

## Entwicklung nachhaltig wirkender Methoden zur Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.)

*Development of effective non-chemical methods for controlling black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.)*

Ulrich Henne<sup>1</sup>, Manja Landschreiber<sup>2\*</sup>, Constanze Schleich-Saidfar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Landwirtschaftliche Unternehmensberatung Eckhorst, Arfrader Weg 4, 23617 Stockelsdorf

<sup>2</sup>Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg

\*Korrespondierende Autorin, mlandschreiber@lksh.de

DOI 10.5073/jka.2018.458.018



### Zusammenfassung

In einem 7-jährigen Großflächenversuch wurde an zwei Standorten (Marsch bzw. Parabraunerde) im Rahmen einer Fruchtfolge mit Winter-Raps, 3 x Winterweizen und in den letzten Jahren Sommergetreide untersucht, mit welchen Bodenbearbeitungsverfahren (Pflug, Grubber, flache Mulchsaat) sich der Acker-Fuchsschwanz (AF) am besten niederhalten lässt, welche Effekte eine spätere Saatzeit speziell beim Anbau von Winterweizen auf den AF hat und was durch die Fruchtfolgeglieder „Winterraps“ bzw. „Sommergetreide“ bei der AF-Bekämpfung erreicht werden kann. Chemisch wurde die AF-Bekämpfung im Winterweizen mit mehreren Herbizidvarianten durchgeführt: Bodenherbizide zum VA/NAK-Termin, gefolgt von Atlantis im zeitigen Frühjahr. Auf Teilstücken wurden nur Bodenherbizide nach der Saat appliziert, durch den Verzicht auf Atlantis hier wurde eine voll ausgeprägte Resistenz des Acker-Fuchsschwanzes gegenüber diesem Herbizid simuliert, die de facto auf den Flächen derzeit noch nicht vorhanden war. Man wollte sehen, was passiert, wenn Atlantis u.a. ALS-Hemmer resistenzbedingt nicht mehr eingesetzt werden können. Im Raps und Sommergetreide erfolgte keine Differenzierung, sondern eine einheitliche Herbizidbehandlung, da ACCase-Hemmer zunehmend nicht mehr wirkten und daher wenig Spielraum verblieb.

Der AF wurde in Abhängigkeit von den Acker-Fuchsschwanzauflauf-Wellen im Mittel 10-mal pro Jahr gezählt. In 2012 und 2016 wurden außerdem vor dem AF-Samenausfall im Sommer Bodenproben aus drei Tiefen gezogen und im Gewächshaus der Besatz von keimfähigen AF-Samen im Boden anhand aufgelaufener Pflanzen erfasst.

Die wichtigsten Ergebnisse: Solange Atlantis eingesetzt wurde und wirkte, blieben alle ackerbaulichen Effekte unsichtbar. Ohne Atlantis stieg in den Mulchsaaten im dreijährigen Winterweizenanbau der AF-Besatz stark an. Der Pflug hielt den AF in den Kulturen nieder. Die späte Aussaat von Winterweizen reduzierte den AF-Besatz. Mit Winterraps konnte der AF-Besatz niedergehalten werden, solange die dort applizierten blattaktiven Herbizide (DIMs) wirkten. War das nicht mehr der Fall, war der AF beim Anbau von Winterraps nur mit Bodenherbiziden nicht ausreichend zu kontrollieren. Mit Sommergetreide ließ sich der AF-Besatz niederhalten, wenn die Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung im Herbst erfolgte, im Frühjahr Glyphosat appliziert und danach die Sommergetreidesaat mit möglichst wenig Bodenbewegung eingeschleift wurde. Durch einen dreijährigen Sommergetreideanbau konnten so der oberirdische AF-Besatz und auch der Besatz mit AF-Samen im Boden wieder reduziert und die in 2010-12 stark mit AF befallenen Teilflächen weitgehend saniert werden.

**Stichwörter:** Acker-Fuchsschwanzkontrolle, Bodenbearbeitungsverfahren, Saatzeit, Sommergetreideanbau

### Abstract

In a seven-year long-term field experiment at two locations in Northern Germany (marshland and loamy soil, respectively), field trials were carried out within a crop rotation of winter oil seed rape, 3 x winter wheat and spring crops (cereals) during the last years. The aim was to find out which method of soil cultivation (ploughing, chisel plough, reduced tillage with power harrow) achieved the highest efficacy in controlling black-grass under field conditions. Furthermore, different drilling dates of winter wheat, the cultivation of winter oilseed rape and of spring cereals were tested with regard to their level of black-grass control.

In winter wheat, different herbicides were applied with the aim of black-grass control: Pre-emergence herbicides (flufenacet), followed by Atlantis (mesosulfurone) in March/April. On several experimental plots only pre-emergence herbicides were used. The reason: a fully developed resistance of black-grass against Atlantis should be simulated in order to see, what happened, when Atlantis was no longer applicable. Still now this resistance was not fact on the locations. Winter oilseed rape and spring cereal plots were treated with herbicides uniformly because of existing herbicide resistances of black-grass against ACCase-inhibitors. So

there were no more possibilities of differentiation. Black-grass plants/ears in the plots on both locations were counted about 10 times per year dependant on the emergence of black-grass.

In summer 2012 and 2016, soil samples from three different soil depths were taken before black-grass seed dispersal. In a greenhouse, soil samples were put into dishes, stirred in order to stimulate the germination of black-grass seeds by light and kept humid. All emerging black-grass seedlings were counted and then removed. This was repeated until no more black-grass plants emerged.

Results: When the herbicide Atlantis was applied and showed high efficacy, no effect of different tillage systems on black-grass populations was visible. Without Atlantis application, the level of black-grass exploded within three years of winter wheat production in plots where chisel plough or reduced tillage systems were utilised. Ploughing kept the level of black-grass low and late drilling dates of winter wheat reduced the level of black-grass infestation. A low level of black-grass in winter oilseed rape was only observed as long as ACCase inhibiting herbicides (DIMs) achieved a high efficacy. Otherwise, the control of black-grass in winter rape was not sufficient. Three years of spring cereals cultivation reduced the level of black-grass infestation within the crop as well as seed densities in the soil. Important: ploughing and making of the seedbed should be done in autumn. In spring: glyphosate-application before sowing and sowing spring crops with as little soil motion as possible.

**Keywords:** Black-grass control, soil cultivation, sowing date, spring cereals

## Einleitung

In den maritim beeinflussten Regionen und auch bundesweit beeinträchtigt der Acker-Fuchsschwanz (AF) den Wintergetreide- und Winterrapsanbau zunehmend. Die Kontrolle des Acker-Fuchsschwanzes allein durch den Herbizid-Einsatz wird auf Grund zunehmender Resistenzen schwieriger.

Grund dieser Entwicklung: Unter den gegebenen ökonomischen Zwängen wurde eine Wirtschaftsweise begünstigt, die die Verungrasung durch Acker-Fuchsschwanz stark gefördert hat, z.B. durch enge Winterkulturfruchtfolgen bis hin zur Winterweizenmonokultur. Auch die Anbaupraxis mit frühen Aussaatterminen im Herbst und dem Trend zu Dünnsaaten, stark eingekürzten oder genetisch kurzen Sorten und intensiver N-Düngung haben das Vorkommen des Ungras gefördert. Dazu kommt ein zunehmend rechtlich stärker eingeschränktes Herbizidspektrum.

Da chemische Neuentwicklungen wie Herbizide mit einem völlig neuem Wirkmechanismus im Stoffwechsel des Acker-Fuchsschwanzes nach Angaben der Herstellerfirmen auf Jahre nicht zu erwarten sind, wird der Wintergetreide- und Winterrapsanbau auf vielen Flächen mit resistentem Acker-Fuchsschwanzbesatz künftig in Frage gestellt, wenn nicht ackerbaulich umgesteuert wird.

Die stärkere Einbeziehung ackerbaulicher Maßnahmen in die Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz scheitert allerdings nicht nur an ökonomischen Zwängen, sondern auch daran, dass nicht mehr ausreichend Erfahrungen darüber vorliegen, mit welchen ackerbaulichen Maßnahmen der Acker-Fuchsschwanz im Einzelfall am effektivsten zurückgedrängt werden kann unter Berücksichtigung der Biologie dieses Ungrases und auch daran, dass ackerbauliche Maßnahmen weniger zuverlässig wirken als ein gut funktionierendes Herbizid.

Ziel dieses Projektes war es daher, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, mit welchen Bodenbearbeitungsverfahren, Fruchtfolgen – spez. Einbau von Sommergetreide – in Kombination mit welchen Pflanzenschutzmaßnahmen der Acker-Fuchsschwanz effektiver bekämpft werden kann. Es handelte sich um großflächige Versuche auf Praxisbetrieben.

Dabei ging es darum, durch ackerbauliche Maßnahmen noch vorhandene Herbizide zu entlasten mit den Zielen:

- Frisch ausgefallenen AF-Samen nicht tiefer in den Boden gelangen zu lassen,
- bevor gesät wird, möglichst viel AF zu bekämpfen und
- alten AF-Samen aus der Samenbank im Boden abzubauen.

Diese Ziele waren nicht immer gleichzeitig zu erreichen, aber ein oder zwei der genannten Ziele sollten durch die verwendeten Varianten möglichst realisiert werden.

## Material und Methoden

Das Acker-Fuchsschwanzprojekt wurde auf zwei Standorten in Schleswig-Holstein durchgeführt.

Der Versuchsschlag Galmsbüll lag im nördlichen Nordfriesland (langjährig 800 mm Niederschlag pro Jahr, in den Versuchsjahren teilweise knapp 1.000 mm, alte Marsch, sLU mit 30 % Ton und 4 % Humus). Vor Projektbeginn wurde die Fläche 30 Jahre lang gepflügt.

Der Versuchsschlag Petersdorf lag auf der Insel Fehmarn (langjährig 550 mm Niederschlag pro Jahr, im Versuchszeitraum auch hier teilweise nassere Jahre, Parabraunerde, sL mit > 8-12 % Ton). Vor Projektbeginn wurde auf der Fläche über viele Jahre Mulchsaat betrieben.

Es wurden an den beiden Standorten stationäre Großflächenversuche angelegt mit Bearbeitungsstreifen von 24 m Breite (eine Fahrspur) und 144 m Länge.

Die Versuche liefen über zwei Phasen mit etwas unterschiedlichen Fragestellungen. Von 2009/10-2012/13 wurden im Schwerpunkt unterschiedliche Bodenbearbeitungsverfahren in Kombination mit verschiedenen Herbizid-Strategien im Winterweizen geprüft und der Effekt von Winterrips auf den AF-Besatz. Da in den ersten 4 Jahren der Acker-Fuchsschwanz sich durch die durchgeführten Maßnahmen teilweise sehr vermehrte, es aber darum ging, wie die Flächen ackerbaulich saniert werden könnten, musste das Versuchsprogramm geändert werden: 2013/14-2015/16 wurden daher unterschiedliche Saatzeiten bei den Winterungen (auf Fehmarn) getestet und die Frage der Auswirkungen durch den Anbau von Sommergetreide (Galmsbüll und Fehmarn) auf den Acker-Fuchsschwanz vertieft.

**Galmsbüll:** Zur Ernte 2010, 2011 und 2012 wurden insgesamt sechs unterschiedliche Bearbeitungsstreifen auf der Fläche angelegt: Winterweizen (fünf Streifen) mit unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren und Sommerweizen (ein Streifen), vgl. Abbildung 1. Allerdings winterte in Var. 5 – Mulchsaat flach in 2012 die Winterkultur aus, daher erfolgte 2012 ein Nachschlitzen von Sommerweizen in diesem Streifen (und natürlich danach kein Atlantis-Einsatz in der nachgeschlitzten Sommerung, sondern IPU in Block B und C).

Zur Ernte 2013 wurde auf allen sechs Streifen Winterrips angebaut. Auch in 2013 winterte in der flachen Mulchsaat die Winterung aus und in diesem Streifen wurde erneut Sommerweizen nachgeschlitzt, der allerdings sehr dünn blieb.

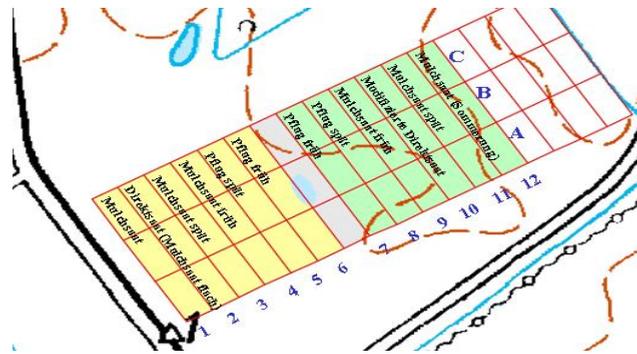
	Var. 1) Pflug früh	Var. 2) Pflug spät	Var. 3) Mulchsaat früh (Grubber)	Var. 4) Mulchsaat spät (Grubber)	Var. 5) Mulchsaat flach (nur Kreiselegge)	Var. 6) Sommerung (mit Grubber)
A						
B						
C						

**Abb. 1** Die Versuchsanlage in Galmsbüll 2010-12 (die Querstreifen A, B, C geben die Herbizid-Varianten an).

**Fig. 1** The experimental plan at Galmsbüll in 2010-12 (A, B, C: Herbicide-variations).

Nach Änderung des Projektkonzeptes in Galmsbüll erfolgte 2014 der Anbau von Sommerhafer, 2015 Anbau von Sommerroggen und Nachschlitzen von Sommergerste, 2016 Anbau von Sommerweizen, alle drei Jahre jeweils auf allen sechs Streifen. Gleichzeitig wurden ab 2014 Bodenbearbeitungsvarianten zusammengelegt, so dass in Galmsbüll die Var. 1 und 2 zu einem Termin gepflügt wurden, die Varianten 3 und 4 entsprechend gegrubbert und die Varianten 5 und 6 als flache Mulchsaat geführt wurden. Die Variante 5 war daher über alle 7 Jahre in Galmsbüll flache Mulchsaat, die Variante 6 ab 2014.

**Petersdorf (Fehmarn):** 12 Bearbeitungsstreifen (2 x 6):



**Abb. 2** Die Versuchsanlage in Petersdorf 2010-12 (die Querstreifen A, B, C geben die Herbizid-Varianten an).

**Fig. 2** The experimental plan at Petersdorf in 2010-12 (A, B, C: Herbicide-variations).

Fruchtfolge in Petersdorf:

Streifen 1-6: Ernte 2010 Winterrraps, 2011, 2012, 2013 Winterweizen, 2014 Winterrraps, 2015 Winterweizen, 2016 Sommerweizen.

Streifen 7-12: Ernte 2010, 2011, 2012 Winterweizen, 2013 Winterrraps, 2014 Winterweizen, 2015, 2016 Sommerweizen (in Streifen Nr. 12 wurden in 2011 Ackerbohnen angebaut, die aber aus innerbetrieblichen Gründen vorzeitig abgetötet werden mussten). D.h. dass in Petersdorf das Projekt doppelt lief und einmal mit Winterrraps und einmal mit Stoppelweizen begonnen wurde (Abb. 2).

Die Bodenbearbeitung und alle weiteren Maßnahmen erfolgten auf beiden Betrieben mit betriebseigenen Maschinen und Geräten, auch die Saat, die eingeschulzt werden sollte (Scheibenscharsämaschinen).

Auch auf Fehmarn in der ersten Projektphase: Einführung von fünf unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren - das Ganze zweifach (Abb. 2). Die Streifen 1 und 12 liefen als Platzhalter mit und wurden wie die Mulchsaat spät behandelt (nur 2011 wurden in Streifen 12 Ackerbohnen angebaut, s.o.).

Im nassen Frühherbst 2012 mussten an beiden Standorten alle Bodenbearbeitungstermine zu einem Termin wahrgenommen werden, sonst wurde verfahren wie im Folgenden dargestellt.

**Die 5 unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren**

Verfahren „Pflug früh“ bzw. Verfahren „Mulchsaat früh“ Kurz nach der Ernte der Vorfrucht und Strohverteilung wurde gepflügt bzw. gegrubbert und danach gekreiselt, also das Saatbett fertig gemacht, ohne dass gesät wurde (Scheinbestellung). Der jeweilige Streifen blieb möglichst mindestens vier Wochen liegen und aufgelaufener AF wurde mit Glyphosat (mindestens 1.000 g/ha Glyphosat) kurz vor dem Saattermin abgetötet. Danach wurde das Saatgut mit möglichst wenig Bodenbewegung eingeschulzt.

Verfahren „Pflug spät“ bzw. Verfahren „Mulchsaat spät“ Die klassischen, in der Praxis üblichen Verfahren wurden durchgeführt: Ein- bis mehrmalige Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung mit Pflug bzw. mit Grubber und Saatbettbereitung, gefolgt von der

Kreiselegge direkt vor dem Saattermin (Schlitzsaat). In der Grubbervariante erfolgte vor dem Grubbern bei Bedarf ein Einsatz von Glyphosat (mindestens 1.000 g Glyphosat/ha).

Verfahren Mulchsaat flach, auf Fehmarn als Direktsaat bzw. modifizierte Direktsaat bezeichnet. Es wurde durchgängig nur im obersten Bereich des Bodens nach ein- bis mehrmaliger Stoppelbearbeitung (möglichst flacher Striegeleinsatz auf Fehmarn) mit der Kreiselegge gearbeitet. Bei Bedarf erfolgte eine Tiefenlockerung mit Agrisem. Vor dem Einschlitzen der Saat wurde Glyphosat (Menge s.o.) appliziert.

Ferner lief 2010-12 in einem Streifen eine Sommerungsvariante mit.

**Sommerung** – Verfahren in der Sommerungsvariante: in Galmsbüll im 6. Streifen in 2010-12, auf Fehmarn im 12. Streifen, aber nur einmal in 2011 (ansonsten wurde der 12. und auch der 1. Streifen auf Fehmarn ebenso wie die Mulchsaat spät behandelt, lief also als Platzhalter mit). Der Sommerungsstreifen wurde mindestens zwei Wochen unbearbeitet in Stoppeleinlagen gelassen, damit Prädatoren einen Teil der AF-Samen beseitigen konnten. Danach erfolgte eine Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung und Saattbettbereitung im Herbst, erneutes Liegenlassen der Fläche unbestellt bis zum Frühjahr und vor der Saat im Frühjahr eine Glyphosat-Applikation. Danach wurde in Galmsbüll die Sommerung mit möglichst wenig Bodenbewegung eingeschlitzt, auf Fehmarn wurden die Sommerungen mit der Kreiselegge bestellt. Dieses Verfahren des Sommerungsanbaus wurde auch in den Jahren 2014-16 gleichermaßen praktiziert.

Es erfolgten einheitliche Saattermine in den Jahren 2010-13: Winterweizen wurde Ende September bis Anfang Oktober gedreht, der Winterraps Mitte-Ende August und die Sommerung Mitte-Ende März, das galt ebenso in Galmsbüll wie auf Fehmarn.

In der zweiten Projektphase 2014-16 wurden auf Fehmarn die Varianten „Pflug früh“ und „Pflug spät“ (Streifen 5,6 und 7,8) zu einem einheitlichen Termin gepflügt, in den Streifen 3 und 4 bzw. 9 und 10 wurde zu einem Termin gegrubbert und die Streifen Nr. 1 und 2 bzw. Nr. 11 und 12 wurden als flache Mulchsaat geführt.

Auf Fehmarn wurden ab Herbst 2013 in den jeweils von der Bodenbearbeitung her gleich behandelten Bearbeitungstreifen für die Saat der Winterungen zwei Saattermine eingeführt. Beim Winterweizen Anfang und Ende Oktober, beim Winterraps in der letzten Augustdekade bzw. Anfang September. Während also in 2010-13 auf Fehmarn der Termin der Grundbodenbearbeitung variierte bei gleichen Saatterminen kehrte sich das nun um, jeweils 2 Streifen mit gleicher Grundbodenbearbeitung und unterschiedlichen Saatterminen in den Winterungen (alles in doppelter Ausführung, da 12 Streifen). Die Sommerungen auf Fehmarn in 2015 und 2016 wurden wie in Galmsbüll zu einem Saattermin gesät, 2015 in den Streifen 7-12 (in Var. 1-6 Winterweizen) und 2016 in allen Streifen, 1-12.

**Herbizidapplikationen:** In allen Jahren von 2010-16, in denen Winterweizen angebaut wurde, wurden generell quer zu den Bearbeitungstreifen drei Herbizidvarianten (Block A, B, C, jeweils 24 x 48 m) gelegt:

In Block A wurde nur ein Bodenherbizid zum VA/NAK-Termin ausgebracht (mindestens 240 g/ha Flufenacet), auf Fehmarn wurde zusätzlich im Frühjahr IPU (3 l/ha Arelon Top) nachgelegt, aber kein Atlantis. Block A simulierte die Situation, dass im Winterweizen resistenzbedingt künftig kein Atlantis mehr eingesetzt werden könnte.

In Block B und C wurde in Galmsbüll 2010-12 Atlantis im Frühjahr nachgelegt (0,4 kg/ha, bzw. 0,5 kg/ha plus FHS + AHL zu einem Termin).

Auf Fehmarn wurde ab 2011 in Block B und C ebenfalls Atlantis im Frühjahr nachgelegt, jeweils 0,5 kg/ha + FHS + AHL zu zwei, etwa 10-14 Tage auseinanderliegenden Terminen. In 2010 war in Block B noch Axial im Herbst an Stelle von Atlantis ausgebracht worden, das aber resistenzbedingt versagte.

Im Feld wirkte Atlantis noch auf beiden Standorten.

Im Winterraps und in den Sommerungen erfolgten aufgrund der Resistenzsituation (AF resistent gegenüber ACCase-Hemmern) keine Differenzierung der Herbizidmaßnahmen mehr. Die Behandlungen wurden in diesen Kulturen ortsüblich durchgeführt. Im Raps wurde Metazachlor im VA/NAK ausgebracht und DIMs zum NAF-Termin mit deutlich abnehmender Wirkung sowie Propyzamid im Spätherbst. Im Sommergetreide wurden außer IPU (wenn genügend Bodenfeuchte vorhanden war) wegen der vorhandenen FOP- und DEN-Resistenzen auf beiden Standorten keine weiteren Herbizide ausgebracht.

Alle übrigen Maßnahmen (Düngung und Pflanzenschutz) erfolgten an beiden Standorten ebenfalls ortsüblich und einheitlich auf den Versuchsflächen.

Das Wesentliche des Projektes war: der Acker-Fuchsschwanzbesatz wurde rund um das Jahr mit dem Göttinger Zählrahmen immer wieder gezählt, im Mittel der Jahre 10 mal pro Jahr. Zunächst die Anzahl an AF-Pflanzen, wenn das wegen der Bestockung nicht mehr möglich war, wurde der Ungrasdeckungsgrad in % erfasst und schließlich AF-Ähren/m<sup>2</sup> vor der Ernte gezählt. Auf Fehmarn wurde an 180 Zählpunkten 4x gezählt, daneben frei in der Fläche, in Galmsbüll generell frei in der Fläche, jeweils 288 Zählungen pro Durchgang.

Die Bonitur des AF-Besatzes erfolgte in allen Jahren auf jedem einzelnen Bearbeitungstreifen und getrennt in den Blöcken A, B, C, auch dann, als in den Jahren 2014-16 einheitlichere Maßnahmen erfolgten da die Nachwirkungen der Maßnahmen aus 2010-13 erfasst werden sollten.

Außerdem wurden Witterungsdaten, die Bestandesdichten der Kulturen, die Herbizidwirkungen, Krankheiten oder Schädlinge, sofern sie auftraten, Frost- und Nässeauswirkungen und weitere Auffälligkeiten festgehalten.

Die Beerntung der Teilflächen wurde im Kerndrusch mit dem Parzellenmähdrescher durchgeführt, pro Bodenbearbeitungsvariante, d. h. pro Streifen, 18 Ernteparzellen. Wenn die Fläche aus innerbetrieblichen Gründen mit dem Häcksler für die Biogasanlage beerntet wurde, konnte mangels Versuchstechnik nur der Ertrag des gesamten Streifens erfasst werden.

Die Verrechnung der Erträge geschah soweit möglich über das PIAF-Programm und mit Hilfe des Statistikprogramms Minitab 18, über das auch weitere Verrechnungen durchgeführt wurden, soweit das von der statistischen Verteilung der Werte her möglich war.

In den Jahren 2012 und 2016 wurde das Potenzial keimfähiger AF-Samen im Boden anhand von Bodenproben von den Flächen erfasst. Die Bodenproben wurden aus 0-5, 5-10 und 10-30 cm Tiefe gezogen und im Gewächshaus in flache Schalen (einheitliche Menge mit 2750 ml/pro Schale) eingebracht, eine ca. 2-3 cm dicke Schicht, darunter eine 2 cm dicke Torfschicht und eine Unkrautfolie, um die Feuchte von unten sicher zu stellen und Unkrautwuchs aus dem Torf zu verhindern, regelmäßiges Gießen der Schalen von oben. Alle vier Wochen wurden die bis dahin aufgelaufenen AF-Pflanzen (und Unkräuter) gezählt, entfernt und der Boden umgerührt, um die zur weiteren AF-Keimung nötigen Lichteffekte zu verursachen. Das wurde fortgesetzt, bis kein neuer AF mehr keimte (1 Jahr lang).

Der Resistenzstatus des AF an beiden Standorten wurde anhand von AF-Samen-Proben aus den Flächen durch die Firma Bayer CropScience im Gewächshaustest festgestellt, in Galmsbüll jedes Versuchsjahr, auf Fehmarn 2010-13. Auf beiden Flächen gab es Resistenzen des Acker-Fuchsschwanzes gegen ACCase-Hemmer, in den letzten Jahren wurden zunehmend Minderwirkungen gegenüber Atlantis im Gewächshaustest festgestellt, die aber im Feld noch nicht sichtbar wurden.

## **Ergebnisse**

Auf den Teilstücken, auf denen Atlantis noch mit voller Feldwirkung eingesetzt wurde, wurden die ackerbaulichen Effekte auf den Acker-Fuchsschwanzbesatz als Folge der unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren weitgehend überdeckt. Ohne Atlantis wurden sie sichtbar, also besonders im Block A an beiden Standorten. Man konnte hier erkennen, was passiert, wenn Atlantis aus Resistenzgründen nicht mehr wirkt. In Tabelle 1 werden die AF-Zählergebnisse aus

Galmsbüll vor der Ernte über alle Versuchsjahre aufgezeigt (Block A und in Klammern eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus Block B/C). Auf Fehmarn waren die Ergebnisse – auf einem weniger hohen AF-Besatz-Niveau – vergleichbar, aus Platzgründen wird daher hier auf eine Darstellung verzichtet.

**Tab. 1** Ergebnisse der AF-Zählungen (AF-Ähren pro m<sup>2</sup>) vor der Ernte in Galmsbüll in den Jahren 2010-16.

**Tab. 1** Results of black-grass counts (heads per m<sup>2</sup>) before harvest in Galmsbüll in 2010-16.

2010-12 WW	Var. 1 Pflug früh	Var. 2 Pflug spät	Var. 3 Mulchsaat früh (Grubber)	Var. 4 Mulchsaat spät (Grubber)	Var. 5 Mulchsaat flach	Var. 6 Sommerung SW
2013 Wi-Raps		Pflug		Mulchsaat (Grubber)	Mulchsaat flach	Mulchsaat (Grubber)
2014-16 Sommerung (Hofe – So- Roggen/SG- SW)		Pflug		Mulchsaat (Grubber)	Mulchsaat flach	
AF-Ähren am 06.07.10	15,0 (0,1)	100,3 (0,1)	38,3 (1,25)	143,5 (2,0)	29,0 (1,1)	Mittel 16,3
AF-Ähren am 02.07.11	57,5 (40,9)	345,0 (10,9)	577,5 (45,3)	1137,5 (36,9)	321,9 (14,7)	Mittel 135,8
AF-Ähren am 22.06.12	392,5 (2,2)	899,4 (2,2)	1401,3 (53,1)	1402,5 (54,4)	1110,6 (241,3)	Mittel 238,8
AF-Ähren am 19.07.13	87,5 (123,1)	477,5 (58,8)	367,5 (56,6)	606,3 (140,0)	1204,4 (644,1)	Mittel 124,0
AF-Ähren am 14.06.14	43,8 (7,8)	57,5 (4,4)	95,0 (25,9)	191,3 (84,4)	344,4 (234,4)	Mittel 59,8
AF-Ähren am 16.07.15	53,8 (23,8)	75,6 (25,3)	68,8 (43,8)	71,9 (31,6)	46,9 (66,3)	Mittel 32,5
AF-Ähren am 18.07.16	153,1 (100,3)	219,4 (113,4)	133,8 (90,9)	122,5 (105,9)	97,5 (126,6)	Mittel 98,8

Erläuterungen zu Tabelle 1:

- Werte für Var. 1-5 aus Block A (2010-12 nur Bodenherbizideinsatz),
- Werte für Var. 6 aus dem ganzen Bearbeitungsstreifen, da einheitliche Herbizid-Behandlung
- Werte in Klammern: Var. 1-5 Mittelwerte aus Block B/C (2010-12 Atlantis-Nachlage nach bodenherbizid)
- In 2012 und 2013 in Var. 5 (flache Mulchsaat) infolge von Auswinterung Nachsaat von SW, der aber sehr dünn blieb und wenig konkurrenzkräftig war.

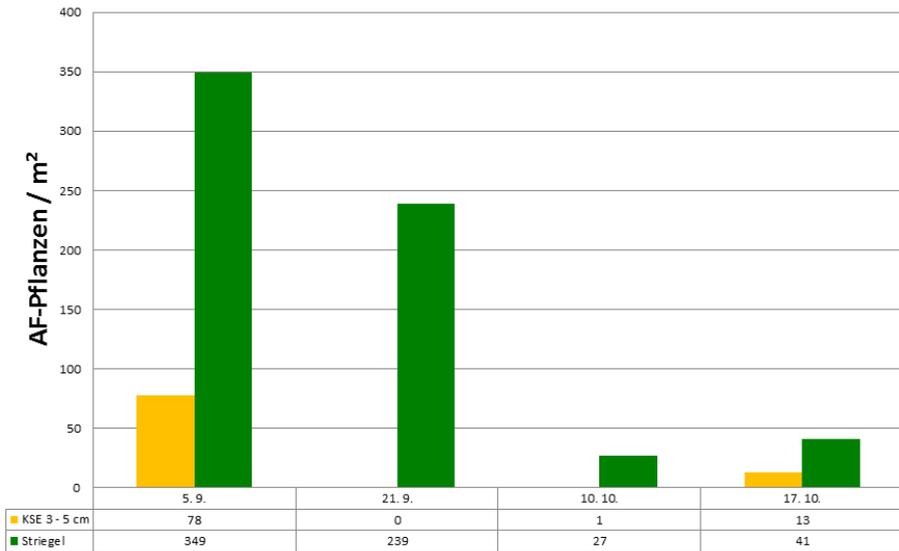
Mit dem Pflugeinsatz konnte der Acker-Fuchsschwanz (AF) 2010-13 reduziert werden. In Galmsbüll war dabei die Variante „Pflug früh“ die wirksamere, auf Fehmarn waren, nach vielen Jahren mit Mulchsaat, beide Pflugvarianten effektiv. Sie blieben es auch in den Folgejahren. Im Jahr 2016 in Galmsbüll wurden allerdings AF-Nester aus den Vorjahren wieder hochgepflügt.

Mulchsaaten (tiefere Grubbersaaten und flache Mulchsaaten) ließen den AF-Besatz an beiden Standorten im Block A im Winterweizen generell deutlich ansteigen.

Die Nachwirkungen nicht ausreichender AF-Bekämpfung waren mehrere Jahre erkennbar, denn wenn viel Acker-Fuchsschwanz in den Kulturen stand, wurde auch viel Samen in den Boden eingetragen. Es bildete sich also in Block A besonders in den Mulchsaaten im Boden ein Samen-Puffer (Abb. 5), das „Gedächtnis“ des Bodens.

In der Marsch funktionierte die flache Mulchsaat nässebedingt nicht, den Kulturen ging „die Luft aus“. Die vom Institut für Agrartechnologie der TI Braunschweig durchgeführten Untersuchungen an im Februar 2013 gezogenen Stechzylinderproben bestätigten das geringe Volumen luftführender Poren in der flachen Mulchsaat (Var. 5). Das erklärt die Auswinterungen in der Variante 5 in Galmsbüll in den Jahren 2012 und 2013.

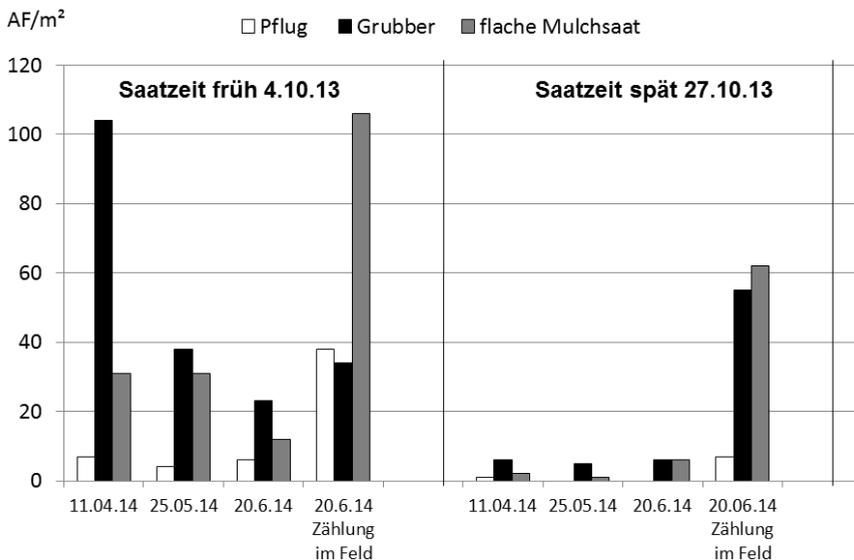
In der flachen Mulchsaatvariante auf Fehmarn wurde flaches Striegeln eingeführt. Im Rahmen der Stoppelbearbeitung erwies sich in einem Versuch auf Fehmarn (trockener Herbst) ein flacher Striegel-Einsatz (1-2 cm tief) als geeigneter zur Förderung des Auflaufens von Acker-Fuchsschwanz (und nachfolgender Beseitigung) als die Kurzscheibenegge, die AF-Samen vergräbt (Abb. 3).



**Abb. 3** Stoppelbearbeitung Fehmarn 2012, Vergleich von Kurzscheibenege (KSE) und Striegel (U. Henne, 2013).

**Fig. 3** Stubble treatment, Fehmarn 2012, comparison of disk and harrow (U. Henne, 2013).

Die Spätsaaten auf Fehmarn reduzierten in 2013/14 den AF-Besatz (Abb. 4). In 2014/15 war aufgrund der feuchten Herbstwitterung zu beiden Saatterminen die Bodenherbizidwirkung so gut, dass keine Saateffekte festgestellt werden konnten. Ebenso überdeckte die Behandlung mit Atlantis in Block B und C alle Effekte der weiteren getesteten Versuchsvarianten.



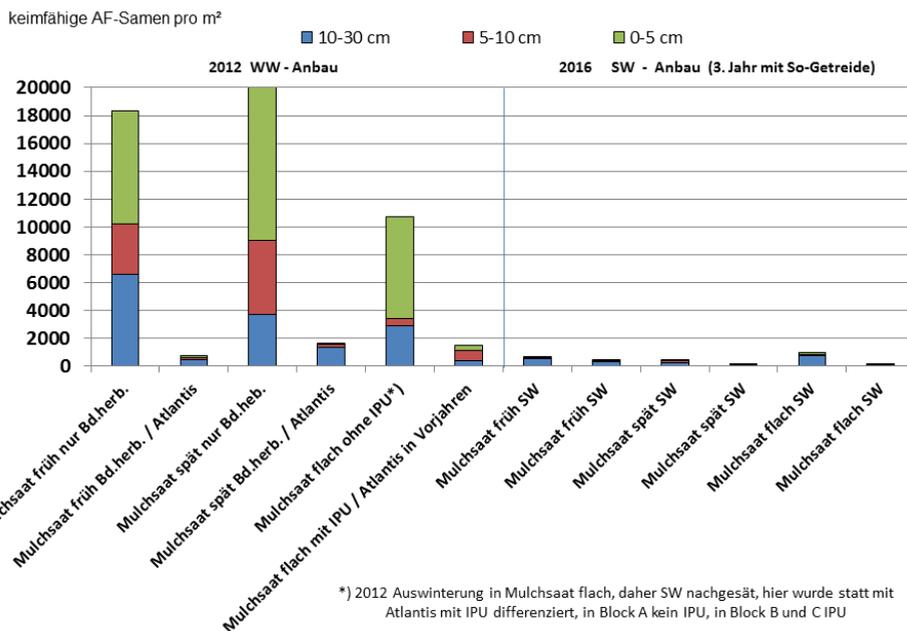
11.4.14: AF-Pflanzen/m<sup>2</sup>, danach AF-Ähren/m<sup>2</sup>

**Abb. 4** Verschiedene Saattermine im Herbst 2013, AF im Winterweizen, Fehmarn, Frühjahr 2014, Block A.

**Fig. 4** Different sowing dates in autumn 2013, black-grass in winter wheat, Fehmarn, spring 2014, Block A.

Nach Winterraps blieb der AF-Besatz gering solange die blattaktiven Herbizide wirkten und nicht zu viel Acker-Fuchsschwanz in der Samenbank des Bodens vorhanden war. Ansonsten war es schwer, vom NAK-Termin bis zum Termin der Kerb-Applikation den Acker-Fuchsschwanz zu kontrollieren. Das zeigte sich 2013 in Galmsbüll sehr deutlich (Tab. 1).

Durch den Anbau von Sommergetreide wurde der AF-Besatz in den Sommerkulturen gedrückt, wobei die Konkurrenzkraft besonders von der Entwicklungsgeschwindigkeit und der Bestandesdichte der Kultur bestimmt wurde (Tab. 1). Durch mehrjährigen Sommergetreideanbau konnte der Acker-Fuchsschwanz in der Samenbank wieder reduziert werden (Abb. 5).



**Abb. 5** Ergebnis der Testung auf keimfähige AF-Samen im Boden, Galmsbüll 2012 und 2016 – Mulchsaaten.

**Fig. 5** Results of tests to evaluate the amount of black-grass seeds alive in the soil, Galmsbüll 2012 and 2016 – reduced tillage.

## Diskussion

Die Ergebnisse aus Galmsbüll und Fehmarn decken sich mit denen anderer Autoren (Moss, 1979; KNAB und HURLE, 1988; CHAUVEL et al., 2009; LUTMAN und Moss, 2009; Moss et al., 2013; COOK et al., 2014).

Einige Anmerkungen zu den getesteten Verfahren:

Die Variante „Pflug früh“ bekämpfte den Acker-Fuchsschwanz besser als das klassische Pflügen kurz vor dem Saattermin. Das lag vor allem daran, dass im fertigen Saatbett (Scheinbestellung) der Acker-Fuchsschwanz aus der sekundären Keimruhe sofort keimen und auflaufen konnte (MENCK, 1968), umso stärker, je mehr Zeit er dazu hatte, je später also letztlich gesät wurde. Dieser Acker-Fuchsschwanz konnte vor der Saat der Kultur mit Glyphosat beseitigt werden, sodass in der Kultur selbst der Selektionsdruck auf die dort eingesetzten Herbizide geringer war. Generell ist bei allen Verfahren mit Scheinbestellung ein Einschlitzen der Saat mit möglichst minimaler Bodenbewegung wichtig. Ein Nachteil beim Pflügen ist generell, dass viel aus der Vorkultur stammender Acker-Fuchsschwanz im Boden begraben wird und in den Folgejahren wieder in obere Bodenschichten gelangt. Zudem gibt es beim Verfahren „Pflug früh“ ein höheres

Wetterrisiko als beim klassischen Pflugverfahren kurz vor dem Saattermin, da der offen liegende Boden nach der Scheinbestellung bei heftigen Niederschlägen leichter verschlämmt oder bei Dürre stärker austrocknet. Und eine gründliche Stroheinmischung ist nur bedingt möglich bei dem Verfahren. In der Praxis hat sich das Verfahren „Pflug früh“ in der Marsch aber bewährt.

Die klassische Pflugvariante („Pflug spät“) erlaubt eine mehrfache, erst ganz flache und dann vertiefende Stoppelbearbeitung und Stroheinarbeitung vor dem Pflugeinsatz. Hat der Acker-Fuchsschwanz allerdings eine lange primäre Keimruhe, hilft das nicht, da das Ungras nicht keimt (Cook et al., 2006). Dann müsste eigentlich bis Ende der primären Keimruhe abgewartet und beim Winterweizenanbau eine sehr späte Pflugsaat eingeplant werden, die aber mit einem sehr hohen Wetterrisiko verbunden sein kann. Oder es wird früher gepflügt und wieder mehr AF-Samen aus der Vorfrucht vergraben.

Grubber-Mulchsaaten auf AF-Standorten sind auf Dauer nur dann sinnvoll, wenn sie mit sehr späten Winterweizen-Saatterminen oder mit Sommergetreideanbau kombiniert werden.

In der flachen Mulchsaat laufen im Herbst vor der Bestellung und in der Kultur besonders viele AF-Pflanzen auf, da die Masse der AF-Samen in den obersten cm des Bodens liegen bleibt und unter günstigen Bedingungen der Acker-Fuchsschwanz als Lichtkeimer daher jederzeit keimen und auflaufen kann. Das ist der Grund, warum an beiden Standorten die flache Mulchsaat zur AF-Regulation nicht optimal war. In Sommerungen war bei flacher Mulchsaat der Selektionsdruck auf das vorab eingesetzte Glyphosat extrem hoch. Dazu kam auf Fehmarn, dass das Stroh aus der Vorfrucht hier die Nachfrucht stärker belastete.

In die tiefere Samenbank wird in der flachen Mulchsaat allerdings kein neuer Acker-Fuchsschwanz eingetragen. Tiefer als 5-10 cm in der Samenbank liegende AF-Samen werden im Laufe der Jahre im Boden inaktiviert (Cook et al., 2014), auf schweren nassen Standorten dauert das allerdings lange. So fand sich in der Marsch nach 7 Jahren in der flachen Mulchsaat noch ein Restbestand keimfähiger Samen im Boden aus 10-30 cm Tiefe.

Die Spätsaat von Winterweizen hat viele Vorteile, allerdings sollte sie frühestens Ende Oktober mit einer Schlitzsaat erfolgen. Dann ist genug Zeit zur AF-Bekämpfung vor der Saat und biologisch bedingt erfolgt weniger AF-Auflauf nach der Saat (MENCK, 1968). Zudem erfolgt auch weniger Pilz-, Schädlings-, Virus- und Lagerdruck im Folgejahr. Allerdings ist das Wetterrisiko bei diesem Verfahren hoch und gut funktionierende Verfahren der Schlitzsaat in feuchten Boden sind noch nicht ausgereift. Das Einrichten fester Fahrspuren und leichte, breite Sämaschinen wären teilweise eine Option. Die Praxis geht ungern das Risiko von Spätsaaten ein, zumal bei frühem Wintereinbruch auch das Auswinterungsrisiko steigt oder zumindest die Winterweizenerträge sinken können. Mit steigendem AF-Druck im Winterweizen, der erheblich Ertrag kosten kann, werden aber spätere Saaten ökonomisch interessanter und auch Sommerungen, da hier zusätzlich der Aufwand geringer als im Winterweizen ist. Wer sich fest auf Spätsaaten einstellt, sollte bei der Sortenwahl auf winterfeste Sorten setzen und ggf. einen Teil seines Saatweizens als Wechselweizen einkaufen. Hier fehlen derzeit aber noch potente Sorten.

Mehrfähriger Sommergetreideanbau ist eine echte Option zur Sanierung von mit Acker-Fuchsschwanz befallenen Flächen, wenn einige Grundvoraussetzungen erfüllt werden: Die Fläche sollte nach der Ernte mindestens 14 Tage liegen bleiben, um Prädatoren ihre Arbeit zu ermöglichen (NIEMANN, 2002). Die Zeit im Herbst muss danach intensiv zur AF-Bekämpfung genutzt werden. Da der Acker-Fuchsschwanz überwiegend im Herbst aufläuft (MENCK, 1968; WALLGREN et al., 1978; BOND et al., 2007) sind gute Effekte erreichbar. Die Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung sind im Herbst durchzuführen, danach auflaufender Acker-Fuchsschwanz wird im Frühjahr durch Glyphosat beseitigt. Die Saat im Frühjahr muss mit minimaler Bodenbewegung eingeschlezt werden und die Saatmengen sollten keinesfalls knapp bemessen sein. Denn auf Resistenzstandorten stehen kaum mehr Herbizide gegen den AF im Sommergetreide zur Verfügung, daher muss die Konkurrenzkraft des ausreichend dichten Bestandes den Bekämpfungseffekt bringen. Daher ist das Verfahren auf Standorten mit Vorsommertrockenheit

nicht möglich. Das Manko des Systems ist, dass Glyphosat fast unverzichtbar ist, vor allem, wenn witterungsbedingt mechanische AF-Bekämpfungsmaßnahmen versagen.

Das ist auch der Punkt, an dem weitere AF-Projekte ansetzen müssen: Wie bekommt man die AF-Kontrolle ackerbaulich ganz ohne Glyphosat hin? Auf schweren Standorten mit viel Nässe, auf denen die Resistenzen des Acker-Fuchsschwanzes bereits deutlich fortgeschritten sind, wird man ggf. ohne das Totalherbizid den Ackerbau einstellen müssen.

Generell ist festzuhalten, dass ackerbauliche Maßnahmen zur AF-Bekämpfung - nicht zuletzt aufgrund stärkerer Witterungseinflüsse - nie so sicher in ihrer Wirkung vorauszusagen sind wie das bei einem gut funktionierenden Herbizid der Fall ist. Dennoch müssen sie stärker in der Praxis praktiziert werden, um die noch vorhandenen Herbizide zu schonen, auch dort, wo sich die Resistenzen noch in Grenzen halten. Es ist falsch, erst dann stärker auf den Ackerbau zu setzen, wenn Resistenzen bereits massiv vorhanden sind. Dabei ist sehr stark situativ vorzugehen, Patentrezepte gibt es nicht.

Ist erst einmal ein höherer AF-Besatz auf einer Fläche vorhanden, der Resistenz-bedingt chemisch nicht mehr ausreichend zu bekämpfen ist, muss man generell Abstriche vom gewohnten monetären Ertrag machen. Dann geht es vor allem darum, weiterhin überhaupt noch Ackerbau auf einer mit Acker-Fuchsschwanz verseuchten Fläche betreiben zu können.

## Literatur

- BOND, W., G. DAVIES und R. TURNER, 2007: The biology and non-chemical control of black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.), 12 S., <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds>.
- CHAUVEL, B., J.-P. GUILLEMIN und N. COLBACH, 2009: Evolution of a herbicide-resistant population of *Alopecurus myosuroides* Huds. in a long-term cropping system experiment. *Crop Protection* **28** (4), 343-349.
- COOK, S.K., A.J. SWAIN, J. CLARKE, S. MOSS, Z. HUGHES, J. ORSON, L. POWELL, A. CREASEY, K. NORMAN and J. ALFORD, 2006: Improving crop profitability by using minimum cultivation and exploiting grass weed ecology. HGCA Project Report No. **381**, 2006, 90 S.
- COOK, S., J. CLARKE, S.R. MOSS, C. BUTLER ELLIS, R. STOBART und K. DAVIES, 2014: HGCA, Managing weeds in arable rotations, 24 S., HGCA Publication T 0845 245 0009, 2010, updated 2014, download under: [www.hgca.com](http://www.hgca.com).
- KNAB, W. und K. HURLE, 1988: Einfluss der Grundbodenbearbeitung auf Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XI*, 97-108.
- LUTMAN, P. und S.R. MOSS, 2009: The management of weeds in winter cereals: the role of crop agronomy. Research review for Syngenta, 2009, 56 pp.
- MENCK, B.-H., 1968: Biologie des Ackerfuchsschwanzes (*Alopecurus myosuroides* Huds.) und seine Verbreitung in Schleswig-Holstein, Inaugural-Dissertation am Inst. für Phytopath., Christian-Albrechts-Universität Kiel, 1968, 250 S.
- MOSS, S.R., 1979: The influence of tillage and method of straw disposal on the survival and growth of black grass, *Alopecurus myosuroides*, and its control by chlortoluron and isoproturon. *Annual of Appl. Biology* **91**, 91-100.
- MOSS, S.R., P. LUTMAN, S. COOK und S.J. WELHAM, 2013: A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* **53**, 299-313.
- NIEMANN, P., 2002: Eliminierung von Ausfallweizen durch Formen der Stoppelbearbeitung. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII*, 625-632.
- WALLGREN, B. und K. AVHOLM, 1978: Dormancy and germination of *Apera spica-venti* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds. *Swedish Journal of Agricultural Research* **8**, 11-15.