

Voßhenrich, Hans-Heinrich et al.

Working Paper

Entwicklung nachhaltig wirkender Methoden zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung

Thünen Working Paper, No. 99

Provided in Cooperation with:

Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries

Suggested Citation: Voßhenrich, Hans-Heinrich et al. (2018) : Entwicklung nachhaltig wirkender Methoden zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung, Thünen Working Paper, No. 99, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig,
<https://doi.org/10.3220/WP1530178331000>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/180656>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Entwicklung nachhaltig wirkender Methoden zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung

Hans-Heinrich Voßhenrich, Manja Landschreiber, Ulrich Henne, Constanze Schleich-Saidfar, Jana Epperlein, Klaus Olderog-Enge, Hinrich Matthiesen

Thünen Working Paper 99

PD Dr. H.-H. Voßhenrich

Thünen-Institut für Agrartechnologie
Bundesallee 47
38116 Braunschweig
Tel. 0531-5964469
Fax. 0531-5964199
E-Mail: hans.vosshenrich@thuenen.de

Manja Landschreiber

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Abt. 3
Meesenring 9
23566 Lübeck
Tel. 0451-31702025
E-Mail: mlandschreiber@lksh.de

Ulrich Henne

Landwirtschaftsberater
Arfrader Weg 4
23617 Eckhorst
Tel. 0451- 4982256
E-Mail: u.henne@kabelmail.de

Dr. Constanze Schleich-Saidfar

ehemals Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Abt, 3
Bi de Boomschool 6
25813 Husum
Tel. 04841-775676
E-Mail: co-schleich@t-online.de

Dr. Jana Epperlein

Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung (GKB) e.V.
Hauptstraße 6
15366 Neuenhagen
Tel. 03342-422130
Fax: 03342-422131
E-Mail: Jana.Epperlein@GKB-eV.de

Klaus Olderog-Enge

Landwirtschaftsbetrieb
Petershof
23769 Fehmarn OT Petersdorf
Tel. 04372- 1090
E-Mail: olderog-petershof@t-online.de

Hinrich Matthiesen

Ackerbau GbR
Spalönj 43
25920 Risum-Lindholm
Tel. 04661- 8924
E-Mail: ackerbau.matthiesen@t-online.de

Thünen Working Paper 99

Braunschweig/Germany, März 2018

Zusammenfassung

In einem 7-jährigen Großflächenversuch wurde an zwei Standorten (Marsch und Parabraunerde) im Rahmen einer Fruchtfolge mit Wi-Raps, 3 x Wi-Weizen 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 Fruchtfolgliedern „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 wurde hier eine voll ausgeprägte Resistenz des Acker-Fuchsschwanzes, die de facto auf den Flächen derzeit noch nicht vorhanden war, gegenüber diesem Herbizid simuliert. 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 Ackerfuchsschwanzauflauf-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 eingeschlitzt 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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Abstract	2
Inhaltsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	9
1. Problemstellung	1
1.1 Ziel dieses Projektes.....	2
2. Zur Biologie des Ackerfuchsschwanzes	3
3. Standorte	8
4. Prüffaktoren.....	8
4.1 Fruchtfolge in den Jahren 2010-16.....	9
4.2 Lagepläne 2010-12 in Galmsbüll und 2010-13 auf Fehmarn	10
4.3 Bodenbearbeitung und Saat 2010-12 und 2013 – 16 die Einzelheiten.....	13
4.3.1 Pflug früh, Mulchsaat früh:	13
4.3.2 Pflug spät, Mulchsaat spät:.....	13
4.3.3 Mulchsaat flach:.....	13
4.3.4 Sommerung:	14
4.4 Geplante Herbizidstrategie (quer zu den Bodenbearbeitungsvarianten gelegt).....	16
4.5 Erfassung von Versuchsdaten:	18
5. Die Witterung in den Jahren 2009-16.....	19
6. Ergebnisse an den Standorten	22
6.1 Zähl- und Boniturergebnisse.....	22
6.1.1 Herbstbonituren in Galmsbüll 2010-12	22
6.1.2 Die Bodenbearbeitungsvarianten 2010-13 auf Fehmarn und 2010-12 in Galmsbüll – AF-Ähren/m ² vor Ernte	23
6.1.2.1 Grubber und AF-Besatz	27

6.1.2.2	Pflug und AF-Besatz.....	28
6.1.2.3	Flache Mulchsaat in Galmsbüll.....	29
6.1.2.4	Flache Mulchsaat auf Fehmarn	31
6.1.2.5	Erträge im WW in Block A in Galmsbüll 2011 und auf Fehmarn 2012	33
6.1.3	Was bewirkten die blattaktiven Herbizide?.....	35
6.1.3.1	Die Wirkung von Axial 50 auf Fehmarn in 2010	35
6.1.3.2	Was bewirkte Atlantis?	36
6.1.4	Ist Winterraps eine Sanierungsfrucht?	40
6.1.4.1	Winterraps in Galmsbüll 2012/13	40
6.1.4.2	Winterraps auf Fehmarn 2010, 2013, 2014	46
6.2	Zur Samenbank im Boden 2012.....	52
6.3	Umstellung des Projektkonzeptes auf beiden Standorten 2014-16	54
6.3.1	Saatzeitunterschiede auf Fehmarn und in Klein Schenkenberg	55
6.3.2	Sommergetreide anbauen	63
6.3.2.1	Sommergetreide in Galmsbüll.....	63
6.3.2.2	Sommerweizen auf Fehmarn	74
6.3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse 2010-16 an beiden Standorten (AF-Ähren/m ² vor Ernte)	80
6.3.4	Nachwirkungen in Galmsbüll nach Projektende 2016/2017	84
6.4	Effekte auf den AF-Samenvorrat im Boden in 2016	85
7.	Ergebnisse der Resistenztests	87
7.1	Resistenztests an AF-Samen aus Galmsbüll.....	87
7.2	Resistenztests an AF-Samen aus Fehmarn	92
8.	Diskussion	99
8.1	Ergebnisse anderer Autoren	100
8.2	Weitergehende Überlegungen und Empfehlungen zu den im Projekt durchgeführten Maßnahmen zur AF-Bekämpfung.....	104
8.2.1	Striegeln	104
8.2.2	Spätsaaten	106
8.2.3	Konsequent pflügen.....	108
8.2.4	Winterraps als Sanierungsfrucht	109
8.2.5	Sommerungen anbauen	110
8.2.5.1	Welche Sommerung?	110
8.2.5.2	Welche Effekte haben besonders in Galmsbüll zur AF-Reduzierung beim Anbau von Sommerungen beigetragen?	112
8.2.5.3	Was ist zu beachten, damit Sommergetreide den AF auch wirklich niederhalten kann?	113
8.2.6	Alle 4-5 Jahre pflügen, dazwischen flache Mulchsaat oder Direktsaat?	116
8.2.7	Auf weitere ackerbauliche Stellschrauben zur AF-Bekämpfung wird nur kurz hingewiesen:	118

9. Ausblick.....	119
10. Zur Ökonomie	122
10.1 Ökonomischer Vergleich der Sommerungen zu Winterweizen	122
10.2 Vergleich der Maschinenkosten (Vollkosten inkl. Arbeitskosten) der verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren	123
11. Danksagung.....	126
12. Anhang I.....	127
12.1 Statistik Galmsbüll, t-Test-Ergebnisse (AF-Ähren/m ² vor Ernte 2010-16)	127
12.2 Statistik Fehmarn, t-Test-Ergebnisse (AF-Ähren/m ² vor Ernte 2012 – an den Zählpunkten gezählt).....	131
12.3 Statistik Fehmarn, t-Test-Ergebnisse (AF-Ähren/m ² vor Ernte 2015 – frei in der Fläche gezählt)	131
13. Anhang II.....	132
13.1 Zusätzlich verwendete Literatur	132
13.2 Literaturverzeichnis	133
13.3 Abkürzungsverzeichnis	139
14. Anhang III.....	143
14.1 Optionen zur AF-Bekämpfung mit ackerbaulichen Maßnahmen	143

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Fruchtfolge 2010-16 in Galmsbüll und in Petersdorf	9
Tabelle 4-2: Versuchsanlage 2009-12 Galmsbüll	14
Tabelle 4-3: Versuchsanlage 2009-13 Fehmarn	15
Tabelle 5-1: Die Monatsniederschläge im Raum Galmsbüll 2009-2016 (in mm)	20
Tabelle 5-2: Die mittleren Monatstemperaturen im Raum Galmsbüll 2009-2016 (in °C)	20
Tabelle 5-3: Die Monatsniederschläge auf Fehmarn 2009-2016 (in mm)	21
Tabelle 5-4: Die mittleren Monatstemperaturen auf Fehmarn 2009-2016 (in °C)	21
Tabelle 6-1: AF-Zählungen vor der Bestellung in Galmsbüll 2010-12	22
Tabelle 6-2: AF-Zählungen vor Winter in Galmsbüll 2010-12	23
Tabelle 6-3: Ergebnisse der AF – Zählungen vor Ernte 2010-12 in Galmsbüll, Block A	24
Tabelle 6-4: Ergebnisse der AF – Zählungen an den Zählpunkten vor Ernte 2010-12 auf Fehmarn (Varianten 7-12, Block A)	26
Tabelle 6-5: AF-Zählungen auf Fehmarn 2010-12 – an den Zählpunkten und frei in der Fläche gezählt (Varianten 7-12, Block A)	26
Tabelle 6-6: AF-Zählungen auf Fehmarn 2011-13 an den Zählpunkten und frei in der Fläche gezählt (Varianten 1-6, Block A)	27
Tabelle 6-7: Bestandsdichten der Kulturen in den Versuchsjahren in Galmsbüll	30
Tabelle 6-8: AF-Pflanzen/m ² - Striegelversuch auf Fehmarn, Herbst 2012	31
Tabelle 6-9: Weizenpflanzen/m ² - Striegelversuch auf Fehmarn, Herbst 2012	31
Tabelle 6-10: WW-Ertrag auf Fehmarn 2013, Var. 1-6, Block A	32
Tabelle 6-11: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren pro m ² und Erträge in dt/ha, Zählung am 02.07.11	33
Tabelle 6-12: Fehmarn, Ernte 2012, Erträge in dt/ha, Var. 7-12, Block A: Bodenherbizid im VA/NAK, IPU im NAF	34
Tabelle 6-13: Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010 bis 2012 (Ende Juni/Anfang Juli) Var. 7-12, Block B in Petersdorf	35
Tabelle 6-14: AF-Besatz 2010-12 am Standort Galmsbüll nach Atlantis-Applikation auf den verschiedenen Bodenbearbeitungsstreifen	37
Tabelle 6-15: AF-Besatz 2010-12 am Standort Petersdorf nach Atlantis-Applikation auf den Bodenbearbeitungsstreifen 7-12, Block C	38
Tabelle 6-16: AF-Besatz 2011-13 am Standort Petersdorf nach Atlantis-Applikation auf den Bodenbearbeitungsstreifen 1-6, Block B	39
Tabelle 6-17: AF-Besatz 2011-13 am Standort Petersdorf nach Atlantis-Applikation auf den Bodenbearbeitungsstreifen 1-6, Block C	39
Tabelle 6-18: Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen und Bonituren im Herbst 2012 in Galmsbüll	40
Tabelle 6-19: Galmsbüll: Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010-2013	45
Tabelle 6-20: WW 2011 nach Wi-Raps: AF-Ähren pro qm (Varianten 1-6, Block A, B, C)	49
Tabelle 6-21: Wi-Raps Fehmarn 2012/13, AF-Pflanzen/m ² , Varianten 7-12, Block A	49
Tabelle 6-22: Wi-Raps Fehmarn 2012/13, AF-Pflanzen/m ² , Varianten 7-12, Block B	50
Tabelle 6-23: Wi-Raps Fehmarn 2012/13, AF-Pflanzen/m ² , Varianten 7-12, Block C	50
Tabelle 6-24: AF-Besatz im Winterraps, Fehmarn, Herbst 2013, Var. 1-6	51
Tabelle 6-25: Galmsbüll - Gewächshaustests 2012	53
Tabelle 6-26: Fehmarn – Gewächshaustests 2012 (aus Var. 7-12)	53

Tabelle 6-27: Ackerfuchsschwanzpflanzen/m ² im Rapsweizen, Var. 7-12, Herbst 2013, SZ früh	55
Tabelle 6-28: Ackerfuchsschwanzpflanzen/m ² im Rapsweizen, Var. 7-12, Herbst 2013, SZ spät	56
Tabelle 6-29: AF im Winterweizen, Fehmarn, Frühjahr 2014, Var. 7-12, SAATZEIT FRÜH	57
Tabelle 6-30: AF im Winterweizen, Fehmarn, Frühjahr 2014, Var. 7-12, SAATZEIT SPÄT	57
Tabelle 6-31: Bodenbearbeitungs- und Saatzeit-Versuch Weizen, Erträge, Fehmarn Ernte 2014	58
Tabelle 6-32: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2012/13, 1. Saatzeit: 20.09.12	59
Tabelle 6-33: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2013/14, 1. Saatzeit: 01.10.13	59
Tabelle 6-34: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2012/13, 2. Saatzeit: 12.10.12	60
Tabelle 6-35: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2013/14, 2. Saatzeit: 24.10.13	60
Tabelle 6-36: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2012/13, 1. Saatzeit: 20.09.12 - Erträge	61
Tabelle 6-37: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2013/14, 1. Saatzeit: 01.10.13 - Erträge	61
Tabelle 6-38: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2012/13, 2. Saatzeit: 12.10.12 - Erträge	62
Tabelle 6-39: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2013/14, 2. Saatzeit: 24.10.13 - Erträge	62
Tabelle 6-40: AF-Projekt in Galmsbüll 2013/14 –2015/16 -Sommergetreide - Versuchsplan	64
Tabelle 6-41: Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010 bis 2016 in Galmsbüll in Block A	65
Tabelle 6-42: Ergebnisse der AF-Zählungen vom 22.6.2012 über die 6 Bodenbearbeitungs-bzw. Fruchtfolgevarianten und die 3 Herbizidstufen in Galmsbüll	66
Tabelle 6-43: AF-Zählungen vom 18.07.2016 über die ehemaligen 6 Bodenbearbeitungs-bzw. Fruchtfolgevarianten und die ehemaligen 3 Herbizidstufen aus 2010-12. In 2016 SW-Anbau auf der ganzen Fläche in Galmsbüll	66
Tabelle 6-44: AF-Zählungen im Herbst 2013 in Galmsbüll, nach Raps – vor Hafer in 2014	67
Tabelle 6-45: Lageplan Galmsbüll Herbst 2014 - Maßnahmen auf der Stoppel	68
Tabelle 6-46: Galmsbüll: Ergebnisse der AF-Bonituren nach der Hafer-Ernte im Herbst 2014	69
Tabelle 6-47: Ergebnisse der AF-Zählungen im Herbst 2015 in Galmsbüll	70
Tabelle 6-48: Ackerfuchsschwanzzählungen vor Ernte 2010 bis 2016 in Galmsbüll in Block B/C	73
Tabelle 6-49: Ackerfuchsschwanzbesatz in Petersdorf, AF-Pflanzen/m ² im Herbst 2014, Block A, Var. 7-12	74
Tabelle 6-50: Fehmarn, AF-Besatz Block A 2015	75
Tabelle 6-51: Fehmarn, AF-Besatz Block B 2015	75
Tabelle 6-52: Fehmarn, AF-Besatz Block C 2015	76
Tabelle 6-53: AF-Besatz auf Fehmarn, 2016, Block A, B, C	77
Tabelle 6-54: Fehmarn, 2016, Varianten 1-6: SW-Zählungen, Block A, B, C	77
Tabelle 6-55: Fehmarn, 2016, Erträge in Varianten 1-6: erster SW nach WW	78
Tabelle 6-56: Fehmarn, 2016, Varianten 7-12: SW-Zählungen, Block A, B, C	78
Tabelle 6-57: Fehmarn, 2016, Erträge in Varianten 7-12: zweiter SW nach WW	79
Tabelle 6-58: Galmsbüll 2010-16: AF-Ähren/m ² vor Ernte – Zusammenfassung	80
Tabelle 6-59: Fehmarn 2010-16, Var. 1-6, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte	81
Tabelle 6-60: Fehmarn 2010-16, Var. 1-6, Block B, AF-Ähren/m ² vor Ernte	81
Tabelle 6-61: Fehmarn 2010-16, Var. 1-6, Block C, AF-Ähren/m ² vor Ernte	82
Tabelle 6-62: Fehmarn 2010-16, Var. 7-12, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte	82
Tabelle 6-63: Fehmarn 2010-16, Var. 7-12, Block B, AF-Ähren/m ² vor Ernte	83
Tabelle 6-64: Fehmarn 2010-16, Var. 7-12, Block C, AF-Ähren/m ² vor Ernte	83
Tabelle 6-65: Galmsbüll, AF-Bonituren Herbst 2016 bis Frühjahr 2017 und nach der Ernte 2017	84
Tabelle 6-66: Gewächshaustests mit AF-Samen aus Galmsbüll 2016	85

Tabelle 6-67: Gewächshaustests mit AF-Samen aus Fehmarn (aus den Varianten 7-12) 2016	86
Tabelle 7-1: Resistenztests Galmsbüll 2010	87
Tabelle 7-2: Resistenztests Galmsbüll 2011	87
Tabelle 7-3: Resistenztests Galmsbüll 2012	88
Tabelle 7-4: Resistenztests Galmsbüll 2013	88
Tabelle 7-5: Resistenztests Galmsbüll 2014	89
Tabelle 7-6: Resistenztests Galmsbüll 2015	89
Tabelle 7-7: Resistenztests Galmsbüll 2016	90
Tabelle 7-8: Resistenztests Fehmarn 2010, Var. 7-12, Block A	93
Tabelle 7-9: Resistenztests Fehmarn 2010, Var. 7-12, Block B	93
Tabelle 7-10: Resistenztests Fehmarn 2010, Var. 7-12, Block C	94
Tabelle 7-11: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 1-6, Block A	94
Tabelle 7-12: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 7-12, Block A	95
Tabelle 7-13: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 1-6, Block B	95
Tabelle 7-14: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 7-12, Block B	96
Tabelle 7-15: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 1-6, Block C	96
Tabelle 7-16: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 7-12, Block C	97
Tabelle 7-17: Resistenztests Fehmarn 2013, Var. 1-6, Block A	97
Tabelle 7-18: Resistenztests Fehmarn 2013, Var. 1-6, Block B	98
Tabelle 7-19: Resistenztests Fehmarn 2013, Var. 1-6, Block C	98
Tabelle 8-1: AF-Besatz und Bestandesdichten des Sommerweizens in Galmsbüll	115
Tabelle 10-1: Ökonomische Betrachtungen beim Anbau von Winter- und Sommerweizen	122
Tabelle 10-2: Ökonomische Betrachtungen beim Anbau von So-Hafer und So-Gerste	123
Tabelle 10-3: Die ausgewählten Verfahren aus dem KTBL-Feldarbeitsrechner - Kosten in € pro ha	124
Tabelle 10-4: Kostenrechnung der verschiedenen im Projekt 2010-12 durchgeführten Bodenbearbeitungsvarianten - Vollkosten inkl. Arbeitskosten	125
Tabelle 12-1: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2010 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	127
Tabelle 12-2: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2011 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	128
Tabelle 12-3: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2012 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	128
Tabelle 12-4: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2013 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	128
Tabelle 12-5: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2014 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	129
Tabelle 12-6: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2015 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	129
Tabelle 12-7: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2016 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	129
Tabelle 12-8: Fehmarn, Block A, Var. 7-12, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2012 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	131
Tabelle 12-9: Fehmarn, Block A, Var. 7-12, AF-Ähren/m ² vor Ernte 2015 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte	131

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Mutterkorn an AF im Sommer 2016	3
Abbildung 2-2: Eine in Bestandslücken stehende AF-Pflanze bestockt sehr stark!	4
Abbildung 2-3: AF ist überwiegend ausgefallen	7
Abbildung 2-4: Dieser AF-Samen keimte zur Ernte schon wieder	7
Abbildung 4-1: Lage der Fläche Galmsbüll in der Gemarkung	10
Abbildung 4-2: Lage der Fläche Petersdorf in der Gemarkung	10
Abbildung 4-3: Lage Versuchsflächen Galmsbüll	11
Abbildung 4-4: Lage Versuchsflächen Fehmann 2009/10	11
Abbildung 4-5: Lage Versuchsflächen Fehmann 2011-13	12
Abbildung 4-6: Herbizideinsatz in Galmsbüll	16
Abbildung 4-7: Herbizideinsatz auf Fehmarn	17
Abbildung 6-1: Galmsbüll, Fläche der Sommerung 2012	25
Abbildung 6-2: Vergleich der Pflugvarianten in Galmsbüll 2010	28
Abbildung 6-3: Stechzylinderproben aus Galmsbüll "Gesamtporenvolumen" 2013	29
Abbildung 6-4: Stechzylinderproben aus Galmsbüll "Luftkapazität" 2013	29
Abbildung 6-5: Galmsbüll 2012, Mulchsaat spät (links) und Mulchsaat flach (rechts) im Block A	34
Abbildung 6-6: Mulchsaat flach im Sommer 2012, Standort Petersdorf auf Fehmarn am 05.07.2012 (Block A: Bodenherbizid im VA/NAK, IPU Anfang März)	35
Abbildung 6-7: Mulchsaat flach im WW in Petersdorf 2010	36
Abbildung 6-8: Frühjahr 2012 in Galmsbüll, hinten kein Atlantis appliziert	36
Abbildung 6-9: Sommer 2012 in Galmsbüll, vorne mit Atlantis, hinten ohne Atlantis	37
Abbildung 6-10: Galmsbüll, Sommer 2012, Vergleich mit und ohne Atlantis	38
Abbildung 6-11: Galmsbüll im Herbst 2012	41
Abbildung 6-12: Wi-Rapsbestand in Galmsbüll im Oktober 2012, hinten im Bild die flache Mulchsaat	42
Abbildung 6-13: Galmsbüll-02.03.2013	43
Abbildung 6-14: Galmsbüll-02.05.2013	43
Abbildung 6-15: Galmsbüll: Grubber-Mulchsaat (ehemals früh) im späten Frühjahr –28.05.13	44
Abbildung 6-16: AF-Projekt in Galmsbüll-18.07.13 – Grubber-Mulchsaat (ehemals früh)	44
Abbildung 6-17: Fehmarn 30.09.2009, Mulchsaat tief	46
Abbildung 6-18: Fehmarn 30.09.2009, Mulchsaat flach	46
Abbildung 6-19: Fehmarn 30.09.2009, Mulchsaat spät	47
Abbildung 6-20: Fehmarn 30.09.2009, Mulchsaat früh	47
Abbildung 6-21: Fehmarn 30.09.2009, Pflug spät	48
Abbildung 6-22: Fehmarn 30.09.2009, Pflug früh	48
Abbildung 6-23: Untersuchung des AF-Samenpotenziales im Boden	52
Abbildung 6-24: 2. Phase 2013/14 -2015/6, Lageplan in Petersdorf	54
Abbildung 6-25: Galmsbüll: Einschlitzen der Sommerung nach Glyphosat-Anwendung, Fj. 2014	65
Abbildung 6-26: Galmsbüll 23.09.2014	68
Abbildung 6-27: AF-Projekt in Galmsbüll, Spätherbst 2014 (11.11.14)	70
Abbildung 6-28: Ende Oktober 2015 in Galmsbüll im AF-Projekt	71
Abbildung 6-29: Hafer 2014 in Galmsbüll	71

Abbildung 6-30: So-Roggen- /So-Gerstengemisch 2015 in Galmsbüll	72
Abbildung 6-31: So-Weizen 2016 in Galmsbüll	72
Abbildung 8-1: Striegel Fa. Wallner	105
Abbildung 8-2: Striegel Fa. Bendar	105

1. Problemstellung

In den maritim beeinflussten Regionen beeinträchtigt der Ackerfuchsschwanz (AF) den Ackerbau, besonders den Wintergetreide- und Winterrapsanbau erheblich.

Auch bundesweit nimmt die Problematik weiter zu und verschärft sich zunehmend. Die Kontrolle des Ackerfuchsschwanzes allein durch den Herbizid-Einsatz wird schwieriger. Die Anzahl der Flächen, auf denen auch mit dem bisher sehr gut wirkenden blattaktiven Herbizid „Atlantis“ aus Resistenzgründen der Ackerfuchsschwanz nicht mehr ausreichend bekämpft werden kann, ist in den letzten Jahren weiter angestiegen.

Grund dieser Entwicklung ist, dass unter den gegebenen ökonomischen Zwängen eine Wirtschaftsweise begünstigt wurde, die die Verungrasung durch Ackerfuchsschwanz durch folgende Faktoren stark gefördert hat:

- Ungenügende Kenntnisse über eine spezifische Bodenbearbeitung in Anpassung an die Biologie des Ackerfuchsschwanzes, besonders bei Verzicht auf den Pflug,
- enge Winterkulturfruchtfolgen bis hin zur Winterweizenmonokultur,
- frühe Aussaattermine,
- starke Neigung des Ackerfuchsschwanzes zur Resistenzbildung, vor allem gegenüber blattaktiven Herbiziden der Wirkgruppen A: ACCase-Hemmer und B: ALS-Hemmer (nach HRAC),
- rechtlich immer stärker eingeschränktes Herbizidspektrum (z. B. aufgrund von Dränauflagen)

Da Neuentwicklungen, d.h. Herbizide mit völlig neuem Wirkort im Stoffwechsel des Ackerfuchsschwanzes derzeit und auch auf Jahre nach Angaben der Herstellerfirmen nicht zu erwarten sind, wird der Winterweizen- und der Winterrapsanbau auf vielen Flächen mit Ackerfuchsschwanzbesatz künftig in Frage gestellt sein, wenn nicht ackerbaulich umgesteuert wird.

Der Anbau von Wintergerste ist in der Marsch auf Flächen mit hohem Ackerfuchsschwanzbesatz und stärker ausgeprägten Resistenzen des Ungrases gegenüber ACCase-Hemmern schon jetzt häufig nicht mehr möglich.

Die stärkere Einbeziehung ackerbaulicher Maßnahmen allerdings scheitert nicht nur an ökonomischen Zwängen, sondern auch daran, dass nicht ausreichend Erfahrungen und Kenntnisse darüber vorliegen, mit welchen ackerbaulichen Maßnahmen der Ackerfuchsschwanz im Einzelfall am effektivsten zurückgedrängt werden kann, unter Berücksichtigung der Biologie dieses Ungrases. Und auch daran, dass ackerbauliche Maßnahmen nicht immer unter allen Gegebenheiten so eindeutig und sicher wirken wie ein gut funktionierendes Atlantis.

1.1 Ziel dieses Projektes

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

Dabei geht 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 vernichten,
- alten AF-Samen aus der Samenbank im Boden abzubauen.

Diese Ziele sind nicht immer gleichzeitig zu erreichen, aber ein oder zwei Ziele sollten in den Varianten möglichst realisiert werden.

Die spezifische Biologie des Ackerfuchsschwanzes sollte stärker als bisher berücksichtigt werden, sodass je nach Jahreseffekten künftig die ackerbaulichen und besonders die Bodenbearbeitungsmaßnahmen situativ besser an die Biologie des Ungrases im jeweiligen Jahr angepasst werden können.

Um den Ackerfuchsschwanz (AF) effektiv bekämpfen zu können muss man also seine Biologie, kennen. Daher zunächst eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse zur Biologie dieses Ungrases.

2. Zur Biologie des Ackerfuchsschwanzes

AF drückt stark auf den Ertrag: 100 AF-Ähren/m² im Winterweizen führen zu 3-5 dt/ha Ertragsverlust, wie sich in den Versuchen zeigte. Nach Moss ist bei 200 AF-Pflanzen/m² ein Minderertrag von 15 % wahrscheinlich (Moss, 1980). Außerdem werden Lager, Mehltau und Mutterkorn (Abbildung 2-1) durch AF gefördert (Bond, et al., 2007)

Abbildung 2-1: Mutterkorn an AF im Sommer 2016



Bild: Ludger Lüders, LK SH

Ackerfuchsschwanz (AF) ist ein winterannuelles Süßgras, das stark an den Ackerbau (besonders Winterweizen, Wintergerste und Winterraps) angepasst ist. Die Pflanze vermehrt sich ausschließlich über die Samen. *Daher ist das Samenmanagement eine wichtige Größe bei der AF-Bekämpfung.*

Das Gras benötigt viel Feuchte und gedeiht besonders auf schweren, gut Wasser haltenden Böden. Der AF wächst bei Staunässe besser als Winterraps oder Winterweizen (Menck, 1968), (Barralis, 1968), (Wallgren B. E., 1977). *Daher ist eine gut funktionierende Dränage die erste effektive Maßnahme zur AF-Bekämpfung.*

AF ist Fremdbefruchter (Menck, 1968), in der Regel finden sich mehrere Genotypen auf einem Schlag, daher gibt es immer wieder neue Gen-Rekombinationen (Thurston, 1972). Die Pollen fliegen je nach Windrichtung einige m weit (Petersen, 2010). Auch unterschiedliche Phänotypen findet man in einem Feldbestand (Henne, 2012), im Projekt waren es 3-5 in den Versuchsjahren.

Bei einseitiger Herbizidanwendung wird AF schnell resistent, vor allem gegen blattaktive Herbizide (Moss, et al., 2006). Einzelne resistente AF- Pflanzen, z. B. entstanden durch Mutationen, gibt es immer in der Natur, von denen aus sich dann eine Resistenz entwickeln kann. Somit besteht besonders bei hohem AF-Besatz eine große Wahrscheinlichkeit, dass sich Pflanzen auf einem Schlag finden, die Resistenzen „von Haus aus“ in sich tragen. *Daher muss bei allen Maßnahmen das Ziel sein, soviel AF wie möglich mit jeder Maßnahme zu vernichten bzw. in der Kultur nicht hochkommen zu lassen.*

Im Wurzelbereich ist der AF konkurrenzstark. Außerdem kann er auch chemische Stoffe abgeben, die z.B. den Weizen in seiner Umgebung bei Keimung und Auflauf hemmen. Allerdings gibt es auch Weizen- oder Triticale-Sorten, die das umgekehrt auch können (Bertholdsson, 2012). Das gilt auch generell für Hafer, der daher den AF gut bekämpfen kann. *Daher sollte der Hafer möglichst in die AF-Bekämpfung einbezogen werden.*

Eine AF-Pflanze bildet rund 600 Samen/Pflanze (Barralis, 1968), dabei sind große Schwankungsbreiten möglich.

Oberirdisch reagiert AF empfindlich auf starke Konkurrenz. Er kann sich aber in Lücken enorm bestocken (Abbildung 2-2). Je nach Konkurrenz werden in praxi 2-20 Ähren/AF-Pflanze gebildet mit bis zu 100 Samen pro Ähre (Moss, 2010 rev. 2013). Frei stehende Einzelpflanzen können noch sehr viel mehr Triebe bilden, da der AF sich auch an den oberirdischen Halmknoten bestocken kann, bis 200 Ähren pro AF-Pflanze wurden gefunden (Menck, 1968).

Abbildung 2-2: Eine in Bestandslücken stehende AF-Pflanze bestockt sehr stark!



Bild: Manja Landschreiber, LK SH

Daher sind ausreichend dichte Getreidebestände und konkurrenzstarke Sorten bei der AF-Bekämpfung erforderlich.

Die optimale Keimtemperatur für AF-Samen liegt bei 10-25°C (Barralis, 1968), nach anderen Autoren bei 15°C (Bond, et al., 2007). Ab 2°C Bodentemperatur ist eine Keimung möglich, aber sehr verhalten, bis 35 °C keimt er, ab 40°C findet keine Keimung mehr statt (Menck, 1968). Weitere Voraussetzung für die Keimung sind ausreichend Bodenfeuchte und eine Sauerstoffatmosphäre (Menck, 1968), (Henne, 2012).

AF ist Lichtkeimer. Im Herbst sind 1/1000 sec. Lichtreiz für die Keimung der AF-Samen oft schon ausreichend (Infrarot-Licht) (Menck, 1968), (Barralis, 1968), (Andersson, et al., 2009),

(Froud-Williams, et al., 1984).

Daher läuft die Masse der AF-Pflanzen aus Samen im Bereich von 2-2,5-5,0 cm des Bodens auf (Moss, 2010 rev. 2013), (Bond, et al., 2007).

AF keimt zu 80% im Herbst, besonders im September/Okttober bei 10-15 °C Bodentemperatur (Menck, 1968), (Wallgren, et al., 1978), (Bond, et al., 2007), danach abnehmende Keim- und Auflaufraten (Landschreiber, 2014), (Krüssel, et al., 2007). Im Frühjahr erfolgt bei günstigen Gegebenheiten eine kleinere neue Auflaufwelle (Menck, 1968). Der Herbsttermin wird auch dadurch begünstigt, dass sich in der Regel genügend Feuchte im Boden findet, um die Keimung zu ermöglichen. Außerdem wird der AF durch die Bodenbearbeitung zum Keimen angeregt (Lichtreiz). *Eine effektive Bekämpfung muss daher vor allem im Herbst stattfinden. Und je später das Wintergetreide gesät wird, desto weniger AF läuft dann noch in der Kultur auf.*

Unter dicken Strohmatte n keimt AF mangels Licht im Herbst zögerlicher, z. T. erst, wenn das Stroh abgebaut wird. Besonders in Mulchsaaten findet daher ein verzettelter AF-Auflauf im Herbst und auch im Frühjahr statt und der AF ist deshalb schwerer mit einer oder zwei Herbizid-Maßnahmen zu bekämpfen.

Frisch ausgefallene AF-Samen müssen nachreifen, ehe sie keimen (Menck, 1968). AF hat eine primäre Keimruhe (Koch, 1968), (Wallgren et al., 1978) Diese kann von 0-8 Wochen dauern. Sie ist genetisch geprägt und abhängig von den Temperaturen während der Zeit der Samenreife: je wärmer es in dieser Phase ist, desto kürzer ist die primäre Keimruhe. Das ist aber nur eine Tendenz. Denn die AF-Samen auf einem Schlag reifen nicht alle gleichzeitig ab, die Samenreife unterliegt also unterschiedlichen Bedingungen, je nachdem wann im Laufe des Sommers die Samen auf einem Schlag gebildet werden (Cook, et al., 2006a), (Cook, et al., 2006b).

Für die Dauer der Keimruhe spielen auch die Hüll- und Deckspelzen eine Rolle, werden diese perforiert oder entfernt, verkürzt sich die Keimruhe erheblich (Menck, 1968). Das wird bei der Vorbereitung für Resistenztests genutzt.

Gelangen AF-Samen tiefer als 5 cm in den Boden, fallen sie in eine sekundäre Keimruhe, denn sie geraten unter Lichtabschluss und in eine stärker von CO₂ bestimmte Atmosphäre (Menck, 1968), (Jensen, 2006), (Jensen, 2009), (Bond, et al., 2007). Je tiefer sie fallen, desto tiefer ist diese zunächst, Ursachen sind die dort herrschenden gleichmäßigeren Temperatur- und Feuchteverhältnisse und ein höherer CO₂-Gehalt in Verbindung mit weniger O₂ in der Bodenluft (Menck, 1968), (Henne, et al., 2010).

Mit zunehmendem Alter der Samen wird die Keimruhe aber wieder abgebaut (Barralis, 1968), (Colbach, et al., 2002a), (Colbach, et al., 2002b).

Zur AF-Bekämpfung im Rahmen der Stoppelbearbeitung sind auf jeden Fall die Bearbeitungstiefen zu überdenken, je flacher, desto mehr AF kann zum Auflaufen gebracht werden und umso weniger AF wird vergaben und damit lebensfähig im Boden konserviert.

Samenverluste finden statt durch ineffiziente Keimung, die nicht zum Auflauf von Pflanzen, sondern zum vorzeitigen Absterben von Sämlingen führt, durch den Fraß durch Prädatoren (z. B. Vögel, Nager, Insekten, Collembolen, Regenwürmer und andere wirbellose Tiere) und durch mikrobielle Tätigkeit (Henne, 2012).

Dazu ist aber nach der Ernte ausreichend Zeit zum Liegenlassen der Stoppel erforderlich.

Die AF-Samen bleiben jedoch im Boden besonders auf schweren, eher feuchten Standorten wie z. B. der Marsch über 5-7 Jahre keimfähig (eigene Erfahrungen). Nach anderen Autoren sind sie im Boden bis zu 11 Jahren lebensfähig (Thurston, 1972). Dabei werden die AF-Samen auf Pflugland etwas schneller im Boden inaktiviert als in unbearbeiteten Böden (Froud-Williams, et al., 1983). Unter trockener Lagerung können sie bis zu 9-13 Jahren keimfähig bleiben (Barralis, 1968), (Thurston, 1972). Bei Umwidmung einer Fläche in Dauergrünland ist eine völlige AF-Freiheit im Boden erst nach 30-40 Jahren zu erwarten nach Erfahrungen von Henne (mündliche Mitteilung).

Kommt AF-Samen aus dem Boden wieder ans Licht, keimt er aus der sekundären Keimruhe los (Menck, 1968), (Barralis, 1968). Das erklärt die Auflaufwellen nach Bodenbearbeitungsmaßnahmen (Henne, et al., 2010).

Durch Bodenbearbeitung hoch geholter keimfähiger AF-Samen keimt und läuft im Herbst daher gegebenenfalls schneller auf als frisch ausgefallene AF-Samen mit langer primärer Keimruhe.

Die Winterhärte des AF ist von dem Entwicklungsstadium abhängig. AF im ES 11-12 überlebt Temperaturen unter -8 °C nicht. Im ES 25 wird es kritisch bei - 25 °C, aber selbst bei solchem Kältestress haben im Versuch Pflanzen überlebt und sind neu ausgetrieben (Barralis, 1968), (Bond, et al., 2007). Bei späterer Saat des Wintergetreides ist also der AF kleiner und empfindlicher, wenn er in den Winter geht, die Kultur allerdings auch.

Das Vernalisationsbedürfnis des AF ist offenbar fakultativ. In Versuchen wurde durch einen Kältereiz die Entwicklung zur generativen Phase verkürzt, die Pflanzen bilden dann weniger Biomasse, aber unterschiedliche Populationen reagierten sehr differenziert (Chauvel, et al., 2002).

Im Frühjahr entwickelt sich AF schneller als WW. Das Ungras streut seine Samen von Ende Juni bis August mit Schwerpunkt im Juli.

Zur Ernte von Wintergetreide oder Winterraps sind daher 70-90 % der AF-Samen bereits ausgefallen (Abbildung 2-3, Abbildung 2-4), (Bond, et al., 2007), auch, wenn WW-GPS geerntet wird. Auch im Sommerweizen ist zur Druschernte die Masse der AF-Samen bereits ausgefallen, während hier zum GPS-Termin noch ein höherer Anteil an Samen an der Pflanze sitzt und mit den Erntemaschinen weitergetragen werden kann.

Abbildung 2-3: AF ist überwiegend ausgefallen



Bild: Martina Popp, LK SH

Abbildung 2-4: Dieser AF-Samen keimte zur Ernte schon wieder



Bild: Martina Popp, LK SH

Bild 2-4: 21. August 2010 - sehr kurze primäre Keimruhe im Sommer/Herbst 2010

3. Standorte

Das Ackerfuchsschwanzprojekt lief auf zwei Standorten in Schleswig-Holstein.

Der Versuchsschlag **Galmsbüll** liegt im nördlichen Nordfriesland. Langjährig fallen dort rund 800 mm Niederschlag pro Jahr, in den letzten Jahren waren es aber teilweise fast bis 1.000 mm. Die Jahresmitteltemperatur (1980-2009) betrug 8,7 °C. Es handelt sich um alte Marsch, sLU mit 30% Ton und 4 % Humus. Vor Projektbeginn wurde die Fläche 30 Jahre lang gepflügt.

Der Versuchsschlag **Petersdorf** liegt auf der Insel Fehmarn. Langjährig fallen dort 550 mm Niederschlag pro Jahr, im Versuchszeitraum waren aber auch hier deutlich nassere Jahre dabei. Die Jahresmitteltemperatur (2000-2009) betrug 10,8 °C. Der Boden ist eine typische Parabraunerde, sL mit > 8-12 % Ton. Vor Projektbeginn wurde auf der Fläche über viele Jahre Mulchsaat betrieben

4. Prüffaktoren

Grundfragestellungen des Projektes waren: Wie reagiert der AF-Besatz auf verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren, was bewirkt Winterraps, was eine Sommerung? Kann durch die Saatzeit von Winterweizen der AF-Besatz beeinflusst werden?

Dazu wurden stationäre Großflächenversuche an den beiden o. g. Standorten durchgeführt. Es handelte sich um Versuche mit jeweils 24 m breiten und 144 m langen Bearbeitungstreifen.

Die Versuche liefen über zwei Phasen mit etwas unterschiedlichen Fragestellungen, 2009/10-2012/13 wurden im Schwerpunkt unterschiedliche Bodenbearbeitungsverfahren in Kombination mit verschiedenen Herbizid-Strategien geprüft, von 2013/14-2015/6 wurden auch unterschiedliche Saatzeiten bei den Winterungen (auf Fehmarn) getestet und die Frage der Auswirkungen beim Anbau von Sommergetreide (Galmsbüll und Fehmarn) auf den Ackerfuchsschwanz vertieft.

4.1 Fruchtfolge in den Jahren 2010-16

(Phase 1, 2010-13, Phase 2, 2014-16)

Tabelle 4-1: Fruchtfolge 2010-16 in Galmsbüll und in Petersdorf

Jahr	<i>Galmsbüll (NF)</i>		<i>Petersdorf (Fehmarn)</i>	
	Var. 1-5	Var. 6	Var. 1-6	Var. 7-12
2009/10	Wi-Weizen (Paroli)	So-Weizen (Kadrilj)	Winterraps (Visby)	Wi-Weizen (Ritmo)
2010/11	Wi-Weizen (JB Asano)	So-Weizen (Kadrilj)	Wi-Weizen (Buteo)	Wi-Weizen (Buteo), in Variante 12 Ackerbohnen (Fuego), die aber vorzeitig abgetötet werden mussten
2011/12	Wi-Weizen (Edgar) In Var. 5 (Mulchsaat flach) winterten 2012 und 2013 die Kulturen aus, hier späte Nachsaat von So-Weizen im Frühjahr	So-Weizen (Chamsin)	Wi-Weizen (JB Asano)	Wi-Weizen (JB Asano)
2012/13	Winterraps (Visby)	Winterraps (Visby)	Wi-Weizen (Orcas)	Winterraps (Avatar)
2013/14	Hafer (Oberon Z)		Winterraps (Avatar)	Wi-Weizen (Orcas)
2014/15	So-Roggen (Arantes) / So-Gerste (Propino) im Gemisch		Wi-Weizen (Orcas)	So-Weizen (Tybalt)
2015/16	So-Weizen (Tybalt)		So-Weizen (Tybalt)	So-Weizen (Tybalt)

Die Fruchtfolge-Übersicht (Tab. 4-1) für Petersdorf zeigt, dass dort das Projekt einmal mit Winterraps und einmal mit Stoppelweizen (nach WW in 2009 und Wi-Raps in 2008) begonnen wurde.

In Galmsbüll wurde das Projekt ebenfalls mit Stoppelweizen begonnen, im Jahr davor (2009) stand auf der Fläche Winterweizen (Farandole) mit wenig AF-Besatz, in 2008 stand Winterraps auf der Fläche mit einem höheren AF-Besatz. Eine Variante mit So-Weizen lief hier schon 2010-13 mit.

Ab 2014 wurde zunehmend So-Getreide in die Fruchtfolge auf beiden Standorten eingeführt.

4.2 Lagepläne 2010-12 in Galmsbüll und 2010-13 auf Fehmarn

Abbildung 4-1: Lage der Fläche Galmsbüll in der Gemarkung

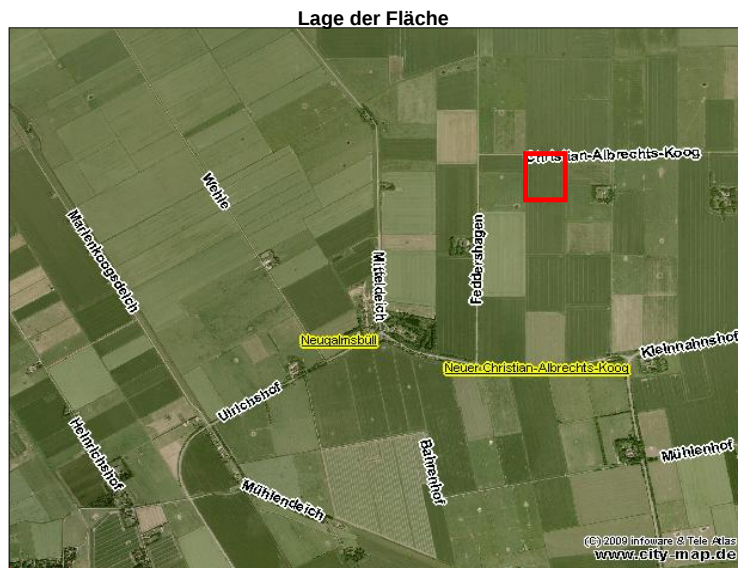


Bild: google map

Abbildung 4-2: Lage der Fläche Petersdorf in der Gemarkung



Bild: google map

In Galmsbüll (Abbildung 4-3) lagen 6 Versuchsstreifen nebeneinander, mehr war aus Platzgründen auf der Fläche nicht möglich. Es handelte sich um 5 unterschiedliche Bodenbearbeitungsvarianten und eine Variante (Nr. 6) mit Sommerweizen, zu der im Herbst gegrubbert wurde.

Abbildung 4-3: Lage Versuchsflächen Galmsbüll

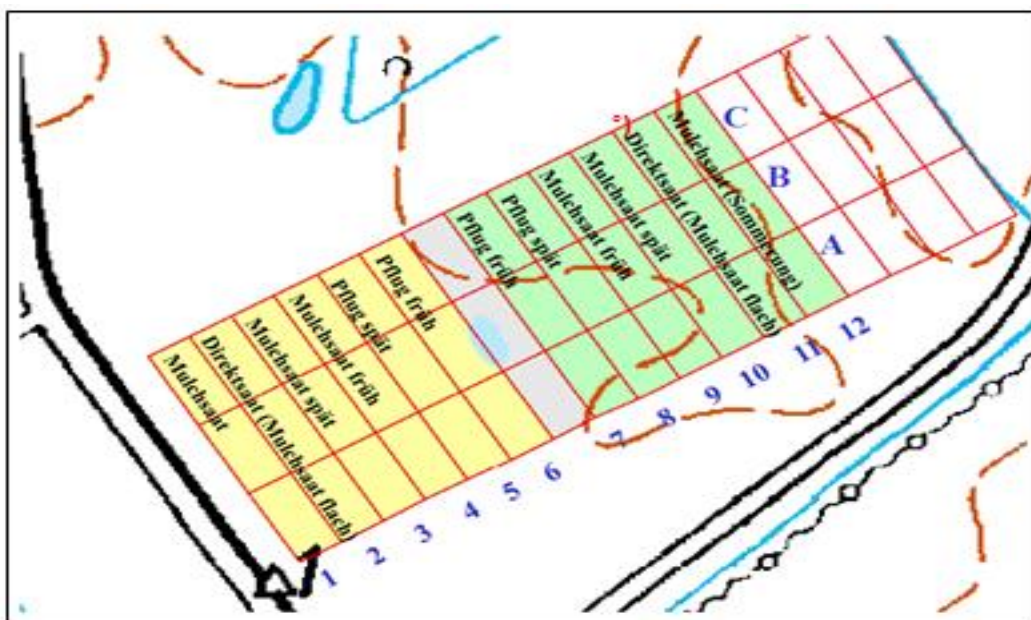
Lage des Projektes in Galmsbüll 2009/10-2011/12

Ackerbauliche Varianten (längs)

Vorgewende hinten					
1) Pflug früh	2) Pflug spät	3) Mulchen früh	4) Mulchen spät	5) Mulchen flach	6) Sommerung (SW)
A					
B					
C					
Vorgewende an der Straße					
Straße					

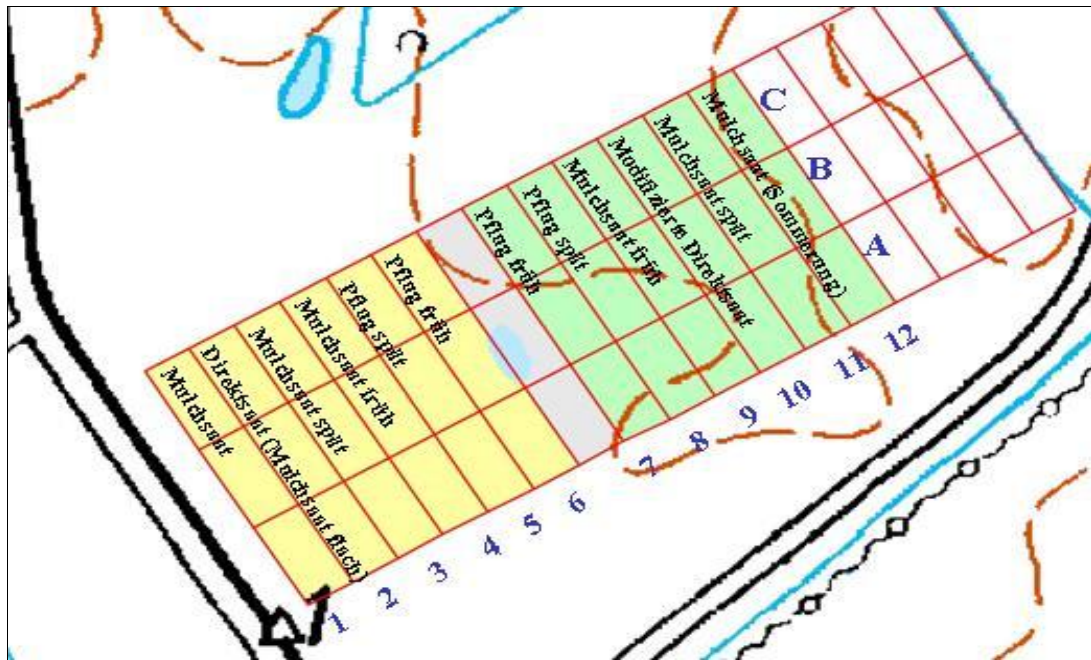
Auf Fehmarn lagen 2 x 6 Versuchsstreifen (Abbildung 4-4, Abbildung 4-5) hier gab es 6 Bodenbearbeitungs-Varianten incl. eines Streifens mit Sommerung einmal in 3 Jahren. Zur Sommerungsvariante auf Fehmarn: im Frühjahr 2011 wurden Ackerbohnen in Variante 12 angebaut nach Grubbereinsatz (= Variante Mulchsaat tief). In den anderen Jahren stand dort Winterweizen. Die Ackerbohnen mussten allerdings aus innerbetrieblichen Gründen vorzeitig abgetötet werden.

Abbildung 4-4: Lage Versuchsflächen Fehmann 2009/10



Infolge eines Bearbeitungsfehlers wurden ab Herbst 2010-12 die VGs 10 und 11 getauscht

Abbildung 4-5: Lage Versuchsflächen Fehmann 2011-13



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

4.3 Bodenbearbeitung und Saat 2010-12 und 2013 – 16 die Einzelheiten

Folgende Überlegungen standen hinter den Versuchsplänen

4.3.1 Pflug früh, Mulchsaat früh:

Wenn gleich nach der Ernte und Strohverteilung gepflügt oder gegrubbert und danach gekreiselt wird, das Saatbett also fertig gemacht wird, ohne dass gesät wird (Scheinbestellung), hat man einen reinen Tisch, zumindest beim Pflügen. In den folgenden Wochen kann aus der sekundären Keimruhe der AF aus den obersten Bodenschichten ungestört auflaufen (günstige Witterung vorausgesetzt), da er ein gutes Saatbett vorfindet.

Er wird mit Glyphosat kurz vor dem Saattermin abgetötet. Danach wird das Saatgut mit möglichst wenig Bodenbewegung eingeschlitzt. Somit wird vor der Saat schon ein Teil AF beseitigt und die in der Kultur eingesetzten Herbizide unterliegen einem geringeren Selektionsdruck.

4.3.2 Pflug spät, Mulchsaat spät:

Dies sind die klassischen in der Praxis üblichen Verfahren, man nimmt sich Zeit für eine ein- bis mehrmalige Stoppelbearbeitung und führt die Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung direkt vor dem Saattermin durch. Dadurch kann frisch ausgefallener AF beseitigt werden, ehe die Grundbodenbearbeitung erfolgt. Er gelangt damit nicht in die Samenbank im Boden. Allerdings funktioniert die AF-Bekämpfung nur, wenn der frisch ausgefallene AF keine zu lange primäre Keimruhe hat.

4.3.3 Mulchsaat flach:

Wird durchgängig nur im obersten Bereich des Bodens gearbeitet, werden die in der Samenbank tiefer im Boden befindlichen AF-Samen nicht wieder hochgeholt und verlieren im Laufe der Jahre ihre Keimfähigkeit. Außerdem läuft frisch ausgefallener AF, da er in den obersten cm des Bodens verbleibt, leichter auf und kann dann mechanisch oder mit Glyphosat vor der Saat der Kultur bekämpft werden. Die Samenbank in der Tiefe wird nicht weiter mit AF-Samen aufgefüllt. Allerdings läuft in der flachen Mulchsaat, wenn die Bedingungen dafür günstig sind, auch in der Kultur leichter AF auf, da sich die Samen im Laufe der Jahre in den obersten 5 cm des Bodens konzentrieren. Der Selektionsdruck auf die in der Kultur eingesetzten Herbizide kann daher relativ groß sein. Ein Problem kann auch der Strohanfall werden, da das Stroh nicht tiefer eingearbeitet wird und bei ungünstiger Witterung die Abbauprodukte des Strohs die nachfolgende Kultur hemmen können.

4.3.4 Sommerung:

Werden Sommerungen angebaut, hat man sehr viel Zeit für die AF-Bekämpfung vor und nach der Grundbodenbearbeitung. Man kann das Ende der primären Keimruhe frisch ausgefallener AF-Samen leichter abwarten, um die danach auflaufenden Pflanzen zu beseitigen. Die Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung erfolgen im Herbst zu dem Termin, an dem das Wetter dafür günstig ist. Alles, was danach an AF aufläuft, wird dann im Spätherbst (nach Pflugeinsatz möglich) oder generell im Frühjahr mit Glyphosat beseitigt, anschließend die Sommerung mit möglichst wenig Bodenbewegung eingeschlitzt. In Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3 werden die Bodenbearbeitungsvarianten im Einzelnen dargestellt.

Tabelle 4-2: Versuchsanlage 2009-12 Galmsbüll

Versuchsanlage und Durchführung 2009/10 bis 2011/12 in Galmsbüll					
1) Pflug früh	2) Pflug spät	3) Mulchsaat früh	4) Mulchsaat spät	5) Mulchsaat flach	6) Sommerung
nach der Ernte pflügen und kreiseln	nach der Ernte 1-3malige Stoppelbearbeitung	nach der Ernte grubbern und kreiseln	nach der Ernte 1-3malige Stoppelbearbeitung	nach der Ernte 1-3malige Stoppelbearbeitung (bei Bedarf tief lockern - Agrisem), kreiseln	nach der Ernte grubbern und kreiseln
<u>4 Wochen Pause</u>		<u>4 Wochen Pause</u>	(Glyphosat)	<u>4 Wochen Pause</u>	<u>Pause bis zum Frühjahr</u>
Glyphosat	pflügen und kreiseln zur Saat	Glyphosat	grubbern und kreiseln zur Saat	Glyphosat	Glyphosat
Saat einschlitzten	Saat einschlitzten	Saat einschlitzten	Saat einschlitzten	Saat einschlitzten	Saat im Frühjahr einschlitzten
Saattermin des WW einheitlich Ende Sept. / Anf. Oktober (für die Region eher spät), Saattermin des SW einheitlich Mitte-Ende März, Ernte mit dem Parzellenmähdröschler					

Im Spätsommer 2012 wurden in Galmsbüll zum Wi-Raps die Pflugvarianten zu einem Termin durchgeführt, da zu wenig Zeit für eine Differenzierung war, ebenso die beiden Grubbervarianten. Auch das Grubbern auf dem ehemaligen Sommerweizenstreifen und das Kreiseln auf dem Streifen „Mulchsaat flach“ erfolgte im Spätsommer 2012 zum selben Termin.

Tabelle 4-3: Versuchsanlage 2009-13 Fehmarn

Versuchsanlage auf Fehmarn 2009/10 bis 2012/13					
Pflug früh	Pflug spät	Mulchsaat früh (Grubber)	Mulchsaat flach mit Striegeln	Mulchsaat spät (Grubber)	Mulchsaat tief (Grubber) . 1x Sommerung in Var. 12
Var. 6 und 7	Var. 5 und 8	Var. 4 und 9	Var. 2 und 10	Var. 3 und 11	Var. 1 und 12
nach der Ernte Strohverteilung	nach der Ernte Strohverteilung	nach der Ernte Strohverteilung	nach der Ernte Strohverteilung	nach der Ernte Strohverteilung	nach der Ernte Strohverteilung
Pflügen und kreiseln	mehrmalige Stoppelbear- beitung	grubbern und kreiseln	mehrmalige Stoppelbear- beitung (Striegel, Kurz- scheibenegge), falls nötig, mit Agrisem tief lockern, Kreiseln	1-3malige Stoppelbear- beitung	1-3malige Stoppelbear- beitung
<u><i>Pause</i></u>		<u><i>Pause</i></u>			
Glyphosat		Glyphosat	Glyphosat	(Glyphosat)	(Glyphosat)
	pflügen und kreiseln zur Saat			grubbern und kreiseln zur Saat	grubbern und kreiseln zur Saat
Saat einschlitzten	Saat einschlitzten	Saat einschlitzten	Saat Einschlitzten	Saat einschlitzten	Saat einschlitzten
 Saattermin des WW 2010-13 einheitlich Ende Sept. / Anf. Oktober, Saattermin des Winterrapses 2010-13 in der 2. Augushälfte 					

Auf Fehmarn wurden dieselben Bodenbearbeitungsverfahren geprüft wie in Galmsbüll, nur auf jeweils 2 Bearbeitungstreifen nach unterschiedlichen Vorfrüchten (Tab. 4-3). Hier der Hinweis, dass in 2010 VG 10 „Mulchsaat spät“ war und VG 11 „Mulchsaat flach“, ab 2011 war es auf Grund eines Bestellfehlers umgekehrt und wurde in den Folgejahren beibehalten, wie oben dargestellt (s. Abbildung 4-4 und Abbildung 4-5).

Die Saattermine der Winterungen 2010-13 erfolgten an beiden Standorten auf allen Bearbeitungstreifen zum selben Termin, beim Wi-Weizen Ende September, Anfang Oktober, beim Wi-Raps möglichst in der zweiten Augushälfte. Die Sommerungen wurden jeweils in der zweiten Märzhälfte gesät.

4.4 Geplante Herbizidstrategie (quer zu den Bodenbearbeitungsvarianten gelegt)

Winterweizen:

- (A) nur Bodenherbizid zum VA-NAK-Termin + IPU im Frühjahr^{o)} *) IPU auf Fehmarn*
- (B) Bodenherbizid zum VA-NAK-Termin + möglichst Herbstbehandlung, FOP oder (reduz.) ALS-Hemmer zum NAF-Termin
- (C) Bodenherbizid zum VA-NAK-Termin + Frühjahrsbehandlung mit ALS-Hemmer zum NAF-Termin

Es stellte sich allerdings sehr schnell heraus, dass die geplanten Herbizidbehandlungen auf den Flächen aus Resistenzgründen nicht mehr praktikabel waren.

Da in Galmsbüll FOPs und DENs nicht mehr wirkten, wurde dort in Block B und C in Nachlage zum Bodenherbizid Atlantis im Frühjahr eingesetzt: 0,4 bzw. 0,5 kg/ha Atlantis (jeweils + FHS + AHL). Auch die 0,4 kg Atlantis fielen witterungsbedingt im Frühjahr und nicht, wie angedacht, im Herbst (Abbildung 4-6).

Da sich auch auf Fehmarn im ersten Jahr herausstellte, dass FOPs und DENs auf der Fläche aus Resistenzgründen nicht mehr wirkten, wurde stattdessen ab 2011 in Block B und C Atlantis im Frühjahr eingesetzt, und zwar in voller Aufwandmenge zu einem früheren bzw. zu einem späteren Termin. Dies wurde auch in den Folgejahren im Winterweizen gleichermaßen fortgesetzt (Abbildung 4-7).

Abbildung 4-6: Herbizideinsatz in Galmsbüll

Herbizide 2009/10 bis 2011/12 im WW in Galmsbüll					
1) Pflug früh WW	2) Pflug spät WW	3) Mulchsaat früh (Grubber) WW	4) Mulchsaat spät (Grubber) WW	5) Mulchsaat flach WW	6) Galmsbüll (Grubber) SW
					Glyphosat vor der Saat, einheitlich IPU-Einsatz im NA, aber nur, wenn genug Bodenfeuchte vorhanden war, sonst kein Herbizid-Einsatz in der Kultur
Block A: kein blattaktives Herbizid zusätzlich eingesetzt					
Block B: + 0,4 kg/ha Atlantis + FHS+ AHL					
Block C: + 0,5 kg/ha Atlantis + FHS+ AHL					
auf der ganzen Fläche (Varianten 1-5) wurde Bacara-Cadou in voller Aufwandmenge eingesetzt					

Abbildung 4-7: Herbizideinsatz auf Fehmarn

Herbizide im WW 2010-15 auf Fehmarn					
Pflug früh	Pflug spät	Mulchsaat früh (Grubber)	Mulchsaat flach mit Striegeln	Mulchsaat spät (Grubber)	Mulchsaat tief (Grubber) . 1x Sommerung in Var. 12
Var. 6 und 7	Var. 5 und 8	Var. 4 und 9	Var. 2 und 10	Var. 3 und 11	Var. 1 und 12
Block A: zusätzlich im Frühjahr 3,0 l/ha Arelon Top					
Block B: 2010: + 0,9 l/ha Axial 50 im Herbst, da Resistenzen sichtbar wurden, stattdessen ab 2011: + 0,5 kg/ha Atlantis + FHS+ AHL, früherer Termin					
Block C: + 0,5 kg/ha Atlantis + FHS+ AHL, späterer Termin					
auf der ganzen Fläche in den WW-Jahren (Varianten 1-6 /7-12) wurde Herold SC in voller Aufwandmenge eingesetzt, teilweise ergänzt durch Partner wie Boxer oder trinity. *) 2011 Ackerbohnen in Var. 12 einheitlich mit Herbiziden behandelt, aber vorzeitig abgetötet.					

Winterraps (geplant):

- (A) nur Bodenherbizid zum NAK-Termin
- (B) Bodenherbizid zum NAK-Termin + Kerb FLO zum NAH-Termin spät
- (C) Bodenherbizid zum NAK-Termin + Kerb FLO zum NAH-Termin spät + Blattherbizid (DIM) situativ zum NAH-Termin früh oder zum NAF-Termin

Wegen der ausgeprägten ACCaSe-Resistenzen des AF und des hohen AF-Besatzes wurde in 2013 der Herbizideinsatz *in Galmsbüll im Winterraps einheitlich durchgeführt*. Aufgrund der Resistenzsituation gab es keinen Spielraum mehr für unterschiedliche Herbizidvarianten. Auch auf Fehmarn war der Spielraum geringer als geplant wegen der einsetzenden ACCaSe-Hemmer-Resistenzen des AF. In 2009/10 wirkten die DIMs im Winterraps noch, aber in den Folgejahren ließ die Wirkung nach.

In der Sommerung erfolgte ein kulturspezifischer Herbizideinsatz je nach Resistenzsituation, wobei die Möglichkeiten sowohl von der Zulassungs- als auch von der Resistenzsituation her ebenfalls begrenzt waren. Umso wichtiger war daher die Kombination von mechanischer Ungras- und Unkrautbekämpfung mit dem Einsatz von Glyphosat vor der Bestellung der Sommerungen.

Alle übrigen Maßnahmen (Düngung und Pflanzenschutz) erfolgen an beiden Standorten ortsüblich und einheitlich auf den Versuchsflächen. Alle Einzelmaßnahmen in den Jahren finden sich in den Jahresberichten des Projekts.

4.5 Erfassung von Versuchsdaten:

- AF-Zählungen mit dem Göttinger Zählrahmen

Das Wesentliche des Projektes war: der Ackerfuchsschwanzbesatz wurde rund um das Jahr mit dem Zählrahmen gezählt. Auf Fehmarn wurde an 180 Zählpunkten 4x gezählt, daneben auch frei in der Fläche, in Galmsbüll zunächst an Zählpunkten aber dann in allen Jahren generell frei in der Fläche, jeweils 288 Zählungen pro Durchgang.

Die Bonitur des AF-Besatzes erfolgte in allen Jahren wie in 2010-12 (getrennt auf 6 Bearbeitungstreifen, jeder Bearbeitungstreifen in 3 Herbizid-Parzellen unterteilt: Block A, B, C, entsprechend Bonituren aus Block A, B, C). Das wurde auch in den folgenden Jahren beibehalten, als nach einem neuen Konzept ab 2013/4 jeweils 2 Bearbeitungstreifen zusammengelegt wurden und in den Sommerungen eine einheitliche Herbizidbehandlung erfolgte (s. später).

Der Grund: es sollten die Nachwirkungen der Maßnahmen aus 2010-13 erfasst werden. Gezählt bzw. bonitiert wurde:

- zwischen den einzelnen Bearbeitungsgängen im Herbst, soweit zählbarer AF vorhanden war,
- nach der Bestellung im Herbst
- nach Winter
- nach Ährenschieben.

Erfasst wurden mittels des Göttinger Zählrahmens die AF-Pflanzen/m², wenn das aufgrund der Bestockung des AF nicht mehr möglich war, der AF-Deckungsgrad in %, nach Ährenschieben des AF wurden die AF-Ähren/m² gezählt.

- *Erfassung der Witterungsdaten* (um Einfluss auf biologisches Verhalten des AF zu erfassen).
- *Festhalten weiterer zusätzlicher Parameter* (z. B. Bestandsdichte der Kultur, Wirkung der Herbizide, Krankheitsstatus, Schädlingsbefall, Frost- und Nässeauswirkungen, weitere Auffälligkeiten, wenn vorhanden).
- Außerdem wurde möglichst jährlich *der Resistenzstatus des AF* an beiden Standorten erfasst anhand von AF-Samen aus den Flächen, die freundlicherweise die Firma Bayer CropScience in ihren Gewächshäusern untersuchte.
- Schließlich wurde 2012 und 2016 das Potenzial keimfähiger AF-Samen im Boden anhand von Bodenproben aus den Flächen im Gewächshaustest erfasst (Einzelheiten s. Kapitel 6.2.).

- **Beerntung mit Parzellenmähdrescher** (pro Teilstück 6 Ernteparzellen, d.h. pro Bodenbearbeitungsvariante 18 Ernteparzellen). Wo 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 lief über das PIAF-Programm und mit Hilfe des Statistikprogramms, über das auch weitere Verrechnungen durchgeführt wurden (Minitab 18, 2017).

5. Die Witterung in den Jahren 2009-16

In den folgenden Abbildungen sind die Monatsniederschlagssummen für beide Standorte dargestellt.

Man erkennt, dass die Jahre 2009 -13 in Galmsbüll (Tabelle 5-1) und auf Fehmarn (Tabelle 5-3) durch **Frühjahrstrockenheit** gekennzeichnet waren, auf Fehmarn war das auch in 2014 und abgeschwächt 2015 der Fall. 2015 und 2016 fiel in Galmsbüll im Frühjahr ausreichend Regen, was den Sommerungen in den Jahren zu Gute kam.

In Galmsbüll ist in der Mehrzahl der Versuchsjahre **in der zweiten Jahreshälfte** sehr viel Niederschlag gefallen, der die im Spätsommer und Herbst anstehenden Maßnahmen zur AF-Bekämpfung teilweise erschwerte, da es verstärkt im August, September und Oktober regnete.

Auf Fehmarn fiel in 2010 ebenfalls sehr viel Regen im August und September, in 2011 wurde es hier im Juli und August extrem nass.

In 2012 fielen an beiden Standorten im Juli über 100 mm Niederschlag, aber während es auf Fehmarn in den Folgemonaten trockener blieb, war die zweite Jahreshälfte 2012 in Galmsbüll weiterhin durch sehr starke Nässe gekennzeichnet.

Auch 2013, 2014 und 2015 war es in Galmsbüll im Spätsommer und Herbst recht nass, was die Arbeiten auf dem Feld beeinträchtigte.

Die Winter in den Versuchsjahren waren unterschiedlich hart, besonders die Winter von 2009 auf 2010, von 2010 auf 2011 und von 2012 auf 2013 war frostig. Ansonsten herrschten eher milde Winter an beiden Standorten (Tabelle 5-2 und Tabelle 5-4).

Tabelle 5-1: Die Monatsniederschläge im Raum Galmsbüll 2009-2016 (in mm)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Januar	35,8	33,2	41,9	88,0	74,6	75,5	86,5	62,9
Februar	25,9	35,2	23,9	26,1	21,6	49,7	30,6	53,3
März	59,8	33,0	20,9	14,7	11,9	27,5	89,7	34,4
April	9,7	30,8	9,4	56,3	17,5	49,0	23,2	56,3
Mai	88,6	68,9	56,9	30,2	52,8	59,8	92,6	32,8
Juni	59,8	47,3	74,3	125,7	113,4	63,3	57,2	97,1
Juli	106,7	65,7	161,6	132,7	53,2	62,1	123,0	72,7
August	82,1	169,5	169,6	86,6	66,6	218,1	66,9	88,6
September	93,8	144,5	123,4	131,1	167,2	57,1	104,0	76,8
Oktober	96,6	93,1	85,8	102,9	94,9	120,6	45,3	50,7
November	161,4	86,6	13,5	65,6	85,9	27,1	153,4	86,6
Dezember	76,6	32,9	99,3	86,9	82,1	160,8	108,7	49,7
Jahressumme	896,8	840,7	880,5	946,8	841,7	970,6	981,1	761,9

Tabelle 5-2: Die mittleren Monatstemperaturen im Raum Galmsbüll 2009-2016 (in °C)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Januar	0,8	-3,1	0,6	2,9	0,6	2,3	3,1	0,9
Februar	1,6	-1,4	0,8	-1,0	0,1	5,0	2,1	3,2
März	4,7	3,7	3,5	5,8	-0,4	6,0	5,2	4,3
April	10,3	7,7	10,3	6,5	5,8	9,3	7,2	6,8
Mai	12,0	9,2	12,0	12,4	11,7	11,9	10,2	13,4
Juni	13,7	14,3	15,3	13,0	14,0	15,0	13,2	16,4
Juli	17,3	19,1	15,8	16,0	17,1	19,6	16,2	16,9
August	17,3	15,9	16,0	16,8	16,9	15,7	17,5	16,4
September	14,3	12,8	14,3	13,2	13,1	15,2	13,1	16,4
Oktober	8,2	9,1	9,9	9,2	11,0	12,6	9,6	9,2
November	8,1	3,5	6,2	5,9	5,8	7,1	8,3	4,0
Dezember	0,8	-4,4	4,6	0,5	5,3	3,8	7,4	5,2
Jahresmittel	9,1	7,2	9,1	8,4	8,4	10,3	9,4	9,4

Tabelle 5-3: Die Monatsniederschläge auf Fehmarn 2009-2016 (in mm)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Januar	23,5	68,9	43,8	56,0	67,1	62,0	66,9	51,4
Februar	37,9	49,7	32,9	15,4	24,7	31,4	24,3	49,0
März	47,4	25,9	18,2	7,4	26,4	21,3	59,7	23,6
April	8,0	22,6	10,5	35,9	31,8	44,7	14,7	46,0
Mai	65,1	105,1	20,3	31,6	90,1	36,1	48,6	27,5
Juni	67,8	62,4	84,7	68,5	71,3	56,8	25,3	33,6
Juli	73,8	12,1	124,7	102,1	24,1	49,5	58,6	62,0
August	23,2	126,7	265,6	36,2	26,3	57,2	57,4	28,6
September	28,2	88,5	43,4	51,4	84,8	85,4	50,0	24,5
Oktober	63,9	54,7	39,8	46,1	64,0	50,8	53,4	89,2
November	106,2	136,9	5,4	44,1	55,9	38,3	125,2	48,9
Dezember	48,7	42,0	89,3	68,7	39,3	79,4	58,9	48,5
Jahressumme	593,7	795,5	778,6	563,4	605,8	612,9	643,0	532,8

Tabelle 5-4: Die mittleren Monatstemperaturen auf Fehmarn 2009-2016 (in °C)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Januar	1,3	-2,6	0,8	2,9	1,2	1,6	3,6	0,8
Februar	1,3	-1,0	0,1	-0,3	0,3	4,3	2,4	3,3
März	4,3	3,4	2,9	5,0	-0,2	5,9	4,9	4,2
April	9,1	7,4	9,2	6,8	6,0	8,6	7,7	7,1
Mai	12,2	9,5	12,2	11,9	11,9	12,3	11,0	13,0
Juni	14,3	15,0	16,1	14,0	15,1	15,8	14,2	16,6
Juli	18,3	20,3	16,9	16,8	18,4	19,8	17,2	18,0
August	19,0	17,7	17,1	17,6	18,5	17,3	18,1	17,9
September	15,8	13,9	15,4	14,5	14,1	16,0	14,6	17,7
Oktober	9,3	9,8	11,0	10,2	11,8	13,1	10,2	10,1
November	7,9	5,5	6,2	6,6	7,1	7,9	8,5	5,3
Dezember	1,9	-2,1	4,8	1,6	5,3	3,9	7,5	5,1
Jahresmittel	9,6	8,1	9,4	9,0	9,1	10,5	10,0	9,9

6. Ergebnisse an den Standorten

6.1 Zähl- und Boniturergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse aus den Jahren 2010-12 (Galmsbüll) bzw. 2010-13 (Fehmarn) im Winterweizen dargestellt. Hier ging es im Wesentlichen um die Effekte der verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren auf den AF-Besatz unter dem Einfluss verschiedener Herbizid-Intensitäten – in Galmsbüll auch um den Effekt von Sommerweizen (SW).

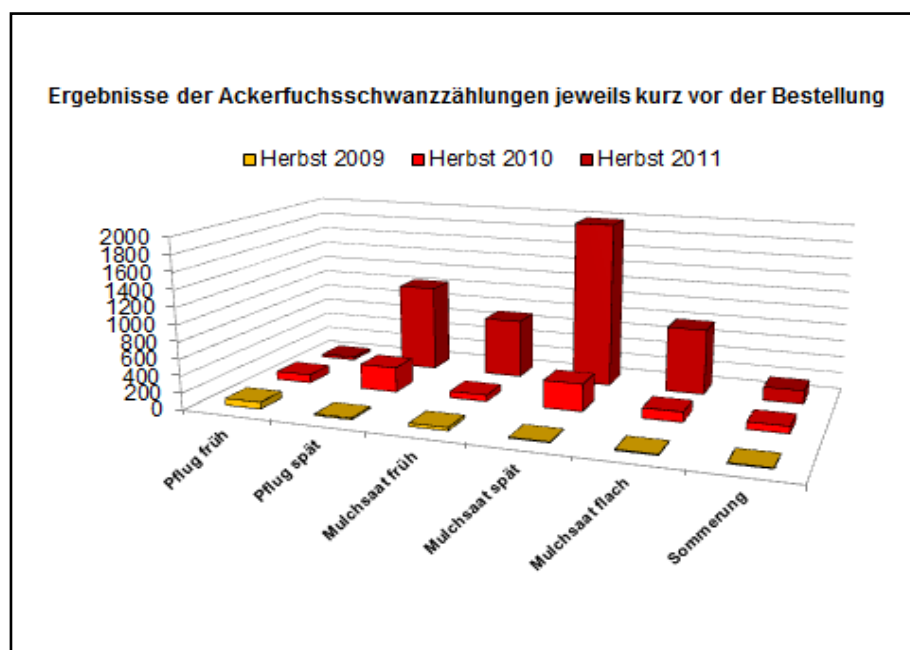
6.1.1 Herbstbonituren in Galmsbüll 2010-12

In der folgenden Abbildung sind die Ergebnisse der Herbstzählungen 2009-11 in Galmsbüll kurz vor der Saat aufgeführt, also Ende September gezählt (Tabelle 6-1), und zwar im Mittel der jeweiligen Bearbeitungstreifen. Dabei beeinflussen die Werte aus dem Block A (nur Bodenherbizid, keine blattaktiven Herbizide im Anschluss) das Gesamtergebnis stark.

Man erkennt, dass sich der AF-Besatz (AF-Pflanzen/m²) vor der Saat in den 3 Jahren in den Mulchsaatvarianten und in der Variante „Pflug spät“ deutlich erhöht hat. Am stärksten ist der AF-Besatz in dem Bearbeitungstreifen, wo erst direkt zur Saat gegrubbert wurde, angestiegen („Mulchsaat spät“). Hier war in den ersten 2 Jahren kein Glyphosat vor dem Grubbern gefallen, was im Herbst 2011 korrigiert wurde.

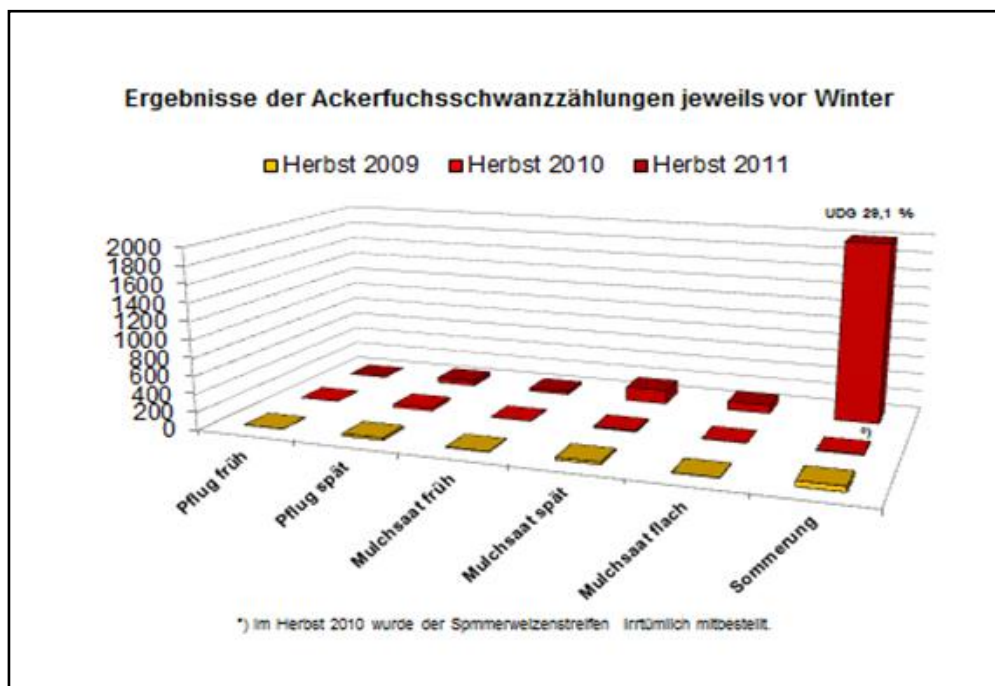
Wo früh gepflügt worden war und in der Sommerweizenvariante blieb der AF-Druck geringer.

Tabelle 6-1: AF-Zählungen vor der Bestellung in Galmsbüll 2010-12



Mittel des ganzen Bearbeitungstreifens AF-Pflanzen/m² Ende September, kurz vor der Saat

Tabelle 6-2: AF-Zählungen vor Winter in Galmsbüll 2010-12



Mittel des ganzen Bearbeitungsstreifens AF-Pflanzen/m² im Spätherbst (Nov.) vor Winter

**) im Herbst 2010 wurde versehentlich WW in Var. 6 eingesät (daher werden die Daten vor Winter im Herbst 2010 nicht bewertet). Im Frühjahr 2011 wurde der WW mit Glyphosat beseitigt und SW eingedrillt*

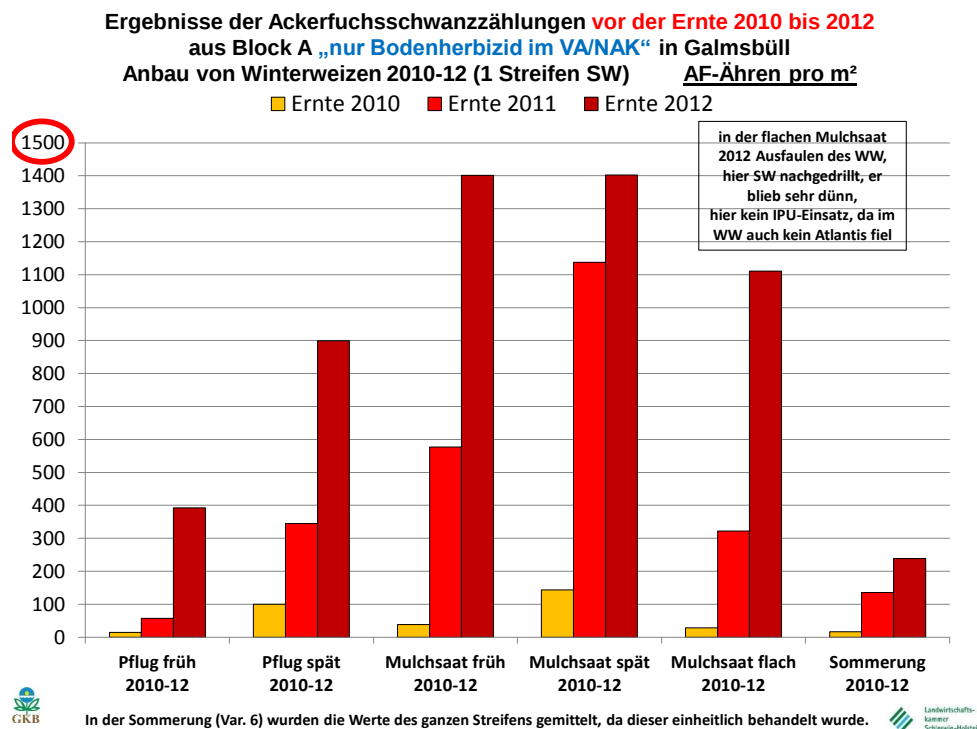
Nach der Saat und dem Bodenherbizideinsatz war der AF-Druck erst einmal gering. Allerdings stieg der AF-Besatz nach Ende September bis in den November hinein (Tabelle 6-2) in dem Bearbeitungsstreifen, in dem Sommerweizen vorgesehen war, besonders im Herbst 2011 noch stark an, dieser wurde im Frühjahr mit Glyphosat beseitigt, ehe gesät wurde.

6.1.2 Die Bodenbearbeitungsvarianten 2010-13 auf Fehmarn und 2010-12 in Galmsbüll – AF-Ähren/m² vor Ernte

Der AF-Besatz im dreijährigen Winterweizenanbau auf den beiden Standorten wird für Galmsbüll und Petersdorf dargestellt, und zwar zunächst im Schwerpunkt die Ergebnisse aus dem jeweiligen Block A, wo mangels Atlantis die Unterschiede am besten sichtbar wurden. Das ist die Zukunft, wenn Atlantis aus Resistenzgründen nicht mehr einsetzbar ist. Dargestellt werden die Zählungen der AF-Ähren/m² vor Ernte. Dieser AF-Besatz ist mitentscheidend für die Belastung der nachfolgenden Kultur mit AF (zur statistischen Absicherung der Ergebnisse – soweit das möglich war - siehe Anhang).

Für Galmsbüll werden die Ergebnisse der Jahre 2010-12 dargestellt (Varianten 1-5: 3x WW, in Variante 6: 3x SW, Tabelle 6-3).

Tabelle 6-3: Ergebnisse der AF – Zählungen vor Ernte 2010-12 in Galmsbüll, Block A



Da in den Jahren 2010-12 (und auch 2013) die Vorsommertrockenheit in Galmsbüll ausgeprägter war als in den Jahren danach, stand der WW nicht so dicht, wie es zur AF-Bekämpfung wünschenswert gewesen wäre. Deshalb konnte sich in den Frühjahrsmonaten der AF im WW besonders in Block A, wo kein Atlantis gefallen war, noch breit machen.

2011 und 2012 stand auch der SW relativ bzw. sehr dünn. Dennoch stand zwar im SW auch AF im ganzen Streifen, aber trotz der dünnen Bestände in 2012 war das in dem Jahr die beste Alternative, verglichen mit dem WW in Block A, da vor der Saat in den 3 Jahren jeweils schon viel AF aus den Vorjahren vernichtet worden war (Abbildung 6-1).

Abbildung 6-1: Galmsbüll, Fläche der Sommerung 2012

22.03.12 Galmsbüll, Sommerung 21.07.12
für die Sommerung vorgesehene Fläche
(kurz vorher mit Glyphosat behandelt)



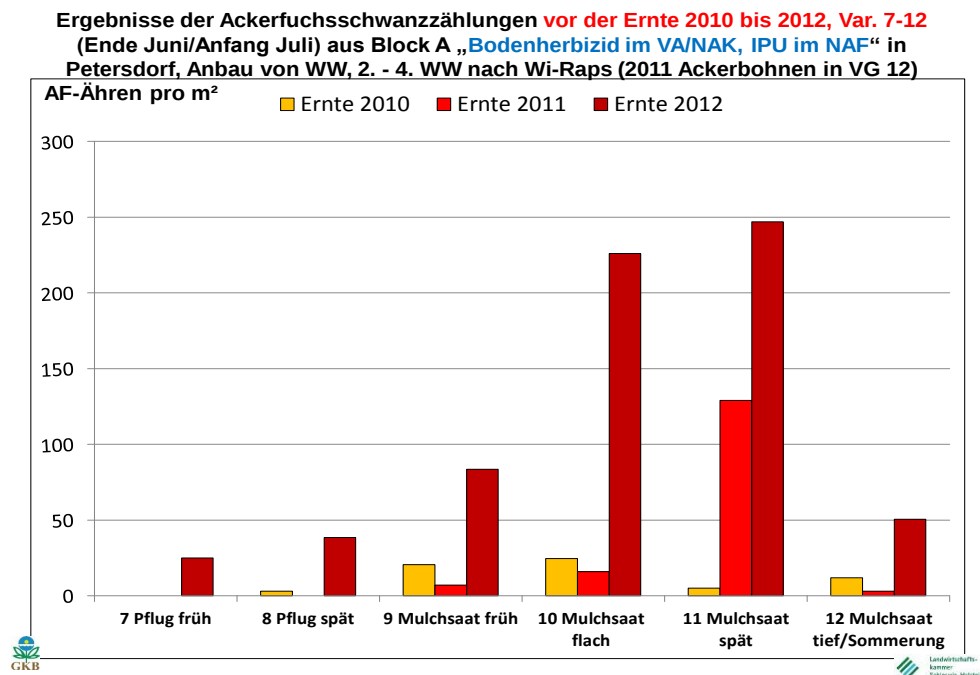
Bilder: C. Schleich-Saidfar



Für Fehmarn wird das Ergebnis der AF-Zählungen an den Zählpunkten dargestellt, und ergänzt um die Zählungen frei in der Fläche, die Varianten 7-12 für die Jahre 2010-12 (3 x WW, Tabelle 6-4 und Tabelle 6-5) und die Varianten 1-6 für die Jahre 2011-13 (3x WW, Tabelle 6-6).

Auch hier stand der WW aufgrund der Frühjahrstrockenheit nicht immer so dicht wie gewünscht, was den AF begünstigte.

**Tabelle 6-4: Ergebnisse der AF – Zählungen an den Zählpunkten vor Ernte 2010-12 auf Fehmarn
(Varianten 7-12, Block A)**



**Tabelle 6-5: AF-Zählungen auf Fehmarn 2010-12 – an den Zählpunkten und frei in der Fläche
gezählt (Varianten 7-12, Block A)**

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen **vor der Ernte 2010 bis 2012** (Ende
Juni/Anfang Juli) Var. 7-12, Block A in Petersdorf „**Bodenherbizid im VA/NAK, IPU im NAF**“,
Anbau von WW (2011 Ackerbohnen in VG 12) **AF-Ähren pro m²**
inkl. frei in der Fläche gezählter AF-Ähren

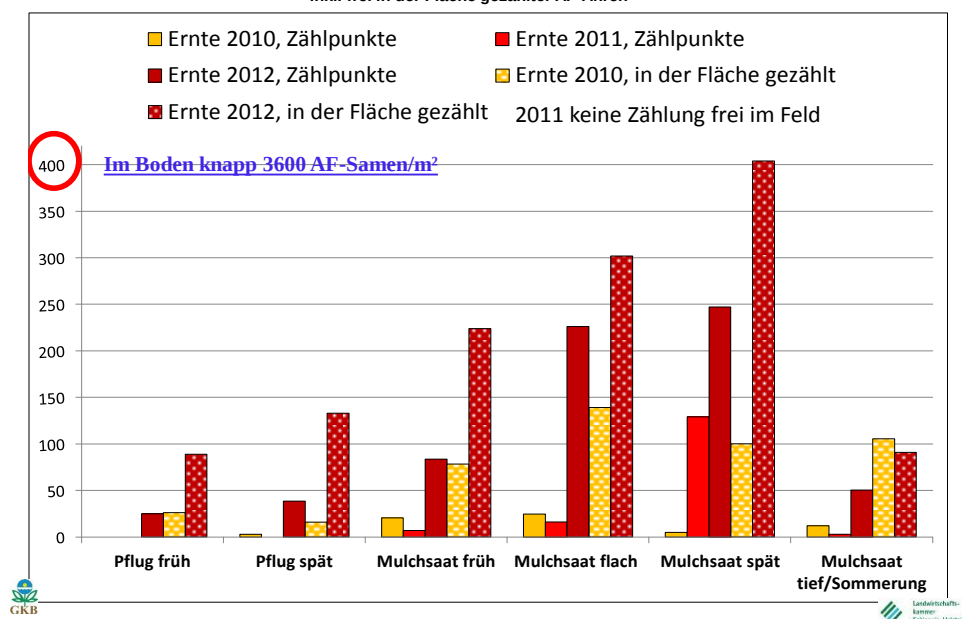
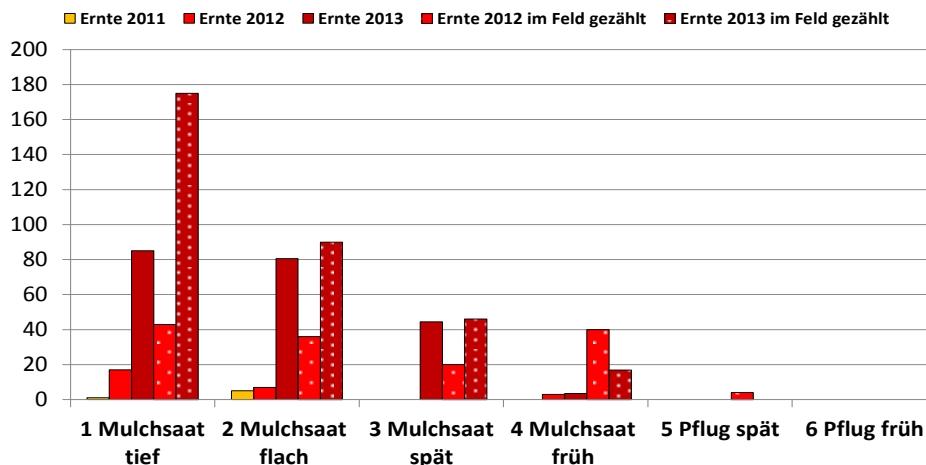


Tabelle 6-6: AF-Zählungen auf Fehmarn 2011-13 an den Zählpunkten und frei in der Fläche gezählt (Varianten 1-6, Block A)

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen **vor der Ernte 2011 bis 2013, Var.1-6** (Ende Juni/Anfang Juli) aus Block A „**Bodenherbizid im VA/NAK, IPU im NAF**“ in Petersdorf, Anbau von WW, 1. – 3. WW nach Wi-Raps

AF-Ähren pro m²



Aus den Zählergebnissen ist in Bezug auf die verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren Folgendes abzuleiten:

6.1.2.1 Grubber und AF-Besatz

In 2010-12 ging der AF-Besatz auf der Teilfläche ohne Atlantis im WW in den gegrubberten Streifen an beiden Standorten deutlich nach oben. Da der Grubber die aus der Vorfrucht ausgefallenen AF-Samen nicht so sauber vergrub wie der Pflug und der AF unter den Strohresten der Vorfrucht verzettelter auflief, konnten Glyphosat vorab und das Bodenherbizid zum VA/NAK-Termin nicht alle AF-Pflanzen erfassen. Und wenn die Atlantis-Nachlage dann fehlte (oder wenn das Mittel resistenzbedingt nicht mehr wirkt), war der Grubber, besonders wenn erst direkt zur Saat gegrubbert wurde, stark AF-fördernd.

Das Bild ist an beiden Standorten ähnlich, wenn auch auf unterschiedlichem AF-Besatz-Niveau. In Galmsbüll schoss der AF-Besatz in den drei Jahren enorm nach oben, auf Fehmarn gemäßigter. Auch in den Folgejahren im WW auf Fehmarn ergab sich, dass der Grubber den AF-Besatz stärker förderte als der Pflug (s. später).

6.1.2.2 Pflug und AF-Besatz

In der Variante „Pflug spät“ schaukelte sich in 2010-12 der AF-Besatz ebenfalls auf, wenn kein Atlantis fiel, wenn auch nicht so stark wie in den Grubber-Mulchsaaten. Bei längerer primärer Keimruhe der frisch ausgefallenen AF-Samen waren diese vor dem Pflügen noch nicht alle aufgelaufen. Somit bewirkte die Stoppelbearbeitung vorab zu wenig und die keimfähigen AF-Samen wurden mit dem Pflug vergraben

Nach der Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung konnte dann in der Kultur noch viel AF aus der sekundären Keimruhe aufkommen, bis in den späteren Herbst hinein. In Galmsbüll waren auch hier die AF-Besatzstärken deutlich höher als auf Fehmarn.

In Petersdorf spielte dagegen die Tatsache eine Rolle, dass vor Projektbeginn durchgängig Mulchsaat betrieben worden war. Dieses Beispiel zeigt, dass nach langjähriger Mulchsaat sauber wendendes Pflügen den AF-Besatz stark vermindern konnte.

Weniger AF trat in der Variante „Pflug früh“ auf. Hier konnte der hochgepflügte AF aus der sekundären Keimruhe ungestört im fertigen Saatbett auflaufen, wenn mit der Saat mindestens 4 Wochen gewartet wurde. Er wurde mit Glyphosat abgetötet, bevor die WW-Saat eingeschlitzt wurde.

Fazit: Generell waren beide Pflugvarianten über alle Jahre auf Fehmarn die saubersten im WW. In Galmsbüll war das Verfahren „Pflug früh“ sehr eindeutig der Variante „Pflug spät“ überlegen, auf Fehmarn nur tendenziell.

Abbildung 6-2: Vergleich der Pflugvarianten in Galmsbüll 2010

Galmsbüll 2010: Pflug spät (links) Pflug früh (rechts) und



6.1.2.3 Flache Mulchsaat in Galmsbüll

In der flachen Mulchsaat wird der AF-Besatz vom AF-Samenausfall der Vorfrucht bestimmt. In 2010 war der Besatz gering, schaukelte sich aber in 2011 auf. Außerdem wurde in der Marsch die Trespe gefördert.

In den Folgejahren bei starker Herbstnässe versagte die flache Mulchsaat in der Marsch in Galmsbüll. Denn im nassen Frühherbst und über Winter 2011/12 verfaulte der WW (und im Folgejahr 2013 auch der Winterraps, der 2012/13 angebaut wurde).

Zunehmend im Laufe der Jahre standen die Kulturen in der flachen Mulchsaat schlechter als in den übrigen Streifen. Wegen der starken Nässe in der Mehrzahl der Projektjahre „klatschte“ der Marschboden regelrecht zusammen und den Kulturen ging die Luft aus. Untersuchungen an Stechzylinderproben, gezogen Anfang Februar 2013, zeigten ein niedriges Porenvolumen (Abbildung 6-3), vor allem das Volumen luftführender Poren (Abbildung 6-4) im flachen Mulchsaatstreifen lag extrem niedrig.

Abbildung 6-3: Stechzylinderproben aus Galmsbüll "Gesamtporenvolumen" 2013

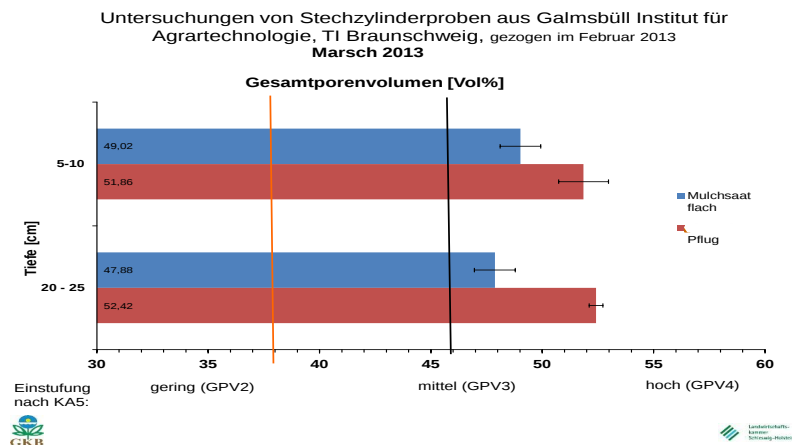
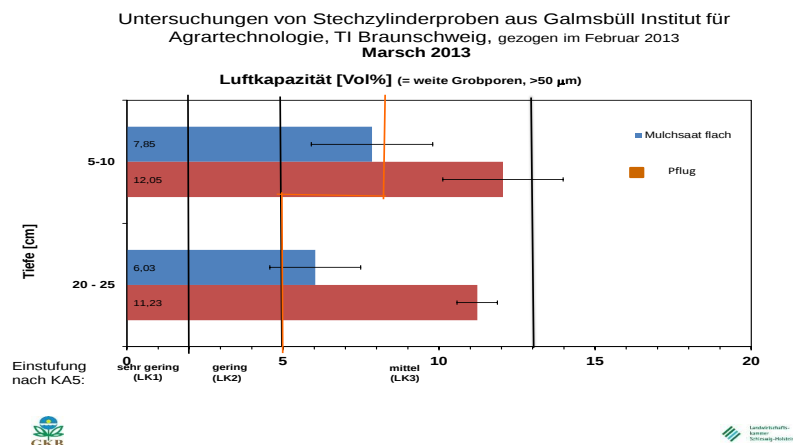


Abbildung 6-4: Stechzylinderproben aus Galmsbüll "Luftkapazität" 2013



Flachmulch ist also in der Galmsbüller Marsch keine Option gewesen. Auch eine Tiefenlockerung hat nicht genug bewirkt und für einen stabilen Lebendverbau haben die 7 – überwiegend nassen - Jahre nicht ausgereicht.

Auch in Ostfriesland wurden in 2004-06 in einem ähnlichen Projekt ähnliche Erfahrungen gemacht (mündliche Mitteilung Dr. Bunte vom Pflanzenschutzdienst in Aurich, 2006).

Ein weiterer Aspekt speziell in der Marsch ist die Fusariumproblematik im WW, bleibt das Stroh der Vorfrucht liegen, steigert das die Befallsgefahr.

Die Folge der Auswinterungen in 2012 und 2013 war, dass in dem flachen Mulchsaatstreifen in diesen Jahren noch spät Sommerweizen nachgedrillt wurde.

Da dieser sich aber dort auch schlecht entwickelte und dünn stand, bekam der neu auflaufende Frühjahr-AF in diesem Bearbeitungsstreifen in beiden Jahren Oberwasser. D.h. hier klappte es mit der AF-Bekämpfung durch Sommerweizen nicht, im Gegensatz zu Versuchsglied 6, wo gezielt Sommerweizen in 2010-12 angebaut worden war und der AF-Besatz gering blieb.

In den Folgejahren 2014-16 standen die Kulturen in Galmsbüll in der langjährig flachen Mulchsaat (Variante 5, Tabelle 6-7) dünner als in den anderen Streifen. Und das, obwohl von 2014-16 das Sommergetreide als GPS geerntet wurde, so dass kein Stroh und nur wenig Pflanzenreste aus der jeweiligen Vorfrucht die Nachfrucht durch ihre Abbauprodukte beeinträchtigen konnten und obwohl der AF-Besatz dort stark zurückging.

Tabelle 6-7: Bestandsdichten der Kulturen in den Versuchsjahren in Galmsbüll

Versuchsvarianten in Galmsbüll	Var.1- Pflug (früh) 2010-12 WW	Var.2 Pflug (spät) 2010-12 WW	Var.3 Grubber (früh) 2010-12 WW	Var.4 Grubber (spät) 2010-12 WW	Var.5 Mulchsaat flach 2010-11 WW 2012 Nachsaat SW	Var.6 2010-13 Grubber 2010-12 SW 2014-16 Mulchsaat flach
Ernte 2010 – Weizen-Ähren/m ² vor Ernte	510	495	550	511	501	723
Ernte 2011 – Weizen-Ähren/m ² vor Ernte	578	560	534	500	520	451
Ernte 2012 – Weizen-Ähren/m ² vor Ernte	400	403	301	278	255 *)	335
Ernte 2013 – Wi-Rapspflanzen nach Winter/m ²	11,3	10,0	14,6	14,0	410 *)	20,4
Ernte 2014 – Haferrispen/m ² vor Ernte	456	516	539	546	469	598**)
Ernte 2015 – So-Roggen/So-Gerstengemisch	im So-Roggen-, So-Gersten-Gemisch konnte nicht gezählt werden					
Ernte 2016 – SW-Ähren/m ² vor Ernte	584	591	586	582	476	518

2010-16 – Mittelwerte aus den jeweiligen ganzen Bearbeitungsstreifen (**ROT: MULCHSAAT FLACH**)

*) Der WW in 2012 und der Winterraps in 2013 standen in der flachen Mulchsaat extrem dünn und winternten aus (AF-Konkurrenz und Schäden aus dem extrem nassen Herbst 2011 und 2012 und dem harten Winter 2012/13), Eindrillen von SW, Angabe für SW: Ähren/m².

**) Nachwirkung aus etwas dichterem Wi-Raps auf dem Streifen von Variante 6 in 2013 und weniger AF-Konkurrenz aus den Vorjahren

6.1.2.4 Flache Mulchsaat auf Fehmarn

Auf Fehmarn wurde in der flachen Mulchsaat zusätzlich das Striegeln eingeführt. Die Ergebnisse des Striegels im Herbst 2012 in den Varianten 1 und 2, wo 2012 mehr AF gestanden hatte, sind in Tabelle 6-8 und Tabelle 6-9 dargestellt. Auf Fehmarn war es ein eher trockener Herbst.

Tabelle 6-8: AF-Pflanzen/m² - Striegelversuch auf Fehmarn, Herbst 2012

Stoppelbearbeitung in den Varianten 1 und 2

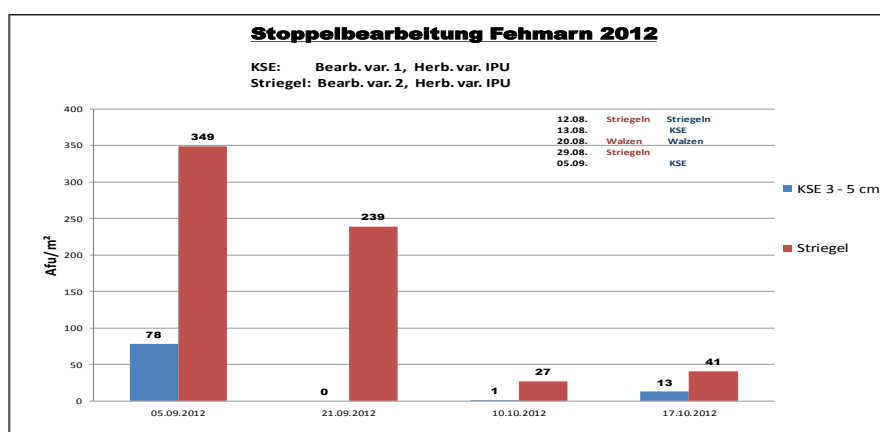
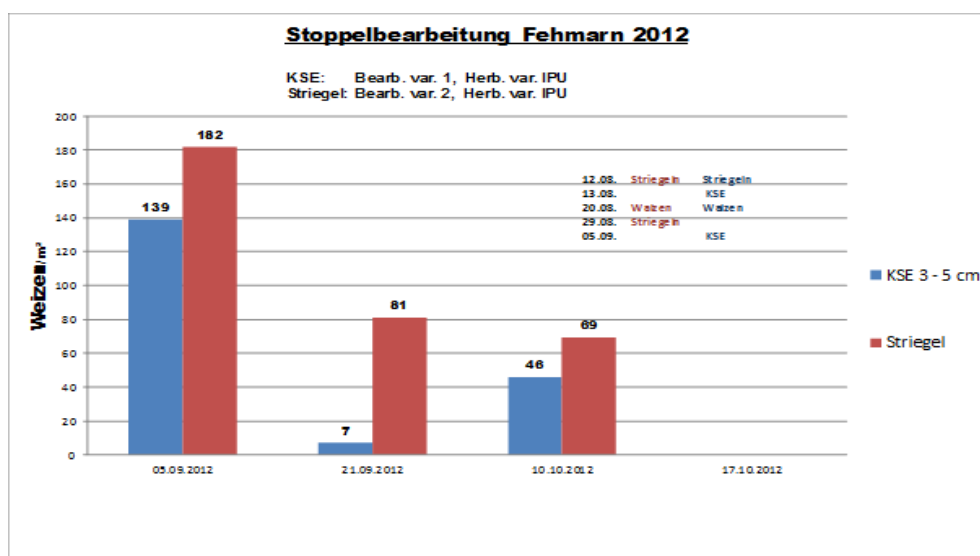


Tabelle 6-9: Weizenpflanzen/m² - Striegelversuch auf Fehmarn, Herbst 2012



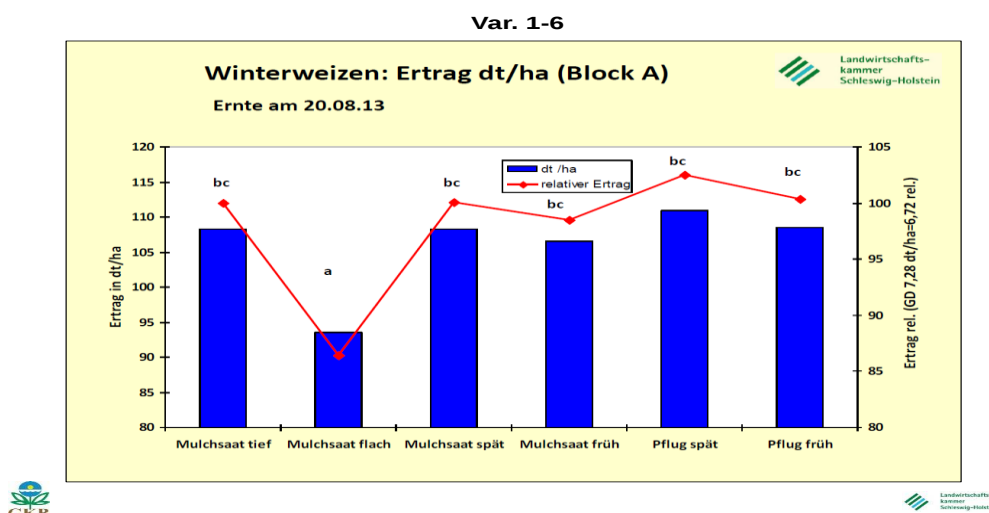
Dabei ist zu sehen, dass mit der Kurzscheibenegge nicht so viel AF und Ausfallweizen zum Auflaufen gebracht werden konnte wie mit dem flachen Striegel, wobei die Weizenwerte enger beisammen lagen als die Werte des AF. Die Kurzscheibenegge greift etwas tiefer, sodass mehr Stroh eingearbeitet, aber auch mehr AF-Samen vergraben wurden und in die sekundäre Keimruhe gefallen sind. Die Striegelwirkung wurde auf Fehmarn im dort eher trockeneren Herbst 2012 wohl auch dadurch gefördert, dass es unter der gut verteilten, lockeren Strohaufgabe, durch die offenbar genügend Licht kam, durchgängig feuchter war und daher bessere Keimbedingungen herrschten als da, wo mit der Kurzscheibenegge gearbeitet worden war. Über ähnliche Effekte durch Strohaufgabe auf Ausfallweizenkörner berichtet (Niemann, 2002). Außerdem beobachtete er, dass, wenn die Weizenkörner eine längere Zeit auf der Bodenoberfläche lagen, viele durch abiotische und biotische Faktoren zerstört wurden. Letzteres kann naturgemäß auch für AF-Samen gelten.

Auf extremen AF-Standorten müsste also die Stoppelbearbeitung an die Bedürfnisse des AF stärker angepasst werden, der AF ggf. eine Weile auf der Fläche einfach liegen bleiben, danach – Ende der primären Keimruhe vorausgesetzt - zunächst sehr flach gearbeitet werden, um keinen AF-Samen zu vergraben. Das alles braucht Zeit, vor allem bei längerer primärer Keimruhe des AF-Samen und ist bei Fröhsaaten von WW und ggf. auch in Spätsaaten nicht zu realisieren, aber vor Sommerungen auf jeden Fall.

Insgesamt war auch auf Fehmarn in der flachen Mulchsaat (wie auch in der Variante „Mulchsaat spät“) der Besatz im WW nach 3 Jahren mit WW vergleichsweise höher, wenn kein Atlantis eingesetzt wurde (Block A), ebenso auch in den Folgejahren (s. dort). Da die AF-Samen sich in der obersten Bodenschicht befanden, konnten sie schnell auflaufen, auch in der Kultur, wenn die primäre Keimruhe abgebaut war und günstige Keimbedingungen vorherrschten.

Dazu kam, dass das Stroh der Vorfrucht in der flachen Mulchsaat Probleme bereiten kann, wie die Erträge in 2013 in den Varianten 1-6 zeigten (Tabelle 6-10, 3. Jahr WW nach WW). In Block B und C ergab sich dasselbe Bild.

Tabelle 6-10: WW-Ertrag auf Fehmarn 2013, Var. 1-6, Block A



Das Ergebnis bei „Mulchsaat flach“ ist hier maßgeblich damit zu erklären, dass die eingesetzte Scheibendrilla-Technik für die stärkere Strohaufgabe ungeeignet war und in der Jugendentwicklung zu einem deutlich gehemmten Bestand geführt hat, der erst ganz spät im Frühjahr aufgeholt hat.

Das Verfahren „Mulchsaat flach“ zeigte vor allem, dass bei Aussaaten Anfang Oktober Ausfallsamen aus der vorherigen Kultur bis dahin nur zu einem geringen Teil aufgelaufen oder anderweitig abgebaut worden sind. Diese Variante dokumentiert das Problem zu früher Saatzeiten beim Anbau von Wi-Weizen.

6.1.2.5 Erträge im WW in Block A in Galmsbüll 2011 und auf Fehmarn 2012

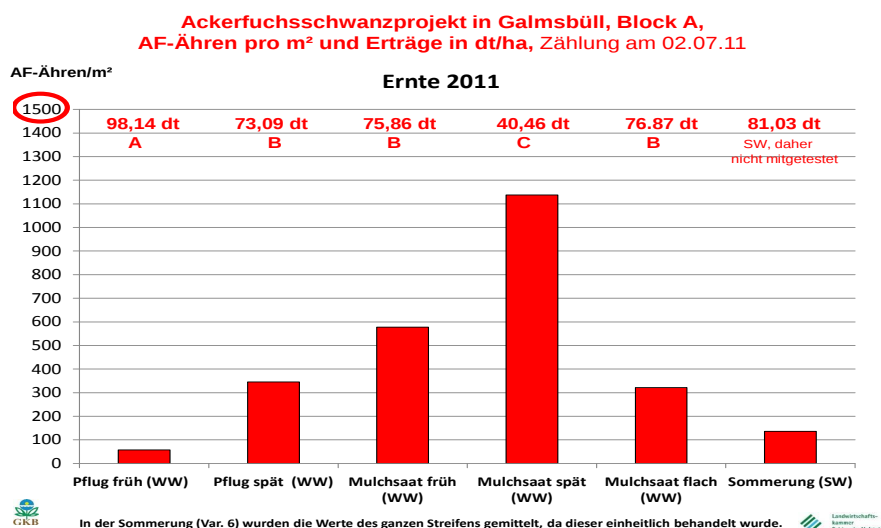
Generell waren die Erträge in den Versuchsjahren nicht immer eindeutig mit dem AF-Besatz zu korrelieren, hier beeinflussten auch Bodenbearbeitungseffekte u.a. den Ertrag (vgl. die Ergebnisse in den Jahresberichten).

Aber besonders in Block A (nur Bodenherbizid zum VA/NAK-Termin, auf Fehmarn zusätzlich IPU im Frühjahr) waren doch Zusammenhänge zwischen dem Ertrag und dem AF-Besatz festzustellen, besonders, wenn letzterer höher war. Das deutete sich in Galmsbüll schon 2010 an, als der AF-Besatz noch geringer war.

In Tabelle 6-11 ist der AF-Besatz vor Ernte in seiner Auswirkung auf die Erträge der Bearbeitungstreifen *in Galmsbüll, Sommer 2011*, dargestellt. Es ist gut zu erkennen, wie stark hier der AF den WW-Ertrag drückt, vor allem in der späten Mulchsaat mit dem hohen Besatz.

Der geringere Ertrag der Variante 6 trotz geringen AF-Besatzes beruht darauf, dass hier So-Weizen stand. Dieser ist aber ökonomischer als ein WW mit hohem AF-Besatz, zumal man im SW auch weniger Aufwand hat.

Tabelle 6-11: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren pro m² und Erträge in dt/ha, Zählung am 02.07.11



In 2012 wäre das ertraglich noch dramatischer gewesen unter Berücksichtigung des AF-Besatzes, aber weil im Block A der WW in Galmsbüll völlig im AF unterging (Abbildung 6-5), hat der Landwirt sich entschlossen, die Fläche für die Biogasanlage abzuhäckseln, sodass keine Druschergebnisse vorliegen.

Abbildung 6-5: Galmsbüll 2012, Mulchsaat spät (links) und Mulchsaat flach (rechts) im Block A



Bilder: C. Schleich-Saidfar

Auch auf Fehmarn hat der AF in **2012** im Block A auf den Ertrag gedrückt (Tabelle 6-12, Abbildung 6-6), wegen des geringeren Besatzes allerdings nicht so stark wie in Galmsbüll. Der sehr hohe Ertrag in Variante 12 allerdings ist wohl auch auf den Vorfruchteffekt der Ackerbohne aus 2011 zurückzuführen.

In den Blöcken B und C, auch in den anderen Versuchsjahren, waren die Erträge schwer mit dem AF-Besatz in Beziehung zu setzen.

Tabelle 6-12: Fehmarn, Ernte 2012, Erträge in dt/ha, Var. 7-12, Block A: Bodenherbizid im VA/NAK, IPU im NAF

Ackerfuchsschwanzprojekt auf Fehmarn, Ernte 2012, Erträge in dt/ha
Var. 7-12, Block A: Bodenherbizid im VA/NAK, IPU im NAF

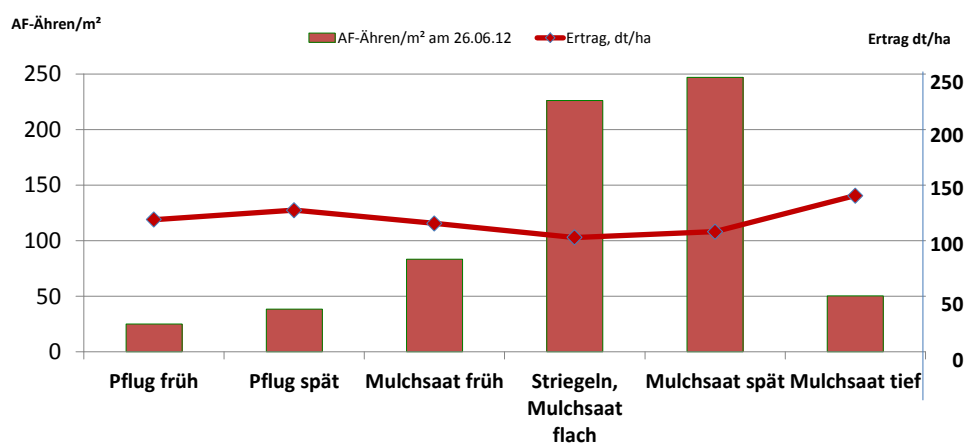


Abbildung 6-6: Mulchsaat flach im Sommer 2012, Standort Petersdorf auf Fehmarn am 05.07.2012 (Block A: Bodenherbizid im VA/NAK, IPU Anfang März)



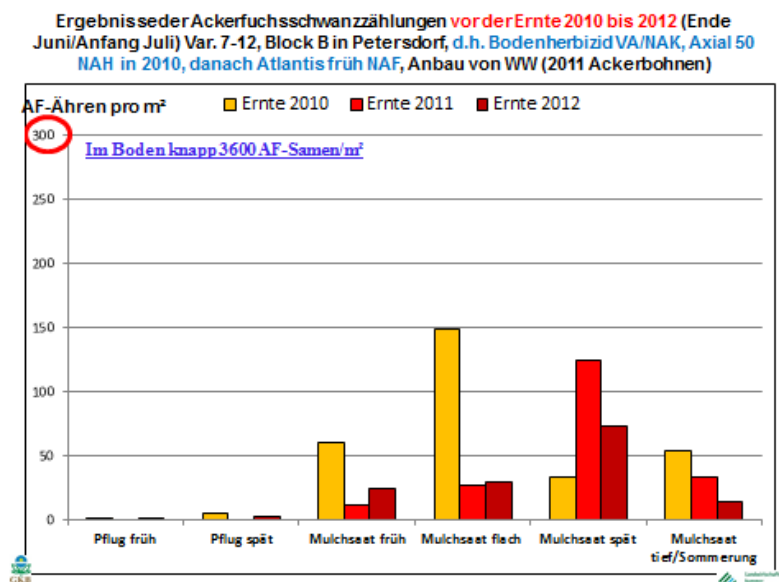
Bild: Manja Landschreiber, LK SH

6.1.3 Was bewirkten die blattaktiven Herbizide?

6.1.3.1 Die Wirkung von Axial 50 auf Fehmarn in 2010

In Tabelle 6-13 sind die Ergebnisse der AF-Zählungen aus Fehmarn, Var. 7-12 aus Block B dargestellt. In 2010 war hier noch kein Atlantis, sondern Axial 50 im Herbst nach Bodenherbizid-Vorlage appliziert worden, das aber resistenzbedingt nicht mehr ausreichend wirkte.

Tabelle 6-13: Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010 bis 2012 (Ende Juni/Anfang Juli) Var. 7-12, Block B in Petersdorf



Auch hier ist erkennbar, dass die unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren sich deutlich unterscheiden, die gepflügten Streifen waren relativ sauber, die Mulchsaatstreifen nicht, wenn das Herbizid nicht mithalf. Das wirkte auch in den Folgejahren noch nach.

Abbildung 6-7: Mulchsaat flach im WW in Petersdorf 2010

Mulchsaat flach im WW in Petersdorf 2010°)

Herold (VA-NAK) und Axial (NAH)

Herold (VA-NAK) und Atlantis (NAF)



Bilder: Manja Landschreiber, LK SH

In 2010 war VG 11 die Variante „Mulchsaat flach“, infolge eines Bestellfehlers im Herbst 2010 wurden die VGs 11 und 10 in 2011 vertauscht und dann in der Folge ab 2011 folgendermaßen weitergeführt: VG 10 „Mulchsaat flach“ und VG 11 „Mulchsaat spät“ (vgl. die Versuchspläne 2010 und ab 2011).

6.1.3.2 Was bewirkte Atlantis?

Wo Atlantis im WW eingesetzt wurde, gab es nur einen geringen AF-Besatz und wenig Unterschiede in den Bearbeitungstreifen (Abbildung 6-8 und Abbildung 6-9).

D.h., solange Atlantis voll wirkte, wurden wenig AF-Samen in die Samenbank eingetragen und alle ackerbaulichen Fehler wurden überdeckt.

Abbildung 6-8: Frühjahr 2012 in Galmsbüll, hinten kein Atlantis appliziert



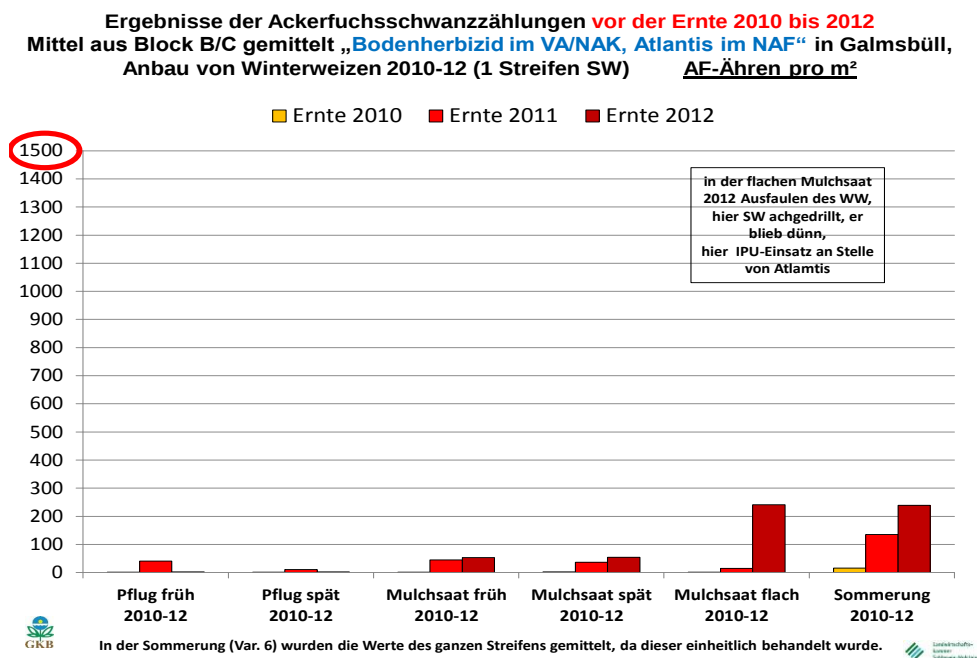
Bild: C. Schleich-Saidfar

Abbildung 6-9: Sommer 2012 in Galmsbüll, vorne mit Atlantis, hinten ohne Atlantis



Bild: C. Schleich-Saidfar

Tabelle 6-14: AF-Besatz 2010-12 am Standort Galmsbüll nach Atlantis-Applikation auf den verschiedenen Bodenbearbeitungsstreifen



In Galmsbüll waren die Unterschiede zwischen den Atlantis-Varianten gering, weshalb die Ergebnisse aus Block B und C zusammengefasst wurden (Tabelle 6-14 und Abbildung 6-10).

In den Varianten mit Atlantis-Einsatz war in Block B/C der SW-Streifen (Variante 6) nur noch die zweitbeste Alternative. Das ist der Grund, warum Landwirte so ungern Sommergetreide anbauen, solange Atlantis noch voll wirkt.

Abbildung 6-10: Galmsbüll, Sommer 2012, Vergleich mit und ohne Atlantis



Auf **Fehmarn** ergab sich dasselbe Bild wie in Galmsbüll: Atlantis überdeckte alle Bodenbearbeitungseffekte, sowohl 2010-12 in den Varianten 7-12 (Tabelle 6-15) wie 2011-13 in den Varianten 1-6 im Winterweizen (Tabelle 6-16 und Tabelle 6-17).

Tabelle 6-15: AF-Besatz 2010-12 am Standort Petersdorf nach Atlantis-Applikation auf den Bodenbearbeitungsstreifen 7-12, Block C

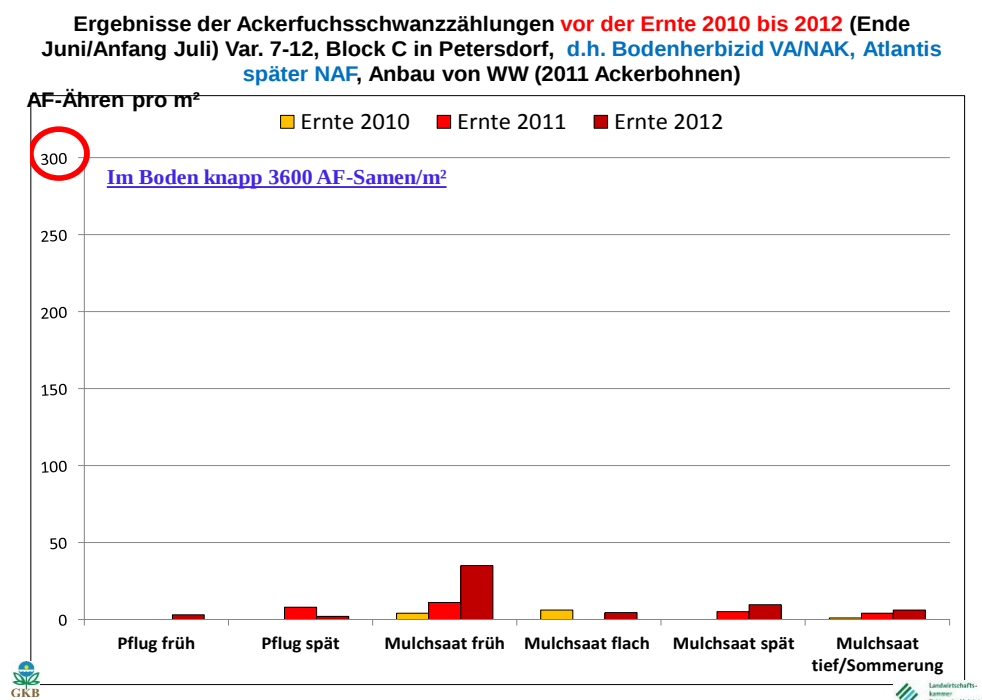


Tabelle 6-16: AF-Besatz 2011-13 am Standort Petersdorf nach Atlantis-Applikation auf den Bodenbearbeitungsstreifen 1-6, Block B

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen **vor der Ernte 2011 bis 2013, Var.1-6** (Ende Juni/Anfang Juli) aus Block B „**Bodenherbizid im VA/NAK, IPU im NAF, Atlantis im frühen NAF**“ in Petersdorf, Anbau von WW, 1. – 3. WW nach Wi-Raps

AF-Ähren pro m²

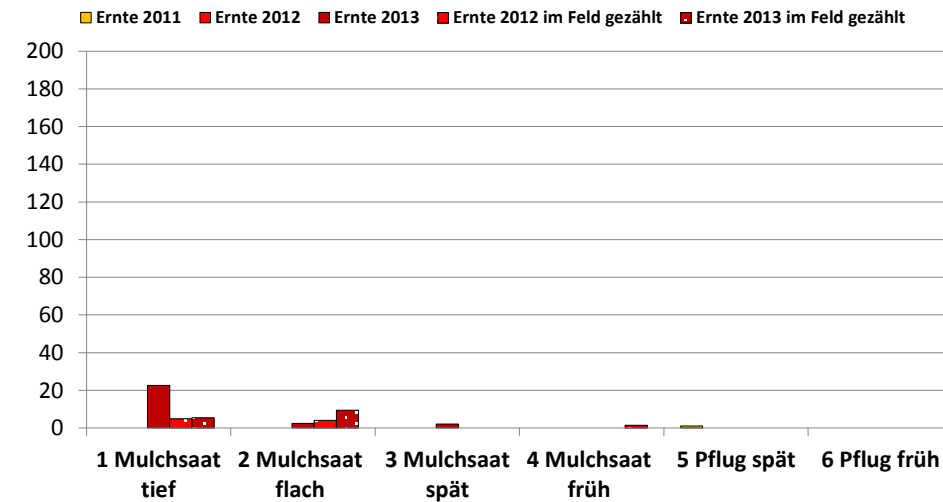
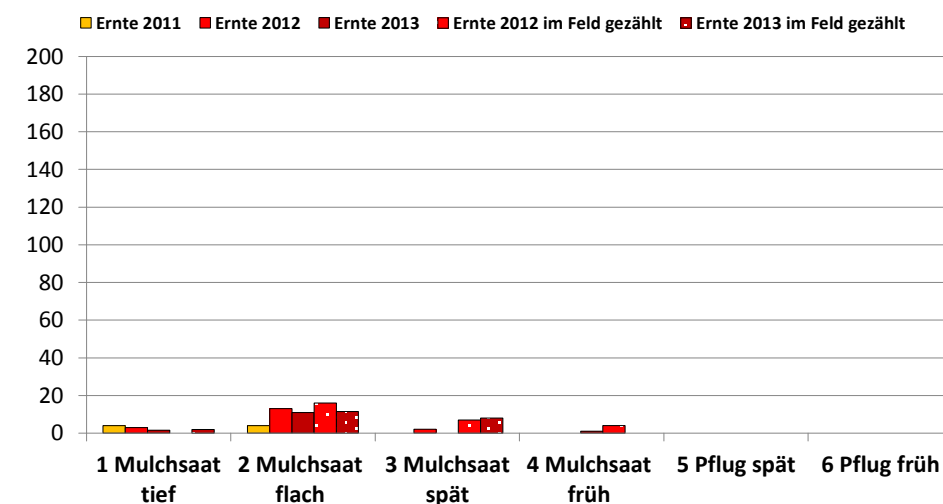


Tabelle 6-17: AF-Besatz 2011-13 am Standort Petersdorf nach Atlantis-Applikation auf den Bodenbearbeitungsstreifen 1-6, Block C

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen **vor der Ernte 2011 bis 2013, Var.1-6** (Ende Juni/Anfang Juli) aus Block C „**Bodenherbizid im VA/NAK, IPU im NAF, Atlantis im späteren NAF**“ in Petersdorf, Anbau von WW, 1. – 3. WW nach Wi-Raps

AF-Ähren pro m²



6.1.4 Ist Winterraps eine Sanierungsfrucht?

In 2012/13 stand im Rahmen der Fruchtfolge Winterraps auf beiden Standorten auf der Fläche (auf Fehmarn in den Varianten 7-12).

6.1.4.1 Winterraps in Galmsbüll 2012/13

In Galmsbüll erfolgte die Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung im Herbst 2012 bei allen Bearbeitungsvarianten zu einem Termin, ebenso war der Herbizid-Einsatz einheitlich, da aufgrund des Resistenzstatus keine große Auswahl mehr blieb.

Der Herbst 2012 war in Galmsbüll extrem nass, was den AF gegenüber dem Winterraps begünstigte und dazu führte, dass in den Parzellen, wo in den Vorjahren kein Atlantis gefallen war (Block A), der AF den Raps unterdrücken konnte (Tabelle 6-18).

Dazu kam, dass auf der Fläche die blattaktiven DIMs fast keinen Effekt mehr hatten. So blieb der Winterraps in Galmsbüll im hinteren Bereich (Block A) sehr dünn. In Block B und C dagegen entwickelte er sich zwar auch nicht üppig, aber doch zu einem akzeptablen Rapsbestand (Abbildung 6-11).

Tabelle 6-18: Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen und Bonituren im Herbst 2012 in Galmsbüll

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen und Bonituren im Herbst 2012 in Galmsbüll

Anzahl Ackerfuchsschwanzpflanzen pro m² bzw. UDG in % - Mittel der Zählungen aus den verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten (in Klammern Bonituren aus dem hinteren Teil, wo in den letzten 3 Jahren nur Bodenherbizid gefallen ist, Block A)

2010-12	<u>in den letzten 3 Jahren</u> <u>Pflug früh</u>	<u>in den letzten 3 Jahren</u> <u>Pflug spät</u>	<u>in den letzten 3 Jahren</u> <u>Mulchen früh</u>	<u>in den letzten 3 Jahren</u> <u>Mulchen spät</u>	<u>in den letzten 3 Jahren</u> <u>Mulchsaat flach</u>	<u>in den letzten 3 Jahren</u> <u>Sommerung (Grubber)</u>
2013	<u>Pflug</u>		<u>Mulchsaat (Grubber)</u>		<u>Mulchsaat flach</u>	<u>Mulchsaat Grubber</u>
10.08.12	0 (0)	0 (0)	165,0 (483,8)	170,8 (490,0)	31,9 (74,4)	21,0
23.08.12	25,0 (34,4)	61,3 (165,0)	214,6 (583,1)	313,5 (856,9)	274,0 (675,6)	56,3
30.08.12	173,1 (313,8)	320,6 (674,4)	507,5 (1230,0)	589,2 (1630,0)	712,1 (1261,3)	208,5
08.10.12	8,4 % (11,1 %)	21,6 % (53,0 %)	39,8 % (85,2 %)	39,7 % (95,2 %)	34,9 % (81,6 %)	14,7 %

In der ehemaligen Sommerung einheitliche Behandlung, daher nur Wert des ganzen Streifens angegeben.

Abbildung 6-11: Galmsbüll im Herbst 2012

Galmsbüll im Herbst 2012 – Grubber- Mulchsaat ehemals spät - 08.10.12**vorne** (wo auch Atlantis in 2010-12 gefallen ist)**hinten** (wo nur Bodenherbizid 2010-12 gefallen ist)

Bilder: C. Schleich-Saidfar

**DIMs (Focus Ultra bzw. Select 240 EC im NA)
hatten Resistenz-bedingt kaum mehr Wirkung!**

In der flachen Mulchsaat allerdings verfaulte der Raps auf dem ganzen Streifen in der extremen Nässe (Abbildung 6-12).

Abbildung 6-12: Wi-Rapsbestand in Galmsbüll im Oktober 2012, hinten im Bild die flache Mulchsaat

Galmsbüll im Herbst: 08.10.2012 – wo in 2010-12 die Sommerung stand -
(hinten im Bild: Mulchsaat flach – Wi-Raps ist in der Nässe untergegangen), daher im Frühjahr SW eingedrillt



Bild: C. Schleich-Saidfar

Das am 30.11. 2012 eingesetzte Kerb Flo hatte, da im Anschluss an die Behandlung sehr viel Niederschlag folgte und das Mittel an die AF-Wurzeln brachte, eine sehr gute Wirkung auf den AF, vor allem im ehemaligen Block A, wo sich die AF-Pflanzen gegenseitig so stark behindert hatten, dass sie noch nicht zu weit entwickelt waren zum Kerbtermin. Im ehemaligen Block B und C, wo Einzelpflanzen standen, blieb die eine oder andere AF-Pflanze stehen, da sie schon zu weit bestockt war und zu tief wurzelte. Aber der harte Winter tat ein Übriges, so dass der absterbende AF erfror und im Frühjahr die Fläche zunächst fast AF-frei war, auch der Raps war stark zurückgefroren (Abbildung 6-13). Somit hatte auch der Winterraps in dem Frostwinter gelitten und kam im Frühjahr 2013 erst sehr spät wieder in Gang (Abbildung 6-14). So konnte neuer AF aus dem Boden auflaufen, als die Kerbwirkung nachließ (Abbildung 6-15).

Abbildung 6-13: Galmsbüll-02.03.2013

Galmsbüll - 02.03.2013 - Mulchsaat (ehemals früh)
hinten, wo in den letzten Jahren nur Bodenherbizide gefallen waren



Bild: C. Schleich-Saidfar



Abbildung 6-14: Galmsbüll-02.05.2013

Galmsbüll - 02.05.2013 - Mulchsaat (ehemals früh)

Blick in den vorderen Bereich, wo in den
letzten Jahren auch Atlantis eingesetzt
worden war

hinterer Bereich, wo in den letzten
Jahren nur Bodenherbizide
eingesetzt worden waren



Bilder: C. Schleich-Saidfar



Abbildung 6-15: Galmsbüll: Grubber-Mulchsaat (ehemals früh) im späten Frühjahr –28.05.13

**Galmsbüll : Grubber-Mulchsaat ehemals früh im späten Frühjahr – 28.05.13 –
von hinten nach vorne gesehen**



sehr gute Kerb-
Wirkung,

aber
AF-Neuauflauf
aus dem Samenvorrat
im Boden in
Bestandslücken,

(sehr garer Boden
nach dem
Frostwinter)



Bild: C. Schleich-Saidfar

Abbildung 6-16: AF-Projekt in Galmsbüll-18.07.13 – Grubber-Mulchsaat (ehemals früh)

**AF-Projekt in Galmsbüll - 18.07.13 – Grubber-Mulchsaat ehemals früh -
- hinten, wo in den Vorjahren kein Atlantis gefallen war -**



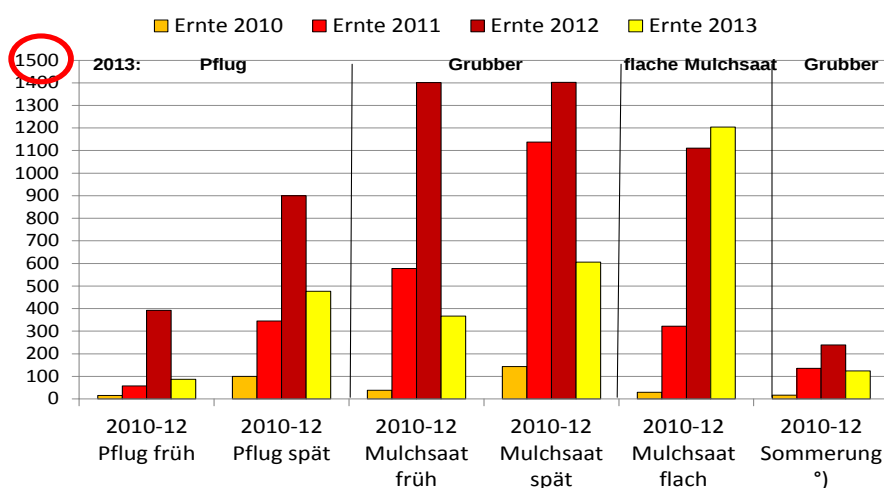
Bild: C. Schleich-Saidfar

Dennoch hatte der Wi-Raps noch einen drückenden Teileffekt auf den AF-Besatz (Abbildung 6-16). Da die Bestände nicht so dicht waren wie üblich, konnte noch eine AF-Ähren-Zählung im Bestand vor Ernte durchgeführt werden. Die Ergebnisse zeigt die folgende Darstellung.

Allerdings in der flachen Mulchsaat, in der wegen des abgestorbenen Rapsbestandes noch SW nachgedrillt werden musste, ging der AF durch, da der SW hier erst sehr spät und nicht sehr üppig in Gang kam.

Tabelle 6-19: Galmsbüll: Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010-2013

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010 bis 2013
(Zähltermine vor der Ernte), Block A, „nur Bodenherbizid im VA/NAK“ in Galmsbüll,
AF-Ähren pro m²



°) In 2012/13 stand auf der Fläche Winterraps, auch in der ehemaligen Variante „Sommerung“, aber in der flachen Mulchsaat 2012 und 2013 Auswinterung der Winterkultur, späte Nachsaat von SW, der sehr dünn blieb und AF hochkommen ließ.



6.1.4.2 Winterraps auf Fehmarn 2010, 2013, 2014

Auf Fehmarn sah das zu Projektbeginn noch anders aus. Der Winterraps in Var. 1-6 in 2009/10 unterdrückte den AF sehr gut. Dazu kam, dass in den Mulchsaat-Varianten im Herbst 2009 sehr viel Durchwuchsraps auflief, was zu teilweise sehr dichten Rapsbeständen in diesen Varianten führte, sodass eine Zählung und Beurteilung der Herbizidwirkung und auch der Wirkung der Bodenbearbeitungsvarianten im Winterraps in 2010 schwierig war (Abbildung 6-17, Abbildung 6-18, Abbildung 6-19, Abbildung 6-20, Abbildung 6-21, Abbildung 6-22). 2009 wirkte Focus Ultra aber wohl noch voll.

Abbildung 6-17: Fehmarn 30.09.2009, Mulchsaat tief

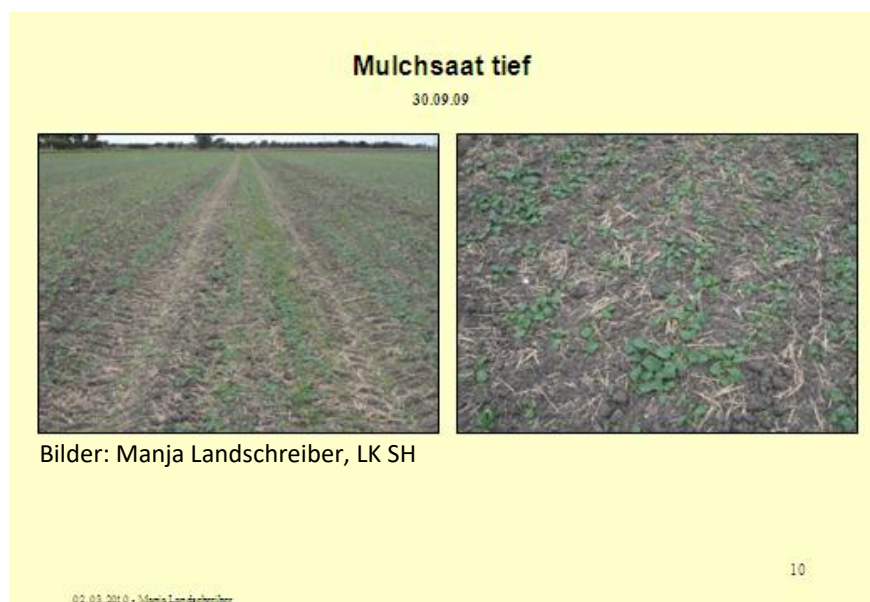


Abbildung 6-18: Fehmarn 30.09.2009, Mulchsaat flach



Abbildung 6-19: Fehmarn 30.09.2009, Mulchsaat spät

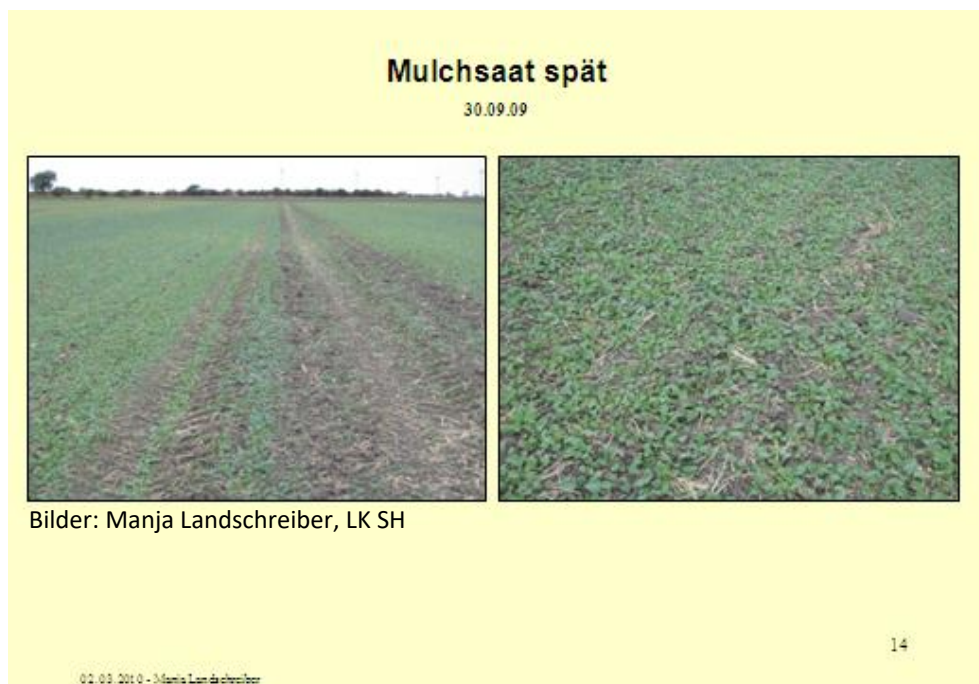


Abbildung 6-20: Fehmarn 30.09.2009, Mulchsaat früh



Abbildung 6-21: Fehmarn 30.09.2009, Pflug spät

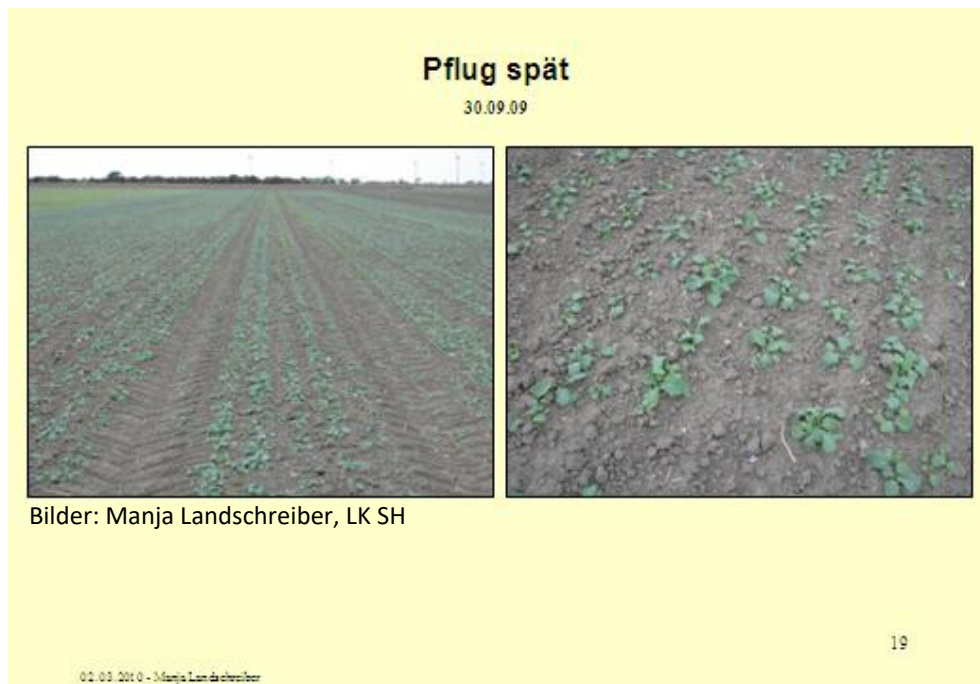
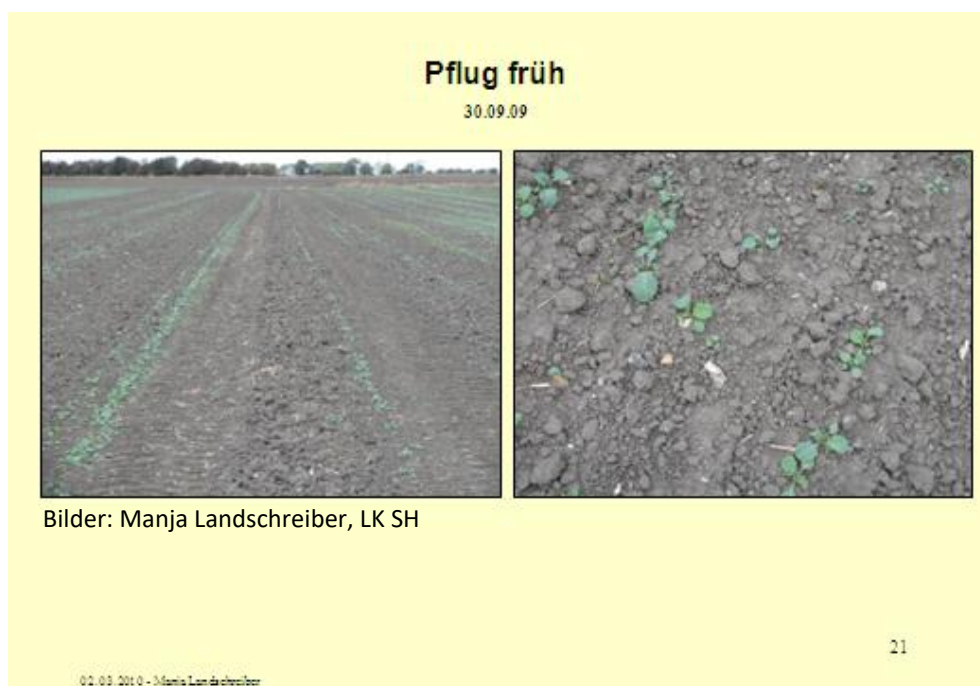


Abbildung 6-22: Fehmarn 30.09.2009, Pflug früh

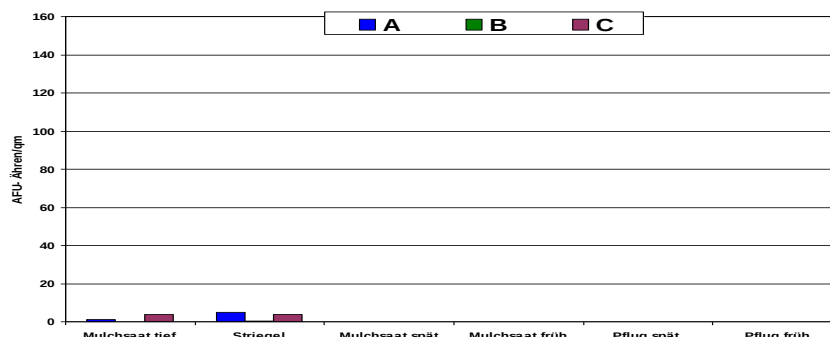


Im nachfolgenden Rapsweizen in 2011 in Var. 1-6 kam auf jeden Fall wenig AF auf.

Tabelle 6-20: WW 2011 nach Wi-Raps: AF-Ähren pro qm (Varianten 1-6, Block A, B, C)

WW nach Wi-Raps AF-Ähren pro qm (Block A, B, C)

Zählung am 29.06.11 an den Zählpunkten Varianten 1-6



Ab 2012 schwächelten die DIMs auch auf Fehmarn deutlicher: Das im Herbst 2012 eingesetzte Aramo hatte keine volle Wirkung mehr, Untersuchungen ergaben, dass eine 1781er Target-Site-Resistenz vorlag. Die Kerbwirkung im Herbst 2012 allerdings war auch auf Fehmarn sehr gut, weshalb im Frühjahr 2013 fast kein Frühjahrs- AF im Winterraps in Petersdorf zu finden war (Tabelle 6-21, Tabelle 6-22, Tabelle 6-23).

Tabelle 6-21: Wi-Raps Fehmarn 2012/13, AF-Pflanzen/m², Varianten 7-12, Block A**Winterraps: AF-Pflanzen pro qm (Block A)**

Zählungen vom Sept. 2012 bis März 2013 (Varianten 7-12)

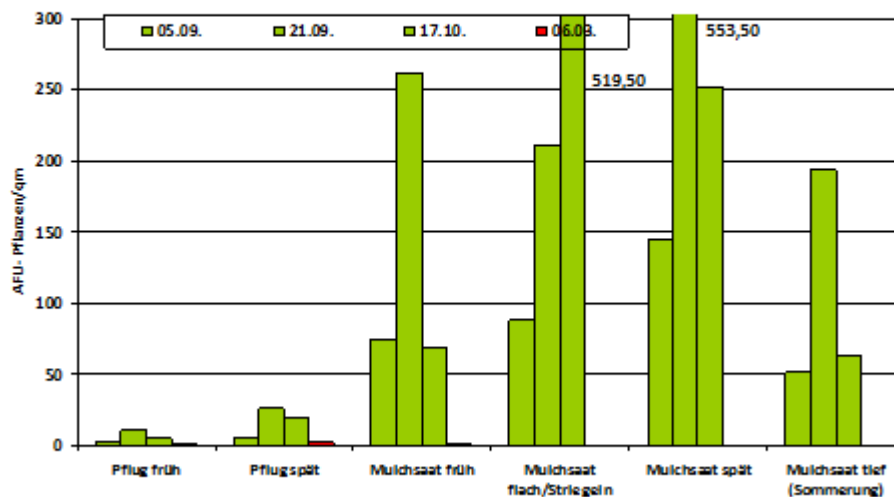
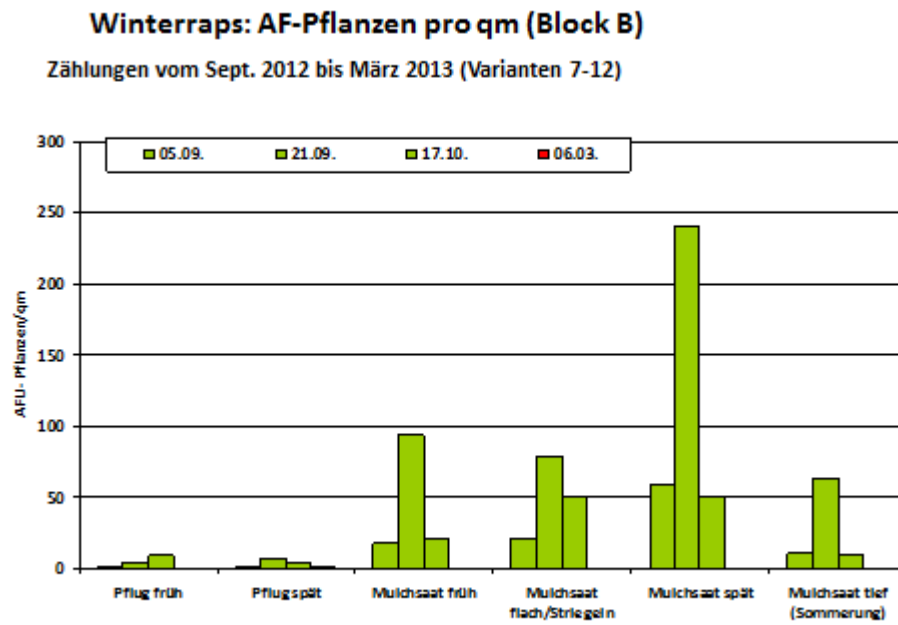
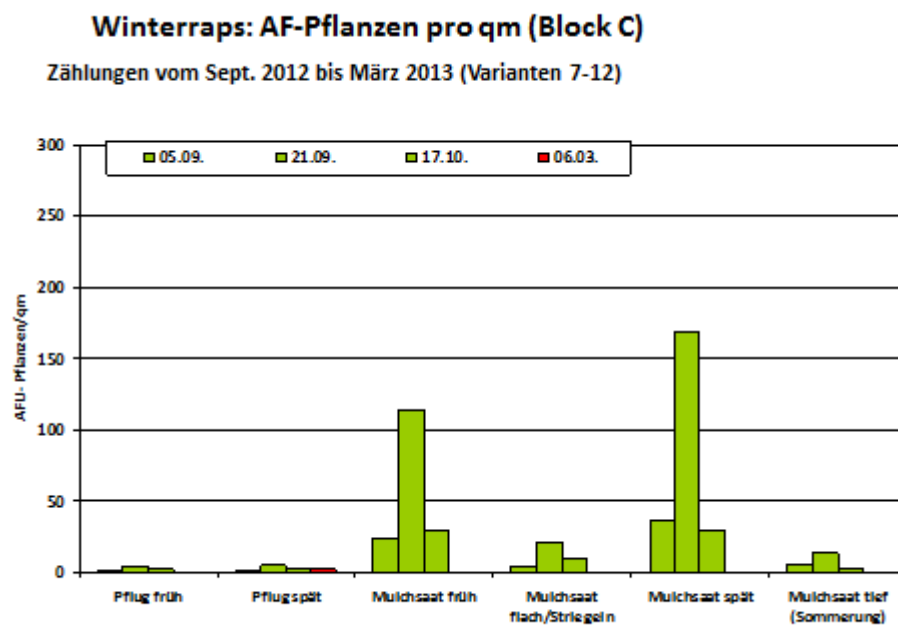
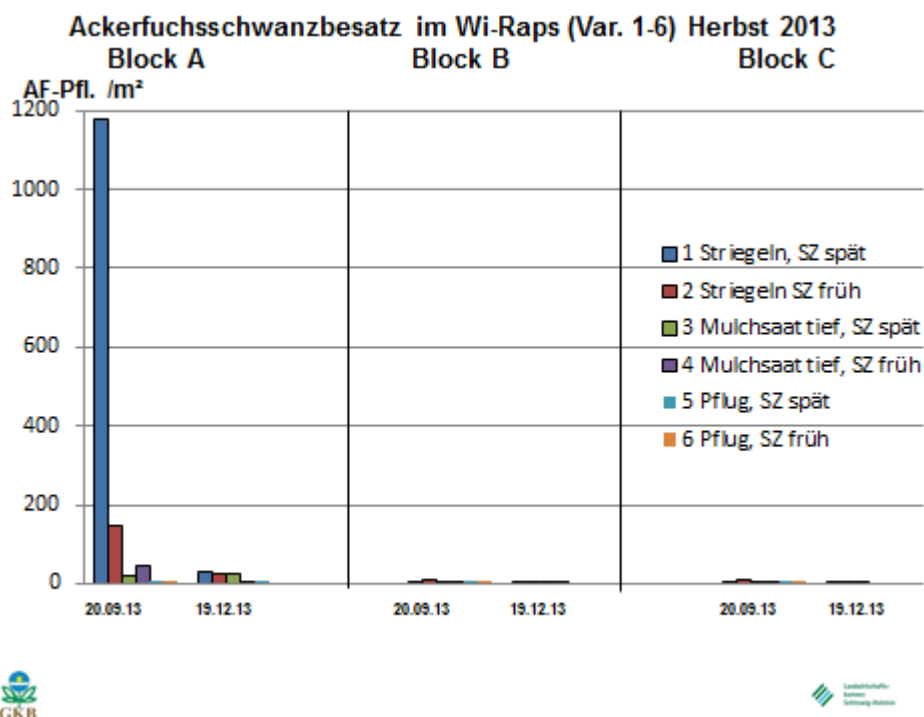


Tabelle 6-22: Wi-Raps Fehmarn 2012/13, AF-Pflanzen/m², Varianten 7-12, Block B

Tabelle 6-23: Wi-Raps Fehmarn 2012/13, AF-Pflanzen/m², Varianten 7-12, Block C


Auch der Winterraps, der in Var. 1-6 in 2014 angebaut wurde (Tabelle 6-24), hinterließ einen relativ sauberen Bestand, zwar kam im Herbst einiges an AF auf, zumindest in Block A.

Tabelle 6-24: AF-Besatz im Winterraps, Fehmarn, Herbst 2013, Var. 1-6



In Block B und C lief schon im Herbst wenig AF im Wi-Raps auf aufgrund des gravierenden Einflusses des in den Jahren zuvor eingesetzten Atlantis auf den AF-Bodensamenvorrat und auf den AF-Besatz in der Vorkultur.

Das im späteren Herbst eingesetzte Kerb erzielte dann eine sehr gute Wirkung auch in Block A.

Generell war auf beiden Standorten zu sehen, dass der AF-Besatz im Raps besonders im Herbst stark von der Vorgeschichte der Schläge bestimmt wurde.

Fazit: Winterraps als Sanierungsfrucht in der Fruchtfolge ist auf Resistenzstandorten zunehmend in Frage gestellt. Durch einen dichten Winterraps wurde zwar der AF gut unterdrückt. Wirkten aber die *blattaktiven* Herbizide nicht mehr ausreichend, konnte der AF „Oberwasser“ bekommen (da die VA-NAK-Bodenherbizide ihn nicht 100 %ig bekämpften).

Bei hohem AF-Druck und schlechter FOP- und DIM-Wirkung war der Raps dann bis zum Kerb-Termin vor Konkurrenz schwer zu schützen.

6.2 Zur Samenbank im Boden 2012

Im Sommer 2012 wurden, ehe der AF stärker auszufallen begann, Bodenproben in verschiedenen Tiefen aus den Varianten an beiden Standorten gezogen, auf Fehmarn aus den Varianten 7-12, und zwar sowohl aus Block A als auch aus Block B (Fehmarn) bzw. Block B/C (Galmsbüll).

Im Gewächshaus wurden die Proben in flachen Schalen feucht gehalten (einheitliche Bodenmenge pro Schale, Torf und eine Unkrautfolie unter den Bodenproben, um Feuchte von unten zu sichern, regelmäßiges Gießen der Schalen von oben) und die Anzahl aufgelaufener AF-Pflanzen (das heißt keimfähiger Samen) monatlich gezählt. Danach wurden diese Pflanzen entfernt und der Boden umgerührt, um durch die Belichtung weitere AF-Samen zum Keimen anzuregen. Das lief so lange, bis kein AF mehr aufkam, insgesamt ein Jahr.

Abbildung 6-23: Untersuchung des AF-Samenpotenziales im Boden

Untersuchung des AF-Samenpotenziales **im** Boden, Bodenproben Anfang Juli 2012
gezogen (frisch ausgefallene Samen beiseite geschoben vor Probenziehung)



Bild: C. Schleich-Saidfar



Ergebnisse:

Man erkennt: Wo viel AF in den Vorjahren ausgefallen war (Block A) fand sich nach drei Jahren entsprechend viel AF in der Samenbank im Boden wieder, die Tiefenverteilung entsprach den Bearbeitungsverfahren. Das wirkte sich vor allem in Galmsbüll aus, wo bis zu 20.000 keimfähige AF-Samen pro m² im Boden gefunden wurden (Tabelle 6-25), auf Fehmarn (Tabelle 6-26) waren es bis zu 3.600. Die tiefer liegenden Samen in den flachen Mulchsaaten stammten aus den Jahren vor 2010.

D.h. ohne Atlantiseinsatz wurde die Samenbank stark aufgefüllt, in den Pflugvarianten weniger, in den Mulchsaaten mehr (es bildete sich also ein Samen-Puffer im Boden). Beim WW-Anbau mit Atlantis fand sich deutlich weniger keimfähiger AF-Samen im Boden wieder.

Im SW-Streifen in Galmsbüll war ebenfalls weniger AF im Boden zu finden.

Die Samenbank im Boden stellt quasi das „Gedächtnis“ des Bodens dar.

Der AF-Samen-Puffer im Boden verursachte das starke Aufschaukeln des AF-Besatzes besonders in den Mulchsaaten, wenn kein Atlantis eingesetzt worden war und erklärt, warum die Vorjahre jeweils so starke Nachwirkungen hatten.

Tabelle 6-25: Galmsbüll - Gewächshaustests 2012

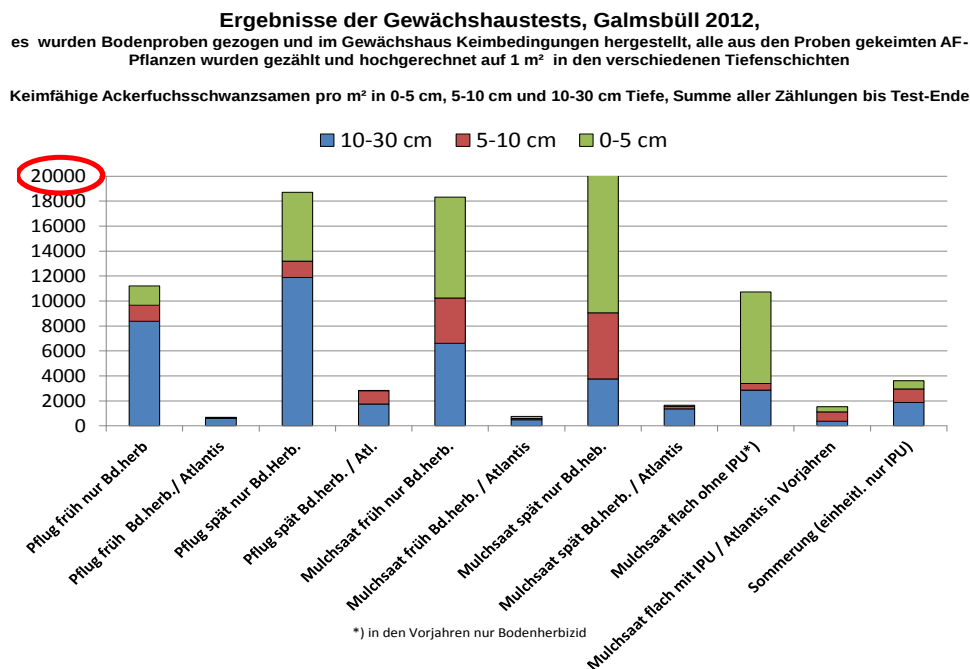
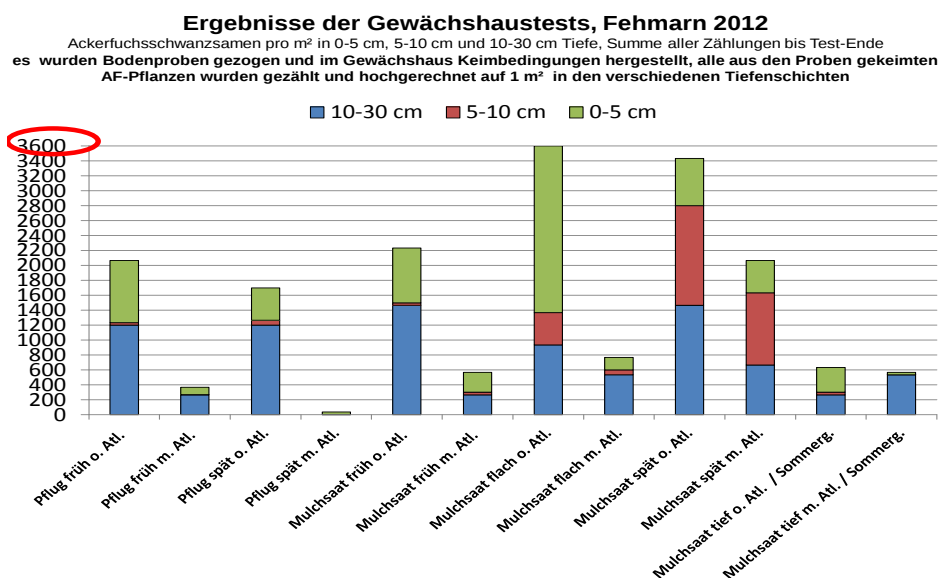


Tabelle 6-26: Fehmarn – Gewächshaustests 2012 (aus Var. 7-12)



6.3 Umstellung des Projektkonzeptes auf beiden Standorten 2014-16

Nach den Erfahrungen in 2010-13 wurde das Konzept auf beiden Flächen umgestellt. Man hatte zwar viel gelernt, aber bei Saatterminen nicht später als Anfang Oktober war das Ergebnis unbefriedigend. Die Frage, wie weit man mit einer späteren Saatzeit den AF-Druck senken kann, wurde auf Fehmarn untersucht.

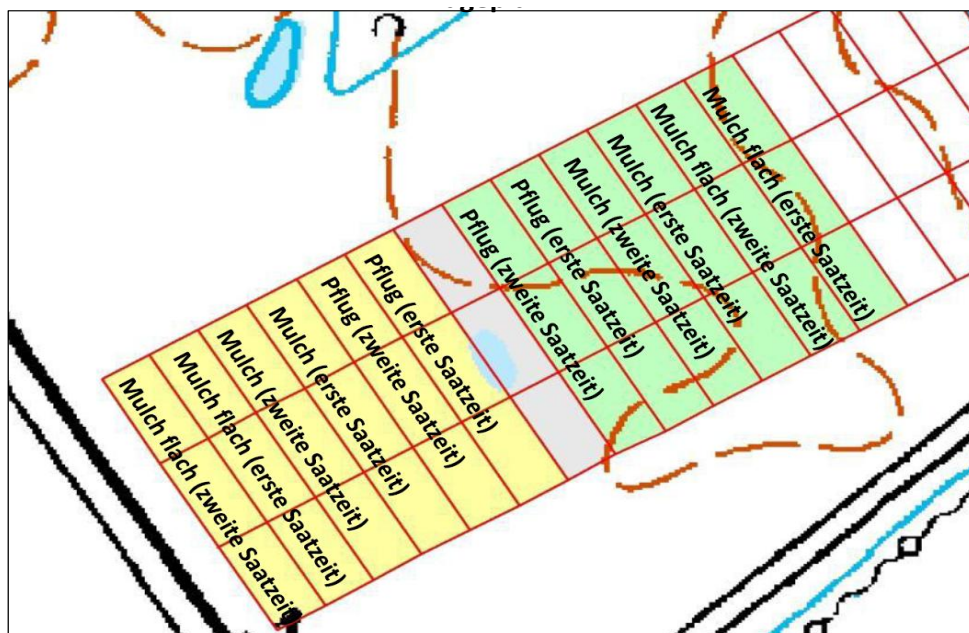
Daher wurden auf *Fehmarn* die Bodenbearbeitungsvarianten zusammengelegt: die ehemaligen Varianten Pflug früh und spät wurden zu einem Termin gepflügt, die ehemaligen Varianten Mulchsaat früh und spät zum selben Termin gegrubbert und die Variante Mulchsaat flach wurde erweitert auf den ehemaligen Streifen Mulchsaat tief/Sommerung. Außerdem wurde die Fruchtfolge geändert und schrittweise eine Sommerung (SW) eingeführt.

Und in den Winterungen wurden 2 Saatzeiten eingeführt, eine auf je einem Bearbeitungstreifen, sodass in den beiden Pflugvarianten früh und spät gesät wurde, in den Grubbervarianten dito usw.

Während also in 2010-12 die Grundbodenbearbeitung zeitlich variierte bei gleicher Saatzeit, kehrte sich das nun um, unterschiedliche Saatzeiten bei Grundbodenbearbeitung zum selben Termin (Abbildung 6-24).

Die frühe Saatzeit für WW lag Anfang Oktober, die späte Ende Oktober, die frühe für Wi-Raps um den 20. August die späte Saatzeit Anfang September.

Abbildung 6-24: 2. Phase 2013/14 -2015/6, Lageplan in Petersdorf



In Galmsbüll wurde ab 2014 komplett auf Sommergetreideanbau umgestellt (s. später).

6.3.1 Saatzeitunterschiede auf Fehmarn und in Klein Schenkenberg

Im Winterraps 2013/14 brachten die unterschiedlichen Saatzeiten keinen Effekt, was wohl daran lag, dass der AF zu beiden Terminen noch in der primären Keimruhe war.

Im Winterweizen (Tabelle 6-27, Tabelle 6-28) lief der AF im Herbst 2013 vor der Saat zu beiden Saatzeiten in den Grubbervarianten am stärksten auf, im gepflügten Bereich am wenigsten. Die flache Mulchsaat lag dazwischen.

Am 25.9.13 (vor beiden Saatterminen) war das Auflaufverhalten in den für frühere und spätere Saatzeit vorgesehenen Parzellen ähnlich.

Kurz vor der Saat wurde jeweils bei der Früh- und bei der Spätsaat Glyphosat eingesetzt und nach der Saat das Bodenherbizid zum VA/NAK-Termin.

Bis zum 19.12.13 war in der Frühsaat noch AF in der Kultur aufgelaufen trotz des Bodenherbizideinsatzes. In der Spätsaat war zu diesem Termin kaum noch AF zu finden. Der Grund: das Bodenherbizid hat in der Spätsaat aufgrund von mehr Bodenfeuchte zum Einsatztermin besser gewirkt und nach Spätsaat läuft ohnehin nicht mehr so viel AF auf.

Tabelle 6-27: Ackerfuchsschwanzpflanzen/m² im Rapsweizen, Var. 7-12, Herbst 2013, SZ früh

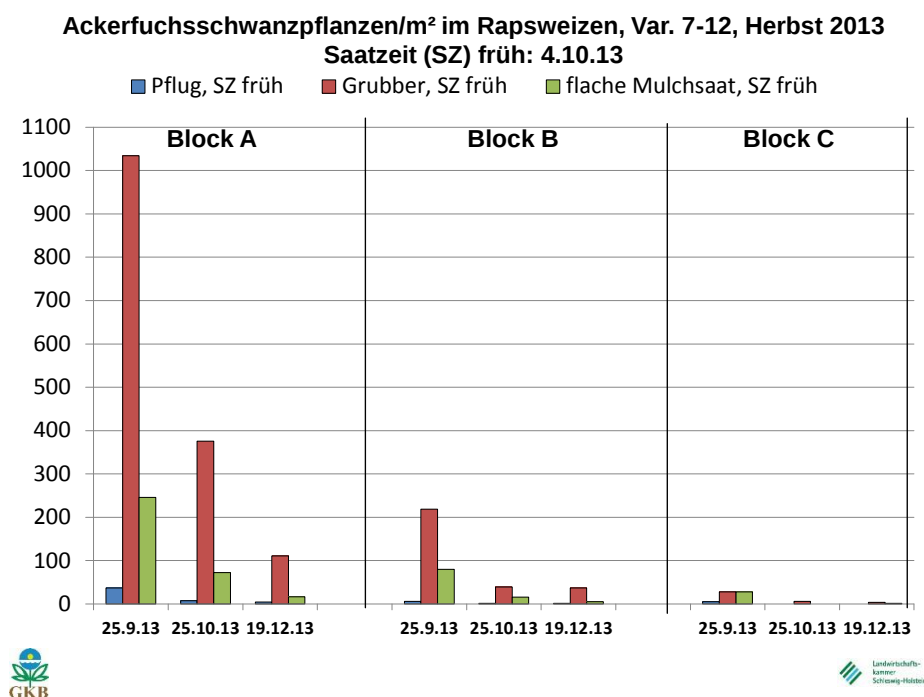
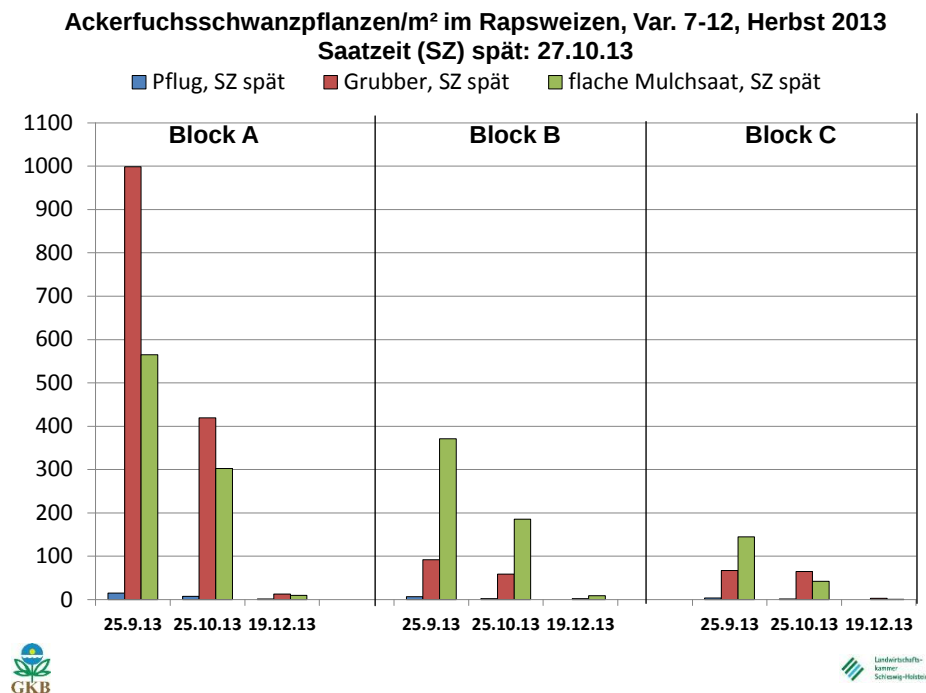


Tabelle 6-28: Ackerfuchsschwanzpflanzen/m² im Rapsweizen, Var. 7-12, Herbst 2013, SZ spät

In Block B und C war der Saatzeiteffekt geringer (durch Atlantiseinsatz weniger AF-Samen im Boden, die hätten auflaufen können).

Entsprechend fand sich auch im Frühjahr 2014 (Tabelle 6-29, Tabelle 6-30) in der Spätsaat weniger AF als in der Frühsaat, wo besonders in Block A und abgeschwächt in Block B mehr AF stand. Im Juni 2014 wurde zusätzlich zu den Zählpunkten frei in der Fläche gezählt nach dem Zufallsprinzip und dort waren die Unterschiede noch deutlicher.

Die unterschiedlichen Effekte in Block B und C in der Frühsaat beruhten darauf, dass nach dem früheren Atlantiseinsatz in Block B besonders in den Mulchsaaten nach der Applikation noch AF nachlief, der in Block C bei der etwas späteren Atlantisanwendung mit erfasst werden konnte.

In Block C überlagerten bei „Saatzeit früh“ die Nachwirkungen der verschiedenen Herbizidintensitäten und der Bodenbearbeitungsverfahren den Saatzeiteffekt voll.

Tabelle 6-29: AF im Winterweizen, Fehmarn, Frühjahr 2014, Var. 7-12, SAATZEIT FRÜH

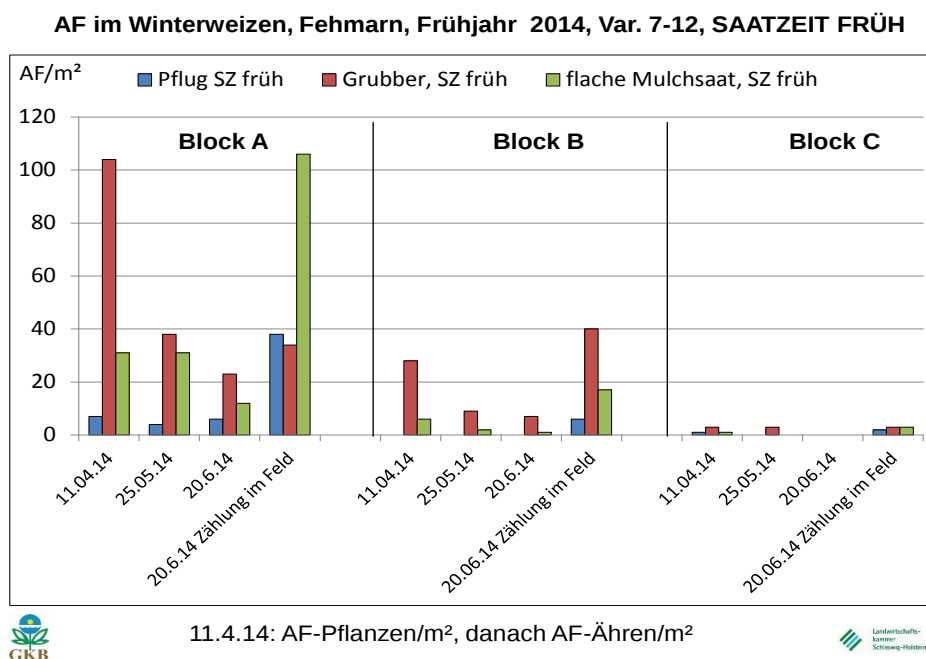
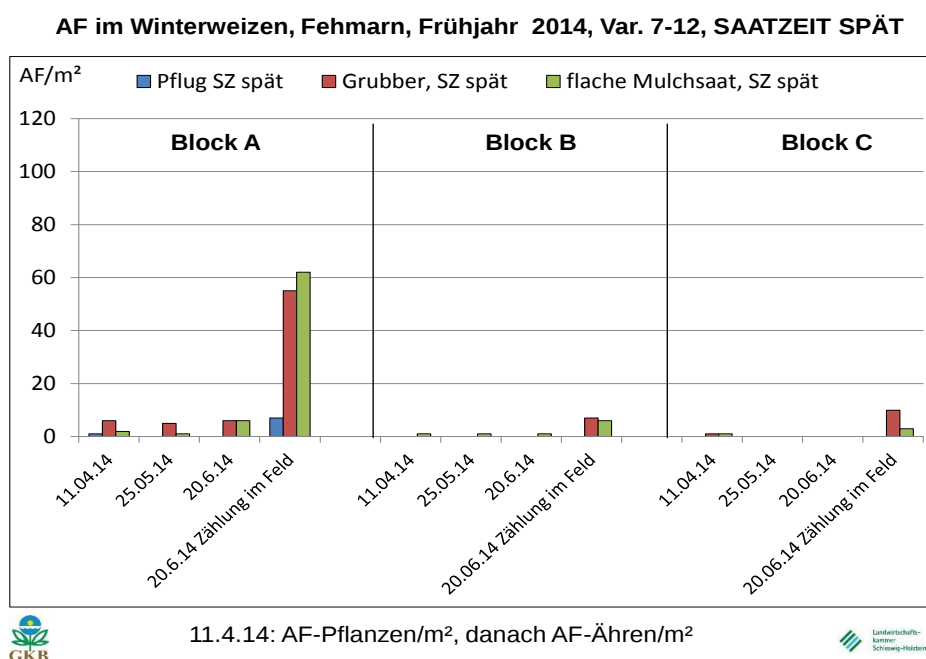


Tabelle 6-30: AF im Winterweizen, Fehmarn, Frühjahr 2014, Var. 7-12, SAATZEIT SPÄT



Fazit: Bei „Saatzeit spät“ war der Ackerfuchsschwanzbesatz in 2014 auf Fehmarn insgesamt gesehen geringer als bei „Saatzeit früh“. Es zeigten sich hier keine wesentlichen Unterschiede zwischen Atlantis früh und später im NAF eingesetzt.

Die Erträge in den Varianten 7-12 (Tabelle 6-31) lagen verhältnismäßig dicht beieinander. Ertraglich lag die „Saatzeit spät“ im Durchschnitt der Herbizidvarianten aber in 2 von 3 Bearbeitungsverfahren leicht unter der „Saatzeit früh“.

Tabelle 6-31: Bodenbearbeitungs- und Saatzeit-Versuch Weizen, Erträge, Fehmarn Ernte 2014

Bodenbearb.- u. SZ-Versuch Weizen, Fehmarn Ernte 2014											
Rapsweizen Sorte Orca, Ernte 06.08.140											
	7		8		9		10		11		12
	Pflug/ Mulch tief SZ spät		Pflug/ Mulch tief SZ früh		Grubber SZ spät		Grubber SZ früh		Mulch 3 - 5 cm Lockerung tief SZ spät		Mulch 3 - 5 cm Lockerung tief SZ früh
	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha
Herb. Getr.											
A	122,5	100 b	120,5	98 ab	115,4	94 ab	115,4	94 ab	116,9	95 ab	120,3
B	120,3	98 ab	119,2	97 ab	118,4	97 ab	118,4	97 ab	120,6	98 ab	121,6
C	115,8	95 ab	118,9	97 ab	114,8	94 a	121,0	99 ab	118,7	97 ab	120,1
DS	119,5		119,5		116,2		118,3		118,7		120,7
spät 27.10.											
früh 04.10.											
GD 5,0 % = 3,93 dt/ha; 3,21 rel.											

Zwischen Ährendichte und Ertrag der einzelnen Bearbeitungsverfahren und Herbizidvarianten war keine klare Beziehung zu erkennen. Die Ährendichte war jedoch bei „Saatzeit früh“ erwartungsgemäß etwas höher.

In 2015 fanden sich beim AF-Besatz zwischen den Saatzeiten keine Unterschiede. In diesem Jahr wurde der WW in den Varianten 1-6 zu zwei verschiedenen Saatzeiten gesät (in den Varianten 7-12 stand SW). Die Bodenherbizide wirkten im Herbst 2014 infolge guter Bodenfeuchte nach beiden Saatterminen gut, was den Saateffekt überlagerte. Allerdings waren die Bestellbedingungen zum Termin der zweiten Saatzeit doch sehr feucht, sodass durch mehr Fahrspuren und Bodenherbizidschäden die Spätsaatbestände unruhiger wurden als die Frühsaatbestände. Zwischen den Saatzeiten waren in 2015 im WW (Var. 1-6) die Ertragsunterschiede vergleichsweise hoch (10 dtha), was vermutlich insbesondere durch den höheren Fahrspurantel in der Spätsaat zu erklären ist.

Dass die spätere Saatzeit aber einen deutlich vermindernden Effekt auf den AF-Besatz haben kann, zeigen auch Versuche, die an einem anderen Standort (Klein Schenkenberg) 2012/13 und 2013/14 in der Region gelaufen sind. Hier wurden 5 verschiedene WW-Sorten angebaut zu 2 Saatzeiten und die Parzellen wurden mit unterschiedlicher Herbizidintensität behandelt. Man erkennt, dass die nur 3 Wochen spätere Saatzeit einen starken Effekt auf den Auflauf des AF hatte (Tabelle 6-34, Tabelle 6-35), es kam auch hier deutlich weniger AF in der Kultur auf als bei der früheren Saat (Tabelle 6-32, Tabelle 6-33).

Tabelle 6-32: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2012/13, 1. Saatzeit: 20.09.12

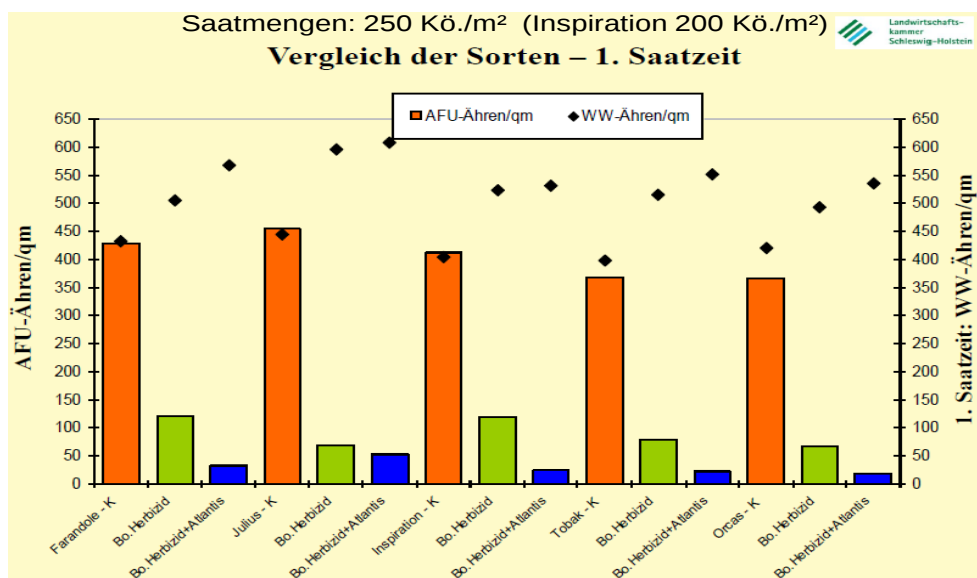


Tabelle 6-33: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2013/14, 1. Saatzeit: 01.10.13

Saatzeitversuch in Klein Schenkenberg (M. Landschreiber)
2013/14: Vergleich von 5 WW- Sorten – 1. Saatzeit: 01.10.13, 320 Kö./m
Inspiration 300 Kö./m

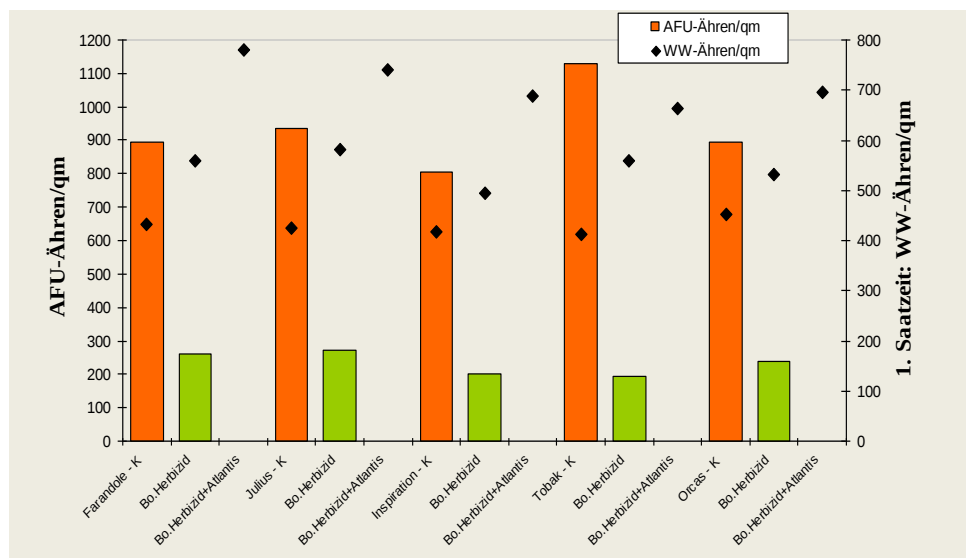


Tabelle 6-34: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2012/13, 2. Saatzeit: 12.10.12

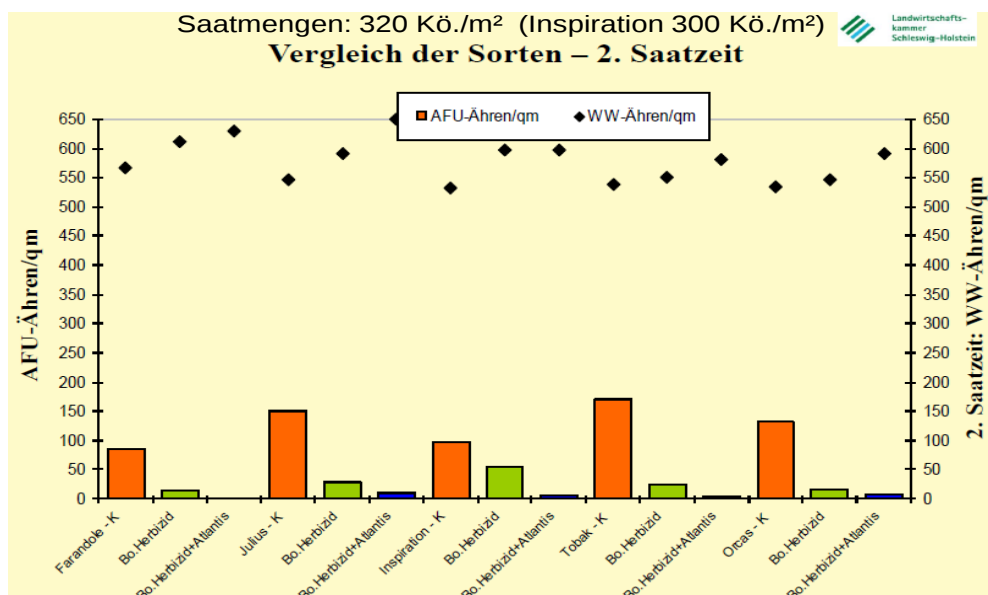
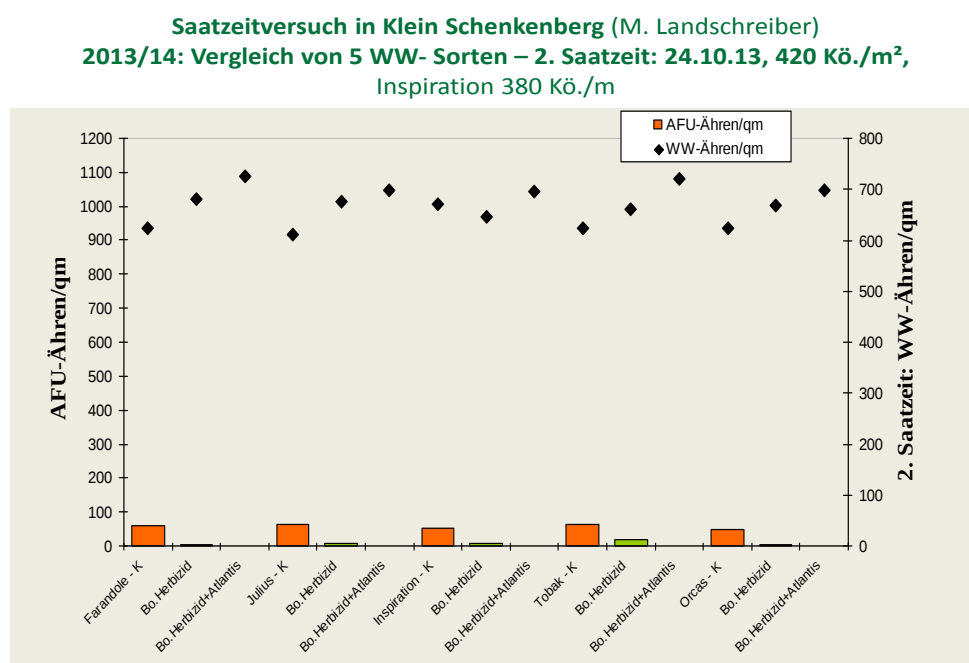


Tabelle 6-35: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2013/14, 2. Saatzeit: 24.10.13



Die Erträge in 2012/13 und 2013/14 schwankten in der ersten Saatzeit sehr stark (Tabelle 6-36, Tabelle 6-37), da in den 5 Kontrollen der Weizenenertrag abfiel, war auch die Grenzdifferenz naturgemäß hoch. In der zweiten Saatzeit war sie geringer. Die Erträge fielen in der 2. Saatzeit in beiden Jahren gegenüber der ersten Saatzeit nicht ab, in den Kontrollen lagen sie höher, da weniger AF in den entsprechenden Parzellen stand (Tabelle 6-38, Tabelle 6-39).

Tabelle 6-36: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2012/13, 1. Saatzeit: 20.09.12 - Erträge

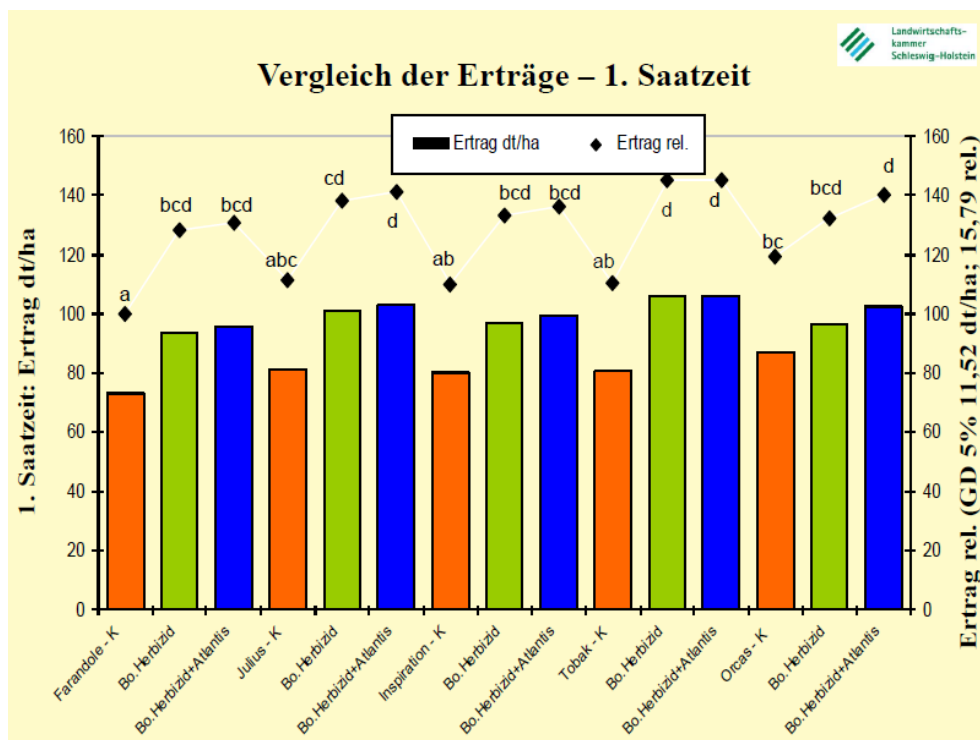


Tabelle 6-37: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2013/14, 1. Saatzeit: 01.10.13 - Erträge

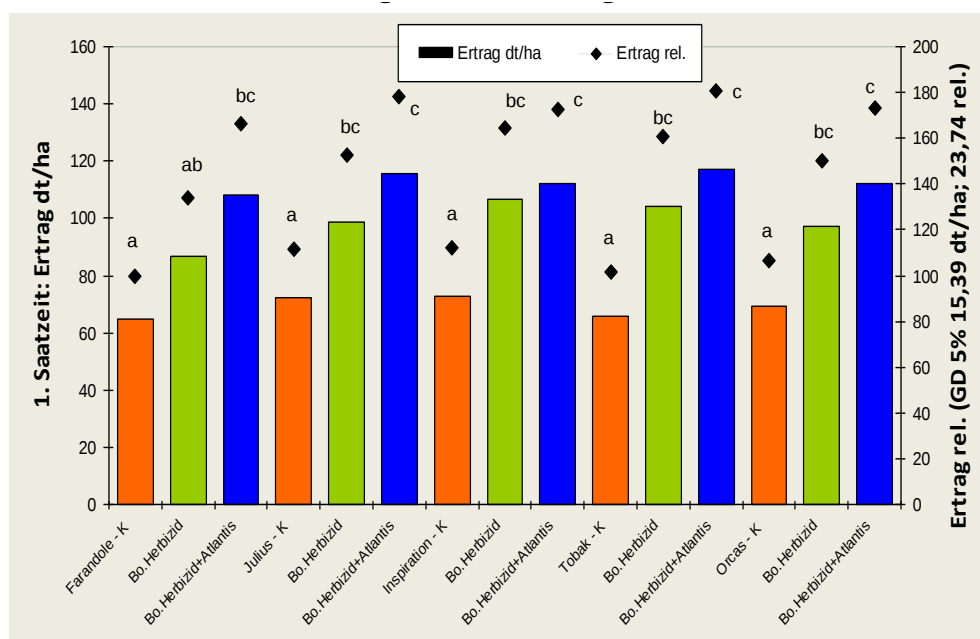


Tabelle 6-38: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2012/13, 2. Saatzeit: 12.10.12 - Erträge

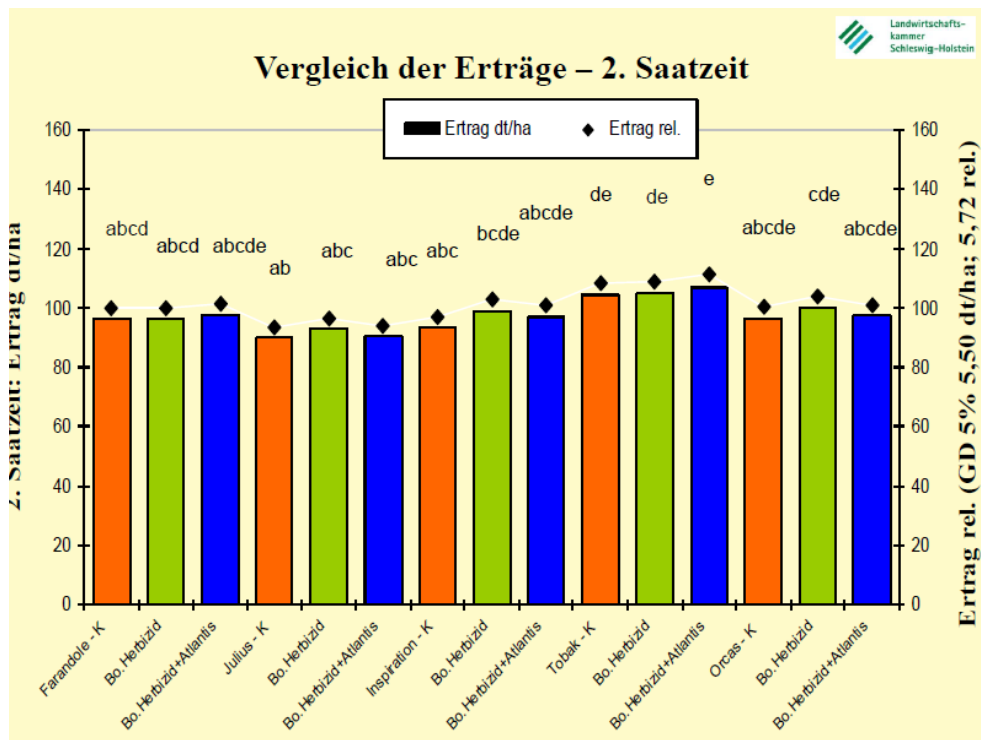
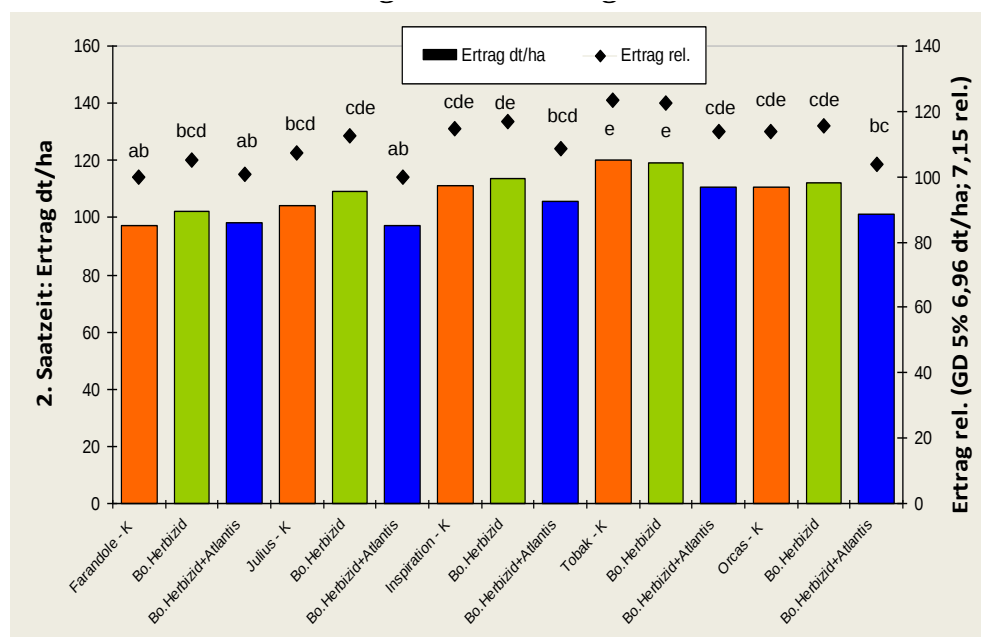


Tabelle 6-39: Saatzeit-Versuch Klein Schenkenberg 2013/14, 2. Saatzeit: 24.10.13 - Erträge



Auch andere Versuchsansteller haben ähnliche Ergebnisse erzielt:

Der amtliche Pflanzenschutzdienst in S-H, 1997, 1999 hatte in den 90er Jahren bereits Saatzeitversuche an mehreren Standorten in der Schleswig-Holsteinischen Elb-, bzw. Seemarsch angelegt, aus denen deutlich wurde, dass eine spätere Saatzeit zu deutlich weniger AF-Auflauf führte als die frühere. Damals wurde die Frühsaat Anfang bis Mitte September durchgeführt, die spätere, als Normalsaat bezeichnet, Ende September/Anfang Oktober. Die echte Spätsaat Ende Oktober wurde hier nicht mitgeprüft (Amtlicher Pflanzenschutzdienst, Schleswig-Holstein, 1997), (Amtlicher Pflanzenschutzdienst, Schleswig-Holstein, 1999).

Auch in Niedersachsen (Hoppe, et al., 2009) wurde in Feldversuchen die Wirkung unterschiedlicher Saatzeiten auf den AF-Besatz im WW geprüft mit dem Ergebnis, dass der AF-Besatz umso stärker gedrückt werden kann, je später (nach Glyphosaeinsatz) gesät wird. Der Saatzeitkorridor lag zwischen dem 17. September und dem 22. Oktober. Die Erträge lagen hier relativ dicht beieinander, die Bodenherbizidwirkung nahm zusätzlich mit steigender Feuchte im Herbst zu.

6.3.2 Sommergetreide anbauen

6.3.2.1 Sommergetreide in Galmsbüll

Auf dem Sommerungsstreifen in Galmsbüll hatte schon der dreimalige Sommerweizenanbau 2010-12 in Variante 6 dazu geführt, dass sich der AF-Besatz deutlich in Grenzen hielt und auch im Boden fanden sich relativ wenig AF-Samen wieder, knapp über Niveau der mit Atlantis behandelten WW-Parzellen.

Daher wurde *in Galmsbüll* zur Sanierung der Fläche ab 2014 Sommergetreide angebaut. Es ging im Wesentlichen darum, wie man den AF-Besatz aus 2010-13 wieder loswerden konnte, und zwar unter der Prämisse, dass Atlantis in Zukunft resistenzbedingt nicht mehr wirken würde, also andere Wege zur Sanierung der Fläche erforderlich sein würden.

Aufgrund der Erfahrungen aus 2010-12 in der Variante 6 wurde 2014-16 voll auf Sommergetreide gesetzt. 2014 wurde Hafer, 2015 Sommerroggen angebaut und da dieser sich in der Marsch schwer tat, wurde Sommergerste nachgeschlitzt. 2016 stand Sommerweizen auf der ganzen Fläche.

Die Bodenbearbeitungsvarianten wurden zusammengelegt (Tabelle 6-40): Die Varianten „Pflug früh“ und „Pflug spät“ aus 2010-12 wurden zum selben Termin gepflügt, die Grubber-Varianten ebenfalls. Die flache Mulchsaat wurde in Galmsbüll in der Variante 5 fortgeführt und auf die ehemalige SW-Variante 6 aus 2010-12 ausgedehnt.

Zusätzlich zu den bereits dargestellten Maßnahmen (Kapitel 4.3) wurde nach der Ernte die Stoppel mindestens 14 Tage ungestört liegen gelassen, im Spätsommer/Frühherbst 2014 und 2015 waren es mehr als 4 Wochen. Dann wurde, wenn das Wetter es zuließ, flach gestriegelt (im Herbst 2013 vorab mit dem Grasmulcher der Ausfallraps beseitigt, damit AF aufkommen konnte) bzw. ganz flach gekreiselt (Herbst 2014). Die Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung erfolgten im September (Herbst 2015) bzw. im Oktober (Herbst 2013 und 2014).

Das Saatbett blieb über Winter liegen und im Frühjahr wurde vor dem Einschlitzten des Sommergetreides Glyphosat eingesetzt, um den Altaufschlag an AF zu beseitigen (Abbildung 6-25). Aufgrund der Resistenzsituation erfolgte in der Kultur keine Ungrasbekämpfung, die Kultur musste den AF unterdrücken.

Der SW wurde in der letzten Märzdekade mit einer Väderstad Rapid Drillmaschine (Einscheibenschare) eingeschlitzt.

Tabelle 6-40. AF-Projekt in Galmsbüll 2013/14 –2015/16 -Sommergetreide - Versuchsplan

AF-Projekt in Galmsbüll 2013/14 – 2015/16 - Sommergetreide			
Bodenbearbeitung	Pflug	tiefe Mulchsaat (Grubber)	flache Bearbeitung mit Tiefenlockerung bei Bedarf
2014: Hafer	Ernte der Vorfrucht jeweils GPS: danach liegen lassen bzw. flaches Striegeln oder Kreiseln der Fläche - je nach Witterung		
	Im September/ Oktober	Im September/Oktober	Im September/Oktober
	Pflügen	Grubber/Kreiselegge oder Scheibeneggenkombi- nation, Bearbeitung auf 18-20 cm	geplant: Je nach Wetter weiteres Striegeln oder flaches Kreiseln, um die jeweiligen AF- (und Unkraut-) Auflaufwellen zu erfassen
	und Schaffen eines Saatbettes für den AF mit der Kreiselegge		
	Glyphosateinsatz im Frühjahr vor der Saat der Sommerung Schlitzen der Sommerung (erhöhte Saatstärke)		
2015: So-Roggen / So-Gersten- Gemisch			
2016: So-Weizen			
IN der Kultur aus Resistenzgründen keine Ungrasbekämpfung mehr möglich!			

Abbildung 6-25: Galmsbüll: Einschlitzten der Sommerung nach Glyphosat-Anwendung, Fj. 2014

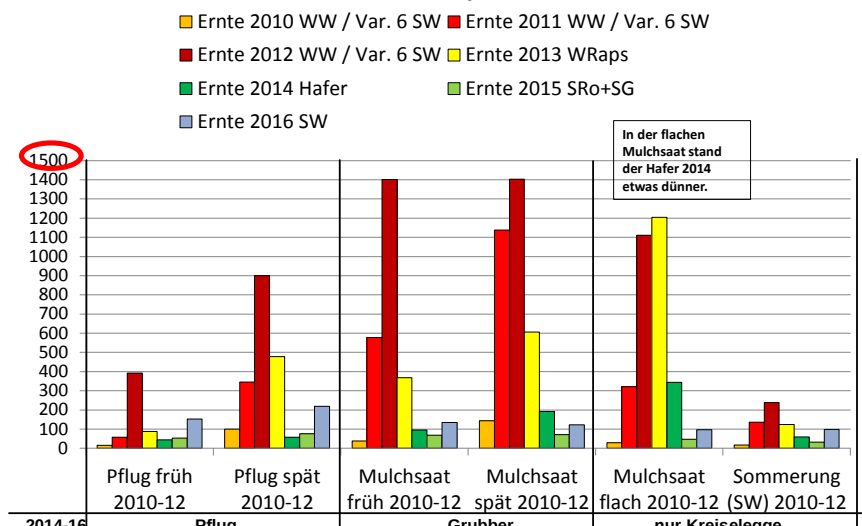


Bild: C. Schleich-Saidfar

In Tabelle 6-41 ist zu sehen, dass in den drei Jahren mit Sommergetreide der AF-Besatz in Galmsbüll sehr deutlich wieder reduziert wurde, das war vor allem in Block A (Var. 1-5, grüne und blaue Säulen) zu sehen, wo sich der AF-Druck in 2010-12 erhöht hatte, weil kein Atlantis gefallen war.

Tabelle 6-41: Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010 bis 2016 in Galmsbüll in Block A

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010 bis 2016
aus Block A „nur Bodenherbizid“ in 2010-12 in Galmsbüll,
AF-Ähren pro m²



Die Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsstreifen haben sich weitgehend verwischt, also kaum Nachwirkungen mehr, wie auch aus den folgenden Darstellungen (Tabelle 6-42, Tabelle 6-43) 2012 im Vergleich zu 2016 erkennbar ist. Nur in dem ehemaligen „Pflug spät“-Streifen ist 2016 noch zu erkennen, dass in Block A in 2012 mehr AF stand, hier wurde in 2016 wieder mehr AF hochgepflügt, in den Mulchsaat war das nicht so deutlich.

Tabelle 6-42: Ergebnisse der AF-Zählungen vom 22.6.2012 über die 6 Bodenbearbeitungs-bzw. Fruchtfolgevarianten und die 3 Herbizidstufen in Galmsbüll

Ergebnisse der AF-Zählungen vom 22.6.2012 über die 6 Bodenbearbeitungs- bzw. Fruchtfolgevarianten und die 3 Herbizidstufen, **AF-Ähren/m²**

(da der Winterweizen in der flachen Mulchsaat im Herbst 2011 der Nässe erlag, musste SW im Frühjahr dort nachgedrillt werden)

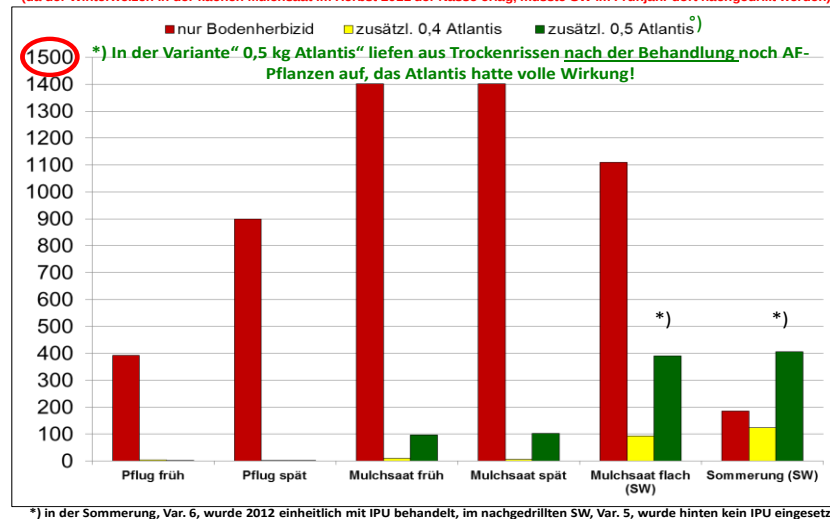
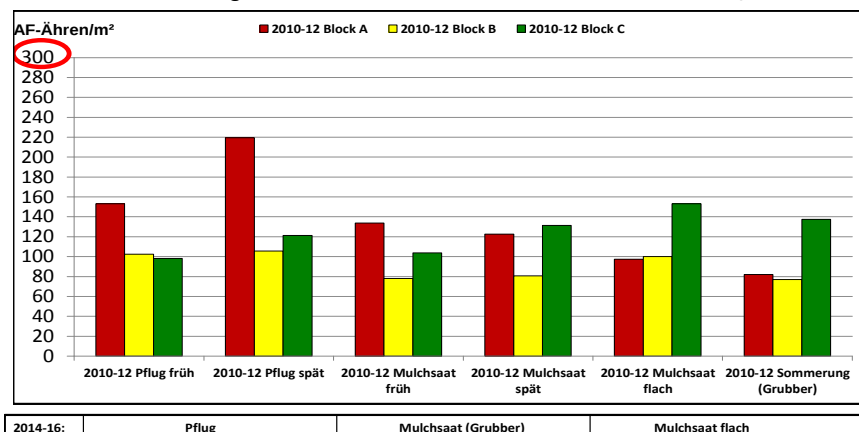


Tabelle 6-43: AF-Zählungen vom 18.07.2016 über die ehemaligen 6 Bodenbearbeitungs-bzw. Fruchtfolgevarianten und die ehemaligen 3 Herbizidstufen aus 2010-12. In 2016 SW-Anbau auf der ganzen Fläche in Galmsbüll

Ergebnisse der AF-Zählungen vom 18.7.2016, **SW-Anbau auf der ganzen Fläche (2014 Hafer, 2015 So-Roggen-/So-Gerstengemisch), dargestellt** wie 2010-12 über die ehemaligen 6 Bodenbearbeitungs- bzw. Fruchtfolgevarianten und die 3 Herbizidstufen aus 2010-12,

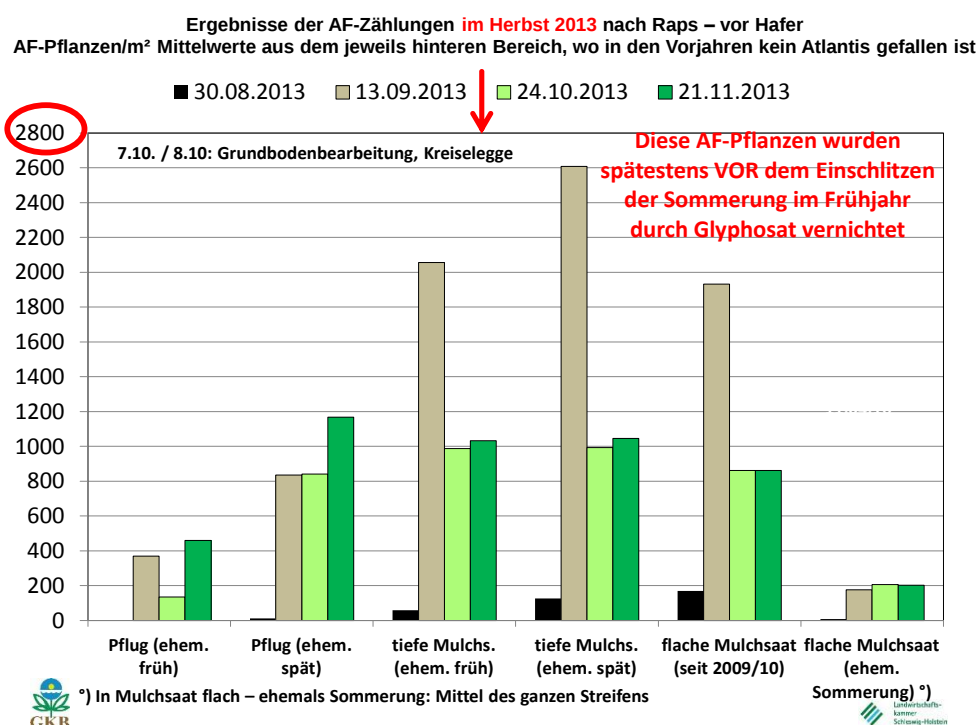


2014-16:	Pflug	Mulchsaat (Grubber)	Mulchsaat flach
----------	-------	---------------------	-----------------

Gründe für den Rückgang an AF in den Sommerungen:

Es ist in praxi sehr viel AF über Herbst und Winter 2013-2015 vor dem Frühjahrseinsatz von Glyphosat zum Auflaufen gebracht und dann abgetötet worden. Auch das Liegenlassen der Fläche über einige Zeit hat möglicherweise den AF-Besatz gedrückt, da Prädatoren Zeit hatten, Samen zu vernichten. An den AF-Zählungen im Herbst 2013 (Tabelle 6-44) ist zu erkennen, wieviel AF im Herbst noch aufkam (Beispiel Block A). Dieser wurde im Frühjahr vom Glyphosat vernichtet.

Tabelle 6-44: AF-Zählungen im Herbst 2013 in Galmsbüll, nach Raps – vor Hafer in 2014



Im Herbst 2014 wurde ein kleiner Kreiselsversuch durchgeführt, hier wurde jeweils die halbe Fläche der ehemaligen Herbizidvarianten aus 2010-12 über alle Streifen hinweg 2-3 cm tief gekreiselt (Tabelle 6-45, Abbildung 6-26).

Tabelle 6-45: Lageplan Galmsbüll Herbst 2014 - Maßnahmen auf der Stoppel

Lageplan Galmsbüll Herbst 2014 - Maßnahmen auf der Stoppel						
Pflügen		tiefe Mulchsaat		flache Mulchsaat		
ehem. Pflug früh	Pflug spät	ehem. Mulchs. früh	Mulchs. spät	ehem. Mulchs. flach	Sommerung	
A	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	
	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	
	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	
	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	
B	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	
	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	
	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	
	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	
C	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	
	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	
	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	flach gekreiselt	
	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	ohne Bearbeitung	



Abbildung 6-26: Galmsbüll 23.09.2014

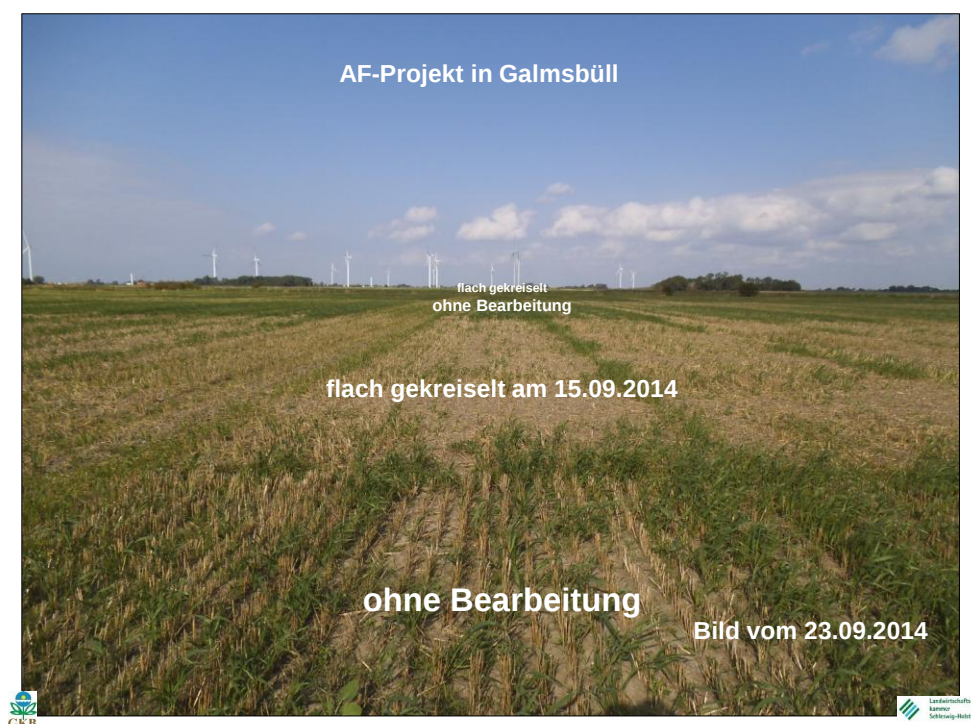
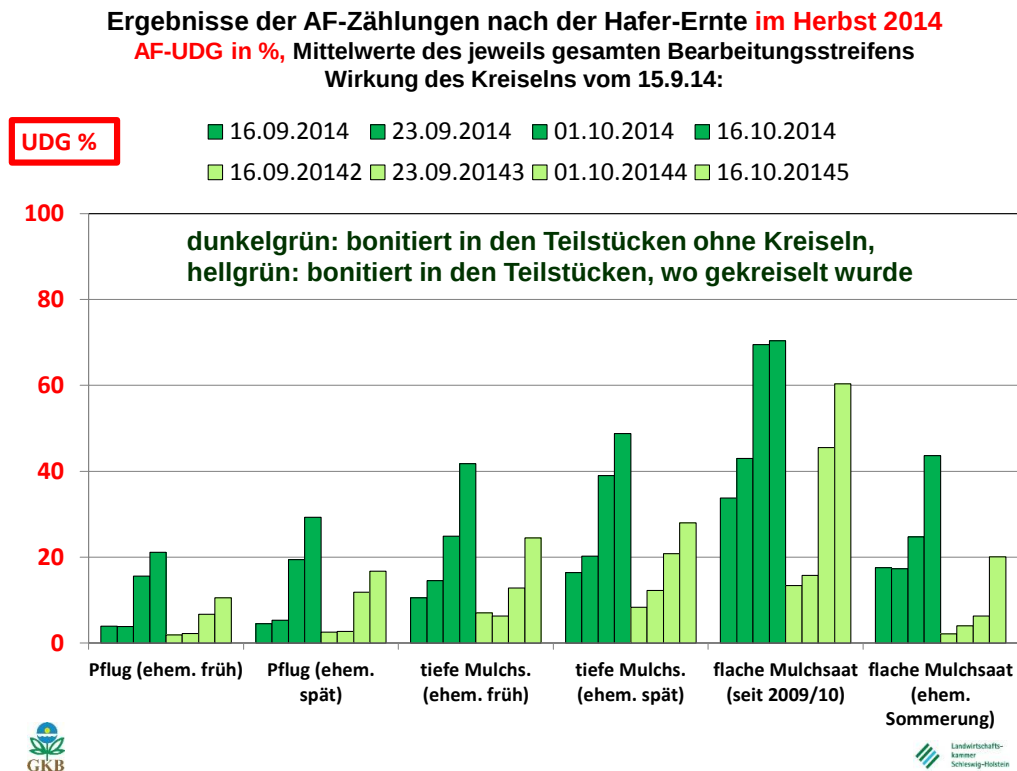


Bild: C. Schleich-Saidfar

Tabelle 6-46: Galmsbüll: Ergebnisse der AF-Bonituren nach der Hafer-Ernte im Herbst 2014

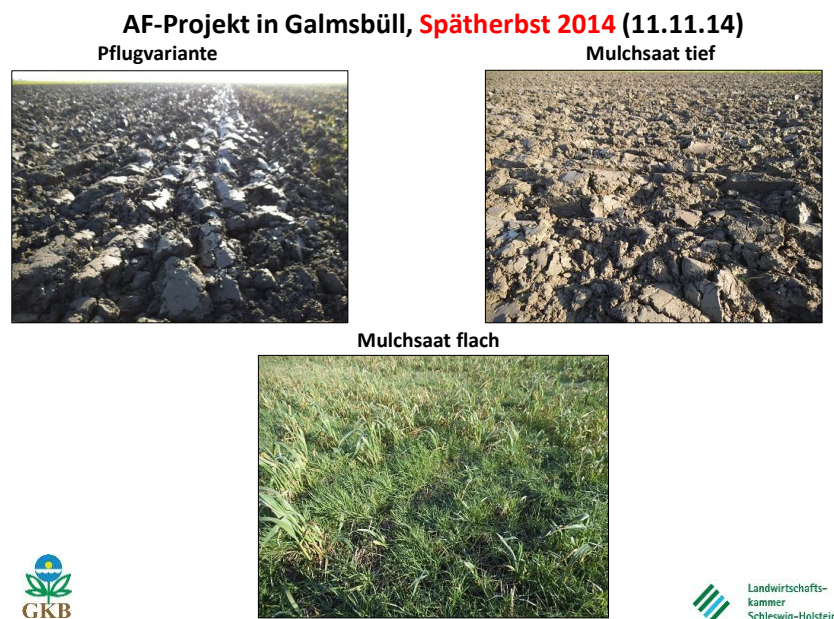


Ergebnis (Tabelle 6-46): Ein Teil des AF wurde durch das sehr flache Kreiseln beseitigt (hellgrüne Säulen), wobei durch das Kreiseln auch neuer AF aus der obersten Samenbank in Keimstimmung kam, auflief und dann im Frühjahr vom Glyphosat erfasst wurde. Somit konnten nicht nur frisch ausgefallene, sondern auch AF-Samen aus den obersten cm des Bodens beseitigt werden.

Da der Effekt des Kreiselns abgewartet wurde, konnte die Grundbodenbearbeitung witterungsbedingt erst Ende Oktober unter feuchten Bedingungen erfolgen, gekreiselt wurde wegen der Bodennässe dann im direkten Anschluss nicht mehr, sondern zu einem späteren Termin.

In den beiden flachen Mulchsaatstreifen entwickelte sich daher im Spätherbst noch ein „Golfrasen“ an AF (Abbildung 6-27, unteres Bild), was natürlich zu einem hohen Selektionsdruck auf das Glyphosat im Frühjahr 2015 führte. Aber die Glyphosatbehandlung wirkte im Frühjahr 2015 zu 100 %.

Abbildung 6-27: AF-Projekt in Galmsbüll, Spätherbst 2014 (11.11.14)



Bilder: C. Schleich-Saidfar

Auch im Herbst 2015 lief noch viel AF auf (Tabelle 6-47, Abbildung 6-28), der dann im Frühjahr vom Glyphosat erfasst wurde. Aufgrund der schlechten Erfahrungen des Vorjahres bezüglich der Witterung verzichtete der Landwirt im Herbst 2015 auf Striegeln und flache Kreiselegge und führte die Grundbodenbearbeitung in der zweiten Septemberwoche durch, was vor dem Hintergrund der Folgewitterung die richtige Entscheidung war. Allerdings lag die Fläche vorher über vier Wochen unbearbeitet, was Prädatoren die Arbeit ermöglichte.

Tabelle 6-47: Ergebnisse der AF-Zählungen im Herbst 2015 in Galmsbüll

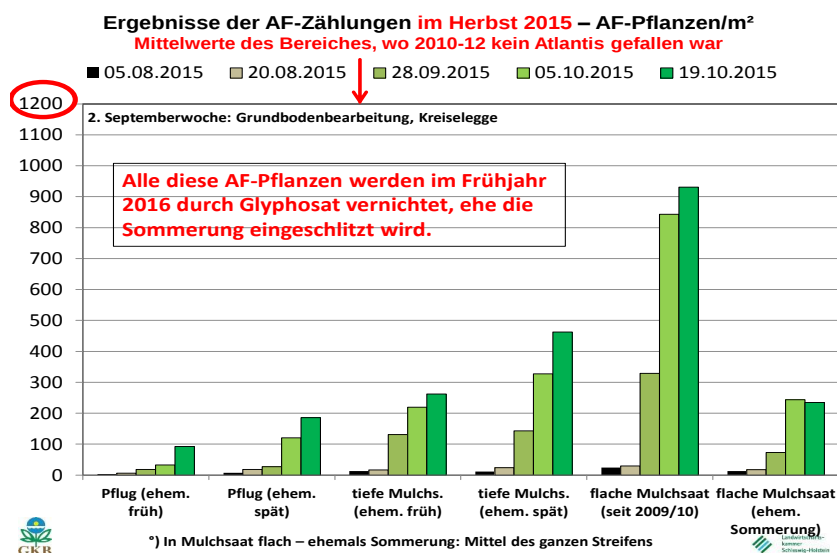


Abbildung 6-28: Ende Oktober 2015 in Galmsbüll im AF-Projekt

Herbst 2015 - Ende Oktober in Galmsbüll im AF-Projekt

Bild: C. Schleich-Saidfar

In den Sommerungen selbst ist aufgrund des relativ geringeren AF-Besatzes wenig neuer AF ausgefallen (Abbildung 6-29, Abbildung 6-30, Abbildung 6-31). Die Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren wurden durch den Sommergetreideanbau aus den o. g. Gründen in Galmsbüll zunehmend verwischt, auch in Block A. Dennoch: im SW in 2016 stand wieder etwas mehr AF als in den Vorjahren, vor allem in Block A, da der SW im kalten Frühjahr schwer in Gang kam. Wachsamkeit bleibt angesagt.

Abbildung 6-29: Hafer 2014 in Galmsbüll

Ackerfuchsschwanzprojekt in Galmsbüll, Bilder vom 12.06.2014

(Variante „Mulchsaat früh“ in 2009/10-2011/12)
danach Variante Grubber-Mulchsaat

hinten, wo in den letzten Jahren nur
Bodenherbizid eingesetzt worden war

vorne, in den letzten Jahren im VA/NAK
Bodenherbizid + Atlantis-Nachlage im NAF



Bilder: C. Schleich-Saidfar

Abbildung 6-30: So-Roggen- /So-Gerstengemisch 2015 in Galmsbüll

Bilder aus dem Sommer 2015 (So-Roggen-So-Gersten-Gemisch)
 wieder hochgepflügte AF-Nester im gepflügten Bereich tiefe Mulchsaat spät hinten (2.7.15),
 wo 2010-12 keine Atlantis-Nachlage gefallen ist



Bilder: C. Schleich-Saidfar



Abbildung 6-31: So-Weizen 2016 in Galmsbüll

Galmsbüll, 20.07.16
Grubbervarianten

links 2010-12 mit Atlantis

rechts 2010-12 ohne Atlantis



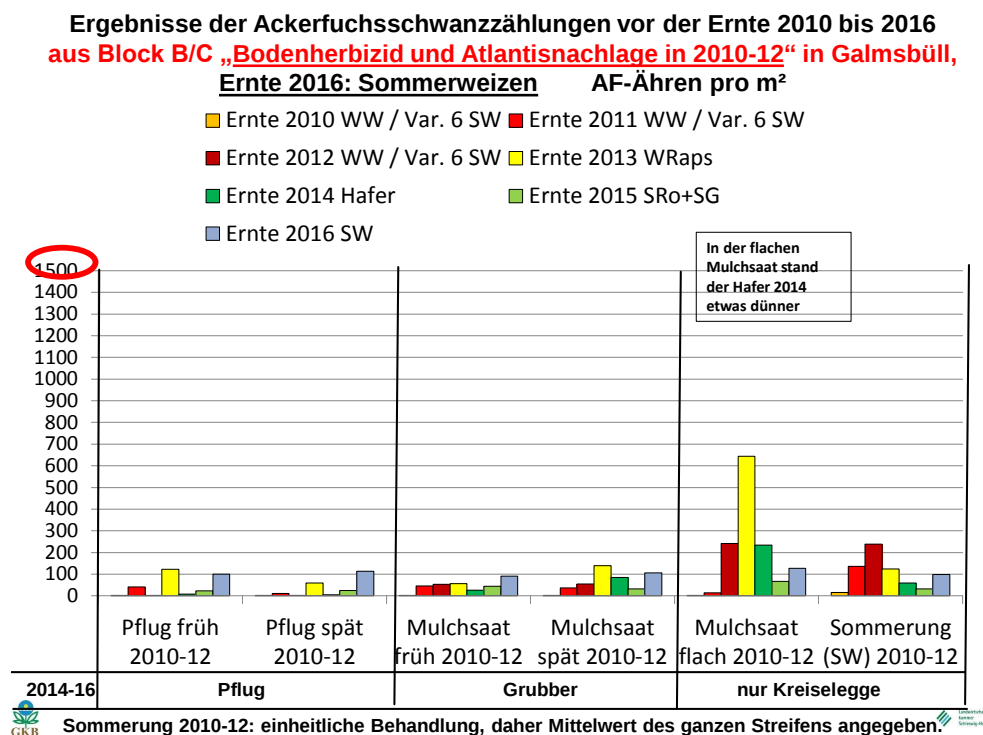
Bild: C. Schleich-Saidfar

Von den drei Sommergetreidearten war der Hafer besonders konkurrenzstark gegenüber dem AF. Seine gute Wirkung auf den AF-Besatz zeigte sich 2014 in Galmsbüll, im Hafer war der AF-Druck aus den Vorjahren deutlich höher als in den folgenden Kulturen nach Hafer. Gegenüber dem Vorjahr wurde der hohe AF-Besatz durch den Haferanbau deutlich gedrückt (vgl. Tabelle 6-41).

Ein kritischer Punkt in Galmsbüll war: Da es in den Herbst 2013-15 relativ nass war, konnte nicht so stark auf mechanische AF-Bekämpfung gesetzt werden wie man es sich gewünscht hätte. Somit lag ein großer Teil der Bekämpfungslast auf dem Glyphosat. Besonders in der flachen Mulchsaat, in der über den Herbst viel AF auflief, war der Selektionsdruck auf Glyphosat entsprechend hoch! Aber hier war Glyphosat unverzichtbar.

Wo Atlantis in 2010-12 appliziert worden war (Tabelle 6-48), sind die Effekte der Sommerungen kaum sichtbar, da von Anfang an weniger AF-Samen in den Boden eingetragen worden war. Der Besatz hat sich gegenüber den Jahren mit WW + Atlantis auch nicht sehr erhöht (grüne und blaue Säulen), obwohl in den Sommerungen aufgrund der Resistenzsituation kein Herbizid mehr appliziert worden ist. Nur in der Mulchsaat flach war mehr AF im Hafer, da dieser (s.o.) hier mehr Vorbefall unterdrücken musste.

Tabelle 6-48: Ackerfuchsschwanzzählungen vor Ernte 2010 bis 2016 in Galmsbüll in Block B/C



Dennoch: Der AF-Besatz lag mit deutlich über 50 AF-Ähren/m² noch immer höher als wünschenswert ist.

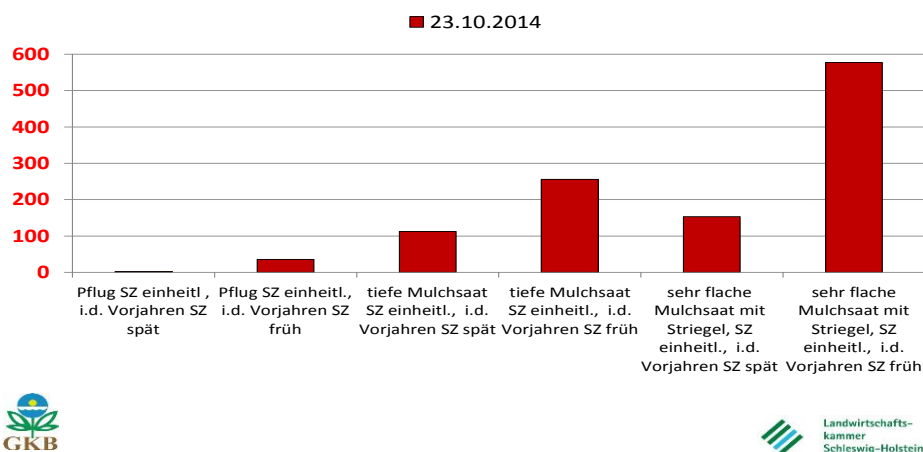
6.3.2.2 Sommerweizen auf Fehmarn

Auf Fehmarn gab es witterungsbedingt mehr Möglichkeiten zum Striegeln und zum Einsatz der Kurzscheibenegge vor den Sommerungen, was auch genutzt wurde.

In Tabelle 6-49 (Var. 7-12, Block A, AF frei in der Fläche gezählt) ist zu erkennen, dass ebenso wie in Galmsbüll vor Winter viel AF auflaufen konnte, wenn man ihm die nötige Zeit dazu gab und erst im folgenden Frühjahr eine Sommerung folgen ließ. Trotz Striegelarbeiten war in der flachen Mulchsaat im Spätherbst 2014 in der frühen Saatzeitvariante aus dem Vorjahr am meisten AF aufgelaufen, da die Masse an AF-Samen hier in den obersten cm des Bodens liegt.

Tabelle 6-49: Ackerfuchsschwanzbesatz in Petersdorf, AF-Pflanzen/m² im Herbst 2014, Block A, Var. 7-12

**Ackerfuchsschwanzbesatz im Projekt Fehmarn – Petersdorf - AF-Pflanzen pro m²
im Sommerweizen – Block A, 2014/15 (VG 7 8 9 10 11 12)**



Generell lief in den Mulchsaaten deutlich mehr AF auf als im gepflügten Bereich.

Dieser AF wurde vor der SW-Saat mit Glyphosat abgetötet.

Der SW im Versuch auf Fehmarn 2015 (Tabelle 6-50, Tabelle 6-51, Tabelle 6-52) unterdrückte den AF aber nicht so gut wie gewünscht. In 2015 stand dort sogar eher mehr AF als im WW da im WW die Herbizide sehr gut gewirkt hatten, der SW aber etwas zögerlich in Gang kam und ACCase-Hemmer auf Grund von Resistenz nicht mehr ausgebracht wurden. Das ist dasselbe Bild wie in Galmsbüll 2016, wo der SW ebenfalls spät in Gang gekommen war und daher dort der AF-Besatz gegenüber dem Vorjahr wieder etwas anstieg.

Tabelle 6-50: Fehmarn, AF-Besatz Block A 2015

Ackerfuchsschwanzbesatz im Projekt Fehmarn – Petersdorf - 2015
 AF-Ähren pro m² gezählt am 02.07.15 (WW) und am 09.7.15 (SW) an den Zählpunkten und
 frei in der Fläche

Block A (VG 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12)

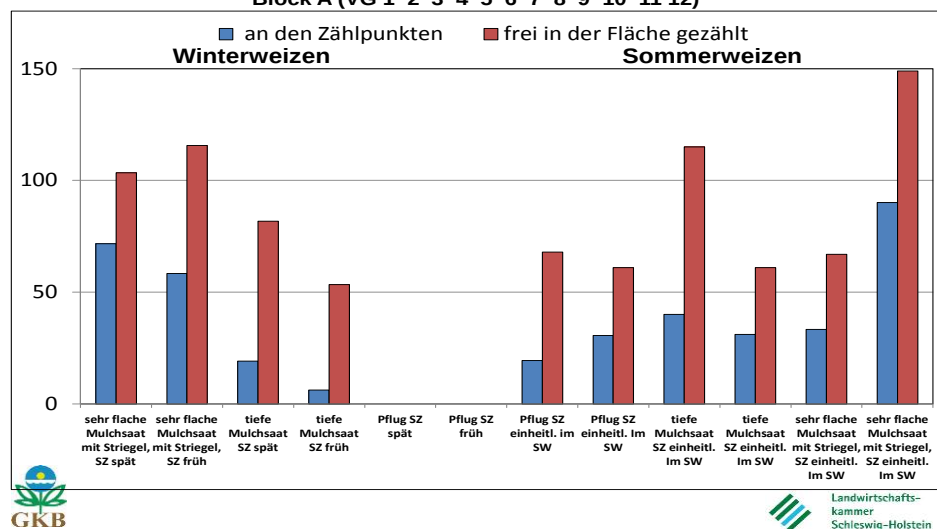


Tabelle 6-51: Fehmarn, AF-Besatz Block B 2015

Ackerfuchsschwanzbesatz im Projekt Fehmarn – Petersdorf - 2015
 AF-Ähren pro m² gezählt am 02.07.15 (WW) und am 09.7.15 (SW) an den Zählpunkten und
 frei in der Fläche

Block B (VG 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12)

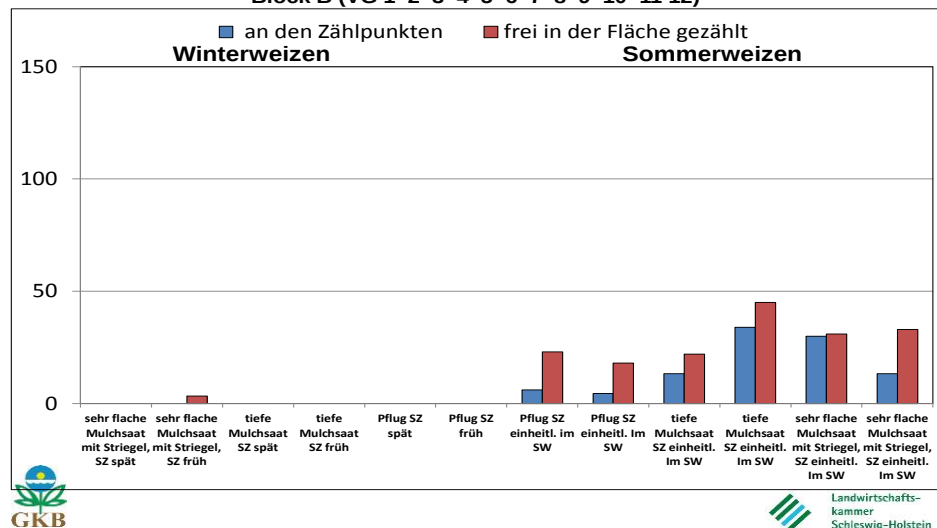
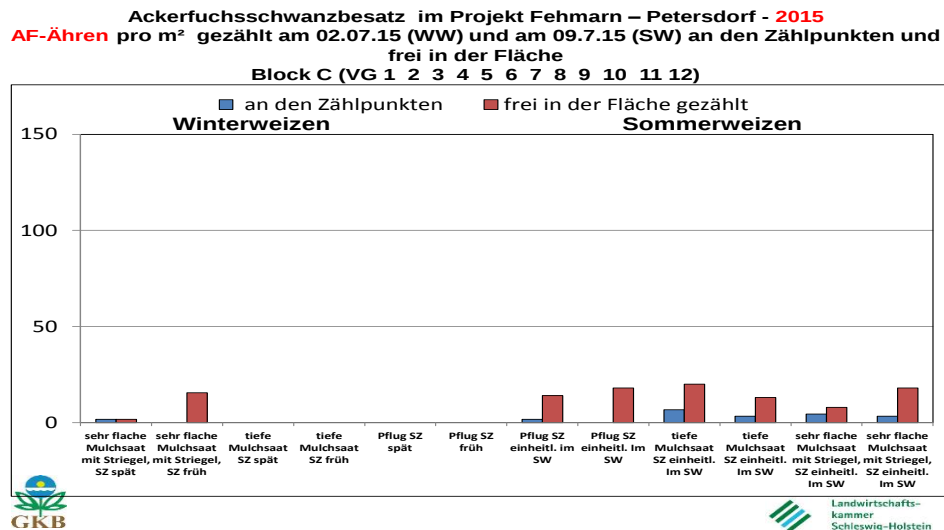


Tabelle 6-52: Fehmarn, AF-Besatz Block C 2015



Der weitere Grund war, dass auf Fehmarn die Schlitztechnik zur Sommerweizenbestellung nicht eingesetzt wurde. So wurde durch das Bestellen mit der Kreiselegge der Frühjahrs-AF zum Keimen angeregt, der dann im SW hochkommen konnte. Damit bestätigte sich die langjährig bekannte Erkenntnis, dass die geringste Bodenbewegung auf Befalls-Standorten auch bei Sommerkulturen zu einem unkalkulierbaren Aufruf des Ungrases führt.

Weiterhin sind in den Blöcken B (Tabelle 6-51) und C (Tabelle 6-52) Nachwirkungen des AF-Besatzes der Vorjahre im WW 2015 (Var. 1-6) und im SW 2015 (Var. 7-12) zu erkennen, die vor allem auf dem geringeren Samenpotenzial im Boden nach Atlantis-Einsätzen in den Vorjahren beruhen. In diesen beiden Blöcken konnte nicht so viel AF auflaufen wie in Block A, weil nicht so viel im Boden war.

In 2016 (Tabelle 6-53) stand auf Fehmarn in Var. 1-6 und in Var. 7-12 So-Weizen.

Im 2. SW (Var. 7-12) stand in Block A weniger AF als im SW nach WW (Var. 1-6).

In den Varianten 1-6 hat wohl der höhere Strohanteil der Vorfrucht WW den SW etwas stärker besonders in den Mulchsaaten behindert, sodass hier mehr AF aufkommen konnte als im SW nach SW.

Denn nach WW (Varianten 1-6) stand der SW 2016 auf Fehmarn deutlich dünner als in den Varianten 7-12, auch die Erträge waren daher geringer (Tabelle 6-54, Tabelle 6-55, Tabelle 6-56, Tabelle 6-57).

Tabelle 6-53: AF-Besatz auf Fehmarn, 2016, Block A, B, C

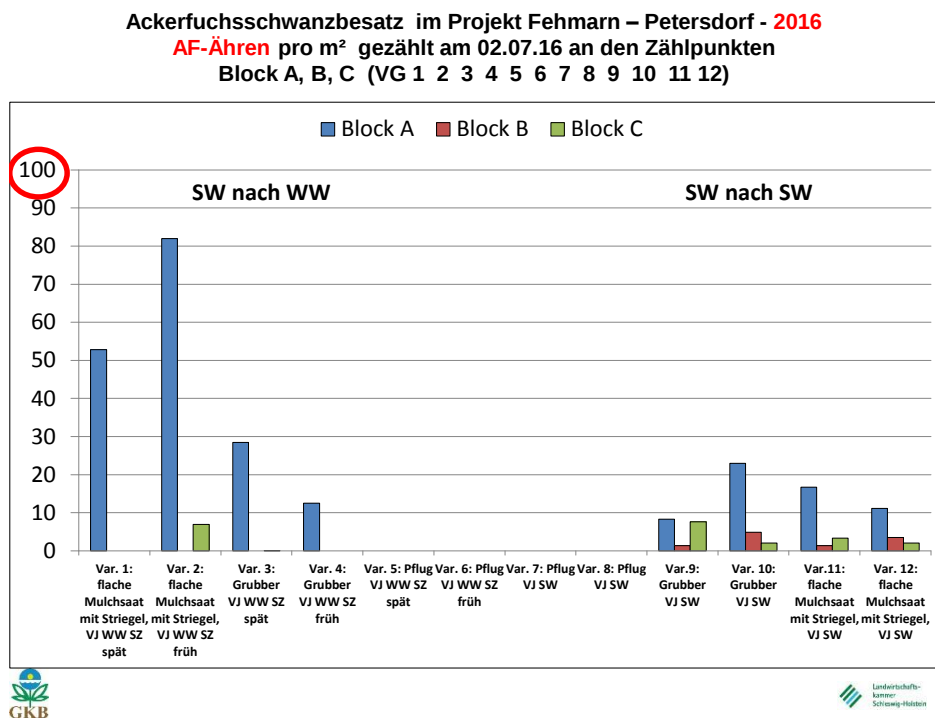


Tabelle 6-54: Fehmarn, 2016, Varianten 1-6: SW-Zählungen, Block A, B, C

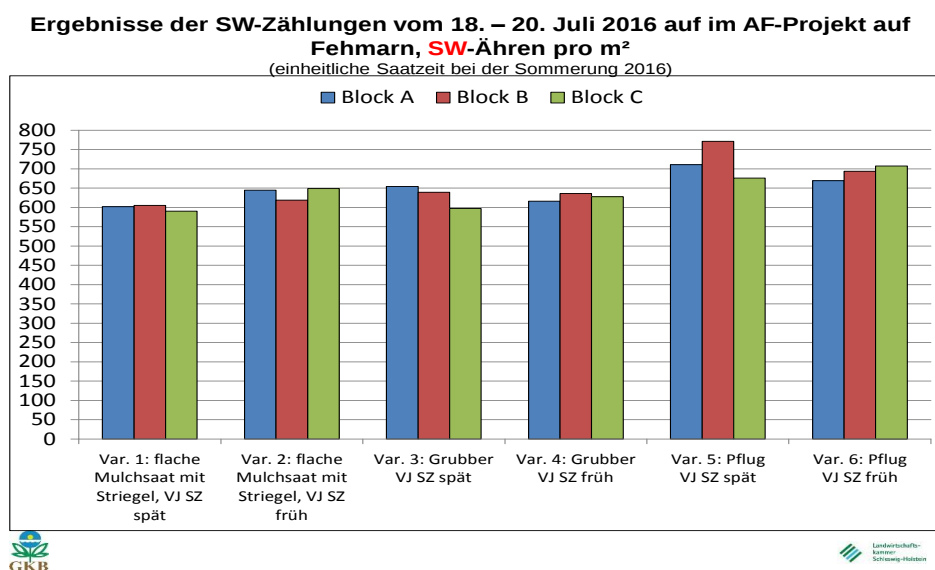


Tabelle 6-55: Fehmarn, 2016, Erträge in Varianten 1-6: erster SW nach WW

Die Sommerweizenerträge 2016 im AF-Projekt Fehmarn im Sommerweizen (Var. 1-6)
Ernte am 21.08.16
(einheitliche Saatzeit bei der Sommerung 2016)

	1		2		3		4		5		6	
	flach Mulch VJ SZ spät		flach Mulch VJ SZ früh		Grubber VJ SZ spät		Grubber VJ SZ früh		Pflug VJ SZ spät		Pflug VJ SZ früh	
	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.
A	87,46	100 a	77,03	88 a	82,67	95 a	84,76	97 a	81,27	93 a	88,65	101 a
B	88,55	101 a	83,26	95 a	83,45	95 a	87,15	100 a	85,21	87 a	88,33	101 a
C	83,54	96 a	83,23	95 a	83,91	96 a	85,82	98 a	85,04	97 a	86,69	99 a

GD 5,0
%=8,05
dt/ha; 9,21
rel.

Tabelle 6-56: Fehmarn, 2016, Varianten 7-12: SW-Zählungen, Block A, B, C

Ergebnisse der SW-Zählungen vom 18. – 20. Juli 2016 auf im AF-Projekt auf
Fehmarn, SW-Ähren pro m²
(einheitliche Saatzeit bei der Sommerung 2016)

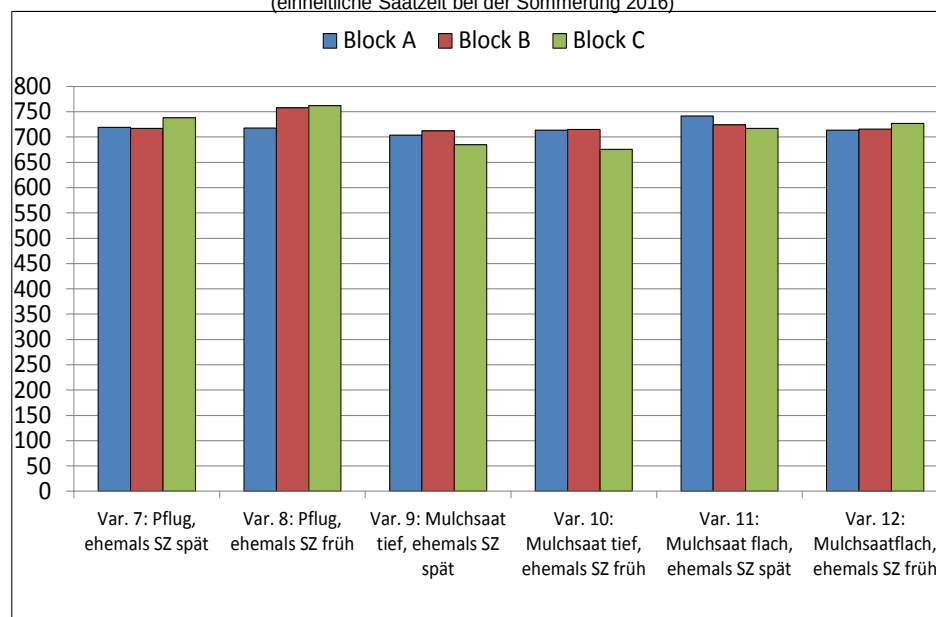


Tabelle 6-57: Fehmarn, 2016, Erträge in Varianten 7-12: zweiter SW nach WW

Die Sommerweizenenerträge 2016 im AF-Projekt Fehmarn im Sommerweizen (Var. 7-12)
Ernte am 21.08.16

(einheitliche Saatzeit bei der Sommerung 2016)

	7	8	9	10	11	12
	Pflug VJ SZ spät	Pflug VJ SZ früh	Grubber VJ SZ spät	Grubber VJ SZ früh	flach Mulch VJ SZ spät	flach Mulch VJ SZ früh
	dt/ha rel.	dt/ha rel.	dt/ha rel.	dt/ha rel.	dt/ha rel.	dt/ha rel.
A	85,02 100 a	89,39 105 a	87,67 103 a	89,9 106 a	93,09 110 a	92,46 109 a
B	87,46 103 a	85,21 100 a	93,53 110 a	89,81 106 a	91,85 108,3 a	90,2 106 a
C	88,57 104 a	86,19 101 a	93,22 110 a	91,63 108 a	91 107 a	90,27 106 a

GD 5,0 %=
6,94 dt/ha;
8,16 rel.

Insgesamt ist aber auch auf Fehmarn im SW der AF-Besatz niedrig geblieben, auch im Block A, wo ein höheres AF-Samenpotenzial im Boden vorhanden war als in den Blöcken B und C.

In Block B und C haben die Atlantis-Nachwirkungen auf die Samenbank im Boden alle anderen Effekte überdeckt, noch deutlicher als in Galmsbüll.

6.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse 2010-16 an beiden Standorten (AF-Ähren/m² vor Ernte)

Abschließend werden noch einmal die AF-Ähren pro m² vor Ernte im Projekt in Galmsbüll und auf Fehmarn über alle Jahre dargestellt.

Tabelle 6-58: Galmsbüll 2010-16: AF-Ähren/m² vor Ernte – Zusammenfassung

Ergebnisse 2009-10 bis 2015-16 in Galmsbüll –
in rot: Varianten ohne Atlantis in 2010-12 (Block A), hier ist nur das Bodenherbizid gefallen,
in blau: Zahlen aus Block B/C mit Atlantiseinsatz nach Bodenherbizidvorlage im VA/NAK
ab 2013 wurde weiterhin in den 6 Varianten getrennt gezählt, um die Nachwirkungen aus den Jahren davor zu erfassen

2010-12 WW	Pflug früh	Pflug spät	Mulchsaat früh	Mulchsaat spät	Mulchsaat flach	Sommerung
2013 Raps	Pflug		Mulchsaat tief		Mulchsaat flach	Mulchsaat tief
2014 Hafer	Pflug		Mulchsaat tief		Mulchsaat flach	
2015 S-Rog. + SG	Pflug		Mulchsaat tief		Mulchsaat flach	
2016 SW	Pflug		Mulchsaat tief		Mulchsaat flach	
AF-Ähren pro m²						
AF-Ähren am 06.07.10	0,1 15,0	0,1 100,3	1,25 38,3	2,0 143,5	1,1 29,0	Mittel 16,3
AF-Ähren am 02.07.11	40,9 57,5	10,9 345,0	45,3 577,5	36,9 1137,5	14,7 321,9	Mittel 135,8
AF-Ähren am 22.06.12	2,2 392,5	2,2 899,4	53,1 1401,3	54,4 1402,5	241,3 1110,6	Mittel 238,8
AF-Ähren am 19.07.13	123,1 87,5	58,8 477,5	56,6 367,5	140,0 606,3	644,1 1204,4	Mittel 124,0
AF-Ähren am 14.06.14	7,8 43,8	4,4 57,5	25,9 95,0	84,4 191,3	234,4 344,4	Mittel 59,8
AF-Ähren am 16.07.15	23,8 53,8	25,3 75,6	43,8 68,8	31,6 71,9	66,3 46,9	Mittel 32,5
AF-Ähren am 18.07.16	100,3 153,1	113,4 219,4	90,9 133,8	105,9 122,5	126,6 97,5	Mittel 98,8

In Galmsbüll hatten neben den Bodenbearbeitungsvarianten und Herbizidmaßnahmen vor allem die Sommerungen einen großen Einfluss auf den AF-Besatz.

Man erkennt, dass unter allen Einflussfaktoren auf Fehmarn die Bodenbearbeitung und vor allem das Herbizid-Regime den größten Einfluss auf den AF-Besatz hatten.

Das, was sich in Block A (Tabelle 6-59, Tabelle 6-62) in den Varianten im Laufe der Jahre getan hat, zeigt die Zukunft, wenn Atlantis aus Resistenzgründen versagt.

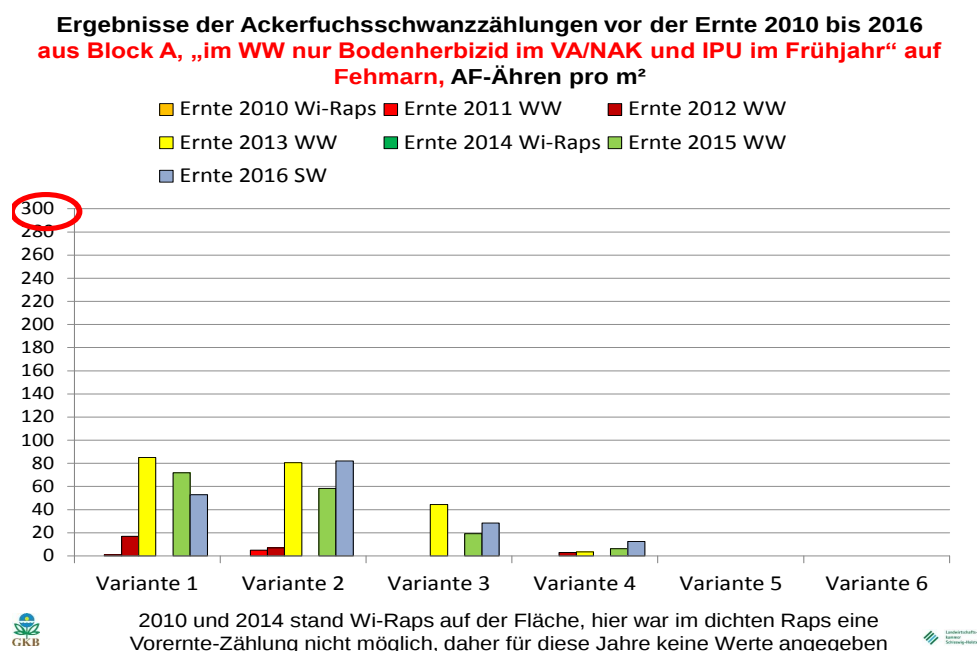
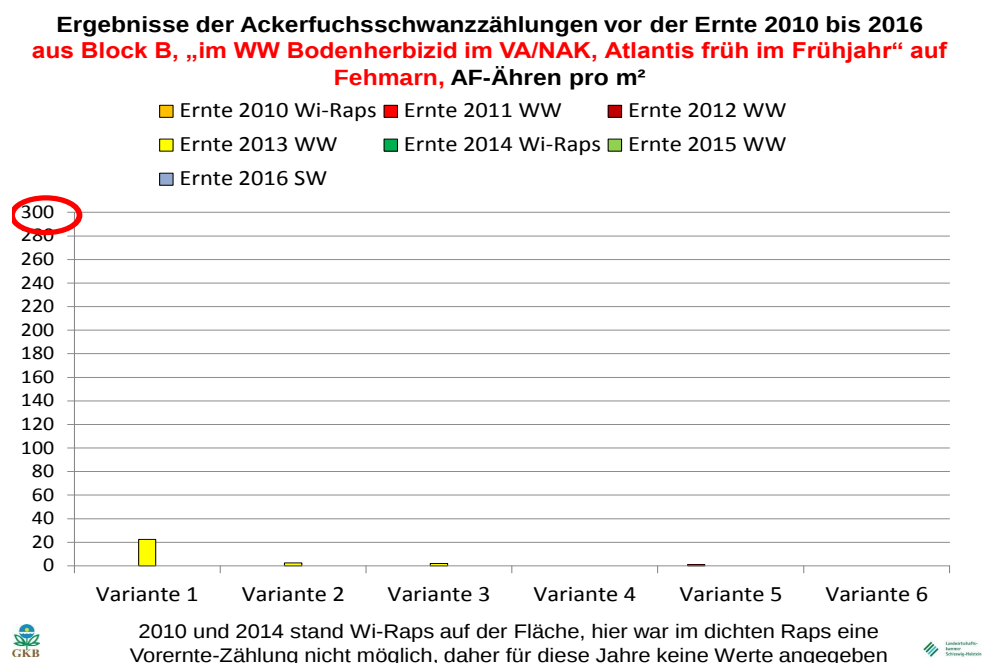
Tabelle 6-59: Fehmarn 2010-16, Var. 1-6, Block A, AF-Ähren/m² vor ErnteTabelle 6-60: Fehmarn 2010-16, Var. 1-6, Block B, AF-Ähren/m² vor Ernte

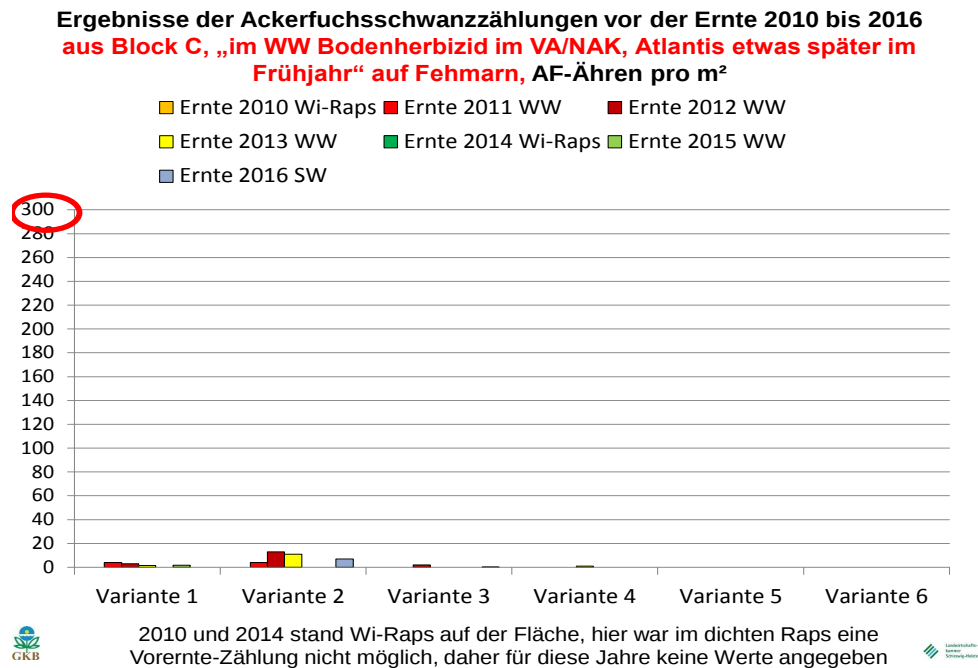
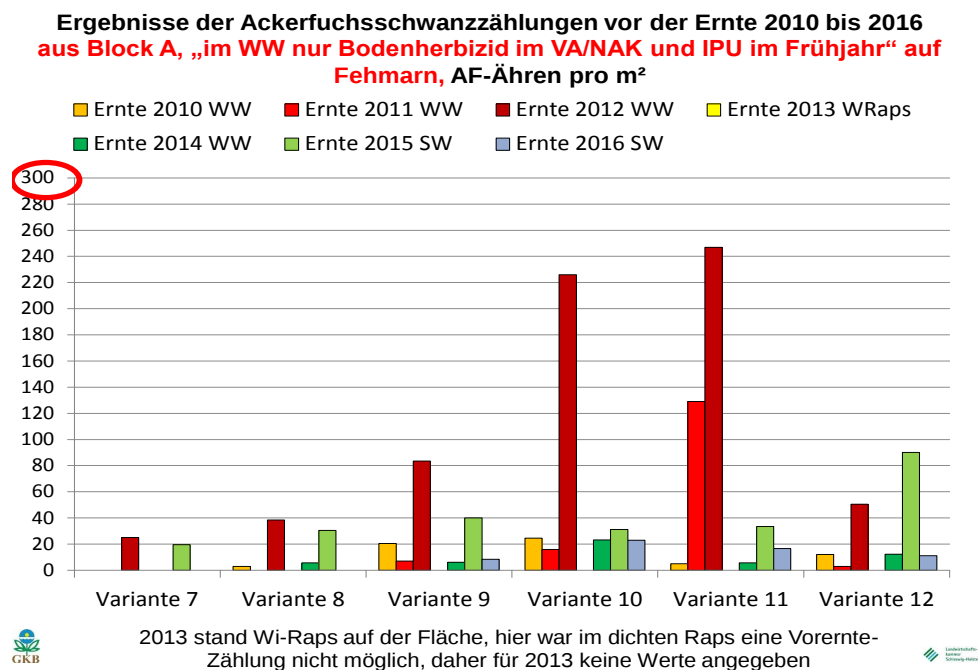
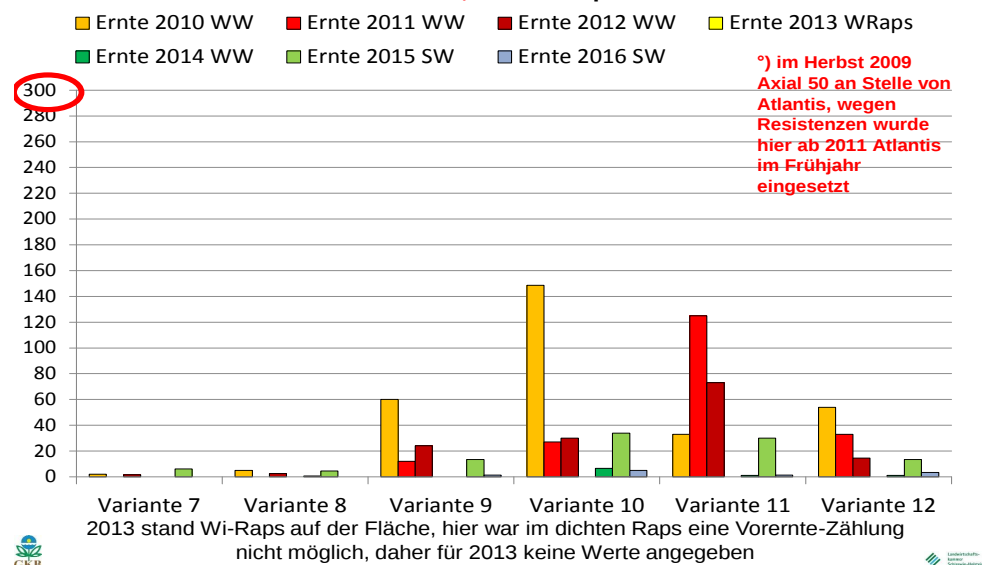
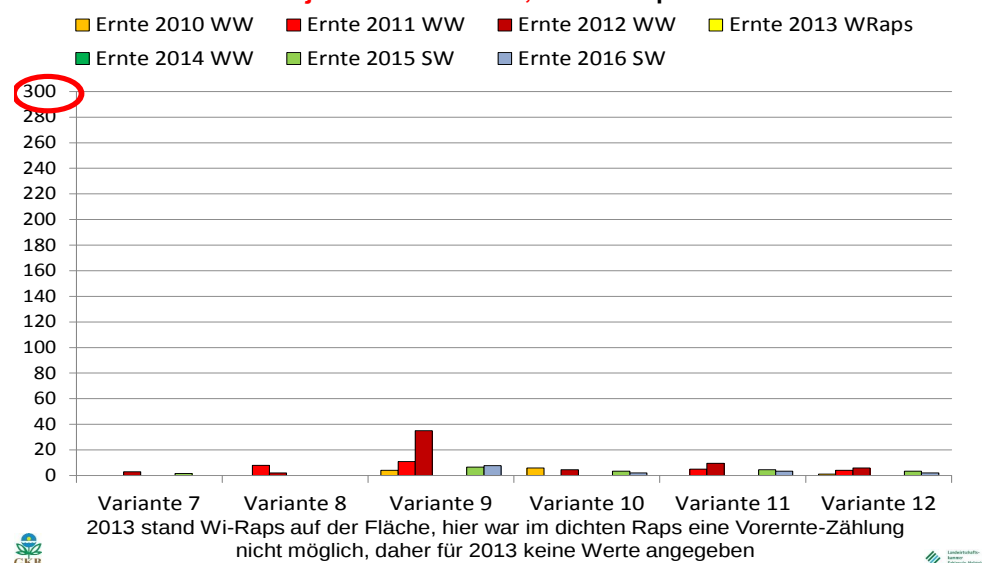
Tabelle 6-61: Fehmarn 2010-16, Var. 1-6, Block C, AF-Ähren/m² vor Ernte

Tabelle 6-62: Fehmarn 2010-16, Var. 7-12, Block A, AF-Ähren/m² vor Ernte


Tabelle 6-63: Fehmarn 2010-16, Var. 7-12, Block B, AF-Ähren/m² vor Ernte

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010 bis 2016
aus Block B, „im WW nach Bodenherbizid im VA/NAK, Atlantis früh im Frühjahr“)“
auf Fehmarn, AF-Ähren pro m²

Tabelle 6-64: Fehmarn 2010-16, Var. 7-12, Block C, AF-Ähren/m² vor Ernte

Ergebnisse der Ackerfuchsschwanzzählungen vor der Ernte 2010 bis 2016
aus Block C, „im WW nach Bodenherbizid im VA/NAK, Atlantis etwas später im Frühjahr“)“ auf Fehmarn, AF-Ähren pro m²



6.3.4 Nachwirkungen in Galmsbüll nach Projektende 2016/2017

In Galmsbüll wurde nach der SW-Ernte (Projektende) die Fläche nach Strohverteilung mit der Kurzscheibenegge am 7.8.2016 gepflügt, am 8.8.2016 gekreiselt und am 9.8. wurde Winterraps gesät. Um die durch das Pflügen verursachten Effekte auf die vorher praktizierten unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren zu erfassen, wurde im Herbst 2016 und bis ins Frühjahr 2017 weiterhin der AF-Besatz erfasst.

Tabelle 6-65: Galmsbüll, AF-Bonituren Herbst 2016 bis Frühjahr 2017 und nach der Ernte 2017

Ergebnisse der Bonituren im Herbst 2016 und Frühjahr 2017						
Mittelwerte der Bearbeitungstreifen, in Klammern Mittelwerte der Teilstücke, wo 2010-12 kein Atlantis gefallen war						
Datum	Im Herbst 2016 wurde die ganze Fläche umgepflügt und Winterraps eingebracht					
	Pflugvarianten Herbst 2013 bis Ernte 2016		tiefe Mulchsaatvarianten Herbst 2013 bis Ernte 2016		flache Mulchsaatvarianten Herbst 2013 bis Ernte 2016 ^{*)}	
	(2010-12 Pflug früh)	(2010-12 Pflug spät)	(2010-12 Mulchsaat früh)	(2010-12 Mulchsaat spät)	(seit 2010 Mulchsaat flach)	(2010-12 Sommerung - Grubber)
Grundbodenbearbeitung Saatbettbereitung am 09.08.16, 50 K./m², Sorte Raptor 2,5 l/ha Butisan Gold am 23.08.16 appliziert (da ab dann erst Regen angesagt war und kam)						
24.08.16	1,9 (1,3)	0,8 (1,3)	0,2 (0,0)	0,2 (0,6)	0,4 (1,3)	1,7
07.09.16	12,5 (17,5)	20,8 (30,0)	6,7 (9,4)	13,5 (25,6)	1,0 (1,9)	3,8
19.09.16	15,8 (32,5)	32,3 (73,8)	8,3 (13,1)	18,1 (31,9)	4,0 (8,8)	6,9
07.10.16	3,4% (5,8%)	5,9% (9,7%)	4,3% (8,6 %)	4,2% (5,9 %)	2,1% (2,5 %)	1,9%
08.11.16	4,2% (7,9%)	6,7% (13,8%)	5,3% (11,3%)	6,8% (12,7%)	2,2% (1,2%) *	1,6% *
20.01.17 2 Wochen nach Kerbtermin	11,3% (16,5%)	15,8% (29,6%)	10,1% (18,9%)	12,0% (19,9%)	7,0% (8,1%)	6,1
03.04.17	4,0% (5,3%)	6,2% (9,6%)	6,4% (11,9%)	3,8% (6,2%)	1,7% (0,9%)	2,8%
25.08.17 nach Ernte vor dem Pflügen	1,7% (2,3%)	4,4% (6,0%)	1,4% (2,4%)	2,3% (4,0%)	1,4% (1,3%)	1,3%

^{*)} in der ehemaligen Sommerung erst ab Herbst 2014 flach gearbeitet, zum Winterraps in 2013 wurde noch gegrubbert

Schwarz: AF-Pflanzen pro m² Rot: AF-Ungrasdeckungsgrad in %

• Die Abweichungen nach unten ggü. der vorherigen Zählung sind dadurch bedingt, dass nicht immer an genau denselben Stellen gezählt wurde, sondern nach Zufallsauswahl



Man erkennt, dass nach dem Pflugeinsatz insgesamt wenig neuer AF aufkam, da erst einmal ein „reiner Tisch“ erzielt worden war. Auffällig war aber, dass – wenn auch auf niedrigem Niveau – der AF-Besatz besonders in der ehemaligen Variante „Pflug spät“ jetzt am höchsten war, vor allem im ehemaligen Block A (Werte in Klammern). Hier wurden offenbar wieder keimfähige AF-Samen aus den Vorjahren hochgeholt. Und auffällig war, dass in der ehemaligen langjährigen flachen Mulchsaat kaum AF aufkam, obwohl auch in diesem Herbst der Wi-Raps hier dünner stand als in den anderen ehemaligen Bearbeitungstreifen, der AF hätte also Lücken zum Auflaufen gehabt. Es waren zwar noch keimfähige AF-Samen in der Tiefe vorhanden gewesen, die der Pflug wieder hochgeholt hatte (vgl. Kap. 6.4), aber offenbar fehlte die Triebkraft nach 7 Jahren Lagerung in 10-30 cm Tiefe im Boden. Der Winterraps 2017 entwickelte sich sehr gut, wurde sehr dicht und brachte im Mittel 58,4 dt/ha. Nach der Ernte auf der Stoppel fand sich kaum mehr AF, das Anfang Januar 2017 eingesetzte Propyzamid hatte noch nachgewirkt und der Raps eine starke Unterdrückungskraft entwickelt. Bis zum 25.8.17 kam auch kaum neuer AF auf der Stoppel auf.

6.4 Effekte auf den AF-Samenvorrat im Boden in 2016

Erneut wurden 2016 im Sommer wieder Bodenproben in den Blöcken A und B (auf Fehmarn) bzw. in den Blöcken A und B/C (in Galmsbüll) aus verschiedenen Tiefen gezogen und im Gewächshaus auf keimfähige AF-Samen getestet.

Man erkennt, dass durch Sommergetreide der AF in der Samenbank wieder reduziert wurde, in Galmsbüll nach 3 Jahren eingeschlitzter Sommerung sehr stark (Tab. 6-66), in Fehmarn in der Tendenz ebenfalls (Tabelle 6-67), aber etwas weniger stark nach 2 Jahren mit Sommerung, die nicht eingeschlitzt worden war.

Auf jeden Fall ist aber in beiden Fällen ein großer Teil von AF-Samen aus den oberen Bodenschichten durch die Maßnahmen zur AF-Bekämpfung vor dem Sommerungsanbau abgebaut worden und die Unterschiede des AF-Besatzes in der Samenbank zwischen den Varianten mit und ohne Atlantis haben sich weitgehend verwischt.

Interessant ist, dass in Galmsbüll (Tabelle 6-66) in der flachen Mulchsaat im Untergrund immer noch keimfähige Samen gefunden wurden, wenn auch im Vergleich zu 2012 nicht mehr viel. Das sind aber Samen, die in der flachen Mulchsaat spätestens in 2009 in den Untergrund gelangt sind und dort ungestört gelegen haben, d.h. in der Marsch haben noch AF-Samen aus 10-30 cm Tiefe nach 7 Jahren Lagerung im Boden keimen können.

Tabelle 6-66: Gewächshaustests mit AF-Samen aus Galmsbüll 2016

Ergebnisse der Gewächshaustests, Galmsbüll 2016/17
 Ende Juni 2016 wurden Bodenproben gezogen und im Gewächshaus Keimbedingungen hergestellt, alle aus den Proben gekeimten AF-Pflanzen wurden gezählt und hochgerechnet auf 1 m² in den verschiedenen Tiefenschichten
Die Angaben beziehen sich auf die Maßnahmen bis 2012, danach 1x Wi-Raps und 3x Sommerung angebaut
 Keimfähige Ackerfuchsschwanzsamen pro m² in 0-5 cm, 5-10 cm und 10-30 cm Tiefe, Summe aller Zählungen bis Test-Ende

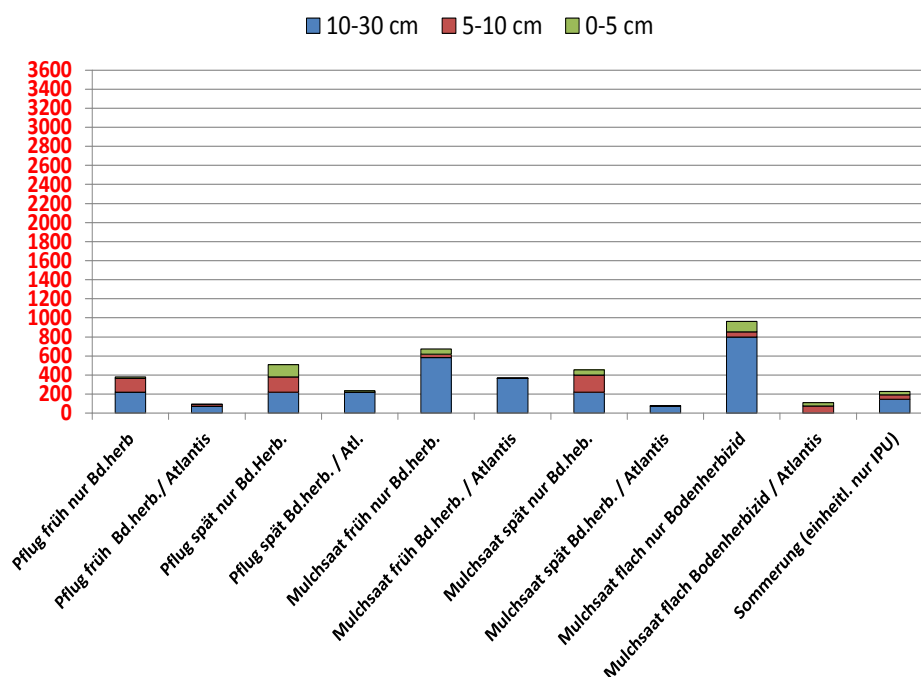


Tabelle 6-67: Gewächshaustests mit AF-Samen aus Fehmarn (aus den Varianten 7-12) 2016

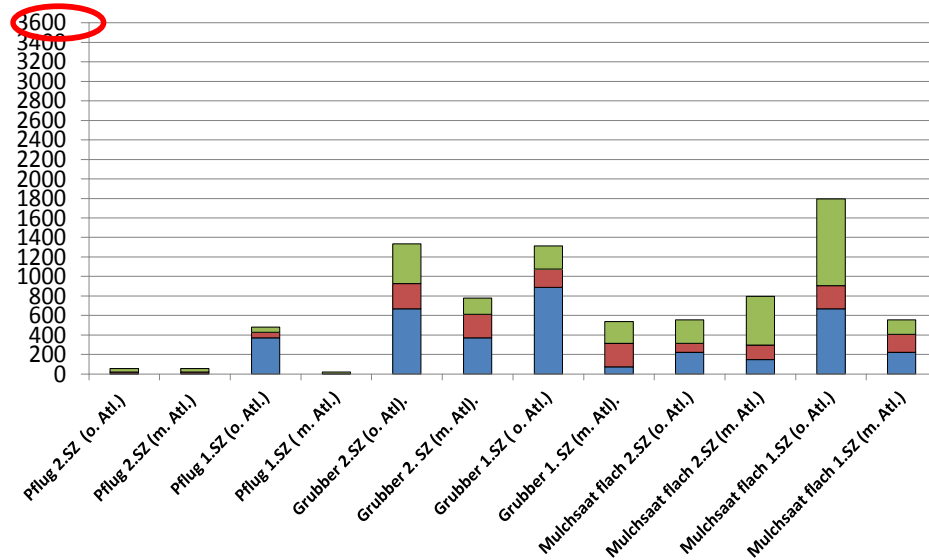
Ergebnisse der Gewächshaustests, Fehmarn 2016/17

Ackerfuchsschwanzsamen pro m² in 0-5 cm, 5-10 cm und 10-30 cm Tiefe, Summe aller Zählungen, Anfang Juli 2016 wurden Bodenproben gezogen und im Gewächshaus Keimbedingungen hergestellt, alle aus den Proben gekeimten AF-Pflanzen wurden gezählt und hochgerechnet auf 1 m² in den verschiedenen Tiefenschichten

Keimfähige Ackerfuchsschwanzsamen pro m² in 0-5 cm, 5-10 cm und 10-30 cm Tiefe, Summe aller Zählungen bis Test-Ende

Die Angaben der Versuchsglieder beziehen sich auf die Vorjahre, 2015 und 2016 stand hier Sommerweizen mit einer SZ und natürlich ohne Atlantiseinsatz

■ 10-30 cm ■ 5-10 cm ■ 0-5 cm



7. Ergebnisse der Resistenztests

7.1 Resistenztests an AF-Samen aus Galmsbüll

In den folgenden Darstellungen (Tabelle 7-1, Tabelle 7-2, Tabelle 7-3, Tabelle 7-4, Tabelle 7-5, Tabelle 7-6, Tabelle 7-7) sind die Ergebnisse der Resistenztests in den Jahren 2010-16 dargestellt, die die Firma Bayer CropScience dankenswerterweise an Samen von den beiden Projektstandorten durchgeführt hat.

Tabelle 7-1: Resistenztests Galmsbüll 2010

Resistenzuntersuchung ALOMY 2010 -

an ALOMY-Samenproben aus der Variante, in der nur Bodenherbizid eingesetzt wurde und aus den Varianten, wo auch Atlantis im NAF eingesetzt wurde (Mischprobe, da sonst nicht genügend Samen zusammengekommen wären)

% Wirkung

		Pflug früh		Pflug spät		Mulchsaat früh		Mulchsaat spät		Mulchsaat flach		Sommerung einheitliche Behandlung
		ohne Atlantis	mit Atlantis	ohne Atlantis	mit Atlantis	ohne Atlantis	mit Atlantis	ohne Atlantis	mit Atlantis	ohne Atlantis	mit Atlantis	
Cadou forte	0,75+0,3 l/ha	90	100	100	98	100	100	99	100	99	97	
Stomp Aqua	4,4 l/ha	0	8	0	0	15	20	0	5	0	0	
Ralon Super + FHS	1,2+1,0 l/ha	0	13	15	0	10	0	0	5	0	0	
Topik EC 100	0,6 l/ha	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
Axial 50	1,2 l/ha	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	
Focus Ultra	1,5 l/ha	0	15	0	0	15	8	5	8	0	20	
Arelon flüssig	3,0 l/ha	99	100	100	100	100	100	99	100	100	100	
Lexus 50 DF + Trend	20 g/ha + 0,3 l/ha	83	87	88	88	87	85	87	85	87	91	
Atlantis WG + FHS + N 34 (2 kg N/ha)	500 g/ha + 1,0 l/ha	98	100	100	99	100	100	100	100	100	99	
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	97	99	98	100	100	96	88	99	90	99	

Tabelle 7-2: Resistenztests Galmsbüll 2011

Resistenzuntersuchung ALOMY 2011 - % Wirkung

an ALOMY-Samenproben aus der Variante, in der nur Bodenherbizid eingesetzt wurde und aus den Varianten, wo auch Atlantis im NAF eingesetzt wurde (Mischprobe, da sonst nicht genügend Samen zusammengekommen wären)

		Pflug früh		Pflug spät		Mulchsaat früh		Mulchsaat spät		Mulchsaat flach		Sommerung einheitliche Behandlung
		ohne Atlantis	mit Atlantis	ohne Atlantis	mit Atlantis	ohne Atlantis	mit Atlantis	ohne Atlantis	mit Atlantis	ohne Atlantis	mit Atlantis	
Cadou Forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Stomp Aqua	4,4 l/ha	73	73	74	73	77	73	73	70	70	73	70
Ralon Super + FHS	1,2+1,0 l/ha	0	15	5	0	0	0	0	20	15	0	0
Axial 50	1,2 l/ha	3	0	10	20	0	0	15	15	18	15	0
Traxos	1,2 l/ha	15	25	3	0	20	0	15	10	25	23	15
Focus Ultra	1,5 l/ha	10	10	0	0	0	15	10	20	20	25	20
Arelon flüssig	3,0 l/ha	99	99	98	97	99	99	99	98	98	99	99
Lexus 50 DF + Trend	20 g/ha + 0,3 l/ha	69	63	65	60	60	58	68	73	70	68	69
Atlantis WG + FHS + N 34 (2 kg N/ha)	500 g/ha + 1,0 l/ha	98	99	100	97	99	97	100	99	98	100	99
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	99	99	99	96	98	97	97	98	97	93	99
Roundup UltraMax	4,0 l/ha	94	99	95	92	98	97	96	100	99	98	96

Tabelle 7-3: Resistenztests Galmsbüll 2012

Resistenzuntersuchung Galmsbüll ALOMY 2012 - % Wirkung												
an ALOMY-Samenproben aus der Variante, in der nur Bodenherbizid eingesetzt wurde und aus den Varianten, wo auch Atlantis im NAF eingesetzt wurde (Mischprobe, da sonst nicht genügend Samen zusammengekommen wären)												
		Pflug früh		Pflug spät		Mulchsaat früh		Mulchsaat spät		Mulchsaat flach		Sommerung
		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	einheitliche
		Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	IPU	IPU	Behandlung
Cadou Forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	98
Ralon Super + FHS	1,2+1,0 l/ha	0	0	20	15	0	20	0	5	15	0	0
Axial 50	1,2 l/ha	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Traxos	1,2 l/ha	20	13	0	0	0	25	5	20	20	0	0
Focus Ultra	1,5 l/ha	20	15	5	23	15	25	20	20	20	0	0
Arelon Top	3,0 l/ha	94	98	98	99	98	91	96	97	98	99	95
Atlantis WG + FHS + N 34	500 g/ha + 1,0 l/ha + 7,4 l/ha	99	98	99	84	97	83	99	78	97	96	98
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	90	85	97	87	98	77	92	53	82	98	98
Roundup UltraMax	4,0 l/ha	100	100	96	100	99	99	98	100	100	99	54

Resistenzentwicklung nach ca. 5 Atlantis-Einsätzen vor 2009/10 und drei weiteren Applikationen in 2009/10 - 2011/12

Tabelle 7-4: Resistenztests Galmsbüll 2013

Resistenzuntersuchung Galmsbüll ALOMY 2013 - % Wirkung												
an ALOMY-Samenproben aus der Variante, in der nur Bodenherbizid eingesetzt wurde und aus den Varianten, wo auch Atlantis im NAF eingesetzt wurde (Mischprobe, da sonst nicht genügend Samen zusammengekommen wären)												
		Pflug früh		Pflug spät		Mulchsaat früh		Mulchsaat spät		Mulchsaat flach		Sommerung
		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	einheitliche
		Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	IPU	IPU	Behandlung
Cadou Forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ralon Super + FHS	1,2+1,0 l/ha	40	50	55	40	50	65	70	40	30	60	0
Axial 50	1,2 l/ha	48	50	55	25	50	35	55	50	50	55	40
Traxos	1,2 l/ha	55	35	40	35	45	10	50	25	60	55	20
Focus Ultra	1,5 l/ha	50	0	0	50	10	20	25	30	10	40	0
Arelon Top	3,0 l/ha	99	99	99	99	99	99	99	100	99	99	99
Atlantis WG + FHS + N 34	500 g/ha + 1,0 l/ha + 7,4 l/ha	100	97	97	99	97	97	96	99	99	96	99
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	99	97	97	98	95	97	97	97	97	95	97

Auch Glyphosat wirkte noch vollständig.
Es handelte sich 2013 ausschließlich um Samen von AF, der aus dem Boden im Frühjahr nachgelaufen war, da Kerb FLO und der harte Winter den Herbst-AF vollständig beseitigt hatten.

Tabelle 7-5: Resistenztests Galmsbüll 2014

Resistenzuntersuchung Galmsbüll ALOMY 2014 - % Wirkung												
an ALOMY-Samenproben aus der Variante, in der nur Bodenherbizid eingesetzt wurde und aus den Varianten, wo auch Atlantis im NAF eingesetzt wurde (Mischprobe, da sonst nicht genügend Samen zusammengekommen wären)												
		Pflug früh		Pflug spät		Mulchsaat früh		Mulchsaat spät		Mulchsaat flach		Sommerung
		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	einheitliche
		Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	IPU	IPU	Behandlung
Cadou Forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ralon Super + FHS	1,2+1,0 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Axial 50	1,2 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traxos	1,2 l/ha	0	10	10	15	0	0	0	0	0	15	0
Focus Ultra	1,5 l/ha	20	25	10	5	20	10	15	25	15	15	0
Arelon Top	3,0 l/ha	100	99	100	100	100	100	99	100	100	100	100
Atlantis WG + FHS + N 34	500 g/ha + 1,0 l/ha + 7,4 l/ha	96	93	95	95	96	98	97	100	100	98	95
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	89	89	85	80	94	85	98	93	90	95	93
Roundup UltraMax	4,0 l/ha	100	99	100	100	97	100	98	100	100	100	100

Wiederum handelte es sich ausschließlich um AF-Samen von Frühjahrs-AF aus dem Boden, da der Herbst-AF z. T. durch mechanische Bearbeitung und vollständig durch Glyphosat beseitigt worden war.



Tabelle 7-6: Resistenztests Galmsbüll 2015

Resistenzuntersuchung Galmsbüll ALOMY 2015 - % Wirkung											
an ALOMY-Samenproben aus der Variante, in der nur Bodenherbizid eingesetzt wurde und aus den Varianten, wo auch Atlantis im NAF eingesetzt wurde (Mischprobe, da sonst nicht genügend Samen zusammengekommen wären)											
		Pflug früh		Pflug spät		Mulchsaat früh		Mulchsaat spät		Mulchsaat flach	
		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ganzer	einheitliche
		Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Atlantis	Bearbeitg.s-streifen	Behandlung
Cadou Forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ralon Super + FHS	1,2+1,0 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Axial 50	1,2 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traxos	1,2 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Focus Ultra	1,5 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arelon Top	3,0 l/ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Atlantis WG + FHS + N 34	500 g/ha + 1,0 l/ha + 7,4 l/ha	99	99	100	99	99	98	98	99	99	99
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	78	97	100	97	99	97	97	94	97	98
Roundup UltraMax	4,0 l/ha	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100

Wie 2013 und 2014 handelte es sich ausschließlich um AF-Samen von Frühjahrs-AF aus dem Boden, da der Herbst-AF z. T. durch mechanische Bearbeitung und vollständig durch Glyphosat beseitigt worden war.



Tabelle 7-7: Resistenztests Galmsbüll 2016

Resistenzuntersuchung Galmsbüll ALOMY 2016 - % Wirkung											
an ALOMY-Samenproben aus der Variante, in der 2010-12 nur Bodenherbizid eingesetzt wurde und aus den Varianten, wo 2010-12 auch Atlantis im NAF eingesetzt wurde (Mischprobe aus 0,4 und 0,5 Atlantis, da sonst nicht genügend Samen zusammenkamen)											
		Pflug früh		Pflug spät		Mulchsaat früh		Mulchsaat spät		Mulchsaat flach einheitliche Behandlung seit 5 J.	Sommerung einheitliche Behandlung
		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit		
		Atlantis		Atlantis		Atlantis		Atlantis			
Cadou Forte	1,0 l/ha	97	98	98	99	98	98	100	100	100	100
Sencor	0,9 l/ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Axial 50	1,2 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traxos	1,2 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Focus Ultra	1,5 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toluron 700 SC	3,0 l/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlantis WG + FHS + N 34	500 g/ha + 1,0 l/ha + 7,4 l/ha	85	75	90	75	70	65	88	93	65	50
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	55	50	58	53	53	50	65	60	55	53
Roundup Ultra Max	1,6 l/ha	94	94	95	95	95	95	95	97	97	97

Es handelte sich ausschließlich um AF-Samenproben von Frühjahrs-AF aus dem Boden, da der Herbst-AF durch Glyphosat vollständig beseitigt worden war. Und auf der Fläche war zuletzt in 2012 Atlantis eingesetzt worden. Grund: Änderung im Testverfahren (andere Jahreszeit) und ggf. wieder ausgekeimte alte AF-Samen aus dem Boden.

Zusammenfassend lässt sich für Galmsbüll festhalten:

Es gab keine wesentlichen Unterschiede im Resistenzstatus zwischen den Bodenbearbeitungsstreifen. Von den Bodenherbiziden wirkte Flufenacet in Galmsbüll alle Jahre gut.

Pendimethalin, das über Stomp Aqua in den ersten beiden Jahren mitgetestet wurde, schwankte sehr stark in der Wirkung und wurde ab 2012 aus dem Testprogramm genommen.

Die Accase-Hemmer waren von Beginn an weitgehend „verbrannt“, wenn auch in den ersten Jahren noch geringe - in 2013 etwas mehr - Teilwirkungen festgestellt wurden.

IPU brachte im Gewächshaus gute Wirkungen, die in der Praxis in Galmsbüll nicht wiedergefunden wurden. Das hat vermutlich damit zu tun, dass im Gewächshaus mit Einheitserde getestet wird. Auf dem Acker, wo IPU über lange Jahre eingesetzt worden ist, haben sich im Boden aber IPU abbauende Bakterien installiert, die die Wirkung des Arelon Top verschlechtern. Außerdem wird in Galmsbüll bei 4 % Humus auch mehr IPU abgepuffert als in der Einheitserde.

Chlortoluron, in 2016 in Form von Toluron getestet, hatte in der Marsch aufgrund des langjährigen Einsatzes in der Vergangenheit keine Wirkung mehr.

Metribuzin, in 2016 im Sencor getestet, wirkte noch voll.

Glyphosat wirkte alle Jahre sicher mit Ausnahme einer Probe aus 2012, die Resistenz zeigte. Das wiederholte sich in den Folgejahren nicht, sollte aber als Warnsignal verstanden werden, nicht nur auf Glyphosat zu setzen, sondern auch, wenn das Wetter mitspielt, mechanische Maßnahmen zur AF-Bekämpfung zu praktizieren.

Interessant ist die Entwicklung bei den ALS-Hemmern.

Lexus, 2010 und 11 noch mitgetestet, befriedigte nicht in der Wirkung, vermutlich aufgrund von Kreuzresistenzen zu den ACCase-Hemmern.

Atlantis und Broadway wirkten 2010 und 2011 voll, schwächelten aber 2012 nach 3 Einsätzen im Projekt in Block B/C und nach ca. 5 Atlantis-Einsätzen seit der Zulassung des Mittels davor.

In den Folgejahren 2013 bis 2015, als in Galmsbüll auf der Fläche kein Atlantis eingesetzt wurde und anbaubedingt Samen von Frühjahrs-AF, der aus dem Boden aufgelaufen war, getestet wurden, wirkten Atlantis und Broadway wieder voll auf den AF aus diesen Samen. Die etwas schwächere Wirkung von Broadway ist der etwas schwächeren Potenz des Herbizids gegenüber dem AF und nicht Resistenzen geschuldet

In den Samenproben aus 2016 fanden sich aber plötzlich ausgeprägte Minderwirkungen bei Atlantis und Broadway, obwohl auch in diesem Jahr AF-Samen von aus dem Boden aufgelaufenen Frühjahrs-AF getestet wurden (der frisch ausgefallene Herbst-AF war ja wieder durch Glyphosat vernichtet worden). Auf Nachfragen ergab sich, dass die AF-Samen aus 2016 bei der Bayer CropScience *im Frühjahr* 2017 getestet worden war, *im Gegensatz zu den Vorjahren, als die Testungen im Spätherbst und Winter erfolgt waren*. Offenbar konnte der AF im Frühjahr besser als im Spätherbst und Winter metabolisieren, was ja auch seiner Biologie entspricht und daher die Mittel schneller abbauen. Das würde aber bedeuten, dass in den Jahren seit 2012 die Atlantis-Resistenzen im Boden nicht abgebaut worden sind, sondern latent noch vorhanden waren. Oder dass Atlantis-resistente Samen über Maschinen von außen eingetragen worden sind. Letzteres ist aber eher unwahrscheinlich, da die Resistenzen flächendeckend über den ganzen Schlag aufgetreten sind.

Das Problem ist also eher: Solange resistente Samen keimfähig sind, bleiben die Resistenzen auf einem Schlag erhalten, eine Erkenntnis, die sich auch in der Literatur wiederfindet (Chauvel, et al., 2001), (Chauvel, et al., 2009)

7.2 Resistenztests an AF-Samen aus Fehmarn

Für Fehmarn liegen Testergebnisse aus 2010-13 vor, für 2010 aus den Varianten 7-12 (Tabelle 7-8, Tabelle 7-9, Tabelle 7-10), für 2012 aus allen Varianten Nr.1-12 (Tabelle 7-11, Tabelle 7-12, Tabelle 7-13, Tabelle 7-14, Tabelle 7-15, Tabelle 7-16) und für 2013 aus den Varianten 1-6 (Tabelle 7-17, Tabelle 7-18, Tabelle 7-19), also in allen Fällen aus Stoppelweizen gezogen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

Flufenacet wirkte in 2010 bei den AF-Proben aus Fehmarn etwas schwächer als bei denen aus Galmsbüll, aber in den Folgejahren wieder voll.

Die Pendimethalin-Wirkung im Stomp Aqua war unbefriedigend.

Von den ACCase-Hemmern sind die FOPs und DENs weitgehend „verbrannt“ wie in Galmsbüll. Focus Ultra hatte noch eine (abnehmende) Wirkung. Wie in Galmsbüll fand sich in 2013 zwar plötzlich wieder eine etwas bessere Wirkung der FOPs und DENs, die aber nicht von Dauer war, wie sich im Feld zeigte.

Beim Glyphosat war alles in Ordnung, volle Wirkung.

Arelon wirkte im Gewächshaus ebenfalls voll aus den o.g. Gründen, aber auch im Feld waren noch gute Teilwirkungen feststellbar.

Lexus schwächelte, wohl wieder eine Kreuzresistenz zu den ACCase-Hemmern.

Atlantis und Broadway zeigten schon in 2010 am Standort Fehmarn im Gewächshaustest Minderwirkungen, die im Feld aber nicht sichtbar waren, wobei

Broadway etwas schwächer in der AF-Wirkung war als Atlantis (weniger Potenz gegenüber diesem Ungras).

Dasselbe Bild zeigte sich in 2012 in den Varianten 1-6, allerdings hier nicht in Block A.

In den Varianten 7-12 war die Wirkung von Atlantis und Broadway im Gewächshaus sehr unbefriedigend. Hier stand der vierte Winterweizen hintereinander. Besonders in Block B und C zeigten sich stärkere Minderwirkungen, nachdem in Block B in 3 Jahren 3x hintereinander und in Block C in 4 Jahren 4x hintereinander Atlantis appliziert worden war.

In 2013 war in den Varianten 1-6 im Block A beim Atlantis wieder alles in Ordnung, in Block B und C aber gab es wieder Minderwirkungen bei Atlantis und Broadway (3. Applikation von Atlantis in 3 Jahren). Im Schlag allerdings hatte Atlantis noch soweit gewirkt, dass weniger AF in Block B und C ausgefallen ist als in Block A. Aber man fand „halbtote“ AF-Pflanzen, ein Warnsignal.

Auch hier war also zu sehen, dass nach mehrjährigem Winterweizenanbau die ALS-Hemmer Atlantis und Broadway schneller an ihre Grenzen stoßen als erwartet. Und man darf nicht vergessen: Sind erst einmal resistente Samen im Boden, bleiben die Resistenzen so lange erhalten wie diese Samen keimfähig sind!

Tabelle 7-8: Resistenztests Fehmarn 2010, Var. 7-12, Block A

Ergebnisse der Resistenzuntersuchung 2010 – WW Varianten 7-12, Block A

(die Ergebnisse der Resistenztests in 2011, Fehmarn, Petersdorf, bestätigen die 2010er Resultate, da wenig Samenproben zur Verfügung standen, konnten nicht alle Varianten getestet werden)

		Pflug früh	Pflug spät	Mulchsaat früh	Mulchsaat spät	Mulchsaat flach	Mulchsaat tief
Cadou forte	0,75+0,3 l/ha	100	100	100	83	85	80
Stomp Aqua	4,4 l/ha	5	0	0	0	5	3
Ralon Super	1,2+1,0	5	0	0	0	0	0
Topik EC 100	0,6 l/ha	10	10	20	0	20	20
Axial 50	1,2 l/ha	15	10	10	0	10	0
Focus Ultra	1,5 l/ha	83	80	85	80	86	85
Arelon flüssig	3,0 l/ha	75	75	75	98	98	98
Lexus 50 DF + Trend	20 g/ha + 0,3 l/ha	65	60	60	90	53	53
Atlantis WG + FHS + 2 KgN/ha	500 g/ha + 1,0 l/ha	98	98	99	100	92	87
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	73	73	73	75	55	40



Tabelle 7-9: Resistenztests Fehmarn 2010, Var. 7-12, Block B

Ergebnisse der Resistenzuntersuchung 2010 – WW Varianten 7-12, Block B

		Pflug früh	Pflug spät	Mulchsaat früh	Mulchsaat spät	Mulchsaat flach	Mulchsaat tief
Cadou forte	0,75+0,3 l/ha	88	89	88	92	85	87
Stomp Aqua	4,4 l/ha	15	0	0	5	0	0
Ralon Super	1,2+1,0	20	0	0	5	5	0
Topik EC 100	0,6 l/ha	0	0	0	0	0	0
Axial 50	1,2 l/ha	10	0	0	0	0	0
Focus Ultra	1,5 l/ha	80	78	80	80	85	85
Arelon flüssig	3,0 l/ha	99	99	98	99	99	99
Lexus 50 DF + Trend	20 g/ha + 0,3 l/ha	74	75	70	65	70	43
Atlantis WG + FHS + 2 KgN/ha	500 g/ha + 1,0 l/ha	100	99	94	85	80	78
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	94	80	73	50	43	40



Tabelle 7-10: Resistenztests Fehmarn 2010, Var. 7-12, Block C

Ergebnisse der Resistenzuntersuchung 2010 – WW Varianten 7-12, Block C

		Pflug früh	Pflug spät	Mulchsaat früh	Mulchsaat spät	Mulchsaat flach	Mulchsaat tief
Cadou forte	0,75+0,3 l/ha	-	-	89	84	73	75
Stomp Aqua	4,4 l/ha	-	-	0	0	15	5
Ralon Super	1,2+1,0	-	-	0	5	20	0
Topik EC 100	0,6 l/ha	-	-	0	0	0	5
Axial 50	1,2 l/ha	-	-	0	5	0	0
Focus Ultra	1,5 l/ha	-	-	83	80	88	84
Arelon flüssig	3,0 l/ha	-	-	99	95	97	93
Lexus 50 DF + Trend	20 g/ha + 0,3 l/ha	-	-	83	40	40	33
Atlantis WG + FHS + 2 KgN/ha	500 g/ha + 1,0 l/ha	-	-	97	84	58	55
Broadway + Netzmittel	220 g/ha + 1,0 l/ha	-	-	84	40	30	33



Tabelle 7-11: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 1-6, Block A

2012 - Resistenzuntersuchung WW – Block A
Varianten 1-6


		Mulchsaat tief Var. 1	Mulchsaat flach Var. 2	Mulchsaat spät Var. 3	Mulchsaat früh Var. 4	Pflug spät Var. 5	Pflug früh Var. 6
Cadou forte	1,0 l/ha	93	95	98	96	98	100
Ralon Super +	1,2 l/ha	0	0	0	0	0	0
Axial 50	1,2 l/ha	8	0	0	10	0	0
Traxos	1,2 l/ha	5	0	10	20	0 / 25	10
Focus Ultra	1,5 l/ha	84	80	85	80	81	77
Arelon Top	3,0 l/ha	97	96	96	97	97	98
Atlantis WG +	500 g/ha	99	97	98	99	99	99
Broadway +	220 g/ha	91	90	92	96	96	98
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	99	100	100	100	100	100

Tabelle 7-12: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 7-12, Block A

2012 - Resistenzuntersuchung WW – Block A Varianten 7-12							
		Pflug früh Var. 7	Pflug spät Var. 8	Mulchsaat früh Var. 9	Mulchsaat flach Var. 10	Mulchsaat spät Var. 11	Mulchsaat tief Var. 12
Cadou forte	1,0 l/ha	99	98	100	100	100	100
Ralon Super +	1,2 l/ha	5	0	0	0	0	0
Axial 50	1,2 l/ha	5	3	5	8	0	10
Traxos	1,2 l/ha	35 / 3	10	13	13	23	23
Focus Ultra	1,5 l/ha	84	80	90	96	95	96
Arelon Top	3,0 l/ha	95	95	93	96	98	80
Atlantis WG +	500 g/ha	97	97	97	95	63	73
Broadway +	220 g/ha	81	95 / 88	75	53	33	33
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	100	100	100	100	100	100

2007/08 Winterraps
 2008/09 Winterweizen
 2009/10 Winterweizen
 2010/11 Winterweizen (Var. 12 Ackerbohnen)
 2011/12 Winterweizen


 Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

Tabelle 7-13: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 1-6, Block B

2012 - Resistenzuntersuchung WW – Block B Varianten 1-6							
		Mulchsaat tief Var. 1	Mulchsaat flach Var. 2	Mulchsaat spät Var. 3	Mulchsaat früh Var. 4	Pflug spät Var. 5	Pflug früh Var. 6
Cadou forte	1,0 l/ha	100	100	-	-	-	-
Ralon Super +	1,2 l/ha	15	15	-	-	-	-
Axial 50	1,2 l/ha	10	15	-	-	-	-
Traxos	1,2 l/ha	20	25	-	-	-	-
Focus Ultra	1,5 l/ha	95	93	-	-	-	-
Arelon Top	3,0 l/ha	88	80	-	-	-	-
Atlantis WG +	500 g/ha	89	80	-	-	-	-
Broadway +	220 g/ha	62	30	-	-	-	-
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	100	100	-	-	-	-


 Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

Tabelle 7-14: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 7-12, Block B

2012 - Resistenzuntersuchung WW – Block B Varianten 7-12							
		Pflug früh Var. 7	Pflug spät Var. 8	Mulchsaat früh Var. 9	Mulchsaat flach Var. 10	Mulchsaat spät Var. 11	Mulchsaat tief Var. 12
Cadou forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	100	100
Ralon Super +	1,2 l/ha	5 / 20	13 / 23	5	0 / 13	15	10
Axial 50	1,2 l/ha	15 / 23	10 / 23	13 / 5	5	13	0
Traxos	1,2 l/ha	20	20	20 / 13	13	23	18
Focus Ultra	1,5 l/ha	91	92	93	93	97	96
Arelon Top	3,0 l/ha	91	91 / 85	80 / 90	83	99	99
Atlantis WG +	500 g/ha	83 / 75	73 / 58	58 / 75	65	38	40
Broadway +	220 g/ha	33	30 / 48	25	20	25	20
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	100	100	100	100	100	100

2007/08 Winterraps
 2008/09 Winterweizen
 2009/10 Winterweizen
 2010/11 Winterweizen (Var. 12 Ackerbohnen)
 2011/12 Winterweizen


 Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

Tabelle 7-15: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 1-6, Block C

2012 - Resistenzuntersuchung WW – Block C Varianten 1-6							
		Mulchsaat tief Var. 1	Mulchsaat flach Var. 2	Mulchsaat spät Var. 3	Mulchsaat früh Var. 4	Pflug spät Var. 5	Pflug früh Var. 6
Cadou forte	1,0 l/ha	-	100	100	100	-	-
Ralon Super +	1,2 l/ha	-	0	5	0	-	-
Axial 50	1,2 l/ha	-	5	18	15	-	-
Traxos	1,2 l/ha	-	5	25	20	-	-
Focus Ultra	1,5 l/ha	-	96	94	95 / 75	-	-
Arelon Top	3,0 l/ha	-	97	97	99 / 89	-	-
Atlantis WG +	500 g/ha	-	65	58	50	-	-
Broadway +	220 g/ha	-	38	50	50	-	-
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	-	100	100	100	-	-


 Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

Tabelle 7-16: Resistenztests Fehmarn 2012, Var. 7-12, Block C

2012 - Resistenzuntersuchung WW – Block C Varianten 7-12							
		Pflug früh Var. 7	Pflug spät Var. 8	Mulchsaat früh Var. 9	Mulchsaat flach Var. 10	Mulchsaat spät Var. 11	Mulchsaat tief Var. 12
Cadou forte	1,0 l/ha	100	99	92	87	99	100
Ralon Super +	1,2 l/ha	0	5	23 / 10	0	10	3 / 20
Axial 50	1,2 l/ha	10	10	3 / 13	0	10	0 / 10
Traxos	1,2 l/ha	15	10	25	23	35	8 / 38
Focus Ultra	1,5 l/ha	92	97	95 / 84	97	98	88
Arelon Top	3,0 l/ha	88	80	80	97	93	98
Atlantis WG +	500 g/ha	78	30	23	40	40	50 / 25
Broadway +	220 g/ha	50	28	23	23	20	25
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	100	100	100	100	100	100

2007/08 Winterraps
 2008/09 Winterweizen
 2009/10 Winterweizen
 2010/11 Winterweizen (Var. 12 Ackerbohnen)
 2011/12 Winterweizen


 Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

Tabelle 7-17: Resistenztests Fehmarn 2013, Var. 1-6, Block A

2013 - Resistenzuntersuchung WW – Block A Varianten 1-6							
		Mulchsaat tief Var. 1	Mulchsaat flach Var. 2	Mulchsaat spät Var. 3	Mulchsaat früh Var. 4	Pflug spät Var. 5	Pflug früh Var. 6
Cadou forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	100	-
Ralon Super +	1,2 l/ha	50	10	0	0	10	-
Axial 50	1,2 l/ha	60	60	0	0	18	-
Traxos	1,2 l/ha	40	60	15	18	35	-
Focus Ultra	1,5 l/ha	97	99	70	58	85	-
Arelon Top	3,0 l/ha	97	100	94	96	98	-
Atlantis WG +	500 g/ha	97	96	99	98	98	-
Broadway +	220 g/ha	95	95	88	90	75	-
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	98	98	100	100	100	-


 Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

Tabelle 7-18: Resistenztests Fehmarn 2013, Var. 1-6, Block B

2013 - Resistenzuntersuchung WW – Block B 							
Varianten 1-6							
		Mulchsaat tief Var. 1	Mulchsaat flach Var. 2	Mulchsaat spät Var. 3	Mulchsaat früh Var. 4	Pflug spät Var. 5	Pflug früh Var. 6
Cadou forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	-	-
Ralon Super +	1,2 l/ha	0	45	0	0	-	-
Axial 50	1,2 l/ha	45	43	0	0	-	-
Traxos	1,2 l/ha	55	48	20	10	-	-
Focus Ultra	1,5 l/ha	97	99	75	75	-	-
Arelon Top	3,0 l/ha	99	100	98	92	-	-
Atlantis WG +	500 g/ha	96	96	90	87	-	-
Broadway +	220 g/ha	93	81	65	80	-	-
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	99	98	100	100	-	-

Tabelle 7-19: Resistenztests Fehmarn 2013, Var. 1-6, Block C

2013 - Resistenzuntersuchung WW – Block C 							
Varianten 1-6							
		Mulchsaat tief Var. 1	Mulchsaat flach Var. 2	Mulchsaat spät Var. 3	Mulchsaat früh Var. 4	Pflug spät Var. 5	Pflug früh Var. 6
Cadou forte	1,0 l/ha	100	100	100	100	100	-
Ralon Super +	1,2 l/ha	25	10	0	0	0	-
Axial 50	1,2 l/ha	55	70	0	0	0	-
Traxos	1,2 l/ha	60	33	23	8	45	-
Focus Ultra	1,5 l/ha	96	99	80	55	90	-
Arelon Top	3,0 l/ha	100	100	95	97	94	-
Atlantis WG +	500 g/ha	88	92	73	60	95	-
Broadway +	220 g/ha	75	75	58	53	85	-
Roundup Ultra Max	4,0 l/ha	98	98	100	100	100	-

8. Diskussion

Die Versuche auf Fehmarn und in Galmsbüll haben gezeigt: die Herbizidintensität hatte einen großen Einfluss auf den AF-Besatz im Feld, nicht nur direkt, sondern auch indirekt, da der AF-Samenvorrat im Boden maßgeblich dadurch mit beeinflusst wird: wo wenig AF in der Fläche steht (volle Wirkung der blattaktiven Herbizide, vor allem des ALS-Hemmers „Atlantis“), fällt auch wenig Samen aus und wird der Bodensamenvorrat nicht erhöht.

Das ist aber genau das Dilemma: Wenn die Herbizide resistenzbedingt versagen, kann der AF gewaltig in Gang kommen, es fällt viel AF-Samen aus und gelangt in die Samenbank im Boden mit Nachwirkungen über mehrere Jahre, wenn nicht ackerbaulich gegengesteuert wird. Nicht grundlos hieß es in früheren Bauerngenerationen „Unkraut einmal nicht gepackt – sieben Jahre dann gehackt“.

Das Projekt hat ergeben, dass vor allem folgende ackerbauliche Maßnahmen den AF reduzieren konnten:

- *Durch konsequentes, sehr flaches Striegeln*, vor allem nach kurzer primärer Keimruhe kann der Neuaufbau an AF vor der Bestellung beseitigt werden, allerdings mit den üblichen Striegeln sehr wetterabhängige Wirkung.
- *Auch das Liegenlassen einer Fläche für mindestens 14 Tage fördert den Abbau von AF-Samen.*
- Bei langer primärer Keimruhe und Normalsaat läuft in der Regel viel AF in der Kultur auf, *dagegen hilft die Spätsaat frühestens Ende Oktober.*
- *Konsequent und sauber pflügen, beim Verfahren „Pflug früh“ direkt im Anschluss Saatbettbereitung, gefolgt von > 4 Wochen Pause, danach nach Glyphosat-Applikation Saat mit wenig Bodenbewegung einschlitten.*
- *Erweiterung der Fruchtfolge: Wi-Raps, wenn noch wenig Resistenzen am Standort vorhanden sind,*
- *besser: Einbau von Sommerungen, vorzugsweise Sommergetreide*, Verfahren: (nach Stoppelbearbeitung, wenn AF rechtzeitig aufläuft) Durchführung der Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung im Herbst, Fläche über Winter liegen lassen, Glyphosat-Applikation im Frühjahr, danach Einsaat der Sommerung mit Schlitztechnik(!) ohne weitere Bearbeitungsgänge vorab im Frühjahr.

8.1 Ergebnisse anderer Autoren

Die Ergebnisse aus Fehmarn und Galmsbüll reihen sich in eine Vielzahl anderer Untersuchungen zum Einfluss der Fruchtfolge und anderer ackerbaulicher Maßnahmen zur AF-Bekämpfung auf den AF-Besatz mit ähnlichen Ergebnissen ein. Im Folgenden werden einige davon zitiert.

(Menck, 1968), (Menck, et al., 1971) haben die Beziehung zwischen dem AF-Besatz und dem Anbauverhältnis für Schleswig-Holstein untersucht und auf schwereren Böden einen sehr engen Zusammenhang zwischen dem AF-Besatz und dem Anteil an Wintergetreide (vor allem Winterweizen, Wintergerste) in der Fruchtfolge festgestellt. Als kritische Werte, ab denen der AF-Besatz in der Fläche ansteigen kann, wurden für die damalige Zeit 60-65% Getreide, dabei 30-35% Winterweizen und Wintergerste und 10-15% Winterraps an der Ackerfläche angesehen. Dargestellt wird aber auch an einem Beispiel aus Simonsberg (NF), dass hoher AF-Besatz durch eine reine Sommergetreidefruchtfolge innerhalb von 5 Jahren wieder gedrückt werden konnte, allerdings nahm der Flughafer hier zu.

Auch das Verfahren der Scheinbestellung wurde schon empfohlen und auf die Notwendigkeit optimal funktionierender Dränagen zur Reduzierung des AF hingewiesen.

(Chauvel, et al., 2009) analysierten in einem sechsjährigen Feldversuch im Burgund den Einfluss verschiedener Anbausysteme auf den Besatz von AF, der gegen ACCase-Hemmer resistent ist. Geprüft wurden u.a. zwei Fruchtfolgen, eine, die ausschließlich aus Winterungen bestand und eine, in der Winterungen und Sommerungen sich abwechselten. Daneben wurden verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren (Grubber, Pflug) verschiedene N-Niveaus und Herbizidintensitäten und schließlich unterschiedliche Saatzeiten geprüft.

Von den ackerbaulichen Verfahren zur Reduktion des AF-Besatzes erwies sich als wirksamste Methode eine Fruchtfolge, in der Winter- und Sommerkulturen sich abwechselten. Der Einsatz des Pfluges und spätere Saattermine der Winterungen reduzierten den AF-Besatz zusätzlich. Der Prozentsatz resistenter AF-Pflanzen allerdings variierte in den 6 Versuchsjahren nicht wesentlich, auch dann, wenn der Selektionsdruck auf die ACCase-Hemmer reduziert wurde. Resistenzen bleiben also lange erhalten.

(Colbach, et al., 2010a), untersuchten mit Hilfe des ALOMYSYS-Modells diverse Strategien zur Reduzierung des AF. Folgende Ergebnisse werden dargestellt: Bei der mechanischen Unkrautbekämpfung erwies sich der Einsatz der Egge (des Striegels) direkt nach der Saat als besser als die Hacke. Je später aber diese Maßnahme durchgeführt wird, desto effektiver wird die Hacke im Vergleich zur Egge / zum Striegel. Die Fahrgeschwindigkeit hatte wenig Einfluss. Wird die Bearbeitungstiefe erhöht, werden mehr Pflanzen abgetötet, aber es werden zusätzlich Samen aus dem Boden zum Keimen gebracht.

Als beste mechanische AF-Kontrolle im Winterraps wurde das dreimalige Hacken und im Wintergetreide das sechsmalige Striegeln (Eggen) angesehen. Wird aber der Herbizideinsatz vollständig durch mechanische Maßnahmen ersetzt, kann der AF nicht befriedigend kontrolliert werden.

Ersetzt der Pflug den Grubber vor Winterweizen, kann der AF langfristig besser kontrolliert werden.

In Luzerne (3-jährig) ging der AF-Besatz *in der Kultur* um 90 % zurück.

Wenn Gras in die Fruchtfolge eingebaut wurde, wurde das dreimalige Mähen alle 4-6 Wochen ab Mitte Mai als günstig zur Ungrasbekämpfung ermittelt.

Hinweis der Autoren dieses Berichts: Es ist sehr sinnvoll, den AF tief abzumähen, um möglichst weitgehend zu verhindern, dass er aus den oberirdischen Halmknoten neu austreiben kann (Menck, 1968).

(Colbach, et al., 2009) nutzten ihr Ackerfuchsschwanzmodell ALOMYSYS, um aktuell vorhandene Anbausysteme zu überprüfen und neue Szenarios zu testen. Auf 16 Betrieben im Burgund wurden Eingabevariablen für ALOMYSYS-Simulationen gesammelt. Es ergab sich, dass bei einem hohen Anteil an Sommerungen der AF-Besatz deutlich geringer war als beim Anbau von Wi-Raps-WW-WG. Im dreijährigen Luzerneanbau fand sich fast kein AF, aber in der Samenbank baute sich kaum AF ab, da die Bodenbearbeitung, die das Keimen von AF-Samen anregt, fehlte.

Bei der mechanischen Ungrasbekämpfung wurde auch hier berichtet: 6-maliges Striegeln (Eggen) im Winterweizen über den Herbst und das Frühjahr verteilt bringen einen guten reduzierenden Effekt auf den AF. Im Winterraps wurde die dreimalige Hacke als erfolgreich ermittelt, einen bzw. zwei Monate nach der Saat und im April. Natürlich müssen solche vom Modell erbrachten Ergebnisse in Praxistests evaluiert werden. Generell ergab sich aber, dass Herbizide teilweise durch mechanische Bekämpfungsmaßnahmen ersetzt werden konnten.

(Colbach, et al., 2010b) haben mit ihrem Modell ALOMYSYS, an Hand dessen sie u.a. unterschiedliche Fruchtfolgen in ihrer Wirkung auf den AF simulieren konnten, generell festgestellt: Je vielfältiger die Fruchtfolgen waren, desto eher war es möglich, den AF mit weniger Herbiziden und weniger Pflugeinsatz konstant zu halten.

(Moss, 1979) verglich drei Bodenbearbeitungsverfahren, Pflug, Grubber und Direktsaat bei Anbau von WW in ihrer Wirkung auf den AF-Besatz. Interessanterweise wurde dabei auch verglichen, welche Auswirkungen unterschiedliche Verfahren der Strohbehandlung hatten. Das Stroh der Winterweizenvorfrucht wurde entweder aufgebrannt, auf der Fläche verteilt oder in Ballen abgefahren. Es wurden Chlortoluron im VA bzw. Isoproturon im VA und NA in Unterparzellen in allen o. g. Varianten ausgebracht, hierauf wird im Folgenden aber nicht weiter eingegangen.

Ergebnisse: Der Pflug reduzierte deutlich den AF-Besatz im Vergleich zu den anderen Bodenbearbeitungsverfahren. Durch das Verbrennen von Stroh (inzwischen nicht mehr erlaubt) wurden viele AF-Samen zerstört und führten zu weniger AF in der Folgekultur. Wurde das Stroh der Vorfrucht verbrannt, war die Wirkung des Grubbers auf den AF-Besatz ebenso gut wie nach Pflugeinsatz, aber wurde das Stroh abgefahren, war die Grubberwirkung auf den AF-Besatz deutlich schlechter. Die VA-Herbizideinsätze waren nach Pflugeinsatz effektiver als nach der Direktsaat, unabhängig davon, wie mit dem Stroh verfahren worden war.

(Moss, 1980) stellte aber auch fest, dass durch Direktsaat (und den Grubber) viel mehr AF auflaufen kann als nach Pflugeinsatz, da die AF-Samen vor allem bei der Direktsaat, in der richtigen Bodentiefe für eine schnelle Keimung konzentriert vorliegen. Er führte sinngemäß aus: Würden Herbizide generell eine exzellente Wirkung haben, könnte im Rahmen einer Direktsaat viel mehr AF bekämpft werden als mit dem Pflug.

(Knab, et al., 1988) verglichen in vierjährigen Feldversuchen den Einfluss des Pfluges (gefolgt von einem Kombikrümler zur Saat) und einer Schichtengrubber-Rotoreggen-Kombination (kurz als Schichtengrubber bezeichnet) auf den AF-Besatz. Ferner wurden Fruchtfolgen nur mit Sommerungen, mit Winterung und Sommerung und nur mit Winterungen (WW) geprüft.

Es ergab sich, dass nach dem Schichtengrubber in der Folgekultur weitaus höhere AF-Dichten zu finden waren als nach wendender Bearbeitung, wenn vorher eine für den AF günstige Kultur (WW) angebaut worden war.

Bekämpfungsmaßnahmen in der Vorfrucht hatten nach Pflugeinsatz keine Bedeutung für den AF-Besatz in der Folgekultur, bei nicht wendender Bearbeitung aber sehr wohl. In der Winterweizenmonokultur, wenn eine AF-Bekämpfung unterlassen wurde, nahm die AF-Population innerhalb von 4 Jahren jährlich etwa um das 2,3 fache zu, bei der nicht-wendenden Bearbeitung um das 5,1 fache, im Hafer deutlich weniger.

(Cavan, et al., 2000) haben in einem quantitativen Modell errechnet, wie schnell sich eine Wirkort-Resistenz des AF im Feld gegen ACCase-Hemmer im Laufe der Jahre entwickeln kann. Unterstellt wurde dabei: Ein Ausgangssamenvorrat im Boden von 100 AF-Samen pro m², dass in jeder AF-Generation 10 hoch –6 Pflanzen aus dem Bodensamenvorrat mutieren in Richtung Resistenz und dass jedes Jahr dieselben Herbizide (ACCase-Hemmer) eingesetzt werden mit 90% Wirkung auf die sensitiven AF-Pflanzen aber null Wirkung auf resistente.

Es wurde errechnet, dass unter diesen Voraussetzungen eine Schwelle von 10 resistenten AF-Pflanzen pro m² (Feldresistenz) durch regelmäßig pfluglose, 10 cm tiefe Grubber-Bearbeitung (tine-cultivation) in 9-10 Jahren erreicht wird, wird alle vier Jahre gepflügt und dazwischen flach gearbeitet (10 cm), wird die Feldresistenz nach 12 Jahren erreicht. Wird jährlich gepflügt wird sie erst nach 28-30 Jahren erreicht.

(Bond, et al., 2007) arbeiteten in ihrem Review unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Arbeiten diverser Autoren klar heraus, dass ein hoher Anteil von Winterungen, vor allem Wi-Getreide und Wi-Raps, den AF-Besatz begünstigen, während durch den Anbau von Sommerkulturen über eine Reihe von Jahren der AF-Besatz deutlich gedrückt werden kann. Bei hohem AF-Druck wird der jährliche Pflugeinsatz empfohlen. Auch eine deutlich spätere Saat des Winterweizens wird als Methode zur AF-Reduzierung empfohlen, ebenso das Striegeln nach der Ernte und das Beheben von nassen Bereichen im Feld durch eine gut funktionierende Dränage. Auch eine einjährige Brache reduziert den AF, nach Pflugeinsatz vorab und Bearbeitung der Brache wiederholt mit der Scheibenegge bzw. dem Striegel.

Eine gute Literaturübersicht über ackerbaulicher Maßnahmen zur AF-Bekämpfung findet sich auch bei (Matthiesen, 2010). Die dargestellten Empfehlungen decken sich mit denen von (Bond, et al., 2007).

(Cook, et al., 2006a) haben Fragen zur primären Keimruhe des AF intensiv bearbeitet (vgl. Kap. 2) mit folgenden Schlussfolgerungen für ackerbauliche Maßnahmen:

Bei längerer primärer Keimruhe führte die Spätsaat ab 20. Oktober zu geringerem AF-Besatz in der Kultur. Nach diesem Termin gab es keine Unterschiede, ob gepflügt oder nur mit der Scheibenegge gearbeitet wurde. Soll dennoch früher gesät werden, ist der Einsatz des Pfluges sinnvoll.

Bei kurzer primärer Keimruhe kam bei ausreichend Feuchte viel AF in den Stoppeln auf. Dann bringt die Stoppelbearbeitung Effekte bzw. eine frühe Saat. Hier spielte also der Saattermin nicht die gleiche Rolle wie bei langer primärer Keimruhe für den AF-Besatz in der Kultur. Dennoch, wenn vor dem 20. Oktober gesät wurde, reduzierte der Pflug den AF-Besatz signifikant gegenüber dem Einsatz der Scheibenegge oder der Direktsaat.

In England sind bei der Auswertung einer Vielzahl von Versuchen zu ackerbaulichen Maßnahmen gegen den AF folgende Ergebnisse festgehalten worden (Lutman, et al., 2009a), (Lutman, et al., 2009b), (Moss, et al., 2013), (Cook, et al., 2010, updated 2014): Der Anbau von Sommerungen erbrachte eine Reduktion des AF von 88%, der Einsatz des Pfluges von 69%, die spätere Saatzeit im Herbst von 31 %, je später desto höhere Wirkung.

Höhere Saatmengen erbrachten eine AF-Reduktion von 26% und der Anbau konkurrenzstarker Sorten reduzierte den AF um 22%, das Einziehen einer Brache oder von Ackergras reduzierte in England den AF im Boden um 70-80% pro Jahr. Letztere Zahl kann zumindest für die Marsch nicht übernommen werden, da die Samen dort länger lebensfähig sind.

Die angegebenen Zahlen sind Mittelwerte, die dazu angegebenen Streubreiten waren z.T. sehr hoch, was belegt, dass ackerbauliche Maßnahmen stark von den Einsatzbedingungen beeinflusst werden. Am geringsten war die Streubreite beim Anbau von Sommerungen. Das zeigt, dass Sommergetreide unter englischen Klimabedingungen eine relativ sichere Option zur AF-Bekämpfung ist, wenn sie richtig durchgeführt wird.

8.2 Weitergehende Überlegungen und Empfehlungen zu den im Projekt durchgeführten Maßnahmen zur AF-Bekämpfung

8.2.1 Striegeln

Konsequentes, sehr flaches Striegeln nimmt AF-Druck von der Fläche und entlastet bzw. ersetzt Glyphosat teilweise, wenn auch die Effekte beim Einsatz herkömmlicher Striegel stark vom Wetter bestimmt werden.

Auf Fehmarn wurde vor dem Anbau von Sommerweizen im Herbst 2014 und 2015 mehrfach gestriegelt, wodurch mehrere Auflaufwellen an AF beseitigt werden konnten, später gefolgt von der Kurzscheibenegge zur Stroheinarbeitung.

In Galmsbüll war der Einsatz des Striegels Nässe-bedingt nicht immer möglich. Dann ist Glyphosat unverzichtbar. Vorteilhaft war es, den Acker nach der Ernte der Vorfrucht eine Weile einfach liegen zu lassen. Dann halfen natürliche Vorgänge (Prädatoren, Mikroorganismen, uneffektive Keimung) stark mit, ausgefallene AF-Samen abzubauen. In welchem Umfang – dazu besteht dringend Grundlagenforschungsbedarf.

Bei **trockener** Witterung kann man also durch mehrmaliges, sehr flaches Striegeln im Herbst besonders bei kurzer primärer Keimruhe des AF viel Neuauflauf VOR der Bestellung beseitigen. Wichtig ist dabei, den AF nicht zu vergaben, damit er nicht in die Samenbank und in die sekundäre Keimruhe fällt, sondern im Bereich von 1-2 cm, maximal 3 cm zu bleiben. Bei längerer primärer Keimruhe funktioniert das, wenn das Wetter mitspielt, nur, und auch hier nur bedingt, vor Spätsaaten.

Da es im Getreide den Zielkonflikt zwischen der Einarbeitung des Stroh zwecks schneller Verrottung und dem Ausfallsamenmanagement, wie oben beschrieben, gibt, ist der Faktor Zeit also immens wichtig und im Zweifel wäre auch aus diesem Grund der Einbau von Sommerungen in die Fruchtfolge bei hohem AF-Besatz zwingend erforderlich, um ein wirksames Ausfallsamenmanagement **und** die Förderung der Strohrotte überhaupt befriedigend durchführen zu können. Derzeit gibt es kaum Geräte, die flach genug arbeiten und gleichzeitig die Ernterückstände zerkleinern.

Zur Technik des Striegels:

Striegel haben nicht nur die Funktion, Stroh zu verteilen und Ausfallsamen sehr flach in den Boden einzumischen. Wenn nach Anfeuchtung Stroh durchtrocknet und „knistert“, konditionieren auch die schleppenden Zinken mehr oder minder stark das Stroh. Bei klammem Stroh schleppen passive Zinken Ernterückstände auf und verlieren diese unkontrolliert (Haufenbildung). Daraus wird deutlich, dass Strohstriegel für verschiedene Funktionen nur bedingt prozesssicher sind. Die Konditionierung von Ernterückständen (Stoppeln und Stroh) wird erheblich durch eine Messerwalze gefördert:

Abbildung 8-1: Striegel Fa. Wallner**Bild: Werkbild Wallner**

Dazu sind allerdings auch mehrere Arbeitsgängen erforderlich. Die Messerwalze verbessert aber nicht die Prozesssicherheit der schleppenden Zinken. Der Durchfluss durch die Zinken unter allen Umständen ist erst dann problemlos und ohne Haufenbildung, wenn die Ernterückstände kurz sind.

Flach arbeitende Scheibenwerkzeuge vor den Zinken konditionieren keine Ernterückstände:

Abbildung 8-2: Striegel Fa. Bendar**Bild: Werkbild Bendar**

Sie schaffen bei mehreren Arbeitsgängen mehr lose Erde für ein flaches Saatbett.

8.2.2 Spätsaaten

Spätsaaten haben sich als wirksames Instrument erwiesen, den AF-Druck niedrig zu halten. Wichtig ist, dass der Acker im Herbst unter trockenen Bodenbedingungen saatkünftig gemacht wird. Somit werden die Bodenbearbeitungsgänge und die eigentliche Saat zeitlich getrennt. Vorteile der Spätsaat: Zum einen gewinnt man Zeit, um die Fläche ggf. sogar 1-2 Wochen liegen zu lassen und den natürlichen Vorgängen (Samenfraß durch Prädatoren, Abbau durch Mikroorganismen, uneffektive Keimung von AF-Samen) auch hier mehr Raum zu geben. Und / oder man hat Zeit für eine mehrfache Stoppelbearbeitung nach Ende der primären Keimruhe des AF im Verfahren „Pflug oder Mulchsaat spät“.

Beim Verfahren „Pflug früh“ hat der aus der sekundären Keimruhe aufkommende AF bei späterer Saat viel Zeit, möglichst weitgehend aufzulaufen.

Die Wahrscheinlichkeit, dass günstige Bedingungen für Keimung und Auflaufen des AF VOR der Saat gegeben sind, ist in dem längeren Zeitfenster bis zum Saattermin bei Spätsaaten entsprechend größer.

Außerdem bringt die Spätsaat auch andere Vorteile: weniger Pilzbefall, weniger Schädlingsbefall im Herbst, weniger Virose im Frühjahr, weniger Lagerdruck.

Zum anderen läuft nach Saaten Ende Oktober biologisch bedingt nicht mehr so viel AF IN der Kultur auf.

Und schließlich wirken die Bodenherbizide oft besser, wenn sie später eingesetzt werden, da die Chance auf mehr Bodenfeuchte zum Einsatztermin oder ausreichend Regen danach im späteren Herbst größer sind. Außerdem werden bei den kühleren Temperaturen im späteren Herbst die Bodenherbizide nicht so schnell im Boden abgebaut und wirken entsprechend länger. Das ist gerade bei verzettelterem Auflaufen des AF in Mulchsaaten von Bedeutung.

Generell sollte, wer auf den Pflug verzichten will, nach Grubbereinsatz oder bei flacher Mulchsaat grundsätzlich die Spätsaat einplanen!

Schließlich geht der AF bei Spätsaat nicht so weit entwickelt in den Winter, er ist damit frostempfindlicher (der WW allerdings ggf. auch, hier sind winterharte Sorten zu bevorzugen).

Außerdem ist der AF Mitte März, dem frühesten Termin für den zugelassenen Einsatz von 500 g/ha Atlantis, nach Spätsaaten auch nach milden Herbst und Wintern in der Regel noch nicht so weit entwickelt, was den Bekämpfungserfolg fördert.

Die häufig nasse Witterung im späteren Herbst schreckt aber viele Landwirte von der Spätsaat ab, vor allem auf großen Betrieben, aus Furcht, gar nicht mehr auf den Acker zu kommen und die Herbstbestellung nicht beenden zu können. Unberechtigt ist diese Furcht zwar nicht, wie sich z.B. 2015 auf Fehmarn und in den nassen Herbst in Galmsbüll gezeigt hat.

Konsequenterweise muss daher, wer Spätsaaten fest einplant, immer im Hinterkopf behalten, dass es mit der Spätsaat von WW nicht klappen könnte und stattdessen SW im Frühjahr eingesät werden muss.

Wer das System konsequent fahren möchte, sollte also einen Teil seines Weizens als Wechselweizen einkaufen, um sich die nötige Flexibilität zu erhalten.

Ganz entscheidend ist bei Spätsaaten die Frage der späteren Befahrbarkeit.

Hier passt die derzeitige Technik auf den Betrieben oft nicht. Erforderlich wären leichtzügige Drillmaschinen, die das Saatgut sauber *einschlitzten*, mit wenig Gewicht aber hoher Arbeitsbreite, um Fahrspuren einzusparen und entsprechend hoher Flächenleistung. In England haben etliche Großbetriebe in Saattechnik mit hoher Schlagkraft investiert, um in wenigen Tagen viele 100 ha säen zu können.

Und bei der Frage einer sauberen Saat auch unter feuchteren Bedingungen gibt es Forschungsbedarf: es müssen noch bessere Verfahrenstechniken entwickelt werden, die eine gute Tragfähigkeit des Bodens für den Drillschlepper und damit eine geringe Spurtiefe gewährleisten. Überlegenswert ist die Möglichkeit, feste Fahrspuren (controlled traffic) einzurichten. Die Drilltechnik muss dahingehend verbessert werden, dass bei feuchten Bodenverhältnissen im Saathorizont die Saattiefe gleichmäßig eingehalten, der Saatschlitz vollständig geschlossen und der Boden darüber etwas angedrückt wird, auch im Bereich der Fahrspuren, damit die Bodenherbizide nicht an die keimende Saat gelangen. Diese Bedingungen müssen auch in den unvermeidlichen Fahrspurrinnen erfüllt werden. Das erfordert konstruktive Anpassungen bei der Drilltechnik, da Spurreißer nicht eingesetzt werden können.

Das gleiche gilt sinngemäß für die Aussaat im zeitigen Frühjahr. Die schweren Böden trocknen im Regelfall dann nur auf den oberen 2 – 3 cm gut ab. Eine Kruste behindert die tiefergehende Austrocknung bzw. das Austrocknen würde zu lange Zeit in Anspruch nehmen. Die Böden sind mindestens für Sommerweizen, Hafer und Ackerbohnen ohne Bodenschäden drillfähig, wenn die oberen 5 cm nicht mehr schmieren, d. h. die Werkzeuge nicht mehr verkleben, auch wenn die Erde noch feucht ist.

Auch die Sorge, dass Spätsaaten z.B. beim Winterweizen deutlich weniger Ertrag bringen könnten, hält Landwirte von der Spätsaat ab. Aber das hängt von der Herbstwitterung ab, in langen, milden Herbstern kann der WW durchaus noch eine akzeptable Vorwinterentwicklung machen und muss ertraglich nicht wesentlich unter den früheren Saaten liegen, wenn es gelingt, auch unter feuchteren Bedingungen gleichmäßige Saattiefen und eine ausreichende Abdeckung der Saatkörner einzuhalten. In Versuchen jedenfalls waren die Spätsaaterträge nicht immer wesentlich niedriger als bei Normalsaat.

Und letztlich geht es im Extremfall darum, den AF-Besatz durch die Spätsaat auf AF-verseuchten Standorten, auf denen Herbizide es nicht mehr packen, nieder zu halten. Hier sind die theoretisch möglichen Höchsterträge ohnehin nicht mehr erreichbar, hier geht es darum, ob und wie man überhaupt noch Ackerbau betreiben kann.

Dann hat man im Extrem die Wahl zwischen 5-10 dt/ha Minderertrag durch die Spätsaat mit wenig AF und einem deutlich höheren Minderertrag durch einen immer höheren AF-Besatz. D.h. die relative Vorzüglichkeit der Spätsaat nimmt mit steigendem AF-Besatz auch ökonomisch zu.

8.2.3 Konsequent pflügen

Erfolgt das bald nach der Ernte und der Verteilung des Strohs, hat das den Vorteil, dass man nach der Wahrscheinlichkeit eher ausreichend abgetrocknete Böden vorfindet als zu späteren Terminen (Verfahren „Pflug früh“).

Allerdings muss das Stroh sehr kurz gehäckselt und sehr gut vorher verteilt worden sein.

Wenn allerdings der AF eine sehr kurze primäre Keimruhe hat und schon kurz nach der Ernte wieder aufläuft, sind eine ein- bis zweimalige sehr flache Stoppelbearbeitung und ein etwas späterer Pflugtermin von Vorteil. Das gilt auch, wenn das Stroh nicht sauber verteilt auf dem Acker liegt. Es ist wichtig, kein starres System zu fahren, sondern situativ zu handeln.

Auf jeden Fall muss sauber gepflügt werden, nach der Pflugarbeit dürfen keine Pflanzenreste mehr obenauf zu sehen sein.

Wenn direkt im Anschluss an das Pflügen die Saatbettbereitung durchgeführt wird, bei dem Verfahren „Pflug früh“ also eine Scheinbestellung, sollte die folgende Phase, in der der Acker unberührt liegen gelassen wird, so lang wie möglich sein (mindestens 4 Wochen, besser mehr), damit möglichst viel hochgepflügter AF aus der sekundären Keimruhe aufkommen kann.

Je länger mit der eigentlichen Saat gewartet wird, desto besser. Beim kurz vor der eigentlichen Saat erfolgenden Glyphosateinsatz sollten mindestens 1.200 g/ha ausgebracht werden.

Die Saat im Anschluss muss mit möglichst wenig Bodenbewegung eingeschlitzt werden, damit nicht neuer AF-Samen in Keimstimmung gerät.

Vorteil: ein großer Teil des aus der Samenbank auflaufenden AF wird VOR der Saat beseitigt, somit war der Selektionsdruck auf die in der Kultur eingesetzten Herbizide geringer.

Nachteil beim Pflügen und besonders beim Verfahren „Pflug früh“: der frisch ausgefallene AF aus der Vorfrucht wird vollständig vergraben, die AF-Samenbank aufgefüllt.

Und es gibt Wetterrisiken. Wenn direkt nach der Saatbettbereitung sehr viel Regen fällt, besteht die Gefahr der Verschlämmung. Daher geht das System auf stark verschlammungsgefährdeten Böden nicht. In Galmsbüll hielt sich die Verschlämmung in Grenzen, allerdings gab es hier Situationen, dass zeitweise im Untergrund so viel Nässe auftrat, dass der Boden „gluckerte“, wenn man darüber lief und eine Befahrbarkeit zeitweise völlig ausgeschlossen war.

Auch bei lang andauernder, extremer Trockenheit im Herbst klappt das Verfahren nicht, weil der AF dann nach der Scheinbestellung nicht aufläuft. Dieser Fall trat in den Versuchsjahren nicht auf, wohl aber in der Praxis einige Jahre zuvor.

In solch einem Fall sollte erst recht so spät wie möglich gesät werden, erst, wenn wieder Regen zu erwarten ist, damit die Kultur und der AF auflaufen und die Bodenherbizide wirken können.

Ein Verzicht auf den Pflug ist auf Standorten, auf denen AF vorkommt, am ehesten möglich nach Kartoffel- oder Winterrapsvorfrüchten, die einen garen Boden hinterlassen und einen geringen AF-Besatz.

Hatte man allerdings einen sehr hohen AF-Besatz in der Vorfrucht und deutet sich eine lange primäre Keimruhe an, kann das Verfahren „Pflug früh“ dazu dienen, eine Fläche oberirdisch erst einmal wieder befallsfrei zu bekommen, sodass weniger neuer AF ausfallen kann. Vor allem auf Fehmarn nach langjähriger Mulchsaat konnte dieser Effekt beobachtet werden. Bei mittlerem AF-Druck fand sich in den Pflugvarianten durchgängig über alle Jahre am wenigsten AF, auch da, wo kein blattaktives Herbizid appliziert worden war.

In Galmsbüll war es – auf etwas höherem AF-Besatzniveau – ebenso in der Variante „Pflug früh“.

8.2.4 Winterraps als Sanierungsfrucht

Der Winterraps hatte auf beiden Standorten das Problem, dass ACCase-Hemmer, auch die DIMs, in ihrer Wirkung nachließen. Wenn FOPs und DIMs versagen, muss von Target-site-Resistenzen ausgegangen werden. Das wurde auf Fehmarn auch in Untersuchungen bestätigt. Unter diesen Umständen ist bei hohem AF-Druck und entsprechendem AF-Samenvorrat im Boden der Anbau gefährdet, denn wenn die blattaktiven Herbizide im Raps versagen, liegt die volle Bekämpfungslast auf den Bodenherbiziden zum VA/NAK-Termin, die aber nie 100% Wirkung zeigen **und vor allem auf dem Kerb-Wirkstoff Propyzamid**. Dazwischen ist eine Bekämpfungslücke, die der AF ungehemmt nutzen kann.

Beim Kerb gibt es bisher keine eindeutigen Hinweise auf AF-Resistenzen, aber grundsätzlich auszuschließen sind sie bei keinem Herbizid. Dazu kommt: der Einsatz von Kerb u. a. Propyzamid-haltigen Mitteln ist nicht immer einfach. Kommt man zu früh, wird das Mittel im Boden zu schnell abgebaut, kommt man zu spät, ist der AF schon zu groß und wurzelt zu tief, um vom Kerb noch erfasst zu werden. Dann ist die Wirkung nicht vollständig. Denn das Herbizid wirkt vor allem in den oberen 1-2 cm des Bodens und wird zu 95% über die Wurzeln aufgenommen, nur zu 5% über den Spross (Angabe der Herstellerfirma). Ist der Winterraps sehr dicht, vor allem, wenn es sich um weniger, aber große Pflanzen handelt, kann das Mittel, auch wenn es durch ausreichend Regen abgewaschen und bis in 1-2 cm Bodentiefe eingewaschen wird, dennoch nicht flächendeckend wirken, da es im Boden nicht querverteilt wird. Besteht der Rapsbestand dagegen aus vielen kleineren Pflanzen ist die Wirkung entsprechend sicherer.

Kerb und vergleichbare Mittel müssen also „auf den Punkt kommen“, und die Befahrbarkeit muss im Spätherbst auch gegeben sein. Für den Kerbeinsatz ist es andererseits günstig, wenn reichlich Regen nach der Applikation fällt, um das Herbizid an die Wurzeln des AF zu bringen. Ein optimaler Einsatz ist also schwierig und nicht jedes Jahr zu erreichen.

Fazit: Eine Sanierung befallener AF-Flächen durch den Winterrapsanbau wird schwieriger und ist zunehmend nicht mehr möglich auf stark mit AF befallenen Flächen mit ACCase-Resistenz, obwohl der Winterraps durchaus in der Lage ist, über einen dichten Bestand den AF zu unterdrücken.

Auch die Idee, unter solchen Verhältnissen den Winterraps früher zu säen, um schnell einen gut unterdrückenden Rapsbestand zu installieren, ist nicht überall durchführbar.

Zum einen kommt dann noch mehr AF nach Ende der primären Keimruhe IN der Kultur auf, vor allem, wenn sie nicht voll gelingt (z.B. infolge massiven Schneckenbefalls in klutigem Saatbett).

Auch ist es im frühen August oft vom Boden her zu trocken für eine ordentliche Wirkung der Bodenherbizide zum VA/NAK-Termin.

Zum anderen ist die Fröhsaat aufgrund der Schädlingssituation in den meisten Regionen nicht durchführbar: gegen Kohlfliegen gibt es nur noch wenig Bekämpfungsmöglichkeiten (Neonicotinoide werden ihre Zulassung wohl gänzlich verlieren).

Auch der Erdflöhs kann in Fröhsaaten stärker schädigen und wirksame Mittel dagegen sind resistenz- und zulassungsbedingt gerade in Norddeutschland nicht mehr voll einsetzbar.

8.2.5 Sommerungen anbauen

Als Fazit kann nach drei Jahren Sommerung festgehalten werden, dass der Einbau von Sommerungen den AF IN der Kultur reduzieren kann, da die Masse der AF-Pflanzen VOR der Kultur aufläuft und VOR der Saat beseitigt werden kann (allerdings nicht auf null). Das ist aber kein Selbstgänger, einige Dinge müssen hier beachtet werden.

Vorteilhaft auf Betrieben, auf denen noch keine oder kaum Resistenzen vorkommen, ist, dass in der Sommerung keine Bodenherbizide und kein Atlantis eingesetzt werden können, so dass mit jedem Jahr Anbau von Sommergetreide die o. g. Herbizide geschont und ihre Wirkungsdauer damit in die Zukunft verlängert werden kann, eine Nachhaltigkeitsmaßnahme. Das sollten Betriebe, auf denen „die Welt noch in Ordnung ist“ bedenken, ehe sie dieses Verfahren ablehnen, weil das Sommergetreide weniger Ertrag bringt als Winterungen.

8.2.5.1 Welche Sommerung?

Voraussetzung ist, dass eine Sommerung gewählt wird, die schnell und gut deckt und daher gute Konkurrenzkraft per se hat, sodass IN der Kultur der AF dann im Konkurrenzkampf unterliegt.

Sommerungen mit breiterem Reihenabstand, die sich anfangs langsam entwickeln (z.B. Mais, Zuckerrüben) sind zur AF-Bekämpfung daher keine Option. Sie decken zu spät ab, haben also keine eigene Konkurrenzkraft. Bodenherbizide für den Voraufbau oder den frühen Nachaufbau, die in diesen Kulturen zugelassen sind und die auch den AF bekämpfen würden, wirken nur bei ausreichender Feuchte. In Rüben haben Metamitron und Ethofumesat eine gute Teilwirkung gegen den AF, aber wenn dieser durchläuft, gibt es auf Standorten mit ACCase-Hemmer-Resistenzen keine Chancen mehr, den AF zu beseitigen (mit der Hacke würde der Herbizidfilm zerstört und neuer AF zum Keimen und Auflaufen gebracht).

11 Und gegenüber den in den genannten Reihenkulturen zugelassenen blattaktiven Wirkstoffen, meist ACCASE-Hemmer oder ALS-Hemmer (im Mais) ist der AF auf Problemflächen bereits resistent oder selektiert weiter oder die Wirkung an sich ist nicht 100%ig ausreichend (z.B. bei einigen Triketonen im Mais).

Auf darauf eingestellten Betrieben kommen Kartoffeln als Sommerung zur AF-Bekämpfung in Frage, da durch den Dammaufbau noch ein Teil des aufgelaufenen oder im Frühjahr keimenden AF verschüttet wird (allerdings auch neuer AF aus dem Samenvorrat im Boden zum Keimen gebracht wird). Zu Beginn der Vegetation sind auch Kartoffeln nicht konkurrenzstark. Allerdings ist durch den Einsatz von Bodenherbiziden plus Sencor eine AF-Bekämpfung mit einem anderen Wirkstoff (anderer Wirkort) möglich, ausreichend Bodenfeuchte vorausgesetzt. Somit ist der Anbau von Kartoffeln in praxi eine Option, passt aber nur in entsprechend spezialisierte Betriebe. Letzteres gilt auch für Gemüsearten, die mehrfach gehackt werden können.

In Praxis ist tatsächlich auf Schlägen in der Marsch, auf denen regelmäßig Kartoffeln oder z.B. Kohllarten oder Möhren stehen, weniger AF zu finden!

Leguminosen als gut deckende Kulturen sind zur AF-Unterdrückung leider ebenfalls nur bedingt geeignet, da sie sich anfangs sehr langsam entwickeln und der AF auf Standorten mit hohem Besatz im Frühjahr ggf. schneller aufläuft und seinerseits die Leguminosen unterdrücken kann. Auch hier ist eine Bekämpfung mit Bodenherbiziden im Voraufbau mit dem Ziel, den Leguminosen „den Rücken frei zu halten“ nur in feuchten Frühjahren möglich, auf Resistenzstandorten wie Galmsbüll ist danach die Option eines effektiven FOP-oder DIM-Einsatzes nach Auflaufen des AF nicht mehr gegeben.

Am ehesten sind daher Hafer (der auch allelopathische Effekte gegen den AF ausübt und den Boden intensiv durchwurzelt, was dem AF die Konkurrenz erschwert), Sommergerste und schnell startende Sommerweizensorten mit breitem Blattapparat geeignet zur Unterdrückung des AF. Allerdings kann man aus Gründen der Nematodengefahr Hafer nur jedes 4. Jahr anbauen und außerdem muss die Verwertung gesichert sein.

Letzteres gilt auch für So-Gerste, während So-Weizen den Vorteil hat, dass er züchtungsbedingt gute Qualitäten liefern kann und daher leichter Abnehmer findet. Dieser Vorteil ist allerdings preislich nicht immer zu realisieren.

Wenn sich Sommerroggen sehr gut entwickelt, das war in Galmsbüll wegen der Nässe leider nicht der Fall, könnte auch das eine Option zur AF-Unterdrückung sein, da auch der Roggen sich gut bewurzeln kann. Dagegen spricht: die Sommerroggensorten sind derzeit teilweise noch wenig standfest, die Bestände dürfen also nicht zu dicht gestellt und müssen sehr gut mit Wachstumsreglern stabilisiert werden. Das reduziert die Konkurrenzkraft der Art wieder. Und Sommerroggen sollte nicht auf viel N nachliefernde Kulturen folgen, letzteres gilt auch für Braugerste!

8.2.5.2 Welche Effekte haben besonders in Galmsbüll zur AF-Reduzierung beim Anbau von Sommerungen beigetragen?

Da der frisch ausgefallene AF-Samen in Galmsbüll nach Ernte der Vorfrucht eine Zeit unbearbeitet auf der Stoppel lag, konnten Prädatoren wie Käfer, Vögel, Nager, Collembolen, Regenwürmer, ferner Pilze, Bakterien u.a. einen Teil der ausgefallenen Samen vernichten. Auch konnte es zu einer ineffizienten Keimung von AF-Samen kommen (sie findet statt, wenn AF-Samen durch einen Umweltfaktor zur Einleitung der Keimung angeregt werden, z.B. durch Perforierung der Spelzen, die Keimung aber dann nicht zu Ende geführt wird, weil eigentlich keine günstigen Keimbedingungen herrschen).

Wie groß diese Effekte waren, ist schwer zu beurteilen. Aber immerhin lag die Fläche in Galmsbüll im Spätsommer/Frühherbst 2013 rund 14 Tage unberührt, ehe mit dem Mulcher der Ausfallraps beseitigt und danach gestriegelt wurde. In 2014 und 2015 lag die Fläche den ganzen August bis Mitte September unbearbeitet, teilweise unfreiwillig, da aufgrund der nassen Witterung Maßnahmen nicht möglich waren. Für die Arbeit der Prädatoren war also reichlich Zeit vorhanden und die Feuchte sicher günstiger als extreme Trockenheit gewesen wäre.

Dazu kam, dass in den Sommerkulturen GPS geerntet wurde, also keine hemmende Strohmatte auf der Fläche lag, die Faulprozesse in der Nässe hätte provozieren können.

Und da der GPS-Erntetermin früher liegt als ein Druschtermin, wurde die eine oder andere unreife AF-Pflanze mit dem Häcksler auch noch von der Fläche genommen, das betraf vor allem die sehr spät noch in den Spuren nachgelaufenen AF-Pflanzen im Sommerweizen, die noch keine reifen Samen oder noch gar keine Ähren gebildet hatten. Insgesamt lief im den Herbst 2014-16 viel AF auf, Zeit dazu war ja vorhanden.

Soweit vom Wetter her mechanisch gearbeitet werden konnte, wurden nach der Ernte aufgelaufene AF-Pflanzen beseitigt und neue AF-Samen aus der obersten Samenbank zum Keimen gebracht und später vernichtet.

Theoretisch war ausreichend Zeit für eine intensivere Stoppelbearbeitung vorhanden, die in Galmsbüll nur wegen der Nässe nicht so intensiv genutzt werden konnte wie gewünscht.

Auf Fehmarn konnte die Zeit vor dem Anbau des SW genutzt werden und wurde es auch.

Durch die Grundbodenbearbeitung wurde ein Teil des AF vergraben, war also erst einmal von der Fläche verschwunden.

Den meisten AF beseitigte das Glyphosat, alles was aufgelaufen war.

Schließlich wurde der SW in Galmsbüll mit einer Väderstad Rapid-Sämaschine (mit Einscheibenscharen) eingeschlitzt. Es war in Galmsbüll zu beobachten, dass dadurch in fast allen Jahren zunächst nur in den Schlitzen AF auflief, wo diese nicht ausreichend wieder abgedeckt wurden, erst später, wenn sich Trockenrisse zeigten, lief in der Sommerung auch zwischen den Reihen AF nach, wo Lücken im Bestand waren und in den Spuren. Es war aber insgesamt vergleichsweise wenig, sodass entsprechend deutlich weniger neue AF-Samen in den Sommerungen ausfielen als im Wintergetreide und Raps in den Jahren davor.

8.2.5.3 Was ist zu beachten, damit Sommergetreide den AF auch wirklich niederhalten kann?

Wenn es witterungsmäßig und von der primären Keimruhe her möglich ist, im Herbst auch mechanische Maßnahmen zur AF-Beseitigung zu nutzen (flach striegeln, flach kreiseln), umso besser. Das ist eine sehr wichtige Option im Rahmen des Ausfallsamenmanagements. Man hat ja ein weiteres Zeitfenster als beim Anbau von Wintergetreide. Das sollte unbedingt genutzt werden.

Dann wird die Grundbodenbearbeitung und direkt im Anschluss die Saarbettbereitung etwas später vorgenommen, aber beides muss grundsätzlich unbedingt im Herbst erfolgen. Danach kann der AF frei auflaufen, sodass im Frühjahr nach Glyphosateinsatz die Sommerung nur noch eingeschlitzt werden muss.

Vor Sommergetreide kann auf AF-Standorten eher auch der Grubber zur Grundbodenbearbeitung im Herbst seinen Platz finden als vor Wintergetreide. In Galmsbüll wurde entsprechend vor dem Anbau von Sommerweizen in Variante 6 in 2010-12 auch nur gegrubbert. Dann sollte im Frühjahr aber etwas mehr Glyphosat eingeplant werden, da durch die noch vorhandene organische Substanz vom Vorjahr Mittel abgepuffert wird, dasselbe gilt noch stärker bei flacher Mulchsaat.

Erfolgen die Grundbodenbearbeitung und Saarbettbereitung früh, wird zwar mehr AF-Samen vergraben, aber die aus dem Boden hochgeholt Samen können länger keimen und auflaufen. Gegebenenfalls kann man eine weitere AF-Welle durch ganz flaches Kreiseln bei trockenen Bodenbedingungen nach der Grundbodenbearbeitung/Saarbettbereitung noch beseitigen, wenn der Boden dadurch nicht zu fein wird. Dadurch werden auch die AF-Keimlinge, die noch nicht an der Oberfläche angekommen sind, mit erfasst. Das entlastet das später eingesetzte Glyphosat.

Auf Praxisschlägen wurde damit im Raum Galmsbüll nach Pflugfurche im Herbst sogar hier und da eine Applikation von Glyphosat im Frühjahr überflüssig, weil über Winter kaum mehr neuer AF aufkam. Das ist vor dem Hintergrund drohender Resistenzentwicklungen auch beim Glyphosat eine Option. Allerdings muss dann auch zur Sommerung im Herbst der Pflug und nicht der Grubber eingesetzt werden, weil nur dann nach den Versuchserfahrungen aus Herbizidversuchen des Pflanzenschutzdienstes zumindest in der Marsch ab November kein neuer AF mehr nachläuft – mit dem Nachteil, dass durch den Pflug auch wieder mehr AF im Boden vergraben wird.

Wichtig ist, situativ zu handeln.

Auf jeden Fall können nach der Grundbodenbearbeitung und Saarbettbereitung AF-Samen über Herbst und Winter vor Sommerungen fast vollständig auflaufen, in den Mulchsaaten auch in der Vorkultur ausgefallene AF-Samen nach Ende der primären Keimruhe, die obenauf oder in 1-3 cm Bodentiefe liegen geblieben sind.

Alle im Herbst und Winter aufgelaufenen AF-Pflanzen werden VOR der So-Getreidesaat vom Glyphosat erfasst. So findet das Sommergetreide nach der Saat nur noch toten oder absterbenden AF vor. Das ist aber auch nötig, da aufgrund der Resistenzsituation auf kritischen AF-Standorten in der Sommerkultur keine Herbizide mehr zur Verfügung stehen.

Ein wichtiger Baustein ist also der Wirkstoff „Glyphosat“, der vor der Bestellung der Sommerung eingesetzt wird. Das ist aber auch der Knackpunkt oder Kritikpunkt des Systems, weil natürlich auch hier eine Selektion stattfindet und Resistenzen des AF gegenüber dem „Glyphosat“ grundsätzlich nicht auszuschließen sind, auf Schlägen in Niedersachsen auch schon vereinzelt nachgewiesen wurden.

Sollte der Wirkstoff „Glyphosat“ künftig aus politischen Gründen aus der Zulassung herausfallen oder Resistenzbedingt ausfallen, wäre das für das Resistenzmanagement bezüglich des Ackerfuchsschwanzes eine Katastrophe.

Denn dann gäbe es nur noch die Möglichkeit, den AF VOR der Bestellung einer Kultur MECHANISCH zu bekämpfen oder mit dem Pflug zu vergraben. Aber nur vor Sommerungen in der Fruchtfolge hätte man genügend Zeit, den im Herbst und Winter auflaufenden AF ausreichend mechanisch zu beseitigen und auf null käme man auch dann nicht. .

Erlaubt das die Witterung aber nicht, ist der Einsatz von „Glyphosat“ UNVERZICHTBAR und der Ackerbau ohne dieses Mittel ganz in Frage gestellt.

Das ist auch vor dem Hintergrund wichtig, dass es von der Resistenzsituation wie auch von der Zulassungssituation her immer weniger wirksame Optionen für Herbizide zur AF-Bekämpfung gibt. Im Getreide z.B. ist auf drainierten Standorten nun auch das IPU, das zumindest noch eine Teilwirkung gegen nicht zu großen AF hatte, entfallen. AF-Standorte sind in der Regel dräniert!

Daher sollte unbedingt darauf gesehen werden, *nur einmal Glyphosat* einzusetzen. Die Versuchung ist groß, nach jeder Auflaufwelle von AF im Herbst erneut mit Glyphosat zu arbeiten, in England wird teilweise so gehandelt, vor allem, wenn auf Pflug und Grubber verzichtet und flache Mulch- oder Direktsaat praktiziert wird. Aber abgesehen davon, dass die Zulassungssituation das in Deutschland nicht hergibt, sollte auch aus Gründen der Resistenzvorsorge unbedingt darauf verzichtet werden! *Jede Anwendung führt zur Selektion, wenn auch nur ein resistenter AF stehen bleibt!* Wenn das Mittel aber wegbricht, muss der Ackerbau generell auf vielen Flächen mit hohem AF-Besatz eingestellt werden.

Auf Standorten mit hohem AF-Besatz – wenn man anstatt zu pflügen oder zu grubbern eine flache Mulchsaat praktiziert – kann sich ein „Golfrasen“ (wie z.B. im Herbst und Winter 2014/2015 in Galmsbüll) vor der geplanten Sommerung entwickeln. Dieser trocknet in nassen Frühjahren schlecht ab und außerdem wird dann ein enormer Selektionsdruck auf das Glyphosat ausgeübt. Unter diesem Aspekt ist die tiefere Bearbeitung vor Sommerungen die bessere Alternative, wenn auch mehr AF-Samen in die Samenbank eingetragen werden. Aber der Selektionsdruck auf Glyphosat wird geringer, das Mittel wird nicht völlig ausgereizt.

Wieweit eine flache Mulchsaat oder Direktsaat vor Sommergetreide in Kombination mit dünn gesäten Zwischenfrüchten, die den AF mit hoch kommen lassen, Sinn machen, wird an späterer Stelle diskutiert.

Wichtig ist auch bei der Saat von Sommergetreide, wie bei Spätsaaten von Winterungen, den Boden bei der Sommergetreidesaat möglichst wenig zu bewegen, daher muss auch die Sommergetreidesaat eingeschlitzt werden. Denn sowie Licht in den Boden kommt, kommt bei ausreichend Feuchte der Frühjahrs-AF in Gang. Die herkömmliche Bestellung mit der Kreiselegge bringt zu viel Licht in den Boden und reißt neue AF-Samen hoch, die die nachfolgende Sommerkultur belasten, wie das Projekt auf Fehmarn zeigte.

Sommergetreide früh oder später säen? In England wird über die richtige Saatzeit für Sommergetreide diskutiert. Je später die Saat eingeschlitzt wird, desto mehr Frühjahrs-AF kann noch aufkommen und vor dem Einschlitzen vom Glyphosat erfasst werden. Und die Chance, die Saat in gut abgetrockneten Boden einzubringen, ist höher. Aber man braucht dann mehr Saatgut. Und in trockenen Vorsommern kommt das Sommergetreide bei späterer Saat ggf. nicht mehr ausreichend in Gang.

Ein früher Saattermin hat den Vorteil, dass das Sommergetreide noch die Winterfeuchte nutzen, sich ausreichend bestocken und entsprechend Wurzeln bilden kann ehe der Langtag einsetzt. Mit einem gut ausgebildeten Wurzelnetz ist das Sommergetreide gegenüber dem AF auch unterirdisch konkurrenzstärker.

In nassen Frühjahren kollidiert die Forderung nach früher Saat mit der Bodennässe, Sommergetreide nie einschieben, am wenigsten Sommergerste! Auch der Sommerroggen in Galmsbüll zeigte, dass das keine Theorie ist, er kam mit der Bodennässe nicht zurecht, sodass 2015 bei günstigeren Bodenverhältnissen So-Gerste später nachgeschlitzt werden musste. Bei früherer Saat wird etwas weniger Saatgut gebraucht, aber daran sollte auf AF-Standorten grundsätzlich nie zu sehr gespart werden!

Denn es ist wichtig, die Sommerung dicht genug hinzustellen, um die Konkurrenzkraft der Kultur zu stärken und Lücken im Bestand zu minimieren. Wie eng der AF-Besatz mit der Bestandesdichte des SW gekoppelt ist, zeigt die folgende Übersicht aus Galmsbüll.

Tabelle 8-1: AF-Besatz und Bestandesdichten des Sommerweizens in Galmsbüll

AF-Besatz und Bestandesdichte des Sommerweizens in Galmsbüll AF-Projekt 2010-12 und 2016		
Galmsbüll	AF-Ähren pro m ² vor der Ernte	Sommer- weizenähren pro m ² vor der Ernte
2010	16	723
2011	136	451
2012	239	335
2016	99	518

Bei späterer Saat muss daher die Saatmenge deutlich erhöht werden, da im Langtag nur noch wenig Bestockung stattfindet. 600 (in der Marsch 650-700) SW-Ähren pro m² vor Ernte sind anzupeilen. Wenn die Bestandsdichten unter 400 SW-Ähren pro m² oder gar noch weiter absacken, klappt es mit dem Anbau von Sommerweizen zur AF-Regulierung nicht, wie die Nachsaaten in der flachen Mulchsaat in 2012 und 2013 zeigten. *In Regionen mit ausgeprägter Vorsommertrockenheit ist der Anbau von Sommergetreide daher keine Option*, da fehlt die Konkurrenzkraft der Kultur.

Hafer sollte vor Ernte 450-500 Rispen ausbilden können (bis 550 Rispen/m² in der Marsch). Die zweizeilige Sommergerste muss einen sehr dichten Bestand ausbilden können, 700 (in der Marsch 750-800) Ähren/m² vor Ernte.

Zu beachten ist ferner, dass im Sommergetreide Flughäfer auftreten kann. Unter diesem Aspekt hätte der Einsatz von z.B. Axial 50 in Galmsbüll doch noch Sinn gemacht, auch auf einem Standort mit AF-Resistenzen gegen ACCase-Hemmer. Da das unterblieb, musste dann im 3. Jahr der Flughäfer manuell entfernt werden.

Wenn ein AF-Standort durch Sommerungen erst einmal wieder saniert werden muss, ist auch die Ökonomie eine andere: Können statt 100 dt/ha nur noch 90 dt/ha WW geerntet werden aufgrund der AF-Konkurrenz und nachlassender Atlantiswirkung, dann sind 80 dt/ha SW durchaus ökonomisch pari, da im SW weniger Aufwand betrieben werden muss.

8.2.6 Alle 4-5 Jahre pflügen, dazwischen flache Mulchsaat oder Direktsaat?

Das in UK empfohlene Verfahren, nur alle 4-5 Jahre zu pflügen und dazwischen mit Direktsaat oder flacher Mulchsaat zu arbeiten, wurde im Versuch an beiden Standorten nicht geprüft.

Ziel dabei ist, dass nach 4-5 Jahren nur noch tote AF-Samen aus dem Untergrund hochgepflügt werden, weil nichts Neues eingetragen wurde und weil die Samen ihre Keimfähigkeit in dieser Zeit verloren haben. Durch den Pflug wird dann alle 4-5 Jahre wieder ein „reiner Tisch“ geschaffen.

In Galmsbüll wäre das Verfahren keine Option gewesen. Zwar zeigte sich nach Projektende in der ehemaligen flachen Mulchsaat, als nach 7 Jahren ohne Pflug im Herbst 2016 der Streifen wieder gepflügt wurde, dass dort fast kein AF mehr aufkam, nachdem die Krume einmal umgedreht worden war. Allerdings wurden die keimfähigen AF-Samen in der Marsch länger konserviert, selbst nach 7 Jahren gab es noch – wenn auch nicht mehr viele – keimfähige AF-Samen im Boden, wenn diese im Feld auch offenbar nicht mehr viel Triebkraft hatten. So hätten hier 4 -5 Jahre mit Direktsaat / flacher Mulchsaat möglicherweise nicht ausgereicht. Eine Verlängerung der Phase der flachen Mulchsaat in der Marsch hätte aber dennoch nicht funktioniert, da aufgrund der ausgeprägten Nässe am Standort die Kulturen in der flachen Mulchsaat nicht mitmachen (z.T. dünnere Bestände, 2x Verfaulen und Auswinterung der Winterkultur in Galmsbüll). So ist das System in der nordfriesischen Marsch keine Option.

Auf Fehmarn wäre die Option vom Standort her theoretisch denkbar, da hier ähnliche Niederschlagsmengen fallen wie in England und der Boden nicht so schwer ist wie in der Marsch, also ggf. die AF-Samen in der Samenbank schneller abgebaut werden können.

Auf jeden Fall wären dort aber mehrere Voraussetzungen erforderlich, um das Verfahren zum Erfolg zu führen:

- In den Jahren, in denen Direktsaat oder flache Mulchsaat praktiziert wird, darf nicht vor Ende Oktober gesät werden (mit der Maßgabe, notfalls auf Sommergetreide auszuweichen).
- Vorher müssen alle mechanischen Möglichkeiten, die die Witterung zulässt, flexibel genutzt werden, um möglichst viel AF schon von der Fläche zu nehmen und das vor der Saat einzusetzende Glyphosat zu entlasten.
- Die Saat muss eingeschlitzt werden mit wenig Bodenbewegung. Allerdings ist die vorhandene Direktsaattechnik nicht immer voll an die Bedingungen in Norddeutschland angepasst, wenn sie z.B. aus Übersee mit ganz anderen Standortverhältnissen kommt, hier muss noch viel probiert werden.
- Und es muss alles getan werden, um den Lebendverbau und damit die „Verdauungsfähigkeit“ des Bodens für AF-Samen zu erhöhen (Tiefenlockerung, aber nur bei ausreichender Bodentrockenheit, ausreichend Kalk zum Erzielen oder Halten des optimalen pH-Wertes im Boden, Zufuhr organischer Substanz, z.B. Kompost, Mist, Stroh + Gülle/Gärsaft, Einplanen von Zwischenfrüchten usw.).

Diese Maßnahmen sollten aber auch generell auf AF-Standorten bei der AF-Bekämpfung im Fokus stehen – und nicht nur da!

8.2.7 Auf weitere ackerbauliche Stellschrauben zur AF-Bekämpfung wird nur kurz hingewiesen:

- Optimales Saatbett, d.h. besonders in Mulchsaaten für gute Strohverteilung und gründliche Stroheinarbeitung vorab sorgen, grobe Kluten vermeiden, auf gute Rückverfestigung achten, eine gute, gleichmäßige Abdeckung der Saatkörner anstreben. Dann kommen die Kultur und der Ackerfuchsschwanz gleichmäßig und rasch auf und die Bodenherbizidwirkung kann „auf den Punkt“ kommen, also den AF in ES 9-10 voll erfassen. Und es kommt nicht zu Herbizidschäden in der Kultur.
- Anbau konkurrenzstarker Sorten,
- keine Dünnsaaten (lieber 100 Körner/m² mehr aussäen), das gilt nicht nur im SW, sondern generell im Getreide, damit der Bestand konkurrenzstark wird und möglichst wenig Lücken entstehen können, Dünnsaaten haben auf AF-Standorten nichts zu suchen!
- Feldhygienemaßnahmen beachten, um (resistenten) AF nicht von Schlag zu Schlag zu verschleppen, ggf. die am stärksten mit AF verseuchten Flächen zuletzt dreschen und bearbeiten, wenn vom Betrieb her möglich, Maschinen reinigen,
- auf sauberes Saatgut achten, auch Nachbau reinigen und
- Dränagen stets hervorragend in Ordnung halten.

(Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 2005-2010)

9. Ausblick

Das Projekt hat also folgende Erkenntnisse ergeben:

Solange Herbizide gut wirken, werden alle ackerbaulichen Auswirkungen überdeckt. *Lässt die Wirkung der Herbizide nach, werden sie aber sehr schnell sichtbar. Die Nachwirkungen sind über Jahre erkennbar, da die Samenbank im Boden einen Puffer bildet.*

Der Pflug war am effektivsten, um den AF kurzfristig niederzuhalten, dabei erwies sich vor allem das frühe Pflügen + Saatbettbereitung in Kombination mit späterem Glyphosateinsatz und Schlitzsaat im Anschluss als erfolgreich. Allerdings wird, da frisch ausgefallener AF vergraben wird, die Samenbank im Boden durch den Pflug immer wieder aufgefüllt. Auf Böden, die zur Verschlämmung neigen, nicht praktikabel! Wetterrisiken!

Mulchsaaten mit dem Grubber ließen den AF-Besatz an beiden Standorten stark ansteigen, wenn Herbizide wegen AF-Resistenzen nicht mehr eingesetzt werden können bzw. nicht mehr wirken. *Die flache Mulchsaat* verhindert zwar den Eintrag von AF in tiefere Bodenschichten, aber auf beiden Standorten lief relativ viel AF in den Kulturen auf. Wenn dann effektive Herbizide fehlen, hat man ein Problem. *Wenn die flache Mulchsaat praktiziert werden soll, muss daher unbedingt deutlich später, d. h. Ende Oktober gesät werden!* Tiefer in der Samenbank liegende AF-Samen werden bei der flachen Mulchsaat im Laufe der Jahre im Boden inaktiviert. In der Marsch dauerte das aber z. T. mehr als 7 Jahre.

In der Marsch war die flache Mulchsaat nicht praktikabel, da trotz Tiefenlockerung das Volumen besonders der Luft führenden Poren in nassen Jahren zu stark abnahm und die Kulturen sich daher nicht zufriedenstellend entwickeln konnten.

Die Spätsaat ist eine gute Option zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung, *aber sie muss auch wirklich spät, Ende Oktober erfolgen.* Dann ist mehr Zeit zur AF-Bekämpfung vor der Saat vorhanden und biologisch bedingt läuft nicht mehr so viel AF in der Kultur auf. Außerdem wirken die Bodenherbizide, da es dann oft feuchter ist, besser und länger.

Winterraps drückt den AF-Besatz, solange die blattaktiven Herbizide wirken und nicht zu viel AF in der Samenbank des Bodens vorhanden ist. Ansonsten ist es schwer, vom NAK-Termin bis zum Kerb-Termin die Fläche einigermaßen AF-frei zu halten.

Durch den *Anbau von Sommergetreide in Kombination mit Maßnahmen zur AF-Bekämpfung, Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung im Herbst und Glyphosat vor der Getreidesaat im Frühjahr* wurde der AF-Besatz besonders in der Marsch stark gedrückt, da das Sommergetreide dort eingeschlitzt werden konnte. *Nur durch Schlitzen bei nicht zu hoher Geschwindigkeit kann verhindert werden, dass zu viel neuer AF-Samen in Keimstimmung gebracht wird.* Wird die Kreiselegge zur Sommergetreidebestellung eingesetzt (Fehmarn), ist der Effekt nicht ausreichend, da jegliche Bodenbearbeitung, auch wenn sie nur in 3-4 cm Tiefe stattfindet, den AF zum Keimen anregt.

Sommerungen sind allerdings nur wirksam auf Standorten mit ausreichend Frühjahrsfeuchte und *wenn sie dicht genug stehen.*

Durch *konsequentes, mehrmaliges flaches Striegeln* kann im Herbst, vor allem vor Sommerungen, weil man Zeit hat, AF beseitigt werden, aber das Wetter muss mitspielen.

Das in UK empfohlene Verfahren, *nur alle 4-5 Jahre zu pflügen und dazwischen mit Direktsaat oder flacher Mulchsaat zu arbeiten*, war in Galmsbüll keine Option. Ziel dabei ist, dass nach 4-5 Jahren nur noch tote AF-Samen hochgepflügt werden, weil sie ihre Keimfähigkeit in dieser Zeit verloren haben. Dieser Effekt zeigte sich zwar nach Projektende in der flachen Mulchsaat in Galmsbüll. Als nach 7 Jahren ohne Pflug im Herbst 2016 der Streifen wieder gepflügt wurde, kam dort fast kein AF auf. Aber aufgrund der ausgeprägten Nässe in den Jahren machten die Kulturen nicht mit. So ist das o. g. Verfahren in der nördlichen Marsch in S-H schwer anwendbar. Auf Standorten mit weniger Herbstnässe wie auf Fehmarn wäre es wohl praktikabel.

Glyphosat ist ein unverzichtbarer Bestandteil des Systems.

Wieweit man mit Zwischenfrüchten den AF-Besatz regulieren kann, z. B. in Verbindung mit Sommergetreideanbau, muss in einem neuen Projekt geprüft werden.

Das Projekt hat also deutlich auch ackerbauliche Möglichkeiten aufgezeigt, wie man den AF-Besatz auf einer Fläche reduzieren kann. Leider werden ackerbauliche Verfahren noch sehr viel stärker als der chemische Pflanzenschutz in ihrer Wirkung von der Witterung beeinflusst, Wohl und Wehe liegen hier eng beieinander und was im letzten Jahr gut geklappt hat, kann im nächsten voll versagen. Das spezielle Handeln ja nach Situation ist also gefragt.

Von der Landmaschinenindustrie werden Lösungen für eine gut gelingende Spätsaat auch unter feuchteren Bedingungen erhofft und erwartet.

Aber auch die geprüften ackerbaulichen Maßnahmen zur AF-Bekämpfung haben den AF-Besatz nicht auf null drücken können. Selbst wenn die Kulturen konkurrenzstark waren, konnten in Galmsbüll insgesamt nur vereinzelt und auf Fehmarn in Block A nur teilweise unter 50 AF-Ähren/m² erreicht werden. 50 AF-Ähren/m² sind die Schallgrenze, oberhalb der nach den Erfahrungen in England das System explodieren kann. Generell lagen die Werte in Galmsbüll aber noch darüber, in Block A auf Fehmarn teilweise auch.

In Block B und C hat auf Fehmarn das System, da mehr Winterweizen angebaut wurde und entsprechend häufiger Atlantis eingesetzt worden ist, von dem Atlantis-bedingten geringeren AF-Samenvorrat im Boden profitiert, vgl. aber die Ergebnisse der Resistenzuntersuchungen, das klappt nicht mehr auf Dauer!

Vor diesem Hintergrund sind Experimente aus Lamport in UK mit Sommergetreide interessant (Atkinsons, 2015). Hier wurde mit Hilfe einer dünn gesäten Zwischenfrucht aus Rauhafer (*Avena strigosa*) und Alexandrinerklee gearbeitet. Diese Mischung wurde nach der Ernte der Vorfrucht in den Boden eingebracht, so dünn, dass AF mit der Zwischenfrucht zusammen über Herbst und Winter aufkommen konnte. Vor dem Einschlitzen von Sommerweizen mit einer Saxon Sämaschine von Great Plains wurde das Gemisch mit Glyphosat abgespritzt. Man erwartete sich davon eine noch bessere Schitzarbeit der Sommergetreidesaat mit noch weniger Bodenbewegung, da die Zwischenfrucht den oberen Bodenraum gut durchwurzelt und festhielt.

Man hatte weniger Feuchte im Untergrund, da die Zwischenfrucht Wasser im Herbst und Winter zog, aber die notwendige Feuchte in den obersten cm des Bodens wurde unter den organischen Resten erhalten. Mit diesem Verfahren konnte der AF-Besatz noch einmal, und zwar fast auf null im Sommerweizen gedrückt werden.

Da in Lamport weniger Jahresniederschlag fällt als z.B. in Galmsbüll und da der Boden dort eine sehr gute Gare hatte, konnte die Zwischenfrucht in Direktsaat bestellt werden. Das ist zumindest auf die nordfriesische Marsch nicht übertragbar, hier kann eine Zwischenfrucht nach den Erfahrungen in der Praxis nur nach sauberer Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung sicher etabliert werden und dann ist ein Teil der in Lamport erzielten Effekte weg.

Dennoch soll das Verfahren an die nordfriesische Marsch angepasst in einem kleinen Nachfolgeversuch in 2017/18 abschließend ausprobiert werden.

In Zukunft wird mit Sicherheit der Aspekt des Zwischenfruchtanbaus bei der AF-Bekämpfung eine stärkere Rolle als bisher spielen (z.B. zur Erzielung eines besseren Lebensverbaus, besserer Verdaulichkeit des Bodens für AF-Samen, gegebenenfalls besserer Befahrbarkeit von Flächen). Auch die Frage einer Unterfußdüngung, z. B. zur Beschleunigung der Kulturenentwicklung im Sommergetreide, ist eine künftig zu prüfende Option.

In Fortführung des in diesem Bericht dargestellten AF-Projektes wurde in 2016 ein neues AF-Projekt in Koberg im östlichen Hügelland aufgelegt. Hier geht es um Systemversuche mit dem Ziel, die optimale Kombination ackerbaulicher Verfahren zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung je nach Situation noch genauer zu erfassen und insgesamt Wege zu finden, den Ackerbau nachhaltiger zu gestalten als er in den letzten Jahren vor dem Hintergrund exzellent wirkender Herbizide war.

Versuche laufen auch an der Universität Hohenheim (Messelhäuser, 2017).

10. Zur Ökonomie

10.1 Ökonomischer Vergleich der Sommerungen zu Winterweizen

Es soll nicht verschwiegen werden, dass Sommergetreide ökonomisch nicht die monetären Erträge von Winterweizen erreicht.

Im Folgenden werden dazu einige Zahlen dargestellt, berechnet mit Preisen und Erlösen aus 2016.

Unterstellt wurde ein Ertragsverhältnis von 80 dt/ha SW im Vergleich zu 100 dt/ha WW (ohne hohen AF-Besatz). Das entspricht Ergebnissen aus den Landessortenversuchen in der Marsch und annähernd auch denen aus Futterkamp, dem Fehmarn am nächsten gelegenen Versuchsstandort (Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 2009-16).

Tabelle 10-1: Ökonomische Betrachtungen beim Anbau von Winter- und Sommerweizen

Ökonomische Betrachtungen beim Anbau von Winter- und Sommerweizen 		
	Winterweizen: 100 dt/ha	Sommerweizen: 80 dt/ha
Erlöse	1673,78	1339,03
Saatgut	104,93	123,42
Dünger	239,24	189,09
Pflanzenschutz insg.	403,77	227,88
Herbizide	195,83	102,83
Wachstumsregler	47,54	11,18
Fungizide	132,40	98,14
Insektizide/Molluskizide	28,00	15,73
Summe der Sachaufwendungen °)	747,94	540,39
Erlöse – Sachaufwendungen	925,84	798,64
Differenz der Erlöse °) Nicht erfasst: variable Maschinenkosten, Hagelversicherung	-127,20 € beim SW (entspricht hier 7,6 dt/ha), d.h.: sinkt der WW-Ertrag durch höheren AF-Druck auf 92,4, würde SW interessant, da ökonomisch pari!	

Man erkennt: Wenn der AF-Besatz so weit steigt, dass der WW-Ertrag auf etwas über 90 dt/ha gedrückt wird, wird der SW-Anbau ökonomisch durchaus interessant, da er weniger Aufwand erfordert.

Sommergerste und Hafer werden erst bei starkem AF-Druck auf den WW ökonomisch interessant, wenn nur auf das Geld gesehen wird. Allerdings sind dabei die positiven Effekte des Haferanbaus auf den AF nicht einberechnet, diese sind aber mit zu berücksichtigen. Und zumindest in der Marsch kann der Hafer auch durchaus mehr als 80 dt/ha an Ertrag erzielen, dann sieht die Bilanz schon wieder sehr viel besser aus.

Tabelle 10-2: Ökonomische Betrachtungen beim Anbau von So-Hafer und So-Gerste

Ökonomische Betrachtungen beim Anbau von So-Hafer und So-Gerste 			
	Sommerhafer: 75 dt/ha	Sommerhafer: 80 dt/ha	Sommergerste: 70 dt/ha
Erlöse	1052,76	1122,94	967,08
Saatgut	91,11	91,11	139,73
Dünger	142,66	142,66	131,31
Pflanzenschutz insg.	140,66	140,66	183,09
Herbizide	59,97	59,97	102,83 (incl. Axial gegen Flughäfer)
Wachstumsregler	17,88	17,88	18,02
Fungizide	44,36	44,36	43,79
Insektizide	18,45	18,45	18,45
Summe der Sachaufwendungen °)	374,43	374,43	454,13
Erlöse – Sachaufwendungen	678,33	748,51	512,95
Differenz der Erlöse zu WW (925,84) °) Nicht erfasst: variable Maschinenkosten, Hagelversicherung	-247,51 entspricht 14,8 dt WW d.h. unter 85,2 dt WW ist Hafer bei 75 dt/ha ökonomisch pari!	-177,33 entspricht 10,6 dt WW d.h. unter knapp 90 dt WW ist Hafer bei 80 dt/ha ökonomisch pari!	-412,89 entspricht 24,7 dt WW d.h. erst unter 75,3 dt WW ist So-Gerste ökonomisch pari! Aber gute Wi-Raps- Vorfrucht!

10.2 Vergleich der Maschinenkosten (Vollkosten inkl. Arbeitskosten) der verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren

Die Maschinenkosten wurden anhand des (KTBL-Feldarbeitsrechner, 2017) (Vollkosten in €/ha) ermittelt, es handelt sich also nicht um die betriebspezifischen Kosten, sondern um Durchschnittskosten.

Die dabei ausgewählten Verfahren werden in Tabelle 10-3 dargestellt, die Berechnung zu den Verfahren in Tabelle 10-4.

Die Verfahren wurden zwecks Vergleichbarkeit etwas standardisiert: Bei der Stoppelbearbeitung wurden generell zwei Maßnahmen angesetzt: einmal sehr flaches Striegeln und einmal die Kurzscheibenegge (generell wurde bei allen Maßnahmen schwerer Bodenwiderstand angesetzt, da AF in der Regel auf schwereren Böden vorkommt).

Für die Glyphosatausbringung wurden nur die Maschinenkosten, nicht die Mittelkosten angesetzt, da es um erstere ging. Das Kreiseln zur Saat und die eigentliche Saat wurden in allen Fällen getrennt erfasst, da davon ausgegangen wurde, dass die Saat in jedem Fall eingeschlitz wird, auch wenn direkt zur Saat gekreiselt wurde, es wurde mit 200 kg/ha Saat für WW gerechnet.

Die Kosten für den Fahrer wurden mit 20,-€/AKh angesetzt (Vollkosten inkl. Nebenkosten des Arbeitgebers) und zu den Maschinenkosten dazugerechnet, je nach Arbeitszeitbedarf/ha bei den einzelnen Maschinen.

Unterstellt wurde generell ein 10 ha-Schlag, der 1 km entfernt vom Hof liegt. Der Dieselpreis wurde vom KTBL mit 0,70 €/l angesetzt

Da der KTBL-Feldarbeitsrechner im Internet kostenlos zugänglich ist, ist es möglich, abweichend von den dargestellten Kosten schnell mit den spezifischen Daten für den eigenen Betrieb zu rechnen.

Tabelle 10-3: Die ausgewählten Verfahren aus dem KTBL-Feldarbeitsrechner - Kosten in € pro ha

Verfahren	Arbeitszeit-bedarf AKh/ha	Flächen-leistung ha/Std.	AfA	Zins-kosten	Sonstiges	Reparaturen	Betriebs-stoffe	Summe aller Kosten	Mach. kosten + Arbeitskosten pro ha	Diesel-bedarf l/ha
Striegel 12 m, 120 kW	0,13	9,09	2,98	0,81	0,38	3,08	1,84	9,09	11,69	2,63
Eggen mit Kurz-scheiben-egge 4 m 157 kW	0,31	4,00	7,99	2,34	0,72	7,76	4,80	23,61	29,81	6,85
Pflügen mit Dreh-pflug aufgesattelt 6 Schare 2,1 m mit Packer 2,25 m 233 kW	1,13	1,04	27,99	7,95	2,81	25,03	32,56	96,34	118,94	46,52
Tief-grubber 4,5 m 233 kW	0,52	2,13	13,77	3,94	1,41	11,53	17,58	48,23	58,63	25,12
Eggen mit Kreisel-egge 4 m 157 kW	0,6	1,92	11,90	2,82	1,10	12,47	10,92	39,21	51,21	15,60
Säen von Weizen u.a. (200 kg Saat) mit Sämaschine 6 m 83 kW	0,36	3,13	9,70	2,62	0,58	5,63	3,70	22,23	29,43	5,28
Anhänge-pflanzen- schutz-spritze 24m 3.000 l 83 kW	0,11	9,09	3,06	0,72	0,24	1,37	0,62	6,01	8,21	0,89

Tabelle 10-4: Kostenrechnung der verschiedenen im Projekt 2010-12 durchgeführten Bodenbearbeitungsvarianten - Vollkosten inkl. Arbeitskosten

Varianten	Pflug früh	Pflug spät	Mulchsaat früh (Grubber)	Mulchsaat spät (Grubber)	Mulchsaat flach	Sommerung (Grubber)
Stroh-verteilung mit dem Striegel	11,69	11,69	11,69	11,69	11,69	11,69
Striegel		11,69		11,69	11,69	11,69
Kurzscheiben-egge		29,81		29,81	29,81	29,81
Pflug	118,94	118,94				
Grubber			58,63	58,63		58,63
Kreiselegge	51,21	51,21	51,21	51,21	51,21	51,21
Glyphosat-applikation	8,21		8,21	8,21	8,21	8,21
Saat mit Sämaschine	29,43	29,43	29,43	29,43	29,43	29,43
Summe aller Kosten	<u>219,48</u>	<u>252,77</u>	<u>159,17</u>	<u>200,67</u>	<u>142,04</u>	<u>200,67</u>

Die Vollkostenbetrachtung zeigt, dass naturgemäß die Pflugvarianten die teuersten sind. Die Verfahren „Pflug früh“ bzw. „Mulchsaat früh“ schneiden etwas besser ab als wenn direkt zur Saat gepflügt oder gegrubbert wird. Denn bei letzteren wird ja noch die zweimalige Stoppelbearbeitung eingerechnet. Letztere ist vor dem Hintergrund der AF-Bekämpfung nicht immer zweckmäßig (z.B. wenn eine lange primäre Keimruhe gegeben ist und die Saat witterungsbedingt Ende September erfolgen soll und nicht - wie zur AF-Bekämpfung wünschenswert – erst im späteren Oktober). Vor dem Hintergrund einer effektiven Stroheinarbeitung ist die Stoppelbearbeitung aber immer wichtig und bei Spätsaat sollte sie unbedingt durchgeführt werden. Im obigen Beispiel wurde etwas standardisiert, daher noch einmal die Betonung darauf, dass in praxi die Reaktion auf die jeweilige Situation das einzig Richtige ist.

11. Danksagung

im Namen der GKB, dem Johann Heinrich von Thünen-Institut Braunschweig, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik und der Landwirtschaftskammer S-H:

Den Betriebsleitern, auf deren Betrieben das Projekt durchgeführt werden konnte, den Landwirten **Herrn Hinrich Matthiesen**, Risum-Lindholm, OT Galmsbüll (Nordfriesland) und **Herrn Klaus Olderog-Enge, Frau Kristin Detlef** und **Herrn Arndt Detlef-Enge** in Petersdorf, Fehmarn (Ostholstein) wird an dieser Stelle besonders herzlich gedankt für ihr Engagement, ihre tatkräftige Projektarbeit, ihre ideelle Unterstützung und ihre Geduld.

Dem Berater der Landwirtschaftlichen Unternehmensberatung, **Herrn Ulrich Henne** gebührt ebenfalls besonderer Dank, der sich generell im Bereich der AF-Bekämpfung sehr engagiert hat und auf Fehmarn Frau Landschreiber im Projekt sehr tatkräftig unterstützt hat. Ebenso gebührt **Herrn Sönke Hansen** und **Frau Martina Popp** vom amtlichen Pflanzenschutzdienst in Bredstedt und **Herrn Kai Sabelstein** und **Herrn Henning Kallies** großer Dank, da sie in Galmsbüll und auf Fehmarn bei der praktischen Projektarbeit das Projekt tatkräftig unterstützt haben.

Herrn Steffen Matthiesen gebührt großer Dank für die Überlassung seiner Studienarbeit zur AF-Bekämpfung und der zugrunde liegenden Literatur.

Herrn Professor Dr. Yves Reckleben von der FHS Kiel gebührt großer Dank für die Beratung zu statistischen Fragen.

Herrn Jürgen Hansen von der Landwirtschaftsschule Bredstedt (Teil der beruflichen Schulen in Husum) wird herzlich gedankt für seine Unterstützung bei der Berechnung der Verfahrenskosten.

Herrn Professor Dr. Voßhenrich gebührt großer Dank für die Probenahme der Stechzylinderproben in Galmsbüll im Februar 2013 und dem **Institut für Agrartechnologie der TI Braunschweig** für deren Untersuchung.

Vor allem den beteiligten Firmen wird an dieser Stelle für Ihre finanzielle, ideelle Unterstützung und ihr Engagement ganz herzlich gedankt, den Firmen **Kverneland Deutschland GmbH**, der **Väderstad GmbH**, der **Lemken GmbH & Co. KG**, der **BASF**, der **Bayer CropScience**, letzterer auch besonders für die Durchführung der Resistenzuntersuchungen, der Firma **Dow AgroSciences GmbH**, der **ADAMA GmbH**, der Firma **Monsanto Deutschland GmbH**, der **Nufarm Deutschland GmbH**. Ohne alle diese Unterstützungen hätte das Projekt nicht durchgeführt werden können, dafür ein herzliches Danke.

12. Anhang I

Statistische Verrechnungen – soweit möglich

Ein Hinweis zur statistischen Verrechnung: Den Autoren ist bewusst, dass es sich an beiden Standorten um Praxisversuche ohne echte Wiederholungen gehandelt hat.

Da aber die Bodenverhältnisse innerhalb des Versuchs an den beiden Standorten ziemlich gleichmäßig waren und pro Einzelparzelle relativ viele AF- Zählergebnisse vorlagen, wurden (nach Testung auf Normalverteilung der Werte und Test auf gleiche Varianzen) zumindest für Block A die AF-Zählergebnisse statistisch verarbeitet, soweit das möglich war. Es sollte abgeschätzt werden, ob die durch unterschiedliche Bodenbearbeitungsverfahren bzw. die Sommerung bedingten Unterschiede im AF-Besatz abzusichern waren oder nicht (paarweise t-Tests mit der Bonitur „AF-Ähren vor Ernte“).

In Block B und C lag nach der Atlantis-Wirkung bei den AF-Zählungen keine Normalverteilung vor.

In Fehmarn war der AF-Besatz geringer, viele Nullwerte, hier war eine Normalverteilung auch in Block A überwiegend nicht gegeben, daher werden nur die Werte aus 2012 (Zählpunkte) und 2015 (frei in der Fläche gezählt) verrechnet.

12.1 Statistik Galmsbüll, t-Test-Ergebnisse (AF-Ähren/m² vor Ernte 2010-16)

Tabelle 12-1: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m² vor Ernte 2010 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	15,0	100,3	38,3	143,5	29,0	9,5
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6
Var. 1	1	0,000	0,064	0,000	0,323	0,413
Var. 2	0,000	1	0,001	0,084	0,000	0,000
Var. 3	0,064	0,001	1	0,000	0,569	0,014
Var. 4	0,000	0,084	0,000	1	0,000	0,000
Var. 5	0,323	0,000	0,569	0,000	1	0,141
Var. 6	0,413	0,000	0,014	0,000	0,141	1

Tabelle 12-2: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m² vor Ernte 2011 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	57,5	345,0	577,5	1137,5	321,9	123,1
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6
Var. 1	1	0,000	0,007	0,000	0,000	0,004
Var. 2	0,000	1	0,183	0,002	0,589	0,000
Var. 3	0,007	0,183	1	0,040	0,146	0,015
Var. 4	0,000	0,002	0,040	1	0,001	0,000
Var. 5	0,000	0,589	0,146	0,001	1	0,000
Var. 6	0,004	0,000	0,015	0,000	0,000	1

Tabelle 12-3: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m² vor Ernte 2012 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	392,5	899,4	1401,3	1402,5	1110,6	185,6
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6
Var. 1	1	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001
Var. 2	0,001	1	0,006	0,011	0,101	0,000
Var. 3	0,000	0,006	1	0,995	0,045	0,000
Var. 4	0,000	0,011	0,995	1	0,074	0,000
Var. 5	0,000	0,101	0,045	0,074	1	0,000
Var. 6	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	1

Tabelle 12-4: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m² vor Ernte 2013 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	87,5	477,5	367,5	606,3	1204,4	76,3
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6
Var. 1	1	0,004	0,002	0,003	0,000	0,794
Var. 2	0,004	1	0,418	0,493	0,000	0,003
Var. 3	0,002	0,418	1	0,159	0,000	0,001
Var. 4	0,003	0,493	0,159	1	0,002	0,003
Var. 5	0,000	0,000	0,000	0,002	1	0,000
Var. 6	0,794	0,003	0,001	0,003	0,000	1

Tabelle 12-5: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m² vor Ernte 2014 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	43,8	57,5	95,0	191,3	344,4	26,9
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6
Var. 1	1	0,525	0,009	0,044	0,000	0,281
Var. 2	0,525	1	0,111	0,067	0,000	0,150
Var. 3	0,009	0,111	1	0,173	0,000	0,001
Var. 4	0,044	0,067	0,173	1	0,077	0,026
Var. 5	0,000	0,000	0,000	0,077	1	0,000
Var. 6	0,281	0,150	0,001	0,026	0,000	1

Tabelle 12-6: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m² vor Ernte 2015 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	53,8	75,6	68,8	71,9	46,9	18,75
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6
Var. 1	1	0,337	0,453	0,362	0,705	0,042
Var. 2	0,337	1	0,749	0,861	0,157	0,005
Var. 3	0,453	0,749	1	0,865	0,197	0,002
Var. 4	0,362	0,861	0,865	1	0,138	0,001
Var. 5	0,705	0,157	0,197	0,138	1	0,026
Var. 6	0,042	0,005	0,002	0,001	0,026	1

Tabelle 12-7: Galmsbüll, Block A, AF-Ähren/m² vor Ernte 2016 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	153,1	219,4	133,8	122,5	97,5	81,9
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6
Var. 1	1	0,003	0,266	0,086	0,010	0,002
Var. 2	0,003	1	0,000	0,000	0,000	0,000
Var. 3	0,266	0,000	1	0,443	0,053	0,009
Var. 4	0,086	0,000	0,443	1	0,176	0,038
Var. 5	0,010	0,000	0,053	0,176	1	0,469
Var. 6	0,002	0,000	0,009	0,038	0,469	1

Die p-Werte werden in allen Übersichten mit 3 Stellen hinter dem Komma dargestellt.
(Morisita, 1977)

Generell galt bei allen Tests: $\alpha = 0,05$, LIEGEN DIE P-WERTE DARUNTER, UNTERSCHIEDET SICH DAS JEWEILS VERGlichENE WERTEPAAR SIGNIFIKANT VONEINANDER.

In Variante 6 wurden in Galmsbüll bei den Berechnungen ebenso wie in den Varianten 1-5 nur die Werte aus dem hinteren Drittel des Bearbeitungstreifens berücksichtigt (in Variante 1-5 also aus Block A). In Variante 6 gab es zwar keine Blöcke A B C, da der Streifen alle Jahre Herbizid-mäßig einheitlich behandelt worden war, aber um der Vergleichbarkeit willen wurde so verfahren.

Bedeutung der Varianten (auch ab 2013 wurde in den entsprechenden Parzellen der AF weiter für jede Variante aus 2010-12 getrennt erfasst, obwohl bodenbearbeitungsmäßig je 2 Streifen zusammengelegt und einheitlich Herbizide ausgebracht worden waren):

- **Var. 1:** Pflug früh in 2010-12,
- **Var. 2:** Pflug spät in 2010-12,
- **Var. 3:** Mulchsaat früh in 2010-12 (Grubber),
- **Var. 4:** Mulchsaat spät in 2010-12 (Grubber),
- **Var. 5:** Mulchsaat flach in 2010-12 (nur Kreiselegge),
- **Var. 6:** Sommerweizenanbau in 2010-12 (mit Grubber).

Es ging darum, zu erfassen, wie sich der AF-Besatz in diesen Parzellen weiter entwickelte.

12.2 Statistik Fehmarn, t-Test-Ergebnisse (AF-Ähren/m² vor Ernte 2012 – an den Zählpunkten gezählt)

Tabelle 12-8: Fehmarn, Block A, Var. 7-12, AF-Ähren/m² vor Ernte 2012 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	25,0	38,5	83,5	226,0	247,0	50,5
	Var. 7	Var. 8	Var. 9	Var. 10	Var. 11	Var. 12
Var. 7	1	0,699	0,015	0,000	0,000	0,062
Var. 8	0,699	1	0,034	0,000	0,000	0,148
Var. 9	0,015	0,034	1	0,000	0,000	0,260
Var. 10	0,000	0,000	0,000	1	0,313	0,000
Var. 11	0,000	0,000	0,000	0,313	1	0,000
Var. 12	0,062	0,148	0,260	0,000	0,000	1

Die p-Werte werden in allen Übersichten mit 3 Stellen hinter dem Komma dargestellt.

12.3 Statistik Fehmarn, t-Test-Ergebnisse (AF-Ähren/m² vor Ernte 2015 – frei in der Fläche gezählt)

Tabelle 12-9: Fehmarn, Block A, Var. 7-12, AF-Ähren/m² vor Ernte 2015 - Ergebnisse der paarweisen t-Tests: p-Werte

Mittelwerte	68	61	115	61	67	149
	Var. 7	Var. 8	Var. 9	Var. 10	Var. 11	Var. 12
Var. 7	1	0,787	0,209	0,788	0,971	0,029
Var. 8	0,787	1	0,108	1,000	0,777	0,009
Var. 9	0,209	0,108	1	0,110	0,166	0,388
Var. 10	0,788	1,000	0,110	1	0,780	0,010
Var. 11	0,971	0,777	0,166	0,780	1	0,017
Var. 12	0,029	0,009	0,388	0,010	0,017	1

Die p-Werte werden in allen Übersichten mit 3 Stellen hinter dem Komma dargestellt.

WEITERE TESTUNGEN WAREN MANGELS NORMALVERTEILUNG NICHT MÖGLICH.
(Morisita, 1977)

13. Anhang II

13.1 Zusätzlich verwendete Literatur

Im Rahmen der Studien zum Projekt, wurde zusätzliche Literatur verwendet, welche in der eigentlichen Auswertung nicht aufgeführt wurde.

(Agriculture and Horticulture Development Board, Summer 2010)

(de Boer, 1987)

(Henne, 2007)

(Henne, 2009/2010)

(Marechal, et al., 2012)

(Mathiassen, et al., 2012)

(Moss, et al., 2009)

(Moss, 1985),

(Moss, 2010)

(Neale, et al., 2012)

(Nordmeyer, et al., 2010)

(Taylor Robert, 2002)

(www.weedscience.org, 2017)

(Zwerger, et al., 2002)

13.2 Literaturverzeichnis

Agriculture and Horticulture Development Board. Summer 2010. Managing weeds in arable rotations - a guide. *HGCA Guide*. Summer 2010, Bd. 50.

Amtlicher Pflanzenschutzdienst, Schleswig-Holstein. 1997. *Versuchsbericht des Pflanzenschutzdienstes Schleswig-Holstein* . 1997.

— . **1999.** *Versuchsbericht des Pflanzenschutzdienstes Schleswig-Holstein* . 1999.

Andersson, L and Akerblom Espeby, L. 2009. Variation in seed dormancy and light sensitivity in *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti*, Journal Compilation, 2009 European Weed Research Society. *Weed Research*. 2009, Vol. 49, pp. 261-70.

Atkinsons, N. 2015. *tilling and drilling system*. 2015. Croptec 2015.

Barralis, G. 1968. *Ecology of black-grass (Alopecurus myosuroides, Huds), Proceedings of the ninth British Weed Control Conference*, S. 6-8. 1968.

Bertholdsson, N O. 2012. Allelopathy - A tool to improve the weed competitive ability of wheat with herbicide resistant black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Agronomy*. (2) 2012, pp. 284-294.

Bond, W, Davies, G and Turner, R. 2007. The biology and non-chemical control of black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.), <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds>. 2007.

Cavan, G, Cussans, J und Moss, S R. 2000. Modelling different cultivation and herbicide strategies for their effect in herbicide resistance in *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research*. 2000, Bd. 40, S. 561-68.

Chauvel, B, et al. 2002. Effect of vernalization on the development and growth of *Alopecurus myosuroides* Huds. *Weed Research*. 2002, Bd. 42, S. 166-175.

Chauvel, B, et al. 2001. Evaluation of cropping systems for management of herbicide-resistant populations of blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Crop Protection*. 2001, Bd. 20, S. 127-137.

Chauvel, B, Guillemin, J P und Colbach, N. 2009. Evolution of a herbicide-resistant population of *Alopecurus myosuroides* Huds. in a long-term cropping system experiment. *Crop Protection*. 2009, Bd. 28, S. 343-349. doi:10.1016/j.cropro.2008.11.013.

Colbach, N, et al. 2010a. Assessing non-chemical weeding strategies through mechanistic modeling of blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) dynamics. *European Journal of Agronomy, Elsevier*. 2010a, Bd. 32 (3), S. 205-218. doi:10.1016/j.eja.2009.11.005.

Colbach, N, et al. 2010b. Diversifying cereal-based rotations to improve weed control. *Evaluation with the ALOMYSYS model quantifying the effect of cropping systems on a grass weed*. 2010b. <http://www.ocl-journal.org> oder [http:// dx.doi.org/10.1051/ocl.2010.0331](http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2010.0331).

Colbach, N, et al. 2002a. Effect of environmental conditions on *Alopecurus myosuroides* germination, I, Effects of temperature and light. *Weed Research* 42. 2002a, Bd. 42, S. 210-221.

— **2002b.** Effect of environmental conditions on *Alopecurus myosuroides* germination, II, Effects of moisture conditions and storage length. *Weed Research*. 2002b, Bd. 42, S. 222-230.

Colbach, N, Granger, S und Munier-Jolain, N M. 2009. Using weed dynamics models for evaluating and developing integrated cropping systems. *XIIIème colloque international sur la biologie des mauvaises herbes Dijon – 8 – 10 Septembre* . 2009.

Cook, S.K. und Brooke, R. 2006b. Collection and dormancy testing of black-grass seed. *HGCA Project Report No. 404*. 2006b.

Cook, S.K., et al. 2010, updated 2014. HGCA, Managing weeds in arable rotations. *HGCA Publication T 0845 245 0009*. 2010, updated 2014. download under: www.hgca.com.

Cook, S.K., et al. 2006a. Improving crop profitability by using minimum cultivation and exploiting grass weed ecology. *HGCA Project Report No.381*. 2006a.

de Boer, H. 1987. *Die Verunkrautung im Winterweizen 1985/86 in der ostfriesischen Marsch unter besonderer Beachtung des Ackerfuchsschwanzes und deren Bedeutung für die Berücksichtigung von Schadensschwellen*. 1987. Diplomarbeit am Institut für Phytopathologie und Pflanzenschutz der Georg-August-Universität Göttingen.

Froud-Williams, R J, Chancellor, R J und Drennan, D. S. H. 1983. Influence of cultivation regime upon buried weed seeds in arable cropping systems. *The Journal of applied Ecology*. April 1983, Bd. 20 (1), S. 199-208.

Froud-Williams, R J, Drennan, D S H und Chancellor, R J. 1984. The influence of burial and dry-storage upon cyclic changes in dormancy, germination and response to light in seeds of various arable weeds. *New Phytol*. 1984, Bd. 96, S. 473-481.

Henne, U. 2009/2010. Abschlussbericht Ackerfuchsschwanzversuch Siebenbäumen. 2009/2010. unveröff, Manuskript.

Henne, U et. al. 2012. Ackerfuchsschwanzbekämpfung und Resistenzen, Ausreichend Zeit einplanen. *LOP*. 2012, 8, pp. 39-51.

Henne, U. 2007. Primäre Keimruhe dauert 6 bis 8 Wochen. *LOP*. 5 2007, S. 12-18.

Henne, U, Pekrun, C und Pflaum, S. 2010. Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz durch angepasstes Stoppelmanagement? *LOP*. 2010, Bd. 9/10, S. 19-25.

Hoppe, J. H., Krüssel, S. und Steinhoff, H. 2009. *Einfluss des Saattermins auf das Auftreten und die Bekämpfung von Alopecurus myosuroides im Winterweizen unter den schwierigen Bedingungen im Land Kehdingen*. 2009. Vortrag anlässlich eines Treffens von Mitarbeitern des amtlichen Pflanzenschutzdienstes aus Aurich, Husum und Bremervörde im Nov. 2009.

Jensen, P.K. 2006. *Longevity of seeds of Apera spica-venti, Alopecurus myosuroides and Bromus species under field conditions as related to burial depth and straw cover*, NJF Report, Nr. 4, NJF-Seminar 378, *Tillage system for the benefit of agriculture and the environment*. s.l. : Nordiska jordbruksforskarens förening (NJF), 2006. ISSN 1653-2015,.

—. **2009.** Longevity of seeds of four annual grass and two dicotyledon weed species as related to placement in the soil and straw disposal technique. *Weed Research*. 2009, Bd. 49, S. 592-601. doi:10.1111/j.1365-3180.2009.00725.x.

Knab, W und Hurle, K. 1988. Einfluss der Grundbodenbearbeitung auf Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 1988, Bd. Sonderheft XI, S. 97-108.

Koch, W. 1968. *Environmental factors affecting the germination of some annual grasses*. 1968. Proceedings of the ninth British weed control Conference 1968, pp. 14-19.

Krüssel, S und Hoppe , J H. 2007. *Einfluss des Saattermins auf das Auftreten und die Bekämpfung von Alopecurus myosuroides im Winterweizen unter den schwierigen Bedingungen in der Elbmarsch*. 2007. Präsentation der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Pflanzenschutzamt Hannover, Bezirksstelle Bremervörde.

KTBL-Feldarbeitsrechner. 2017. [Online] 2017. im Internet aufrufbar unter: KTBL-Feldarbeitsrechner (über Google) bzw. unter daten.ktbl.de/feldarbeit/entry.html.

Landschreiber, M. 2014. Untersuchungen zum Auflaufverhalten von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) in Abhängigkeit des Aussaattermins und der Winterweizensorte in Norddeutschland, 26. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung. *Julius Kühn Archiv*, 443. 2014. Braunschweig.

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. 2009-16. Landessortenversuche Winterweizen (Marsch), Sommerweizen (Marsch), Sommerhafer (Marsch), Sommergerste (Schleswig-Holstein). 2009-16. www.lksh.de .

—. **2005-2010.** *Versuchsberichte des Amtlichen Pflanzenschutzdienst Schleswig-Holstein.* 2005-2010.

Lutman, P J W und Moss, S R. 2009b. *The management of weeds in winter cereals: the role of crop agronomy.* 2009b. Rothamsted Research, Harpenden, Herts AL5 2JQ.

Lutman, P J W und Moss S R. 2009a. he management of weeds in winter cereals: the role of crop agronomy. *Research review for Syngenta.* 2009a. 56 pp..

Marechal, P.Y., et al. 2012. Ecological review of black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) propagation abilities in relationship with herbicide resistance. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2012, Bd. 16 (1), S. 103-113.

Mathiassen, S.K., et al. 2012. Design of integration of herbicide resistance and mechanical weed control in Crop Protection Online (CPO), Version 15th May. [Online] 2012.

Matthiesen, S. 2010. *Ackerbauliche Maßnahmen gegen Ackerfuchsschwanz (Alopecurus myosuroides Huds.).* [Hrsg.] Hochschule Neubrandenburg Prof. Dr. Udo Thom. 2010. Bachelorarbeit im Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, Fachgebiet Pflanzenbau und Grünlandlehre, 65 pp.

Menck, B H. 1968. *Biologie des Ackerfuchsschwanzes (Alopecurus myosuroides Huds.) und seine Verbreitung in Schleswig-Holstein, Inaugural-Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität Kiel.* 1968.

Menck, B H und Börner, H. 1971. Die Verbreitung des Ackerfuchsschwanzes (*Alopecurus myosuroides*) in Schleswig-Holstein. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz.* 1971, Bd. 78, S. 217-228.

Messelhäuser, M. 2017. Ackerfuchsschwanz auf der Stoppel bekämpfen? *Top Agrar Südplus, Nr.3 Juni.* 2017.

Minitab 18. 2017. Statistikprogramm der Firma Minitab Ltd. [Online] 2017. www.minitab.com.

Morisita, M . (Ed.). 1977. *Studies on methods of estimating population density, biomass and productivity in terrestrial animals.* Tokyo : (JIBP synthesis, 17), 1977. 237 Seiten.

Moss, S R. 2010 rev. 2013. *Black-grass (Alopecurus myosuroides), Rothamsted Research, Harpenden, Herts.AL52JQ, Rothamsted Publication.* 2010 rev. 2013.

—. **1980.** The agro-ecology and control of blackgrass, *Alopecurus myosuroides* Huds., in modern cereal growing systems. *ADAS Quarterly Review.* 1980, Vol. 38, pp. 170-191.

—. **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. *Ann. Appl. Biol.* 1979, Bd. 91, S. 91-100.

Moss, S R, Clarke, J and Tatnell, L. 2006. *Herbicide resistance Management: Evaluation of Strategies (HeRMES), defra SID 5 Research Project Final report, PT0225.* 2006.

Moss, S R, et al. 2013. A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research.* 2013, Bd. 53, S. 299-313.

Moss, S.R. 2010. Black-grass (*Alopecurus myosuroides*): an increasing threat. *Rothamsted Research.* 2010. Präsentation 2010.

—. **1985.** The effect of drilling date, pre-drilling cultivations and herbicides on *Alopecurus myosuroides* (black-grass) populations in winter cereals,. *Aspects of applied Biology.* 1985, Bd. 9, S. 31-39.

Moss, S.R. und Hull, R. 2009. The value of pre-emergence herbicides for combating herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass). *Aspects of Applied Biology.* 2009, Bd. 91, S. 1-8.

Neale, D. und Townsend, S. 2012. Cultivation and Soil Management for the long Term Control of Grass Weeds & optimum Soil Health. *Soil First farming.* 2012.

Niemann, P. 2002. Eliminierung von Ausfallweizen durch Formen der Stoppelbearbeitung. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII.* 2002, S. 625-632.

Nordmeyer, H. und Zwerger, P. 2010. Erfassung von Herbizidresistenzen bei Ungräsern im Biotest. *Journal für Kulturpflanzen.* 2010, Bd. 62 (10), S. 376-382.

Petersen, J et al. 2010. A method to determine the pollen-mediated spread of target-site resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors in black grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.), *Journal of plant diseases and protection*, 117 (3), S. 122-128. 2010.

Taylor Robert, E.L. (Editor). 2002. *Weed Management Handbook, 9th Edition.* 2002. Verlag Blackwell Science, 2002, for British Crop Protection Council, 424 Seiten. ISBN 0-632-05732-7.

Thurston, J M. 1972. Blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) and its control, Proceedings of the 11th British Weed Control Conference, S. 977-987. 1972.

Wallgren B. E., Aamisepp A. 1977. *Biology and control of Alopecurus myosuroides Huds. and Apera spica-venti*, Proc. EWRS Symp., Methods Weed Control and their Integr. 1977.

Wallgren, B E and Avholm, K. 1978. Dormancy and germination of *Apera spica ventis* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds. Seeds. *Swedish Journal of Agricultural research*. 1978, Vol. 8, pp. 11-15.

www.weedscience.org. 2017. Resistenzübersichten von Ian Heap. [Online] 2017.

Zwerger, P., Richter, O. und Böttcher, U. 2002. Strategien gegen die Entwicklung von Einfach- und Mehrfach-Herbizidresistenzen bei Unkräutern. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 2002, Bd. Sonderheft XVIII, S. 383-390. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, ISSN 0938-9938.

13.3 Abkürzungsverzeichnis

% - Prozent

Abb. – Abbildung

ACCase-Hemmer – Herbizide zur Hemmung der Acetyl CoA Carboxylase

AF, AFU – Ackerfuchsschwanz

AF-Ähren/m² - Ackerfuchsschwanzähren pro Quadratmeter

Afa – Absetzung für Abnutzung

AHL – Ammoniumnitrat–Harnstoff-Lösung

AKh - Arbeitsstunde

ALOMY – wissenschaftliche Abkürzung für Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*)

ALS-Hemmer – Herbizide zur Hemmung der Acetolactat Synthase

Atl. – das Herbizid „Atlantis“

Bearb. – Bearbeitung

Bd. Herb. - Bodenherbizid

bzw. – beziehungsweise

°C – Grad Celsius

cm – Zentimeter

CO₂ – Kohlendioxid

DEN – ACCase-Hemmer, zum Beispiel „Axial 50“

d. h. – das heißt

DIM – ACCase-Hemmer, zum Beispiel „Focus Ultra“, „Select 240 EC“

dt/ha – Dezitonne (Doppelzentner) pro Hektar

einheitl. – einheitlich

ehem. - ehemals

ES – Entwicklungsstadium

FHS – Formulierungshilfsstoff

Fj. - Frühjahr

FOP – ACCase-Hemmer, zum Beispiel „Ralon Super“

GD 5% - Grenzdifferenz mit 5% Irrtumswahrscheinlichkeit

g/ha – Gramm pro Hektar

ggf. – gegebenenfalls

GPS – Ganzpflanzensilage

ha – Hektar (10.000 Quadratmeter)

HRAC – Herbicide Resistance Action Committee

i. d. Vorjahren - in den Vorjahren

i. d. R. – in der Regel

inkl. - inklusive

IPU – Isoproturon

K. – Versuchskontrolle (ohne Herbizideinsatz)

kg – Kilogramm

kg/ha – Kilogramm pro Hektar

KSE – Kurzscheibenegge

Kö./m² - Körner pro Quadratmeter (bei der Saat)

kW - Kilowatt

l - Liter

l/ha – Liter pro Hektar

m – Meter

m. - mit

/m² - pro Quadratmeter

mm Niederschlag – Millimeter Niederschlag (= Liter pro Quadratmeter Niederschlag)

N – Stickstoff

N 34-Blattdünger - Ammoniumnitrat-Harnstofflösung 27 mit Kupfer und Mangan

NAF-Termin – Nachauflauftermin im Frühjahr bei Herbizidmaßnahmen

NAH-Termin – Nachauflauftermin im Herbst bei Herbizidmaßnahmen

NAK-Termin – Nachauflauftermin zum Keimblattstadium bei Herbizidmaßnahmen

Nov. – November

o. – ohne

O₂ – Sauerstoff

o. g. – oben genannt

Okt. – Oktober

p-Wert – Signifikanzwert, Kennzahl zur Auswertung statistischer Tests

pH-Wert – Wert, der den Säuregrad anzeigt (negativer dekadischer Logarithmus der Wasserstoff-Ionen-Konzentration einer Lösung)

rel. – bei Ertragsfeststellungen der Ertrag relativ zu den Verrechnungsvarianten

s. - siehe

sec – Sekunden

Sept. – September

S-H – Schleswig-Holstein

sL – sandiger Lehm

sLU - grob lehmiger Schluff

s. o. – siehe oben

So.-Getreide – Sommergetreide

So.-Hafer - Sommerhafer

Sommerg. – Sommerung

So-Roggen - Sommerroggen

s. u. – siehe unten

So-Gerste, SG – Sommergerste

So-Weizen, SW – Sommerweizen

SZ - Saatzeit

Tab. – Tabelle

t-Test – statistischer Hypothesentest

u. a. – und andere(s)

UDG in % - Ungras-Deckungsgrad in Prozent (hier: Ackerfuchsschwanz-Deckungsgrad in %)

VA-Termin – Voraufbau-Termin

VA/NAK-Termin – Zeitfenster zwischen dem Voraufbau und dem Erscheinen des Keimblattes

VG – Versuchsglied (entspricht der Variante)

vgl. – vergleiche

VJ – (im) Vorjahr

Wi-Raps – Winterraps

Wi-Weizen – Winterweizen

WW – Winterweizen

Var. - Variante

z. B. – zum Beispiel

z. T. – zum Teil

zusätzl. – zusätzlich

14. Anhang III

14.1 Optionen zur AF-Bekämpfung mit ackerbaulichen Maßnahmen

Im der folgenden Übersicht sind die Vor- und Nachteile der verschiedenen ackerbaulichen Verfahren zur AF-Bekämpfung noch einmal dargestellt, als Hilfe zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen.

Ackerbauliche Optionen zur AF-Bekämpfung auf mittleren bis schweren Böden

Ziele (nicht immer gleichzeitig erreichbar):

- 1- frisch ausgefallenen AF nicht tiefer in die Samenbank im Boden gelangen lassen,
- 2- alten AF aus der Samenbank im Boden abbauen
- 3- möglichst viel AF-Samen VOR der Saat der Kultur vernichten

Verfahren	Wirkung	Vorteile	Nachteile – Schwachpunkte	wo einsetzbar?
kurz nach der Ernte Pflügen und eibnen (false seedbed), ≥ 4 Wochen liegen und AF aufkommen lassen, Glyphosat kurz vor Saat der Winterkultur, Winterkultur einschlitzten	– frisch ausgefallener AF wird vergraben: „reiner Tisch“, – alter AF keimt schnell aus der sekundären Keimruhe – und wird vom Glyphosat vernichtet,	– alter AF aus der Samenbank im Boden wird vernichtet, – der Selektionsdruck auf die in der Kultur eingesetzten Herbizide wird verringert – wenn das Saatbett schon fertig ist, ist eine spätere Saat vom Zeitaufwand her eher möglich (in trockenen Jahren hat man in der Galmsbüll Marsch meistens eine sehr gute Trockengare, die Saat funktioniert besonders gut. Bei solchen Verhältnissen muss/kann man extrem lange mit der Saat warten)	– die Samenbank im Boden wird mit neuem AF aufgefüllt, – wenig Zeit für Arbeiten zur Strohverteilung im Boden – Wetterrisiko: fällt sehr viel Regen nach der Saatbettbereitung, kann das Saatbett verschlämmen (in solchen Jahren war in Galmsbüll der AFU Druck allerdings immer extrem niedrig), – bei extremer Trockenheit läuft AF nicht vor der Saat auf und der beabsichtigte Effekt verpufft, auf extrem steifen Tonböden kommt man dann auch ggf. nicht in den Boden	– auf mittleren bis schweren Böden, die nicht zur Verschlammung oder Erosion neigen (wenn der Boden verschlämmt, ist es zumindest in der schweren Marsch besser, das Risiko einer Sommerung einzugehen = das kleinere Übel), – in Regionen bzw. in Jahren mit ausgeglichener Herbstwitterung – kurze Regenphasen und trockene Phasen im Wechsel

Kapitel 14 Anhang III

Verfahren	Wirkung	Vorteile	Nachteile – Schwachpunkte	wo einsetzbar?
nach der Ernte Stoppel 2-3 Wochen liegen lassen, dann sehr flache, mehrmalige Stoppelbearbeitung (Striegel), Glyphosat, wenn Grundbodenbearbeitung mit dem Grubber erfolgen soll, danach Grundbodenbearbeitung (Pflug oder Grubber) direkt vor der Saatbettbereitung und Saat (Schlitzsaat)	- obenauf liegende Samen können Prädatoren zum Opfer fallen, - durch flache Bearbeitung werden nach Ende der Keimruhe frisch aufgelaufene AF-Pflanzen vernichtet und neue aus den obersten Bodenschichten zum Keimen angeregt und - im nächsten Arbeitsgang vernichtet	- frisch ausgefallene AF-Samen fallen nicht in die Samenbank - alte AF-Samen/-Pflanzen aus der oberen Samenbank werden vernichtet	- Wetterrisiko: wenn es zu viel regnet, nicht machbar, - ist es extrem trocken, wenig Effekt, da starkes Austrocknen des Bodens, keine Keimung der AF-Samen, - Zeit reicht nicht immer, z.B. nach später Ernte, - wenn lange primäre Keimruhe, kein Effekt der Stoppelbearbeitung auf AF, - nach der Grundbodenbearbeitung aus der sekundären Keimruhe auflaufender AF läuft voll IN der Kultur auf – entsprechender Selektionsdruck auf die in der Kultur eingesetzten Herbizide, - wenn schon Resistenzen existieren, werden zu viele AFU Pflanzen in der Kultur nicht bekämpft (Samenbank wird mit resistenten Typen angereichert)	- auf mittleren bis schweren Böden, - in Regionen bzw. in Jahren mit ausgeglichener Herbstwitterung – kurze Regenphasen und trockene Phasen im Wechsel

Kapitel 14 Anhang III

Verfahren	Wirkung	Vorteile	Nachteile – Schwachpunkte	wo einsetzbar?
flache Mulchsaat über Jahre, Glyphosateinsatz, Saat einschlitzen (ggf. Agrisem zur Lockerung bei Bedarf)	- frisch ausgefallener AF-Samen wird nur innerhalb der obersten 3-5 cm vergraben und läuft daher leicht wieder auf, - kann chemisch oder mechanisch vernichtet werden, - AF-Samen aus den tieferen Bodenschichten verlieren im Laufe der Jahre ihre Keimfähigkeit bzw. ihre Triebkraft	- die obere Samenbank wird aufgefüllt, läuft aber auch wieder leer, wenn sehr flach gestriegelt wird - in tiefere Bodenschichten wird kein AF-Samen verbracht, - ggf. Aufbau eines stabilen Lebendverbaus im Boden (weniger Erosionsgefahr)	- auf sehr schweren Böden bei starker Nässe problematisch, da dann das Porenvolumen stark absacken kann, vor allem im Bereich der Luft führenden Poren, das führt zur Beeinträchtigungen der Kultur - Gefahr der Zunahme des AF in der Kultur, wenn vorher viel ausgefallen ist, - Glyphosat ist ein MUSS, bei hohem AF-Besatz ist ein hoher Selektionsdruck gegeben, - AFU Samen mit langer primärer Keimruhe laufen aber erst spät in der bestellten Kultur auf und werden nicht durch Glyphosat erfasst, - Zunahme von Trespens und Flughafer möglich	- auf mittlerem bis schweren Böden, die vom Klima her nicht zu nass fallen und von der Lage her kein Grund- oder Stauwasser aufweisen, - auf Böden, die einen guten Garezustand haben oder - auf erosionsgefährdeten Böden, die infolge der flachen Mulchsaat einen guten Garezustand entwickeln können, - in Regionen bzw. in Jahren mit ausgeglichener Herbstwitterung – kurze Regenphasen und trockene Phasen im Wechsel

Kapitel 14 Anhang III

Verfahren	Wirkung	Vorteile	Nachteile – Schwachpunkte	wo einsetzbar?
flache Mulchsaat 4-5 Jahre, Glyphosat, Saat einschlitzten, danach ein Jahr pflügen, dann wieder 4-5 Jahre flache Mulchsaat usw.	- frisch ausgefallener AF-Samen wird nur innerhalb der obersten 3-5 cm vergraben und läuft leicht wieder auf, - AF im unteren Teil der Samenbank verlieren im Laufe der Jahre ihre Keimfähigkeit bzw. ihre Triebkraft, - durch den Pflug vergraben von frisch ausgefallenen AF-Samen alle 4-5 Jahre	- frisch ausgefallener AF und solcher aus den obersten cm kann leicht bekämpft werden, da er leicht aufläuft, - alle 4-5 Jahre ein „reiner Tisch“, - werden AF-Samen aus der Tiefe nach 4-5 Jahren hochgepflügt, keimen sie nicht mehr und / oder laufen nicht mehr so stark auf	- auf sehr schweren Böden bei starker Nässe problematisch, da dann das Porenvolumen stark absacken kann, vor allem im Bereich der Luft führenden Poren, das führt zu Beeinträchtigungen der Kultur - Gefahr der Zunahme des AF in der Kultur, wenn vorher viel ausgefallen ist, - Zunahme von Trespens und Flughäfer möglich, - Glyphosat ist ein MUSS, bei hohem AF-Besatz ist ein hoher Selektionsdruck gegeben - alle 4-5 Auffüllen der Samenbank beim Pflügen, wenn schon Resistenzen existieren, sammelt sich in der Oberschicht des Bodens in den 4-5 Jahren sehr viel resistenter AFU an, der dann vergraben wird - auf nassen, schweren Standorten reichen 4-5 Jahre Pflugpause nicht aus, da die AF-Samen länger keimfähig bleiben, auch die resistenten Samen	- auf mittleren bis schweren Böden, die vom Klima her besonders im Herbst nicht zu nass fallen, - auf Böden, die einen guten Garezustand haben, - in Regionen bzw. in Jahren mit ausgeglichener Herbstwitterung – kurze Regenphasen und trockene Phasen im Wechsel

Kapitel 14 Anhang III

Verfahren	Wirkung	Vorteile	Nachteile – Schwachpunkte	wo einsetzbar?
Grundbodenbearbeitung (Pflug oder Grubber) und Saatbettbereitung im Spätsommer, Spätsaat um Mitte – Ende Oktober, Saat einschlitzten	- bei späterer Grundbodenbearbeitung kann frisch ausgefallener AF nach Ende der primären Keimruhe auflaufen und mechanisch oder chemisch bekämpft werden, erfolgt die Grundbodenbearbeitung früh, kann über einen längeren Zeitraum AF aus der sekundären Keimruhe auflaufen und vor der Schlitzsaat beseitigt werden, - aber es wird auch ein Teil vergraben	- der Zeitfaktor erlaubt eine ausgiebigere mechanische und / oder chemische Bekämpfung des AF VOR der Saat und i. d. R. eine Grundbodenbearbeitung unter trockenen Bodenbedingungen, - d.h. weniger Selektionsdruck auf die in der Kultur eingesetzten Herbizide, - bei Spätsaat läuft biologisch bedingt weniger AF in der Kultur auf, - bei Spätsaat ist die Bodenfeuchte in der Regel günstiger für die Wirkung der Bodenherbizide, - da es kühler ist, halten die Bodenherbizide auch länger durch	- Weterrisiko: fällt sehr viel Regen nach der Saatbettbereitung, kann das Saatbett verschlämmen, - Gefahr, dass man im späteren Herbst gar nicht mehr auf den Acker kommt - und auf Sommerungen ausweichen muss, - fällt extrem wenig Regen nach der Saatbettbereitung, trocknet das Saatbett sehr stark aus (kann im Mittel der Jahre durch späteren Saattermin ausgeglichen werden, da dann eher Regen fällt), - auf sehr großen Betrieben nicht durchgängig durchführbar ohne hohe Schlagkraft im Säbereich	- auf schweren und mittleren bis leichteren Böden, die nicht zur Verschlämmung neigen, - in Regionen bzw. in Jahren mit ausgeglichener Herbstwitterung – kurze Regenphasen und trockene Phasen im Wechsel, - nicht sicher möglich in Regionen mit regelmäßig frühem, ausgeprägtem „Herbstmonsun“

Kapitel 14 Anhang III

Verfahren	Wirkung	Vorteile	Nachteile – Schwachpunkte	wo einsetzbar?
Fruchtfolge erweitern: Anbau von Sommergetreide: Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung im Spätsommer, Glyphosateinsatz im Spätherbst (nach Pflug möglich) oder im Frühjahr (nach Grubber), Einschlitzten des Sommergetreides mit wenig Bodenbewegung	- aufgrund der Zeit bis zum Frühjahr kann der frisch ausgefallene AF nach Ende der primären Keimruhe und nach der Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung der AF aus der sekundären Keimruhe in aller Ruhe auflaufen, dadurch wenig Eintrag in die Samenbank, - aber es werden auch AF-Samen vergraben	- wegen des langen Zeitfensters kann die Grundbodenbearbeitung i. d. R. unter trockenen Bedingungen durchgeführt werden, - AF kann den ganzen Spätsommer, Herbst und – je nach Wetter – über Winter bekämpft werden, - die Masse der AF-Samen (neu ausgefallene und alte aus dem Oberboden) werden VOR der Saat der Kultur zum Keimen gebracht und vernichtet - d.h. weniger Selektionsdruck auf die IN der Kultur eingesetzten Herbizide, - weniger Arbeitsdruck im Herbst, - bei regelmäßigem Anbau von Sommergetreide in der Fruchtfolge weniger Schlagkraft im Herbst erforderlich, - durchgegangener AF wird im Frühjahr vom Glyphosat erfasst	- beim Einschlitzten werden die Schlitzte ggf. nicht ausreichend geschlossen - Sommergetreide bringt weniger Ertrag als Wintergetreide (aber auch weniger Aufwand nötig) - stärkere Ertragsschwankungen je nach Witterung möglich, - hoher Selektionsdruck auf Glyphosat, - auf Resistenzstandorten ggf. kein zugelassenes Herbizid im Sommergetreide mehr einsetzbar, dann ist der Erfolg des Sommergetreides sehr stark von der Konkurrenzkraft der Kultur abhängig - Bestandesdichte muss hoch sein	- auf allen Standorten möglich, die im Frühjahr genug Bodenwasser oder genug Niederschläge haben, d.h. nicht auf Standorten mit ausgeprägter Vorsommertrockenheit, - auf Standorten, die erosionsgefährdet sind, Zwischenfrucht einplanen

Kapitel 14 Anhang III

Verfahren	Wirkung	Vorteile	Nachteile – Schwachpunkte	wo einsetzbar?
Zwischenfruchtanbau im Spätsommer nach Ernte der Vorfrucht – dünne Zwischenfrucht, in der der AF über Herbst und Winter hochkommen kann – im Frühjahr Glyphosateinsatz, danach Sommergetreide (SW) einschlitzten (Lamport-System mit Rauhafer und Alexandrinerklee)	– AF kommt mit der Zwischenfrucht zusammen auf, – wird im Frühjahr durch Glyphosat beseitigt, – kein Eintrag von AF-Samen in den tieferen Boden	– durch die Zwischenfrucht besserer Lebendverbau im oberen Bereich des Bodens (Wurzelbereich), – besseres Abtrocknen der Fläche im Frühjahr, – Einschlitzten der Sommerung mit extrem wenig Bodenbewegung verhindert im Frühjahr weiteres Aufkommen von AF weitgehend	– noch unklar, ob in SH der Anbau mit Alexandrinerklee klimatisch möglich ist, – für das Einsäen der Zwischenfrucht ohne Pflug ist ein „gartenmäßiger“ Bodenzustand erforderlich, – wenn dieser fehlt, Zwischenfrucht nach Grundbodenbearbeitung säen, dann wird aber AF-Samen vergraben und der Effekt der Zwischenfrucht ist dann noch unklar, – wird mit Rauhafer gearbeitet, sollte kein Saathafer in der Fruchtfolge stehen (sonst ggf. Probleme mit <i>Heterodera avenae</i>), – der Nematodenbefall wird auch beim Anbau von SG weiter gefördert	– Verfahren ist möglich auf mittleren bis schweren Böden mit gutem Garezustand, aber nur da, wo im Herbst genug, aber nicht zu viel Regen fällt, – in Regionen / Jahren mit viel Herbstregen nur auf gut dränierenden Böden direkte Saat der Zwischenfrucht möglich, sonst nur nach Grundbodenbearbeitung möglich

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.

Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliographie; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de

Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de

Zitationsvorschlag – Suggested source citation:

Voßhenrich H-H, Landschreiber M, Henne U, Schleich-Saidfar C, Epperlein J, Olderog-Enge K, Matthiesen H (2018) Entwicklung nachhaltig wirkender Methoden zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 164 p, Thünen Working Paper 99, DOI:10.3220/WP1530178331000

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.



Thünen Working Paper 99

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de
www.thuenen.de

DOI:10.3220/WP1530178331000
urn:nbn:de:gbv:253-201806-dn059886-9