesattelten Drillmaschine. Es kann sowohl zur Stoppel- als auch zur Grundbodenbearbeitung eingesetzt werden. Bei entsprechender Schlepperleistung kann es ebenfalls zur Unterbodenlockerung genutzt werden. Die drei großen, flach angestellten Flügelschare gewährleisten ein breitflächiges Unterschneiden des Bodens. Die Schare arbeiten bei entsprechend eingestellter Arbeitstiefe unterhalb der Pflugsohle und gewährleisten somit eine Acker-Kratzdistelbekämpfung im Unterboden. Die großflächig schneidende Wirkung der Schare lässt einen hohen Bekämpfungserfolg gegen die Acker-Kratzdistel erwarten.

Je nach vorhandener Technik wurden die verschiedenen Geräte in den einzelnen Betrieben getestet. Unbearbeitete Kontrollvarianten wurden nicht in das Versuchsprogramm aufgenommen, da diese nicht einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung entsprechen. Alle weiteren acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen, inklusive der Stoppelbearbeitung, erfolgten praxisüblich.

Insgesamt wurden vier Versuche in drei verschiedenen Praxisbetrieben angelegt. Hierfür wurden Flächen ausgewählt, die mindestens 5 Jahre lang ökologisch bewirtschaftet wurden und einen starken und relativ gleichmäßig verteilten Acker-Kratzdistelbesatz aufweisen.

Die Anlage der Versuche erfolgte in Form einer ein-faktoriellen Streifenanlage mit dreifacher unechter Wiederholung. Als Maßstab zur Beurteilung der Wirksamkeit einer Bodenbearbeitung wurde die Anzahl vorhandener Disteltriebe an 25 fest eingemessenen Stellen auf einer Fläche von je 0,25 m² bestimmt. Dieses erfolgte erstmalig zur Ernte, anschließend zu jeder folgenden Bodenbearbeitung. Weitere Bonituren sind in regelmäßigen Abständen geplant.

Tabelle 4:

Betriebliche Kenndaten und geplante Grundbodenbearbeitungsvarianten zur Regulierung der Acker-Kratzdistel im Betrieb B

Standort:	Bentrop (Nordrhein-Westfalen)	
Fruchtfolge:	Klee gras - Raps - Getreide - Körnerleguminosen - Getreide	
Stoppelbearbeitung:	ohne (nur Versuchsfläche)	
Prüf glied:	Grundbodenbearbeitung	
Vorfrucht/Nachfrucht:	Dinkel mit Klee gras-Untersaat/Leguminosen-Gemenge	
Bearbeitungsvarianten	Bearbeitungstiefe (cm)	Zeitpunkt
	(1./2. Bearbeitung)	
a) Pflug	25	Frühjahr
b) Zwei-Schichtenpflug	30	Frühjahr
c) Arado-Häufelpflug	25/25	Frühjahr

Tabelle 5:

Betriebliche Kenndaten und geplante Grundbodenbearbeitungsvarianten zur Regulierung der Acker-Kratzdistel im Betrieb C

Standort:	Mittelsömmern (Thüringen)	
Fruchtfolge:	Körnerleguminosen - Kartoffel - Getreide - Gemüse/Gewürzpflanzen	
Stoppelbearbeitung:	Grubber (Flügelschar), Scheibenegge; doppelt (Arbeitstiefe 10 bzw. 5 cm)	
Prüflieder:	Grundbodenbearbeitung	
Vorfrucht/Nachfrucht (1):	Erbsen/Kartoffeln	
Vorfrucht/Nachfrucht (2):	Ackerbohnen/Kartoffeln	
Bearbeitungsvarianten	Bearbeitungstiefe (cm)	Zeitpunkt
Vorfrucht: (1) Erbsen		
a) Pflug	25	Herbst
b) Zwei-Schichtenpflug	20 + 12	Herbst
Vorfrucht: (2) Ackerbohnen		
a) Pflug	25	Herbst
b) Zwei-Schichtenpflug	20 + 12	Herbst

Die Betriebe und die auf den jeweiligen Standorten untersuchten Prüfvarianten werden tabellarisch beschrieben (Tab. 3-5). Bei allen drei Betrieben handelt es sich um viehlose Ackerbaubetriebe mit entsprechend geringer Feldfutterfläche.

Im Betrieb A war die Grundbodenbearbeitung mit dem Arado-Häufelpflug und dem Ökomat-System im Herbst 2002 bereits erfolgt. Die Grundbodenbearbeitung mit dem Flügelschar-Grubber und das Unterschneiden der Dämme nach der oben geschilderten Methode sind für das Frühjahr 2003 geplant. Voraussetzung für ein erfolgreiches Unterschneiden ist, dass bei frühem Vegetationsbeginn die Befahrbarkeit des Bodens gewährleistet ist. Dieses ist zu gegebenem Zeitpunkt zu prüfen.

Anders als in den übrigen drei Versuchen fand auf der Versuchsfläche im Praxisbetrieb B nach der Ernte keine Stoppelbearbeitung statt. Die Klee grasuntersaat hatte sich vergleichsweise gut etabliert und sorgte bis in den Winter hinein für eine gute und gleichmäßige

Bodenbedeckung. Die Grundbodenbearbeitung ist, wie nachfolgend beschrieben, zur kommenden Aussaat im Frühjahr 2003 geplant.

Auf den Versuchsflächen im Praxisbetrieb C wurde in Ergänzung zu den Bodenbearbeitungsvarianten "Pflug" (a) und "Zwei-Schichtenpflug" (b) zusätzlich der Einfluss verschiedener Vorfrüchte zur Distelregulierung geprüft. Der Pflug und der Zwei-Schichtenpflug wurden dabei jeweils nach Erbsen und nach Ackerbohnen eingesetzt. Die verschiedenen Vorfrüchte lassen aufgrund ihrer unterschiedlichen Konkurrenzkraft ein verschieden starkes Auftreten der Acker-Kratzdistel erwarten. Als Nachfrucht sind auf diesen Flächen Kartoffeln geplant.

Da die Versuche erst im Herbst des Jahres 2002 angelegt wurden, ist eine vollständige Auswertung erst im Sommer 2003 möglich. Dennoch lassen sich auf der Versuchsfläche im Praxisbetrieb A erste Tendenzen bezüglich einer Acker-Kratzdistelregulierung erkennen (Abb. 3).

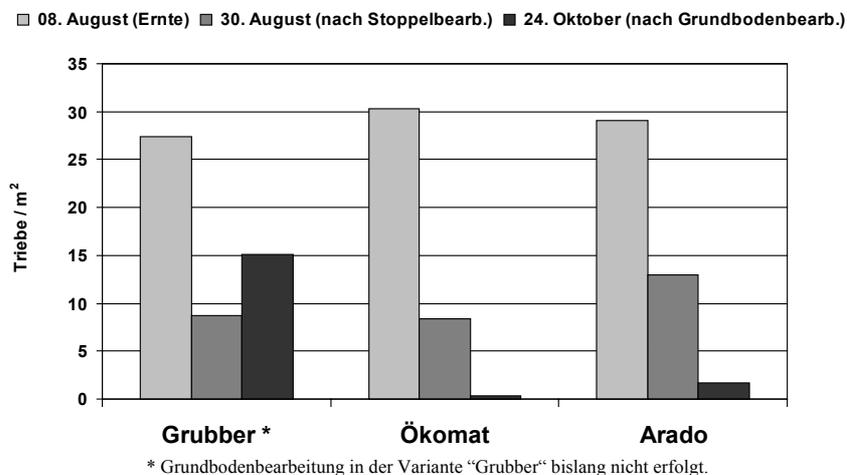


Abbildung 3:

Besatz mit Acker-Kratzdistel nach unterschiedlicher Grundbodenbearbeitung (Triebe/m²)

Der Ausgangsbesatz mit Acker-Kratzdistel war hier, wie auch auf den anderen Versuchsflächen, zum Zeitpunkt der Ernte sehr hoch (> 25 Triebe/m²). Die nachfolgende Stoppelbearbeitung trug erwartungsgemäß zu einer deutlichen Reduktion des Besatzes bei.

Ferner zeigte sich, dass die nachfolgende Grundbodenbearbeitung mit dem Ökomat-System den Acker-Kratzdistelbesatz tendenziell stärker zu reduzieren vermochte als eine Bearbeitung mit dem Arado-Häufelpflug. Hier war zu beobachten, dass in der Variante „Arado-Häufelpflug“ Wurzeln der Acker-Kratzdistel zwar ausgegraben, nicht aber zerschnitten wurden. Einige dieser Pflanzen wuchsen auf den schweren Böden des Praxisbetriebes nach einem Niederschlag wieder an. Dieses erklärt den geringfügig höheren Acker-Kratzdistelbesatz in dieser Variante. Nachfolgende Trockenheit könnte allerdings zu anderen Ergebnissen führen.

Da in der betriebsüblichen Vergleichsvariante „Grubber“ bislang noch keine Grundbodenbearbeitung vorgenommen wurde, lässt sich diesbezüglich noch keine Aussage treffen. Auf den übrigen Betrieben sind Aussagen zu Ergebnissen erst im Sommer 2003 möglich. Auffällig war auf der Versuchsfläche des Praxisbetriebes A ein starkes Auftreten von Ampferpflanzen (*Rumex obtusifolius*).

Literatur

- Pötsch E, Buchgraber K, Krautzer B, Bohner A, Gerl S** (2001) Der Ampfer – die Problempflanze im Grünland. Der fortschrittliche Landwirt. 8/2001:25-35
- Klapp E** (1954) Wiesen und Weiden. Berlin und Hamburg: Paul Parey
- Pötsch E** (2001) Wissenswertes zur mechanischen und chemischen Ampferbekämpfung. 7. Alpenländisches Expertenforum „Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland – Schwerpunkt Ampfer“. Tagungsbericht, BAL Gumpenstein, Irnding, 75-81
- Elsässer M** (2002) Stumpfblättriger Ampfer – Biologie, Vermeidung, Bekämpfung. Merkblätter für die umweltgerechte Landbewirtschaftung, Nr. 22: Grünland, Unkrautbekämpfung, Landesanstalt für Pflanzenbau Rheinstetten
- Elsässer M** (2003) Überlegungen zur nachhaltigen Unterdrückung und Bekämpfung von Stumpfblättrigen Ampfer. Landbauforsch Völkenrode SH 255:69-72

2 Fachbeiträge

2.1 Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*)

2.1.1 Biologie

2.1.1.1 Ausbreitungsbiologie der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.)

von Franziska Mayer¹ und Harald Albrecht²

Zusammenfassung

Nachdem *Cirsium arvense* in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu einem der gefürchtesten Ackerunkräuter geworden war, ihr Vorkommen bis zu den 90er Jahren aber wieder rückläufig wurde, gibt es nun Hinweise darauf, dass die Art seit Beginn der 90er Jahre zumindest regional wieder zunimmt. Deshalb soll die vorliegende Arbeit einen Überblick über den Kenntnisstand zur Ausbreitungsbiologie der Acker-Kratzdistel geben.

C. arvense weist eine besonders breite ökologische Amplitude auf, weshalb sich Populationen aus zahlreichen Lebensräumen in Ackerflächen hinein ausbreiten können.

Für eine erfolgreiche vegetative Ausbreitung bieten das schnelle Wurzelwachstum und die äußerst regenerationsfähigen Wurzeln gute Voraussetzungen. Kleinste Wurzelstücke, die z. B. von Bodenbearbeitungsgeräten verschleppt werden, können neue Triebe bilden.

Grundlage für eine erfolgreiche generative Ausbreitung ist zunächst der Befruchtungserfolg der diözischen Art. Dazu sind ein ausgewogenes Verhältnis zwischen weiblichen und männlichen Trieben und eine für Insekten überwindbare Distanz zwischen beiden nötig. Beide Voraussetzungen sind meist gegeben, so dass im Mittel 15.000 gut entwickelte Achänen pro m² gebildet werden. Etwa die Hälfte davon verlässt das Distelköpfchen zusammen mit einem Pappus. Dass diese generativen Diasporen zur anemochoren Fernausbreitung fähig sind, konnte in verschiedenen Samenfallenversuchen nachgewiesen werden. Eine Modellierung dieses Ausbreitungsprozesses ist wegen der komplexen Strömungsverhältnisse während des Fluges allerdings schwierig.

Die eigentlichen Schwierigkeiten bei der Neubesiedlung von Standorten scheinen für *C. arvense* weniger in der Ausbreitung als in der Keimung und Etablierung zu liegen. Die optimale Keimtemperatur des Lichtkeimers liegt bei 25-30°C. Im Freiland werden relativ selten Keimlinge beobachtet.

Nach Hodgson und Grime (1990) sind es vor allem die Arten mit einem hohen Ausbreitungspotential in Raum und Zeit, die sich erfolgreich in unserer heutigen Kulturlandschaft behaupten. Die Acker-Kratzdistel kombiniert diese räumliche Ausbreitungsfähig-

keit mit einer weiten ökologischen Amplitude und ausdauernden, regenerationsfreudigen Wurzeln, wodurch ihre Populationen besser an häufige und intensive Störungen angepasst sind als die der meisten anderen Ackerwildpflanzen.

Einleitung

1929 schreibt Gustav Hegi in der illustrierten Flora von Mitteleuropa über die Acker-Kratzdistel: „Sie ... tritt bisweilen in solchen Mengen auf, dass im Frühsommer zur Feldbereinigung ganze Wagenladungen weggefahren werden.“ Er bewertet die Art als eines der „lästigsten landwirtschaftlichen Unkräuter“. Erste Vegetationsaufnahmen aus den 30er bis 50er Jahren bestätigen diese Angaben (Tüxen 1937, Oberdorfer 1957). Für die Zeit zwischen den 60er und 90er Jahren belegen dann Untersuchungen zur Veränderung der Wildpflanzenvegetation aus mehreren Teilen Deutschlands einen deutlichen Rückgang der Vorkommen (Albrecht 1995). Maßgeblich beteiligt an dieser Entwicklung war sicher die große Effizienz der seit Ende der 50er Jahre eingesetzten Herbizide (Koch und Hurler 1978). Es gibt Hinweise darauf, dass seit Beginn der 90er Jahre die Art zumindest regional wieder zunimmt. Als Ursachen werden die Flächenstilllegung (Hintzsche und Pallutt 1995), reduzierte Bodenbearbeitung (Staniforth und Wiese 1985, Hintzsche und Pallutt 1995), Veränderungen im Spektrum eingesetzter Herbizide (Häni und Zürcher 2000) und der ökologische Landbau (Belde *et al.* 2002) genannt. Da im ökologischen Landbau die Auswahl an Regulierungsmöglichkeiten gegenüber konventionellen Systemen deutlich eingeschränkt ist, muss die gesamte Bewirtschaftung darauf ausgerichtet sein, die Ausbreitung und Etablierung von *C. arvense* zu verhindern. Dafür sind detaillierte Kenntnisse zur Populationsökologie nötig. Deshalb soll die vorliegende Arbeit einen Überblick über den Kenntnisstand zur Ausbreitungsbiologie der Acker-Kratzdistel geben. Den Schwerpunkt bilden dabei neuere Untersuchungen aus Mitteleuropa. Ergänzt wird der Beitrag durch Angaben zum Stoffhaushalt von *C. arvense* von Hartl (2003).

Standortansprüche und Verbreitung

C. arvense weist eine besonders breite ökologische Amplitude auf. Dies wird von Tab. 1 belegt. Praktisch alle Standorte können besiedelt werden. Nur auf trockenen und nährstoffarmen Sanden wurden geringere Frequenzen und eine reduzierte Vitalität beobachtet.

¹ Lehrstuhl für Grünlandlehre, TU-München-Weihenstephan, D-85350 Freising

² Lehrstuhl für Vegetationsökologie, TU-München-Weihenstephan, D-85350 Freising

Tabelle 1:

Bindung von *C. arvense* an Bodeneigenschaften. Erhebungen aus 141 Ackerflächen in Bayern (Albrecht 1989). Nur auf nährstoffarmen Sanden ist die Art seltener zu finden. Häufigkeit: ● < 8% der Vorkommen; ● 8-15% der Vorkommen; ● 15-30% der Vorkommen; ● > 30% der Vorkommen

Bodenart		Sand ●	Lehm ●	Schluff ●	Ton ●	
pH	(CAL)	4,0-4,9 ●	5,0-5,9 ●	6,0-6,9 ●	7,0-7,9 ●	
K ₂ O	(mg/100g Boden)	3-7 ●	8-14 ●	15-30 ●	31-45 ●	>45 ●
P ₂ O ₅	(mg/100g Boden)	3-7 ●	8-14 ●	15-25 ●	26-40 ●	>40 ●
Org. Substanz (%)		<2,1 ●	2,1-3,0 ●	3,1-4,0 ●	>4,0 ●	
Bodenzahl		20-35 ●	36-50 ●	51-65 ●	66-80 ●	

Wie auch andere nitrophytische Ackerwildpflanzen, z. B. *Galium aparine*, ist die Acker-Kratzdistel in der Lage, auch außerhalb der Äcker zu existieren. Neben Ackerflächen werden Uferbereiche, Waldschläge, Viehweiden und Ruderalfluren besiedelt (Hegi 1929). Dies eröffnet ihr theoretisch die Möglichkeit, dass sich Populationen aus Waldschlägen etc. auch in Ackerflächen hinein ausbreiten. Eine gute Nährstoffversorgung liegt i. d. R. in allen genannten Lebensräumen vor; die Etablierung der Art wird durch offenen Boden nach Bodenverletzungen, die diese Lebensräume ebenfalls gemein haben, besonders begünstigt. Hat sich *C. arvense* einmal etabliert, kann sie sich sehr lange im Bestand halten. Zwar wird die höchste Stetigkeit und Artmächtigkeit auf stillgelegten Äckern schon im 4. bis 9. Brachejahr erreicht (Schmidt 1981, Wild 1997, Albrecht unveröff.), aber erst das Aufkommen von Gehölzen scheint der lichtbedürftigen Art endgültig die Existenzgrundlage zu entziehen.

Vegetative Ausbreitung

Nach Angaben von Chancellor (1970) beträgt das maximale jährliche Wachstum älterer Wurzeln von *C. arvense* 12 m; das Wachstum einjähriger Wurzeln ist mit 1,5 m deutlich geringer. Die Hauptwurzelmasse liegt nach Stach (1996) in einer Bodentiefe von 25-75 cm, nach Hodgson (1968) dagegen nur zwischen 8 und 23 cm. Von den Wurzeln gehen kräftige Triebe zur Bodenoberfläche, die sich in den oberirdischen Trieben fortsetzen. Untersuchungen von Stach (1996) zeigen, dass ein m³ Boden bis zu 400 m Wurzeln enthält. Ein Klon kann bis zu 6 m² pro Jahr neu besiedeln.

In einem Modellversuch mit Wurzelstücken von *Aegopodium podagraria* untersuchte Mayer (2000) die vegetative Ausbreitung durch Bodenbearbeitungsgeräte. Geprüft wurden Pflug, Schwergrubber, Fräse, Kreiselegge und Striegel. Die Wurzelstücke wurden über die gesamte Arbeitsbreite dieser Geräte auf 12-15 cm Tiefe im Boden vergraben. Die weiteste gemessene Ausbreitungsdistanz wurde beim Einsatz des

Schwergrubbers erreicht, der mit zwölf ± senkrecht stehenden Scharen und 20 cm Bearbeitungstiefe die Wurzelstücke offenbar besonders gut erfasste. Bis in 5,5 m Entfernung vom Depositionsort wurden austreibende Wurzelstücke von *A. podagraria* gefunden. Beim Pflug, der nur fünf spitz in Bearbeitungsrichtung zulaufende Schare besitzt, wurden Wurzelfragmente bis zu 2,5 m weit transportiert. Bei Fräse, Kreiselegge und Striegel wurde keine entsprechende Verfrachtung beobachtet.

Generell lässt sich folgern, dass sich Wurzelstücke durch den einmaligen Einsatz der genannten Geräte kaum weiter ausbreiten als durch natürliches Längenwachstum. Ändern kann sich diese Situation allerdings, wenn mehrere Geräte in Kombination eingesetzt werden. So könnte z. B. der Pflug Wurzelstücke an die Bodenoberfläche bringen und eine anschließende Bearbeitung mit einer Egge diese dann über weitere Distanzen verschleppen.

Eine weitere Gefahr der Ausbreitung durch Bodenbearbeitungsgeräte besteht in der Wurzelübertragung von Feld zu Feld. Hier sind vermutlich wiederum Pflug und Schwergrubber die wichtigeren Vektoren, da ihnen bei der Bodenbearbeitung besonders viel Boden anhaftet. Folgende Bodenmengen wurden von den einzelnen Geräten transportiert (TS): Pflug 35,4 kg, Schwergrubber 14,0 kg, Fräse 3,0 kg, Kreiselegge 1,6 kg und Striegel 0,5 kg (Mayer 2000). Dass die Distelklone bevorzugt im Randbereich von Ackerflächen stehen, wo die Geräte am Ende der Bodenbearbeitung aus dem Boden gehoben werden, erhöht das Risiko einer Verschleppung. Ein häufigerer Transport von Wurzelstücken über Ackergrenzen hinweg könnte auch eine der Ursachen sein, weshalb sich die meisten Distelklone innerhalb von Ackerflächen genetisch deutlich voneinander unterscheiden (Hettwer und Steinmann 2002). Für eine erfolgreiche Etablierung genügen bereits kleinste Wurzelstücke. So stellte Hamdoun (1972) fest, dass sich schon Wurzelfragmente mit 3,5 mm Radius und 2,5 cm Länge zu 100 % regenerieren können. Und sogar Stücke mit nur 0,5 cm Länge waren noch zu 10 % in der Lage auszu-

treiben. Solche kurzen Wurzelfragmente benötigen allerdings mehrere Jahre, um ihren maximalen jährlichen Zuwachs zu erreichen.

Generative Vermehrung und Ausbreitung

1 Bestäubung

Die Acker-Kratzdistel ist getrenntgeschlechtlich zweihäusig, die Bestäubung erfolgt vor allem durch Insekten. Eine günstige räumliche Verteilung männlicher und weiblicher Pflanzen ist deshalb eine wichtige Voraussetzung für eine Befruchtung. Eine Kartierung von 110 ha landwirtschaftlicher Nutzflächen im oberbayerischen Tertiärhügelland durch Mayer

(2000) (vgl. Abb. 1) ergab ein Verhältnis zwischen der Deckung männlicher und weiblicher Klone von ca. 1:4. Mit einem Verhältnis von 1:3 fanden Häni und Zürcher (2000) in den schweizerischen Kantonen Bern und Schaffhausen sowie Bakker (1960) in den Niederlanden nahezu identische Relationen. Oesau (1992) konnte dagegen im Raum Bad Kreuznach lediglich einen männlichen auf 300 weibliche Triebe beobachten. Der Abstand von Pflanzen beider Geschlechter betrug bei Mayer (2000) i. d. R. weniger als 100 m, was nach Häni und Zürcher (2000) in etwa den maximalen Flugdistanzen blütenbesuchender Insekten entspricht. Die Befruchtung von Oesau

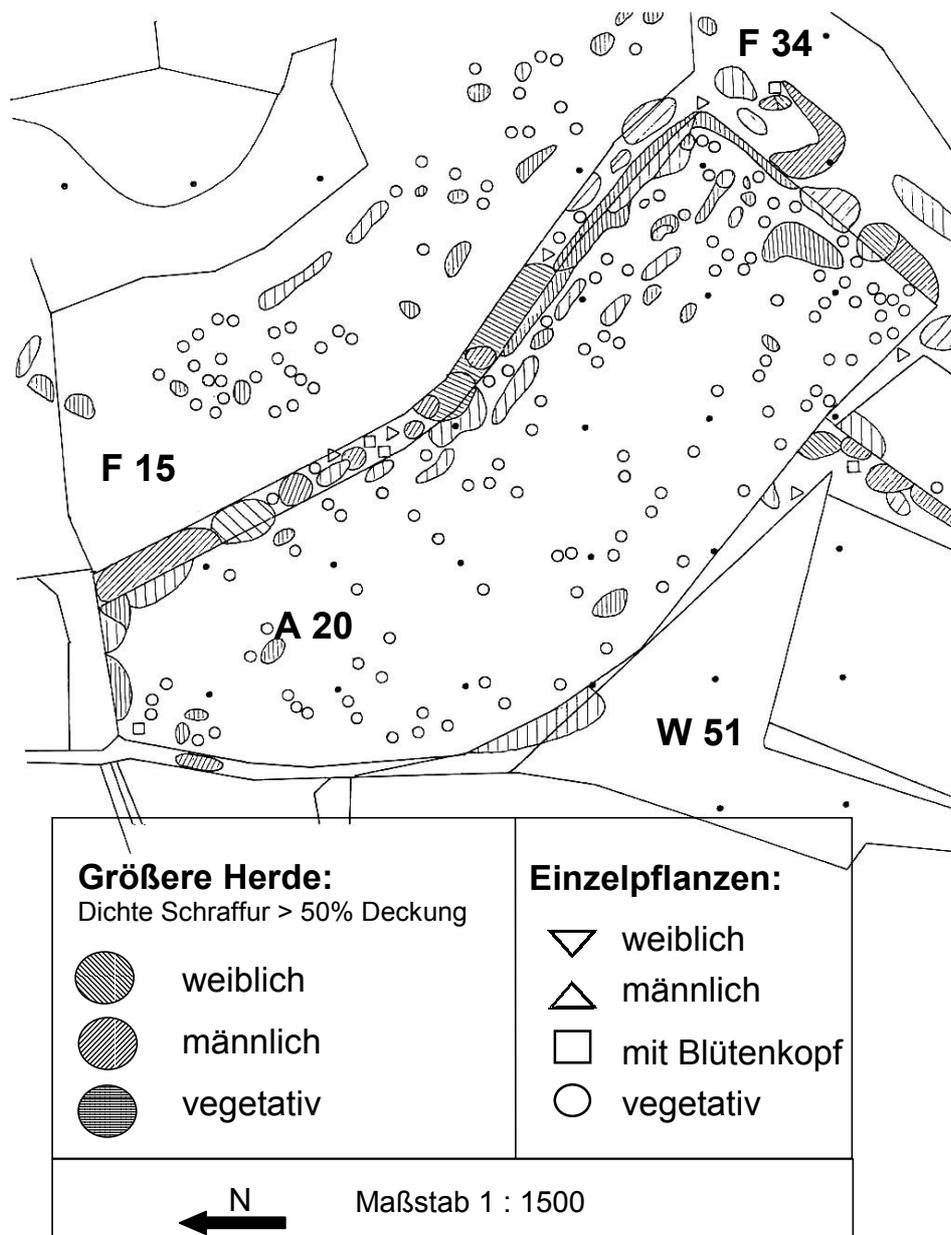


Abbildung 1:
Distelkartierung in einem ca. 6 ha großen Ausschnitt der FAM-Versuchsstation Scheyern (aus Mayer 2000).
Erhebungszeit: August 1997. A = Ackerflächen, F = Ackerbrache, W = Grünland.

(1992), weibliche Blüten würden aufgrund der geringen Zahl männlicher Pollenspender nur teilweise befruchtet, wird somit nicht bestätigt. Aufgrund ihres aromatischen Duftes sind die weiblichen Blüten für zahlreiche Blütenbesucher besonders attraktiv (Derscheid und Schultz 1960).

pro m². Da viele Achänen unbefruchtet bleiben oder kein Endosperm einlagern und deshalb verkümmern, geben die Autoren i. d. R. auch die Zahl gut entwickelter (=lebensfähiger) Achänen an. Sie liegt im Mittel aller Angaben bei 15.000 pro m². Bei den meisten der in Tab. 2 untersuchten Klone handelt es sich

Tabelle 2:
Literaturangaben zur Achänenproduktion von *C. arvensis*.

	Triebe / m ²	Köpfchen / Trieb	Achänen / Kopf	Gesamtzahl Achänen / m ²	Gut entwickelte Achänen / m ²
Mikulka (1982)			47+ 39 ³⁾		
Lloyd & Myall(1976)		18	80		
Amor & Harris(1974)	12	45	35	20175	16206
Bostock & Benton(1979)		23			
v. Leeuwen(1987 ⁴⁾)		2 - 5			900 - 1200
Hayden (1934)			39		
Bakker (1960)	11 ¹⁾ 39 ²⁾	18 ¹⁾ 41 ²⁾	21 ¹⁾ 59 ²⁾	4198 ¹⁾ 9434 ²⁾	42 ¹⁾ 30189 ²⁾
Derscheid & Schultz(1960)			46 - 77		
Zwerger (1996)		59	32		
Oesau (1998)				39000	
Detmers (1927)		100			
Häni & Zürcher(2000)	36.3	37.6	22.8		14190
Mayer (2000)	11.5	24.5	54+31 ³⁾	23890	15172
Median	25	40	50	31000	15000

1) beschattet; 2) voll belichtet; 3) gut entwickelte + verkümmerte Achänen; 4) in Heimann und Cussans (1996)

2 Achänenbildung

Die Bildung generativer Diasporen gehört bei *C. arvensis* zu den am besten untersuchten reproduktionsbiologischen Merkmalen. Aus den in Tab. 2 aufgelisteten Literaturangaben ergibt sich für die Zahl an weiblichen Trieben ein Medianwert von 25 pro m², wobei jeder Trieb im Mittel 40 Köpfchen bildet. Die Zahl der Achänen pro Köpfchen liegt im Durchschnitt bei 50. Auf die Fläche bezogen kommen die Autoren auf eine Dichte von 31.000 gebildeten Achänen

um Exemplare aus Ackerbrachen. Obwohl *C. arvensis* hier meist ungehindert ausreifen kann, liegen die gefundenen Diasporenmengen weit unter dem, was annuelle Ackerwildpflanzen in frühen Stadien der Sekundärsukzession produzieren. So berichten Tischew und Schmiedeknecht (1993) von einjährigen Brachen im mitteldeutschen Trockengebiet, wo annuelle Wildpflanzen in ungedüngten Parzellen 420.000 und in gedüngten sogar 750.000 Diasporen m⁻² bildeten. Untersuchungen von Zwerger (1996)



Abbildung 2:

Freisetzung von Achänen und Flugschirmen vom Blütenboden nach Trocknung bei 30°C (nach Mayer 2000). 49 % aller Achänen waren gut ausgebildet und lösten sich nach Trocknung mit Flugschirm von der Mutterpflanze

zeigten, dass die Blütenstände von *C. arvensis* auf normal bewirtschafteten Ackerflächen noch deutlich weniger Achänen hervorbrachten als die in Ackerbrachen.

Dass außer direkten Bewirtschaftungseinflüssen auch die ungünstigen Lichtverhältnisse in Kulturpflanzenbeständen die generative Entwicklung der Disteln beeinträchtigen könnten, suggerieren die Ergebnisse von Bakker (1960; vgl. Tab. 2). Er fand bei beschatteten Distelpflanzen einen wesentlich geringeren Fruchtansatz als bei voll belichteten. Die Literaturübersicht von Heimann und Coussans (1996) belegt, dass auch Prädation die Diasporenproduktion stark verringern kann.

3 Freisetzung generativer Diasporen

Bakker (1960) und Oesau (1998) fanden im Freiland zahlreiche Distelköpfchen, von denen sich zwar die Pappi, nicht aber die Achänen gelöst hatten. Daraus könnte man schließen, dass die Diasporen von *C. arvensis* trotz ihres Flugapparates nicht für eine Windausbreitung geeignet sind.

Die Freisetzung der Diasporen von der Mutterpflanze wurde von Mayer (2000) näher untersucht. Dazu wurden insgesamt 217 Blütenköpfchen bei 30°C im Trockenschrank getrocknet. Nach der Trocknung waren es 49 % aller vorhandenen Achänen, die gut ausgebildet waren, einen Pappus besaßen und sich

vom Blütenboden gelöst hatten (Abb. 2). Offensichtlich begünstigt also trockene und warme Witterung – wie sie oft zur Fruchtzeit von *C. arvensis* herrscht – die Freisetzung von Achänen mit Flugschirmen. Nur in trockenem Zustand geht der Pappus von *C. arvensis* in die Kugelform über, die ihm optimale Flugeigenschaften verleiht; zudem wird erst durch die Kugelbildung des Pappus die Achäne vom Köpfchenboden abgehoben, nachdem sie sich – ebenfalls durch trockene Bedingungen – von demselben gelöst hatte. Generell hätte damit die zur Fruchtzeit herrschende Witterung entscheidenden Einfluss darauf, inwieweit sich Achänen mit Flugschirmen vom Blütenboden lösen.

4 Windausbreitung generativer Diasporen

Oesau (1998) führte einen Freilandversuch zur Windausbreitung generativer Diasporen durch, bei dem sowohl der Niederschlag von Diasporen (Achäne mit Pappus) als auch der von Achänen ohne Flugschirm erfasst wurde. Die Samenfallen wurden unmittelbar neben dem Distelbestand, in 2,5 m Abstand und dann in 10-Meter-Schritten bis auf 52,5 m Entfernung von der Mutterpflanze aufgestellt. Wie Abb. 3 zeigt, flogen 50 % der Diasporen und 80 % der Achänen nicht weiter als bis zum Rand des Distelherdes. Die Häufigkeitsverteilung der Fangergebnisse außerhalb des Distelherdes entspricht einer asymptotischen Funk-

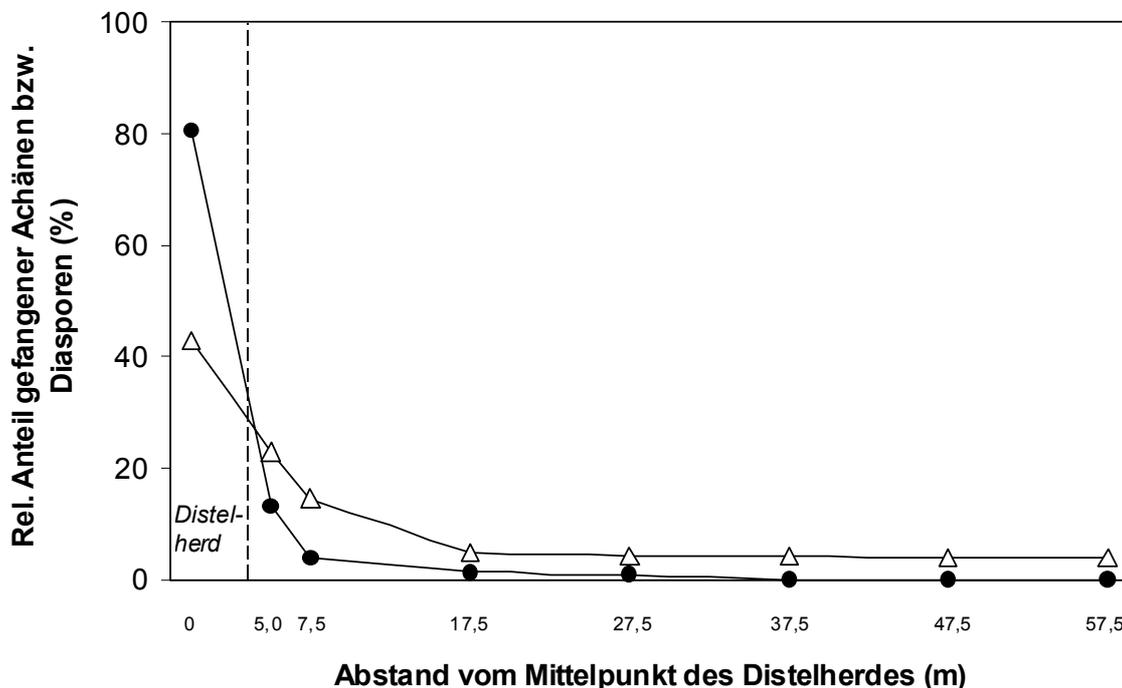


Abbildung 3:

Niederschlag von Achänen (—●—) und Diasporen (—△— Achäne mit Pappus) in Hauptwindrichtung bis 57,5 m Abstand vom Mittelpunkt der Diasporenquelle (nach Oesau 1998). Zwar findet der größte Teil des Diasporenniederschlags in unmittelbarer Nähe der Mutterpflanzen statt, es sind aber auch in 57,5 m Entfernung noch Einträge messbar

tion, welche sich nur langsam dem Nullwert annähert. So wurde auch in 52,5 m Entfernung von der Ausbreitungsquelle noch ein Niederschlag von 145 Diasporen/m² festgestellt.

Untersuchungen von Mayer (2000) sollten zeigen, ob sich dieser Kurvenverlauf auch auf größere Ausbreitungsdistanzen, die für die Neubesiedlung von Ackerflächen entscheidende Bedeutung haben können, extrapolieren lässt. In Abb. 4 sind die Fangergebnisse aus einem von vier Freilandexperimenten zu sehen. Wie bei den anderen drei Versuchen konnten auch hier keine Gesetzmäßigkeiten zum Niederschlag fernverbreiteter Diasporen gefunden werden. Im Gegenteil: Bei Experiment 4 wurde sogar in einer mit 139 m besonders weit entfernten Falle der höchste Diasporeneintrag festgestellt.

Derartige Samenfallenexperimente im Freiland sind mit sehr komplexen äußeren Bedingungen verbunden, die in ihrer Gesamtheit kaum erfassbar sind. Sie sind somit als Grundlage für eine Modellierung des Ausbreitungsvorgangs schlecht geeignet. Deshalb wurde von Mayer (2000) zusätzlich die Sinkgeschwindigkeit der Diasporen gemessen und ein Windkanalexperiment durchgeführt, bei dem sämtliche Einflussfaktoren kontrolliert wurden. Die Windkanalflüge zeigten, dass die Sinkgeschwindigkeit der Diasporen durch die horizontale Anströmung – vertikale Luftbewegungen wurden völlig ausgeschlossen – vermindert wird. Die Erkenntnisse aus dem Windkanal wurden zur Erklärung der Samenfallenergebnisse herangezogen, was Aufschluss darüber geben sollte, in-

wieweit sie zur Modellierung der Ausbreitung geeignet sind. Die unter windstillen Bedingungen gemessene Sinkgeschwindigkeit (c) lag bei $0,2 \text{ ms}^{-1}$ (Standardabweichung: $0,03 \text{ ms}^{-1}$). Bei einer Windgeschwindigkeit von $2,1 \text{ ms}^{-1}$ verringerte sich die Sinkgeschwindigkeit auf $0,18 \text{ ms}^{-1}$.

Bezogen auf die im Samenfallenversuch gemessene Windgeschwindigkeit $u = 2,25 \text{ ms}^{-1}$ und eine Abflughöhe $h = 1,50 \text{ m}$ ergibt sich mit Hilfe des einfachen linearen Modells $x = (h \cdot u) / c$ eine Flugdistanz von $x = 18,75 \text{ m}$. Dieses Beispiel zeigt, dass mit einem solchen linearen Modell Ausbreitungsdistanzen von 139 m nicht zu erklären sind. Deshalb wurden in einem weiteren Modell parabolische Flugbahnen nach Rombakis (1947; in Geiger 1961) berechnet, die über den turbulenten Diffusionskoeffizient (A) auch Aufwinde mit einbezieht. Wie Abb. 5 zeigt, müssten die Diasporen in diesem Fall nach dem Abflug durch Aufwinde fast 2,3 m vom Blütenköpfchen emporgehoben werden, um eine Distanz von 139 m zu überwinden. Wahrscheinlicher als ein einmaliges Anheben am Start ist allerdings ein wiederholtes Aufsteigen der Diasporen im Laufe ihres Fluges.

5 Keimung und Etablierung

Da *C. arvense* ein Lichtkeimer ist (Heimann und Coussans 1996), können sich ihre Keimlinge nur an besonders einstrahlungsbegünstigten Standorten wie abgeernteten Feldern, Narbenverletzungen in Weiden oder an besonnten Uferböschungen etablieren. Im Gegensatz zum Gewächshaus, wo bei guter Ressour-

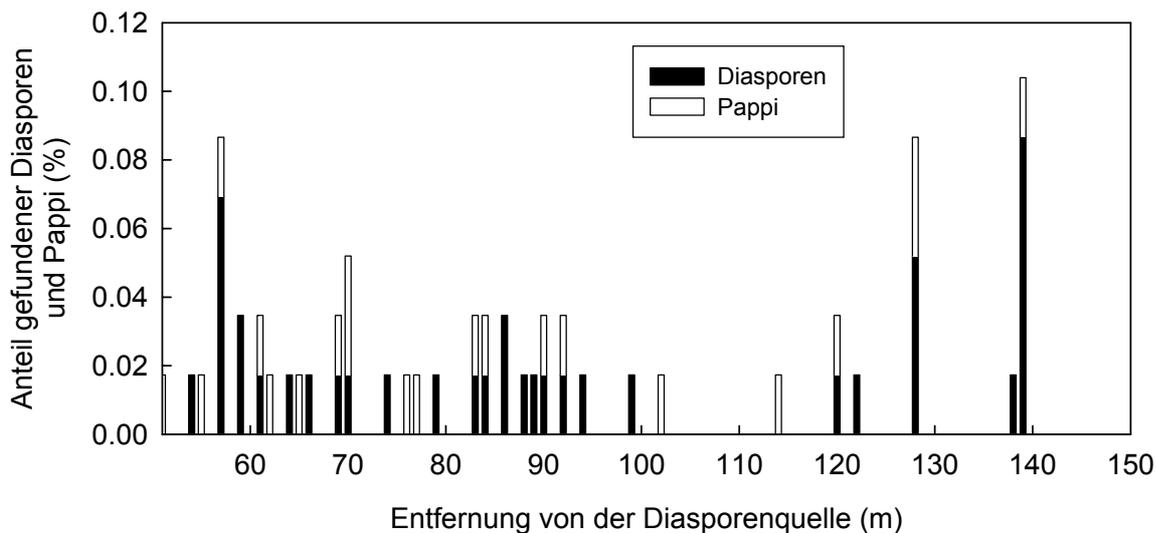


Abbildung 4: Fernausbreitung (50 – 150 m) von Achänen und Pappi in einem Freilandexperiment von Mayer (2000). Der Diasporenniederschlag zeigt keine Regelmäßigkeiten; in der 139 m entfernten Falle werden sogar die höchsten Achäneneinträge gemessen

cenversorgung hohe Keimraten erreicht werden (Zwenger 1996), sind die Keimungserfolge im Freiland eher bescheiden.

Häni und Zürcher (2000) beobachtete hier 21 % und Amor und Harris (1975) sogar nur 6 - 12 % Keimung. Holzner (1981) schreibt, dass Keimlinge von *C. arvensis* äußerst empfindlich auf Beschattung, Austrocknung, Bodenverdichtung, Pilzbefall und mechanische Beschädigung reagieren. Oesau (1992) fand bei einer Auszählung auf einer Fläche von 750 m² nur vier Keimlinge. Diese Beobachtungen führen zu der Vermutung, dass es weniger Probleme bei der Diasporenbildung und -freisetzung als viel mehr bei der Keimlingsetablierung sind, welche die generative Ausbreitung von Distel-Populationen limitieren.

Darüber, ob die Keimung bereits kurz nach der Bildung der Achänen im Spätsommer oder erst im Folgejahr erfolgt, bieten die Literaturangaben keine eindeutigen Informationen. Bakker (1960) und Roberts und Chancellor (1979) geben an, dass die Keimung im Herbst nur geringe Bedeutung hat und dass Keimlinge nicht in der Lage sind, den Winter zu überstehen. Hauptkeimzeit ist demnach im April und Mai. Häni und Zürcher beschreiben dagegen einen Freilandversuch, bei dem nach Aussaat von 100 Achänen

im Herbst 21 Keimlinge aufkamen; im nächsten Frühjahr wurden 37 Triebe gezählt. Allerdings konnten die Autoren nicht ausschließen, dass diese Triebe auch durch vegetative Vermehrung entstanden sein könnten. Für eine bevorzugte Keimung im Spätsommer würden auch die hohen Keimtemperatursprüche sprechen. So stimmen Heimann und Coussans (1996), Zwenger (1996) und Mayer (2000) darin überein, dass *C. arvensis* bei Temperaturen zwischen 25 und 30°C optimal keimt. Die Temperaturen im April und Mai liegen in der Regel weit unter diesen Werten.

Die Angaben in der Literatur zur Persistenz der Diasporen sind widersprüchlich und lassen keine Schlussfolgerungen bzgl. der Hauptkeimzeit zu. Einundzwanzig der bei Thompson *et al.* (1997) gelisteten Quellenangaben bezeichnen die Diasporenbank der Acker-Kratzdistel als „transient“, was bedeuten würde, dass die Achänen schon im Jahr nach ihrer Bildung entweder keimen oder absterben. Dem stehen 17 Quellenangaben gegenüber, nach denen die Diasporenbank „short term persistent“ ist. Dies heißt, dass die Achänen ein bis vier Jahre im Boden überdauern können. Im Gegensatz zu der von annuellen Ackerwildpflanzen ist die generative Diasporenbank von *C. arvensis* damit kurzlebig.

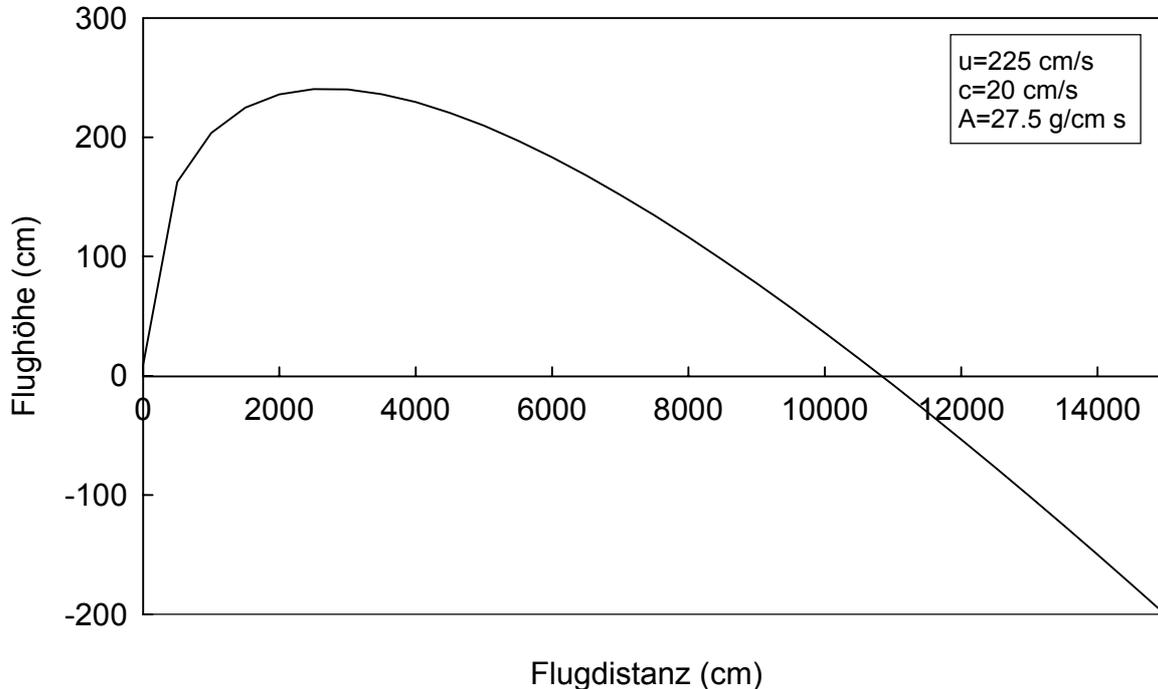


Abbildung 5:

Flugkurve für Diasporen von *C. arvensis* nach dem Modell von Rombakis (1947; in Geiger 1961). Die Flughöhe 0 cm beschreibt die Abflughöhe am Distelkopf. Die Diasporen müssten durch Aufwinde fast 2,3 m vom Blütenköpfchen emporgehoben werden, um 139 m weit zu fliegen

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Übersicht zeigt, dass sich die Acker-Kratzdistel sowohl auf vegetativem als auch auf generativem Wege erfolgreich in der Agrarlandschaft ausbreiten kann. Welche Bedeutung beiden Strategien in der Praxis zukommt, lässt sich aufgrund der vorliegenden Untersuchungen noch nicht abschließend beurteilen. So besteht v. a. bei der vegetativen Ausbreitung durch Bodenbearbeitungsgeräte und im Bereich der Etablierung von Keimlingen noch erheblicher Forschungsbedarf.

Dass sich bei *C. arvense* die Hinweise auf eine Zunahme in jüngster Zeit häufen, bestätigt allerdings die Hypothese von Hodgson und Grime (1990), nach der es vor allem die Arten mit einem hohen Ausbreitungspotential in Raum und Zeit sind, die sich erfolgreich in unserer heutigen Kulturlandschaft behaupten. Durch Kombination einer breiten ökologischen Amplitude, generativer Fernausbreitung und ausdauernder und regenerationsfreudiger Wurzeln sind Populationen der Acker-Kratzdistel besser an häufige und intensive Störungen angepasst als die der meisten anderen Ackerwildpflanzen.

Literatur

- Albrecht H** (1989) Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und 1986/88. Dissertationes Botanicae 141. Cramer / Borntraeger, Stuttgart
- Albrecht H** (1995) Changes in the arable weed flora of Germany during the last five decades. Proc. 9th EWRS-Symposium „Challenges for Weed Science in a Changing Europe“; Budapest, 10.-12.7.1995, 41-48
- Amor R L, Harris R V** (1974): Distribution and seed production of *Cirsium arvense* (L.) Scop. in Victoria, Australia. Weed Research 14:317-323
- Amor R L, Harris R V** (1975) Seedling establishment und vegetative spread of *Cirsium arvense* (L.) Scop. in Victoria, Australia. Weed Research 15:407-411
- Bakker D** (1960) A comparative life-history study of *Cirsium arvense* L. scop. and *Tussilago farfara* L., the most troublesome weeds in the newly reclaimed polders of the former zuiderzee. in: Harper J L (ed.) The biology of weeds. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 205-222 p
- Belde M, Mattheis A, Albrecht H, Sprenger B** (2002) Langfristige Entwicklung von *Cirsium arvense* (L.) Scop. nach Umstellung von konventionellem zu ökologischem Landbau und integriertem Pflanzenbau. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft 18:311-318
- Bostock S J, Benton R A** (1979) The reproductive strategies of five perennial compositae. Journal of Ecology 67:91-107
- Chancellor R J** (1970) Biological background to the control of three perennial broad-leaved weeds. Proceedings of the 10th British Weed Control Conference, 1114-1120
- Derscheid L, Schultz R E** (1960) Achene development of Canada thistle and perennial sowthistle. Weeds 8:55-62
- Detmers F** (1927) Canada thistle *C. arvense*, field thistle and creeping thistle. Tourn. Ohio Agricultural Experimental Station Bulletin 414:45
- Geiger R** (1961) Das Klima der bodennahen Luftschichten. Braunschweig: Friedrich Vieweg und Sohn, 646 p
- Hamdoun A M** (1972) Regenerative capacity of root fragments of *Cirsium arvense* (L.). Weed Research 12:128-136
- Häni F, Zürcher J** (2000) Vermehrung, Ausbreitung und Regulierung der Acker-Kratzdistel *Cirsium arvense* – Ökoflächen im Fokus. In: Nentwig, W. (Hrsg.): Streifenförmige ökologische Ausgleichsflächen in der Kulturlandschaft – Ackerkrautstreife, Buntbrachen, Feldränder. Bern/Hannover: Verlag Agrarökologie, 93-112
- Hartl W** (2003) Evaluierung verschiedener nicht-chemischer Regulierungsmaßnahmen bei der Acker-Kratzdistel mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelökologie. Landbauforschung Voelkenrode, SH 255:19
- Hayden A** (1934) Distribution and production of Canada thistle in Iowa. American Journal of Botany 21:355-373
- Hegi G** (1929) Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band VI/2. München: Lehmanns
- Heimann B, Cussans G W** (1996) The importance of seeds and sexual reproduction in the population biology of *Cirsium arvense* - a literature review. Weed Research 36:493-503
- Hettwer U, Steinmann H-H** (2002) Genetische Diversität von *Cirsium arvense* (L.) Scop. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft 18:75-82
- Hintzsche E, Pallutt B** (1995) Zunehmendes Auftreten der Acker-Kratzdistel. Pflanzenschutz-Praxis 3/1995, 23-25
- Hodgson J G, Grime J P** (1990) The role of dispersal mechanisms, regenerative strategies and seed banks in the vegetation dynamics of the British landscape. In: Bunce R G H and Howard D C (eds.) Species dispersal in agricultural habitats. London: Belhaven Press, 65-81 p
- Hodgson J M** (1968) The nature, ecology and control of Canada thistle. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture in cooperation with Idaho Agricultural Ex-

- periment Station, Montana Agricultural Experiment Station and the Bureau of Reclamation, Washington D.C. Technical Bulletin No. 1386
- Holzner W** (1981) Ackerunkräuter. Graz: Leopold Stocker Verlag
- Koch W, Hurle K** (1978) Grundlagen der Unkrautbekämpfung. UTB 513; Stuttgart: Ulmer
- Lloyd D G, Myall A J** (1976) Sexual dimorphism in *Cirsium arvense* (L.) Scop. Annals of Botany, New Series 40:115-123
- Mayer F** (2000) Long distance dispersal of weed diaspores in agricultural landscapes – The Scheyern approach. FAM-Bericht 47
- Mikulka J** (1982) The reproductive capacity of creeping thistle. Ochrana-Rostlin UVTIZ (Czechoslovakia) 18(4)
- Oberdorfer E** (1957) Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie 10, Jena
- Oesau A** (1992) Erhebung zur Verunkrautungsgefährdung bewirtschafteter Äcker durch stillgelegte Nachbarflächen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft 13:61-68
- Oesau A** (1998) Untersuchungen zur generativen Propagation der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft 16:75-82
- Roberts H A, Chancellor J E** (1979) Periodicity of seedling emergence and achene survival in some species of *Carduus*, *Cirsium* and *Onopordium*. - Journal of Applied Ecology 16:641-647
- Schmidt W** (1981) Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Ackerbrachen. Scripta Geobotanica XV, Göttingen: Goltze-Verlag
- Stach J** (1996) Länge und Gewicht der Sprosse und der Wurzeläusläufer eines Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) -Bestandes. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft 15:87-90
- Staniforth D W, Wiese A F** (1985) Weed biology and its relationship to weed control in limited-tillage systems. In: Wiese A F (Hrsg.): Weed control in limited tillage systems 15-25 p Champaign, IL: Weed Science Society of America
- Thompson K, Bakker J, Bekker R** (1997) The soil seedbanks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge: Cambridge University Press
- Tischew S, Schmiedeknecht A** (1993) Vegetationsentwicklung und Dynamik der Diasporenbank und des Diasporenfalls einer Ackerbrache unter den Bedingungen des Mitteldeutschen Trockengebietes. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 22:162-173
- Tüxen R** (1937) Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen 3:1-170
- Wild U** (1997) Renaturierung entwässerter Niedermoore am Beispiel des Donaumooses bei Ingolstadt: Vegetationsentwicklung und Stoffhaushalt. München: Utz
- Zwinger P** (1996) Zur Samenproduktion der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft 15:91-98

2.1.1.2 Evaluierung verschiedener nichtchemischer Regulierungsmaßnahmen bei der Acker-Kratzdistel mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelökologie

von Wilfried Hartl

Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Projektes war, einerseits die aktuellen Probleme mit Acker-Kratzdistel auf biologisch wirtschaftenden Betrieben Österreichs sowie die derzeit angewandten Bekämpfungsmethoden zu erfassen und andererseits konkrete Regulierungsmaßnahmen mit den Schwerpunkten Konkurrenzpflanzen und Bodenbearbeitung auf ihre Wirksamkeit in der Praxis zu überprüfen.

Fragebogenerhebungen bei biologisch wirtschaftenden Landwirten (Rücklauf n=423) ergaben, dass die Probleme durch Acker-Kratzdistel mit der Umstellung auf biologische Wirtschaftsweise und dem Anbau von konkurrenzschwachen Grünbrachen einhergehen. Betroffen sind sowohl reine Marktfruchtbetriebe als auch Betriebe mit Viehhaltung und Ackerbau, selten Betriebe mit einem höheren Anteil an Klee oder Luzerne. In der Praxis werden oft sehr arbeitsintensive Bekämpfungsmaßnahmen wie Distelstechen bzw. Ausreißen mit beschränktem Erfolg eingesetzt.

Die Ergebnisse der 12 mehrjährigen Praxisversuche konnten die Möglichkeiten des Einsatzes von Konkurrenzpflanzen bzw. von Bodenbearbeitungsmethoden und deren kurz- und mittelfristige Auswirkungen aufzeigen.

Der Vergleich von lockernder mit wendender Bodenbearbeitung im Zuge der Grundbodenbearbeitung ergab nur geringe Auswirkungen auf die Entwicklung der Acker-Kratzdistel. Bei mehrmaligem Einsatz im Rahmen einer Schwarzbrache konnte die wendende Bodenbearbeitung das Auftreten der Acker-Kratzdistel wesentlich stärker reduzieren als die lockernde Bodenbearbeitung. In diesem Versuch wurden aber auch die Nachteile einer Schwarzbrache deutlich: trotz hoher Kosten kam es nur zu einer kurzfristigen Unterdrückung der Acker-Kratzdistel, jedoch zu einer negativen Beeinflussung des Stickstoffhaushaltes im Boden. Die Verlagerung von Nitrat in tiefe Bodenschichten hat Nährstoffverluste und mittelfristig einen Konkurrenzvorteil der Acker-Kratzdistel als Tiefwurzler zur Folge.

Eine einmalige Tiefenlockerung auf 60 cm konnte die Verunkrautung durch Acker-Kratzdistel längerfristig

reduzieren, ohne die Stickstoffdynamik des Bodens negativ zu beeinflussen.

Die große Bedeutung der Pflanzenkonkurrenz als für den Biologischen Landbau adequates Regulierungsinstrument zeigte sich in zwei Versuchen mit Winterwicke (*Vicia villosa*). Sowohl als vollwertiges Fruchtfolgeglied zur Saatgutproduktion wie auch als Hauptkomponente in einer Grünbrachemischung bewirkte sie eine effektive und langandauernde Unterdrückung der Distel.

Weitere Versuche bestätigten die hohe Konkurrenzkraft der Luzerne (*Medicago sativa*) unter der Voraussetzung eines dichten Bestandes und optimaler Pflege (mehrmaliges Häckseln).

Die Bedeutung der Sortenwahl bei den Kulturpflanzen wird durch das Ergebnis einer konkurrenzstarken Kartoffelsorte A, welche die Distelbiomasse im Vergleich zu einer konkurrenzschwachen Sorte B um 65% reduzierte, unterstrichen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit, welche sich der Untersuchung der Reservekohlenhydratdynamik in den Wurzeln der Acker-Kratzdistel widmete, wurden die physiologisch günstigsten Bekämpfungszeitpunkte (kurz vor der Vollblüte und nach dem Austrieb neuer Blätter Anfang September) ermittelt.

Durch Kombination der in diesem Projekt evaluierten Maßnahmen kann die Acker-Kratzdistel auch im Biologischen Landbau nachhaltig unterdrückt werden.

Bei zahlreichen Fachtagungen, Seminaren, "Disteltagen" und Exkursionen zu Versuchsflächen wurden die Ergebnisse Landwirten und Beratern vorgestellt und Erfahrungen ausgetauscht.

2.1.2 Regulierung

2.1.2.1 Zur Wirkung produktionstechnischer Maßnahmen im Ackerbau auf *Cirsium arvense* (L.) Scop.

von Bärbel Gerowitt, Annelie Dau, Ursula Hettwer

Einleitung

Die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) hat sich zu dem wichtigsten Unkrautproblem im Ackerbau des Ökologischen Landbaus entwickelt. Die Konkurrenzkraft der Kulturpflanzenbestände ist im Ökologischen Landbau meist geringer als in konventionell geführten Beständen (Anonym 1991). In Getreidebeständen wird die Konkurrenzkraft ganz wesentlich durch die Stickstoffdüngung bestimmt. In einem langjährigen Feldversuch wurde die Ausbreitung von Acker-Kratzdisteln in zwei Düngungsvarianten untersucht und durch einen Modellversuch ergänzt.

Weil die Ausbreitung der Acker-Kratzdistel in der Fläche sehr stark vegetativ erfolgt, wird auch der Bodenbearbeitung eine große Rolle bei der indirekten Regulierung der Acker-Kratzdistel zugesprochen (Donald 1990). Wendende Bodenbearbeitung begrenzt zwar die vegetative Ausbreitung (Özer 1969), trotzdem wird häufig eine Ausdehnung bestehender Nester in die Bearbeitungsrichtung beobachtet. Um die Frage zu beantworten, ob hierzu tatsächlich die Verschleppung von Wurzelstücken durch Bearbeitungsgeräte beiträgt, werden Informationen zur Diversität von Distelsprossen benötigt.

Material und Methoden

Die Untersuchungen zum Einfluss der Stickstoffdüngung wurden im Rahmen eines Langzeitversuchs durchgeführt. Der Versuch ist als Blockversuch auf drei Feldstreifen angelegt, die jeweils eine der Früchte tragen. Die Versuchsvarianten sind auf jedem Streifen dreimal wiederholt. Die Grundbodenbearbeitung erfolgt im Herbst mit dem Pflug (25 cm), nach der Getreideernte wird in der Regel eine Stoppelbearbeitung mit der Spatenrolle durchgeführt.

Im ersten Versuchsabschnitt von 1988 bis 1999 mit der Fruchtfolge Rüben – Winterweizen – Wintergerste unterschieden sich zwei Versuchsglieder nur in der Stickstoffdüngung:

- N+: mineralische N-Düngung aller Früchte (Rüben ca. 150 kg/ha, 1988-1996: Winterweizen ca. 150 kg/ha, Wintergerste 120 kg/ha, 1997-1999: Winterweizen und Wintergerste ca. 160 kg/ha)
- N-: mineralische N-Düngung in Rüben (ca. 150 kg/ha), keine mineralische N-Düngung im Getreide.

Bis 1996 wurden in den Rüben Unkräuter möglichst

vollständig mit der Handhacke entfernt (8-Blatt-Stadium der Rübe bis Reihenschluss), während im Getreide keine Unkrautbekämpfung erfolgte. Von 1997 bis 1999 wurden in allen Früchten chemische Pflanzenschutzmittel eingesetzt; in den Rüben regelmäßig gezielt gegen *C. arvense* (Clopyralid 1,2 l/ha). Im Getreide wurden die Distelsprosse kurz vor der Ernte in 4 Erhebungsflächen (0,5 m²) pro Parzelle bestimmt.

Seit 2000 ist die Fruchtfolge auf Klee gras (einjährig) – Winterweizen – Winterweizen umgestellt. Die vorher ungedüngten Parzellen erhalten im Getreide nun 80 kg N/ha mineralischen Dünger, während die in den Vorjahren gedüngte Variante nicht mehr mit mineralischem Stickstoff versorgt wird. Es werden keine Herbizide mit Wirkung auf die Distel eingesetzt. Im Frühjahr und Sommer und auf der Getreidestoppel wird die Anzahl der Sprosse in der ganzen Parzelle erfasst, zusätzlich wird kurz vor der Ernte der Anteil blühender Sprosse und die Anzahl der Blüten und Samen bestimmt.

In der Vegetationsperiode 2000 wurde ein Modellversuch in Betonrahmen, die jeweils 1 m² Fläche 1 m tief umfassen, durchgeführt (Fan 2002). Die untersuchten Faktoren waren Licht (Beschattung oder volles Tageslicht), Stickstoff (0 oder 100 kg N/ha) und Verbreitungseinheit (Keimling oder Wurzelspross). Jede der insgesamt 8 Varianten wurde dreimal wiederholt.

Anfang Mai wurden junge Keimlinge mit 3-4 Blättern bzw. Wurzelstücke mit 1-5 cm langen Sprossen ausgepflanzt. Die Stickstoff-Parzellen wurden Mitte Mai (60 kg N/ha) und Anfang Juni (40 kg N/ha) gedüngt. Die Beschattung erfolgte durch Plastiknetze, die im Mai zu 15%, im Juni und Juli dagegen nur zu 5% durchlässig waren, um die Lichtverhältnisse in einem Weizenbestand zu simulieren. Alle 15 Tage wurde die Sprossdichte erfasst.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS (SAS Institute Inc. 1999). Aufgrund des nesterweisen Vorkommens der Acker-Kratzdistel waren die im Feld erhobenen Daten nicht normalverteilt. Daher wurden die Stichproben mit dem nicht-parametrischen Rangsummentest nach KRUSKAL-WALLIS verglichen (Bortz et al. 1990) und als Box-and-Whisker-Plots dargestellt.

Zum Vergleich der Verteilung von Distelklonen auf Ackerflächen unter wendender und nicht-wendender Bodenbearbeitung wurden langjährig natürlich etablierte Populationen der Acker-Kratzdistel auf den Schlägen des Ackerbausystemversuches INTEX auf den Versuchsbetrieben Reinshof (R) und Marienstein

(M) der Universität Göttingen genutzt (Steinmann und Gerowitt 2000).

Die Teilflächen mit einer Größe von 1,6 bis 2 ha wurden als Anbausysteme mit der Fruchtfolge Raps, Hafer, Weizen und Gerste bzw. Roggen (bis 1998 Rotationsbrache) bewirtschaftet, wobei sich in jedem Jahr jeweils alle Früchte im Anbau befanden. Die Systeme wurden unter dem Leitbild eines integrierten Landbaus mit angepasstem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bewirtschaftet.

Im Juni 1999 wurden aus den vier Feldern der Anbausysteme jeweils 30 Distelsprossen zufällig verteilt über die ganze Schlagfläche entnommen. Der Entnahmeort wurde mit Hilfe eines DGPS-Empfängers (12-Kanalgerät mit Korrektursignal des ALF-Dienstes der Telekom mit ca. 0,5 – 1 m Genauigkeit) identifiziert und dokumentiert. Die Acker-Kratzdistel war auf allen untersuchten Schlägen verbreitet, so dass über die gesamte Fläche Proben entnommen wurden.

Nester wurden kleinräumig beprobt. Im März 2001 wurden auf einer Fläche in Marienstein (M4) 46 Sprosse entlang der Pflugfurche und 18 Proben quer dazu entnommen, wenn möglich im 1 m-Abstand, wobei sich die Linien in einem zentralen Nest kreuzten und die benachbarten Nester durchschnitteten (Referenzpunkte per GPS, Sprosse per Bandmaß verortet). In den Jahren 2000 bis 2002 wurden auf der Fläche M6 jährlich Proben gezogen (2000: 30 Proben, D-GPS-Verortung; 2001 48 Proben, 30 per D-GPS, 18 per Bandmaß verortet; 2002: 18 Proben, Bandmaß).

Zur Identifizierung von Genotypen wurden PCR-Fingerprints angefertigt. DNA von gleichmäßiger Qualität und Konzentration wurde mit dem Qiagen DNeasy Plant Mini Kit (Fa. Qiagen, Hilden) extrahiert. Von jeder DNA-Probe wurden unabhängig voneinander 2 REP-PCRs durchgeführt. Die Amplifikation erfolgte in 20 µl Reaktionsvolumen (1x Taq-

Puffer ohne MgCl₂, 0,2 mM dNTPs, 2 mM MgCl₂, 0,1 U Taq-Polymerase (alles Fa. Takara, Taufkirchen), je 20 pmol Primer REP-1R-I (IIIICGICGICATCIGGC) und REP2-I (ICGICTTATCIGGCC-TAC) und 10-25 ng DNA). Die Amplifikation erfolgte im TGradient (Fa. Biometra, Göttingen) in 35 Zyklen mit den Schritten: 1 min 94°C, 1 min 48°C, 1 min 72°C (+1 s pro Zyklus) und wurde beendet mit einem fünfminütigen Elongationsschritt, gefolgt von Kühlung auf 10°C. Von Proben, die nach REP-PCR als Klone identifiziert wurden, und Proben aus Nestern wurden außerdem PCR-Fingerprints mit dem Primer ISSR-1 ((AG)₈C) angefertigt. Die PCR wurde wie oben beschrieben durchgeführt, allerdings mit 1,5 mM MgCl₂. DNA und Amplifikate wurden bei -18°C gelagert.

Die Amplifikationsprodukte der REP-PCR wurden auf Polyacrylamidgelen in 1xTBE in einem Gradienten von 5-10% aufgetrennt, Amplifikationsprodukte der ISSR-PCR in 2%iger hochauflösender Agarose (Agarose 3:1, amresco, Solon, Ohio) in 0,5xTBE. Gele wurden in Ethidiumbromid gefärbt und mit einer Videodokumentationsanlage (GelDoc, Fa. Bio-Rad, München) digitalisiert.

Nur reproduzierbare Bandenmuster wurden ausgewertet. Die Elektrophoresemuster wurden mit der Software GelComparII 2.0 (Applied Maths, Kortrijk, Belgien) analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

Im langjährigen Feldversuch zeigte sich nach 6 Jahren ein Anstieg der Sprossdichte in der ungedüngten Variante (N-). Auch in den folgenden Versuchsjahren war die Dichte von *C. arvensis* in diesen Parzellen gegenüber der N+-Variante signifikant erhöht, bis die gezielte Distelbekämpfung in den Jahren 1997 bis 1999 zu einem Rückgang der Populationsdichte führte

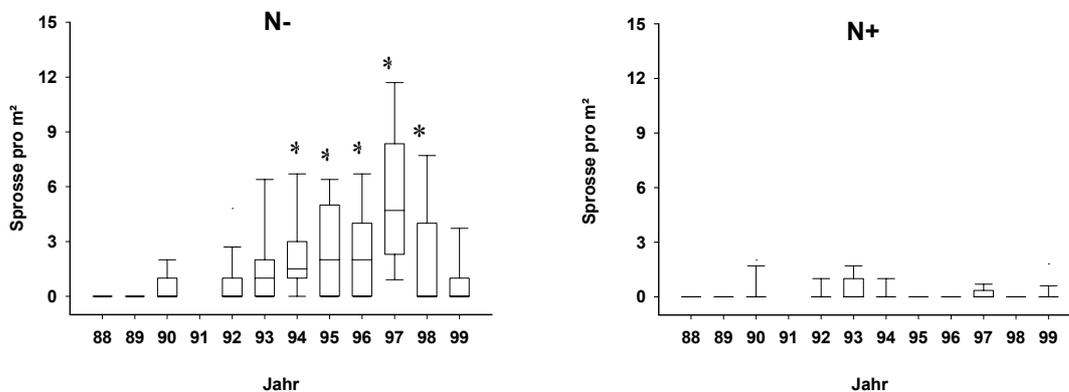


Abbildung 1:

Sprossdichten von *C. arvensis* im Getreide in den Varianten N- (ungedüngt in Getreide, links) und N+ (gedüngt in Getreide, rechts) im Frühjahr – Box-and-Whisker-Plots (n=18, * Unterschied zwischen N+ und N-signifikant nach Kruskal-Wallis bei $\alpha \leq 0.05$)

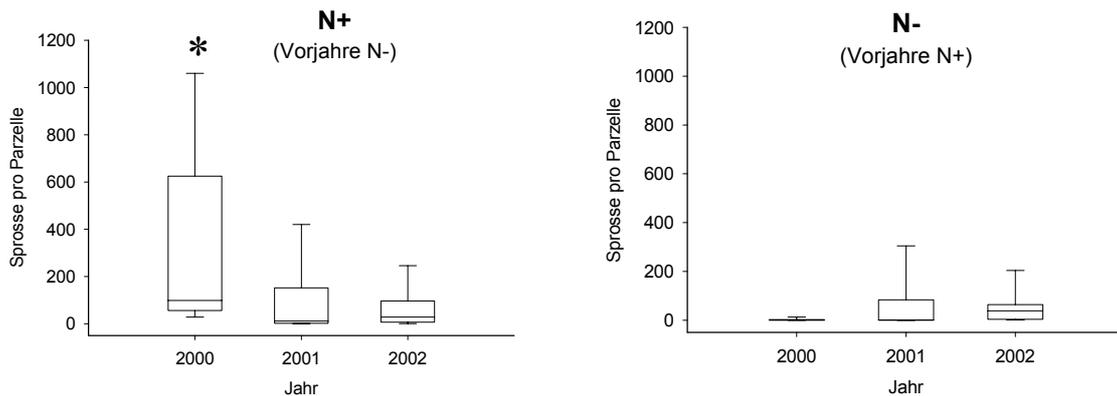


Abbildung 2: Sprossdichten von *C. arvensis* über alle drei Feldstreifen in den Varianten N+ (Getreide seit 2000 gedüngt, links) und N- (Getreide seit 2000 nicht gedüngt, rechts) im Sommer – Box-and-Whisker-Plots (n=27, * Unterschied zwischen N+ und N- signifikant nach Kruskal-Wallis bei $\alpha \leq 0.05$)

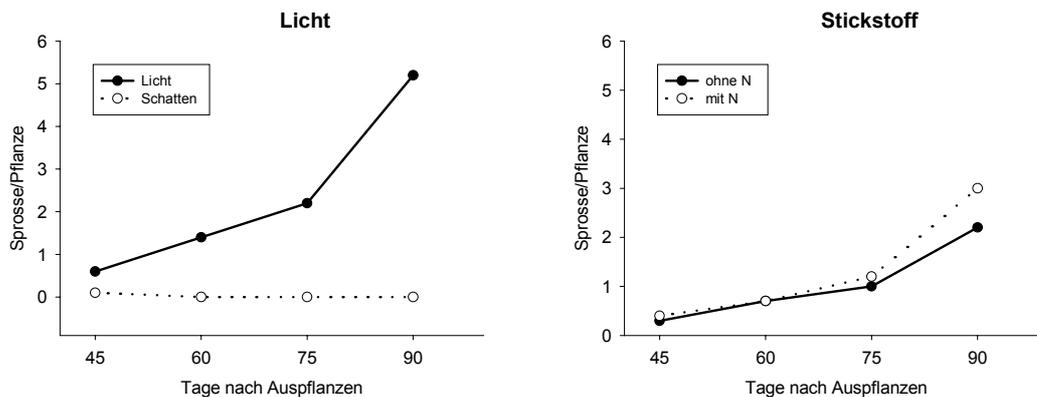


Abbildung 3: Bildung von Wurzelsprossen unter dem Einfluss der Faktoren „Licht“ (links) und „Stickstoffdüngung“ (rechts)

(Abb. 1). Der Anstieg der Sprossdichte fiel dabei in einen Zeitraum, in dem die Bestandesdichte der Getreidekulturen besonders niedrig war (Dau und Gerowitt 2002).

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). Im Versuch zeigte sich, dass alleine durch die Förderung der Kulturpflanzenkonkurrenz die Distel in den gedüngten Parzellen über 12 Jahre unter Kontrolle gehalten werden konnte.

Um Reversibilität und Wiederholbarkeit der Ergebnisse aus dem Langzeitversuch zu überprüfen, wurde im Jahr 2000 die Stickstoffversorgung der Varianten umgestellt. Schon 2001 zeigte sich ein deutlicher Rückgang der Disteldichte in der jetzt gedüngten Variante, während die Sprossdichte in den nach neu-

em Versuchsplan ungedüngten Parzellen anstieg. Dieser Trend setzte sich auch im Jahr 2002 fort (Abb. 2). Der einjährige Klee gras-Anbau auf jeweils einem der drei Feldstreifen hat zur Reduktion der Distelpopulation in den N+-Parzellen beigetragen. In der ungedüngten Variante reichte allerdings die Konkurrenzwirkung des Klee grasses nicht aus, um den Anstieg der Disteldichte zu verhindern.

Im zweiten Versuchsabschnitt war im Jahr 2001 der Weizenbestand auf einem der drei Feldstreifen insbesondere in den ungedüngten Parzellen nur spärlich entwickelt und lückig. In beiden Versuchsabschnitten erfolgte also eine Ausbreitung der Distel besonders in Jahren mit - für *C. arvensis* - günstigen Wachstumsbedingungen, also mit wenig konkurrenzkräftigen Kulturpflanzenbeständen. Nach diesen „Durchbruchsjahren“ blieb die Populationsdichte auf einem höheren Niveau.

Tabelle 1:

Genotypische Variation und genetische Distanz in 8 Feldpopulationen. M4-7 wendende, R8-11 nichtwendende Grundbodenbearbeitung, jeweils 4 untersuchte Feldschläge. P: Proportionalität, Genotypen/Sprosse, E: Gleichmäßigkeit der Verteilung von Genotypen in einer Gruppe (Evenness), Dist.: maximale genetische Distanz nach Dice

Herkunft	Anzahl untersuchter Sprosse	Anzahl Genotypen	P	E	Dist.
M4	30	26	0.87	0.987	0.44
M5	30	27	0.90	0.990	0.48
M6	30	25	0.83	0.985	0.34
M7	26	21	0.81	0.976	0.35
M-gesamt	116	99	0.85	0.985	0.50
R8	30	23	0.77	0.975	0.44
R9	29	25	0.86	0.985	0.42
R10	30	21	0.70	0.976	0.39
R11	30	26	0.87	0.987	0.43
R-gesamt	119	95	0.80	0.985	0.49

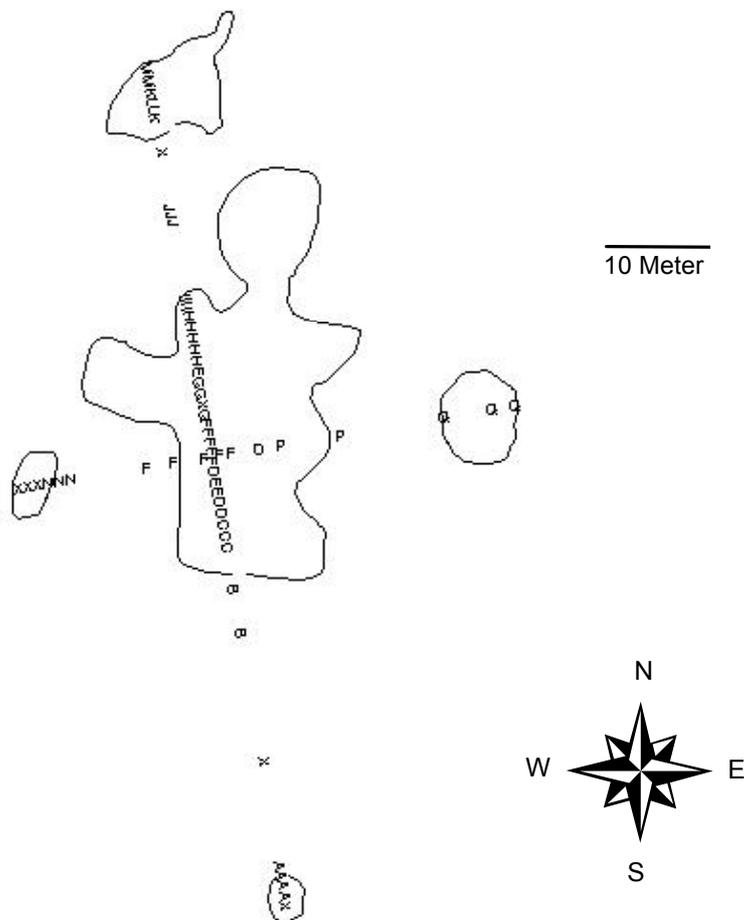


Abbildung 4:

Transekte längs und quer zum Zentral-Nest auf der Fläche M4. Verschiedene Buchstaben bezeichnen verschiedene Genotypen, alle mit „x“ bezeichneten Genotypen sind verschieden, treten aber nur einmal auf. Genotypen wurden nach REP- und ISSR-PCR-Fingerprinting bestimmt. Bearbeitungsrichtung von SSE nach NNW

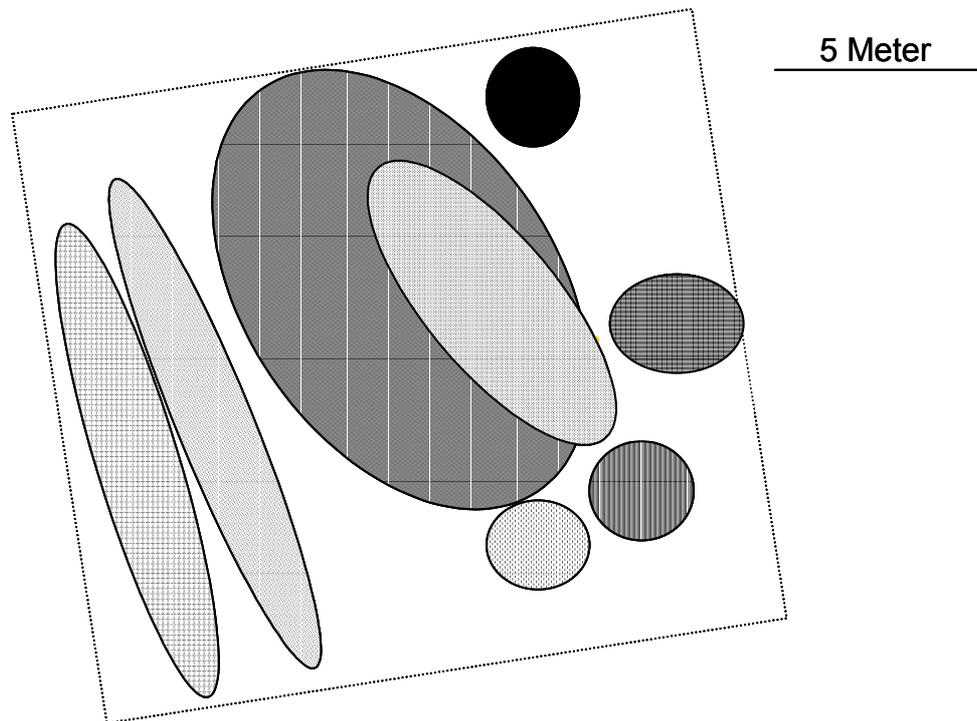


Abbildung 5:

Verteilung von Genotypen im Nest M6. Genotypen wurden nach REP- und ISSR-Fingerprinting bestimmt. Die ungefähre Ausdehnung von Klonen (nach Stichproben) ist durch verschieden gemusterte Flächen dargestellt.

Im Feldversuch konnte der direkte Einfluss der Stickstoffdüngung nicht von dem indirekten Einfluss über die unterschiedliche Lichtintensität in gedüngten und ungedüngten Beständen getrennt werden. Im Modellversuch zeigte sich, dass für alle untersuchten Parameter der Faktor Licht entscheidend war und Beschattung zu deutlich vermindertem Wachstum der Acker-Kratzdistel führte. Der Faktor Stickstoff alleine hatte nur geringen Einfluss (Fan 2002). Abbildung 3 zeigt beispielhaft die Bildung neuer Sprosse pro ausgepflanztem Keimling bzw. Wurzelspross. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von Zimdahl *et al.* (1991) überein, die ebenfalls einen positiven Einfluss der Lichtintensität auf verschiedene Wachstumsparameter feststellten.

Auf Ackerflächen, auf denen die Grundbodenbearbeitung langjährig wendend oder nicht-wendend durchgeführt wurde, bestand 1999 die räumliche Struktur der Populationen überwiegend aus einem lockeren Muster vereinzelt stehender Sprosse, nur auf einigen Flächen waren Bereiche mit größerer Dichte von Distelsprossen, die man als Nester bezeichnen konnte, vorhanden.

Weder die einzelnen Feldpopulationen noch die Anbausysteme zeigten wesentliche Unterschiede in Bezug auf ihre genetische Struktur (Tab. 1). Auch die

räumliche Verteilung von Klonen in beiden Anbausystemen war nicht verschieden. Gewöhnlich galt, dass Sprosse identischen Genotyps an genau einem Ort und eng benachbart vorkamen (Abstand (Median): 1.30 m). 76% der Sprosse eines Klons waren weniger als 2 m, 88% weniger als 6 m voneinander entfernt. Eine Ausnahme bildeten einige Sprosse in Marienstein, die auf einer Linie von bis zu 25 m Länge lagen. Dieser Klon hatte sich zwar weit, aber eindeutig nicht in Bearbeitungsrichtung ausgebreitet.

In einem Nest, das im Jahr 2001 auf der Fläche M4 längs und quer zur Bearbeitungsrichtung beprobt wurde, belegten die perlschnurartig aufgereihten Klone eine Strecke von jeweils etwa 5 m. Am Kreuzungspunkt wurde eine radiale Ausdehnung von ca. 2.5 m bestimmt. Demnach besetzen die Klone jeweils einen Kreis mit einem Durchmesser von 5 m (Abb. 4). Die Bearbeitungsrichtung hatte keinen Einfluss auf die Anzahl der Klone pro Fläche.

In einem Nest auf der Fläche M6, das über drei Jahre beprobt wurde, dehnte sich ein Klon über ca. 15 m Länge und Breite aus. Der zentrale Klon war umgeben von Klonen geringerer Ausdehnung (2-5 m). Diese Struktur blieb über den gesamten Untersuchungszeitraum unverändert erhalten (Abb. 5). Auch

hier hatte die Bearbeitungsrichtung keinen Einfluss auf die Struktur des Nestes.

Die ursprüngliche Vermutung, dass Nester sich vor allem durch Verschleppung in Längsrichtung ausdehnen, ließ sich in beiden Fällen nicht bestätigen. Tatsächlich scheint das Nest auf M4 durch radiale Ausdehnung von Einzelansiedlungen entstanden zu sein. Die Ausdehnung der Klone von jeweils ca. 5 m spricht für ein Alter von maximal 2 Jahren, zieht man Untersuchungen von Bakker (1960) heran, der eine Ausdehnung von 4 m in zwei Jahren beobachtete. Die häufig längliche Form von Nestern lässt sich vielleicht eher auf eine besonders erfolgreiche Ansiedlung entlang der Fahrspuren erklären, da dort mehr Licht zur Verfügung steht.

Das gelegentlich beschriebene Phänomen, dass Nester „wandern“, lässt sich nach diesen Beobachtungen ebenfalls nicht bestätigen. Tatsächlich bleiben Klone über Jahre an einem Ort, wobei die Sprossdichte so stark schwanken kann, dass oberirdisch der Eindruck von Fluktuation entsteht.

Die vorgestellten Versuche zeigen, dass die Lichtkonkurrenz der angebauten Feldfrüchte der Schlüsselfaktor für die Begrenzung der Acker-Kratzdistel war. Bei bestehenden Distelproblemen auf Flächen des ökologischen Landbaus sollte deshalb versucht werden, mit pflanzenbaulichen Maßnahmen und durch eine Düngung mit den verfügbaren Düngemitteln vor allem Getreidebestände so konkurrenzkräftig wie möglich zu entwickeln. Sagen die Bodenverhältnisse der Acker-Kratzdistel grundsätzlich zu (alle Böden, außer Sandböden), sollten diese Maßnahmen auch vorbeugend in Betracht gezogen werden.

Ob und wie die Grundbodenbearbeitung zur Begrenzung der Acker-Kratzdistel beiträgt, kann anhand der vorgestellten Untersuchungen nicht quantitativ beantwortet werden. Eine Verschleppung und Verbreitung vegetativer Vermehrungseinheiten der Acker-Kratzdistel findet aber kaum statt. Dass Klone sich eher nur kleinräumig ausbreiten, wirft weitergehende Fragen zur räumlich-zeitlichen Entstehung von Nestern, die aus mehreren Klonen bestehen, auf.

Zusammenfassung

Anhand von Ergebnissen eines Langzeitversuchs wird die Bedeutung konkurrenzkräftiger Getreidebestände für die langfristige Entwicklung von Acker-Kratzdisteln dargestellt. In einer Fruchtfolge Rügen-Winterweizen-Wintergerste stiegen in einer Variante, in der keine Stickstoffdüngung zu Getreide erfolgte, in 10 Jahren die Sprossdichten der Acker-Kratzdistel kontinuierlich an, während sich in der entsprechenden gedüngten Variante (ca. 150 kg N/ha) keine Distelnester dauerhaft etablieren konnten.

Seit 3 Jahren ist die Fruchtfolge auf Klee-gras-Winterweizen-Winterweizen umgestellt. Die vorher in

Getreide ungedüngte Variante wird jetzt mit 80 kg/ha N im Weizen versorgt und die Sprossdichten der Acker-Kratzdistel sind schon signifikant zurückgegangen. Die vorher gedüngte Variante bleibt jetzt ungedüngt und die Sprossdichten der Acker-Kratzdistel sind bereits angestiegen.

Ein zusätzlich durchgeführter Modellversuch belegt, dass die Lichtkonkurrenz entscheidend für das Wachstum und die Sprossbildung der Distel ist.

Um die Ausbreitung von Disteln bei verschiedener Bodenbearbeitung (wendend, nicht-wendend) zu untersuchen, wurden zufällig entnommene Sprosse aus 8 Schlägen hinsichtlich ihrer genetischen Diversität untersucht. Die Populationen erwiesen sich in zwei Anbausystemen an verschiedenen Standorten als heterogen – ein Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Verteilung von Genotypen war nicht zu beobachten.

Systematische Untersuchungen der Genotypenverteilung in Nestern zeigen, dass sich Nester häufig aus kleinräumlich ausgebreiteten Klonen zusammensetzen. Die Klone verändern ihr örtliches Vorkommen über die Zeit wenig, ein Einfluss der Bearbeitungsrichtung ist nicht zu erkennen.

Literatur

- Anonym** (1991) Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) – das Problem im ökologischen Landbau. Ökoring 4/91:10-11
- Bakker D** (1960) A comparative life-history study of *Cirsium arvense* (L.) Scop. and *Tussilago farfara* L., the most troublesome weeds in the newly reclaimed polders of the former Zuidersee. In: The Biology of Weeds (ed JL Harper), Oxford: Blackwell, 205-222
- Bortz J, Lienert G A, Boehnke K** (1990) Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Dau A, Gerowitt B** (2002) Langjährige Entwicklung von *Cirsium arvense* (L.) Scop. bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung im Getreide. Z. PflKrankh. Pfl.schutz Sh 18:319-327
- Donald W W** (1990) Management and Control of Canada Thistle (*Cirsium arvense*). Rev. Weed Sci. 5:193-250
- Fan Z W** (2002) Effects of Propagator, Nitrogen and Light on Canada Thistle (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Master Thesis, Universität Göttingen
- 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). Canadian Journal of Plant Science 62:741-50
- Nadeau L B, Vanden Born W H** (1990) The Effects of Supplemental Nitrogen on Shoot Production and Root Bud Dormancy of Canada Thistle (*Cirsium arvense*) under Field Conditions. Weed Science 38:379-84

Özer Z (1969) Untersuchung zur Biologie und Bekämpfung der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Institut für Pflanzenschutz der Universität Hohenheim

SAS Institute Inc.: The SAS System for Windows Ed 8.01. Cary, NC, 1999-2000

Zimdahl R L, Lin J Z, Dall'armellina A A (1991) Effect of light, watering frequency, and Chlor-sulfuron on Canada thistle (*Cirsium arvense*). Weed Science 39:590-594

2.1.2.2 Bedeutung von Grund- und Stoppelbearbeitung für die Kontrolle der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) im ökologischen Landbau

von Carola Pekrun, Annette Häberle, Wilhelm Claupein

Einleitung

Perennierende Unkräuter bereiten in vielen ökologisch wirtschaftenden Betrieben Probleme. Hierbei finden vor allen Dingen *Cirsium arvense* und *Rumex spec.* Erwähnung. Die Quecke (*Elymus repens*), die in der älteren Literatur häufiger genannt wird, stellt im modernen ökologischen Landbau dagegen meist kein besonderes Problem dar. Dies mag zum einen mit veränderten Fruchtfolgen zusammenhängen. Zum anderen könnte dieser Unterschied zwischen der Landwirtschaft vor dem Zweiten Weltkrieg und dem modernen ökologischen Landbau mit einer veränderten Bodenbearbeitung zusammenhängen.

So werden Entwicklungen aus dem konventionellen Landbau in den ökologischen Landbau übertragen, z. B. die konservierende Bodenbearbeitung, die sich aufgrund des im ökologischen Landbau bestehenden Ideals der Schichten erhaltenden Bewirtschaftung für eine Übertragung geradezu anbietet (Hampl *et al.*, 1995). Darüber hinaus hat sich das Angebot an Landmaschinen verändert. Der Schälppflug, der in der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg zur Standardausstattung der meisten Betriebe gehörte, besitzt in der heutigen Landwirtschaft fast keine Bedeutung mehr, weder im konventionellen noch im ökologischen Landbau. Dem Schälppflug jedoch wird eine bedeutende Rolle bei der Regulierung von Unkräutern, insbesondere von perennierenden Unkräutern zugeschrieben (Koch und Rademacher 1966, Herzog 1969, Pallutt *et al.* 1984). Die Bedeutung der Schälffurche in der Landwirtschaft vor dem zweiten Weltkrieg soll folgendes Zitat von Roemer (1929) verdeutlichen: „Herr von Rosenberg-Lipinsky hatte das große Verdienst, das flache Umbrechen der Getreidestoppeln in die breite Praxis eingeführt zu haben. Diese Maßnahme hat sich rascher in den landwirtschaftlichen Produktionsbetrieben verbreitet als mancher andere Fortschritt.“

In dem vorliegenden Beitrag soll der Frage nachgegangen werden, inwiefern durch Stoppel- und Grundbodenbearbeitung die Populationsdynamik der Ackerkratzdistel beeinflusst wird. Die Versuche wurden unter den Produktionsbedingungen des ökologischen Landbaus auf der Versuchsstation für Ökologischen Landbau Kleinhohenheim der Universität Hohenheim sowie auf ökologisch bewirtschafteten Praxisflächen im Raum Rottenburg-Tübingen durchgeführt.

Material und Methoden

1. Versuch zur Stoppelbearbeitung auf der Versuchsstation Kleinhohenheim für Ökologischen Landbau

Nach der Winterweizenernte 1998 wurde auf einer Fläche der Versuchsstation Kleinhohenheim der Universität Hohenheim (435m ü. NN, 8,5°C, 687 mm, uL, z.T. erodierte Pseudogley-Parabraunerde) ein einfaktorieller Feldversuch angelegt mit folgenden Varianten der Stoppelbearbeitung:

1. Grubber (15 cm)
2. Schälppflug (7 cm)
3. Rototiller (5 cm)
4. Kontrolle: keine Stoppelbearbeitung

4 Wiederholungen

Die Stoppelbearbeitung wird jeweils einmal kurz nach der Ernte durchgeführt. Das Stroh wird geräumt. Die Grundbodenbearbeitung erfolgt wendend mit dem Pflug auf 25 cm Tiefe, seit 2000 mit dem Zwischichtenpflug, d.h. auf 15 cm Tiefe wendend und die darunter liegenden 10 cm lockernd.

In der Variante ‚Grubber‘ wird ein Flügelschargrubber eingesetzt, dessen Werkzeuge über die gesamte Arbeitsbreite hinweg den Boden flächig durchschneiden. Als Schälppflug wird der ‚Stoppelhobel‘ der Firma Zobel eingesetzt. Dies ist ein speziell für schwere Böden konstruierter Schälppflug mit steil gestellten, kurzen Pflugkörpern. In der Versuchsperiode 1998 – 2002 wurden Sommergerste (1999), Ackerbohnen (2000), Dinkel (2001) und Kartoffeln (2002) angebaut. Die Versuchsfläche war zu Beginn des Versuchs nahezu distelfrei.

2. Versuche zur Stoppelbearbeitung auf Praxisbetrieben im Raum Rottenburg-Tübingen

Auf Praxisschlägen von sieben Bioland-Betrieben im Raum Rottenburg-Tübingen wurden im Sommer 1999 Versuche zur Wirkung der Stoppelbearbeitung angelegt. Die Standorte unterschieden sich erheblich in bezug auf Boden und Klima. Es wurden sowohl Flächen im Neckartal ausgewählt als auch im Schönbuch (330 – 480 m ü. NN, 7,5 – 9,1°C Jahresmitteltemperatur, 680 – 700 mm mittlerer Jahresniederschlag). Wie in dem in Kleinhohenheim angelegten Versuch wurden alle pflanzenbaulichen Maßnahmen mit Ausnahme der Stoppelbearbeitung einheitlich durchgeführt. Die Grundbodenbearbeitung erfolgte auf fast allen Versuchen mit dem Pflug. Folgende Varianten der Stoppelbearbeitung wurden geprüft:

- 1) Schälppflug (6 – 8 cm)
- 2) Betriebsübliche Stoppelbearbeitung (variable Tiefe der Bearbeitung)

3) Kontrolle: keine Stoppelbearbeitung

2 Wiederholungen

Die Variante ‚betriebsübliche Stoppelbearbeitung‘ wurde je nach Betrieb unterschiedlich durchgeführt. In den meisten Fällen wurde hierzu ein Flügelschargrubber eingesetzt, z. T. auch Grubber mit anderen Werkzeugen, die Fräse oder die Scheibenegge. Wie in Kleinhohenheim wurde für die Variante ‚Schälplflug‘ der Stoppelhobel der Firma Zobel eingesetzt.

3. Versuch zur reduzierten Bodenbearbeitung auf der Versuchsstation Kleinhohenheim für Ökologischen Landbau

Nach der Ackerbohnernte 1999 wurde auf einer Fläche der Versuchsstation Kleinhohenheim der Universität Hohenheim ein Versuch in Form einer Spaltanlage mit Grundbodenbearbeitung als dem ersten Faktor und Stoppelbearbeitung als dem zweiten Faktor angelegt:

1. Faktor: Grundbodenbearbeitung
 - 1) Pflug tief (25 cm)
 - 2) Zweischichtenpflug (15 + 10 cm)
 - 3) Pflug flach (15 cm)
 - 4) Grubber (10 cm)
2. Faktor: Stoppelbearbeitung (seit 2000)
 - 1) mit Schälplflug (7 cm)
 - 2) keine Stoppelbearbeitung

4 Wiederholungen

Im Versuchszeitraum 1999 – 2002 wurden Dinkel (2000), Kartoffeln (2001) und Triticale (2002) angebaut.

4. Modellversuch zur Kontrolle von *C. arvense* durch Stoppelbearbeitung und Kleegrasanbau

Da *C. arvense* unter Feldbedingungen zumeist nesterweise auftritt, ist es schwierig, eine klare Aussage über die Zu- oder Abnahme einer Population treffen zu können. Durch gezielte Etablierung von Distelnestern aus vorgezogenen Distelpflanzen sollte dieses Problem umgangen werden. Im August 1999 wurden hierzu *C. arvense*-Wurzeln auf der Versuchsstation für Ökologischen Landbau Kleinhohenheim ausgegraben, in 7 cm lange Wurzelstückchen unterteilt und in Töpfen im Gewächshaus kultiviert. Im Mai 2000 wurden die Distelpflanzen auf der institutsnahen Fläche ‚Goldener Acker‘ (400 m ü. NN, 8,8°C, 698 mm, uL) in einer Dichte von 4 x 4 Pflanzen auf 1 m² großen Flächen innerhalb von 10 m x 20 m großen Parzellen ausgepflanzt. Die Pflanzen hatten eine Höhe von 40 – 50 cm, jedoch einen im Vergleich zu Wildpopulationen untypischen Habitus. Um ihnen im Verlauf der weiteren Vegetationsperiode eine gute Entwicklung zu ermöglichen, wurde auf der Versuchsfläche im Sommer 2000 keine Stoppelbearbeitung durchgeführt und die Grundbodenbearbeitung zur Bestellung des folgenden Hafers nicht wendend und flach durchgeführt. Im Sommer 2001 wurden die

Parzellen erstmalig je nach Variante unterschiedlich behandelt:

1. Stoppelbearbeitung mit dem Grubber (15 cm)
2. Stoppelbearbeitung mit dem Schälplflug (7 cm)
3. Stoppelbearbeitung mit dem Rotortiller (5 cm)
4. Einsaat von Klee gras im September 2001, dreimaliger Schnitt 2002
5. Kontrolle: keine Stoppelbearbeitung, keine Klee grasaussaat

4 Wiederholungen

Die Parzellen der Varianten 1) – 3) und 5) wurden im September 2001 gepflügt und mit Wintergerste bestellt. Nach der Wintergerstenernte und nach dem zweiten Schnitt des Klee grasbestands wurde im August 2002 die Anzahl der Disteltriebe auf den Parzellen bestimmt.

Erhebung der *C. arvense*-Populationen

In allen Versuchen wurden Unkrautpopulationen jeweils auf 10 zufällig bestimmten Erhebungsflächen je Parzelle gezählt. Die Größe der Erhebungsflächen wurde an die Unkrautdichte angepasst: 0,1 m² – 2 m². Von *C. arvense* sowie anderen perennierenden Unkräutern wurde jeweils die Anzahl der Triebe m⁻² bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

1 Versuch zur Stoppelbearbeitung auf der Versuchsstation Kleinhohenheim für Ökologischen Landbau

Während der ersten drei Jahre nach Versuchsanlage zeigte die Stoppelbearbeitung keine Wirkung auf die Unkrautdichte in den Kulturen (nicht dargestellt). Ein deutlicher Effekt der Stoppelbearbeitung war erstmalig im Jahr 2002 festzustellen (Abb. 1). Von *C. arvense* sowie der Summe aller perennierenden Unkräuter wurden deutlich höhere Triebdichten auf den Parzellen der Kontrolle gefunden als auf den Parzellen der drei übrigen Varianten. Diese Differenzierung war offensichtlich darauf zurückzuführen, dass perennierende Unkräuter auf der unbearbeiteten Stoppel ungehindert weiterwachsen konnten, während sie durch nur einmalige Stoppelbearbeitung hieran gehindert wurden (Pekrun und Claupein 2001). Die besondere Bedeutung der Sommermonate für Wachstum und Entwicklung von *C. arvense* geht auch aus den Untersuchungen von Kahnt und Eusterschulte (2000) hervor, wo *C. arvense* in den Varianten, in denen sie im Sommer durch Stoppelbearbeitung gestört wurde, auf einem niedrigen Niveau gehalten werden konnte, während es auf Parzellen, in denen keine Stoppelbearbeitung erfolgte, im Gegensatz aber zu den vorher genannten Varianten eine Pflugarbeit im Herbst

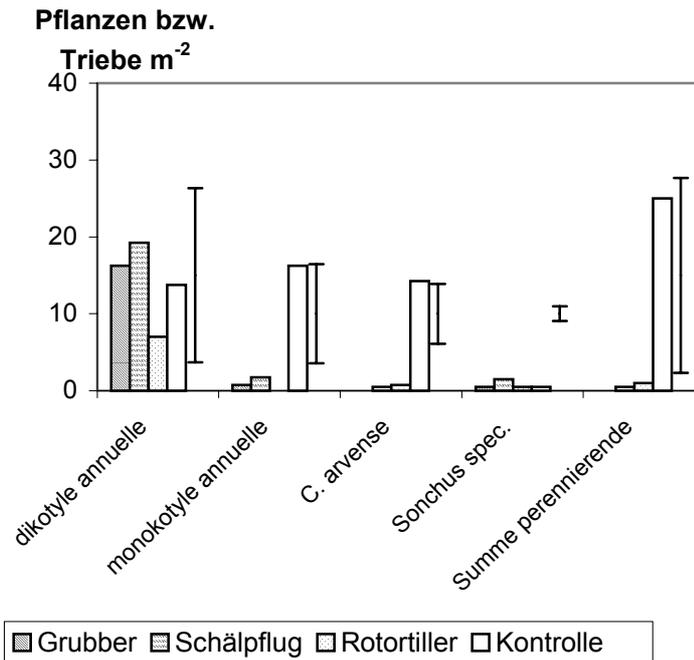


Abbildung 1: Unkräuter in Kartoffeln im Juni 2002 nach vier Jahren variiertes Stoppelbearbeitung. Unkrautdichte der dikotylen sowie monokotylen annuellen Arten, Triebe von *C. arvense*, *Sonchus spec.* sowie der Summe der perennierenden Arten. Fehlerbalken = Grenzdifferenz 5 %, t-Test

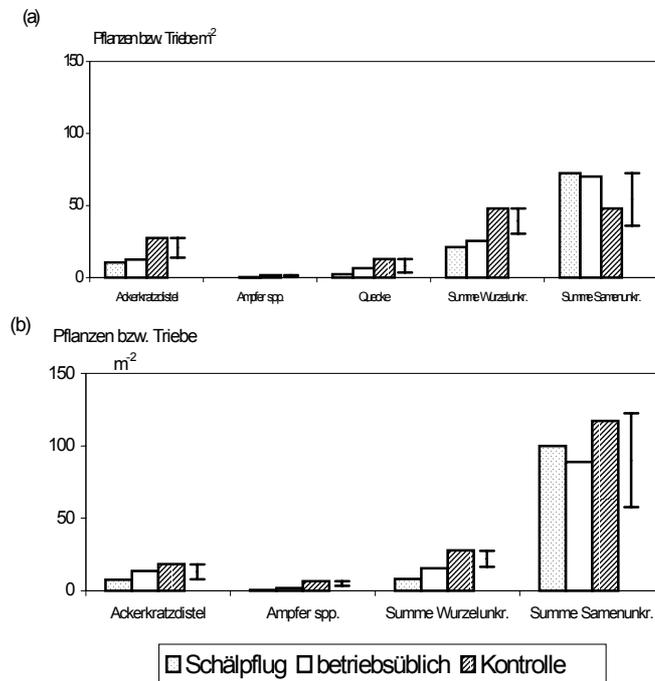


Abbildung 2: Triebdichte von *C. arvense*, *Rumex spp.*, *Elymus repens*, der Summe der perennierenden sowie der annuellen Unkräuter im Frühjahr 2001 in Feldversuchen auf Praxisflächen im Raum Rottenburg-Tübingen. (a) Mittel aus 11 Versuchen mit Sommerungen, (b) Mittel aus 7 Versuchen mit Winterungen. Versuchsanlage: Sommer 1999. Fehlerbalken = Grenzdifferenz 5 %, Tukey-Test. Quelle: Hunger et al. 2001

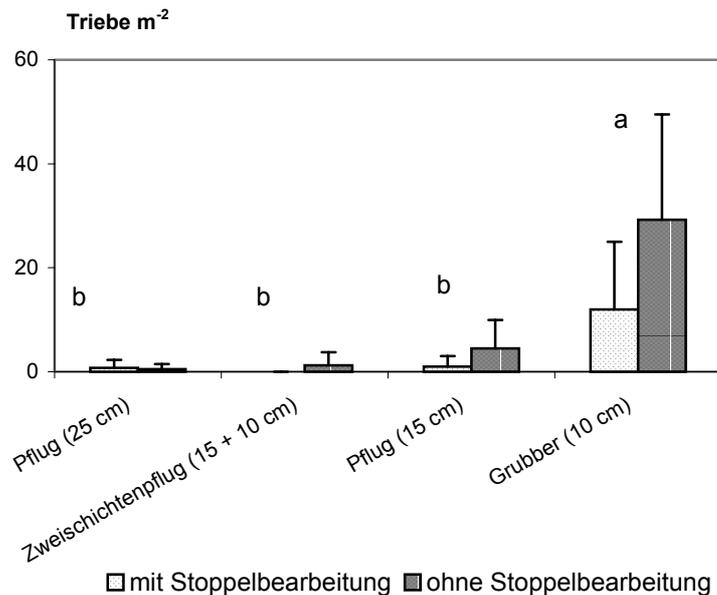


Abbildung 3:

Triebdichten von *C. arvensis* im Juni 2002 in Abhängigkeit von Grund- und Stoppelbearbeitung. Versuchsanlage: Sommer 1999. Fehlerbalken = Standardabweichung. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Differenzen mit $p < 5\%$, Tukey zwischen den Varianten der Grundbodenbearbeitung auf

erfolgte, im Verlauf von vier Jahren zu starken Populationszuwächsen kam. Die hier vorgestellten Ergebnisse bestätigen damit auch die Befunde von Koch und Rademacher (1966), Pallutt *et al.* (1984) sowie Boström *et al.* (2000), wonach die Stoppelbearbeitung nicht nur eine gute Wirkung gegen *Elymus repens* entfaltet, sondern ebenfalls gegen *C. arvensis*. Im Gegensatz zu den Versuchen von Koch und Rademacher (1966) kann aus unseren Versuchen jedoch keine besonders günstige Wirkung des Schälplugs abgelesen werden.

2. Versuche zur Stoppelbearbeitung auf Praxisbetrieben im Raum Rottenburg-Tübingen

In den Versuchen in Rottenburg-Tübingen ergab sich bereits eineinhalb Jahre nach Versuchsbeginn eine Differenzierung zwischen den Varianten mit Stoppelbearbeitung auf der einen Seite und der Variante ‚Kontrolle‘ auf der anderen Seite. Im Mittel über 11 Versuche, in denen im Jahr 2001 Sommergetreide, Erbsen oder andere Sommerungen angebaut worden waren, zeigte sich, dass *C. arvensis* von der Bodenruhe im Sommer deutlich profitiert hatte (Abb. 2a).

Ein ähnliches, wenngleich weniger deutliches Bild zeichnete sich in den Versuchen mit Wintergetreide ab (Abb. 2b). Im Mittel war über die Versuchsperiode 1999 – 2001 eine jährliche Verdoppelung der Triebdichte perennierender Unkräuter auf den Parzellen ohne Stoppelbearbeitung festzustellen.

3. Versuch zur reduzierten Bodenbearbeitung auf der Versuchsanlage Kleinhohenheim für Ökologischen Landbau

In dem 1999 angelegten Feldversuch zeigte sich sehr rasch, dass Verzicht auf wendende Grundbodenbearbeitung zu einer starken Zunahme perennierender Unkräuter führen kann. Bereits im zweiten Jahr wurden in den Parzellen der Variante ‚Grubber‘ im Mittel 30 Triebe m⁻² festgestellt, während in den Parzellen mit wendender Grundbodenbearbeitung < 5 Triebe m⁻² gezählt wurden (nicht dargestellt). Erhebungen der *C. arvensis*-Triebdichten in Triticale im Juni 2002 wiesen eine ähnliche Differenzierung auf (Abb. 3).

Hierbei zeigte sich, dass eine flache Pflugbearbeitung (15 cm) tendenziell ungünstiger zu bewerten ist als ein tiefes Pflügen (25 cm) oder der Einsatz des Zweischichtenpflugs. Dies ist vermutlich damit zu erklären, dass durch tiefes Vergraben der Wiederaustrieb von *C. arvensis* geschwächt wird (Dock Gustavsson 1997). Durch Stoppelbearbeitung konnte dem Aufbau einer Distelpopulation teilweise entgegengewirkt werden.

4. Modellversuch zur Kontrolle von *C. arvensis* durch Stoppelbearbeitung und Kleeegrasanbau

Die hier vorgestellten Ergebnisse aus dem Modellversuch mit künstlich etablierten Distelnestern können nur vorläufigen Charakter haben, da bis zum August 2002 die Behandlungen nur einmal erfolgt waren.

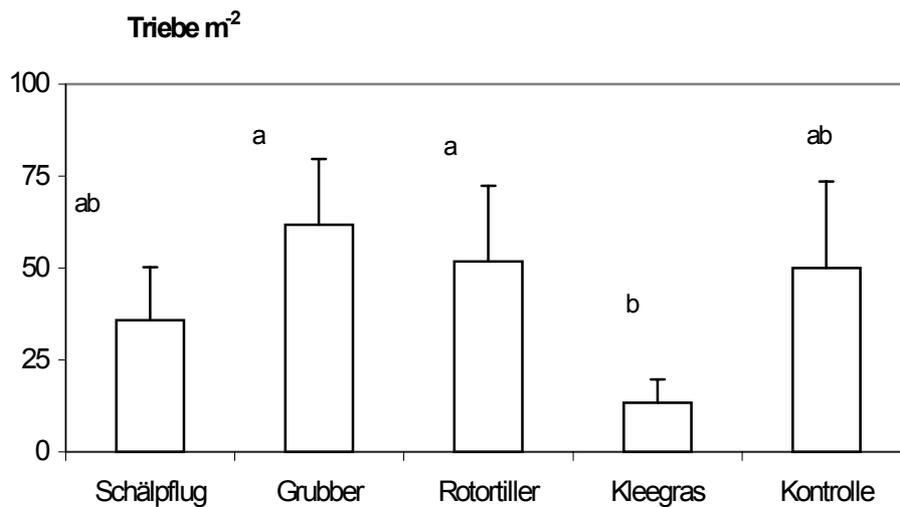


Abbildung 4:

Triebdichten von *C. arvense* im August 2002 nach variiertem Stoppelbearbeitung bzw. Etablierung von Klee gras im Sommer-Herbst 2001. Auspflanzen von vorgezogenen Distelpflanzen im Mai 2001. Fehlerbalken = Standardabweichung. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Differenzen mit $p < 5\%$, Tukey an

Hierbei zeigte sich noch keine Wirkung der Stoppelbearbeitung auf *C. arvense* (Abb. 4). Jedoch zeichnete sich eine im Vergleich zu den übrigen Varianten niedrigere Triebdichte in den Parzellen ab, die im September 2001 mit Klee gras bestellt und bis zum August 2002 zweimal geschnitten worden waren.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In dem vorliegenden Beitrag wird der Zusammenhang zwischen Bodenbearbeitung und der Abundanz der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) untersucht. Es werden hierzu Ergebnisse aus Feldversuchen vorgestellt, die auf der Versuchsstation Kleinhohenheim für Ökologischen Landbau der Universität Hohenheim sowie auf ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben im Raum Rottenburg-Tübingen angelegt wurden.

Aus den Versuchen zur Stoppelbearbeitung geht hervor, dass unterlassene Stoppelbearbeitung in erheblichem Maße zur Zunahme von *C. arvense* beitragen kann. Der Schälplflug zeigte keine günstigere Wirkung als heute übliche Geräte. Nicht wendende Grundbodenbearbeitung führte bereits nach kurzer Versuchsdauer zu einer deutlichen Zunahme von perennierenden Unkräutern. Flach als auch tief wendende Grundbodenbearbeitung sowie Bearbeitung mit dem Zweischichtenpflug dagegen bewirkten eine gute Kontrolle von *C. arvense*. Einer Zunahme von Distelpopulationen konnte durch Stoppelbearbeitung teilweise entgegengewirkt werden. Vorläufige Ergebnisse eines Modellversuchs mit gepflanzten Disteln zeigten, dass Klee grasanbau mit mehrfachem Schnitt eine stark kontrollierende Wirkung besitzen kann.

Die vorliegenden Versuchsergebnisse zeigen somit, dass *C. arvense* durch Störung des Weiterwuchses im

Sommer und Herbst erheblich beeinträchtigt und damit kontrolliert werden kann. Zur effektiven Kontrolle dieser Art ist jedoch ein Bündel von Maßnahmen nötig, in welchem die Bodenbearbeitung nur einen Teilaspekt darstellt (Donald, 1990).

Danksagung

Die Untersuchungen zum Stoppelhobel auf ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben im Raum Rottenburg-Tübingen wurden von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) finanziell unterstützt, wofür wir herzlich danken.

Literatur

- Boström U, Hansson M, Fogelfors, H** (2000) Weeds and yields of spring cereals as influenced by stubble cultivation and reduced doses of herbicides in five long-term trials. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 134:237-244
- Dock Gustavsson A-M** (1997) Growth and regenerative capacity of plants of *Cirsium arvense*. *Weed Research* 37:229-236
- Donald W W** (1990) Management and control of Canada Thistle (*Cirsium arvense*). *Revue Weed Science* 5:193-250
- Hampl U, Hoffmann M, Kayser-Heydenreich B, Kress W, Markl J** (1995) Ökologische Bodenbearbeitung und Beikrautregulierung, Sonderausgabe Nr. 56 der Stiftung Ökologie & Landbau. Heidelberg: Verlag C. F. Müller
- Herzog R** (1969) Versuchsergebnisse zur ackerbaulichen Bekämpfung von *Agropyron repens* L., *Albrecht Thaer Archiv* 13:321-334

- Hunger S, Pekrun C, Claupain W** (2001) Der Stoppelhobel – Eine Alternative zu herkömmlichen Geräten der Stoppelpflege im Ökologischen Landbau? Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 6.-8. März 2001 in Freising-Weihenstephan. 357-360
- Kahnt G, Eusterschulte B** (2000) Untersuchungen zur Unkrautbekämpfung mit verschiedenen Verfahren der Stoppelpflege. Zeitschrift Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz – Sonderheft 17:461-468
- Koch W, Rademacher B** (1966) Einfluß verschiedenartiger Stoppelpflege auf die Verunkrautung. Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau 123:395-409
- Pallutt B, Haass J, Feyerabend G** (1984) Zu Fragen der mechanisch-chemischen Unkrautbekämpfung in der Fruchtfolge. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR 38:45-48
- Pekrun C, Claupain W** (2001) Einfluß der Stoppelpflege auf Ertragsbildung und Unkrautauftreten unter den Produktionsbedingungen des Ökologischen Landbaus unter besonderer Berücksichtigung der Wirkung des Stoppelhobels. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 6.-8. März 2001 in Freising-Weihenstephan. 203-206
- Roemer T** (1929) Ackerbaulehre. Berlin: Verlagsbuchhandlung Paul Parey, 230 p

2.1.2.3 Regulierung der Acker-Kratzdistel - Die mechanische Bekämpfung in der herbstlichen Stoppel -

von Jürgen Debruck und Wernfried Koch

Einleitung

Mit der Zunahme des Ökologischen Landbaus bleibt auch das Distelproblem nicht mehr verborgen. Rindviehhaltende Betriebe können es mit dem kräfteraubenden Mehrfachschnitt eines mindestens 2-jährigen Feldfutterbaus noch auf tolerierbare Maße eingrenzen. Dagegen sind viehlose Betriebe dem Risiko einer mehr oder weniger dynamischen Zunahme voll ausgesetzt. Werden nicht mehr als 11 Prozent der Ackerfläche als gesetzliche Stilllegung in Anspruch genommen, liegen selbst bei weiteren 10 Prozent Hackkulturen vier Fünftel des Ackers unter Körnerfrüchten. Bei üblicher Stoppelbearbeitung und Beibehaltung des Anbausystems ist der Vormarsch der Distel programmiert und nicht aufzuhalten. Je nach Standort ist spätestens nach 5 – 6 Jahren nach einer rigorosen Notlösung zu suchen oder eine Anbauänderung einzuleiten. Dafür, dass die Distel den Ackerbau immer begleitet hat, ist das Wissen um ihre effektive Bekämpfung außerordentlich schmal oder aber örtliche Erfolge sind nicht weitergegeben worden. Allgemeingut ist eigentlich nur das Wissen um das Ausbluten in Feldfutterschlägen durch Mehrfachschnitte. Ansonsten ist im naturgemäßen Anbau die Distel stets im Zeitraum Frühjahr bis Vorsommer mehrfach gestochen worden und für die ältere Ackerbaugeneration noch nach dem

Kriege eine leidige Beschäftigung gewesen. Abgesehen von der ungeheuren vegetativen Vermehrungsrate im Boden (s. Abb. 1) blieben genügend Blühtriebe übrig, dass Aufstellen der Erntegarben oder später den Direkttrusch zu erschweren.

Erst jetzt denkt man über andere Bekämpfungsmöglichkeiten nach. Das von O. Wehsarg in den 50er Jahren sehr anschaulich vermittelte Wissen um die Biologie wirksamer Distelbekämpfung ordert den Zeitpunkt eindeutig mit den nach der Körnerernte einsetzenden Stoppelarbeiten. Die ab diesem Zeitpunkt aus den Wurzeläusläufern austreibenden Blattschösslinge gilt es, ständig zu vernichten, um sie an der Stärkebildung zu behindern und das Ableiten der Reservestoffe in die unterirdischen Vermehrungsorgane zu unterbinden. Das „Köpfen“ der Blattrosette vom Schössling muss flächendeckend und exakt sein und im Herbst mehrfach wiederholt werden. Hier setzen die eigenen Arbeiten an.

Material und Methoden

Die maschinelle Bekämpfung der herbstlichen Schossertriebe wird gleich von mehreren Faktoren bestimmt:

1. In Anlehnung an Abb. 1 treiben die Schösslinge aus den Wurzelknospen jener Seitenwurzeln, die unterhalb der Pflugfurche verlaufen. Es sind intakte Stränge, die über Jahre durch stete Neubildung den „Familienstammbaum“ ständig vergrößern.
2. Mit den Stoppelarbeiten werden die Schossertriebe erfasst (s. Bild 1). Damit ihre Vernichtung 100-prozentig erfolgt, müssen die Werkzeuge flächendeckend und i. d. R. schneidend arbeiten. Die üblichen auf Bodengriff schräg angestellten Zinken und Schare reißen und verletzen, so dass viele Schosser eine Überlebenschance haben. Bei zu weitem Strichabstand bleiben zusätzliche schmale Erdbalken mit ungestörten Disteltrieben stehen.

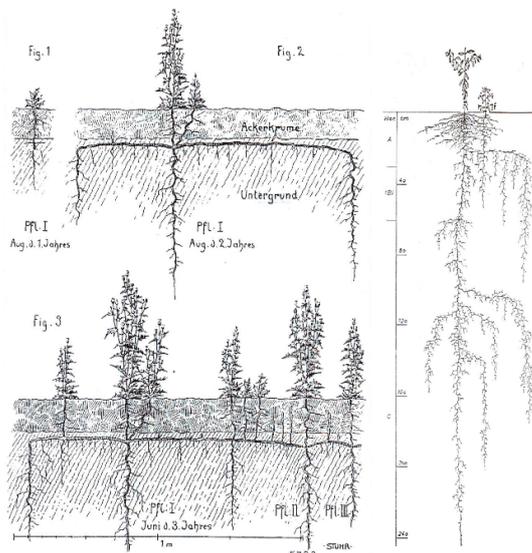


Abbildung 1: Vegetative Vermehrung aus dem Samen und Wurzelprofil n. Kutschera (1960)



Bild 1

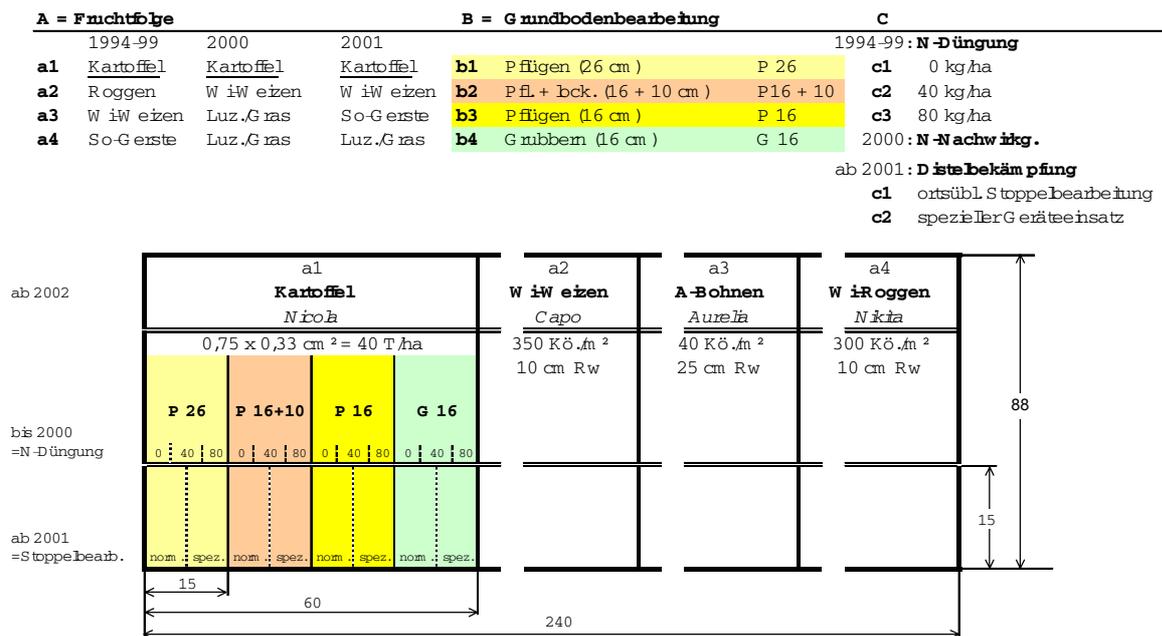


Abbildung 2:
Intensität der Bodenbearbeitung und Distelbekämpfung
LLG Bernburg, „Flurweg II“

3. Die Rosette des Blattschösslings muss sichtbar sein. Nach angemessener Wartezeit von ca. 5–7 Tagen, in der noch jüngere Triebe hinzukommen, wird der erste Einsatz gefahren. Nach erneutem Austrieb wiederholt sich der Vorgang, wobei die Einsatztiefe sukzessive zunimmt.

Die Suche nach einem geeigneten Stoppelgerät hat sich vorrangig auf einen sogenannten Flachgrubber mit horizontal laufenden und flächendeckenden Schneidwerkzeugen zu konzentrieren. Nach diversen Tests und Vorversuchen im Rahmen von Feldvorführungen auf den Flächen des Lehr- und Versuchsgutes der Landesanstalt Ende der 90er Jahre fiel die Wahl auf den in Bild 2 vorgestellten Flachgrubber der Firma KÖCKERLING in 33415 Verl, Gütersloh. Es ist

bei der Distelbekämpfung darauf zu achten, dass die Gänsefußschare in Bild 3 stets (messer-)scharf sind. Das Abschneiden der Distel verlangt es ohnehin. Andererseits ist der Grubber leichtgängiger und lässt sich so besser auf Tiefe halten, was bei vielen Flachgrubbern mit anderen Werkzeugen bei Trockenheit problematisch ist.

Der Bekämpfungsversuch selbst ist nach Abb. 2 eine großflächige Anlage, die den Einsatz betriebsüblicher Maschinen und Geräte zulässt. Mit gleichen Grundbodenbearbeitungsvarianten lief das Feldexperiment seit 1994 zunächst mit der Fruchtfolge 1. Kartoffeln, 2. Roggen, 3. Weizen und 4. So-Gerste. 1999 war zur Ernte ein Verdistelungsgrad erreicht, der zur Umstellung in der Fruchtfolge bzw. Aufnahme eines 2-jährigen Luzerne/Gras-Schlags zwang. Mit den Ü-



Bild 2



Bild 3

berlegungen zur mechanischen Distelbekämpfung wurde nach der Ernte 2001 die Luzerne wieder aus der Fruchtfolge herausgenommen und die in Abbildung 2 genannte distelanfällige vierfeldrige Fruchtfolge erneut eingeführt. Von ihr liegt in 2002 eine Ernte an, die zweite steht zum Zeitpunkt der Berichterstattung noch „auf dem Halm“.

Ergebnisse und Diskussion

1. Versuchsperiode 1995 – 2000

Es ist die Phase, in der durch die 4-Felderfruchtfolge mit 75 Prozent Getreide ohne Zwischenfrucht als Gründung das bereits erwähnte hohe Distelaufkommen erzeugt wurde und letztlich zur Fruchtfolge-

tungsvarianten (-16 cm) zur Umstellung der Fruchtfolge ab Herbst 2001.

In Tab. 1 werden die Erträge der beiden Intensivkulturen Kartoffeln und Weizen mitgeteilt.

Die Reaktion beider Kulturen ist vergleichbar. Während die Zweischichtbearbeitung keine wesentlichen Nachteile erkennen lässt, ist der Negativeinfluss der flachen Grundbodenbearbeitung offensichtlich – und hier lockern vor wenden. Die Reaktion auf Art und Tiefe der Grundbodenbearbeitung ist nachweislich von Änderungen der Bodenstruktur, der Nährstoffdynamik und der Bodenbiologie bestimmt. In den flach bearbeiteten Varianten kommt der Einfluss des zunehmenden Distelbesatzes gravierend hinzu. Die Negativdominanz der Lockerungsvariante ist ganz

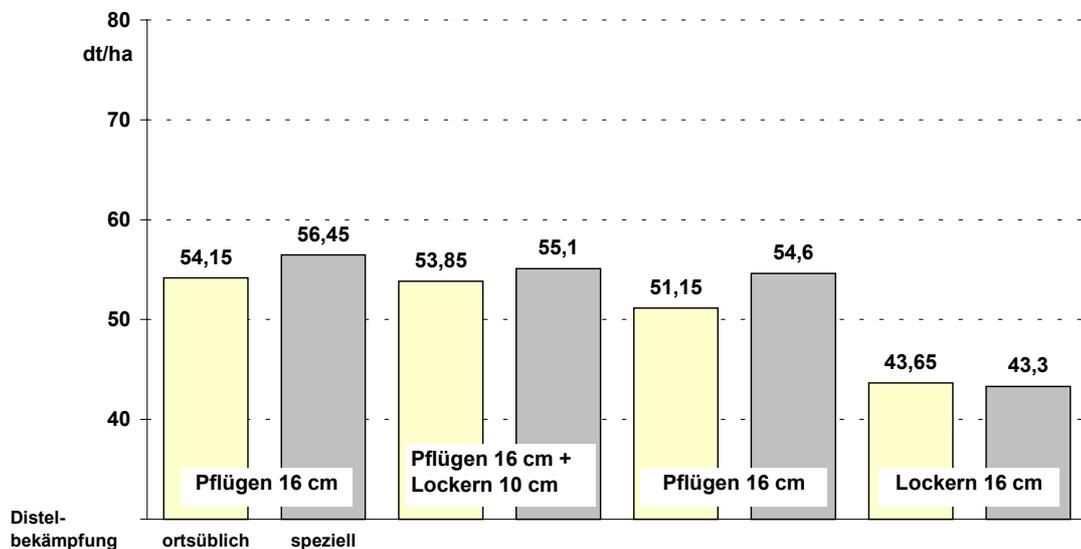


Abbildung 3: Grundbodenbearbeitung und Distelbekämpfung zu Winterweizen (Korntrug, LLG Bernburg 2001-2002)

umstellung bzw. Aufnahme der spezifischen mechanischen Distelbekämpfung zwang. Unabhängig von der Grundbodenbearbeitung erfolgte unmittelbar nach der Getreideernte die flache Stroheinarbeitung mittels einer Kombination Schwergrubber/Zinkenrotor. Die Gänsefußschare des Grubbers arbeiten zwar flächendeckend, reißen und wühlen, schneiden aber nicht durch die Schrägstellung auf Bodengriff. Nach Eingrünung der Mulchschicht erfolgte der zweite Geräteeinsatz auf ca. 10 – 12 cm. Kurz vor der Roggensaat erfolgte die Grundbodenbearbeitung für alle Kulturen. Visuell nahm die anfänglich ortsübliche, schwache Verdistelung ab dem 4. Versuchsjahr rasch zu in der Reihenfolge Pflügen 26 < Pflügen/Lockern 16/10 < Pflügen 16 < Lockern 16 cm und zwang letztlich durch den hohen Disteldruck in den flachen Bearbei-

sicherlich dem Umstand zuzuschreiben, dass der Grubber viele Herbstschösslinge stehen lässt oder sie nur verletzt, so dass sie im Frühjahr zur Blüte gelangen. Der flachgestellte Pflug schneidet zwar flächendeckend ab, erfasst aber nicht die sich noch in der Unterkrume befindlichen aufstrebenden Triebe.

2. Versuchsperiode ab Herbst 2001

Die Vorgehensweise der nach der Ernte 2001 eingesetzten Bekämpfungstechnik mit dem in den Bildern 2 und 3 vorgestellten Geräte veranschaulicht Bild 4. Es zeigt den zweiten Bearbeitungsgang. Es wurde das Rosettenstadium der Distelblattschösslinge abgewartet und die Arbeitstiefe von vormals 5-6 cm auf 10-12 cm erhöht.

Der nach der sogenannten Kiewer Methode vorgesehene 3. Einsatz auf 20-30 cm und darunter kann we-

Tabelle 1:

Zur Intensität der Grundbodenbearbeitung im ökologischen Landbau
LLG Bernburg 1995 – 2000, Durchschnittserträge im Versuchszeitraum

	b1		b2		b3		b4	
	Pflügen - 26 cm		Pflügen/Lockern 16 cm/ 10 cm		Pflügen 16 cm		Lockern 16 cm	
	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.
1. Kartoffeln	258	100	253	98,1	243	94,2	217	84,1
2. Wi-Weizen	57,0	100	56,7	99,5	54,2	95,1	51,0	89,5

gen der anstehenden Herbstsaat vielfach nicht mehr durchgeführt werden. Das Abschneiden der Triebe übernimmt jetzt der Pflug, während bei der Mulchsaat in der Grubbersvariante b4 die dritte nachtreibende Distelgeneration unbehelligt bleibt und zur zusätzlichen Belastung im Folgejahr führt.

Während der Vegetation 2002 konnten visuell keine Unterschiede im Distelbesatz zwischen ortsüblicher (c1) und spezieller (c2) Stoppelbearbeitung im Herbst 2001 bonitiert werden. Die in Abb. 3 dargestellten Erträge zeigen den bereits mit Tab. 1 erläuterten Trend in den Grundbodenbearbeitungsvarianten. Der Differenzierung zwischen den Stoppelarbeiten c1 und c2 kann jedoch nach einem Anwendungsjahr noch keine versuchsbedingte Abhängigkeit beigemessen werden. Sollte in der Folgezeit die spezielle Bekämpfungsmaßnahme nachweislich Einfluss auf die Distelpopulation nehmen, ist der Rückgang mit ähnlicher Dynamik zu vermuten, wie die Zunahme mit der Erstversuchsanstellung erfolgte.



Bild 4

Zusammenfassung

Die Acker-Kratzdistel scheint von jeher ein Kulturfolger gewesen zu sein. Die Auseinandersetzung mit ihr war immer ein hartes Brot und sie wurde erst durch den Herbizideinsatz ein Unkraut wie jedes andere auch. Doch Umstellungsbetriebe werden erneut mit diesem hartnäckigen Wurzelunkraut konfrontiert. Wer sich nicht sofort mit acker- und pflanzenbaulichen Vorbeugemaßnahmen wehrt, kann nach

wenigen Jahren ohne Übertreibung ein wahres Schreckenszenario erleben. Wurzelmorphologie und Vermehrung machen aus der Distel einen Überlebenskünstler. Es ist weniger die Samenvermehrung als vielmehr die Tatsache, dass etablierte Exemplare ihre ersten Seitenwurzelstränge außerhalb der Gefahrenzone, nämlich unterhalb der Pflugsohle, austreiben. Ihre Wurzelknospen beginnen, sofort zu sprießen und je nach Alter Blüten- oder Blattschösslinge zu treiben. Die Kenntnis der Anatomie, der Saft(-Stärkezucker)-Ströme und ihr Einfluss auf die Vermehrungsorgane Blüte und Trieb gibt Ansätze für eine Bekämpfung. Blühtriebe in der Hauptvegetation stören oder beseitigen zu wollen, ist gleichbedeutend mit einem Signal für vegetative Vermehrung durch verstärkte Bildung von Wurzeläusläufern und Wurzelknospen. Diese Vorgänge erschöpfen sich nur durch Mehrschnittigkeit eines mindestens 2-jährigen Feldfutters und entlasten Acker und Anbau für ca. 3 Jahre. Dann beginnt sich die alte Vitalität wieder einzustellen.

Für rindviehlose Betriebe beginnen Bekämpfungsmaßnahmen unmittelbar nach der Körnerernte. Die erste flache Bearbeitung gilt einmal dem Samenauf- und dem Strohmulch. Doch bereits hier sollte das Stoppelgerät mit flächendeckenden Schneidwerkzeugen ausgerüstet sein, um die ersten Blattschösslinge sauber vom Trieb zu trennen. Das „Köpfen“ der Distel-Blattrosette verhindert die Bildung und das Ableiten von Stärkezucker als Speicherenergie für das Austreiben neuer Schösslinge. Diesen Vorgang gilt es, im Spätsommer und Herbst mehrfach zu wiederholen. Jeder erneute Geräteeinsatz sollte um 6-8 cm tiefer sein, um auch die frisch ausgetriebenen und sich erst in der Unterkrume befindlichen Blattschösslinge zu erfassen und wie Spargel zu stechen.

Die von der Kiewer Methode ausgesprochene Empfehlung, mit dem letzten Geräteeinsatz vor der Herbstsaat bzw. Winter die alles entscheidenden, gewöhnlich horizontal verlaufenden Wurzeläusläufer zu unterfahren, wird nur in seltenen Fällen nachzukommen sein. Wurzelprofile zeigen, dass die Position der Äusläufer selbst eine tiefe Pflugfurche übersteigt.

Hinzu kommt, dass auf Trockenstandorten die Seitenstränge auf der Suche nach Wasser in die vertikale Lage übergehen und sie hier zwar getrennt, aber nicht abgetötet werden können. Dort, wo eine wirksame Bekämpfung vorgenommen werden soll, ist mit einem Spateneinschlag das Wurzelprofil zumindest bis zur ersten Seitenwurzel zu orten, um den Erfolg vertieften Pflügens abschätzen zu können.

Mit Ausnahme der grundsätzlichen Arbeit von O. Wehsarg (1954) und der Kenntnis des gesamten Wurzelprofils von Kutschera (1960, s. Abb. 1, rechtes Bild) existiert eine Literatursammlung von Oettel (1998) und jüngste Berichte von Richter und Debruck (2000), Perkuhn sowie Kerschberger und Marold.

Literatur

- Kutschera L** (1960) Wurzelatlas, Frankfurt: DLG-Verlags-GmbH, 530–535 p
- Oettel S** (1998) Aktuelle Verteilung und Standorte der Acker-Kratzdistel. Dipl.-Arbeit an der FH Dresden, 85 p
- Richter S, Debruck J** (2000) Distel kratzt im Ökolandbau, BZ
- Wehsarg O** (1954) Ackerunkräuter, Berlin: Akademie Verlag, 261–267

2.1.2.4 Direkte und indirekte Regulierungsmaßnahmen der Acker-Kratzdistel im ökologischen Landbau: Biologische Kontrolle durch pathogene Pilze?

von Stephanie Kluth, Andreas Kruess, Teja Tschardtke

Einleitung

Das Interesse an einer Reduktion von Unkräutern mit Hilfe ihrer natürlichen Gegenspieler, der biologischen Unkrautkontrolle, hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen (Charudattan und Dinooor 2000, Müller-Schärer *et al.* 2000). Gerade im ökologischen Landbau, in dem die Problematik einzelner persistenter Unkräuter durch den Ausschluss von Herbiziden besonders extrem zu bewerten ist, würde der Einsatz geeigneter Gegenspieler zur Unkrautreduktion von besonderem Nutzen sein (Bacher *et al.* 1997). Erfolge im Bereich der klassischen biologischen Kontrolle (des Nachführens natürlicher Feinde von eingeschleppten invasiven Arten) haben auch eine biologische Kontrolle einheimischer Unkrautarten möglich erscheinen lassen. Der Einsatz spezialisierter, pflanzenpathogener Pilze in Form von Mykoherbiziden einerseits oder die Förderung und langfristige Etablierung solcher einheimischer Pathogene durch geeignete Managementmethoden andererseits könnten dabei praktikable Methoden der Unkrautregulierung darstellen.

In einer Reihe von Studien wurden verschiedene Pathogene der Acker-Kratzdistel auf ihre Eignung als Gegenspieler im Rahmen einer biologischen Kontrolle untersucht (z. B. *Puccinia punctiformis* Str. (Röhl.): French und Lightfield 1990, Frantzen 1994; *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) DE BARY: Brosten und Sands 1986, Green und Bailey 2000; *Alternaria cirsiioxia* Simmonds and Mortensen: Simmonds and Mortensen 1997). Unsere Untersuchungen konzentrierten sich auf die Schadwirkungen und das Zusammenspiel des Rostpilzes *P. punctiformis* und des nekrotrophen Pilzes *Phoma destructiva* PLOWR., der bisher nur in wenigen Studien untersucht wurde (Guske *et al.* 1996, Kruess 2002). Neben der genaueren Abschätzung der Schadwirkung der einzelnen applizierten Pilze spielen dabei auch mögliche Interaktionen im Zuge einer Kombinationsapplikation beider Pilze eine Rolle. Solche Untersuchungen erlauben es abzuschätzen, inwieweit Wechselwirkungen zwischen den Organismen den Erfolg einer biologischen Kontrolle beeinflussen.

Im einzelnen bearbeiteten wir in unseren Untersuchungen folgende Fragestellungen:

- Wie ist die Schadwirkung von *P. punctiformis* auf Disteln nach Mahd zu bewerten?
- Welche Schadwirkung hat *P. destructiva* auf Disteln im Weizen und wie werden bei einer Infektion die Ertragskomponenten beeinflusst?

- Welchen Einfluss hat eine einfache oder kombinierte Pilzbehandlung mit *P. punctiformis* und *P. destructiva* auf den Distelbestand einer Brachfläche? Gibt es langfristige, indirekte Effekte, die zu einer Erhöhung des Anteils von systemischen Rostinfektionen führen?

Material und Methoden

Schadwirkung von *P. punctiformis* auf Disteln nach Mahd

Aus Fragmenten der Horizontalwurzeln von Disteln eines Klons wurden Versuchspflanzen im Gewächshaus angezogen und anschließend in 50 l-Töpfen auf der Versuchsfläche des Fachgebietes Agrarökologie aufgestellt. Jeweils im Juni 1998 und 1999 wurden im zweifaktoriellen Design folgende Behandlungen durchgeführt: 1) Schnitt der Disteln, 2) Inokulation mit einer Uredosporen-Suspension des Rostes *P. punctiformis*, 3) Kombination aus Schnitt und anschließender Inokulation, 4) Kontrolle. Jeder Ansatz wurde zehnmal wiederholt. Zur Kontrolle einer Infektion mit *P. punctiformis* wurden Blattproben entnommen und die Dichte der Sporenlager unter dem Bioskop bestimmt. Die Größe und Zahl der Triebe jedes Topfes wurde monatlich während der Vegetationsperiode gemessen und die Zahl der Blütenköpfe erfasst. Die oberirdische Biomasse wurde am Ende jeder Vegetationsperiode, die Wurzelbiomasse nach Versuchsende 1999 ermittelt. Die Bestimmung der Konzentration an Reservestoffen im Wurzelmaterial wurde anhand von getrockneten und pulverisierten Proben durchgeführt. Der Saccharosegehalt wurde nach Cardini und Leloir (1955) und Roe (1934) bestimmt.

Schadwirkung von *P. destructiva* auf Disteln in Weizen

Das Experiment wurde 2000 in einem 25x25m² Sommerweizenfeld auf der Versuchsfläche des Fachgebietes Agrarökologie auf 36 1x1m² großen Teilflächen durchgeführt. Aus Fragmenten der Horizontalwurzeln von Disteln eines Klons wurden Versuchspflanzen angezogen. In einem zweifaktoriellen Blockdesign wurden Disteln in unterschiedlichen Dichten (Kontrolle mit natürlicher Disteldichte, 20 zusätzliche Disteln, 30 zusätzliche Disteln) mit Konidiosporen des Pilzes *P. destructiva* behandelt bzw. nicht behandelt. Jeder Ansatz wurde sechsfach wiederholt.

Tabelle 1:

Übersicht über die elf Behandlungen der Distelplots auf einer Brachfläche. Die Behandlungen wurden jährlich in sechsfacher Wiederholung durchgeführt (Kontrolle: 12 Wiederholungen).

Behandlung	<i>P. punctiformis</i>			<i>P. destructiva</i>			Fungizid	Kontrolle
	Juni	Juli	August	Juni	Juli	August	Juni/Juli	
1	x							
2		x						
3			x					
4	x	x	x					
5				x				
6					x			
7						x		
8				x	x	x		
9	x			x				
10							x	
11								x

Einfluss einfacher und kombinierter Pilzbehandlung mit *P. punctiformis* und *P. destructiva* auf den Distelbestand einer Brachfläche

Auf einer dicht mit Disteln bestandenen, zweijährigen Brachfläche wurden 1998 Versuchsflächen von 2x2m² in einem Block von 72 Flächen angelegt. Die Flächen wurden zufällig elf Behandlungen zugewiesen. Dabei handelte es sich um einfache (jährliche) und wiederholte Applikationen mit dem Rost bzw. mit *P. destructiva*, eine Doppelapplikation beider Pilze, sowie eine Fungizid-Behandlung und Kontrollflächen (Tab. 1). Während der Vegetationsperioden wurden

monatlich die Disteldichte, die durchschnittliche Vegetations- und Distelhöhe, die Anzahl systemisch rost-infizierter Disteln und die Anzahl *P. destructiva*-infizierter Disteln ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Schadwirkung von *P. punctiformis* auf Disteln nach Mahd

Eine Inokulation mit *P. punctiformis* verringerte die oberirdische Biomasse im ersten Behandlungsjahr, während einfache Mahd zwar die Anzahl der Disteltriebe reduzierte, zugleich aber infolge einer erhöhten

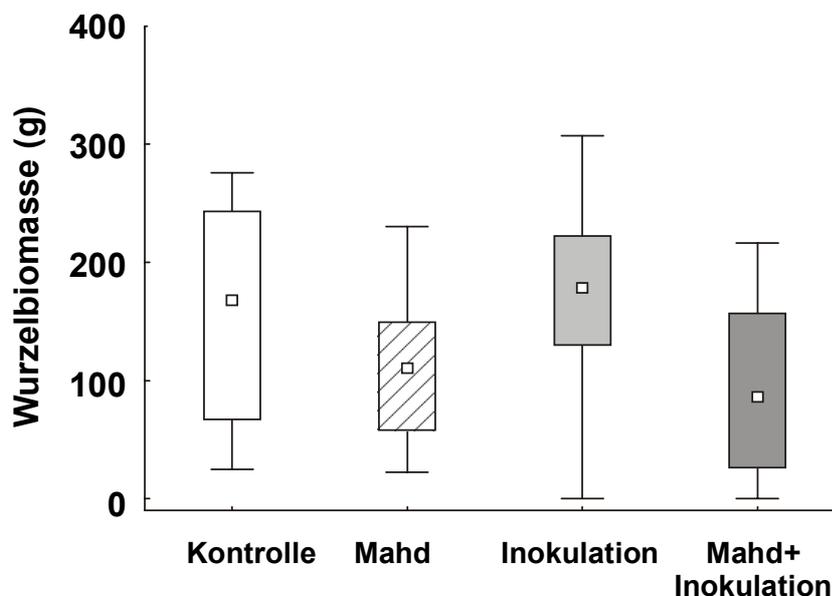


Abbildung 1:

Der Einfluss von Mahd und Inokulation mit *P. punctiformis* auf die Wurzelbiomasse der Acker-Kratzdistel. Infektion: n.s.; Mahd: $F_{1,35}=5,72$; $p<0.05$; Interaktionen: n.s. Box-Whisker-Darstellung mit Medianen, 25% und 75%-Quartil, Minimum- und Maximum-Werten (Kluth *et al.* 2002)

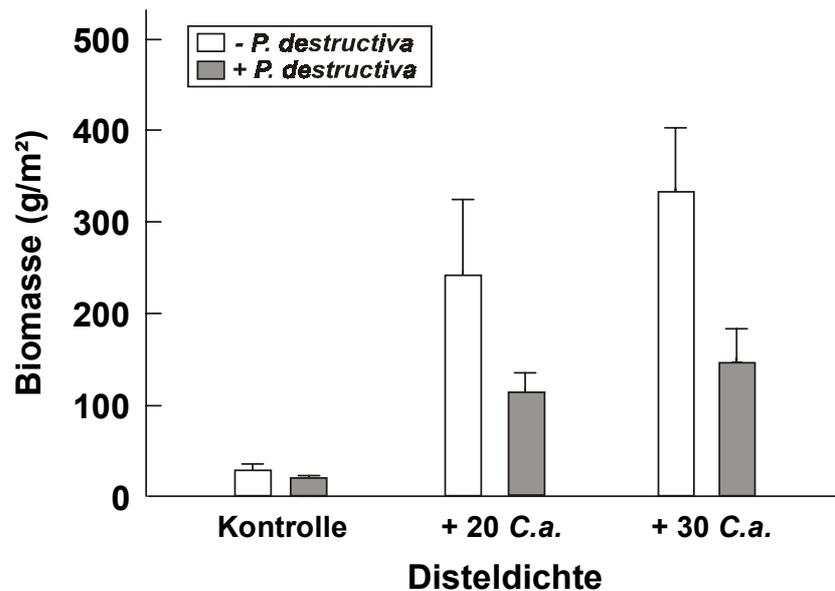


Abbildung 2:

Der Einfluss unterschiedlicher Bestandesdichten von *C. arvensis* und einer Inokulation mit *P. destructiva* auf die oberirdische Biomasse von *C. arvensis* in einem Sommerweizenfeld. 2-faktorielle ANOVA, Inokulation: $p < 0.05$; Disteldichte: $p < 0.001$; Interaktion: n.s. Natürliche Disteldichte = Kontrolle, zwanzig zusätzliche Disteln = + 20 *C.a.*, dreißig zusätzliche Disteln = +30 *C.a.* Mittelwerte und Standardfehler sind angegeben

Wachstumsrate Biomasseverluste kompensiert wurden. Erst eine Zweitbehandlung im Folgejahr reduzierte die ober- und unterirdische Biomasse entscheidend (Abb. 1, Kluth *et al.* 2002). Die Anzahl der Blütenköpfe wurde sowohl durch Mahd als auch durch die Kombinationsbehandlung vermindert. Der Anteil fertiler Blütenköpfe nahm jedoch insbesondere bei der Pilzinfektion nach Mahd deutlich ab. Die Analyse der Speicherstoffe ergab eine Reduktion der Zucker-Konzentrationen durch Mahd, wogegen die Zucker-Konzentrationen durch eine Infektion eher erhöht waren (Kluth *et al.* 2002). Die Ergebnisse zeigen einen starken Effekt der Mahd, der längerfristig gesehen die Biomasse sowie die sexuelle und vegetative Regeneration der Disteln reduzieren konnte. Der Effekt einer Inokulation war geringer, eine Kombination beider Faktoren reduzierte die Bildung fertiler Blütenköpfe jedoch zusätzlich.

Schadwirkung von *P. destructiva* auf Disteln in Weizen

Eine Inokulation mit *P. destructiva* führte bis zum Versuchsende Mitte August zu einer Infektionsrate von $72,5 \pm 2,1\%$ bzw. $71,1 \pm 2,5\%$ in den "+20" Teilflächen bzw. den "+30" Teilflächen, die Infektion zeigte sich dabei durch Chlorosen an den Disteln. Die Länge der Distelsprosse und ihr Durchmesser waren geringer in mit *P. destructiva* behandelten Flächen (Länge: $p < 0.05$; Durchmesser: $p < 0.01$). Ebenso reduzierte die Inokulation die oberirdische Biomasse der Disteln signifikant (Abb. 2) und reduzierte dadurch

distelbedingte Ertragsverluste, die insbesondere bei den hohen Disteldichten deutlich wurden (2-faktorielle ANOVA, Inokulation: $p < 0.001$; Disteldichte: $p < 0.01$; Interaktionen: $p < 0.1$). Hier betrug der Ertragsverlust gegenüber den Kontrollflächen nahezu 20%, während die Verluste durch eine *P. destructiva*-Behandlung auf nur 3.1% reduziert wurden. Insbesondere bei hohen Disteldichten scheint sich eine Infektion der Disteln mit *P. destructiva* demnach sehr positiv auf Ertragsparameter auszuwirken.

Einfluss einfacher und kombinierter Pilzbehandlung mit *P. punctiformis* und *P. destructiva* auf den Distelbestand einer Brachfläche

Konkurrenz durch die Begleitvegetation verringerte im Laufe der drei Untersuchungsjahre die Disteldeckung auf der Brachfläche deutlich. Im Gegensatz zu einer Einzelapplikation beider Pilze kam es durch einen synergistischen Effekt bei kombinierter Anwendung beider Pilze zu einer besonders deutlichen Verringerung der Abundanz der Disteln im zweiten Untersuchungsjahr im Vergleich zu fungizid-behandelten Flächen (Abb. 3). Die Kombinationsbehandlung erhöhte zudem den Anteil *P. destructiva*-infizierter Disteln. Die Häufigkeit lokaler Rost-Läsionen auf den Blättern der Distel korrelierte positiv mit dem Anteil systemisch infizierter Disteln im Folgejahr ($r^2 = 0,19$; $p < 0.01$). Eine Rostinfektion verminderte darüber hinaus die Zahl der Blütenköpfe nach dreijähriger Behandlung.

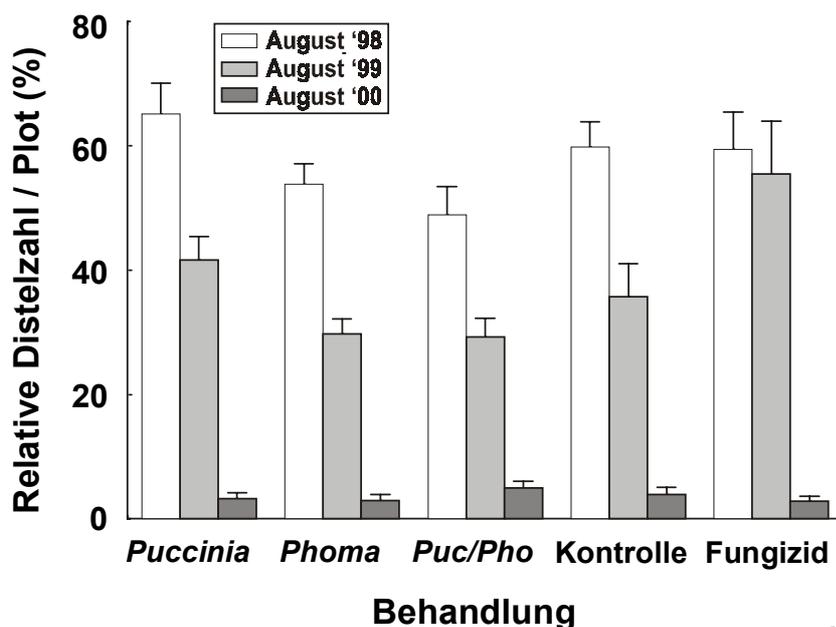


Abbildung 3:

Einfluss der Behandlungen auf die Distelabundanz in den drei Untersuchungsjahren. Die Distelzahl jedes Plots wurde dabei an der Ausgangszahl der Disteln bei Versuchsbeginn relativiert. Genestete ANOVA mit Messwiederholungen. Behandlung: n.s., Jahr: $p < 0.001$; Interaktion: $p < 0.05$. Mittelwerte und Standardfehler sind angegeben.

Zusammenfassung

Unsere Untersuchungen zeigen sowohl direkte als auch indirekte Effekte einer Applikation mit den Pathogenen *P. punctiformis* und *P. destructiva*. Lokal an den Blättern auftretende *P. punctiformis*-Infektionen führten langfristig zu einer Steigerung des Anteils systemisch infizierter und damit stark geschädigter Disteln. Die Auswirkungen der lokalen Infektion zeigten sich in der Kombination mit Mahd in einer Reduktion des Anteils fertiler Blütenköpfe. Die Inokulation mit *P. destructiva* unter Anbaubedingungen in einem Weizenfeld wirkte sich direkt auf die Biomasse der Disteln aus und verringerte damit bei hohen Disteldichten den distelbedingten Verlust des Weizenertrages signifikant. Eine Kombinationsbehandlung mit beiden Pilzen wies vielversprechende Ergebnisse auf, indem langfristig die Abundanz der Disteln zu senken war. Weitere Versuche sind nötig, um den Erfolg und die Praktikabilität einer biologischen Kontrolle der Acker-Kratzdistel mit Pathogenen insbesondere unter Feldbedingungen zu überprüfen.

Danksagung

Für die Ermöglichung der Analysen der Wurzel-Reservestoffe danken wir dem Institut für Zuckerrübenforschung Göttingen. Das Projekt wurde von der DFG finanziert.

Literatur

- Bacher S, Heitzmann A, Nentwig W** (1997) Problemunkräuter in ökologischen Ausgleichsflächen im Ackerbau. *Agrarforschung* 4:65-67
- Brosten B S, Sands D C** (1986) Field trials of *Sclerotinia sclerotiorum* to control Canada thistle (*Cirsium arvense*). *Weed Science* 34:377-380
- Cardini C E, Leloir L F, Chiriboga J** (1955) The biosynthesis of sucrose. *Journal of Biological Chemistry* 214:149-155
- Charudattan R, Dinoor A** (2000) Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations. *Crop Protection* 19:691-695
- Frantzen J** (1994) An epidemiological study of *Puccinia punctiformis* (Str.) Röhl as a stepping-stone to the biological control of *Cirsium arvense* (L.) Scop. *New Phytol.* 127:147-154
- French R C, Lightfield A R** (1990) Induction of systemic aecial infection in Canada Thistle (*Cirsium arvense*) by teliospores of *Puccinia punctiformis*. *Phytopathology* 80:872-877
- Green S, Bailey K L, Tewari J P** (2001) The infection process of *Alternaria cirsinoxia* on Canada thistle (*Cirsium arvense*) and host structural defence responses. *Mycol Res* 105:344-351

- Guske S, Boyle C, Schultz B** (1996) New aspects concerning biological control of *Cirsium arvense*. IOBC WPRS Bull. 19 (7):281-290
- Kluth S, Kruess A, Tschardtke T** (2002) Influence of pathogen application and cutting on the performance and nutrient storage of *Cirsium arvense*. Journal of Applied Ecology: in press
- Kruess A** (2002) Indirect interaction between a fungal plant pathogen and a herbivorous beetle of the weed *Cirsium arvense*. Oecologia 130:563-569
- Müller-Schärer H, Scheepens P C, Greaves M P** (2000) Biological control of weeds in European crops: recent achievements and future work. Weed Research 1:83-98
- Roe J H** (1934) A colorimetric method for determination of fructose in blood and urine. Journal of Biological Chemistry 107:15-22
- Simmonds E G, Mortensen K** (1997) *Alternaria* themes and variations. 218. *Alternaria cirsinoxia* Simmonds and Mortensen, sp. nov. Mycotaxon 53:72-76

2.1.3 Diskussion der Fachbeiträge

1. generative und vegetative Vermehrung der Acker-Kratzdistel

In der Diskussion der Vortragsinhalte zur Unkrautbiologie wurde auf die Bedeutung der generativen Vermehrung für Verschleppung/Ausbreitung eingegangen. Es wurde festgehalten, dass der Samenflug für die Neubesiedlung von Flächen eine größere Bedeutung besitzt als bisher angenommen. Allerdings wurde ebenfalls herausgestellt, dass die Etablierung aus Samen eine sehr empfindliche Phase innerhalb des Entwicklungszyklusses der Acker-Kratzdistel darstellt und die Konkurrenzverhältnisse innerhalb des Pflanzenbestandes über die erfolgreiche Etablierung entscheiden. Thema war weiterhin die Relevanz der Verschleppung von Wurzelstücken für die Ausbreitung innerhalb eines Feldes und von Feld zu Feld. Auch hier war kein einheitliches Meinungsbild auszumachen, jedoch überwog die Annahme, dass die Ausbreitung über vegetative Vermehrungsorgane eine insgesamt größere Rolle spielt als das generative Reproduktionsvermögen.

2. intraspezifische Konkurrenz

Im Anschluss wurde über das häufig beobachtete Phänomen diskutiert, dass insbesondere die Kernbereiche von Acker-Kratzdistel-Beständen nach mehreren Vegetationsperioden zusammenbrechen. Dieses Absterben von Pflanzen im Nestzentrum wurde u. a. auf intraspezifische Konkurrenz und Selbsterschöpfung zurückgeführt. Diese Vermutungen sind allerdings mittels Langzeitbeobachtungen zu belegen.

3. direkte Regulierungsmaßnahmen

Die Auswirkungen von Regulierungsmaßnahmen auf das Acker-Kratzdistel-Wachstum wurden im nachfolgenden Teil thematisiert. In erster Linie wurde über die Bedeutung von Zeitpunkt und Tiefe einer gezielten Bodenbearbeitungsmaßnahme für den Bekämpfungserfolg diskutiert. Es wurde über positive Erfahrungen berichtet, mit Hilfe einer mehrjährigen, flachen und wendenden Bodenbearbeitung die Distel in den Bearbeitungshorizont zu „locken“ und für zwei nachfolgende Jahre ein tiefes Pflügen vorzusehen, das sämtliche (im oberen Bereich des Bearbeitungshorizontes befindlichen) Distelpflanzen erfasst und zu einer Erschöpfung der Distelpflanzen führte. Der Einsatz des Schälpluges war weiterhin Gegenstand einer ausführlichen Diskussion. So wurde darauf hingewiesen, dass durch die mehrfache Schälfurche der Neuaustrieb nach der Ernte massiv gefördert wird und so im Idealfall zu einer Aufzehrung der im Wurzelsystem eingelagerten Reservestoffe beiträgt. Hierfür ist mindestens ein zwei- bis dreimaliger Einsatz erforderlich.

Eine intensive Stoppelbearbeitung wurde im allgemeinen positiv bewertet, wobei schälende bzw. horizontal schneidende Geräte (z. B. Schälplugs bzw. Flügelscharrgrubber) vorzuziehen sind. Die Kombination von Sommer- und Herbstfurche wurde ebenfalls als erfolgreiche Maßnahme empfohlen. Jedoch ist bisher, so wurde von vielen Diskussionsteilnehmern herausgestellt, zu wenig über die langfristigen Auswirkungen einer wiederholten starken Störung des Bodens, z. B. auf Bodenstruktur, N-Mobilisierung/-Freisetzung sowie C- und N-Haushalt, bei ökologischer Bewirtschaftung bekannt. Es wurde weiterhin festgestellt, dass eine Übertragbarkeit von erfolgreichen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen auf andere Standorte aufgrund fehlender Vergleichsdaten erschwert wird. Hier könnten standardisierte praxisnahe Versuchsanlagen auf verschiedenen Standorten Abhilfe schaffen. Als sehr interessant wurde von den Diskussionsteilnehmern die Häufelkultur (Einsatz des Arado-Häufelpluges) und die Möglichkeit des Unterschneidens von Dämmen gegen Acker-Kratzdistel eingestuft. Auch hier zeichnet sich Forschungsbedarf ab.

4. indirekte Regulierungsmaßnahmen

Im weiteren Verlauf der Diskussion trat die Frage nach geeigneten konkurrenzstarken Kulturen in den Mittelpunkt. Nach einhelliger Meinung kann zwei- oder mehrjähriges Klee- oder Luzernegrass durch Beschattung und Wurzelkonkurrenz in Verbindung mit mehrmaligem Schnitt die Acker-Kratzdistel wirkungsvoll unterdrücken. Weiterhin wurde auf Sortenunterschiede bei anderen Kulturen hingewiesen, die möglicherweise für eine Distelunterdrückung genutzt werden könnten und in Versuchen herauszuarbeiten wären. Der Einfluss von Bodenverdichtungen auf die Etablierung der Acker-Kratzdistel wurde kontrovers diskutiert und könnte Inhalt nachfolgender Untersuchungen sein. Die Frage nach der möglicherweise geringeren Verbreitung der Acker-Kratzdistel auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in früheren Jahren wurde nicht eindeutig beantwortet. Vielmehr können nach Meinung der Diskussionsteilnehmer grundsätzlich Standorte mit Neigung zu starkem Distelbesatz und distelfreie Standorte unterschieden werden. Anschließend wurde auf die Bedeutung der Jahresniederschlagsmenge und -verteilung für den Erfolg von Regulierungsmaßnahmen hingewiesen. So ist bei ausgeprägter Sommertrockenheit der Anbau einer Zwischenfrucht zur Unterdrückung der Acker-Kratzdistel nicht möglich. Auf solchen Standorten sind Bodenbearbeitungsmaßnahmen von weitaus größerer Bedeutung.

5. genetische Diversität

Die Diskussion der vorgestellten Forschungsergebnisse zu Regulierungsmaßnahmen war ferner geprägt von Fragen zur generativen Vermehrung der Acker-Kratzdistel. Dabei wurde deutlich, dass die von Frau Dr. Hettwer vorgestellten hohen genetischen Distanzen der untersuchten Disteltriebe eines Nestes eindeutig auf Kreuzungsereignisse zurückzuführen sind, so dass der vegetativen Vermehrung höchstwahrscheinlich eine geringere Bedeutung für den Flächenzuwachs eines Distelnestes zukommt als bisher angenommen.

6. biologische Bekämpfung

Nachfolgend bestand Konsens darüber, dass die biologische Bekämpfung der Acker-Kratzdistel mittels pathogener Pilze noch nicht praxisreif ist und in wei-

terführenden Versuchen geprüft werden muss. Neben der Kontrolle des Regulierungserfolges auf ökologisch bewirtschafteten Flächen sollten auch Möglichkeiten der Sporengewinnung und rationellen Suspensionsherstellung untersucht werden.

7. methodische Fragestellungen

Abschließend wurden theoretische Fragen zur Versuchsanstellung besprochen. Als zu erfassende Distelpflanzenparameter wurden im allgemeinen Besatzdichte, Wüchsigkeit (Sprosslänge) und nach Möglichkeit ober- und unterirdische Biomasse angegeben, die im inneren und Randbereich von Distelnestern zu erheben sind.

2.2 Ampfer-Arten (*Rumex* spp.)

2.2.1 Biologie

2.2.1.1 Zur Biologie großblättriger *Rumex*-(Ampfer-)Arten

von Wilhelm Opitz von Boberfeld

Soziologische Stellung

Nach Oberdorfer (1994) sind von der Küste bis ins Hochgebirge 20 verschiedene *Rumex*-Arten verbreitet. Dieser Beitrag hier beschränkt sich auf die beiden großblättrigen *Rumex*-Arten: *R. crispus* L. (= Krauser Ampfer) und *R. obtusifolius* L. (= Stumpfbältriger Ampfer). *R. crispus* ist eine *Elymo-Rumicion*- (= Quecken-Ampfer-Rasen) und darüber hinaus eine *Lolio-Cynosuretum*- (= Weidelgrasweiden) Kennart. *R. obtusifolius* ist lediglich eine *Lolio-Cynosuretum*- (= Weidelgrasweiden) Kennart. Aus der pflanzensoziologischen Stellung lässt sich ableiten, dass *R. crispus* feuchteren Verhältnissen besser angepasst ist, was sich übrigens auch in den Feuchtezahlen nach Klapp (1965) mit den Werten 8 bzw. 6 widerspiegelt. Darüber hinaus sind beide *Rumex*-Arten eng mit *Elymus repens* (= Ackerquecke) vergesellschaftet. Diese Arten sind sämtlich mit der N-Zahl 5 (Klapp 1965) versehen, d. h. auf übermäßig stickstoffreichen Böden gut gedeihend.

Bezogen auf die Ploidiestufe, aus der sich häufig Schlüsse in Richtung Ökovalenz und Formenvielfalt innerhalb der Art ziehen lassen, ist festzustellen, dass *R. obtusifolius* als tetraploid ($2n = 40$) und *R. crispus* als hexaploid ($2n = 60$) zu betrachten ist; durch die drei Unterarten (= ssp. *sylvestris* - vorherrschend im Nordosten, ssp. *obtusifolius* - vorherrschend im Westen, ssp. *transiens* - vorherrschend im Überlappungsgebiet vom Rhein bis Oder) bei *R. obtusifolius* ist die innerartliche Formenvielfalt auch dokumentiert.

Bewertung

Nach der Wertezahlenskala (= -1, 0, 8) von Klapp *et al.* (1953) sind beide *Rumex*-Arten mit der Wertzahl 1 (= wertlos bis geringwertig) bewertet. Ebenso sind die beiden Arten nach der Gütezahlskala (= -∞, 0, 90) von Stählin (1971) mit masseabhängig 10 bis -200 (= sehr geringwertig bis stark leistungsmindernd) vor der Blüte und 0 bis -200 (= wertlos bis stark leistungsmindernd) in der Blüte vergleichbar bewertet. Die gesamte Pflanze beider Arten weist entwicklungsstadienabhängig erhöhte Konzentrationen an Gerbstoffen, Oxalaten und Harzen auf (Stählin 1971, Roth *et al.* 1988), sie werden lediglich in frühen Entwicklungsstadien von den Weidetieren aufgenommen. Von den beiden minderwertigen Vertretern wird nicht nur Raum eingenommen, der von wesentlich wertvolleren Pflanzen eingenommen werden könnte, sie beeinträchtigen darüber hinaus die Ausnutzung der Nährstoffe und die Gesundheit der Tiere.

Vermehrung und Kontrolle

Material und Methoden

Beide *Rumex*-Arten vermehren sich überwiegend generativ (Grime *et al.* 1988). Für eine nachhaltige und umweltschonende Kontrolle sind somit genaue Kenntnisse über das Keimverhalten von hohem Wert. Dieser Fragenkreis soll nachfolgend analysiert werden.

In Tab. 1 sind die Varianten, der in Klimakammern durchgeführten Untersuchungsserien dargestellt. Der

Tabelle 1:
Varianten mit vier Wiederholungen

FAKTOREN	STUFEN
1 Keimungstemperatur	1.1 10/20°C Wechseltemperatur (= 8/16h)
	1.2 20/30°C Wechseltemperatur (= 8/16h)
2 Kältestratifikation	2.1 mit Stratifikation (= 10 Tage bei 3°C)
	2.2 ohne Stratifikation
3 Licht	3.1 Licht (= PPFD = 76 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
	3.2 Filter (= PPFD = 17 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
	3.3 Dunkelheit (= PPFD = 0 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
4 Medium	4.1 Nitratlösung (= 0,2% KNO_3)
	4.2 pF = 0
	4.3 pF = 2,7
	4.4 pF = 3,0
	4.5 pF = 3,3
	4.6 pF = 3,6
5 Bearbeitungsjahr	5.1 Erstes Jahr
	5.2 Zweites Jahr

Beobachtungszeitraum erstreckte sich auf 14 Tage. In einer Kühltruhe wurde die Kältestratifikation bei + 3 °C über zehn Tage durchgeführt. Das Hellrot/Dunkelrot- (= R/FR-)Verhältnis betrug bei der Lichtvariante 1,28, dies entspricht dem Bereich im Tageslicht mit 1,2 (Smith 1982), und bei der Filtervariante 0,1, vergleichbar mit Beschattung durch Blatt-

jahrweise getrennt mit einer Arcussinus-Wurzel-Transformation (Hofmann 1996, Ziron 2000, Knödler 2001).

Ergebnisse und Diskussion

Tab. 2 vermittelt, dass der mit Abstand größte Einfluss bei beiden Arten vom Faktor Licht ausgeht.

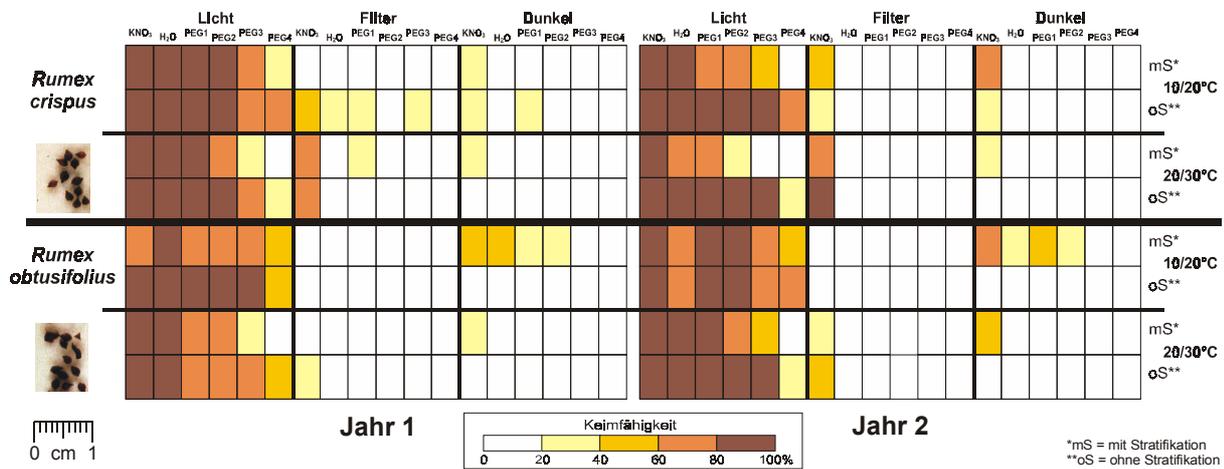


Abbildung 1:

Keimungsspektren erstes und zweites Beobachtungsjahr (Opitz v. Boberfeld *et al.* 2001)

stockwerke (Frankland 1981). Die Wasserspannung (= pF-Stufen) wurde mit Polyethylenglycol 6000 variiert (Michel & Kaufmann 1973). Die Diasporen wurden in jedem Beobachtungsjahr neu aus Wildbeständen gesammelt. Es wurde mit vier Wiederholungen, angeordnet als Blockanlage, à 20 Diasporen pro Wiederholung gearbeitet. Die Auswertung erfolgte

Diese extreme Lichtempfindlichkeit fördert die Entstehung einer Samenbank im Boden durch die phytochromgesteuerte Unterdrückung der Dunkelkeimung (Voesenek *et al.* 1992). Selbst nach einer Lagerzeit im Boden von 80 Jahren sind die Samen offenbar noch keimfähig, sobald die Dormanz durch Belichtung gebrochen wird (Darlington & Steinbauer

Tabelle 2:

Varianztable für die Keimfähigkeit (Opitz v. Boberfeld *et al.* 2001)

Art	Varlanzursache	FG	<i>Rumex crispus</i>		<i>Rumex obtusifolius</i>	
			MQ/F-Test		MQ/F-Test	
			Jahr 1	Jahr 2	Jahr 1	Jahr 2
L (= Licht)		2	89394,448*	75248,477*	86227,814*	78632,392*
T (= Temperatur)		1	557,513*	951,023*	491,821*	3,619
S (= Stratifikation)		1	2692,579*	3884,835*	185,706	24,426
M (= Medium)		5	8430,359*	11958,829*	2773,405*	3501,648*
LxT		2	366,865*	2706,183*	967,524*	2358,99*
LxS		2	2086,056*	7180,41*	5082,276*	3305,305*
LxM		10	1102,334*	1351,519*	484,322*	554,619*
TxS		1	2288,836*	3,713	975,445*	819,129*
TxM		5	377,527*	333,342*	360,355*	363,418*
SxM		5	338,037*	309,926*	403,617*	532,932*
LxTxS		2	2845,731*	2,144	766,453*	10,621
LxTxM		10	254,827*	381,776*	127,55*	388,04*
LxSxM		10	117,678*	340,295*	231,974*	214,261*
TxSxM		5	198,193*	258,244*	148,078*	278,961*
LxTxSxM		10	82,976	135,368*	286,063*	119,391*
Fehler		216	51,351	59,694	56,102	63,524
Total		287				

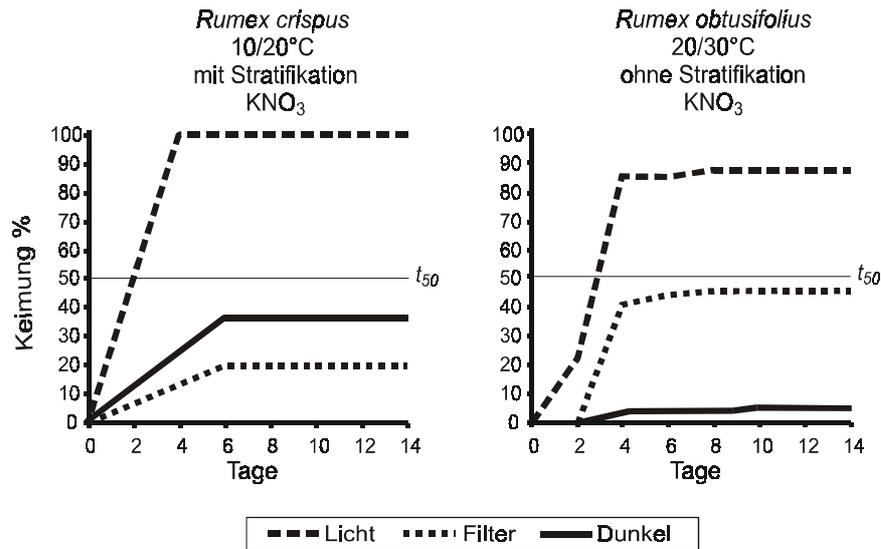


Abbildung 2:

Keimungsverlauf der jeweils besten Faktorenkombination im zweiten Beobachtungsjahr, zusammengestellt nach Ziron (2000)

1961). Der zweitgrößte Effekt geht entsprechend Tab. 2 vom Faktor Medium aus. Diese Wirkung wird vor allem durch die Stufe Nitrat, vgl. Tab. 1, ausgelöst. Besonders unter Filter und Dunkelheit, vgl. Abb. 1, ist das ausgeprägt, da unter den Bedingungen die Keimung bei den restlichen Stufen des Faktors Medium weitestgehend unterbleibt. Mit steigender Wasserspannung kommt es zur verminderten Keimung, vgl. Abb. 1. Die von Evans und Etherington (1990) beschriebene Verzögerung der Keimung bei steigender Wasserspannung verschiedener Bodenarten kann hier im Klimakammer-Versuch nachvollzogen werden, wobei es erst ab pF 3,3 zu einer Verzögerung der Keimung kommt. Die rasche Etablierung der *Rumex*-Arten aus Samen auch unter relativ trockenen Bedingungen bedeutet einen Vorteil gegenüber anderen Arten (Opitz v. Boberfeld *et al.* 2001). Entsprechend Tab. 2 und Abb. 1 ist der Effekt der gewählten Wechseltemperaturen von untergeordneter Bedeutung.

Zu den Wechselwirkungen ist zu bemerken, dass die Interaktionen Licht x Stratifikation und Licht x Temperatur einen größeren Einfluss haben; bei vor allem *R. obtusifolius* werden durch die Stratifikation die Keimraten in Dunkelheit erhöht. Stratifikation bricht hier die primäre Dominanz und ermöglicht so eine lichtunabhängigere Keimung (Totteldell & Roberts 1979).

In Abb. 2 sind die Keimraten der günstigsten Faktorenkombination in Abhängigkeit von der Zeit für ein Beobachtungsjahr dargestellt. Die Geschwindigkeit der Keimung charakterisieren Grime *et al.* (1988) mit dem Wert t_{50} (= Tage, die für Keimraten von 50 % erforderlich sind); unter günstigen Verhältnissen wird

der Wert t_{50} bereits nach zwei Tagen erreicht. Die schnelle und gleichmäßige Keimung erlaubt es beiden Arten, sich unter nur kurzfristig optimalen Bedingungen zu etablieren. Für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Weideland - ausgerichtet auf die Kontrolle großblättriger *Rumex*-Arten - lässt sich aus dem Datenmaterial der vorgestellten Untersuchungen zur Keimungsbiologie folgern, dass eine hohe Nutzungsfrequenz und die Pflegemaßnahme Nachsaat wirkungsvolle Regulative darstellen.

Zusammenfassung

Rumex crispus L. (= Krauser Ampfer) und *Rumex obtusifolius* L. (= Stumpfblättriger Ampfer) sind eng vergesellschaftet, sind polyploid, von stark begrenztem Futterwert und breiten sich überwiegend generativ aus. Für eine nachhaltige Kontrolle sind daher Informationen zu den Ansprüchen an die Umwelt für eine zügige Keimung von Bedeutung; erst so lassen sich Maßnahmen der Bewirtschaftung, wie Nutzungsfrequenz, Nachsaat, N-Gaben, zielgerichtet organisieren, um letztendlich die Ertragsanteile dieser beiden Arten zu begrenzen. Die unter standardisierten Bedingungen mehrjährig durchgeführten Untersuchungen zu den Ansprüchen an die Umwelt für eine zügige Keimung haben folgende Ergebnisse gebracht:

1. Beide *Rumex*-Arten haben recht ähnliche Ansprüche an die Umwelt für die Keimung. Von dominierendem Einfluss ist das Licht. Die ausgeprägte Lichtempfindlichkeit ist als Überlebensstrategie zu deuten, denn es werden artunabhängig viele kleine Samen produziert, die lange im Boden überdauern können.

2. Ebenso geht ein signifikanter Effekt von der Existenz des Nitrates und der Wasserspannung auf die Keimraten sowie die Keimgeschwindigkeit aus. Die Gegenwart von Nitrat begünstigt die Keimung und bis zu einem pF-Wert von 3,3 werden die Keimraten beider Arten kaum beeinflusst.
3. Von der Stratifikation geht eine artspezifische Wirkung aus; während in Dunkelheit durch Stratifikation die Keimung von *R. obtusifolius* gefördert wird, ist bei *R. crispus* L. der Effekt negativ.
4. Die Wechseltemperaturen 10/20 °C und 20/30 °C spielen eine untergeordnete Rolle, die Keimraten sind bei 10/20 °C häufig etwas größer.
5. Interaktionen, die den Faktor Licht enthalten, sind meist am größten, was durch das unterschiedliche Verhalten der Effekte von Medium, Stratifikation und Temperatur bei Licht bzw. Dunkelheit oder Beschattung ausgelöst wird.
6. Die hohe Samenproduktion, starke Lichtempfindlichkeit und rasche Keimung unter recht unterschiedlichen Umwelteinflüssen erlaubt es den beiden Arten, Lücken im Bestand schnell und erfolgreich zu besiedeln. Aus diesem Tatbestand lassen sich nachhaltige Bekämpfungsstrategien ableiten.

Literatur

- Darlington H T, Steinbauer G P** (1961) The 80-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. *Amer. J. Bot.* 48:321-325
- Evans C E, Etherington J R** (1990) The effect of soil water potential on seed germination of some British plants. *New Phytol.* 115:539-548
- Frankland B** (1981) Germination in shade. In: H. Smith, *Plants and the daylight spectrum*. London: Academic Press
- Grime J P, Mason G, Curtis A V, Rodman J, Brand S R, Mowforth M A G, Neal A M, Shaw S** (1981) A comparative study of germination characteristics in a local flora. *J. Ecol.* 69:1017-1059
- Hofmann M** (1996) Aufgang und Etablierung von *Taraxacum officinale* Web. und *Plantago lanceolata* L. im Grasland. Diss. Gießen.
- Klapp E** (1965) Grünlandvegetation und Standort. Berlin und Hamburg: Paul Parey
- Klapp E, Boeker P, König F, Stählin A** (1953) Wertzahlen der Grünlandpflanzen. *Das Grünland* 2:38-40
- Knödler C** (2001) Keimungsverhalten verbreiteter *Festuco-Brometea*- und *Molinietalia*-Arten. Diss. Gießen
- Michel B E, Kaufmann M R** (1973) The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* 51:914-916
- Oberdorfer E** (1994) Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl., Stuttgart: Eugen Ulmer
- Opitz v. Boberfeld W, Knödler C, Ziron C** (2001) Keimungsstrategien von Arten verschiedener Grünland-Pflanzengesellschaften. *German J. Agron.* 5:87-95
- Roth L, Dauderer M, Kormann K** (1988) Giftpflanzen Pflanzengifte. 3. Aufl., Landsberg und München: Ecomed
- Smith H** (1982) Light quality, photoperception and plant strategy. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33:481-518
- Stählin A** (1971) Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter. *Das wirtschaftseigene Futter*, Sdh. 5
- Totterdell S, Roberts E H** (1979) Effects of low temperatures on the loss of innate dormancy in seed of *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* (L.). *Plant Cell Environment* 2:131-137
- Voesenek L A C J, de Graaf M C C, Blom C W P M** (1992) Germination and emergence of *Rumex* in river flood-plains. II. The role of perianth, temperature, light and hypoxia. *Acta Bot. Neerl.* 41:331-343
- Ziron C** (2000) Zum Keimverhalten ausgewählter *Plantaginetea majoris*- und *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten. - Diss. Gießen

2.2.1.2 Biologie der Ampfer-Wurzelunkräuter – Schwerpunkt Bewurzelungseigenschaften –

von Monika Sobotik

Einleitung

Von den 200 auf der Welt vorkommenden Arten der Gattung *Rumex* (Engler 1964) sind es vor allem drei Arten, die als Unkräuter auftreten. Es sind dies *Rumex obtusifolius*, *R. crispus* und *R. alpinus*. Alle drei Arten zeichnen sich durch besondere Fähigkeiten in ihrer inneren und äußeren Gestalt ihrer Bewurzelung aus. Bereits im Hinblick auf die Bekämpfung von *R. obtusifolius* und *R. crispus* befassten sich Korsmo (1930) und Wehsarg (1935) intensiv mit ihrer Jungpflanzenentwicklung, ihrer Grundachsenentwicklung mit ihren jährlichen Neuzuwächsen und ihren Alterungserscheinungen. Darstellungen über die gesamten Wurzelsysteme aller drei Arten liegen in den Wurzelatlasbänden von Kutschera (1960) und Kutschera und Lichtenegger (1992) vor. Wichtige Angaben über die Biologie und weitere Literaturangaben über *R. obtusifolius* und *R. crispus* sind in Cavers und Harper (1964, 1967) zu finden. Wesentliche Aufschlüsse über die klimatisch bedingten Lebensansprüche und Widerstandsfähigkeiten der Arten geben ihre geografische Verbreitung. Über die unmittelbaren Standortansprüche hinsichtlich Feuchtigkeit, Mineralstoffangebot und die Reaktion auf die Art der Nutzung gibt das Vorkommen in verschiedenen Pflanzengesellschaften Auskunft. Das Vorkommen in verschiedenen Pflanzengesellschaften in ihren Deckungswerten konnte für *R. obtusifolius* und *R. crispus* anhand zahlreicher Vegetationsaufnahmen im Ennstal untersucht werden.

Anhand der Reaktion des Stumpfblatt-Ampfers auf unterschiedliche Nutzungsmaßnahmen werden Möglichkeiten der Regulierung erläutert. Für das Erkennen der Arten werden die wichtigsten Merkmale angeführt.

Material und Methoden sowie Grundlagen zur Biologie

Morphologische Untersuchungen

Die Ausgrabung der Wurzel erfolgte nach der von Kutschera (1960) beschriebenen trockenen Freilegung der Wurzeln, da dadurch die Lage der Wurzeln zeichnerisch und fotografisch festgehalten werden kann.

Anatomische Untersuchungen

Für die anatomischen Untersuchungen wurden die Wurzeln bei den Geländeuntersuchungen entnommen und sofort in 4 %-iger wässriger Lösung von Formaldehyd fixiert. Von diesem Material wurden zum Teil Handschnitte gefertigt und zum Teil wurde es in Paraplast eingebettet und mit einem Leitz Grundschlitten

Mikrotom in einer Dicke von 4 – 10 µm geschnitten. Der Holz- und Zellulosenachweis erfolgte mit der Safranin-Astrablau-Färbung. Der Gerbstoffnachweis erfolgte mit Eisenchlorid, der Stärkenachweis mit Jodjodkali, der Suberinisierungs- und Verkorkungsnachweis mit Sudan 3.

Vegetationskundliche Untersuchungen

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten nach der Methode von Braun-Blanquet (1964). Die Artmächtigkeit wurde allerdings nach einer modifizierten Skala geschätzt. Die Braun-Blanquet-Klassen (BR.-BL.) 1 - 5 wurden jeweils in drei Subklassen unterteilt (z. B. 1a = 1,0 - 1,9 % Deckung; 1 = 2,0 - 3,9 % Deckung; 1b = 4,0 - 5 % Deckung). Die Benennung der Pflanzensippen richtet sich nach Adler *et al.* (1994).

Die Versuchsanordnung der Untersuchungen von Hohenlehen sind den Ausführungen von Hann und Kromp (2001, 2003 in diesem Band) zu entnehmen.

Allgemeines zur Biologie der Ampferarten

Systematische Merkmale zum Erkennen der Arten

Die Zugehörigkeit zur Familie der Knöterichgewächse, *Polygonaceae*, ist durch die häutige Nebenblattscheide am Grund des Blattstieles, die den Stängel oberhalb des Knotens in Form einer geschlossenen Röhre einschließt (Abb. 1) und einer einfachen Blüthenhülle (= Perigon) gekennzeichnet (Abb. 2).



Abbildung 1:

Ochrea, typisch für alle *Polygonaceae*, hier: *Polygonum persicaria*, ein abgeschnittenes Laubblatt, e Blattscheide, o Ochrea, a Hauptachse, b Seitenspross, (aus: Hegi 1981)

Die Gattung *Rumex* ist erkenntlich an den sechs Perigonblättern, wobei die drei inneren zur Fruchtzeit viel größer als die drei äußeren sind. Die Frucht ist eine dreiseitige trockenhäutige glattwandige Nuss. Hinsichtlich der Lebensdauer handelt es sich um mehrjährige Stauden. Wehsarg (1935) schätzt als Gesamtlebenszeit vier bis fünf, höchstens sechs Jahre. Hongo (1989) kam bei Aussaatversuchen in neu eingesättem Grasland zu ähnlichen Ergebnissen. Von der Lebensform her zählen sie zu den Hemikryptophyten, den Erdschürfepflanzen, da sich ihre Überdauerungsknospen nahe der Bodenoberfläche befinden.

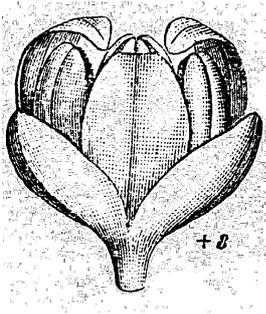


Abbildung 2:
Blüte, typisch für *Rumex*, am Beispiel von *Rumex maritimus*, drei äußere und drei innere Perigonblätter (aus: Engler und Prantl 1894)

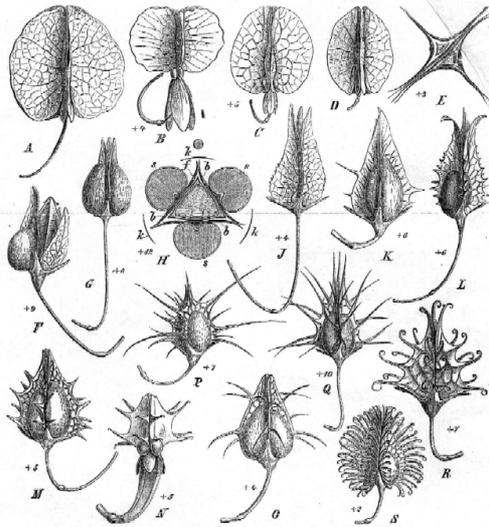


Abbildung 3:
Früchte mit Valven, gebildet aus den inneren Perigonblättern. J = *R. alpinus* (aus: Engler und Prantl 1894)

Für die Unterscheidung der verschiedenen *Rumex*-Arten ist vor allem die Form und Größe der drei inneren Perigonblätter (= Valven) entscheidend (Abb. 3). Typisch für bestimmte Arten sind auch die Schwielen, die an den Valven ausgebildet sind (s. Abb. 3, Fig. H). Die Ausbildung der Valven ist für die Art der

Verbreitung entscheidend, ob die Früchte besonders gut durch Wind, Wasser oder Tiere verbreitet werden. Mit zunehmender Größe der Valven gewinnt die Windverbreitung (Abb. 3, Fig. A) und mit der Zunahme der Größe der Schwielen (s. Abb. 3, Fig. F, G und H) nimmt die Verbreitung über das Wasser an Bedeutung zu. Günstige Bedingungen für die Verbreitung über die Tiere zeigen alle jene Arten, die sich durch Ausbildung von Widerhaken gut in den Fellen verschiedener Tiere festhalten können (Abb. 3, Fig. R, O und S).

R. obtusifolius und *R. crispus* fallen weder durch besondere Vergrößerung der Valven, noch durch besondere Schwielen oder Widerhaken an den Valven auf. Bei *R. alpinus* fehlt sogar die Ausbildung von Schwielen. *R. obtusifolius* und *R. crispus* sind sehr formenreich. Von *R. obtusifolius* lassen sich drei Unterarten deutlich unterscheiden, nämlich *R. obtusifolius* ssp. *obtusifolius*, *R. o.* ssp. *sylvestris* und *R. o.* ssp. *transiens*. In Tab. 1 sind die unterschiedlichen Merkmale der Unterarten von *R. obtusifolius* sowie *R. crispus* und *R. alpinus* angeführt.

Geographische Verbreitung

Das Hauptvorkommen der *Rumex*-Arten liegt in der temperierten Zone beider Hemisphären (Engler 1964). Nach Meusel *et al.* (1965) liegen wichtige Entfaltungszentren in Ostasien und im pazifischen Nordamerika. Nach der Verbreitungskarte (Meusel *et al.* 1965) wird das Gesamtareal von *R. obtusifolius* in Europa deutlich (Abb. 4).

Bemerkenswert ist die Übereinstimmung der Abgrenzung des Hauptverbreitungsgebietes nach Norden mit dem Auslaufen der temperierten Zone. Im Norden, in der borealen Zone, sind nur noch vereinzelte Vorkommen festzustellen. Wie ebenfalls aus der Arealkarte hervorgeht, fehlt der Stumpfblatt-Ampfer in den Gebieten mit höherer Kontinentalität. Aus seinem Verbreitungsareal sowohl nach Norden, wie nach Süden und Osten wird ersichtlich, dass der Stumpfblatt-Ampfer Extreme hinsichtlich Kälte wie Wärme meidet. Rechingen gab bereits 1932 die Verbreitungs-

Tabelle 1:

Wichtige Unterscheidungsmerkmale der drei Unterarten von *R. obtusifolius* und von *R. crispus* und *R. alpinus*

Arten	Valvenrand	Schwielenausbildung der drei Valven	Form der Laubblattspreite der Grund- und unteren Stängelblätter	Be-wurzelungs-typ
<i>R. obtusifolius</i> ssp. <i>sylvestris</i>	ganzrandig oder mit kurzen undeutlichen Zähnen	alle drei mit	alle mit herzförmigem Grund	Polwurzels-taude
<i>R. obtusifolius</i> ssp. <i>obtusifolius</i>	mehrere deutliche 1mm lange Zähne	eine mit	alle mit herzförmigem Grund	Polwurzels-taude
<i>R. obtusifolius</i> ssp. <i>transiens</i>	mehrere deutliche 1mm lange Zähne	alle drei mit	alle mit herzförmigem Grund	Polwurzels-taude
<i>R. crispus</i>	(fast) ganzrandig	eine oder drei mit	am Grund keilig verschmälert, Rand stark kraus	Polwurzels-taude
<i>R. alpinus</i>	jedes mit 3 - 8 Zähnen	fehlend	mit tief herzförmigem Grund	Sprosswurzelstaude

gebiete von vier Unterarten an. Hier sei vor allem auf die Unterschiede der Verbreitung von *R. obtusifolius* ssp. *obtusifolius* und *R. o.* ssp. *sylvestris* hingewiesen (Abb. 5).



Abbildung 4:
Arealkarte von *R. obtusifolius* (aus: Meusel *et al.* 1965)

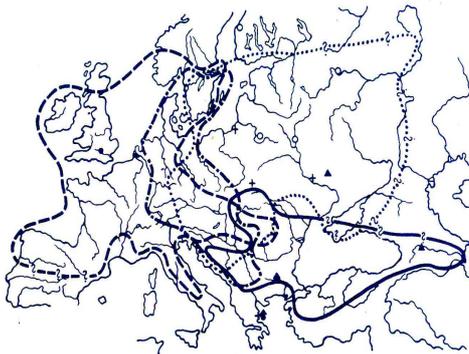


Fig. 175. Verbreitung von *Rumex obtusifolius* L. (nach K. H. RECHINGER, 1932)
ssp. *obtusifolius* ———— und + ssp. *silvester* und ●
ssp. *transiens* - - - - - und ▲ ssp. *subalpinus* ———— und ○

Abbildung 5:
Arealkarte der Unterarten von *R. obtusifolius* (nach Rechinger (1932), aus: Hegi (1981))

So ist für *Rumex obtusifolius* ssp. *obtusifolius* die Ostgrenze und für *R. obtusifolius* ssp. *sylvestris* die Westgrenze von besonderem Interesse, da diese die Überschneidungszone der beiden Arten im europäischen Raum aufzeigt.

Für die vor allem im Westen vorkommende ssp. *obtusifolius* ist in Österreich ein Gefälle der Häufigkeit des Vorkommens von Westen nach Osten feststellbar. Verschleppt und teilweise eingebürgert und zwar meist in der ssp. *obtusifolius* ist er in Ostasien, Nord- und Südamerika, Südafrika und Australien (Hegi 1981). In Australien bleibt sein Vorkommen auf das seenahe Gebiet im Südosten des Landes beschränkt (Parsons und Cuthbertson 1992). Das Verbreitungsareal von *R. crispus*, der oftmals parallel mit *R. obtu-*

sifolius auftritt, dehnt sich sowohl nach Norden wie nach Osten weiter aus. *R. alpinus*, Alpen-Ampfer weist dagegen ein sehr eng begrenztes Verbreitungsareal auf. Es beschränkt sich weitgehend auf den Südalpen- und Alpenbereich (Abb. 6). Die Vorkommen in Großbritannien werden auf menschliche Verschleppung zurückgeführt. Die in Europa vorkommenden Ampfer-, *Rumex*-Arten sind in Sobotik (2001) in ihren Verbreitungsgebieten zusammengestellt.



Abbildung 6:
Arealkarte von *R. alpinus* (aus: Meusel *et al.* 1965)

Vorkommen in den Höhenstufen

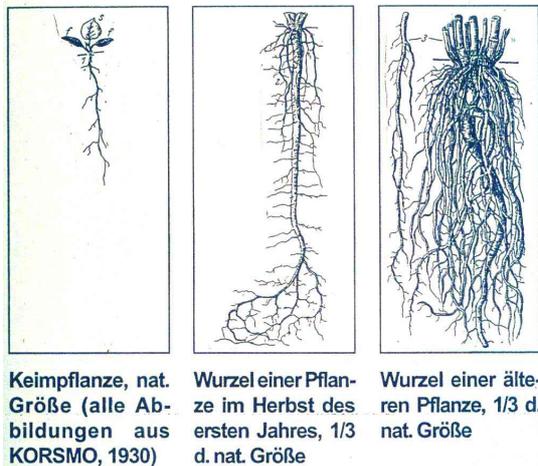
R. obtusifolius kommt nach Oberdorfer (1990) von der Ebene bis ins Gebirge vor, in den Alpen bis 1500 m, sein Optimum liegt in kühl-humider Klimalage. Unterschiede in dem Höhenvorkommen sind von den drei Unterarten nicht angegeben, vermutlich wurden sie bisher zu wenig unterschieden.

R. crispus: nach Hegi (1981) in den Alpen weniger hoch ansteigend wie *R. obtusifolius*, in den Bayerischen Alpen bis 830 m, vereinzelt bis 1600 m (Kanton Wallis), nach Oberdorfer (1990) von der Ebene bis in mittlere Gebirgslagen vorkommend, in den Alpen bis 1300 m. *R. alpinus*: nach Hegi (1981) in der hochmontanen und subalpinen Stufe, in den Alpen von etwa 1000 - 2500 m (Kanton Wallis), nach Oberdorfer (1990) in den Alpen bis 2050 m. Bevorzugte Standorte: nährstoffreiche, frische bis feuchte Standorte, verdichtete krumenwechselfeuchte Böden, N- und K-überdüngtes bzw. übernutztes Wirtschaftsgrünland, trifft für alle Arten zu. In diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen von Bohner (2001) zum hohen Nährstoffaneignungsvermögen besonders aufschlussreich. Die pflanzensoziologische Zuordnung ist in Opitz von Boberfeld (2003, in diesem Band) erläutert.

Ergebnisse und Diskussion

Bewurzelungseigenschaften

Auf die starke Vorwüchsigkeit der Polwurzel weist bereits Korsmo (1930) hin. Im ersten Entwicklungsjahr ist daher das Wachstum der Seitenwurzeln noch sehr gering (Abb. 7).



Keimpflanze, nat. Größe (alle Abbildungen aus KORSMO, 1930)

Wurzel einer Pflanze im Herbst des ersten Jahres, 1/3 d. nat. Größe

Wurzel einer älteren Pflanze, 1/3 d. nat. Größe

Abbildung 7:
Verschiedene Altersstadien vom Keimling bis zur reifen Pflanze von *R. obtusifolius*

Tiefen- und Seitenausdehnung der Pol-, Spross- und Seitenwurzeln

Alle drei Arten sind durch tiefreichende Bewurzelung gekennzeichnet. Die bisher gefundene tiefste Wurzel bildete eine Pflanze von *Rumex crispus*, gewachsen in einer weißkleereichen – Gewöhnlichen Rispengraswiese östlich von Klagenfurt auf Mullgleyboden. Ihre Polwurzel erreichte eine Tiefe von 327 cm (Kutschera 1960). Ebenfalls eine ansehnliche Tiefe erreichte eine Pflanze, die sich in einer Weidelgrasweide auf schwerem Mullgley bei Kiel mit einer Tiefe von 190 cm entwickelte. Die sich rasch verjüngende Polwurzel mit einer annähernd gleich starken Seitenwurzel, die bereits nahe der Bodenoberfläche abzweigt, weist auf eine Störung im Wachstumsverlauf hin (Abb. 8, links). Eine Pflanze mit geringerem Tiefenwachstum entwickelte sich ebenfalls an der Ostsee an einem ruderal bewachsenen Ackerrand auf kalkiger Braunerde am Meeresstrand auf der Insel Fehmarn unter starkem Grundwassereinfluss (Abb. 8, rechts). Ihre Tiefenentwicklung erreichte etwa 180 cm. Der Grundwassereinfluss zeigt sich vor allem in dem starken vorwiegend ebenem Seitenwurzverlauf ab der Bodentiefe von etwa 120 cm (Kutschera und Lichtenegger 1992).

Eine Pflanze von *Rumex obtusifolius* (Abb. 9), die sich in einer Wiesenrispengrasweide auf braunem Auboden im Talboden der Enns mit einer Tiefe von 265 cm entwickelte, zeigt im Bv-Horizont ein auffäl-

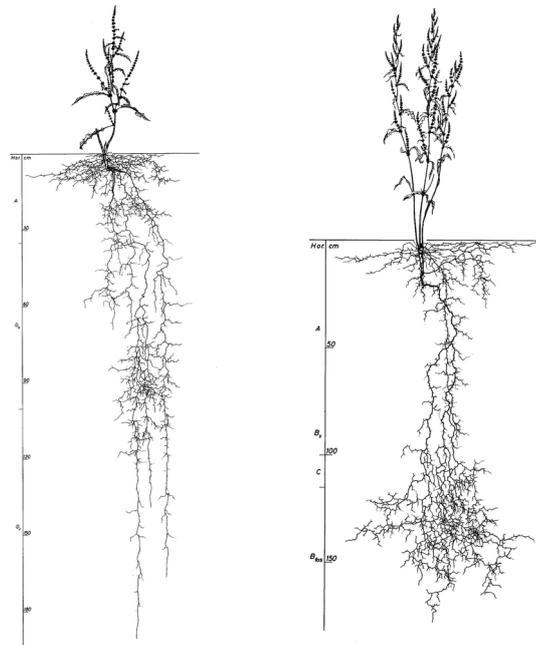


Abbildung 8:
links: *R. crispus* Kiel, rechts: *R. crispus* Insel Fehmarn (aus: Kutschera und Lichtenegger 1992)

liges Abwärtswachstum der Seitenwurzeln. Der weitgehend ebene Seitenwurzverlauf in der oberen Krumenschicht entspricht den Standortbedingungen des humiden Gebietes (Lichtenegger 1983). Bei der abgebildeten Pflanze handelt es sich um eine noch relativ junge Pflanze, bei der die Bestockung durch Sprosswurzeln noch nicht einsetzte. Bei einer Pflanze in einem Rotkleeacker in Kärnten in 1.200 m NN auf braunem Auboden erreichte die Polwurzel und zwei weitere Seitenwurzeln eine Tiefe von etwa 200 cm (Kutschera 1960).

Die Sprosswurzelpflanze von *Rumex alpinus* (Abb. 10), gewachsen in einer Läger-Flur auf Braunlehm-Sediment, erreichte mit sieben Sprosswurzeln eine annähernd gleiche Tiefe von 290 cm bei einer Seitenausdehnung von ca. 230 cm. Für die gleichmäßige Durchlüftung des Bodens spricht die gleichmäßige Feinverzweigung.

Anatomischer Bau der Wurzeln

Für die Lebensbedingungen der betreffenden Pflanzen bedeuten die tiefreichenden Wurzeln im Gegensatz zu den eher flach wachsenden Arten nicht nur günstigere Bedingungen für die Wasserversorgung in trockenen Zeiten, sowie die geringe Konkurrenz in den größeren Tiefen durch Wurzeln anderer Arten, sondern besonders auch günstige Bedingungen für die Reservestoffeinlagerung aufgrund der niedrigeren Temperaturen. Die mengenmäßig ausgiebigste Stärkespeicherung erfolgt allerdings in den dicken Wurzeln im Parenchym des Holzes wie des Bastes. Eine Erhöhung der

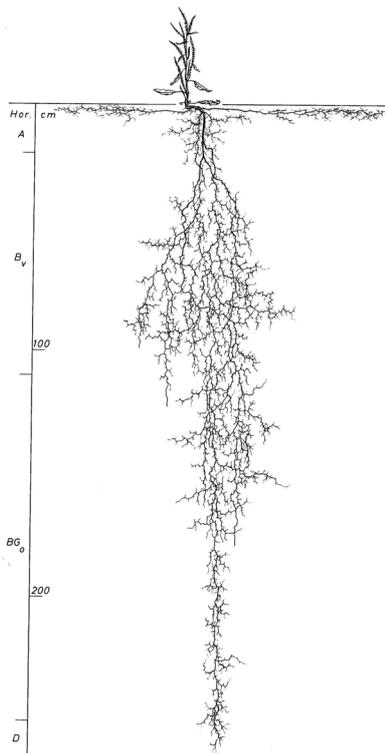


Abbildung 9:
R. obtusifolius, Irdning, 650 m NN in einer Wiesenrispengras-Weide auf Braunem Auboden (aus: Kutschera und Lichtenegger 1992)

Widerstandsfähigkeit gegenüber Fäulnis gibt die Gerbstoffeinlagerung (Abb. 11 und 12). Die Gerbstoffeinlagerungen erfolgen bereits in den jüngsten Wurzelspitzen (Abb. 12). Mit der Ausbildung eines echten Aerenchyms, das alle drei Arten ausbilden, können die Wurzeln viel leichter auch schlecht durchlüftete Böden durchwachsen.
Die ausgesprochene Neigung zum Tiefenwachstum,

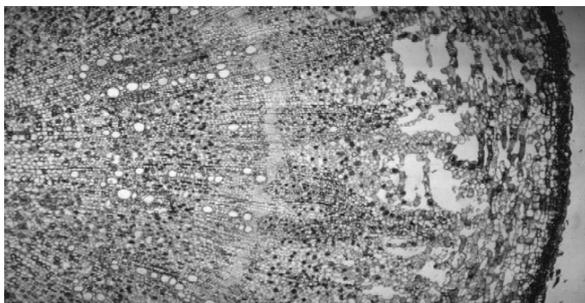


Abbildung 11:
R. obtusifolius, Wurzelquerschnitt einer 6 mm dicken Sprosswurzel, im Zustand des sekundären Dickenwachstums, Färbung mit Safranin Astrablau, Gerbstoffeinlagerungen im Bast und dem Abschlussgewebe, Stärkeeinlagerungen im Bast (Kutschera & Sobotik 1992)

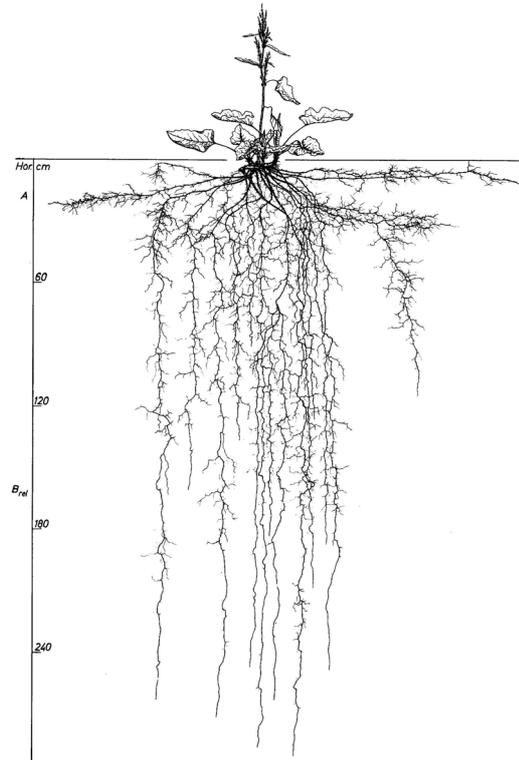


Abbildung 10:
R. alpinus, Leuscha-Alm, 1220 m NN, Karawanken-gebiet, Kärnten, in einer Läger-Flur auf Braunlehm-Sediment (aus: Kutschera und Lichtenegger 1992)

sowie ihr Fäulnisschutz, die Aerenchymausbildung, befähigen die Arten auch in schlecht durchlüfteten, verdichteten Böden zu gedeihen.

Verbreitung der drei *Rumex*-Arten in verschiedenen Pflanzengesellschaften (Sobotik 2001)

In den Pflanzengesellschaften des bewirtschafteten Grünlandes des Mittleren Ennstales (Bohner und Sobotik 2000) weist der Stumpfblatt-Ampfer die

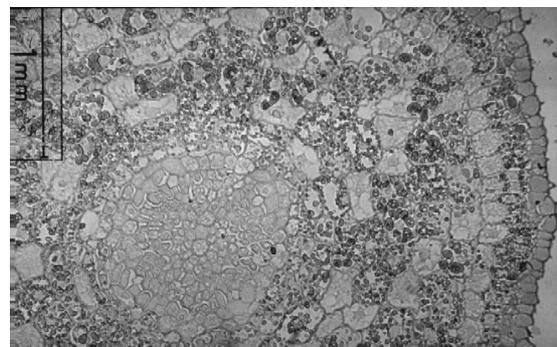


Abbildung 12:
R. obtusifolius, Wurzelquerschnitt einer 1 mm dicken Sprosswurzel im primären Zustand, primäre Rinde mit deutlicher Aerenchymbildung und Gerbstoffeinlagerungen

Tabelle 2:

Deckungsprozent (abgew. BR.-BL.) von Ampfer im mittleren Ennstal (Zahl der Aufnahmen in Klammern)

	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Rumex acetosa</i>	<i>Poa trivialis</i>
Schlankseggen-Ried (12)		r	+	1 a
Fadenbinsen-Wiese (3)			1 a	+
Weißklee-Weide (23)	2 a	+	1	2
Weißklee-Rispengras-Ges. (51)	2 a	+	1	2
Trespen-Halbtrockenrasen (13)			+	+

höchsten Deckungswerte in der Weißklee-Gewöhnliche Rispengras-Gesellschaft, *Trifolium repens-Poa trivialis*-Gesellschaft auf, gefolgt von der Frauenmantel-Weißklee-Weide, *Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati* und der Frauenmantel-Glatthaferwiese, *Alchemillo monticolae-Arrhenatheretum elatioris*. Dies sind die intensivst bewirtschafteten Grünlandflächen. Der Stumpfblatt-Ampfer fehlt im nassen bis mäßig nassen Schlankseggen-Ried, *Caricetum gracilis*, der sauren nährstoffarmen Fadenbinsen-Wiese, *Juncetum filiformis* sowie dem halbtrockenen, mageren Trespenrasen, *Mesobrometum*. Der Krause Ampfer, *Rumex crispus*, kommt mit geringen Deckungswerten auch im Schlank-Seggenried vor, fehlt jedoch in der Knickfuchsschwanz-Gesellschaft, *Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati*, der Fadenbinsen-Wiese, in der Haller's Schaumkressen-

Tabelle 3:

Deckungsgrad (abgew. BR.-BL.) von Ampfer auf stark verunkrauteten Flächen (Zahl der Aufnahmen in Klammern)

	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Rumex acetosa</i>
Weißklee-Gew. Rispengras-Ges., Ramsau (40)	2 b		1 a
Weißklee-Gew. Rispengras-Ges., Losenstein (14)	2		r
Weißklee-Gew. Rispengras-Ges., Pruggern (7)	3	1 a	1
Weißklee-Weide, Pruggern (12)	2	1 a	
Weidelgras-Weide, Garsten (14)	2		

Goldhaferwiese, *Cardaminopsido halleri-Trisetetum flavescens*, der Rotschwengel-Rotstraußgraswiese, *Agrostis capillaris-Festuca ruba* agg. Ges. und dem Trespen-Rasen. In allen anderen Gesellschaften kommt er mit geringen Deckungswerten vor. Wie oben bereits erwähnt, weisen die intensivst bewirtschafteten Flächen die höchsten Deckungswerte mit Stumpfblatt-Ampfer auf. Die abgewandelten Deckungswerte nach BR.-BL. liegen bei 2 a (Tab. 2).

Tabelle 4:

Ampfer-Vorkommen (%) in typischen Gesellschaften im mittleren Ennstal (Zahl der Aufnahmen in Klammern)

	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Rumex acetosa</i>	<i>Poa trivialis</i>
Schlankseggen-Ried (12)		8	50	67
Fadenbinsen-Wiese (3)			67	100
Weißklee-Weide (23)	87	39	70	100
Weißklee-Gem. Rispengras-Ges. (51)	51	29	90	98
Trespen-Halbtrockenrasen (13)			31	15

Auf ausgesucht stark verunkrauteten Flächen, ebenfalls in Weißklee-Gewöhnlicher-Rispengras-Gesellschaft im oberösterreichischen und oberen steirischem Ennstal, wurden Stumpfblatt-Ampfer-Deckungswerte zwischen 2 und 3 erhoben (Tab. 3). Die vergleichswisen Werte der Gewöhnlichen Rispe lagen mit 2 b und 3 a ebenfalls hoch. Das in zahlreichen Vegetationsaufnahmen ermittelte Vorkommen in den intensivst bewirtschafteten Pflanzengesellschaften weist auf die Vorliebe von nährstoffreichen Standorten hin (Tab. 2 - 5). Über das hohe Nährstoffaneignungsvermögen von *R. obtusifolius* an Stickstoff und Kali berichtet Bohner (2001). Das Auftreten von Krausem Ampfer war geringfügig. Das weitgehende Fehlen des Stumpfblatt-Ampfers auf mageren Standorten, gekennzeichnet durch das Vorkommen der typischen Magerkeitspflanze, dem Ruchgras, *Anthoxanthum odoratum*, kommt auch in den Untersuchungen von Fössleitner (1999) zum Ausdruck.

Tabelle 5:
Ampfer-Vorkommen (%) auf stark verunkrauteten Flächen (Zahl der Aufnahmen in Klammern)

	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Rumex acetosa</i>
Weißklee-Gew. Rispengras-Ges., Ramsau (40)	100		45
Weißklee-Gew. Rispengras-Ges., Losenstein (14)	93		14
Weißklee-Gew. Rispengras-Ges., Pruggern (7)	100	29	86
Weißklee-Weide, Pruggern (12)	100	67	
Weidelgras-Weide, Garsten (14)	93		

Veränderungen der Stumpfblatt-Ampfer-Deckung im Einfluss von Ampferblattkäferbefraß und Brachewirkung sowie der Nachbarwirkung auf die Schonmahdfläche der Untersuchungen in Hohenlehen (NÖ)
Hinsichtlich der Ergebnisse der Ampferblattkäferbefraß-Untersuchungen sowie der Erläuterung der Versuchsanordnung s. Hann und Kromp (2001, 2003 in diesem Band).

Innerhalb von drei Jahren wirkte sich intensiver Ampferblattkäferbefraß in gemeinsamer Wirkung mit einer Nutzungsaufgabe auf eine starke Verringerung des Stumpfblatt-Ampfers aus, nämlich von 65 % auf 5 % (Tab. 6). Dabei ergab sich eine weitere interessante Beobachtung auf der an die ungemähte Fläche im Osten unmittelbar anschließende Fläche. Es handelt sich dabei um die Schonmahdfläche. Etwa bis zu

Tabelle 6:
Veränderung der Ampfer-Deckung in Prozent auf der ungemähten und auf 3 m der benachbarten Parzelle, bei sonst gleichbleibender Nutzung

Fläche	ungenutzt		1/3 der Nachbarfläche	
	2000	2002	2000	2002
Jahr	2000	2002	2000	2002
Monat	3.6.	13.6.	3.6.	13.6.
Blätter	30	5	30	2
Braune Samenstände	30	-	-	-
Grüne Samenstände	5	-	15	-
Gesamtdeckung	65	5	45	2

einer Ausdehnung von 3 m (Gesamtbreite 9 m) verminderte sich die Ampferdeckung von 45 auf 2 % (Tab. 6). Auf der Restfläche von 6 m, somit deutlich entfernt von der ungenutzten Fläche veränderte sich die Ampferdeckung kaum gegenüber dem Ausgangswert.

Vor etwa 20 Jahren soll dort eine üppige Fuchschwanzwiese gewesen sein. Zu Beginn der Versuchsanlage im Jahre 2000 bestimmte der Stumpfblatt-Ampfer, vergesellschaftet mit Flecht-Straußgras, *Agrostis stolonifera*, Gewöhnlicher Rispe, *Poa trivialis* und dem Kriechenden Hahnenfuß, *Ranunculus repens* die Bestände. Auf der seither ungenutzten Fläche verringerte sich der Deckungswert des Stumpfblatt-Ampfers von 65 auf 5 % (Tab. 6). Weiter verschwand beispielsweise fast völlig der Kriechende Hahnenfuß, die Kuhblume, *Taraxacum officinale*, aber auch der Weißklee, *Trifolium repens*. Deutliche Zu-



Abbildung 13:

Rumex obtusifolius

Bewurzelung auf den Versuchsfeldern in Hohenlehen

links: Pflanze von der wie bisher bewirtschafteten Flächen mit zahlreichen jungen Sprosswurzeln

rechts: Pflanze von der seit dem Jahr 2000 unbewirtschafteten Fläche

Foto: Neubauer (Mai 2003)

nahmen zeigte der Fuchsschwanz, *Alopecurus pratensis*, das Flecht-Straußgras, die Gundelrebe, *Glechoma hederacea* und auch die Gewöhnliche Risppe.

Vergleichende Untersuchungen der Bewurzelung des Stumpfblatt-Ampfers zeigen, dass auf der weitgehend wie bisher bewirtschafteten Fläche (3 - 6 m Abstand von der ungenutzten Fläche) die Ampferpflanzen zahlreiche Sprosswurzeln in den verschiedensten Altersstufen besitzen, vor allem auch zahlreiche junge weiße Spitzen. Auf der ungenutzten Fläche hingegen bildeten die Pflanzen kaum junge Wurzeln und bei den wenigen älteren Wurzeln waren zum Teil nur noch Reste der bereits abgestorbenen Verzweigungen zu sehen (Abb. 13). Die Wurzelmassen, genommen aus dem dichten Flechtgras-Bestand erreichten in 0 - 5 cm Tiefe auf der normal genutzten Fläche mehr als den doppelten Wert von jener der ungenutzten Fläche. In 20 - 25 cm Bodentiefe waren die Unterschiede nur noch geringfügig, da ein viel geringerer Anteil der Graswurzeln in diese Tiefen vordringen.

Ein weiterer erstaunlicher Befund war, dass im Oktober 2001 trotz der lange stehen gebliebenen Samenträger weder Jungpflanzen zu finden waren, noch Samen in Bohrkernproben. Die Wirkung der Brache auf eine Verminderung der Deckungswerte des Stumpfblatt-Ampfers beobachteten auch Bockholt und Kannewurf (2001).

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Aus der geographischen Verbreitung ist abzulesen, dass der Stumpfblatt-Ampfer gegenüber Extremen hinsichtlich Wärme und Kälte empfindlich ist. Die deutlichen Unterschiede der Areale der beiden Unterarten *R. obtusifolius* ssp. *sylvestris* und *R. o.* ssp. *obtusifolius* könnten sich auch in unterschiedlichen Reaktionsmustern verschiedener Maßnahmen zeigen. Es könnte daher für die Beurteilung von Regulierungsmaßnahmen sehr wertvoll sein, wenn auch in der Landwirtschaft diese beiden Unterarten unterschieden würden. Von besonderem Wert wäre dies in der Überschneidungszone dieser beiden Unterarten. Für die große Vitalität des Stumpfblatt-Ampfers liegen eine Reihe günstiger morphologischer und anatomischer Voraussetzungen vor. Das üppige Tiefenstreben, gepaart mit üppiger früher Blattentwicklung und somit hoher Assimilatebildung führt zu einer hohen Reservestoffeinlagerung. Mit der Fähigkeit zur Aerenchymbildung wird eine ausreichende Sauerstoffversorgung auch in feuchten und wechselfeuchten, verdichteten Böden gewährleistet. Durch das Vorkommen von Gerbstoffidioblasten, sowohl im primären Zustand wie auch im Holz, Bast und Abschlussgewebe, liegt ein guter Fäulnisschutz vor.

Die Ergebnisse der vergleichenden Vegetationsaufnahmen zeigen, dass der Stumpfblatt-Ampfer in manchen Gesellschaften auftritt und andere meidet. Im

vorliegenden Beispiel mied er das Schlankseggenried, die Fadenbinsenwiese und den Trespenrasen und kam bevorzugt in der Weißklee-Gewöhnlichen Rispengras-Gesellschaft und in der Weißkleeeweide vor. Aus den Beispielen lässt sich ableiten, dass der Ampfer nährstoffreiche Standorte bevorzugt und magere Standorte, ob nass oder trocken, meidet. Das Vorkommen des Ampfers in der Weißklee-Gewöhnlichen Rispengras-Gesellschaft ist allerdings auch nicht zwangsläufig. So kommt beispielsweise der Stumpfblatt-Ampfer in 49 % der Vegetationsaufnahmen dieser Gesellschaft im Mittleren Ennstal nicht vor.

Die Wirkung des Ampferblattkäferbefraßes auf eine Verminderung der Ampferdeckung war in den Versuchen der Landwirtschaftlichen Fachschule in Hohenlehen dort am größten, wo die Nutzung unterlassen wurde. Dort war eine Verringerung der Ampferdeckung von 65 % auf 5 % festzustellen. Diese und auch die Erfahrung, dass auf 3 m der unmittelbar benachbarten Fläche der Parzelle, der wie bisher bewirtschafteten Fläche, eine Verringerung der Ampferdeckung von 45 auf 2 % festzustellen war, sind Anlass diese Wechselwirkungen noch weiter zu untersuchen. Die beobachteten Absterbeprozesse der Wurzeln, die der Verringerung der Blattmassen voraus gehen, sind bereits beim bloßen Ausstechen der Pflanzen zu beobachten. Dabei fällt besonders die dunklere Färbung der Wurzeln auf. Auch sind deutliche Nekrosen an den Wurzeln feststellbar. Somit wird deutlich, dass es sich lohnt die Bewurzelung zu beobachten, um die Wirksamkeit von Regulierungsmaßnahmen bereits nach kürzeren Abständen der gesetzten Regulierungsmaßnahmen zu überprüfen.

Literatur

- Adler W, Oswald K, Fischer R** (1994) Exkursionsflora von Österreich, Ulmer Verlag, 1180 p
- Bockholt R, Kannewurf B** (2001) *Rumex obtusifolius* auf Niedermoor in Mecklenburg-Vorpommern. Bericht der 45. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Ges. für Pflanzenbauwissenschaften in Gumpenstein vom 23.-25.8.2001. Giessen: Wissenschaftlicher Verlag, 49-51
- Bohner A** (2001) Physiologie und futterbaulicher Wert des Ampfers. Bericht „7. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland-Schwerpunkt Ampfer“. BAL Gumpenstein, Irnding, 39-44
- Bohner A, Sobotik M** (2000) Das Wirtschaftsgrünland im Mittleren Steirischen Ennstal aus vegetationsökologischer Sicht. MAB Forschungsbericht „Landschaft und Landwirtschaft im Wandel“, Akademie der Wissenschaften, 22.-23.9.2000 Wien, 15-50
- Braun-Blanquet J** (1964) Pflanzensoziologie, 3. Auflage. Wien-New-York: Springer, 865 p

- Cavers P B, Harper J L** (1964) Biological flora of British Isles: *Rumex obtusifolius* L. and *R. crispus* L. *Journal of Ecology* 54:737-766
- Cavers P B, Harper J L** (1967) Studies in the dynamics of plant populations. *The Journal of Ecology* 55:59-71
- Engler A** (1964) Syllabus der Pflanzenfamilien mit besonderer Berücksichtigung der Nutzpflanzen nebst einer Übersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde. II. Bd. Angiospermen, Berlin-Nikolassee: Gebrüder Borntraeger, 666 p
- Engler A, Prantl K** (1894) Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten, insbesondere den Nutzpflanzen. III. Teil, 1. Hälfte, Leipzig: Wilhelm Engelmann, 120 p
- Fössleitner F** (1999) Situation und Lösungsansätze der herbologischen Probleme durch Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) im biologisch bewirtschafteten Grünland am Beispiel der Gemeinde Weyer-Land und Gaflenz (Bezirk Steyr Land/O.Ö.). Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur Wien, 242 p
- Hann P, Kromp B** (2001) Ampferregulierung mittels Ampferblatt-Käfer; erste Ergebnisse. Bericht „7. Alpenländische Expertenforum zum Thema Bestandsführung und Unkrautregulierung im Grünland-Schwerpunkt Ampfer“. BAL Gumpenstein, Irdning, 63-69
- Hann P, Kromp B** (2003) Der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula* Deg.) - ein natürlicher Gegenspieler des Stumpfblättrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius*). *Landbauforsch Völkenrode SH 255:73-78*
- Hegi G** (1981) *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, II. Band, Teil 1, 3. Auflage, Berlin, Hamburg: Paul Parey, 504 p
- Hongo A** (1989) Transplant survival of *Rumex obtusifolius* L. and *R. crispus* L. in three old reseeded grassland. *Weed Research* 2:13-19
- Korsmo F** (1930) Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit. Nach dem norweg. Manuskript d. Verf., hrsg. Berlin: VHW Wollenweber
- Kutschera L** (1960) *Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen*. Frankfurt: DLG-Verlag, 574 p
- Kutschera L, Lichtenegger E** (1992) *Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen, Band 2 Pteridophyta und Dicotyledoneae, Teil 1 Morphologie, Anatomie. Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft*. Stuttgart-Jena-New York: Gustav Fischer, 851 p
- Kutschera L, Sobotik M** (1992) *Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen, Band 2 Pteridophyta und Dicotyledoneae, Teil 2 Anatomie*. Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer, 261 p
- Lichtenegger E** (1983) Wurzel- und Bodentyp als Ausdruck des Standorts. In: *Wurzelökologie und ihre Nutzenanwendung*. BVA Gumpenstein. A-8952 Irdning, 369-388
- Meusel H, Jäger E, Weinert F** (1965) *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora*. Jena: Gustav Fischer, 258 p
- Oberdorfer E** (1990) *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. E. Ulmer Verlag, 1050 p
- Opitz von Boberfeld W** (2003) Zur Biologie großblättriger *Rumex*-(Ampfer-)Arten. *Landbauforsch Völkenrode SH 255:49-52*
- Parsons W T, Cuthbertson E G** (1992) *Noxious weeds of Australia*. Melbourne-Sydney: Inkata Press, 692 p
- Rechinger K H** (1932) *Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung Rumex*. *Beih. Bot. Cbl.* 49, 2 Abt.
- Sobotik M** (2001) Verbreitung, Morphologie und Anatomie des Ampfers. Bericht „7. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Bestandsführung und Unkrautregulierung im Grünland-Schwerpunkt Ampfer“. BAL Gumpenstein, Irdning, 33-38
- Wehsarg O** (1935) *Wiesenunkräuter*, Berlin 349 p

2.2.2 Regulierung

2.2.2.1 Möglichkeiten der mechanisch/biologischen Ampferbekämpfung

von Erich M. Pötsch

Durch eine nicht standortgerechte und unsachgemäße Bewirtschaftung des Grünlandes sind in den letzten 20 - 30 Jahren viele Grünlandflächen hinsichtlich des Pflanzenbestandes entartet und weisen heute ein Artenspektrum auf, welches der Forderung nach einer guten und hohen Grundfutterqualität, als Basis einer leistungsfähigen und effizienten Grünland- und Viehwirtschaft nicht mehr gerecht werden kann (Buchgraber 1999). Für jene Landwirte, die auch in Zukunft ihr Haupteinkommen aus der produktiven Bewirtschaftung ihrer Grünlandflächen erzielen wollen, ist es daher unumgänglich, eine Regulierung und Verbesserung solcher Grünlandbestände anzustreben.

Die Hauptproblempflanze am Grünland schlechthin ist der Ampfer aus der Familie der Knöterichgewächse, und zwar in den höheren Lagen auf Almen der sogenannte Almampfer (*Rumex alpinus*), in den tieferen Lagen hauptsächlich der Stumpflättrige Ampfer (*Rumex obtusifolius*), aber auch der Krause Ampfer (*Rumex crispus*) sowie der Große und der Kleine Sauerampfer (*Rumex acetosa* bzw. *Rumex acetosella*).

Obwohl in der Vergangenheit sehr vielfältig genutzt (Pötsch 2001a), finden sich in der Gegenwart kaum positive Aussagen über den Ampfer. Schon die wenig schmeichelhafte Trivialnamensgebung (Black'n, Scheißplotsch'n, Sauplotsch'n, Foiss'n, Strumpf'n etc.) deutet eher auf die Unbeliebtheit dieser Pflanze hin, die in der heutigen Grünlandwirtschaft eindeutig als Unkraut gesehen wird (Elsässer 1996).

Der sehr ausdauernde und bis über einen Meter hoch wachsende Stumpflättrige Ampfer mit seinen breiten, den Boden stark beschattenden Blättern und den das restliche Grünland meist überragenden, erst gelblich später dann rotbraunen Fruchtständen, prägt häufig das Bild von Wiesen und Weiden. Dieser futterbaulich minderwertige, lästige Platz- und Nährstoffräuber, der vom Vieh im grünen Zustand kaum verbissen wird, weist ein enormes Vermehrungspotential auf, darüber hinaus behalten die Samen, die ein Tausendkorngewicht von 1 - 1,5 g aufweisen, über viele Jahre ihre Keimfähigkeit (Bohner 2001). Der Ampfer besiedelt bevorzugt als Lichtkeimer Stellen, an denen die Grasnarbe beschädigt wird und Lücken entstehen (Ziron und Opitz von Boberfeld 2001). Die Pflanze bildet eine dicke, tiefreichende und an Reservestoffen

reiche Pfahlwurzel aus, die ihr eine starke Fähigkeit zum Wiederaustrieb nach einer Nutzung verleiht (Sobotik 2001; Lüscher *et al.* 2001).

Die Möglichkeiten zur Regulierung und Bekämpfung des Ampfers sind vielseitig, im Sinne einer umweltökologisch orientierten Landwirtschaft sollten dabei vor allem präventive sowie mechanisch/biologische Maßnahmen eingesetzt werden.

Pflege- und Vorbeugemaßnahmen

Neben einer ständigen Beobachtung und Kontrolle der Grünlandflächen zählen Maßnahmen wie Grünlandpflege (Abschleppen von Erdhaufen, Nachmahd von Weiden, Nachsaat von Bestandeslücken etc.), eine standortgemäße sowie der Nutzungsform und der Nutzungsintensität angepasste Düngung (exakte und gleichmäßige Verteilung, Ausbringung in Teilgaben etc.) sowie eine rechtzeitige und schonende Nutzung (Einhaltung einer Mindestschnitthöhe von 5 - 7 cm, Vermeidung von Unter- und Überbeweidung, Verhinderung von Tritt- und Spurschäden etc.) zu den wichtigsten Möglichkeiten, um eine Bestandesentartung zu verhindern.

Verhinderung der Aussamung und Unterbrechung des Samenkreislaufes im Betrieb

Im Hinblick auf das enorme Vermehrungspotential des Ampfers sollte zumindest eine weitere Verbreitung über die Samen verhindert werden. Durch das Abreißen oder besser das Abschneiden der Fruchtstände, die natürlich eingesammelt und entsorgt werden müssen, wird zumindest die generative Vermehrung unterbunden. Gegenüber dem Ausstechen ist dabei der Zeitaufwand wesentlich geringer und es kann dadurch auch eine weitere Anreicherung des Ampfersamenpools im Boden verhindert werden.

Aktuelle Untersuchungen an der BAL Gumpenstein befassten sich mit der Veränderung der Keimfähigkeit von Ampfersamen (Stumpflättriger Ampfer) im Verlauf der Pansen- und Dünndarmverdauung durch das Rind sowie bei der anschließenden zwölfwöchigen Verweilphase in unterschiedlichen Wirtschaftsdüngerarten (Stallmist, Stallmistkompost, Gülle und Jauche). Die Passage durch den Verdauungstrakt überstanden die Ampfersamen ohne nennenswerte Reduktion der Keimfähigkeit (von 85% auf 82%).

Von besonderem Interesse war der Einfluss der Kompostierung von Stallmist auf die Keimfähigkeit der Ampfersamen. Obwohl hinsichtlich des Temperatur-

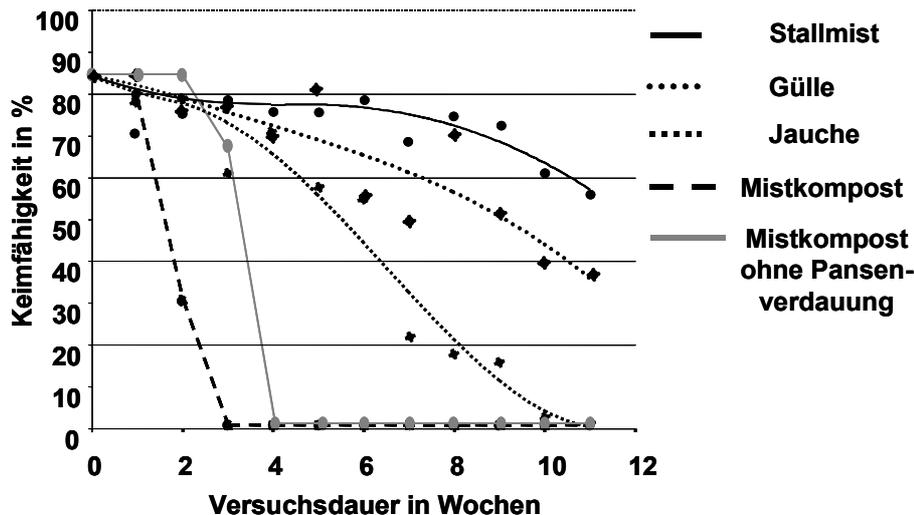


Abbildung 1:
Entwicklung der Keimfähigkeit von Ampfersamen in unterschiedlichen Wirtschaftsdüngern (Pötsch und Krautzer 2000)

verlaufes nur suboptimale Kompostierungsbedingungen vorlagen, kam es innerhalb von wenigen Wochen zu einer deutlichen Reduktion der Keimfähigkeit. Dieses Ergebnis zeigte sich in etwas abgeschwächter Form auch für jene Ampfersamen, die vorher nicht den Verdauungstrakt passierten. Während die Keimfähigkeit der Ampfersamen im Medium Rinderjauche am Ende der Testphase ebenfalls deutlich abnahm, konnte in Rindergülle und vor allem in unbehandeltem Stallmist nur eine relativ geringe Reduktion beobachtet werden (Pötsch 2001). Die Kompostierung von Stallmist stellt also eine verlässliche Möglichkeit dar, den betriebsinternen Kreislauf von Ampfersamen zu unterbrechen und dadurch eine weitere Verbreitung innerhalb des Betriebes zu unterbinden!

In einer weiteren Untersuchungsreihe wurde die Entwicklung der Keimfähigkeit von Ampfersamen (*Rumex obtusifolius*) in unterschiedlich angewelkten Grassilagen beobachtet. Die Abb. 2 zeigt die Ergebnisse für drei TM-Stufen, wobei die Keimfähigkeit der Ampfersamen zum Zeitpunkt der Silierung sowie zwei, fünf und acht Wochen nach der Silierung geprüft wurde. In der Nasssilage (18% TM) kam es nach zwei Wochen zu einer leichten Reduktion, nach fünf Wochen fiel die Keimfähigkeit auf 0 und blieb auch bei der letzten Beprobung auf diesem Wert. In der Anwelksilage (35% TM) kam es zunächst zu einem Anstieg auf 80%, anschließend zeigte sich ein ähnlicher Verlauf wie bei der Nasssilage. In der stark angewelkten Grassilage (mit 47% TM eigentlich eher ein Gärheu) stieg die Keimfähigkeit auf zunächst 87% und weiter auf 92% an (offensichtlich ein durch das Milieu hervorgerufener Abbau der Keimhemmung) und lag bei der letzten Beprobung immerhin noch bei

82%. Diese Ergebnisse zeigen, dass im Bereich der in der Praxis üblichen Silagebereitung (Nasssilage bis hin zu mittleren Anwelksilagen) nach acht Wochen eine vollständige Reduktion der Keimfähigkeit von Ampfersamen erfolgt. Bei sehr stark angewelkten Silagen muss allerdings auch nach diesem Zeitraum mit einer hohen Keimfähigkeit gerechnet werden.

Mechanisch/biologische Maßnahmen der Ampferbekämpfung

Neben den Präventivmaßnahmen steht auf vielen Betrieben meist die Symptombekämpfung im Vordergrund (Pötsch 2001b). Im Biologischen Landbau ist diese natürlich auf mechanisch/biologische Bekämpfungsmaßnahmen reduziert, die im Folgenden näher ausgeführt und beschrieben sind:

Händisches Ausziehen

Das bloße händische Ausziehen des Ampfers gelingt selten zufriedenstellend, meist reißt die Pflanze bereits am unteren Sprossende oder an der Wurzel in einer Länge von wenigen cm ab und die Pflanze treibt dann rasch nach. Nur bei sehr feuchten Bodenverhältnissen und vor allem auf neuengesäten Flächen lässt sich der Ampfer auf diese Art und Weise recht gut entfernen. Wenn das Ausstechen oder das Ausziehen der Gesamtpflanze nicht oder nur schwer möglich ist, sollte man zumindest die Blütenstände des Ampfers frühzeitig abschneiden und entfernen, um eine neuerliche Samenausbildung und damit eine weitere Verbreitung zu verhindern.

Manuelles Ausstechen

Eine nachhaltig wirksame Maßnahme stellt das Ausstechen mittels eines eigens dafür entwickelten Amp-

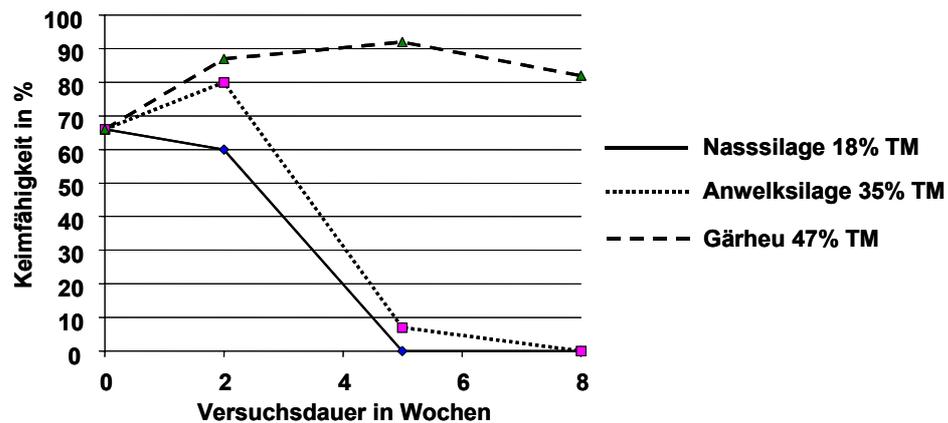


Abbildung 2:

Entwicklung der Keimfähigkeit von Ampfersamen in unterschiedlich angewelkten Grassilagen (Pötsch, unveröffentlichte Daten)

ferensens dar. Bei richtiger Handhabung dieses Werkzeuges und günstigen, also eher feuchten Bodenverhältnissen lassen sich damit die Ampferpflanzen mit relativ geringem Kraftaufwand und oft mit einem Großteil ihrer Pfahlwurzel aus dem Boden ziehen (Kessler und Ammon 1996; Pfeiffer 1998).

Das Ampferweiden mit den beiden schräg abstehenden, leicht geöffneten und gespitzten Hebelzinken wird im Abstand von etwa 10 - 15 cm zur Pflanze im Winkel von ca. 45° eingestochen. Anschließend wird der Ampfer durch das Niederdrücken des Stiels vorsichtig, damit die Wurzel (sollte mindestens 15, besser aber 20 cm lang sein!) nicht abreißt, ausgehebelt - bei starkem Widerstand ist es dabei günstig, an der gegenüberliegenden Seite ein zweites Mal einzustechen und auszuhebeln sowie durch eine gleichzeitige Zugsbewegung mit der freien Hand mitzuhelfen. Die locker an der Wurzel anhaftende Erde wird zum Füllen des Loches verwendet, mit den Füßen leicht angetreten und die offene Fläche mit einer ampferfreien! Nachsaatmischung, am einfachsten aus einer Kunststoffflasche mit einer im Durchmesser ca. 0,5 cm kleinen Öffnung, nachgesät (Krautzer 2001).

Die derart "geernteten" Ampferpflanzen müssen unbedingt von der Fläche entfernt werden, da die Samen bereits im sehr frühen Reifestadium, etwa eine Woche nach der Blüte, keimfähig sind. Am sichersten entsorgt man den Ampfer durch Verbrennen in einer Hackschnitzelheizung nach vorheriger Trocknung oder durch Vergraben. Diese Methode der Ampferbekämpfung wirkt, richtig durchgeführt, nachhaltig auch gegen den Krausen und den Almampfer, stößt jedoch bei einem Flächenbesatz von mehr als 2000 Pflanzen/ha ebenso wie die chemische Punktbekämpfung rasch an die Grenze der Arbeitskapazität.

Maschinelles Wurzelziehen mit dem „WUZI“

Bei diesem Gerät handelt es sich um einen, mittels 40 PS-Motor angetriebenen Selbstfahrer, der hydrostatisch angetrieben wird, was ein stufenloses Vor- und Rückwärtsfahren mittels einfacher Pedalsteuerung ermöglicht. Das eigentliche Ausstechgerät ist am vorderen Teil des WUZIS auf einer Laufschiene angebracht und kann mittels hydraulischem Antrieb auf einer Arbeitsbreite von insgesamt 2,4 m hin und her bewegt werden. Der Ausstecher, der voll im Blickfeld des Fahrers liegt, besteht aus zwei je dreizinkigen, zusammengreifenden Werkzeugen aus gehärtetem Stahl. Mit einem einzigen vierweggesteuerten Hydraulikhebel wird der Ausstecher über die Ampferpflanze gesteuert und abgesenkt. Die beiden Zinkengabeln dringen in den Boden ein, umschließen den Ampfer, stechen diesen mitsamt der anhaftenden Erde aus und legen ihn am Boden ab (Pötsch 1998; Pöchlauer 1998).

Dieser so einfach klingende Arbeitsablauf geht mit einer unglaublichen Geschwindigkeit vor sich - die durchschnittliche Flächenleistung beträgt rund 600(!) Ampferpflanzen pro Stunde.

Maschinelles Wurzelbohren mit dem „Ampferwiesel“

Der Ampferwiesel wird komplett über die Hydraulik des Hoftracs angetrieben und besteht aus dem eigentlichen Arbeitswerkzeug, einem senkrechten Ausschub mit dem Bohraggregat. Daran sind normale Messerklingen vom Mähwerk befestigt. Über diesem „Bohrarm“ ist ein Schutzrohr gestülpt, damit beim Bohren keine Erde weggeschleudert wird sondern wieder in das Bohrloch zurückfällt. Der Bohrer besitzt einen waagrechten Ausschub, womit der Aktionsradius und die Wendigkeit des Gerätes vergrößert wird.

Eine Senkdrossel sorgt dafür, dass sich der Bohrer langsam in die Erde hineinarbeitet und schnell wieder

heraus kommt. Das Arbeitswerkzeug hat inkl. Schutzrohr einen Durchmesser von 20 cm und bohrt sich mit 1.700 U/min bis zu 25 cm tief in die Erde. Dabei wird der Ampfer samt seiner Wurzel regelrecht vermust und vernichtet. Mittels einer elektrisch gesteuerten Saateinrichtung wird die behandelte Stelle sofort nachgesät (Altmann 2002).

Aktuelle Untersuchungen zur Regenerationsfähigkeit von Wurzelbruchstücken zeigen ganz deutlich, welches Potential der Ampfer diesbezüglich aufweist. Selbst sehr kleine Bruchstücke (ca. 10 mm) sind noch in der Lage auszutreiben und sich in kurzer Zeit zu vollwertigen Pflanzen zu entwickeln.

Infrarot-Gastechnik

Bei dieser aus der Schweiz kommenden Technik zur Bekämpfung unterschiedlichster Unkräuter, wird mit Hilfe von Butan- oder auch Propangas eine Strahlungshitze von mehr als 1.000 °C erzeugt, welche bei den damit behandelten Pflanzen zur Denaturierung des Eiweißes und zur Zerstörung der Zellstruktur führt. Speziell zur Ampferbekämpfung wurde ein besonders handliches, leichtes Gerät hergestellt, das eine einfache Bedienung ermöglicht. Es wird dabei ein kreisrundes und im Durchmesser etwa 10 cm großes Drahtgewebe samt einem daran anschließenden, spitzen Metallhorn erhitzt - dieses ca. 600 °C heiße Thermo-Horn wird dann über das Ampfer“herz“ gezielt in die Wurzel eingestochen und verbleibt dort einige Sekunden. Dabei wird der gesamte Wurzelkörper erhitzt und zugleich das Ampfer“herz“ sowie die gesamte Blattrosette durch die über das Drahtgewebe abgegebene Strahlungshitze versengt (Pötsch 2001b).

Beim Einsatz dieses Gerätes ist zu beachten, dass die Bodenfeuchte nicht zu hoch sein soll, da ansonsten sehr viel Wärmeenergie verloren geht und damit die

Strategien in der Ampferbekämpfung - Prävention!

1. Vorbeugemaßnahmen

- Regelmäßige Bestandesbeobachtung und -beurteilung
- Vermeidung von Bewirtschaftungsfehlern (Düngung, Nutzung)
- Schließen von Bestandeslücken mit ampferfreiem Saatgut

2. Verhinderung des Aussamens

- rechtzeitige Nutzung vor der Samenreife
- Abschneiden / Entfernen der Fruchtstände
- Koppelputzen + Entfernen der Nachmahd

3. Unterbrechung des Samenkreislaufes im Betrieb

- Abdecken von Feldmieten (Stallmist, Kompost)
- Kompostierung von Festmist
- Silagebereitung?

Abbildung 3:

Wichtige Präventivmaßnahmen zur Ampferregulierung

Strategien in der Ampferbekämpfung - Symptombehandlung

1. Biologische Bekämpfung

- Ampferblattkäfer

2. Mechanische Bekämpfung in Neuanlagen

- (Intensive) Brachebehandlung
- Reinigungsschnitt(e)
- händisches Ausziehen bzw. Ausstechen

3. Mechanische Bekämpfung im bestehenden Dauergrünland

- manuelles Ausstechen (Ampfergabel, -eisen, -stecher)
- maschinelles Ausstechen (WUZI, Ampferwiesel etc.)
- Thermodom - Infrarotgastechnik

4. „Bioherbizid“

- Extrakt aus dem Forstbereich – keine systemische Wirkung!

Abbildung 4:

Biologische und mechanische Maßnahmen zur Ampferregulierung

Ampferwurzel nicht ausreichend erhitzt wird. Ebenso zeigt sich, dass mit dieser Technik junge Ampferpflanzen wesentlich effektiver bekämpft werden, als bereits ausgewachsene Exemplare.

Die Ampferbekämpfung braucht Zeit

Im Gegensatz zur chemischen Flächenbekämpfung, die einen sehr geringen Zeitaufwand erfordert, sind die mechanisch/biologischen Maßnahmen wesentlich arbeits- und zeitintensiver. Während der WUZI mit nur etwas mehr als 5 Sekunden pro Ampferpflanze seine unglaubliche Geschwindigkeit unter Beweis stellte, muss für das manuelle Ausstechen rund die vierfache Zeit veranschlagt werden, wobei natürlich bei einer längeren Tätigkeitsdauer mit einer Verlangsamung durch Ermüdung zu rechnen ist.

Mit knapp 50 Sekunden pro Ampferpflanze ging die Bekämpfung mittels der Infrarot-Gastechnik doch deutlich langsamer vor sich. Allerdings wurde hier nur mit einem einzigen Gerät gearbeitet - in der Praxis könnten jedoch durchaus zwei Geräte gleichzeitig von einer einzigen Person „bedient“ werden.

Jedenfalls ist bei der mechanisch/biologischen Ampferbekämpfung mit einem erheblichen Zeitaufwand zu rechnen, vor allem wenn der vorliegende Ampferbesatz bereits im Bereich der für eine Einzelpflanzenbekämpfung festgelegten Schadschwelle von 2.000 Pflanzen/ha liegt.

Fazit

Das Erfolgsrezept für eine nachhaltige und wirksame Ampferbekämpfung lautet: Vorbeugen + Fehlervermeidung + Bekämpfung + Nachsaat. Im Hinblick auf die Schaffung und Erhaltung von gesundem und leistungsfähigem Grünland sollte die ständige Beobachtung und Beurteilung der Pflanzenbestände ein

Tabelle 1:
Durchschnittlicher Zeitaufwand für unterschiedliche
Bekämpfungsmaßnahmen (Pötsch 2000)

	Zeitaufwand je Ampferpflanze	Reduktion von Ampferpflanzen in %
„WUZI“	6 sec	100 (73) %
Ampferreisen	23 sec	100 (82) %
Thermodorn	50 sec	55 %

zentrales Element in der Bestandesführung sein. Nur so ist es auch möglich, Probleme bereits im Ansatz zu erkennen und mittels der zuvor diskutierten Maßnahmen regulierend einzugreifen. Grundvoraussetzung dazu ist allerdings die Kenntnis der für das Grünland wichtigsten Gräser-, Klee- und Kräuterarten im vegetativen als auch generativen Zustand.

Die Vermeidung von Bewirtschaftungsfehlern im Bereich der Düngung (Überdüngung, Abdeck- und Ättschäden, mangelnde Verteilung, Nährstoffimbilanzen etc.), der Nutzung (Tiefschnitt, Tritt- und Spurschäden etc.) sowie vorbeugende Maßnahmen durch Über- bzw. Nachsaat mit ampferfreiem! Qualitätssaatgut müssen in Kombination mit der Symptombekämpfung erfolgen, um dem Ampfer langfristig erfolgreich zu begegnen.

Literatur

- Altman T** (2002) Der „Ampferwiesel“ – eine Hoffnung für Biobetriebe. Top Journal 7/2002, 22-23
- Bohner A** (2001) Physiologie und futterbaulicher Wert des Ampfers. Bericht „7. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Bestandsführung und Unkrautregulierung im Grünland-Schwerpunkt Ampfer“. BAL Gumpenstein, Irdning, 39-44
- Buchgraber K** (1999) Habilitationsschrift „Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im österreichischen Alpenraum“, BAL Gumpenstein, Heft 31
- Elsässer M** (1996) Geschickte Grünlandführung erspart Neu- oder Nachsaat. BWL 19, Grünland, 22-26
- Kessler W, Ammon H U** (1996) Blackenstrategien. „Die Grüne“, 10/96, 16-19
- Krautner B** (2001) Saatgutqualität als Grundlage für ampferfreie Nach- und Neuansaat im Grünland. Bericht „7. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Bestandsführung und Unkrautregulierung im Grünland-Schwerpunkt Ampfer“. BAL Gumpenstein, Irdning, 45-50
- Lüscher A, Nösberger J, Jeangros B, Niggli U** (2001) Jugendentwicklung und Konkurrenzverhalten von *Rumex obtusifolius* L.. 45. Jahrestagung der AGF, Gumpenstein, 45-46
- Pfeiffer E** (1998) So rücken Sie dem Ampfer zu Leibe. Top Agrar 7/98, 60-61
- Pöchlauer P** (1998) „Wuzi“ hat den Dreh gegen Ampfer raus. Top Journal, Ideenbörse, 6/98, 28-29
- Pötsch E M** (1998) Kampf dem Ampfer. Der Fortschrittliche Landwirt, Heft 9/98, 6-7
- Pötsch E M** (2000) Möglichkeiten der mechanisch/biologischen Ampferbekämpfung. Biospezialseminar – Teil 1: „Ampfer – Ein Problemunkraut?“, BAL Gumpenstein
- Pötsch E M** (2001) Überrollt der Ampfer das österreichische Grünland? Neue Forschungsergebnisse zur Bekämpfung. Wintertagung 2001, Ökosoziales Forum Österreich, 211-221
- Pötsch E M** (2001a) Historisches zum Ampfer. Bericht „7. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Bestandsführung und Unkrautregulierung im Grünland-Schwerpunkt Ampfer“. BAL Gumpenstein, Irdning, 29-32
- Pötsch E M** (2001b) Wissenswertes zur mechanischen und chemischen Ampferbekämpfung. 7. Alpenländisches Expertenforum „Bestandsführung und Unkrautregulierung im Grünland – Schwerpunkt Ampfer“. Tagungsbericht, BAL Gumpenstein, 75-81
- Pötsch E M, Krautner B** (2000) Keimfähigkeit von Ampfersamen sowie Möglichkeiten und Effizienz der Ampferbekämpfung. Österr. Pflanzenschutztag 2000, Tulln, 30 p
- Sobotik M** (2001) Verbreitung, Morphologie und Anatomie des Ampfers. Bericht „7. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Bestandsführung und Unkrautregulierung im Grünland-Schwerpunkt Ampfer“. BAL Gumpenstein, Irdning, 33-38
- Ziron C, Opitz von Boberfeld W** (2001) Keimverhalten von *Rumex crispus* und *Rumex obtusifolius*. 45. Jahrestagung der AGF, Gumpenstein, 47-48

2.2.2.2 Überlegungen zur nachhaltigen Unterdrückung und Bekämpfung von Stumpfblättrigem Ampfer

von Martin Elsässer

Einleitung

Bereits William Shakespeare (in Heinrich V.) beklagte den geringen Wert von Wurzelunkräutern mit den Worten: „Nichts trägt mehr Früchte außer hassenswerthem Ampfer, rauhen Disteln, Kletten – dahin sind Schönheit und Nützlichkeit!“. Wir können davon ausgehen, dass der Landbau zu damaliger Zeit weder ein Problem durch übermäßige Nährstoffzufuhr oder den Einsatz von Chemie zu beklagen hatte und wohl bereits unbemerkt von der damaligen Öffentlichkeit wesentliche Prinzipien des ökologischen Landbaus berücksichtigte. Allerdings war die Intention der Landbewirtschaftung damals sicher nicht die gleiche wie heute – allein das Unkrautproblem war ähnlich. Stumpfblättriger Ampfer wurde und wird nicht oder nur in geringem Maße von Nutztieren verzehrt, er ist ein Platzräuber und besiedelt Lücken in Grünlandbeständen.

Wir schließen daraus:

- Die Ampferthematik ist nicht neu
- Ampfer ist keine seltene Pflanzenfamilie
- Das Unkrautproblem ist immer noch nicht gelöst.

Der folgende Beitrag soll einige Überlegungen zur nachhaltigen Unterdrückung und Bekämpfung von Stumpfblättrigem Ampfer liefern, wobei „nachhaltig“ im Sinne von möglichst langdauernder Absenz von *Rumex obtusifolius* auf Grünland verstanden werden soll. Hierzu werden eigene Erfahrungen (Elsässer 1995, 2002), Ergebnisse anderer Autoren und eigene Untersuchungen zu einer zielführenden Strategie zusammengeführt.

Material und Methoden

Experiment zur Verminderung von Stumpfblättrigem Ampfer auf Weiden durch Vorweide mit Schafen

An der Lehr- und Versuchsanstalt (LVVG) Aulendorf wird derzeit ein Versuch durchgeführt, bei dem der Ampferbesatz durch gezielte Beweidung mit Schafen reduziert werden soll. Das Experiment geht auf Beobachtungen von Praktikern zurück, wonach Schafe Ampfer in jungem Stadium nicht nur fressen, sondern gezielt zum Verzehr aufsuchen. Der Versuch wurde im Jahr 2001 von Briemle und Weidinger an der LVVG Aulendorf installiert.

Verglichen werden zwei Koppelhälften einer Schaf-

weide von je 13 ar Größe. Auf jeder dieser beiden Teilflächen wurden fünf Dauerbeobachtungsflächen zu je 25 m² Größe eingerichtet. Grundlage der quantitativen Erfassung des Ampfers ist eine exakte Zählung im Frühjahr bei einer Bestandeshöhe von etwa 10 cm (Ende März) mit Hilfe eines Netzes von 100 Einzelquadraten (50 x 50 cm Maschenweite). Diese Zählung wird vor der letzten Nutzung im Herbst wiederholt. Zusätzlich erfolgt einmal jährlich im April eine vollständige Vegetationsaufnahme (Ertragsanteilschätzung nach Klapp). Da auf der Dauerquadratfläche durchaus über 300 Ampferpflanzen (12 – 15 Individuen pro m²) vorkommen können, ist eine Zählung schon zu diesem sehr frühen Wuchsstadium erforderlich. Dann nämlich sind die Blätter dieses „vorwüchsigen“ Krautes schon 10 – 15 cm lang. Ist die volle Weidereife bei einer Bestandeshöhe von 20 cm erreicht, wäre wegen des dichten Bestandeschlusses ein zahlenmäßiges Erfassen kaum mehr möglich.

Nutzungen: sechs mal pro Jahr (Aufwuchshöhe ca. 15 – 20 cm)

Die N-Düngung wird auf die N-Rücklieferung der Schafe reduziert

Besatzzeit je Hauptnutzung: 1,5 bis max. 2 Tage

Besatzdichte: 50 Mutterschafe plus Nachzucht

Versuchsvarianten:

- a) Vorweide = Beweiden zwei halbe Tage sobald die Ampferpflanzen eine Wuchshöhe von etwa 10 cm und eine Blattlänge von ca. 12 cm erreicht haben zu Vegetationsbeginn und nach jeder Hauptnutzung, sobald der Bestand wieder auf 10 cm nachgeschoben hat.
- b) ohne Vorweide

Ergebnisse und Diskussion

Die Erfahrungen, die die LVVG Aulendorf im Verlaufe vieler Jahre bei der Bekämpfung des Stumpfblättrigen Ampfers gemacht hat, sind im Merkblatt zur umweltgerechten Landnutzung (Nr. 22) (Elsässer 2002) zusammengefasst und es wird an dieser Stelle auf dieses Merkblatt hingewiesen.

Die große Kampfkraft von Ampfer beruht neben dem hohen Vermehrungspotential und der langen Keimfähigkeit der im Boden ruhenden Samen auf der konsequenten Verwendung seiner gebildeten Assimilate für die Neubildung von Blattmasse. Seine Wachstumsstrategie ist auf ein hohes N-Angebot angewie-

sen, das belegen u. a. Versuchsergebnisse von Jean-gros in Lüscher *et al.* (2001; Tab. 1).

Tabelle 1:

N-Konzentration und TM- Entwicklung bei Stumpfblättrigem Ampfer und Deutschem Weidelgras (Lüscher *et al.* 2001)

Art	N-Konzentration mg N l-1	TM nach 33 Tagen in mg
Stumpfblättriger Ampfer	16	942
	63	2872
	252	5334
Deutsches Weidelgras	16	580
	63	1363
	252	1909

Lüscher *et al.* (2001) führen weitere Arteigenschaften von Stumpfblättrigem Ampfer an, die seine enorme Kampfkraft in Grünlandbeständen begründen. Demnach wachsen Ampfersämlinge schnell und sehr plas-

tisch, sie verwenden gebildete Assimilate nahezu ausschließlich in den Aufbau von weiterer Blattmasse, wodurch sich das große Wachstumspotential erklärt. Auch unter Konkurrenz kann sich Ampfer gegenüber Grasarten behaupten. Das zeigt ein Konkurrenzversuch von Niggli aus der Schweiz (ebenfalls zit. bei Lüscher *et al.* 2001; Abb. 1).

Das Versuchsergebnis belegt, dass eine Steigerung der Stickstoffgaben generell die Trockenmasseerträge von Gräsern und Ampfer erhöht, wobei in Abhängigkeit von der begleitenden Grasart Ampfer sehr unterschiedlich hohe Ertragsanteile einnimmt. Lediglich Welsches Weidelgras als Begleitgras ist in der Lage Ampfer einigermaßen erfolgreich zu konkurrenzieren. Desweiteren zeigt sich, dass eine Verzögerung des Nutzungsintervalles von vier auf sechs Wochen den Ampfer stark begünstigt. Die Aussaat von Welschem Weidelgras hat im Dauergrünland allerdings einige unerwünschte Nebeneffekte. Erstens ist es eine überjährige Art, d. h. nicht perennierend und damit auch

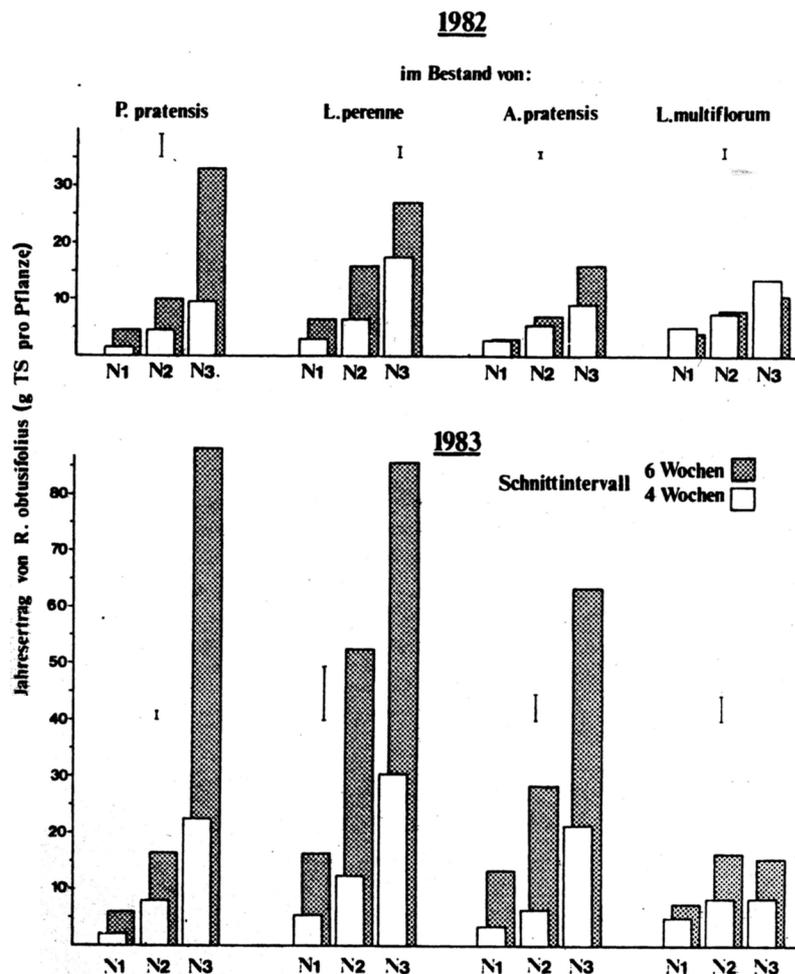


Abbildung 1:

Jahreserträge von *Rumex obtusifolius* in vier Grasbeständen bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung (nach Niggli zit. bei Lüscher *et al.* 2001)

nicht dafür geeignet die Grasnarbe nachhaltig zu verbessern. Zweitens ist dieses Gras sehr rasch in der physiologischen Entwicklung und passt damit nicht in den üblichen Schnittrhythmus von Dauergrünland. Die anderen untersuchten Gräser *Poa pratensis*, *Lolium perenne* und *Alopecurus pratense* haben bei weitem keine so ausgeprägte Konkurrenzfähigkeit und können damit Ampfer nicht wesentlich unterdrücken.

Soll nun eine Strategie der Unkrautbekämpfung entwickelt werden, muss zunächst ausführlich und detailliert die jeweilige Situation analysiert werden (Tab. 2).

Tabelle 2:
Strategie der Unkrautbekämpfung

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse der Situation – Warum und wie kam es zur Verunkrautung? Was sind auslösende Momente? Lückenbildung? Etc. 2. Fehler beheben und künftig vermeiden 3. Konkurrenz stärken – Indirekte Bekämpfungsmaßnahmen 4. Mechanische Bekämpfung 5. Totalbekämpfung durch Umbruch |
|---|

Indirekte Bekämpfungsmaßnahmen

Indirekte Bekämpfungsmaßnahmen dienen der Stärkung der Konkurrenz des Ampfers. Hierzu gehören unter anderem folgende Maßnahmen:

- Verhinderung des Aussamens durch Schnitt vor der Samenreife, Entfernen der Fruchtstände auch von benachbarten Wegrändern und Böschungen, Nachmahd und Abfahren von Weideresten (Mulchen zerstört die Ampfersamen in der Regel nicht und erneutes Auskeimen kann nicht verhindert werden);
- Angepasste Düngung: Vermeidung überhöhter Bodennährstoffgehalte und überhöhter Stickstoffdüngung; keine zu dicke Gülle ausbringen;
- Angepasste Nutzung: Lückenbildung vermeiden durch Unterlassen von Befahren bei nassen Böden; gute Weideführung; nicht zu häufig und zu tief nutzen; regelmäßiges Nachmähen;
- Stallmist mit Ampfersamen sehr sorgfältig kompostieren;
- nur ampferfreies, zertifiziertes Saatgut verwenden (Mehrausgaben lohnen sich); Artenwahl ist hinsichtlich der notwendigen Konkurrenzwirkungen entscheidend. Genügend Konkurrenzdruck baut ausschließlich Welsches Weidelgras auf, die Art ist jedoch auf Dauergrünland aufgrund negativer Werteeigenschaften ungünstig;
- Vermeiden von Neuverseuchung.

Wenn Unkraut mechanisch bekämpft werden soll, dann entscheidet die Wahl des Bekämpfungstermines bzw. des Entwicklungsstadiums der zu bekämpfenden Pflanze ganz wesentlich über den Erfolg der Maßnahme. Bereits Voisin wies 1961 auf die Bedeutung des Vegetationsstadiums in diesem Zusammenhang hin. Der beste Erfolg wird erzielt, wenn die Pflanzen möglichst viel Inhaltsstoffe im oberirdischen Aufwuchs haben und möglichst wenig Reservestoffe in der Wurzel enthalten sind.

Die wichtigste Maßnahme im Kampf gegen Ampfer ist deshalb die Vermeidung von Narbenlücken (Tab. 3).

Tabelle 3:
So entstehen Narbenlücken

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ späte erste Nutzung ➤ starke Düngung und wenig Nutzungen ➤ übermäßige Gülleanwendung ➤ Weidegang oder Maschineneinsatz bei vernässtem Boden ➤ Abdecken des Pflanzenbestandes bei ungleichmäßigem Ausbringen von Mist und Gülle ➤ zu tief eingestellte Erntemaschinen ➤ Mäuse oder Engerlinge ➤ Krankheiten auf Gräsern, z. B. Schneeschimmel |
|---|

Das Aulendorfer Schafweideexperiment – erste Ergebnisse

Die ersten Ergebnisse des Schafweideexperimentes zeigen für beide Versuchsvarianten eine deutliche Reduzierung des Ampferbesatzes (minus 45% bei Vorweide; minus 29% ohne Vorweide) (Tab. 4). Inwiefern diese erste Tendenz eine nachhaltige Entwicklung kennzeichnet, kann nach nur einem Versuchsjahr natürlich nicht abgeschätzt werden. Da zusätzlich neben der veränderten Weideführung gleichzeitig auch der Stickstoffeinsatz reduziert wurde, lassen sich die beiden Faktoren in ihrer Wirkung

Tabelle 4:
Erste Ergebnisse des Aulendorfer Schafweideexperimentes (einjährige Beobachtung; Briemle 2002)

Versuchsjahr	2001	2002	2001	2002
Dauerquadrate	Vorweide		Ohne Vorweide	
1	142	74	140	100
2	261	164	248	147
3	312	157	137	117
4	51	26	78	55
5	8	4	49	43
Mittel	154	130	85	92

auf den Ampferbesatz nicht trennen. Tatsache ist allerdings, dass eine Reduzierung der Ampferzahlen um fast 50% einen deutlichen Effekt signalisiert und es sich lohnt in dieser Richtung weitere Versuchskapazität zu investieren.

Gibt es weitere Ansätze zur biologischen Bekämpfung?

Zwei weitere Methoden werden als biologische Methoden zur Bekämpfung von Stumpflättrigem Ampfer diskutiert.

- a) Fraß durch den sogenannten Ampferblattkäfer
- b) Veraschung von Ampfer und Bestreuen der Pflanzen mit dieser Asche.

Der gezielte Einsatz von Ampferblattkäfern zur biologischen Reduzierung von Stumpflättrigem Ampfer ist nicht erfolgversprechend, weil er auch bei totalem Fraß letztendlich nicht mehr pflanzliches Material fressen kann, als bei einem Schnitt ebenfalls entfernt werden würde. Lediglich der Zeitpunkt des Entfernens der Blattmasse und damit natürlich des Verhinderns von Assimilation ist deutlich gegenüber dem Schnitt nach vorne verlegt. Auswirkungen auf die Entwicklung des Ampfers wurden allerdings nicht beobachtet. Darüber hinaus ist der Käfer für seine Entwicklung auf das Vorhandensein von Ampferblattmasse angewiesen. Ein totales Entfernen derselben nach einem Schnitt reduziert die Entwicklungschancen beträchtlich, weswegen bis zum neuerlichen Aufbau einer Käferpopulation letztendlich zuviel Zeit verloren geht um den Ampfer nachhaltig schädigen zu können.

Auch das Veraschen von Ampfer und späteres Wiederausstreuen der Asche auf den verampfernten Bestand ist nach derzeitigen Erkenntnissen und Beobachtungen nicht zielführend. Selbst Praktiker aus dem Bereich der biologisch-dynamischen Landwirtschaft geben keine erfolgversprechenden Signale.

Zusammenfassung

Ökologisch wirtschaftende Betriebe sind, vor allem wenn sie die Grundsätze artgerechter Tierhaltung hinsichtlich Weidegang der Tiere berücksichtigen, der massenhaften Vermehrung von Ampfer stark ausgesetzt. Nur durch das Verfolgen einer konsequenten Strategie lässt sich der Ampferbesatz reduzieren. An erster Stelle ist hier das Vermeiden des Neuauskeimens von Ampfer zu nennen, d. h. zunächst sind Lücken im Grünlandbestand möglichst zu vermeiden oder wenn ein Auftreten nicht verhinderbar war, sind

sie umgehend zu schließen. Konsequente und regelmäßige Nachsaat oder Übersaat mit Deutschem Weidelgras, eine Reduzierung des Stickstoffaufwandes generell und vor allem der Verzicht von übermäßigen Güllegaben, die Schonung der Weideflächen vor zu großer Trittbelastung infolge des Zertretens der Grasnarbe bei nicht angepasster Witterung sind wichtige präventive Maßnahmen der Bewirtschaftung.

Da bei der Beweidung die Pflanzen zwar häufiger befressen werden, aber weder alle gleichzeitig noch gleichmäßig beschädigt werden, sollten von Ampfer befallene Flächen nach jedem Weidegang abgemäht und zur Reduzierung des Besatzes der Ampfersamen abgefahren werden. Mulchen ist ungeeignet, da die Samen weder alle beschädigt noch von der Fläche entfernt werden. Thermische oder mechanische Bekämpfungsmaßnahmen sind rechtzeitig bei Erscheinen der ersten Ampferpflanzen einzusetzen, weil der flächenhafte Umbruch nur ein letztes Mittel ist, das aufgrund entstehender Nitratbelastung und risikoreicher Ansaaten nicht stets von Erfolg gekrönt sein wird.

Literatur

- Briemle G** (2002) Erste Ergebnisse des Aulendorfer Schafweideexperimentes. In: W. Müller *et al.*: Tätigkeitsbericht der LVVG Aulendorf. Selbstverlag
- Dierauer H U** (1992) Strategien zur Ampferbekämpfung. Bioland, 14-15
- Elsässer M** (2002) Stumpflättriger Ampfer - Biologie, Vermeidung, Bekämpfung. Merkblätter für die Umweltgerechte Landwirtschaft, Nr. 22, Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum, Stuttgart
- Elsässer M** (1995) Die Pflanzenarten im Grünland und deren Beeinflussung. In: Manusch und Pieringer, Ökologische Grünlandbewirtschaftung. Stiftung Ökologie und Landbau, 21-49
- Lüscher A, Nösberger J, Jeangros B, Niggli U** (2001) Jugendentwicklung und Konkurrenzverhalten von *Rumex obtusifolius* L.. 45. Jahrestagung AG Grünland und Futterbau, Gumpenstein, 45-46
- Pötsch E, Buchgraber K, Böhner A, Gerl S** (2001) Der Ampfer - die Problempflanze im Grünland. Österr. Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Information Nr. 3
- Stählin A** (1969) Maßnahmen zur Bekämpfung von Grünlandunkräutern. Das wirtschaftseigene Futter, 15:249-334
- Voisin A** (1961) Die Produktivität der Weide

2.2.2.3 Der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula* Deg.) - ein natürlicher Gegenspieler des Stumpfbliättrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius*)

von Patrick Hann und Bernhard Kromp

Einleitung

Die Verunkrautung von Grünlandflächen mit dem Stumpfbliättrigen Wiesenampfer (*Rumex obtusifolius*) stellt vor allem in der biologischen Landwirtschaft ein großes Problem dar, da ein Einsatz von Herbiziden verboten ist. Die einzige direkte Bekämpfungsmöglichkeit, die den Bio-LandwirtInnen zur Verfügung steht, ist das händische Ausstechen. Bei hoher Ampferdichte stößt diese Methode aber aufgrund des hohen Arbeits- und Zeitaufwandes schnell an die Grenzen des Machbaren. Laut Kirner und Schneeberger (2000) gaben von 136 befragten österreichischen Betrieben 23 % „kaum bewältigbare Ampferprobleme“ als Ausstiegsgrund aus der „Biologischen Wirtschaftsweise“ des Förderprogrammes ÖPUL an.

In Berichten von LandwirtInnen und wissenschaftlichen Arbeiten wird seit der Mitte des 20. Jahrhunderts immer wieder der Einsatz des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula* Deg., Fam. *Chrysomelidae*, Abb. 1) als Möglichkeit zur Regulierung des Stumpfbliättrigen Wiesenampfers erwähnt. Dieser Blattkäfer ist zwischen 4 und 6 mm lang und blau- bis goldgrün gefärbt. Die Weibchen sind durchschnittlich etwas größer als die Männchen und haben bei der häufigsten Unterart *G. viridula viridula* Deg. zur Eireife einen charakteristisch aufgeblasenen Hinterleib. Die zweite in unseren Breiten heimische Subspecies *G. v. pennina* Weise (grün gefärbt, alpin in der Schweiz und in Tirol) bildet diese Merkmal nicht aus (Engel 1956). Anfang des 20. Jahrhunderts beschreibt Ritter (1912) den Käfer noch als alpines Tier, in den darauf folgenden Jahrzehnten hat sich *G. viridula* aber entlang der Flussläufe ausgebreitet (Franck 1935) und kommt heute in ganz Mittel- und Nordeuropa bis weit nach Russland hinein vor (Engel 1956).

Über die Ansprüche des Käfers an Witterung und Mikroklima ist wenig bekannt. Hilterhaus (1965, nach Benz 1982) erwähnt, dass *G. viridula* im Vergleich zu *G. polygoni* geringere Temperaturansprüche hat, dass er aber relativ empfindlich auf niedrige Luftfeuchte reagiert. Benz (1982) gibt einen Temperatur-Optimalbereich für die Entwicklung des Käfers mit 15 – 25 °C an.

Der Ampferblattkäfer ist in beiden Geschlechtern grundsätzlich flugfähig, nutzt dies jedoch laut Engel (1956) „nur als Altkäfer nach der Überwinterung oder vereinzelt als Jungkäfer“. Kohli (1974, nach Benz



Abbildung 1:
Der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula* Deg.),
oben: Paarung, mitte: Eigelege, unten: Larven

1982) vermutet, dass die Temperaturschwelle für den Flug bei 20 – 25 °C liegt, die Flugdistanz beträgt nur einige Meter.

Zwischen Ende März und Ende April verlassen die Käfer Ihre Winterquartiere und beginnen bald mit der Kopulation (Abb. 1). Die Weibchen legen dann die hellgelb gefärbten Eier in Gruppen von 30 – 40 Stück auf die Unterseite der Ampferblätter ab (Engel 1956), wobei ein Weibchen laut Renner (1970, nach Scheiwiler und Benz 1987) bis zu 1.200 Eier produzieren kann. Ein bis zwei Wochen später schlüpfen die Junglarven (Engel 1956), die noch drei an ihrer Größe unterscheidbare Larvalstadien durchlaufen. Sie sind schwarz gefärbt, beborstet und besitzen laterale Tuberkel, aus denen sie ein intraspezifisch wirksames, abschreckendes Sekret ausscheiden können (Schindek und Hilker 1996). Die Junglarven fressen leicht schabend an der Blattunterseite. Die späteren Entwicklungsstadien zeigen zuerst einen Fensterfraß, der dann in den charakteristischen Lochfraß übergeht. Nach ca. drei bis vier Wochen vergraben sich die Larven im letzten Stadium neben der Fraßpflanze 2 – 5 cm tief in den Boden und verpuppen sich. In unseren Breiten werden meist 3 Generationen ausgebildet. Die Jungkäfer der 3. Generation bereiten sich im Spätherbst durch intensiven Fraß auf die Überwinterung vor, vergraben sich dann 3 – 8, teilweise bis zu 30 cm tief neben der Fraßpflanze in den Boden und gehen in die Diapause (Engel 1956). Diese wird laut Benz (1982) durch Kurztag und Frost induziert. Der selbe Autor gibt eine Lebensdauer der adulten Käfer von 30 – 40 Tagen, und eine Zeitspanne für die Entwicklung einer Generation (Ei zu Ei) von 40 – 60 Tagen an.

G. viridula ist ausgesprochen oligophag. Sein Fraßspektrum umfasst vor allem *Polygonaceae*. Die primären Wirtspflanzen sind *Rumex*-Arten, vorwiegend *R. obtusifolius* und *R. alpinus*. Sie sind für die Entwicklung des Käfers am besten geeignet (Chevin 1968, nach Herndl-Silmbrod 1989).

Da die Larven des Käfers bei hoher Dichte ganze Ampferpflanzen skelettieren können, bietet sich die Einbindung des Ampferblattkäfers in ein Konzept zur biologischen Regulierung des Stumpfblättrigen Wiesenampfers an.

In einer am Ludwig Boltzmann-Institut in der Saison 2000 durchgeführten Diplomarbeit (Hann 2001) und in den daran anschließenden Untersuchungen wurde folgenden Fragestellungen nachgegangen: Kann der Käfer gefördert werden durch 1.) einen schonenden Mahdrhythmus, d. h. die Flächen werden dann gemäht, wenn die Larven zur Verpuppung in der Erde vergraben sind und/oder 2.) ungemähte und ungedüngte Teilflächen als Nahrungsressourcen, Brutherde und Überwinterungsorte. Weiters wurde untersucht, ob der Käferfraß Auswirkungen auf die Ampferpflanzen und die Ampferdeckung zeigte.

Material und Methoden

Der Versuch wurde im Frühjahr 2000 in einem homogen verampferten Bereich einer Mähweide der

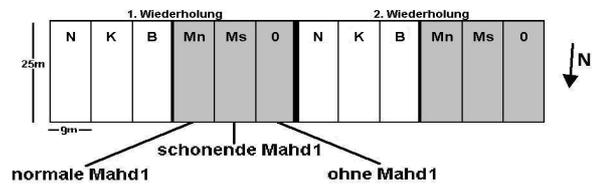


Abbildung 2: Parzellenanlage am Garnberg (Landwirtschaftliche Fachschule Hohenlehen, Ybbstal, Niederösterreich), ca. 600 m Seehöhe, graue Parzellen: zur Untersuchung von *G. viridula*, weiße Parzellen: pflanzenbauliche Methoden

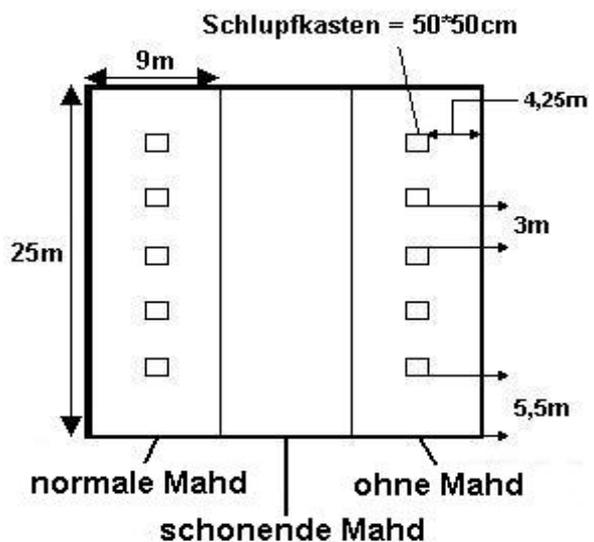
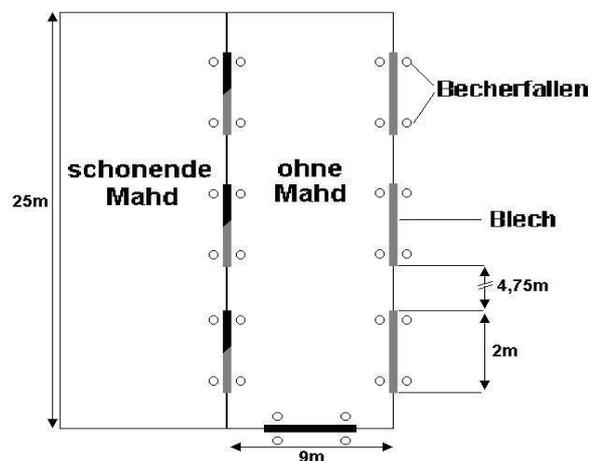


Abbildung 3: oben: Richtungsfallen, schwarz = Herbst 2000, grau = Frühjahr 2001; unten: Schlupfkästen, Frühjahr 2001

Landwirtschaftlichen Fachschule Hohenlehen (Ybbs-tal, Niederösterreich) am Garnberg auf ca. 600 m Seehöhe angelegt (Abb. 2). Die normal gemähten Parzellen dienten zur Kontrolle (1. Schnitt: 17.05.00, 2. Schnitt: 14.06.00, 3. Schnitt: 10.08.00). Auf den käferschonend gemähten Parzellen fand der 1. Schnitt am 14.06.00, der 2. am 10.08.00 statt, die Ausbringung von Gülle erfolgte wie auf den Kontrollparzellen. Die ungemähten Parzellen wurden weder gedüngt noch geschnitten, im Herbst wurden lediglich die verdorrten Samenträger der Ampferpflanzen mit der Hand entfernt. Aufgrund der Annahme, dass sich der Käfer gut ausbreiten kann, wurde eine Parzellengröße von 9*25 m gewählt, wodurch nur zwei Wiederholungen möglich waren.

Für die Erfassung der Populationsdichte von *G. viridula* wurden zwischen 20 und 50 Ampferpflanzen pro Parzelle zufällig ausgewählt und die Männchen, Weibchen, Eigelege und Larven gezählt. Die Ampferdeckung wurde innerhalb eines Quadratmeterrahmens geschätzt, der an 25 zufällig verteilten Stellen pro Parzelle aufgelegt wurde. Um den Fraßschaden der Käfer erheben zu können, musste eine eigene Blattboniturtafel entwickelt werden, welche insgesamt neun optisch gut unterscheidbare Fraßstufen aufweist (Hann 2001). Für die flächenhafte Fraßschadensbonitur wurde ein Raster (Frühsommer 2000: 2*3 m; Spätsommer 2000: 0,75*1 m) über die Versuchsanlage gelegt. An jedem Rasterpunkt wurde der Fraßschaden der jeweils nächstgelegenen Pflanze nach der Boniturtafel eingestuft. Die Wanderbewegungen der Käfer wurden im Herbst 2000 und im Frühjahr 2001 mit Richtungsfallen erfasst (Metallbleche: 2 m lang, 60 cm hoch, oben umgebogen, ca. 5 cm in den Boden gerammt, beidseitig an den Enden je zwei Becherfal-

len: 8,5 cm Öffnungsdurchm., 1 % Formol; aus der Differenz der Käferfangzahlen pro Seite kann auf eine generelle Wanderrichtung der Käfer geschlossen werden; Abb. 3). Die Zahl der überwinterten Käfer wurde im Frühjahr 2001 mit Schlupfkästen erhoben (Metallrahmen: 50*50 cm, 30 cm hoch, ca. 5 cm in den Boden gerammt, abgedeckt mit Netz: 2 mm Maschenweite; aus dem Boden kommende Käfer bleiben gefangen und können gezählt werden; Abb. 3). Um einen Zusammenhang zwischen dem Käferbefall von Ampferpflanzen im Herbst 2000 und dem Zustand derselben in der Saison 2001 untersuchen zu können, wurden Einzelpflanzen auf den ungemähten Parzellen mit Holzpflocken markiert und beobachtet.

Ergebnisse und Diskussion

Im Frühsommer 2000, nach dem 1. Schnitt bei käferschonender und dem 2. Schnitt bei normaler Mahd, waren tendenziell mehr Käfer auf den schonend gemähten Parzellen als auf den normal gemähten Parzellen zu finden, vor allem in der ersten Wiederholung. Auf den ungemähten Flächen war die Käferzahl in beiden Wiederholungen ebenfalls höher als auf den normal gemähten (Hann und Kromp 2001). Die schonend gemähten Parzellen waren stärker befallen als die normal gemähten, der Unterschied war wiederum in der ersten Wiederholung besonders ausgeprägt. Der höchste Fraßschaden war auf den ungemähten Flächen zu beobachten, wobei zu berücksichtigen ist, dass hier die Ampferpflanzen im Zuge der Samenträgerausbildung bereits Blattmasse eingezogen hatten (Abb. 4). Die fördernde Wirkung einer käferschonenden Mahd konnte auch Benz (1982) beobachten.

Im Spätsommer 2000, nach dem 2. Schnitt bei käferschonender und dem 3. Schnitt bei normaler Mahd, kam es zu einer Massenvermehrung des Käfers. Von

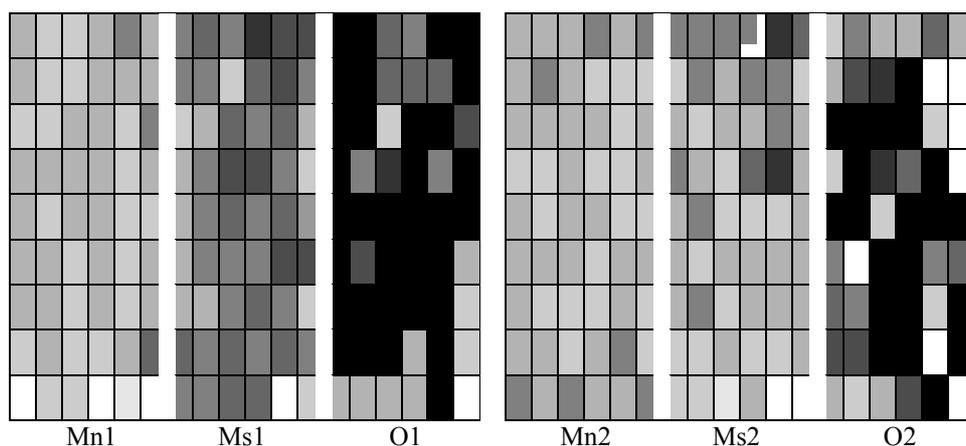


Abbildung 4:

Flächenhafte Bonitur des Fraßschadens von Ampferblattkäfern an Ampferpflanzen am 21. Juli 2000. Darstellung der Fraßstufen am Boniturstadium: hellgrau = Stufe 1: 1 % Blattflächenverlust bis schwarz = Stufe 8: Kahlfraß, weiß = keine Ampferpflanze; Parzellen: Mn: normal gemäht, Ms: käferschonend gemäht, O: ungemäht

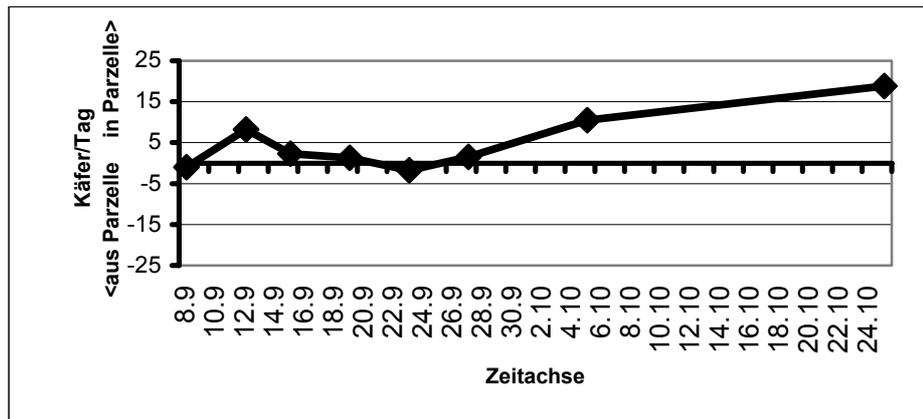


Abbildung 5:

Die Differenzen der auf beiden Seiten der Richtungsfallen gefangenen Käfer/Tag, bezogen auf beide Parzellen ohne Mahd (y-Achse) im Herbst 2000, aufgetragen auf einer Zeitachse (x-Achse)

bestimmten Zentren aus breitete er sich in einer Wanderwelle über die gesamte Versuchsfläche aus und verursachte starken Fraßschaden (Hann und Kromp 2001). Die Ursprungsorte dieser Massenvermehrung bzw. der Wanderwelle dürften die ungemähten Parzellen gewesen sein, in denen sich durch ungestörte Vermehrung und Zuwanderung aus den gemähten Bereichen eine starke Population aufbauen konnte.

Im Herbst 2000, besonders ab Anfang Oktober, wurde mit den Richtungsfallen eine starke Wanderbewegung der Käfer in die ungemähten Flächen festgestellt (Abb. 5).

Im Frühjahr 2001 wurden auf den ungemähten Parzellen deutlich mehr überwinterte Käfer in den Schlupfkästen gezählt, als in den normal gemähten Parzellen (Abb. 6).

G. viridula hat somit die ungemähten Parzellen als bevorzugte Überwinterungsorte genutzt. Nach der

Diapause zeigte die Population eine starke Wanderbewegung in zwei Schüben aus den ungemähten Flächen in die umliegenden Bereiche (Abb. 7).

Durch Beobachtung der markierten Ampferpflanzen konnte festgestellt werden, dass von Ampferpflanzen, die im Herbst 2000 stark vom Käfer befallen waren, d. h. sowohl einen hohen Fraßschaden, als auch einen hohen Käferbesatz hatten, in der Saison 2001 ein größerer Prozentsatz verschwand als von den Pflanzen, die einen schwächeren Käferbefall aufwiesen (Hann und Kromp 2003). Dies steht vermutlich mit einer Schwächung der Ampferpflanzen kurz vor dem Winter in Zusammenhang. Da sich die Käfer durch erhöhte Fraßtätigkeit auf die Diapause vorbereiten, muss eine vermehrte Einwanderung der Käfer in die ungemähten Flächen im Herbst einen besonders negativen Effekt auf die dortigen Ampferpflanzen haben.

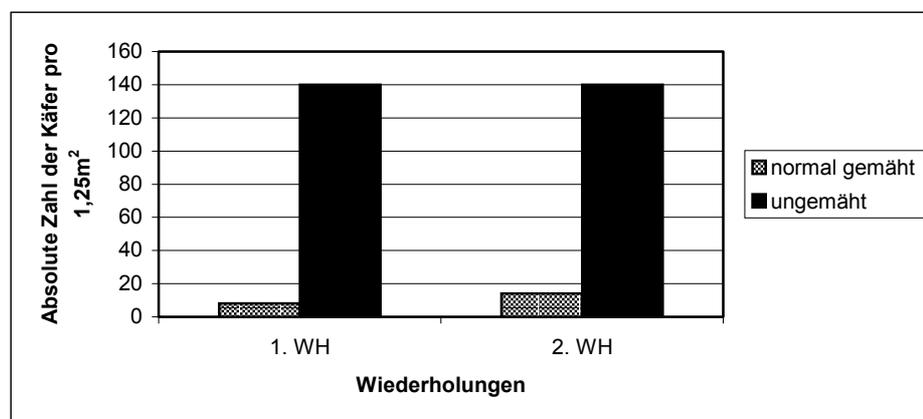


Abbildung 6:

Die absoluten Zahlen der in den Schlupfkästen gezählten überwinterten Käfer (Summe/Parzelle) auf den normal gemähten und ungemähten Parzellen im April 2001

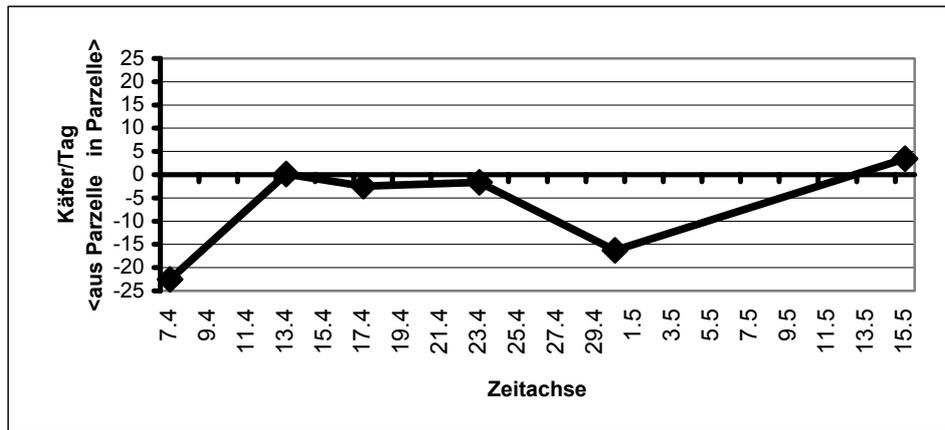


Abbildung 7: Die Differenzen der auf beiden Seiten der Richtungsfallen gefangenen Käfer/Tag bezogen auf beide Parzellen ohne Mahd (y-Achse) im Frühjahr 2001, aufgetragen auf einer Zeitachse (x-Achse)

Nach zwei Jahren (2002) war die Ampferdeckung auf den ungemähten Parzellen stark zurückgegangen (Abb. 8), vor allem in der zweiten Wiederholung waren kaum mehr Ampferpflanzen zu sehen. Auch auf den käferschonend gemähten Flächen war ein Ampferückgang zu verzeichnen, wobei vor allem die Bereiche, die an die ungemähten Parzellen angrenzten, betroffen waren. Dieser Randeffekt war in beiden Wiederholungen sichtbar (Abb. 8 und Abb. 9).

Die Ursache dieses schnellen und starken Ampferückgangs auf den ungemähten Flächen liegt wahrscheinlich im Zusammenspiel von Käferfraß und einer Reihe von weiteren Faktoren, so z.B. dem Fehlen der Gülledüngung und der durch das Ausbleiben der Mahd geförderten Entwicklung einer dichten Grasnarbe, welche die Ampferpflanzen stärker konkurrieren konnte.

Zusammenfassung und Ausblick

Auf einer Mähweide der LFS Hohenlehen (Niederösterreich, ca. 600 m Seehöhe) wurde untersucht, ob der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula* Deg.), ein natürlicher Gegenspieler des Stumpfblättrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius* L.), gefördert werden kann durch 1.) einen käferschonenden Mahdrhythmus, d. h. die Mahd erfolgt, wenn die Puppen im Boden vergraben sind (Schnitte: 14.06.00, 10.08.00) und/oder 2.) durch ungemähte und ungedüngte Teilflächen als Nahrungsressourcen, Brutherde und Überwinterungsorte. Weiters wurde beobachtet, wie diese Bewirtschaftungsmaßnahmen die Ampferdeckung beeinflussen.

Die schonende Mahd bewirkte im Frühsommer 2000 eine höhere Käferdichte als die betriebsübliche Mahd (3 Schnitte). Im Spätsommer entwickelte sich eine

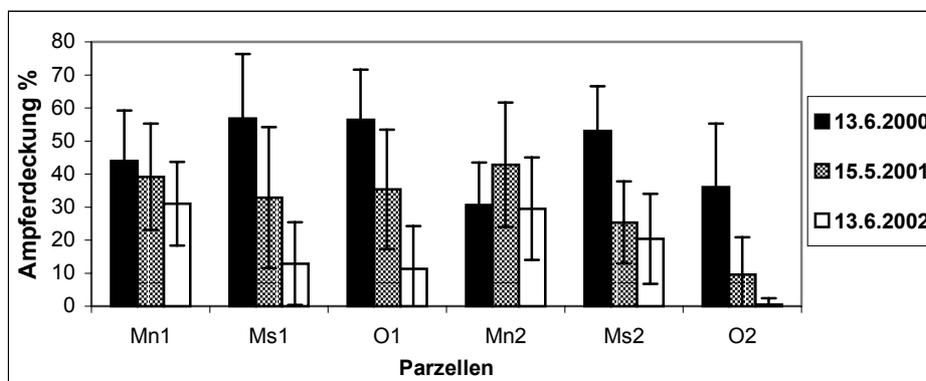


Abbildung 8: Mittelwerte der Ampferdeckung +/- Standardabw. pro Parzelle im Jahr 2000, 2001, 2002 (Mn: normal gemäht, Ms: käferschonend gemäht, O: ungemäht)



Abbildung 9:
Parzellenversuch Hohenlehen, Sommer 2002, 2. WH, Richtung N; links: ohne Mahd, hoher Aufwuchs, weiße Tafeln = restliche Ampferpflanzenmarkierungen; mitte: käferschonende Mahd – im Randbereich zur ungemähten Fläche starker Ampferrückgang; rechts: normale Mahd – noch immer hohe Ampferdeckung; ebenso in umgebender Mähweide (siehe Bildvordergrund)

sehr starke Käferpopulation, die sich über die ganze Versuchsanlage ausbreitete. Die Zentren der Massenvermehrung dürften die ungemähten Flächen gewesen sein. Im Herbst wanderten die Käfer vermehrt in die ungemähten Parzellen ein, überwinterten dort und breiteten sich im darauf folgenden Frühjahr wieder in die umgebenden Flächen aus. Von Pflanzen, die im Herbst 2000 stark vom Käfer befallen waren, verschwand 2001 ein größerer Anteil als von schwächer befallenen. Nach zwei Jahren war die Ampferdeckung auf den ungemähten Parzellen und auf den daran angrenzenden Bereichen der käferschonend gemähten Parzellen sehr stark zurückgegangen.

Im Rahmen von pflanzenbaulich-entomologischen Versuchen auf österreichischen Bio-Betrieben wird den Auswirkungen von ungemähten Teilflächen auf Käfer und Ampfer weiter nachgegangen werden. Dabei sollen auch die Ansprüche von *G. viridula* an Witterung und Mikroklima untersucht sowie effiziente Sammel- und Ausbringungsmethoden ausgetestet werden, um käferfördernde Bewirtschaftungsmaßnahmen in ein umfassendes Konzept zur biologischen Ampferregulierung einbinden zu können.

Literatur:

- Benz W** (1982) Beobachtungen zum Auftreten und zur Populationsdynamik des Ampferblattkäfers an verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg. Diplomarbeit, Universität Hohenheim
- Chevin H** (1968) Influence de la plant-hôte sur le cycle évolutif de deux espèces de *Gastrophysa*. Bull. Soc. Entom. France, 73:128-140

- Engel H** (1956) Beiträge zur Lebensweise des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula* Deg.). Zeitschr. f. Angew. Ent. 18:322-354
- Franck P** (1935) Zur Verbreitung der *Gastroidea viridula* Deg. in Deutschland in älterer und neuerer Zeit. Ent. Blätt, XXXI, 51-55
- Hann P** (2001) Regulierung des Stumpfblätrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius*, *Polygonaceae*) im Biologischen Landbau mit besonderer Berücksichtigung des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula*, *Chrysomelidae*). Diplomarbeit, Universität Wien
- Hann P, Kromp B** (2001) Ampferregulierung mittels Ampferblattkäfer: erste Ergebnisse. BAL-Bericht, 7. Alpenländisches Expertenforum Gumpenstein, Irnding, 63–69
- Hann P, Kromp B** (2003) Der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula*) als Möglichkeit zur biologischen Regulierung des Stumpfblätrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius*). Tagungsband, 7. Wissenschaftstg. Ökolog. Landbau, 24.–26. 02. 2003, Wien, 605–606
- Herndl-Silmbrod A** (1989) Untersuchungen über die Auswirkungen von Grünlandbearbeitungsmaßnahmen auf *Gastrophysa viridula*, Degeer (*Coleoptera*, *Chrysomelidae*) unter besonderer Berücksichtigung des möglichen Einsatzes zur integrierten Eindämmung von *Rumex obtusifolius* L. (*Polygonaceae*). Diss., Universität Wien
- Hilterhaus V** (1965) Biologisch-ökologische Untersuchungen an Blattkäfern der Gattungen *Lema* und *Gastroidea* (*Chrysomelidae*, Col.). (Ein Beitrag zur Agrarökologie). Z. Angew. Zoologie 52:257-295
- Kirner L, Schneeberger W** (2000) Österreich: Wie kann der biologische Landbau gesichert und ausgeweitet werden? Ökologie & Landbau, 114:30-33
- Kohli A** (1974) Dispersionsverhalten von *Gastroidea viridula* Deg. (Col. *Chrysomelidae*). Diplomarbeit, Entomologisches Institut, ETH Zürich (Prof. V. Delucchi)
- Reitter E** (1912) In: Fauna Germanica, 4, Stuttgart: K. G. Lutz Verlag
- Renner K** (1970) Zur Fortpflanzungsbiologie und Embryonalentwicklung von *Gastroidea viridula* Deg. Zool. Anz. 175:274-283
- Schewiller M, Benz G** (1987) Reifungsfraß und Oogenese beim Ampferblattkäfer *Gastrophysa viridula* (Deg.) (*Coleoptera*, *Chrysomelidae*). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 60:233-242
- Schindek R, Hilker M** (1996) Influence of larvae of *Gastrophysa viridula* on the distribution of conspecific adults in the field. Ecological Entomology 21(4):370-376

2.2.3 Diskussion der Fachbeiträge

In der nachfolgend geführten Diskussion wurden die wesentlichen Aspekte der Ampfer-Beiträge zusammengefasst und bewertet. Anschließend erfolgte die Ermittlung des bestehenden Forschungsbedarfs. Die Diskussion beinhaltete folgende thematische Schwerpunkte:

- **Schadensschwellen**
fehlende einheitliche Definition von Schadensschwellen für Ampfer-Arten; Festlegung für verschiedene Nutzungsrichtungen bzw. -intensitäten erforderlich
 - **extensive/intensive Grünlandnutzung – Ampfervorkommen**
fehlende wissenschaftliche Arbeiten darüber, ob die Bewirtschaftungsintensität bzw. die Düngeintensität, die mit einer intensiveren Bewirtschaftung einhergeht, im Zusammenhang mit dem Ampferbesatz steht
Relevanz der Frage nach der Bewirtschaftungsintensität, da die Intensität durch die Art der Pflanzengesellschaft des Grünlandes bestimmt wird
 - **Beweidungsmanagement**
bislang zu geringe Bedeutung der indirekten Regulierungsmaßnahmen, wie z. B. Beweidung, in wissenschaftlichen Untersuchungen; Erschließen von neuen Möglichkeiten durch die Wissenschaft erforderlich
intensiverer Transfer zwischen Wissenschaft und Praxis erforderlich, Umsetzung der bekannten Maßnahmen muss gewährleistet sein bzw. werden
 - **Optimierung der Konkurrenz**
unzureichende Kenntnisse über Pflanzenarten, die dem Ampfer Konkurrenz bieten; weiterhin Un-
- kenntnis darüber, von welchen Pflanzenorganen Konkurrenzbeziehungen bzw. Wechselwirkungen ausgehen (Spross oder Wurzel); Wirkung von Wurzelexsudaten
- **Kompostierung/Biogas – Minderung des Samenpotentials**
Erschließung neuer Möglichkeiten zur Entsorgung bzw. Vernichtung von Ampferpflanzen und –samen
Kompostierung, Zuführung in Biogasanlagen – mangelnde Kenntnisse über die Ursachen der Keimhemmung von Ampfersamen; Einflussfaktoren nur unzureichend untersucht (Temperatur, Feuchtemilieu),
 - **Direkte Regulierungsmaßnahmen**
mehrere nachhaltige Methoden bekannt, viele davon jedoch zu arbeits- und kostenintensiv (z. B. Ampferstechen); Erarbeitung neuer effektiver Regulierungsstrategien bzw. Evaluierung bestehender Strategien erforderlich
 - **Ampferblattkäfer und andere Parasiten**
neue Methoden einer biologischen Regulierung, z. B. einer Bekämpfung durch den Ampferblattkäfer und andere Parasiten zwar ansatzweise untersucht, praktikable Regulierungsansätze jedoch bislang nicht vorhanden; weitere Forschungsarbeit erforderlich
 - **Bioherbizide**
Abstimmungsbedarf erforderlich über die Möglichkeit des Einsatzes von organischen Säuren zur Ampferregulierung, die einen herbiziden Effekt durch Benetzung haben

3 Fallanalysen

Im zweiten Teil des Kolloquiums stand eine anwendungsorientierte Umsetzung der zuvor erarbeiteten Ergebnisse im Mittelpunkt. Am Beispiel mehrerer Praxisbetriebe wurden die Ursachen einer vorhandenen Distel- bzw. Ampferverunkrautung analysiert und standortspezifische Lösungen zur Regulierung dieser Wurzelunkräuter erarbeitet.

3.1 Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*)

3.1.1 Vorstellung und Diskussion des Problembetriebes

Im nachfolgenden Teil werden Betriebe mit unterschiedlichem Bekämpfungserfolg vorgestellt. Es wurde mit einem real existierenden Betrieb begonnen, der starke Probleme mit Acker-Kratzdistel hat. Bei dem vorliegenden Betrieb handelt es sich um einen Gemischtbetrieb, der im Haupterwerb von 1 Voll-AK und 2 Saison-AK bewirtschaftet wird. Der Betrieb umfasst 85 ha Ackerland und 36 ha Grünland. Der mittlere Jahresniederschlag liegt bei 870 mm. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 7,8 °C. Es überwiegt schwerer Boden, der von schluffigem Lehm bis Ton reicht. Die Direktvermarktung spielt eine bedeutende Rolle in diesem Betrieb, der dem Biolandverband angehört. Die Fruchtfolge setzt sich aus zweijährigem Klee gras mit drei- bis vierfacher Nutzung pro Jahr (1-2 Schnitte, 2x Beweidung), Silomais, Winterweizen, Hafer und Dinkel mit Untersaat Klee gras zusammen. Nach Angaben des Betriebsleiters trat der höchste Acker-Kratzdistel-Besatz im letzten Fruchtfolgeglied auf. Auf Grünlandflächen bestehen geringe Probleme mit Acker-Kratzdistel. Die mittleren Erträge sind für einen ökologisch wirtschaftenden Betrieb vergleichsweise hoch und liegen z. B. für Winterweizen bei 40 dt/ha. Als Besonderheiten sind eine nicht wendende Bodenbearbeitung vor Winterungen sowie ein hoher Anteil überbetrieblicher Maschinennutzung zu nennen. Die Stoppelbearbeitung erfolgt mit dem Doppelherzschargrubber. Als direkte Unkrautregulierungsmaßnahme ist ausschließlich Blindstriegelein anzuführen.

Nach der Betriebsvorstellung wurden mit dem Auditorium nachfolgende Verbesserungsmöglichkeiten im Sinne einer wirkungsvollen Acker-Kratzdistelregulierung erarbeitet. Zunächst wurde darauf hingewiesen, dass Mais aufgrund seiner geringen Unkrautunterdrückung nach Möglichkeit nicht mehr oder nur bei gleichzeitiger intensiver Unkrauthacke oder Untersaat angebaut werden sollte. Die Einführung des "Weite-Reihe"-Systems würde weiterhin die Möglichkeit bieten, auch im Getreide zu hacken. Aufgrund der sich andeutenden Bodenheterogenität wurde jeweils eine angepasste Fruchtfolge für leichte und schwere Standorte gefordert.

Ebenso bestand Konsens bei der Empfehlung, den Doppelherzschargrubber durch einen Flügelschargrubber zu ersetzen, da die breitschneidenden Flügelschare i. d. R. eine bessere Wirkung gegen die Acker-Kratzdistel zeigen. Eine Scharüberlappung von mindestens 5 cm hat sich hierbei als vorteilhaft erwiesen. Es wurde weiterhin bei Problemen mit der Acker-Kratzdistel von der nicht wendenden Bodenbearbeitung abgeraten; somit ist für diesen Betriebsbetrieb generell eine wendende Grundbodenbearbeitung vorzusehen.

Um die Konkurrenzkraft des Klee grasses zu erhöhen, sollte das Klee gras nicht im Dinkel als Untersaat sondern erst im August oder im nachfolgenden Frühjahr als Blanksaat ausgesät werden. Weiterhin wurde im ersten Jahr von einer Beweidung des Klee grasses abgeraten: Zur besseren Bestandesentwicklung sollte im ersten Jahr lediglich eine dreimalige Schnittnutzung erfolgen. Abschließend wurde der zweijährige Klee grassanbau für diesen Betrieb als wirksamstes Element für eine Acker-Kratzdistelregulierung herausgestellt.

Ob sich diese Verbesserungsvorschläge realisieren lassen, hängt vom zusätzlichen Zeitaufwand und von der zur Verfügung stehenden Zeit des Betriebsleiters ab. Da es sich bei diesem Betrieb um keinen reinen Ackerbaubetrieb handelt und die Direktvermarktung eine bedeutende Rolle spielt, ist der Zeitbedarf für die Umsetzung dieser Maßnahmen entscheidend.

3.1.2 Vorstellung und Diskussion der Betriebe mit erfolgreichen Regulierungsstrategien

Nachfolgend wurden am Beispiel zweier Praxisbetriebe erfolgreiche Strategien zur Regulierung der Acker-Kratzdistel vorgestellt. Diese Strategien führen nach Aussage der Betriebsleiter auf Ackerflächen zu guten und nachhaltigen Regulierungserfolgen. Bei den Betrieben handelte es sich um viehlose Marktfuchtbetriebe mit einem geringen Anteil an Futterbau.

Beispielbetrieb A befindet sich im nördlichen Brandenburg in der Uckermark. Die anlehmigen Sandflächen des Betriebs weisen durchschnittliche Ackerzahlen von 42 auf, der Jahresniederschlag liegt im Mittel bei etwa 530 mm. Die Fruchtfolge des Betriebs setzt sich aus Winterweizen, Winterroggen, Körnerleguminosen und Dinkel oder Triticale mit einer Luzerne gras-Untersaat zusammen. Auf den leichteren Standorten wird anstelle des Winterweizens wahlweise Hafer angebaut. Die Stoppelbearbeitung erfolgt in diesem Betrieb mit einem Flügelschargrubber. Dieser wird je nach Verunkrautung bis zu dreimal eingesetzt.

Die nachfolgende Grundbodenbearbeitung wird mit dem Pflug vorgenommen.

Je nach Intensität der Distel-Verunkrautung werden unterschiedliche Strategien zur Distelregulierung angewendet. Bei geringem Distelbesatz ist eine dreimalige Bearbeitung mit dem Flügelschargrubber ausreichend. Bei starkem Distelbesatz erfolgt ein mehrjähriger Kleeerasanbau; wahlweise wird in einer alternativ verwendeten einjährigen Regulierungsvariante die Bodenbearbeitung intensiviert: Gleichzeitig erfolgt hierbei nach einer tiefen Frühjahrsfurche (Mai) die Aussaat konkurrenzstarker Leguminosen (z. B. Peluschken). Die Peluschken werden ab Mitte Juli gemulcht und mit einer Scheibenegge und einem doppelten Grubberstrich eingearbeitet. Anschließend folgt eine tiefe Herbstfurche und die Aussaat einer gut deckenden Winterfrucht (z. B. Triticale mit Luzernegras-Untersaat oder Winterraps). Bei Bedarf werden diese Maßnahmen auf stark verunkrauteten Flächen nach zwei Rotationen wiederholt.

Beispielbetrieb B ist im Thüringer Becken angesiedelt. Zwei Drittel der Ackerflächen bestehen aus tiefgründigen Lössböden mit Ackerzahlen zwischen 65 und 85. Die übrigen Flächen sind vergleichsweise schwere Tonböden mit Ackerzahlen zwischen 30 und 45. Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt in dieser Region etwa 500 mm. Die vielfältigen Fruchtfolgen des Betriebes beinhalten Getreide, Körnerleguminosen, Kartoffeln und mehrere Sonderkulturen (Gemüse, Gewürzpflanzen). Die Stoppelbearbeitung wird mit einem Flügelschargrubber vorgenommen. Alternativ wird eine Scheibenegge verwendet. Die Grundbodenbearbeitung erfolgt wendend.

Beispielbetrieb B verwendet ähnlich wie Beispielbetrieb A eine einjährige Strategie zur Distelregulierung. Nach einer tiefen Herbstfurche wird im Frühjahr die Aussaat eines Ackerbohnen-Sommerwicke-Gemenges vorgenommen. Um die Voraussetzungen für einen konkurrenzstarken und dicht deckenden Bestand zu schaffen, wird die Aussaatstärke im Vergleich zur ortsüblichen Saatstärke leicht erhöht. Der Aufwuchs wird Anfang Juli gemulcht und kurze Zeit später tief untergepflügt. Anschließend erfolgt eine dreimalige Bodenbearbeitung mit einem Flügelschargrubber. Um der Distel den Neuaustrieb zu ermöglichen und sie somit wirkungsvoll schwächen zu können, werden die Bearbeitungsgänge in dreiwöchigem Abstand vorgenommen. Anschließend wird eine gut deckende Winterzwischenfrucht ausgesät (z. B. Ölrettich). Bei sehr starkem Distelbesatz wird diese Maßnahme nach zwei Rotationen wiederholt.

Nachfolgend wurden die wesentlichen Elemente der erfolgreichen Regulierungsstrategien herausgestellt und vom Auditorium diskutiert. Hierzu gehörten der mehrjährige Kleeerasanbau, eine intensive Stoppelbearbeitung (mehrfaches Grubbern), eine tiefe Pflugfurche (Herbst bzw. Frühjahr) und das Mulchen von

Leguminosen im Sommer mit dem nachfolgenden Anbau konkurrenzstarker Kulturen.

Die Diskussion des Betriebes A wurde dominiert von Beiträgen zum Kleeerasanbau. So wurde zum einen betont, dass neben der Dauer der Begrünung auch auf eine günstige Bestandeszusammensetzung zu achten ist. Weiterhin wurde bei Ackerfütternutzung eine zweijährige Standzeit als optimal angesehen, während bei ausschließlichem Mulchen eine einjährige Nutzung empfehlenswert ist. Letzteres wurde durch zu erwartende Stickstoffverluste im zweiten Nutzungsjahr begründet. Aufgrund der Betriebslage im ostdeutschen Trockengebiet wurde ein einjähriger Kleeeras- oder Peluschkenanbau empfohlen. Von mehrjährigem Kleeerasanbau wurde aufgrund der geringen Wasserreserven abgeraten. In solchen Fällen kommt der Bodenbearbeitung bei der Distelregulierung die größte Bedeutung zu. Die Wahl des Gerätes und der Zeitpunkt des Einsatzes sind hierbei für den Bekämpfungserfolg entscheidend.

Die Fruchtfolge der Sanierungsmaßnahme des Betriebes B wurde kontrovers diskutiert. Der Mischfruchtanbau von Ackerbohne und Sommerwicke wurde allgemein als Kompromiss zwischen Ausnutzung von Prämienzahlungen und optimaler Distelregulierung angesehen, aber grundsätzlich nicht in Frage gestellt. Die Nachhaltigkeit der beschriebenen Strategie wurde allerdings als unzureichend bewertet, da diese nur in jedem 5. Jahr angewendet wird. Die Integration von Kleeeras in die Fruchtfolge wurde daher als sehr wichtig angesehen.

Abschließend wurde festgehalten, dass zu einer effektiven Distelregulierung intensive acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen erforderlich sind. In diesem Zusammenhang wurde die Etablierung konkurrenzstarker Kulturpflanzenbestände hervorgehoben, die die Distel durch Wasser-, Nährstoff- und Lichtzug nachhaltig unterdrücken. Oftmals stehen diese intensiven Anbausysteme aber im Gegensatz zu einer bodenschonenden und kostenminimierenden Landbewirtschaftung.

3.2 Ampfer-Arten (*Rumex* spp.)

3.2.1 Vorstellung und Diskussion von Beispielbetrieben

Einführend wurden dem Auditorium die betrieblichen Kenndaten der nachfolgend beschriebenen Beispielbetriebe vorgestellt. Bei den Betrieben handelt es sich um Grünlandbetriebe, auf deren Grünlandflächen unterschiedlich stark Ampfer auftritt. Anhand der betrieblichen Kenndaten wurde versucht, die Ursachen des unterschiedlich starken Ampfer-Besatzes zu ergründen und Verbesserungsvorschläge für eine Ampferregulierung zu erarbeiten.

Als erster Beispielbetrieb wurde ein Gemischtbetrieb vorgestellt, der seit 1997 als ökologisch wirtschaftender Betrieb des Anbauverbandes Biopark anerkannt ist. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 2000 ha; 530 ha davon werden als Ackerland bewirtschaftet, 1400 ha als Grünland.

Betriebsschwerpunkt ist die Tierproduktion. Insgesamt werden 1200 Mutterkühe und 145 Rinder als Nachzucht gehalten. Die Erzeugung von qualitativ hochwertigem Futter ist von zentraler Bedeutung. Starker Ampferbesatz mindert die Qualität deutlich.

Die Höhenlage des Betriebs beträgt 1,5 - 3,5 m über NN, der durchschnittliche Jahresniederschlag 650 - 800 mm. Vorherrschende Bodenarten sind Sand und sandiger Lehm mit einem Humusgehalt von 2 - 4 %. Die Grünlandzahl beträgt 20 - 30. Wegen der unterschiedlichen Bodenverhältnisse können die Flächen des Betriebs drei verschiedenen Kategorien zugeordnet werden: mineralische, anmoorige und staunasse Standorte. Auf anmoorigen und staunassen Standorten bestehen Bewirtschaftungsauflagen, da der Betrieb an verschiedenen Naturschutzprogrammen teilnimmt: Teilweise ist nur eine extensive Beweidung möglich, teilweise dürfen die Grünlandflächen im Zeitraum von März bis Mai aus Gründen des Vogelschutzes nicht genutzt werden.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht der Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Grünlandflächen, unterteilt nach Standorten wieder.

Den ersten Diskussionspunkt bildete die Wechselwirkung zwischen Nutzungsintensität der Flächen und Ampferbesatz. So wurde aus dem Auditorium berichtet, dass durch die sehr extensive Nutzung des Grünlandes insbesondere auf den staunassen Standorten eine Verarmung des Bodens stattfindet. Da dem Boden über einen längeren Zeitraum keine Nährstoffe zugeführt werden, verlieren die Kulturpflanzen an Konkurrenzkraft. Ampfer kann dagegen wegen seiner

Pfahlwurzel auch aus tieferen Bodenschichten Nährstoffe erschließen und sich somit verstärkt ausbreiten. Bei einer weiteren Aushagerung des Bodens sind allerdings auch die unteren Bodenschichten bald an Nährstoffen verarmt. Somit wird auch dem Ampfer die Nährstoffgrundlage entzogen; der Ampferbesatz sollte sich verringern. Bestandesbildner werden Kulturarten mit geringen Nährstoffansprüchen.

Weiterhin wurde diskutiert, dass bei Betrieben mit großer Flächenausstattung und geringem Arbeitskräftebesatz die Regulierung von Ampfer durch direkte mechanische Maßnahmen, z. B. manuelles Ausstechen, nur noch begrenzt bzw. überhaupt nicht möglich ist. Hier sind indirekte und vorbeugende Maßnahmen von entscheidender Bedeutung.

Beim zweiten Beispielbetrieb handelt es sich um einen Demeter-Viehbetrieb, der seit 1986 nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus wirtschaftet (Tab. 2). Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 57 ha, 56 ha davon werden als Grünland bewirtschaftet. Der Betrieb liegt 460 - 580 m über NN, der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 900 mm. Vorherrschende Bodenarten sind sandiger und schluffiger Lehm mit einem Humusgehalt von 2 - 4 % und einer Grünlandzahl von 21.

Der Betriebsschwerpunkt liegt im Viehbereich; auf dem Betrieb werden 40 Milchkühe plus Nachzucht gehalten. Alle Flächen werden regelmäßig mit Rindergülle und Rinderkompost gedüngt. Dieses führte nach Angaben des Betriebsleiters zu einer starken Verbreitung des Ampfers.

Um ein natürliches Aussamen der Gräser zu fördern, wird eine Streifenmahd praktiziert. Bei der Bergung des Futters wird ein 20-30 cm breiter Streifen des Aufwuchses stehen gelassen. Die Nachmahd der beweideten Flächen wird teilweise aufgenommen und als Einstreu verwendet.

Tabelle 1:

Natürliche Rahmenbedingungen und Grünlandnutzung des Beispielbetriebs 1 unterteilt nach Standorten

Standort	mineralisch	anmoorig	staunass
Auflagen	keine	ja (extensiv)	ja (extensiv)
Bodenart	Sand, lehmiger Sand	Sand, Moor	Moor
Grünlandzahl	21 - 30	34	21
Nutzung	Mähweide	Mähweide	Weide
GV/ha	1,1 - 1,2	1,1 - 1,2	1,1 - 1,2
Management	Umtriebsweide	Umtriebsweide	Umtriebsweide
Nutzungshäufigkeit	1 Schnitt +	1 Schnitt +	--
(Nutzungen/Jahr)	3 Beweidungen	3 Beweidungen	--
Ampferbesatz	hoch	mittel	gering
Abschleppen	ja, vor Weideauftrieb	ja, bis 01. März	ja, bis 01. März
Nachmulchen	ja	ja	nein
Nachsäen	ja	nein	nein
Düngung	nein	nein	nein

Tabelle 2:
Grünlandnutzung des Beispielbetriebs 2 unterteilt nach Nutzungsformen

Nutzungsform	Weide	Mähweide	Wiese
GV/ha	1,4	1,4	--
Management	Portionsweide und Umtriebsweide	Portionsweide	--
Nutzungshäufigkeit (Nutzungen/Jahr)	4 Beweidungen	4 Beweidungen + 3 Schnitte	3 Schnitte
Ampferbesatz	gering	hoch	mittel
Abschleppen	nein	ja	nein
Nachmähen	ja	nein	nein
Nachsäen	ja	ja	ja
Düngung	Rindergülle, Rinderkompost		--

Inhaltlicher Schwerpunkt der Diskussion des Beispielbetriebes 2 bildete die Problematik der Verbreitung des Ampfers durch Wirtschaftsdünger.

Als eine erste Möglichkeit zur Regulierung des Ampfers wurde eine wirkungsvollere Kompostierung der Wirtschaftsdünger genannt. Da die Nachmahd der Weiden als Einstreu verwendet wird, ist von einer hohen Belastung der Rindergülle und des Rinderkompostes mit Ampfersamen auszugehen. Durch eine verbesserte Kompostierung sollte die Keimfähigkeit der Ampfersamen verloren gehen.

Konsens bestand darüber, dass die Streifenmahd durchaus eine wirkungsvolle Maßnahme zur natürlichen Nachsaat sein kann; ein natürlicher konkurrenzstarker Bestand bleibt dadurch erhalten.

Auch hinsichtlich des Ampferblattkäfers sind diese Streifen positiv zu bewerten. Sie können vom Käfer als Rückzugsreservate genutzt werden, damit die Population nach einer Mahd nicht zusammenbricht. Allerdings wurde angemerkt, dass die Erhaltung des Streifens nur begrenzt möglich ist, da dieses auch zum Aussamen des Ampfers führen kann. Eine weitere Anreicherung des Samenpotentials im Boden sollte unbedingt vermieden werden.

Als drittes wurde ein Demeter-Gemischtbetrieb vor-

gestellt, der seit 1988 als ökologisch wirtschaftender Betrieb anerkannt ist (Tab. 3). Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 140 ha, 90 ha davon werden als Grünland bewirtschaftet. Der Betrieb liegt 400 m über NN, der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 650 mm. Der schwere Lehmboden besitzt einen Humusgehalt von 2 – 4 % und eine Grünlandzahl von 20 – 30. Der Viehbesatz beträgt 80 Milchkühe plus Nachzucht.

Im Betrieb werden die Grünlandflächen mit Rindergülle und Rinderkompost gedüngt. Eine Ausbreitung des Ampfers wurde dadurch allerdings nicht festgestellt. Die Nachmahd derjenigen Flächen, die stark mit Ampfer belastet sind, wird kompostiert.

Die Grundsätze der Ampferregulierung bestehen in diesem Betrieb darin, das Aussamen des Ampfers zu verhindern, regelmäßig mit ampferfreiem Saatgut nachzusäen und den Ampfer manuell auszustechen. So wird auf den Grünlandflächen alljährlich vor Johanni Ampfer gestochen. Diese Maßnahmen verlaufen nach Angaben des Betriebsleiters zufriedenstellend.

Bei der Diskussion des Beispielbetriebs 3 bestand im Auditorium Einigkeit darüber, dass bereits Ansätze

Tabelle 3:
Grünlandnutzung des Beispielbetriebs 3 unterteilt nach Nutzungsformen

Nutzungsform	Weide	Wiese
GV/ha	2,0	--
Management	Umtriebsweide	--
Nutzungshäufigkeit (Nutzungen/Jahr)	4 Beweidungen	3 – 4 Schnitte
Ampferbesatz	gering (nur eigene Flächen)	hoch (nur zugepachtete Flächen)
Abschleppen	ja	nein
Nachmähen	ja	nein
Nachsäen	ja	ja
Düngung	Rindergülle, Rinderkompost	Rindergülle, Rinderkompost

für eine erfolgreiche Ampferregulierung vorhanden sind. Durch die Kompostierung der Nachmahd wird der Kreislauf der Ampfersamen innerhalb des Betriebs weitgehend unterbunden. Auch das regelmäßige Ausstechen des Ampfers führt, insbesondere auf den eigenen langjährig bewirtschafteten Weideflächen, zu einer Abnahme des Ampferbesatzes. Es ist allerdings darauf zu achten, dass ausgestochene Pflanzen aufgenommen werden. Eine gemeinsame Kompostierung des Ampfers zusammen mit der Nachmahd wäre vorstellbar.

4 Forschungsbedarf

In der gemeinsamen Abschlussdiskussion des Expertenkolloquiums wurde der nachfolgende Forschungsbedarf formuliert:

Acker-Kratzdistel:

- Bedeutung der Etablierung konkurrenzstarker Kulturpflanzenbestände einschließlich Zwischenfrüchte
- Untersuchungen zu Möglichkeiten der biologischen Bekämpfung (Prüfung des Einsatzes pathogener Pilze)
- Standortabhängigkeit verschiedener Bodenbearbeitungsmaßnahmen einschließlich Häufelpflug
- Nutzung unkrautbiologischer Kenntnisse zur Sicherung bzw. Erhöhung der Effizienz von Regulierungsmaßnahmen (Untersuchungen zur Reservestoffdynamik in der Wurzel)
- Nutzung des standorttypischen Ertragspotentials
- Erarbeitung von Schadensschwellen (Stichwort „kritische Masse“)

Ampfer-Arten:

- Erarbeitung von Schadensschwellen
- Methoden zur effektiven und genauen großflächigen Pflanzenbonitur
- Natürliche Lebensdauer und Entwicklungsrhythmus von Ampfersamen und -pflanzen
- Einflussfaktoren, die maßgeblich die Keimfähigkeit von Ampfersamen mindern
- Abbau der Keimfähigkeit von Ampfersamen in Biogasanlagen
- Variation der Bewirtschaftungsintensität – Schwelle Förderung/Hemmung von Ampfer
- Geeignete Konkurrenzpflanzen/Nachsaatmischungen – Ursachen der Konkurrenz, Einflüsse des Standortes
- Ampferblattkäfer: Zucht, Applikation, Habitatansprüche, Populationsdynamik
- Gezielte Untersuchungen zur Regulierung durch weitere Ampferparasiten
- Einzelpflanzenbekämpfung mit im biologischen Landbau zugelassenen Mitteln
- Expertenmodul Ampferbekämpfung

5 Anhang

Teilnehmerverzeichnis

Name	Vorname	Titel	Institution	Anschrift
Albrecht	Harald	Dr.	Technische Universität München Lehrstuhl für Vegetationsökologie,	Am Hochanger 6 85350 Freising- Weißenstephan
Alvermann	Gustav		Freier Berater	Trenthorst 24 a 23847 Westerau
Bischoff	Kai		Ökoring Schleswig-Holstein	Am Kamp 9 24784 Osterrönfeld
Böcker	Hermann		Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz	Essenheimer Str. 144 55128 Mainz
Böhm	Herwart	Dr.	Bundesforschungsanstalt für Land- wirtschaft Institut für ökologischen Landbau	Trenthorst 32 23847 Westerau
Dau	Annelie		Georg-August-Universität Göttingen Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz	Grisebachstrasse 6 37077 Göttingen
Debruck	Jürgen	Dr.	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt	Strenzfelder Allee 22 06406 Bernburg
Elsässer	Martin	Dr.	Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf FB 2: Grünlandwirtschaft und Fut- terbau	Atzenberger Weg 99 88326 Aulendorf
Engelke	Thomas	Dr.	Biologische Bundesanstalt Institut für integrierten Pflanzen- schutz	Stahnsdorfer Damm 81 14532 Kleinmachnow
Finze	Jana		Bundesforschungsanstalt für Land- wirtschaft Institut für ökologischen Landbau	Trenthorst 32 23847 Westerau
Glemnitz	Michael	Dr.	Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V. Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie	Eberswalder Str. 84 15374 Müncheberg
Haake	Albert		Bioland Landesverband Niedersachsen	Oelbergen/Rinteln
Hann	Patrick		Ludwig Boltzmann-Institut für Bio- logischen Landbau und Angewandte Ökologie	Rinnböckstr. 15 A-1110 Wien
Hartl	Wilfried	Dr.	Ludwig Boltzmann-Institut für Bio- logischen Landbau und Angewandte Ökologie	Rinnböckstr. 15 A-1110 Wien
Häusler	Andreas	Dr.	Biologische Bundesanstalt Institut für Unkrautforschung	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig
Hettwer	Ursula	Dr.	Georg-August-Universität Göttingen Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz	Grisebachstrasse 6 37077 Göttingen

Name	Vorname	Titel	Institution	Anschrift
Kluth	Stephanie	Dr.	Georg-August-Universität Göttingen Fachgebiet Agrarökologie	Waldweg 26 37073 Göttingen
Koch	Wernfried		Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Zentrum für Acker- und Pflanzen- bau	Strenzfelder Allee 22 06406 Bernburg
Krings	Wilhelm	Dr.	Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Institut für Pflanzenschutz	85354 Freising
Lange	Gerd		Landwirtschaftskammer Hannover Referat 33	Johannsenstr. 10 30159 Hannover
Meyer	Carsten		Ökoring Niedersachsen	Bahnhofstr. 15 27374 Visselhövede
Opitz von Boberfeld	Wilhelm	Prof. Dr.	Justus-Liebig-Universität Gießen Institut für Pflanzenbau und Pflan- zenzüchtung II, Professur für Grün- landwirtschaft und Futterbau	Ludwigstraße 23 35390 Gießen
Ostbomke	Hubert		Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau	53168 Bonn
Pallutt	Bernhard	Dr.	Biologische Bundesanstalt Institut für integrierten Pflanzen- schutz	Stahnsdorfer Damm 81 14532 Kleinmachnow
Paulsen	Hans Marten	Dr.	Bundesforschungsanstalt für Land- wirtschaft Institut für ökologischen Landbau	Trenthorst 32 23847 Westerau
Pekrun	Carola	Dr.	Universität Hohenheim Institut für Pflanzenbau und Grün- land, Fachgebiet Allgemeiner Pflan- zenbau	Fruwirthstr. 23 70599 Stuttgart
Pieringer	Ewald		Naturland-Erzeugerring	
Pötsch	Erich M.	Dr.	Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Kultur- landschaft, Abt. für Grünland	A-8952 Irdning
Schleuß	Uwe	Dr.	ALR Kiel - Abt. Pflanzenschutz FG Pflanzenschutz und Ökologie	Westring 383 24118 Kiel
Schmidt	Harald	Dr.	Justus-Liebig-Universität Gießen Lehrstuhl für organischen Landbau	Karl-Glöckner-Str. 21c 35394 Gießen
Sobotik	Monika	Dr.		Pichlern 9 A-4822 Bad Goisern
Spatz	Günter	Prof. Dr.	Universität Gesamthochschule Kas- sel Fachgebiet Futterbau und Grünland- ökologie	Nordbahnhofstr. 1a 37213 Witzenhausen
Titze	Andreas		Landesforschungsanstalt für Land- wirtschaft und Fischerei Institut für Tierproduktion	Dorfplatz 1 18276 Gülzow
Trieschmann	Martin		Naturland Süd-Ost Fachberater Hessen	Im Wiesengrund 15 64367 Mühlthal

Name	Vorname	Titel	Institution	Anschrift
Tsiamitros	Aristoteles		Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Institut für Betriebstechnik und Bauforschung	Bundesallee 50 38116 Braunschweig
Verschwele	Arnd	Dr.	Biologische Bundesanstalt Institut für Unkrautforschung	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig
Zaller	Johann	Dr.	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Institut für Organischen Landbau	Katzenburgweg 3 53115 Bonn
Zerger	Uli	Dr.	Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL)	Weinstraße Süd 51 67098 Bad Dürkheim
Zwerger	Peter	Prof. Dr.	Biologische Bundesanstalt Institut für Unkrautforschung	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig

220	Ingo Hagel (2000) Auswirkungen einer Schwefeldüngung auf Ertrag und Qualität von Weizen schwefelmangelgefährdeter Standorte des Ökologischen Landbaus	7,00€
221	Franz-Josef Bockisch (Hrsg.) (2000) Beurteilung der raumklimatischen Wirkungen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen	7,00€
222	Margret Lahmann (2001) Prognose der Nachfrage nach Milch und Milcherzeugnissen in Deutschland und Frankreich bis zum Jahre 2005	12,00€
223	Josef Kamphues und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2001) Tiernäherung - Ressourcen und neue Aufgaben	17,00€
225	Hans-Wilhelm Windhorst and Aalt A.Dijkhuizen (eds.) (2002) Product Safety and Quality Assurance	7,00€
226	Jörg Hartung and Christopher M. Wathes (eds.) (2001) Livestock Farming and the Environment	7,00€
227	Franz Ellendorff . Volker Moennig . Jan Ladewig and Lorne Babiuk (eds.) (2002) Animal Welfare and Animal Health	7,00€
228	Eildert Groeneveld and Peter Glodek (eds.) (2002) Animal Breeding and Animal Genetic Resources	7,00€
229	Volker Moennig and Alex B. Thiermann (eds.) (2001) Safeguarding Animal Health and in Global Trade	7,00€
230	Nežika Petric (2001) Pränatale Regulation des sexuellen Differenzierung von Luteinisierungshormon und Wachstumshormon, Genexpression und Sekretion beim Schwein	7,00€
231	Bernhard Osterburg und Hiltrud Nieberg (Hrsg.) (2001) Agrarumweltprogramme — Konzepte, Entwicklungen, künftige Ausgestaltung	7,00€
232	Kerstin Panten (2002) Ein Beitrag zur Fernerkundung der räumlichen Variabilität von Boden- und Bestandesmerkmalen	7,00€
233	Jürgen Krahl (2002) Rapsölmethylester in dieselmotorischer Verbrennung — Emmissionen, Umwelteffekte, Optimierungspotenziale	10,00€
234	Roger J. Wilkins and Christian Paul (eds.) (2002) Legume Silages for Animal Production — LEGSIL	7,00€
235	Torsten Hinz . Birgit Rönnpagel and Stefan Linke (eds.) (2002) Particulate Matter in and from Agriculture	7,00€
236	Mohamed A. Yaseen (2002) A Molecular Biological Study of the Preimplantation Expression of Insulin-Like Growth Factor Genes and Their Receptors in <i>In Vitro</i> Produced Bovine Embryos to Improve <i>In Vitro</i> Culture Systems and Embryo Quality	8,00€
237	Mohamed Ali Mahmoud Hussein Kandil (2002) The effect of fertilizers for conventional and organic farming on yield and oil quality of fennel (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) in Egypt	7,00€
238	Mohamed Abd El-Rehim Abd El-Aziz Hassan (2002) Environmental studies on coastal zone soils of the north Sinai peninsula (Egypt) using remote sensing techniques	7,00€
239	Axel Munack und Jürgen Krahl (Hrsg.) (2002) Biodiesel — Potenziale, Umweltwirkungen, Praxiserfahrungen —	7,00€

240	Sylvia Kratz (2002) Nährstoffbilanzen konventioneller und ökologischer Broilerproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Belastung von Böden in Grünausläufen	7,00€
241	Ulf Prüße and Klaus-Dieter Vorlop (eds.) (2002) Practical Aspects of Encapsulation Technologies	9,00€
242	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2002) Milchproduktion 2025	9,00€
243	Franz-Josef Bockisch und Siegfried Kleisinger (Hrsg.) (2003) 13. Arbeitswissenschaftliches Seminar	8,00€
244	Anja Gassner (2003) Factors controlling the spatial specification of phosphorous in agricultural soils	9,00€
245	Martin Kücke (Hrsg.) (2003) Anbauverfahren mit N-Injektion (CULTAN) — Ergebnisse, Perspektiven, Erfahrungen	7,00€
246	Jeannette van de Steeg (2003) Land evaluation for agrarian reform. A case study for Brazil	7,00€
247	Mohamed Faisal b. Mohd Noor (2003) Critical assesment of a ground based sensor technique for adressing the nitrogen requirements of cereals	7,00€
248	Esmat W. A. Al-Karadsheh (2003) Potentials and development of precision irrigation technology	8,00€
249	Andreas Siegfried Pacholsky (2003) Calibration of a Simple Method for Determining Ammonia Volatilisation in the Field — Experiments in Henan, China, and Modelling Results	9,00€
250	Asaad Abdelkader Abdalla Derbala (2003) Development and evaluation of mobile drip irrigation with center pivot irrigation machines	9,00€
251	Susanne Freifrau von Münchhausen (2003) Modellgestützte Analyse der Wirtschaftlichkeit extensiver Grünlandnutzung mit Mutterkühen	8,00€
252	Axel Munack. Olaf Schröder . Hendrik Stein . Jürgen Krahl und Jürgen Bünger (2003) Systematische Untersuchungen der Emissionen aus der motorischen Verbrennung vom RME, MK1 und DK	5,00€
253	Andrea Hesse (2003) Entwicklung einer automatisierten Konditionsfütterung für Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Tierleistung	8,00€
254	Holger Lilienthal (2003) Entwicklung eines bodengestützten Fernerkundungssystems für die Landwirtschaft	8,00€
255	Herwart Böhm . Thomas Engelke . Jana Finze . Andreas Häusler . Bernhard Pallutt . Arnd Verschwele und Peter Zwirger (Hrsg.) (2003) Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau	10,00€
256	Rudolf Artmann und Franz-Josef Bockisch (Hrsg.) (2003) Nachhaltige Bodennutzung — aus technischer, pflanzenbaulicher, ökologischer und ökonomischer Sicht	9,00€

Viele frühere Sonderhefte sind weiterhin lieferbar.

Bei Interesse setzen Sie sich bitte mit Frau Röhm unter 0531-596-1403 oder landbauforschung@fal.de in Verbindung.