

Informationsgewinn aus Herbizidversuchen - Auswertung von Feldversuchen der Bezirksstelle Hannover aus den Jahren 2003 – 2009

Gaining extra information from herbicide trials - analysing field trials of the region Hannover from 2003 to 2009

Robert Fritzsche^{1*}, Eckhard Seemann², Bernhard Werner², Friederike de Mol¹ & Bärbel Gerowitt¹

¹Universität Rostock, Fakultät Agrar- und Umweltwissenschaften, Phytomedizin, Satower Str. 48, D-18051 Rostock

²Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Hannover, Johannsenstraße 10, D-30159 Hannover

*Korrespondierender Autor, robert.fritzsche@uni-rostock.de

DOI: 10.5073/jka.2012.434.050

Zusammenfassung

Pflanzenschutzdienste erheben im Rahmen des Zulassungsverfahrens und für die Beratung von Landwirten Daten von Pflanzenschutzmitteln in einer spezifischen Region. Die Bezirksstelle Hannover legt dazu Feldversuche an: In Abhängigkeit der Initiatoren als Gemeinschaftsprogramme, orientierende und amtliche Mittelprüfungen sowie bezirksstellenindividuelle Versuche. Ziel dieser Arbeit war es, herauszustellen, in wie weit eine übergreifende Sekundärauswertung zusätzlichen Erkenntnisgewinn liefern kann.

Die Ergebnisse, die von 2003 bis 2009 in 89 Versuchen an 40 Standorten in einem Umkreis von 50 km um Hannover erhoben worden waren, wurden in 1076 Datensätzen zusammengestellt. Die Versuchsregion lag in zwei Boden-Klima-Räumen.

Regionsspezifische Unterschiede im Anbau- und Herbizidmanagement konnten festgestellt werden. Etwa die Hälfte aller Standorte wurde zur Herbizidprüfung nur einmalig aufgesucht und ca. 70 % aller Prüfvarianten wurden nur einjährig geprüft, so dass mögliche Jahreseinflüsse der Herbizidwirkungen unentdeckt blieben.

Besonders viele Daten waren zu den Ungräsern *Alopecurus myosuroides* (ALOMY) und *Apera spica-venti* (APESV) vorhanden. In den Versuchen wies ALOMY in 74 % aller Fälle einen Starkbefall von mehr als 200 Ähren je m² auf. APESV produzierte nur in 5 % der Versuche mehr als 200 Rispen je m². Bei gleicher Anzahl generativer Sprosse führte APESV zu stärkeren Ertragsdepressionen als ALOMY. Zudem wurde festgestellt, dass Standorte, auf denen ALOMY auftrat, ein höherer Ertrag erreichbar war, als auf APESV-Habitaten. Analysen der Vorhersagegenauigkeit unterschiedlicher Zeitpunkte der Befallsbonitur zeigten, dass der Ertrag am besten mit Deckungsgradbonituren im frühen Frühjahr korrelierte ($R^2 = 0,54$), während bei der Herbstbonitur das Bestimmtheitsmaß nur bei 0,25 lag.

Die Schlussfolgerung ist, dass die Sekundärauswertung von Herbizid-Feldversuchen im Bereich von Befall-Ertrags-Relationen aktuelle Werte liefern kann. Einer zusammenfassenden Auswertung der Wirkungen einzelner Herbizide steht jedoch die geringe Wiederholung einzelner Prüfglieder über die Zeit im Weg.

Stichwörter: *Alopecurus myosuroides*, *Apera spica-venti*, Feldversuche, Herbizide, Niedersachsen, Ungräser, Unkrautbekämpfung

Summary

Crop protection services gather data on pesticides in the context of product registration and for region-specific extension. For this purpose, the region Hannover conducts field trials, which depending on the initiators can be based on different designs. The purpose of this study was to see if it is possible to extract additional data from these data sets by joint analysis.

The 1076 data sets are based on 89 trials conducted in 40 locations in a radius of 50 km around the city of Hannover from 2003 to 2009. The region is situated in two ecoregional zones.

There were area-specific differences in crop- and herbicide management. About half of the locations were chosen as trial location for herbicides only once and about 70 % of all treatments were tested only in one year. Consequently, possible year-effects remained hidden.

Data with regard to the grass weeds, *Alopecurus myosuroides* (ALOMY) and *Apera spica-venti* (APESV), were particularly abundant. In 74 % of the trials, the density of ALOMY was > 200 ears per square meter. In contrast, in only 5 % of the trials was the density of APESV > 200 panicles per square meter. However, APESV will lead to higher yield losses than ALOMY at similar ear density. Furthermore, ALOMY predominantly occurred in locations

that had the potential to produce higher crop yields than locations with APESV. Analyses of the timing of the surveys showed that crop yield could be best predicted based on weed surveys in early spring ($R^2 = 0.54$), whereas correlations with surveys conducted in autumn were weak ($R^2 = 0.25$).

The results of this study show that the joint analysis of herbicide trials can yield valuable new insights. Joint analysis of herbicide efficiency over all trials could not be conducted due to lack of replication of trials with identical variants over time.

Keywords: *Alopecurus myosuroides*, *Apera spica-venti*, field trials, grass weeds, herbicides, Lower Saxony, weed control

1. Einleitung

Das kurzfristige Eintreten von Witterungsextremen sowie agrarpolitische und marktbedingte Änderungen erfordern eine stetige Anpassung der Entscheidungen des Landwirts (FERNANDEZ-QUINTANILIA et al., 2008). Dieses sowie die starken Veränderungen im Wirtschaftszweig Agrarwirtschaft begründen einen hohen Bedarf an Fachberatung. Der Herbizideinsatz hat in Deutschland einen hohen Anteil an den variablen Produktionskosten, was die Herbizidwahl besonders bedeutsam macht. Zudem erschwerend wirkt sich die begrenzte Wirkstoffpalette bei einer gleichzeitig steigenden Resistenzsituation aus. So wurden nach Angaben von HAHN (2011) in den letzten 30 Jahren keine neuen Wirkstoffgruppen mit innovativen Wirkprinzipien gefunden. Die Erwartungen für die nächsten zehn Jahre ergeben bisher auch keine neuen Entwicklungen.

Beratende Institutionen wie die Landwirtschaftskammer Niedersachsen betreiben deshalb einen hohen Aufwand, um durch Herbizid-Feldversuche mit jährlicher Auswertung eine Datengrundlage für die Beratung zu schaffen.

In diesem Beitrag wird untersucht, ob durch jahresübergreifende Auswertung solcher Herbizidversuche ein Informationsgewinn geschaffen werden kann. Die Fragestellungen betreffen dabei sowohl Wirkungsprofile der Herbizide wie auch das Schadpotenzial von Verunkrautungen: (i) Lässt sich ein Einfluss der Herbizidbehandlungen auf den Ertrag absichern? (ii) Wie stark beeinflussen *Alopecurus myosuroides*- (ALOMY) und *Apera spica-venti*- (APESV) Abundanzen den Ertrag? (iii) Wodurch wird der Deckungsgrad von ALOMY und APESV im Sommer (letzte Bonitur vor der Ernte) in Wintergetreide bestimmt?

2. Material und Methoden

Ausgewertet wurden die Herbizid-Feldversuche aus den Jahren 2003 bis 2009 der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Hannover, die entweder Teil der Gemeinschaftsprogramme und orientierende Mittelprüfungen waren oder nur von dieser Bezirksstelle angelegt wurden. Versuchsergebnisse der Amtlichen Mittelprüfung konnten aus Datenschutzgründen nicht in die Auswertung einbezogen werden.

Insgesamt wurden 89 Feldversuche auf 40 Versuchsstandorten ausgewertet. Die Standorte lagen in einem Umkreis von 50 km um Hannover und gehörten zu zwei Boden-Klima-Räumen (BKR) nach ROßBERG et al. (2007). Der BKR 145 südlich von Hannover wird vornehmlich durch Lehmböden charakterisiert, der BKR 146 nördlich von Hannover weist überwiegend sandige Standorte auf. Die Flächenauswahl erfolgte anhand einer bekannten Präsenz von Problemunkräutern in hohen Befallsdichten. Die Versuche waren einfaktoriell im Blockdesign mit vier Wiederholungen und in der Regel 14 Prüfgliedern angelegt. Die Parzellengröße betrug 20 m².

Im ersten Schritt wurden Mittelwerte und Häufigkeiten in den Feldversuchen errechnet.

Im zweiten Schritt wurden die drei Fragestellungen versuchsübergreifend mit folgenden statistischen Verfahren ausgewertet:

- i) Parameterfreier Wilcoxon-Test für den Einfluss von Herbizidbehandlungen auf den Ertrag.
- ii) Generalisiertes Lineares Modell zum Einfluss der ALOMY- und APESV-Abundanzen auf den Ertrag.
- iii) Generalisiertes Lineares Modell für Bestimmungsgrößen für Deckungsgrade von ALOMY und

APESV im Sommer; als mögliche Parameter waren Hauptbodenart, Kulturart und Versuchsjahr aus den Versuchsdaten verfügbar.

Die Daten lagen in Excel-Arbeitsmappen vor. Seit 2006 wurden die Versuchsdaten der Bezirksstelle mit PIAF® verwaltet. Auch die seit 2006 angefallenen Daten wurden in Excel extrahiert. Für die statistische Auswertung wurde die Software R 2.9.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009) genutzt.

3. Ergebnisse

3.1 Versuchsgestaltung

In den Jahren von 2003 bis 2009 wurden von der Bezirksstelle Hannover jährlich im Mittel 12,7 Versuche mit 154 Prüfgliedern angelegt. Die Tendenz war steigend von 9 Versuchen mit 123 Prüfgliedern im Jahr 2003 auf 15 Versuche mit 182 Prüfgliedern im Jahr 2009. 24 % der Prüfglieder gehörten zu Gemeinschaftsprogrammen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 28 % wurden durch die Pflanzenschutzmittel-Firmen initiiert und 48 % sind bezirksstellen-spezifische Prüfglieder. Es ist ein Rückgang der bezirksstellen-spezifischen Prüfglieder um 16 % zu verzeichnen, dem ein Anstieg der Prüfglieder der Pflanzenschutzmittel-Hersteller um ca. 600 % gegenübersteht.

Innerhalb eines Versuchsjahres wurden auf den Parzellen mehrmals Erhebungen durchgeführt, so dass von insgesamt 1076 Prüfgliedern 2379 Mittelwerte (Mittel aus je 4 Wiederholungen) aus behandelten Parzellen und 201 Mittelwerte zur Bewertung der Unkrautsituation in den unbehandelten Kontrollen dokumentiert sind. Im Laufe des Auswertungszeitraumes wurden in den Versuchsplänen zunehmend Einzelwerte anstatt bereits gemittelter Datenpunkte festgehalten, was umfangreiche Datenanalysen ermöglicht.

73 % der Versuchsstandorte hatten die Hauptbodenart Lehm, 16 % waren Sand- und 10 % Tonböden. Der pH-Wert wurde in 15 und die organische Bodensubstanz in 8 der 40 Standortbeschreibungen aufgenommen. 76 % der Versuche wurden auf Winterweizenflächen angelegt. 76 der 89 Versuche fokussierten auf ALOMY oder APESV als primäres Versuchsobjekt. Die Ackerkratzdistel war die wichtigste dikotyle Zielart, jedoch spielte die Regulierung dikotyler Unkräuter insgesamt eine untergeordnete Rolle.

Auf etwa der Hälfte aller Standorte wurde in den Jahren 2003 bis 2009 nur ein Herbizidversuch durchgeführt. Circa 70 % aller Prüfvarianten wurden nur in einem Anbaujahr geprüft. Zusammen führt dies dazu, dass Standort- und Jahreseinflüsse in der Datenserie größtenteils unberücksichtigt bleiben.

Insgesamt wurden 88 Herbizide von 13 Herstellern in die Versuche einbezogen. Die Herbizide beinhalteten 44 Wirkstoffe aus 15 chemischen Familien und aus 11 Wirkklassen nach HRAC-Einteilung. Einen Überblick über die 20 Herbizide, die am häufigsten eingesetzt wurden, liefert Tabelle 1.

Tab. 1 Häufigkeit eingesetzter Pflanzenschutzmittel in 1076 Prüfparzellen, Zulassungsinhaber, Wirkstoffzusammensetzung und Anwendungstaktik.

Tab. 1 Frequency of herbicides implemented in 1076 plots with their producer, chemical compounds and tactic of application.

Handelsname	Zulassungsinhaber	Wirkstoffzusammensetzung	Gesamt	davon Solo oder in Mischungen, d.h. keine Spritzfolgen
Atlantis WG®	Bayer CropScience	Iodosulfuron + Mesosulfuron + Mefenpyr	123	107
Herold SC®	Bayer CropScience	Diflufenican + Flufenacet	92	81
Lexus®	DuPont de Nemours Bayer	Flupyrsulfuron	86	80
Herold®	CropScience	Diflufenican + Flufenacet	79	73

Handelsname	Zulassungsinhaber	Wirkstoffzusammensetzung	Gesamt	davon Solo oder in Mischungen, d.h. keine Spritzfolgen
Axial 50®	Syngenta Agro	<i>Pinoxaden + Cloquintocet-Mexyl</i>	76	68
Axial®	Syngenta Agro Bayer	<i>Pinoxaden + Cloquintocet-Mexyl</i>	72	63
Attribut®	CropScience Bayer	<i>Propoxyacarbazon</i>	65	44
Cadou®	CropScience	<i>Flufenacet</i>	62	59 ¹
Ralon Super®	Nufarm Deutschland DuPont de	<i>Fenoxaprop-P + Mefenpyr</i>	59	44
Artus®	Nemours	<i>Carfentrazone + Metsulfuron</i>	57	54
Hoestar Super®	Bayer CropScience	<i>Amidosulfuron + Iodosulfuron + Mefenpyr</i>	53	41 ²
IPU 500®	sonstige Bayer	<i>Isoproturon</i>	53	53
Bacara®	CropScience Dow	<i>Diflufenican + Flurtamone</i>	52	52
Starane XL®	AgroSciences Dow	<i>Fluroxypyr + Florasulam</i>	52	13
Primus®	AgroSciences Bayer	<i>Florasulam</i>	50	46
Fenikan®	CropScience Feinchemie	<i>Diflufenican + Isoproturon</i>	45	44
Fox®	Schwebda	<i>Bifenox</i>	39	36
Monitor®	Monsanto Bayer	<i>Sulfosulfuron</i>	39	36
Cadou SC®	CropScience	<i>Flufenacet</i>	38	34
Stomp SC®	BASF SE	<i>Pendimethalin</i>	38	37 ¹

¹ inkl. Diadem Pack & Malibu Pack, ² inkl. Accord Super Pack

3.2 Ungrasaufkommen und Folgen auf die Ertragsentwicklung

Sowohl die Erträge von Winterweizen (WW) als auch die der Wintergerste (WG) waren zwischen den untersuchten Boden-Klima-Räumen jeweils verschieden – hoch signifikant mit Herbizideinsatz in WW und WG, signifikant in den Kontrollen von WW, also bei einjährigem Verzicht auf Herbizide. Zudem sind zwischen den unbehandelten Kontrollen und den behandelten Prüfgliedern signifikante Ertragsunterschiede für WW sowie für WG und unabhängig von dem Boden-Klima-Raum festzustellen (Abb. 1).

In 85 % aller Versuche der Bezirksstelle Hannover traten ALOMY und APESV als primäres Versuchsobjekt auf. Neben Zählung von Unkrautpflanzen und Schätzungen der Deckungsgrade zu unterschiedlichen Zeitpunkten wird in der Regel auch eine abschließende Ähren- bzw. Rispenzählung vorgenommen. In Abbildung 2 ist die Verteilung der Versuche auf Befallsklassen dargestellt. Der mittlere Besatz je Versuchsstandort reichte bei ALOMY von 10 bis 1070 Ähren/m², bei APESV von 2 bis 688 Rispen/m². ALOMY-Standorte zeigten insgesamt höhere Ungrastriebdichten. Auf acht Standorten wuchsen beide Ungräser in Mischung – überwiegend auf lehmigen Substraten südlich von Hannover (BKR 145).

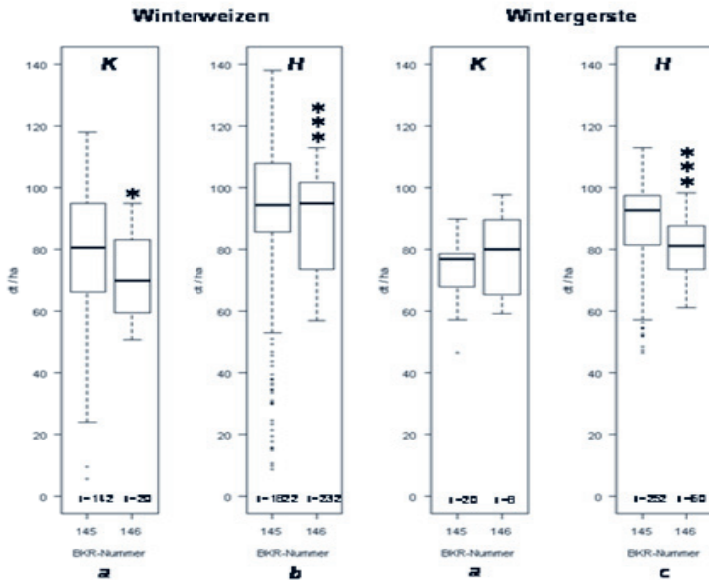


Abb. 1 Erträge für Winterweizen und Wintergerste in unbehandelten Kontrollparzellen (K) und Herbizid-behandelten Parzellen (H) sowie in verschiedenen Boden-Klima-Räumen. Sign. Unterschiede zwischen den BKR ***($\alpha = 0,001$), *($\alpha = 0,05$). Sign. Unterschiede zwischen Kontrolle und Herbizidbehandlungen: ungleiche Buchstaben ($\alpha = 0,05$), WILCOXON.

Fig. 1 Yield of winter wheat and winter barley with (H) and without herbicides (K) in different soil-climate-regions. Sign. differences between soil-climate-regions ***($\alpha = 0,001$), *($\alpha = 0,05$). Sign. differences between H and K: different letters ($\alpha = 0,05$), WILCOXON.

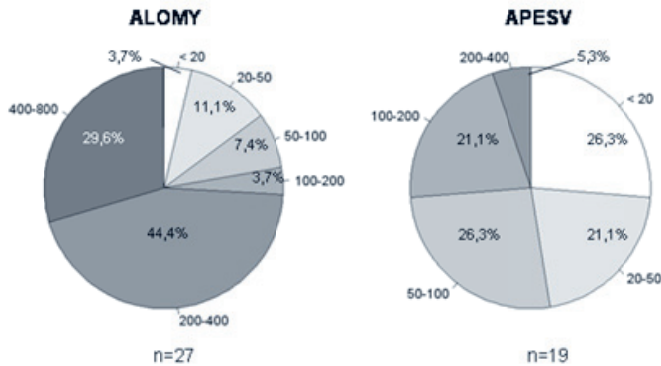


Abb. 2 Häufigkeiten (%) von Befallsstärken-Klassen (Ähren oder Rispen/m²).

Fig. 2 Frequencies (%) of weed grass densities (ears or panicles/m²).

Nicht bekämpfte Ungräser, die zur Ähren- bzw. Rispenbildung kommen, können zu starken Ertragsdepressionen führen. Abbildung 3 verdeutlicht, dass die Standorte mit ALOMY ohne Ungrasbesatz mehr Ertrag erbringen als die mit APESV. Mit zunehmender Ungrasdicke sinkt der Ertrag. Dabei ist der Ertragsrückgang pro reproduktives Organ bei APESV deutlich größer als bei ALOMY. Die Beziehung ist für beide Ungräser signifikant.

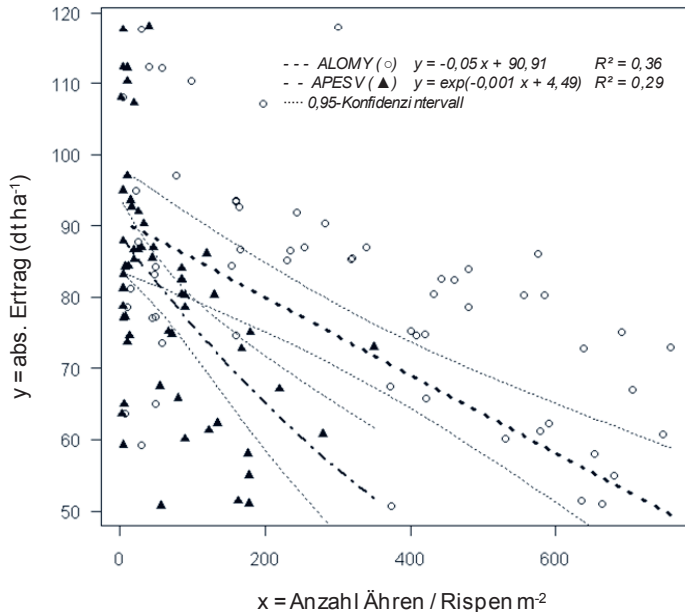


Abb. 3 Einfluss der Abundanz (Ähren bzw. Rispen/m²) von ALOMY (n = 30) und APESV (n = 30) in unbehandelten Kontrollparzellen auf den Ertrag von Winterweizen.

Fig. 3 Influence of the abundance (ears or panicles/m²) of ALOMY (n = 30) and APESV (n = 30) in untreated control plots on the yield of winter wheat.

Deckungsgradbonituren der Unkräuter fanden an mehreren Terminen innerhalb der Vegetation statt – zum Ende der Vegetation wurden für Ungräser zudem Zählungen der generativen Organe vorgenommen (Abb. 2). Die Deckungsgrade von ALOMY waren zu jedem Boniturtermin negativ mit dem Ertrag des Winterweizens korreliert (Abb. 4). Zum Ende der Vegetation im Spätherbst wurden Deckungsgrade von 1 - 6 % geschätzt. Die Beziehung zum Ertrag ist zu diesem Zeitpunkt besonders stark – so sinkt der Ertrag um 14 % wenn der Deckungsgrad von 1 % auf 2 % ansteigt ($R^2 = 0,25$). Die Güte der Beziehung ist mit zum Boniturzeitpunkt „Spätes Frühjahr“ allerdings mit $R^2 = 0,54$ deutlich höher – dieser Zeitpunkt ist somit wesentlich besser geeignet, um Ertragsverluste durch ALOMY zu prognostizieren.

Für die Versuche mit Wintergetreide wurde anhand von Daten der Deckungsgrad-Bonitur zum Aufnahmezeitpunkt Sommer (letzte visuelle Bonitur vor der Ernte) in den Kontrollparzellen untersucht, ob und welche Faktoren diese Variablen beeinflussen. Die Kulturpflanzenart ($p = 0,0005$) und das Versuchsjahr ($p = 0,000002$) hatten einen signifikanten Einfluss auf die Abundanz von APESV. Bei ALOMY hatten die Faktoren Kulturpflanze ($p = 0,014$) und Hauptbodenart ($p = 0,047$) einen signifikanten Effekt auf die Deckungsgrade, während Einflüsse der Versuchsjahre vernachlässigbar waren.

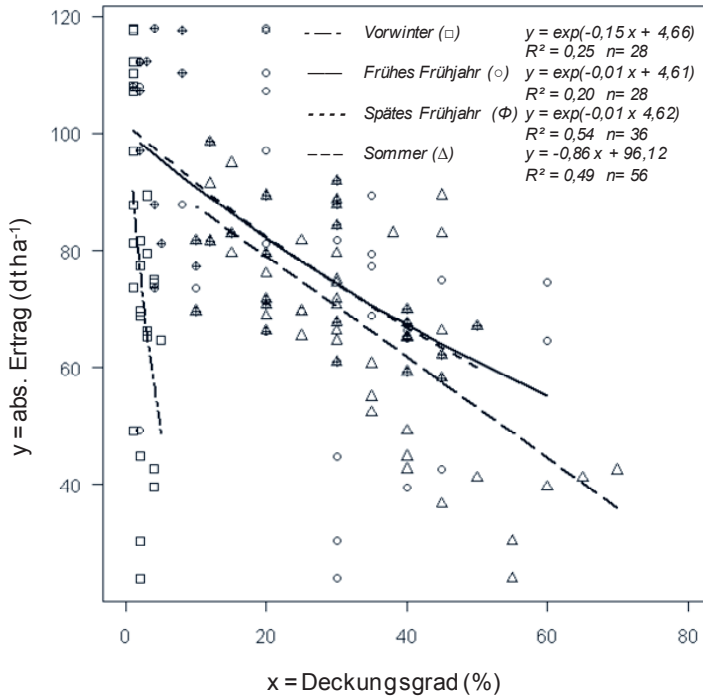


Abb. 4 Beziehung zwischen dem Deckungsgrad von ALOMY zu verschiedenen Boniturzeitpunkten und dem Ertrag von Winterweizen in den Kontrollparzellen.

Fig. 4 Relationship between relative cover of ALOMY at different assessment dates and the yield of winter wheat in untreated plots.

4. Diskussion

Die Naturräume sind anhand der Boden-Klima-Räume nach ROßBERG et al. (2007) für die durch die Bezirksstelle Hannover durchgeführten Versuche sinnvoll. Grund dafür sind strukturelle Unterschiede im Anbau, der Bodenausstattung sowie verschiedene Stetigkeiten und Abundanzen der untersuchten Ungrasarten.

Der vorliegende Datensatz ist heterogen. Das liegt zum einen an der Vielzahl der Prüfglieder, die selten über mehrere Jahre wiederholt werden, und zum anderen an stets wechselnden Standort- und Witterungsbedingungen. Trotz mehr-ortiger und -jähriger Daten sind deswegen verallgemeinernde bzw. gebietsübergreifende Aussagen zu Wirksamkeiten einzelner Prüfvarianten schwierig. Dosis-Wirkungsbeziehungen, wie sie z.B. durch MATHIASSEN et al. (2007) nach Abstufung der Aufwandmenge und unter Laborbedingungen in Klimakammern für Dänemark bereitgestellt werden, können aus den Herbizid-Feldversuchen nicht abgeleitet werden.

Die jahresübergreifende Auswertung der Feldversuche ermöglicht Aussagen zum arttypischen Auftreten der Ungräser. So konnte die Präferenz von ALOMY für stark lehmige bis tonige Böden bestätigt werden – diese Böden finden sich vornehmlich im südlich von Hannover gelegenen Raum (BKR 145). Trotz bodenökologisch unterschiedlicher Ansprüche von ALOMY und APESV wiesen einige Standorten Mischverungrasungen mit beiden Arten auf. Somit existieren keine starren Trennungen bzgl. des bevorzugten Substrats – leichte Böden für APESV und feuchte, bindige für ALOMY (HANF, 1990), was für breitere ökologische Amplituden dieser Ungräser spricht. Insbesondere erwies sich APESV als weniger spezifiziert bzgl. der Ansprüche an eine Hauptbodenart, als dies für ALOMY der Fall war. Anhand der Daten bleibt eine erworbene Ausweitung dieser Amplitude allerdings Spekulation.

Die klassifizierten Abundanzen zeigten für APESV deutlich weniger Standorte mit Starkbefall als für ALOMY. Vergleichbare Ergebnisse sind von SCHRÖDER et al. (2006) aus Ringversuchen in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Hessen und Thüringen erhoben worden. Auch hier trat APESV nur in Einzelfällen als Starkbefall auf. Allerdings wurde gezeigt, dass der Ertragsrückgang, der mit einem samentragenden Spross einhergeht, bei APESV höher ist als bei ALOMY, so dass APESV wegen seiner geringeren Abundanz keineswegs als weniger schädlich eingestuft werden kann. Unsere Auswertungen bestätigten dieses. Anhand des Zusammenhanges zwischen Ähren-tragenden Halmen von ALOMY/m² und dem Winterweizenertrag sind Rückgänge um 0,50 dt/ha je 10 Ähren/m² nachgewiesen worden. Ähnliche Ertragsrückgänge zeigten Untersuchungen von KÖTTER (1991a) mit ca. 0,44 dt/ha. Stärkere Depressionen des Ertrages um 0,62 dt/ha je 10 Rispen/m² hingegen werden durch dieselbe Anzahl Rispen-tragender Halme von APESV ausgelöst (KÖTTER, 1991b) was auch aus unseren Analysen erkenntlich wurde (Abb. 3).

Verlässliche Befalls-Verlust-Relationen sind wesentliche Eckpunkte für eine gezielte Herbizidentscheidung. Sie können sich über die Jahre durch veränderte Anbaupraxis und züchterischen Fortschritt bei den Feldfrüchten ändern. Die vorliegende Auswertung liefert hier einige neue Zahlen, bestätigt aber sowohl die prinzipiellen Unterschiede zwischen den Arten wie auch die Problematik von sicheren Prognosen zu einem sehr frühen Zeitpunkt im Anbaujahr. Eine Prognose der Ertragsdepression infolge einer Verungrasung mit ALOMY in Winterweizen führte sowohl zu unterschiedlichen Boniturzeitpunkten als auch zwischen den Messgröße (Deckungsgrad oder Anzahl Ähre/m²) zu unterschiedlichen Güteklassen der Prognose. Die Zählung der Ähren/m² für ALOMY erwies sich als ungenauer bezüglich der Folgeabschätzung auf den Ertrag als eine Deckungsgradschätzung zum Zeitpunkt „Spätes Frühjahr“. Mögliche Ursachen dafür sind in der unterschiedlichen Befallsklassenzusammensetzung zu suchen, da für ALOMY, bezogen auf Ähren-tragende Halme, deutlich differenziertere Gruppen festzustellen waren, als die Entwicklung der Deckungsgrade.

Literatur

- FERNANDEZ-QUINTANILLA, F., M. QUADRANTI, P. KUDSK UND P. BARBERI, 2008: WHICH FUTURE FOR WEED SCIENCE? WEED RESEARCH **48**, 297-301.
- HAHN, C., 2011: ANTI-RESISTENZ-KAMPAGNE - NICHT VERHINDERN ABER AUFHALTEN. NEUE LANDWIRTSCHAFT **03/11**, 48-49.
- HANF, M., 1990: FARBATLAS FELDFLORA. ULMER STUTTGART.
- KÖTTER, U., 1991A: ZUR BIOLOGIE DES ACKERFUCHSSCHWANZES UND DESSEN KONKURRENZBEZIEHUNGEN ZU WINTERWEIZEN. GESUNDE PFLANZEN **6**, 179-184.
- KÖTTER, U., 1991B: ENTWICKLUNG UND KONKURRENZVERHALTEN VON WINDHALM IN WINTERWEIZEN UND WINTERROGGEN. GESUNDE PFLANZEN **6**, 185-189.
- MATHIASSEN, S., H. RAVN UND P. KUDSK, 2007: IS DOSE-SPLITTING OF GRAMINICIDES AS EFFECTIVE AS A SINGLE APPLICATION? WEED RESEARCH **47**, 252-261.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009: R-PROJEKT. ABGERUFEN AM 27. APRIL 2011 VON [HTTP://WWW.R-PROJECT.ORG/](http://www.r-project.org/).
- ROBBERG, D., V. MICHEL, R. GRAF UND R. NEUKAMPF, 2007: DEFINITION VON BODEN-KLIMA-RÄUMEN FÜR DIE BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND. NACHRICHTENBL. DEUT. PFLANZENSCHUTZD. **59**, 155-161.
- SCHRÖDER, G., E. MEINLSCHMIDT, J. PAPANFUß, R. BALGHEIM UND I. PITTORF, 2006: REDUZIERUNG DES HERBIZIDEINSATZES IN WINTERGETREIDE DURCH DIE AUSRICHTUNG DER WIRKSTOFFKOMBINATIONEN UND DER AUFWANDMENGEN DER HERBIZIDE AUF DIE TYPISCH VORKOMMENDEN LEITVERUNKRAUTUNGEN - ERGEBNISSE VON MEHRJÄHRIGEN RINGVERSUCHEN DER LÄNDER BRANDENBURG, SACHSEN, SACHSEN-ANHALT, HESSEN UND THÜRINGEN. JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION SPECIAL ISSUE **XX**, 683-690.