



Wechselwirkung Bodenschutz - Pflanzenschutz - Düngung

Schriftenreihe, Heft 38/2011



Wechselwirkungen zwischen
Bodenbearbeitung, Nährstoffversorgung
und Pflanzenschutz
(2007-2009)

Untersuchungen zur nachhaltigen
Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und
Ertragsfähigkeit, der Nährstoffversorgung
und der Pflanzengesundheit bei
konservierender Bodenbearbeitung unter
besonderer Berücksichtigung von
Ackerschnecken und Feldmäusen
(2009-2011)

Iris Rößler, Anja Nowack
Projektleitung: Andela Thate

1	Einleitung	16
1.1	Problemstellung.....	16
1.2	Zielstellung	17
2	Standorte und Versuche	17
2.1	Betriebsauswahl und Beobachtungsflächen.....	17
2.2	Einbeziehung vorhandener Versuche.....	20
3	Untersuchungen zu Aspekten des Pflanzenschutzes im Winterraps 2007/2008	21
3.1	Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode 2007/2008	21
3.2	Auftreten von Unkräutern im Winterraps	22
3.2.1	Material und Methoden	22
3.2.2	Ergebnisse und Diskussion zu den Untersuchungen im Winterraps 2008	23
3.2.2.1	Unkrautartenspektrum	23
3.2.2.2	Stetigkeit.....	24
3.2.2.3	Unkrautdeckungsgrad	26
3.3	Auftreten von Schaderregern im Winterraps	29
3.3.1	Material und Methoden	29
3.3.2	Auftreten von tierischen Schaderregern	31
3.3.3	Auftreten von Schnecken und Mäusen	34
3.3.3.1	Ackerschnecken	34
3.3.3.2	Feldmäuse.....	35
3.3.4	Auftreten von pilzlichen Schaderregern.....	36
3.3.5	Zusammenfassende Anmerkungen zu den Schaderregern im Winterraps	41
3.4	Pflanzenschutzmittelbehandlungsindex.....	42
3.4.1	Material und Methoden	42
3.4.2	Ergebnisse und Diskussion	43
3.4.2.1	Behandlungsindex im Winterraps (aus den Untersuchungen 2008).....	43
3.4.2.2	Behandlungsindex über die Fruchtfolge 2003-2008	47
4	Untersuchungen zum Nährstoffverhalten im Boden in Bezug zum Bodenbearbeitungssystem im Herbst 2007	50
4.1	Problemstellung.....	50
4.2	Material und Methoden	51
4.3	Ergebnisse	53
4.3.1	Einfluss der Bodenbearbeitung auf Merkmale des Bodens	53
4.3.2	Nährstoffzufuhr in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung	56
4.4	Diskussion zur Nährstoffverteilung in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung.....	57
4.5	Zusammenfassung	60
5	Untersuchungen zum Nützlingsvorkommen auf sächsischen Verwitterungsstandorten im Herbst 2008	61
5.1	Untersuchungen des Regenwurm-vorkommens.....	61
5.1.1	Einleitung.....	61
5.1.2	Material und Methoden	61
5.1.2.1	Untersuchungsstandorte	61
5.1.2.2	Untersuchungsmethode	62
5.1.2.3	Auswertung	62
5.1.3	Ergebnisse	62
5.1.3.1	Umweltbedingungen bei der Probenahme	62
5.1.3.2	Artenspektrum	62
5.1.3.3	Gesamt-abundanz, Gesamtbiomasse und Altersstruktur	64
5.1.3.4	Endogäische Arten	66
5.1.3.5	Anektische Arten	69

5.1.3.6	Verteilung der Lebensformtypen.....	71
5.1.4	Diskussion	71
5.2	Untersuchungen zur epigäischen Fauna und Mesofauna	72
5.2.1	Einleitung.....	72
5.2.2	Untersuchungsvoraussetzungen	73
5.2.3	Epigäische Fauna	75
5.2.3.1	Material und Methoden	75
5.2.3.2	Ergebnisse zur epigäischen Fauna	75
5.2.4	Bodenmesofauna	80
5.2.4.1	Material und Methoden	80
5.2.4.2	Ergebnisse zur Bodenmesofauna (Streubeutel).....	80
5.2.5	Diskussion	85
6	Untersuchungen zu Aspekten des Pflanzenschutzes im Getreide	86
6.1	Witterungsverlauf in den Untersuchungsjahren	86
6.1.1	Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode 2008/2009	86
6.1.2	Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode 2009/2010	87
6.1.3	Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode 2010/2011	88
6.2	Auftreten von Unkräutern in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung	89
6.2.1	Material und Methoden	89
6.2.2	Ergebnisse und Diskussion der Unkraut-Bonituren im Getreide 2008 bis 2010	91
6.2.2.1	Unkrautartenspektrum	91
6.3	Auftreten von pilzlichen und tierischen Schaderregern im Getreide	98
6.3.1	Material und Methoden	98
6.3.2	Ergebnisse und Diskussion zu den Untersuchungen im Getreide	99
6.3.2.1	Pilzliche Schaderreger auf den V-Standorten.....	99
6.3.2.2	Pilzliche Schaderreger auf den Löss-Standorten.....	103
6.3.2.3	Tierische Schaderreger im Getreide.....	114
6.4	Pflanzenschutzmittelbehandlungsindex und Bodenbearbeitungssystem	116
6.4.1	Material und Methoden	116
6.4.2	Ergebnisse und Diskussion	116
6.4.2.1	Behandlungsindex in Wintergerste im Erntejahr 2009 und 2010	116
6.4.2.2	Behandlungsindex in Winterweizen im Erntejahr 2009 und 2010.....	120
7	Auftreten von Ackerschnecken und Feldmäusen	125
7.1	Anlass und Gegenstand der Untersuchungen.....	125
7.2	Untersuchungsflächen und Methodik	125
7.2.1	Methodik Mäuseuntersuchungen.....	126
7.2.2	Methodik Schneckenuntersuchungen.....	127
7.3	Witterungsverhältnisse im Untersuchungszeitraum.....	129
7.3.1	Witterung Untersuchungszeitraum Herbst 2009	129
7.3.2	Witterung Untersuchungszeitraum Frühjahr 2010	129
7.3.3	Witterung Untersuchungszeitraum Herbst 2010	129
7.3.4	Witterung Untersuchungszeitraum Frühjahr 2011	130
7.4	Ergebnisse	130
7.4.1	Ergebnisse der Mäuseuntersuchungen	130
7.4.1.1	Untersuchungszeitraum Herbst 2009	130
7.4.1.2	Untersuchungszeitraum Frühjahr 2010	131
7.4.1.3	Untersuchungszeitraum Herbst 2010	133
7.4.1.4	Untersuchungszeitraum Frühjahr 2011	136
7.4.1.5	Gesamtbetrachtung der beobachteten Aktivitätsdichte der Feldmäuse.....	138
7.4.2	Ergebnisse der Schneckenuntersuchungen	140
7.4.2.1	Untersuchungszeitraum Herbst 2009	140
7.4.2.2	Untersuchungszeitraum Frühjahr 2010	146

7.4.2.3	Untersuchungszeitraum Herbst 2010	150
7.4.2.4	Untersuchungszeitraum Frühjahr 2011	155
7.4.3	Gesamtbetrachtung der beobachteten Aktivitätsdichte der Ackerschnecken	159
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	161
9	Literaturverzeichnis	168
10	Anhang	174

Abbildung 1:	Anteil der pfluglosen Bodenbearbeitung in den Jahren 1997 bis 2010, bezogen auf die Beobachtungsflächen der Schaderregerüberwachung in Sachsen (Quelle: LfULG, Schaderregerüberwachung)	16
Abbildung 2:	Lage der Betriebe entsprechend der Bodenregionen Sachsens	18
Abbildung 3:	Demonstrationsversuch der Südzucker AG in Lüttewitz (Quelle: Südzucker AG).....	21
Abbildung 4:	Temperaturverlauf in der Vegetationsperiode 2007/08 an den Standorten Nossen und Forchheim	21
Abbildung 5:	Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2007/08 an den Standorten Nossen und Forchheim.....	22
Abbildung 6:	Anlage von Spritzfenstern (SF) auf allen Schlägen und Unkrautbonitur mit Boniturrahmen (0,25 m ²).....	23
Abbildung 7:	Anzahl der Unkrautarten im jeweiligen Mittel der acht Betriebe	24
Abbildung 8:	Stetigkeit der im Herbst bonitierten Unkrautarten auf Löss-Standorten (links Pflug, rechts pfluglos).....	25
Abbildung 9:	Stetigkeit der im Herbst bonitierten Unkrautarten auf den V-Standorten (links Pflug, rechts pfluglos)	25
Abbildung 10:	Gesamt-Unkrautdeckungsgrad im Winterraps, Herbst 2007	26
Abbildung 11:	Unkrautdeckungsgrad im Winterraps, Dikotyle links und Monokotyle rechts, Herbst 2007	26
Abbildung 12:	Verunkrautung im Spritzfenster, Oktober 2007, pfluglos	27
Abbildung 13:	Deckungsgrade wichtiger Unkräuter auf den V-Standorten im Raps, Herbst 2007	27
Abbildung 14:	Deckungsgrade wichtiger Unkräuter auf den Löss-Standorten im Raps, Herbst 2007	28
Abbildung 15:	Schema zur Durchführung der Bonituren von Schaderregern und Krankheiten.....	30
Abbildung 16:	Fraßschäden durch die Kleine Kohlflye (rechts im Bild: fraßgeschädigte Rapswurzeln).....	31
Abbildung 17:	Befallshäufigkeit mit dem Gefleckten Kohltriebrüssler (rechts: typische Fraßschäden im Stängel).....	32
Abbildung 18:	Befallshäufigkeit mit dem Großen Rapsstängelrüssler (rechts: typische Wuchsanomalien)	32
Abbildung 19:	Rapsglanzkäferbefall in der Vorblüte (links) und zu Blühbeginn (rechts), jeweils im Spritzfenster.....	33
Abbildung 20:	Schotenbefall durch den Kohlschotenrüssler (links) und die Kohlschotenmücke (rechts).....	34
Abbildung 21:	Phoma-Blattflecken (links) und Pyknidien (rechts)	36
Abbildung 22:	Phoma-Blattbefall im Herbst 2007	37
Abbildung 23:	<i>Phoma lingam</i> Wurzelshalsbefall Pyknidien (links) und Verbräunung (rechts).....	37
Abbildung 24:	Phoma-Wurzelshalsbefall – Befallshäufigkeit (links) und Befallsstärke (rechts)	37
Abbildung 25:	Phoma-Stängelbefall anhand der Befallshäufigkeit (links) und der Befallsstärke (rechts).....	38
Abbildung 26:	Sclerotinia, Befall an der Rapsstoppel (links), Sklerotien im Stängel und in der Wurzel (rechts)	39
Abbildung 27:	Sclerotinia-Befall im Bestand (links) und im Spritzfenster (rechts)	39
Abbildung 28:	Sclerotinia-Befall in der Rapsstoppel	39
Abbildung 29:	Verticilliumbefall (links) und Mikrosklerotien durch Verticillium im oberen Bereich im Vergleich zu Pyknidien durch Phoma im unteren Bereich (rechts).....	41
Abbildung 30:	Herbizid-Behandlungsindex im Winterraps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)	43
Abbildung 31:	Anteil der Glyphosat-Herbizide am Herbizid-Behandlungsindex im Winterraps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts).....	44
Abbildung 32:	Fungizid-Behandlungsindex im Winterraps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)	45
Abbildung 33:	Insektizid-Behandlungsindex im Winterraps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (rechts)	46
Abbildung 34:	Gesamt-Behandlungsindex Raps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts).....	47
Abbildung 35:	Behandlungsindex Gesamtherbizideinsatz über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts).....	47
Abbildung 36:	Behandlungsindex Glyphosateinsatz über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)	48
Abbildung 37:	Anteil der Glyphosat-Herbizide am Herbizideinsatz über die Fruchtfolge betriebs-spezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts).....	48
Abbildung 38:	Behandlungsindex Fungizideinsatz über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)	49

Abbildung 39:	Behandlungsindex Insektizideinsatz über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)	49
Abbildung 40:	Gesamtbehandlungsindex über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)	50
Abbildung 41:	Schema der Bodenbeprobung innerhalb eines Schrages (Rastergröße: 5 ha)	52
Abbildung 42:	Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Phosphor-Gehalt in Löss- (Lö) und Verwitterungsböden (V)	53
Abbildung 43:	Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Kalium-Gehalt in Löss-(Lö) und Verwitterungsböden(V)	54
Abbildung 44:	Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Magnesium-Gehalt in Löss (Lö) und Verwitterungsböden (V)	55
Abbildung 45:	Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Humus-Gehalt in Löss- (Lö) und Verwitterungsböden (V)	55
Abbildung 46:	Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den pH-Wert in Löss- (Lö) und Verwitterungsböden (V)	56
Abbildung 47:	Verteilung der Regenwurmarten bei konventioneller Bodenbearbeitung verschiedener V-Standorte in Sachsen	63
Abbildung 48:	Verteilung der Regenwurmarten bei konservierender Bodenbearbeitung verschiedener V-Standorte in Sachsen	64
Abbildung 49:	Gesamtabundanz und Gesamtbiomasse der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen	65
Abbildung 50:	Altersverteilung der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen	66
Abbildung 51:	Abundanz und Biomasse endogäischer Arten der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen	69
Abbildung 52:	Abundanz und Biomasse anektischer Arten der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen	70
Abbildung 53:	Verteilung der Lebensformtypen der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen	71
Abbildung 54:	Witterung während der Standzeit der Bodenfallen im Jahre 2008, Wetterstation Forchheim	74
Abbildung 55:	Witterung während der Expositionszeit der Streubeutel im Jahre 2008, Wetterstation Forchheim	74
Abbildung 56:	Anzahl Individuen der Carabus-Arten auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	77
Abbildung 57:	Anzahl Arten der Laufkäfer (Carabidae) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	78
Abbildung 58:	Anzahl Individuen der Laufkäfer (Carabidae) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	78
Abbildung 59:	Zuordnung der Arten der Laufkäfer auf Größenklassen auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	79
Abbildung 60:	Zuordnung der Individuen der Laufkäfer auf Größenklassen auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahre 2008	79
Abbildung 61:	Anzahl Individuen aller Gruppen der Bodenmesofauna pro Streubeutel insgesamt auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	80
Abbildung 62:	Anzahl Individuen der Zersetzergruppen pro Streubeutel auf Feldern mit pflugloser und wendender Bodenbearbeitung im Jahre 2008	81
Abbildung 63:	Anzahl Individuen der Hornmilbe <i>Oppiella nova</i> (Oribatida) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	82
Abbildung 64:	Anzahl Individuen der Hornmilbe <i>Tectocephus velatus</i> (Oribatida) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	82
Abbildung 65:	Anzahl Individuen der Räubergruppen pro Streubeutel auf Feldern mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	83
Abbildung 66:	Vergleich der Anzahl Individuen der Zersetzer und Räuber pro Streubeutel auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	84

Abbildung 67:	Zersetzer-Räuber-Verhältnisse auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008.....	84
Abbildung 68:	Temperaturverlauf in der Vegetationsperiode 2008/09 an den Standorten Nossen und Forchheim	86
Abbildung 69:	Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2008/09 an den Standorten Nossen und Forchheim.....	87
Abbildung 70:	Temperaturverlauf in der Vegetationsperiode 2009/10 an den Standorten Nossen und Forchheim	87
Abbildung 71:	Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2009/10 an den Standorten Nossen und Forchheim.....	88
Abbildung 72:	Temperaturverlauf in der Vegetationsperiode 2010/11 an den Standorten Nossen und Forchheim, Junidaten beziehen sich auf die ersten beiden Dekaden.....	88
Abbildung 73:	Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2010/11 an den Standorten Nossen und Forchheim, Junidaten beziehen sich auf die ersten beiden Dekaden.....	89
Abbildung 74:	Anlage von Spritzfenstern (SF) auf allen Schlägen und Unkrautbonitur mit Boniturrahmen (0,25 m ²).....	90
Abbildung 75:	Anzahl der Unkrautarten im jeweiligen Mittel der acht Betriebe im Herbst 2008	91
Abbildung 76:	Anzahl der Unkrautarten im jeweiligen Mittel der acht Betriebe (rechts Löss-, links V-Standorte) im Frühjahr 2009	91
Abbildung 77:	Anzahl Unkrautarten in Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten (rechts Frühjahr 2010, links Herbst 2009).....	92
Abbildung 78:	Stetigkeit der im Frühjahr 2009 bonitierten Unkrautarten auf den pfluglosen (links) und gepflügten V-Standorten (rechts) in Wintergerste (n = 10).....	93
Abbildung 79:	Stetigkeit der im Frühjahr 2009 bonitierten Unkrautarten auf den pfluglosen (links) und gepflügten Löss- Standorten (rechts) in Winterweizen, (n = 10)	94
Abbildung 80:	Gesamt-Deckungsgrad (DG) in Wintergerste (links) und Winterweizen (rechts), Herbst 2008	94
Abbildung 81:	Gesamt-Deckungsgrad (DG) in Wintergerste (links) und Winterweizen (rechts), Frühjahr 2009	95
Abbildung 82:	Gesamt-Deckungsgrad (DG) in Wintergerste (links) und Winterweizen (rechts), Frühjahr 2010	95
Abbildung 83:	Gesamtdeckungsgrad in Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten (links Herbst 2009 und rechts Frühjahr 2010)	96
Abbildung 84:	Schema zur Durchführung der Bonituren von Schaderregern und Krankheiten.....	99
Abbildung 85:	Befallshäufigkeit (BH) mit Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit im BBCH 31-32 (links) und im BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2009	100
Abbildung 86:	Befallshäufigkeit (BH) mit Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit im BBCH 31-32 (links) und im BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2010	100
Abbildung 87:	Befallshäufigkeit (BH) mit der Netzfleckenkrankheit im BBCH 31-32 (links) und im BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2009.....	101
Abbildung 88:	Befallshäufigkeit (BH) mit der Netzfleckenkrankheit im BBCH 31-32 (linka) und im BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2010.....	101
Abbildung 89:	Befallshäufigkeit (BH) mit Mehltau in BBCH 21-29 (links) und in BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2009.....	102
Abbildung 90:	Befallshäufigkeit (BH) mit Mehltau in BBCH 21-29 (links) und in BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2010.....	102
Abbildung 91:	Befallshäufigkeit (BH) mit Ramularia-Blattfleckenkrankheit in BBCH 75 2009 (links) und 2010 (rechts) nach Betrieben	103
Abbildung 92:	Befallswert (nach Bockmann) für die Halmbruchkrankheit zur Milchreife (BBCH 75) 2009 (links) und 2010 (rechts) in Winterweizen nach Betrieben	104
Abbildung 93:	Halmbruch-Befallswert (nach BOCKMANN) 2010 in Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten	105
Abbildung 94:	Halmbruch-Befallshäufigkeit (BH) und Starkbefall im Bodenbearbeitungsversuch 2010	105
Abbildung 95:	Schwarzbeinigkeits – Index zur Milchreife (BBCH 75) 2009 (links) und 2010 (rechts) nach Betrieben.....	106
Abbildung 96:	Schwarzbeinigkeits – Index zur Milchreife (BBCH 75) 2010 in Abhängigkeit von der Vorfrucht	107
Abbildung 97:	Befallshäufigkeiten mit Fußkrankheiten im Winterweizen nach Bodenbearbeitungssystem, 2009 und 2010.....	107
Abbildung 98:	Befallshäufigkeiten (BH) mit Mehltau in BBCH 29-32 (links) und BBCH 39-49 (rechts) im Winterweizen nach Betrieben 2009.....	108
Abbildung 99:	Befallshäufigkeiten (BH) mit Mehltau in BBCH 29-32 (links) und BBCH 39-49 (rechts) im Winterweizen nach Betrieben 2010	108

Abbildung 100:	Befallshäufigkeiten (BH) mit Braunrost zur Blüte am 3. Blatt (BBCH 60-69), (links) und zur Milchreife am Fahnenblatt (BBCH 72-75), (rechts) im Winterweizen (im Spritzfenster) nach Betrieben 2009.....	109
Abbildung 101:	Befallshäufigkeiten (BH) mit Braunrost zur Blüte am 3. Blatt (BBCH 60-69), (links) und zur Milchreife am Fahnenblatt (BBCH 72-75), (rechts) im Winterweizen (im Spritzfenster) nach Betrieben 2010.....	109
Abbildung 102:	Befallsverlauf von Septoria-Blattdürre im Winterweizen (am 4. Blatt bzw. am 3. Blatt) von BBCH 29-39 bis BBCH 60-69), nach Bodenbearbeitungssystem 2009.....	110
Abbildung 103:	Befallsverlauf von Septoria-Blattdürre im Winterweizen (am 4. Blatt bzw. am 3. Blatt) von BBCH 29-39 bis BBCH 60-69), nach Bodenbearbeitungssystem 2010.....	110
Abbildung 104:	Befallsverlauf mit <i>Septoria tritici</i> im Jahr 2010 nach Vorfrucht Winterraps.....	111
Abbildung 105:	Befallshäufigkeit bei <i>Septoria tritici</i> im Streifenversuch 2010, BBCH 29-32.....	112
Abbildung 106:	Befall mit <i>Septoria tritici</i> im Streifenversuch 2010, BBCH 72-75 mit Befallshäufigkeit (links) und Bedeckungsgrad (rechts).....	112
Abbildung 107:	Befallsverlauf von DTR 2010 im Streifenversuch (Vorfrucht Winterweizen).....	113
Abbildung 108:	Vergleich der Deoxynivalenol (DON)-Werte 2009 im Betriebsdurchschnitt.....	114
Abbildung 109:	Glyphosat-Behandlungsindex in Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	116
Abbildung 110:	Herbizid-Behandlungsindex (ohne Glyphosat) in Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	117
Abbildung 111:	Fungizid-Behandlungsindex in Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	117
Abbildung 112:	Wachstumsregler-Behandlungsindex in Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	118
Abbildung 113:	Gesamt-Behandlungsindex Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	119
Abbildung 114:	Teilbehandlungsindices in Wintergerste auf den V-Standorten 2009 im Vergleich zum Netz der Vergleichsbetriebe (NVB).....	119
Abbildung 115:	Teilbehandlungsindices in Wintergerste auf den V-Standorten 2010.....	120
Abbildung 116:	Herbizid-Behandlungsindex (ohne Glyphosat) in Winterweizen nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem 2009 und 2010.....	120
Abbildung 117:	Glyphosat-Behandlungsindex in Winterweizen nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem 2009 und 2010.....	121
Abbildung 118:	Fungizid-Behandlungsindex in Winterweizen 2009 und 2010 betriebsspezifisch und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	122
Abbildung 119:	Insektizid-Behandlungsindex in Winterweizen 2009 und 2010 betriebsspezifisch und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	122
Abbildung 120:	Wachstumsregler-Behandlungsindex in Winterweizen 2009 und 2010 betriebsspezifisch und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	123
Abbildung 121:	Gesamt-Behandlungsindex in Winterweizen 2009 und 2010 betriebsspezifisch und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem.....	123
Abbildung 122:	Teilbehandlungsindices in Winterweizen 2009 im Vergleich zum Netz der Vergleichsbetriebe (NVB).....	124
Abbildung 123:	Teilbehandlungsindices in Winterweizen 2010 im Vergleich zum Netz der Vergleichsbetriebe (NVB).....	124
Abbildung 124:	Refugienfalle (sogenannte Bayerfolie) (links) und mit untergelegtem Schneckenkorn angelockte Wegschnecke (<i>Arion lusitanicus</i>) (rechts).....	127
Abbildung 125:	Darstellung Flutationsmethode.....	128
Abbildung 126:	Aktivitätsdichte von Feldmäusen im Winterraps (Lö 1 und Lö 3) und im Winterweizen (Demonstrationsversuch), 1. Kontrolltermin Ende März 2010.....	131
Abbildung 127:	Aktivitätsdichte von Feldmäusen im Winterraps (Lö1 und Lö3) und im Winterweizen (Demonstrationsversuch), 2. Kontrolltermin Ende April 2010.....	132
Abbildung 128:	Aktivitätsdichte von Feldmäusen nach der Ernte Ende August 2010.....	133
Abbildung 129:	Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen der Betriebe Lö1 und Lö3 vor Grundbodenbearbeitung bzw. Aussaat des Winterweizens im September 2010.....	134
Abbildung 130:	Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen im Oktober 2010.....	135

Abbildung 131:	Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen im November 2010.....	136
Abbildung 132:	Bei Erstbegehung der Flächen vorhandene Löcher Ende März/Anfang April 2011.....	137
Abbildung 133:	Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen Ende März/Anfang April 2011.....	137
Abbildung 134:	Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen Anfang Juni 2011.....	138
Abbildung 135:	Entwicklung der Aktivitätsdichte von Feldmäusen im Zeitraum März 2010 bis Juni 2011, je nach Bodenbearbeitungsvariante.....	139
Abbildung 136:	Anteile der wichtigsten Schneckenarten an den gefundenen Individuenzahlen im Herbst 2009 (Summe über alle 13 Flächen).....	141
Abbildung 137:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs-Varianten vor Bodenbearbeitung bzw. Aussaat (links) und zum ersten Kontrolltermin Ende August 2009 (rechts), Summe über alle Flächen.....	142
Abbildung 138:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs-Varianten zum 2. Termin im September (links) und zum 3. Termin im Oktober/November 2009 (rechts), Summe über alle Flächen.....	142
Abbildung 139:	Entwicklung von <i>D. reticulatum</i> und <i>A. fasciatus</i> auf den gepflügten und ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (jeweils auf drei Flächen), Herbst 2009.....	143
Abbildung 140:	Entwicklung der Schneckenarten auf den dauerhaft ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 1 und den Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe über alle drei Flächen), Herbst 2009.....	144
Abbildung 141:	Entwicklung der Schneckenarten auf den Bodenbearbeitungsvarianten des Demonstrationsversuchs, Herbst 2009.....	145
Abbildung 142:	Anteile der wichtigsten Schneckenarten an den gefundenen Individuenzahlen im Frühjahr 2010, (Summe über alle 13 Flächen).....	147
Abbildung 143:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs-Varianten zum 1. Kontrolltermin im März (links) und zum 2. Termin im April 2010 (rechts) (jeweils Summen über alle Flächen).....	147
Abbildung 144:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs-Varianten zum 3. Termin im Mai 2010 (jeweils Summen über alle Flächen).....	148
Abbildung 145:	Entwicklung von <i>D. reticulatum</i> und <i>A. fasciatus</i> auf den gepflügten und ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe über je drei Flächen), Frühjahr 2010.....	148
Abbildung 146:	Entwicklung von <i>D. reticulatum</i> und <i>A. fasciatus</i> auf den ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 1 und den gepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe über je drei Flächen), Frühjahr 2010.....	149
Abbildung 147:	Entwicklung der Schneckenarten auf den Bodenbearbeitungsvarianten des Demonstrationsversuchs, Frühjahr 2010.....	150
Abbildung 148:	Anteile der wichtigsten Schneckenarten an den gefundenen Individuenzahlen im Herbst 2010 (Summe über alle Flächen).....	151
Abbildung 149:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungsvarianten vor der Bodenbearbeitung/Aussaat (links) und zur 1. Kontrolle im September 2010 (rechts).....	151
Abbildung 150:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungsvarianten zum 2. Termin im Oktober (links) und zum 3. Termin im Oktober/November 2010 (rechts).....	152
Abbildung 151:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungsvarianten zum 4. Kontrolltermin im November 2010.....	152
Abbildung 152:	Entwicklung von <i>D. reticulatum</i> und <i>A. fasciatus</i> auf den gepflügten und ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe jeweils über alle drei Flächen), Herbst 2010.....	153
Abbildung 153:	Entwicklung von <i>D. reticulatum</i> und <i>A. fasciatus</i> auf den ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 1 und den Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe über jeweils alle drei Flächen), Herbst 2010.....	154
Abbildung 154:	Entwicklung der Schneckenarten auf den Bodenbearbeitungsvarianten des Demonstrationsversuchs, Herbst 2010.....	154
Abbildung 155:	Anteile der wichtigsten Schneckenarten an den gefundenen Individuenzahlen im Frühjahr 2011.....	155
Abbildung 156:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs zur 1. Kontrolle im März/April 2011 (links) und zur 2. Kontrolle Mitte/Ende April 2011 (rechts).....	156
Abbildung 157:	Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs zur 3. Kontrolle Mitte/Ende Mai 2011 (links) und zur 4. Kontrolle Anfang Juni 2011 (rechts).....	156
Abbildung 158:	Entwicklung der wichtigsten Schneckenarten auf den gepflügten und ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe jeweils über alle drei Flächen), Frühjahr 2011.....	157

Abbildung 159: Vergleich der Pfluglos-Varianten in Betrieb Lö 1 und Lö 3 (Summe jeweils über alle drei Flächen), Frühjahr 2011	158
Abbildung 160: Entwicklung der Schneckenarten auf den Varianten des Demonstrationsversuchs, Frühjahr 2011	159

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auftreten der wichtigsten Unkräuter nach Höhe ihres Deckungsgrades in absteigender Richtung.....	28
Tabelle 2:	Deckungsgrade der wichtigsten Unkräuter auf den V- und Löss-Standorten im Herbst 2007	29
Tabelle 3:	BI-Beispielrechnung für zwei Flächen im Betrieb V 1 pfluglos	44
Tabelle 4:	Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen (%) in den acht ausgewählten Betrieben in Winterraps 2008	46
Tabelle 5:	Düngemenge in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (in kg/ha und Jahr über sechs Jahre).....	57
Tabelle 6:	Zusammenfassung zur vertikalen Nährstoffverteilung mit zunehmender Bodentiefe (0 bis 30 cm) in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (Größe des Pfeils = Intensität der Ab- bzw. Zunahme).....	60
Tabelle 7:	Gesamtabundanz und Gesamtbiomasse der Regenwurmpopulationen	64
Tabelle 8:	Altersstruktur der Regenwurmpopulationen	65
Tabelle 9:	Anzahl Kokons pro m ²	66
Tabelle 10:	Abundanz und Biomasse von <i>A. chlorotica</i> gesamt	67
Tabelle 11:	Abundanz und Biomasse von <i>A. caliginosa</i> gesamt	67
Tabelle 12:	Abundanz und Biomasse von <i>A. rosea</i> gesamt	68
Tabelle 13:	Abundanz und Biomasse von <i>O. tyriteum</i> gesamt	68
Tabelle 14:	Abundanz und Biomasse von Endogäisch gesamt	68
Tabelle 15:	Abundanz und Biomasse von <i>A. longa</i> gesamt.....	69
Tabelle 16:	Abundanz und Biomasse von <i>L. terrestris</i> gesamt.....	70
Tabelle 17:	Abundanz und Biomasse von Anektisch gesamt	70
Tabelle 18:	Lebensformtypen der Regenwurmpopulationen	71
Tabelle 19:	Arten- und Individuenzahlen der nachgewiesenen Webspinnen (Arachnida, Araneae; excl. Linyphiidae) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahre 2008	76
Tabelle 20:	Anzahl Individuen der Springschwänze (Collembola) auf Flächen mit pflugloser und wendender Bodenbearbeitung im Jahr 2008	81
Tabelle 21:	Anzahl Individuen der Familien der Raubmilben (Acari, Gamasina) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008	83
Tabelle 22:	Anzahl Individuen ausgewählter Tiergruppen auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahre 2008	85
Tabelle 23:	Auftreten der wichtigsten Unkräuter nach Höhe ihres durchschnittlichen Deckungsgrades in absteigender Richtung im Frühjahr 2009 und 2010 (im Betriebsdurchschnitt)	96
Tabelle 24:	Deckungsgrade der wichtigsten Unkräuter auf den V- und Löss-Standorten in Wintergerste bzw. Winterweizen im Frühjahr 2009 und 2010 (im Spritzfenster).....	97
Tabelle 25:	Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen (%) in den ausgewählten Betrieben der V-Standorte in Wintergerste 2009 und 2010.....	118
Tabelle 26:	Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen (%) in den ausgewählten Betrieben in Winterweizen 2009 und 2010	123
Tabelle 27:	Anteil an Wiederholungen in den BB-Varianten, in denen der Bekämpfungsrichtwert von acht wieder geöffneten Löchern/256 m ² überschritten bzw. ein Starkbefall (15 wgL) festgestellt wurde.....	139
Tabelle 28:	Individuenzahlen vor der Bodenbearbeitung im konventionellen Betrieb Lö3 (Summe über alle drei Flächen), Herbst 2009	141
Tabelle 29:	Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im konventionellen Betrieb Lö 3 (jeweils auf drei Flächen), Herbst 2009	143
Tabelle 30:	Individuenzahlen zu den Boniturterminen im Vergleich der beiden Betriebe Lö 1 (dauerhaft pfluglos) und Lö 3 (pfluglos Variante im konventionellen Betrieb) (Summe über alle drei Flächen), Herbst 2009.....	143
Tabelle 31:	Vergleich der Individuenzahlen in den vier Varianten vor und nach Bodenbearbeitung, Herbst 2009	144
Tabelle 32:	Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im konventionellen Betrieb Lö 3 (Mittel über alle drei Standorte), Frühjahr 2010.....	148
Tabelle 33:	Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im Vergleich der beiden Betriebe Lö 1 und Lö 3 (Pfluglos- Varianten im Mittel über die jeweils drei Flächen).....	149

Tabelle 34:	Vergleich der Individuenzahlen in den vier Varianten des Demonstrationsversuchs, Frühjahr 2010	149
Tabelle 35:	Individuenzahlen zu den fünf Boniturterminen im konventionellen Betrieb Lö 3 (Durchschnitt über alle drei Flächen), Herbst 2010.....	152
Tabelle 36:	Individuenzahlen zu den fünf Boniturterminen im Vergleich der beiden Betriebe Lö 1 und Lö 3 (Pfluglos-Varianten im Mittel über die jeweils drei Flächen), Herbst 2010	153
Tabelle 37:	Vergleich der Individuenzahlen in den vier Varianten des Demonstrationsversuchs, Herbst 2010.....	154
Tabelle 38:	Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im konventionellen Betrieb Lö 3 (Mittel über alle drei Flächen), Frühjahr 2011.....	157
Tabelle 39:	Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im Vergleich der beiden Betriebe Lö 1 und Lö 3 (Pfluglos-Varianten im Mittel über die jeweils drei Flächen), Frühjahr 2011.....	158
Tabelle 40:	Vergleich der Individuenzahlen in den vier Varianten des Demonstrationsversuchs, Frühjahr 2011	158

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AHL	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung
AMK	Aufwandmengkoeffizient
AuW	Agrar-Umwelt-Maßnahmen
AWM	Aufwandmenge
BB	Bodenbearbeitung
BBCH	Entwicklungsstadium der Pflanze (nach Biologischer Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemischer Industrie)
BH	Befallshäufigkeit
BI	Behandlungsindex
Bl.	Blatt
BSA	Bundessortenamt
CaCl	Calciumchlorid
DG	Deckungsgrad
DON	Deoxynivalenol
DTR	Drechslera tritici-repentis
FF	Fruchtfolge
FK	Flächenkoeffizient
Gly	Glyphosat
indet.	indeterminabel (unbestimmbar)
Ind./m ²	Individuen pro Quadratmeter
K	Kalium
KTR	Gefleckter Kohltriebrüssler
LfL	Landesanstalt für Landwirtschaft
LfULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Lö	Lössboden
Lö1	Löss-Standort – Betrieb 1
Lö2	Löss-Standort – Betrieb 2
Lö3	Löss-Standort – Betrieb 3
Lö4	Löss-Standort – Betrieb 4
M	Anzahl der Beobachtungen
Mg	Magnesium
MQFehler	Fehlervarianz
N	Stickstoff
n	Anzahl Einzelwerte
NVB	Netz der Vergleichsbetriebe
P	Phosphor
pH –Wert	negativer Dekadischer Logarithmus der Wasserstoff-Ionenkonzentration
PSM	Pflanzenschutzmittel
SEÜ	Schaderregerüberwachung
SM	Silomais
SQ	Summe der Abweichungsquadrate
σ_R	Standardabweichung der Einzelwerte
V	Verwitterungsboden
V1	Verwitterungsstandort - Betrieb 1
V2	Verwitterungsstandort - Betrieb 2
V3	Verwitterungsstandort - Betrieb 3
V4	Verwitterungsstandort - Betrieb 4
V-Standort	Verwitterungsstandort

W-Raps	Winterraps
WW	Winterweizen
W-Weizen	Winterweizen
wgL	wieder geöffnete Löcher
W-Gerste	Wintergerste
W-Roggen	Winterroggen
y...	Summe aller M Beobachtungen
ZEA	Zearaleon
ZR	Zuckerrübe

1 Einleitung

In diesem Heft der Schriftenreihe werden die Abschlussberichte zweier Projekte zusammengefasst:

Das Vorhaben „Wechselwirkungen zwischen Bodenbearbeitung, Nährstoffversorgung und Pflanzenschutz“ wurde im Zeitraum Sommer 2007 bis Sommer 2009 durchgeführt. Unmittelbar daran schloss sich das Vorhaben „Untersuchungen von Möglichkeiten zur nachhaltigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit, der Nährstoffversorgung und des Pflanzenschutzes bei der konservierenden Bodenbearbeitung unter besonderer Berücksichtigung von Schnecken und Mäusen“ an. Die Untersuchungen erfolgten im Zeitraum Herbst 2009 bis Sommer 2011. Die beiden Projekte hängen sowohl thematisch als auch in der Planung und Durchführung unmittelbar zusammen. Weil das zweite Projekt als Vertiefung spezieller Aspekte und Untersuchungen in weiteren Kulturen auf dem ersten Projekt aufbaut, ist auch eine zusammenfassende und ergänzende Darstellung der gefundenen Ergebnisse sinnvoll.

1.1 Problemstellung

Die vielseitigen Vorteile der konservierenden Bodenbearbeitung sowohl in ökologischer (Erosionsschutz, Bodengefügeschutz, Aktivierung des Bodenlebens etc.) als auch ökonomischer Hinsicht (Energie-, Diesel-, Arbeitszeiterparnis etc.) sind unbestritten, wurden und werden in zahlreichen Untersuchungen und Veröffentlichungen herausgestellt und finden ihren Niederschlag in einer immer breiteren Anwendung dieses Systems in sächsischen Betrieben (siehe Abb. 1). Aus dieser Übersicht, die alle Betriebe bzw. Flächen (ca. 40) Sachsens einschließt, welche in die jährliche Schaderregerüberwachung einbezogen sind, wird deutlich, dass Winterraps zu etwa 75 % und Winterweizen zu etwa 80 % (2009-2010) pfluglos bestellt wird.

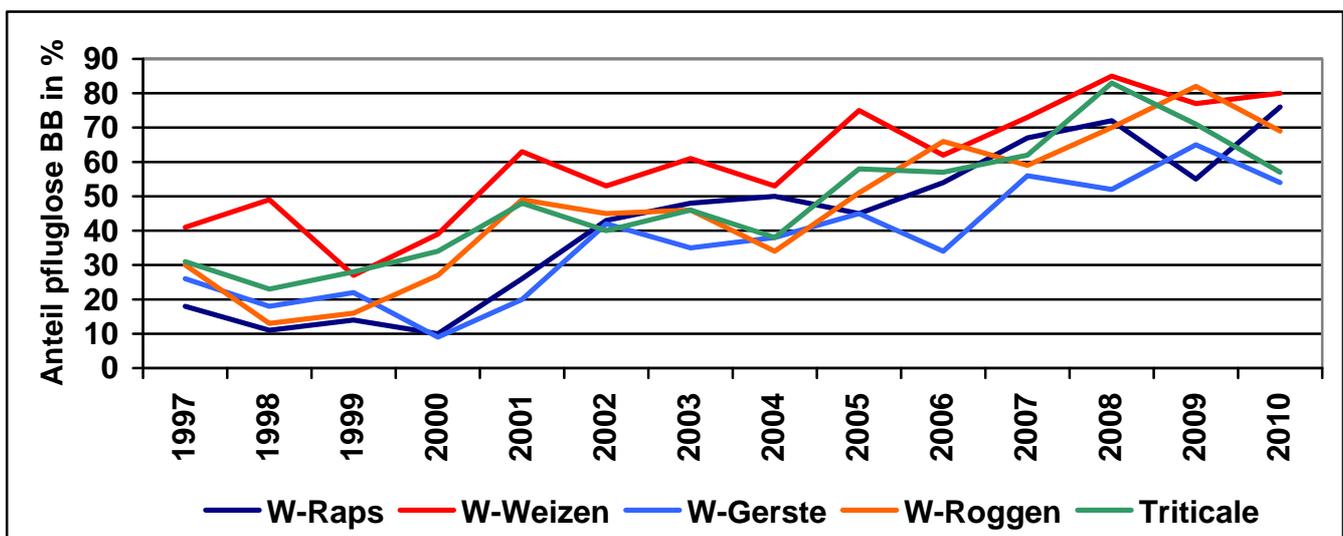


Abbildung 1: Anteil der pfluglosen Bodenbearbeitung in den Jahren 1997 bis 2010, bezogen auf die Beobachtungsflächen der Schaderregerüberwachung in Sachsen (Quelle: LfULG, Schaderregerüberwachung)

Mit den Vorteilen einer dauerhaften Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung geht jedoch auch ein verändertes Auftreten von Unkräutern/Ungräsern, tierischen und pilzlichen Schaderregern, aber auch ein hohes Maß der Anforderungen an das Betriebsmanagement einher. Diese veränderten Bedingungen bedürfen weitergehender Untersuchungen, um das System der dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung weiter zu optimieren und noch mehr Sicherheit und Effektivität in der Anwendung zu erreichen.

1.2 Zielstellung

In Kooperation mit sächsischen Betrieben, die seit mindestens fünf Jahren konsequent konservierende Bodenbearbeitung betreiben, sollten in Vergleichsuntersuchungen zu Betrieben mit wechselnd konservierender und wendender Bodenbearbeitung zunächst die jeweilige Situation in den Betrieben in den Bereichen Pflanzenschutz, Düngung bzw. Nährstoffverhalten im Boden und Bodenschutz näher untersucht sowie entsprechende Empfehlungen abgeleitet werden.

Dabei zeigten die Ergebnisse des ersten Projektes „Wechselwirkung zwischen Bodenbearbeitung, Nährstoffversorgung und Pflanzenschutz“, die aus Untersuchungen in sächsischen Betrieben in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem ermittelt wurden, dass die Fruchtfolge einen entscheidenden Einfluss auf die Ausprägung verschiedenster Merkmale ausübt und dass vertiefende Untersuchungen als notwendig erachtet wurden, um Aussagen zu entsprechenden Strategien bei der konservierenden Bodenbearbeitung machen zu können.

Unter Nutzung betriebsüblicher Getreide-Fruchtfolgen sollte durch vergleichende Untersuchungen im Gesamtzeitraum von vier Jahren herausgestellt werden,

ob und wie sich die Befallsituation bei tierischen und pilzlichen Schaderregern unterscheidet,
ob und wie sich das Auftreten von Unkräutern bzw. Ungräsern unterscheidet,
welche acker- und pflanzenbaulichen sowie Pflanzenschutzmaßnahmen unter den Bedingungen des integrierten Pflanzenschutzes erforderlich sind und von Betrieben praktiziert werden,
welche Möglichkeiten der Reduzierung des PSM-Einsatzes abgeleitet werden können,
ob sich die Düngestrategien sowie die Nährstoffverteilung in den Böden der zu vergleichenden Betriebe unterscheiden,
ob eine Differenzierung im Nützlingsauftreten (wie z. B. bei Regenwürmern und Laufkäfern) zu verzeichnen ist und
ob Unterschiede im Auftreten von Nacktschnecken und Mäusen zu beobachten sind.

Eine Einbeziehung vorhandener Feldversuche sowie Literaturrecherchen werden die aus den Betriebsvergleichen gewonnenen Erkenntnisse ergänzen. Die Wahl der Untersuchungsmethodik sowie die Beurteilung der Ergebnisse erfolgte in Kooperation der Referate Pflanzenschutz, Pflanzenbau/Nachwachsende Rohstoffe und Bodenkultur des des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

2 Standorte und Versuche

2.1 Betriebsauswahl und Beobachtungsflächen

Im Jahr 2007 erfolgte zunächst eine Auswahl von insgesamt acht sächsischen Betrieben (siehe auch Abb. 2 zur Lage der Betriebe). Im Herbst 2009 wurden die Untersuchungen in denselben Betrieben fortgesetzt. Folgende Hauptauswahlkriterien fanden Berücksichtigung:

vier Betriebe auf Löss-Standorten, von denen zwei Betriebe mindestens fünf Jahre dauerhaft pfluglos wirtschaften und zwei Betriebe, die sowohl mit Pflug als auch konservierend, d.h. pfluglos wirtschaften
vier Betriebe auf Verwitterungsstandorten mit o. g. Konstellation
getreidebetonte Fruchtfolgen in den Betrieben
ähnliche natürliche Bedingungen (Boden-, Niederschlags- und Temperaturbedingungen)
lückenlose Führung einer Schlagkartei, die über einen möglichst langen Zeitraum zurückverfolgbar ist, mit Angaben zur Bodenbearbeitung, zum Pflanzenschutz und zur Düngung
mindestens fünf Schläge je Betrieb, auf denen in 2007/2008 Raps angebaut wurde und 2008/2009 Weizen bzw. eine andere Getreidekultur folgte, weil an diesen Hauptkulturen die Beobachtungen und Bonituren erfolgen sollten

In Anhang 1 A sind für die acht ausgewählten Betriebe Kenndaten zu bodenschonenden Verfahren, Standortbeschreibung, Bodennutzung, Anbaustruktur sowie Fruchtfolgen zusammengestellt. Die vier zu 100 % pfluglos wirtschaftenden Betriebe (jeweils zwei auf Löss- und zwei auf V-Standorten) wenden dieses Verfahren bereits seit Anfang der 1990er-Jahre an. Auf der Grundlage eines Fragebogens, der in den acht Betrieben abgearbeitet wurde, konnte festgestellt werden, dass sich die Beweggründe für die Umstellung auf eine dauerhaft pfluglose Bewirtschaftung auf den Löss- und V-Standorten unterscheiden: So sind in den auf den Gneisverwitterungsböden der V-Standorte wirtschaftenden Betrieben des Erzgebirges bzw. Erzgebirgsvorlandes der hohe Steinbesatz und der aufgrund der klimatischen Voraussetzungen vorherrschende Termindruck die Hauptgründe für die Umstellung. Demgegenüber sind die Beweggründe zur Bewirtschaftungsumstellung für die ausgewählten Betriebe des sächsischen Lösshügellandes in erster Linie das Wassererosionsproblem auf den schluffreichen hügeligen Lössböden, aber auch Einsparungsmöglichkeiten durch Senkung des Diesel- und Arbeitszeitaufwandes sowie Fördermöglichkeiten im Programm „AuW“.

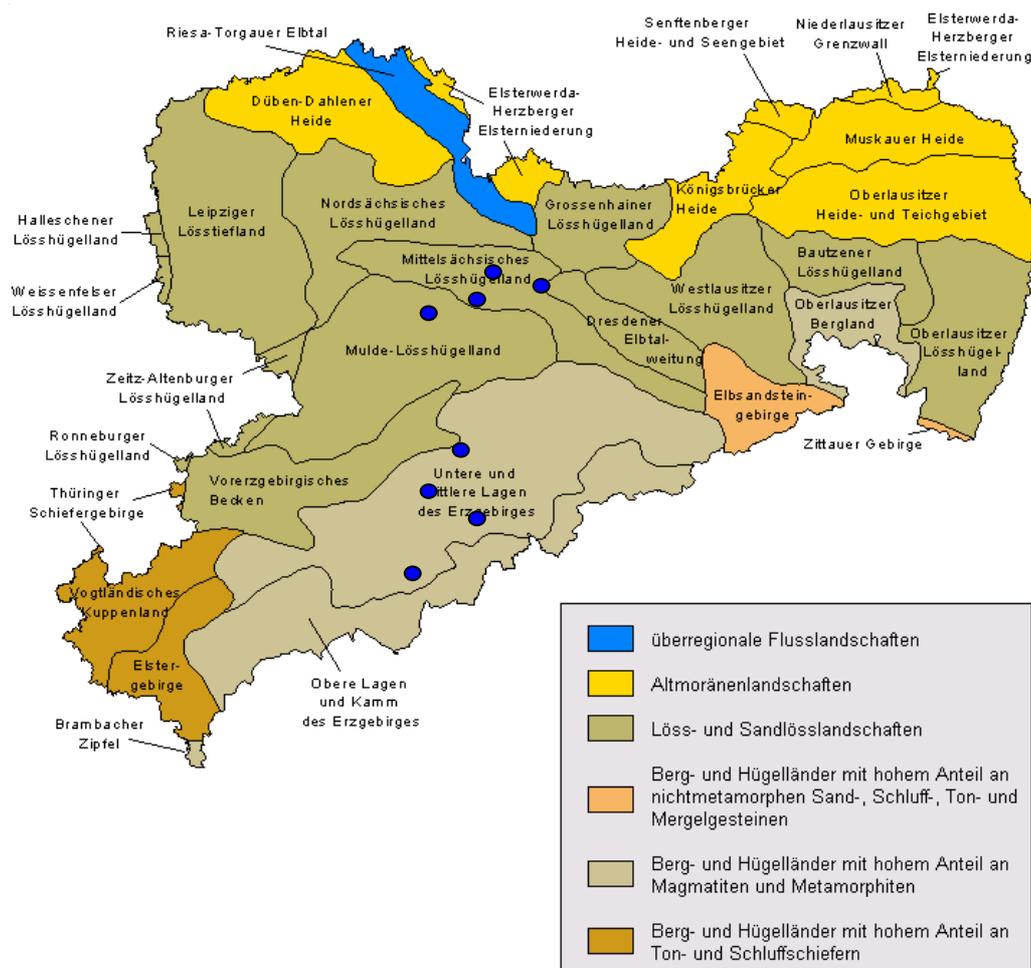


Abbildung 2: Lage der Betriebe entsprechend der Bodenregionen Sachsens

Nachfolgend sind die über die Jahre erzielten Verbesserungen bzw. Veränderungen und Probleme durch den Einsatz der konservierenden Bodenbearbeitung sowohl in den dauerhaft pfluglos wirtschaftenden Betrieben als auch in den konventionell wirtschaftenden Betrieben zusammengefasst. Grundlage für diese Zusammenstellung ist der bereits erwähnte Fragebogen, der gemeinsam mit den Leitern der am Projekt teilnehmenden Betriebe abgearbeitet wurde. Diese Zusammenstellung bildet eine Vergleichsbasis für die Untersuchungen, welche im Rahmen der beiden Projekte auf den ausgewählten Flächen in diesen Betrieben durchgeführt wurden.

Verbesserungen, die über die Jahre in den ausgewählten Betrieben durch Anwendung der pfluglosen Bodenbearbeitung beobachtet wurden:

- bessere „Beherrschung des Steinproblems“
- höhere Schlagkraft
- Minderung des Erosionsproblems
- Kostenersparnis durch Senkung des Diesel- und Arbeitszeitaufwandes
- Humusanreicherung, insbesondere auch auf „problematischen“ Böden
- Verbesserung der Tragfähigkeit
- verbesserter Wasserhaushalt und damit Minderung des Frühsommertrockenheitsproblems (insbesondere auf V-Standorten)

Durch die veränderte Wirtschaftsweise haben sich aber auch Probleme eingestellt, die jedoch z.T. sehr betriebsspezifisch auftraten (sowohl in dauerhaft pfluglos wirtschaftenden als auch konventionell wirtschaftenden Betrieben):

- stärkere Verungrasung (teilweise Jährige, Gemeine und Wiesenrispe, Trespel, Quecke, Distel)
- Durchwuchsprobleme in Wintergerste nach Winterweizen
- verstärktes Auftreten von Schnecken und Mäusen
- mehr Unkräuter im Raps
- Verstärkung im Fusariumauftreten
- höherer Pflanzenschutzmitteleinsatz (insbesondere Glyphosat!)

Probleme in konventionell wirtschaftenden Betrieben:

- höherer Zugkraftbedarf beim Pflügen auf Flächen, die vorher in Mulchsaat bewirtschaftet wurden
- Probleme bei der Auflaufsicherheit von Gemüsesämereien (auf Löss-Standorten)
- Handling von Strukturschäden nach der Zuckerrübenenernte

Mit der Auswahl von Flächen in den acht Betrieben und durch entsprechende Beobachtungen und Bonituren sollten diese möglichen Veränderungen nachgewiesen werden, insbesondere das Auftreten von Unkräutern und Schaderregern. Die Hauptkultur Winterraps stand im Mittelpunkt der Untersuchungen im Vorgängerprojekt. Im Folgeprojekt zählte neben Winterweizen und Wintergerste im Jahr 2011 auch die Zuckerrübe zu den untersuchten Kulturen.

So wurden pro Betrieb fünf Schläge ausgewählt, auf denen 2008 Raps in der Fruchtfolge stand und 2009 Getreide folgte. Betriebs- und regionsbedingt wurde auf den Löss-Standorten der Winterweizen untersucht und auf den V-Standorten die Wintergerste. Die sich daraus ergebende Gesamtzahl von 40 Beobachtungsschlägen wurde als Verrechnungsbasis für aussagefähige Ergebnisse als notwendig erachtet.

Während die Untersuchungsergebnisse zum Winterraps in den Kapiteln 3 bis 5 und in Bezug auf die detaillierten Schnecken- und Mäuseuntersuchungen in Kapitel 7 enthalten sind, sind die Ergebnisse zum Getreide in die Kapitel 6 und 7 eingeflossen.

Die entsprechenden Fruchtfolgen auf den einzelnen Schlägen sind dem Anhang 1 B zu entnehmen. Dabei ist zu beachten, dass ab der Winterung 2008 auf den V-Standorten aufgrund der insgesamt zu geringen Flächenanzahl mit Winterweizen auf andere Flächen mit Wintergerste ausgewichen werden musste. Aufgrund der betrieblichen Konstellationen standen damit nur noch 15 Flächen zur Verfügung, von denen ein Teil der konventionellen Flächen auch pfluglos bestellt wurden. Der Pflugeinsatz und die zusätzlich ausgewählten Flächen ist auch Anhang 1 E zu entnehmen. Auf den Löss-Standorten blieben alle 19 Flächen erhalten, die zum WW im Herbst 2008 jedoch auch in den konventionellen Betrieben alle pfluglos bestellt wurden.

Des Weiteren sind in Anlage 2 A die angebauten Kulturen getrennt nach V- und Löss-Standorten über die Fruchtfolge auf den ausgewählten Schlägen im Zeitraum 2003–2008 mit ihren prozentualen Anteilen ins Verhältnis gesetzt sowie die Anzahl der angebauten Kulturen in jedem Betrieb dargestellt.

Für das Folgeprojekt ab Juli 2009 wurden weitergehende Untersuchungen am Getreide in Abhängigkeit von der Vorfrucht und dem Bodenbearbeitungssystem als ein Schwerpunkt herausgegriffen. Dafür war es notwendig, neue Flächen in den beteiligten Betrieben auszuwählen. Folgende Flächenkonstellation lag vor:

V-Standorte:

- 7 x Wintergerste in zwei dauerhaft Pfluglos-Betrieben (i.d.R. Vorfrucht Winterraps)
- 8 x Wintergerste in zwei konventionellen Betrieben (z. T. aber auch Pfluglos-Bestellung, Vorfrucht Winterraps); mehr Flächen waren in diesen Betrieben nicht verfügbar

Löss-Standorte:

- 9 x Winterweizen in zwei dauerhaft Pfluglos-Betrieben, (Vorfrüchte: 2 x Silomais, 2 x Winterweizen, 6 x Winterraps)
- 10 x Winterweizen in zwei konventionellen Betrieben; (Vorfrüchte: 2 x Pflug-Silomais, 2 x Pflug-Winterweizen, 6 x Pfluglos-Winterraps)

Außerdem wurden für einen weiteren Untersuchungsschwerpunkt des Folgeprojektes zum Auftreten von Schnecken und Mäusen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung insgesamt sechs Löss-Standorte in zwei der bereits beteiligten Betriebe ausgewählt, auf denen im Herbst 2009 Raps ausgesät wurde und im Herbst 2010 Winterweizen folgte (siehe dazu Kapitel 7).

2.2 Einbeziehung vorhandener Versuche

Neben den Untersuchungen auf den beschriebenen sächsischen Praxisschlägen werden vorhandene Versuche in Sachsen, die in die Zielstellung dieses Projektes passen, mit einbezogen. Das betrifft folgende Versuche und Ergebnisse:

- **Großparzellenversuch in Littdorf** auf einem Löss-Standort am südlichen Rand des sächsischen Lösshügellandes: Seit 1990 wird diese Fläche pfluglos bewirtschaftet. Seit 1998 wird ein Streifen von 24 m über die gesamte Schlaglänge gepflügt und 2004 kam zusätzlich noch ein in Direktsaat bestellter Streifen von 24 m hinzu, sodass 3 x 24 m Streifen in verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten für Untersuchungen zur Verfügung stehen.
- **Demonstrationsversuch der Südzucker AG in Lüttewitz** in der Lommatzcher Pflege (siehe Abb. 3): Hier liegen vier verschiedene Bodenbearbeitungsvarianten nebeneinander (Pflug, Locker [Grundbodenbearbeitung mit Grubber], Mulch [ohne Grundbodenbearbeitung] und Direktsaat) mit der Fruchtfolge ZR-WW-WW. In diesem Versuch erfolgten Beobachtungen zum Unkraut/Ungras- und Schaderregerauftreten ab Herbst 2009 bis zur Ernte 2010 im Winterweizen (Vorfrucht: Winterweizen) in allen vier Bodenbearbeitungsvarianten. Des Weiteren wurde in diesen Varianten von Herbst 2009 bis Frühjahr 2011 auch das Mäuse- und Schneckenauftreten untersucht.
- Rechercheergebnisse zu Versuchen aus der Literatur



Abbildung 3: Demonstrationsversuch der Südzucker AG in Lüttewitz (Quelle: Südzucker AG)

3 Untersuchungen zu Aspekten des Pflanzenschutzes im Winterraps 2007/2008

3.1 Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode 2007/2008

Die Vegetationsperiode 2007/2008 war zunächst gekennzeichnet durch einen sehr feuchten Herbst. Außer im Oktober lagen die Niederschläge bereits im August, danach im September und November deutlich über dem langjährigen Mittel am Standort Nossen und Forchheim (siehe Abb. 4 und 5). Durch die starke Feuchtigkeit wurden günstige Bedingungen für das Schneckenauftreten geschaffen. Des Weiteren waren ebenso die Infektionsbedingungen für Phoma lingam optimal. Die hohe Bodenfeuchte hatte insgesamt, insbesondere auf den V-Standorten, einen ungünstigen Einfluss auf die Entwicklung der Rapspflanzen, was besonders an der nicht optimalen Wurzel Ausbildung zu sehen war.

Über die Wintermonate waren Temperaturen vorherrschend (siehe Abb. 4 und 5), die weit über dem 10-jährigen Mittel lagen, sodass es zumindest nicht zu Auswinterungsschäden kam.

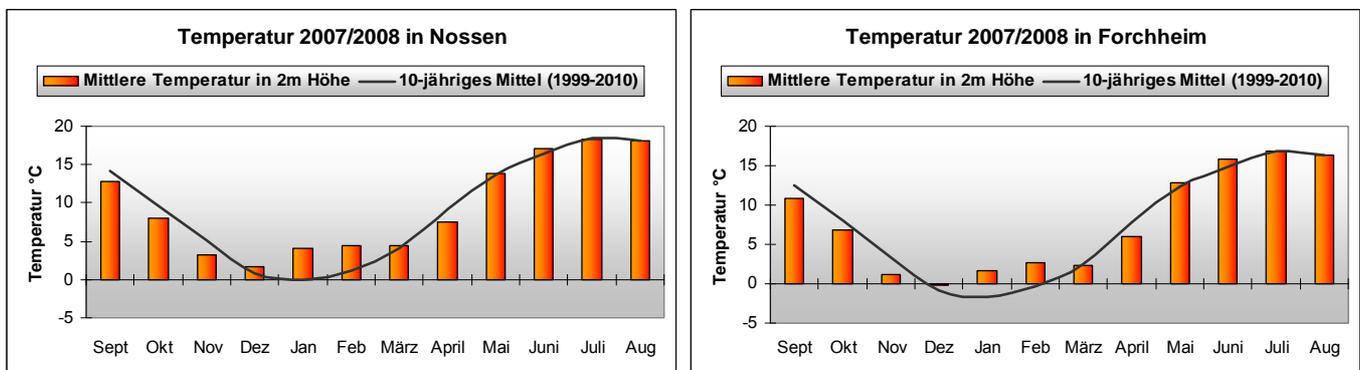


Abbildung 4: Temperaturverlauf in der Vegetationsperiode 2007/08 an den Standorten Nossen und Forchheim

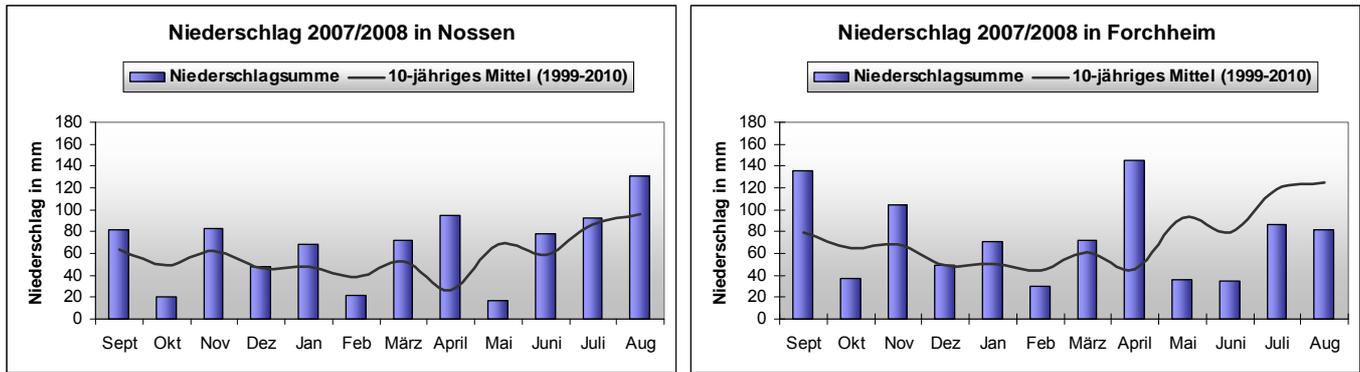


Abbildung 5: Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2007/08 an den Standorten Nossen und Forchheim

Durch den milden Winter mit gut durchfeuchteten Böden ist offenbar die im Herbst noch sehr aktive Mäusepopulation zusammengebrochen. Bereits Mitte bis Ende Februar waren regional günstige, milde Bedingungen für den Zuflug der ersten Rapsschädlinge gegeben. Diese günstigen Bedingungen kehrten erst mit einer Erwärmung Ende März wieder, sodass sich der Druck von Rapsschädlingen in diesem Jahr eher in Grenzen hielt. Betriebe in Gebieten mit stärkerem Schädlingsdruck hatten jedoch das Problem einer Bekämpfung, weil die Flächen aufgrund der hohen Feuchte nicht befahrbar waren.

Die Infektionsbedingungen für Sclerotinia waren relativ günstig, wobei sich jedoch die Auswirkungen im Krankheitsbefall regional verschieden darstellten. Im Gegensatz zu vergangenen Jahren bereitete der Rapsglanzkäfer in diesem Jahr keine nennenswerten Probleme. Regional verschieden mussten kurz vor der Ernte z. T. starke Hagelschädigungen des Rapses hingenommen werden.

3.2 Auftreten von Unkräutern im Winterraps

3.2.1 Material und Methoden

Im Rahmen des ersten Projektes wurde anhand von Bonituren im Raps im Herbst 2007 das Unkrautartenspektrum und die Unkrautdichte auf den insgesamt **38** Flächen der acht ausgewählten sächsischen Betriebe abhängig vom Bewirtschaftungssystem erfasst und ausgewertet sowie der entsprechende Pflanzenschutzmittel-Behandlungsindex für den Herbizideinsatz (siehe Kap. 3.4) bewertet und verglichen. In gleicher Weise wurde in der Folgefrucht (Winterweizen bzw. Wintergerste) im Herbst 2008 vorgegangen. Die Ergebnisse hierzu sind im Kapitel 6.4 enthalten.

Auf den **40** Flächen wurden Herbizid-Spritzfenster von ca. 200 m² Größe angelegt (siehe Abb. 6). Zum Herbizid-Spritztermin und etwa vier Wochen nach Herbizid-Applikation im Herbst erfolgten die Unkrautbonituren (im Zeitraum vom 20.9.07 bis 10.10.07) an je vier Stellen im Spritzfenster und im Bestand mit Hilfe eines Boniturrahmens mit 0,5 m Seitenlänge (4 x 0,25 m², siehe Abb. 6).



Abbildung 6: Anlage von Spritzfenstern (SF) auf allen Schlägen und Unkrautbonitur mit Boniturrahmen (0,25 m²)

Es wurden das Unkrautartenspektrum und der jeweilige Deckungsgrad im Spritzfenster jeder einzelnen Fläche ermittelt und in einem Betriebsmittel durch Zusammenfassung der fünf Einzelflächen dargestellt. Für den Einsatz der Herbizide wurde der Behandlungsindex ermittelt (zur Vorgehensweise siehe Kapitel 3.4).

Des Weiteren erfolgte die Ermittlung eines Koeffizienten über alle Einzelflächen, um mögliche Zusammenhänge zwischen Unkrautauftreten in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung aufzuzeigen. Dabei wurden bei allen Berechnungen die Flächen der Pfluglos-Betriebe „0“ und die Flächen der konventionell wirtschaftenden Betriebe „1“ gesetzt. Dieser „0“-„1“-Variante wurden jeweils die Werte aus den Bonituren zu den entsprechenden Merkmalen auf den Flächen zugewiesen mit dem Ergebnis eines Korrelationskoeffizienten zwischen -1 und +1, der etwas über die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Bodenbearbeitung und des jeweiligen untersuchten Merkmals aussagt. Das Ergebnis dieser Vorgehensweise ist letztendlich einem einfachen Mittelwertvergleich gleichzusetzen (HAASE 2008). Alle ermittelten Koeffizienten sind dem Anhang 1 C zu entnehmen.

3.2.2 Ergebnisse und Diskussion zu den Untersuchungen im Winterraps 2008

3.2.2.1 Unkrautartenspektrum

Es ist davon auszugehen, dass sich in der Rapsproduktion aufgrund engerer Fruchtfolgen das Unkrautspektrum verändert (WOLBER 2008), aber auch die pfluglose Bodenbearbeitung beeinflussend wirkt. So geht aus Abb. 7 hervor, dass die Unkrautartenzahl im Raps im Herbst 2007 auf den V-Standorten höher war als auf den Löss-Standorten, wobei auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen der V-Standorte wiederum ein signifikant höheres Unkrautartenspektrum gegenüber den konventionell bewirtschafteten Flächen zu verzeichnen war. Dabei traten jedoch mit Ausnahme von Betrieb V 4 (konventionell) auch innerhalb der Betriebe Differenzierungen von Fläche zu Fläche auf (zwischen 8 bis 14 Arten), wofür die unterschiedlichen Fruchtfolgen, aber auch unterschiedliche Bearbeitungsintensitäten als Hauptursachen zu nennen sind. Auf den Löss-Standorten stellte sich die Artenzahl annähernd gleich im Durchschnitt mit sieben Arten dar.

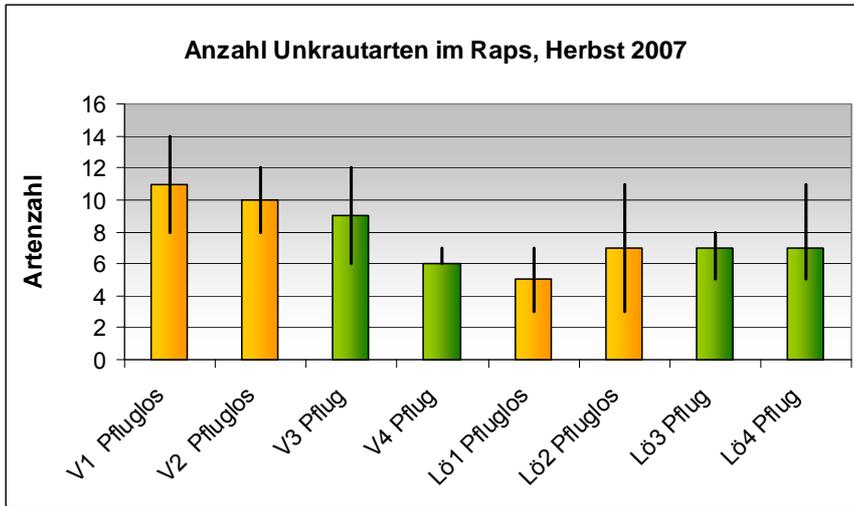


Abbildung 7: Anzahl der Unkrautarten im jeweiligen Mittel der acht Betriebe

3.2.2.2 Stetigkeit

Ein weiterer Aspekt bei der Betrachtung des Unkrautartenspektrums ist die Stetigkeit der Unkräuter auf den Standorten (siehe Abb. 8 und 9). Während auf den konventionell bewirtschafteten Löss-Standorten die Kamillearten dominieren und Ausfallgetreide, Gänsefußarten und Ackerhellerkraut folgen (Abb. 8, links), stehen auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen der Löss-Standorte insbesondere Ackerstiefmütterchen, Ausfallgetreide, Kamille- und Gänsefußarten sowie das Klettenlabkraut an vorderer Stelle (Abb. 8, rechts).

Auf den V-Standorten dominieren in beiden Bewirtschaftungssystemen Ackerstiefmütterchen, Kamillearten, Einjährige Rispel und das Hirtentäschel. Auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen kommen weiterhin Taubnessel- und Ehrenpreisarten sowie Klettenlabkraut, Vogelmiere und Storchschnabelarten auf mehr als 50 % der Standorte vor (Abb. 9, links und rechts).

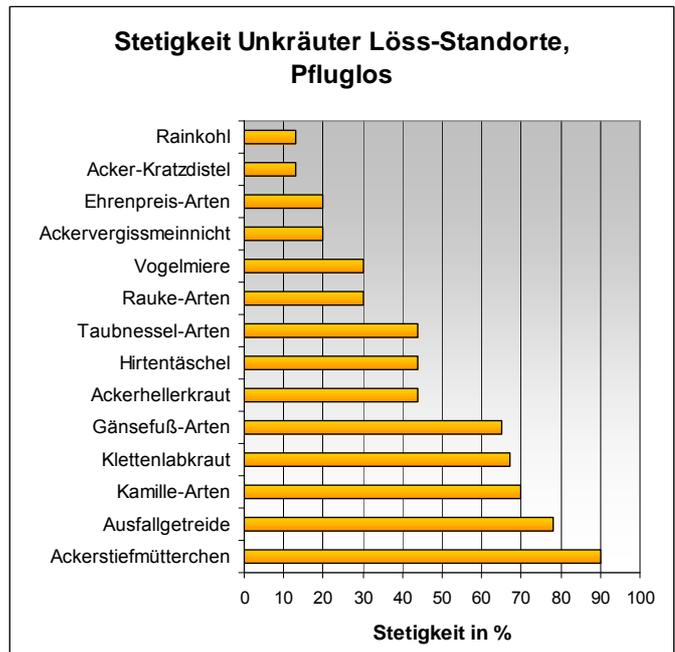
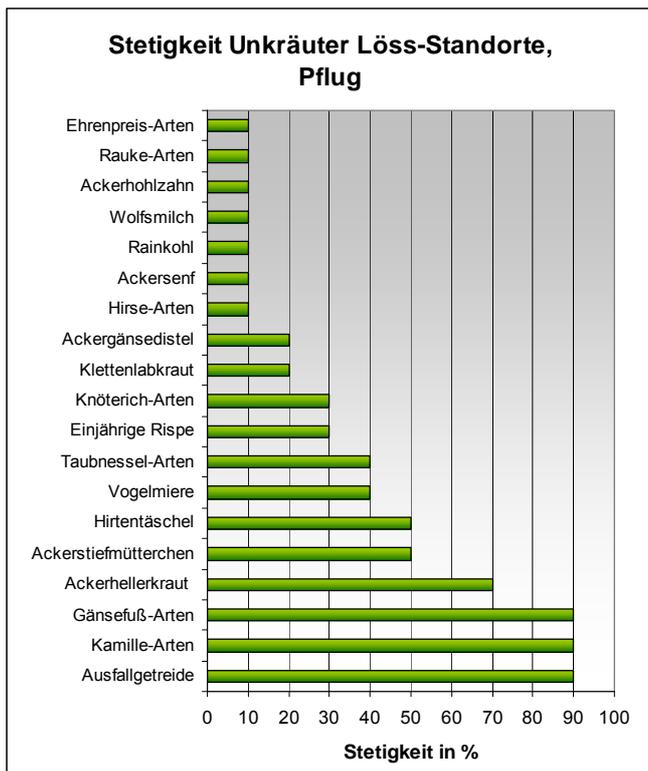


Abbildung 8: Stetigkeit der im Herbst bonitierten Unkrautarten auf Löss-Standorten (links Pflug, rechts pfluglos)

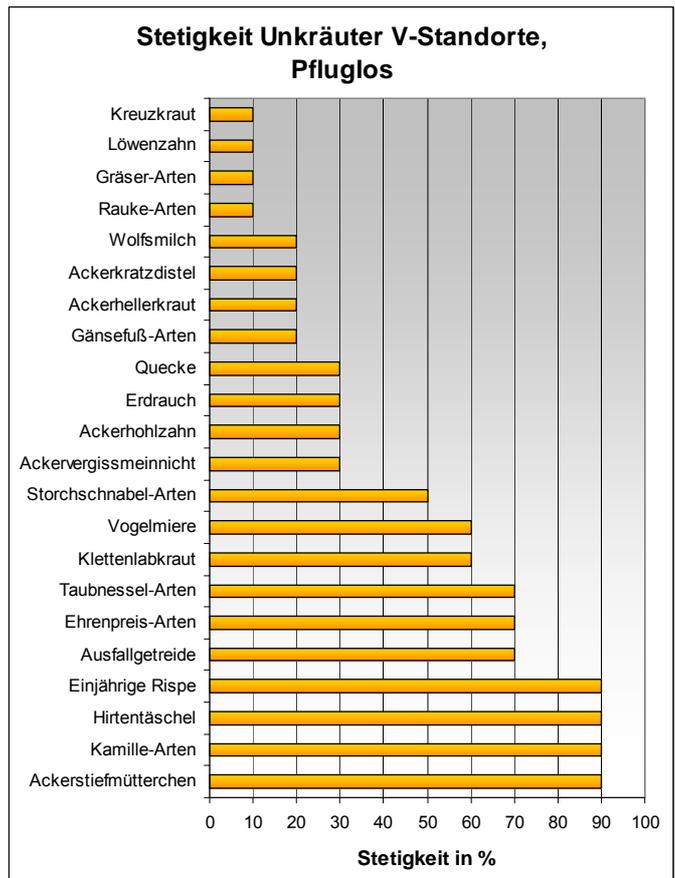
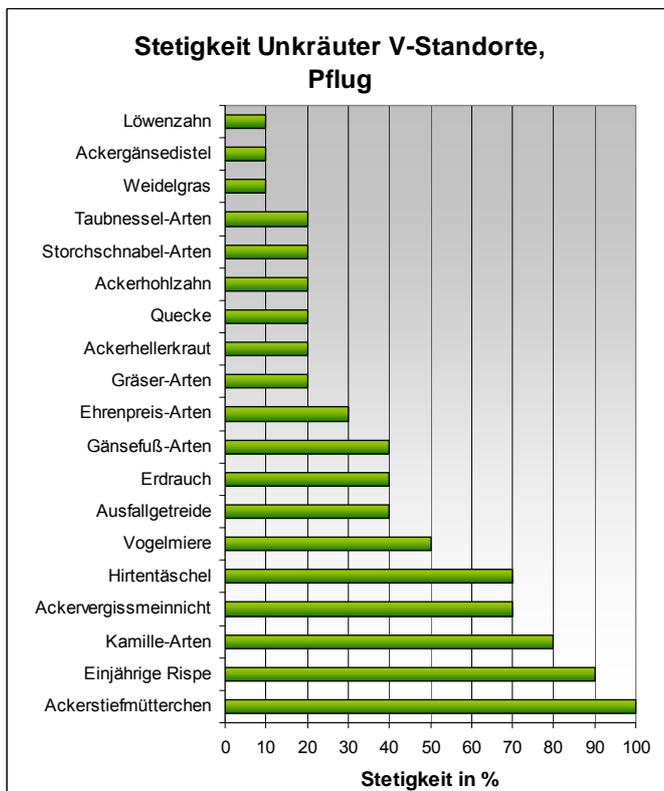


Abbildung 9: Stetigkeit der im Herbst bonitierten Unkrautarten auf den V-Standorten (links Pflug, rechts pfluglos)

Das Unkrautspektrum im Raps ist von der Anbauregion sowie von betriebsbedingten Anbausystemen abhängig (MEINLSCHMIDT & SCHRÖDER 2008). Außer auf den konventionell bewirtschafteten Löss-Standorten stand das von vielen Getreideherbiziden nicht ausreichend erfasste Ackerstiefmütterchen an erster Stelle (im Durchschnitt auf 90 % der beobachteten Flächen). Das findet sich in den Ergebnissen der beiden genannten Autoren wieder, wo das Ackerstiefmütterchen als häufigstes Unkraut auf 70 % der Flächen von insgesamt 50 Streulagenversuchen in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen genannt wird.

Die in den letzten Jahren zunehmenden Raukearten sind bei den Bonituren im Herbst 2007 insbesondere auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen der Löss-Standorte auf 30 % der Flächen nachgewiesen worden.

3.2.2.3 Unkrautdeckungsgrad

Neben der Stetigkeit der Unkrautarten ist letztendlich die Berücksichtigung der Unkrautdichte der verschiedenen Unkrautarten für die Gesamteinschätzung entscheidend. Der Gesamtunkrautdeckungsgrad ist aus Abbildung 10 ersichtlich, wobei mit einem Korrelationskoeffizienten von knapp 0,5 der höhere Deckungsgrad auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen der Löss-Standorte statistisch gesichert ist. Betrachtet man den Deckungsgrad der dikotylen Unkräuter (Abb. 11, links) aber auch der Monokotylen (rechts) so gab es dabei keine statistisch gesicherten Zusammenhänge zum Bodenbearbeitungssystem. Auch hier ist erkennbar, dass die Werte auf den Flächen eines Betriebes stark variieren können. Dies wird insbesondere auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen sichtbar. Welches Ausmaß dabei eine Nichtbehandlung mit Herbiziden erreichen kann, ist aus der Abb. 12 deutlich erkennbar.

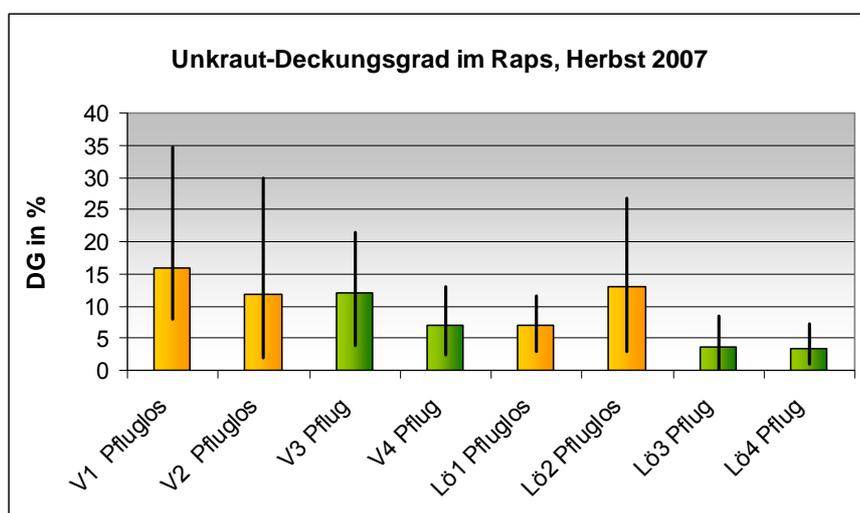


Abbildung 10: Gesamt-Unkrautdeckungsgrad im Winterraps, Herbst 2007

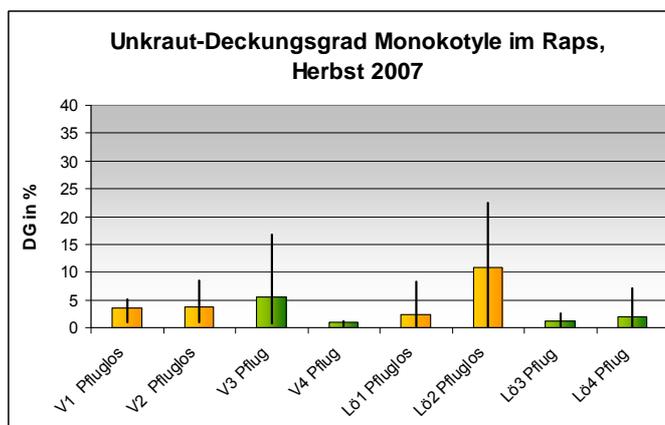
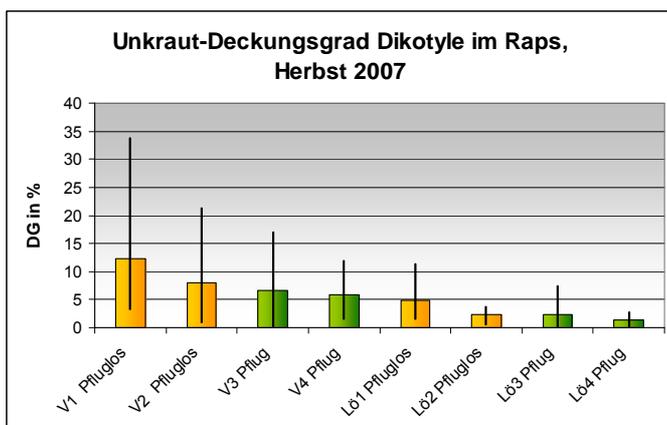


Abbildung 11: Unkrautdeckungsgrad im Winterraps, Dikotyle links und Monokotyle rechts, Herbst 2007



Abbildung 12: Verunkrautung im Spritzfenster, Oktober 2007, pfluglos

In den nachfolgenden Abbildungen 13 und 14 ist das Auftreten der wichtigsten Unkräuter nach Höhe des Deckungsgrades in absteigender Richtung für die einzelnen Bodenbearbeitungssysteme zusammengestellt (Bonitur im Spritzfenster vier Wochen nach Herbizidapplikation im Herbst):

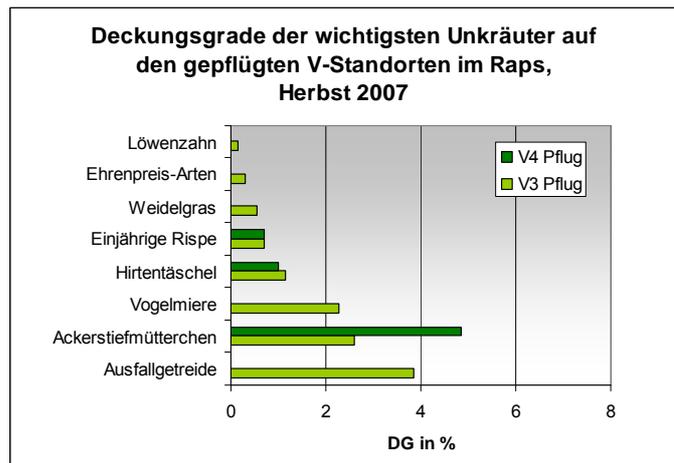
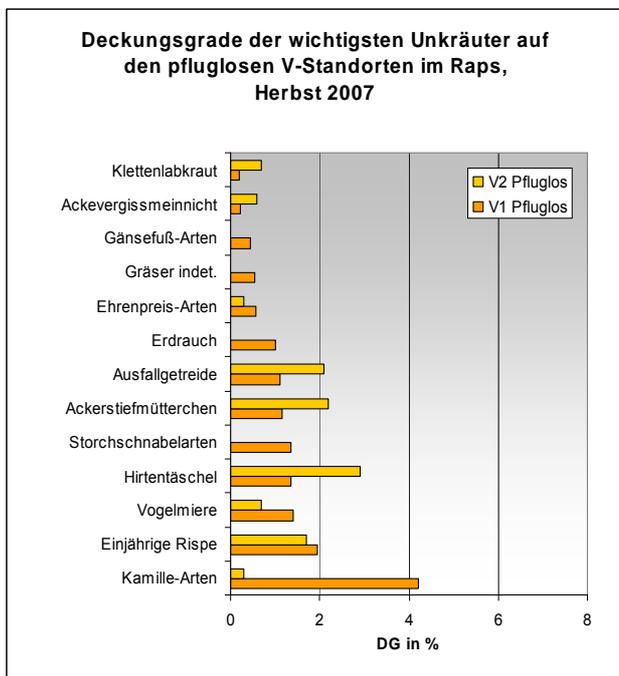


Abbildung 13: Deckungsgrade wichtiger Unkräuter auf den V-Standorten im Raps, Herbst 2007

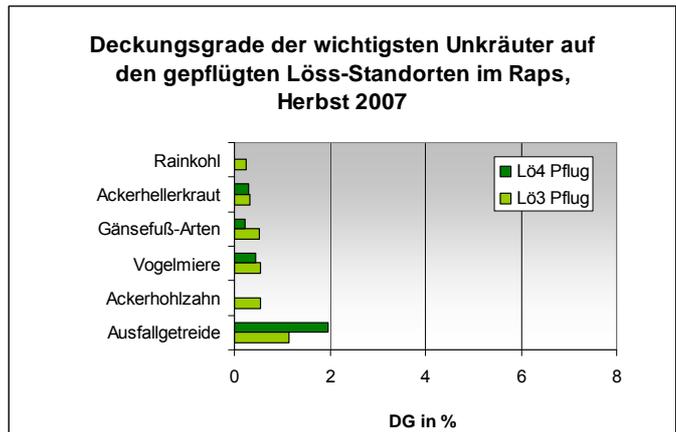
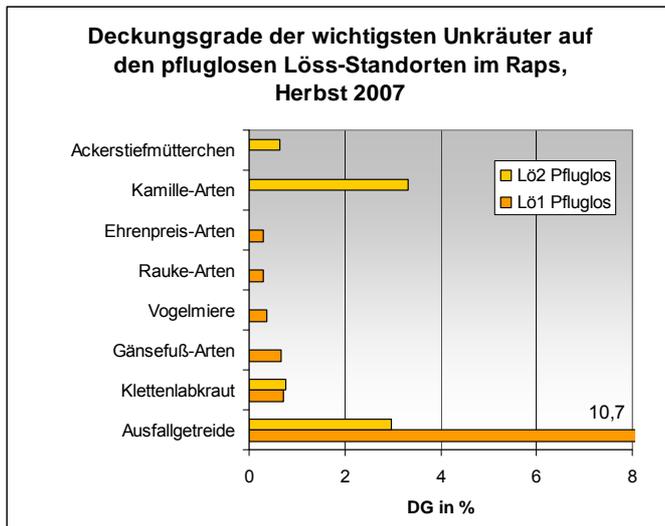


Abbildung 14: Deckungsgrade wichtiger Unkräuter auf den Löss-Standorten im Raps, Herbst 2007

Die wichtigsten Unkräuter bezüglich ihres Deckungsgrades im Jungpflanzenstadium sind auch noch einmal in Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1: Auftreten der wichtigsten Unkräuter nach Höhe ihres Deckungsgrades in absteigender Richtung

Bearbeitungsform	Sortierte Deckungsgrade
V - Konventionell	Ackerstiefmütterchen > Ausfallgetreide > Vogelmiere > Hirtentäschel > Einjährige Rispe
V - Pfluglos	Kamille-Arten > Hirtentäschel > jährige Rispe > Ackerstiefmütterchen > Ausfallgetreide > Vogelmiere > Storchschnabelarten > Erdrauch > Klettenlabkraut
Lö - Konventionell	Ausfallgetreide > Vogelmiere > Gänsefußarten > Acker-Hellerkraut > Ackerhohlzahn
Lö - Pfluglos	Ausfallgetreide > Kamillearten > Klettenlabkraut > Gänsefußarten > Ackerstiefmütterchen > Vogelmiere

Aus den Tabellen 1 und 2 sowie aus Abb. 13 und 14 wird deutlich, dass besonders das Ausfallgetreide auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen der Löss-Standorte eine Rolle spielt, während es auf den V-Standorten zwischen pflugloser und konventioneller Bewirtschaftung dahingehend kaum Unterschiede gibt. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass drei Flächen auf den Löss-Standorten besonders stark betroffen waren und damit letztendlich für die Anhebung des Durchschnittes verantwortlich sind. Weitere Gründe sind in der Glyphosatanwendung vor der Rapsaussaat auf allen pfluglos bewirtschafteten Flächen der V-Standorte zu suchen, während für eine ausreichende Bekämpfung des Ausfallgetreides auf den Löss-Standorten aufgrund der Fruchtfolgesituation (i.d.R. stand Weizen vor dem Raps) nicht ausreichend Zeit zur Verfügung stand.

Auch die im Raps auftretenden Problemunkräuter Kamillearten und Klettenlabkraut sind sowohl auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten V- als auch Löss-Standorten gegenüber den konventionell bewirtschafteten Flächen stärker vertreten.

Bei langjährig pflugloser Bodenbearbeitung wird von einer veränderten Artenzusammensetzung und Unkrautdichte ausgegangen, was in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen wurde, so u. a. in einem Langzeitversuch am Standort Glaubitz (LFL 2002): Dort kam es in Futterbaufolgen bei Pflugverzicht zu einer Abnahme des Aufbaus dikotyler Unkräuter, wohingegen in der Marktfruchtfolge der Aufbaus dieser Arten erhöht wurde. Diese Zusammenhänge wurden lediglich tendenziell auf den V-Standorten sichtbar (Abb. 11), wo langjährig pfluglos bewirtschaftete Flächen gegenüber konventionellen Flächen einen leicht erhöhten Anteil dikotyler Verunkrautung aufwiesen. Eine Begründung hierfür wäre die Anreicherung von Unkraut- und Ausfallsamen in der obersten Bodenschicht, weil die wendende und tief einmischende Wirkung des Pfluges fehlt (NITZSCHE & SCHMIDT 2002).

Tabelle 2: Deckungsgrade der wichtigsten Unkräuter auf den V- und Löss-Standorten im Herbst 2007

	DG V-Standorte (in %)		DG Löss-Standorte (in %)	
	Pfluglos	konventionell	Pfluglos	konventionell
DG gesamt	13,8	9,4	10,1	3,5
Ausfallgetreide	1,6	2	6,8	1,6
Kamillearten	2,2	0	1,7	0,1
Klettenlabkraut	0,5	0	0,7	0
Gänsefußarten	0,2	0	0,3	0,4
Ackerstiefmütterchen	1,7	3,7	0,3	0
Vogelmiere	1,1	1,1	0,5	0,6
Hirtentäschel	2,1	1,1	0,1	0,1
Jährige Rispe	1,8	0,7	0	0
Storchschnabel	0,7	0	0	0

Es muss jedoch beachtet werden, dass das Unkrautspektrum und die Unkrautdichte neben dem Faktor Bodenbearbeitung von einer Vielzahl weiterer Faktoren wie Vorfrucht bzw. Fruchtfolge, Witterung, Düngung, Unkrautregulierung in der Vorfrucht etc. abhängig ist. Diese Zusammenhänge werden von PALLUT (1997) insbesondere für die Situation im Getreide beschrieben. Nach seinen Untersuchungen hängt die Verunkrautung im Getreide vor allem von der Verunkrautung in der Vorfrucht und der Witterung im Bearbeitungszeitraum ab. So führt eine pfluglose Bodenbearbeitung nach verunkrauteten Vorfrüchten generell zu einer Zunahme der Verunkrautung. Bei einem hohen Wintergetreideanteil werden Windhalm, Ackerfuchsschwanz, aber auch Klettenlabkraut, Kamillearten und Kornblume sowie das vermehrte Auftreten von Durchwuchskulturen wie Raps und Getreide gefördert (PALLUT UND VIEHWEGER 2002). Diese Auswirkungen wurden im Herbst 2007 insbesondere auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Löss-Standorten sichtbar.

Insgesamt muss eingeschätzt werden, dass die hier dargestellten Ergebnisse vorerst nur auf einjährigen Beobachtungen bzw. Herbstbeobachtungen beruhen und damit auch nur die ganz speziellen Bedingungen im Herbst 2007 widerspiegeln. Des Weiteren muss davon ausgegangen werden, dass die spezifische betriebliche Situation mit unterschiedlichen Fruchtfolgen, Vorfrüchten, Sorten, Pflanzenschutz-Strategien, Witterungs- und Bodenverhältnissen an den insgesamt 40 Standorten einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse haben. Deshalb können an dieser Stelle nur die beobachtete Situation wiedergegeben und lediglich Tendenzen eines Zusammenhangs zum Bodenbearbeitungssystem dargestellt werden.

3.3 Auftreten von Schaderregern im Winterraps

3.3.1 Material und Methoden

In Abhängigkeit von betrieblichen Pflanzenschutzmaßnahmen wurde auf allen Flächen außer dem Herbizidspritzfenster ein zweites Spritzfenster für Fungizide/Insektizide angelegt. Die Bonitur der Schaderreger erfolgte nach den Vorgaben der Schaderregerüberwachung für Sachsen (siehe Anhang 2 B).

Die methodische Grundlage zur Einschätzung der Befallssituation ist die Linienbonitur (Abb. 15). Je Beobachtungsschlag werden unabhängig von seiner Größe stets zwei Linien überwacht. Der Abstand zwischen den beiden Linien beträgt etwa 100 m. Auf einer Linie wird eine Befallsaufnahme an fünf Kontrollpunkten (A bis E) durchgeführt mit einem Abstand von 20 m zwischen den einzelnen Punkten. Vom Feldrand bis zum ersten Kontrollpunkt sollte ein Abstand von 20-30 m eingehalten werden. An jedem Kontrollpunkt werden maximal fünf Beobachtungseinheiten (Pflanzen, -teile usw.) bonitiert, das sind je

Beobachtungsfläche maximal 50 Beobachtungseinheiten. Zusätzlich erfolgten die Bonituren auch in den Spritzfenstern, aufgrund der Größe von nur etwa 200 m² jedoch in geringerem Umfang.

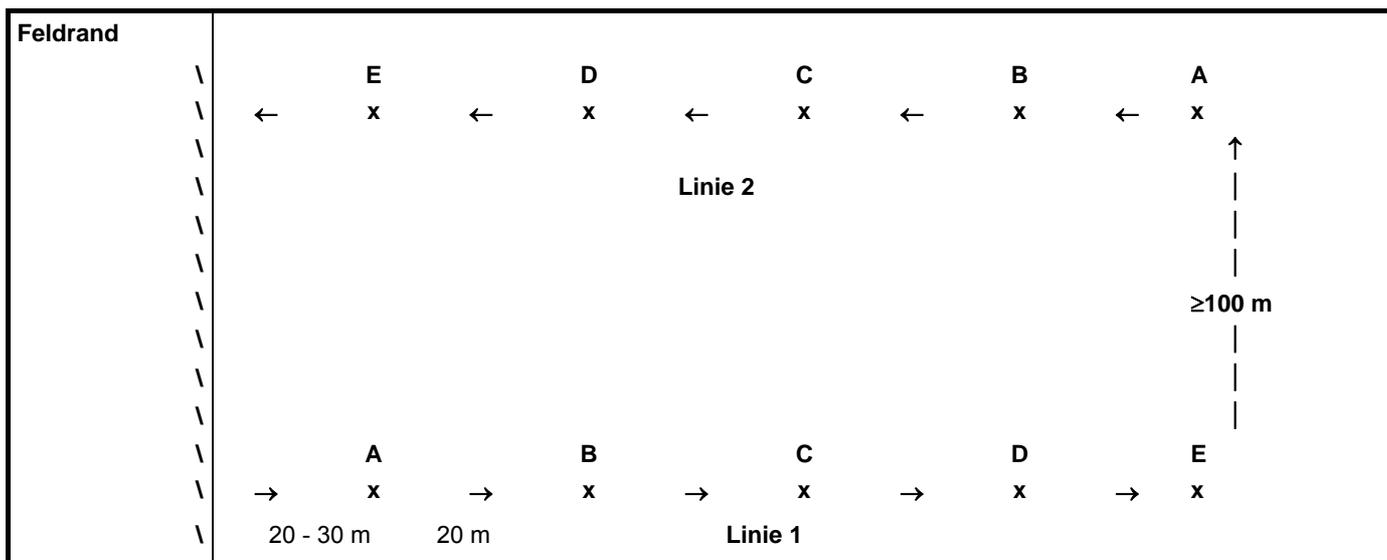


Abbildung 15: Schema zur Durchführung der Bonituren von Schaderregern und Krankheiten

Die bonitierten tierischen und pilzlichen Schaderreger im Herbst 2007 und Frühjahr/Sommer 2008 sind im Anhang 2 B und 2 C zusammengestellt. Im Anhang 2 D sind alle auf den einzelnen Schlägen angebauten Sorten mit Eigenschaften zur Anfälligkeit gegenüber *Phoma lingam* und *Sclerotinia sclerotiorum* aufgelistet, woraus zu entnehmen ist, dass auf den V-Standorten 53 % Liniensorten zum Anbau kamen, während es auf den Löss-Standorten nur 26 % waren und auf 74 % der Flächen Hybridsorten der Vorrang gegeben wurde.

Zur Überwachung bestimmter Schädlinge wie Rapserrfloh, Kohlschotenrüssler, Großer Rapsstängelrüssler, Rapskohltriebrüssler und Rapsglanzkäfer wurden im Herbst 2007 und im Frühjahr 2008 bis zur Blüte des Rapses Gelbschalen aufgestellt und regelmäßig kontrolliert. Dabei kamen einheitlich die rechteckigen Gelbschalen mit Abdeckung zum Einsatz, die jeweils im Fungizid/Insektizidspritzfenster aufgestellt und der Höhe des Rapsbestandes regelmäßig angepasst wurden.

Des Weiteren wurde das Schnecken- und Feldmausaufreten beobachtet. Aufgrund der Vielzahl von Flächen und der sehr zeit- und wegeintensiven Boniturmethode erfolgte die Überwachung und zahlenmäßige Erfassung dieser Schaderreger 2007-2008 stichprobenhaft. Die so genannte Lochtretmethode zur Erfassung des Feldmausaufretens beruht darauf, dass in einer 250 m² großen Parzelle (16m x 16m) die nach 24 Stunden wieder geöffneten (vorher zugetretenen) Löcher ausgezählt werden. Zur Erfassung von Ackerschnecken dienen Schneckenfolien bzw. angefeuchtete Jutesäcke mit etwas Schneckenkorn, die auf den Schlägen ausgelegt werden und am Folgetag (möglichst in den Morgenstunden) auf Besatz kontrolliert werden. Zusätzlich zur stichprobenhaften Bonitur erfolgten die Dokumentation von Fraßstellen und eine Befragung der Landwirte zur Einschätzung der Situation (Mäuse, Schnecken) in den vergangenen 10 Jahren anhand eines Fragebogens.

Aus den gewonnenen Boniturwerten zum Schaderregeraufreten wurden je Schlag Mittelwerte gebildet und diese zu einem Betriebsmittel zusammengefasst. Die Feststellung von Zusammenhängen zwischen Schaderregeraufreten und Bodenbearbeitungssystem erfolgte wiederum über die Ermittlung des bereits unter Kapitel 3.2.1 beschriebenen Koeffizienten über alle Einzelflächen im Bestand und im Spritzfenster, wobei sich alle Auswertungen bzw. nachfolgenden Darstellungen, wenn nicht anders ausgewiesen, immer auf das Spritzfenster beziehen. Die Zusammenstellung aller statistisch ermittelten Zusammenhänge in den Winterraps-Untersuchungen sind dem Anhang 1 C zu entnehmen.

Auch für den Fungizid- und Insektizideinsatz auf den 40 Flächen wurde der Behandlungsindex (siehe Kapitel 3.4) ermittelt und entsprechend Bodenbearbeitungssystem verglichen und bewertet.

3.3.2 Auftreten von tierischen Schaderregern

Rapserrdfloh (*Psylliodes Chrysocephala L.*)

Dieser Schädling kann durch Fraß an den jungen Rapspflanzen im Herbst, aber insbesondere durch den Larvenfraß in den Blattstielen und Trieben von Oktober–Mai großen Schaden verursachen. Durch die Ein- und Ausbohrlöcher können durch Eindringen von Wasser Auswinterungsschäden auftreten, aber auch Eintrittspforten für pilzliche Sekundärinfektionen geschaffen werden. In Sachsen hat dieser Schädling jedoch noch keine große Bedeutung. Das zeigten auch die Bonituren im Herbst 2007, bei denen zwar schlag- und witterungsabhängig in den Gelbschalen Rapserrdföhe gefunden wurden, aber nur ganz vereinzelt Larven in den Pflanzen nachgewiesen werden konnten.

Dieser Schädling kann durch die Bodenbearbeitung beeinflusst werden. So haben Versuche von SCHIERBAUM & ULBER 2001 gezeigt, dass der Larvenbefall von Mulchsaatflächen geringer als von gepflügten Flächen war. Des Weiteren kann pfluglose Bodenbearbeitung zur Nachfrucht das Überleben und den Schlupf von Larvenparasitoiden des Rapserrdflohs im folgenden Frühjahr fördern (NITZSCHE & ULBER 1998).

Kleine Kohlflye (*Delia radicum L.*)

Bis Mitte der 1990er-Jahre waren Schäden durch die Kleine Kohlflye ohne Bedeutung. Die Larven können durch Fraß große Teile der Wurzel zerstören (Abb. 16, rechts), sodass die Pflanze durch Störung der Wasser- und Nährstoffaufnahme im Wachstum gehemmt wird und Schadpilzen wie *Verticillium longisporum* oder *Phoma lingam* Eintrittspforten geschaffen werden. Schäden können jedoch bei günstigen Bedingungen durch Seitenwurzelnbildung gut kompensiert bzw. durch eine entsprechende insektizide Beizung minimiert werden. (CHRISTEN & FRIEDT 2007).

Die Befallssituation auf den Flächen der acht Betriebe im Herbst 2007 ist in Abb. 16 dargestellt. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Bodenbearbeitungssystem und Auftreten dieses Schaderregers nachgewiesen werden. Auffällig ist die große Differenzierung zwischen den einzelnen Flächen innerhalb eines Betriebes, was auf die Beeinflussung dieses Schaderregers durch eine Vielzahl von Faktoren schließen lässt. So hat die Verwendung von entsprechend insektizidbeiztem Saatgut einen entscheidenden Einfluss auf den Befall. Auch die Witterung, Bodenverhältnisse, angebaute Sorte sowie Lage des Schlages können von Bedeutung sein.

In Exaktversuchen wurden Abhängigkeiten des Auftretens dieses Schaderregers vom Bodenbearbeitungssystem festgestellt (ULBER et al. 2006). Dabei hatte die Bodenbearbeitung mit dem Pflug und ein damit verbundenes feinkrümeliges Saatbett zur Rapsaussaat gegenüber pflugloser Bearbeitung einen signifikanten Anstieg des Kohlfiegen-Wurzelbefalls zur Folge. Zum einen wurde dies auf das Verhalten der Weibchen zurückgeführt, ihre Eier in ein feinkrümeliges, nicht mit Stoppelresten durchmischtes Saatbett zu legen und zum anderen auf die nach Pflugeinsatz kräftiger entwickelten und damit für den Schaderreger attraktiveren Pflanzen.

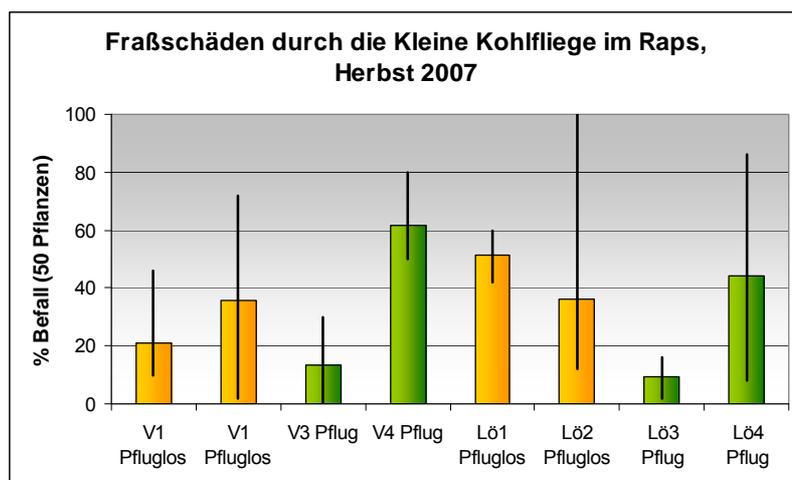


Abbildung 16: Fraßschäden durch die Kleine Kohlflye (rechts im Bild: fraßgeschädigte Rapswurzeln)

Gefleckter Kohltriebrüssler (*Ceutorynchus pallidactylus* Mrsh.) und Großer Rapsstängelrüssler (*Ceutorynchus napi* Gyll.)

Der im März/April aus der Streuschicht von Hecken und Wäldern zufliegende Gefleckte Kohltriebrüssler verursacht kaum äußerlich sichtbare Schadsymptome. Die Eier werden direkt in die Blattstiele abgelegt. Erst bei stärkerem Befall werden die Stängel durch den Larvenfraß geschädigt (siehe Abb. 17, rechts). Auch der Ertragsverlust ist nicht so stark gegenüber dem des Großen Rapsstängelrüsslers. Er übersteigt selten 20 %, wohingegen durch den Großen Rapsstängelrüssler geschädigte Pflanzen bis zu 50 % Ertragsminderung aufweisen können. Jedoch stellen die Einbohr-/Austrittslöcher wichtige Eintrittspforten für pilzliche Krankheitserreger (z. B. *Phoma lingam*) dar (CHRISTEN & FRIEDT 2007).

Auch bei diesem Schaderreger konnte ein Zusammenhang zum Bodenbearbeitungssystem nicht nachgewiesen werden. Im Vergleich der Löss- und V-Standorte waren die V-Standorte signifikant höher befallen als die Löss-Standorte. Die unterschiedliche Lage der Flächen, differenzierte Witterungs- und Entwicklungsverhältnisse, geringerer Insektizideinsatz bzw. suboptimaler Zeitpunkt des Einsatzes können Gründe für den höheren Befall auf diesen Standorten sein.

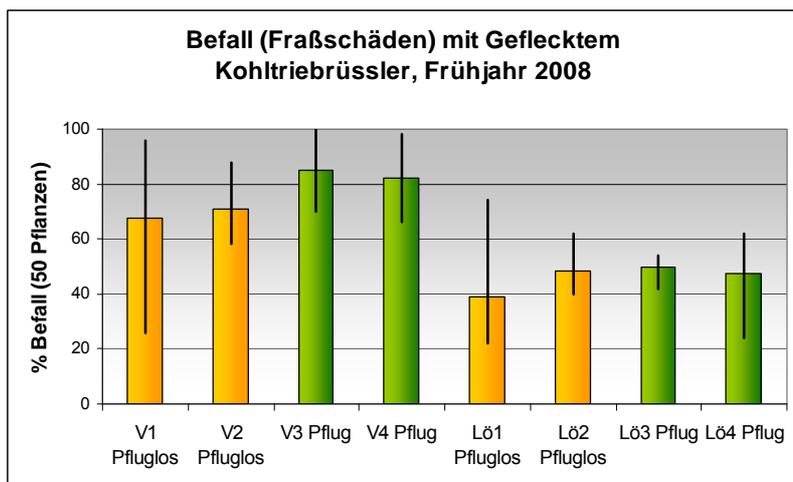


Abbildung 17: Befallshäufigkeit mit dem Gefleckten Kohltriebrüssler (rechts: typische Fraßschäden im Stängel)

Die Schädigung der Rapspflanzen durch den Großen Rapsstängelrüssler erfolgt durch die Eiablage direkt in die Stängel und durch Fraß der Larven in den im Streckungswachstum befindlichen Pflanzen etwa im März/April. Durch Ausscheidung von Sekreten kommt es zu Wuchsanomalien/Deformierungen (Abb. 18, rechts) bis zum Aufplatzen des Stängels, was wiederum zu einer früheren krankhaften Abreife führen kann (CHRISTEN & FRIEDT 2007).

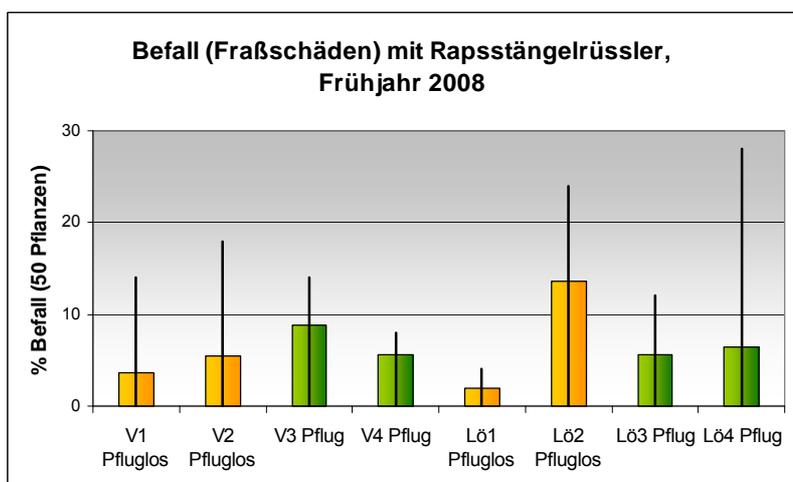


Abbildung 18: Befallshäufigkeit mit dem Großen Rapsstängelrüssler (rechts: typische Wuchsanomalien)

Auffällig beim Auftreten dieses Schädlings auf den Flächen der acht Betriebe sind auch hier wieder die großen schlagspezifischen Schwankungen (Abb. 18). In diesem Zusammenhang ist ebenfalls die Lage der Flächen von Bedeutung, denn der Große Rapsstängelrüssler fliegt von Vorjahres-Rapsschlägen ein. Auch die Witterung, der Insektizideinsatz bzw. dessen Einsatzzeitpunkt können beeinflussend wirken. Ein Einfluss des Bodenbearbeitungssystems konnte nicht festgestellt werden.

Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.)

Der Rapsglanzkäfer schädigt den Raps besonders durch den Fraß am Blütenpollen, weil dieser seine Nahrungsgrundlage bildet. Vor Einsetzen der Blüte frisst er die Knospen an und beschädigt dabei auch den Fruchtknoten, was zum Vertrocknen und Abfallen der Knospe führt. Nach Blühbeginn treten Schäden nur in extremen Befallsjahren auf. Weil der Rapsglanzkäfer seine Winterlager in Hecken und Wäldern hat und von dort im Frühjahr in die Felder einfliegt, ist auch hier kein Zusammenhang zum Bodenbearbeitungssystem zu vermuten, was in der Abb. 19 bestätigt wird. Die Bonituren können lediglich eine Momentaufnahme des Befalls der Pflanzen darstellen, weil der Zuflug des Käfers sehr von der Witterung und der Lage der Schläge abhängig ist sowie letztendlich vom Insektizidmanagement der Betriebe. Aus der Literatur ist jedoch bekannt, dass pfluglose Bodenbearbeitung einen günstigen Einfluss auf die Schlupfabundanz einiger Parasitoiden des Rapsglanzkäfers hat (NITZSCHE & ULBER 1998).

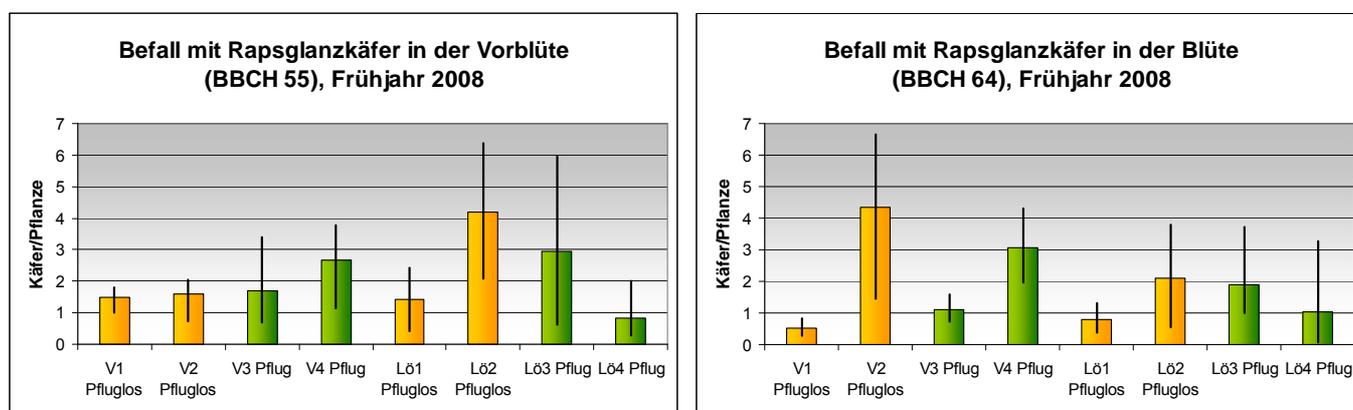


Abbildung 19: Rapsglanzkäferbefall in der Vorblüte (links) und zu Blühbeginn (rechts), jeweils im Spritzfenster

Kohlschotenrüssler (*Ceutorynchus assimilis* Payk.) und Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae* Winn.)

Der Kohlschotenrüssler frisst ab Blühbeginn bei Temperaturen über 15° C, ohne direkte Schäden an den Blättern, Blüten und jungen Schoten zu verursachen (CHRISTEN & FRIEDT 2007). Nach dem Reifungsfraß werden einzelne Eier in die Schoten gelegt, wo die Larve 3-5 Samenkörner frisst. Die Überwinterung erfolgt in Hecken und Waldrändern, sodass auch hier keine Beziehung zur Bodenbearbeitung zu vermuten ist, was sich auch in der Abb. 20 widerspiegelt. Leicht höhere Befallswerte weisen die V-Standorte gegenüber den Löss-Standorten auf.

Die Kohlschotenmücke nutzt zur Eiablage die vorhandenen Einstichstellen vom Kohlschotenrüssler an der Rapsschote. Im Rapsschlag findet man gelblich aufgetriebene Schoten, in denen sich eine Vielzahl von kleinen weißen Larven befindet. Auf Vorjahresrapsschlägen erfolgt die Überwinterung in Kokons. Auch hier ist kein Einfluss der Bodenbearbeitung zu erwarten. Wie beim Kohlschotenrüssler ist bei der Kohlschotenmücke ein stärkeres Auftreten auf den V-Standorten, unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem, zu erkennen. Gründe dafür sind u. a. die Beimischung eines Insektizids zur Fungizidbehandlung während der Blüte auf den Löss-Standorten, aber auch die Witterung und die Lage des Schlages.

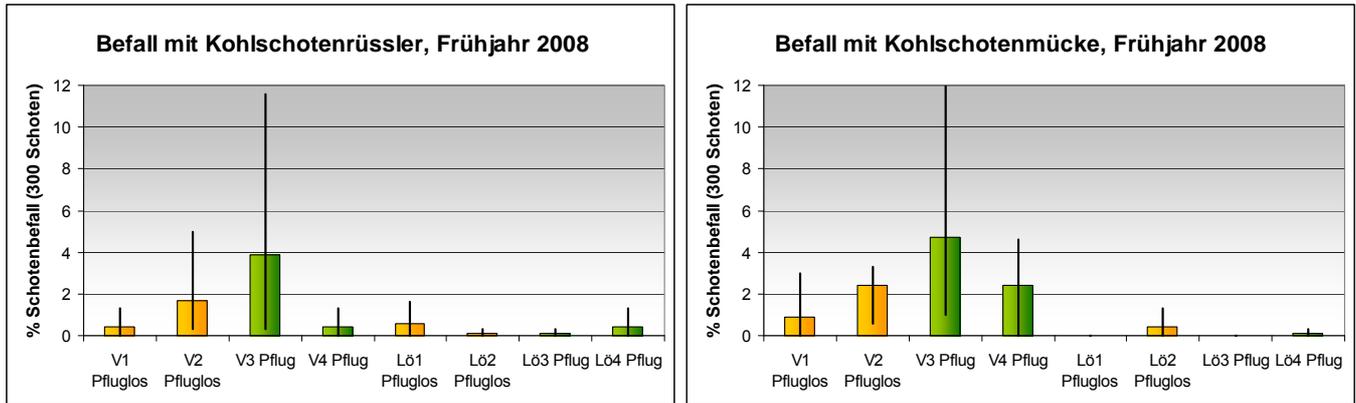


Abbildung 20: Schotenbefall durch den Kohlschotenrüssler (links) und die Kohlschotenmücke (rechts)

Gelbschalenfänge

In den Gelbschalenfängen vom Herbst kamen die Rübsenblattwespe, verschiedene Rüsselkäfer und der Rapserrdfloh vor, welche jedoch in Sachsen nicht wirtschaftlich relevant sind.

Eine Zusammenstellung der Gelbschalenfänge im Frühjahr 2008 auf den V- und Löss-Standorten ist aus dem Anhang 1 D ersichtlich. Insgesamt waren die Gelbschalenfänge bei allen Schädlingen im Vergleich zu den Vorjahren in Sachsen an den untersuchten Standorten relativ gering. Es wird deutlich, dass die Gelbschalenfänge sehr stark von der Lage des Schrages abhängig sind. Dies zeigt sich z. B. besonders auf dem Standort V5, an dem ein besonders lang anhaltender stärkerer Zuflug des Rapsgranzkäfers zu verzeichnen ist. Dieser Schlag ist von Wald und Hecken umgeben, was die Zuflugbedingungen besonders begünstigt hat.

3.3.3 Auftreten von Schnecken und Mäusen

Bei konservierender Bodenbearbeitung kann davon ausgegangen werden, dass durch die verminderte, flachere und nicht wendende Bodenbearbeitung, die stärkere Mulchbedeckung des Bodens und die damit einhergehende unzureichende Zerstörung von unterirdischen Hohlräumen, Bauen und Gängen Schnecken und Feldmäusen günstige Lebensbedingungen geboten werden. Außer der Bodenbearbeitung spielt jedoch auch eine Vielzahl weiterer Faktoren wie Fruchtfolge, Witterung, Bodenart, Saattermin, Zwischenfruchtanbau, aber auch Nützlingsauftreten eine entscheidende Rolle für das Auftreten dieser beiden Schädlinge.

Weil spezielle Untersuchungen zur Mäuse- und Schneckenproblematik im Rahmen dieses Projektes nicht möglich waren, erfolgte eine Beschränkung auf stichprobenhafte Beobachtungen auf den Flächen sowie eine Befragung der Landwirte zur Situation in den vergangenen 10 Jahren.

3.3.3.1 Ackerschnecken

Unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem kann das Schneckenauftreten von einer Vielzahl von Faktoren wie Witterung, Vorfrucht, Bodenverhältnisse, Art der Saatbettbestellung, Saattermin, Kulturempfindlichkeit etc. beeinflusst werden. Beim Verzicht auf die wendende Bodenbearbeitung verändern sich vor allem die mikroklimatischen Verhältnisse in und auf dem Boden. Die Mulchbedeckung bietet Schutz vor Sonne und Feuchte, aber auch Nahrung. Neben den Regenwürmern, Laufkäfern und anderen Bodenlebewesen profitiert auch die Schnecke davon (EL TITI 2008).

Diese Faktoren wurden in der nachfolgenden Zusammenfassung der Befragung zur Schneckensituation der acht beteiligten Betriebe berücksichtigt:

■ Kulturempfindlichkeit, Vorfrüchte, besonders betroffene Flächen:

Löss-Standorte:

Die Kulturen Raps sowie Weizen nach Raps sind vom Schneckenbefall auf den Löss-Standorten unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem besonders betroffen. In drei Betrieben wurde auftretender Schaden nur von der Kulturart abhängig gemacht und in einem Pfluglos-Betrieb war lediglich eine Fläche durch Bereiche mit erhöhten Tonanteilen besonders prädestiniert für Schneckenbefall. In einem konventionell wirtschaftenden Betrieb tritt auf ca. 50 % seiner

Fläche das Schneckenproblem stärker in Erscheinung, weil diese Flächen nicht gepflügt werden. Alle anderen Flächen werden periodisch zu den dort angebauten Gemüsekulturen, die ein feineres Saatbett ohne Mulchauflage beanspruchen, gepflügt.

V-Standorte:

In den beiden pfluglos wirtschaftenden Betrieben spielt Raps sowie Getreide nach Raps die Hauptrolle bei der Schneckenbekämpfung. Auch Flächen, die aus der Stilllegung kamen, trugen zu einer Verschärfung des Schneckenproblems bei. Ein konventionell wirtschaftender Betrieb hatte außer dem Schneckenbefallsjahr 2007 (Herbst) in zurückliegenden Jahren noch keine Probleme. Für einen weiteren Betrieb (konventionell) stellten Grünlandflächen sowie Ackerfutterflächen den minimierenden Faktor dar.

■ Bodenart, Saatbettbestellung, Saattermine und Kontrolle der Schnecken:

In den Betrieben herrschen die Bodenarten sandiger Lehm, lehmiger Sand, und Lehm vor. Damit liegen alle im unteren Bereich des potenziellen Gefährdungspotenzials durch die Bodenart. Die Saatbettbestellung ist betriebsspezifisch und unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem einzuschätzen und ist meist dem mittleren Bereich des davon ausgehenden Gefährdungspotenzials zuzuordnen. Auch die Saattermine, insbesondere bei Raps und Getreide, liegen im Normalbereich. Eine Kontrolle des Schneckenauftretens erfolgt in der Regel als Sichtkontrolle an den Pflanzen im Bestand, bei stärkerem Befall auch mit Hilfsmitteln wie Schneckenmatten oder Jutesäcken, jedoch oft nur mit mäßigem Erfolg.

Maßnahmen zur Schneckenbekämpfung

Unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem werden in den Betrieben in feuchten Jahren nach Kontrolle Randbehandlungen im Raps durchgeführt und wenn notwendig auch Ganzflächenbehandlungen. Routinebehandlungen erfolgen in der Regel nicht. Auf den Löss-Standorten steht die chemische Behandlung im Vordergrund. Teilweise wird bei trockenem Wetter gewalzt oder ein Grubberarbeitsgang mehr eingeschoben, was aber immer die Gefahr einer möglichen Verschlammung auf diesen Böden in sich birgt. Neben den chemischen Maßnahmen wird auf den V-Standorten, insbesondere in den beiden pfluglos wirtschaftenden Betrieben in größerem Umfang als auf den Löss-Standorten gewalzt.

Auf der Grundlage dieser Betriebsbefragung zum Schneckenauftreten war ein Zusammenhang zum Bodenbearbeitungssystem kaum zu erkennen, lediglich ein Betrieb auf dem V-Standort mit hohem Pfluganteil gab an, außer 2007 kein Schneckenproblem zu haben. Auch hier steht die betriebsspezifische Situation (Fruchtfolge, Lage der Flächen, Witterung, Boden etc.) im Vordergrund. Dies spiegelt sich auch in den eigenen Beobachtungen der Rapsflächen im Herbst 2007. Hier muss berücksichtigt werden, dass der feuchte Herbst 2007 insgesamt ein hohes Schneckenaufkommen bewirkte und dass der größte Teil der Rapsbeobachtungsschläge, auch die der konventionell wirtschaftenden Betriebe, in Mulchsaat bestellt war.

VOß (1998) fasst aus verschiedenen Quellen die Schneckensituation in Deutschland wie folgt zusammen: Seit Anfang der 1990er-Jahre werden in Deutschland vermehrt Schäden durch Ackerschnecken registriert, insbesondere im Raps und Weizen. Gründe dafür werden in den milden Wintern mit ausbleibenden Wechselfrösten, aber auch in den oft nur dreijährigen Fruchtfolgen ohne Sommerung sowie im Anbau glucosinolat- und erucasäurearmer Rapsorten gesehen. Auch die gründlichere Unkrautbekämpfung hat dazu beigetragen, den Schnecken alternative Nahrungsgrundlagen zu entziehen und sich mehr auf die Kulturen zu konzentrieren. Welchen Einfluss nichtwendende Bodenbearbeitungssysteme auf Ackerschnecken haben, wird durch genannten Autor mit der Anlage von Dauerversuchen näher beleuchtet. Das Ergebnis stellt sich sowohl in einer höheren Aktivitätsdichte als auch stärkeren Abundanz der Ackerschnecken bei reduzierter Bodenbearbeitung, aber vor allem bei der Direktsaat dar. Es wurde jedoch kein signifikanter Einfluss auf den Ertrag des Winterrapses festgestellt.

3.3.3.2 Feldmäuse

Das Auftreten von Massenvermehrungen der Mäuse erfolgt phasenweise. Von der Region abhängig, können solche Phasen im Zyklus von etwa 2-4 Jahren in Deutschland auftreten (LAUENSTEIN 2008). Die Ursachen für diese Massenvermehrungen bzw. für danach folgende Populationszusammenbrüche können vielgestaltig sein und sind nicht abschließend geklärt. Faktoren wie Witterung, Nahrungsverfügbarkeit, Auftreten von Räubern sind wahrscheinlich relevant (JACOB 2008). Treten solche Massenvermehrungen auf, können sich bei den in Mulchsaat bestellten Flächen durch die flachere, nichtwendende Bodenbearbeitung und die Mulchauflage die Probleme verschärfen. Detaillierte Untersuchungsergebnisse dazu sind unter Kapitel 7.4.1 dargestellt.

Die Ergebnisse der Betriebsbefragung hinsichtlich des Mäuseauftretens in den vergangenen 10 Jahren lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem traten Mäuseschäden auf den Löss-Standorten besonders in Raps und Weizen auf. Aufgrund der vielfältigeren Fruchtfolge auf den V-Standorten sind hier neben Raps und Getreide die mehrjährigen Futterflächen, das Grünland sowie Kulturen mit Vorfrucht Futter betroffen. Lediglich in den zwei Betrieben (V-Standorte), in denen der Pflugeinsatz überwiegt, wurde das Mäuseproblem als eher gering eingeschätzt. Die Kontrolle erfolgt in allen Betrieben auf Sicht; die Lochtretmethode wird nicht angewendet. Die Zeitspanne zwischen dem einzelnen Massenaufreten wird mit fünf Jahren geschätzt.

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass nach den Betriebsaussagen keine eindeutige Unterscheidung der Schnecken- und Mäusesituation zwischen den Bodenbearbeitungssystemen in den ausgewählten acht Betrieben getroffen werden kann. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Anteil pfluglos bewirtschafteter Flächen in den konventionellen Betrieben in den vergangenen Jahren gestiegen ist und damit Problemfelder wie Schnecken und Mäuse ähnlich gelagert sind, wie in den dauerhaft pfluglos wirtschaftenden Betrieben und somit auch insgesamt ein höheres Potenzial dieser Schaderreger vorhanden sein könnte. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass fast alle im Herbst 2007 untersuchten Rapsflächen, ausgenommen sieben Flächen der konventionell bewirtschafteten V-Standorte, pfluglos bestellt worden waren.

3.3.4 Auftreten von pilzlichen Schaderregern

Wurzelhals- und Stängelfäule (*Phoma lingam*)

Die Wurzelhals- und Stängelfäule gehört neben der Weißstänglichkeit und der Krankhaften Abreife zu den wichtigsten Krankheiten im Winterraps. Der Erreger überdauert an Pflanzenresten über mehrere Jahre. Durch Bildung von Ascosporen bei Temperaturen bis 15 °C und Regen kommt es im Herbst zur Infektion der Blätter und des Wurzelhalses. Auf den Blättern erscheinen scharf begrenzte Blattflecken mit weißlich-grauem Zentrum und mit bloßem Auge sichtbaren Sporenbehältern, den Pyknidien (Abb. 21). Darin befindliche Sporen werden durch Wind und Regen weiter verbreitet und führen zu Sekundärinfektionen. Nach Infektion der Pflanze breitet sich der Pilz weiter bis zum Wurzelhals aus, wo es durch Vermorschungen bis zum Absterben der Pflanzen kommen kann. Im Frühjahr können sich diese Symptome noch verstärken bis hin zur Notreife und Stängelabbruch (CHRISTEN & FRIEDT 2007).



Abbildung 21: Phoma-Blattflecken (links) und Pyknidien (rechts)

Im Herbst 2007 waren günstige Infektionsbedingungen aufgrund der feuchtwarmen Witterung für *Phoma lingam* gegeben. Dies spiegelt sich in den Boniturergebnissen zum Blattbefall im Herbst (Abb. 22, links) insbesondere auf den V-Standorten zum BBCH 14. Zum späteren Termin (ca. BBCH 18) war auch auf den Löss-Standorten ein Anstieg des Befalls zu verzeichnen (Abb. 22, rechts). Die z. T. niedrigeren Befallswerte (Betriebe V 2 und V 4) zum späteren Termin in BBCH 18 sind mit dem zu diesem Zeitpunkt bereits erfolgten Abfall der befallenen älteren Blätter zu erklären. Ein Zusammenhang zwischen Befall und Bodenbearbeitungssystem konnte nicht nachgewiesen werden.

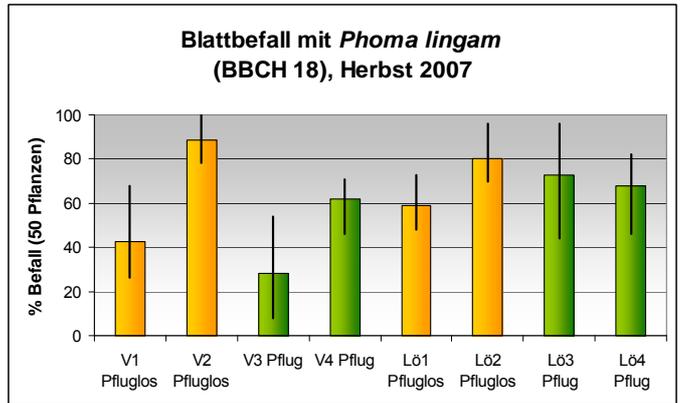
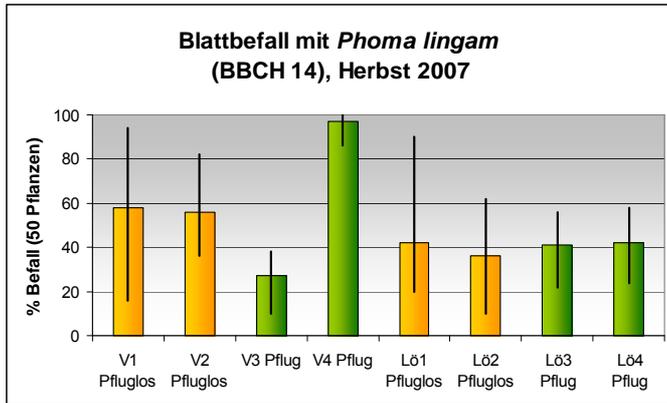


Abbildung 22: *Phoma*-Blattbefall im Herbst 2007

Eine weitere Bonitur erfolgte im Frühjahr im BBCH 30/32 zum Wurzelhalsbefall. Dazu wurden die Wurzeln von je 20 Pflanzen auf Vorhandensein von Pyknidien untersucht und zusätzlich der Verbräunungsgrad visuell eingeschätzt (Abb. 23, links). Ein Zusammenhang zum Bodenbearbeitungssystem konnte nicht nachgewiesen werden. Auf den Löss-Standorten war der durch Pyknidien im Labor (Binokular) nachgewiesene Wurzelhalsbefall höher als auf den V-Standorten, während dieser Unterschied bei einer rein visuellen Einschätzung (Abb. 23, rechts) nicht mehr zum Tragen kommt und auch der vermeintliche Befall viel höher eingeschätzt wird als beim Nachweis mit dem Binokular.

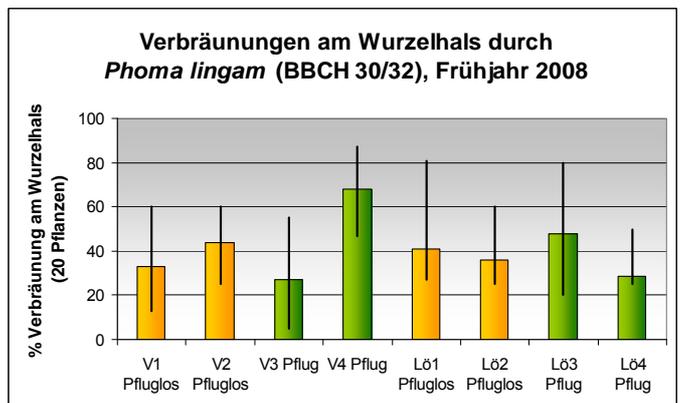
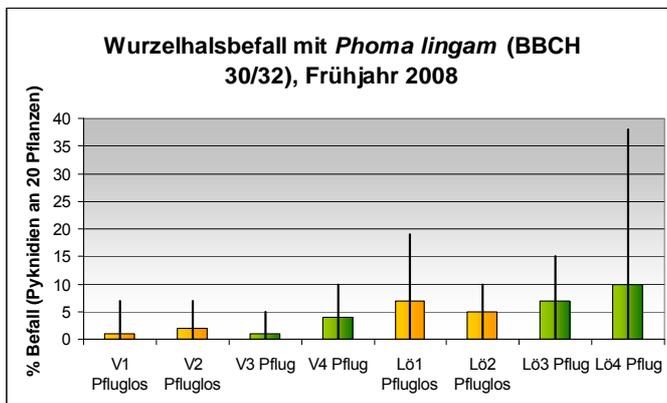


Abbildung 23: *Phoma lingam* Wurzelhalsbefall Pyknidien (links) und Verbräunung (rechts)

Die abschließende Bonitur zu *Phoma lingam* wurde im BBCH 85 durchgeführt, wobei sowohl an der Wurzel als auch am Stängel die Einschätzung der Befallshäufigkeit und der Befallsstärke ausschließlich visuell erfolgte (Abb. 24 und 25).

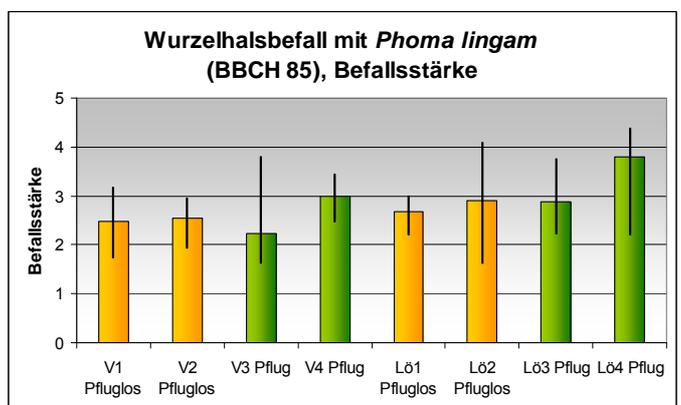
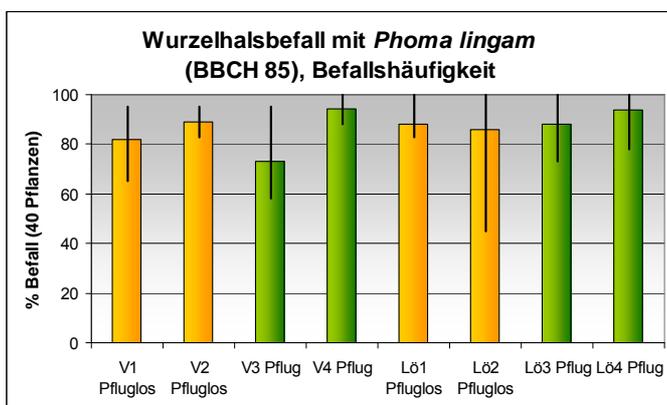


Abbildung 24: *Phoma*-Wurzelhalsbefall – Befallshäufigkeit (links) und Befallsstärke (rechts)

Aus den vier Darstellungen ist ersichtlich, dass im Befall sowohl am Wurzelhals als auch am Stängel zwischen allen Betrieben keine deutlichen Unterschiede zu erkennen sind.

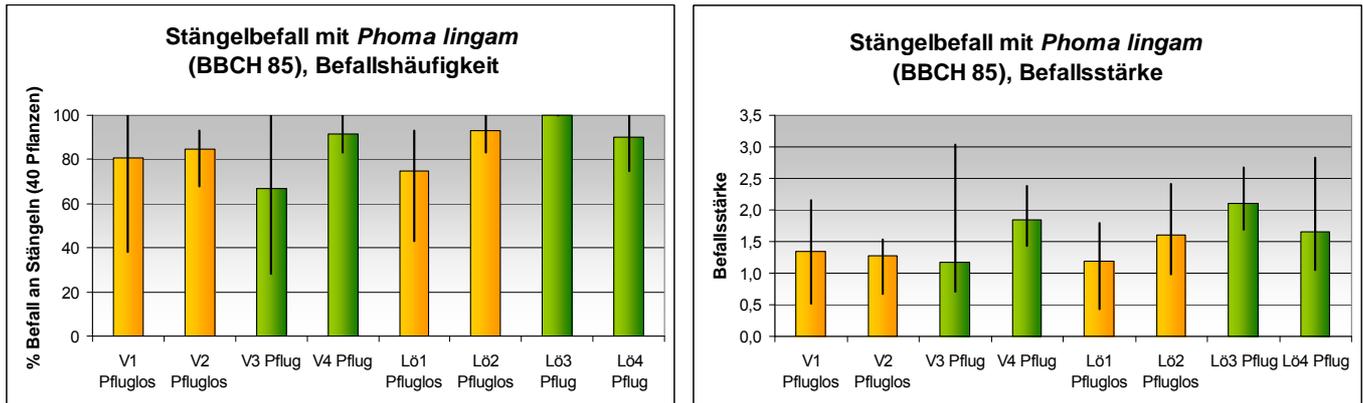


Abbildung 25: Phoma-Stängelbefall anhand der Befallshäufigkeit (links) und der Befallsstärke (rechts)

Aufgrund der Tatsache, dass der Erreger an Pflanzenresten im Boden auch mehrere Jahre überdauert, könnte von einer Förderung der Krankheit durch die dauerhaft pfluglose Bodenbearbeitung ausgegangen werden. Dieser Zusammenhang konnte in diesen einjährigen Praxiserhebungen nicht nachgewiesen werden. Faktoren wie die Fruchtfolge, unterschiedliche Anfälligkeit der angebauten Sorten, Lage der Flächen, Fungizidmanagement der Betriebe etc. können Einfluss nehmen. Auch in mehrjährigen vergleichenden Bodenbearbeitungssystemversuchen (VOß 1998; SIEVERT 2000) konnte mit Ausnahme eines Versuches kein Zusammenhang zwischen Befall mit *Phoma lingam* und Bodenbearbeitungsintensität festgestellt werden. Eine Beziehung zur Bodenbearbeitungsintensität wurde auch in Versuchen von KREYE et al. (2006) nicht herausgestellt. Die Autoren verweisen darauf, dass die Anbaupause in diesem Fall von entscheidender Bedeutung ist. Schlussfolgernd wird von diesen Autoren auch keine spezifische Anpassung der fungiziden Maßnahmen an das Bodenbearbeitungssystem als notwendig erachtet.

In diesem Zusammenhang wird auch von WAHMHOF et al. (1999) darauf verwiesen, dass die gründliche Zerkleinerung der befallenen Rapsstoppel als Voraussetzung eines raschen Abbaus eine entscheidende Rolle für mögliche Infektionen des Rapses in den Folgejahren spielt. So kann auch eine jährlich wendende Bodenbearbeitung ohne Stoppelzerkleinerung als Voraussetzung für ein entsprechendes Infektionspotenzial dienen.

Weißstänglichkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Die Weißstänglichkeit ist eine bodenbürtige Krankheit, die von im Boden befindlichen Dauerorganen, den Sklerotien, ausgeht und stark fruchtfolgeabhängig ist sowie ein sehr breites Wirtsspektrum aufweist, was die Bekämpfung erschwert. Die nach der Ernte im Boden verbleibenden Sklerotien können bis zu 10 Jahren lebensfähig überdauern. Bei ausreichender Feuchtigkeit und Temperatur im Frühjahr wachsen aus den in den oberen Bodenschichten vorhandenen Sklerotien Apothezien heraus, die wiederum bei genügender Feuchte Sporen herausschleudern, welche sich bevorzugt zur Zeit der Rapsblüte besonders in den Achseln der Triebe festsetzen und von dort in den Stängel eindringen. Dieser nimmt durch die Zersetzungsvorgänge eine ausgebleichene weißliche Verfärbung an (Abb. 26, links) und in ihm bilden sich später die schwarzen Sklerotien (Abb. 26, rechts) (CHRISTEN & FRIEDT 2007).



Abbildung 26: Sclerotinia, Befall an der Rapsstoppel (links), Sklerotien im Stängel und in der Wurzel (rechts)

In Abb. 27 sind die Boniturergebnisse zum Krankheitsbefall mit Sclerotinia im BBCH 85 sowohl im Bestand als auch im Spritzfenster dargestellt. An den V-Standorten lässt sich ein gewisser Trend zu einem erhöhten Befall (im Spritzfenster) auf den dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Flächen erkennen. Dieser Zusammenhang ist jedoch eher nicht im Bodenbearbeitungssystem begründet, sondern könnte auch der PSM-Einsatzpraxis des Betriebes (V 1 pfluglos) zuzuschreiben sein, bei der eher von Blütenspritzungen abgesehen wird und damit schon ein viel höherer Sklerotienvorrat im Boden und damit eine höhere Infektionsgefahr gegeben wäre. Der durchschnittlich höhere Befall im Betrieb Lö 3 ist auf den Anbau einer sehr sclerotiniaanfälligen Sorte auf zwei Schlägen des Betriebs zurückzuführen. In der Rapsstoppel (siehe Abb. 28) weist der Krankheitsbefall insgesamt noch höhere Werte auf, was auf eine nochmalige Zunahme der Krankheit zur Ernte hin schließen lässt. Deutlich erkennbar sind aber auch die Betriebe, welche keine Blütenspritzung vorgenommen haben bzw. nur einige ihrer Flächen behandelten (z.B. V1 - pfluglos, Lö2 - pfluglos, V4 - konventionell).

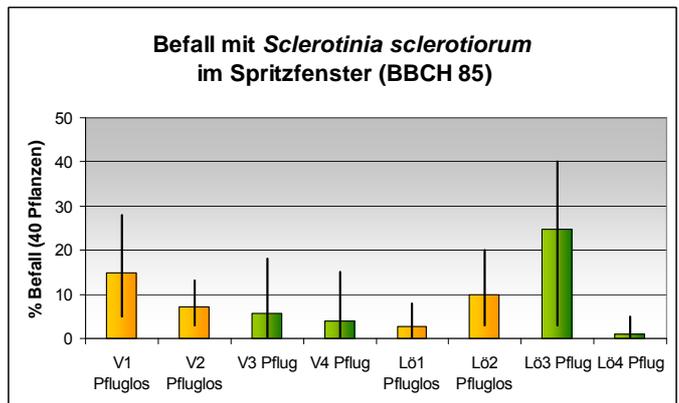
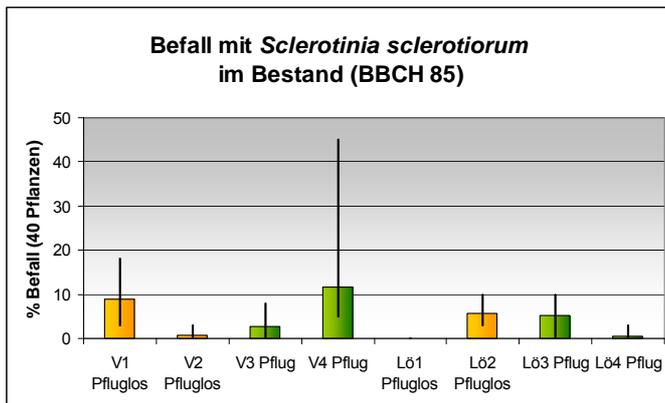


Abbildung 27: Sclerotinia-Befall im Bestand (links) und im Spritzfenster (rechts)

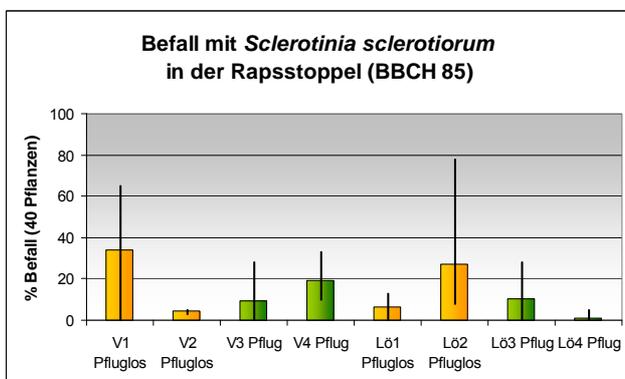


Abbildung 28: Sclerotinia-Befall in der Rapsstoppel

Ähnlich wie bei *Phoma lingam* lässt auch *Sclerotinia* bei pflugloser Bodenbearbeitung einen höheren Befall erwarten aufgrund der stärkeren Ansammlung eines Sklerotien- und damit Infektionspotenzials im Boden. Diese Vermutung konnte anhand der Bonituren auf den Flächen der ausgewählten Betriebe aber nicht bestätigt werden.

Einen sehr begrenzten Effekt der Bodenbearbeitung auf das Befallsniveau stellten ebenfalls die bereits im Zusammenhang mit *Phoma lingam* genannten Autoren in ihren mehrjährigen Versuchen fest (VOß 1998; SIEVERT 2000).

In weiteren Bodenbearbeitungsversuchen (WAHMHOF et al. 1999) wurde nachgewiesen, dass ein tiefes Vergraben (Pflügen) der Sklerotien deren Überdauerungsfähigkeit im Vergleich zu flacher Bearbeitung erhöhte. Des Weiteren führte die pfluglose Bodenbearbeitung zu den Folgefrüchten des Winterapses im ersten Jahr zu verstärkter Apothezienbildung sowie im zweiten und dritten Folgejahr zu einer stark reduzierten Apothezien-dichte, während bei jährlich wendender Bodenbearbeitung nach Raps stets mittlere Apothezien-dichten auftraten. Jedoch werden in WAHMHOF et al. (1999) dazu auch gegensätzliche Untersuchungsergebnisse anderer Autoren diskutiert.

Bei mehrjährigen Untersuchungen ermittelten KREYE et al. (2006) ein höheres Infektionsrisiko nach Pflugverzicht bei entsprechender kritischer Witterung. Dabei konnte jedoch nicht abschließend geklärt werden, ob dies auf eine größere Sklerotienanzahl auf bzw. dicht unter der Bodenoberfläche zurückzuführen war.

Krankhafte Abreife (*Verticillium longisporum*)

Neben *Phoma lingam*, dem Erreger der Wurzelhals- und Stängelfäule, ist besonders *Verticillium longisporum* als Ergebnis der Anbauausdehnung von Winteraps in den vergangenen Jahren stärker in Erscheinung getreten. Die Infektion mit *Verticillium* erfolgt wie bei anderen bodenbürtigen Pilzen über die Wurzel, meist schon im Herbst.

Der Pilz wandert dann in die Leitbahnen der Pflanze, wo er den größten Teil seines Lebenszyklus verbringt und damit eine gewisse Latenzphase einlegt. Erst mit beginnender Abreife der Wirtspflanze, in diesem Falle der Raps-pflanze, verlässt der Pilz die Leitbahnen und bildet Dauerstadien in Form von Mikrosklerotien (Abb. 29, rechts) in dem umliegenden Parenchymgewebe (EYNCK & TIEDEMANN 2008). Im Gegensatz zu den durch *Phoma lingam* gebildeten etwa 0,2-0,5 mm großen Pyknidien sind die Mikrosklerotien mit 0,1 mm kleiner und deshalb auch nur unter dem Binokular eindeutig identifizierbar und liegen unterhalb der Epidermis. Aufgrund dieser Lebensweise des Pilzes ist eine chemische Bekämpfung nicht möglich.

Nach der Ernte gelangen die Mikrosklerotien mit den Bodenbearbeitungsmaßnahmen in den Boden, bilden das Ausgangsmaterial für weitere Infektionen und können mehr als 10 Jahre im Boden überdauern. Befallshäufigkeiten von bis zu 100 % wurden in einem Dauerversuch auf einer Fläche mit 33 % Rapsanteil nach 30 Jahren nachgewiesen. Ertragsausfälle zwischen 10–50 % wurden verschiedentlich erreicht (EYNCK & TIEDEMANN 2008).

Aus Abb. 29 geht die *Verticillium*-Befallssituation in den ausgewählten Betrieben zur Ernte 2008 hervor. Dabei könnten die höheren Befallswerte auf Flächen der Betriebe V 2, Lö 1 und Lö 4 unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem auf eine *Verticillium* begünstigende engere Fruchtfolge zurückzuführen sein, wobei jedoch keine Aussagen zum Inokulumpotenzial im Boden getroffen werden können.

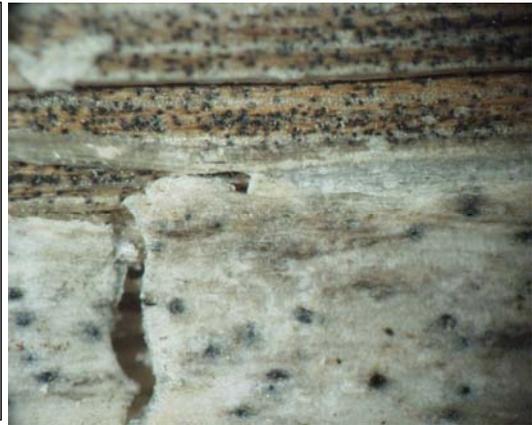
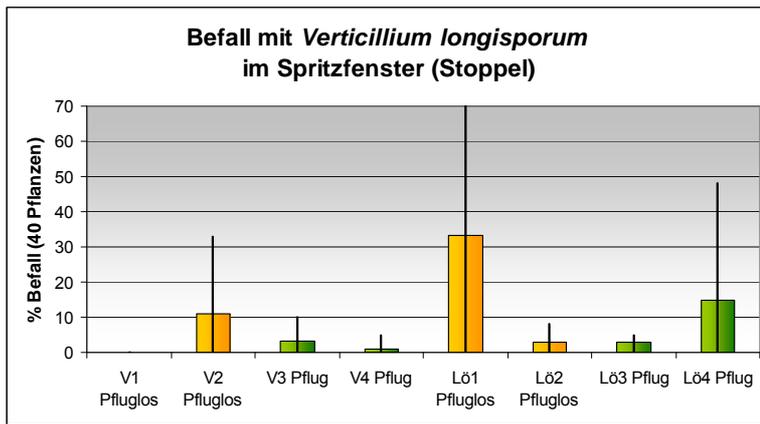


Abbildung 29: Verticilliumbefall (links) und Mikrosklerotien durch Verticillium im oberen Bereich im Vergleich zu Pyknidien durch Phoma im unteren Bereich (rechts)

Es ist auch zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Toleranzen der Sorten festgestellt wurden und dass *Verticillium* witterungs-, jahres- und regionalbedingt unterschiedlich in Erscheinung tritt. Als pflanzenbauliche Maßnahmen werden die Gestaltung der Fruchtfolge, Vermeidung von Fröhsaaten und die wendende Bodenbearbeitung genannt (EYNCK & TIEDEMANN 2008), deren Einfluss jedoch nicht näher erläutert wird.

KREYE et al. (2006) ermittelten für *Verticillium* ähnlich wie bei *Sclerotinia sclerotiorum* ein erhöhtes Infektionsrisiko infolge Pflugverzichts.

KEUNECKE et al. (2008) stellten eine deutliche Erhöhung des *Verticillium*-Befalls durch Wurzelfraßschädigungen infolge des Befalls mit der Herbstgeneration der Kohlflyge im Vergleich zu nicht kohlflyegegeschädigten Varianten fest. Diese Unterschiede fielen jedoch bei hohem Inokulumpotenzial im Boden sowie einer hohen *Verticillium*anfälligkeit der angebaute Sorten geringer aus. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Kohlflygenfraßwerte (siehe Abb. 16) der Betriebe mit den höchsten *Verticillium*-Befallswerten (V 2, L0 1 und L0 4), so wird ein gewisser Beziehungstrend deutlich, der die Förderung von *Verticillium* durch Kohlflygenfraß in diesem Falle erklären könnte. Ungeachtet dessen ist hier ebenfalls die Vielzahl der Faktoren, die das Krankheitsauftreten beeinflussen können, zu berücksichtigen.

In einem bundesweiten *Verticillium*-Monitoring in Winterraps erwiesen sich als Hauptrisikofaktoren für das Krankheitsauftreten die steigende Rapskonzentration in der Fruchtfolge, einseitige Getreide-Rapsfruchtfolgen mit hohem Rapsanteil (> 25 %), eine frühe Rapsaussaat und die pfluglose Bodenbearbeitung (STEINBACH et al. 2004).

3.3.5 Zusammenfassende Anmerkungen zu den Schaderregern im Winterraps

Insgesamt muss festgestellt werden, dass auf der Grundlage der umfangreichen Praxisbeobachtungen über eine Vegetationsperiode ausschließlich im Raps keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen dem Unkraut- sowie Schaderregerauftreten und dem Bodenbearbeitungssystem festgestellt werden konnten. Es wurde aufgezeigt, dass eine Vielzahl möglicher Einflussfaktoren Beachtung finden muss wie Fruchtfolge, Schlaglage, angebaute Sorten, Bestandesführung, Witterung, Pflanzenschutzmanagement des Betriebes etc. Des Weiteren sind für den Raps in mehrjährigen Bodenbearbeitungssystemversuchen nur in geringem Maße insbesondere hinsichtlich pilzlichem Schaderregerauftreten Abhängigkeiten zur Bodenbearbeitung nachgewiesen worden. Besondere Berücksichtigung verdient auch die Tatsache, dass es sich bei diesen Untersuchungen in der Regel um Exaktversuche handelt und die Varianten Pflug sowie verschiedene Pfluglos-Varianten klar voneinander getrennt sind und die Untersuchungen über mehrere Jahre liefen.

Bei den untersuchten Praxisflächen im Rahmen dieses Projektes handelt es sich jedoch um sehr vielfältige Bodenbearbeitungsmischvarianten. So sind die Beobachtungsflächen der konventionell wirtschaftenden Betriebe über die Jahre in unregelmäßigen Abständen gepflügt worden, wobei in der Regel der Anteil pflugloser Bewirtschaftung im Laufe der Zeit zugenommen hat. Gleiches lässt sich auch für die Entwicklung der Bewirtschaftung angrenzender Flächen anderer Betriebe vermuten. Auch im Vergleich zwischen den langjährig pfluglos wirtschaftenden Betrieben stellt sich die Bearbeitungsintensität

sehr differenziert dar hinsichtlich Bearbeitungshäufigkeit sowie Bearbeitungstiefe. Aufgrund dieser Bearbeitungsmischvarianten kann auch eine „Vermischung“ im Unkrautspektrum/Unkrautpotenzial sowie im Infektionspotenzial auf den einzelnen Flächen sowie auch flächenübergreifend vermutet werden. Letztendlich muss im Rahmen dieser Praxiserhebungen für die Beurteilung des Unkraut- und Schaderregerauftretens in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem immer wieder der einzelne Schlag mit seinen ganz spezifischen Bedingungen Ausgangspunkt der Einschätzung sein.

3.4 Pflanzenschutzmittelbehandlungsindex

3.4.1 Material und Methoden

Der Behandlungsindex (BI) ist eine der Kennzahlen, mit der die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) gemessen werden kann. Im Vergleich zu anderen Kenngrößen zur Erfassung der Anwendungsintensität chemischer Pflanzenschutzmittel wie z. B. dem Behandlungsumfang je Fläche hat sich der BI seit 2004, insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Reduktionsprogramm Pflanzenschutz, in Deutschland durchgesetzt. Mit ihm wird die Anzahl der PSM-Anwendungen auf einem Schlag unter Berücksichtigung reduzierter Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dargestellt, wobei jedes PSM, auch das in Tankmischungen, gesondert betrachtet wird (FREIER et al. 2008).

Die Formel zur Berechnung lautet:

$$\text{BI} = \text{behandelte Fläche/Gesamtfläche der Kultur} \times \text{AWM PSM/zulässige maximale AWM}$$

BI	Behandlungsindex
AWM	Aufwandmenge
PSM	Pflanzenschutzmittel

Damit wird die Anwendung eines PSM in seiner für das betreffende Anwendungsgebiet maximalen Aufwandmenge mit 1 bewertet. Erfolgt eine Aufwandmengenreduzierung um beispielsweise die Hälfte, so verringert sich der BI entsprechend auf 0,5. Gleiches gilt für die Teilflächenausbringung: Wird ein PSM nur auf der Hälfte eines Schlages ausgebracht, so reduziert sich der BI ebenfalls auf 0,5.

Der Vorteil des BI als Indikator zur Messung der PSM-Intensität besteht darin, dass die Aufwandmengen verschiedener PSM, auch wenn sie in verschiedenen Einheiten wie Liter, Milliliter, Gramm etc. angegeben sind, miteinander vergleichbar gemacht werden können.

Der BI dient für das sogenannte Netz der Vergleichsbetriebe im Pflanzenschutz als Berechnungsgrundlage. Im Rahmen dieses Netzes der Vergleichsbetriebe erfolgt seit 2007 deutschlandweit die jährliche Ermittlung der Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Hilfe des BI anhand von Schlagkarteidaten auf einzelnen Schlägen bzw. in Kulturen ausgewählter Betriebe. Ziel ist, die betriebs-, jahresspezifischen sowie regionalen Aufwendungen von Pflanzenschutzmitteln in einzelnen Kulturen zu dokumentieren und hinsichtlich des sogenannten „notwendigen Maßes“ zu bewerten. Das notwendige Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln beschreibt hier die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die notwendig ist, um den Anbau der Kulturpflanzen besonders vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit zu sichern, vorausgesetzt, dass alle anderen praktikablen Möglichkeiten zur Abwehr und Bekämpfung von Schadorganismen ausgeschöpft und die Belange des Verbraucher- und Umweltschutzes sowie des Anwenderschutzes ausreichend berücksichtigt werden. Des Weiteren wurden Einflussfaktoren wie Vorfrucht und die Bodenbearbeitung (gepflügt, pfluglos) auf die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung analysiert (FREIER et al. 2008).

Die Berechnungen des Behandlungsindex bzw. der einzelnen Teilindices erfolgten sowohl kulturbezogen für den Raps des Erntejahres 2008 auf den ausgewählten 40 Beobachtungsschlägen als auch für die Fruchtfolge dieser Schläge über die Jahre 2003–2008 (einschließlich des extra ausgewiesenen Winterraps-BI). Als Grundlage dienten die Angaben zum Pflanzenschutzmitteleinsatz in den Schlagkarteien der Betriebe. Der BI wurde für jede einzelne Fläche nach Herbizid-, Fungizid- und Insektizideinsatz getrennt berechnet und durch Aufsummierung dieser Teilindices zum Gesamt-Behandlungsindex zusammengefasst. Für den BI der Fruchtfolge auf den Einzelflächen erfolgte die Aufsummierung aller Teilindices über die sechs

Jahre von 2003-2008 in den entsprechenden Gruppen (Herbizide, Fungizide, Insektizide sowie Gesamt). Die im Winterraps angewendeten Mittel, die sowohl fungizide als auch wachstumsregulatorische Wirkungen aufweisen, wurden der Gruppe der Fungizide zugeordnet. Maßnahmen mit Totalherbiziden (Glyphosat) zwischen Ernte und Aussaat wurden der Folgekultur zugerechnet. Für die Interpretation des BI über die Fruchtfolge spielt die Höhe der einzelnen Werte keine Rolle, sondern lediglich die Relation der Werte Flächen, Betriebe bzw. der Bodenbearbeitungssysteme zueinander.

3.4.2 Ergebnisse und Diskussion

3.4.2.1 Behandlungsindex im Winterraps (aus den Untersuchungen 2008)

Herbizidbehandlungsindex

Es ist davon auszugehen, dass die Bodenbearbeitung die für eine Herbizidmaßnahme wesentlichen Faktoren Verunkrautung und Kulturzustand stark verändern, wodurch unterschiedliche Bekämpfungsstrategien in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem notwendig werden können (Voß 1998).

In der nachfolgenden Abbildung 30 ist links der Herbizid- Behandlungsindex für Raps einmal für jeden Betrieb im Durchschnitt der fünf Einzelflächen und des Weiteren im Durchschnitt für jedes Bearbeitungssystem (Abb. 30, rechts) dargestellt. Darin wird deutlich, dass für das Jahr 2008 keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Höhe des Herbizideinsatzes und dem Bodenbearbeitungssystem zu erkennen sind, lediglich die Tendenz zu einem etwas höheren Einsatz auf den dauerhaft pfluglosen Flächen. Auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen der V-Standorte ist der höhere Glyphosateinsatz vor der Rapsaussaat gegenüber den konventionell bewirtschafteten Flächen statistisch gesichert, was letztendlich jedoch nicht den Gesamtherbizideinsatz erhöhte (siehe Abb. 31). Im Gegensatz dazu weisen die Ergebnisse auf der Grundlage der Ermittlungen im bundesweiten Netz der Vergleichsbetriebe auf einen deutlich höheren Herbizideinsatz auf pfluglos bewirtschafteten Flächen gegenüber gepflügten Flächen hin (FREIER et al. 2008). Diese Ergebnisse spiegeln jedoch nur die Situation des Jahres 2007 wider, wobei jedoch der Anteil des Glyphosateinsatzes nicht extra ausgewiesen ist.

Auch bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist die ganz spezielle betriebliche Situation wie die Fruchtfolge und die Lage der Flächen zu berücksichtigen. So ist z. B. auf den Pfluglos-Flächen der Löss-Standorte im Gegensatz zu den V-Standorten vor der Rapsaussaat aufgrund des engen Zeitfensters (i.d.R. stand Weizen als Vorfrucht) kein Glyphosat angewendet worden.

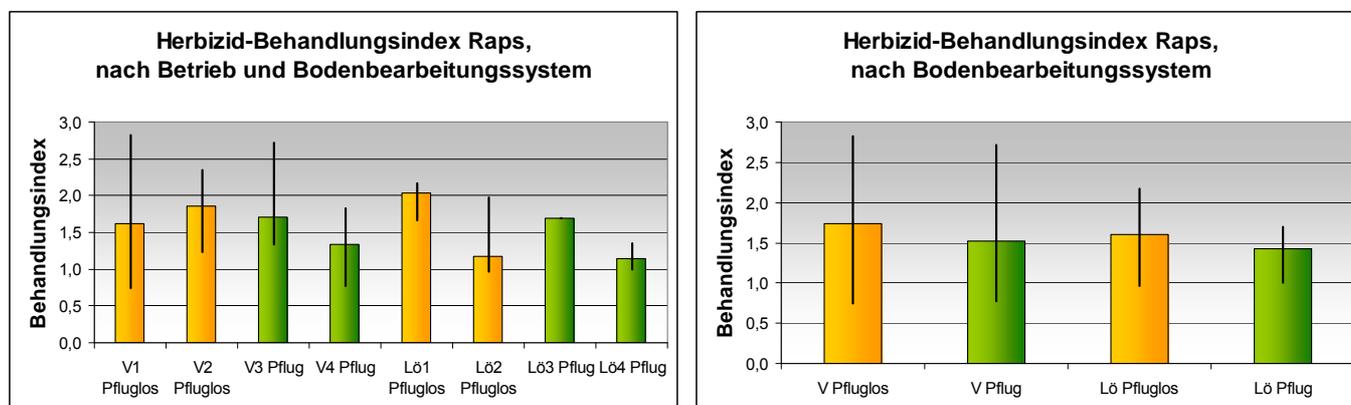


Abbildung 30: Herbizid-Behandlungsindex im Winterraps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

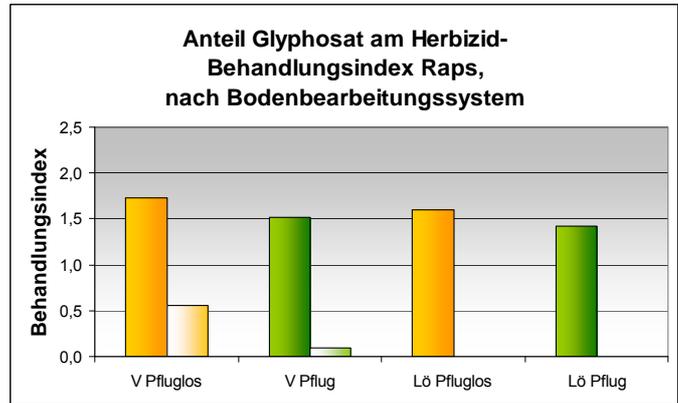
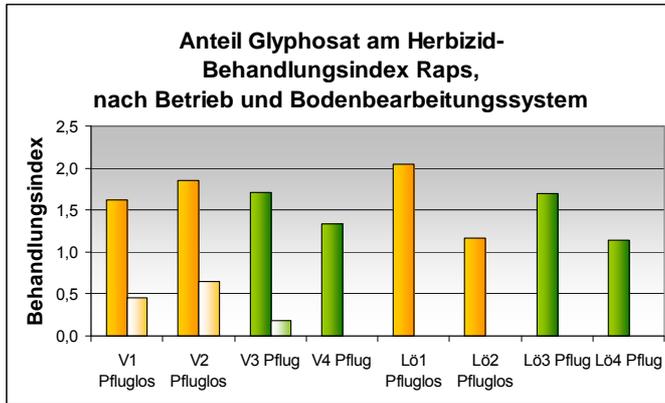


Abbildung 31: Anteil der Glyphosat-Herbizide am Herbizid-Behandlungsindex im Winterraps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

Auffällig sind die z. T. großen Differenzen im Herbizideinsatz zwischen den Flächen eines Betriebes, insbesondere auf den V-Standorten. Nachfolgend wird anhand der BI-Berechnung für zwei Flächen des Betriebes V 1 pfluglos dargelegt, wie solche Differenzen entstehen. Es handelt sich dabei um die Flächen mit dem jeweils niedrigsten (0,75) bzw. höchsten Herbizid-BI (2,82) eines Betriebes (siehe Tab. 3):

Tabelle 3: BI-Beispielrechnung für zwei Flächen im Betrieb V 1 pfluglos

Fläche	Datum	PSM	AWM	Einheit	AWM max	AMK	FK	Teil-BI
Fläche 1	25.06.2007	Roundup	1,00	kg/ha	2,65	0,38	1,00	0,38
	30.08.2007	Butisan Top	0,75	l/ha	2,00	0,38	1,00	0,38
						Summe		0,75
Fläche 2	13.08.2007	Roundup	1,50	kg/ha	2,65	0,57	1,00	0,57
	28.08.2007	Butisan	1,50	l/ha	1,50	1,00	1,00	1,00
	28.08.2007	Fusilade MAX	0,50	l/ha	2,00	0,25	1,00	0,25
	14.04.2008	Effigo	0,35	l/ha	0,35	1,00	1,00	1,00
						Summe		2,82
PSM	Pflanzenschutzmittel		AMK	Aufwandmengkoeffizient (AWM/ max. AWM)				
AWM	Aufwandmenge		FK	Flächenkoeffizient (beh. Fläche/ Gesamtfläche der Kultur)				

In den Pfluglos-Betrieben der V-Standorte erfolgte i.d.R. eine Nachauflaufbehandlung und dann evtl. eine weitere situationsbezogene Anwendung im Herbst bzw. im Frühjahr. Die Notwendigkeit dieser Maßnahmen konnte anhand eigener Bonituren bestätigt werden, sodass in diesem Rahmen kein Einsparpotenzial nachgewiesen werden kann. In den konventionell wirtschaftenden Betrieben der V-Standorte standen Voraufaufwendungen mit situationsbezogener Nachbehandlung im Herbst (z. B. Weidelgras- und Gerstendurchwuchs auf pfluglos bestellten Flächen) im Vordergrund. Auch in diesem Falle ist ein Einsparpotenzial eher nicht gegeben.

Unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem variiert die Höhe des Herbizideinsatzes in den untersuchten Betrieben der Löss-Standorte innerhalb jedes einzelnen Betriebes nur wenig (siehe Abb. 30, links). Dabei erfolgte in den konventionell wirtschaftenden Betrieben eine Herbstbehandlung betriebsbezogen einheitlich im Voraufauf bzw. im Nachaufauf sowie gegebenenfalls eine Nachbehandlung im Herbst. Eine ähnliche Situation zeigte sich in den beiden Pfluglos-Betrieben, wobei in einem Betrieb noch eine Frühjahrsbehandlung auf allen Flächen hinzukam.

Entsprechend der prozentualen Ausschöpfung der zulässigen maximalen Aufwandmengen, die aus Tabelle 3 ersichtlich sind, ist von einer situationsbezogenen Anwendung der Herbizide auszugehen. Im Durchschnitt aller Betriebe lag die Ausschöpfung bei 66 %, ähnlich den Ergebnissen des Netzes der Vergleichsbetriebe.

Fungizid-Behandlungsindex im Winterraps

Die betriebliche Pflanzenschutzstrategie ist auch im Fungizideinsatz dominierend (Abb. 32). So wurde z. B. in den Betrieben V 1 und Lö 2 grundsätzlich auf eine Blütebehandlung verzichtet. Während in V 1 der Index eine große Spannweite aufweist (0,4-1,6), d. h. die fünf Flächen des Betriebes wurden insgesamt mit Fungiziden deutlich verschieden behandelt, so ist im Betrieb Lö 2 aufgrund der minimalen Spannweite von einer Gleichbehandlung der Flächen auszugehen. Beim Zusammenfassen der Betriebe zum entsprechenden Bodenbearbeitungssystem zeigt sich ein leicht höherer Fungizideinsatz auf den Löss-Standorten gegenüber den V-Standorten, der jedoch statistisch nicht gesichert ist und damit auch keine eindeutige Beziehung zum Bodenbearbeitungssystem nachgewiesen werden kann.

Herbst- und Frühjahrsbehandlungen erfolgten in den meisten Fällen mit verringerten Aufwandmengen, wobei jedoch beachtet werden muss, dass nicht in fungizide und wachstumsregulatorische Wirkung der Mittel unterschieden wurde. Im Falle einer Blütenbehandlung wurde die volle Aufwandmenge appliziert.

Auch bei den Fungiziden kann anhand der prozentualen Ausschöpfung der zulässigen maximalen Aufwandmengen (Tabelle 4), die im Durchschnitt aller acht Betriebe bei 67 % lag, von einer situationsbezogenen Dosierung ausgegangen werden, sodass damit nur schwer ein Reduktionspotenzial auszumachen ist.

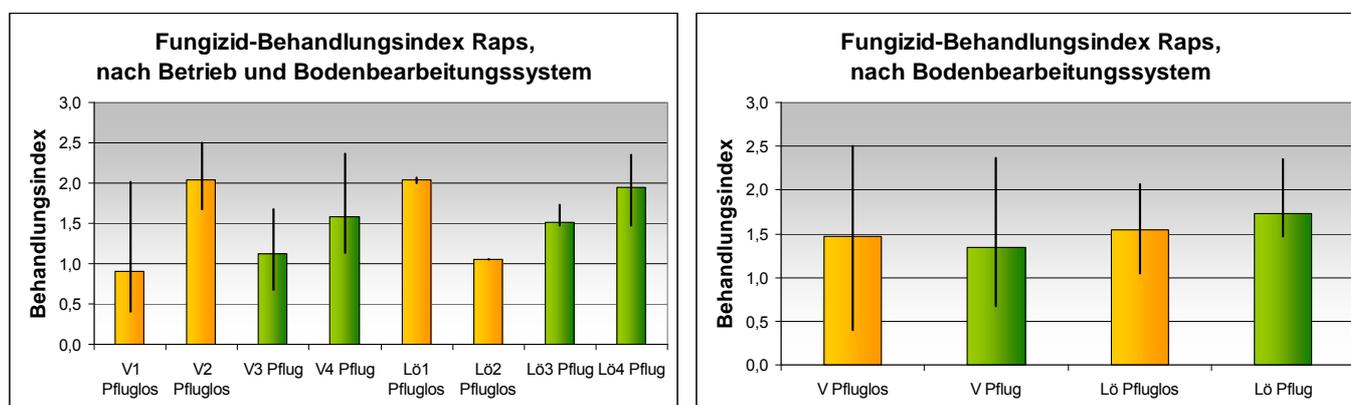


Abbildung 32: Fungizid-Behandlungsindex im Winterraps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

Insektizid-Behandlungsindex im Winterraps

Besonders deutlich wird der differenzierte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Abhängigkeit vom Standort bei den Insektiziden (Abb. 33). Der höhere Einsatz auf den Löss-Standorten gegenüber den V-Standorten ist dabei statistisch gesichert. Auch in diesem Falle ist die Gleichbehandlung der Flächen in den Betrieben Lö 1 und Lö 2 pfluglos auffällig. Im Gegensatz zum Herbizid- und Fungizideinsatz resultiert die unterschiedliche Höhe des BI zum größten Teil aus einer unterschiedlichen Anzahl der Maßnahmen und nicht aus der Reduktion der Aufwandmengen (siehe Tabelle 4). Dieser Zusammenhang zeigt sich ebenfalls in den Ergebnissen des Netzes der Vergleichsbetriebe (FREIER et al. 2008).

Einsparungsmöglichkeiten im Insektizidaufwand sind auf den Löss-Standorten u. a. bei den Beimischungen als „Sicherheitsmaßnahme“ zur Blütenspritzung zu erwägen.

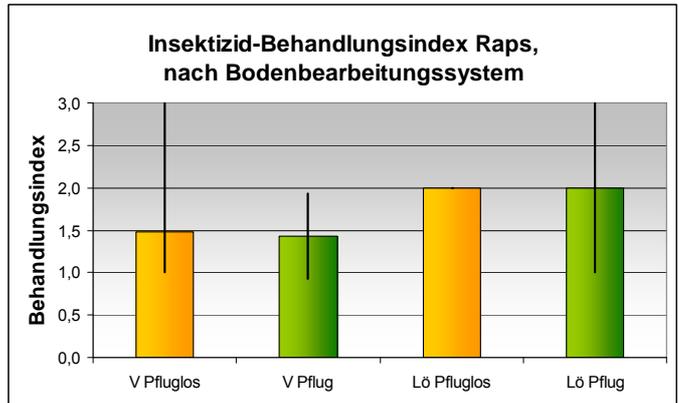
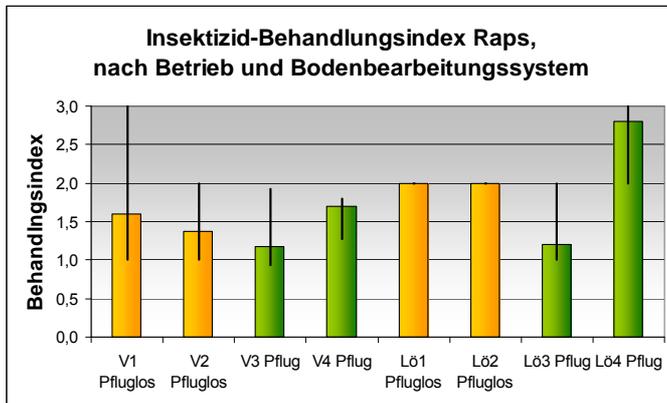


Abbildung 33: Insektizid-Behandlungsindex im Winterrops nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (rechts)

Tabelle 4: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen (%) in den acht ausgewählten Betrieben in Winterrops 2008

	Fungizide	Herbizide	Insektizide
V1 - pfluglos	50	54	100
V2 - pfluglos	74	67	100
V3 - konventionell	70	62	98
V4 - konventionell	77	74	90
L01 - pfluglos	68	54	100
L02 - pfluglos	52	53	100
L03 - konventionell	76	85	100
L04 - konventionell	69	81	100

Gesamtbehandlungsindex im Winterrops

Auch beim Gesamtbehandlungsindex (Abb. 34) ist die Abhängigkeit vom Standort deutlich erkennbar, wobei ebenfalls der höhere Wert auf den Löss-Standorten statistisch gesichert ist, d. h., dass auf diesen Standorten mit einer wesentlich höheren Pflanzenschutzmittelintensität gefahren wird als auf den V-Standorten. Auf den V-Standorten weist der BI eine Spannweite von 2,2–6,4 über alle Schläge auf, während der BI auf den Löss-Standorten zwischen 4,0–7,4 variiert. Eine wichtige Rolle spielt dabei die wesentlich höhere Ertragserwartung auf den Löss-Standorten. Abhängigkeiten des Gesamtbehandlungsindex vom Bodenbearbeitungssystem sind 2008 statistisch nicht gesichert.

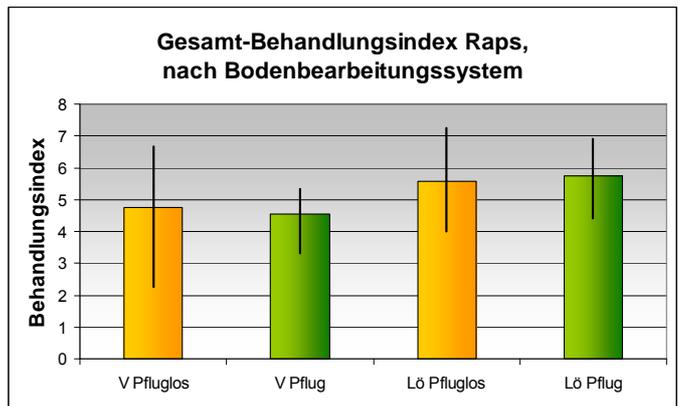
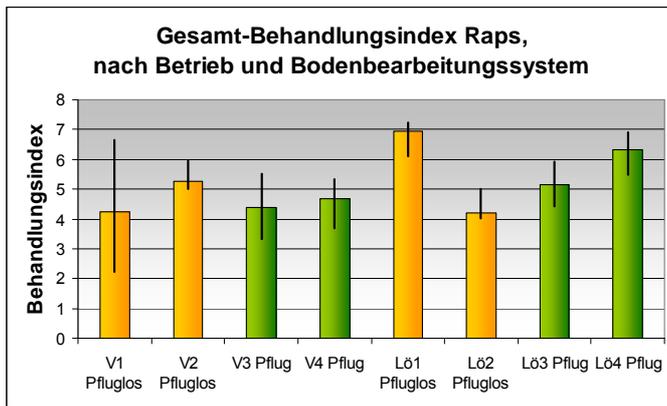


Abbildung 34: Gesamt-Behandlungsindex Raps nach Betrieben (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

3.4.2.2 Behandlungsindex über die Fruchtfolge 2003-2008

Herbizidbehandlungsindex über die Fruchtfolge

Aus der nachfolgenden Abbildung 35 ist ersichtlich, dass sowohl auf den dauerhaft pfluglosen V- als auch Löss-Standorten der BI über die betrachteten sechs Jahre im Vergleich zu den konventionellen Betrieben höher liegt. In erster Linie ist dieser Zusammenhang jedoch auf den erhöhten Einsatz von Totalherbiziden (Glyphosaten) insbesondere auf den V-Standorten zurückzuführen (siehe Abb. 36). Dies resultiert aus den ganz speziellen Fruchtfolgen in den einzelnen Pfluglos-Betrieben und den sich daraus ergebenden Problemen, insbesondere des Durchwuchses.

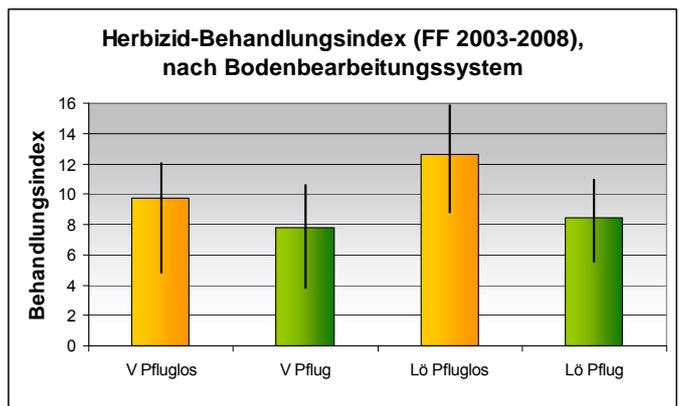
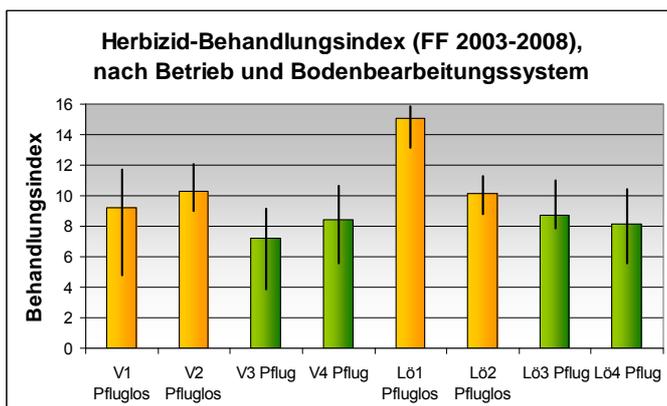


Abbildung 35: Behandlungsindex Gesamtherbizideinsatz über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

Sowohl auf den V- als auch auf den Löss-Standorten ist der höhere Glyphosateinsatz in der Fruchtfolge 2003-2008 in den dauerhaft pfluglos wirtschaftenden Betrieben statistisch gesichert.

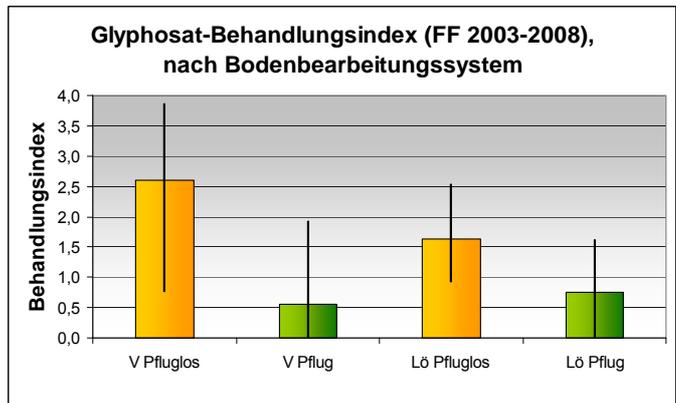
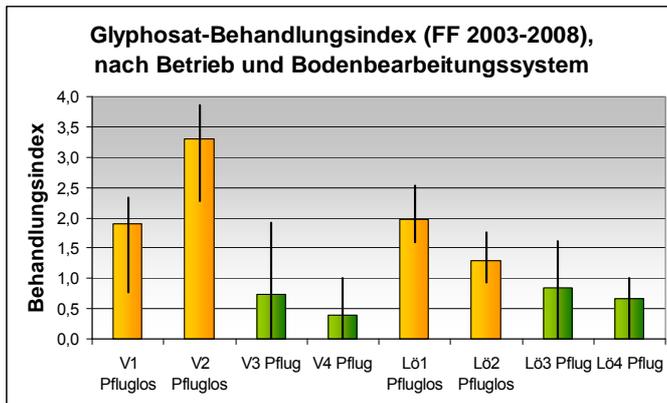


Abbildung 36: Behandlungsindex Glyphosateinsatz über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

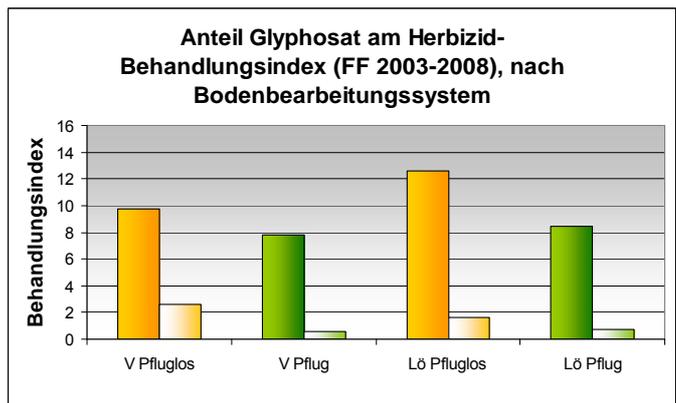
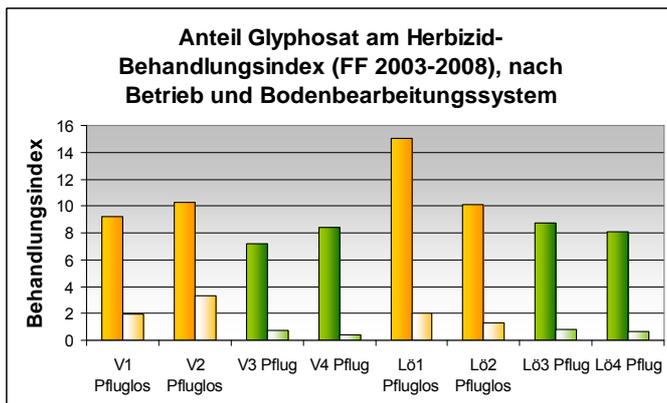


Abbildung 37: Anteil der Glyphosat-Herbizide am Herbizideinsatz über die Fruchtfolge betriebs-spezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

Betrachtet man den Herbizideinsatz ohne den Glyphosatanteil (siehe Abb. 37, kleine Säulen), ist nur auf den dauerhaft pfluglosen Löss-Standorten der höhere Herbizideinsatz statistisch gesichert, während die Herbizidmaßnahmen auf allen V-Standorten unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem in relativ einheitlicher Höhe lagen. Diese Feststellung legt den Schluss nahe, dass das Unkrautauftreten infolge pflugloser Bodenbearbeitung auf den V-Standorten über die stärkere Glyphosatanwendung und auf den Löss-Standorten durch höhere Herbizidaufwendungen in der jeweiligen Kultur bekämpft wird, wenn zur jeweiligen Kultur kein Glyphosateinsatz erfolgte. In diesem Zusammenhang muss jedoch auch der Umstand beachtet werden, dass in beiden Pfluglos-Betrieben der Löss-Standorte Zuckerrüben angebaut werden, die i.d.R. einen höheren Herbizid-BI bewirken können. Dieser Einfluss wurde jedoch in diesem Rahmen aufgrund der Vielzahl vieler anderer möglicher Einflüsse nicht näher untersucht.

In den konventionell wirtschaftenden Betrieben wurde Glyphosat zu Kulturen in der Fruchtfolge i.d.R. dann angewendet, wenn diese pfluglos bestellt wurden (siehe dazu auch Anhang 1 E).

Im Bericht des Netzes der Vergleichsbetriebe wurde der Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Herbizidanwendung in den Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps näher betrachtet. Dabei wurde herausgestellt, dass die mittleren Behandlungsindices für Herbizide unabhängig von der Vorfruchtgruppe (Getreide; Raps/Leguminosen; Hackfrüchte/Mais) stets in der pfluglosen Variante höher lagen. Jedoch waren diese Differenzen aufgrund der hohen Standardabweichungen statistisch nicht gesichert. Für Wintergerste und Winterraps erbrachte der Vergleich zwischen Anbau mit Pflug und pfluglosem Anbau für die Vorfruchtgruppe Getreide deutlich höhere Herbizidanwendungen in der pfluglosen Variante (FREIER et al. 2008). In diesen Auswertungen wurde jedoch, wie bereits erwähnt, der Glyphosateinsatz nicht separat ausgewiesen.

Fungizidbehandlungsindex über die Fruchtfolge

Für den Fungizidbehandlungsindex wird aus Abb. 38 deutlich, dass es für den betrachteten Zeitraum von 2003–2008 anhand der Fruchtfolgen der acht untersuchten Betriebe keinen Zusammenhang zum Bodenbearbeitungssystem gibt. Lediglich der Unterschied in den Aufwendungen, die auf den Löss-Standorten gegenüber den V-Standorten höher waren, ist auffällig und auch statistisch gesichert. Auch im Netz der Vergleichsbetriebe wurde kein Zusammenhang zwischen Bodenbearbeitung und Fungizideinsatz bei Winterweizen, Wintergerste und Winterrraps für das Jahr 2007 nachgewiesen. Es kann angenommen werden, dass Witterung und Krankheitsauftreten sich im BI letztlich stärker niederschlagen als der Einfluss der Bodenbearbeitung. Diesen Zusammenhang zeigen in ähnlicher Weise ebenfalls Ergebnisse von KREYE (2002), indem er nachweist, dass die notwendige Intensität des Fungizideinsatzes im Winterweizen bei konservierender Bodenbearbeitung vom jahresspezifischen Pilzdruck und dem Ertragspotenzial des Standortes abhängig ist. Im Mittel der drei Versuchsjahre war im Vergleich zur wendenden Bodenbearbeitung in den Varianten der Mulchsaat nur im Stoppelweizen ein höherer Fungizideinsatz notwendig.

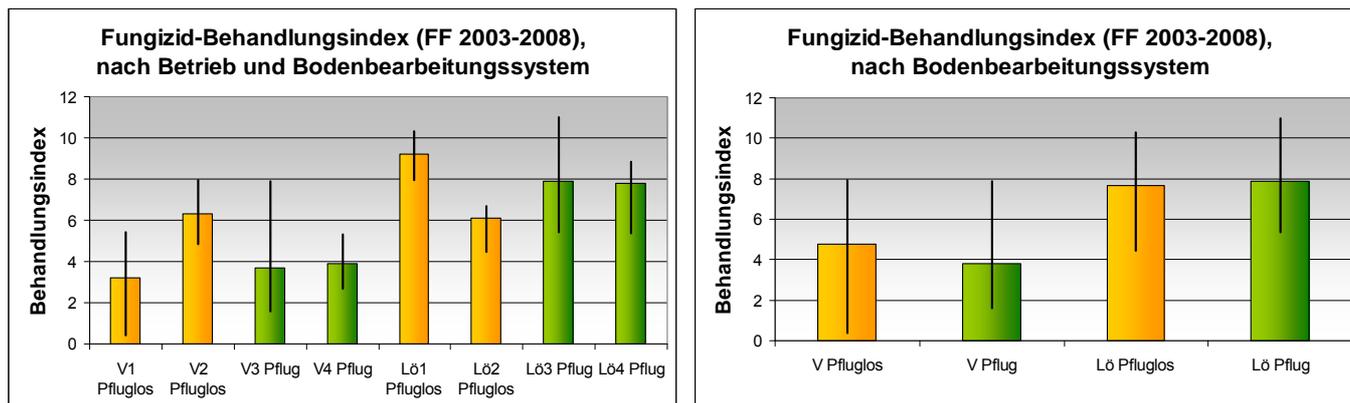


Abbildung 38: Behandlungsindex Fungizideinsatz über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

Insektizidbehandlungsindex über die Fruchtfolge

Ein ähnliches Bild wie beim Fungizid-BI ergibt sich auch bei den Insektizidanwendungen (siehe Abb. 39). Neben den betriebsspezifischen Einsatzmustern wird der deutlich höhere Aufwand auf den Löss-Standorten im Vergleich zu den V-Standorten über die Fruchtfolge 2003–2008 deutlich. Dieser Mehraufwand ist ebenfalls statistisch gesichert und dem entsprechend höheren Ertragspotenzial auf diesen Standorten zuzuschreiben.

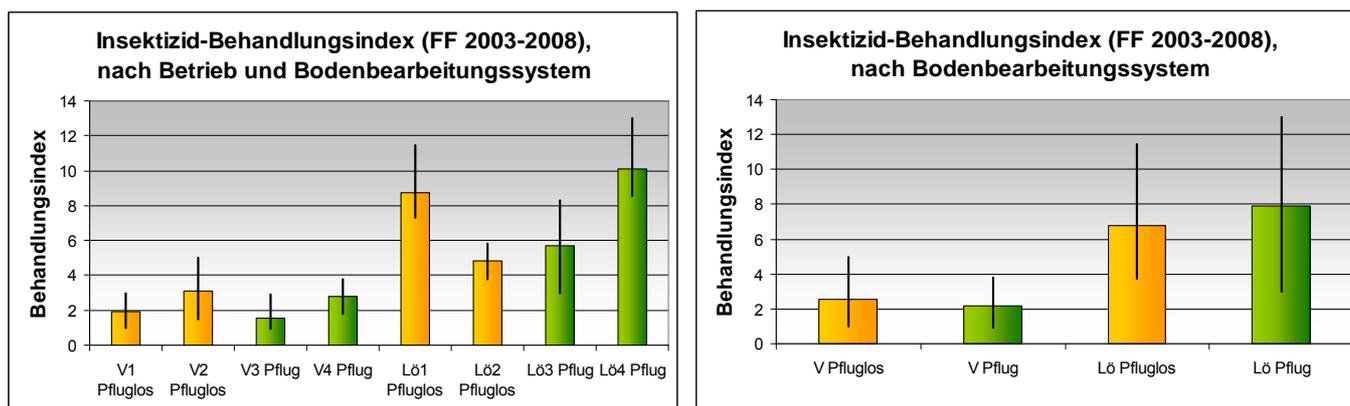


Abbildung 39: Behandlungsindex Insektizideinsatz über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

Gesamtbehandlungsindex über die Fruchtfolge

Im Gesamtbehandlungsindex (Abb. 40) spiegeln sich letztendlich die Einflüsse aller Teilindices. So wird hier noch einmal der höhere Pflanzenschutzmittelaufwand auf den Löss-Standorten deutlich. Betrachtet man den Aufwand an Pflanzenschutzmitteln über alle Standorte unabhängig von Löss und V, so ist der Zusammenhang eines höheren Pflanzenschutzmittelaufwandes auf den Pfluglos-Standorten als statistisch gesichert, während dieser Zusammenhang innerhalb der beiden Standortgruppen nicht gegeben ist. Entscheidend für diesen Zusammenhang ist der dominante Anteil der Glyphosatanwendung in den Pfluglosbetrieben.

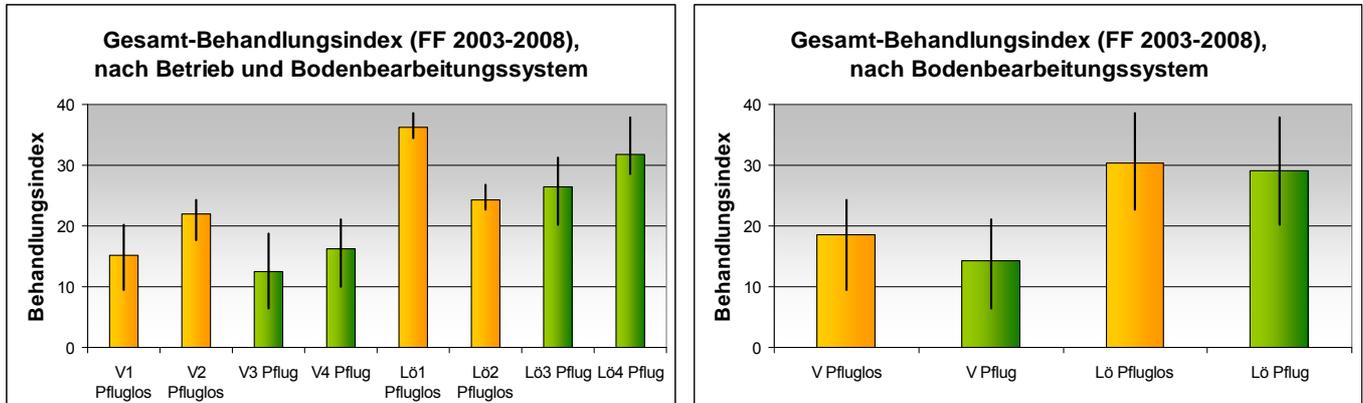


Abbildung 40: Gesamtbehandlungsindex über die Fruchtfolge betriebsspezifisch (links) und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (rechts)

4 Untersuchungen zum Nährstoffverhalten im Boden in Bezug zum Bodenbearbeitungssystem im Herbst 2007

Die hier dargestellten Ausführungen zum Nährstoffverhalten im Boden in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem auf den 40 Flächen der V- und Löss-Standorte wurden im Rahmen dieses Projektes als Auftragsvergabe an Dritte an eine darauf spezialisierte Firma vergeben, die sowohl die notwendigen Bodenuntersuchungen im Herbst 2007 auf den vereinbarten Flächen durchführte als auch die entsprechende Auswertung vornahm.

4.1 Problemstellung

Die Entfaltung des genetischen Leistungsvermögens der Kulturpflanzen erfordert günstige Bedingungen für deren Wachstum. Eine wesentliche Bedeutung ist hierbei dem Zustand des Bodens beizumessen, welcher maßgeblich von der Art der Bearbeitung desselben bestimmt wird. Die unter ökonomischen und agronomischen Aspekten eingeführte pfluglose Bewirtschaftung bedingt demzufolge eine wesentliche Veränderung gegenüber dem konventionellen Verfahren. Die Bedeckung des Bodens mit Pflanzenresten wirkt der Erosionsgefahr entgegen und stabilisiert aufgrund des höheren Gehaltes an Humus die Bodenaggregate (GRANDY et al. 2006). Diese Verbesserung des Bodengefüges gründet auf dem Einfluss der Huminstoffe, welche es vermögen, einzelne Bodenpartikel zu einer Krümelstruktur zu verbinden. Des Weiteren ist hierfür eine starke Aktivität des Bodenlebens erforderlich (SCHACHTSCHABEL 1998). Die Krümelstruktur bedingt über das Porenvolumen des Bodens einen günstigen Luft- und Wasserhaushalt und erhöht somit die Bodenfruchtbarkeit. Dies wiederum begünstigt die biologische Aktivität wie das Wurzelwachstum und die Bodenlebewesen. So ist auf ungepflügten Flächen die Abundanz von Regenwürmern um ein Vielfaches höher, woraus eine Verbesserung des Infiltrationsvermögens des Bodens resultiert (GANTZER & BLAKE 1978). Die intensive Bearbeitung des Bodens hingegen zerstört die Krümelstruktur.

Ein hoher Humusgehalt wirkt aufgrund der Elastizität der gebildeten Krümelstruktur der Gefahr von Verdichtungen im Boden entgegen und stärkt dessen Regenerationsvermögen. Zudem wird die Bodengare durch die Bodenlebewesen mit der Bildung von Ton-Humus-Komplexen nachhaltiger gefördert. Schadverdichtungen beeinträchtigen die Durchlüftung und den Wasserhaushalt des Bodens. Unter Wassermangel ist sowohl die Verfügbarkeit der Nährstoffe als auch das Wurzelwachstum gehemmt. Bei Staunässe wird demgegenüber die Verfügbarkeit verbessert, jedoch durch Sauerstoffmangel das Wurzelwachstum und die Nährstoffaufnahme behindert (BISCHOFF 2006). Die geringere Evaporation und größere Wasserspeicherkapazität ungepflügter Böden erweist sich in trockenen Sommern als vorteilhaft, ist aber nachteilig zum Zeitpunkt der Aussaat und während früher Wachstumsstadien, speziell auf Böden mit geringer Wasserleitfähigkeit (SULLIVAN 2002, SIMMONS 2003).

Infolge der höheren Bodenfeuchte und Nährstoffkonzentration nahe der Oberfläche ist das Wurzelwachstum stärker in flacheren Bodenzonen konzentriert gegenüber bodenwendenden Bearbeitungssystemen (BEEGLE 1996). Der veränderte Wasser- und Gashaushalt des Bodens bei pflugloser Bewirtschaftung hat zudem eine geringere Temperatur desselben zur Folge (GRIFFITH et al. 1992).

Die Anreicherung von umsetzbarer organischer Bodensubstanz begünstigt die Aktivität von β -Glucosidasen beim Abbau von Cellulose und fördert als Nahrungsgrundlage der Bodenorganismen die mikrobielle Biomasse. Damit hat sie eine entscheidende Bedeutung für die Speicherung und Freisetzung von Nährstoffen im Boden (BISCHOFF 2006). Hierbei ist jedoch unklar, wie die geringere Intensität der Durchmischung des Bodens bei pflugloser Bewirtschaftung die vertikale Verteilung der Nährelemente in selbigem beeinflusst und welche Konsequenzen sich hieraus für die Düngerbedarfsermittlung ergeben. Aus diesem Grund wurde in einer einjährigen Versuchsserie der Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Verteilung von Nährelementen im Boden geprüft.

4.2 Material und Methoden

Die Untersuchungen zum Einfluss der Grundbodenbearbeitung sind im November des Jahres 2007 in acht Betrieben auf einer Fläche von 925 ha durchgeführt worden. Die Betriebe sind als eine zufällige Stichprobe der zuzuordnenden Grundgesamtheit zu betrachten und repräsentieren auf Grund ihrer Lage im Mittelsächsischen Hügelland sowie im Erzgebirgsvorland bedeutende landwirtschaftliche Anbauregionen des Landes Sachsen.

Prüfglieder

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Pflugintensität: | konventionell (teilweise zu manchen FF-Gliedern pfluglos; pfluglos) |
| 2. Bodenherkunft: | Lössböden; Verwitterungsböden |
| 3. Bodentiefe: | 0-20 cm; 0-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm |

Die pfluglose Bewirtschaftung wurde in den auf Lössböden gelegenen Betrieben seit jeweils 16 Jahren und in jenen auf Verwitterungsböden seit 11 und 15 Jahren praktiziert.

Versuchsdurchführung

Zur Gewinnung des Bodens kam in Abhängigkeit von der Befahrbarkeit der Flächen ein hydraulisches Bohrgerät oder die Pürckhauer-Methode zur Anwendung. Die Beprobung erfolgte georeferenziert innerhalb eines 5 ha-Rasters auf dem gesamten Schlag (Abb. 41). Das auf einer Strecke von etwa 500 m mit zirka 15 Einstichen gewonnene Probenmaterial wurde zum Zweck der Aufbewahrung für die Laboranalyse in einem Kunststoffbeutel verpackt. Im Zusammenhang mit weiteren Aufgabenstellungen im Gesamtprojekt sind die Bodenproben ausschließlich auf Schlägen entnommen worden, auf welchen Winterraps angebaut war.

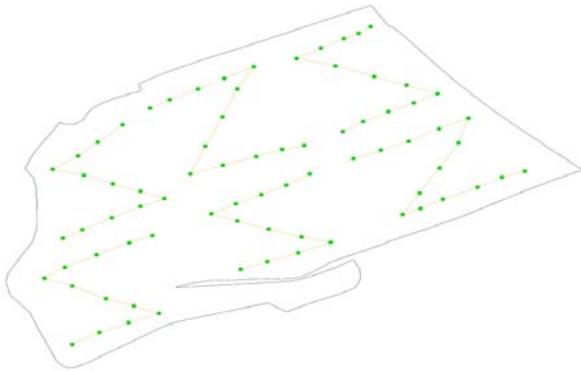


Abbildung 41: Schema der Bodenbeprobung innerhalb eines Schläges (Rastergröße: 5 ha)

Chemische Untersuchungsmethoden

Die Bestimmung der Prüfmerkmale erfolgte nach der Methode von VDLUFA (DELLER et al. 2007).

pH-Wert:	A 5.1.1
P(CAL):	A 6.2.1.1
K(CAL):	A 6.2.1.1
Mg(CaCl):	A 6.2.4.1
Humus:	DIN ISO 10694-1995

Methoden der mathematisch-statistischen Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Statistikprogrammes R. Entsprechend der Aufgabenstellung galt es, den Einfluss von Pflugintensität, Bodenherkunft und Bodentiefe auf die Prüfmerkmale zu erfassen. Den Prüfgliedern ist dabei die Hypothese fix zugeordnet worden. Die Betriebe und ihre Teilflächen hingegen wurden als zufällig betrachtet (s. o.). Allen Fällen der statistischen Entscheidung lag eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ zugrunde.

Die Betrachtung der Beziehung quantitativer Prüfmerkmale zu den Einflussgrößen im klassifizierten Datenmaterial erfolgte mit Hilfe einer eigentlich (intrinsisch) nichtlinearen Regressionsanalyse. Bei der vorliegenden Datenstruktur (zwei Bodenherkünfte, zwei Bewirtschaftungsweisen, acht Betriebe, 40 Schläge) wurde die Auswertung separat für jede Bodenherkunft und Bewirtschaftungsweise vorgenommen. Der Auswertung zugrunde liegend erfolgte zunächst mit einer das Anlageschema berücksichtigenden Varianzanalyse die Schätzung des MQFehler.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Merkmale kam die Regressionsfunktion (1) zur Anwendung.

Fehler! Es ist nicht möglich, durch die Bearbeitung von Feldfunktionen Objekte zu erstellen. (1)

Die Verwendung dieser Funktion ermöglicht das Beschreiben aller Formen der exponentiellen Veränderung der Zielgröße. Um den Einfluss der Betriebe und ihrer Teilflächen zu berücksichtigen, wurde die Funktion den Stufenmittelwerten der quantitativen Merkmale angepasst (LINDER & BERCHTOLD 1982). Weil die verwendeten Werte ($y_{j..}$) das arithmetische Mittel aus $N_j = n$ Einzelwerten sind, musste die Summe der Abweichungsquadrate wie folgt (2) berechnet werden.

Fehler! Es ist nicht möglich, durch die Bearbeitung von Feldfunktionen Objekte zu erstellen. (2)

M	=	Anzahl der Beobachtungen
y...	=	Summe aller M Beobachtungen

Aus der Differenz zwischen der SQ der quantitativen Einflussgröße und jener der Abweichung von der Regression ergab sich die Quadratsumme für die Regression. Zur Beurteilung der Anpassung der Schätzfunktion diente ein lack-of-fit Test.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Einfluss der Bodenbearbeitung auf Merkmale des Bodens

Der Gehalt an Phosphor im Boden nahm auf den Verwitterungsböden mit zunehmender Tiefe deutlich ab. Mit $3,3 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ war dieser Gradient infolge pflugloser Bewirtschaftung stärker gegenüber $2,5 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ bei periodischem Pflugeinsatz (Abb. 42). Auf den Lössböden hingegen änderte sich die Ausprägung dieses Merkmales mit zunehmender Tiefe nicht wesentlich. Die gepflügten Böden wiesen vor allem im mittelsächsischen Lössgebiet einen höheren P-Gehalt gegenüber jenen mit pflugloser Bewirtschaftung auf. Die Merkmalsänderung wurde mit bis zu $s_R = 0,06$ jeweils gut durch die Regression beschrieben. Die Schätzfunktionen waren bei hoher Güte (lack-of-fit) jedoch nur für die Verwitterungsböden statistisch gesichert.

Das Vorkommen von Kalium nahm jeweils mit zunehmender Bodentiefe und am stärksten bei pflugloser Bewirtschaftung ab (Abb. 43). Mit $18,2 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ war dies auf den Verwitterungsböden intensiver gegenüber $12,0 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ bei Lössböden.

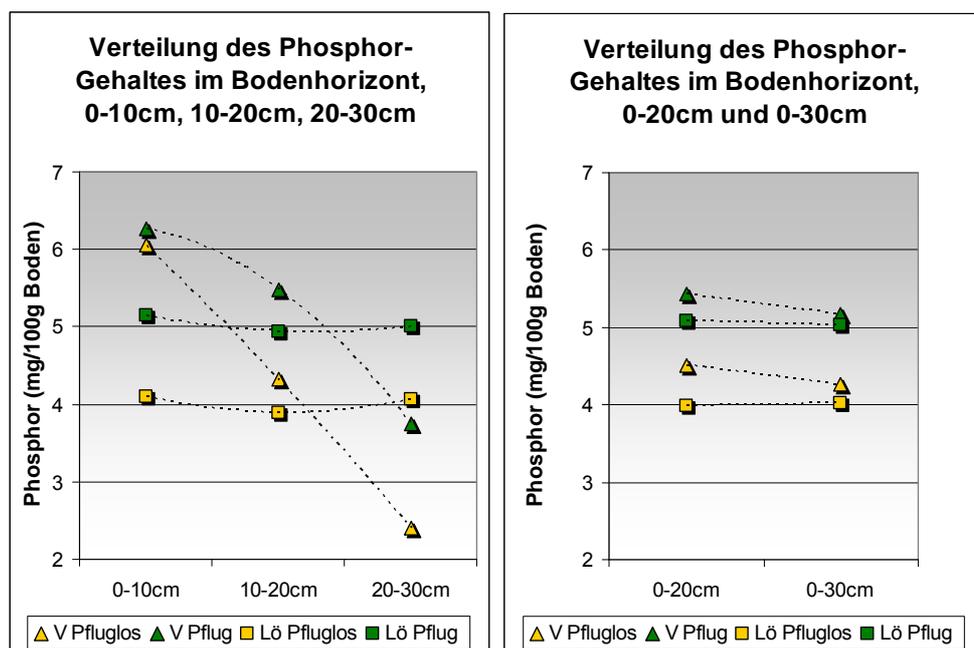


Abbildung 42: Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Phosphor-Gehalt in Löss- (Lö) und Verwitterungsböden (V)

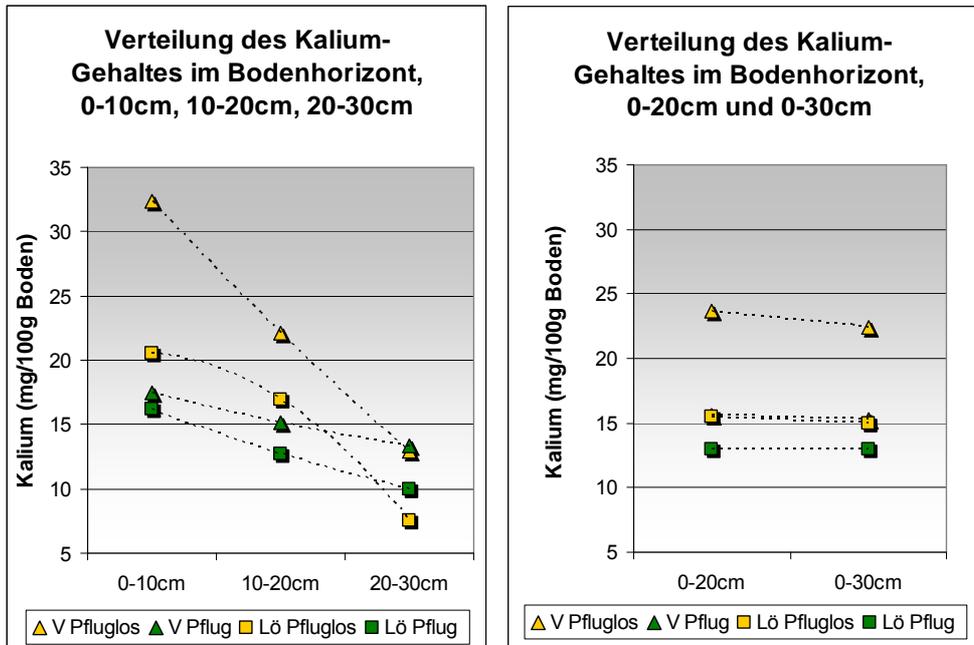


Abbildung 43: Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Kalium-Gehalt in Löss- (Lö) und Verwitterungsböden (V)

Auf den konventionell bewirtschafteten Böden unterschied sich dieser Trend bei den Standorttypen mit $5,4 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ und $5,6 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ kaum. Der K-Gehalt war in den oberen Bodenschichten jeweils bei pflugloser Bearbeitung höher und näherte sich mit zunehmender Tiefe jenem der konventionellen Flächen an. Die Verwitterungsböden zeichneten sich tendenziell durch ein größeres Vorkommen dieses Nährelementes aus. Die Regressionen wiesen mit bis zu $s_R = 1,87$ keinen Anpassungsmangel auf und waren stets gesichert.

Der Gehalt an Magnesium fiel auf Verwitterungsböden mit zunehmender Bodentiefe ab. Auf pfluglos bewirtschafteten Flächen war dies mit $9,5 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ intensiver gegenüber $2,2 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ bei reduziertem Pflugeinsatz (Abb. 44). Bei höherem Ausgangsgehalt auf den Pfluglos-Flächen glichen sich die Werte beider Varianten mit zunehmender Bodentiefe an. In Lössböden war die Entwicklung invers und mit $1,0 \text{ mg} \times 100 \text{ g Boden}^{-1}$ weniger ausgeprägt. Auf Lössböden wiesen die konventionellen und auf Verwitterungsböden die Pfluglos-Flächen ein höheres Vorkommen an Kalium auf. Die Merkmalsänderung wurde mit bis zu $s_R = 0,60$ hinreichend genau (lack-of-fit) erfasst und war nur auf den Verwitterungsböden signifikant.

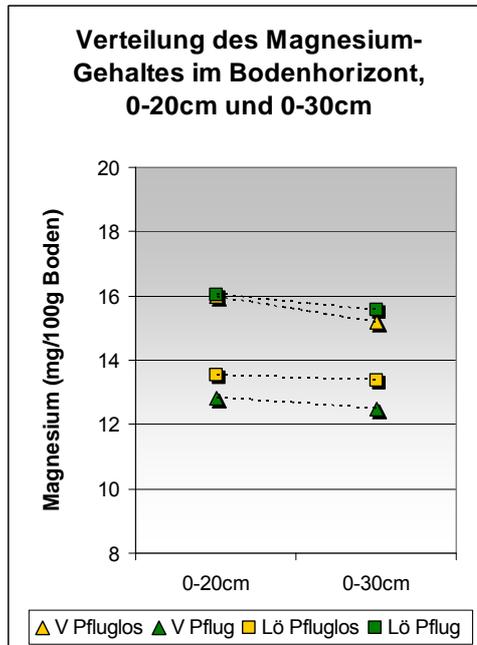
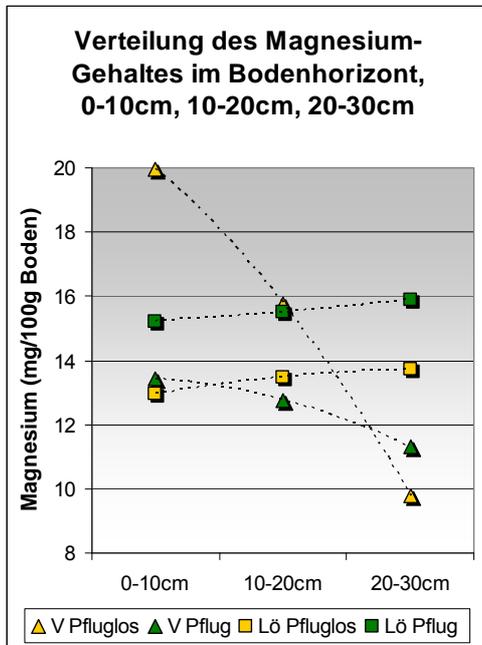


Abbildung 44: Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Magnesium-Gehalt in Löss (Lö) und Verwitterungsböden (V)

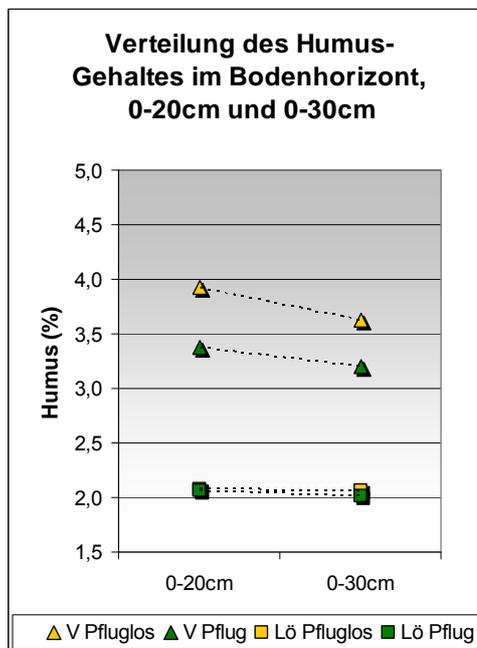
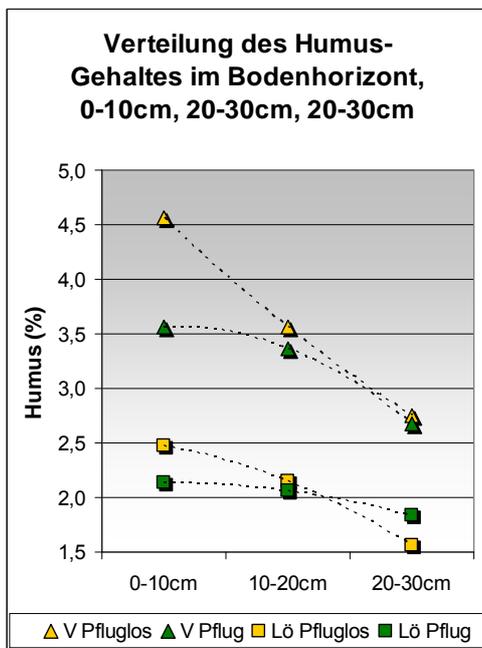


Abbildung 45: Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den Humus-Gehalt in Löss- (Lö) und Verwitterungsböden (V)

Das Vorkommen an Humus nahm mit zunehmender Bodentiefe und am stärksten auf Verwitterungsböden ab (Abb. 45). Mit 1,8 % bei pflugloser Bewirtschaftung war dies intensiver gegenüber 1,0 % auf den gepflügten Flächen. Auf Lössböden veränderte sich dieses Merkmal mit 0,9 % sowie 0,3 % weniger stark. Bei höherem Gehalt an Humus auf Verwitterungsböden war dessen Ausprägung bis zu einer Tiefe von 15 cm jeweils auf den pfluglos bewirtschafteten Flächen intensiver. Die Regressionen erklärten die Beziehung mit bis zu $s_R = 0,01$ gut und waren bei insignifikantem Anpassungsmangel stets gesichert.

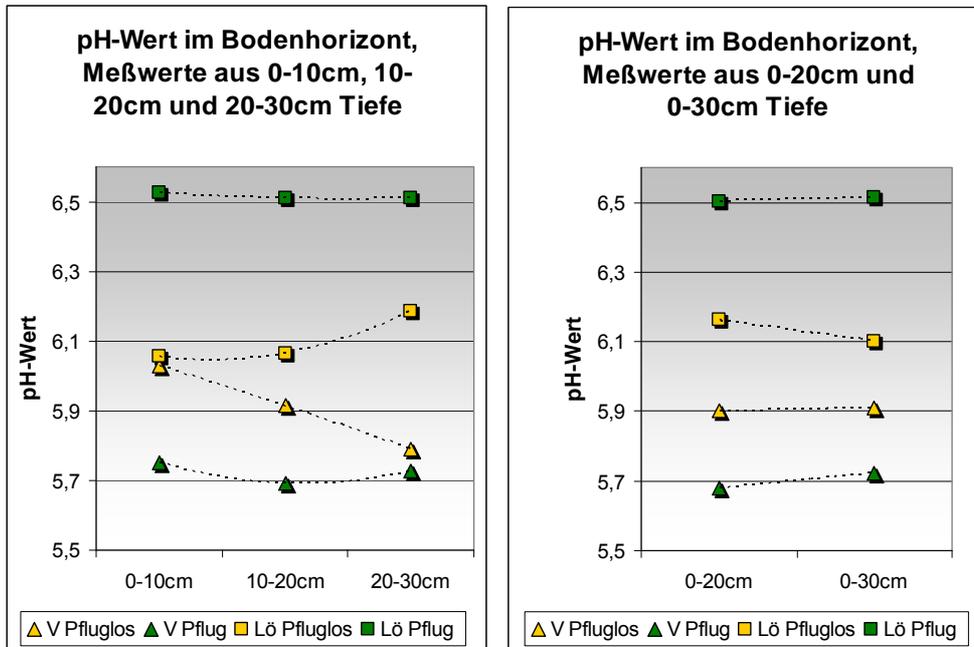


Abbildung 46: Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf den pH-Wert in Löss- (Lö) und Verwitterungsböden (V)

Der pH-Wert änderte sich mit zunehmender Bodentiefe nur bei pflugloser Bewirtschaftung. Dabei stieg derselbe in Lössböden um 0,1 Einheiten an und fiel auf Verwitterungsböden um 0,3 Einheiten ab (siehe Abb. 46). Bei höherem Niveau auf Lössböden wiesen hier die konventionellen Flächen und auf Verwitterungsböden die pfluglos bewirtschafteten Flächen jeweils einen höheren pH-Wert auf.

4.3.2 Nährstoffzufuhr in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

Nachfolgend werden im Ergebnis von Befragungen der acht Landwirtschaftsbetriebe sowie anhand der Auswertung ihrer Nährstoffbilanzen bzw. Schlagkarteien über die Fruchtfolge der ausgewählten Schläge die Düngestrategien zusammengefasst.: In Abhängigkeit von der betrieblichen Situation erfolgt auf den V-Standorten die Getreidestrohbergung zu 100 % sowie eine teilweise Rapsstrohbergung. Dahingegen verbleibt auf den Löss-Standorten das Stroh zum größten Teil auf der Fläche: 100 % in den dauerhaft pfluglos wirtschaftenden Betrieben und 80-90 % in den konventionellen Betrieben in Abhängigkeit von der Tierhaltung. Ausnahmslos alle Betriebe setzen organischen Dünger ein, i.d.R. Gülle und Stallmist bzw. Gärsubstrat aus den zumeist betriebseigenen Biogasanlagen. Des Weiteren wird in allen Betrieben die Unterfußdüngung insbesondere zu Mais, aber teilweise auch zu anderen Kulturen praktiziert. Die Art des Düngers ist betriebsspezifisch unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem ausgerichtet wie z. B. die verstärkte AHL-Anwendung in zwei Betrieben.

Die Zufuhr an Phosphor war auf den Verwitterungsböden nach konventioneller Bewirtschaftung mit 32 kg ha⁻¹ a⁻¹ intensiver gegenüber 19 kg ha⁻¹ a⁻¹ bei pflugloser Bewirtschaftung (Tab. 5, Zeile 3). Bei niedrigerem Düngerniveau auf den Lössböden wurde mit 19 kg ha⁻¹ a⁻¹ auf den gepflügten Flächen gleichsam mehr Phosphor zugeführt als mit 12 kg ha⁻¹ a⁻¹ auf den pfluglos bewirtschafteten Flächen.

Die Kaliumdüngung lag auf den Verwitterungsböden mit 119 kg ha⁻¹ a⁻¹ infolge konventioneller Bewirtschaftung über jener bei pflugloser Bewirtschaftung mit 100 kg ha⁻¹ a⁻¹ (Tab. 5, Zeile 4). Das Düngerniveau beider Varianten auf den Lössböden unterschied sich dabei mit 70 kg ha⁻¹ a⁻¹ und 18 kg ha⁻¹ a⁻¹ wesentlich stärker. Die Ausbringmenge von Magnesium lag auf den Verwitterungsböden mit 52 kg ha⁻¹ a⁻¹ bei reduziertem Pflugeinsatz tendenziell höher gegenüber pfluglos bewirtschafteten Flächen mit 48 kg ha⁻¹ a⁻¹ (Tab. 5, Zeile 5). Auf Lössböden wurden den konventionellen Flächen 52 kg ha⁻¹ a⁻¹ Magnesium zugeführt, wogegen die Düngung bei pflugloser Bewirtschaftung unterblieb.

Die Düngung von Calcium war auf Verwitterungsböden mit 211 kg ha⁻¹ a⁻¹ bei pflugloser Bewirtschaftung intensiver gegenüber 157 kg ha⁻¹ a⁻¹ bei konventioneller Bewirtschaftung (Tab. 5, letzte Zeile). Auf den Lössböden sind mit 178 kg ha⁻¹ a⁻¹ ausschließlich die konventionellen Flächen gedüngt worden

Tabelle 5: Düngemenge in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (in kg/ha und Jahr über sechs Jahre)

Nährelement	Löss-Standorte		Verwitterungs-Standorte	
	konventionell	pfluglos	konventionell	pfluglos
Phosphor	19	12	32	19
Kalium	70	18	119	100
Magnesium	52	0	52	48
Calcium	178	0	157	211

Bei der Betrachtung der Nährstoffzufuhr im Rahmen des Vergleiches von konventioneller und dauerhaft pflugloser Bewirtschaftung muss berücksichtigt werden, dass die pfluglose Bewirtschaftung Änderungen in der Bodenphysik bewirkt und damit auch Auswirkungen auf Bodenchemie und Bodenbiologie hat. Solche bodenphysikalischen Änderungen sind z. B. die Erhöhung der Lagerungsdichte, die Zunahme des Gesamtporenvolumens, die Erhöhung der Wasserhaltekapazität, die Verschlechterung der Belüftungsverhältnisse, die verlangsamte Abtrocknung und damit auch verzögerte Erwärmung insbesondere im Frühjahr.

Dies hat z. B. Auswirkungen auf die Mineralisierung, die insgesamt zurückgeht mit der Folge, dass auch weniger Humus abgebaut wird, was sich besonders in der sogenannten kopplastigen Verteilung im Boden äußert. Damit ergibt sich auch eine differenzierte Verteilung des Stickstoffs im Boden, was sich jedoch nicht nachteilig auswirken muss, weil z. B. gerade bei Wintergetreide eine verbesserte Stickstoff-Effizienz nachgewiesen werden konnte (GOEBEL 2008). Eine etwas erhöhte Stickstoffgabe zu Beginn der Vegetationszeit eröffnet die Möglichkeit, die zunächst geringere Mineralisierung auszugleichen (KREYE 2002). Aber auch die Stickstoffdüngung im Herbst zur Brechung der N-Sperre und die Unterfußdüngung bzw. Cultandüngung können wirksame Maßnahmen im N-Management bei dauerhaft pflugloser Bewirtschaftung sein (GOEBEL 2008).

Bei der P- und K-Düngung müssen trotz der kopplastigen Nährstoffverteilung im Boden keine besonderen Anpassungen an das Bodenbearbeitungssystem erfolgen; Versorgungsstufe C auch in der Unterkrume vorausgesetzt, weil bei dauerhaft pfluglosen Flächen von einer höheren Bodenfeuchte, einer höheren biologischen Aktivität sowie einem leistungsfähigeren Wurzelsystem ausgegangen werden kann (BISCHOFF 2006).

4.4 Diskussion zur Nährstoffverteilung in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zeigen einen bedeutenden Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf die vertikale Verteilung von Nährelementen im Boden.

Der Gehalt von Phosphor nahm auf den Verwitterungsböden mit zunehmender Tiefe vor allem bei pflugloser Bewirtschaftung deutlich ab. Dieser Gradient wird oft als nachteilig betrachtet, weil durch die geringe Beweglichkeit des Phosphors dessen Ausnutzung durch die Kulturpflanzen beeinträchtigt werden kann. Hieraus wird oft die Notwendigkeit eines periodischen Pflügens auch bei nichtwendender Bodenbearbeitung abgeleitet. In langjährigen Versuchen hingegen wurde festgestellt, dass bei pflugloser Bewirtschaftung die P-Aufnahme durch die Pflanzen trotz der ungleichmäßigen Verteilung dieses Nährelementes im Boden sogar höher ist gegenüber der Pflugbearbeitung (BEEGLE 1996, BISCHOFF 2006). Die Verfügbarkeit des Phosphors setzt eine ausreichende Bodenfeuchte voraus, weil die Wurzelaktivität in der fruchtbaren Zone nahe der Bodenoberfläche am intensivsten ist. Die oberflächlich aufliegenden Pflanzenreste begünstigen dabei die Wurzelaktivität bei einer Verminderung der Evaporation von Wasser, welches den Boden feucht und kühl hält. Infolge der starken Anreicherung von Nährstoffen in der oberen Bodenschicht ist jedoch das Wurzelwachstum hier konzentriert. Wenn die Bodenoberfläche dennoch austrocknet und die flachen Wurzeln inaktiv werden, beeinträchtigt dies die Verfügbarkeit sowie die Aufnahme dieses Nährelementes.

Die höhere P-Aufnahme bei pflugloser Bewirtschaftung kann einesteils auf die intensive Kolonisation des Wurzelsystems mit arbuskulärer Mykorrhiza zurückgeführt werden, welche die Wurzeloberfläche und damit das Nährstoffaneignungsvermögen erhöht (MADER et al. 2002). Bereits eine einmalige Pflugbearbeitung beeinträchtigt die arbuskuläre Mykorrhiza über mehrere Jahre, woraus der nachteilige Effekt auch eines nur periodischen Pflügens ersichtlich wird (GARCIA et al. 2007).

Die überwiegend höheren Gehalte von Phosphor im Boden bei Pflugbewirtschaftung resultieren aus einer intensiveren P-Düngung auf diesen Flächen (siehe Kap. 4.3.2). Dabei nahm der P-Gehalt auf Lössböden, unabhängig von der Art der Bewirtschaftung, mit zunehmender Tiefe nicht wesentlich ab. Dies kann einesteils auf die größere Mächtigkeit der Ackerkrume (obere Schicht des A-Horizontes) und das stärkere Nährstoffhaltevermögen dieses Bodens zurückgeführt werden. Aufgrund der starken Sorption sind Verluste desselben durch Auswaschung auf schweren Böden unbedeutend. Die Verwitterungsböden (Standorteinheit: V7-V9) sind demgegenüber weniger mächtig, liegen in einem Gebiet mit Niederschlägen von teilweise mehr als 1.000 mm und haben zudem ein geringeres Wasserhaltevermögen. Demnach sind auf solchen Standorten Nährstoffverluste infolge Auswaschung wesentlich relevanter.

Ähnliche Ergebnisse wurden auf zwei Dauerversuchsflächen der Südzucker AG in den sächsischen Lössgebieten erzielt, wo auch nach zehnjähriger pflugloser Bodenbearbeitung eine Anreicherung des Phosphors in der Oberkrume sowie eine Reduzierung in der Unterkrume nicht bestätigt werden konnte (LFL 2006).

Dahingegen wurden jedoch auf Versuchsflächen des LfULG auf einem Löss-Standort in Methau (ZIMMERMANN et al. 2006) sowie in Roda, Leipziger Land (ZIMMERMANN & SCHMIDT 2006) eine P- und K-Akkumulation in der obersten Bodenschicht (0–10 cm) im Vergleich zu den gepflügten Varianten festgestellt. Diese Ungleichverteilung hatte keinerlei Ertragsauswirkungen.

Die vertikale Verteilung von Kalium im Boden war auf den Verwitterungsböden ebenfalls bei pflugloser Bewirtschaftung durch einen größeren Gradienten gekennzeichnet (vgl. Kap. 4.3.1). Dabei war der Gehalt dieses Nährelementes in der Bodenschicht 0-20 cm um 10 mg 100 g Boden⁻¹ und somit etwa eine Gehaltsklasse höher gegenüber den gepflügten Böden. Dies resultiert aus der oberflächigen Anreicherung und dem stärkeren Nährstoffhaltevermögen infolge des höheren Gehaltes an Humus. Ab einer Tiefe von 15 cm war die Ausprägung dieses Merkmales in beiden Varianten gleich, sodass sich auch das Vorkommen an Kalium zunehmend ähnelte. Die wesentlich höhere Zufuhr an Kalium auf den Verwitterungsböden (vgl. Kap. 4.3.2) gründet in der umfangreichen Auswaschung infolge des geringen K-Fixierungsvermögens derselben. Ein nachteiliger Effekt der oberflächennahen Akkumulation dieses Nährelementes auf das Wurzelwachstum ist dabei auszuschließen, weil sich selbiges gegenüber der K-Konzentration im Boden relativ indifferent verhält (SCHILLING 1990).

Zu ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich des Nährstoffverhaltens im Boden insbesondere von Phosphor und Kalium in Abhängigkeit von der Bearbeitungsintensität gelangt APPEL (2008). In einem Dauerversuch in der Eifel mit verschiedenen Varianten der Grundbodenbearbeitung weist auch er eine Anreicherung von Phosphor bzw. Phosphat und Kalium in der Oberkrume sowie eine Abnahme in der Unterkrume bei pflugloser Bodenbearbeitung nach. Solange der Nährstoffgehalt in der Unterkrume nicht in die Versorgungsstufe B absinkt und die Bodenfeuchtigkeit ausreicht, wird diese Situation nicht als problematisch angesehen. Trocknet jedoch die Oberkrume aus, kann es zu Problemen in der Nährstoffverfügbarkeit kommen, insbesondere auch bei nicht ausreichenden Gehalten im Unterboden. Einen weiteren kritischen Punkt sieht APPEL (2008) in der bodenoberflächennahen Phosphatanreicherung hinsichtlich einer möglichen Abspülfahr in Hanglage. So wurden in der Mulch- und Direktsaatvariante in entsprechend exponierter Lage des genannten Dauerversuches in der Schicht 0 bis 10 cm die geringsten Phosphatwerte gemessen, was offenbar durch Abspülung der obersten Bodenschicht verursacht worden war.

Auch in Bodenbearbeitungsversuchen der Fachhochschule Weihenstephan wurde für Humus, Phosphor und Kalium die sog. kopflastige Verteilung infolge langjähriger pflugloser Bearbeitung nachgewiesen (GOEBEL 2008).

Die vertikale Verteilung von Magnesium im Boden war lediglich auf Verwitterungsböden durch einen Abfall gekennzeichnet, welcher bei pflugloser Bewirtschaftung am intensivsten war. Auf Lössböden hingegen nahm die Konzentration mit der Bodentiefe tendenziell zu (vgl. Kap. 4.3.1). Letzteres lässt sich mit dem Anstieg des Gehaltes von austauschbarem Magnesium mit wachsender Bodentiefe erklären (SCHACHTSCHABEL et al. 1998). Das Verteilungsmuster dieses Nährelementes in der beobachteten Zone ähnelte mit dieser Ausnahme jenem des Kaliums und sollte aufgrund einer gleichartigen Mobilität im Boden dieselben Ursachen haben.

Mit vielen für das Pflanzenwachstum bedeutenden Eigenschaften steht der pH-Wert eines Bodens in enger Beziehung (LIEBHARD 1993). Dessen Ausprägung im Bodenprofil wurde nur bei pflugloser Bewirtschaftung verändert (vgl. Kap. 4.3.1). Die mit der Bodentiefe einhergehende Abnahme um 0,3 Einheiten auf Verwitterungsböden kann neben der intensiven Calciumzufuhr auch im hohen Humusgehalt und der damit einhergehenden starken Pufferung im oberflächennahen Bereich begründet werden. In tieferen Schichten nahm der Humusgehalt und somit das Puffervermögen ab, welches die Entbasung dieser Zone erklären könnte. Dies verdeutlicht das ähnliche pH-Niveau beider Varianten in tieferen Schichten (Ergebnisse nicht gezeigt). Auf Lössböden nahm der pH-Wert hingegen um 0,1 Einheiten zu. Hier war der Humusgehalt wesentlich niedriger und im Bodenprofil weniger differenziert. Möglicherweise führte die Abwanderung basischer Bestandteile mit dem Wasserstrom in tiefer gelegene Schichten zu einer Entbasung der oberen Krume. Die schwächere Intensität dieses Effektes ist teilweise auf die geringeren Niederschläge in diesem Gebiet sowie die höhere Feldkapazität des Bodens zurückzuführen.

Im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen wird bei pflugloser Bewirtschaftung in der oberen Bodenzone oft ein geringerer pH-Wert und damit eine Versauerung beobachtet, welche vor allem durch eine wiederholte Oberflächendüngung mit Stickstoff induziert wird (BEEGLE 1996). Ohne Ausgleichsmaßnahme führt dies zu einer Beeinträchtigung der Strukturverhältnisse im Boden. Durch eine entsprechende Kalkung wird einem Absinken der Bodenreaktion entgegengewirkt, sodass nachteilige Auswirkungen auf Nährstoffdynamik, Bodenlebewesen und Bodenstruktur ausbleiben. Um diesen pH-Gradienten im Boden erfassen zu können, sollte eine separate Beprobung in der Schicht 0-8 cm durchgeführt werden (CROUSE et al. 1996).

In dem bereits genannten Dauerversuch (APPEL 2008) zeigte sich ebenfalls eine Humusanreicherung in der Oberkrume bei den Pfluglos-Varianten. Der Humusabbau in der Unterkrume war jedoch so hoch, dass sich insgesamt folgender Trend abzeichnete: Mit abnehmender Bodenbearbeitungsintensität nimmt auch der Gesamthumusvorrat im Boden ab. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Bedeutung der Methodik für den Vergleich der Humusvorräte hingewiesen, die einen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis hat.

Eine Humusanreicherung in der Oberkrume und ein deutlich niedrigerer Gehalt in der Unterkrume konnte ebenfalls auf den bereits erwähnten pfluglos bestellten Dauerversuchsflächen der Südzucker AG festgestellt werden. In den entsprechenden Pflugvarianten ergaben sich relativ homogene Verteilungen (KELLER 2006).

Wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, können nach mehrjährigem Pflugverzicht die Nährelemente im Boden in Abhängigkeit von der geologischen Entstehung desselben stark ungleichmäßig in der Schicht 0-30 cm verteilt sein. Ein Messwert für die empfohlene Beprobungstiefe von 0-20 cm überschätzt in diesen Fällen den Gehalt der Nährelemente in dieser Zone. Die Messung im Horizont 0-30 cm hingegen würde den Gehalt genauer treffen. Aus diesem Grund sollte bei langfristiger pflugloser Bewirtschaftung die Entnahmetiefe bei der Bodenbeprobung entsprechend geändert werden. Diese Aussage ist damit konträr zu Ergebnissen anderer Versuchsansteller, wonach eine Anpassung der Beprobungstiefe an das System der Bodenbearbeitung nicht erforderlich ist (DINKINS et al. 2008).

Bei den vorliegenden Ausführungen ist zu beachten, dass der Vergleich beider Bewirtschaftungssysteme aufgrund der Verschiedenheit der Ausgangssituationen in den Betrieben und der derzeitigen Bewirtschaftung lediglich Tendenzen aufzeigen kann. So werden zum Beispiel die auf Verwitterungsböden gelegenen Felder häufiger gepflügt gegenüber jenen auf Lössböden. Es unterscheidet sich auch die Art der pfluglosen Bewirtschaftung zwischen den jeweiligen Betrieben, was z. B. Bearbeitungshäufigkeit oder Bearbeitungstiefe betrifft.

Die effizientere Ausnutzung der Nährelemente im Boden bei pflugloser Bewirtschaftung (BEEGLE 1996, BISCHOFF 2006) lässt vermuten, dass die Höhe der Nährstoffzufuhr gegenüber einer Pflugbewirtschaftung vermindert werden kann. Dahingehend sind weitere Untersuchungen erforderlich, wobei sich eine derartige Beziehung nur bei einer Prüfung unter sonst gleichen Bedingungen (*ceteris-paribus*) nachweisen lässt.

4.5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss einer pfluglosen Bewirtschaftung auf die vertikale Verteilung von Phosphor, Kalium, Magnesium, Humus und den pH-Wert im Boden in Abhängigkeit vom Standorttyp untersucht. Der experimentellen Analyse des Effektes der Bodenbearbeitung lagen Erhebungen auf insgesamt acht Betrieben im sächsischen Lössgebiet sowie im Erzgebirgsvorland zugrunde. Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen und sind zusätzlich in Tabelle 6 noch einmal dargestellt:

- Der Gehalt von Phosphor im Boden nahm auf den Verwitterungsböden mit zunehmender Tiefe signifikant ab. Dabei war der Effekt bei pflugloser Bewirtschaftung größer gegenüber konventionell bewirtschafteten Böden. Auf Lössböden hingegen änderte sich die Ausprägung dieses Merkmales im beobachteten Horizont nicht wesentlich.
- Das Vorkommen an Kalium wurde mit zunehmender Bodentiefe geringer, wobei der Effekt vor allem bei pflugloser Bewirtschaftung und auf Verwitterungsböden ausgeprägt war.
- Der Gehalt von Magnesium nahm nur auf den Verwitterungsböden und am intensivsten bei pflugloser Bewirtschaftung ab. Auf Lössböden war die Merkmalsänderung nicht signifikant.
- Der Gehalt an Humus war in der Bodenschicht 0-15 cm bei pflugloser Bewirtschaftung am höchsten und auf den Verwitterungsböden stärker ausgeprägt gegenüber den Lössböden.
- Der pH-Wert änderte sich mit zunehmender Bodentiefe nur bei pflugloser Bewirtschaftung. Dabei stieg derselbe in Lössböden leicht an und fiel auf Verwitterungsböden ebenso ab. Bei höherem Niveau auf Lössböden wiesen hier die gepflügten Flächen und auf Verwitterungsböden die pfluglos bewirtschafteten Flächen jeweils einen höheren pH-Wert auf.
- Bei pflugloser Bodenbearbeitung wird der Gehalt der Nährelemente im Boden aufgrund der stark ungleichmäßigen Verteilung in der Schicht 0-30 cm mit einer herkömmlichen Beprobung (0-20 cm) überschätzt. Aus diesem Grund sollte der Untersuchungshorizont auf die Zone 0-30 cm ausgeweitet werden.

Tabelle 6: Zusammenfassung zur vertikalen Nährstoffverteilung mit zunehmender Bodentiefe (0 bis 30 cm) in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem (Größe des Pfeils = Intensität der Ab- bzw. Zunahme)

Nährstoffe	V-Standorte		Löss-Standorte	
	pfluglos	konventionell	pfluglos	konventionell
P	↓	↓	⇒	⇒
K	↓	↓	↓	↓
Mg	↓	↓	⇒	⇒
Humus	↓	↓	↓	⇒
pH	↓	↓	↗	↗

5 Untersuchungen zum Nützlingsvorkommen auf sächsischen Verwitterungsstandorten im Herbst 2008

Nützlingsuntersuchungen erfolgten im Rahmen dieses Projektes nur auf einigen ausgewählten V-Standorten, weil es für eine Reihe von ausgewählten Löss-Standorten in Sachsen bereits Untersuchungen gibt (u. a. KREUTER 2008; KREUTER & SCHMIDT 2007; KREUTER & NITZSCHE 2005; LÜBKE-AL HUSSEIN et.al. 2008a und b).

Die nachfolgenden Untersuchungen zum Regenwurm vorkommen unter Kapitel 5.1 sowie zur epigäischen Fauna und Mesofauna unter Kapitel 5.2 auf sächsischen V-Standorten wurden im Rahmen dieses Projektes als Auftragsvergaben an Dritte an darauf spezialisierte Fachleute vergeben, die sowohl die notwendigen Untersuchungen in 2008 auf den vereinbarten Flächen durchführten als auch die entsprechende Auswertung vornahmen.

5.1 Untersuchungen des Regenwurm vorkommens

5.1.1 Einleitung

Im Rahmen des Projekts wurden Regenwurmpopulationen verschiedener ackerbaulich genutzter Praxisschläge auf V-Standorten im Erzgebirgsvorland untersucht zwischen Zschopau und Mildena. Hierzu wurden sechs Rapsstandorte mit nachfolgender Getreidekultur und unterschiedlichem Bodenbewirtschaftungssystem beprobt, wobei drei Standorte langjährig pfluglos und drei Standorte langjährig konventionell bewirtschaftet wurden.

5.1.2 Material und Methoden

5.1.2.1 Untersuchungsstandorte

Für die vergleichenden Untersuchungen an Regenwurmpopulationen unterschiedlich bewirtschafteter Ackerflächen waren sechs Praxisschläge auf V-Standorten im Erzgebirgsvorland zwischen Zschopau und Mildena vorgegeben. Hierbei waren drei Standorte (Betrieb V 4 mit zwei Standorten und eine Fläche in Betrieb V 3) langjährig unter konventioneller Bewirtschaftung, zum größten Teil mit dem Pflug und drei Standorte (Schlag V8 aus dem Betrieb V 2 und die Schläge V3 und V5 aus dem Betrieb V 1) langjährig unter pflugloser Bewirtschaftung. Eine Vergleichbarkeit der Standorte wurde durch Berücksichtigung ähnlicher natürlicher Bedingungen (Boden, Niederschlags- und Temperaturbedingungen) angestrebt. Auf allen Untersuchungsflächen wurde im Vegetationsjahr 2007/2008 Raps angebaut mit nachfolgendem Wintergetreide. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen lag auf den Flächen ein unterschiedlicher Stand der Bewirtschaftung vor.

Auf allen drei pfluglos bewirtschafteten Flächen wurde nach der Ernte eine flache Bearbeitung der Rapsstoppel vorgenommen, gefolgt von einer flachen Bearbeitung zur Saatbettbereitung für Wintergetreide etwa Mitte September und anschließender Aussaat. Zum Zeitpunkt der Beprobung war das Getreide auf diesen Flächen im 2- bis 3-Blatt-Stadium. Auf der Fläche V8 in Betrieb V 2 wurde lediglich gedüngt, auf den Flächen V3 und V5 waren schon Herbizide (Roundup Ultra und Fenikan) appliziert worden.

Die Bewirtschaftungssituation der konventionell bewirtschafteten Flächen war hingegen uneinheitlich. Auf der Fläche V17 wurde etwa zwei Wochen vor der Probenahme gepflügt (am 23.09.2008), auf der benachbarten Fläche V20 war hingegen noch keine Grundbodenbearbeitung durchgeführt worden und die Fläche wies einen dichten Bestand von Ausfallraps auf. Auf der Fläche V3 wurde die Grundbodenbearbeitung nichtwendend mit Scheibenegge und Flügelschargrubber (Mitte September) durchgeführt und anschließend das Wintergetreide ausgesät. Zum Zeitpunkt der Beprobung war das Getreide auf dieser Fläche ebenfalls im 2- bis 3-Blatt-Stadium.

5.1.2.2 Untersuchungsmethode

Regenwürmer wurden mit kombinierter Handsortierung und Formalinaustrieb erfasst (DIN ISO 23611-1 2006). Hierzu wurde 1/8 m² Boden bis 20 cm Tiefe ausgehoben und unmittelbar anschließend 2,5 l einer 0,2%-igen Formalinlösung in das Beprobungsloch zum Austrieb der Tiere aus tieferen Bodenschichten gegeben. Pro Untersuchungsschlag sind sechs Stichproben entnommen worden in einem 3 m x 3 m-Raster. Die Probenahmestellen wurden außerhalb des Vorgewendes und außerhalb von Fahrspuren gelegt. Umweltbedingungen wie Bodenfeuchte, Witterung und Angaben zum Bestand wurden visuell eingeschätzt.

5.1.2.3 Auswertung

Folgende Parameter wurden erhoben:

- Gesamtabundanz und Gesamtbio­masse
- Abundanz und Bio­masse pro Altersstufe
- Abundanz und Bio­masse pro Art
- Abundanz und Bio­masse pro Art und Altersstufe
- Abundanz und Bio­masse pro Lebensformtyp
- Abundanz und Bio­masse pro Lebensformtyp und Altersstufe

Folgende Definitionen wurden zugrunde gelegt:

- gesamt = alle gezählten taxonomischen Einheiten (inkl. nicht bestimm­bare Tiere [indet.]),
- je Art/Lebensformtyp = alle von einer Art oder einem Lebensformtyp gefundenen Tiere (inkl. Tiere, bei denen das Alter nicht bestimmbar war),
- je Altersstufe = alle Tiere mit bestimm­baren Altersmerkmalen

Die Bestimmung wurde mindestens bis zur Gattung und i.d.R. bis auf Artniveau unter Zuhilfenahme üblicher Bestimmungsliteratur (GRAFF 1953, HERR & BAUCHHENß 1987, SIMS & GERARD 1999) durchgeführt. Die Nomenklatur folgte EASTON (1983). Die Daten wurden in einer Datenbank erfasst und Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient für die einzelnen Standorte berechnet.

5.1.3 Ergebnisse

5.1.3.1 Umweltbedingungen bei der Probenahme

Regenwürmer sind im Frühjahr und Herbst bei ausreichender Bodenfeuchte und Bodentemperaturen bis ca. 14 °C voll aktiv und können mit der beschriebenen Beprobungstechnik erfasst werden. Unter ungünstigen Bedingungen (trockene und warme Böden) wandern die Tiere in tiefere Bodenschichten und gehen in ein Ruhestadium, sodass die Tiere auch durch Formalin nicht ausgetrieben werden können (LEE 1985, EDWARDS & BOHLEN 1996).

Zum Zeitpunkt der Regenwurmbeprobung waren die Böden durchfeuchtet von vorangegangenen Niederschlägen und die Bodentemperatur war für die Aktivität der Regenwürmer in einem optimalen Bereich. Sowohl die Bodenbedingungen als auch die Ergebnisse des Tiefenaustriebs und die Ergebnisse der Populationsstruktur lassen darauf schließen, dass die Tiere voll aktiv waren, wobei die Tiere vermutlich noch nicht lange aus der Som­merruhe gekommen waren.

5.1.3.2 Artenspektrum

Regenwürmer können aufgrund ihrer unterschiedlichen Lebensweise im Boden und unterschiedlichen Ansprüchen an die Nahrung in drei ökologische Gruppen, die Lebensformtypen, eingeteilt werden. Die epigäische Arten, welche ihren Lebensraum in der Streu haben und sich nicht oder nur sehr flach in den Boden eingraben, leben in Wäldern oder auf dem Grünland. Ihre Nahrung ist abgestorbenes Pflanzenmaterial der Streuschicht. Die endogäische Arten, auch als Flachgräber bezeichnet, leben in der oberen Bodenschicht bis 60 cm Tiefe und ernähren sich geophag, d. h., sie nehmen Mineralboden und zersetzte organische Substanz als Nahrung auf. Sie graben ständig neue, horizontale Röhren und hinterlassen immer neue Röhrensysteme. Die anektische Arten oder Tiefgräber sind ebenfalls Bodenbewohner, legen jedoch senkrechte Röhren als permanente Wohnröhren an, welche mit 2 m und mehr sehr tief in den Boden reichen können. Sie ernähren sich wie die epigäische Arten von der Streu an der Bodenoberfläche.

Auf den untersuchten Flächen waren unterschiedliche Artengesellschaften vertreten. Insgesamt wurden die nachfolgend aufgeführten sechs Arten ermittelt:

Endogäisch (Flachgräber):
 Allolobophora chlorotica (Savigny 1826)
 Aporetodea caliginosa (Savigny 1826)
 Aporetodea rosea (Savigny 1826)
 Octolasion tyrteum (Savigny 1826)

Anektisch (Tiefgräber):
 Aporetodea longa (Ude 1885)
 Lumbricus terrestris (Linnaeus 1758)

Auf allen Flächen waren sowohl Tiefgräber als auch Flachgräber vorhanden, aber in unterschiedlicher Vergesellschaftung (Abb. 47 und 48).

Betrieb V 3 (Pflug)	Fläche V15 Pflug:	
	Endogäisch (Flachgräber):	Aporrectodea caliginosa Octolasion tyrteum
	Anektisch (Tiefgräber):	Lumbricus terrestris
Betrieb V 4 (Pflug)	Fläche V17 Pflug:	
	Endogäisch (Flachgräber):	Allolobophora chlorotica Aporrectodea caliginosa Aporrectodea rosea
	Anektisch (Tiefgräber):	Lumbricus terrestris
	Fläche V20 Pflug:	
	Endogäisch (Flachgräber):	Aporrectodea caliginosa Aporrectodea rosea Octolasion tyrteum
	Anektisch (Tiefgräber):	Aporrectodea longa Lumbricus terrestris

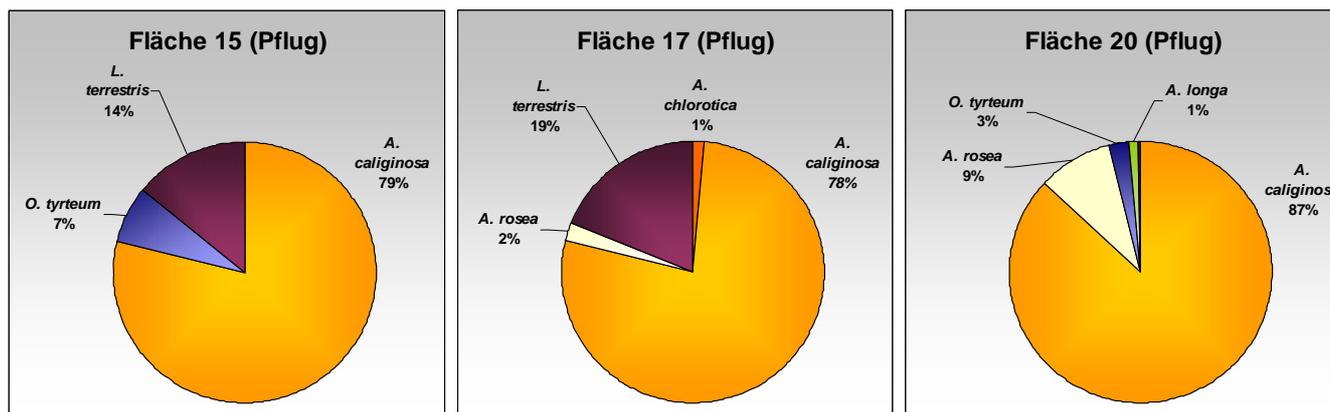


Abbildung 47: Verteilung der Regenwurmart bei konventioneller Bodenbearbeitung verschiedener V-Standorte in Sachsen

Betrieb V1 (Pfluglos)	Fläche V3 Pfluglos	
	Endogäisch (Flachgräber):	Aporrectodea caliginosa Aporrectodea rosea Octolasion tyrteum
	Anektisch (Tiefgräber):	Lumbricus terrestris
Betrieb V2 (Pfluglos)	Fläche V8 Pfluglos	
	Endogäisch (Flachgräber):	Aporrectodea caliginosa Aporrectodea rosea
	Anektisch (Tiefgräber):	Lumbricus terrestris

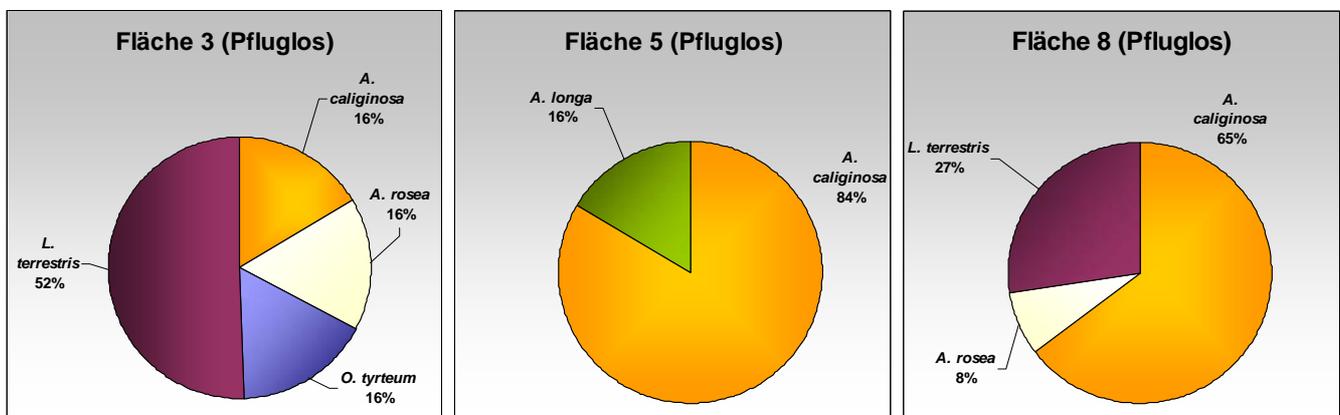


Abbildung 48: Verteilung der Regenwurmarten bei konservierender Bodenbearbeitung verschiedener V-Standorte in Sachsen

5.1.3.3 Gesamtabundanz, Gesamtbiomasse und Altersstruktur

Die Gesamtabundanz wies eine Spanne zwischen rund 327 und 8 Ind./m² zwischen den Standorten auf (Tab. 7 und Abb. 49 links und rechts).

Tabelle 7: Gesamtabundanz und Gesamtbiomasse der Regenwurmpopulationen

Fläche	Parameter	
	Abundanz (Ind./m ²)	Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	77,3	25,71
V17 Pflug	204,0	59,20
V20 Pflug	326,7	67,92
V3 Pfluglos	8,0	3,29
V5 Pfluglos	126,7	38,86
V8 Pfluglos	196,0	111,49

Geringe Abundanzen mit einer sehr geringen Biomasse wurden somit am konservierend bewirtschafteten Standort V3 gefunden. Die Abundanzen nahmen dann in der Reihenfolge der Standorte V15 (konventionell), V5 (pfluglos), V3 (pfluglos), V17 (konventionell) und V20 (konventionell) zu. Die Biomasse wies eine etwas andere Reihenfolge der Standorte auf, wobei die höchste Biomasse am Standort V8 ermittelt wurde (Tab. 7 und Abb. 49 rechts).

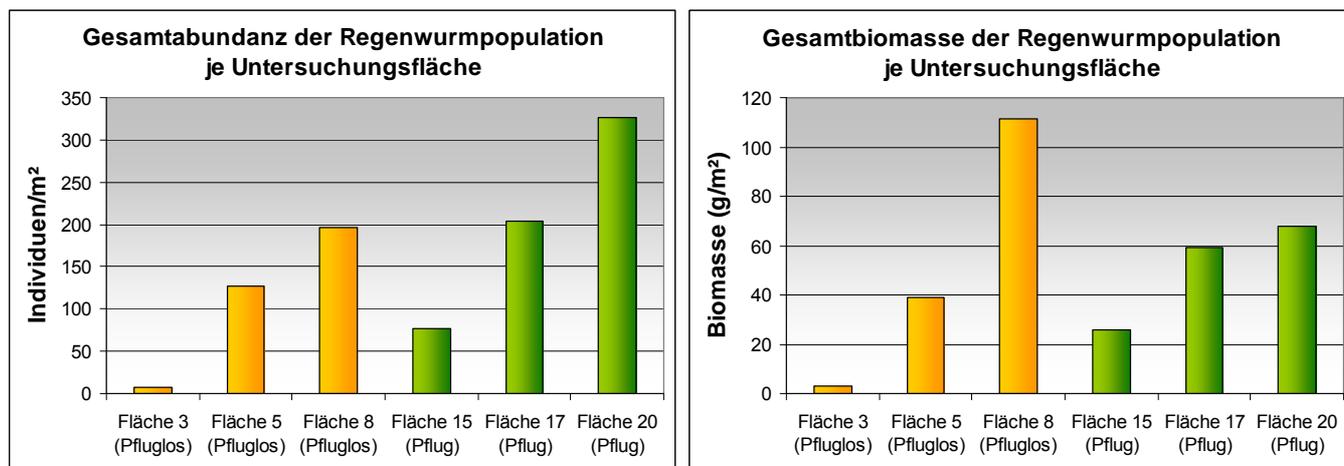


Abbildung 49: Gesamtabundanz und Gesamtbiomasse der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen

Auf den meisten Standorten lag der Anteil adulter Tiere bei etwa 25 bis 30 %, wobei die gepflügten Standorte V17 und V20 mit unter 20 % adulter Tiere und entsprechend höheren Anteilen an juvenilen Tieren hiervon abweichen (Tab. 8 und Abb. 50).

Tabelle 8: Altersstruktur der Regenwurmpopulationen

Fläche	Parameter	
	Adult (%) ¹⁾	Juvenil (%) ¹⁾
V15 Pflug	27,6	69,0
V17 Pflug	17,0	77,1
V20 Pflug	15,5	84,1
V3 Pfluglos	33,3	66,7
V5 Pfluglos	27,4	65,3
V8 Pfluglos	23,8	74,2
¹⁾ Anteil an der Gesamtabundanz bestimmbarer Tiere		

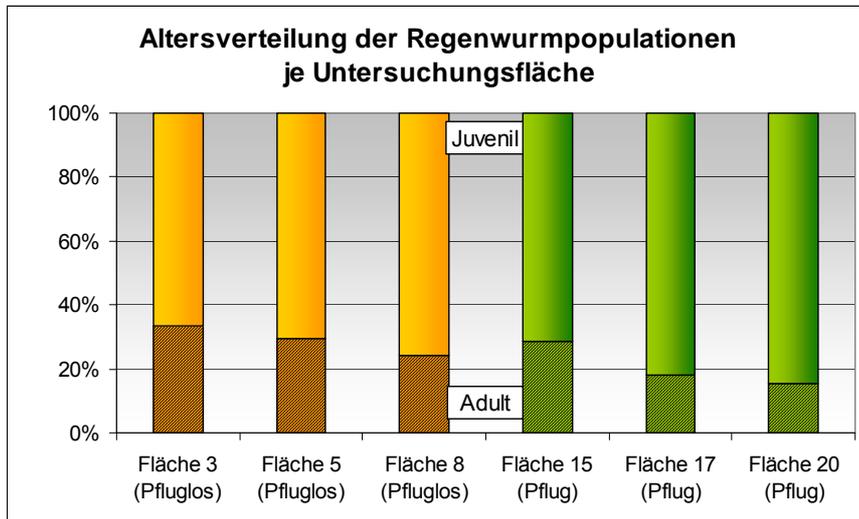


Abbildung 50: Altersverteilung der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen

Neben den Tieren wurden die Kokons erfasst, wobei die Werte lediglich qualitativ zu bewerten sind, weil Kokons bei der Handsortierung leicht übersehen werden. Die Ergebnisse zeigen somit nur eine Tendenz häufiger oder weniger häufig vorhandener Kokons auf und können keinesfalls absolut bewertet werden.

Dennoch wird deutlich, dass an Standorten mit einem hohen Anteil an juvenilen Tieren tendenziell auch mehr Kokons zu finden waren. Insgesamt war die Anzahl gefundener Kokons der Jahreszeit entsprechend gering (Tab. 9).

Tabelle 9: Anzahl Kokons pro m²

Fläche	Parameter
	Kokons (Anzahl/m ²)
V15 Pflug	0,67
V17 Pflug	1,56
V20 Pflug	4,67
V3 Pfluglos	0,00
V5 Pfluglos	1,56
V8 Pfluglos	2,00

5.1.3.4 Endogäische Arten

Insgesamt wurden die vier endogäischen Arten *A. chlorotica*, *A. caliginosa*, *A. rosea* und *O. tyriteum* gefunden. Lediglich die Art *A. caliginosa* war auf allen Untersuchungsstandorten vorhanden (Tab. 11). *A. chlorotica* trat nur an dem einen Standort V17 auf und auch nur sporadisch mit unter 3 Ind./m² (Tab. 10).

Tabelle 10: Abundanz und Biomasse von *A. chlorotica* gesamt

Fläche	Parameter	
	<i>A. chlorotica</i> gesamt Abundanz (Ind./m ²)	<i>A. chlorotica</i> gesamt Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	-	-
V17 Pflug	2,7	1,03
V20 Pflug	-	-
V3 Pfluglos	-	-
V5 Pfluglos	-	-
V8 Pfluglos	-	-

A. caliginosa zeigte als dominante Art die gleiche Abstufung der Abundanzen der verschiedenen Standorte wie die Gesamtabundanz, mit einer Zunahme der Abundanzen in der Reihenfolge der Standorte V3 (pfluglos), V15 (konventionell), V5 (pfluglos), V8 (pfluglos), V17 (konventionell) und V20 (konventionell). Die Biomasse wies nur eine leicht abweichende Reihenfolge der Standorte auf (Tab. 11).

Tabelle 11: Abundanz und Biomasse von *A. caliginosa* gesamt

Fläche	Parameter	
	<i>A. caliginosa</i> gesamt Abundanz (Ind./m ²)	<i>A. caliginosa</i> gesamt Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	60,0	18,98
V17 Pflug	142,7	25,17
V20 Pflug	274,7	58,19
V3 Pfluglos	1,3	0,07
V5 Pfluglos	94,7	25,63
V8 Pfluglos	122,7	30,05

A. rosea wurde an den zwei konventionell bewirtschafteten Standorten V17 und V20 sowie an den pfluglos bewirtschafteten Standorten V3 und V8 gefunden, jedoch mit höheren Abundanzen zwischen 15 und 30 Ind./m² lediglich an den Standorten V20 und V8 (Tab. 12).

Tabelle 12: Abundanz und Biomasse von *A. rosea* gesamt

Fläche	Parameter	
	<i>A. rosea</i> gesamt Abundanz (Ind./m ²)	<i>A. rosea</i> gesamt Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	-	-
V17 Pflug	4,0	0,16
V20 Pflug	29,3	3,15
V3 Pfluglos	1,3	0,56
V5 Pfluglos	-	-
V8 Pfluglos	14,7	1,58

Ebenfalls nur sporadisch trat die Art *O. tyrteum* an den Standorten V15, V17 und V3 auf (Tab. 13).

Tabelle 13: Abundanz und Biomasse von *O. tyrteum* gesamt

Fläche	Parameter	
	<i>O. tyrteum</i> gesamt Abundanz (Ind./m ²)	<i>O. tyrteum</i> gesamt Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	5,3	4,39
V17 Pflug	-	-
V20 Pflug	8,0	4,48
V3 Pfluglos	1,3	2,22
V5 Pfluglos	-	-
V8 Pfluglos	-	-

Mit *A. caliginosa* als dominanter Art auf allen Standorten sind die Abundanzen des Lebensformtyps endogäisch mit den Abundanzen von *A. caliginosa* vergleichbar und weisen deshalb die gleiche Abstufung zwischen den Standorten auf mit einer Zunahme der Abundanzen in der Reihenfolge der Standorte V3 (pfluglos), V15 (konventionell), V5 (pfluglos), V8 (pfluglos), V17 (konventionell) und V20 (konventionell) (Tab. 14 und Abb. 50 links).

Tabelle 14: Abundanz und Biomasse von Endogäisch gesamt

Fläche	Parameter	
	Endogäisch gesamt Abundanz (Ind./m ²)	Endogäisch gesamt Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	66,7	23,48
V17 Pflug	162,7	27,61
V20 Pflug	321,3	66,35
V3 Pfluglos	4,0	2,85
V5 Pfluglos	105,3	26,64
V8 Pfluglos	142,7	32,31

Für die Biomasse ergab sich eine Zunahme in der Reihenfolge der Standorte V3 (Pfluglos), V15 (konventionell), V5 (pfluglos), V17 (konventionell), V8 (pfluglos) und V20 (konventionell) (Tab. 14 und Abb. 51 rechts).

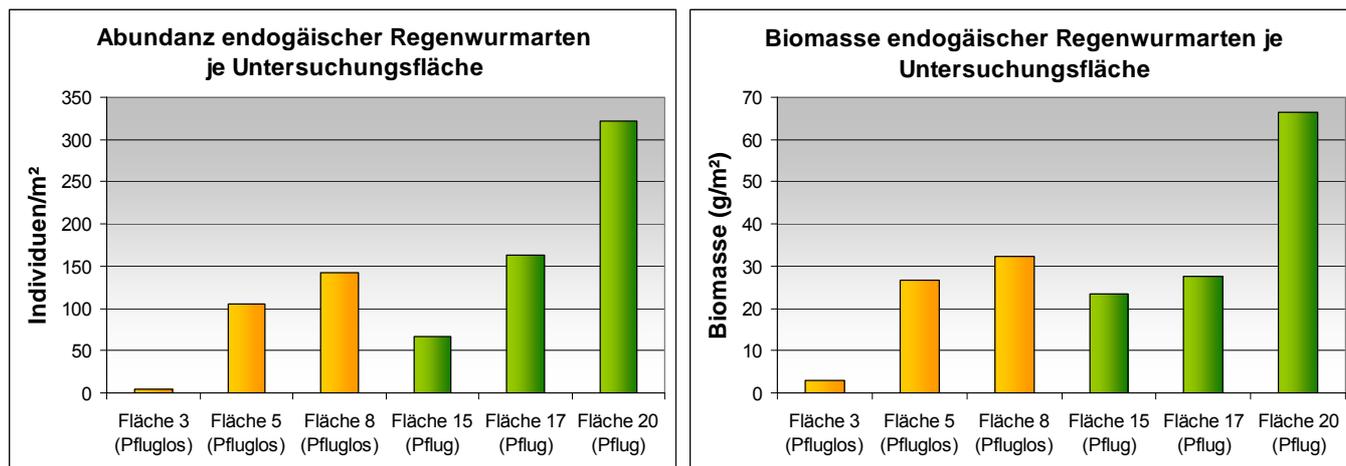


Abbildung 51: Abundanz und Biomasse endogäischer Arten der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen

5.1.3.5 Anektische Arten

Insgesamt wurden die zwei anektischen Arten *A. longa* und *L. terrestris* gefunden. Keine der beiden Arten war auf allen Standorten vertreten, *L. terrestris* fehlte jedoch nur auf einem Standort, dem Standort V5. *A. longa* trat hingegen nur an zwei Standorten auf, an den Standorten V20 und V5. Am zuletzt genannten Standort auch mit hohen Abundanzen von fast 20 Ind./m² (Tab. 15).

Tabelle 15: Abundanz und Biomasse von *A. longa* gesamt

Fläche	Parameter	
	<i>A. longa</i> gesamt Abundanz (Ind./m ²)	<i>A. longa</i> gesamt Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	-	-
V17 Pflug	-	-
V20 Pflug	2,7	1,25
V3 Pfluglos	-	-
V5 Pfluglos	18,7	11,83
V8 Pfluglos	-	-

Abundanzen der Art *L. terrestris* nahmen in der Reihenfolge der Standorte V20 (konventionell), V3 (pfluglos), V15 (konventionell), V17 (konventionell) und V8 (pfluglos) zu, bei entsprechender Zunahme der Biomasse (Tab. 16).

Tabelle 16: Abundanz und Biomasse von *L. terrestris* gesamt

Fläche	Parameter	
	<i>L. terrestris</i> gesamt Abundanz (Ind./m ²)	<i>L. terrestris</i> gesamt Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	10,7	2,23
V17 Pflug	34,7	30,43
V20 Pflug	1,3	0,16
V3 Pfluglos	4,0	0,45
V5 Pfluglos	-	-
V8 Pfluglos	52,0	78,95

Entsprechend nahmen die Abundanzen des Lebensformtyps anektisch in der Reihenfolge der Standorte V20 (konventionell) und V3 (pfluglos), V15 (konventionell), V5 (pfluglos), V17 (konventionell) und V8 (pfluglos) zu, bei entsprechender Zunahme der Biomasse (Tab. 17 und Abb. 52 links).

Tabelle 17: Abundanz und Biomasse von Anektisch gesamt

Fläche	Parameter	
	Anektisch gesamt Abundanz (Ind./m ²)	Anektisch gesamt Biomasse (g/m ²)
V15 Pflug	10,7	2,23
V17 Pflug	34,7	30,43
V20 Pflug	4,0	1,42
V3 Pfluglos	4,0	0,45
V5 Pfluglos	18,7	11,83
V8 Pfluglos	52,0	78,95

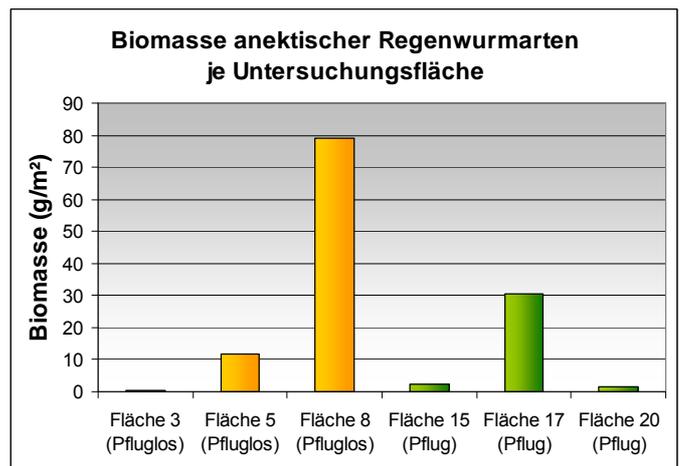
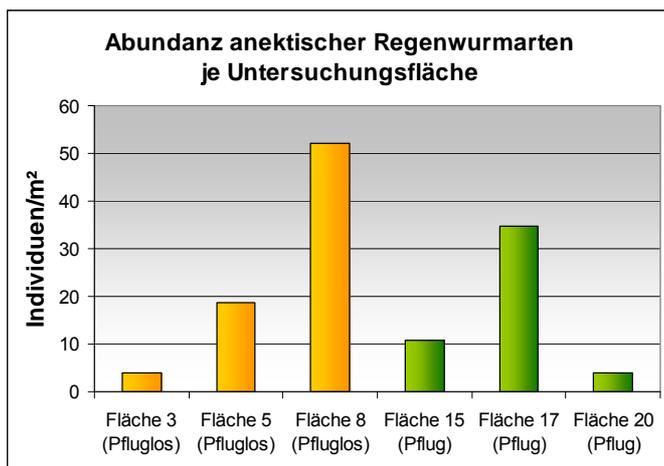


Abbildung 52: Abundanz und Biomasse anektischer Arten der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen

5.1.3.6 Verteilung der Lebensformtypen

Der Anteil endogäischer Arten lag zwischen 50 und 98 % und der Anteil anektischer Arten entsprechend bei 1,2 bis 50 %. Der Anteil an anektischen Arten nahm hierbei in der Reihenfolge der Standorte V20 (konventionell), V15 (konventionell), V5 (pfluglos), V17 (konventionell), V8 (pfluglos) und V3 (pfluglos), zu (Tab. 18 und Abb. 53).

Tabelle 18: Lebensformtypen der Regenwurmpopulationen

Fläche	Parameter	
	Endogäisch (%) ¹⁾	Anektisch (%) ¹⁾
V15 Pflug	86,2	13,8
V17 Pflug	79,7	17,0
V20 Pflug	98,4	1,2
V3 Pfluglos	50,0	50,0
V5 Pfluglos	83,2	14,7
V8 Pfluglos	72,8	26,5
¹⁾ Anteil an der Gesamtabundanz bestimmbarer Tiere		

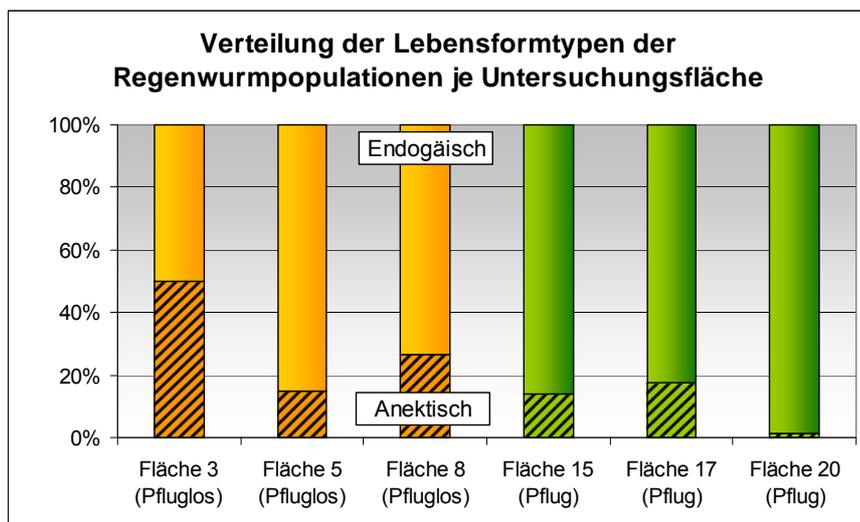


Abbildung 53: Verteilung der Lebensformtypen der Regenwurmpopulationen verschiedener V-Standorte in Sachsen

5.1.4 Diskussion

Der Boden ist Lebensraum und Nahrungsgrundlage einer Vielzahl unterschiedlicher Lebewesen, die von den Mikroorganismen bis hin zu Säugetieren reichen. Für die Fruchtbarkeit eines Bodens ist das Bodenleben von außerordentlich großer Bedeutung und es spielt auch für den Erosionsschutz eine wesentliche Rolle. Deshalb ist der Schutz des Bodenlebens durch § 17 des Bundesbodenschutzgesetzes gesetzlich verankert. Hier ist im Absatz 2 Nr. 6 festgeschrieben, dass "Die biologische Aktivität des Bodens ... zu erhalten oder zu fördern" ist (BBodSCHG 1998).

Das Bodenleben oder Edaphon ackerbaulich genutzter Böden ist in seiner Zusammensetzung ein Resultat von Bewirtschaftungsmaßnahmen, wobei Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz Einfluss ausüben. Die Bodenbearbeitung kann hierbei erheblichen Einfluss auf die Regenwurmpopulationen haben und dies bereits nach kurzer Dauer (KRÜCK 1999). Aufgrund ihrer Lebensweise werden die zwei auf Ackerflächen vertretenen Lebensformtypen durch die Bodenbearbeitung in unterschiedlichem Maße beeinflusst. Durch den Verzicht auf den Pflug wird häufig eine Zunahme der tief grabenden Art *Lumbricus terrestris* verzeichnet (EDWARDS 1980, EDWARDS & LOFTY 1982, KRÜCK et. al. 2001). Grund für diese Zunahme ist nicht nur, dass die Tiere bei konservierender Bodenbearbeitung und Direktsaat durch die Arbeitsgeräte in

geringerem Maße geschädigt werden. In diesen Bodenbearbeitungssystemen bleiben die Wohnröhren der Tiere weitestgehend erhalten. Wendende Bodenbearbeitung zerstört hingegen diese Gänge, die dann jeweils neu gegraben werden müssen. Von noch größerer Bedeutung ist jedoch, dass bei konservierender Bodenbearbeitung organische Substanz an der Bodenoberfläche verbleibt. Dagegen wird bei wendender Bodenbearbeitung den Tiefgräbern die Nahrungsgrundlage entzogen.

Konservierende Bodenbearbeitung hat auch, wie vielfach gezeigt wurde, auf die Entwicklung der Individuendichte und Biomasse einen positiven Einfluss, wobei häufig ein direkter Zusammenhang zwischen der Intensität der Bearbeitung und der Abundanz besteht (BARNES & ELLIS 1979, EDWARDS & LOFTY 1982, HEISLER et al. 1998, HÖFLICH & JOSCHKO 1996, JOSCHKO & HÖFLICH 1996, KRÜCK 1999, ROVIRA et al. 1987).

Das Bodenleben ist jedoch auch in seiner Zusammensetzung ein Resultat der Standorteigenschaften und dies gilt in starkem Maße auch für die Regenwurmpopulationen (GRAEFE 1993, KRÜCK et al. 2006, RÖMBKE et al. 2000, SOMMER et al. 2002). Es ist bekannt, dass verschiedene physikalische und chemische Bodeneigenschaften Einfluss auf den Regenwurmbesatz haben, wobei in erster Linie die Bodenart, der Bodenwasserhaushalt, der Humusgehalt und teilweise die Bodenazidität die Entwicklung und Zusammensetzung von Regenwurmpopulationen beeinflussen. Einen Überblick hierzu geben LEE (1985) und EDWARDS & BOHLEN (1996).

Im vorliegenden Fall konnte keine eindeutige Beziehung zwischen der Gesamtabundanz oder -biomasse und der Bewirtschaftungsintensität festgestellt werden. Lediglich eine leichte Tendenz zu höheren Anteilen anektischer Arten könnte auf eine fördernde Wirkung reduzierter Bodenbearbeitungsintensität hinweisen. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die ermittelten Regenwurmpopulationen in starkem Maße Standorteigenschaften aufzeigen. Dies deutet jedoch dann darauf hin, dass eine Vergleichbarkeit der Standorte nur in geringem Maße gegeben ist. Eine genaue Kenntnis der Standorteigenschaften und damit auch der Bodenprofile könnte die Interpretation der Ergebnisse unterstützen. Insbesondere am pfluglos bewirtschafteten Standort V3 mit einer Gesamtabundanz von nur 8 Ind./m² könnte die geringe Tiefgründigkeit Ursache der geringen Populationsdichte sein, wobei möglicherweise hier bereits ein Grenzstandort für Regenwurmpopulationen vorliegt. Einen Einfluss der Bewirtschaftung zu benennen, ohne vertiefende Betrachtung der Standorteigenschaften, wird im vorliegenden Fall auf Schwierigkeiten stoßen.

5.2 Untersuchungen zur epigäischen Fauna und Mesofauna

5.2.1 Einleitung

Webspinnen (Araneae) und Laufkäfer (Carabidae) stellen neben Kurzflüglern (Staphylinidae) wichtige Gruppen epigäischer Räuber in Agroökosystemen dar. Neben ihrer Eignung als Indikatororganismen kommt ihnen auch eine wesentliche Rolle als Gegenspieler von Schadinsekten zu. Große Käferarten, insbesondere Vertreter der Gattung *Carabus*, gelten als Vertilger von Schnecken. Pfluglose Bodenbearbeitung fördert große Arten direkt durch reduzierte mechanische Belastung und indirekt durch bessere trophische Bedingungen.

Viele Elemente der Bodenmesofauna zählen zu den Primärzersettern von Ernterückständen. Ihnen kommt damit eine große Bedeutung als Regulative bodenbürtiger Schaderreger zu. Pfluglose Bodenbearbeitung fördert Streu abbauende Organismen. Zwischen dem unter- und oberirdischen Nahrungsnetz gibt es außerdem Interaktionen. Konsequenter Pflugverzicht hat somit auf die vielfältigen Zönosen der Bodenfauna positive Effekte und auf die biologische Vielfalt insgesamt.

Im Rahmen dieses Projekts sollte auf sechs ausgewählten mit Raps bestellten Flächen die Situation hinsichtlich des Nützlingsauftretens (epigäische Fauna) und der Zusammensetzung und Dichte der Bodenmesofauna (Zersetzer und Räuber) in Abhängigkeit vom Bodenbewirtschaftungssystem untersucht werden, um daraus unter anderem Schlussfolgerungen zu Regulationsmechanismen im Boden im Hinblick auf Schädlinge und Krankheiten in den Kulturpflanzenbeständen ziehen zu können.

5.2.2 Untersuchungsvoraussetzungen

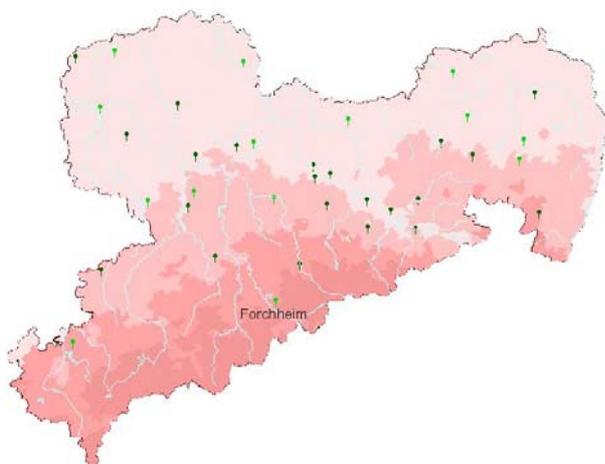
Untersuchungsgebiet

Es wurden sechs Verwitterungs-Standorte ausgewählt, die im Jahre 2007/2008 mit Raps bestellt waren. In den vorangegangenen Jahren dominierte Getreide in den jeweiligen Fruchtfolgen (siehe auch Anhang 1 B). Auf drei dieser Flächen wird seit über 10 Jahren konsequent pfluglose Bodenbearbeitung betrieben. Die anderen drei Flächen werden konventionell bearbeitet, d. h. im Wechsel von wendender und konservierender Bodenbearbeitung, wobei die Bearbeitung mit dem Pflug überwiegt. Diese sechs Schläge liegen alle im Mittleren Erzgebirgskreis zwischen Zschopau und Mildenau. Es handelt sich um folgende Schläge:

Dauerhaft pfluglose Bewirtschaftung	
Betrieb V1	Dauerhaft pfluglos
Schlag	V3
Schlag	V5
Betrieb V2	Dauerhaft pfluglos
Schlag	V8
Konventionell, überwiegend Pflug	
Betrieb V3	konventionell
Schlag	V15
Betrieb: V4	konventionell
Schlag	V17
Schlag	V20

Klima und Witterung

Die Witterungsdaten stammen aus dem Agrarmeteorologischen Messnetz Sachsen – Wetterdaten; LfULG-Wetterstationen. Es wurde die Wetterstation Forchheim ausgewählt, weil diese dem Untersuchungsgebiet am nächsten liegt (siehe auch Abb. 54 und Abb. 55).



Wetterstation Forchheim

geografische Breite: 50,7098 nördlich des Äquators
 geografische Länge: 13,2735 östlich von Greenwich
 geografische Höhe: 563 m
 Station online seit: 19.05.1999

(Quelle:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/Wetter09/asp/inhalt.asp?seite=uebersicht>)

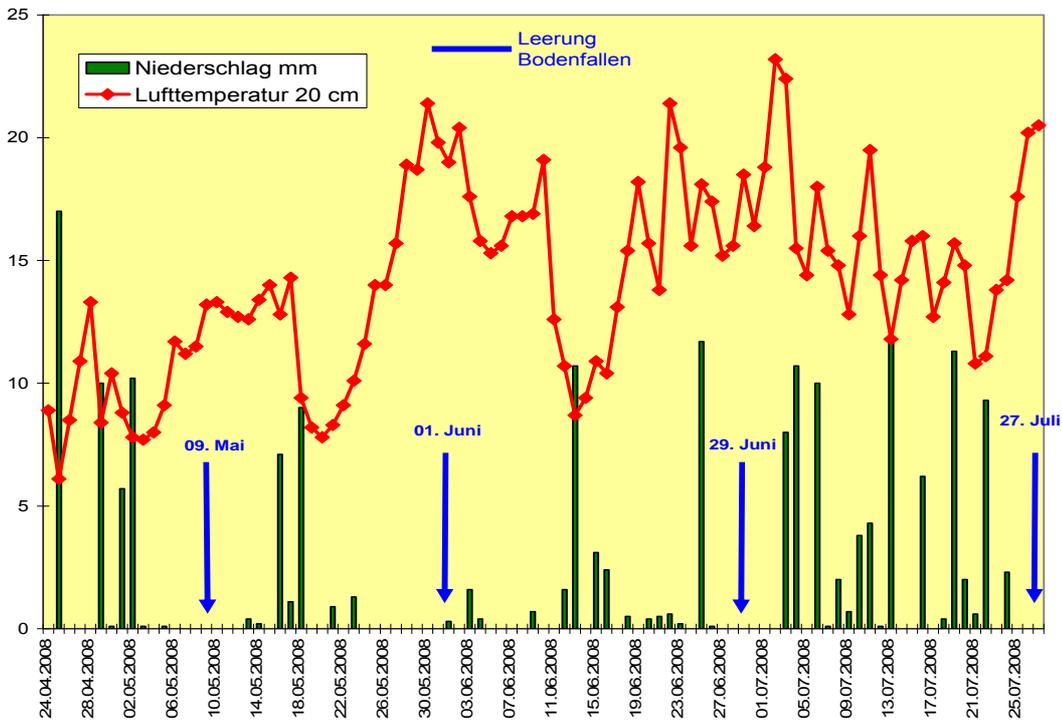


Abbildung 54: Witterung während der Standzeit der Bodenfallen im Jahre 2008, Wetterstation Forchheim

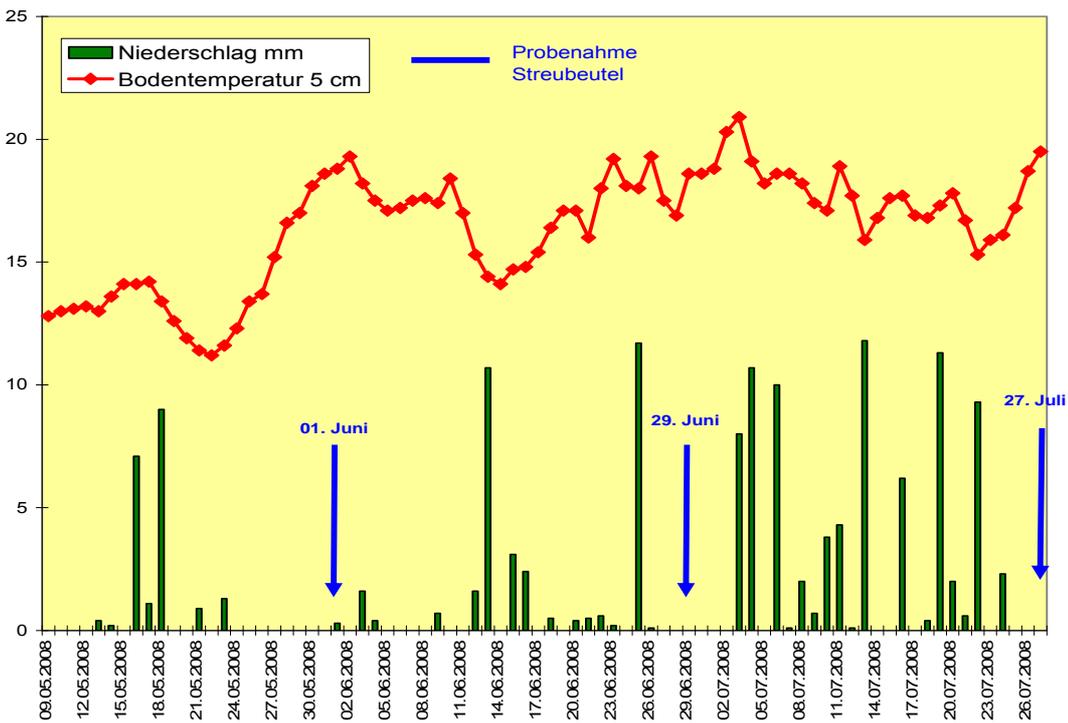


Abbildung 55: Witterung während der Expositionszeit der Streubeutel im Jahre 2008, Wetterstation Forchheim

5.2.3 Epigäische Fauna

5.2.3.1 Material und Methoden

Die Erhebungen zur epigäischen Fauna erfolgten mittels modifizierter Barberfallen. Auf jedem Schlag wurden vier Fallen, die einen Öffnungsdurchmesser von 10,5 cm hatten und mit 3 %-iger Formalinlösung gefüllt waren, am 24.04.08 eingegraben. Die Leerung der Fallen fand in 3- bis 4- wöchigen Abständen bis zum 27.07.08 statt. Die Bestimmung der Webspinnen erfolgte nach WIEHLE (1956, 1960), GRIMM (1985), ROBERTS (1985, 1987) sowie HEIMER & NENTWIG (1991). Die Nomenklatur richtet sich nach PLATNICK (1993).

Zur Determination der Laufkäfer dienten die Werke von FREUDE et al. (1976) und LOHSE & LUCHT (1989). Die Nomenklatur der Laufkäfer orientiert sich an KLAUSNITZER (2004), der die bis dahin publizierten Revisionen berücksichtigt. Die Zuordnung der Laufkäfer zu den Größenklassen erfolgte nach BARNDT et al. (1991). Es bedeuten Größenklasse 1 = über 18 mm Länge; 2 = 13 bis 18 mm; 3 = 9,0 bis 12,9 mm; 4 = 5,0 bis 8,9 mm und 5 = unter 5,0 mm.

5.2.3.2 Ergebnisse zur epigäischen Fauna

Webspinnen (Arachnida, Araneae)

Bei den Webspinnen erfolgte nur eine Teilauswertung. Die Familie der Baldachinspinnen (Linyphiidae), welche die kleinsten Arten aufweist, blieb unberücksichtigt. Es wurden nur Spinnenfamilien, die sich aus Arten mit relativ großen Körpern zusammensetzen, zur Auswertung herangezogen.

Auf den sechs Flächen konnten im Untersuchungszeitraum aus insgesamt 1.722 adulten Spinnen 30 Arten nachgewiesen werden (Tab. 19). Die höchsten Artenzahlen ließen sich auf den Schlägen V5 (pfluglos) und V20 (konventionell) mit jeweils 30 Spinnenarten ermitteln. Die niedrigsten Werte lagen auf den konventionell bearbeiteten Schlägen V15 und V17 mit 13 bzw. 14 Arten vor.

Aus Tabelle 19 ist ersichtlich, dass es zwischen den pfluglos und konventionell bearbeiteten Flächen keine auffallenden Unterschiede hinsichtlich der Arten- und Aktivitätsdichten der ausgewerteten Spinnenarten gab. Tendenziell fielen die Aktivitätsdichten einiger großer Spinnenarten, vor allem der Familie der Wolfspinnen (Lycosidae) (z. B. *Pardosa palustris*, *Trochosa terricola*) auf den pfluglosen Flächen höher aus als auf den Flächen mit Pflugeinsatz. Eine Ausnahme bildete hier der konventionell bearbeitete Schlag V20, auf dem die höchsten Werte vieler Spinnenarten ermittelt wurden.

Tabelle 19: Arten- und Individuenzahlen der nachgewiesenen Webspinnen (Arachnida, Araneae; excl. Linyphiidae) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahre 2008

	Pfluglos	Pfluglos	Pfluglos	Pflug	Pflug	Pflug
Arten	Fläche V3	Fläche V5	Fläche V8	Fläche V15	Fläche V17	Fläche V20
<i>Alopecosa cuneata</i>	3	9	1	2		6
<i>Alopecosa pulverulenta</i>		14	7			42
<i>Clubiona diversa</i>		2	1			3
<i>Coelotes terrestris</i>	1	1				2
<i>Drassyllus praeficus</i>	2	4		1		7
<i>Drassyllus pusillus</i>	1	25	11		1	38
<i>Enpoloqnatha thoracica</i>		2	1			3
<i>Haplodrassus signifer</i>	1	1				2
<i>Histopona torpida</i>	1	1				2
<i>Micaria</i> (Juvenile)		2			1	3
<i>Ozyptila claveata</i>	2	4	1			7
<i>Pachygnatha degeeri</i>		68	11	20	3	102
<i>Pardosa</i> (Juvenile)		28	5	7	2	42
<i>Pardosa aqrestis</i>		6		3		9
<i>Pardosa amentata</i>	2	8	2		1	13
<i>Pardosa hortensis</i>		2			1	3
<i>Pardosa lugubris</i>		2	1			3
<i>Pardosa palustris</i>	51	191	52	3	15	312
<i>Pardosa prativaqa</i>	5	19	3		4	31
<i>Pardosa pullata</i>	20	30	3	2		55
<i>Pirata latitans</i>		4		1	1	6
<i>Pirata piraticus</i>		4	1	1		6
<i>Robertus lividus</i>		2			1	3
<i>Tegenaria silvestris</i>	2	4	1			7
<i>Theridion</i> (Juvenile)		4		2		6
<i>Trochosa ruricola</i>	1	17	3		5	26
<i>Trochosa terricola</i>	9	51	15	5	1	81
<i>Xerolycosa nemoralis</i>	1	5	1	1		8
<i>Xysticus kochi</i>	6	20	5	1	1	33
<i>Zelotus subterraneus</i>		4	1		1	6
Individuenzahlen	108	534	126	49	38	867
Artenzahlen	16	30	20	13	14	30

Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae)

Im Rahmen der Untersuchungen ließen sich vier Carabus-Arten (*C. granulatus*, *C. nemoralis*, *C. cancellatus* und *C. auratus*) erfassen. Die häufigste Art auf allen Untersuchungsflächen war *Carabus granulatus*. Die meisten Individuen der Carabus-Arten ließen sich auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen V5 und V8 ermitteln. Es zeigte sich deutlich, dass mehr Individuen dieser vier Arten auf den pfluglos bewirtschafteten Flächen vorkamen (Abb. 56).

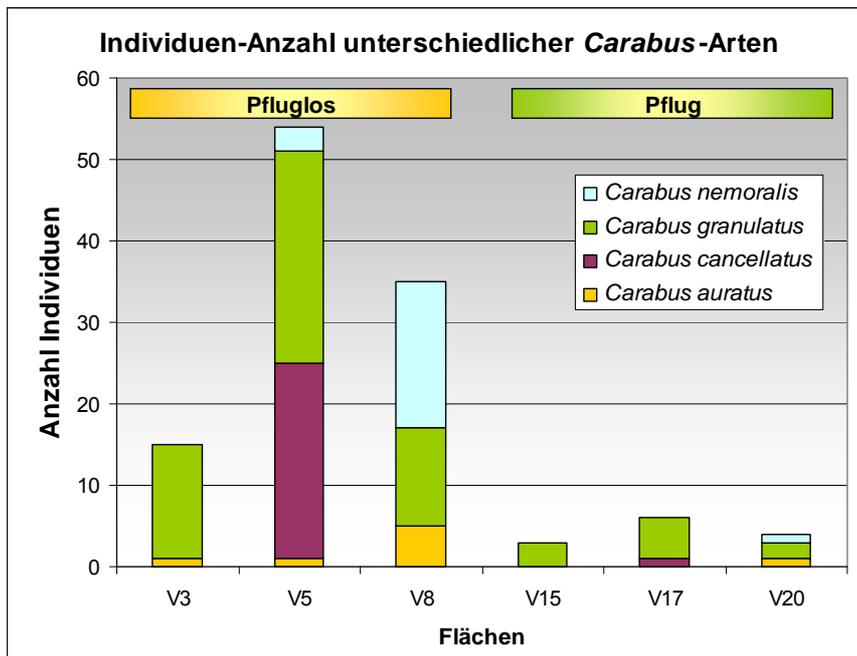


Abbildung 56: Anzahl Individuen der Carabus-Arten auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

Bei der Familie der Laufkäfer fand die Determination aller Arten statt. Insgesamt betrachtet zeigte sich, dass auf den pfluglos bearbeiteten Schlägen nur drei Arten mehr als auf den konventionell bearbeiteten vorkamen (Abb. 57). Die Anzahl Arten lag auf den pfluglos bearbeiteten Flächen zwischen 28 (V5) und 31 (V3). Auf den konventionell bearbeiteten Flächen konnten nur 23 Arten (V15), aber ebenfalls 31 Arten am Standort V20 nachgewiesen werden.

Auch die Anzahl gefangener Individuen fiel auf den pfluglos bewirtschafteten Flächen insgesamt betrachtet höher aus (Abb. 58). Auffallend ist aber und entgegen der Tendenz die außergewöhnliche hohe Fangzahl auf dem konventionell bewirtschafteten Schlag V20.

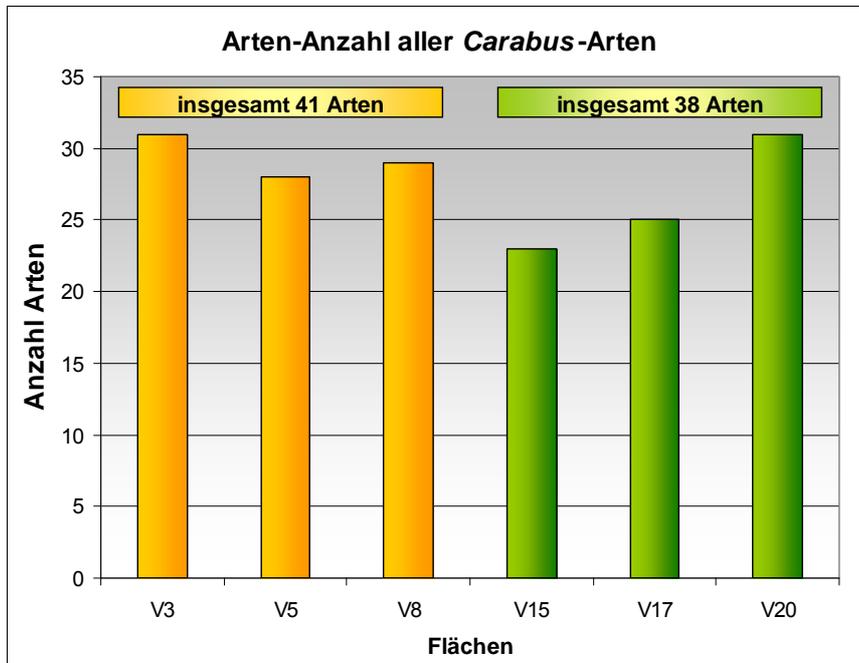


Abbildung 57: Anzahl Arten der Laufkäfer (*Carabidae*) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

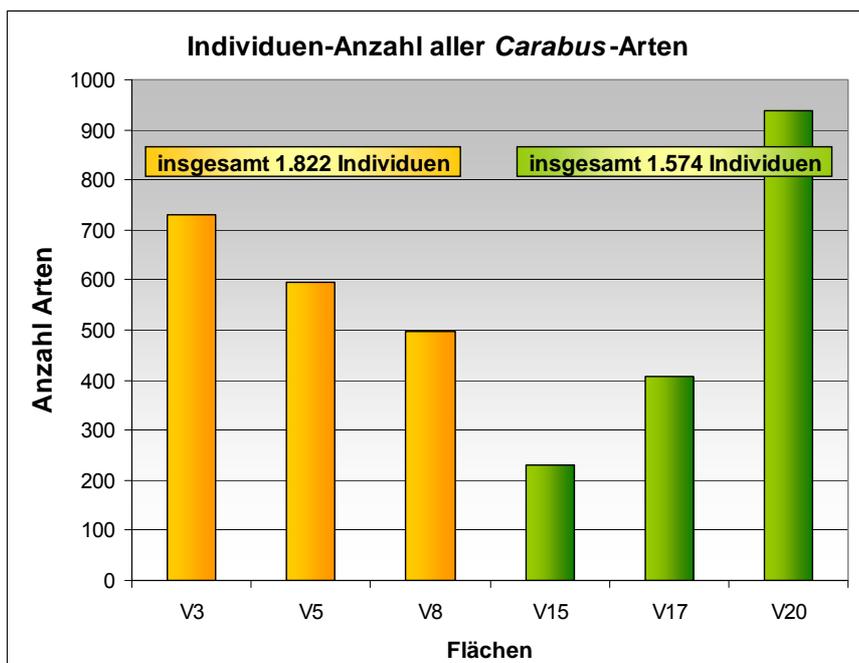


Abbildung 58: Anzahl Individuen der Laufkäfer (*Carabidae*) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

Einige Laufkäferarten wie *Calathus fuscipes*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus affinis*, *Pterostichus melanarius* und *Loricera pilicornis* hatten ihr Schwerpunkt vorkommen auf den pfluglos bearbeiteten Flächen. Diese Arten zählen auch zu den größeren Laufkäferarten. Sie stellen außerdem typische und die häufigsten Laufkäferarten der Agrarökosysteme in Mitteleuropa dar. Weiterhin wurden die Laufkäfer Größenklassen zugeordnet. Aus der Abb. 59 ist ersichtlich, dass auf den pfluglos bearbeiteten Flächen größere Laufkäfer, d. h. Vertreter der Größenklassen 1 bis 3 weit über 40 % der Arten ausmachten.

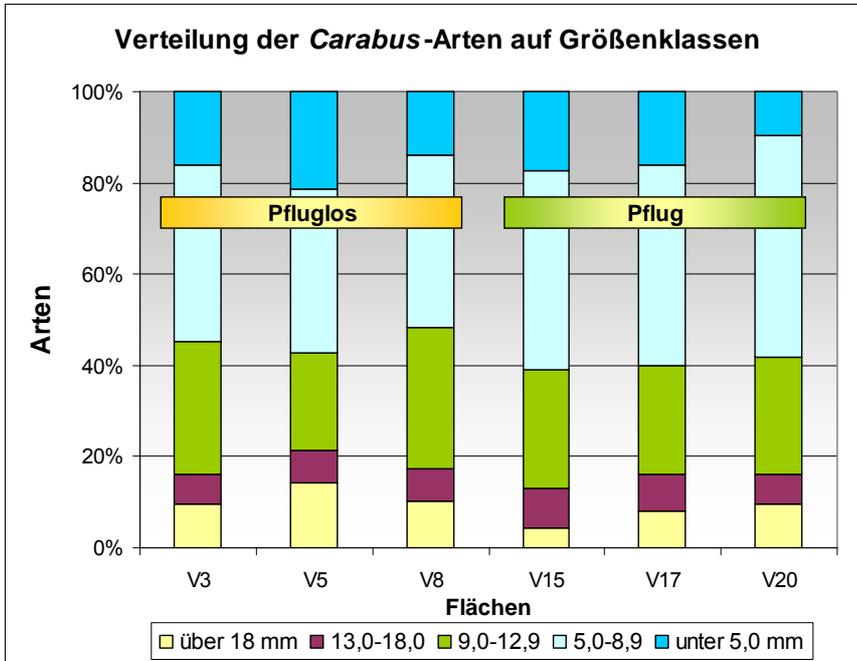


Abbildung 59: Zuordnung der Arten der Laufkäfer auf Größenklassen auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

Auf die konventionell bearbeiteten Flächen entfielen weniger Arten auf diese Größenklassen. Bei Betrachtung der Individuen in den Größenklassen zeigte sich der positive Effekt der pfluglosen Bodenbearbeitung noch deutlicher (Abb. 60).

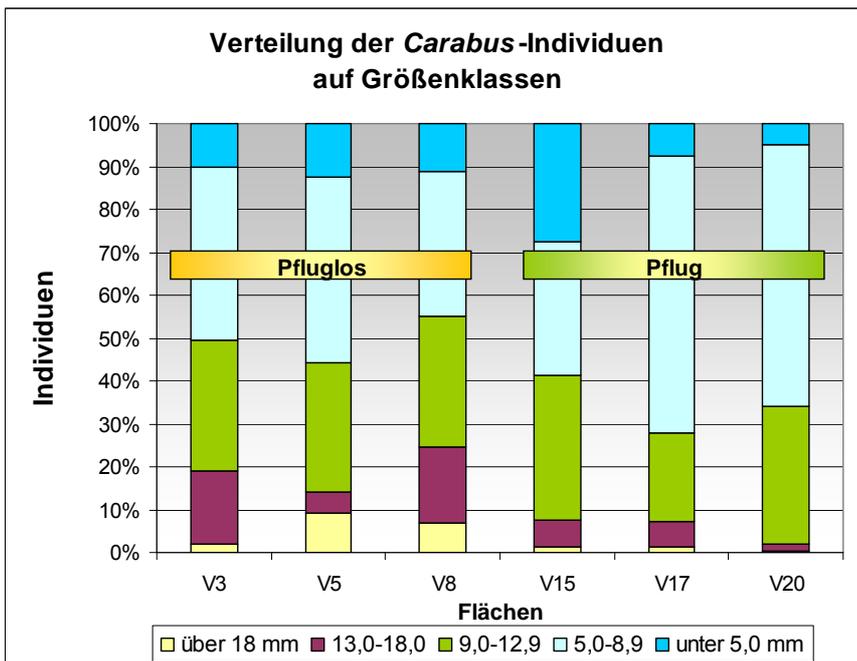


Abbildung 60: Zuordnung der Individuen der Laufkäfer auf Größenklassen auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahre 2008

5.2.4 Bodenmesofauna

5.2.4.1 Material und Methoden

Die Erfassung der Bodenmesofauna erfolgte auf Basis der litter-bag-Methode bzw. Streubeutel-Methode. Auf jeder Fläche wurden am 09.05.2008 12 mit Weizenstroh gefüllte Gazebeutel (Maschenweite: ca. 2 mm; Streu-Einwaage: ca. 10 g) nahe der Oberfläche in den Boden (ca. 2-3 cm Tiefe) eingegraben. Die Entnahme der Streubeutel fand an drei Terminen, d. h. nach 23, 51 und 79 Tagen Expositionszeit statt. Anschließend erfolgte die Austreibung der Mesofauna in einer Tullgren-Apparatur über einen Zeitraum von sieben Tagen.

Zur Determination der Bodenmesofauna dienten die Arbeiten von DUNGER & FIEDLER (1997), GISIN (1960), GRUNER, MORITZ & DUNGER (1993), HANDSCHIN (1929), KARG (1989, 1993, 1994), RUSEK (1971), STRESEMANN (1967, 1992), WILCKE (1967), WEIGMANN (2006) und WILLMANN (1931).

5.2.4.2 Ergebnisse zur Bodenmesofauna (Streubeutel)

Aus den Streubeuteln konnten insgesamt 13.616 Individuen aus allen Tiergruppen der Bodenmesofauna ausgetrieben werden. Die Fangzahlen aus den Streubeuteln der pfluglos bewirtschafteten Flächen (8.203 Individuen) waren deutlich höher im Vergleich zu den Zahlen aus den konventionell bearbeiteten Flächen (5.413 Individuen) (Abb. 61). Im Durchschnitt ließen sich bei pflugloser Bearbeitung ca. 130 Individuen mehr als auf den konventionellen Flächen erfassen.

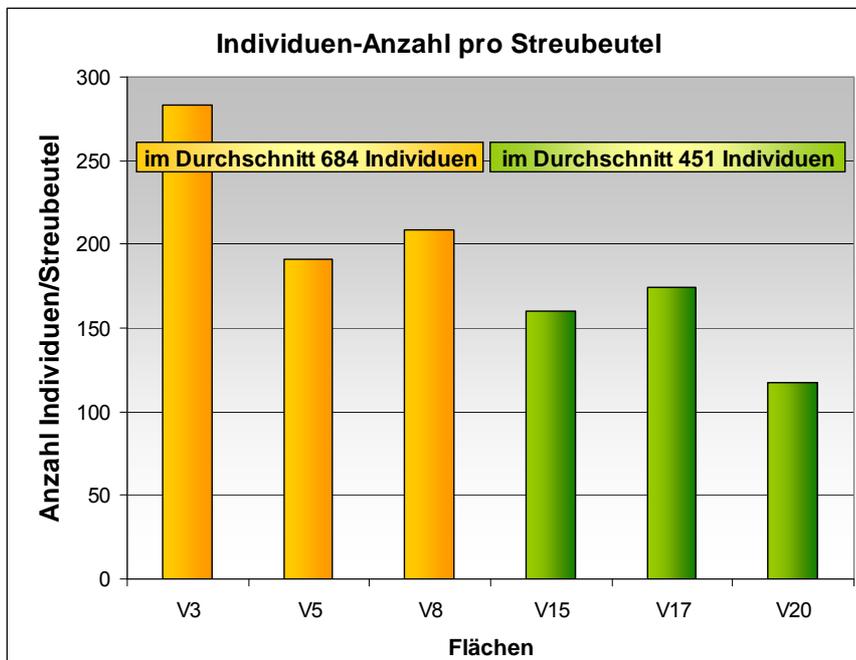


Abbildung 61: Anzahl Individuen aller Gruppen der Bodenmesofauna pro Streubeutel insgesamt auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

Zersetzer

Zu den Zersetzern zählten viele Tiergruppen (Abb. 62). Den größten Anteil der Zersetzer machten die Collembolen (Springschwänze) und die Oribatida (Hornmilben) aus. Mit Ausnahme des Schlags V20 überwogen die Collembolen im Vergleich zu den Oribatida. Bei den Collembolen machten Vertreter der Gruppen der Isotomidae, Entomobrya und Folsomia den Hauptanteil aus (Tab. 20).

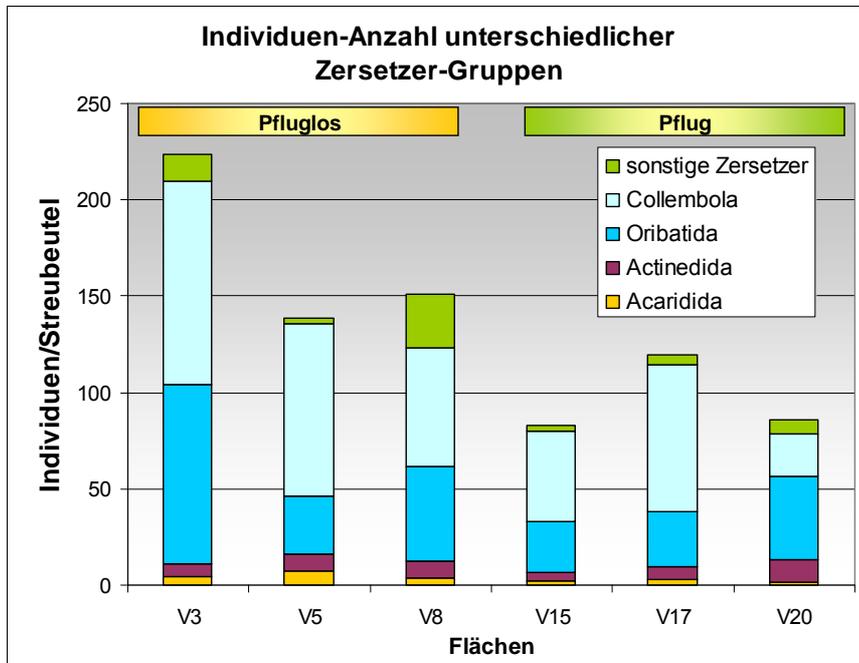


Abbildung 62: Anzahl Individuen der Zersetzergruppen pro Streubeutel auf Feldern mit pflugloser und wendender Bodenbearbeitung im Jahre 2008

Tabelle 20: Anzahl Individuen der Springschwänze (Collembola) auf Flächen mit pflugloser und wendender Bodenbearbeitung im Jahr 2008

Streubeutel	Pfluglos	Pfluglos	Pfluglos	Pflug	Pflug	Pflug
Collembola	Fläche V3	Fläche V5	Fläche V8	Fläche V15	Fläche V17	Fläche V20
Onychiurinae	150	37	39	45	13	14
Isotomidae (excl. Folsomia)	227	222	136	113	210	58
Pseudosinella	19	102	86	9	38	2
Lepidocyrtus	43	25	37	9	12	10
Ceratophysella	11	8	7	10	8	5
Entomobrya	137	108	94	99	130	51
Folsomia	211	90	55	56	145	19
Sminthurus	12	6	4	10	11	20
Collembola - Rest	459	477	277	213	346	86
Collembola gesamt	1.269	1.075	735	564	913	265

Insgesamt betrachtet traten auf den pfluglos bewirtschafteten Flächen wesentlich mehr Zersetzer (vor allem Collembollen und Oribatiden) als auf den konventionell bewirtschafteten Flächen auf.

Unter den Hornmilben waren die Arten *Tectocepheus velatus* und *Oppiella nova* am häufigsten. Beide Arten, vor allem *O. nova*, erreichten auf den Pfluglos-Flächen höhere Dichten als auf den konventionellen Flächen (Abb. 63 und Abb. 64). Über den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet war *O. nova* am Standort V8 (pfluglos) am häufigsten vertreten im Vergleich zu den anderen Flächen. Die Art *T. velatus* erreichte extrem hohe Werte auf der Fläche V3 (pfluglos). An der Differenz der Oribatida von fast 900 Individuen zwischen pflugloser und konventioneller Bearbeitung hatten diese Arten einen wesentlichen Anteil.

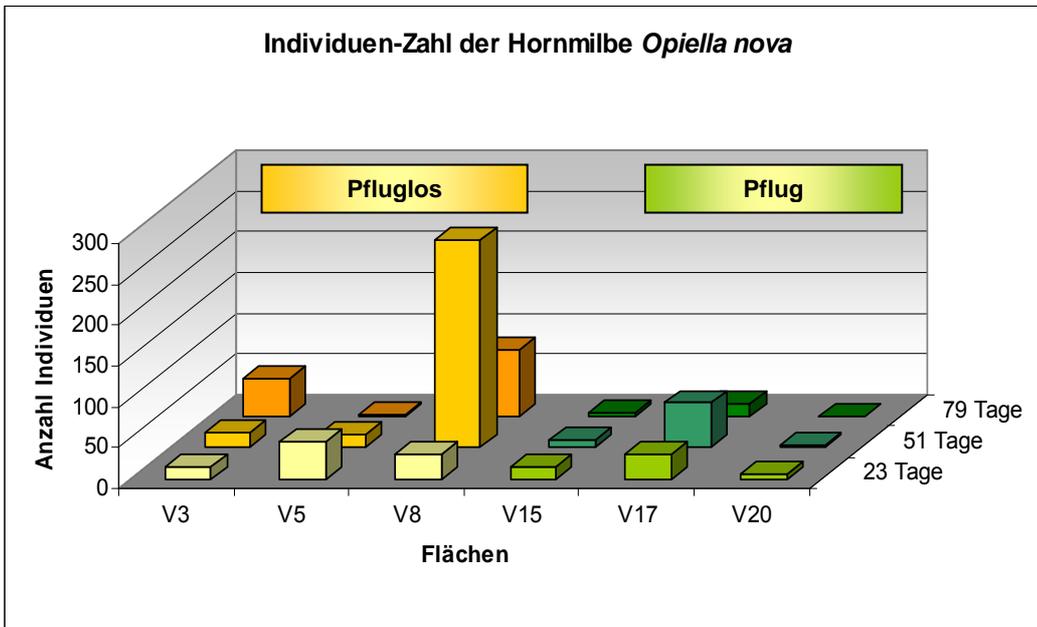


Abbildung 63: Anzahl Individuen der Hornmilbe *Opiella nova* (Oribatida) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

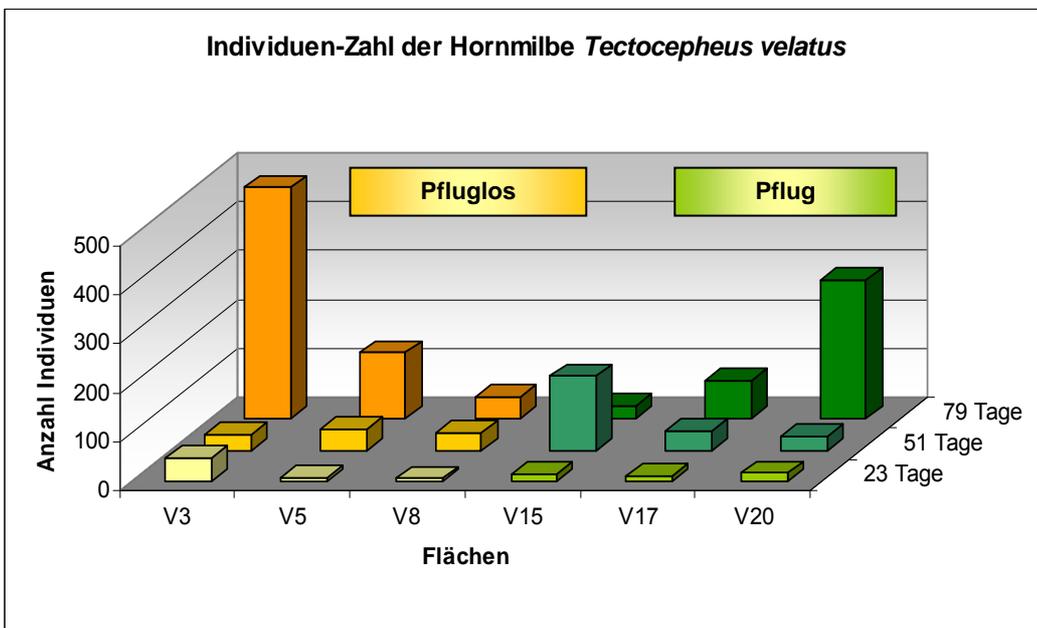


Abbildung 64: Anzahl Individuen der Hornmilbe *Tectocepheus velatus* (Oribatida) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

Weitere Milben, wie die Actinedida wiesen kaum Differenzen zwischen den Bearbeitungssystemen auf. Eine andere Milbengruppe, die Acaridida waren auf den langjährig pfluglos bearbeiteten Flächen zahlreicher.

Ebenfalls zu den Zersettern zählten verschiedene Dipterenlarven. Auf zwei Flächen kamen Gallmückenlarven in hoher Zahl vor.

Räuber

Den mit Abstand größten Teil der Räuber stellten nur die wenige Millimeter großen Raubmilben (Gamasina) dar (Abb. 65). Während auf den pfluglos bewirtschafteten Flächen und am Standort V17 (konventionell) jeweils zwischen 50 und 60 Raubmilben pro Streubeutel erfasst wurden, lag auf der Fläche V20 der niedrigste, am Standort V15 der höchste Besatz an Raubmilben vor.

Insgesamt betrachtet ergab sich zwischen den Bearbeitungssystemen nur eine Differenz von 124 Raubmilben. Unter den Gamasina dominierten Vertreter der Familien Rhodacaridae, Ascidae, Veigaiidae und Pachylelapidae (Tab. 21).

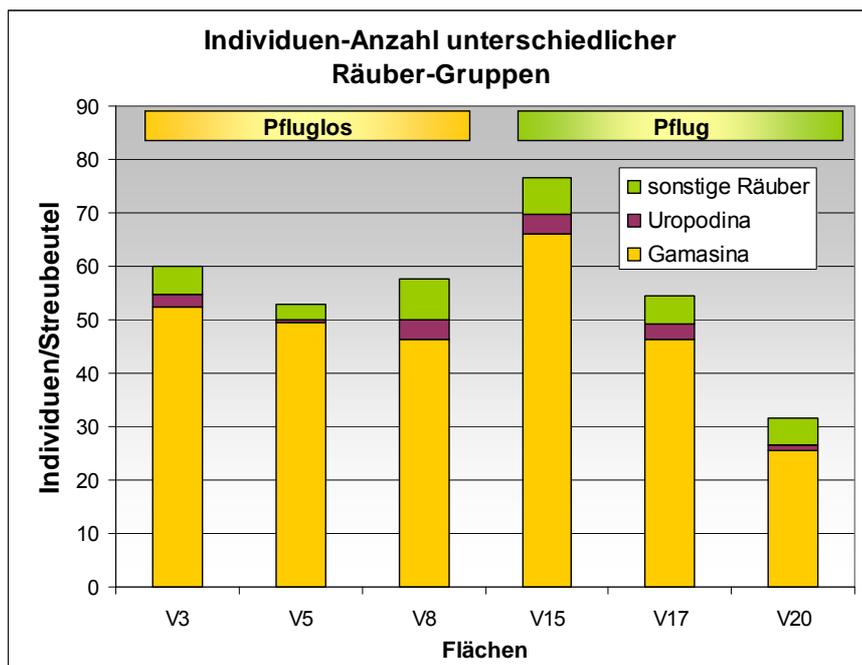


Abbildung 65: Anzahl Individuen der Räubergruppen pro Streubeutel auf Feldern mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

Tabelle 21: Anzahl Individuen der Familien der Raubmilben (Acari, Gamasina) auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

Streubeutel 2008	Pfluglos	Pfluglos	Pfluglos	Pflug	Pflug	Pflug
Gamasina	Fläche V3	Fläche V5	Fläche V8	Fläche V15	Fläche V17	Fläche V20
Macrochelidae	26	20	14	16	16	7
Pachylelapidae	98	51	49	68	43	29
Ascidae	76	96	74	263	69	29
Zerconidae	33	20	27	44	23	11
Rhodacaridae	154	199	148	142	156	78
Parasitidae	36	34	30	32	27	17
Veigaiidae	52	57	80	66	72	40
Gamasina - Rest	51	40	43	53	45	32
Gamasina - Larven	103	77	91	109	106	62
Gamasina gesamt	629	594	556	793	557	305

Die Uropodina (Schildkrötenmilben) kamen auf allen Feldern nur in sehr geringem Umfang vor. Sie leben ebenfalls räuberisch. Unter „Sonstige Räuber“ wurden Vertreter verschiedener Tiergruppen wie Hundertfüßer (Chilopoda), Laufkäfer (Carabidae) und Kurzflügelkäfer (Staphylinidae), die aber nur in geringer Zahl vorkamen und die häufigen Käferlarven (Hauptanteil Laufkäfer- und Kurzflügelarven) zusammengefasst. Die wenigsten Käferlarven ließen sich am Standort V5 nachweisen.

Zersetzer-Räuber-Verhältnis

Bei der vergleichenden Darstellung der Zersetzer und Räuber zeigte sich, dass auf den pfluglos bewirtschafteten Flächen mehr Zersetzer als potenzielle Beute für Räuber zur Verfügung standen (Abb. 66). Auf der Fläche V15 fielen die Werte dieser beiden Gruppen fast gleich aus. Bei der anschließenden Berechnung der Zersetzer-Räuber-Verhältnisse ist dieser Trend klar zu erkennen (Abb. 67). Nur der konventionell bewirtschaftete Schlag V20 weist ein ähnliches Zersetzer-Räuber-Verhältnis wie die pfluglos bearbeiteten Flächen auf.

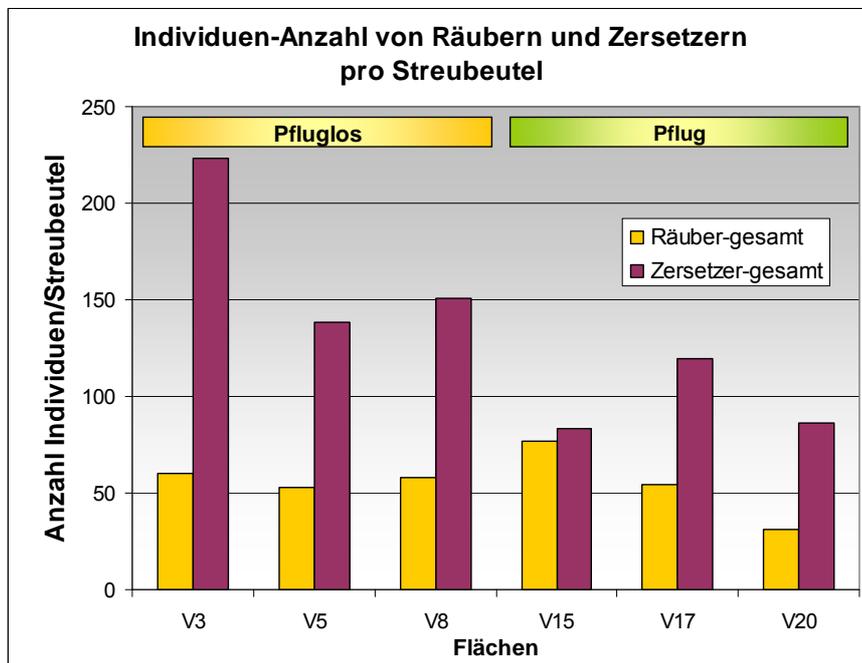


Abbildung 66: Vergleich der Anzahl Individuen der Zersetzer und Räuber pro Streubeutel auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

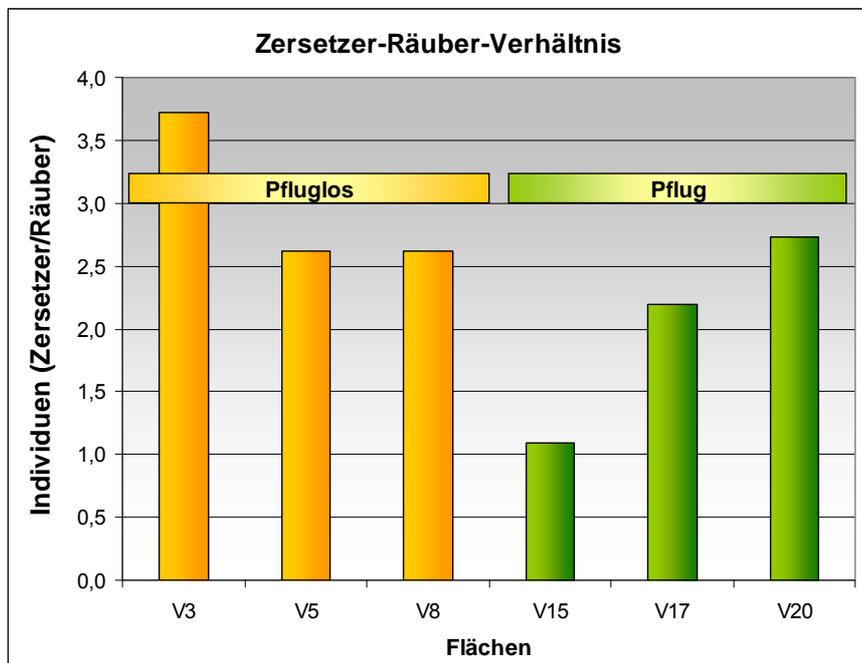


Abbildung 67: Zersetzer-Räuber-Verhältnisse auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahr 2008

5.2.5 Diskussion

Ein Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung wirkt sich auf die Zönosen der epigäischen Raubarthropoden direkt durch abnehmende Störungen, eine veränderte Raumstruktur und ein verändertes Mikroklima sowie indirekt über die Verbesserung der trophischen Situation und über eine veränderte Konkurrenz aus (KREUTER & SCHMIDT 2007).

Während sich alle Webspinnen räuberisch ernähren, kommt bei einigen Laufkäferarten auch eine teilweise oder gelegentliche Phytophagie in Betracht. Unter den Vertretern der Bodenmesofauna wurde hier eine Trennung in Zersetzer und Räuber vorgenommen, obwohl sich innerhalb eines Taxons nicht alle Arten gleich verhalten. Diese Arten, die insgesamt betrachtet dann aber eher Ausnahmen darstellen, könnten dann eventuell als herbivor bzw. phytophag, keinesfalls aber als Schädling, eingeordnet werden.

Unter Verwendung der angewandten Methoden, Bodenfallen und Streubeutel konnten bei einigen Tiergruppen positive Effekte nach Pflugverzicht festgestellt werden. Manche Vertreter der epigäischen und auch der Mesofauna zeigten keine oder nur undeutliche Reaktionen. Obwohl die beprobten sechs Rapsflächen teilweise weit auseinanderlagen und eine unterschiedliche Höhenlage, Fruchtfolge, Witterungsbedingungen u. a. aufwiesen, ließen sich doch verschiedene Tendenzen sowohl hinsichtlich der epigäischen Raubarthropoden als auch den Elementen der Bodenmesofauna ableiten. Bei den meisten Taxa lagen unter pflugloser Bewirtschaftung höhere Individuenzahlen vor (Tab. 22).

Tabelle 22: Anzahl Individuen ausgewählter Tiergruppen auf Flächen mit pflugloser und konventioneller Bodenbearbeitung im Jahre 2008

Tiergruppe	Pfluglos	Pflug
Epigäische Raubarthropoden		
Webspinnen	768	954
Laufkäfer	1.822	1.574
Laufkäfer (davon Gattung Carabus)	104	13
Mesofauna		
Gamasina	1.779	1.655
Uropodina	78	92
Actinedida	293	282
Oribatida	2.064	1.173
Acaridida	187	78
Collembola	3.079	1.742
Käferlarven	137	172
Cecidomyiidae-Larven	498	151

Zu ähnlichen Resultaten gelangten FRIEBE & HENKE (1991). Insbesondere die Collembolen und Milben erreichten bei ihren Erhebungen unter konservierender Bodenbearbeitung im Vergleich zum Pflug höhere Werte. Bei Erhebungen auf sächsischen Löss-Standorten von LÜBKE-AL HUSSEIN et al. (2008a, 2008b) zeigten sich ebenfalls bei Collembolen und Milben ähnliche Ergebnisse. Untersuchungen von KREUTER & NITZSCHE (2005) zum Auftreten epigäischer Raubarthropoden auf sächsischen Löss-Standorten weisen darauf hin, dass die konservierenden Verfahren signifikant positiv auf größere Laufkäfer- und Spinnenarten wirken. Die Laufkäferarten der Gattung Carabus, die als effektive Gegenspieler von Schnecken und bodenaktiven Insektenlarven gelten, hatten in den pfluglosen Varianten z. T. um ein Vielfaches höhere Aktivitätsdichten. Auch hinsichtlich der Wolfsspinnen (Araneae, Lycosidae) waren die Fangzahlen auf den Mulch- und Direktsaat-Varianten signifikant höher als auf den gepflügten Flächen. Nur geringe Unterschiede bestanden dagegen bezüglich der Artendiversität und des Aktivitätsdichteniveaus der Zönosen insgesamt. Große Arten epigäischer Raubarthropoden fehlen auf intensiv bewirtschafteten Flächen bzw. in anthropogen gestörten Habitaten sowie in strukturarmen Gebieten (SCHAEFER 1973, LÜBKE-AL HUSSEIN 1995 u.

2000, AL HUSSEIN 2002, LÜBKE-AL HUSSEIN & AL HUSSEIN 1999 u. 2006, KREUTER 2008). Mit den vorliegenden Ergebnissen ließen sich die Aussagen von KREUTER & NITZSCHE (2005) zu den Carabus-Arten eindeutig bestätigen.

Tendenziell konnten solche Resultate auch bei den Webspinnen und Laufkäfern auf den V-Standorten ermittelt werden. Die Webspinnen wiesen zwar bei Betrachtung der einzelnen Schläge ohne Pflug höhere Fangzahlen auf, aber der Schlag V20 (konventionell bewirtschaftet) übertraf alle anderen Fangzahlen. Obwohl die Laufkäfer insgesamt auf den pfluglos bearbeiteten Schlägen überwogen, zeigten einige Arten ebenfalls auf dem Schlag V20 extrem hohe Werte, wie z. B. *Amara aenea*, *Amara similata* und *Poecilus cupreus*. Die Ursachen für dieses Phänomen können anhand vorliegender, nur einjähriger Untersuchungen nicht eindeutig geklärt werden. Weil es sich bei den gewonnenen Fangzahlen um Aktivitätsdichten handelt, und nicht um absolute Dichten, lässt sich z. B. Nahrungsmangel, der aktives Absuchen der Bodenoberfläche durch die Arthropoden erforderlich macht, nicht ausschließen. Im Verlauf der Fruchtfolge wurde im Jahre 2006 am Standort V20 Silomais angebaut. Der Anbau von Mais führte z. B. im Jahre 1992 auf einem Feld bei Obhausen (Querfurter Platte) zu einer völligen Umschichtung der Dominanzverhältnisse bei Laufkäfern (LÜBKE-AL HUSSEIN 2000). In einer unbehandelten Variante (ohne Pflanzenschutz) kam es zu einem extremen Anstieg der Fangzahlen des großen Puppenräubers *Calosoma auropunctatum*, im Folgejahr von *Harpalus distinguendus* und zwei Jahre später von *Amara familiaris* im Vergleich zu abgestuftem Pflanzenschutzmitteleinsatz. Durch eine Veränderung des Bewirtschaftungsregimes gingen diese Effekte verloren. Bei den Webspinnen zeigten diese Reaktionen eine weniger starke Ausprägung (VOLKMAR et al. 1999). Eine weitere Besonderheit auf dem Schlag V20 war der im Vergleich zu den anderen Schlägen geringste Besatz an Individuen in den Streubeuteln, insbesondere an Zersettern (Collembolen) und Räubern (Gamasina). Als mögliche Ursachen kämen hier wechselseitige Einflüsse über alle Ernährungsstufen der Biozönose hinweg in Betracht. Die trophischen Ebenen können zum einen durch das Ressourcenangebot („bottom-up“), zum anderen durch die Konsumenten, die sich von den entsprechenden trophischen Ebenen ernähren, begrenzt werden („top-down“).

6 Untersuchungen zu Aspekten des Pflanzenschutzes im Getreide

6.1 Witterungsverlauf in den Untersuchungsjahren

6.1.1 Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode 2008/2009

Der September 2008 war der erste Monat des Jahres, der im Vergleich zum langjährigen Mittel zu kühl ausfiel. Damit war auch ein geringer Druck von Schaderregern wie z. B. den Ackerschnecken zu verzeichnen. Mit den überdurchschnittlichen Niederschlägen im Oktober gingen die Winterungen nach normalem Auflaufen gut entwickelt in den Winter. Der November folgte mit durchschnittlichen Temperaturen aber mit wenig Sonnenschein und Niederschlag (siehe Abb. 68 und 69).

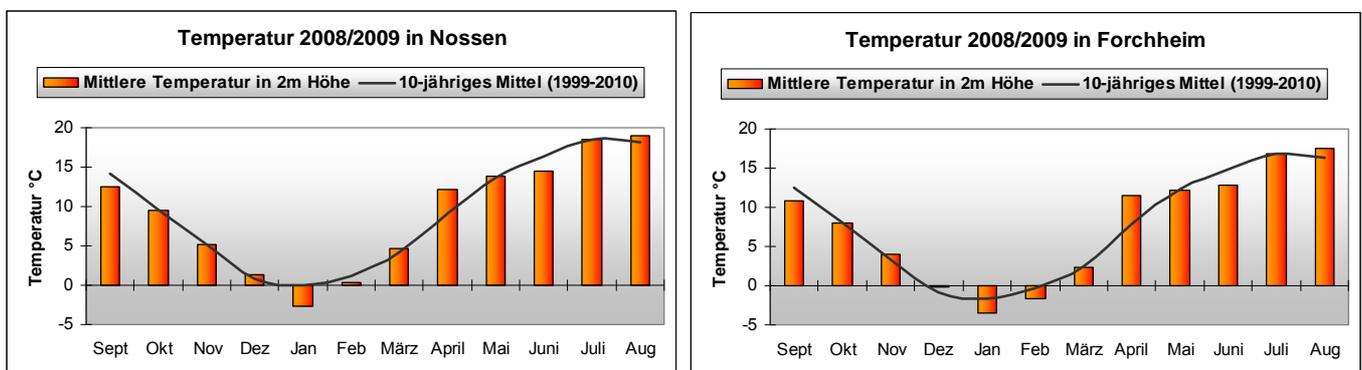


Abbildung 68: Temperaturverlauf in der Vegetationsperiode 2008/09 an den Standorten Nossen und Forchheim

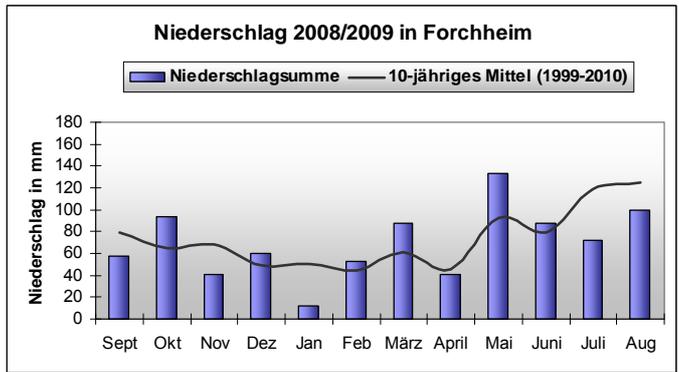
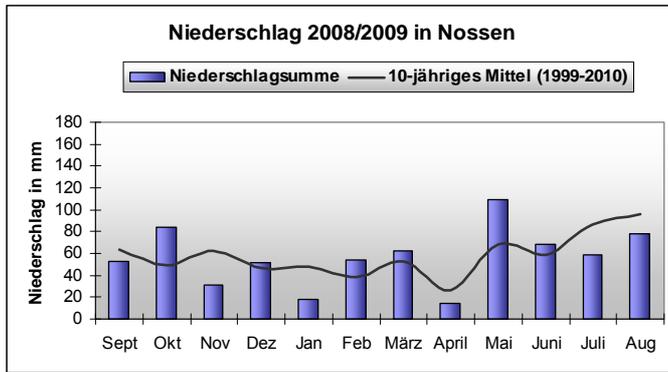


Abbildung 69: Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2008/09 an den Standorten Nossen und Forchheim

In Verbindung mit höheren Temperaturen und intensiver Sonneneinstrahlung blieb aber damit auch der Krankheitsdruck im unter-schweligen Bereich. Das änderte sich im Mai, der insgesamt wieder zu warm war, aber überdurchschnittliche Niederschlagsmengen mit sich brachte, die für eine Ausbreitung verschiedener Krankheiten wie Mehltau oder *Septoria tritici* sorgten. Diese verblieben jedoch zumeist in den unteren Blattetagen. Die letzten Maitage brachten günstige Witterungsbedingungen für Infektionen mit Ährenfusariosen mit sich (Temperaturen >15 °C und Niederschläge > 2 mm). In der letzten Juniwoche boten sich mit Temperaturen bis 28 °C und hohen Luftfeuchten ideale Bedingungen für Pilzkrankheiten. Neben Mehltau und Septoria breiteten sich besonders Ramularia in der Wintergerste und Braunrost im Winterweizen aus. Verstärkt traten auch Blattläuse an den Weizenähren auf, nachdem diese in den zurückliegenden Wochen eher spärlich beobachtet worden waren. Niederschlagsbedingt verzögerte sich die Wintergersten-Ernte im Juli.

Aufgrund einer zumeist ausreichenden Schneebedeckung wurden die Winterungen durch die deutlich unter dem langjährigen Mittel liegenden Temperaturen im Januar kaum in Mitleidenschaft gezogen. Nach einem normal temperierten, aber auch recht feuchten März mussten die Feldkulturen im April mit unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen (siehe Abb. 69) auskommen.

6.1.2 Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode 2009/2010

Das Vegetationsjahr 2009/2010 (siehe auch Abb. 70 und 71) war geprägt von schwierigen Witterungsperioden. Im September ging es insgesamt sehr trocken und warm los. Demgegenüber zeigte sich der Monat Oktober kühl und niederschlagsreich, was sich im November zunächst fortsetzte, sich jedoch ab der 2. Dekade hin zu Temperaturen zwischen 10 °C und 15 °C änderte, sodass der November insgesamt im Vergleich zum langjährigen Mittel zu warm ausfiel. Insgesamt herrschten im Herbst 2009 günstige Wachstumsbedingungen für eine gute Vorwinterentwicklung des Getreides.

Ab Mitte Dezember setzte Frost ein, der bis Mitte März, verbunden mit einer meist ausreichenden Schneedecke anhielt. Damit setzte auch der Vegetationsbeginn später als gewöhnlich ein. Trotz hoher Minusgrade und einer durchgehenden Schneedecke wurden jedoch kaum nennenswerte Auswinterungsschäden im Getreide festgestellt.

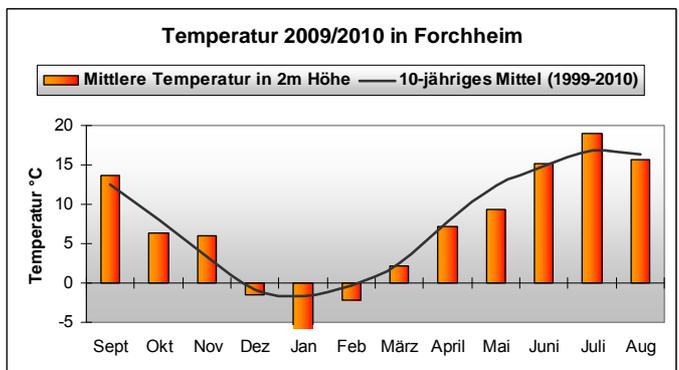
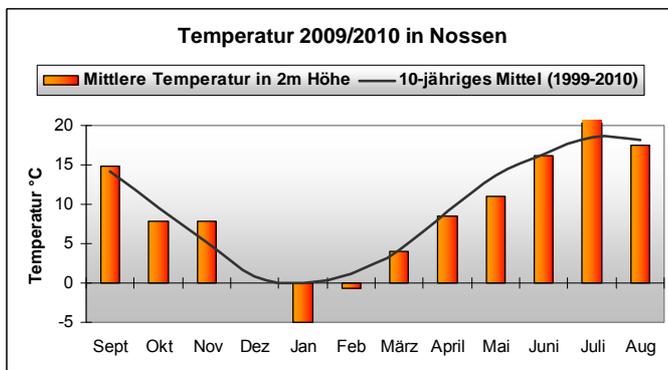


Abbildung 70: Temperaturverlauf in der Vegetationsperiode 2009/10 an den Standorten Nossen und Forchheim

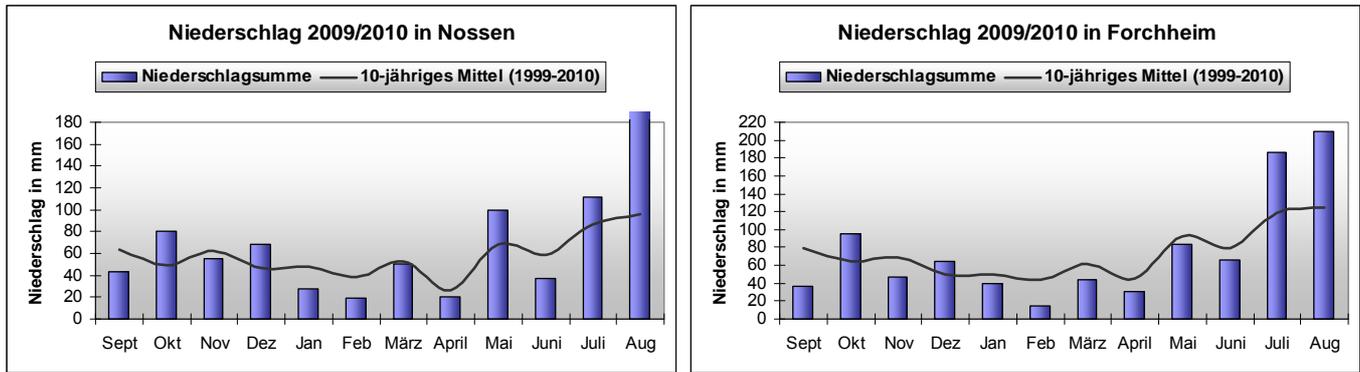


Abbildung 71: Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2009/10 an den Standorten Nossen und Forchheim

Während sich der April mild und sehr trocken zeigte, wurden die gerade auf den leichteren Standorten schon sehr knapp gewordenen Bodenwassergehalte durch die reichlichen Mainiederschläge wieder aufgefüllt.

Aufgrund der trockenen Bedingungen blieb der Krankheitsdruck in Wintergerste und Winterweizen, vergleichbar zum Vorjahr, zunächst eher gering. Durch die feuchten Bedingungen im Mai verstärkte sich der Krankheitsdruck (*Septoria tritici*, *Rhynchosporium*, Netzflecken) jedoch mit der Folge, dass sich der Krankheitsbefall bei den genannten Erregern bis in die oberen Blattbereiche teilweise deutlich ausweitete.

Aufgrund der hohen Temperaturen verlief die Getreideentwicklung im Juni rasant, wodurch der im Durchschnitt einwöchige Entwicklungsrückstand meist wieder eingeholt war. Durch fehlende Niederschläge im Juni bzw. bis zum Ende der Hitzeperiode im Juli stellte sich jedoch Ende Juni ein Wasserdefizit ein, was vielerorts zu Notreifeerscheinungen z. B. bei Winterweizen führte. Die in der letzten Julidekade einsetzenden Niederschläge setzten sich im August teilweise unwitterartig fort. Mancherorts wurden die für August üblichen Niederschlagsmengen um das Doppelte bis Dreifache überschritten. Das führte einerseits zu erheblichen Ernteverzögerungen und damit verbunden, insbesondere beim Winterweizen, zu beträchtlichen Qualitätseinbußen.

6.1.3 Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode 2010/2011

Das Vegetationsjahr 2010/2011 hat nach dem bereits überaus niederschlagsreichen August (siehe Abb. 71) mit einem ebenfalls überdurchschnittlich regenreichen und verhältnismäßig kühlen September begonnen (siehe Abb. 72 und 73). Mancherorts konnten die Flächen nicht befahren werden. Die kurze und auch mildere Phase im letzten Monatsdrittel konnte dann zur Saatbettbereitung genutzt werden, teilweise wurden Gerste, Roggen und schon Winterweizen gesät.

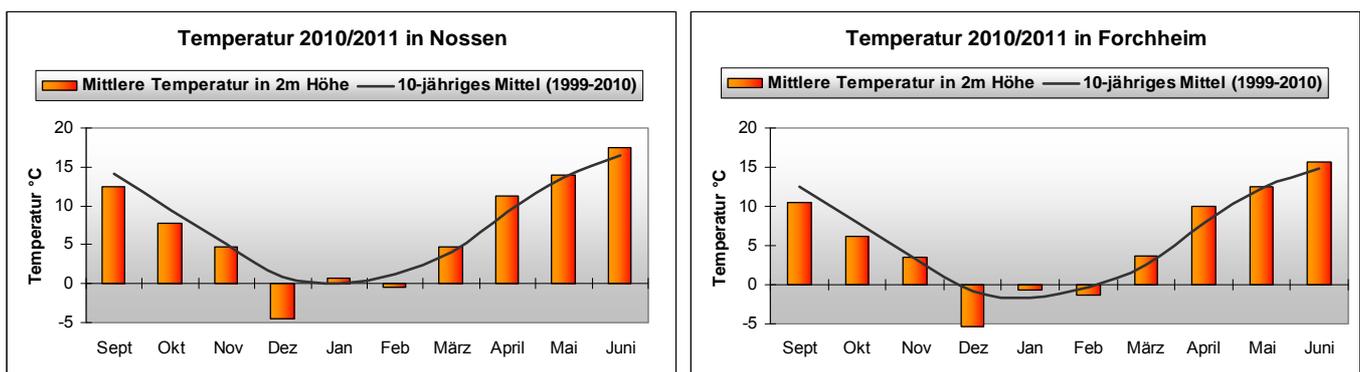


Abbildung 72: Temperaturverlauf in der Vegetationsperiode 2010/11 an den Standorten Nossen und Forchheim, Junidaten beziehen sich auf die ersten beiden Dekaden

Der Oktober war zunächst noch mild und trocken, in der zweiten Dekade kühler mit Temperaturen zwischen 3 und 7 °C. In diese Zeit fielen auch die einzigen wenigen Niederschläge mit insgesamt kaum 10 mm in Forchheim und nur wenig mehr in Nossen. Bis zur Ende der ersten November-Dekade wurde es wieder ein wenig milder und die vorherrschenden Tiefdruckgebiete brachten ausgiebige Niederschläge, sodass der November insgesamt wieder etwas nasser war als im

10-jährigen Mittel. Das Monatsende brachte den ersten leichten Frost, der sich nahezu den ganzen Dezember hindurch hielt. Die Niederschläge bildeten vielerorts eine geschlossene Schneedecke und schützten die Winterungen vor Frostschäden.

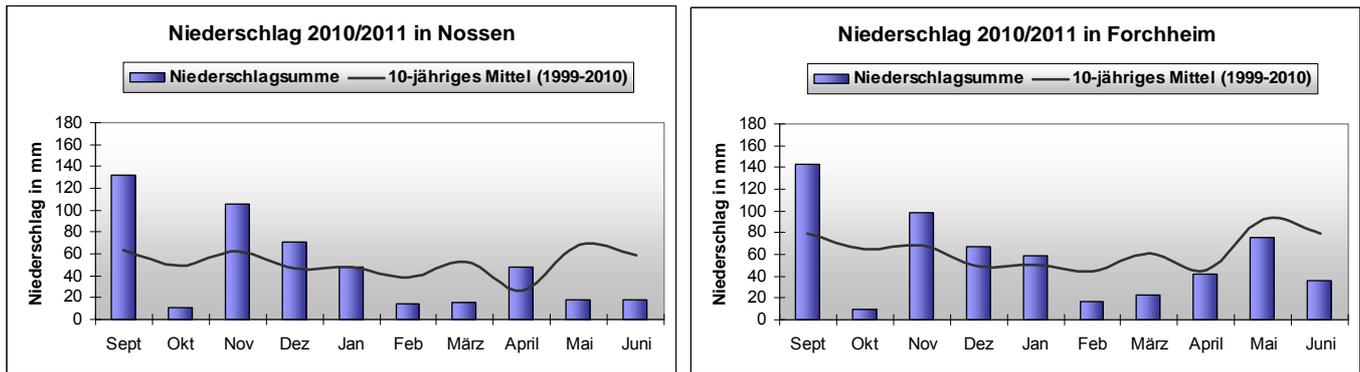


Abbildung 73: Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode 2010/11 an den Standorten Nossen und Forchheim, Junidaten beziehen sich auf die ersten beiden Dekaden

Das frostreiche Wetter am Jahresende änderte sich bis zur Januarmitte in Temperaturen rund um den Gefrierpunkt und führte gemeinsam mit zusätzlichen Niederschläge zu Tauwetter, Überschwemmungen und wassergesättigten Böden. Ende Januar sanken die Temperaturen wieder unter den Gefrierpunkt. Es folgte ein relativ trockener Februar, der bis zum Ende der zweiten Dekade mit Temperaturen um den Gefrierpunkt auch recht mild war. Erst die starken Barfröste am Monatsende brachten teilweise die Gefahr von Auswinterungsschäden mit sich.

Waren die Böden in weiten Teilen Sachsens bis dahin noch gut mit Wasser versorgt (95 bis 105 % nutzbare Feldkapazität), sorgten bereits die fehlenden Niederschläge im März und später auch die zu trockenen Monate April und Mai vielerorts für eine stetig abnehmende Wasserversorgung in den Böden. Das gleichzeitig warme und strahlungsreiche Frühjahrswetter sorgte für einen sehr niedrigen Krankheitsdruck im Getreide. Gegen Ende April wurde bei anfälligen Sorten Mehltau festgestellt. Das Infektionsrisiko für Ährenfusariosen im Winterweizen stieg erst mit den häufigen Niederschlägen und Gewittern Anfang Juni. Zuvor wurde an manchen Orten aufgrund der Trockenheit bereits Anzeichen von Trockenstress (physiologisch bedingte Blattflecken) und Anzeichen von Notreife im Getreide beobachtet. Ende Mai wurde im Winterweizen erster Gelbrostbefall festgestellt.

Zum Winterausklang wurde zunächst eine Zunahme in der Feldmauspopulation befürchtet, weil diese unter der Schneedecke gut geschützt war. Besonders auf Rapsfeldern wurde teilweise eine Befallszunahme beobachtet und eine regelmäßige Kontrolle bzw. zeitige Bekämpfungsmaßnahmen empfohlen. Für Ackerschnecken war das Frühjahrswetter zunehmend ungünstig, sodass der Kontrollschwerpunkt in besonders sensiblen Situationen (z. B. Zuckerrübensaat) lag. Günstige Bedingungen für eine Populationszunahme herrschten erst mit den regelmäßigeren Niederschlägen in der zweiten Juni-Dekade.

6.2 Auftreten von Unkräutern in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

6.2.1 Material und Methoden

Auf den ausgewählten 35 Flächen (16 x Wintergerste, V-Standorte und 19 x Winterweizen, Löss-Standorte) der beteiligten Betriebe bzw. in den genannten Versuchen erfolgten Bonituren im Getreide im Herbst 2008 und Frühjahr 2009 zum Unkrautartenspektrum und zur Unkrautdichte. Diese Untersuchungen werden auf den neu ausgewählten Flächen 2009/2010 in gleicher Weise fortgeführt.

Dazu wurden auf allen Flächen Herbizid-Spritzfenster von ca. 200 m² Größe angelegt (siehe Abb. 74). Etwa vier Wochen nach Herbizid-Applikation im Herbst erfolgten die Unkrautbonituren, also in Abhängigkeit vom Getreide-Aussaattermin auf den einzelnen Flächen etwa im Zeitraum Mitte Oktober bis Mitte November 2008 bzw. 2009. Sowohl im Spritzfenster als auch im

Bestand wurde mit Hilfe des Boniturrahmens (4 x 0,25 m², siehe Abb. 74) das Artenspektrum sowie der Deckungsgrad der Unkräuter und Ungräser auf jeder Fläche ermittelt. In gleicher Weise wurden diese Bonituren im Frühjahr 2009 und 2010 fortgeführt. Für die Auswertung waren jedoch in erster Linie die Befunde aus den Spritzfenstern von Bedeutung. Die im Bestand beobachteten Werte dienten lediglich dem Vergleich.



Abbildung 74: Anlage von Spritzfenstern (SF) auf allen Schlägen und Unkrautbonitur mit Boniturrahmen (0,25 m²)

Für die Auswertung in Winterweizen und Wintergerste 2008-2010 wurden das Unkrautartenspektrum und der jeweilige Deckungsgrad im Spritzfenster jeder einzelnen Fläche ermittelt und in einem Betriebsmittel durch Zusammenfassung der jeweiligen Einzelflächen dargestellt. Für den Einsatz der Herbizide wurde der Behandlungsindex ermittelt (zur Vorgehensweise siehe Kapitel 6.4).

Des Weiteren erfolgte die Ermittlung eines Koeffizienten über alle Einzelflächen, um mögliche Zusammenhänge zwischen Unkrautauftreten in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung aufzuzeigen. Dabei wurden bei allen Berechnungen die Flächen der Pfluglos-Betriebe „0“ und die Flächen der konventionell wirtschaftenden Betriebe „1“ gesetzt. Dieser „0“ – „1“ Variante wurden jeweils die Werte aus den Bonituren zu den entsprechenden Merkmalen auf den Flächen zugewiesen mit dem Ergebnis eines Korrelationskoeffizienten zwischen -1 und +1, der etwas über die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Bodenbearbeitung und des jeweiligen untersuchten Merkmals aussagt. Das Ergebnis dieser Vorgehensweise ist letztendlich einem einfachen Mittelwertvergleich gleichzusetzen (HAASE 2008). Alle ermittelten Koeffizienten sind dem Anhang 1 F zu entnehmen.

Auf einigen der für die Pflanzenschutz-Untersuchungen im Getreide ausgewählten Flächen wurde im Frühjahr 2010 außerdem eine Bodendichte-Untersuchung durchgeführt. Diese Penetrometermessungen wurden auf jeweils sechs dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Flächen und auf sechs regelmäßig gepflügten Flächen durchgeführt. Weil an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden kann, sei auf die im Anhang 2 P grafisch dargestellten Ergebnisse hingewiesen.

6.2.2 Ergebnisse und Diskussion der Unkraut-Bonituren im Getreide 2008 bis 2010

6.2.2.1 Unkrautartenspektrum

Es ist davon auszugehen, dass die Umstellung auf dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung längerfristig zu einer veränderten Unkrautzusammensetzung führt. Dabei ist das Ausmaß der Veränderung abhängig von der Verunkrautungssituation zum Zeitpunkt der Umstellung des Bodenbearbeitungssystems, von der Fruchtfolge und der Intensität der Unkrautbekämpfung (PALLUTT et al. 2006).

Wie bereits schon im Winterraps 2007/2008 beobachtet wurde, trat auch im Getreide sowohl im Herbst als auch Frühjahr 2008/2009 bzw. 2009/2010 auf den V-Standorten in Wintergerste gegenüber den Löss-Standorten in Winterweizen ein größeres Artenspektrum auf (siehe Abb. 75 und 76, Beobachtungen 2008/2009).

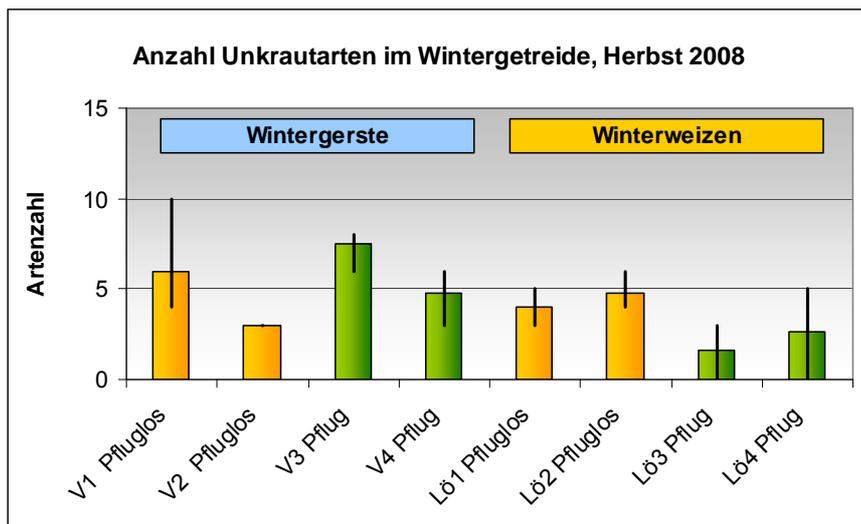


Abbildung 75: Anzahl der Unkrautarten im jeweiligen Mittel der acht Betriebe im Herbst 2008

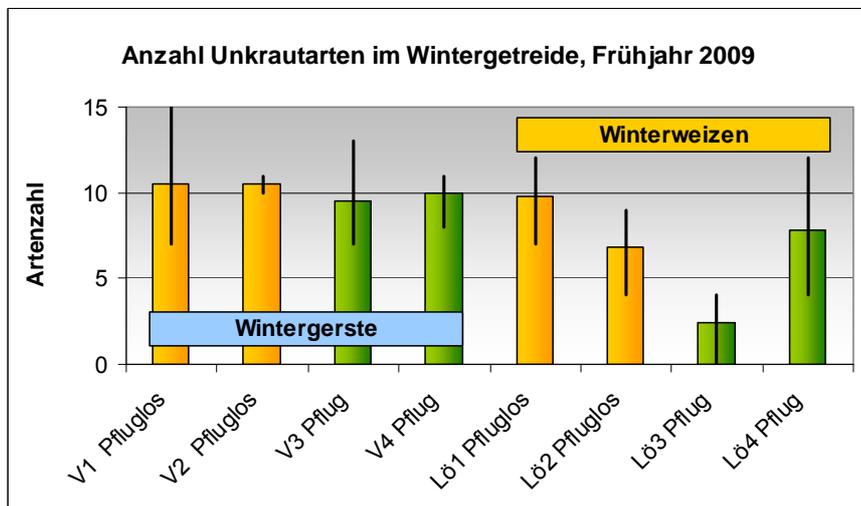


Abbildung 76: Anzahl der Unkrautarten im jeweiligen Mittel der acht Betriebe (rechts Löss-, links V-Standorte) im Frühjahr 2009

Während jedoch die dauerhaft Pfluglos-Flächen der Löss-Standorte gegenüber den konventionellen Standorten im Herbst 2008/Frühjahr 2009 eine signifikant höhere Artenzahl aufwiesen, wurde dieser Zusammenhang auf den V-Standorten nicht nachgewiesen. Dort herrschte im Durchschnitt aller Betriebe mit einer Anzahl von durchschnittlich 10 Arten überall eine ähnliche Situation im Frühjahr (Abb. 76), nachdem sich im Herbst die betrieblichen Ausgangssituationen unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem noch stärker unterschieden hatten (siehe Abb. 75). Dabei muss berücksichtigt werden, dass im

Betrieb V 3 alle Flächen pfluglos und ohne vorherige Glyphosatbehandlung bestellt worden waren. Auch 2009/2010 stellte sich die beschriebene Situation ähnlich dar, nur mit dem einen Unterschied, dass beide Löss-Bodenbearbeitungssysteme auf einem insgesamt ähnlichen Niveau der Anzahl der Unkrautarten lagen, was zudem auch niedriger als im Frühjahr 2009 ausfiel. In Abhängigkeit von der Vorfrucht trat jedoch besonders im Frühjahr eine unterschiedliche Verteilung der Artenzahl auf (siehe Abb. 77), die nach Vorfrucht Winterweizen in beiden Bodenbearbeitungssystemen am höchsten war.

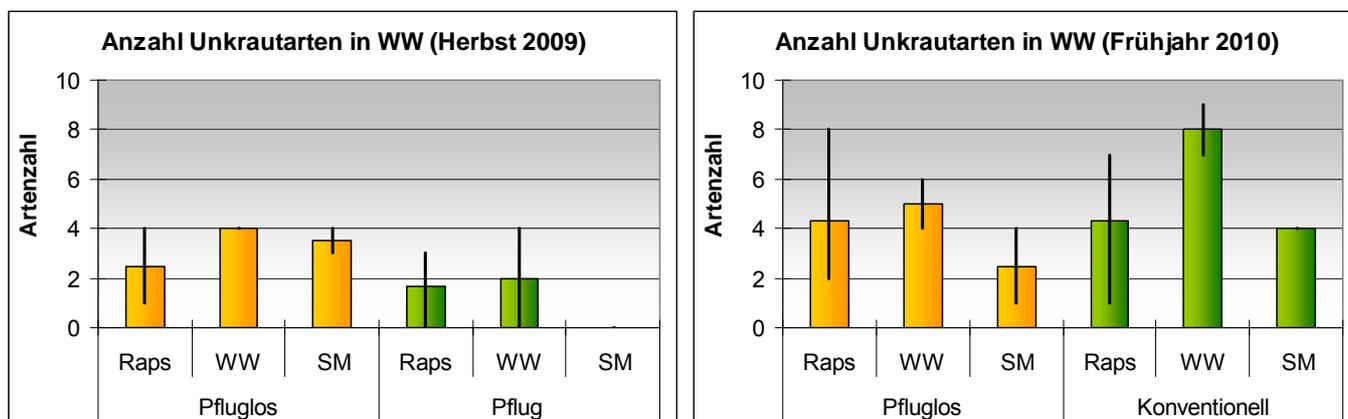


Abbildung 77: Anzahl Unkrautarten in Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten (rechts Frühjahr 2010, links Herbst 2009)

Stetigkeit

Ein weiterer Aspekt bei der Betrachtung des Unkrautartenspektrums ist die Stetigkeit der Unkräuter auf den Standorten (siehe Abb. 78 und 79), worunter der prozentuale Anteil der Flächen verstanden wird, auf denen die einzelnen Unkräuter auftreten. Auf allen untersuchten V-Standorten zeigt das in den vergangenen Jahren in seiner Ausbreitung zunehmende und gut angepasste Ackerstiefmütterchen die größte Stetigkeit mit 100 % in beiden Untersuchungsjahren. Des Weiteren waren 2009 auf den konventionellen V-Standorten die Einjährige Risppe, das Ackervergissmeinnicht, Ehrenpreisarten, Kamillearten, Vogelmiere, Ausfall-Raps und Taubnesselarten auf mehr als 50 % der Standorte vertreten. Diese Arten traten auch auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen am häufigsten auf, jedoch im Vergleich mit geringerer Stetigkeit. 2010 kamen auf den konventionellen V-Standorten zu den genannten noch Hirtentäschel, Erdrach und Quecke hinzu, die auf mehr als 50 % der Standorte vertreten waren.

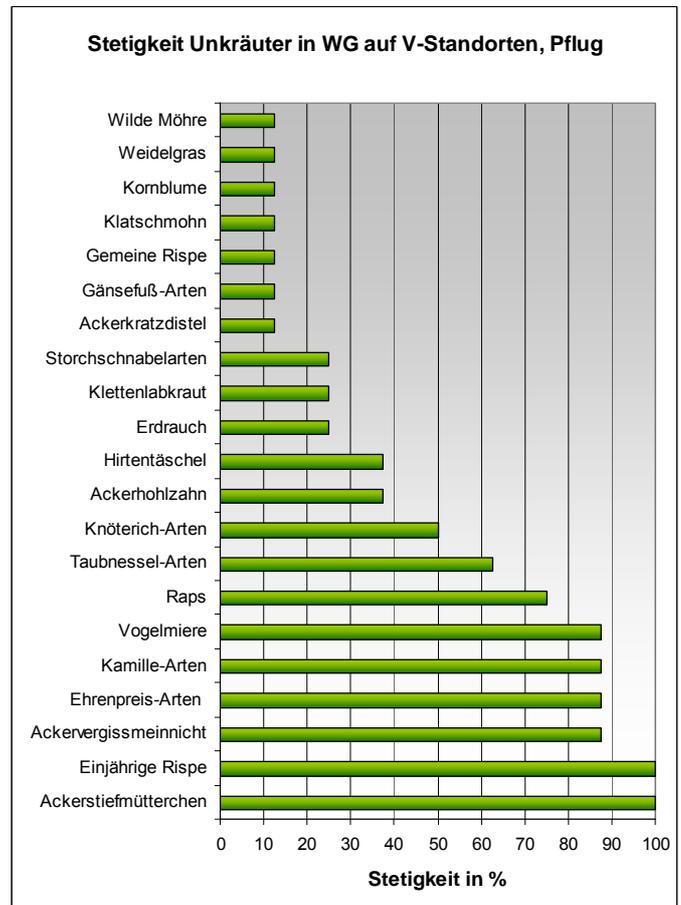
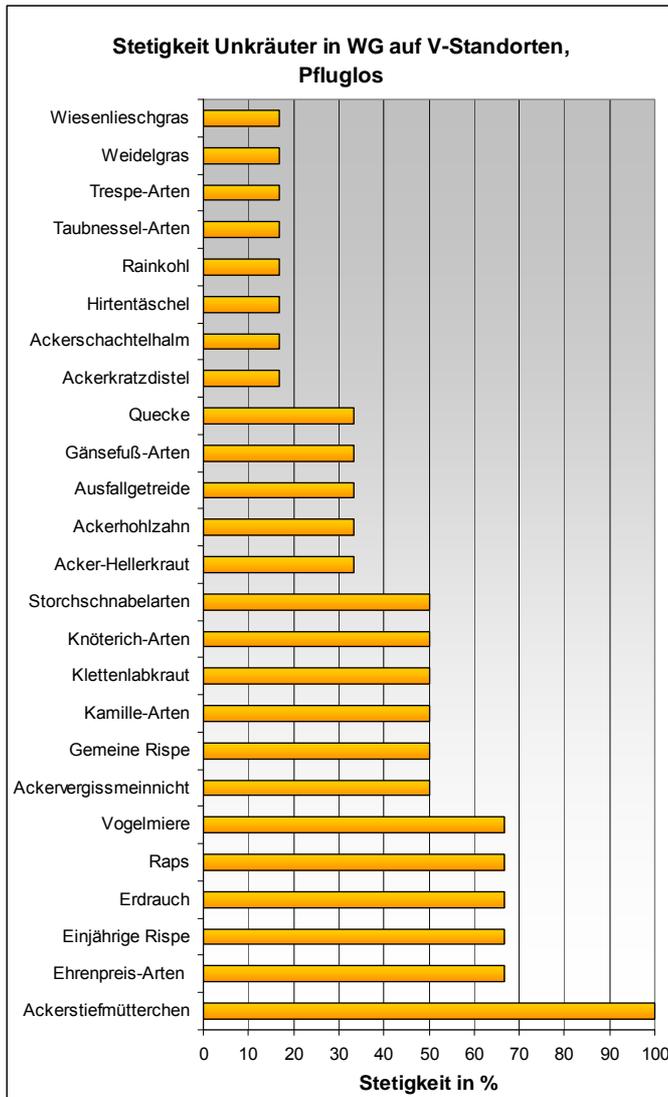


Abbildung 78: Stetigkeit der im Frühjahr 2009 bonitierten Unkrautarten auf den pfluglosen (links) und gepflügten V-Standorten (rechts) in Wintergerste (n = 10)

Auf den Löss-Standorten stellte sich die Situation 2009 etwas anders dar: Auf fast 90 % der dauerhaft Pfluglos-Flächen kam das wirtschaftlich wichtige Klettenlabkraut vor. Weiterhin spielten das Ackerstiefmütterchen, Ausfallraps, Kamillearten, Windhalm und Trespenarten auf mehr als 50 % dieser untersuchten Standorte eine Rolle. Demgegenüber war auf den konventionellen Löss-Flächen insgesamt ein sehr niedriges Unkrautauftreten zu verzeichnen, was sich auch in den Stetigkeitswerten widerspiegelt: Auf 40 % der Standorte kamen Kamillearten vor, Ausfallraps auf 30 % sowie Klettenlabkraut und Vogelmiere zu je 25 %. Dahingegen war jedoch 2010 auf 90 % aller untersuchten Löss-Standorte, unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem, Windhalm vertreten. Außerdem spielten Klettenlabkraut, Kamillearten und das Ackerstiefmütterchen in beiden Systemen eine Rolle.

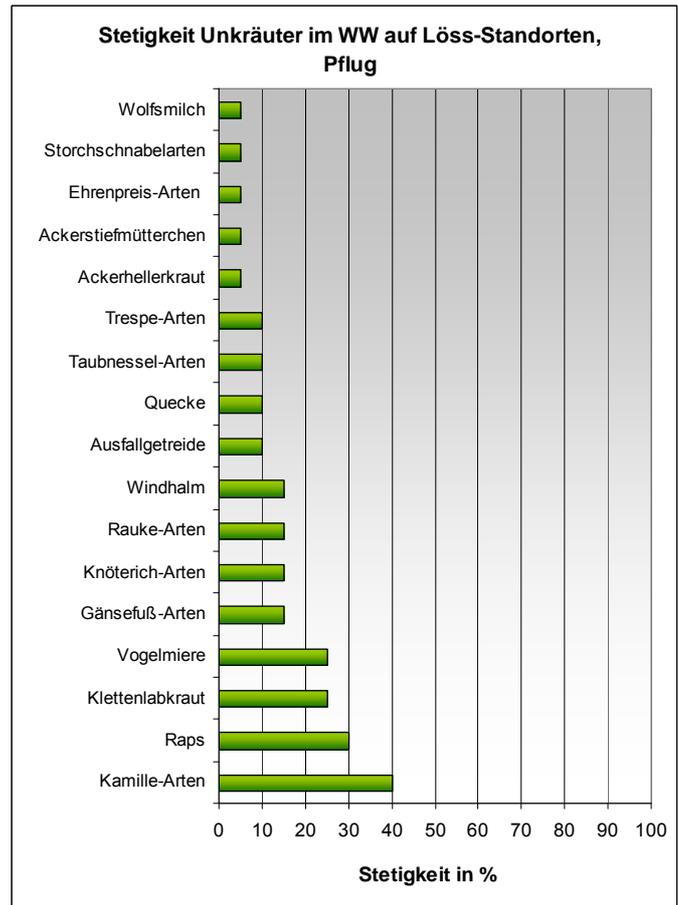
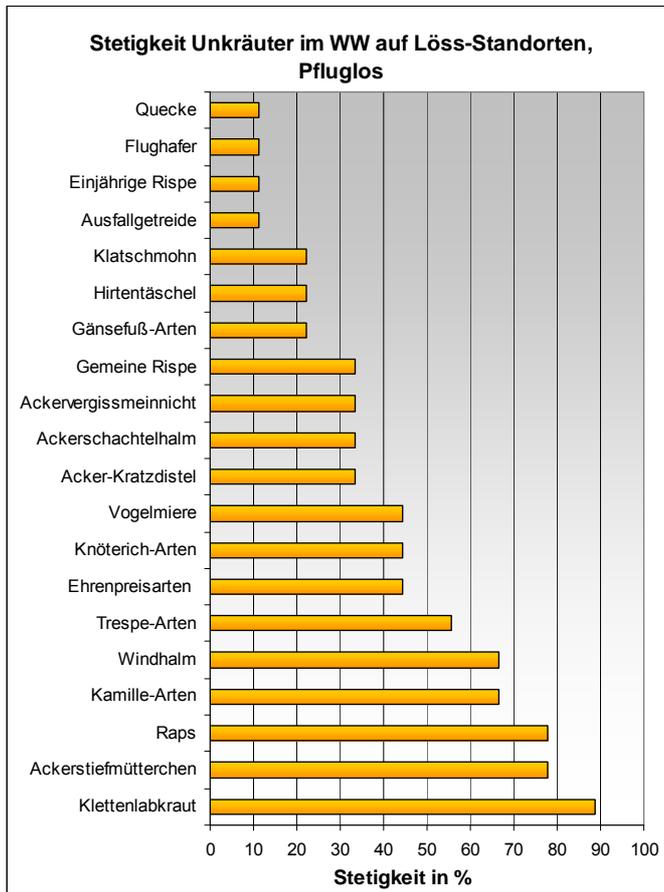


Abbildung 79: Stetigkeit der im Frühjahr 2009 bonitierten Unkrautarten auf den pfluglosen (links) und gepflügten Löss-Standorten (rechts) in Winterweizen, (n = 10)

Unkrautdichte

Neben der Stetigkeit der Unkrautarten ist letztendlich die Berücksichtigung der Unkrautdichte der verschiedenen Unkrautarten für die Gesamteinschätzung bzw. herbizide Bekämpfungsentscheidung ausschlaggebend. Die bonitierten Gesamtdeckungsgrade in Wintergerste auf den V-Standorten und Winterweizen auf den Löss-Standorten im Herbst 2008 und im Frühjahr 2009 sind aus den Abb. 80 und 81 ersichtlich.

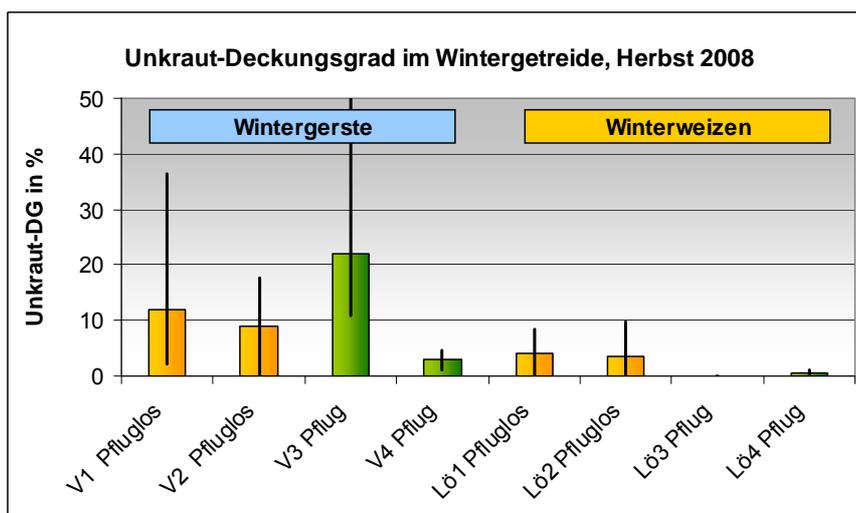


Abbildung 80: Gesamt-Deckungsgrad (DG) in Wintergerste (links) und Winterweizen (rechts), Herbst 2008

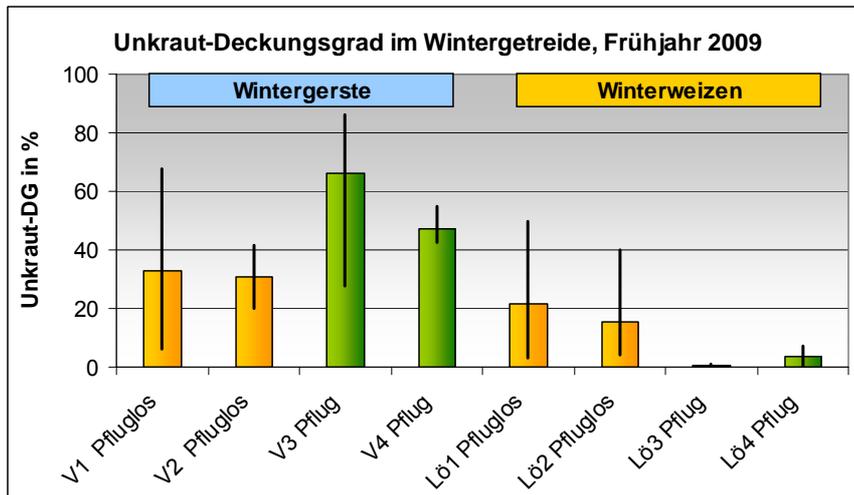


Abbildung 81: Gesamt-Deckungsgrad (DG) in Wintergerste (links) und Winterweizen (rechts), Frühjahr 2009

Die konventionell bewirtschafteten V-Standorte wiesen gegenüber den dauerhaft Pfluglos-Standorten 2009 im Trend einen höheren Unkrautdeckungsgrad im Frühjahr auf, was jedoch im Herbst 2008 noch nicht in Erscheinung trat. Auch die Situation im Frühjahr 2010 unterschied sich wiederum von der aus dem Vorjahr (siehe Abb. 82). Hier lagen die Deckungsgrade in den Betrieben V 1, V 2 und V 3 im Mittel bei etwa 60 % im Spritzfenster und im Betrieb V 4 mit dem höchsten Pfluganteil bei etwa 25 %.

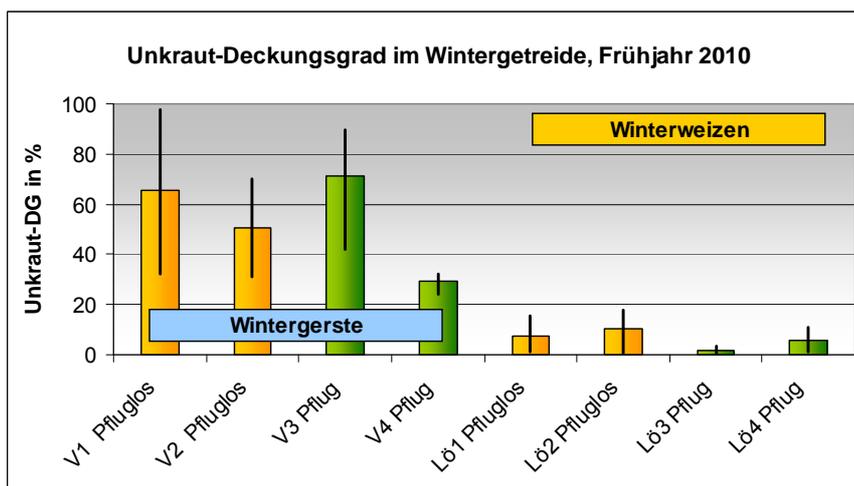


Abbildung 82: Gesamt-Deckungsgrad (DG) in Wintergerste (links) und Winterweizen (rechts), Frühjahr 2010

Die Gesamtdeckungsgrade lagen sowohl 2009 als auch 2010 auf den Löss-Standorten insgesamt signifikant niedriger im Vergleich zu den V-Standorten. Auf diesem relativ niedrigen Niveau erwiesen sich jedoch die Gesamtdeckungsgrade auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen in beiden Untersuchungsjahren signifikant höher gegenüber den konventionellen Flächen. Das betraf sowohl die Dikotylen als auch die Monokotylen.

Dabei muss jedoch auch der Aussaatzeitpunkt mit berücksichtigt werden, denn je später die Aussaat erfolgte, um so geringer waren die Unkraut-Deckungsgrade. Weil die Aussaat auf den konventionellen Flächen i.d.R. später erfolgte als auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen erscheint die eindeutige Zuordnung des höheren Deckungsgrades zu den Pfluglos-Flächen zumindest 2009 wiederum eingeschränkt. Im Untersuchungsjahr 2010 müssen jedoch auch die verschiedenen WW-Vorfrüchte beachtet werden (siehe Abb. 83). Während die Deckungsgrade auf den konventionellen Löss-Standorten im Frühjahr bei durchschnittlich 5 % unabhängig von der Vorfrucht lagen, zeigten sich auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen insbesondere nach Vorfrucht Winterweizen die höchsten Deckungsgrade.

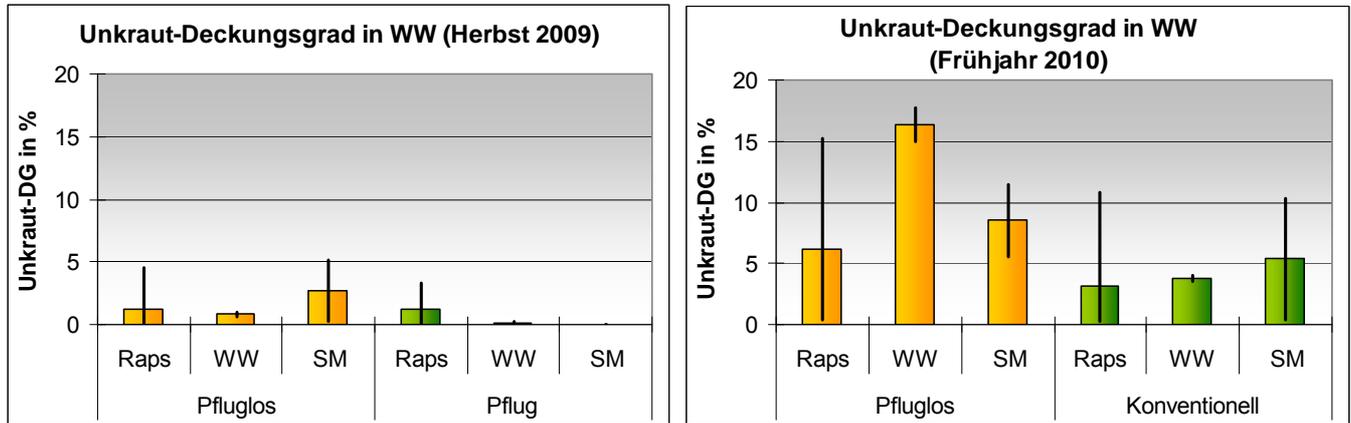


Abbildung 83: Gesamtdeckungsgrad in Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten (links Herbst 2009 und rechts Frühjahr 2010)

Beim Vergleich der Unkraut-Gesamtdeckungsgrade im Herbst und im Frühjahr ergab sich im Durchschnitt der Mehrzahl der Betriebe (Abb. 80-83) eine Verdreifachung des Deckungsgrades im Frühjahr gegenüber dem jeweiligen Ausgangszustand im Herbst, ausgenommen die konventionellen Betriebe Lö 3 und Lö 4, die auch im Frühjahr nur einen ganz geringen Deckungsgrad unter 5 % aufwiesen.

In nachfolgender Übersicht (Tab. 23) ist das Auftreten der wichtigsten Unkräuter nach Höhe des Deckungsgrades in absteigender Richtung für die einzelnen Betriebe zusammengestellt (Bonitur im Spritzfenster jeweils im Frühjahr 2009/2010). Die Höhe des Deckungsgrades der am verbreitetsten Unkräuter wird aus Tab. 24 deutlich.

Tabelle 23: Auftreten der wichtigsten Unkräuter nach Höhe ihres durchschnittlichen Deckungsgrades in absteigender Richtung im Frühjahr 2009 und 2010 (im Betriebsdurchschnitt)

Betriebe	Wichtigste Unkräuter
V 1 – Pfluglos (2009)	Ackerstiefmütterchen > Gemeine Wiesenrispe > Einjährige Rispe > Vogelmiere > Ehrenpreis-Arten > Raps > Klettenlabkraut > Storchschnabel-Arten
V 1 – Pfluglos (2010)	Vogelmiere > Einjährige Rispe > Ackerstiefmütterchen > Hirtentäschel > Ehrenpreis-Arten > Klettenlabkraut > Ackervergissmeinnicht
V 2 – Pfluglos (2009)	Klettenlabkraut > Einjährige Rispe > Ackerstiefmütterchen > Ausfallgetreide > Vogelmiere
V 2 – Pfluglos (2010)	Vogelmiere > Gemeine Rispe > Ackerstiefmütterchen > Ehrenpreis-Arten > Klettenlabkraut
V 3 – Pflug (2009)	Ackerstiefmütterchen > Raps > Storchschnabel-Arten > Einjährige Rispe > Ackervergissmeinnicht > Kamille-Arten > Vogelmiere > Ehrenpreis-Arten
V 3 – Pflug (2010)	Vogelmiere > Einjährige Rispe > Raps > Ackerstiefmütterchen > Hirtentäschel > Erdrauch > Klettenlabkraut > Taubnessel-Arten > Ackervergissmeinnicht > Weidelgras
V 4 – Pflug (2009)	Einjährige Rispe > Ackerstiefmütterchen > Ehrenpreis-Arten > Kamille-Arten
V 4 – Pflug (2010)	Einjährige Rispe > Ackerstiefmütterchen > Hirtentäschel > Vogelmiere > Klettenlabkraut
Lö 1 – Pfluglos (2009)	Klettenlabkraut > Kamille-Arten > Raps > Ehrenpreis-Arten > Trespen > Windhalm
Lö 1 – Pfluglos (2010)	Klettenlabkraut > Ackerkratzdistel > Kamille-Arten > Windhalm
Lö 2 – Pfluglos (2009)	Klettenlabkraut > Trespen > Windhalm > Ehrenpreis > Ackervergissmeinnicht > Knöterich-Arten > Vogelmiere > Kamille-Arten
Lö 2 – Pfluglos (2010)	Windhalm > Ackerstiefmütterchen > Klettenlabkraut > Klatschmohn > Kamille-Arten
Lö 3 – Pflug (2009)	Kamille-Arten > Knöterich-Arten > Vogelmiere
Lö 3 – Pflug (2010)	Windhalm > Ackerstiefmütterchen > Klettenlabkraut > Vogelmiere > Raps

Betriebe	Wichtigste Unkräuter
Lö 4 – Pflug (2009)	Klettenlabkraut > Kamille-Arten > Wolfsmilch > Windhalm > Trespens > Ausfallgetreide
Lö 4 – Pflug (2010)	Klettenlabkraut > Vogelmiere > Kamille-Arten > Windhalm > Ackerstiefmütterchen

Auf den untersuchten Wintergerstenflächen der V-Standorte sind das Ackerstiefmütterchen, die Einjährige Rispe, die Vogelmiere, das Klettenlabkraut, Kamillearten und Ehrenpreisarten entsprechend ihres Deckungsgrades die dominierenden Unkräuter. Dabei treten jedoch auch wieder zwischen den Flächen und im Betriebsdurchschnitt sowie ebenfalls zwischen den zwei Untersuchungsjahren 2009 und 2010 zum Teil erhebliche Unterschiede auf (Tab. 24), sodass keine Abhängigkeit zum Bodenbearbeitungssystem anhand einzelner Unkräuter festgestellt werden konnte. Die Gesamtdeckungsgrade lagen 2010 teilweise ein Drittel bis doppelt so hoch gegenüber 2009. Auch einzelne Unkrautarten wie die Vogelmiere spielten 2009 eher eine untergeordnete Rolle und waren aber 2010 auf fast allen V-Standorten dominierend im Deckungsgrad. Unter diesen Umständen muss jedoch beachtet werden, dass auch in den zwei konventionell wirtschaftenden Betrieben die pfluglos bestellte Fläche ausgeweitet wurde und entsprechende Auswirkungen auf die Unkrautsituation damit in Verbindung gebracht werden müssen. Dahingegen wird eine Beziehung zum Bodenbearbeitungssystem bei den Deckungsgraden einiger Unkrautarten auf den untersuchten Löss-Standorten im Jahr 2009 deutlicher (siehe auch Tabelle 24). Besonders das Klettenlabkraut, Windhalm und Trespens sind auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen stärker vertreten. Dies entspricht auch Ergebnissen aus der Literatur (z. B. SIEVERT 2000, KREYE 2002, PALLUT 2003).

Tabelle 24: Deckungsgrade der wichtigsten Unkräuter auf den V- und Löss-Standorten in Wintergerste bzw. Winterweizen im Frühjahr 2009 und 2010 (im Spritzfenster)

	DG V-Standorte (in %)				DG Löss-Standorte (in %)			
	Pfluglos		Konventionell		Pfluglos		Konventionell	
	V1	V2	V3	V4	Lö1	Lö2	Lö3	Lö4
2009								
DG gesamt	33	31	66	47	21	15	0,6	3,5
Ackerstiefmütterchen	9,9	8,1	15	11	0,3	0,1	0	0
Einjährige Rispe	4,8	8,9	7,5	20,4	0	0	0	0
Klettenlabkraut	0,9	11,2	1,3	0,6	11,3	8,8	0	2,5
Windhalm	0	0	0	0	0,8	1,5	0	0,2
Kamille-Arten	0,1	0	6	4,9	4,3	0,2	0,3	0,3
Ehrenpreis-Arten	2,4	0	1,9	9,1	1,9	0,6	0	0
Trespens-Arten	0	0	0	0	1,8	2,5	0	0
Vogelmiere	4,4	0,3	5,6	0,3	0	0,4	0,1	0
2010								
DG gesamt	66	51	71	29	7	10	2	6
Vogelmiere	21	19	26	3	0	0,3	0,3	1,8
Einjährige Rispe	16	0	16	12	0	0	0,1	0
Ackerstiefmütterchen	8	8	6	5	0	3	0,3	0,2
Windhalm	0	0	0	0	0,3	3	0,3	0,4
Klettenlabkraut	3	3	2	2	3	3	0,3	2

Allerdings trifft dieser Zusammenhang für das Jahr 2010 kaum zu. Der Gesamtdeckungsgrad liegt zwar auf den dauerhaft pfluglos-Flächen höher gegenüber den konventionellen Flächen, aber z. B. Windhalm, Klettenlabkraut, auch Trespenarten verteilen sich auf allen Löss-Flächen größtenteils unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem.

Bei langjährig pflugloser Bodenbearbeitung wird von einer veränderten Artenzusammensetzung und Unkrautdichte ausgegangen, was in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen wurde, so u. a. in einem Langzeitversuch am Standort Glaubitz (LFL 2002): Dort kam es in Futterbaufolgen bei Pflugverzicht zu einer Abnahme des Auflaufs dikotyle Unkräuter, wohingegen in der Marktfruchtfolge der Auflauf dieser Arten erhöht wurde.

Es muss also berücksichtigt werden, dass das Unkrautspektrum und die Unkrautdichte neben dem Faktor Bodenbearbeitung von einer Vielzahl weiterer Faktoren wie Vorfrucht bzw. Fruchtfolge, Witterung, Düngung, Unkrautregulierung in der Vorfrucht etc. abhängig ist. Diese Zusammenhänge werden von PALLUT (1997) für die Situation im Getreide beschrieben. Nach seinen Untersuchungen hängt die Verunkrautung im Getreide vor allem von der Verunkrautung in der Vorfrucht und der Witterung im Bearbeitungszeitraum ab. So führt eine pfluglose Bodenbearbeitung nach verunkrauteten Vorfrüchten generell zu einer Zunahme der Verunkrautung.

Bei einem hohen Wintergetreideanteil werden Windhalm, Ackerfuchsschwanz, aber auch Klettenlabkraut, Kamillearten und Kornblume sowie das vermehrte Auftreten von Durchwuchskulturen wie Raps und Getreide gefördert (PALLUT et al. 2006).

Insgesamt muss eingeschätzt werden, dass die hier aus Praxiserhebungen gewonnenen Ergebnisse aus den Jahren 2008–2010 lediglich eine Situationsbeschreibung zu bestimmten Sachverhalten auf den untersuchten Flächen der acht beteiligten Betriebe wiedergeben, aber keinen Schluss zur Populationsdynamik zulassen. Des Weiteren muss davon ausgegangen werden, dass die spezifische betriebliche Situation mit unterschiedlichen Fruchtfolgen, Vorfrüchten, Sorten, Pflanzenschutz-Strategien, Witterungs- und Bodenverhältnissen auf den untersuchten Standorten einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse hat. Deshalb können an dieser Stelle lediglich Tendenzen eines Zusammenhangs zum Bodenbearbeitungssystem dargestellt werden.

6.3 Auftreten von pilzlichen und tierischen Schaderregern im Getreide

6.3.1 Material und Methoden

In Abhängigkeit von betrieblichen Pflanzenschutzmaßnahmen wurde auf allen Flächen außer dem Herbizidspritzfenster ein zweites Spritzfenster für Fungizide/Insektizide angelegt. Die Bonitur der Schaderreger erfolgte nach den Vorgaben der Schaderregerüberwachung für Sachsen (siehe Anhänge 2 E und F) sowohl im Spritzfenster als auch auf dem Schlag.

Die methodische Grundlage zur Einschätzung der Befallssituation ist die Linienbonitur (Abb. 84). Je Beobachtungsschlag werden unabhängig von seiner Größe stets zwei Linien überwacht. Der Abstand zwischen den beiden Linien beträgt etwa 100 m. Auf einer Linie wird eine Befallsaufnahme an fünf Kontrollpunkten (A bis E) durchgeführt mit einem Abstand von 20 m zwischen den einzelnen Punkten. Vom Feldrand bis zum ersten Kontrollpunkt sollte ein Abstand von 20–30 m eingehalten werden. An jedem Kontrollpunkt werden maximal fünf Beobachtungseinheiten (Pflanzen, -teile usw.) bonitiert, das sind je Beobachtungsfläche maximal 50 Beobachtungseinheiten. Zusätzlich erfolgten die Bonituren auch in den Spritzfenstern.

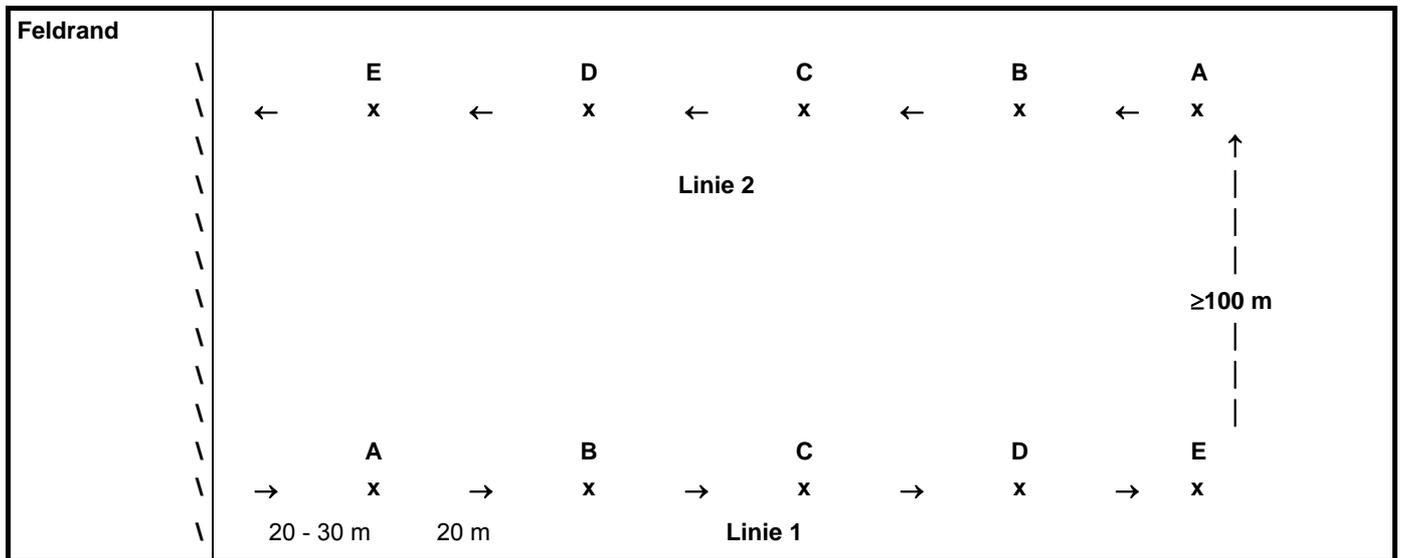


Abbildung 84: Schema zur Durchführung der Bonituren von Schaderregern und Krankheiten

Die bonitierten tierischen und pilzlichen Schaderreger im Herbst 2008 bis Frühjahr/Sommer 2010 sind in den Anhängen 2 E und 2 F zusammengestellt. Alle auf den Untersuchungsschlägen 2009 und 2010 angebauten Wintergersten- bzw. Winterweizensorten mit ihren Aussaatterminen sowie Einstufungen zur Krankheitsanfälligkeit sind in den Anhängen 2 G und 2 H aufgelistet.

Einen weiteren Schwerpunkt im Herbst 2009 sowie Frühjahr und Herbst 2010 bildeten die Untersuchungen zum Schnecken- und Feldmausaufreten auf ausgewählten Schlägen. Genauer wird in Kapitel 7.2.1 und 7.2.2 dargestellt. Aus den gewonnenen Boniturwerten zum Schaderregeraufreten wurden je Schlag Mittelwerte gebildet und diese zu einem Betriebsmittel zusammengefasst. Die Feststellung von Zusammenhängen zwischen Schaderregeraufreten und Bodenbearbeitungssystem erfolgte wiederum über die Ermittlung des bereits in Kapitel 6.2.1 beschriebenen Koeffizienten über alle Einzelflächen im Bestand und im Spritzfenster, wobei sich alle Auswertungen bzw. nachfolgenden Darstellungen, wenn nicht anders ausgewiesen, immer auf das Spritzfenster beziehen. Die Zusammenstellung aller ermittelten Zusammenhänge sind dem Anhang 1 F zu entnehmen.

Auch für den Fungizid- und Insektizideinsatz auf den Beobachtungsflächen wurde der Behandlungsindex (siehe Kapitel 6.4.1) ermittelt und entsprechend Bodenbearbeitungssystem verglichen und bewertet.

6.3.2 Ergebnisse und Diskussion zu den Untersuchungen im Getreide

6.3.2.1 Pilzliche Schaderreger auf den V-Standorten

Die wichtigsten durch pilzliche Schaderreger hervorgerufenen Krankheiten in der Wintergerste in Sachsen sind die Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit (*Rhynchosporium secalis*), die Netzfleckenkrankheit (*Drechslera teres*), der Mehltau (*Erysiphe graminis*), der Zwergrost (*Puccinia hordei*) sowie zunehmend auch Ramularia-Blattflecken (*Ramularia collo-cygni*). Je nach angebauter Sorte, Witterung und Lage erfolgt das Schadaufreten von bis zu drei Krankheiten, wobei in der Regel mindestens eine der Krankheiten bekämpfungswürdig ist (JKI 2009). Die angebauten Sorten mit der entsprechenden Krankheitseinstufung des Bundessortenamtes (BSA) können aus Anhang 2 G entnommen werden.

Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit (*Rhynchosporium secalis*)

Diese wirtschaftlich bedeutsame Krankheit insbesondere in der Wintergerste hat durch Vorverlegung der Aussaatzeiten, aber auch durch den Anbau kurzstrohiger Sorten zugenommen und kann besonders bei kühl-feuchten Witterungslagen bis zu 25 % Ertragseinbußen in anfälligen Sorten hervorrufen. Eine Infektion erfolgt über befallene Ernterückstände auf der Bodenoberfläche, über infiziertes Ausfallgetreide oder auch über verseuchtes Saatgut. Bei feuchtkühler Witterung werden die Sporen produziert, deren Weiterverbreitung durch Regentropfen erfolgt. Es handelt sich um einen Erreger mit hoher Vermehrungsrate, sodass es bei befallsfördernden Bedingungen zu einer epidemieartigen Ausbreitung kommen kann. Erste Krankheitssymptome können bereits im Herbst beobachtet werden: wässrig-graugrüne Flecke, später weißgraue ovale

Blattflecken mit braunem Rand (HEITEFÜß et al. 2003). Der Bekämpfungsrichtwert liegt bei 50 % Befallshäufigkeit auf den oberen drei Blättern (in Vorgebirgslagen).

Über die gesamte Vegetationsperiode 2008/2009 war der Befallsdruck als relativ gering einzuschätzen (siehe Abb. 85). Bis Mitte Mai war kaum Befall festzustellen mit Ausnahme des Betriebes V 4 konventionell, wo auf einem Schlag der Bekämpfungsrichtwert erreicht wurde.

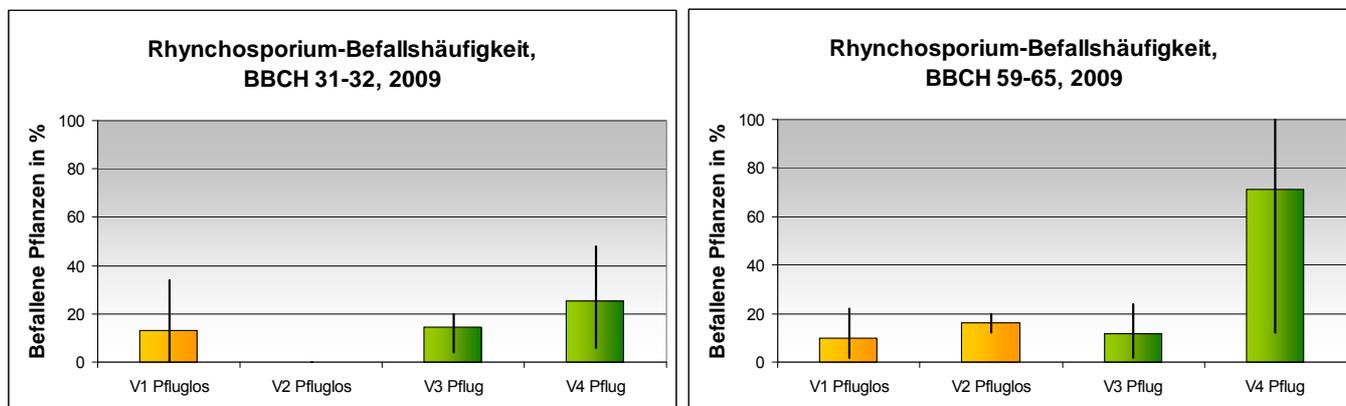


Abbildung 85: Befallshäufigkeit (BH) mit Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit im BBCH 31-32 (links) und im BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2009

Bis Ende Mai war noch eine Befallszunahme zu verzeichnen, die sich danach nicht weiter fortsetzte und nur auf den Flächen des Betriebes V 4-konventionell stärker in Erscheinung trat. Der Einfluss der auf diesen Schlägen herrschenden Infektionsbedingungen in Verbindung mit den angebauten Sorten können Ursache dafür sein.

Auch 2010 war der Befallsdruck über die Vegetationsperiode gering, wobei jedoch der bonitierte Ausgangsbefall im April flächen- und betriebsspezifisch höher als im Jahr 2009 war (siehe Abb. 86). Auf keiner der Flächen wurde der Bekämpfungsrichtwert von 50 % im Gefährdungszeitraum (BBCH 37 - 51) erreicht.

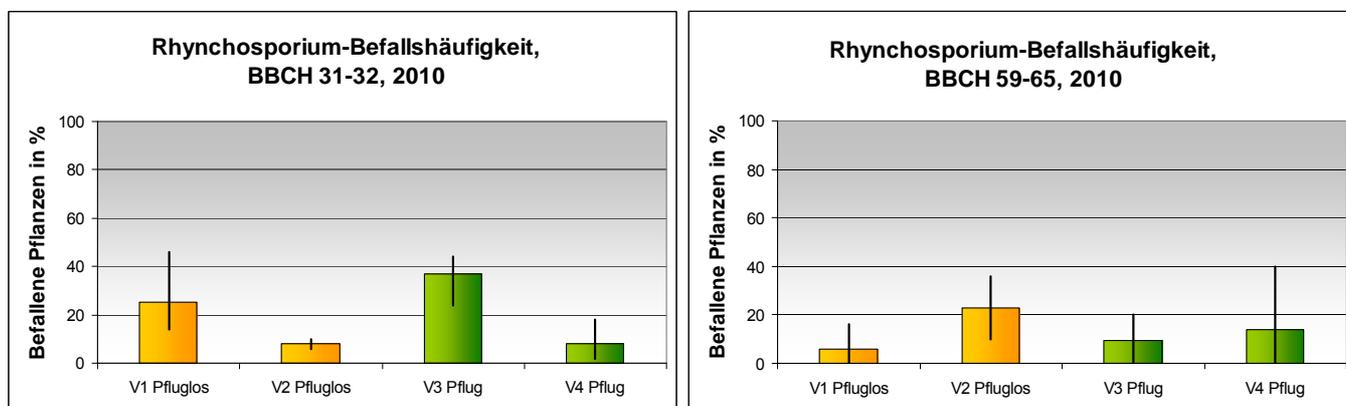


Abbildung 86: Befallshäufigkeit (BH) mit Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit im BBCH 31-32 (links) und im BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2010

Aufgrund der beschriebenen Infektionsbedingungen dieses Schaderregers, der an Ernterrückständen überdauert, könnte ein erhöhter Befall auf den dauerhaft pfluglosen Flächen vermutet werden. Tendenziell wiesen die Ergebnisse 2009 jedoch auf einen höheren Befall auf den konventionellen Flächen hin, was aber aufgrund des insgesamt geringen Befallsdruckes nicht der Bodenbearbeitung zugeschrieben werden kann. 2010 lag der Befall zum Zeitpunkt der Blüte unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem bei durchschnittlich 10–20 %.

Effekte der Bodenbearbeitung auf das Auftreten dieser Blattkrankheit wurden in Versuchen nach GARBE (2003) oder auch SIEVERT (2000) nicht beobachtet. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die Schadenswahrscheinlichkeit in starkem Maße durch

die Fruchtfolge beeinflusst wird. So bewirkt eine enge Fruchtfolge, in der Gerste nach Gerste gebaut wird, auch bei pflugloser Bewirtschaftung ein erhöhtes Infektionsrisiko.

Netzfleckenkrankheit (*Drechslera teres*)

Der Erreger der Netzfleckenkrankheit ist samenbürtig (AMELUNG 1985). Infektionen im Herbst und Frühjahr können aber auch von Ernterückständen und Ausfallgetreide ausgehen, auf denen der Pilz bei feuchtwarmen Bedingungen die Konidien bildet. Die Sporenverbreitung erfordert trockene und die Sporenkeimung feuchte Bedingungen. So ist bei wechselnder Witterung mit einer schnellen Befallsausbreitung zu rechnen.

Unter einer Vielzahl von Symptomen ist der sogenannte Netz-Typ am verbreitetsten, wobei unregelmäßige braune Flecken mit einem netzartigen Muster auf den Blättern gebildet werden, die später zu streifenförmigen, von den Blattadern begrenzten Verbräunungen führen (DSV 2009).

Eine ähnliche Situation wie bei der Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit hat sich sowohl 2009 als auch 2010 beim Befall mit der Netzfleckenkrankheit abgezeichnet (siehe Abb. 87 und 88). Auch hier wurde ein relativ geringer Befall festgestellt, der im Gefährdungszeitraum (BBCH 33-51) den Bekämpfungsrichtwert von 20 % Befallshäufigkeit nur in wenigen Ausnahmefällen erreichte; 2009 waren das insbesondere die konventionellen Standorte.

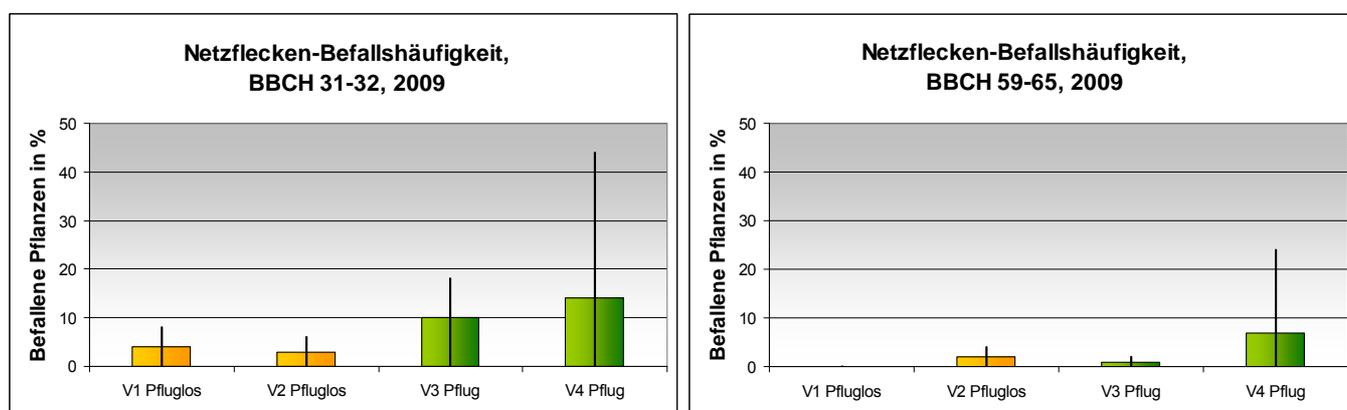


Abbildung 87: Befallshäufigkeit (BH) mit der Netzfleckenkrankheit im BBCH 31-32 (links) und im BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2009

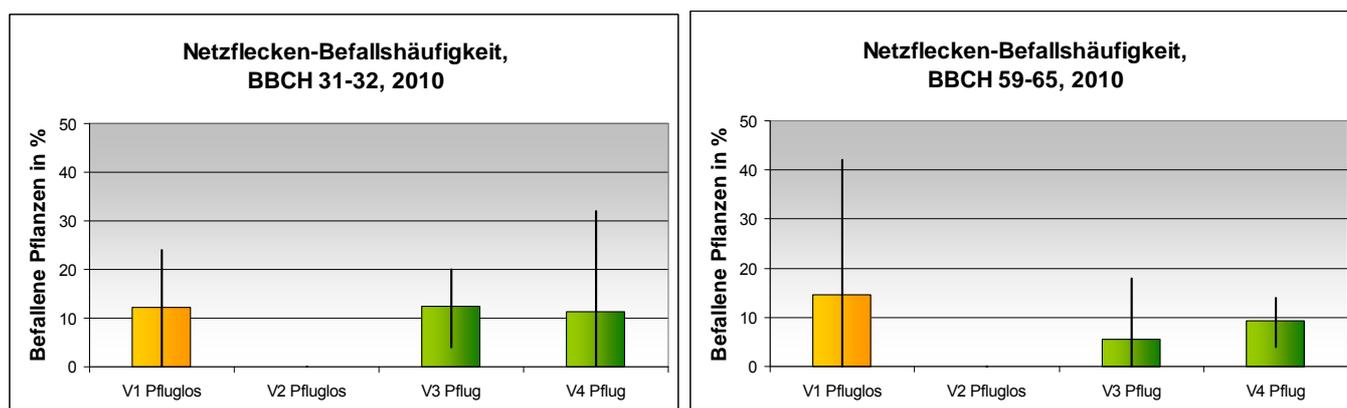


Abbildung 88: Befallshäufigkeit (BH) mit der Netzfleckenkrankheit im BBCH 31-32 (linka) und im BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2010

Ein Einfluss der Bodenbearbeitung zeigt sich auch hier nicht, was auch in den bereits erwähnten Versuchen nicht nachgewiesen werden konnte (GARBE 2003; SIEVERT 2000). Wie bei Rhynchosporium sollte jedoch berücksichtigt werden, dass bei verminderter Bodenbearbeitung und einem damit verbundenen unzureichenden Einarbeiten der Pflanzenreste und des Ausfallgetreides in Verbindung mit einer engen Getreidefruchtfolge eine Ausbreitung der Netzfleckenkrankheit gefördert werden kann (OBST 1986).

Mehltau (*Blumeria graminis*)

Mehltau ist eine wichtige Blattkrankheit von Gerste, aber auch Weizen, durch die das Spross- und Wurzelwachstum bei Frühbefall beeinträchtigt und die Assimilatbildung bei Befall ab Ährenschieben verringert wird. Wintergerste toleriert jedoch diesen Schaderreger relativ gut. Dieser Pilz befällt nur lebendes grünes Pflanzengewebe und äußert sich im Auftreten weißer Pusteln, die sich zu einem mehligem Belag auf Blättern und Trieben (bei Weizen auch Ährenbefall) entwickeln. Befallsstellen vergilben und sterben später ab. Bei Gerste kommt es zur Bildung sogenannter Mehltau-Abwehrnekrosen in Form dunkelbrauner Blattflecke (HEITFUß 2003).

Mit starkem Mehltaubefall ist bei warmer, relativ trockener Frühjahrs- oder Herbstwitterung zu rechnen. Hohe Luftfeuchte, Temperaturen um 20 °C und abwechselnd warme und feuchte Tage wirken befallsfördernd. Bestände in windgeschützten Lagen und Senken oder Standorte mit einem hohen Stickstoffpool sind besonders gefährdet (DSV 2009). Des Weiteren wirken Aussaattermin und Sorte beeinflussend. Aus der Übersicht angebaute Sorten in Anhang 2 G geht die Anfälligkeits-Einstufung mit BSA-Noten von 2-5 hervor.

Entsprechend der beschriebenen möglichen Einflussfaktoren zeigte sich auch der Befall über die Vegetationsperioden 2009 und 2010 (siehe Abb. 89 und 90). Unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem war bereits im Herbst (BBCH 21-29) auf allen Flächen durchschnittlich 20 % Befall vorhanden und in BBCH 31/32 wurde 2009 der Bekämpfungsrichtwert von 60 % auf fast allen Flächen erreicht bzw. überschritten.

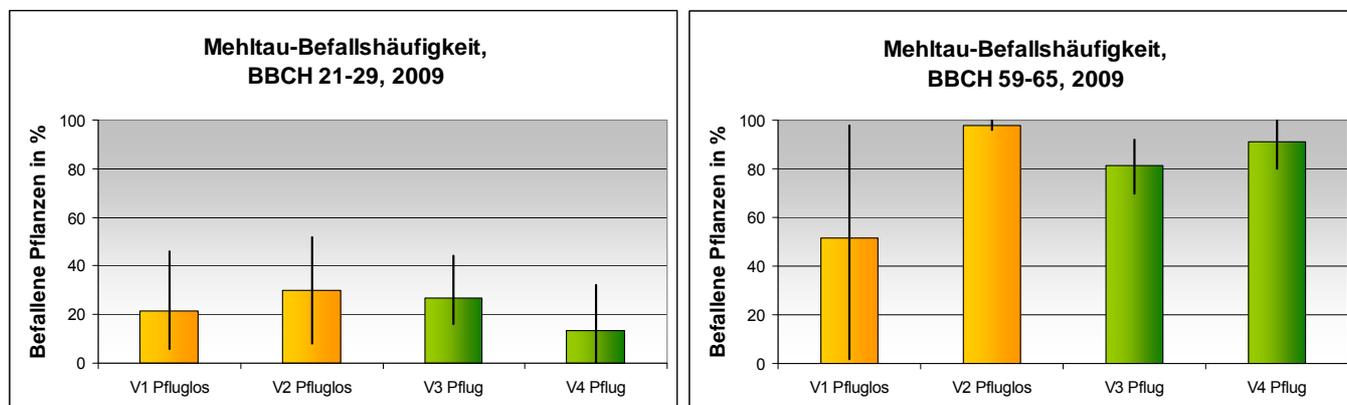


Abbildung 89: Befallshäufigkeit (BH) mit Mehltau in BBCH 21-29 (links) und in BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2009

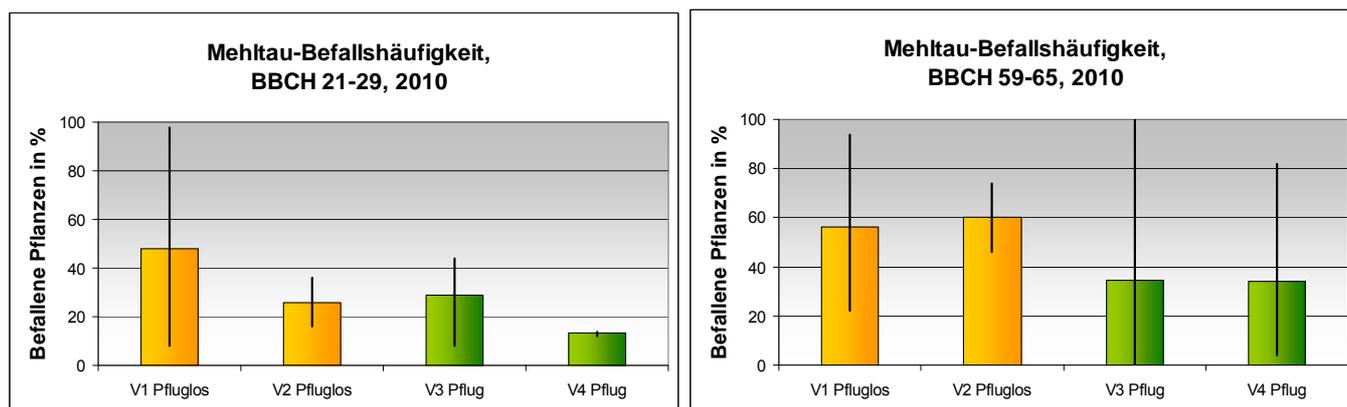


Abbildung 90: Befallshäufigkeit (BH) mit Mehltau in BBCH 21-29 (links) und in BBCH 59-65 (rechts) nach Betrieben 2010

2010 lagen die Befallswerte insgesamt niedriger und der Bekämpfungsrichtwert wurde in 31/32 nur auf der Hälfte der Flächen erreicht. Anfällige Sorten, hohe Bestandesdichten und übermäßige Stickstoffdüngung sind neben den günstigen Witterungsbedingungen die wichtigsten befallsfördernden Einflussfaktoren, die beachtet werden sollten.

Zwergrost (*Puccinia hordei*)

Rostpilze sind Erreger mit höchster Vermehrungsrate. Zwergrost tritt meist erst in der Abreifephase auf und ist auch nur in so genannten Rostjahren ertragsrelevant (LFULG 2009). Befallsfördernd wirken gute Überwinterungsmöglichkeiten in milden Wintern, überwiegend warme Witterung im Frühsommer mit wenigen Stunden Tau und langer Sonnenscheindauer. Zur Zeit des Ährenschiebens erscheinen vor allem auf der Blattoberseite hellbraune Rostpusteln, die später dunkler werden. Bei starkem Befall erfolgt vorzeitiges Absterben der Blätter und die Pflanzen reifen früher (SEIDEL et al. 1983). Wichtigste Bekämpfungsmaßnahmen sind die sorgfältige Beseitigung der Ernterückstände und des Ausfallgetreides, nicht zu frühe Aussaat der Wintergerste und die Wahl wenig anfälliger Sorten (HEITFUß et al. 2003).

Auf den 2009 und 2010 untersuchten Flächen spielte der Zwergrost lediglich auf einer Fläche eine Rolle, was jedoch auf die erhöhte Anfälligkeit der dort angebauten Sorte in Verbindung mit den Pilz begünstigenden Faktoren zurückzuführen war.

Ramularia-Blattflecken (*Ramularia collo-cygni*)

Als bisher wenig beachteter Blattfleckenenerreger scheint sich *Ramularia* auch in Sachsen zu verbreiten, nachdem sie 2007 diagnostiziert wurde und 2008 sowie auch 2009 ertragswirksame Befallsstärken erreichte (LFULG 2009). Sie ist eine ernstzunehmende Krankheit, weil sie sehr rasant verläuft, alle Gerstensorten anfällig sind, hohe Ertragsverluste auftreten können (bis 25 %), schwer diagnostizierbar durch große Verwechslungsgefahr mit Blattflecken anderen Ursprung ist und wenig bekannt ist über diese Krankheit (JKI 2009).

Sie äußert sich in gleichmäßig über die Blattspreiten verteilten dunklen Flecken meist erst ab dem Grannenspitzen, die häufig von den Blattadern begrenzt sind. Nach Absterben der Blätter erscheinen die Konidienträger (HEITFUß 2003). Für die Überdauerung von *Ramularia* sind Nebenwirte (zum Beispiel Gräser), Ausfallgetreide oder durch Spätsommerinfektion betroffene frühe Aussaaten von Bedeutung.

Wie aus Abb. 91 ersichtlich, trat diese Krankheit auf den untersuchten Flächen sowohl 2009 als auch 2010 auf, jedoch erst sehr spät im BBCH 75, wo eine Ertragsrelevanz eher nicht mehr von Bedeutung ist. Hinweise aus der Literatur über das Auftreten dieser Krankheit in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung sind nicht bekannt.

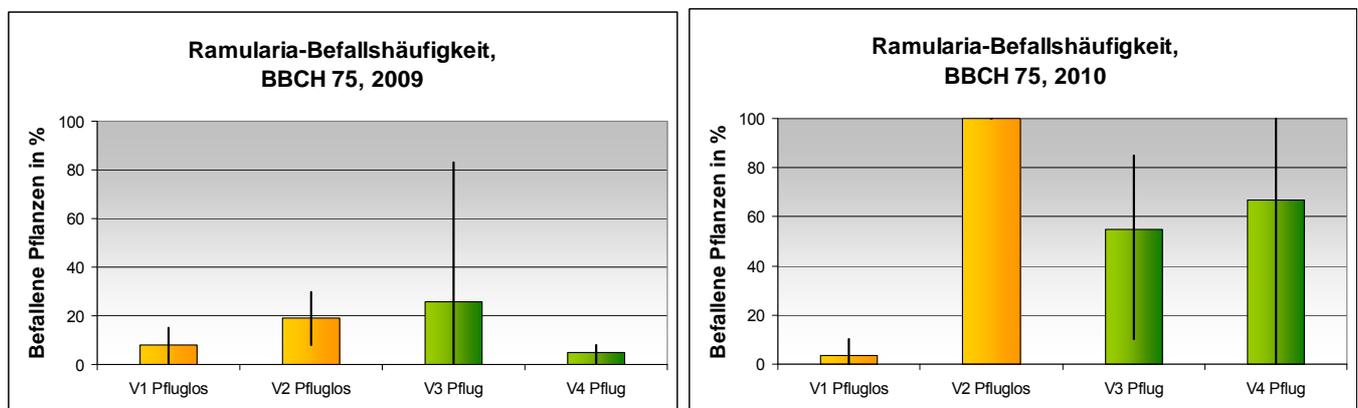


Abbildung 91: Befallshäufigkeit (BH) mit *Ramularia*-Blattfleckenkrankheit in BBCH 75 2009 (links) und 2010 (rechts) nach Betrieben

6.3.2.2 Pilzliche Schaderreger auf den Löss-Standorten

Im Laufe der Vegetationsperiode kann Winterweizen von einer Vielzahl von wirtschaftlich relevanten Krankheiten befallen werden. Nachfolgend wird das Auftreten von Krankheiten auf den Beobachtungsschlägen beschrieben und in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung ausgewertet: samen- und bodenbürtige Krankheiten (Halmbruchkrankheit, Schwarzbeinigkeit), Blattkrankheiten (Echter Mehltau, Braunrost, Septoria-Blattdürre, DTR-Blattflecken) sowie Ährenkrankheiten (Ährenfusariosen).

Halmbruchkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides*)

Alle Getreidearten können vom Halmbruch befallen werden, wobei jedoch Weizen die deutlichsten Ertragsreaktionen zeigt. Typisch für befallene Pflanzen ist der sogenannte Medaillonfleck mit dunklem Rand und hellem Zentrum. Im fortgeschrittenen Krankheitsverlauf entwickelt sich unter dem Fleck im Halm ein dichtes Pilzmyzel. Durch die Zerstörung der Leitbündel kommt es

zur Notreife und zur Ausbildung von Kümmerkorn sowie durch die beeinträchtigte Halmstabilität zum Halmknicken (OBST & GEHRING 2002).

Halmbruch ist eine typische Fruchtfolgekrankheit. Neben engen Getreidefruchtfolgen wird er durch frühe Aussaat, tiefe Kornablage, dichte Bestände sowie länger anhaltende feuchtkühle Witterung gefördert. Bis zu drei Jahren kann der Pilz im Boden an Stoppelresten überdauern (RODEMANN 2009).

Die Befallsituation auf den Beobachtungsflächen 2009 und 2010 ist aus Abb. 92 ersichtlich. Sie zeigt den Befallswert (nach Bockmann) für beide Jahre, mit dem die Befallsstärke definiert wird. Bei einem Befallswert von > 50 wird von einer Behandlungsnotwendigkeit ausgegangen und bei einem Befallswert > 25 bis 50 kann behandelt werden. Danach wäre für keine der untersuchten Flächen in beiden Untersuchungsjahren eine Behandlung unbedingt notwendig gewesen. Auf 30 % der Flächen hätte entsprechend des Befalls zwischen 25-50 % eine Bekämpfungsentscheidung getroffen werden können. Unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem lag die Befallshäufigkeit im Durchschnitt aller Flächen in beiden Jahren bei ca. 63 %.

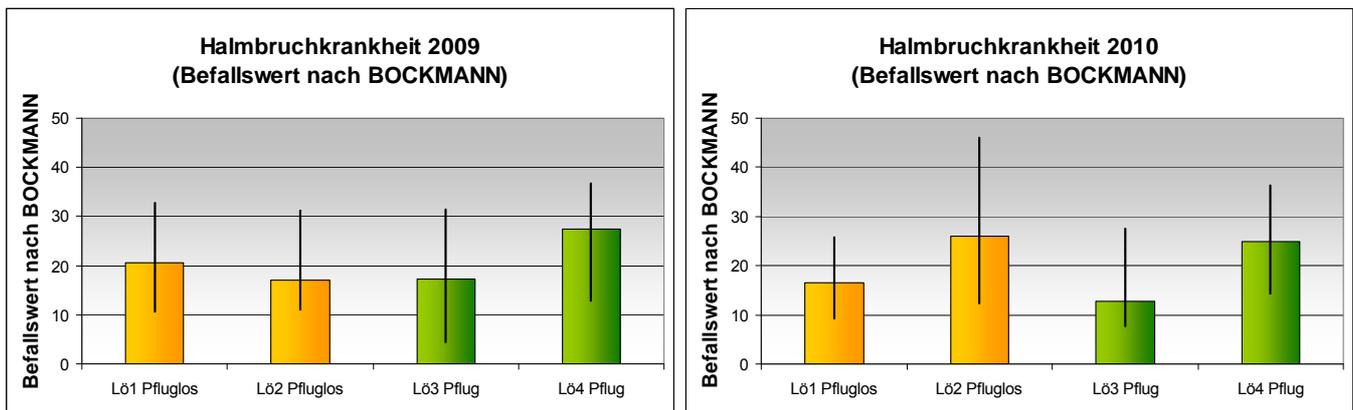


Abbildung 92: Befallswert (nach Bockmann) für die Halmbruchkrankheit zur Milchreife (BBCH 75) 2009 (links) und 2010 (rechts) in Winterweizen nach Betrieben

Aufgrund der Untersuchungsmöglichkeiten, die erst im BBCH 75 (Milchreife) genaue Werte zulassen, ist eine Aussage zur Bekämpfungswürdigkeit leider immer erst im Nachhinein möglich. Nach den strengen Wintern 2009 und 2010 hatte der Halmbruch jedoch insgesamt keine große Bedeutung. Normalerweise wird dieser Pilz eher nach milden Wintern, in denen er die Möglichkeit des Weiterwachsens hat, zum Problem, insbesondere in Verbindung mit Frühsaaten. Als Entscheidungshilfe für die Notwendigkeit einer Halmbruchbekämpfung (in BBCH 31/32) dient das auf Wetterdaten basierende Prognosemodell SIMCERC3, das unter www.isip.de zur Verfügung steht.

Die Ursache für den im Durchschnitt höheren Befall im Betrieb L04 konventionell im Jahr 2009 ist höchstwahrscheinlich auf den Einfluss der angebauten Sorten zurückzuführen. Insgesamt differierten die Werte jedoch in beiden Jahren von Schlag zu Schlag sehr stark, auch unabhängig von der angebauten Sorte.

Während im Durchschnitt der Flächen in beiden Bodenbearbeitungssystemen sowohl 2009 als auch 2010 ähnliche Werte festgestellt wurden (siehe auch Abb. 92), so ergaben sich jedoch 2010 in Abhängigkeit der unterschiedlichen Vorfrüchte voneinander abweichende Werte. Besonders deutlich wird das am Stoppelweizen, bei dem sowohl in der Befallshäufigkeit als auch in der Befallsstärke im Vergleich zum Weizen mit Raps- oder Mais-Vorfrucht im Durchschnitt die höchsten Werte ermittelt wurden (siehe Abb. 93). Dieser Einfluss der Vorfrucht im Zusammenhang mit der Bodenbearbeitung zeigte sich ebenfalls im untersuchten Streifenversuch 2010. Zwar lagen die Befallshäufigkeiten mit etwa 20-25 % in allen vier Varianten (Pflug, Direktsaat, Mulchsaat und Tiefblockerung) auf ähnlichem niedrigem Niveau, jedoch wurde nur in der Mulch- und Direktsaat-Variante Starkbefall bonitiert, wenn auch auf sehr niedrigem Niveau (siehe Abb. 94).

Auch bei Raps-Vorfrucht traten teilweise hohe Werte auf, die andererseits jedoch wieder mit dem in der Regel früheren Aussaatzeitpunkt des danach folgenden Weizens im Vergleich zur Weizen- oder Mais-Vorfrucht begründet werden können.

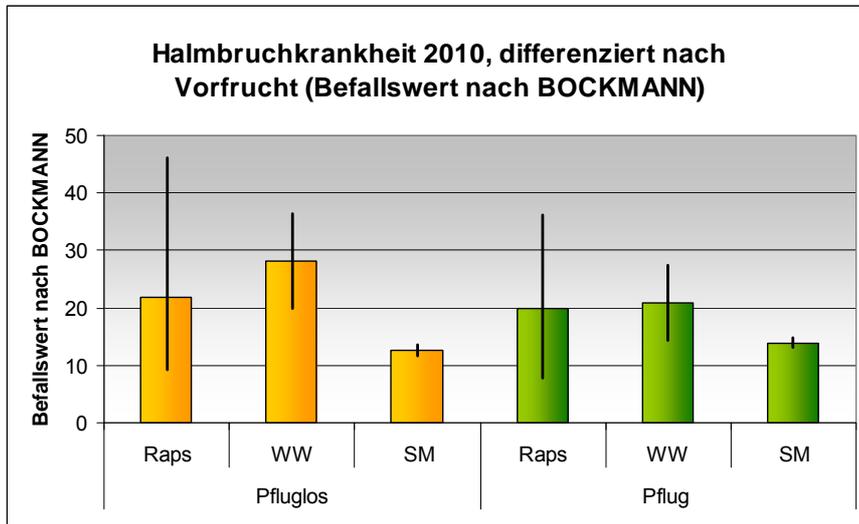


Abbildung 93: Halmbruch-Befallswert (nach BOCKMANN) 2010 in Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten

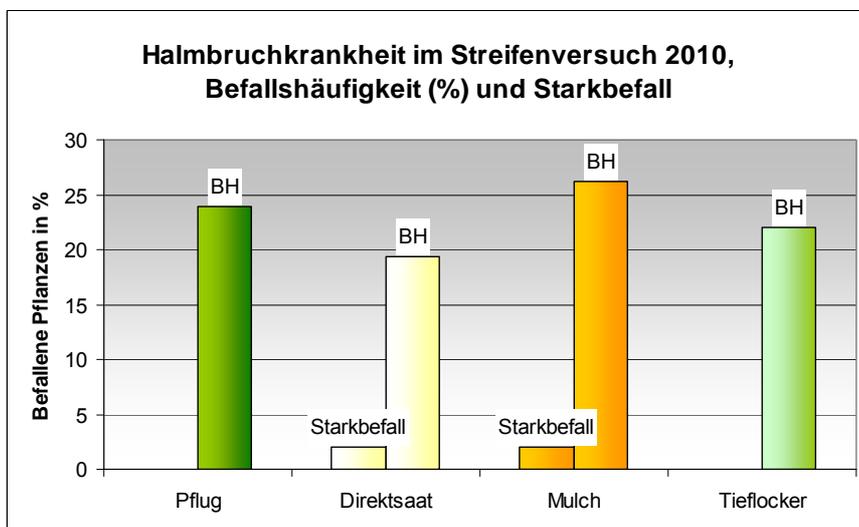


Abbildung 94: Halmbruch-Befallshäufigkeit (BH) und Starkbefall im Bodenbearbeitungsversuch 2010

Der Einfluss der Bodenbearbeitung auf diese Krankheit wird in der Literatur differenziert beschrieben: Zahlreiche Untersuchungen in Bodenbearbeitungsversuchen ergaben keinen Einfluss auf die Halmbruchkrankheit wie z. B. bei SHALAMAYRHOFFER (2004), BUSCHE (2008), GARBE (2003) oder im Projekt Glaubitz der LfL (2002). Auch KREYE et al. (2006) konnten in verschiedenen untersuchten Fruchtfolgen über mehrere Jahre keinen Einfluss der Bodenbearbeitung auf das Auftreten der Halmbruchkrankheit feststellen. Vielmehr war der frühere Aussaatzeitpunkt des Weizens Ursache für höhere Befallswerte. Der höhere Befall in der Pflugvariante gegenüber der Mulchsaatvariante in einem Einzeljahr wurde in den Folgejahren nicht bestätigt.

Andere Autoren wiesen nach, dass eine wechselnde Grundbodenbearbeitung (flach-, tief wendende, wendende) den Krankheitsdruck teilweise vermindern kann (GRAZZECK 1986) bzw. dass die nichtwendende Bodenbearbeitung das Auftreten verringert (SCHNEIDER et al. 2005). Im Zusammenhang mit diesen Ergebnissen muss berücksichtigt werden, dass das Pflügen einerseits befallene Erntereste konservieren und zur Gefährdung für die Folgefrucht führen kann aber andererseits das direkte Risiko mindern kann. Eine erhöhte biologische Aktivität, wie sie unter Flächen mit langjährig reduzierter Bodenbearbeitung vermutet werden kann, fördert den Abbau von organischen Pflanzenbestandteilen. Dabei kommt wiederum der sorgfältigen Stoppelbearbeitung nach der Ernte eine besondere Bedeutung zu. Des Weiteren ist zu beachten, dass Sorte, Vorfrucht, Stickstoffeinsatz, Bestandesdichte und Witterung Einfluss auf die Ausprägung der Halmbruchkrankheit haben (RODEMANN 2009).

Unter normalen Anbaubedingungen ist eine wirtschaftlich messbare Ertragsbeeinflussung durch die Fußkrankheitserreger selten gegeben. Bei Fröhsaaten (Auflauf bis 15.10.), anfälligen Sorten und engen Getreidefruchtfolgen kann sich die Befallsituation kritischer darstellen (LFULG 2009).

Schwarzbeinigkei (Gaeumannomyces [Ophiobolus] graminis)

Der Erreger ist ein bodenbürtiger Pilz und bewirkt dunkelbraune Läsionen an den Wurzeln, die sich später über den Wurzelhals bis zur Halmbasis ausbreiten können und dort zu schwarzen Verfärbungen führen. Die Symptome treten meist erst im Fröhsjahr auf, unter günstigen Befallsbedingungen jedoch auch schon im Herbst. Die Überdauerung des Schadpilzes erfolgt als Myzel auf Wurzeln, Ernterückständen oder infizierten Pflanzen und die Infektion der Wirtspflanzen geht von Stoppelresten und Ungräsern aus. Günstige Entwicklungsbedingungen findet der Pilz in mäßig feuchten und gut durchlüfteten Böden bei 10-20 °C. Die negative Beeinflussung der Wurzelfunktionen durch den Pilz verursacht vorzeitiges Vergilben der Blätter und Notreife mit schlechter Kornausbildung. Kranke Pflanzen (Weißährickeit) treten meist nesterweise auf. In Jahren mit starkem Befall sind Ertragsverluste von 10-20 % nicht ungewöhnlich (RODEMANN 2009).

Ähnlich wie beim Halmbruch differierten die Werte auf den Untersuchungsflächen unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem von Schlag zu Schlag sehr stark, sichtbar an den schwarzen vertikalen Strichen in Abb. 95, welche die Maximal- und Minimalwerte kennzeichnen. Zwischen Befallshäufigkeit und Befallsstärke (Index) besteht dabei ein enger Zusammenhang.

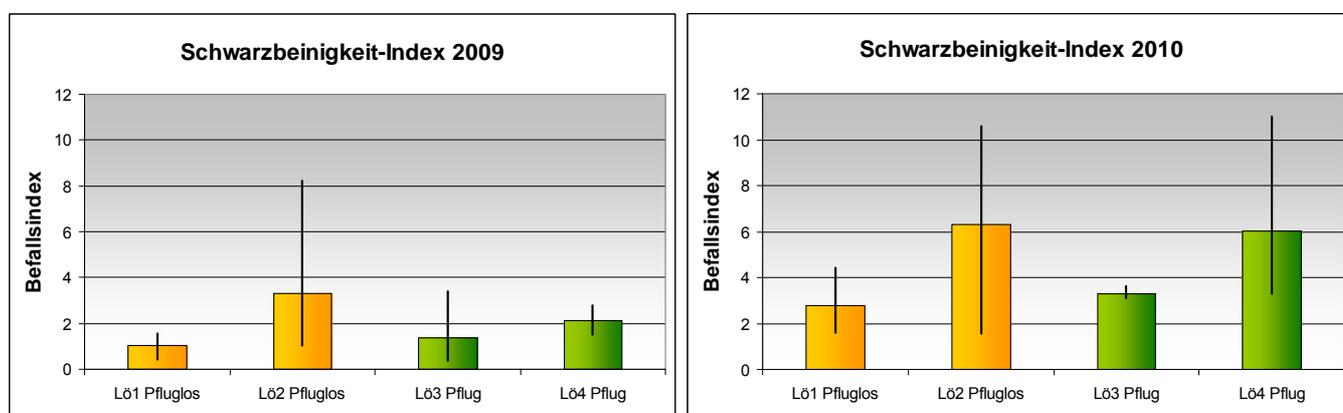


Abbildung 95: Schwarzbeinigkei – Index zur Milchreife (BBCH 75) 2009 (links) und 2010 (rechts) nach Betrieben

Wie beim Halmbruch, so wurden jedoch auch bei der Schwarzbeinigkei im Durchschnitt der Flächen in beiden Bodenbearbeitungssystemen sowohl 2009 als auch 2010 ähnliche Werte festgestellt (siehe auch Abb. 95). Betriebsspezifisch lagen die Index-Mittelwerte 2009 zwischen 1 und 3 sowie 2010 mehr als doppelt so hoch: zwischen 3 und 6, was Befallshäufigkeiten etwa zwischen 30 und 60 % entspricht.

Ein Vorfrucht-Einfluss konnte nicht beobachtet werden. In beiden Bodenbearbeitungssystemen wurde sowohl bei Raps- als auch Winterweizen-Vorfrucht im Mittel ein Index von 5 ermittelt. Der nur halb so große Index nach Silomais ist eher mit dem späteren Aussaattermin in Verbindung zu bringen (siehe Abb. 96).

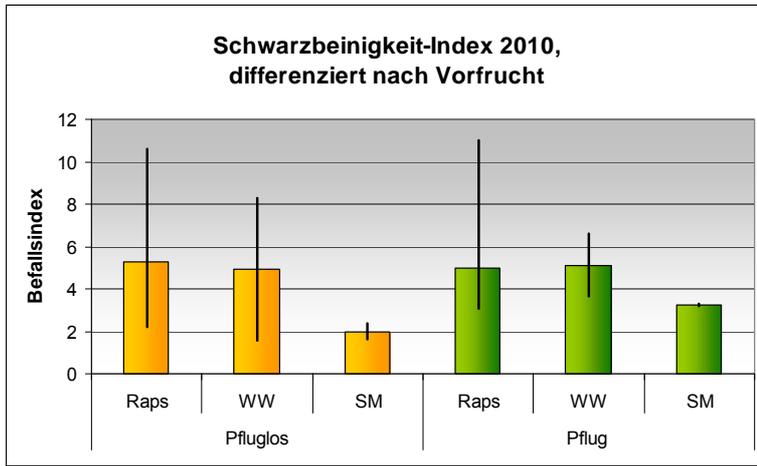


Abbildung 96: Schwarzbeinigkeits-Index zur Milchreife (BBCH 75) 2010 in Abhängigkeit von der Vorfrucht

Neben Halmbruch und Schwarzbeinigkeits wurden im Stadium der Milchreife zwei weitere Wurzel- bzw. Fußkrankheiten untersucht: der Spitze Augenfleck (*Rhizoctonia cerealis*) sowie das Auftreten von Fusariumarten. Die durchschnittlichen Befallshäufigkeiten über alle Flächen mit Fusariumarten lagen bei etwa 13 % in beiden Jahren und bei *Rhizoctonia* bei lediglich 2 % (siehe Abb. 97). Ein Einfluss der Bodenbearbeitung aber auch der Vorfrucht war nicht feststellbar. Auch im Streifenversuch wurden in den vier Varianten keine voneinander deutlich abweichenden Werte bonitiert.

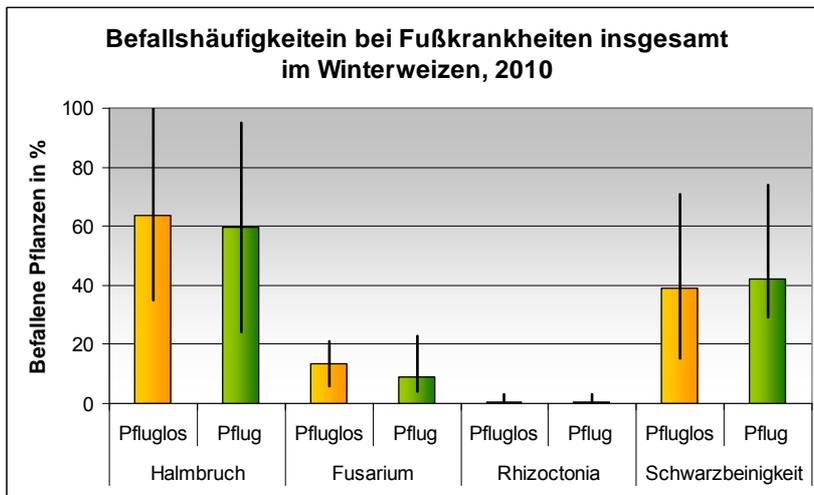
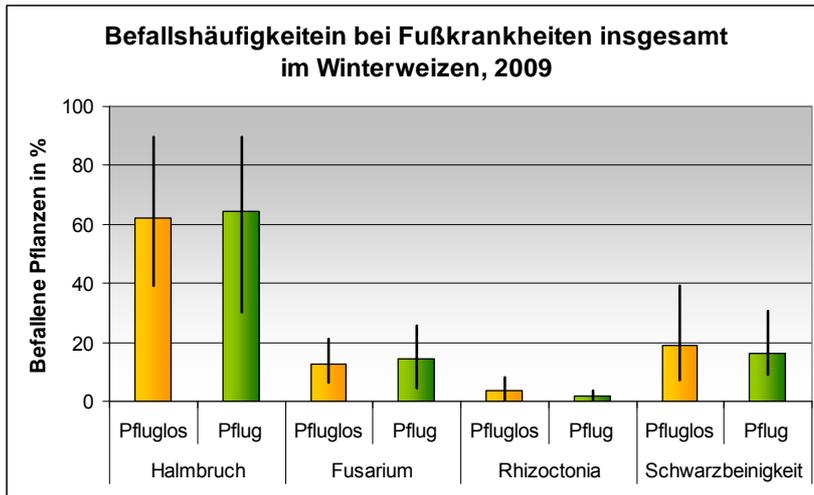


Abbildung 97: Befallshäufigkeiten mit Fußkrankheiten im Winterweizen nach Bodenbearbeitungssystem, 2009 und 2010

Echter Mehltau (*Blumeria graminis*)

Der echte Mehltau ist weltweit eine der wichtigsten Blattkrankheiten des Weizens, spielt aber in Sachsen nur in höher anfälligen Sorten eine große Rolle. Diese werden jedoch nur in geringem Umfang angebaut. Weizen reagiert zwischen Bestockungsende und Milchreife besonders empfindlich.

Der Bekämpfungsrichtwert von 60 % befallener Pflanzen wurde 2009 nur auf Flächen des Betriebes Lö 2 erreicht, was jedoch mit dem Anbau etwas anfälligerer Sorten, aber auch der Lage der Flächen (windgeschützt, hohe Luftfeuchte) erklärt werden kann (siehe Abb. 98). Auch 2010 zeigt sich in den Befallswerten, die diesmal in größerem Umfang über dem Bekämpfungsrichtwert lagen, die Abhängigkeit zum gewählten Sortenspektrum auf den einzelnen Flächen (Abb. 99).

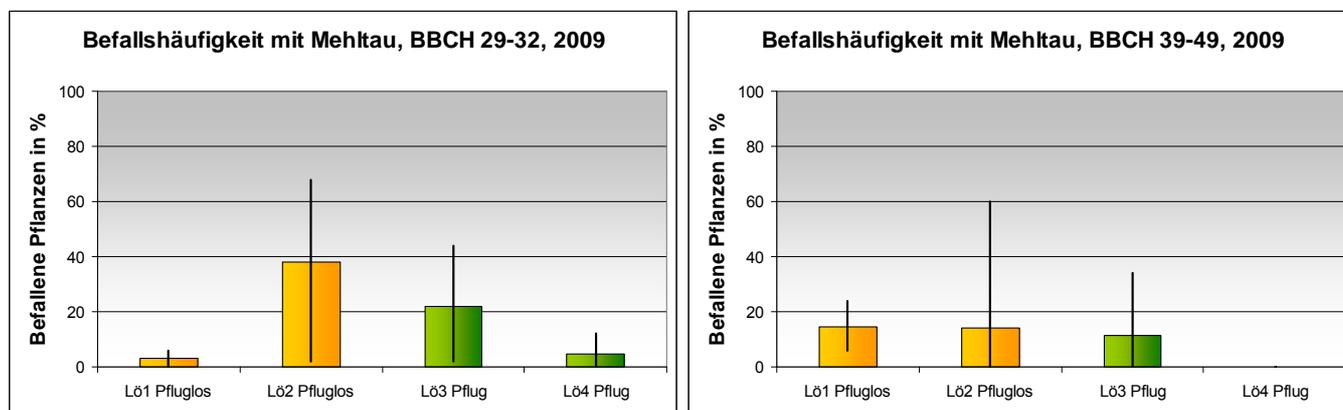


Abbildung 98: Befallshäufigkeiten (BH) mit Mehltau in BBCH 29-32 (links) und BBCH 39-49 (rechts) im Winterweizen nach Betrieben 2009

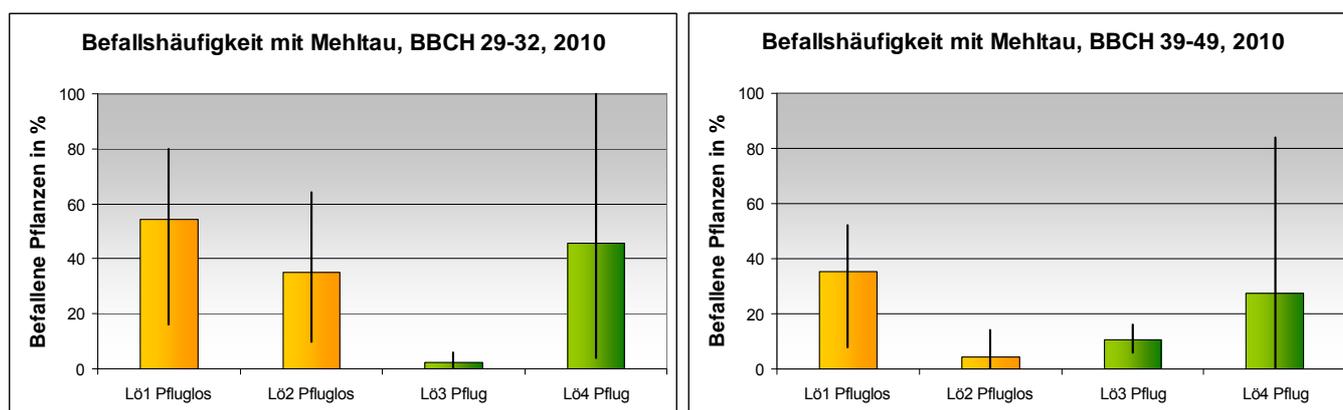


Abbildung 99: Befallshäufigkeiten (BH) mit Mehltau in BBCH 29-32 (links) und BBCH 39-49 (rechts) im Winterweizen nach Betrieben 2010

Abhängigkeiten vom Bodenbearbeitungssystem dürften dabei keine Rolle spielen. Mit Ausnahme von SHALA-MAYRHOFER (2004) und ARNOLD-REIMER (1994), die bei pflugloser Bodenbearbeitung einen signifikant niedrigeren Mehltaubefall feststellten, wurden bei Bodenbearbeitungsversuchen in der Regel keine Beziehungen zum Bodenbearbeitungssystem ermittelt wie z. B. bei GARBE (2003), im Projekt Glaubitz der LFL (2002) oder bei KREYE et al. (2006). Der festgestellte signifikant niedrigere Mehltaubefall wird von den beiden erstgenannten Autoren auf eine verzögerte Stickstoffmineralisierung im Frühjahr bei geringerer Bodenbearbeitungsintensität zurückgeführt, denn hohe Mengen an Stickstoff, besonders auch in Verbindung mit hohen Bestandesdichten, erhöhen die Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Mehltau.

Braunrost (*Puccinia recondita*)

Braunrost ist weltweit die wichtigste Rostart, gefördert durch zunehmende Anbauintensität und den großflächigen Anbau anfälliger Getreidearten und -sorten (RODEMANN 2009) und war 2007 und 2008 die ertragsbestimmende Krankheit im Weizen in Sachsen (LFULG 2009).

Der Name Braunrost weist auf die Farbe der Rostpusteln hin, die verstreut vor allem auf der Blattoberseite erscheinen und befallene Blattflächen vergilben und vertrocknen. Braunrost benötigt ganzjährig eine lebende Wirtspflanze und überwintert als Myzel oder Sommerspore an Ausfallgetreide, Herbstsaaten und Gräsern. Er kann sich in dem Temperaturbereich zwischen 15 und 22 °C mit 100 % Luftfeuchte vermehren.

An Tagen mit intensiver Sonneneinstrahlung und langer Tauphase oder Niederschlag ist mit einer starken Vermehrung zu rechnen. Günstige Überwinterungsmöglichkeiten wie mildes Herbst- und Winterwetter, warmes Frühjahr, der Anbau anfälliger Sorten sowie hohe Stickstoffgaben führen zu einer stärkeren Braunrostgefährdung (RODEMANN 2009).

Der Befall mit Braunrost auf den ausgewählten Schlägen ist in den Abb. 100 und 101 für den Zeitpunkt der Blüte und der Milchreife dargestellt, nachdem dieser vorher kaum in Erscheinung getreten war. Daraus geht hervor, dass 2009 zum Zeitpunkt der Blüte der Bekämpfungsrichtwert von 30 % befallenen Pflanzen auf knapp der Hälfte aller Flächen überschritten war und in der Milchreife 60 % Befall des Fahnenblattes im Durchschnitt eines jeden Betriebes erreicht wurde. 2010 lag der Befall zum Zeitpunkt der Blüte auf niedrigerem Niveau. Auf lediglich 10 % der Flächen wurde der Bekämpfungsrichtwert von 30 % überschritten. Im Stadium der Milchreife hatte der Befall dann jedoch durchschnittlich 80 % erreicht.

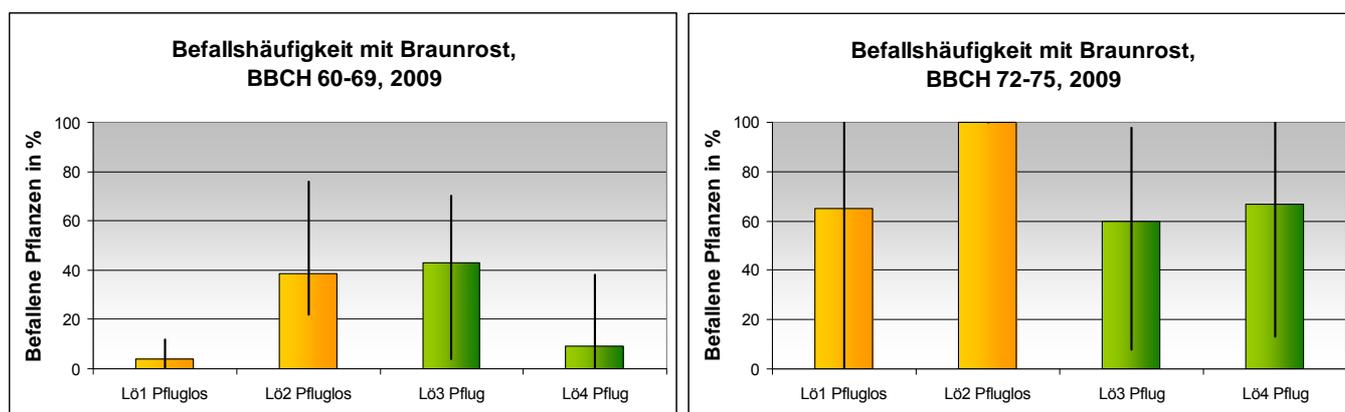


Abbildung 100: Befallshäufigkeiten (BH) mit Braunrost zur Blüte am 3. Blatt (BBCH 60-69), (links) und zur Milchreife am Fahnenblatt (BBCH 72-75), (rechts) im Winterweizen (im Spritzfenster) nach Betrieben 2009

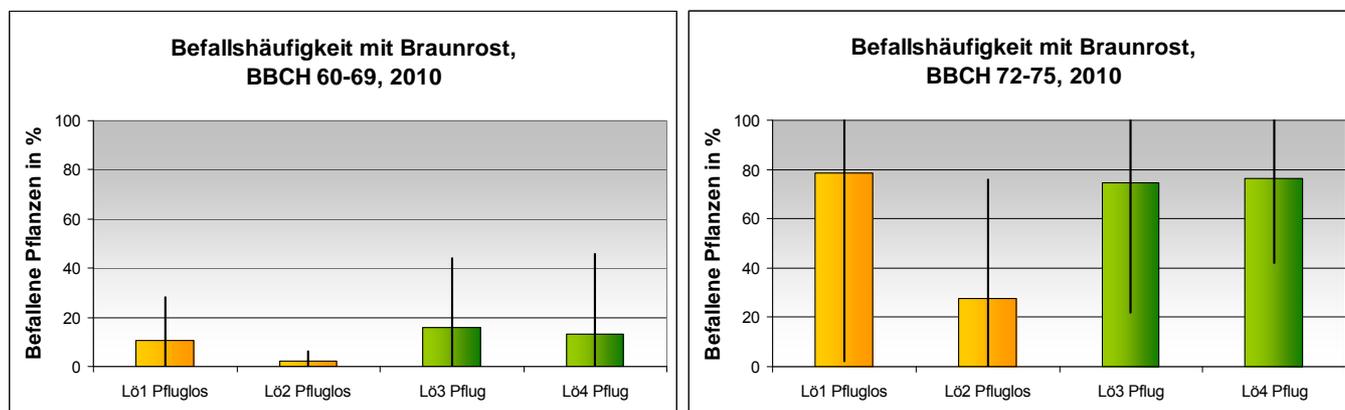


Abbildung 101: Befallshäufigkeiten (BH) mit Braunrost zur Blüte am 3. Blatt (BBCH 60-69), (links) und zur Milchreife am Fahnenblatt (BBCH 72-75), (rechts) im Winterweizen (im Spritzfenster) nach Betrieben 2010

Die meisten der hier angebauten Sorten sind braunrostanfällig. Auffällig sind auch die großen Spannweiten zwischen den Flächen eines Betriebes, ausgenommen Lö2 2009, was teilweise durch die Sorte aber auch durch die Schlaglage bedingt sein kann. Abhängigkeiten zur Bodenbearbeitung wurden nicht erwartet sowie auch nicht beobachtet.

Septoria-Blattdürre (*Septoria tritici*)

Septoria-Blattdürre hat sich in den vergangenen Jahren zu einer der bedeutendsten Weizenkrankheiten entwickelt, verursacht durch einen höheren Weizenanteil bzw. Weizen in Selbstfolge, durch intensivere Anbautechniken und ein sich änderndes Sortenspektrum. In Befallsjahren können Ertragsverluste bis zu 30 % auftreten, was auf den Verlust von Assimilationsfläche zurückzuführen ist. Der Pilz überdauert auf Strohresten auf der Bodenoberfläche und verursacht bereits z. T. im Herbst oder im zeitigen Frühjahr auf den unteren Blättern gelblich bis grau-grüne Flecken, die in der weiteren Befallsentwicklung braun werden, von Blattadern begrenzt sind und dann zusammenfließen und schließlich zum Absterben der Blätter führen. Charakteristisch sind die im chlorotischen Gewebe in Reihen angeordneten schwarzen Pyknidien.

Zur Infektion kann es bereits im Herbst durch Regenspritzer verbreitete Pykno­sporen kommen. Der weitere Infektionszyklus ist abhängig von den Feuchtebedingungen (Niederschläge und anhaltende Blattnässe) und dem Temperaturoptimum von 15-25 °C. Aber auch bei niedrigeren Temperaturen ist der Pilz in der Lage, sich auszubreiten. Ein Problem bei der Bekämpfung dieses Erregers stellt die lange Latenzzeit dieses Erregers dar, denn erst 3-4 Wochen nach der Infektion sind die ersten Symptome sichtbar (RODEMANN 2009).

Die Befallsverläufe über die Vegetationsperioden 2009 und 2010 verdeutlichen die Abb. 102 und 103.

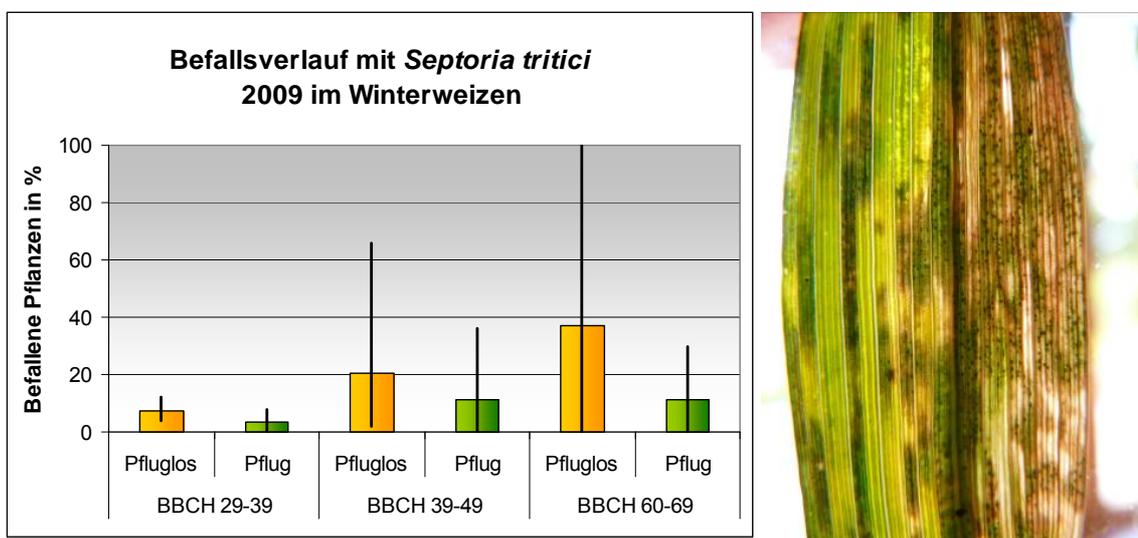


Abbildung 102: Befallsverlauf von Septoria-Blattdürre im Winterweizen (am 4. Blatt bzw. am 3. Blatt) von BBCH 29-39 bis BBCH 60-69, nach Bodenbearbeitungssystem 2009

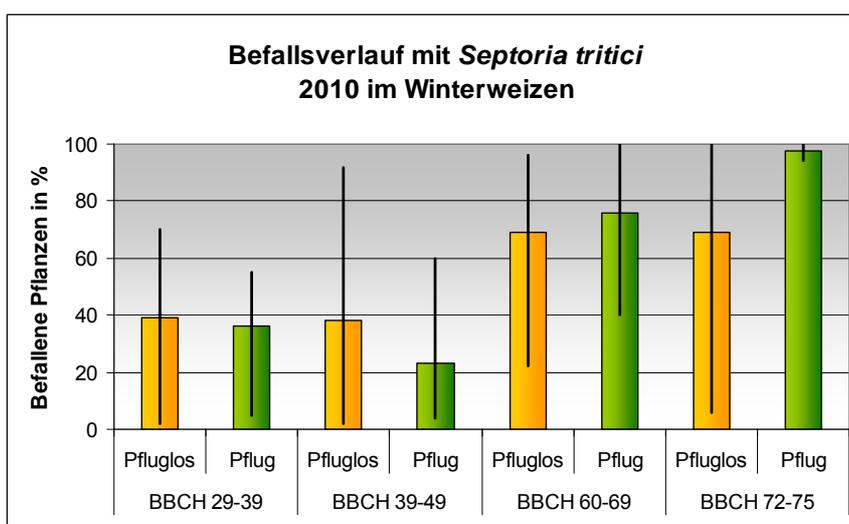


Abbildung 103: Befallsverlauf von Septoria-Blattdürre im Winterweizen (am 4. Blatt bzw. am 3. Blatt) von BBCH 29-39 bis BBCH 60-69, nach Bodenbearbeitungssystem 2010

Aus Abb. 102 wird deutlich, dass im Untersuchungsjahr 2009 die Flächen in den dauerhaft pfluglos wirtschaftenden Betrieben tendenziell einen höheren Befall zeigten, wobei jedoch berücksichtigt werden muss, dass aufgrund der warmen trockenen Witterung im April kaum Infektionsbedingungen gegeben waren, sodass zu BBCH 32 auf keiner der untersuchten Flächen der Bekämpfungsrichtwert von 30 % befallener Pflanzen erreicht wurde. Auch der weitere Befallsverlauf gestaltete sich eher verhalten. Der hohe Befall zum Zeitpunkt der Blüte (BBCH 65) wurde in erster Linie auf den Flächen eines dauerhaft pfluglos wirtschaftenden Betriebes bonitiert, wobei dies nicht auf die angebauten Sorten zurückzuführen war, denn sie sind entsprechend BSA mit geringer bis mittlerer Anfälligkeit eingestuft. Ein Grund könnte in den gegenüber den anderen Flächen relativ frühen Aussaatterminen liegen (siehe dazu auch Anhang 2 H).

Im Jahr 2010 (Abb. 103) war auf den Untersuchungsflächen zu BBCH 32 ein höherer Befall zu verzeichnen. Auf 60 % der Flächen wurde der Bekämpfungsrichtwert überschritten. Auch im weiteren Befallsverlauf zeigte sich ein etwa doppelt so hoher Befall verglichen mit 2009, jedoch unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem. Betrachtet man jedoch nur die Flächen mit Raps-Vorfrucht (Abb. 104), zeigt sich eine ähnliche Situation wie 2009: die dauerhaft-Pfluglos-Flächen weisen im Durchschnitt einen höheren Befall in allen BBCH-Stadien gegenüber den konventionellen Flächen auf. Auch hier können die zeitigeren Aussaattermine in Verbindung mit anfälligeren Sorten ein Grund sein. Damit kann ein Einfluss der Bodenbearbeitung anhand dieser Beobachtungen nicht abschließend geklärt werden.

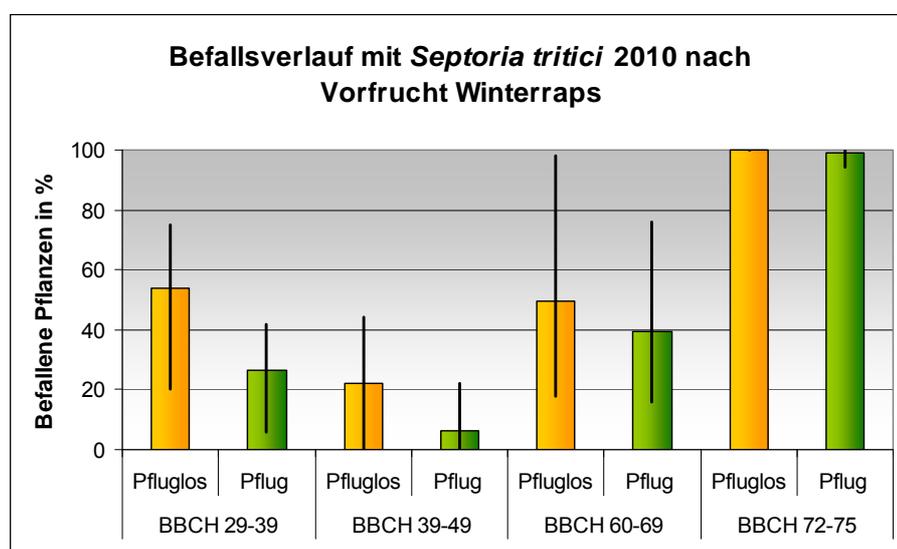


Abbildung 104: Befallsverlauf mit *Septoria tritici* im Jahr 2010 nach Vorfrucht Winterraps

Für den Erreger der Septoria-Blattdürre, der an Stoppelresten überdauert (OBST & PAUL 1993), ist annehmbar, dass bei pflugloser Bodenbearbeitung befallsfördernde Bedingungen vorliegen. Das wurde in zahlreichen Versuchen nachgewiesen, u. a. bei GARBE (2003), bei SIEVERT (2000) oder auch bei KREYE (2002).

Bei den beiden letztgenannten Autoren war dieser Bodenbearbeitungseffekt jedoch abhängig von der Fruchtfolge. Ein verstärktes Auftreten von Septoria war nur bei einer Weizenselbstfolge und verminderter Bodenbearbeitung zu verzeichnen. In dem im Rahmen des Projektes untersuchten Streifenversuches 2010 konnten diese Zusammenhänge nicht bestätigt werden (siehe Abb. 105 und 106).

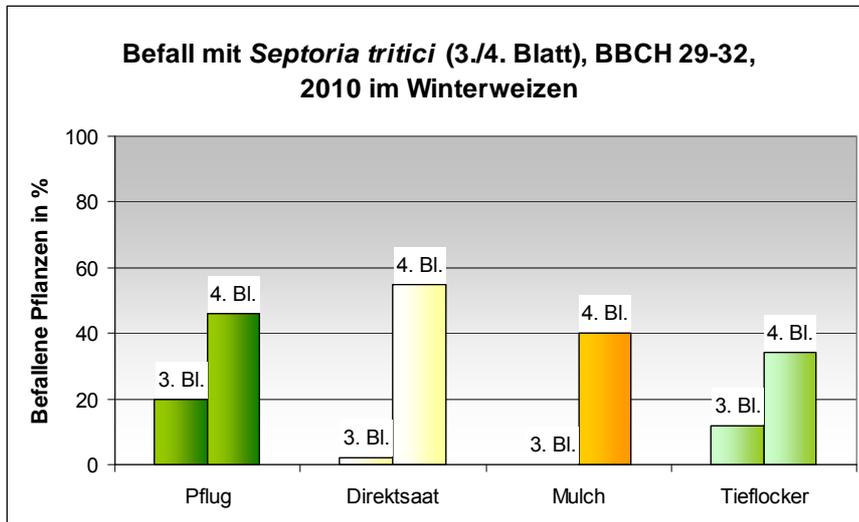


Abbildung 105: Befallshäufigkeit bei *Septoria tritici* im Streifenversuch 2010, BBCH 29-32

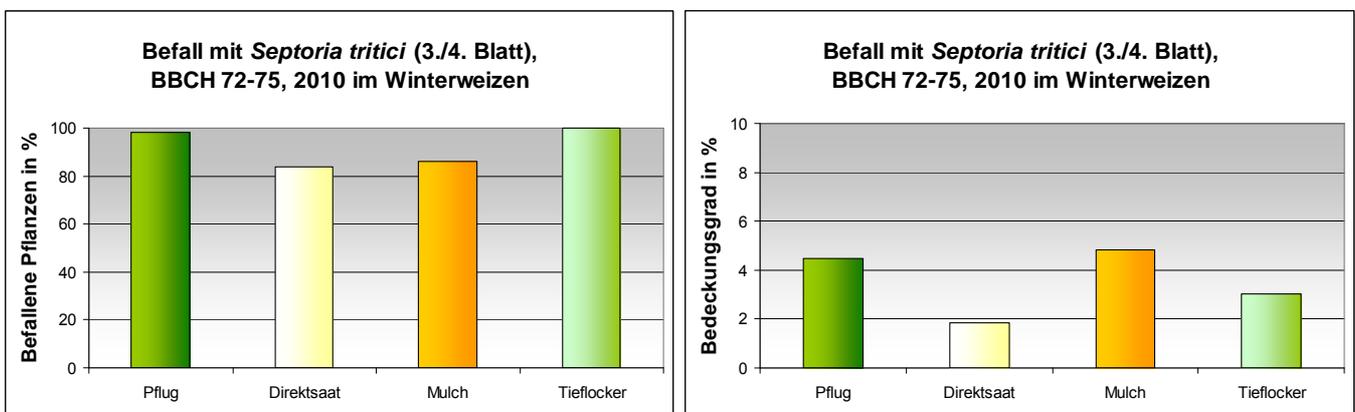


Abbildung 106: Befall mit *Septoria tritici* im Streifenversuch 2010, BBCH 72-75 mit Befallshäufigkeit (links) und Bedeckungsgrad (rechts)

Der Befall mit *Septoria tritici* war in allen Bodenbearbeitungsvarianten ähnlich hoch, lag in BBCH 32 im Mittel bei 40 % Befallshäufigkeit und stieg bis zur Milchreife auf nahezu 100 % an bei einem Bedeckungsgrad von 4 % bzw. sogar nur 2 % in der Direktsaatvariante. Im Projekt Glaubitz der LFL (2002) konnte in den zwei Erhebungsjahren kein Einfluss der Bodenbearbeitung auf das Auftreten von *Septoria* beobachtet werden. Allerdings stand dort der Weizen auch nicht in Selbstfolge.

DTR-Blattflecken (*Drechslera tritici-repentis*)

Vorrangig Weizen wird von dieser Krankheit befallen. Durch den hohen Weizenanteil bzw. Weizenselbstfolge in der Fruchtfolge und die Zunahme der pfluglosen Bodenbearbeitung hat die Bedeutung stark zugenommen. Ertragsverluste von 20-50 % sind möglich. Weitere Wirtspflanzen sind Triticale, Roggen, aber auch Quecke und Trespens. Die typischen Symptome, die erst durch Sekundärinfektionen der Konidiosporen ausgelöst werden, sind dunkelbraune Infektionspunkte mit gelbem Hof. Diese entwickeln sich weiter bis zu einer von der Blattspitze her fortschreitenden Blattdürre (Endstadium). Der Pilz überdauert auf Stroh- und Stoppelresten an der Bodenoberfläche. Warme und feuchte Bedingungen mit intensiven Niederschlägen fördern die Sporenbildung und Befallsausbreitung. Im Temperaturbereich von 20-28 °C kann sich der Erreger optimal ausbreiten (RODEMANN 2009).

In normal, nicht als Stoppelweizen bestelltem Winterweizen, trat DTR in den vergangenen Jahren erst spät (ab BBCH 51-69) in Erscheinung (LFULG 2009), so auch 2009, wo Mitte Juni vereinzelt auf wenigen Beobachtungsschlägen Symptome festgestellt worden waren. Zur Milchreife wurde insgesamt auf fünf Schlägen unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem ein geringer Befall auf dem 3. Blatt zwischen 3-8 % festgestellt. Aufgrund des sehr späten Auftretens in der Vegetationsperiode stellt diese

Krankheit unter normalen Bedingungen (keine Weizenselbstfolge) in der Regel kein ertragsrelevantes Problem dar. Ähnlich zur Situation 2009 wurde DTR auch 2010 nur auf fünf Untersuchungsschlägen mit einer Befallshäufigkeit von höchstens 8 % festgestellt, wobei jedoch der Erstbefall auf den Stoppelweizen-Flächen auftrat. Unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem, aber auch von der Vorfrucht, trat der Befall der übrigen vier Flächen erst zum Zeitpunkt der Milchreife auf. Im Streifenversuch fiel das vergleichsweise stärkere Auftreten in der Direktsaatvariante auf, das bereits zu BBCH 49 beobachtet wurde und bis zur Blüte auf 30 % anstieg (siehe Abb. 107).

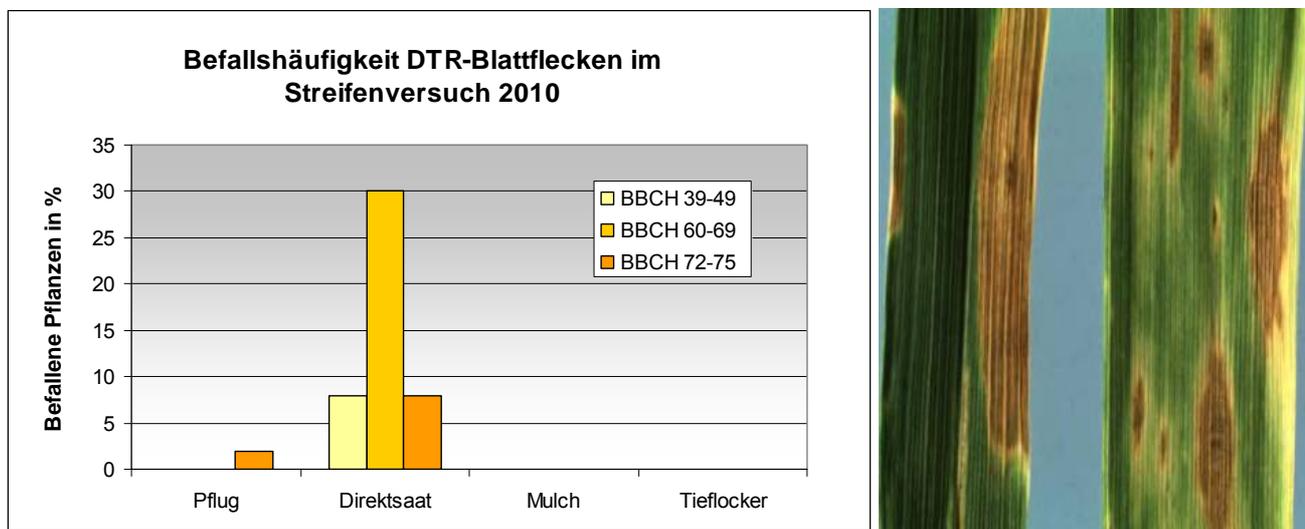


Abbildung 107: Befallsverlauf von DTR 2010 im Streifenversuch (Vorfrucht Winterweizen)

Aufgrund der Überdauerung des Erregers der DTR-Blattfleckenkrankheit an Strohresten ist davon auszugehen, dass diese Krankheit bei pflugloser Bodenbearbeitung auch stärker in Erscheinung tritt. Hinzu kommt der Umstand, dass dieser Krankheitserreger z. B. im Gegensatz zum Septoria-Erreger auf nicht verrotteten Strohh- und Stoppelresten unmittelbar im Bestand zu überdauern vermag und von dort im Frühjahr seinen Infektionsprozess beginnt (SCHLÜTER 2003). Damit kommt dem Vorfruchteffekt in Verbindung mit der nichtwendenden Bodenbearbeitung wieder eine entscheidende Bedeutung zu, denn DTR ist besonders im Stoppelweizen ein Problem. Dazu gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen (z. B. SIEVERT 2000, KREYE 2001, LFL 2002, GARBE 2003, BUSCHE 2008).

Ährenfusariosen

Verschiedene Pilze der Gattung *Fusarium* können zum Ausbleichen einzelner Ährchen oder Ährenabschnitte führen. Entsprechend diesem Schadbild werden Ährenfusariosen auch als Partielle Weiß- oder Taubährigkeit bezeichnet. Von allen Hauptgetreidearten werden am häufigsten Weizen (vor allem Durum-Weizen), Triticale und Hafer befallen, aber auch Mais und verschiedene Gräser gehören zu den Wirtspflanzen.

Diese Pilze können neben erheblichen Ertragsverlusten durch Minderung des Tausendkorngewichtes auch die Back- und Brauqualität beeinträchtigen sowie durch produzierte Gifte für Mensch und Tier ein erhebliches Gesundheitsrisiko darstellen. Insbesondere *Fusarium culmorum* und *Fusarium graminearum* bilden die für Mensch und Tier gefährlichen Toxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA). Inokulumquellen der Fusarienarten sind infizierte Körner, Weizen- und Maisstoppelreste sowie befallene Pflanzenteile, von denen Ascosporen bzw. Konidien durch Wind- oder Regenspritzer in die Ähre gelangen können. Deshalb stellen Weizenschläge mit Mais- oder Getreidevorfrucht und pflugloser bzw. unzureichend rottefördernder Bodenbearbeitung sowie der Anbau stärker anfälliger Sorten besondere Risikofaktoren dar (RODEMANN 2009).

Entscheidend für den Fusariumbefall eines Schlages ist der Witterungsverlauf ab Mitte des Ährenschiebens bis zum Ende der Blüte. Optimale Infektionsbedingungen sind nach Niederschlägen von mindestens 2 mm und bei Temperaturen von 15-20 °C gegeben, wobei eine lange Blühphase das Befallsrisiko noch erhöht. Solche Bedingungen waren 2009 in der kritischen Periode der Blühphase gegeben, sodass mit erhöhtem Befall und damit verbundenen höheren Toxinwerten gerechnet wurde. Diese Befürchtung hat sich in der Regel nicht bestätigt. Die DON-Werte der untersuchten Proben der 20 Beobachtungsschläge lagen alle unter 800 µg DON/ kg Erntegut und damit deutlich unter der zulässigen Höchstmenge für unverarbeitetes Getreide von

1.250 µg DON/ kg Erntegut (siehe Abb. 108). Berücksichtigt werden muss, dass die Probenahme jeweils vom behandelten Schlag erfolgte und auf allen Schlägen der wenig befallsfördernde Wintertraps als Vorfrucht stand sowie durchweg Sorten mit geringer bis mittlerer Anfälligkeit angebaut waren. Trotz des relativ geringen Befallsniveaus traten dennoch Befallsunterschiede auf. Auf den dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Flächen lagen die Werte signifikant höher gegenüber den konventionellen Flächen. Die Gründe dafür können nicht abschließend geklärt werden, weil sich eine Vielzahl von Einflüssen wie Sorte, zu starke Einkürzung der Halme, termingerechte Blütenspritzung auf das Befallsgeschehen auswirken kann.

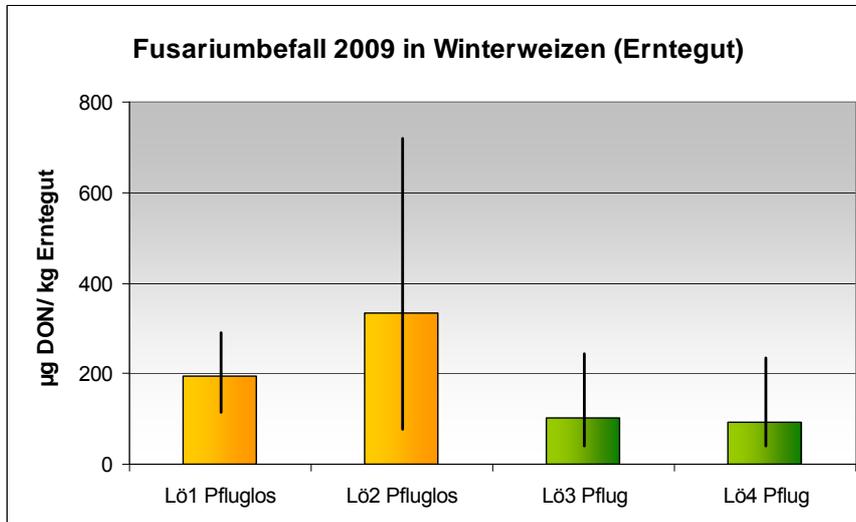


Abbildung 108: Vergleich der Deoxynivalenol (DON)-Werte 2009 im Betriebsdurchschnitt

2010 wurden von allen Schlägen zusätzlich Proben aus den Spritzfenstern untersucht. Weil alle untersuchten Proben unterhalb der Nachweisgrenze lagen, kann leider für 2010 keine Aussage zum Einfluss des Bodenbearbeitungssystems gerade auch bezüglich verschiedener Vorfrüchte zum Weizen getroffen werden.

Aus Literaturergebnissen geht hervor, dass die Vorfrucht einen entscheidenden Einfluss auf die Ausprägung von Fusariosen hat: VOGELSANG & FORRER (2005); BUSCHE (2008): Förderung Ährenfusariosen durch Stoppelweizen; GARBE (2003): Förderung Ährenfusariosen durch Stoppelweizen- und Maisvorfrucht, KREYE et al. (2006): Vorfrucht Mais; Glaubitz, LfL 2002: Vorfrucht Mais; ZIMMERMANN et al. (2009): Förderung Ährenfusariosen durch Körnermaisvorfrucht.

Die Hauptrisikofaktoren Vorfrucht, Boden- und Stoppelbearbeitung sowie Sortenresistenz schlagen jedoch nur bei entsprechend feuchter Witterung während des Ährenschiebens und der Blüte durch. Damit spielt letztendlich die Witterung die entscheidende Rolle für die Gefährdung des Erntegutes durch Mykotoxinbildung. Vorbeugend muss also der Landwirt die Hauptrisikofaktoren auf möglichst niedrigem Einflussniveau halten (GÖDECKE & TIEDEMANN 2009).

6.3.2.3 Tierische Schaderreger im Getreide

Mit der Ausweitung des Weizenanbaus geht auch die Möglichkeit der stärkeren Vermehrung von Schädlingen dieser Wirtspflanze einher. Begünstigend für das Auftreten verschiedener Schädlinge haben auch die milden Winter der vergangenen Jahre gewirkt (z. B. Feldmausauftreten, Blattläuse als Virusvektoren). Die wirtschaftliche Bedeutung der relativ überschaubaren Anzahl tierischer Schaderreger in Weizen und Gerste kann jahres- und regional bedingt sehr unterschiedlich ausfallen und z. T. erhebliche Ausmaße annehmen (LAUENSTEIN 2009).

Inwieweit das Schädlingsauftreten in Getreide in Beziehung zur Bodenbearbeitung steht, ist schwer abzuschätzen, weil darüber, mit wenigen Ausnahmen, kaum Untersuchungen bekannt sind.

Im Laufe der Vegetationsperiode 2008/2009 wurde das Auftreten von Blattläusen (als Virusvektoren und als saugende Direktschädlinge), Getreidehähnchen, Fritfliege, Sattelmücken und Weizengallmücken, also all jenen Schaderregern, die auch im Rahmen der Schaderregerüberwachung in Sachsen eine Rolle spielen, beobachtet. Diese Bonituren wurden jedoch 2010 nicht fortgeführt.

Blattlausauftreten in Wintergerste und Winterweizen

Die Getreideblattläuse umfassen eine große Anzahl von Blattlausarten, denen als Überträger von Viruskrankheiten (insbesondere Gerstengelverzweigungs-Virus und Weizenverzweigungs-Virus) sowie als saugende Schädlinge Bedeutung zukommt. Als Virusüberträger sind in Sachsen in erster Linie die Haferblattlaus (*Rhopalosiphum padi*), die Maisblattlaus (*Rhopalosiphum maydis*) und die Große Getreideblattlaus (*Sitobion avenae*) zu erwähnen (PÖLITZ 2009). Diese spielten im Herbst 2008 sowohl in der Wintergerste als auch im Winterweizen keine Rolle. Es wurde kaum Befall festgestellt. Aufgrund des kalten Winters erfolgte keine anholozyklische Entwicklung, d. h. die adulten Tiere überlebten den Winter nicht, starben ab und die Arten haben als Eier überwintert, sodass mit der damit verbundenen längeren Entwicklungsphase der Populationen im folgenden Frühjahr der Zuflug verspätet in die Weizenbestände erfolgte und damit eine nennenswerte Schädigung nicht zu erwarten war. So zeigte sich das Blattlausauftreten bis zur Blüte des Weizens sehr verhalten.

In der Kornfüllungsphase kam es zu teilweise stärkerem Befall besonders auch an den Ähren, sodass auch der Bekämpfungsrichtwert von 60-80 % Befallshäufigkeit z. T. erreicht wurde. Diese Saugschäden wirken sich hauptsächlich als Reduzierung des Tausendkorngewichtes aus. Das Auftreten kann regional und schlagspezifisch sehr unterschiedlich sein.

Ein Zusammenhang zwischen Blattlausauftreten und Bodenbearbeitungssystem war nicht zu erkennen und auch nicht zu erwarten. Hinweise aus der Literatur gibt es jedoch dahingehend, dass in verschiedenen Kulturen (Ackerbohnen, Kartoffeln, Raps) in Versuchen mit und ohne Strohmulchauflage in den Parzellen mit Mulchauflage weniger Pflanzen mit Blattläusen befallen waren. Dabei kam zur Wirkung, dass sich die geflügelten Blattläuse während eines Befallsfluges sowohl optisch als auch nach Geruchs- und Geschmacksstoffen zu ihren Wirtspflanzen hin orientieren können, aber auch die räumliche Verteilung sowie Farbkontraste der Wirtspflanze zum Untergrund scheinen eine Rolle für die Orientierung zu spielen. Dabei ist die Reaktion je nach Blattlausart jedoch verschieden. Auch der Einfluss des Mulchens auf andere Schadorganismen wie z. B. Schnecken steht der positiven Wirkung gegen Blattläuse negativ gegenüber (HEIMBACH & EGGERS 2002).

Getreidehähnchen (*Oulema ssp.*)

Die Larven des Getreidehähnchens verursachen den streifenförmigen Fensterfraß auf den Fahnenblättern, was im Gegensatz zur Fraßtätigkeit der Käfer den eigentlichen wirtschaftlichen Schaden darstellt. Der Bekämpfungsrichtwert liegt bei 12 Larven/Linie am Fahnenblatt (BBCH 39-59). Bei diesem Befallswert ist mit einer Minderung der Photosyntheseleistung und damit auch mit einer Reduktion des Tausendkorngewichtes zu rechnen. Auf einigen Schlägen zeigte sich ein stärkeres Auftreten, jedoch ohne den Bekämpfungsrichtwert zu erreichen. Oft wird der Befall überschätzt.

Zusammenhänge zum Bodenbearbeitungssystem wurden nicht festgestellt und sind aus der Literatur nicht bekannt. Untersuchungen, die vereinzelt dazu durchgeführt wurden (SHALA-MAYRHOFER 2004), ergaben keine Beziehungen zum Bodenbearbeitungssystem.

Weizengallmücke

In Deutschland bzw. in Sachsen kommen die Gelbe (*Contarinia tritici*) und die Orangerote (*Sitodiplosis mosellana*) Weizengallmücke vor. Die Mücken legen ihre Eier in die Kornanlagen der Ähre ab und die dann schlüpfenden Larven schädigen durch ihre Fraßtätigkeit in der Ähre. Die Massenvermehrung und damit das Ausmaß des Schadens ist jedoch stark abhängig von der zeitlichen Übereinstimmung zwischen dem sensiblen Entwicklungsstadium der Nutzpflanze (BBCH 50-65) und dem Hauptflug der Mücke (VOLKMAR & GAFFAR 2009).

In Sachsen sind bisher keine nennenswerten Schäden durch die Weizengallmücke aufgetreten. In einem Monitoring 2007 und 2008 wurden zwar hohe Flugdichten der Weizengallmücke festgestellt, die jedoch nicht in das sensible Entwicklungsstadium fielen, sodass es nicht zu einer Schädigung kommen konnte (PÖLITZ 2009).

Neben Witterungsparametern wie Niederschlag, Temperatur und Wind spielen auch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen wie die Fruchtfolgegestaltung (Weizen nach Weizen) und Sortenwahl sowie die Bodenbearbeitung (konservierend oder wendend) eine entscheidende Rolle für die populationsdynamischen Prozesse der Weizengallmücke (VOLKMAR & GAFFAR 2009), denn die Überwinterung erfolgt in einem Kokon im Boden vorjähriger Befallsflächen.

6.4 Pflanzenschutzmittelbehandlungsindex und Bodenbearbeitungssystem

6.4.1 Material und Methoden

Die Berechnungen des Behandlungsindex bzw. der einzelnen Teilindices erfolgten kulturbezogen für Wintergerste und Winterweizen der Erntejahre 2009 und 2010 für die ausgewählten Beobachtungsschläge. Als Grundlage dienten auch hier wieder die Angaben zum Pflanzenschutzmitteleinsatz in den Schlagkarteien der Betriebe. Der BI wurde für jede einzelne Fläche nach Herbizid-, Fungizid- und Insektizideinsatz getrennt berechnet und durch Aufsummierung dieser Teilindices zum Gesamt-Behandlungsindex zusammengefasst. Maßnahmen mit Totalherbiziden (Glyphosat) zwischen Ernte und Aussaat wurden der Folgekultur zugerechnet.

6.4.2 Ergebnisse und Diskussion

6.4.2.1 Behandlungsindex in Wintergerste im Erntejahr 2009 und 2010

Herbizidbehandlungsindex in Wintergerste

Vergleicht man für die beiden Untersuchungsjahre 2009 und 2010 den Glyphosateinsatz (siehe Abb. 109), so ist der höhere Einsatz in den dauerhaft pfluglosen Betrieben in 2009 statistisch gesichert, während 2010 diese Beziehung nicht mehr ersichtlich wird. In diesem Zusammenhang muss berücksichtigt werden, dass in den konventionellen Betrieben V 3 und V 4 bereits 2009 bzw. 2010 die Wintergerste größtenteils pfluglos bestellt wurde, während in den Vorjahren dort noch meist der Pflug eingesetzt wurde. Betrachtet man des Weiteren den Herbizid-Index ohne den Glyphosatanteil, so fällt ebenfalls der höhere Einsatz (statistisch gesichert) auf den konventionellen Standorten auf (Abb. 110). Vergleicht man dazu den entsprechenden Unkrautdeckungsgrad, so zeigt sich, dass dieser 2009 und 2010 auf den konventionellen Standorten z. T. höher als auf den dauerhaft pfluglosen Standorten lag, insbesondere im Betrieb V 3, in dem der Pfluglos-Anteil in den vergangenen zwei Jahren gegenüber Betrieb V 4 noch stärker zugenommen hat.

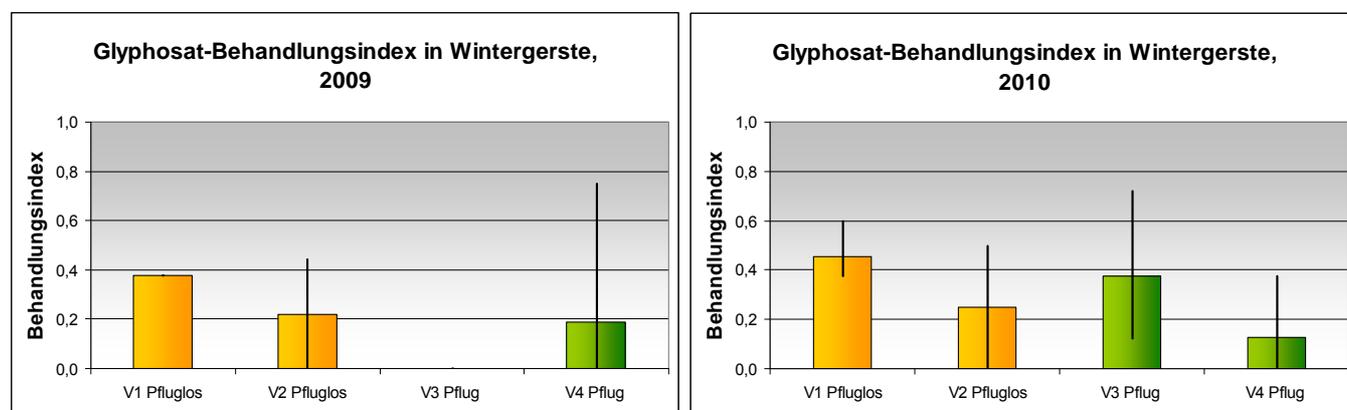


Abbildung 109: Glyphosat-Behandlungsindex in Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

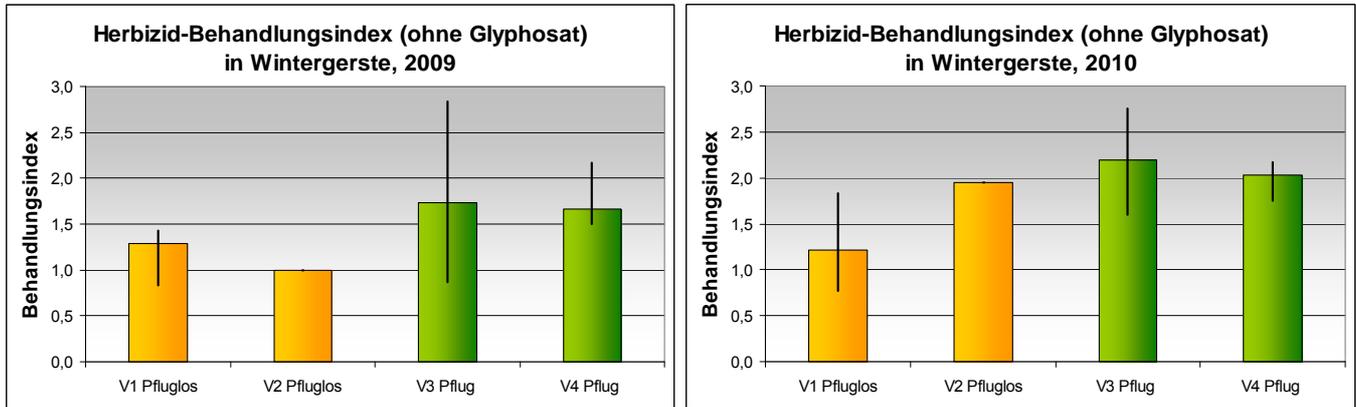


Abbildung 110: Herbizid-Behandlungsindex (ohne Glyphosat) in Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

Nach den Ergebnissen der Untersuchungen im Netz der Vergleichsbetriebe (FREIER et al. 2008 und 2009) kann die Bodenbearbeitung Einfluss auf die Höhe des Herbizid-BI bei Wintergerste nehmen. Dabei konnte jedoch nur die Vorfrucht Wintergetreide berücksichtigt werden. Höhere Herbizidanwendungen waren sowohl 2007 und 2008 in der pfluglosen Variante zu verzeichnen, was auf das angewendete Glyphosat zurückzuführen war. Auch der Aussattermin hatte 2007 in den Vergleichsbetrieben einen Einfluss auf den Index: Die Frühsaaten (bis 15.09.) wiesen einen höheren Herbizid-BI auf als die Spätsaaten (ab 26.9.). Dies zeigte sich jedoch nicht bei einer durchgängigen Abstufung im Sinne, je später die Aussaat, desto geringer der Pflanzenschutzmittelaufwand. Gleiches gilt auch für die Beobachtungsflächen dieses Projektes, die zwischen dem 10.09. und 19.09.08 bzw. zwischen dem 08.09. und 22.09.09 ausgesät worden waren.

Die Ausschöpfung der zulässigen Aufwandmenge für die Herbizide der Betriebe erfolgte im Gesamt-Durchschnitt zu 72 % (2009) und 65 % (2010) und variierte sowohl von Betrieb zu Betrieb zwischen 48 und 100 %, aber teilweise auch zwischen den Flächen innerhalb eines Betriebes sehr stark (siehe Tab. 25).

Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz in Wintergerste

Auf fast allen Flächen der vier Betriebe erfolgte in beiden Untersuchungsjahren eine einmalige Fungizidbehandlung, die in der Regel zur Bekämpfung mindestens einer der vier Hauptkrankheiten Rhynchosporium-Blattflecken, Netzflecken, Echter Mehltau und Zwergrost notwendig ist. Der durchschnittliche BI 2009 war in allen Betrieben mit ca. 0,85 ähnlich hoch. Der um etwa 0,3 Einheiten niedrigere BI im Betrieb V 3 konventionell hat seine Ursache in der Nichtbehandlung einer Fläche (siehe Abb. 111 links). Auch 2010 erfolgte in allen Betrieben i.d.R., von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine Einmalbehandlung. Die große Spannweite in den Betrieben V 1 und V 3 hat ihre Ursachen in der Nichtbehandlung von jeweils einer Fläche. Die durchschnittlichen Indices differierten 2010 relativ stark zwischen 0,6 und 1,5 unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem.

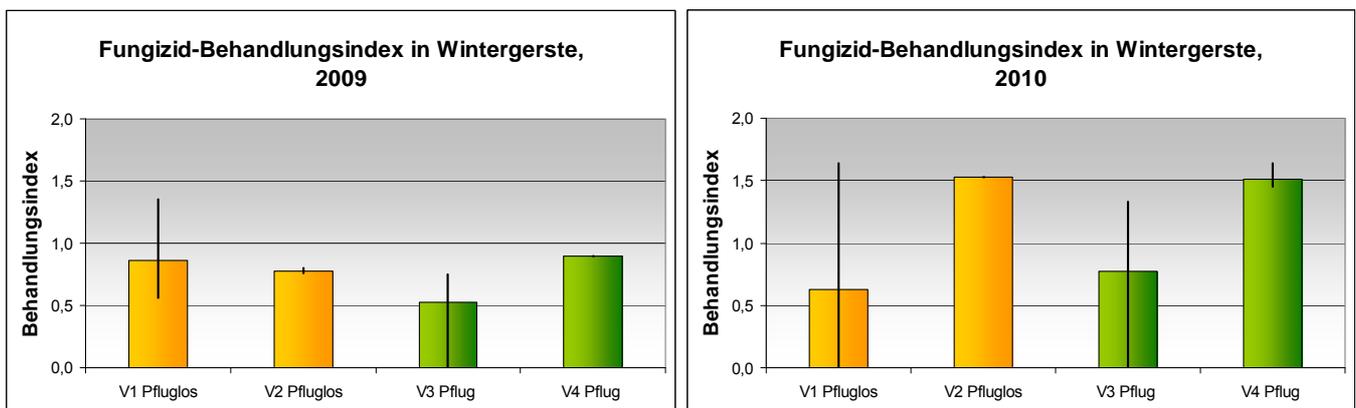


Abbildung 111: Fungizid-Behandlungsindex in Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

Die Ausschöpfung der maximalen Aufwandmenge erfolgte im Gesamtdurchschnitt der Betriebe zu 68 % (2009) bzw. zu 64 % (2010) mit einer Spannweite von 51-90 % (siehe Tab. 25). Damit liegt dieser Wert etwas über dem der Vergleichsbetriebe 2007-2009 von ca. 54 % (FREIER et al. 2009).

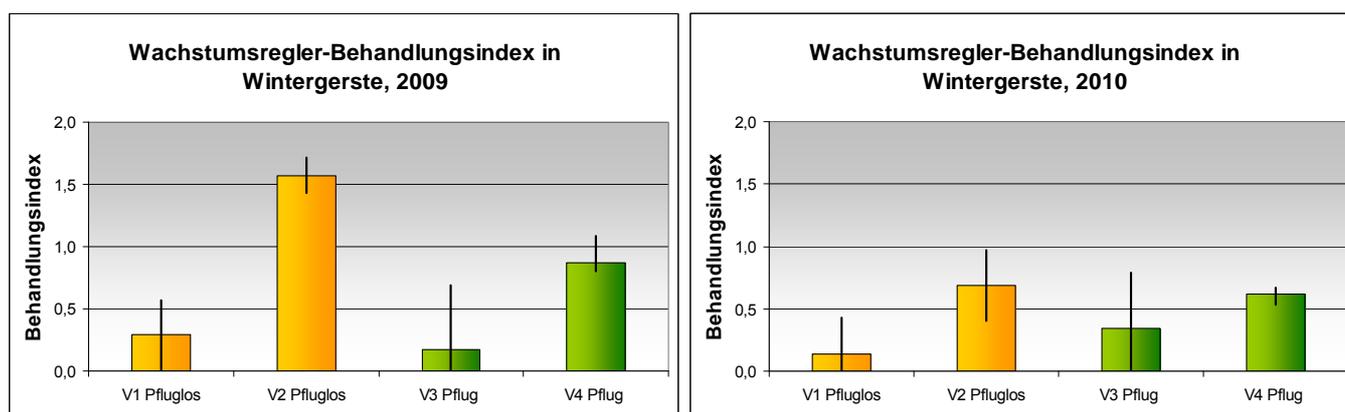


Abbildung 112: Wachstumsregler-Behandlungsindex in Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

Der Wachstumsreglereinsatz differierte von Betrieb zu Betrieb, aber auch zwischen den Flächen sehr stark. Während auf einem Drittel der Flächen kein Wachstumsregler eingesetzt wurde, erfolgte auf zwei Flächen ein zweimaliger Einsatz, was u. a. auf die Sortenkonstellation zurückzuführen war (siehe Abb. 111, links). Die Dosierung wurde insbesondere 2010 z. T. um mehr als die Hälfte herabgesetzt, wie aus Tab. 25 ersichtlich ist.

Tabelle 25: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen (%) in den ausgewählten Betrieben der V-Standorte in Wintergerste 2009 und 2010

	Fungizide		Herbizide		Glyphosat		Wachstumsregler	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
V1 Pfluglos	61	55	64	54	38	46	48	40
V2 Pfluglos	52	51	100	65	44	50	79	48
V3 Pflug	70	73	48	65	-	75	69	58
V4 Pflug	90	76	74	76	75	38	70	62

Gesamtbehandlungsindex in Wintergerste

Der durchschnittliche Gesamtbehandlungsindex liegt 2009 mit 3,0 deutlich unter dem bei den Vergleichsbetrieben in Deutschland ermittelten Index von 4,0 (siehe Abb. 114). Betrachtet man bei den Vergleichsbetrieben jedoch nur die Region Ost mit einem BI von 3,7, so relativiert sich dieser Abstand etwas. Hinzu kommt die Berücksichtigung der insgesamt geringeren Ertragserwartung auf den Flächen in den Vorgebirgslagen, was sich in einem entsprechend geringeren BI niederschlägt. 2010 lag der durchschnittliche BI bei 3,4. Dazu ist jedoch derzeit aus dem NVB nur ein Vergleichswert verfügbar, der dem Durchschnitt der Werte 2007-2009 entspricht. Dieser liegt bei 4,2 für den Gesamt-BI.

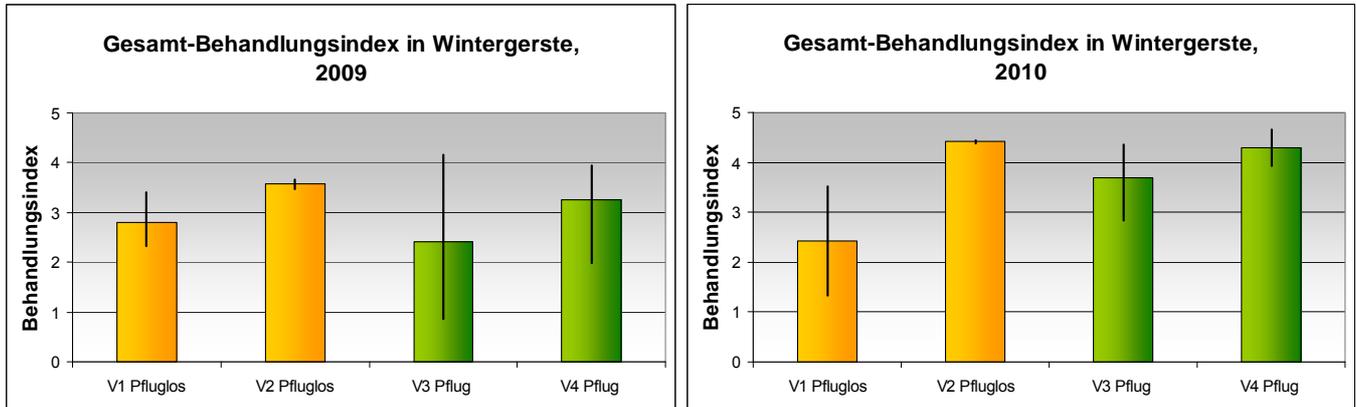


Abbildung 113: Gesamt-Behandlungsindex Wintergerste 2009 und 2010 nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

Fasst man die Betriebe zum Bodenbearbeitungssystem zusammen (siehe Abb. 114 und 115), so zeigt sich 2009 der Trend eines insgesamt etwas höheren Behandlungsindex auf den dauerhaft pfluglosen Flächen, was jedoch nicht, wie eher erwartet, dem Herbizideinsatz zuzuschreiben ist, sondern der Differenzierung bei den Fungiziden und Wachstumsreglern. Die teilweise großen Unterschiede zwischen den Betrieben, aber auch Flächen werden, wie bei den Teilindices, auch im Gesamtindex deutlich.

Im Gegensatz dazu weisen 2010 die konventionellen Flächen im Durchschnitt einen höheren Gesamtindex auf, der ursächlich auf einen höheren Herbizidaufwand zurückzuführen ist.

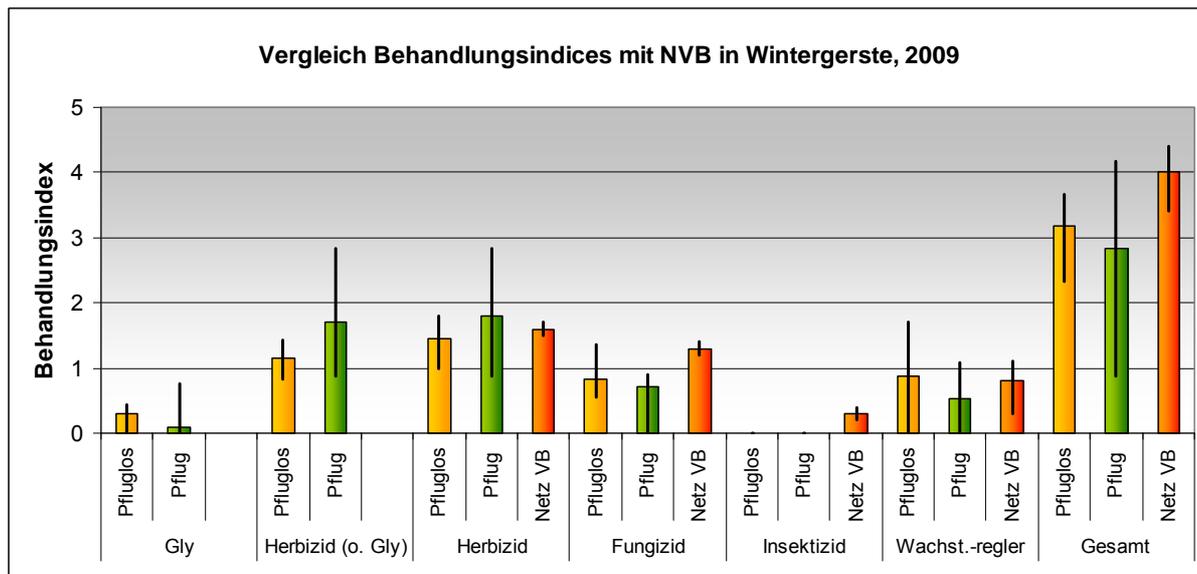


Abbildung 114: Teilbehandlungsindices in Wintergerste auf den V-Standorten 2009 im Vergleich zum Netz der Vergleichsbetriebe (NVB)

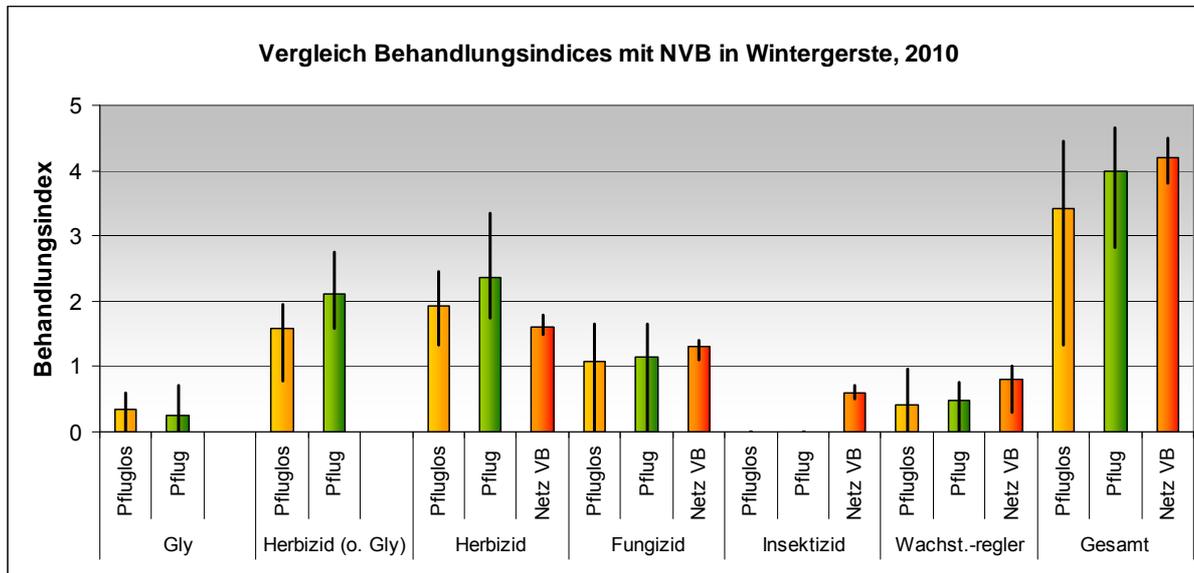


Abbildung 115: Teilbehandlungsindices in Wintergerste auf den V-Standorten 2010

Für die NVB-Werte 2010 wurden die NVB-Werte 2007-2009 für Deutschland herangezogen und gemittelt. Neue Daten für 2010 und 2011 werden im nächsten Jahresbericht des Netzes der Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz erwartet, der vom Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, herausgegeben wird.

6.4.2.2 Behandlungsindex in Winterweizen im Erntejahr 2009 und 2010

Herbizidbehandlungsindex in Winterweizen

Der Herbizid-BI lag 2009 vergleichbar zum Netz der Vergleichsbetriebe im Durchschnitt aller Betriebe bei 2,0 mit einer Spannweite von 1,5 bis 3,0 und in 2010 im Mittel bei 1,8 mit noch größeren Spannweiten von 0,67 bis 3,3 (siehe auch Abb. 116). Dabei lagen die Reduzierungen in den Aufwandmengen zwischen 60 und 30 %, bezogen auf die jeweiligen Betriebsmittel der ausgewählten fünf Schläge (siehe Tab. 26).

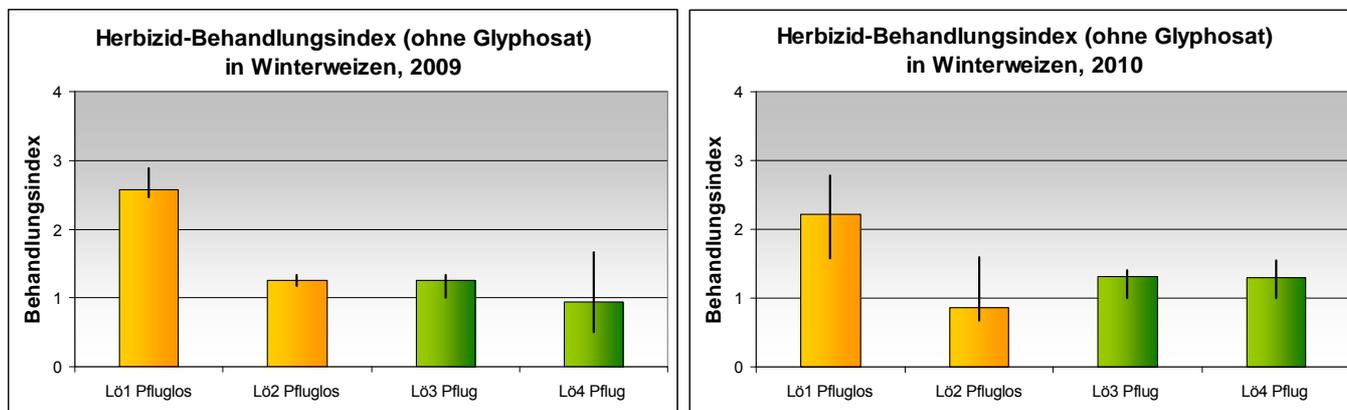


Abbildung 116: Herbizid-Behandlungsindex (ohne Glyphosat) in Winterweizen nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem 2009 und 2010

Beim Herbizid-BI wird deutlich (siehe Abb. 116), dass auch hier wieder betriebliche Unterschiede eine große Rolle spielen. Mit Ausnahme des höheren BI im Betrieb L01 Pfluglos lag der BI in den drei anderen Betrieben sowohl 2009 als auch 2010 in etwa gleicher Höhe, was jedoch dazu führt, dass bei Zusammenfassung der Flächen zum Bodenbearbeitungssystem (Abb. 122) ein im Dauerhaftpfluglos-System höherer Trend im Herbizidaufwand zu verzeichnen ist. Alle untersuchten Weizenflächen, auch die in den konventionellen Betrieben, sind 2009 pfluglos bestellt worden und es kam überall Glyphosat zur Anwendung. Auffällig erscheint dabei der signifikant höhere Einsatz in den konventionellen Betrieben (siehe Abb. 117) gegenüber den dauerhaft Pfluglos-Betrieben. Zurückzuführen ist dies auf eine unterschiedliche Reduzierung der Aufwandmengen (AWM). Während in

den dauerhaft Pfluglos-Betrieben die AWM um ca. 50 % reduziert wurde, nahmen die konventionellen Betriebe nur eine etwa 30-prozentige Reduzierung der Aufwandmenge vor.

2010 wurde außer in Betrieb Lö 2 in den drei anderen Betrieben ein einheitlicher Glyphosat-BI von 0,4 ermittelt. Deutlich wird aber auch anhand der großen Spannweiten die starke Differenzierung zwischen den Flächen, was auf die 2010 unterschiedlichen Vorfrüchte, aber auch den Einsatz des Pfluges auf den konventionellen Flächen zu Weizen nach Weizen und nach Silomais zurückgeführt werden kann. So erfolgte dort auf den gepflügten Weizenschlägen kein Glyphosateinsatz, während die pfluglosen Schläge mit Raps-Vorfrucht behandelt wurden.

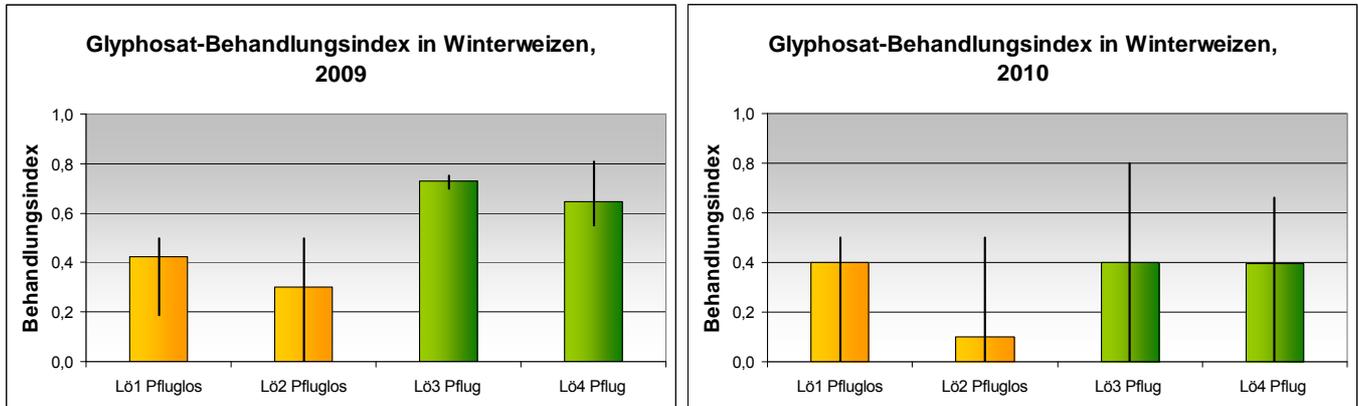


Abbildung 117: Glyphosat-Behandlungsindex in Winterweizen nach Betrieben und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem 2009 und 2010

Im Bericht des Netzes der Vergleichsbetriebe wurde der Einfluss der Bodenbearbeitung in Abhängigkeit von der Vorfrucht auf die Herbizidanwendung auch in Winterweizen näher betrachtet. Es wurde herausgestellt, dass die mittleren Behandlungsindices für Herbizide bei den Vorfruchtgruppen Wintergetreide und Raps sowohl 2007 als auch 2008 und 2009 in den pfluglosen Varianten höher lagen. Dabei standen die höheren Herbizidintensitäten im Zusammenhang mit der zusätzlichen Anwendung von Glyphosaten. Betrachtet man nur den Einfluss der Vorfrüchte unabhängig von der Bodenbearbeitung, so zeigten sich signifikant geringere Herbizidanwendungen nach Mais im Vergleich zu Getreide und Winterraps als Vorfrucht sowohl 2007 als auch 2008 und 2009 (FREIER et al. 2009, 2010). Damit wird auch hier der Einfluss der Fruchtfolge auf die Pflanzenschutzmittelintensitäten deutlich. Diese Beziehungen konnten im Rahmen der in 2009 durchgeführten Erhebungen nicht festgestellt werden, weil auf allen Flächen einheitlich Raps als Vorfrucht stand. Unter dem Einfluss verschiedener Vorfrüchte 2010 zeigten sich die bei FREIER et al genannten Einflüsse zumindest auf den konventionellen Standorten. Auf den dauerhaft-Pfluglos-Standorten wurde dieser Zusammenhang nicht so deutlich, was jedoch auch der Pflanzenschutzmitteleinsatzpraxis der beiden Betriebe zugeschrieben werden kann.

Für den Zusammenhang zwischen Aussattermin und BI ließ sich auf den Flächen der Vergleichsbetriebe eine Signifikanz nachweisen: Je früher der Aussattermin, desto höher der Behandlungsindex (FREIER et al. 2009). Diese Tendenz zeichnete sich ebenfalls auf den ausgewählten Projektflächen ab 2009 (bei einheitlicher Vorfrucht Winterraps) und auch 2010 aufgrund verschiedener Vorfrüchte.

Fungizid- und Insektizid-Behandlungsindex in Winterweizen

Der durchschnittliche Fungizid-BI lag in den Betrieben 2009 zwischen 2,0 und 2,8 mit beachtlichen Spannweiten zwischen den Flächen von 1,5 bis 3,1 sowie 2010 zwischen 1,0 und 4,4. Insgesamt zeigt sich die Anwendungsintensität der Fungizide 2009 auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen signifikant höher gegenüber den konventionellen Flächen (siehe Abb. 118). Im Gegensatz dazu dominierten jedoch 2010 mehr betriebliche Unterschiede. Der höhere Einsatz 2009 korrespondiert mit dem bonitierten stärkeren Krankheitsauftreten bei *Septoria tritici*, *Ährenfusarium* und Braunrost auf den Flächen der dauerhaft Pfluglos-Betriebe. Demgegenüber wurde im Netz der Vergleichsbetriebe kein Zusammenhang zwischen Bodenbearbeitung und Fungizideinsatz bei Winterweizen, aber auch bei Wintergerste und Winterraps für die Jahre 2007, 2008 und 2009 nachgewiesen. Es kann angenommen werden, dass Witterung und Krankheitsauftreten sich im BI letztlich stärker niederschlagen als der Einfluss der Bodenbearbeitung. Diesen Zusammenhang zeigen in ähnlicher Weise ebenfalls Ergebnisse von KREYE 2002, indem er

nachweist, dass die notwendige Intensität des Fungizideinsatzes im Winterweizen bei konservierender Bodenbearbeitung vom jahresspezifischen Pilzdruck und dem Ertragspotenzial des Standortes abhängig ist. Im Mittel der drei Versuchsjahre war im Vergleich zur wendenden Bodenbearbeitung in den Varianten der Mulchsaat nur im Stoppelweizen ein höherer Fungizideinsatz notwendig. Keinen Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Höhe des Fungizideinsatzes ergaben ebenfalls die Auswertungen über mehrere Jahre auf den Flächen der Schaderregerüberwachung in Sachsen (SEÜ SACHSEN 2009).

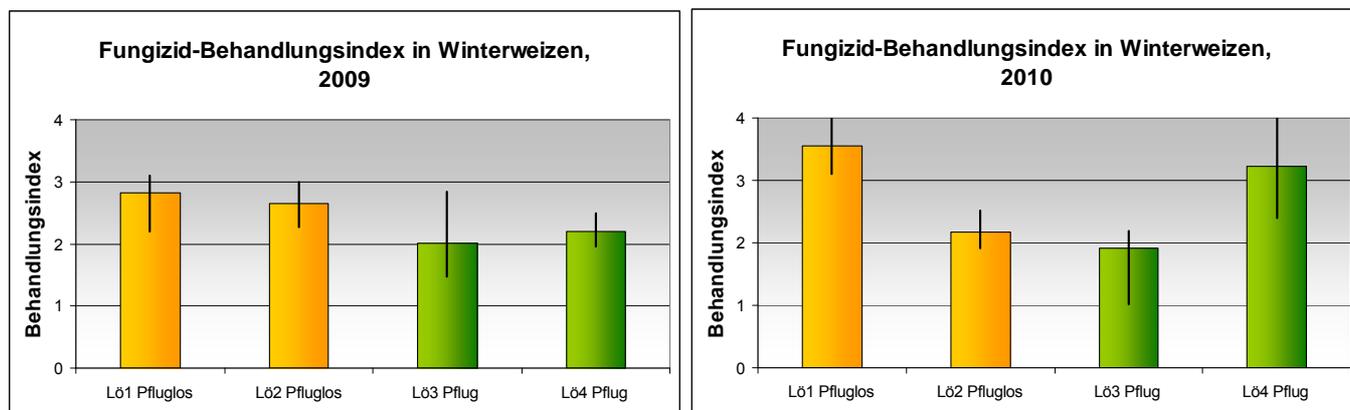


Abbildung 118: Fungizid-Behandlungsindex in Winterweizen 2009 und 2010 betriebspezifisch und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

Die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen ging bis auf 40 % (2010 im Betrieb Lö 2) zurück und lag mit durchschnittlich 74 % (2009 im Betrieb Lö 4) am höchsten (siehe Tab. 26). Weil in der Regel Präparate mit verschiedenen Wirkungsspektren kombiniert werden, ist eine entsprechende Reduzierung fallspezifisch vertretbar, wobei jedoch immer die Gefahr möglicher Resistenzen im Auge behalten werden muss. So werden Aufwandmengen von Azolen unter 80 % der zugelassenen Aufwandmenge aus resistenzstrategischen Gründen nicht empfohlen. Auch strobilurinhaltige Mittel sollten keinesfalls unter 50 % der zugelassenen Aufwandmenge reduziert werden (LFULG 2009).

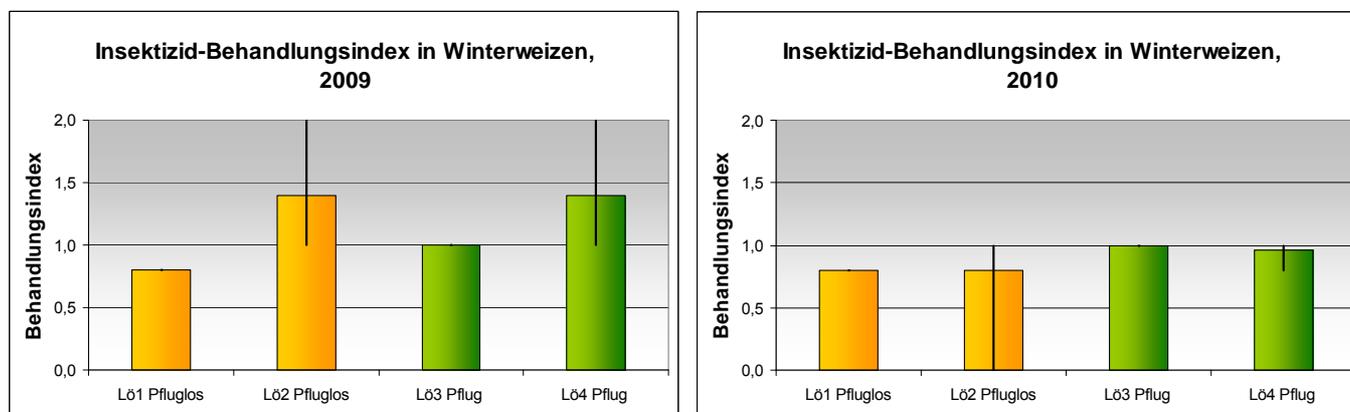


Abbildung 119: Insektizid-Behandlungsindex in Winterweizen 2009 und 2010 betriebspezifisch und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

Der Insektizid-BI lag unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem bei etwa 1,0 (siehe Abb. 119). Auf vier Flächen erfolgte eine Vektorenbekämpfung im Herbst 2008, sodass der Mittelwert in zwei Betrieben (Lö 2 und Lö 4) etwas über 1,0 hinausging. Aufgrund der sehr geringen Vektoren-Befallslage im Herbst 2008 sind diese Behandlungen eher als Vorsichtsmaßnahme einzuschätzen. Auf allen Flächen wurde bei der Blütenspritzung sowohl 2009 als auch 2010 ein Insektizid zugesetzt.

Wachstumsregler- und Gesamt-Behandlungsindex in Winterweizen

Der Wachstumsreglereinsatz lag im Durchschnitt in allen Betrieben etwa gleich hoch bei 1,5 (siehe Abb. 120). Mit Ausnahme einer Sorte wiesen alle anderen Sorten eine geringe bis mittlere Lageranfälligkeit auf (siehe dazu auch Anhang 2 H). Die Ausschöpfung der Aufwandmengen erfolgte zwischen 58 und 81 % (siehe Tab. 26).

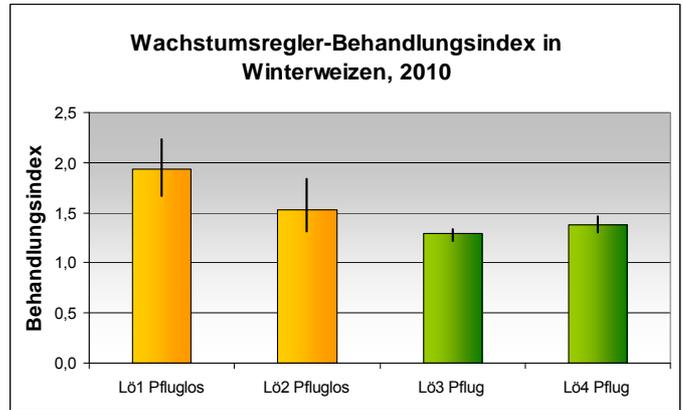
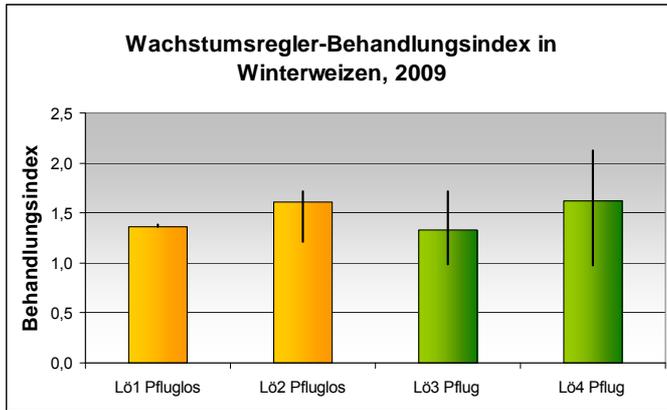


Abbildung 120: Wachstumsregler-Behandlungsindex in Winterweizen 2009 und 2010 betriebspezifisch und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

Summiert man alle dargestellten Teilindices auf, so ergibt sich für alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen ein durchschnittlicher Gesamtindex über alle Flächen von 7,2 2009 mit Spannweiten von 5,2 bis 8,4 (Abb. 121, links) und 6,8 2010 mit Spannweiten von 4,2 bis 9,9 (Abb. 121, rechts).

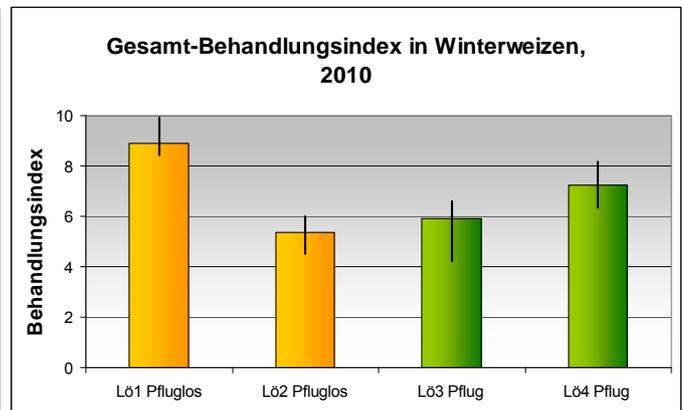
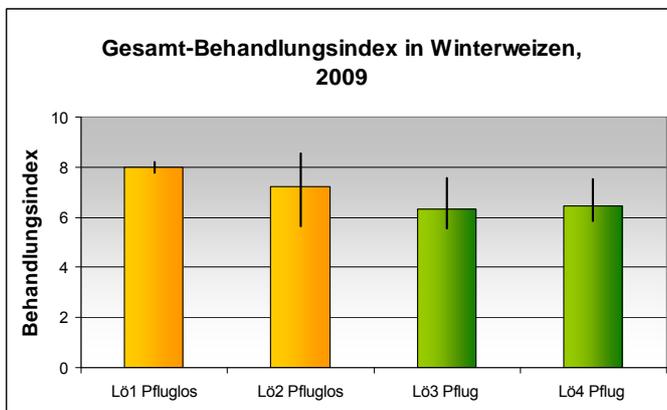


Abbildung 121: Gesamt-Behandlungsindex in Winterweizen 2009 und 2010 betriebspezifisch und in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem

Tabelle 26: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen (%) in den ausgewählten Betrieben in Winterweizen 2009 und 2010

	Fungizide		Herbizide		Glyphosat		Insektizide		Wachstumsregler	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
L01 Pfluglos	61	59	63	58	50	50	80	80	68	78
L02 Pfluglos	46	40	45	39	50	50	94	100	81	66
L03 Pflug	50	59	69	73	73	67	100	100	66	64
L04 Pflug	74	65	66	73	65	66	100	94	62	58

Damit wird im Durchschnitt der vier untersuchten Betriebe ein höherer Index erreicht als in den Vergleichsbetrieben 2009 mit 5,8 (FREIER et al. 2010). Weil jedoch die vier Projektbetriebe in einer der intensivsten Ackerbauregionen mit besten Böden wirtschaften, muss dieser höhere Index als gerechtfertigt betrachtet werden. Eindeutig erscheint 2009 der Trend des um 1,1 Einheiten höheren Gesamtindex auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen gegenüber den konventionellen Flächen, der sich insbesondere aus den signifikant höheren Herbizid- und Fungizidaufwendungen auf den untersuchten Flächen 2009 ergibt. Nur noch um 0,5 Einheiten höher liegt dagegen 2010 der Gesamtindex der Dauerhaft-Pfluglos-Flächen.

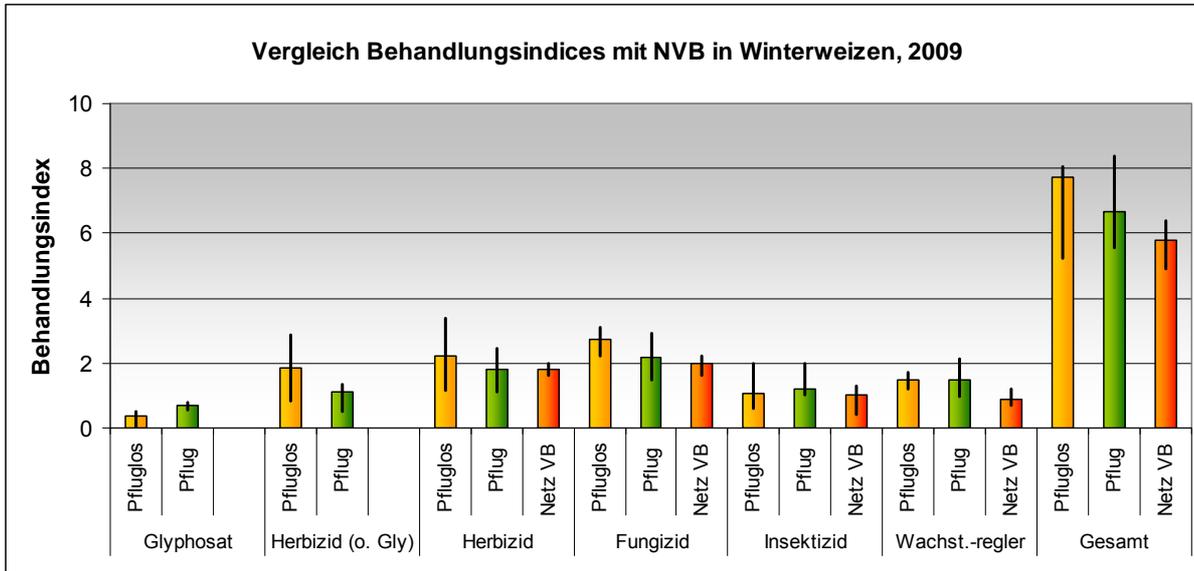


Abbildung 122: Teilbehandlungsindices in Winterweizen 2009 im Vergleich zum Netz der Vergleichsbetriebe (NVB)

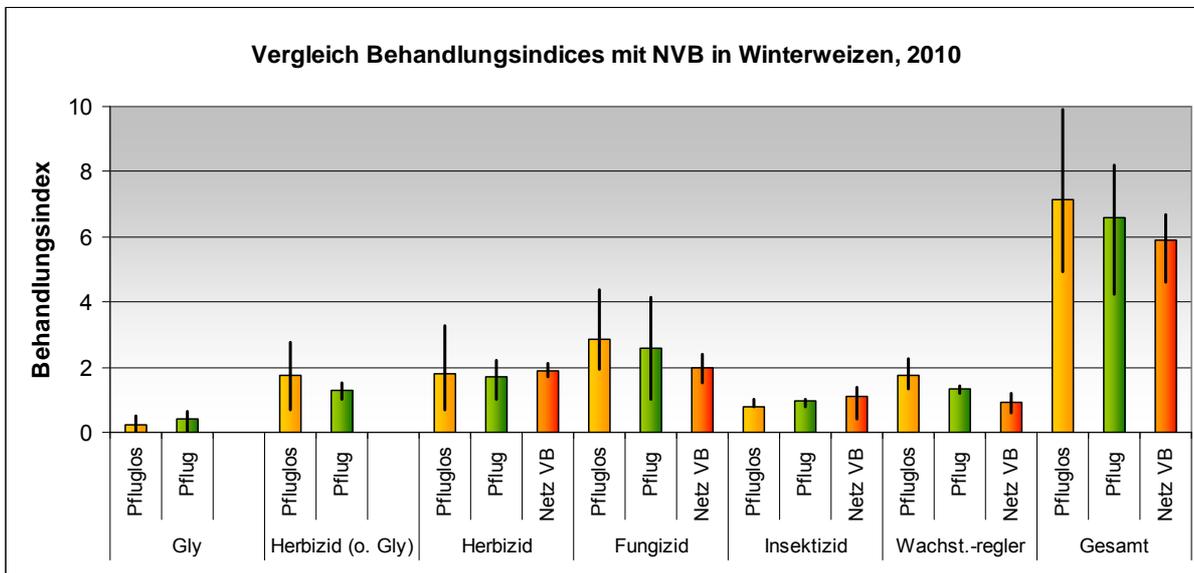


Abbildung 123: Teilbehandlungsindices in Winterweizen 2010 im Vergleich zum Netz der Vergleichsbetriebe (NVB)

Für die NVB-Werte 2010 wurden die NVB-Werte 2007-2009 für Deutschland herangezogen und gemittelt. Neue Daten für 2010 und 2011 werden im nächsten Jahresbericht des Netzes der Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz erwartet, der vom Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, herausgegeben wird.

7 Auftreten von Ackerschnecken und Feldmäusen

7.1 Anlass und Gegenstand der Untersuchungen

Bei konservierender Bodenbearbeitung kann davon ausgegangen werden, dass durch die verminderte, flachere und nicht wendende Bodenbearbeitung, die stärkere Mulchbedeckung des Bodens und die damit einhergehende unzureichende Zerstörung von unterirdischen Hohlräumen, Bauen und Gängen Schnecken und Feldmäusen günstige Lebensbedingungen geboten werden. Außer der Bodenbearbeitung spielt jedoch auch eine Vielzahl weiterer Faktoren wie Fruchtfolge, Witterung, Bodenart, Saattermin, Zwischenfruchtanbau, aber auch Nützlingsauftreten eine entscheidende Rolle für das Auftreten dieser beiden Schädlinge.

Weil Mäuse und Schnecken im Rahmen der konservierenden Bodenbearbeitung eines der Hauptprobleme darstellen, wurde ein Schwerpunkt auf dieses Thema gelegt. Nachdem zunächst die Situation in den ausgewählten Betrieben durch stichprobenhafte Beobachtungen und einen Fragenkatalog erfasst wurde, sollten durch systematische Untersuchungen über mindestens zwei Jahre weitere Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen Bodenbearbeitung, dem Mäuse- und Schneckenauftreten sowie den Bekämpfungsmöglichkeiten erzielt werden.

Auf ausgewählten Flächen in zwei am Projekt beteiligten Betrieben sowie in einem Bodenbearbeitungsversuch eines dritten Betriebes begannen dazu im Herbst 2009 Untersuchungen und Erfassungen der Aktivitätsdichten von Feldmäusen und Schnecken, die an Dritte vergeben wurden und über zwei Jahre bis zum Frühsommer 2011 fortgeführt wurden.

7.2 Untersuchungsflächen und Methodik

Die Untersuchungen sowohl der Mäuse- als auch der Schneckenaktivitäten erfolgten an den gleichen Standorten. Dafür wurden jeweils drei Flächen in einem dauerhaft Pfluglos-Betrieb (Lö 1) und in einem der konventionell wirtschaftenden Betriebe (Lö 3) im Mittelsächsischen Löss-Hügelland bzw. im Mulde-Lösshügelland ausgewählt, auf denen 2009/2010 Winterraps gesät wurde und 2010/2011 Winterweizen. Weil der Großteil der Winterraps- und Winterweizen-Flächen auch in konventionellen Betrieben pfluglos bestellt wird, so auch im konventionellen Betrieb Lö 3, wurde zusätzlich zur pfluglosen Bestellvariante noch ein gepflügter Streifen von 150 m auf der gleichen Fläche durch den Betrieb realisiert, um eine entsprechende Vergleichsvariante zu schaffen.

Des Weiteren wurden die Untersuchungen in einem Demonstrationsversuch in vier etwa 100 m breiten und insgesamt etwa 7-9 ha großen Streifenvarianten Pflug, Direktsaat, Mulchsaat (flach) und Mulchsaat (tief) durchgeführt (siehe Kap. 2.2), allerdings nicht im Winterraps, sondern im Herbst 2009 beginnend im Winterweizen (mit Vorfrucht Winterweizen) im Rahmen der Fruchtfolge ZR-WW-WW. Nach Ernte des Stoppelweizens 2010 wurde hier in alle Bodenbearbeitungsvarianten Gelbsef als Zwischenfrucht eingedrillt. Die Variante Mulchsaat (tief) wird in den folgenden Abschnitten mit Tiefenlockerung bezeichnet.

Insgesamt bildeten 13 Flächen die Untersuchungsbasis:

Betrieb	Fläche	2009-2010	2010-2011
Lö1 Dauerhaft Pfluglos	Lö1a Lö1b Lö1c	Winterraps Winterraps Winterraps	Winterweizen Winterweizen Winterweizen
Lö3 Konventionell, zunehmend Pfluglos	Lö3a Pfluglos Lö3a Pflug Lö3b Pfluglos Lö3b Pflug Lö3c Pfluglos Lö3c Pflug	Winterraps Winterraps Winterraps Winterraps Winterraps Winterraps	Winterweizen Winterweizen Winterweizen Winterweizen Winterweizen Winterweizen
Demonstrationsversuch	Pflug Direktsaat Mulchsaat Tiefenlockerung	Stoppelweizen Stoppelweizen Stoppelweizen Stoppelweizen	Gelbsenf – Zuckerrübe Gelbsenf – Zuckerrübe Gelbsenf – Zuckerrübe Gelbsenf – Zuckerrübe

7.2.1 Methodik Mäuseuntersuchungen

Die Erfassung der Aktivitätsdichte der Mäuse erfolgte mittels Lochtretmethode. Dabei werden vorgefundene Baueingänge verschlossen (zugetreten) und nach 24 und 48 Stunden werden jeweils die nach dem Verschluss am Vortag wieder geöffneten Löcher ausgezählt. Je Fläche bzw. Bodenbearbeitungsvariante sollte die Anwendung dieser Methode in drei Wiederholungen mit je 16 x 16 m und einem Mindestabstand von 50 m zwischen den Wiederholungen auf einem Untersuchungsstreifen von ca. 150 m Breite und 200 m Länge erfolgen.

Die Erfassung der Mäuseaktivitäten erfolgte zu folgenden Terminen:

Herbst 2009 (07.08.–05.11.2009)
1 x unmittelbar vor der Grundbodenbearbeitung
3 x im Herbst nach Aussaat des Winterrapses (im Abstand von je ca. 2–3 Wochen)
Frühjahr 2010 (Zeitraum März–Mai/Juni)
23.03.–25.03.2010
28.04.–30.04.2010/29.04.–01.05.2010
Herbst 2010 (je Fläche vier Kontrollen im Zeitraum vom 03.08.–23.11.2010)
1 x unmittelbar nach Ernte der Vorfrucht (Winterraps)
1 x unmittelbar vor der Grundbodenbearbeitung
2 x nach Aussaat des Winterweizens (im Abstand von 2–3 Wochen)
Frühjahr 2011 (31.03.–08.06.2011)
1 x vor Bodenbearbeitung und Aussaat der Zuckerrübe im Streifenversuch am 22.03.-24.03.2011
2 x nach der Zuckerrübenaussaat im Streifenversuch (nach zwei Wochen und nach vier Wochen) (1x ohne Ergebnisse)
1 x in den Betrieben Lö 1 und Lö 3 (Winterweizen) 31.03.-01.04.2011
1 x in den Betrieben Lö 1 und Lö 3 (Winterweizen) 06.06.-08.06.2011

Im Herbst 2009 konnte die Methodik auf Grund der fehlenden bzw. geringen Mäuseaktivität nicht vollständig angewandt werden. Bestände der Feldmaus (*Microtus arvalis*) als bedeutendste Schädnerart im Feldbau waren auf den Flächen nicht vorhanden. Vorgefunden wurden lediglich auf einigen Flächen punktuell Baue der Gemeinen Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*). Die Festlegung der Wiederholungen richtete sich nach den Baustandorten. Der Mindestabstand von 50 m konnte auf Grund der räumlichen Beschränkung der Vorkommen nicht immer eingehalten werden.

7.2.2 Methodik Schneckenuntersuchungen

Die Erfassung der Aktivitätsdichte der Schnecken erfolgte mit sogenannten Refugienfallen, mit denen auf der Bodenoberfläche aktive Schnecken durch Beschattung und Nahrungsangebot (Köder) angelockt werden. In diesem Falle wurde die sogenannte „Bayerfolie“ verwendet. Dabei handelt es sich um eine quadratische dreilagige Folie mit einer Fläche von 0,25 m² (siehe Abb. 124).

Je Fläche bzw. Bodenbearbeitungsvariante wurden auf einem Streifen von 20 m Breite und 100 m Länge jeweils abends 10 Refugienfallen in möglichst gleichmäßiger Verteilung - was bei der Anordnung in zwei versetzten Reihen am besten erreicht wird – ausgelegt. Zur Anködierung wurde etwas Schneckenkorn verwendet. Die Kontrolle mit Auszählung der Anzahl der Schnecken nach Arten getrennt je Refugienfalle erfolgte am folgenden Morgen. Bei den Hauptarten *Deroceras reticulatum* (Genetzte Ackerschnecke) und *Arion fasciatus* (Gebänderte Wegschnecke) wurden bei den Untersuchungen zur Dokumentation der Reproduktion sehr kleine Exemplare (Größenklasse S: < 5 mm) getrennt erfasst.



Abbildung 124: Refugienfalle (sogenannte Bayerfolie) (links) und mit untergelegtem Schneckenkorn angelockte Wegschnecke (*Arion lusitanicus*) (rechts)

Die Erfassung der Schnecken erfolgte zu folgenden Terminen:

Herbst 2009 (07.08.–05.11.2009)
1 x unmittelbar vor der Grundbodenbearbeitung
3 x im Herbst nach der Aussaat des Winterrapses im Abstand von etwa 14 Tagen in Abhängigkeit von der Witterung
Frühjahr 2010 (Zeitraum März–Mai/Juni)
3 Kontrollen im Winterraps im Zeitraum vom 29./30.03.–12.05.2010
Herbst 2010 (je Fläche fünf Kontrollen im Zeitraum vom 03./04.08.–22./23.11.2010)
1 x unmittelbar nach Ernte der Vorfrucht (Winterraps)
1 x unmittelbar vor der Grundbodenbearbeitung
3 x nach Aussaat des Winterweizens (im Abstand von 2–3 Wochen)

Frühjahr 2011 (21.03.–02.06.2011)
1 x vor Bodenbearbeitung und Aussaat im Streifenversuch (Zuckerrübe) am 22.03.2011
3 x nach Aussaat im Streifenversuch (Zuckerrübe) am 19.04., 14.05. und 02.06.2011
1 x in den Betrieben Lö 1 und Lö 3 (Winterweizen) Ende März/Anfang April: 29.03. bzw. 05.04.2011
1 x in den Betrieben Lö 1 und Lö 3 (Winterweizen) Ende April: 27.04. bzw. 29.04.2011
1 x in den Betrieben Lö 1 und Lö 3 (Winterweizen) Mitte/Ende Mai: 15.05. bzw. 23.05.2011

Wesentlich für die Festlegung der Kontrolltermine waren günstige (feuchte) Witterungsverhältnisse. Weiterhin erfolgte für jede Fläche bzw. Bearbeitungsvariante eine Schadenbonitur der durch Schneckenfraß geschädigten Pflanzen durch Auszählung geschädigter Pflanzen bis zum BBCH 14 bei Raps und BBCH 12 bei Winterweizen. Dazu wurde je Fläche bzw. Bearbeitungsvariante in 10 Abschnitten von 0,5 m Länge die Gesamtzahl der Pflanzen und die Anzahl der geschädigten Pflanzen einer Reihe ermittelt.

Zusätzlich zur Ermittlung der Aktivitätsdichte mit Hilfe der Bayer-Schneckenfolie wurde die Schneckendichte im Spätsommer/Herbst 2009 einmal vor der Bodenbearbeitung (12.08.09) und wiederholt nach der Bodenbearbeitung/Aussaat (20.10.09) in allen vier Varianten des Demonstrationsversuches mit Hilfe der sogenannten Flutationsmethode ermittelt: Zur Beprobung wurden auf jedem Streifen an 10 verschiedenen Stellen mit dem Spaten Bodenblöcke von ca. 18 x 18 cm Kantenlänge und einer Tiefe von 10 cm ausgestochen und jeweils in einen wasserdichten Behälter mit Deckel überführt. Nach Unterstellung der insgesamt 40 Proben an einem kühlen, dunklen Ort wurden auf alle Bodenblöcke dünn geschnittene Kohlrabischeiben verteilt, die eine Lockwirkung hervorrufen und Zufluchtsort für die Schnecken sein sollen. Über einen Zeitraum von drei Tagen wurden dann die Proben von unten her geflutet. Hierzu wird langsam Wasser am Rand des Gefäßes eingefüllt bis die Bodenoberfläche gerade noch aus dem Wasser ragt (siehe Abb. 125).



Abbildung 125: Darstellung Flutationsmethode

7.3 Witterungsverhältnisse im Untersuchungszeitraum

7.3.1 Witterung Untersuchungszeitraum Herbst 2009

Der Witterungsverlauf im Zeitraum der Untersuchungen im Spätsommer/Herbst 2009 wies folgende für den Untersuchungsgegenstand erhebliche Besonderheiten auf (Quelle: <http://www.wetteronline.de>: Wetterdaten Oschatz):

Der Zeitraum vor Beginn der Untersuchungen und in deren Anfangszeit (26.07. bis 20.08.2009) war gekennzeichnet durch geringe Niederschlagsmengen mit nur wenigen Niederschlagsereignissen bei mit 21-33 °C gleichzeitig hohen Tagesmaxima der Temperatur. In diesen für die Ermittlung der Aktivitätsdichte von Schnecken ungünstigen Zeitraum fielen die Boniturtermine vor der Grundbodenbearbeitung/Aussaat, die auf Grund der zeitlich beschränkten Verfügbarkeit der Standorte zwischen Ernte und Neubestellung nicht verschoben werden konnten.

Begünstigend für die Aktivität der Schnecken wirkte sich zu den Terminen für die Flächen in den Betrieben Lö 3 und Lö 1 am 06./07.08. sowie am 08./09.08.2009 jedoch die hohe relative Luftfeuchtigkeit (jeweils 80 % am Morgen) und die Taubildung aus. Zum Boniturtermin der Demonstrationsversuchsfläche am 13./14.08.2009 wurden die Bodenstellen an den Standorten der Refugienfallen vor Auslegung der Folien angefeuchtet, weil am Vortag die geringen nächtlichen Niederschlagsmengen die Flächen unter den Folien nicht erreichten und damit auch die Lockwirkung ausblieb.

Ab dem 20.08.2009 war die Niederschlagsverteilung wieder gleichmäßiger und die Niederschläge ergiebiger. Alle weiteren Boniturtermine (bis zum 05.11.2009) erfolgten in Zeiten günstiger Witterungsbedingungen. Eine weitere kurze niederschlagsarme Periode vom 14.09. bis 28.09.2009 fiel auf einen Zeitraum, in dem keine Bonituren erfolgten. Zum Monatsende Oktober/Monatsbeginn November war ein kurzzeitiger Temperatureinbruch (Tiefstwerte bis -2 °C am 01.11.2009) zu verzeichnen. Zum letzten Boniturtermin in der Demonstrationsversuchsanlage am 05.11.2009 herrschten jedoch wieder günstigere Temperaturbedingungen (6 °C zum Kontrollzeitpunkt).

7.3.2 Witterung Untersuchungszeitraum Frühjahr 2010

Der Zeitraum vor Beginn der Untersuchungen war gekennzeichnet durch die lang andauernde winterliche Witterung. Noch bis Mitte März lagen die Tagestiefsttemperaturen meist deutlich unter 0 °C (Minimum im März am 07.03. bei -13 °C) bei gleichzeitig lang andauernder Schneelage. Erst der ab Mitte März einsetzende Temperaturanstieg und die endgültige Schneeschmelze ermöglichten den Beginn der Frühjahrsuntersuchungen am Ende des Monats. Für den weiteren Verlauf der Untersuchungen, insbesondere bezüglich der Schneckenaktivität entscheidend war die Verteilung der Niederschläge, welche im Verlauf des April mit nur kurzen niederschlagsarmen Abschnitten zum Anfang sowie zwischen Mitte und Ende des Monats relativ gleichmäßig war. Der Mai war insgesamt niederschlagsreich und kühl. Die Tageshöchsttemperaturen lagen meist deutlich unter 20 °C. Insgesamt erwies sich der Witterungsverlauf im Frühjahrszeitraum 2010 insbesondere für die Untersuchung der Schneckenaktivität als günstig.

7.3.3 Witterung Untersuchungszeitraum Herbst 2010

Nach der Hitzeperiode mit Extremwerten bis 37 °C Mitte Juli war der Beginn des Untersuchungszeitraums durch gemäßigte spätsommerliche Temperaturverhältnisse mit Tageshöchsttemperaturen um 22 °C mit zunächst einigen, um Mitte August jedoch täglichen Niederschlägen gekennzeichnet. Nach einem weiteren kurzzeitigen Maximum am 22./23.08. (bis 30 °C) erfolgte eine deutliche Abkühlung (Tagesmaxima im Bereich 12 °C-18 °C). Der August blieb insgesamt regnerisch. Die Temperaturverhältnisse hielten sich, abgesehen von einem kurzzeitigen Anstieg der Tagesmaxima um den 10.09. bis in das zweite Monatsdrittel des September. Nach einer kurzzeitigen Erwärmung um den 24.09. erfolgte ab 26./27.09. eine weitere Abkühlung, verbunden mit teilweise extremen Niederschlagsereignissen. Danach setzte sich wieder wärmere, trockenere Witterung durch und hielt sich bis in das erste Oktoberdrittel. Die Flächen trockneten nach den Starkniederschlägen Ende September jedoch nur langsam ab. Der Zeitraum bis zum 26.10. war mit Tageshöchsttemperaturen um 10 °C mäßig kühl, der folgende Zeitraum Ende Oktober/November ausgesprochen wechselhaft, zumeist jedoch ungewöhnlich mild (Amplitude Tageshöchsttemperaturen 3 °C-20 °C) mit zahlreichen Niederschlägen ab Anfang November. In der Nacht vom 23. zum 24.11., unmittelbar nach Abschluss der Untersuchungen zur Schneckenaktivität, setzte mit Schneefällen und Temperaturen unter dem Gefrierpunkt eine dauerhafte winterliche Witterungsperiode ein.

Insgesamt erwies sich der Witterungsverlauf im Herbstzeitraum 2010 insbesondere für die Untersuchung der Schneckenaktivität als günstig. Die Wetterlage verursachte jedoch Verzögerungen in der Ernte und insbesondere der Bestellung der Flächen. Vor allem bei den Flächen des konventionellen Betriebes Lö 3 verschoben sich deshalb die Begehungstermine nach der Bestellung erheblich und konnten erst Ende November abgeschlossen werden.

7.3.4 Witterung Untersuchungszeitraum Frühjahr 2011

Wie bereits in Kapitel 6.1.3 erwähnt, wurde zum Winterausklang zunächst eine Zunahme in der Feldmauspopulation befürchtet, weil diese unter der Schneedecke gut geschützt war. Besonders auf Rapsfeldern wurde teilweise eine Befallszunahme beobachtet und eine regelmäßige Kontrolle bzw. zeitige Bekämpfungsmaßnahmen empfohlen.

Weil das Frühjahr 2011 vielerorts das trockenste seit vielen Jahren war, waren auch die Lebensbedingungen für Nacktschnecken auf den Ackerflächen zunehmend ungünstig, sodass der Kontrollschwerpunkt in besonders sensiblen Situationen (z. B. Zuckerrübensaat) lag. Günstige Bedingungen für eine Populationszunahme herrschten erst mit den regelmäßigeren Niederschlägen in der zweiten Juni-Dekade.

7.4 Ergebnisse

7.4.1 Ergebnisse der Mäuseuntersuchungen

7.4.1.1 Untersuchungszeitraum Herbst 2009

Im Untersuchungszeitraum Herbst 2009 waren keine Bestände der Feldmaus (*Microtus arvalis*), der bedeutendsten Schädnerart im Feldbau, auf den untersuchten Flächen vorhanden. Vorgefunden wurden lediglich punktuell Baue der Gemeinen Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) im Randbereich von zwei Flächen im dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Betrieb Lö 1 sowie, gleichmäßig verteilt, auf allen vier Bearbeitungsvarianten der Demonstrationsversuchsanlage. Die Aktivität hielt sich in einigen der relativ tief angelegten Baue mit meist jeweils mehreren Eingängen nach der Ernte noch, blieb jedoch mit dem Zeitpunkt der Grundbodenbearbeitung/Aussaat völlig aus. Dies entsprach der allgemeinen Situation auf den Ackerflächen in Sachsen und auch anderen Regionen Deutschlands, in denen ebenfalls keine nennenswerten Aktivitäten festgestellt wurden. Das Auftreten von Massenvermehrungen der Mäuse erfolgt phasenweise. Von der Region abhängig, können solche Phasen im Zyklus von etwa 2-4 Jahren in Deutschland auftreten (LAUENSTEIN 2008). Die letzte Massenvermehrung der Feldmäuse in Deutschland, die nach Schätzungen etwa 5 % der gesamten Ackerfläche, insbesondere mit hohen Schäden in Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen betraf, fand 2007/2008 statt (LAUENSTEIN 2009/2). Die Ursachen für diese Massenvermehrungen bzw. für danach folgende Populationszusammenbrüche können vielgestaltig sein und sind nicht abschließend geklärt. Faktoren wie Witterung, Nahrungsverfügbarkeit, Auftreten von Räufern sind wahrscheinlich relevant (JACOB 2008).

Ab 2009 hätte man demnach wieder mit einer Mäuseplage rechnen können. Daher wurde die weitere Entwicklung auf den ausgewählten Schlägen im Frühjahr und Herbst 2010 sowie im Frühjahr 2011 weiter verfolgt.

Treten solche Massenvermehrungen auf, können sich bei den in Mulchsaat bestellten Flächen durch die flachere, nichtwendende Bodenbearbeitung und die Mulchaufgabe die Probleme verschärfen. Leider liegen zur Wirkung der Grundbodenbearbeitung auf den Mäusebefall kaum Ergebnisse aus Versuchen vor.

RÜCKNAGEL et al. (2008) haben in einjährigen Versuchen den Einfluss differenzierter Bodenbearbeitungssysteme und Bearbeitungstiefen auf den Befall mit Feldmäusen quantifiziert. In drei Bodenbearbeitungsvarianten (Pflug 20-25 cm, Grubber 20-25 cm und Grubber < 8 cm) wurden zur Beurteilung des Mäusebefalls die bewohnten Baue/ha und die Anzahl der Mäuselöcher je Bau erfasst. Dabei führten alle Bearbeitungsvarianten zu einer Reduzierung der Anzahl bewohnter Baue je ha, aber auch zu einer reduzierten Anzahl Löcher je Bau in der Reihenfolge Pflug < Grubber, tief < Grubber, flach gegenüber dem Ausgangszustand vor der Bearbeitung. Im Spätherbst wurde jedoch in den Pfluglos-Varianten wieder der Ausgangszustand erreicht. Des Weiteren zeigten die Versuche, dass unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem mit einer Bearbeitungstiefe von 15-25 cm eine 60-90-prozentige Reduktion des Ausgangsbefalls möglich ist.

7.4.1.2 Untersuchungszeitraum Frühjahr 2010

Zum ersten Kontrolltermin im Frühjahr 2010 (Ende März) waren zunächst nach dem langen schneereichen Winter zumindest in den Rapskulturen flächendeckend Bestände der Feldmaus (*Microtus arvalis*) vorhanden, welche über die Flächen in kleinen Befallsstellen verteilt waren. Die Festlegung der je drei Wiederholungen je Standort und Bearbeitungsvariante orientierte sich unter Beachtung der Vorgaben (Mindestabstand 50 m) an diesen lokalen Vorkommenshäufungen. Alle Ergebnisdaten der Aktivitätsdichte der Feldmäuse im Untersuchungszeitraum Frühjahr 2010 sind auch im Anhang 1 H tabellarisch und im Anhang 2 J grafisch dargestellt.

Im konventionell wirtschaftenden Betrieb Lö 3 (insgesamt drei Standorte mit je zwei Bodenbearbeitungsvarianten) wurde die Bekämpfungsschwelle von acht wiedergeöffneten Löchern/250m² in einzelnen Wiederholungen an folgenden Standorten erreicht oder überschritten. Die Zahlen beziehen sich auf die Anzahl wieder geöffnete Löcher (wgL) nach 48 h:

- Standort Lö3a: in 2 von 3 Wdh. der Variante „Pflug“ (37, 22) und in 3 von 3 Wdh. der Variante „Pfluglos“ (15, 16, 27)
- Standort Lö3b: in 1 von 3 Wdh. der Variante „Pflug“ (10), und in 2 von 3 Wdh. der Variante „Pfluglos“ (16, 17)
- Standort Lö3c: in 1 von 3 Wdh. der Variante „Pflug“ (11) und in 1 von 3 Wdh. in der Variante „Pfluglos“ (11)

Im dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Betrieb Lö 1 (insgesamt drei Standorte mit je einer Bodenbearbeitungsvariante) wurde die Schwelle von acht wiedergeöffneten Löchern in einzelnen Wiederholungen an allen drei Standorten folgendermaßen erreicht oder überschritten:

- Standort Lö1a: in 3 von 3 Wdh. (20, 17, 30)
- Standort Lö1b: in 3 von 3 Wdh. (11, 19, 11)
- Standort Lö1c: in 3 von 3 Wdh. (26, 20, 37)

Die Werte weisen für den dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Betrieb Lö 1 insgesamt einen stärkeren Befall auf (siehe Abb. 126). Die Bekämpfungsschwelle von 8 wgL wurde auf allen Flächen und in allen Wiederholungen überschritten. In sieben von neun Wiederholungen überschritt die Anzahl der wgL die Marke von 15, ab der man von starkem Befall spricht. Allgemein ist jedoch anzumerken, dass sich die hohen Werte auf Bereiche in den mehr oder weniger deutlich abgegrenzten Schadstellen beziehen.

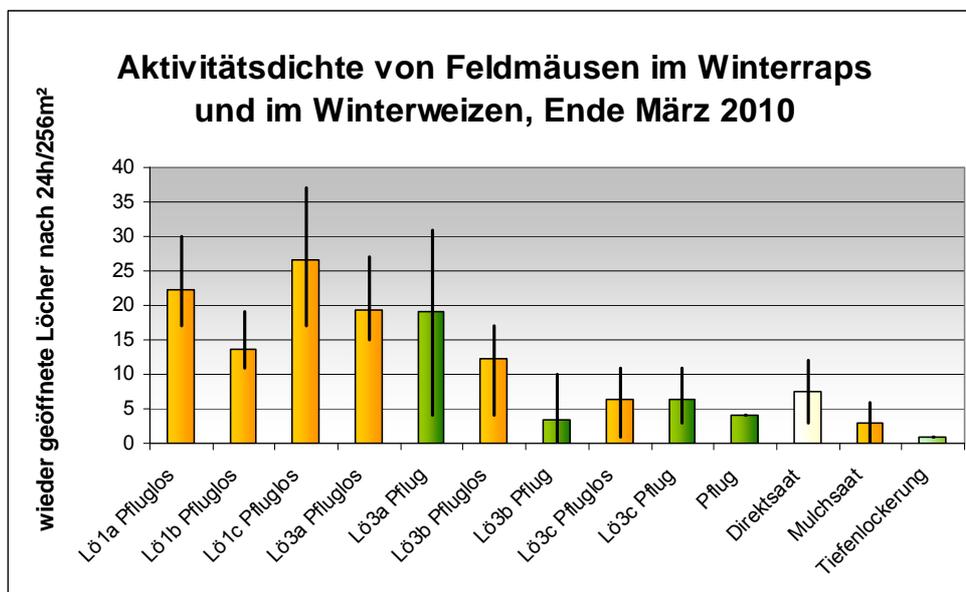


Abbildung 126: Aktivitätsdichte von Feldmäusen im Winterraps (Lö 1 und Lö 3) und im Winterweizen (Demonstrationsversuch), 1. Kontrolltermin Ende März 2010

Die Unterschiede zwischen den Bearbeitungsvarianten „Pflug“ und „Pfluglos“ innerhalb des konventionell wirtschaftenden Betriebes Lö 3 sind weniger deutlich. Insgesamt wurde hier die Bekämpfungsschwelle von 8 wgL auf vier von neun Wdh. auf Pflugflächen überschritten und auf sechs von neun Wdh. auf ungepflügten Flächen. Einen Starkbefall von mehr als 15 wgL ließ sich auf zwei von neun gepflügten und auf fünf von neun Wdh. auf ungepflügten Flächen erkennen. Die Nachweiszahlen für die beiden Bearbeitungsvarianten am Standort Lö3c sind sich sehr ähnlich, gleiches gilt für den Standort Lö3a. Lediglich am Standort Lö3b sind die Durchschnittszahlen bei der Variante „Pfluglos“ mit 12,3 höher als bei der Variante „Pflug“ mit 3,3 wgL (siehe Abb. 126, 6. und 7. Säule von links).

Im Bereich des Demonstrationsversuchs (Winterweizen) wurden auf allen Bearbeitungsvarianten jeweils nur wenige kleine Befallsstellen gefunden. Die Schwelle von 8 wgL wurde nur auf dem Streifen mit Direktsaat in einer von zwei Wiederholungen überschritten (12). Die vergleichsweise geringe Mäuseaktivität wird auch aus Abbildung 126 deutlich (vier Säulen ganz rechts).

Zum zweiten Kontrolltermin im Frühjahr 2010 (Ende April bzw. Mitte Mai) wurden insgesamt wesentlich geringere Anzahlen wiedergeöffneter Löcher festgestellt (Vergleich Abb. 126 und 127). Die Vorkommen wurden lückiger, nicht mehr alle Wiederholungen brachten Nachweise. Innerhalb des konventionell wirtschaftenden Betriebes waren kaum eindeutige Differenzen zwischen den Bearbeitungsvarianten „Pflug“ und „Pfluglos“ festzustellen. Lediglich die Flächen des dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Betriebes wiesen insgesamt geringfügig höhere Werte auf (s. Abb. 127, 3 Säulen ganz links).

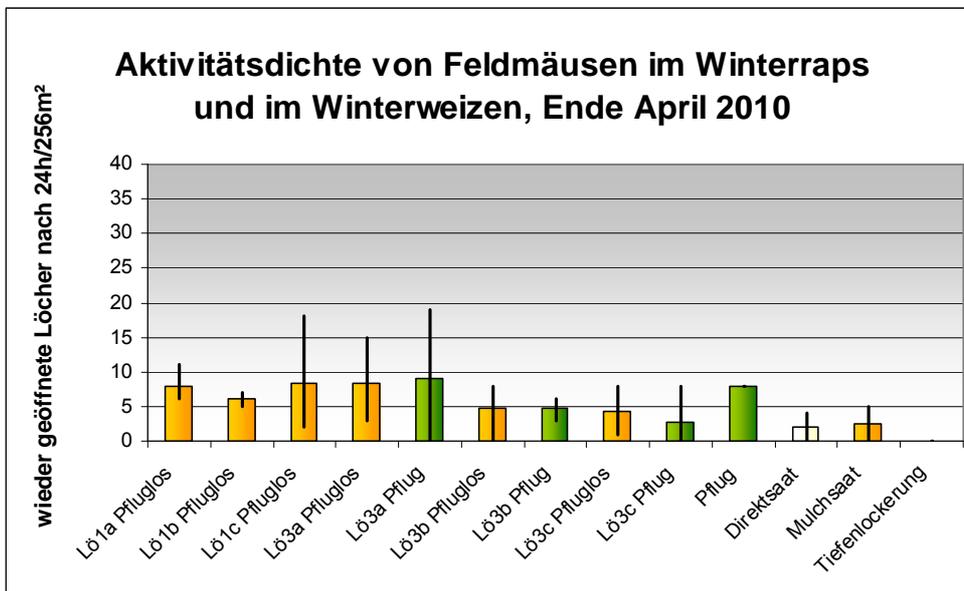


Abbildung 127: Aktivitätsdichte von Feldmäusen im Winterraps (Lö1 und Lö3) und im Winterweizen (Demonstrationsversuch), 2. Kontrolltermin Ende April 2010

An folgenden Standorten im Betrieb Lö 3 wurde die Bekämpfungsschwelle von 8 wgL überschritten:

- Standort Lö3a: in 2 von 3 Wdh. der Variante „Pflug“ (20,8) und in 1 von 3 Wdh. in der Variante „Pfluglos“ (15)
- Standort Lö3b: in 1 von 3 Wdh. in der Variante „Pfluglos“ (8)
- Standort Lö3c: in 1 von 3 Wdh. in der Variante „Pflug“ (8) und in 1 von 3 Wdh. in der Variante „Pfluglos“ (8).

Die Schwelle von 15 wgL wurde nur auf zwei von neun Wdh. erreicht bzw. überschritten. Dies war auf der Fläche Lö3a der Fall, der auch Ende März schon die höchste Aktivitätsdichte aufwies.

Im dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Betrieb Lö 1 wurde die Schwelle von 8 wgL folgendermaßen erreicht oder überschritten:

- Standort Lö1a: in 2 von 3 Wdh. (9,11)
- Standort Lö1b: in 1 von 3 Wdh. (8)
- Standort Lö1c: in 1 von 3 Wdh. (18).

Auch hier trat die höchste Zahl von 18 wgL auf dem gleichen Standort auf, der auch zum 1. Kontrolltermin Ende März bereits die höchste Aktivität aufwies.

Im Demonstrationsversuch wies nur die Pflugvariante an einer Untersuchungsstelle 8 wgL auf. In den anderen drei Varianten hat die Aktivitätsdichte seit Ende März leicht abgenommen.

7.4.1.3 Untersuchungszeitraum Herbst 2010

Die Begehungen des ersten Kontrolltermins erfolgten entsprechend dem jeweiligen Erntezeitpunkt an folgenden Tagen:

- Lö 3, Vorfrucht Raps: 03.08.–05.08.2010
- Lö 1, Vorfrucht Raps: 16.08.–18.08.2010 (Fläche Lö1b) bzw. 24.08.–26.08.2010 (Lö1a, Lö1c)
- Demonstrationsversuch, Vorfrucht Winterweizen: 23.08.–25.08.2010

Im Untersuchungszeitraum Herbst 2010 waren nach der Ernte von Raps bzw. Stoppelweizen (Demonstrationsversuch) zunächst an allen Standorten zumindest in verstreuten kleinen Befallsstellen flächendeckend Bestände der Feldmaus (*Microtus arvalis*) vorhanden. Die Festlegung der je drei Wiederholungen je Standort und Bearbeitungsvariante orientierte sich unter Beachtung der Vorgaben (Mindestabstand 50 m) an diesen lokalen Vorkommenshäufungen. Alle Ergebnisdaten der Aktivitätsdichte der Feldmäuse im Untersuchungszeitraum Herbst 2010 sind auch im Anhang 1 J tabellarisch und im Anhang 2 L grafisch dargestellt.

Im konventionell wirtschaftenden Betrieb Lö 3 (insgesamt drei Standorte mit je zwei Bodenbearbeitungsvarianten) waren dabei die Aktivitätsdichten vergleichsweise gering (Abb. 128 in der Mitte). Die Schwelle von 8 wgL wurde auf den folgenden Flächen jeweils nur leicht überschritten:

- Standort Lö3a: in 1 von 3 Wdh. in der Variante „Pflug“ (8) und in 2 von 3 Wdh. in der Variante „Pfluglos“ (8,12)
- Standort Lö3b: in 2 von 3 Wdh. in der Variante „Pfluglos“ (9,10)
- Standort Lö3c: in 1 von 3 Wdh. in der Variante „Pflug“ (9) und in 2 von 3 Wdh. in der Variante „Pfluglos“ (8,9).

Innerhalb des konventionell wirtschaftenden Betriebes waren die Nachweiszahlen bei der Bearbeitungsvariante „Pfluglos“ geringfügig höher als bei der Variante „Pflug“, die Unterschiede sind jedoch nur deutlich, wenn man die Maxima der Varianten vergleicht (siehe Abb. 131, schwarze Striche der 4., 6. und 8. Säule von links).

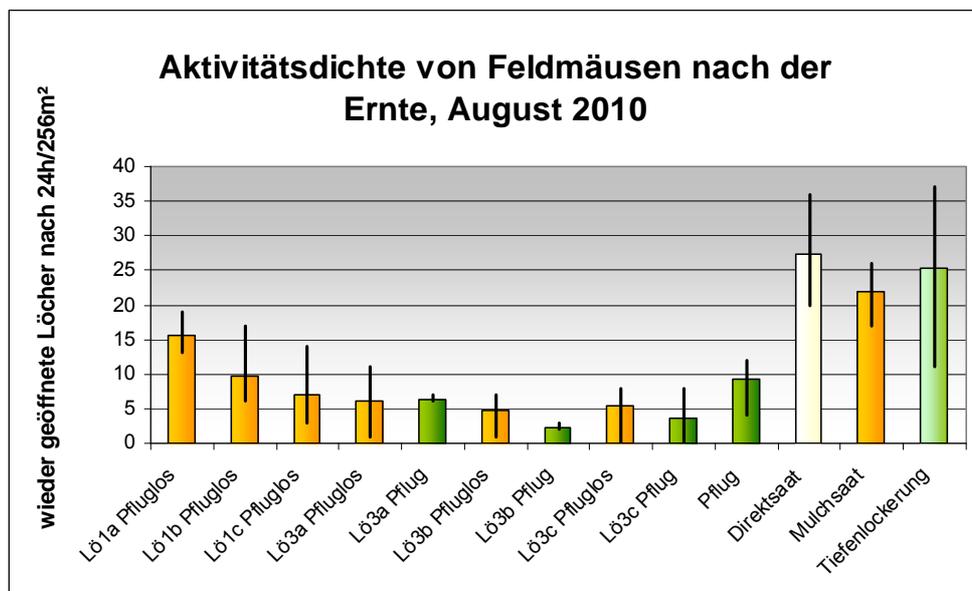


Abbildung 128: Aktivitätsdichte von Feldmäusen nach der Ernte Ende August 2010

Insgesamt wesentlich höhere Aktivitätsdichten wurden auf den Flächen des dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Betriebes und des Demonstrationsversuchs festgestellt (Abb. 128, 3 Säulen links und 4 Säulen rechts). Im dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Betrieb wurde die Schwelle von 8 wgL auf einzelnen Wiederholungen an den drei Standorten folgendermaßen erreicht oder überschritten:

- Standort Lö1a: in 3 von 3 Wiederholungen (15,19,13)
- Standort Lö1b: in 2 von 3 Wiederholungen (8,19)
- Standort Lö1c: in 1 von 3 Wiederholungen (21)

Im Bereich des Demonstrationsversuchs (Winterweizen) wurde auf der Bearbeitungsvariante Pflug ein mäßig hoher (wieder geöffnete Löcher bei drei Wiederholungen 14, 13, 4), auf allen übrigen Varianten (Direktsaat, Mulchsaat, Tiefenlockerung) dagegen ein sehr starker Befall festgestellt. Die Anzahl der wieder geöffneten Löcher liegt im Durchschnitt bei allen Varianten deutlich über der Bekämpfungsschwelle von 8 und auch über der Schwelle zum Starkbefall von 15 wgL. Die Direktsaatvariante weist mit 27 wgL den höchsten Durchschnittswert auf. In der Variante Tiefenlockerung wurde der höchste Maximalwert von 37 wgL (nach 24 h) gefunden. Die Begehungen des zweiten Kontrolltermins vor der Grundbodenbearbeitung bzw. der Aussaat erfolgten nur auf den Flächen der Betriebe Lö 3 und Lö 1. Entsprechend dem jeweiligen geplanten Aussaattermin erfolgten die Kontrollen an folgenden Tagen:

- Lö 3: 21.09.–23.09.2010
- Lö 1: 08.09.–10.09.2010

Dabei wurden die Begehungen im Betrieb Lö 3 auf der Stoppelfläche vorgenommen. Eine spätere Begehung nach dem Scheiben war nicht möglich, weil wegen der Verzögerung auf Grund der Extremwetterbedingungen die Bestellung sofort nach dem Scheiben vorgenommen wurde.

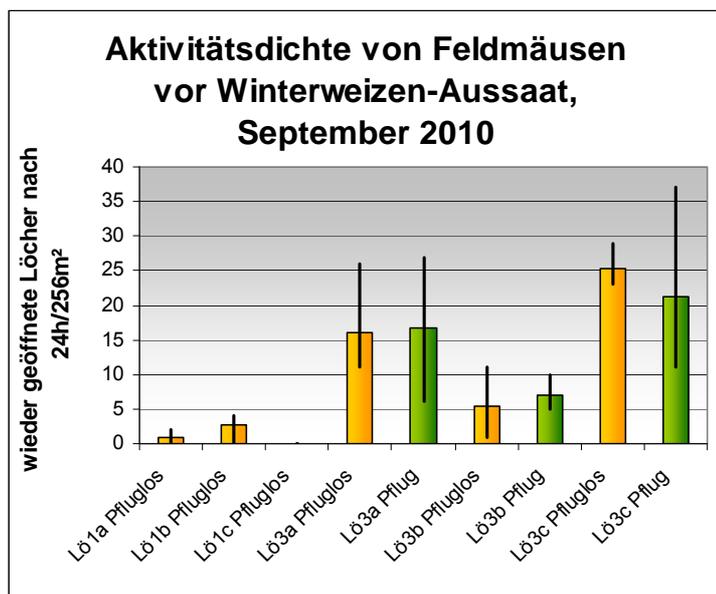


Abbildung 129: Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen der Betriebe Lö1 und Lö3 vor Grundbodenbearbeitung bzw. Aussaat des Winterweizens im September 2010

Die Zahlen fallen relativ hoch aus (siehe Abb. 129). Insgesamt wurde die Schwelle von 8 wgL auf folgenden Standorten erreicht bzw. überschritten:

- Standort Lö3a: in 2 von 3 Wdh. der Variante „Pflug“ (17,29) und in 3 von 3 Wdh. der Variante „Pfluglos“ (11,26,11)
- Standort Lö3b: in 1 von 3 Wdh. der Variante „Pflug“ (10) und in 1 von 3 Wdh. der Variante „Pfluglos“ (15)
- Standort Lö3c: in 3 von 3 Wdh. der Variante „Pflug“ (37,13,16) und in 3 von 3 Wdh. der Variante „Pfluglos“ (24,23,29).

In den Pfluglos-Varianten konnte in fünf von neun Wdh. ein Starkbefall festgestellt werden. Aber auch in den Pflug-Varianten ließen sich in vier von neun Wdh. mehr als 15 wgL finden. Über die Zeit des Brachliegens mit wieder aufkommender Rapssaat hatte hier eine positive Bestandsentwicklung stattgefunden. Auf den gescheibten Flächen des Betriebes Lö 1 ist dagegen die Mäuseaktivität im Vergleich zum Zeitpunkt nach der Ernte erheblich zurückgegangen bis völlig zusammengebrochen (siehe Abb. 129 links, insbesondere Standort Lö1c).

Die Begehungen des dritten Kontrolltermins erfolgten entsprechend dem jeweiligen Entwicklungsstand des Winterweizens bzw. der Zwischenfrucht im Demonstrationsversuch an folgenden Tagen:

- Lö 3: 28.10.–30.10.2010
- Lö 1: 07.10.2010
- Demonstrationsversuch: 04.10.–06.10.2010

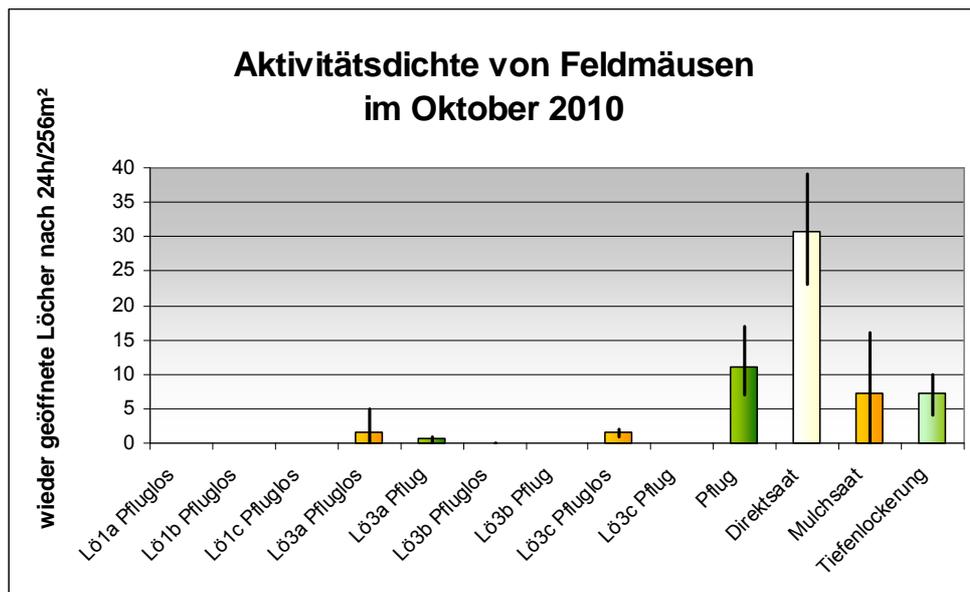


Abbildung 130: Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen im Oktober 2010

Im Betrieb Lö 1 konnte bei der Erstbegehung keinerlei Mäuseaktivität festgestellt werden. Hier ist die Mäuseaktivität auf allen Flächen zum Erliegen gekommen (siehe Abb. 130). Auf den Flächen des Betriebes Lö 3 wurde der zum vorhergehenden Termin bearbeitungsbedingt ausgebliebene Bestandszusammenbruch festgestellt. Auf den Kontrollflächen Lö3c „Pflug“ und Lö3b „Pflug“ wurden keinerlei Befallstellen festgestellt, bei der einzigen Befallstelle auf der Fläche Lö3b „Pfluglos“ war keine Wiederöffnung der zugetretenen Löcher zu beobachten. Die übrigen Standorte erbrachten nur vereinzelte Nachweise.

Im Bereich des Demonstrationsversuchs (Winterzwischenfrucht mit Gelbsenf) wurde weiterhin ein mäßig hoher bis sehr starker Befall festgestellt. Bei den Varianten Mulchsaat und Tiefenlockerung war jedoch ein deutlicher Rückgang im Vergleich zum ersten Kontrolltermin zu verzeichnen (siehe Vergleich Abb. 130 und Abb. 128). Die Bekämpfungsschwelle von 8 wgL wurde hier folgendermaßen überschritten:

- Pflug: in 2 von 3 Wdh. (17,9)
- Direktsaat: in 3 von 3 Wdh. (23,39,30)
- Mulchsaat: in 1 von 3 Wdh. (16)
- Tiefenlockerung: in 2 von 3 Wdh. (10,8).

Die Begehungen des vierten Kontrolltermins erfolgten an folgenden Tagen:

- Lö 3: 23./24.11. 2010
- Lö 1: 10.11.–12.11.2010
- Demonstrationsversuch: 08.11.–10.11.2010

Auf den Flächen des Betriebes Lö 3 erbrachte der erste Begehungstag nahezu die gleichen Befunde wie beim 3. Kontrolltermin. Bei den Folgebegehungen war die Methodik auf Grund der Schneelage nicht mehr anwendbar. Im Bereich des Betriebes Lö 1 konnte nur auf den Flächen Lö1a und Lö1b eine sehr sporadische Mäuseaktivität beobachtet werden (siehe Abb. 131). Es waren jeweils nur Beobachtungen in einem Bereich möglich.

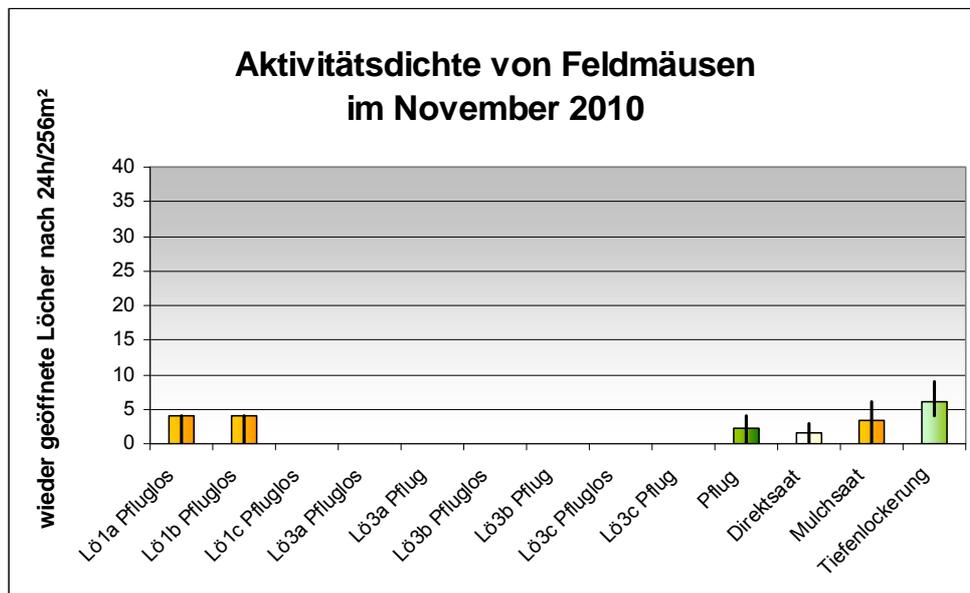


Abbildung 131: Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen im November 2010

Im Bereich des Demonstrationsversuchs war auf allen Bearbeitungsvarianten mit Ausnahme der Variante Tiefenlockerung (hier geringer Rückgang im Vergleich zum 3. Termin, nun nachweisstärkster Standort) ein erheblicher Rückgang der Mäuseaktivität zu verzeichnen. Die Nachweiszahlen der wieder geöffneten Löcher liegen bei allen Wiederholungen zumeist unter 5. Nur in der Variante Tiefenlockerung lag die Zahl der wieder geöffneten Löcher in einer Wdh. bei 9.

7.4.1.4 Untersuchungszeitraum Frühjahr 2011

Die Begehungen des ersten Kontrolltermins erfolgten entsprechend dem Vegetationsbeginn und der Zuckerrübensaat an den folgenden Tagen:

- Lö 1: 31.03./01.04.2011
- Lö 3: 31.03./01.04.2011
- Demonstrationsversuch: 22./23.03.2011

Zum ersten Untersuchungstermin Ende März 2011 war die Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf allen Flächen äußerst gering und meist nicht vorhanden (siehe Abb. 133). Es wurden noch weniger genutzte Bauten gefunden als noch im Herbst 2010 (Vergleiche Abb. 131 und 133). In den meisten Fällen fanden sich bei der Erstbegehung zwar Baueingänge, die bei der Kontrolle nach 24 h und auch nach 48 h jedoch nicht wieder geöffnet waren (siehe Abb. 132).

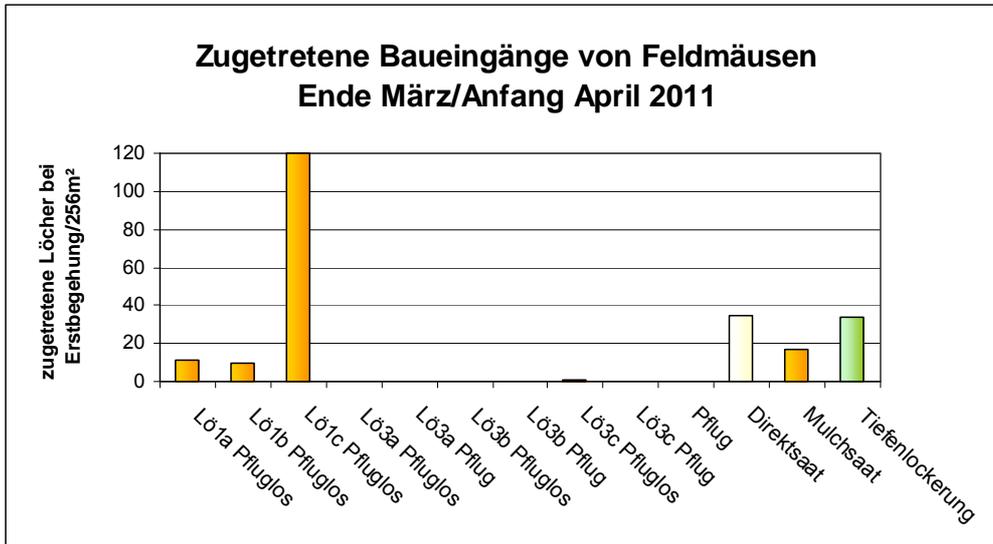


Abbildung 132: Bei Erstbegehung der Flächen vorhandene Löcher Ende März/Anfang April 2011

Hier ließen insbesondere die Baueingänge auf den Winterweizen-Flächen des pfluglos wirtschaftenden Betriebes Lö 1 auf eine Feldmausaktivität im Winter schließen. Im Betrieb Lö 3 fand sich bei Erstbegehung nur ein einziges Loch auf drei 256 m² großen Flächen. Im Demonstrationsversuch (Winterzwischenfrucht Gelbsenf) fällt auf, dass auf den drei Varianten Direktsaat, Mulchsaat und Tiefenlockerung vor der Bodenbearbeitung und Aussaat zwischen 16 und 34 Löcher zugetreten werden konnten, auf der Pflugfläche jedoch keine Löcher gefunden wurden.

Nach 24 Stunden ließen sich nur im Betrieb Lö 1 und im Demonstrationsversuch in der Variante Tiefenlockerung wieder geöffnete Löcher finden. Auf der Winterweizen-Fläche Lö1c wurde in zwei der drei Wiederholungen die Bekämpfungsschwelle von 8 wgL/256 m² überschritten.

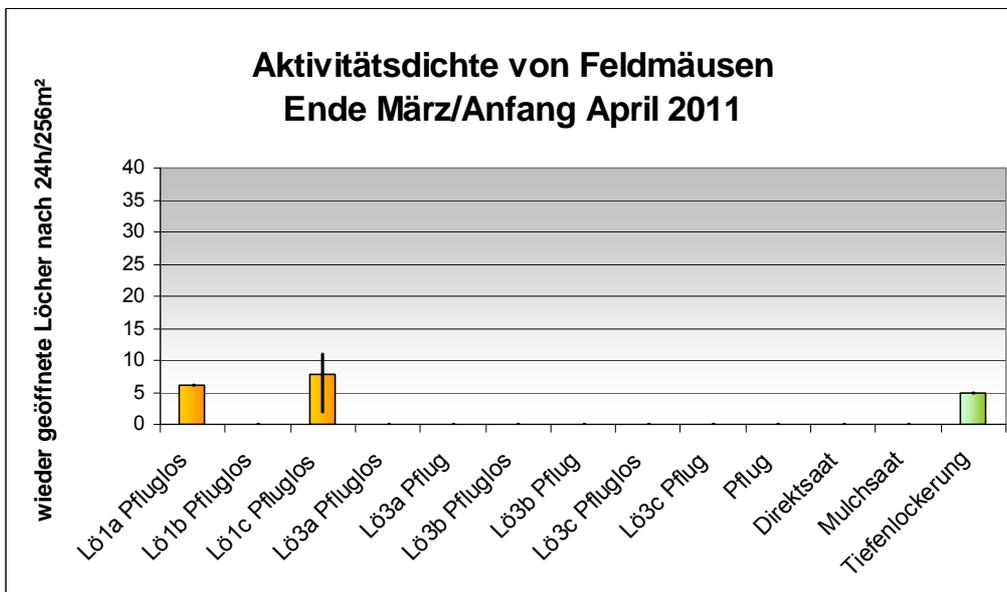


Abbildung 133: Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen Ende März/Anfang April 2011

Im Vergleich zum Frühjahr 2010 fielen die beobachteten Aktivitätsdichten zum ersten Kontrolltermin im März/April 2011 sehr gering aus. Aber auch im Frühjahr 2010 war auf den dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Wintertraps-Flächen im Betrieb Lö 1 die größte Feldmausaktivität festgestellt worden. Ein Grund für die geringe Mäuseaktivität kurz nach Vegetationsbeginn auf den Flächen könnte der lange und kalte Winter 2010/2011 sein.

Die Begehungen des zweiten Kontrolltermins erfolgten an den folgenden Tagen:

- Lö 1: 06.06./07.06.2011
- Lö 3: 06.06./07.06.2011
- Demonstrationsversuch: 06.06./07.06.2011

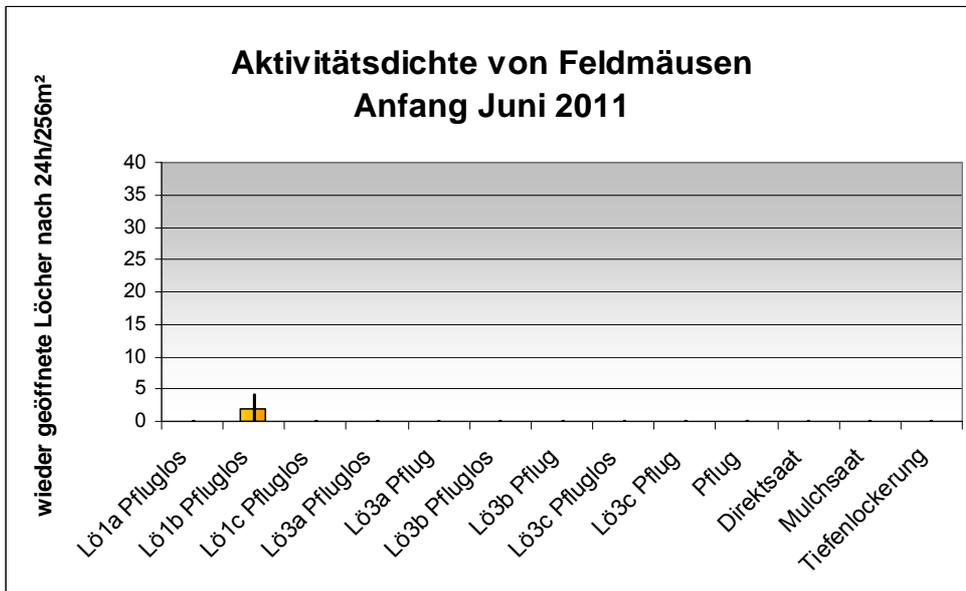


Abbildung 134: Aktivitätsdichte von Feldmäusen auf den Flächen Anfang Juni 2011

Nach der Bodenbearbeitung im Demonstrationsversuch ist die ohnehin kaum vorhandene Feldmausaktivität ganz zum Erliegen gekommen. Zum zweiten Boniturtermin Anfang Juni ließ sich in den Zuckerrüben eine ganz allmähliche Einwanderung von den Feldrändern her beobachten. Auch im Winterweizen der Betriebe Lö 1 und Lö 3 konnte keine wesentliche Feldmausaktivität festgestellt werden. Nur auf der Fläche Lö1b wurden in den drei Wiederholungen maximal vier wieder geöffnete Löcher festgestellt.

Alle Ergebnisdaten der Aktivitätsdichte der Feldmäuse im Untersuchungszeitraum Frühjahr 2011 sind auch im Anhang 1 L tabellarisch und in Anhang 2 N grafisch dargestellt.

7.4.1.5 Gesamtbetrachtung der beobachteten Aktivitätsdichte der Feldmäuse

Auf den untersuchten Flächen wurden im Herbst 2009 kaum Bestände der Feldmaus vorgefunden, lediglich punktuell konnten Aktivitäten der Gemeinen Waldmaus beobachtet werden. Dies entsprach der allgemeinen Situation auf den Ackerflächen in Sachsen und auch anderen Regionen Deutschlands. Im Frühjahr 2010 waren flächendeckend Bestände der Feldmaus vorhanden mit der Tendenz eines höheren Befalls im dauerhaft pfluglos wirtschaftenden Betrieb. Zwischen den Einzelflächen zeigten sich jedoch auch große Unterschiede.

Im Herbst 2010 zeigte sich nach Bodenbearbeitung und Bestellung des Winterweizens auf allen Untersuchungsflächen kaum Mäusebefall. Lediglich im Demonstrationsversuch mit der Winterzwischenfrucht Senf wurden z. T. hohe Aktivitäten festgestellt.

Beim Vergleich der über alle Flächen gemittelten Beobachtungswerte der unterschiedlichen Bodenbearbeitungs-Varianten kann nicht eindeutig von einer höheren Mäusedichte auf den ungepflügten Flächen gesprochen werden (siehe Abb. 135). Die pfluglosen Flächen weisen zwar im Gesamtmittel an vier von sechs Kontrollterminen im Jahr 2010 eine höhere Aktivitätsdichte als in der Pflugvariante auf. Auch traten in der Direktsaatvariante die höchsten Mittelwerte überhaupt auf. Jedoch können diese Ergebnisse bestenfalls als Tendenz gewertet werden. In den Abschnitten zuvor wurde bereits auf einige mögliche weitere Einflußgrößen eingegangen wie der Zeitpunkt für Bodenbearbeitung, Aussaat, Standort, Kultur, Witterung etc. Für gesicherte Aussagen müssten Flächen über einen längeren Zeitraum untersucht werden. Beispielsweise lässt sich an den im September

2010 (s. Abb. 129) gefundenen Zahlen der Betriebe Lö 1 und Lö 3 gut erkennen, dass sich das im dauerhaft pfluglosen Betrieb Lö 1 bereits durchgeführte Scheiben offensichtlich stark mindernd auf die Mäuseaktivität ausgewirkt hat.

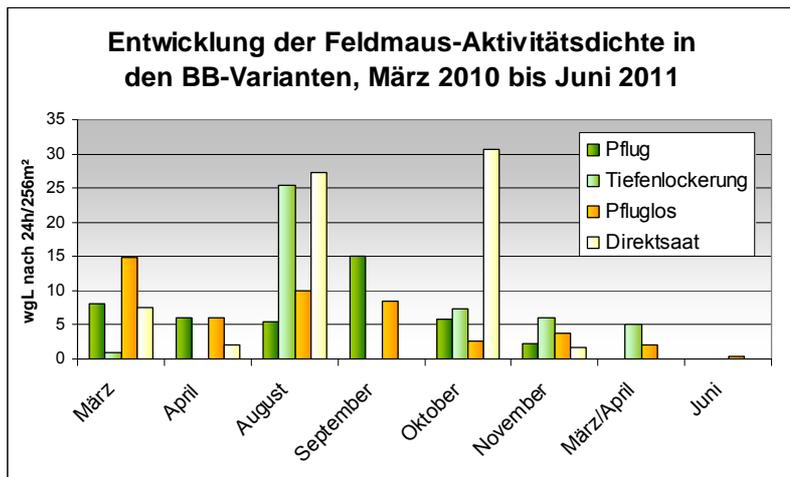


Abbildung 135: Entwicklung der Aktivitätsdichte von Feldmäusen im Zeitraum März 2010 bis Juni 2011, je nach Bodenbearbeitungsvariante

Die Beobachtungen im Frühjahr 2011 lassen zwar eine leichte Tendenz erkennen, dass der Pflugeinsatz die Feldmausaktivität in Grenzen hält, jedoch sind die Aktivitätsdichten auf allen Flächen so gering gewesen, dass hier die Vermutung nahe liegt, dass andere Faktoren wie der kalte und lange Winter 2010/2011 und das geringe Nahrungsangebot auf den Flächen einen stärkeren Einfluss auf die Feldmausaktivität ausüben konnten als die Intensität der Bodenbearbeitung. Für letztgenannten Faktor spricht auch die Tatsache, dass erst bei den Anfang Juni 2011 durchgeführten Begehungen eine allmähliche Einwanderung in die Flächen vom Feldrand her beobachtet wurde.

Tabelle 27 gibt einen Überblick über den Anteil an Wiederholungen in den Bodenbearbeitungsvarianten, in denen die Bekämpfungsschwelle von acht wieder geöffneten Löchern im Jahr 2010 erreicht wurde (Spalte 2 und 4).

Tabelle 27: Anteil an Wiederholungen in den BB-Varianten, in denen der Bekämpfungsrichtwert von acht wieder geöffneten Löchern/256 m² überschritten bzw. ein Starkbefall (15 wgl) festgestellt wurde

Bodenbearbeitungs-variante	Anzahl wieder geöffneter Löcher nach 48 h			
	Frühjahr 2010		Herbst 2010	
	8 und mehr wgl	15 und mehr wgl	8 und mehr wgl	15 und mehr wgl
Pflug	40 %	15 %	40 %	17 %
Pfluglos	55 %	35 %	43 %	25 %
Tiefenlockerung	0 %	0 %	66 %	50 %
Direktsaat	25 %	0 %	66 %	66 %

Demnach wurde die Schwelle im Frühjahr und Herbst 2010 häufiger auf den pfluglosen Flächen als auf den gepflügten Flächen erreicht, nämlich in 55 % und 43 % der Wiederholungen. Auf den gepflügten Flächen waren es mit jeweils 40 % zwar weniger Fälle, absolut gesehen war die Feldmausaktivität aber auch hier so hoch, dass sie im Betrieb beobachtet und gegebenenfalls reguliert werden muss. Auch der Anteil der Wiederholungen, auf dem ein (allerdings auf einzelne Stellen begrenzter) Starkbefall beobachtet wurde, ist bei den pfluglosen Flächen höher: 35 % und 25 %. Hier ist der Unterschied zu den gepflügten Flächen jedoch noch kleiner, d. h. dass auch bei 15 % der Pflug-Wiederholungen im Frühjahr und 17 % der Wiederholungen im Herbst 2010 ein stärkerer Befall verzeichnet wurde. Die Werte für die Varianten Tiefenlockerung und Direktsaat lassen sich nicht allein mit einer anderen Bodenbearbeitung erklären, sie waren insgesamt im Frühjahr 2010 auf dem Demonstrationsversuch recht niedrig und im Herbst teilweise sehr hoch (siehe Abb. 131 und 133). Zudem war die Anzahl der Wiederholungen hier insgesamt

relativ niedrig, sodass ohne weitere Untersuchungen kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Bodenbearbeitungsintensität und Feldmausdichte benannt werden kann.

7.4.2 Ergebnisse der Schneckenuntersuchungen

7.4.2.1 Untersuchungszeitraum Herbst 2009

Im Untersuchungszeitraum Herbst 2009 wurden insgesamt sechs Schneckenarten festgestellt, von denen die Garten-Wegschnecke (*Arion distinctus*), die Große Egelschnecke (*Limax maximus*) und die Garten-Schnirkelschnecke (*Cepaea hortensis*) nur unmittelbar nach der Ernte vereinzelt aus angrenzenden Rainen und Hecken in die Randbereiche der Beobachtungsflächen vordrangen. Im Wesentlichen wurden die folgenden drei Arten gefunden:



Genetzte Ackerschnecke
Deroceras reticulatum

(Foto: Andreas Hurtig)



Gebänderte Wegschnecke
Arion fasciatus

(Foto: Andreas Hurtig)



Spanische Wegschnecke
Arion lusitanicus

(Foto: Andreas Hurtig)

Die folgende Abb. 136 zeigt die Verteilung der im Herbst 2009 insgesamt gefundenen Individuen auf die Arten. Zu den festgestellten Hauptarten gehört neben der als wichtigste Schadart an Feldkulturen bekannten Genetzten Ackerschnecke (*D. reticulatum*) auch die Gebänderte Wegschnecke (*Arion fasciatus*) und die als Gartenschädling gefürchtete Spanische Wegschnecke (*Arion lusitanicus*).

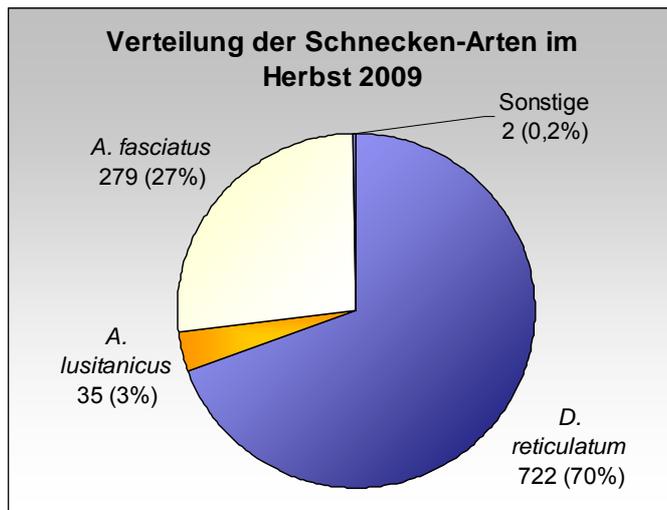


Abbildung 136: Anteile der wichtigsten Schneckenarten an den gefundenen Individuenzahlen im Herbst 2009 (Summe über alle 13 Flächen)

Bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum im Herbst 2009 machte *D. reticulatum* mit mehr als 700 Tieren (bzw. 70 %) den größten Anteil an den gefundenen Individuen aus.

Die Ausgangssituation nach der Ernte im Sommer 2009 und vor der Grundbodenbearbeitung und Aussaat stellte sich für die drei Hauptarten *D. reticulatum*, *A. fasciatus* und *A. lusitanicus* folgendermaßen dar (siehe Tab. 28). Eine Tabelle mit Darstellung der Größenklassen findet sich in Anhang 1 G. Grafiken mit den auf den einzelnen Flächen festgestellten Aktivitätsdichten sind in Anhang 2 I dargestellt. Die genannten Zahlen beziehen sich dabei immer auf die aufsummierten Exemplare der einzelnen Arten, die sich insgesamt unter den 10 ausgelegten Folien je Fläche befanden.

Tabelle 28: Individuenzahlen vor der Bodenbearbeitung im konventionellen Betrieb LÖ3 (Summe über alle drei Flächen), Herbst 2009

Vor Bodenbearbeitung	<i>Deroceras reticulatum</i>	<i>Arion fasciatus</i>	<i>Arion lusitanicus</i>	Gesamt
Lö 1	19	2	15	36
Lö 3	16	0	10	26
Demonstrationsversuch gesamt	34	7	10	51

Auf allen Flächen war demnach die Art *Deroceras reticulatum* (Genetzte Ackerschnecke) bereits vorhanden und teilweise in mäßig hohen Individuendichten (12 Exemplare am Standort Lö3c) nachweisbar (Tab. 28, Spalte 2 und Abb. 137 links). Zum ersten Boniturtermin nach erfolgter Grundbodenbearbeitung und Aussaat war in den Betrieben Lö 1 und Lö 3 zunächst ein Rückgang bzw. Ausbleiben der Art festzustellen (Abb. 137 rechts). Im Demonstrationsversuch jedoch nimmt die Art über den Kontrollzeitraum kräftig zu und weist fast immer höhere Zahlen auf als in den Betrieben Lö 1 und Lö 3. Dies könnte zum Teil daran liegen, dass die Kontrolltermine im Demonstrationsversuch aufgrund der Winterweizen-Aussaat später durchgeführt wurden als in den beiden Winterraps-Betrieben. Die Kontrolltermine im Demonstrationsversuch fielen in zunehmend kühlere und niederschlagsreichere Witterungsabschnitte. Auch in den Betrieben Lö 1 und Lö 3 ist die Aktivitätstendenz von *D. reticulatum* mit den späteren Kontrollterminen steigend (siehe Abb. 138).

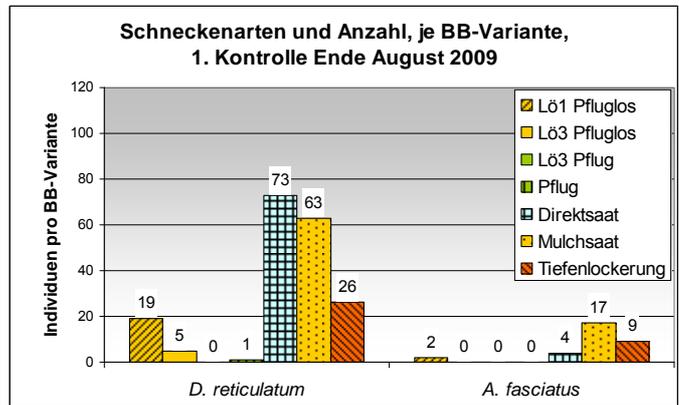
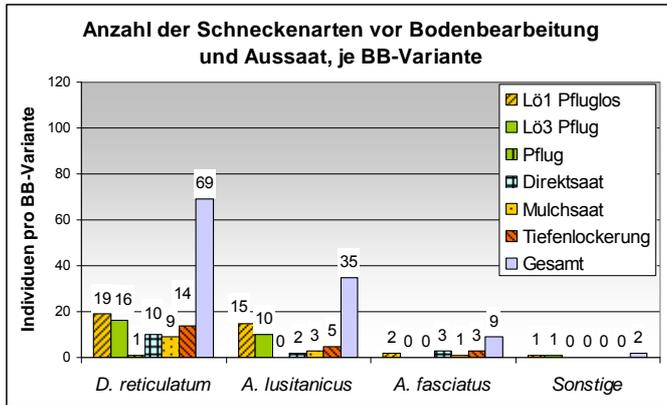


Abbildung 137: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs-Varianten vor Bodenbearbeitung bzw. Aussaat (links) und zum ersten Kontrolltermin Ende August 2009 (rechts), Summe über alle Flächen

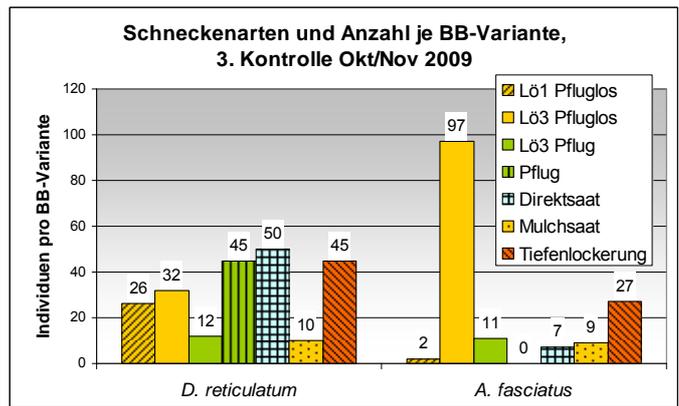
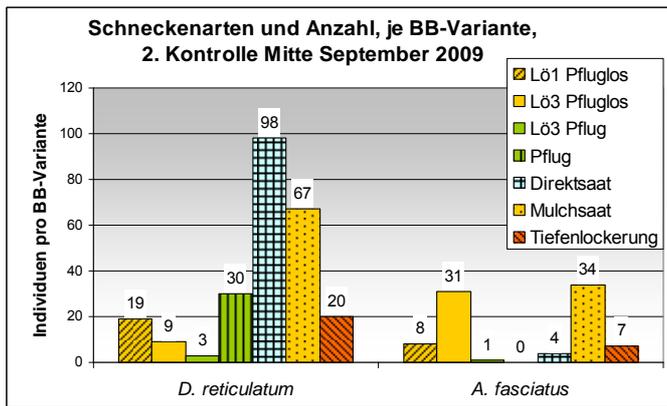


Abbildung 138: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs-Varianten zum 2. Termin im September (links) und zum 3. Termin im Oktober/November 2009 (rechts), Summe über alle Flächen

Die Art *Arion fasciatus* (Gebänderte Wegschnecke) entwickelt erst allmählich höhere Aktivitätsdichten, sie wurde im Betrieb Lö 3 erst ab dem 2. Kontrolltermin Mitte September festgestellt (siehe Abb. 138 links) und nahm dort dann stark zu. Zum letzten Boniturtermin Anfang Oktober dominierte die Gebänderte Wegschnecke in der Bearbeitungsvariante „Pfluglos“ am Standort Lö3c mit 79 Exemplaren gegenüber 20 Exemplaren der Genetzten Ackerschnecke. Die progressive Entwicklung der Nachweiszahlen und die zahlreichen Nachweise kleiner Exemplare der Größenklasse S (< 5 mm) von *A. fasciatus* auf sieben von den insgesamt 13 Flächen lassen auf ein hohes Reproduktionspotenzial der Art auf den Ackerflächen schließen. Von insgesamt 13 Untersuchungsflächen fehlt die Gebänderte Wegschnecke nur auf zwei Flächen: auf der gepflügten Fläche Lö3a im Betrieb mit konventioneller Bodenbewirtschaftung Lö 3 und in der Pflug-Variante im Demonstrationsversuch. Dies sind auch die beiden Flächen mit den insgesamt geringsten Nachweisdichten.

Im pfluglosen Betrieb Lö 1 liegen die Nachweiszahlen von *A. fasciatus* bis zum letzten Kontrolltermin im niedrigen Bereich. Im Winterweizen des Demonstrationsversuches entwickelte sich außer auf der Pflugfläche eine mäßig hohe Dichte. Hier wurden bis zu 34 Individuen pro Kontrolltermin und Variante gefunden.

Die Spanische Wegschnecke (*A. lusitanicus*) wurde an den Boniturterminen vor der Grundbodenbearbeitung/Aussaat auf den abgeernteten Feldern noch in mäßig hohen Individuenzahlen festgestellt (siehe Tabelle 28, Spalte 4 und Abb. 138, links). Mit der Bodenbearbeitung bzw. Bestellung verschwand die große Art, offensichtlich auf Grund des Mangels an Unterschlupfmöglichkeiten, vollständig von den Ackerflächen. In den nachfolgenden Tabellen und Abbildungen werden daher nur noch die Genetzte Ackerschnecke und die Gebänderte Wegschnecke betrachtet.

Die Nachweise der beiden Hauptarten in den beiden Bodenbearbeitungsvarianten der Varianten „Pflug“ und „Pfluglos im Betrieb Lö 3 verteilen sich folgendermaßen auf die drei Boniturtermine nach Grundbodenbearbeitung/Aussaat (Tab. 29):

Tabelle 29: Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im konventionellen Betrieb Lö 3 (jeweils auf drei Flächen), Herbst 2009

Termin	Deroceras reticulatum		Arion fasciatus		Gesamt	
	Pflug	Pfluglos	Pflug	Pfluglos	Pflug	Pfluglos
1	0	5	0	0	0	5
2	3	9	1	31	4	40
3	12	32	11	97	23	129
Summe	15	46	12	128	27	174

Bei den Boniturterminen nach erfolgter Grundbodenbearbeitung/Aussaat in den beiden Bearbeitungsvarianten wies die Variante „Pflug“ für die beiden Hauptarten *Deroceras reticulatum* und *Arion fasciatus* auf allen Flächen und in der Regel auch zu allen Boniturterminen wesentlich geringere Nachweisdichten als die Bearbeitungsvariante „Pfluglos“ auf, obwohl die Varianten jeweils direkt nebeneinander lagen (siehe Abb. 139).

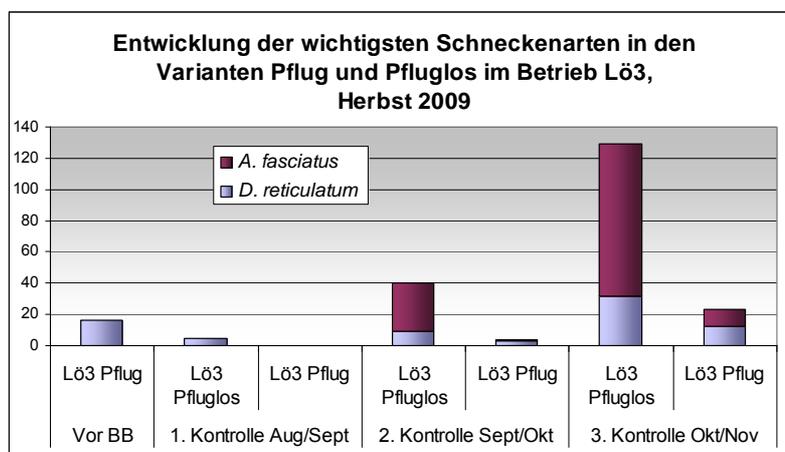


Abbildung 139: Entwicklung von *D. reticulatum* und *A. fasciatus* auf den gepflügten und ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (jeweils auf drei Flächen), Herbst 2009

In Abb. 139 ist gut zu erkennen, dass *A. fasciatus* einen erheblichen Anteil an der Aktivitätsdichte auf den ungepflügten Flächen hat. Die Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten tritt bei *D. reticulatum* weniger stark in Erscheinung. Wie bereits erwähnt, erwies sich die Fläche Lö3c als besonders schneckenreich. Dies kann möglicherweise auch mit einem in der Nähe liegenden Bachlauf erklärt werden. Die Entwicklung nach der Ernte im Herbst 2009 stellte sich für die beiden Hauptarten *D. reticulatum* und *A. fasciatus* im Vergleich der beiden pfluglosen Flächen der Betriebe Lö 3 und Lö 1 folgendermaßen dar:

Tabelle 30: Individuenzahlen zu den Boniturterminen im Vergleich der beiden Betriebe Lö 1 (dauerhaft pfluglos) und Lö 3 (pfluglos Variante im konventionellen Betrieb) (Summe über alle drei Flächen), Herbst 2009

Termin	Deroceras reticulatum		Arion fasciatus		Gesamt	
	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3
Vor Bodenbearbeitung	19	16	2	0	21	16
1	19	5	2	0	21	5
2	19	9	8	31	27	40
3	26	32	2	97	28	129
Summe	83	62	14	128	97	190

Wie der Vergleich der Summen zeigt (Tab. 30), wurden sowohl bei den Arten als auch im gesamten Schneckenauftreten deutliche Unterschiede zwischen den beiden Pfluglos-Varianten beobachtet. Jedoch werden die Unterschiede erst mit den späteren Boniturterminen deutlich (siehe Abb. 140).

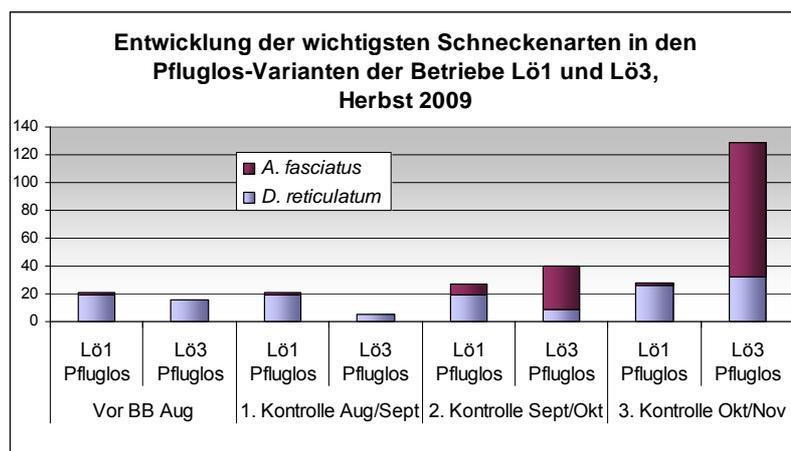


Abbildung 140: Entwicklung der Schneckenarten auf den dauerhaft ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 1 und den Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe über alle drei Flächen), Herbst 2009

Die insgesamt wesentlich höhere Aktivitätsdichte der Schnecken im Betrieb Lö 3 mit vornehmlich konventioneller Bodenbewirtschaftung ist in erster Linie durch die auffällig hohen Nachweiszahlen der letzten beiden Boniturtermine für die Gebänderte Wegschnecke (*A. fasciatus*) am Standort Lö3c bedingt, was sich auch in den gesamtbetrieblichen Daten von Lö 3 niederschlägt (siehe Abb. 140). Die Nachweiszahlen für die Genetzte Ackerschnecke (*D. reticulatum*) sind zwar für den Betrieb Lö 3 mit konventioneller Bodenbewirtschaftung insgesamt ebenfalls etwas höher, doch liegt die Fläche mit der höchsten Nachweisdichte für die Art (Fläche Lö1c) im dauerhaft pfluglos bewirtschafteten Betrieb Lö 1, während vom Standort Lö1a im gleichen Betrieb überhaupt keine Nachweise der Genetzten Ackerschnecke vorliegen.

Die in der Gesamtheit scheinbar deutlichen Unterschiede in der Aktivitätsdichte der Schnecken zwischen den pfluglos bewirtschafteten Flächen im Betrieb Lö 3 mit konventioneller Bodenbewirtschaftung und den Flächen des dauerhaft pfluglosen Betriebes Lö 1 basieren somit auf sehr unterschiedlichen Werten der innerhalb des jeweiligen Betriebes sehr verschiedenen Einzelstandorte. Ein Vergleich der Betriebe ist auf der Datenbasis vom Herbst 2009 allein daher zu wenig aussagekräftig.

Die Situation vor der Grundbodenbearbeitung und die weitere Entwicklung stellte sich für die beiden Hauptarten *D. reticulatum* und *A. fasciatus* im Vergleich der vier Bodenbearbeitungsvarianten im Demonstrationsversuch folgendermaßen dar (Tab. 31):

Tabelle 31: Vergleich der Individuenzahlen in den vier Varianten vor und nach Bodenbearbeitung, Herbst 2009

Termin	Deroceras reticulatum				Arion fasciatus				Gesamt			
	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung
Vor BB	1	10	9	14	0	3	1	3	1	13	10	17
1	1	73	63	26	0	4	17	9	1	77	80	35
2	30	98	67	20	0	4	34	7	30	102	101	27
3	45	50	10	45	0	7	9	27	45	57	19	72
Summe	77	231	149	105	0	18	61	46	77	249	210	151

Auf allen Bearbeitungsvarianten waren die beiden Hauptarten *D. reticulatum* (Genetzte Ackerschnecke) und *A. fasciatus* (Gebänderte Wegschnecke) – mit Ausnahme der Variante „Pflug“, auf der im gesamten Untersuchungszeitraum keine Nachweise von *Arion fasciatus* erbracht wurden - bereits vor Bodenbearbeitung und Aussaat in mäßig hohen Individuendichten

vorhanden (siehe Tab. 31, Zeile 3 „Vor BB“). Die Variante „Tiefenlockerung“ wies in der Ausgangssituation im Gegensatz zu den folgenden Boniturterminen die höchste Schneckenaktivität auf. Am 1. Boniturtermin nach erfolgter Grundbodenbearbeitung/Aussaat war für alle Bearbeitungsvarianten (Ausnahme Pflug) eine Aktivitätserhöhung der Schnecken insgesamt festzustellen, welche sich außer in der Variante „Tiefenlockerung“ bis zum nächsten Kontrolltermin im Oktober fortsetzte.

Danach brachen die Nachweiszahlen in der Direktsaat- und Mulchsaatvariante ein, während sie auf dem gepflügten und dem tief gelockerten Streifen weiter anstiegen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass der erste Frosteinbruch Anfang November sich in den Varianten unterschiedlich auf die Schneckenpopulation ausgewirkt hat. Möglicherweise haben sich die Schnecken auf den Streifen Direkt- und Mulchsaat bereits in tiefer liegende Bodenhohlräume zurückgezogen, die bei flacherer Bodenbearbeitung in größerer Anzahl vorhanden sein können.

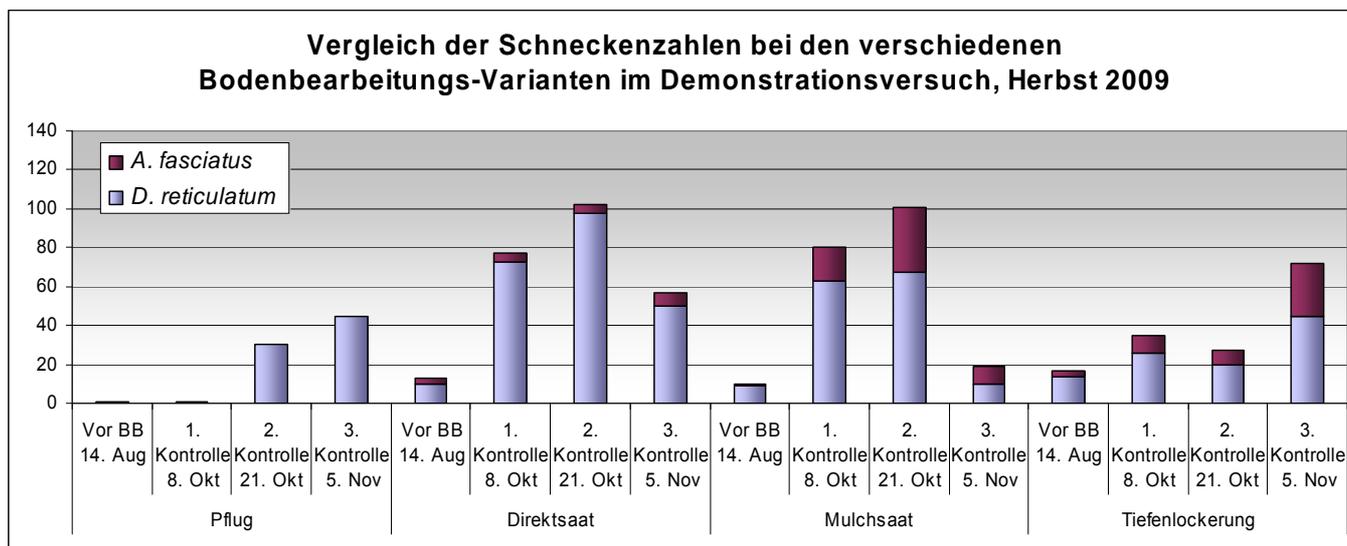


Abbildung 141: Entwicklung der Schneckenarten auf den Bodenbearbeitungsvarianten des Demonstrationsversuchs, Herbst 2009

Vergleicht man die Bodenbearbeitungsvarianten insgesamt (siehe Abb. 141), steigen die Nachweisdichten der Genetzten Ackerschnecke (*Deroceras reticulatum*) sowie der Schnecken insgesamt in folgender Reihenfolge der Bodenbearbeitungsvarianten an: Pflug -> Tiefenlockerung -> Mulchsaat -> Direktsaat. Bei den Varianten „Mulchsaat“ und „Tiefenlockerung“ fällt der verhältnismäßig hohe Anteil der Gebänderten Wegschnecke (*A. fasciatus*) auf. Bei der Variante „Pflug“ fehlen Nachweise für diese Art.

Bemerkenswert sind die deutlichen Unterschiede der unmittelbar aneinander grenzenden Beobachtungsflächen der Bearbeitungsvarianten „Pflug“ und „Direktsaat“, welche unter den insgesamt vier Varianten diejenigen mit der geringsten und der höchsten Aktivitätsdichte der Schnecken in der Summe aller Boniturtermine repräsentieren. Im Verlauf der drei Boniturtermine nach der Grundbodenbearbeitung/Aussaat ist jedoch eine allmähliche Angleichung der Aktivitätsdichten erkennbar.

Bei der Anwendung der Flutationsmethode vor der Grundbodenbearbeitung wurde in den insgesamt 40 entnommenen Bodenblöcken lediglich in der Variante Direktsaat eine Genetzte Ackerschnecke gefunden. Rechnet man diese jedoch auf Quadratmeter hoch, so würde das eine Schneckendichte von ca. 3 Schnecken/m² ergeben. Zum Wiederholungstermin der Erfassung der Schneckendichte am 20.10. wurden wiederum auch nur in der Direktsaatvariante Genetzte Ackerschnecken gefunden, insgesamt 11 in den 10 Proben, was hochgerechnet etwa 33 Schnecken je m² entsprechen würde. Diese Methode wurde zusätzlich angewendet, weil sie von MÜLLER & KREYE (2005) in verschiedenen Projekten als eine schnelle und verlässliche Methode angewendet wurde und mit ihr auch bessere Übereinstimmungen zwischen der ermittelten Schneckendichte und dem daraus resultierenden Schaden durch Schnecken erzielt wurden, was jedoch hier in den im Herbst 2009 durchgeführten Beobachtungen nur teilweise (im Falle der Direktsaat-Variante) bestätigt werden konnte.

Zu den Schadensbonituren zeigten die festgestellten Aktivitätsdichten der Schnecken auf den verschiedenen Winterrapsflächen eine relativ deutliche Korrelation zu den festgestellten Fraßschäden. Die im Stadium BBCH 12-14 an den Rapspflanzen festgestellten Fraßschäden waren auf allen Flächen sehr gering (zwischen 1 und 10 %). Der Standort mit der höchsten Schneekendichte (zu drei Terminen nach Aussaat insgesamt 132 Exemplare, davon 29 *Deroceras reticulatum*) - die Fläche LÖ3c, Variante „Pfluglos“ im Betrieb LÖ 3 – wies die höchste Anzahl geschädigter Pflanzen (ca. 10 %) auf. Doch auch am Standort LÖ3a, Variante „Pfluglos“ im Betrieb LÖ 3 wurden mit sieben geschädigten Pflanzen von ca. 80 im Vergleich zu der ermittelten geringen Schneekendichte (an drei Terminen nach Aussaat insgesamt 11 Exemplare, davon vier *Deroceras reticulatum*) vergleichsweise „hohe“ Schäden festgestellt.

In den vier Bearbeitungsvarianten des Demonstrationsversuchs war ein Zusammenhang ebenfalls erkennbar, doch verhielten sich auch hier die ermittelten Aktivitätsdichten der Schnecken zur Höhe der Fraßschäden zueinander nicht proportional. Allerdings war hier der geschädigter Pflanzen im Stadium BBCH 12 am Gesamtbestand im Vergleich zu den Rapschlägen höher (zwischen 20 % und 50 % der Pflanzen je Fläche bzw. Bearbeitungsvariante). Dieser Befund ist mit dem späteren Boniturtermin und der insgesamt höheren Schneekendichte zu erklären.

Die Fläche mit der ermittelten höchsten Schneekendichte (an drei Terminen nach Aussaat insgesamt 236 Exemplare, davon 221 *Deroceras reticulatum*) war die Variante „Direktsaat“. Sie wies die höchste Anzahl geschädigter Pflanzen (ca. 50 % des Pflanzenbestands) auf. Doch auch in der Variante „Tiefenlockerung“ mit der ermittelten wesentlich geringeren Schneekendichte (in drei Terminen nach Aussaat insgesamt 134 Exemplare, davon 91 *Deroceras reticulatum*) wurden annähernd gleich hohe Schäden festgestellt. Die Variante „Pflug“ mit der geringsten Schneekendichte wies den deutlich geringsten Anteil geschädigter Pflanzen auf (20 %). Allerdings war demgegenüber in der Bearbeitungsvariante Mulchsaat bei Berücksichtigung der nahezu dreifach höheren Schneckenaktivität die Schädigungsquote mit 28,5 % wiederum verhältnismäßig gering.

Diese unterschiedlichen, aber auch geringen Korrelationen zwischen ermittelten Schneekendichten und bonitiertem Fraßschaden waren ebenfalls das Ergebnis eines Monitorings zum Auftreten von Schnecken und der daraus resultierenden Schäden an Winterraps 2005 (MÜLLER & KREYE 2005).

7.4.2.2 Untersuchungszeitraum Frühjahr 2010

Während des Untersuchungszeitraums im Frühjahr 2010 wurden insgesamt drei Schneckenarten festgestellt. Die Spanische Wegschnecke (*Arion lusitanicus*) trat nur in einzelnen jungen Exemplaren zum letzten (3.) Boniturtermin in der Bearbeitungsvariante „Direktsaat“ der Demonstrationsversuchsanlage auf.

Zu den festgestellten Hauptarten gehörte wie auch Herbst 2009 neben der Genetzten Ackerschnecke (*Deroceras reticulatum*) die Gebänderte Wegschnecke (*Arion fasciatus*). Auf den meisten Flächen bildete diese nun den Hauptanteil der ermittelten Schneckenindividuen, was sich auch in den Zahlen für den gesamten Untersuchungszeitraum niederschlägt (Abb. 142). Die Art *A. fasciatus* war im Frühjahr 2010 auf allen 13 Flächen anzutreffen. Extremwerte für die Gebänderte Wegschnecke wurden wiederum in der Bearbeitungsvariante „Pfluglos“ am Standort LÖ3c mit 120 Exemplaren gegenüber nur einem Exemplar der Genetzten Ackerschnecke zum letzten Boniturtermin festgestellt (siehe Abb. 144).

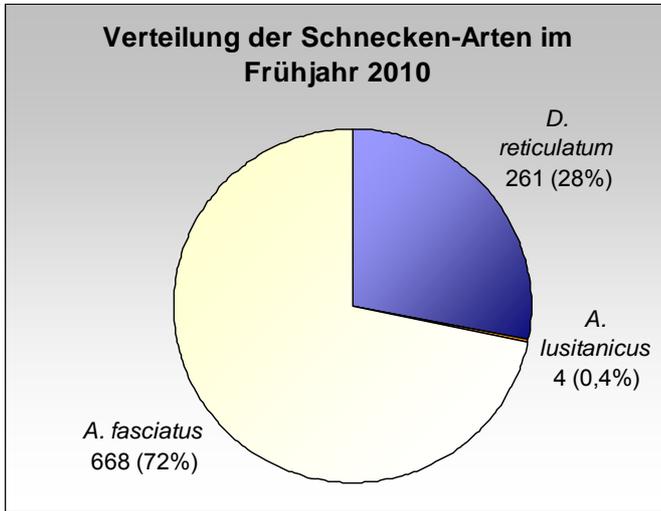


Abbildung 142: Anteile der wichtigsten Schneckenarten an den gefundenen Individuenzahlen im Frühjahr 2010, (Summe über alle 13 Flächen)

Die Genetzte Ackerschnecke war im Frühjahr 2010 nur an den Standorten L01c im dauerhaft pfluglosen Betrieb und in der Bearbeitungsvariante „Pflug“ im Demonstrationsversuch die dominierende Art, dabei am Standort L01c mit derart hohen Nachweiszahlen, dass die Durchschnittswerte für den gesamten Betrieb L0 1 eine Dominanz von *Deroceras reticulatum* auswiesen.

Insgesamt war für *D. reticulatum* keine so positive Entwicklung der Nachweiszahlen im Verlauf der drei Boniturtermine festzustellen wie im Herbst 2009 (siehe Abb. 143 und 144). Es fehlten im Gegensatz zum Herbstzeitraum weitgehend die kleineren Exemplare der Größenklasse S (<5 mm), was auf eine geringe Reproduktion hindeutet. Eine Tabellenübersicht mit Darstellung der Größenklassen findet sich in Anhang 1 I. Grafiken mit den auf den einzelnen Flächen festgestellten Aktivitätsdichten sind in Anhang 2 K dargestellt.

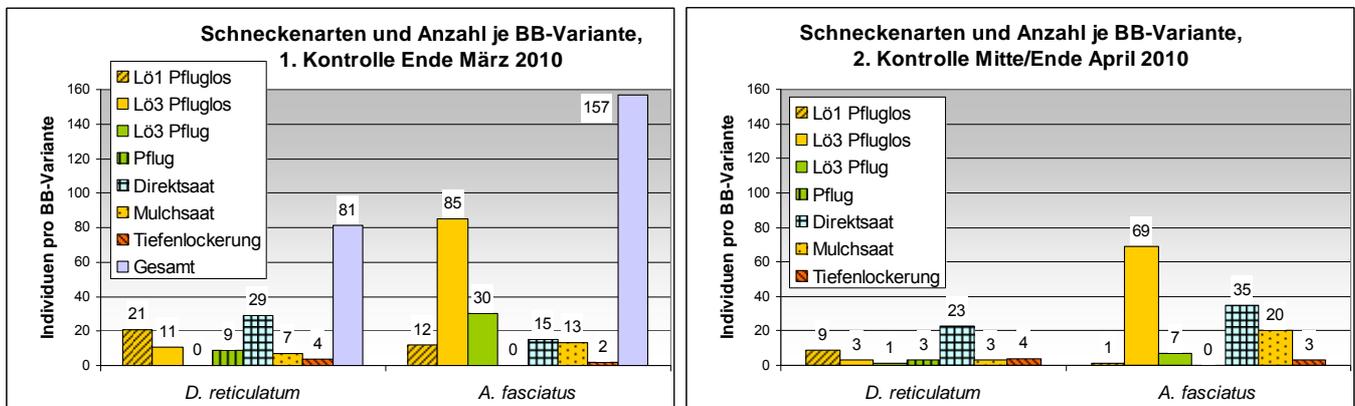


Abbildung 143: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs-Varianten zum 1. Kontrolltermin im März (links) und zum 2. Termin im April 2010 (rechts) (jeweils Summen über alle Flächen)

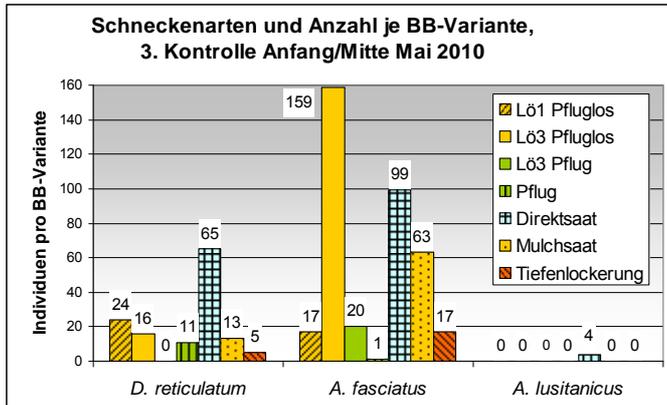


Abbildung 144: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungs-Varianten zum 3. Termin im Mai 2010 (jeweils Summen über alle Flächen)

Bei einem Vergleich der Varianten „Pflug“ und „Pfluglos“ im konventionellen Betrieb Lö 3 verteilen sich die Nachweise der beiden Hauptarten in den beiden Bodenbearbeitungsvarianten (im Durchschnitt der drei Flächen) folgendermaßen auf die drei Boniturtermine (Tab. 32):

Tabelle 32: Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im konventionellen Betrieb Lö 3 (Mittel über alle drei Standorte), Frühjahr 2010

Termin	<i>Deroceras reticulatum</i>		<i>Arion fasciatus</i>		Gesamt	
	Pfluglos	Pflug	Pfluglos	Pflug	Pfluglos	Pflug
1	3,7	0	28,3	10	32	10
2	1,0	0,3	23	2,3	24	2,6
3	5,3	0	53	6,7	58,3	6,7
Summe	10	0,3	104,3	19,0	114,3	19,3

Bei den Boniturterminen in den beiden Bearbeitungsvarianten wies die Variante „Pflug“ für die beiden Hauptarten *D. reticulatum* und *A. fasciatus* wie auch bereits im Herbstzeitraum 2009 auf allen Flächen und in der Regel auch zu allen Boniturterminen wesentlich geringere Nachweisdichten als die Bearbeitungsvariante „Pfluglos“ auf.

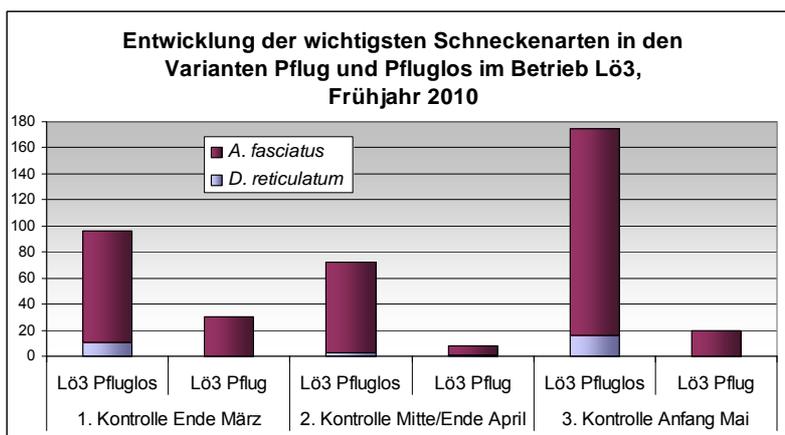


Abbildung 145: Entwicklung von *D. reticulatum* und *A. fasciatus* auf den gepflügten und ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe über je drei Flächen), Frühjahr 2010

Abbildung 145 zeigt deutlich die Dominanz von *A. fasciatus* im Betrieb Lö 3 über den gesamten Untersuchungszeitraum.

Vergleicht man die Varianten „Pfluglos“ im konventionellen Betrieb Lö 3 mit den dauerhaft Pfluglos-Flächen im Betrieb Lö 1 verteilen sich die Nachweise der beiden Hauptarten in den pfluglos bewirtschafteten Flächen der beiden Betriebe folgendermaßen auf die drei Boniturtermine (Tab. 33):

Tabelle 33: Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im Vergleich der beiden Betriebe Lö 1 und Lö 3 (Pfluglos-Varianten im Mittel über die jeweils drei Flächen)

Termin	Deroceras reticulatum		Arion fasciatus		Gesamt	
	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3
1	7	3,7	4	28,3	11	32
2	3	1	0,3	23	3,3	24
3	8	5,3	5,7	53	13,7	58,3
Summe	18	10	10	104,3	28	114,3

Die insgesamt wesentlich höhere Aktivitätsdichte der Schnecken im Betrieb mit konventioneller Bewirtschaftung (Betrieb Lö 3) war durch die hier festgestellte hohe Aktivitätsdichte für die Gebänderte Wegschnecke (*A. fasciatus*), besonders am Standort Lö3c bedingt, wie bereits im Herbstzeitraum 2009 (siehe Abb. 146). Die höheren Nachweiszahlen für die Genetzte Ackerschnecke (*D. reticulatum*) für den dauerhaft pfluglos wirtschaftenden Betrieb Lö 1 sind, wie im Kapitel eingangs bereits erwähnt, auf die Befunde am Einzelstandort Lö1c zurückzuführen.

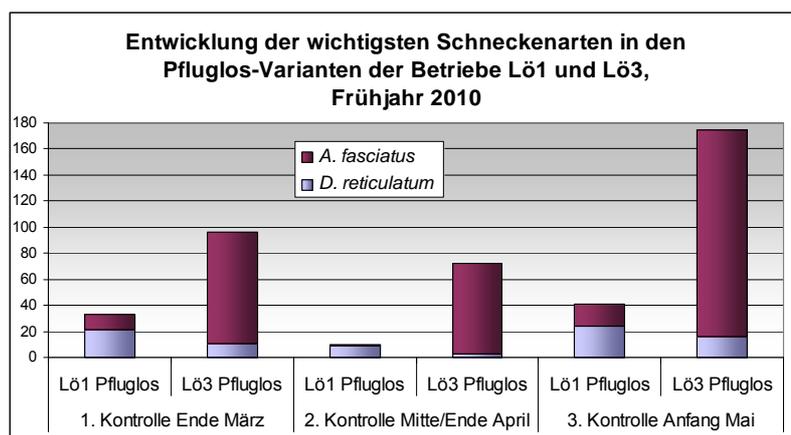


Abbildung 146: Entwicklung von *D. reticulatum* und *A. fasciatus* auf den ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 1 und den gepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe über je drei Flächen), Frühjahr 2010

Die Nachweise der beiden Hauptarten in den vier Bodenbearbeitungsvarianten verteilen sich im Demonstrationsversuch folgendermaßen auf die drei Boniturtermine (Pflug, Direktsaat, Mulchsaat, Tiefenlockerung) (Tab. 34):

Tabelle 34: Vergleich der Individuenzahlen in den vier Varianten des Demonstrationsversuchs, Frühjahr 2010

Termin	Deroceras reticulatum				Arion fasciatus				Gesamt			
	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung
1	9	29	10	4	0	15	13	2	9	44	23	6
2	3	23	3	4	0	35	20	3	3	58	23	7
3	11	63	13	5	1	99	63	17	12	162	76	22
Summe	23	115	26	13	1	149	69	22	24	264	122	35

Die Nachweisdichten der Schnecken insgesamt sowie der Gebänderten Wegschnecke (*A. fasciatus*) steigen in folgender Reihenfolge der Bodenbearbeitungsvarianten an: Pflug -> Tiefenlockerung -> Mulchsaat -> Direktsaat, die der Genetzten Ackerschnecke (*D. reticulatum*) in der Reihenfolge: Tiefenlockerung -> Pflug -> Mulchsaat -> Direktsaat (siehe Abb. 147).

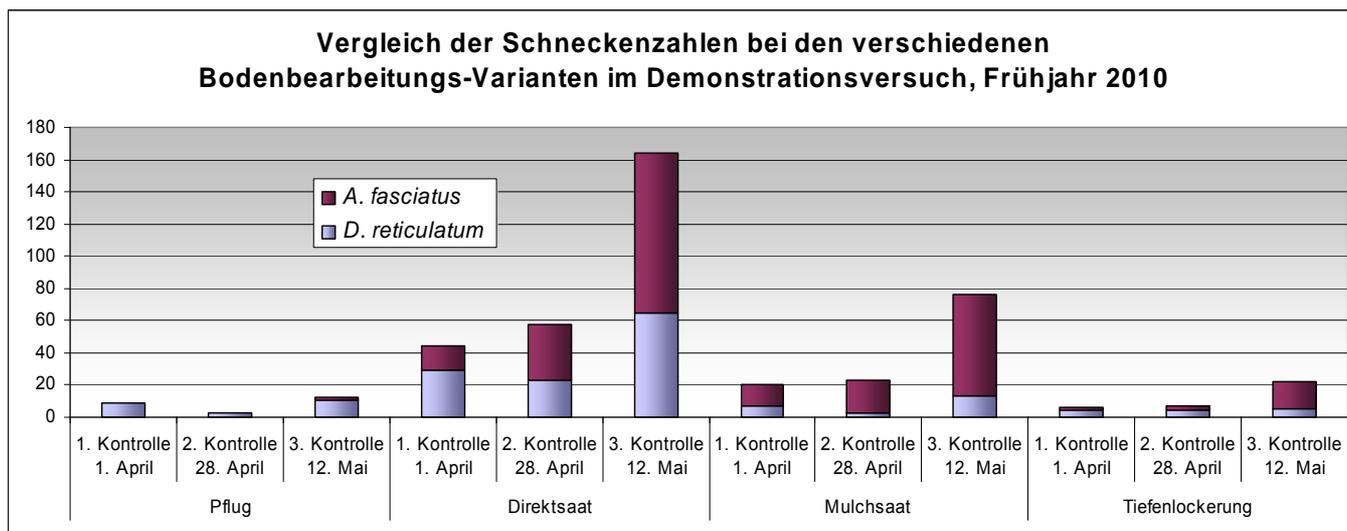


Abbildung 147: Entwicklung der Schneckenarten auf den Bodenbearbeitungsvarianten des Demonstrationsversuchs, Frühjahr 2010

Die Varianten „Mulchsaat“ und „Tiefenlockerung“ wiesen wie bereits im Herbstzeitraum 2009 einen verhältnismäßig hohen Anteil der Gebänderten Wegschnecke (*Arion fasciatus*) bei jedoch insgesamt geringen Nachweiszahlen auf, insbesondere bei der Variante „Tiefenlockerung“ mit geringer Aktivität.

Bemerkenswert waren wie bereits im Herbstzeitraum 2009 die deutlichen Unterschiede der unmittelbar aneinander grenzenden Probeflächen der Bearbeitungsvarianten „Pflug“ und „Direktsaat“. Die Variante „Direktsaat“ weist weiterhin die weitaus höchste Aktivitätsdichte für beide Hauptarten auf.

7.4.2.3 Untersuchungszeitraum Herbst 2010

Im Untersuchungszeitraum Herbst 2010 wurden insgesamt vier Schneckenarten festgestellt, von denen eine (die Große Egelschnecke *Limax maximus*) nur in einem Exemplar am Standort Lö3c aus angrenzenden Rainen und Hecken in die Ackerfläche vordrang. Die Spanische Wegschnecke (*Arion lusitanicus*) wurde mit Ausnahme eines Einzelexemplars zum 4. Termin in der Bearbeitungsvariante Direktsaat der Demonstrationsversuchsanlage nur an den Boniturterminen vor der Aussaat bzw. Grundbodenbearbeitung auf den abgeernteten Feldern festgestellt (siehe Abb. 149 links und Abb. 150 rechts). Mit der Bodenbearbeitung bzw. Bestellung verschwand diese Art von den Ackerflächen.

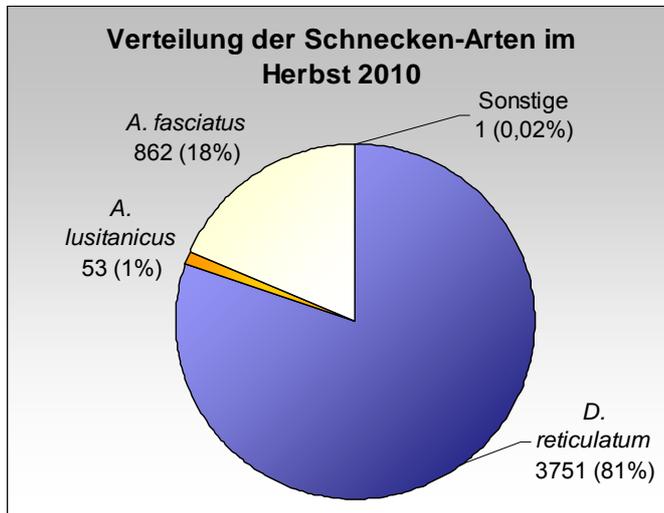


Abbildung 148: Anteile der wichtigsten Schneckenarten an den gefundenen Individuenzahlen im Herbst 2010 (Summe über alle Flächen)

Zu den festgestellten Hauptarten gehört wie auch in den Zeiträumen Herbst 2009 und Frühjahr 2010 neben der Genetzten Ackerschnecke (*Deroceras reticulatum*) die Gebänderte Wegschnecke (*Arion fasciatus*). Im Gegensatz zum vorangegangenen Untersuchungszeitraum trat diese Art jedoch gegenüber der Genetzten Ackerschnecke (*Deroceras reticulatum*) in den Individuenzahlen zumeist deutlich zurück (s. Abb. 148). Die Art war jedoch weiterhin auf allen 13 Flächen anzutreffen.

Die weiterhin vergleichsweise höchste Dichte wies die Gebänderte Wegschnecke wiederum in der Bearbeitungsvariante „Pfluglos“ am Standort Lö3c auf, doch trat diese mit Ausnahme des 2. Boniturtermins auch hier zahlenmäßig gegenüber der Genetzten Ackerschnecke zurück (siehe Abb. 149 rechts). Mit der höheren Trockenheitstoleranz der Wegschneckenarten gegenüber der Genetzten Ackerschnecke lässt sich die Verschiebung der Dominanzverhältnisse nicht zureichend erklären, weil auch der Untersuchungszeitraum im Frühjahr 2010 weitgehend durch feuchte Witterung und der Zeitraum unmittelbar vor Beginn der Untersuchungen im Herbst 2010 durch extreme Hitze und Trockenheit geprägt war.

Die Nachweiszahlen für beide Arten zusammen sind im Vergleich zu den vorhergehenden Untersuchungszeiträumen insgesamt wesentlich höher. In der Summe wurden im Herbst allein mehr als 3.700 Individuen der Genetzten Ackerschnecke gefunden (siehe Abb. 148). In den vorangegangenen Zeiträumen wurden insgesamt jeweils 1.000 Tiere gezählt. Im Vergleich zum Herbstzeitraum 2009 ist jedoch keine so stark positive Entwicklung der Nachweiszahlen für *A. fasciatus* im Verlauf der fünf Boniturtermine festzustellen. Auf allen Flächen des Betriebes Lö 3 ist zum 3. Termin (nach der auf ein langes Brachliegen erfolgten Bodenbearbeitung und Aussaat) ein auffälliger Tiefpunkt der Nachweiszahlen für beide Arten festzustellen.

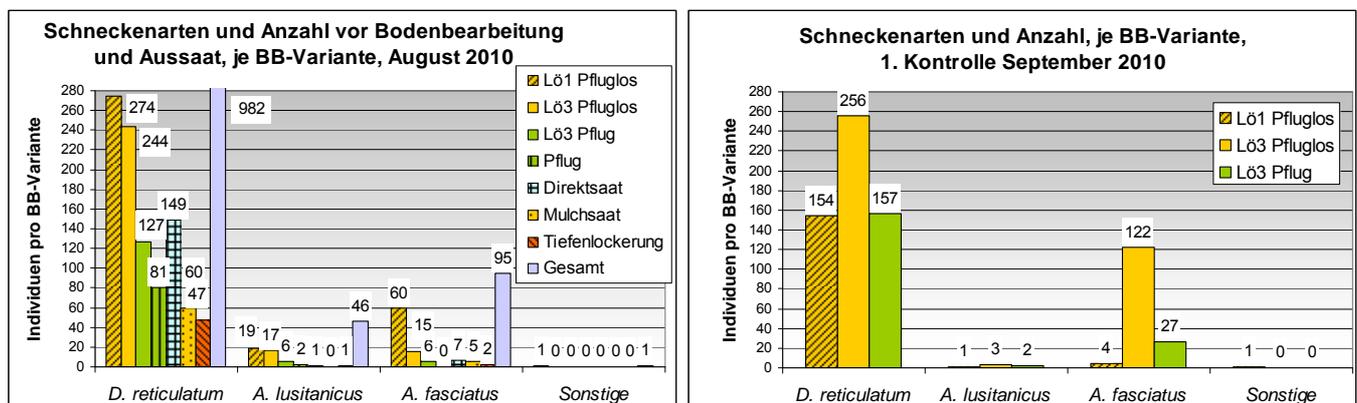


Abbildung 149: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungsvarianten vor der Bodenbearbeitung/Aussaat (links) und zur 1. Kontrolle im September 2010 (rechts)

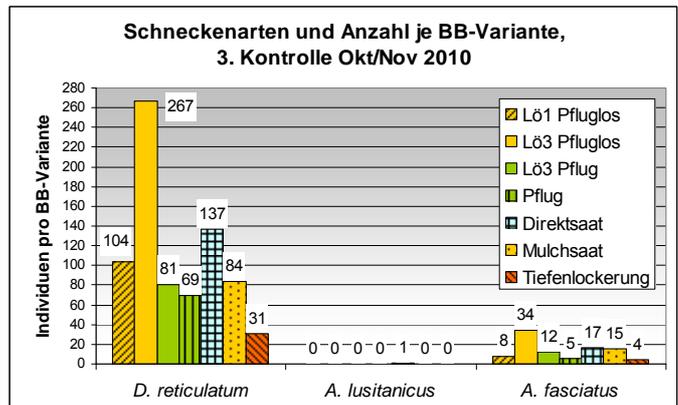
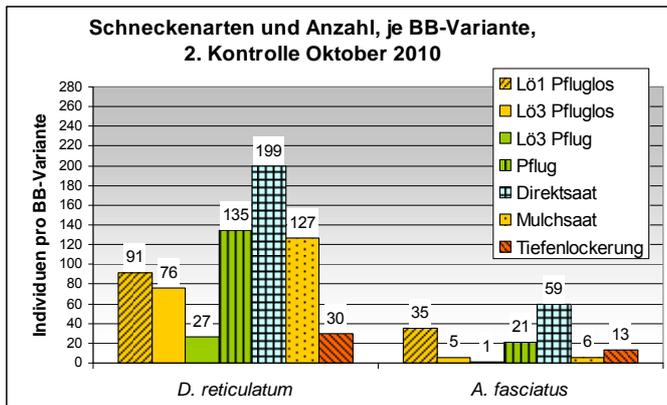


Abbildung 150: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungsvarianten zum 2. Termin im Oktober (links) und zum 3. Termin im Oktober/November 2010 (rechts)

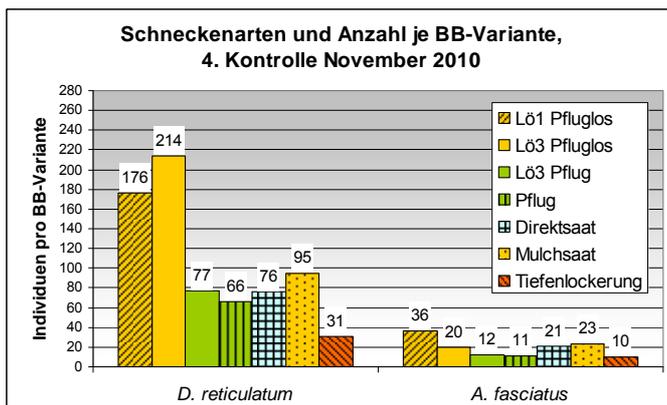


Abbildung 151: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungsvarianten zum 4. Kontrolltermin im November 2010

Eine Tabellenübersicht mit Darstellung der Größenklassen findet sich im Anhang 1 K. Die dazugehörigen Grafiken sind in Anhang 2 M dargestellt. Die genannten Zahlen beziehen sich dabei immer auf die aufsummierten Exemplare der einzelnen Arten, die sich insgesamt unter den 10 ausgelegten Folien je Fläche befanden.

Die Nachweise der beiden Hauptarten in den beiden Bodenbearbeitungsvarianten „Pflug“ und „Pfluglos“ im konventionellen Betrieb Lö 3 (im Durchschnitt der drei Flächen) verteilen sich folgendermaßen auf die fünf Boniturtermine (Tab. 35):

Tabelle 35: Individuenzahlen zu den fünf Boniturterminen im konventionellen Betrieb Lö 3 (Durchschnitt über alle drei Flächen), Herbst 2010

Termin	<i>Deroceras reticulatum</i>		<i>Arion fasciatus</i>		Gesamt	
	Pfluglos	Pflug	Pfluglos	Pflug	Pfluglos	Pflug
1	81,3	42,3	5	2	86,3	47,3
2	85,3	52,3	40,7	9	126	61,3
3	25,3	9	1,7	0,3	27	9,3
4	89	27	11,3	4	100,3	31
5	39,7	25,7	6,7	4	46,4	29,7
Summe	320,6	156,3	65,4	19,3	386	175,9

Bei den Boniturterminen in den beiden Bearbeitungsvarianten wies die Variante „Pflug“ für die beiden Hauptarten *Deroceras reticulatum* und *Arion fasciatus* wie auch bereits im Herbst 2009 und im Frühjahr 2010 auf allen Flächen und in der Regel auch zu allen Boniturterminen wesentlich geringere Nachweisdichten als die Bearbeitungsvariante „Pfluglos“ auf (siehe Abb. 152).

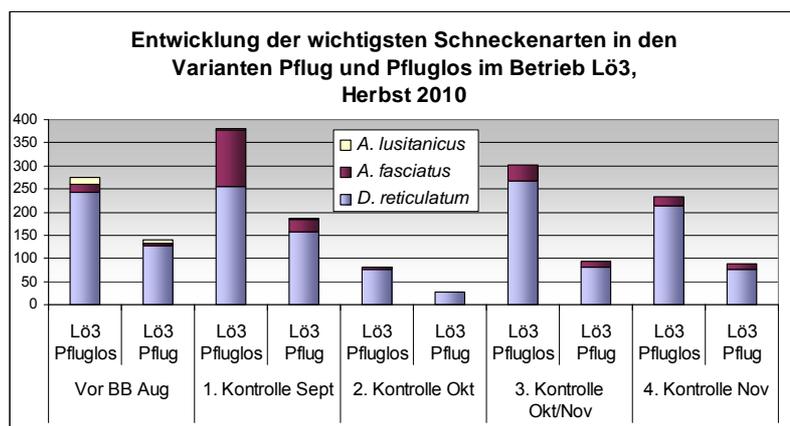


Abbildung 152: Entwicklung von *D. reticulatum* und *A. fasciatus* auf den gepflügten und ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe jeweils über alle drei Flächen), Herbst 2010

Die Nachweise der beiden Hauptarten auf den pfluglos bewirtschafteten Flächen der beiden Betriebe konventionell Lö 3 und dauerhaft Pfluglos Lö 1 verteilen sich folgendermaßen auf die fünf Boniturtermine (Tab. 36):

Tabelle 36: Individuenzahlen zu den fünf Boniturterminen im Vergleich der beiden Betriebe Lö 1 und Lö 3 (Pfluglos-Varianten im Mittel über die jeweils drei Flächen), Herbst 2010

Termin	<i>Deroceras reticulatum</i>		<i>Arion fasciatus</i>		Gesamt	
	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3
1	91,3	81,3	2	5	93,3	86,3
2	51,3	85,3	1,3	40,7	52,6	126
3	30,3	25,3	11,7	1,7	42	27
4	34,7	89	2,7	11,3	37,4	100,3
5	58,7	39,7	12	6,7	46,4	46,4
Summe	266,3	320,6	29,7	65,4	296	386

Die Aktivitätsdichte der Schnecken ist im Betrieb Lö 3 mit konventioneller Bewirtschaftung insgesamt etwas höher. Die ausgeprägte Dominanz der Gebänderten Wegschnecke (*A. fasciatus*) im Betrieb Lö 3, insbesondere am Standort Lö3c ist jedoch (im Gegensatz zum Herbstzeitraum 2009 und Frühjahr 2010) bedingt durch die im Vergleich zu den früheren Untersuchungszeiträumen sehr hohen Nachweiszahlen für die Genetzte Ackerschnecke (*D. reticulatum*) nicht mehr vorhanden (siehe Abb. 153).

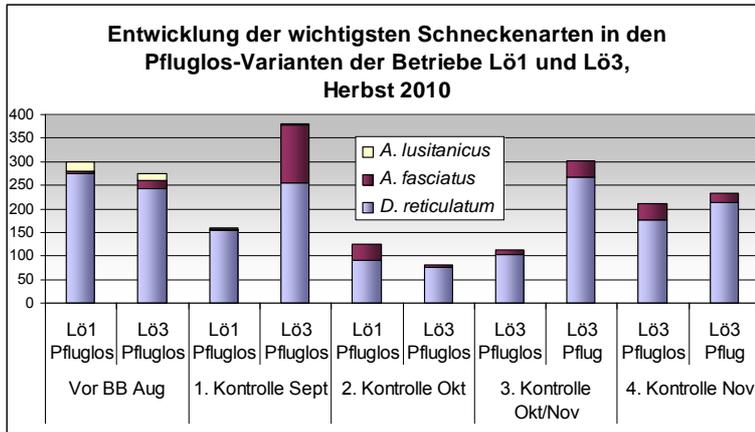


Abbildung 153: Entwicklung von *D. reticulatum* und *A. fasciatus* auf den ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 1 und den Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe über jeweils alle drei Flächen), Herbst 2010

Die Nachweise der beiden Hauptarten in den vier Bodenbearbeitungsvarianten im Demonstrationsversuch verteilen sich folgendermaßen auf die fünf Boniturtermine (Tab. 37):

Tabelle 37: Vergleich der Individuenzahlen in den vier Varianten des Demonstrationsversuchs, Herbst 2010

Termin	Deroceras reticulatum				Arion fasciatus				Gesamt			
	Pflug	Direktsaat	Mulchsaat	Tiefenlockerung	Pflug	Direktsaat	Mulchsaat	Tiefenlockerung	Pflug	Direktsaat	Mulchsaat	Tiefenlockerung
1	81	149	60	47	0	7	5	2	81	156	65	49
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	135	199	127	30	21	59	6	13	156	258	133	43
4	69	137	94	31	5	17	15	4	74	154	109	35
5	66	76	95	31	11	21	23	10	77	97	118	41
Summe	351	561	376	139	37	104	49	29	388	665	425	168

Die Nachweisdichten beider Arten und folglich auch der Schnecken insgesamt steigen in folgender Reihenfolge der Bodenbearbeitungsvarianten an: Tiefenlockerung -> Pflug -> Mulchsaat -> Direktsaat. Dies wird gut in Abb. 154 dargestellt.

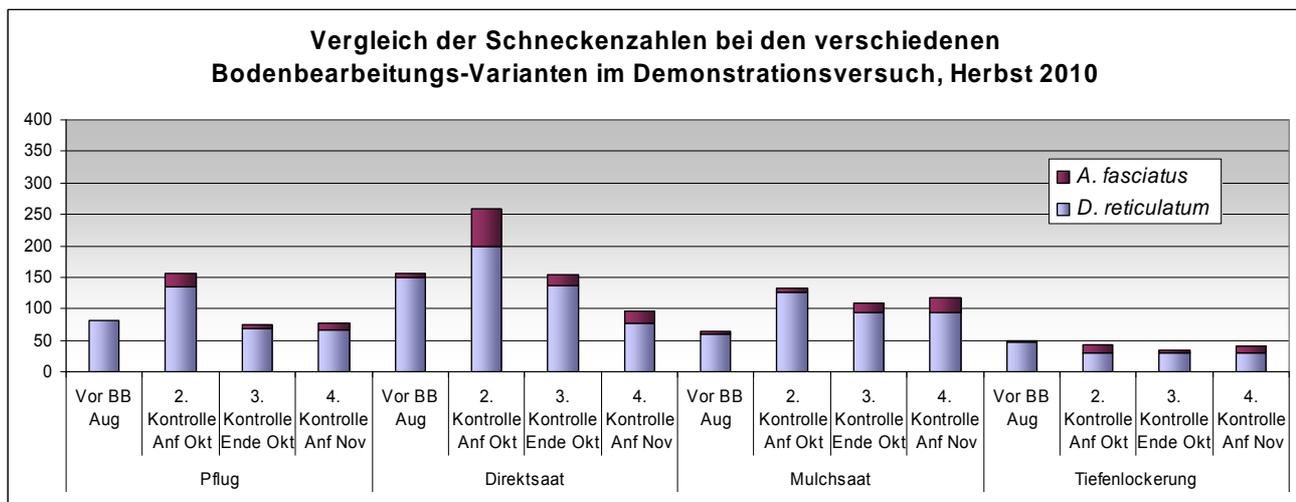


Abbildung 154: Entwicklung der Schneckenarten auf den Bodenbearbeitungsvarianten des Demonstrationsversuchs, Herbst 2010

Die Varianten „Mulchsaat“ und „Tiefenlockerung“ weisen keinen derart vergleichsweise hohen Anteil der Gebänderten Wegschnecke (*A. fasciatus*) wie im Herbst 2009 auf. Auf Grund der jedoch weiterhin insgesamt relativ geringen Nachweiszahlen ist deshalb im Untersuchungszeitraum Herbst 2010 die Variante „Tiefenlockerung“ die Variante mit der insgesamt geringsten Schneckenaktivität. Im Herbst 2009 traf dies auf die Pflug-Variante zu.

Wie bereits im Herbstzeitraum 2009 sind deutliche Unterschiede zwischen den unmittelbar aneinander grenzenden Flächen der Bearbeitungsvarianten „Pflug“ und „Direktsaat“ zu erkennen. Die Variante „Direktsaat“ weist weiterhin die höchste Aktivitätsdichte für beide Hauptarten auf. Die Unterschiede sind jedoch bei den insgesamt höheren Nachweiszahlen weniger auffällig.

Auf Grund des Aussaatzeitpunktes und der Bestandsentwicklung war im Untersuchungszeitraum Herbst 2010 die Ermittlung der Schadensbonituren im Stadium BBCH 12 (- 13) bei Winterweizen nur im Betrieb Lö 1 möglich. Die Zwischenfrucht Gelbsenf auf der Demonstrationsversuchsfläche wies keine Schneckenfaßschäden auf.

Die festgestellten Aktivitätsdichten der Schnecken im Winterweizen zeigen eine deutliche Korrelation zu den festgestellten Fraßschäden. Die festgestellten Fraßschäden waren relativ hoch; jeweils 36,5, 68,0 und 69,3 % der Pflanzen wiesen Fraßschäden auf, wobei jedoch immer nur einzelne Blätter angefressen waren. Am Standort Lö1a mit der höchsten Schneekendichte (in den drei Terminen nach der Aussaat insgesamt 197 Exemplare, davon 177 *Deroceras reticulatum*) wurde die höchste Anzahl geschädigter Pflanzen (69,3 %) festgestellt.

7.4.2.4 Untersuchungszeitraum Frühjahr 2011

Im Untersuchungszeitraum Frühjahr 2011 wurden insgesamt vier Schneckenarten festgestellt, von denen eine (die Gartenwegschnecke *Arion hortensis*) nur in einem Exemplar am Standort Lö1b auf die Ackerfläche vordrang. Die beiden am häufigsten vertretenen Schnecken waren im Frühjahr 2011 wiederum die Genetzte Ackerschnecke (*D. reticulatum*) und die Gebänderte Wegschnecke (*Arion fasciatus*). Bezogen auf den Gesamtzeitraum im Frühjahr 2011 waren beide Arten etwa gleich oft vertreten, mit einer leichten Dominanz von *D. reticulatum* (siehe Abb. 155).

Die Spanische Wegschnecke (*Arion lusitanicus*) war mit insgesamt 77 Exemplaren öfter vertreten als noch im Herbst 2010 und wesentlich öfter als im Vergleichszeitraum Frühjahr 2010, als nur insgesamt vier Exemplare gefunden wurden. Insgesamt wurden in drei Kontrollen auf den neun Flächen der Betriebe Lö 1 und Lö 3 und vier Kontrollen auf den Varianten des Bodenbearbeitungsversuchs 1.872 Individuen gefunden, etwa doppelt so viele wie in den drei Kontrollterminen im Frühjahr 2010 und wesentlich weniger als noch im Herbst zuvor.

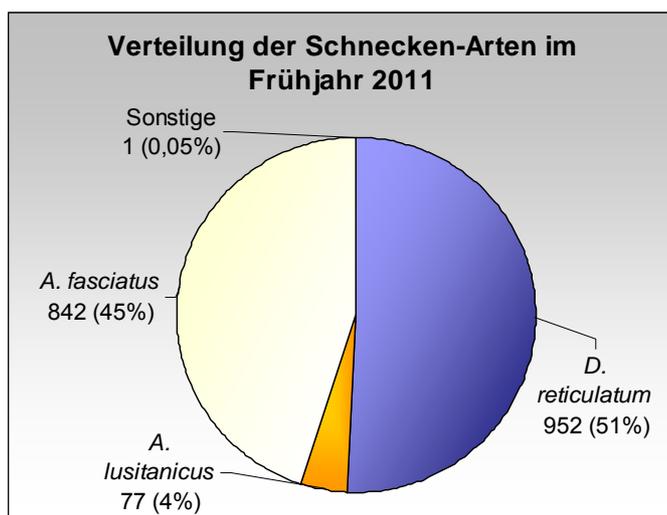


Abbildung 155: Anteile der wichtigsten Schneckenarten an den gefundenen Individuenzahlen im Frühjahr 2011

Auffällig ist die starke Abnahme aller Arten mit fortschreitendem Frühjahr (siehe der Verlauf in den Abb. 156 und 157). Dies wird auch in den abnehmenden Skalenmaxima der Abbildungen von März bis Juni deutlich. Kurz nach Vegetationsbeginn sind insbesondere die Zahlen von *A. fasciatus* und *D. reticulatum* auf den pfluglosen Flächen von Betrieb Lö 3 noch sehr hoch (Abb. 156 links). Auch die jeweils direkt neben der pfluglosen Variante liegenden Pflugflächen in Betrieb Lö 3 weisen mit 146 (*A. fasciatus*) und 147 (*D. reticulatum*) Individuen noch sehr hohe Zahlen auf.

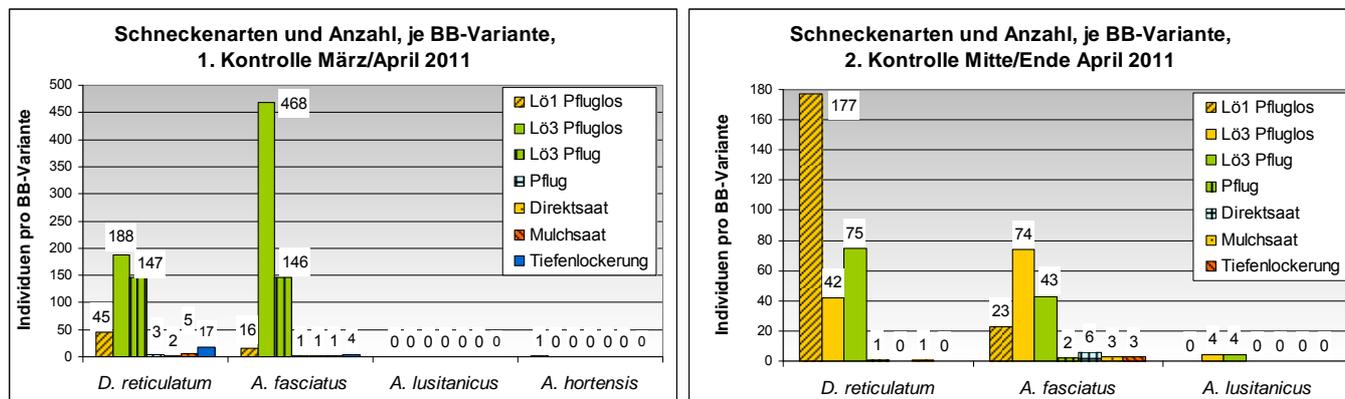


Abbildung 156: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungen zur 1. Kontrolle im März/April 2011 (links) und zur 2. Kontrolle Mitte/Ende April 2011 (rechts)

Zum zweiten Kontrolltermin Mitte/Ende April hat *D. reticulatum* zugenommen und *A. fasciatus* stark abgenommen. Insbesondere die Flächen im pfluglosen Betrieb Lö 1 wiesen nun höhere Zahlen auf. Es wurden einige wenige Exemplare der Spanischen Wegschnecke (*A. lusitanicus*) gefunden (siehe Abb. 156 rechts, Säulen ganz rechts).

Zum dritten Kontrolltermin Mitte/Ende Mai hat *D. reticulatum* im pfluglosen Betrieb Lö 1 abgenommen, im Betrieb Lö 3 aber leicht zugenommen. Die Gebänderte Wegschnecke (*A. fasciatus*) hat stark abgenommen und war nun teilweise schwächer vertreten als die Spanische Wegschnecke.

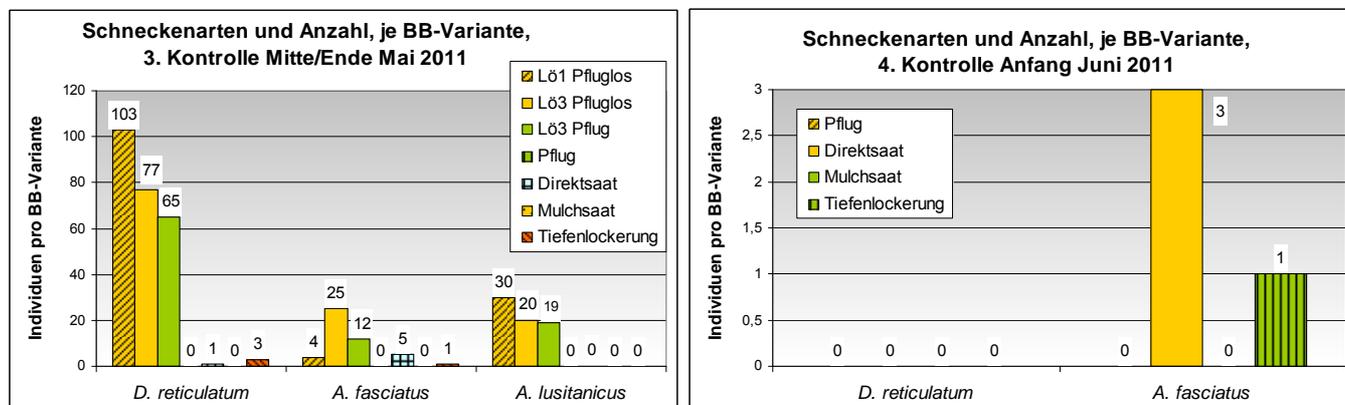


Abbildung 157: Verteilung der Schneckenarten auf die Bodenbearbeitungen zur 3. Kontrolle Mitte/Ende Mai 2011 (links) und zur 4. Kontrolle Anfang Juni 2011 (rechts)

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden nur kleinere Individuen von *D. reticulatum*, nicht aber von *A. fasciatus* gefunden. Diese Beobachtungen sind konform mit der beobachteten Zunahme der ersten und mit der Abnahme der zweiten Art im Laufe des Frühjahrs. Wie die Abb. 156 und 157 zeigen, sind sowohl vor der Bodenbearbeitung und Aussaat der Zuckerrüben auf dem Demonstrationsversuch als auch nach der Aussaat sehr wenig Schnecken gefunden worden. Anfang Juni wurden unter 40 Folien nur vier Schnecken gefunden (Abb. 157 rechts).

Die Nachweise der drei Hauptarten in den beiden Bodenbearbeitungsvarianten „Pflug“ und „Pfluglos“ im konventionellen Betrieb Lö 3 (im Durchschnitt der drei Flächen) verteilen sich folgendermaßen auf die drei Boniturtermine (Tab. 38):

Tabelle 38: Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im konventionellen Betrieb Lö 3 (Mittel über alle drei Flächen), Frühjahr 2011

Termin	Deroceras reticulatum		Arion fasciatus		A. lusitanicus		Gesamt	
	Pfluglos	Pflug	Pfluglos	Pflug	Pfluglos	Pflug	Pfluglos	Pflug
1	62,7	49	156	48,7	0	0	218,7	97,7
2	14	25	24,7	14,3	1,3	2,3	40	41,6
3	25,7	21,7	8,3	4	6,7	5,7	40,7	31,4
Summe	102,4	95,7	48,6	67	8	8	159	170,7

Kurz nach Vegetationsbeginn waren auf den pfluglosen Winterweizen-Flächen insgesamt wesentlich mehr Schnecken zu finden als auf der jeweils daneben liegenden Pflugvariante. Das galt sowohl für die Genetzte Ackerschnecke (*D. reticulatum*) als auch für die die Gebänderte Wegschnecke (*A. fasciatus*). Zum zweiten Termin Ende April wurden auf beiden Varianten insgesamt weniger, aber etwa gleich viele Schnecken gefunden. Zum dritten und letzten Termin Ende Mai waren es noch einmal weniger Schnecken und etwas weniger auf den Pflugflächen. In der Gesamttabelle in Anhang 1 M, wird ersichtlich, dass es jedoch auch wie in den Untersuchungszeiträumen zuvor deutliche Unterschiede zwischen den drei Flächen eines Betriebes gab. Für die außerordentlich hohen Zahlen von *A. fasciatus* in der Pfluglos-Variante zum ersten Kontrolltermin (siehe auch Abb. 158) ist wie in den Untersuchungszeiträumen zuvor vor allem die Fläche Lö3c verantwortlich. Hier wurden unter 10 Folien am 5. April allein 302 Individuen der Art *A. fasciatus* auf dem pfluglosen Streifen gefunden, während es auf den beiden anderen Flächen der Variante im Betrieb 96 und 70 waren. Auch zu den anderen Terminen blieb *A. fasciatus* auf diesem Standort stärker vertreten als auf den anderen beiden Flächen.

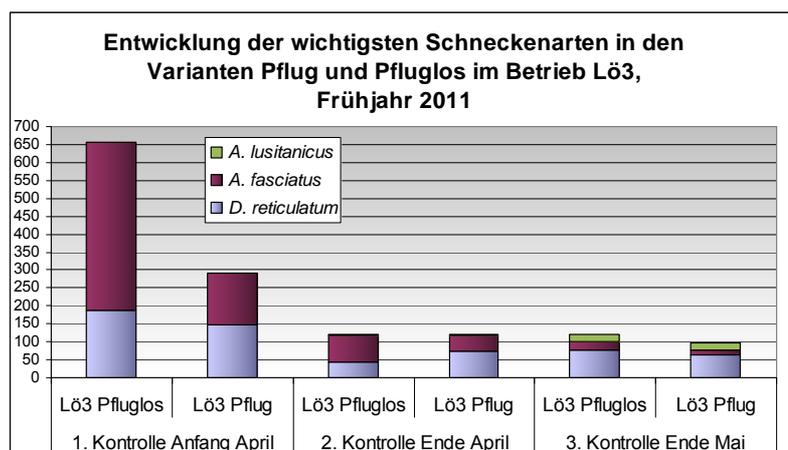


Abbildung 158: Entwicklung der wichtigsten Schneckenarten auf den gepflügten und ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 (Summe jeweils über alle drei Flächen), Frühjahr 2011

Insgesamt zeigen die Untersuchungsergebnisse vom Frühjahr 2011 von allen vier Untersuchungszeiträumen die geringsten Unterschiede zwischen den beiden Varianten „Pflug“ und „Pfluglos“ (Abb. 158). Es ist möglich, dass die Witterung hier einen wesentlichen Einfluss auf die Aktivitätsdichte der Schnecken gehabt hat und damit ein stärkerer Faktor als die Art der Bodenbearbeitung war.

Die Nachweise der drei Hauptarten in den beiden pfluglosen Varianten der Betriebe Lö 1 (dauerhaft pfluglos) und Lö 3 (regelmäßiger Pflugeinsatz) verteilen sich folgendermaßen auf die drei Boniturtermine (siehe Tabelle 39):

Tabelle 39: Individuenzahlen zu den drei Boniturterminen im Vergleich der beiden Betriebe Lö 1 und Lö 3 (Pfluglos-Varianten im Mittel über die jeweils drei Flächen), Frühjahr 2011

Termin	Deroceras reticulatum		Arion fasciatus		A. lusitanicus		Gesamt	
	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3	Betrieb Lö1	Betrieb Lö3
1	15	62,7	5,3	156	0	0	20,3	218,7
2	59	14	7,7	24,7	0	1,3	66,7	40
3	34,3	25,7	1,3	8,3	10	6,7	45,6	40,7
Summe	108,3	102,4	14,3	48,6	10	8	132,6	159

Die über die Flächen gemittelten Werte in Tab. 39 und die in Abb. 159 als Summen über jeweils drei Flächen dargestellten Fangzahlen zeigen zum Teil deutliche Unterschiede zwischen den beiden pfluglosen Varianten in den beiden Betrieben. Ähnliches wurde bereits in den Untersuchungszeiträumen vorher festgestellt. Die großen Unterschiede wurden durch *A. fasciatus* verursacht.

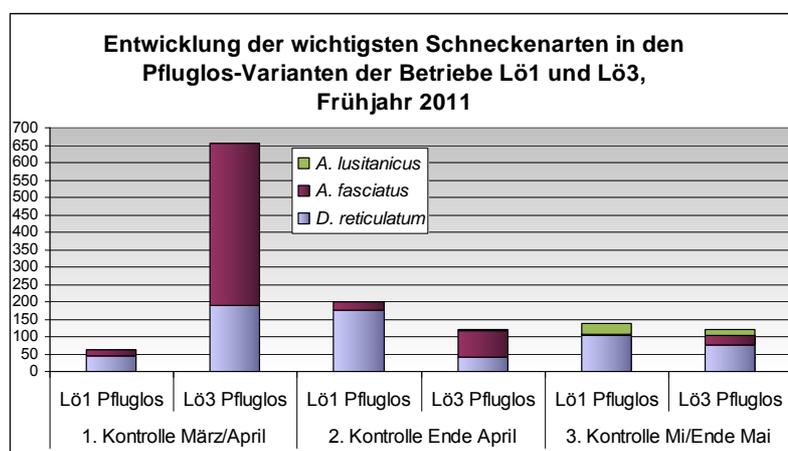


Abbildung 159: Vergleich der Pfluglos-Varianten in Betrieb Lö 1 und Lö 3 (Summe jeweils über alle drei Flächen), Frühjahr 2011

Vermutlich spielen hier Standorteigenschaften wie die Umgebung des Schlags und das kleinräumige Klima eine wichtige Rolle, sodass die Intensität der Bodenbearbeitung, auch wenn sie in beiden Betrieben ähnlich gehandhabt wird, einen kleineren Einfluss auf die gefundenen Schneckenzahlen hat. Die Nachweise der zwei Hauptarten in den vier Varianten des Demonstrationsversuchs verteilen sich folgendermaßen auf die vier Boniturtermine (siehe Tab. 40):

Tabelle 40: Vergleich der Individuenzahlen in den vier Varianten des Demonstrationsversuchs, Frühjahr 2011

Termin	Deroceras reticulatum				Arion fasciatus				Gesamt			
	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung	Pflug	Direkt-saat	Mulch-saat	Tiefen-lockerung
1	3	2	5	17	1	1	1	4	4	3	6	21
2	1	0	1	0	2	6	3	3	3	6	4	3
3	0	1	0	3	0	5	0	1	0	6	0	4
4	0	0	0	0	0	3	0	1	0	3	0	1
Summe	4	3	6	20	3	15	4	9	7	18	10	29

Wie bereits zu Anfang des Abschnitts erwähnt, waren die Fangzahlen im Streifenversuch (Zuckerrübe) zu allen Kontrollterminen ungleich kleiner als jene in den beiden Betrieben Lö 1 und Lö 3 (Winterweizen). Die Art *A. lusitanicus* wurde im gesamten Untersuchungszeitraum nicht gefunden. Die Bodenbearbeitung und Aussaat Ende März sorgten zusätzlich noch für eine Dezimierung der Aktivitätsdichte.

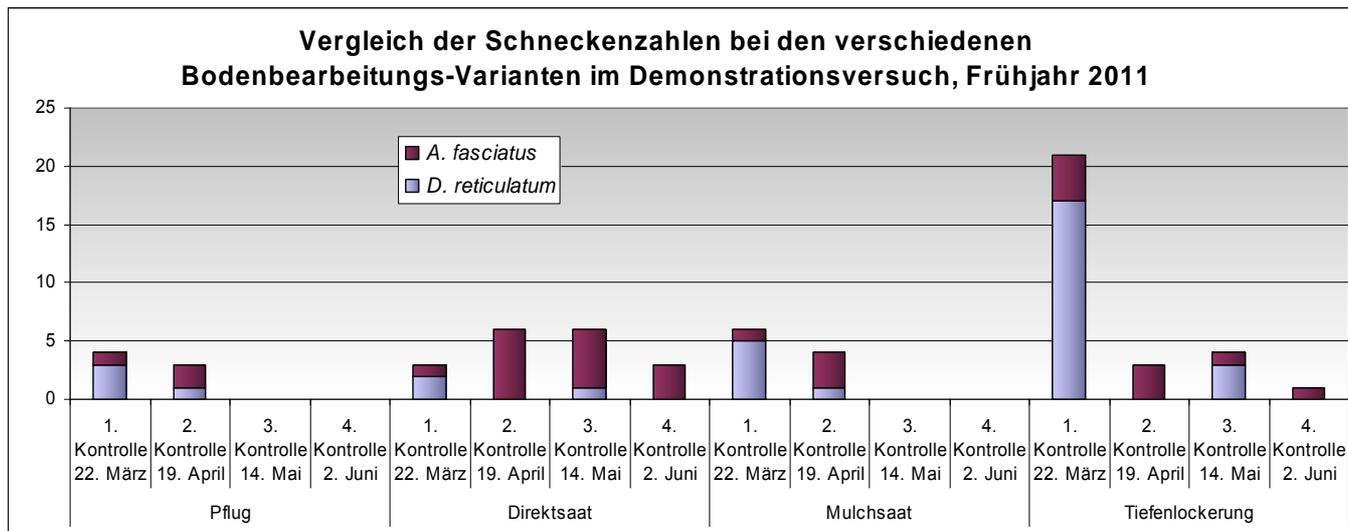


Abbildung 160: Entwicklung der Schneckenarten auf den Varianten des Demonstrationsversuchs, Frühjahr 2011

Insgesamt stiegen die Nachweisdichten in folgender Reihenfolge an: Pflug -> Mulchsaat -> Direktsaat -> Tiefenlockerung (Abb. 160). Die Art *A. fasciatus* war am häufigsten in der Direktsaatfläche zu finden, *D. reticulatum* hingegen am häufigsten in der Variante Tiefenlockerung. Diese unterschiedlichen Befunde sind wahrscheinlich auf die große Trockenheit im Frühjahr 2011 zurückzuführen und lassen wegen der geringen Fangzahlen keine gesicherten Aussagen zu.

7.4.3 Gesamtbetrachtung der beobachteten Aktivitätsdichte der Ackerschnecken

Während der vier Untersuchungszeiträume von Herbst 2009 bis Sommer 2011 wurden im Wesentlichen drei Schneckenarten gefunden: die Genetzte Ackerschnecke (*Deroceras reticulatum*), die Gebänderte Wegschnecke (*Arion fasciatus*) und in wesentlich geringeren Individuenzahlen die Spanische Wegschnecke (*Arion lusitanicus*). Aufgrund der zunehmenden und lang anhaltenden Trockenheit im Frühjahr 2011 sind auch die zuletzt gefundenen Schnecken Zahlen außerordentlich gering und weniger aussagekräftig.

Insgesamt wurde im Rahmen der Beobachtungen ein verstärktes Auftreten der Ackerschnecken auf den ungepflügten Flächen beobachtet. Auf den jeweils nebeneinander liegenden Bodenbearbeitungsvarianten in Betrieb Lö 3 war die größere Schneckenanzahl mit Ausnahme des 2. Kontrolltermins im Frühjahr 2011 immer auf der ungepflügten Variante zu finden. Auch im Vergleich der ungepflügten Flächen von Betrieb Lö 1 und den gepflügten Flächen von Betrieb Lö 3 erwiesen sich die ungepflügten Flächen als schneckenreicher. Auffällig war hier jedoch, dass die Differenzen deutlich kleiner waren, d. h. also dass die ungepflügten Flächen im dauerhaft pfluglosen Betrieb weniger Schnecken aufwiesen als die ungepflügten Flächen im außerhalb des Versuchs regelmäßig pflügenden Betrieb Lö 1.

Jedoch wurde genauso deutlich, dass weitere Faktoren wie die Lage des Standortes, die Umgebung und das Kleinklima einen starken Einfluss auf das messbare Schneckenauftreten haben. Denn im Vergleich der Untersuchungsflächen über die Zeit wurde deutlich, dass bestimmte Standorte generell eine viel höhere Aktivitätsdichte aufweisen. Beispielsweise entpuppte sich der Standort Lö3c im konventionellen Betrieb als außerordentlich attraktiv für Schnecken. Der in der Nähe verlaufende Bach spielt hier sicherlich eine wesentliche Rolle.

Auch die Arten verteilten sich bezüglich des Standortes und der Bodenbearbeitung unterschiedlich. Im Betrieb Lö 3 wurde der größte Unterschied zwischen den Varianten Pflug und Pfluglos durch die Gebänderte Wegschnecke (*A. fasciatus*) bewirkt, während die Genetzte Ackerschnecke gleichmäßiger auf Pflug- und pfluglosen Flächen verteilt war.

Eine gute Vergleichsmöglichkeit aufgrund der nebeneinander liegenden Bodenbearbeitungsvarianten bot der Demonstrationsversuch. In den beiden Untersuchungszeiträumen Herbst 2009 und Frühjahr 2010 stiegen die Nachweiszahlen der Schnecken insgesamt gemäß der Reihenfolge: Pflug -> Tiefenlockerung -> Mulchsaat -> Direktsaat (siehe Abb. 141 und 147). Im Herbst 2010 wies die tief gelockerte Variante noch weniger Schnecken auf als die Pflugvariante. Aber auch hier war die Direktsaatvariante am schneckenreichsten (Abb. 154). Im Frühjahr 2011 sah die Situation vor der Bestellung anders aus: diesmal wurden auf dem tief gelockerten Streifen am meisten Schnecken gefunden (Abb. 160). Jedoch stellte sich nach der Zuckerrüben-Aussaart wieder die zuvor beobachtete Reihenfolge ein (Pflug/Tiefenlockerung -> Mulchsaat -> Direktsaat). Allerdings sind diese Zahlen weniger aussagekräftig, weil die Nachweiszahlen insgesamt im Frühjahr 2011 außerordentlich gering waren.

Insgesamt wurde also in den durchgeführten Untersuchungen eine deutliche Tendenz zu höheren Schneckenzahlen auf ungepflügten Flächen festgestellt. Dies wurde ebenso in zahlreichen anderen Versuchen nachgewiesen, was u. a. damit zu begründen wäre, dass Schnecken nicht in der Lage sind, aktiv zu graben, sondern auf Hohlräume sowie Regenwurmgänge oder Wurzelkanäle angewiesen sind. Beim Verzicht auf die wendende Bodenbearbeitung verändern sich vor allem die mikroklimatischen Verhältnisse in und auf dem Boden. Die Mulchbedeckung bietet Schutz vor Sonne und Feuchte, aber auch Nahrung. Neben den Regenwürmern, Laufkäfern und anderen Bodenlebewesen profitiert auch die Schnecke davon (EL TITI 2008). KRÜSSEL (2009) betont den großen Einfluss der Witterung während der empfindlichen Entwicklungsstadien auf die möglichen Schädigungen im Raps. Neben diesen Faktoren wird für die vorliegenden Ergebnisse aber auch vermutet, dass der Standort, die Umgebung und das Kleinklima (Einwanderungs- und Rückzugsmöglichkeiten von Schnecken), die Populationsdynamik und die Biologie der Schneckenarten sowie die jeweilige Kulturführung im Betrieb einen wesentlichen Einfluss auf die Schneckenaktivität und damit auf das mögliche Schadpotenzial ausübt.

Auf jeden Fall kommt es bei Mulchsaatsystemen darauf an, das Schadrisiko durch eine optimierte Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung, der Bearbeitungshäufigkeit, der Bearbeitungstiefe und der eingesetzten Technik zu minimieren. Wie sich im Einzelnen jedoch die weiteren genannten Faktoren auf das Schädigungspotenzial der Ackerschnecken auswirken, konnte in den vorliegenden Untersuchungen nicht abschließend geklärt werden. Hierfür wären weitere Untersuchungen über einen längeren Zeitraum auf einer größeren Anzahl von Flächen wünschenswert.

8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Projektes „Wechselwirkungen zwischen Bodenbearbeitung, Nährstoffversorgung und Pflanzenschutz“ von 2007-2009 wurden die Bodenbearbeitungssysteme „Pfluglos“ und „Konventionell“ in ihrer Wirkung auf die Unkraut- und Schaderregersituation, auf das Nährstoffverhalten im Boden sowie auf das Nützlingsauftreten in sächsischen Betrieben auf Verwitterungs- und Löss-Standorten untersucht. Dazu erfolgte im Herbst 2007 eine Auswahl von jeweils vier Betrieben sowohl auf V-Standorten im Erzgebirgsvorland als auch auf Löss-Standorten in der Lommatzscher Pflege, von denen jeweils zwei Betriebe mindestens fünf Jahre dauerhaft pfluglos wirtschaften und zwei Betriebe, die im Wechsel mit dem Pflug und auch nicht wendend ihre Flächen bearbeiten. Je Betrieb wurden fünf mit Winterraps bestellte Flächen ausgewählt, sodass auf insgesamt 40 Flächen die Beobachtungen und Untersuchungen zu o. g. Schwerpunkten erfolgten. Die Untersuchungen wurden im Jahr 2009 in der Folgefrucht (Winterweizen auf den Löss-Standorten, Wintergerste auf den V-Standorten) fortgeführt und die Ergebnisse in das Anschlussprojekt „Untersuchungen von Möglichkeiten zur nachhaltigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit, der Nährstoffversorgung und des Pflanzenschutzes bei der konservierenden Bodenbearbeitung unter besonderer Berücksichtigung von Ackerschnecken und Feldmäusen“ integriert, das von 2009 bis 2011 durchgeführt wurde.

Nährstoffverhalten im Boden

Eine langjährig pfluglose Bodenbearbeitung kann zu einer sogenannten kopflastigen Verteilung der **Nährstoffe** Kalium, Phosphor und Magnesium im Boden führen. Eine Anpassung der Düngestrategie ist in diesem Fall jedoch nicht notwendig, solange auch in der Unterkrume die Versorgungsstufe C gehalten wird. Im Rahmen dieser Untersuchungen zeigte sich, dass die Nährstoffverteilung nicht nur von der Bodenbearbeitung abhängig ist, sondern ebenfalls vom Standort, denn auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten V-Standorten nahm der Gehalt von Phosphor, Kalium und Magnesium mit zunehmender Bodentiefe stärker ab als auf den pfluglos bewirtschafteten Löss-Standorten. Ein ähnlicher Zusammenhang zeigte sich auch für die Verteilung des Humus, der mit zunehmender Bodentiefe auf den Pfluglos-V-Standorten stärker abnahm als auf den Pfluglos-Löss-Standorten sowie für den pH-Wert, der auf den Pfluglos-V-Standorten mit zunehmender Bodentiefe abnahm und auf den Pfluglos-Löss-Standorten leicht zunahm.

Aufgrund der möglichen kopflastigen Verteilung der Nährstoffe bei langjährig pflugloser Bodenbearbeitung wäre eine Erweiterung der Bodenbeprobungstiefe für die Grundnährstoffe von 20 cm auf 30 cm bei dauerhaft pflugloser Bodenbearbeitung zu prüfen.

Unkrautsituation im Winterraps im Untersuchungsjahr 2008 und Herbizid-Behandlungsindex

Die V-Standorte, insbesondere die langjährig pfluglos bewirtschafteten Flächen wiesen ein vielfältigeres **Unkrautartenspektrum** auf als die Löss-Standorte. Auf den Pfluglos-Flächen, insbesondere auf den Löss-Standorten, wurde im Durchschnitt ein höherer **Unkraut-Gesamtdeckungsgrad** bonitiert, was jedoch auf den hohen Anteil von Ausfallgetreide auf drei Flächen zurückzuführen war. Dabei muss berücksichtigt werden, dass im Gegensatz zu den V-Standorten (pfluglos) auf den Löss-Standorten (pfluglos) vor der Aussaat keine Glyphosate zur Anwendung gekommen waren. Der Deckungsgrad mit Dikotylen lag auf den V-Standorten höher. Die besonderen Problemunkräuter wie Kamillearten und Klettenlabkraut waren tendenziell auf den Pfluglos-Flächen stärker vertreten.

Der Herbizidbehandlungsindex als Maß für die Intensität der Herbizidanwendung auf den Rapsflächen der Ernte 2008 zeigt keine Ausprägung hinsichtlich eines Zusammenhanges zum Bodenbearbeitungssystem. Es erfolgte lediglich ein höherer Einsatz von Totalherbiziden (Glyphosat) in den Pfluglos-Betrieben der V-Standorte, der sich jedoch nicht im Gesamtherbizidbehandlungsindex widerspiegelte.

Bei der Einschätzung der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass es sich um einmalige Beobachtungen (Herbst 2007) handelt und dass die spezielle betriebliche Situation mit den verschiedenen Fruchtfolgen, Pflanzenschutzstrategien, Boden- und Witterungsverhältnissen etc. neben der Bodenbearbeitung einen entscheidenden Einfluss auf die Unkrautsituation hat.

In Bezug auf die Unkrautsituation auf den untersuchten Winterraps-Flächen können somit folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die Bodenbearbeitung kann einen entscheidenden Einfluss auf Artenzusammensetzung, Artenzahl und Unkrautdichte ausüben. Die Ausprägung dieses Einflusses ist jedoch von weiteren Faktoren wie insbesondere der Fruchtfolge, der Verunkrautung der Vorfrucht, dem Standort und der Intensität der Unkrautbekämpfung abhängig. Durch den gezielten Herbizideinsatz ist das Unkrautproblem, insbesondere im Winterraps, aufgrund seiner hohen Konkurrenzkraft regulierbar.
- Handlungsempfehlungen, die in zahlreichen Veröffentlichungen bezüglich der Unkrautregulierung bei pflugloser Bodenbearbeitung gegeben wurden (PALLUT et al. 2005; SCHMIDT et al. 2003 etc.), können mit den Beobachtungen und Auswertungen in den acht sächsischen Betrieben bestätigt werden.
- Der Einsatz von Totalherbiziden (Glyphosaten) ist ein wirtschaftlicher und notwendiger Bestandteil in den Fruchtfolgen der pfluglos wirtschaftenden Betriebe, um insbesondere eines der Hauptprobleme einer nichtwendenden Bodenbearbeitung, das Durchwuchsproblem, in den Griff zu bekommen.
- Im jährlichen Wechsel von Halm- und Blattfrucht sowie von Winterung und Sommerung liegt ein erhebliches Potenzial der Unkrautregulierung.
- Um die Zunahme von Ungräsern und anderen Problemunkräutern wie Raukearten einzudämmen, sollte dem Einsatz von Randbehandlungen mit Spezialherbiziden, dem rechtzeitigen Mähen der Feldränder, aber unter Umständen auch dem Pflügen der Vorgewende besondere Beachtung geschenkt werden. Für eine bei der pfluglosen Bodenbearbeitung notwendigen konsequenten Gräserbekämpfung sollte auch eine Unterschreitung der Schadensschwelle toleriert werden.
- Eine effektive mechanische Stoppelbearbeitung ist wesentlicher Bestandteil einer Unkrautregulierung.
- Für eine Reduzierung des Herbizidaufwandes bei pflugloser Bodenbearbeitung sind die Möglichkeiten sehr begrenzt. Eine Aufwandmengenreduzierung im Hinblick möglicher Resistenzen ist eher problematisch zu sehen und nur in bestimmten Situationen in Abhängigkeit vom Unkrautartenspektrum und der Unkrautdichte möglich. Voraussetzung für eine Reduzierung ist die genaue Kenntnis der schlagspezifischen Verunkrautung aus den Vorjahren. So kann z. B. im Raps bei geringem Auftreten von Raukearten sowie Hirtentäschel oder Ackerhellerkraut die Aufwandmenge einschlägiger Pflanzenschutzmittel reduziert werden (LFULG 2009).
- Ergebnisse aus Untersuchungen zeigen, dass nur bei wendender Bodenbearbeitung Einsparmöglichkeiten bei Herbiziden bestehen, sodass in erster Linie den o. g. ackerbaulichen Maßnahmen für mögliche Einsparpotenziale eine Bedeutung zuzumessen ist.

Schaderregersituation im Winterraps im Untersuchungsjahr 2008 – Pilzkrankheiten und tierische Schädlinge

Bei den im Winterraps untersuchten **tierischen Schaderregern** Rapserdfloh (*Psylliodes Chrysocephala* L.), Kleine Kohlfliege (*Delia radicum* L.), Gefleckter Kohltriebrüssler (*Ceutorynchus pallidactylus* Mrsh.), Großer Rapsstängelrüssler (*Ceutorynchus napi* Gyll.), Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) sowie Kohlschotenrüssler (*Ceutorynchus assimilis* Payk.) und Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae* Winn.) wurden hinsichtlich des Auftretens und des Schadausmaßes keine Beziehungen zum Bodenbearbeitungssystem festgestellt. Die unterschiedliche Lage der Flächen verbunden mit differierenden Witterungs- und Entwicklungsverhältnissen sowohl des Winterrapses als auch der Rapschädlinge hatten den entscheidenden Einfluss auf die Befallslage und das Schadausmaß. So wurde z. B. auf den V-Standorten ein stärkerer Befall mit dem Kohltriebrüssler, dem Kohlschotenrüssler und der Kohlschotenmücke festgestellt. Die ermittelten Befallsergebnisse spiegeln sich im Insektizid-Behandlungsindex, der ebenfalls keine Abhängigkeiten zum Bodenbearbeitungssystem erkennen lässt. Eine höhere Ertragserwartung auf den Löss-Standorten kann auch hier als Grund für einen höheren Insektizideinsatz im Vergleich zu den V-Standorten gesehen werden.

Für die Ausprägung der drei im Winterrapsanbau bedeutendsten **Pilzkrankheiten** Wurzelhals- und Stängelfäule (*Phoma lingam*), Weißstänglichkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) und Krankhafte Abreife (*Verticillium longisporum*) konnten bei den in diesem Rahmen durchgeführten Beobachtungen keine Abhängigkeiten zum Bodenbearbeitungssystem festgestellt werden, was auch in verschiedenen anderen Untersuchungen in der Literatur bestätigt wird (z. B. GARBE 2003; KREYE et al. 2006; WAHMHOF et al. 1999). Des weiteren spiegeln sich die Untersuchungsergebnisse auch im Fungizid-Behandlungsindex, der nur für die Löss-Standorte gegenüber den V-Standorten einen etwas höheren Einsatz erkennen lässt.

Auch wenn es bei der pfluglosen Bodenbearbeitung in Verbindung mit begünstigenden Faktoren wie insbesondere der Witterung höhere Befallsmöglichkeiten geben kann, so sind in erster Linie die allgemeinen pflanzen- und ackerbaulichen

Maßnahmen in Verbindung mit den entsprechenden situationsbezogen notwendigen Pflanzenschutzbehandlungen ausschlaggebend für eine erfolgreiche Reduzierung des Krankheitspotenzials. Es ist also keine spezielle Anpassung der Fungizidstrategie an das jeweilige Bodenbearbeitungssystem für den Winterraps notwendig.

Neben einer Vielzahl möglicher Einflussfaktoren auf das Schaderregerauftreten im Winterraps wie Witterung, Schlaglage, angebaute Sorten, Bestandesführung etc. kommt insbesondere der Fruchtfolgegestaltung eine ganz besondere Bedeutung zu, beim Winterraps besonders in der Einhaltung der Anbaupausen von mindestens drei, besser vier Jahren.

Unkrautsituation im Getreide in den Untersuchungsjahren 2009 und 2010

Im Anschlussprojekt wurden die Bodenbearbeitungssysteme „Dauerhaft pfluglos“ und „Konventionell“ in ihrer Wirkung auf die Unkraut- und Schaderregersituation insbesondere im Getreide (Wintergerste, Winterweizen) und auf das Feldmäuse- und Ackerschneckenaufreten in sächsischen Betrieben auf V-Standorten und Löss-Standorten untersucht. Die nach bestimmten Kriterien ausgewählten Betriebe des Vorgängerprojektes wurden beibehalten. Es handelte sich um jeweils vier Betriebe auf V-Standorten des Erzgebirgsvorlandes und auf Löss-Standorten des Mittelsächsischen bzw. Mulde-Lösshügellandes, von denen jeweils zwei Betriebe mindestens fünf Jahre dauerhaft pfluglos wirtschaften und zwei Betriebe, die im Wechsel mit dem Pflug als auch nicht wendend ihre Flächen entsprechend den angebauten Kulturen bearbeiten.

Wie bereits im Winterraps 2008 beobachtet, zeigte sich auch im Getreide auf den V-Standorten ein größeres **Artenspektrum** als auf den Löss-Standorten, was jedoch auf den V-Standorten im Frühjahr zwischen den Betrieben kaum differenziert war. Demgegenüber stand eine deutliche Differenzierung zwischen den Bodenbearbeitungssystemen auf den Löss-Standorten mit einem größeren Artenspektrum auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen im Jahr 2009, die jedoch 2010 nicht mehr nachgewiesen wurde.

Der **Unkrautdeckungsgrad**, der auch wieder auf den V-Standorten stärker ausgeprägt war als auf den Löss-Standorten, fiel 2009 auf den konventionellen V-Standorten gegenüber den Pfluglos-Standorten höher aus, hatte aber 2010 mit Ausnahme der Flächen des konventionellen Betriebes V 4 im Mittel aller Flächen ein etwa gleich hohes Niveau. Im Gegensatz dazu wiesen die dauerhaft Pfluglos-Flächen der Löss-Standorte in beiden Untersuchungsjahren einen höheren Deckungsgrad gegenüber den konventionellen Standorten auf, insbesondere auch bei Klettenlabkraut, Windhalm und Trespe, also Unkräutern, auf die eine pfluglose Bodenbearbeitung förderlich wirkt.

Anhand dieser Ergebnisse scheint sich auf den Löss-Standorten ein Einfluss des Bodenbearbeitungssystems stärker als auf den V-Standorten bemerkbar zu machen. Dennoch darf die Einflussnahme weiterer Faktoren wie Vorfrucht bzw. Fruchtfolge Aussaattermin, Witterung, Düngung oder Unkrautregulierung in den Vorfrüchten etc. bei der Interpretation der Ergebnisse nicht unberücksichtigt bleiben. Auch zwischen den Schlägen eines Betriebes zeigten sich z. T. starke Differenzierungen hinsichtlich der oben beschriebenen Merkmale.

Schaderregersituation im Getreide in den Untersuchungsjahren 2009 und 2010 - Pilzkrankheiten

Der Befallsdruck bei den für die **Wintergerste** relevanten Schadpilzen Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit (*Rhynchosporium secalis*), Netzfleckenkrankheit (*Drechslera teres*), Mehltau (*Erysiphe graminis*), Zwergrost (*Puccinia hordei*) sowie Ramularia-Blattflecken (*Ramularia collo-cygni*) zeigte sich 2009 und 2010 relativ verhalten. Abhängigkeiten vom Bodenbearbeitungssystem konnten auf den ausgewählten Untersuchungsflächen der vier Betriebe nicht festgestellt werden. Auftretende Unterschiede im Befall waren eher schlag- und sortenspezifisch bedingt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Schadenswahrscheinlichkeit, insbesondere bei der Netzfleckenkrankheit und bei der Rhynchosporium-Blattfleckenkrankheit in starkem Maße von der Fruchtfolge beeinflusst wird. So bewirkt eine enge Fruchtfolge, in der Gerste nach Gerste gebaut wird, auch bei pflugloser Bewirtschaftung ein erhöhtes Infektionsrisiko.

Mit Ausnahme der Halmbruchkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides*) (2009 und 2010) sowie der Schwarzbeinigkeit (*Gaeumannomyces [Ophiobolus] graminis*) (nur 2010) traten alle anderen untersuchten Fußkrankheiten des **Winterweizens** (Spitzer Augenfleck [*Rhizoctonia cerealis*] und Fusariumarten) mit nur geringen Befallshäufigkeiten auf. Beziehungen zum Bodenbearbeitungssystem konnten 2009 (bei einheitlicher Vorfrucht Winterraps) nicht festgestellt werden. In Abhängigkeit von der Vorfrucht waren jedoch die Befallswerte 2010 bei Stoppelweizen höher. Bei den Blattkrankheiten wurde bei *Septoria tritici* im Durchschnitt der dauerhaft pfluglos bestellten Flächen ein erhöhter Befall festgestellt, wobei nicht abschließend geklärt

werden kann, in welchem Maße weitere Einflussfaktoren wie z. B. der Aussattermin und Schlaglage eine Rolle für die Befallshöhe spielten. Ähnlich verhielt es sich bei den Ährenfusariosen, deren Ausprägung zwar insgesamt deutlich unter dem aktuellen Grenzwert (1.250 µg DON/kg Korn) lag, aber dennoch auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen 2009 stärker in Erscheinung trat. 2010 lagen alle DON-Gehalte der unbehandelten Spritzfenster unterhalb der Nachweisgrenze. Faktoren wie angebaute Sorte, Halmverkürzung oder termingerechte Blütenspritzung müssen auch hier als beeinflussende Größen berücksichtigt werden.

DTR-Blattflecken zeigte sich in beiden Jahren nur mit Befallshäufigkeiten um die 5 % auf einzelnen Untersuchungsschlägen. Eindeutige Beziehungen zum Bodenbearbeitungssystem ergaben sich 2010 in Abhängigkeit von der Vorfrucht: auf den Pfluglos-Standorten mit Weizenvorfrucht trat DTR zuerst auf und in der Direktsaatvariante des Bodenbearbeitungsversuches (ebenfalls Weizenvorfrucht) zeitiger und auch stärker.

Der Einfluss der Bodenbearbeitung auf das Krankheitsgeschehen wird in der Literatur teilweise sehr differenziert beschrieben. Relative Einigkeit besteht, dass ein höherer Befall von *Septoria tritici*, DTR und Ährenfusariosen bei nichtwendender Bodenbearbeitung in Verbindung mit den Risikovorfrüchten Mais oder Stoppelweizen möglich ist. Diese Erkenntnisse decken sich mit den Projekt-Ergebnissen des Jahres 2010. Damit wird auch hier der dominante Einfluss der Fruchtfolge auf die Art und Höhe der Krankheitsausprägung deutlich. Aufgrund der Überdauerung dieser Krankheitserreger an Ernterückständen kommt einer qualitätsorientierten Stoppelbearbeitung, aber auch der Sortenwahl in solchen Risikofruchtfolgen in Mulchsaat eine grundlegende befallsminimierende Bedeutung zu.

Behandlungsindex im Getreide in den Untersuchungsjahren 2009 und 2010

In der Wintergerste auf den V-Standorten zeigte sich der Trend eines insgesamt etwas höheren Behandlungsindexes auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen, der jedoch nicht dem Herbizideinsatz, sondern der Differenzierung bei den Fungiziden und Wachstumsregulatoren zuzuschreiben ist. Auch wenn der Glyphosateinsatz auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen höher war, so lag der Gesamtherbizideinsatz der konventionellen V-Standorte über dem der pfluglosen.

Eindeutig erscheint der Trend des höheren Gesamtindexes beim Winterweizen auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen der Löss-Standorte, der sich insbesondere aus den signifikant höheren Herbizid- und Fungizidaufwendungen auf den untersuchten Winterweizenflächen in 2009 ergibt.

Behandlungsindex über die Fruchtfolge der ausgewählten Flächen 2003 – 2008

In Auswertung des **Herbizid-BI über die Fruchtfolge 2003–2008** auf den ausgewählten 40 Winterraps-Flächen wird der höhere Einsatz von Totalherbiziden (Glyphosaten) in den Pfluglos-Betrieben sowohl auf den V- als auch auf den Löss-Standorten deutlich, was ursächlich einem der Hauptprobleme bei pflugloser Bewirtschaftung, dem Durchwuchsproblem, zuzuschreiben ist. Betrachtet man den Herbizideinsatz ohne den Glyphosatanteil, ist nur auf den pfluglosen Löss-Standorten der höhere Herbizid-BI statistisch gesichert, während die Herbizidmaßnahmen auf allen V-Standorten unabhängig vom Bodenbearbeitungssystem in relativ einheitlicher Höhe lagen.

Ein Totalherbizid wurde in den konventionell wirtschaftenden Betrieben vor bestimmten Kulturen in der Fruchtfolge i.d.R. nur dann angewendet, wenn diese pfluglos bestellt wurden. Sowohl für den Fungizid- als auch Insektizid-Behandlungsindex über die Fruchtfolge ist keine Beziehung zum Bodenbearbeitungssystem ersichtlich, lediglich höhere Aufwendungen in beiden Anwendungsgebieten sind auf den Löss- Standorten gegenüber den V-Standorten statistisch gesichert.

Auftreten von Feldmäusen und Ackerschnecken

Anhand von Befragungen der acht ausgewählten Betriebe zur **Schnecken- und Mäusesituation** konnte keine eindeutige Unterscheidung zwischen den Bodenbearbeitungssystemen getroffen werden. Lediglich in den zwei Betrieben der V-Standorte, in denen der Pflugeinsatz überwiegt, wurde das Mäuseproblem und in einem dieser beiden Betriebe auch das Schneckenproblem als gering eingeschätzt.

Feldmäuse

Auf den untersuchten Flächen wurden im Herbst 2009 keine Bestände der Feldmaus vorgefunden, lediglich punktuell konnten Aktivitäten der Gemeinen Waldmaus beobachtet werden. Dies entsprach der allgemeinen Situation auf den Ackerflächen in Sachsen und auch anderen Regionen Deutschlands.

Die pfluglosen Flächen wiesen im Gesamtmittel an vier von sechs Kontrollterminen im Jahr 2010 eine höhere Aktivitätsdichte als in der Pflugvariante auf. Auch traten in der Direktsaatvariante des Demonstrationsversuchs die höchsten Mittelwerte überhaupt auf. Jedoch können diese Ergebnisse bestenfalls als Tendenz gewertet werden.

Auch die Beobachtungen im Frühjahr 2011 lassen zwar eine leichte Tendenz erkennen, dass der Pflugeinsatz die Feldmausaktivität in Grenzen hält, jedoch sind die Aktivitätsdichten im Frühjahr 2011 auf allen Flächen so gering gewesen, dass hier die Vermutung nahe liegt, dass andere Faktoren wie der kalte und lange Winter 2010/2011 und das geringe Nahrungsangebot auf den Flächen einen stärkeren Einfluss auf die Feldmausaktivität ausüben können als die Intensität der Bodenbearbeitung. Für letztgenannten Faktor spricht auch die Tatsache, dass erst bei den Anfang Juni 2011 durchgeführten Begehungen eine allmähliche Einwanderung in die Flächen vom Feldrand her beobachtet wurde.

In den Abschnitten zuvor wurde bereits auf weitere mögliche Einflussgrößen eingegangen wie der Zeitpunkt für Bodenbearbeitung, Aussaat, Standort, Kultur, Populationsdynamik der Feldmäuse selbst etc. Für gesicherte Aussagen müssten daher weitere Flächen über einen längeren Zeitraum untersucht werden.

Ackerschnecken

Insgesamt wurden sechs Schneckenarten mit unterschiedlicher Häufigkeit und Dichte auf den 13 untersuchten Flächen gefunden, wobei die Genetzte Ackerschnecke und die Gebänderte Wegschnecke zu den festgestellten Hauptarten zählten. Mit Ausnahme weniger Flächen bewirkte die Bodenbearbeitung zunächst einen Rückgang in den Individuendichten, die jedoch danach meist wieder anstiegen.

Die Pflugvarianten wiesen bei den Hauptarten zu allen Boniturterminen wesentlich geringere Nachweisdichten auf. Auf den jeweils nebeneinander liegenden Bodenbearbeitungsvarianten im konventionellen Betrieb war die größere Schneckenanzahl mit Ausnahme des 2. Kontrolltermins im Frühjahr 2011 immer auf der ungepflügten Variante zu finden. Auch im Vergleich der ungepflügten Flächen des pfluglosen Betriebes mit den gepflügten Flächen des konventionellen Betriebes erwiesen sich die ungepflügten Flächen als schneckenreicher. Auffällig war hier jedoch, dass die Differenzen deutlich kleiner waren, d. h. also dass die ungepflügten Flächen im dauerhaft pfluglosen Betrieb weniger Schnecken aufwiesen als die ungepflügten Flächen im außerhalb des Versuchs regelmäßig pflügenden Betriebs Lö 3.

Es wurde auch deutlich, dass weitere Faktoren wie die Lage des Standortes, die Umgebung und das Kleinklima einen starken Einfluss auf das messbare Schneckenauftreten zu haben scheinen. Denn im Vergleich der Untersuchungsflächen über die Zeit wurde deutlich, dass bestimmte Standorte generell eine viel höhere Aktivitätsdichte aufweisen. Beispielsweise entpuppte sich ein Standort im konventionellen Betrieb als außerordentlich attraktiv für Schnecken. Der in der Nähe befindliche Bachlauf spielt hier sicherlich eine wesentliche Rolle.

Auch die Arten verteilten sich bezüglich des Standortes und der Bodenbearbeitung unterschiedlich. Im Betrieb Lö 3 wurde der größte Unterschied zwischen den Varianten Pflug und Pfluglos durch die Gebänderte Wegschnecke (*A. fasciatus*) bewirkt, während die Genetzte Ackerschnecke gleichmäßiger auf Pflug- und pfluglosen Flächen verteilt war.

Eine gute Vergleichsmöglichkeit bot der Demonstrationsversuch. In den beiden Untersuchungszeiträumen Herbst 2009 und Frühjahr 2010 stiegen die Nachweiszahlen der Schnecken insgesamt gemäß der Reihenfolge: Pflug -> Tiefenlockerung -> Mulchsaat -> Direktsaat. Im Herbst 2010 wies die tief gelockerte Variante noch weniger Schnecken auf als die Pflugvariante. Aber auch hier war die Direktsaatvariante am schneckenreichsten. Auch im Ergebnis der zusätzlich angewendeten Methode (Flutationsmethode) wies die Direktsaatvariante die höchsten Dichten auf. Eine eindeutige Korrelation der ermittelten Aktivitätsdichten zu den im Herbst 2009 bonitierten Fraßschäden im Raps konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Im Frühjahr 2011 sah die Situation vor der Bestellung anders aus: diesmal wurden auf dem tief gelockerten Streifen am meisten Schnecken gefunden. Jedoch stellte sich nach der Zuckerrüben-Aussaat wieder die zuvor beobachtete Reihenfolge ein (Pflug/Tiefenlockerung -> Mulchsaat -> Direktsaat). Allerdings sind diese letzten Zahlen weniger aussagekräftig, weil die Nachweiszahlen im Frühjahr 2011 insgesamt außerordentlich gering waren.

Bei Mulchsaatsystemen kommt es darauf an, das Schadrisiko durch eine optimierte Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung, der Bearbeitungshäufigkeit, der Bearbeitungstiefe und der eingesetzten Technik zu minimieren. Wie sich im Einzelnen jedoch die weiteren genannten Faktoren (Standort, Einwanderungs- und Rückzugsmöglichkeiten in der Umgebung, Kleinklima, die Populationsdynamik und die Biologie der Arten) auf das Schädigungspotenzial der Ackerschnecken auswirken, konnte in den vorliegenden Untersuchungen nicht abschließend geklärt werden. Hierfür wären weitere Untersuchungen über einen längeren Zeitraum, auf einer größeren Anzahl von Flächen wünschenswert.

Nützlingsuntersuchungen auf ausgewählten V-Standorten

Nützlingsuntersuchungen zum Regenwurmauftreten und zur Epigäischen Fauna und Mesofauna liegen für einige Löss-Standorte in größerem Umfang vor, während V-Standorte in dieser Hinsicht bisher weniger untersucht wurden. Für erste Erkenntnisse zum Nützlingsauftreten auf sächsischen V-Standorten wurden einige der ausgewählten Projektflächen einbezogen.

Als Ergebnis der Untersuchungen zum **Regenwurmorkommen** auf sechs V-Standorten mit unterschiedlichem Bodenbearbeitungssystem konnte keine eindeutige Beziehung zwischen der Gesamtabundanz oder -biomasse und der Bewirtschaftungsintensität festgestellt werden wie es u. a. bei in der Vergangenheit auf Löss-Standorten durchgeführten Untersuchungen deutlich geworden war. Lediglich eine leichte Tendenz zu höheren Anteilen anektischer Arten könnte auf eine fördernde Wirkung reduzierter Bodenbearbeitungsintensität hinweisen. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die ermittelten Regenwurmpopulationen in starkem Maße Standorteigenschaften aufzeigen. Eine genaue Kenntnis der Standorteigenschaften und damit auch der Bodenprofile könnte die Interpretation der Ergebnisse unterstützen. Verschiedene Bodenbearbeitungsvarianten an einem Standort wären für die Optimierung der Aussagen erforderlich.

Die **Nützlingsuntersuchungen** erbrachten hinsichtlich der epigäischen Fauna und Mesofauna in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem auf ausgewählten V-Standorten tendenziell ähnliche Ergebnisse wie in auf Löss-Standorten in der Vergangenheit durchgeführten Erhebungen: Bei den meisten mit Hilfe von Bodenfallen und Streubeuteln untersuchten Tiergruppen lagen die Individuenzahlen bei pflugloser Bewirtschaftung höher als bei wendender Bearbeitung. Durch die langjährig pfluglose Bodenbearbeitung wurden z. B. Laufkäferarten der Gattung *Carabus* als effektive Gegenspieler von Schnecken und bodenaktiven Insektenlarven sowie verschiedene Vertreter der Bodenmesofauna als wichtige Streuzersetzer gefördert. Ein konventionell bewirtschafteter Schlag wies jedoch auch sehr hohe Laufkäfer-Fangzahlen auf, wofür eine eindeutige Erklärung nicht gefunden werden konnte.

Fazit

Auf der Grundlage von dreijährigen Untersuchungen im Rahmen der Projekte sind hinsichtlich des Schadorganismenaufreitens, der Nährstoffverteilung und des Auftretens von Nützlingen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung tendenzielle Aussagen möglich. Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse muss jedoch eine Vielzahl möglicher Einflussfaktoren wie Fruchtfolge, Sorte, Witterung bzw. Jahreseffekte, Bestandesführung etc. beachtet werden. Des Weiteren muss Berücksichtigung finden, dass in den einzelnen Betrieben/Flächen eine unterschiedliche Bodenbearbeitungspraxis zur Anwendung kommt (z. B. unterschiedliche Bearbeitungstiefen bei der pfluglosen Bearbeitung) sowie der Anteil der pfluglosen Bearbeitung in den vergangenen Jahren zugenommen hat. Damit ist auch eine Veränderung/Vermischung des Infektionspotenzials zu erwarten, was letztlich die Nachweisbarkeit von Differenzen zwischen den Systemen geringer werden lässt. Letztendlich muss im Rahmen dieser Praxiserhebungen für die Beurteilung des Unkraut- und Schaderregeraufreitens, des Nährstoffgehaltes und des Nützlingsaufreitens in Abhängigkeit vom Bodenbearbeitungssystem immer der einzelne Schlag mit seinen ganz spezifischen Bedingungen Ausgangspunkt für die Einschätzung einer Situation und für konkrete Handlungsempfehlungen sein. Hierbei zeigt sich einmal mehr, dass zur Bewertung langfristiger Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungsformen auf die genannten Zielgrößen Langzeitversuche mit definierten Bedingungen unabdingbar sind.

Folgende Schlussfolgerungen und Erkenntnisse sind zusammenfassend zu benennen:

Die Bodenbearbeitung kann einen entscheidenden Einfluss auf Artenzusammensetzung, Artenzahl und Unkrautdichte ausüben. Die Ausprägung dieses Einflusses ist jedoch von weiteren Faktoren wie insbesondere der Fruchtfolge, der Verunkrautung der Vorfrucht, dem Standort und der Intensität der Unkrautbekämpfung abhängig. Durch einen gezielten Herbizideinsatz ist das Unkrautproblem allgemein gut regulierbar.

- Die Ergebnisse zeigen, dass Untersuchungen zum Unkrautartenspektrum, zum Deckungsgrad und zur Stetigkeit im Wintergetreide sich auf den Löss-Standorten ein Einfluss des Bodenbearbeitungssystems stärker als auf den V-Standorten bemerkbar macht.
- Der Einsatz von Totalherbiziden (Glyphosaten) ist ein wirtschaftlicher und notwendiger Bestandteil in den Fruchtfolgen der pfluglos wirtschaftenden Betriebe, um insbesondere eines der Hauptprobleme einer nichtwendenden Bodenbearbeitung, das Durchwuchsproblem, in den Griff zu bekommen.
- Für eine Reduzierung des Herbizidaufwandes bei pflugloser Bodenbearbeitung sind die Möglichkeiten sehr begrenzt. Eine Aufwandmengenreduzierung im Hinblick möglicher Resistenzen ist problematisch zu sehen und nur in bestimmten Situationen in Abhängigkeit vom Unkrautartenspektrum und der Unkrautdichte möglich. Voraussetzung für eine Reduzierung ist die genaue Kenntnis der schlagspezifischen Verunkrautung aus den Vorjahren.
- Sowohl für den Fungizid- als auch Insektizid-Behandlungsindex über die Fruchtfolge ist keine Beziehung zum Bodenbearbeitungssystem ersichtlich, lediglich höhere Aufwendungen in beiden Anwendungsgebieten sind auf den Löss-Standorten gegenüber den Verwitterungs-Standorten statistisch gesichert.
- Bei denen im Winterraps untersuchten tierischen und pilzlichen Schaderregern waren hinsichtlich des Auftretens und des Schadausmaßes keine Beziehungen zum Bodenbearbeitungssystem festzustellen.
- Abhängigkeiten zwischen pilzlichen Schaderregern in der Wintergerste und dem Bodenbearbeitungssystem konnten auf den V-Standorten nicht festgestellt werden. Auftretende Unterschiede im Befall waren eher schlag- und sortenspezifisch bedingt. Im Winterweizen auf den Löss-Standorten wurde ein verstärktes Auftreten von *Septoria tritici*, DTR-Blattflecken und Ährenfusariosen bei nicht wendender Bodenbearbeitung in Verbindung mit den Risikovorfrüchten Mais oder Stoppelweizen beobachtet werden. Insbesondere der DTR- Blattfleckenkrankheit und Ährenfusariosen im Zusammenhang mit Mykotoxinen muss im pfluglosen Bodenbearbeitungsverfahren bei Risikovorfrüchten besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Hier können auch zusätzliche Fungizidmaßnahmen notwendig werden.
- In der Wintergerste zeigte sich auf den V-Standorten insgesamt der Trend eines etwas höheren Behandlungsindex auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen, der jedoch nicht dem Herbizideinsatz, sondern der Differenzierung bei den Fungiziden und Wachstumsregulatoren zuzuschreiben ist. Auch wenn der Glyphosateinsatz auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen höher war, so lag der Gesamtherbizideinsatz der konventionellen V-Standorte über dem der pfluglosen.
- Eindeutig erscheint der Trend des höheren Gesamtindex beim Winterweizen auf den dauerhaft Pfluglos-Flächen der Löss-Standorte, der sich insbesondere aus den signifikant höheren Herbizid- und Fungizidaufwendungen auf den untersuchten Winterweizenflächen in 2009 ergibt.
- Die pfluglosen Flächen wiesen im Gesamtmittel an vier von sechs Kontrollterminen im Jahr 2010 eine höhere Aktivitätsdichte bei Feldmäusen als in der Pflugvariante auf. Auch traten in der Direktsaatvariante des Demonstrationsversuchs die höchsten Mittelwerte überhaupt auf.
- Bei Mulchsaat ist das Schadrisko durch Ackerschnecken durch eine optimierte Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung, der Bearbeitungshäufigkeit, der Bearbeitungstiefe und der eingesetzten Technik zu minimieren.
- Haupteinflussfaktor für die Zunahme von Pflanzenschutzproblemen und des Schaderregerauftretens in Sachsen ist die zu enge Fruchtfolgegestaltung.
- Im Rahmen der Nährstoffuntersuchungen zeigte sich, dass die Nährstoffverteilung nicht nur von der Bodenbearbeitung abhängig ist, sondern ebenfalls vom Standort, denn auf den langjährig pfluglos bewirtschafteten V-Standorten nahm der Gehalt von Phosphor, Kalium und Magnesium mit zunehmender Bodentiefe stärker ab als auf den pfluglos bewirtschafteten Löss-Standorten.
- Als Ergebnis der Untersuchungen zum Regenwurmorkommen auf sechs V-Standorten mit unterschiedlichem Bodenbearbeitungssystem konnte keine eindeutige Beziehung zwischen der Gesamtabundanz oder -biomasse und der Bewirtschaftungsintensität festgestellt werden. Bei weiteren untersuchten Nützlingsgruppen (u. a. Laufkäfer, Spinnen, Räuber, Zersetzer) lagen die Individuenzahlen bei pflugloser Bewirtschaftung höher als bei wendender Bearbeitung.

9 Literaturverzeichnis

- APPEL, T. (2008): Umweltvorteile: Ja, aber ... DLG-Mitteilungen 12, S. 46–49.
- AL HUSSEIN, I. A. (2002): Einfluss vierjähriger ökologischer Landbewirtschaftung auf Spinnenzönosen (Arachnida, Araneae) - dargestellt am Beispiel „Ökohof Seeben“ in Halle (Saale). Arch. Phytopath. Pflanz. 35: 201-219.
- AMELUNG, D. (1985): Epidemiologie, Befallsentwicklung und Schadwirkung der Netzfleckenkrankheit der Gerste, verursacht durch *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR. 39, 49-52.
- ARNOLD-REIMER, K. (1994): Einfluss konservierender Bodenbearbeitung auf Pflanzenkrankheiten und Unkräuter im Getreide und Konsequenzen für einen gezielten Pflanzenschutz: Diss. Uni Göttingen
- BARNDT, D., BRASE, S., GLAUCHE, M., GRUTTKE, H., KEGEL, B., PLATEN, R. UND WINKELMANN, H. (1991): Die Laufkäferfauna von Berlin (West) - mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung). In: AUHAGEN, A., PLATEN, R. UND SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung S 6: 243-275.
- BARNES, B.T. UND ELLIS, F.B. (1979): The effect of different methods of cultivation and direct drilling, and disposal of straw residues, on populations of earthworms. J. Soil Sci. 30, 669-679.
- BEEGLE, D. (1996): Nutrient management in conservation tillage systems. Conservation tillage series (4). College of Agricultural Sciences, Pennsylvania State University.
- BISCHOFF, J. (2006): Kopflastige Krume. Neue Landwirtschaft 6, S. 37-39.
- BBODSCHG (Bundes-Bodenschutzgesetz) (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten. BGBl I. Nr. 16, 502-510.
- BUNDESSORTENAMT (BSA) (2005): Beschreibende Sortenliste 2009. Getreide Mais, Ölfrüchte, Landbuchverlag,
- BUSCHE, S. (2008): Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes – Konsequenzen für das Schaderregerauftreten und die Wirtschaftlichkeit in Getreide-Zuckerrübe-Fruchtfolgen. Diss. Uni Göttingen
- CHRISTEN, O. UND FRIEDT, W. (Hrsg.) (2007): Wintererbsen – Das Handbuch für Profis. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- CHRISTEN, O. (Hrsg) (2009): Winterweizen – Das Handbuch für Profis. DLG-Verlag
- CROUSE, K., BLAINE, A. UND LARSON, E. (1996): Soil sampling for reduced tillage. Mississippi State University.
- DELLER, B. ET AL. (2007): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch). Band I: Die Untersuchung von Böden.
- DIN ISO 23611-1 (2006): Bodenbeschaffenheit - Probenahme von Wirbellosen im Boden - Teil 1: Hand-sortierung und Formalinextraktion von Regenwürmern.
- DINKINS, C.P., JONES, C. & McVAY, K. (2008): Nutrient management in no-till and minimum till systems. Montana State University, Extension.
- DSV (DEUTSCHE SAATVEREDELUNG AG) (2009): <http://www.dsv-saaten.de/>
- DUNGER, W. UND FIEDLER, H.J. (1997): Methoden der Bodenbiologie. – 2. Aufl., G. Fischer Verl. Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm.
- EASTON, E. G. (1983): A guide to the valid names of Lumbricidae (Oligochaeta). In: Satchell, J.E. (Ed.): Earthworm Ecology - From Darwin to Vermiculture. - Chapman and Hall, London and New York, 475-487.
- EDWARDS, C. A. (1980): Interactions between agricultural practice and earthworms. In: Dindal, D. L. (Ed.) Soil Biology as Related to Land Use Practices. Proc. VIIth Int. Coll. Soil Zool., E.P.A. Washington DC, 3-12.
- EDWARDS, C. A. UND LOFTY, J. R. (1982): The effect of direct drilling and minimal cultivation on earthworm populations. J. Appl. Ecol. 19, 723-734.
- EDWARDS, C. A. UND BOHLEN, P. J. (1996): Biology and Ecology of Earthworms. Chapman and Hall, London, Third edition
- EL TITi, A. (2005): Minimalbodenbearbeitung II Poster LfL für Pflanzenschutz, Baden-Württemberg
- EL TITi, A. (2008): Schleimern auf der Spur. Deutsche Landwirtschaftszeitung 8, S. 34–37.
- EYNCK, E. & VON TIEDEMANN, A. (2008): *Verticillium longisporum* an Raps – Gibt es Sortenunterschiede? Raps 2, S. 80–83
- FREIER, B., PALLUT, B., JAHN, J., SELLMANN, J., GUTSCHE, V., ZORNACH, W. (2008): Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2007, S. 1-34
- FREIER, B., PALLUT, B., JAHN, J., SELLMANN, J., GUTSCHE, V., ZORNACH, W. MOLL, E. (2009): Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2008, S. 1-41
- FREUSE, H. HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1976): Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 2, Goecke & Evers Verl., Krefeld, 302 S.

- FRIEBE, B. & HENKE, W. (1991): Bodentiere und deren Strohabbauleistungen bei reduzierter Bodenbearbeitung. Z. f. Kulturtechnik u. Landentwicklung 31: 121-126.
- GANTZER, C. J. & BLAKE, G. R. (1978): Physical characteristics of Le Sueur clay loam soil following no-till and conventional tillage. Agronomy Journal (70), S. 853-857.
- GARBE, V. (2003): Strategien zur Bekämpfung von Krankheitserregern in Pflanzenbausystemen mit konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat
- GARCIA, J. P. et al. (2007): One-time tillage of no-till. Effects of nutrients, mycorrhizae and phosphorus uptake, Agronomy Journal 99, S. 1093-1103.
- GISIN, H. (1960): Collembollenfauna Europas. Genf: Museum d'Histoire Naturelle.
- GOEBEL, B. (2008): Hinweise zur Düngung bei konservierender Bodenbearbeitung. Vortrag zum Workshop „Konservierende Bodenbearbeitung“ am 5.12.2008 in Leipzig
- GÖDECKE, R. & TIEDEMANN, A. V. (2009): Aktuelle Bewertung des Mykotoxinrisikos in Weizen. Getreide Magazin 2/2009, S. 84-87
- GRAEFE, U. (1993): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortökologische Ansprache. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. 69, 95-98.
- GRAFF, O. (1953): Die Regenwürmer Deutschlands. Verlag Schaper Hannover.
- GRANDY, A. S., ROBERTSON, G. P. & THELEN, K. D. (2006): Do productivity and environmental trade-offs justify periodically cultivating no-till cropping systems? Agronomy Journal 98, S. 1377-1383.
- GRAZZECK, E. (1986): Der Einfluß der Grundbodenbearbeitung auf das Auftreten der Halmbrochkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton) in Wintergerste und Winterweizen. Nachrichtenbl. Pflanzenschutz DDR 40, 9, 193-195
- GRIFFITH, D. R. et al. (1992): Crop response to tillage systems. S. 25-33. In MidWest Plan Service Committee (Ed) Conservation tillage systems and management: Crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till. Iowa State University.
- GRIMM, U. (1985): Die Gnaphosidae Mitteleuropas (Arachnida, Araneae). Abh. Naturw. Verein, Hamburg, NF 26: 318 S.
- GRUNER, H.-E., MORITZ, M. & DUNGER, W. (1993): 4. Teil: Arthropoda (ohne Insecta). – In: Gruner, H.-E. (Hrsg.): Lehrbuch der speziellen Zoologie, Bd. 1, G. Fischer Verl. Jena-Stuttgart-New York.
- HAASE, D. (2008): mündliche Mitteilung
- HANDSCHIN, E. (1929): Urinsekten oder Apterygota (Protura, Collembola, Diplura und Thysanura). – In Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands, Bd. 19, G. Fischer Verl. Jena.
- HEIMBACH, U. UND EGGERS, C. (2002): Weniger Blattläuse durch Mulchen? In: Gesunde Pflanzen, 54. Jg., Heft 3 und 4, S. 119-125
- HEIMER, S. & NENTWIG, W. (1991): Spinnen Mitteleuropas. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 543 S.
- HEISLER, C., ROGASIK H., BRUNOTTE J. & JOSCHKO, M. (1998): Konservierende Bodenbearbeitung und biologische Aktivität. Landbauforschung Völkenrode, 4, 199-212.
- HEITFUß, R., KÖNIG, K., OBST, A. & RESCHKE, M. (2003): Pflanzenkrankheiten und Schädlinge im Ackerbau. DLG-Verlag, 4. Auflage.
- HERR, S. & BAUCHHENß, J. (1987): Einfacher Bestimmungsschlüssel für Regenwürmer SuBHeft 2/87, III/15-III/20.
- HÖFLICH, G. & JOSCHKO, M. (1996): Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf biologische Prozesse im Rhizosphärenraum auf sandigen Böden Nordostdeutschlands. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges., 79, 303-304.
- JACOB, J (2008): Was tun gegen Feldmäuse?. DLG – Mitteilungen 3, S. 68–71.
- JOSCHKO, M. & HÖFLICH, G. (1996): Einfluß konservierender Bodenbearbeitung auf das Bodenleben in Sandböden. Konservierende Bodenbearbeitung auf Sandböden. Bornimer Agrartechnische Berichte, 9, 41-53.
- JKI (JULIUS KÜHN-INSTITUT) (2009): http://www.jki.bund.de/cln_045/nn_907910/DE/Home/pflanzen__schuetzen/integriert
- KARG, W. (1989): Acari (Acarina), Milben Unterordnung Parasitiformes (Anactinochaeta) Uropodina Kramer, Schildkrötenmilben. – Die Tierwelt Deutschlands, Bd. 67, G. Fischer Verl. Jena.
- KARG, W. (1993): Acari (Acarina), Milben Parasitiformes (Anactinochaeta) Cohors Gamasina Leach. Raubmilben. – Die Tierwelt Deutschlands, Bd. 59., G. Fischer Verl. Jena-Stuttgart-New York.
- KARG, W. (1994): Raubmilben, nützliche Regulatoren im Naturhaushalt. – Die Neue Brehm-Bücherei, Bd. 624.
- KEUNECKE, H., ULBER, B. & VON TIEDEMANN, A. (2008): Einfluss des Kohlfiegenbefalls auf die Infektion und Schädigung von *Verticillium longisporum* und *Phoma lingam* an Raps. Mitt. JKI 417, S. 71
- KLAUSNITZER, B. (2004): Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 2, 2. Auflage, Spektrum Akad. Verlag.
- KREUTER, T. (2008): Große Laufkäferarten als effektive Schädlingsantagonisten im Ackerbau – Wunschdenken oder Realität?. Mitt. Julius Kühn-Institut 417: 87-88.

- KREUTER, T. & NITZSCHE, O. (2005): Biodiversität sächsischer Ackerflächen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), Heft 9/2005.
- KREUTER, T. & SCHMIDT, W. (2007): Selbstregulation im pfluglosen Ackerbau - Potenziale der Selbstregulation auf pfluglos bearbeiteten Ackerflächen: A) Bodenmesofauna und Streuabbau, B) Laufkäfer als effektive Schneckenprädatoren. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), Heft 10/2007.
- KREYE, H. (2002): Auswirkungen nichtwendender Bodenbearbeitung auf das Schadorganismenaufreten in einer Zuckerrüben-Weizen-Weizen-Fruchtfolge. Dissert. G.-A.-Universität Göttingen, Cuvillier Verlag
- KREYE, H., RODEMANN, B., BARTELS, G. (2006): Pflügen oder Nichtpflügen – Pilzliche Schaderreger und Fungizidanwendungen. In SCHLAGE, B.; FREIER, B. (ed.): Workshop „Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz im Ackerbau“, 23.-24. Nov. 2005. Ber. BBA Land- u. Forstwirtschaft 2006, 132, S. 32-36
- KRÜCK, S. (1999): Einfluß der Nutzung auf Bodenfruchtbarkeitsparameter, Humushaushalt und Regenwurmaktivität und deren Beziehung zur Ertragsfähigkeit sandiger Böden in Brandenburg. Berichte aus der Agrarwissenschaft, Shaker Verlag, Aachen. 154 S.
- KRÜCK, S., NITZSCHE, O., SCHMIDT, W. & UHLIG, U. (2001): Einfluss der Bodenbearbeitung auf Bodenleben und Bodenstruktur. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges., 96 (2), 747-748.
- KRÜCK, S., JOSCHKO, M, SCHULTZ-STERNBERG, R, KROSCHEWSKI, B. & TESSMANN, J. (2006): A classification scheme for earthworm populations (Lumbricidae) in cultivated agricultural soils in Brandenburg, Germany. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 169 (5), 651-660.
- KRÜSSEL, S. (2009): Nacktschnecken – eine potenzielle Gefahr für Herbstsaaten. Getreide Magazin 4 (14. Jg), S. 210-215
- LAUENSTEIN, G. (2008): Biologische und betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen für das Dichtmanagement von Feldmäusen im Erwerbspflanzenbau. Vortrag am 04.12.2008 in der Verant. des LfULG: Aktuelle Probleme des Pflanzenschutzes im Ackerbau und Grünland, in Groitzsch, Sachsen
- LAUENSTEIN, G. (2009): Schädlinge und deren Bekämpfung, Resistenzproblematik. In: Winterweizen – Das Handbuch für Profis. DLG-Verlag 2009
- LAUENSTEIN, G. (2009/2): Die nächste Mäuseplage kommt bestimmt. Top Agrar 10, S. 60-63
- LEE, K. E. (1985): Earthworms - Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. Academic Press, Sydney, Orlando.
- MADER, P. et al. (2002): Bodenfruchtbarkeit und biologische Vielfalt im ökologischen Landbau. Ökologie und Landbau 124 (4), S. 12-16.
- LFL (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2002): Projekt Glaubitz – Einfluss einer langjährig umweltschonenden Landbewirtschaftung auf Krankheiten, Schadpflanzen und ausgewählte bodenfaunistische Bioindikatoren, Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 10/2002.
- LFL (2006): Humus- und Nährstoffverteilung bei dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung. Internet: http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/6725_6734.htm
- LFULG (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (2009): Pflanzenschutz im Ackerbau und Grünland. Empfehlungen zur Pflanzenschutzmittelnanwendung 2009
- LIEBHARD, P. (1993): Einfluss der Primärbodenbearbeitung auf pH-Wert, Calcium-, Phosphat- und Kaliumgehalt von Ackerböden im oberösterreichischen Zentralraum (Teil 2). Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur, Wien.
- LINDER, A. & BERCHTOLD, W. (1982): Statistische Methoden II: Varianzanalyse und Regressionsrechnung. Birkhäuser Verlag, Basel.
- LOHSE, G. A. & LUCHT, W. H. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. 1. Suppl., Bd. 12, Goecke & Evers Verl., Krefeld.
- LÜBKE-AL HUSSEIN, M. (1995): Laufkäfer- und Kurzflüglergemeinschaften unter dem Einfluß abgestufter Pflanzenschutzmittelnanwendungen im Verlauf einer Fruchtfolgerotation und im Vergleich zu einem Feldrain. Mitt. DGaE 10: 557-560.
- LÜBKE-AL HUSSEIN, M. & AL HUSSEIN, I. A. (1999): Auswirkungen der Bewirtschaftsumstellung von konventionell-intensiver auf ökologisch-extensive Landbewirtschaftung und landschaftsräumliche Neuordnung auf Kurzflüglerzönosen (Coleoptera, Staphylinidae) im Gebiet des „Ökohofes Seeben“ in Halle (Saale). Arch. Phytopath. Pflanz. 32: 395-428.
- LÜBKE-AL HUSSEIN, M. & AL HUSSEIN, I. A. (2006): Eignung von Webspinnen (Araneae) und Kurzflügelkäfern (Staphylinidae) als Indikatoren zur Bewertung der Auswirkungen von Bewirtschaftsumstellung von konventionell-intensiven auf ökologisch-extensiven Landbau. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 15: 425-428.

- LÜBKE-AL HUSSEIN, M.; KREUTER, T., AL HUSSEIN, I. A. & GÜNTHER, H. (2008a): Untersuchungen zum Einfluss konservierender Bodenbearbeitungsverfahren auf die Zusammensetzung der Bodenmesofauna unter Verwendung der Litter-Bag-Methode. *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.* 16: 491-494.
- LÜBKE-AL HUSSEIN, M., KREUTER, T., AL HUSSEIN, I. A. & GÜNTHER, H. (2008b): Zum Auftreten Streu abbauender und räuberischer Bodentiere in einem Bodenbearbeitungs-Dauerversuch im sächsischen Lößhügelland. *Mitt. Julius Kühn-Institut* 417: 93.
- MEINLSCHMIDT, E. & SCHRÖDER, G. (2008): Eine Lanze für den Nachauflauf. *Deutsche Landwirtschaftszeitung* 8, S. 26–33
- MÜLLER, A. & KREYE, H. (2005): Monitoring zum Auftreten von Schnecken und der daraus resultierenden Schäden an Winterraps 2005. http://www.ufop.de/downloads/Bericht_Schnecken_300507.pdf
- NITZSCHE, O. & ULBER, B. (1998): Einfluß der Bodenbearbeitungsmaßnahmen nach Winterraps auf die Schlupfabundanz der Parasitoiden. *Mitt. Biolog. Bundesanst.* 357, S. 62–63
- OBST, A. (1986): Helminthosporium-Erkrankungen des Getreides Wirtschaftliche Bedeutung. Alljährliche Entwicklung, direkte Bekämpfung. *Bayer. Landw. Jb.* 63, 961-971
- OBST, A. & PAUL, V. H. (1993): Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Verlag T.Mann Gelsenkirchen-Buer
- PALLUT, B. (1997): Getreideanbau ohne Pflug: Wirkung auf Verunkrautung und Ertrag. *Der Pflanzenarzt* 1-2, S.3-6
- PALLUT, B. (2003): Mulchsaat – Grenzen des Systems. *DLG-Mitteilungen* 1/2003, S. 44
- PALLUT, B. & VIEHWEGER, G. (2002): Pfluglose Bodenbearbeitung aus Sicht der Verunkrautung. *Mitt. Biolog. Bundesanst.* 390, S. 251
- PALLUT, B., GÜNTHER, A., KREYE, H. (2006): Verunkrautung und Herbizidanwendung im Vergleich von wendender und nichtwendender Bodenbearbeitung. In: SCHLAGE, B. FREIER, B. (ed.): Workshop „Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz im Ackerbau“, 23.-24. Nov. 2005. *Ber. Biolog. Bundesanstalt Land-Forstwirtschaft*, 2006(132), S. 26-32
- PLATNICK, N.I. (1993): Advances in spider taxonomy 1988-1991. *Entomol. Soc. & Am. Mus. Nat. Hist.*, New York, 846 S.
- PÖLITZ, B. (2009): mündliche Mitteilung
- PRINGAS, C., MILLER, H., KOCH, H.-J. (2002): Auftreten von Pilzparasiten und Ackerschnecken bei langjährig differenzierter Bodenbearbeitung. *Mitt. BBA* 390, S. 85-86
- ROBERTS, J. M. (1985): The Spiders of Great Britain and Ireland. Vol. 1, Atypidae to Theridiosomatidae. Harley Books, Martins, Great Horkesley, Colchester, 229 S.
- ROBERTA, J. M. (1987): The Spiders of Great Britain and Ireland. Vol. 2, Linyphii-dae. Harley Books, Martins, Great Horkesley, Colchester, 204 S.
- RODEMANN, B. (2009): Krankheiten durch pilzliche Pathogene im Weizen. In: Christen (Hrsg.): Winterweizen – Das Handbuch für Profis. DLG – Verlag 2009.
- ROVIRA, A.D., SMETTEM, K.R.J. & LEE, K.E. (1987): Effect of Rotation and Conservation Tillage on Earthworms in a Red-brown Earth under Wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, 38, 829-34.
- RÖMBKE, J., DREHER, P., BECK, L., HAMMEL, W., HUND, K., KNOCH, H., KÖRDEL, W., KRATZ, W., MOSER, T., PIEPER, S., RUF, A., SPELDA, J. UND WOAS, S. (2000): Bodenbiologische Bodengüte-Klassen. UBA-Texte 6/00.
- RUSEK, J. (1971): Zur Taxonomie der Tullbergia (Mesaphorura) Krausbaueri (Börner) und ihrer Verwandten (Collembola). *Acta Ent. Bohemosl.* 68: 188-206.
- RÜCKNAGEL, J., RÜCKNAGEL, S. & CHRISTEN, O. (2008): Wirkung unterschiedlicher Grundbodenbearbeitung auf das Auftreten von Feldmäusen. *Getreide Magazin* 4, S. 206 – 211.
- SCHACHTSCHABEL, P. et al. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- SCHAEFER, M. (1973): Welche Faktoren beeinflussen die Existenzmöglichkeit von Arthropoden eines Stadtparks? - untersucht am Beispiel der Spinnen (Araneida) und Weberknechte (Opiliona). *Faun.-Ökol. Mitt.* 4: 303-318.
- SCHIERBAUM-SCHICKLER, C. & ULBER, B. (2001): Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf den Rapsdflöhbefall von Winterraps und den Schlupf der Jungkäfer. *Raps* 19, S. 122-125
- SCHILLING, G. (1990): Pflanzenernährung und Düngung - Teil I: Pflanzenernährung. 3. bearbeitete Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- SCHLÜTER, K. (2003): Monoweizen plus Mulchsaat! *DLG-Mitteilungen* 11, S. 52-55
- SCHMIDT, W.; NITZSCHE, O., KRÜCK, S., ENGELMANN, B. (2003): Fruchtfolgesysteme für pfluglose Anbauverfahren entwickeln und Vorfruchtwirkungen nutzen.
- SCHNEIDER, M., LÜTKE ENTRUP, N., STEHMANN, G. (2005): Tricks und Kniffe für pfluglose Fruchtfolgen. *Top agrar* 12, S. 48-52

- SEIDEL, D., WETZEL, T. & BOCHOW, H. (1983): Pflanzenschutz in der Pflanzenproduktion. Deut. Landwirtschaftsverlag Berlin, 304 Seiten.
- SEÜ (Schaderregerüberwachung) SACHSEN (2009): interne Tabellen
- SHALA-MAYRHOFER, V. (2004): Untersuchungen über den Einfluss unterschiedlicher Grundbodenbearbeitungsverfahren auf das Auftreten wichtiger Pflanzenschutzprobleme bei ausgewählten Feldkulturen. Diss. Universität für Bodenkultur Wien.
- SIEVERT, M. (2000): Aspekte des Pflanzenschutzes in Winterraps, Winterweizen und Wintergerste bei nichtwendender Bodenbearbeitung. Diss. G.-A.-Universität Göttingen, Cuvillier Verlag Göttingen
- SIMS, R. W. & GERARD, B.M. (1999): Earthworms. Notes for the identification of British species. Synopses of the British Fauna (New Series).
- SIMMONS, F.W. (2003): No tillage. Illinois Agronomy Handbook (14), S. 154-160.
- SOMMER, M., EHRMANN, O., FRIEDEL, J.K., MARTIN, K., VOLLMER, T. & TURIAN G. (2002): Böden als Lebensraum für Organismen - Regenwürmer, Gehäuselandschnecken und Bodenmikro-organismen in Wäldern Baden-Württembergs. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte 63.
- STEINBACH, P, KREYE, H., WOLF, G. A. (2004): Bundesweites Verticillium – Monitoring in Winterraps – Bewertung von Diagnosesicherheit, Krankheitsauftreten und Befallsrisiko. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. 396
- STRESEMANN, E. (1967): Exkursionsfauna von Deutschland. Wirbellose 1, Volk & Wissen Verl. Berlin.
- STRESEMANN, E. (1992): Exkursionsfauna 1. Wirbellose (ohne Insekten). Volk und Wissen Verlag Berlin.
- SULLIVAN, P. (2002): Drought resistant soil. <http://attra.ncat.org/attra-pub/drought.html>
- ULBER, B., JECHE, U., KEUNECKE, H., WEDEMEYER, R. (2006): Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Schlupfabundanz und Befallsstärke der Kleinen Kohlflyge (*Delia radicum* L.). Mitt. Biolog. Bundesanst. 400, S. 114
- VOGELSANG, S. & FORRER, H.-R. (2005): Fusariosen und Mykotoxine in Getreide - Risiken und mögliche Strategien im pfluglosen Anbau. Tagungsband ITADA-Forum „Bodenbearbeitung ohne Pflug-Ein Blick auf die Erfahrung der Schweiz“, S. 36-45
- VOLKMAR, C. & GAAFAR, N. (2009): Weizengallmücken – Versteckt lebende Schädlinge an Winterweizen. Getreidemagazin 2/2009, S. 94-97
- VOLKMAR, C., WETZEL, TH., LÜBKE-AL HUSSEIN, M., JANY, D. & RICHTER, L. (1999): Mehrjährige Untersuchungen zur epigäischen Fauna in zwei Fruchtfolgerotationen mit unterschiedlichen Pflanzenschutzintensitäten. Arch. Phytopath. Pflanz. 32: 365-394.
- VOß, M. (1998): Einfluss einer reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat auf das Auftreten von Ackerschnecken, die Verunkrautung sowie den Befall mit der Wurzelhals- und Stengelfäule in Winterraps. Diss., G.-A. Universität Göttingen, fak. Agrarwissenschaften, Cuvillier Verlag Göttingen
- WAHMHOF, W., HEDKE, K., TIEDEMANN, V. A., NITZSCHE, O., ULBER, B. (1999): Zum Einfluss von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Entwicklung wichtiger Schaderreger des Winterrapses. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 106 (1), S. 57 - 73
- WEIGMANN, G. (2006): Hornmilben (Oribatida). In: Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands, Bd. 76.
- WIEHLE, H. (1956): Spinnentiere oder Arachnoidea (Araneae). 28. Familie Linyphiidae - Baldachinspinnen. In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Bd. 44: G. Fischer Verlag Jena, 337 S.
- WIEHLE, H. (1960): Spinnentiere oder Arachnoidea (Araneae). XI: Micryphantidae - Zwergspinnen. In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Band 47, G. Fischer Verlag Jena, 620 S.
- WILCKE, D. E. (1967): Oligochaeta. – In: Brohmer, P.; Ehrmann, P.; Ulmer, G. & H. Schiemenz (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas. Bd. 1., Verlag Quelle und Meyer, Leipzig.
- WILLMANN, C. (1931): Moosmilben oder Oribatiden (Cryptostigmata). – In Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands, Bd. 22, Spinnentiere oder Arachnoidea V: Acarina. G. Fischer Verl. Jena.
- WOLBER, D. (2008): Unkrautfrei bereits im Herbst. Raps 3: S. 124 – 131
- ZIMMERMANN, M., SCHMIDT, W. (2006): Untersuchungen zum Einfluss differenzierter Bodenbearbeitung auf das Ertragsniveau und die Nährstoffdynamik im Rahmen einer Fruchtfolge unter Beachtung unterschiedlicher Standorteinflüsse. Infodienst der LfL, 03/2006, S. 57-61
- ZIMMERMANN, M., SCHMIDT, W., NITZSCHE, O. (2006): Einfluss der Intensität der Bodenbearbeitung auf Nährstoffdynamik und Ertrag. Infodienst der LfL, 02/2006, S. 56-58
- ZIMMERMANN, M., SCHMIDT, W., THATE, A., SACHER, M. (2009): Mit Qualität punkten. Bauernzeitung 19

Ein besonderer Dank gilt den beteiligten Betrieben für ihre Unterstützung bei der Versuchsdurchführung und die Bereitstellung notwendiger Daten für Auswertungen zum Pflanzenschutz, zur Düngung und zur Bodenbearbeitung.

10 Anhang

Anhang 1 und Anhang 2 sind in separaten Anlagenbänden veröffentlicht.

Anhang 1

Anhang 1A	Betriebskenndaten
Anhang 1B	Fruchtfolgen auf den ausgewählten Flächen
Anhang 1C	Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten 2007-2008
Anhang 1D	Gelbschalenfänge im Winterraps, Frühjahr 2008, V- und Löss-Standorte
Anhang 1E	Fruchtfolgen und Glyphosateinsatz auf allen Standorten über die Fruchtfolge
Anhang 1F	Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten 2008-2010
Anhang 1G	Erfassung der Aktivitätsdichte von Schnecken Herbst 2009
Anhang 1H	Erfassung der Aktivitätsdichte von Feldmäusen Frühjahr 2010
Anhang 1I	Erfassung der Aktivitätsdichte von Schnecken Frühjahr 2010
Anhang 1J	Erfassung der Aktivitätsdichte von Feldmäusen Herbst 2010
Anhang 1K	Erfassung der Aktivitätsdichte von Schnecken Herbst 2010
Anhang 1L	Erfassung der Aktivitätsdichte von Feldmäusen Frühjahr 2011
Anhang 1M	Erfassung der Aktivitätsdichte von Schnecken Frühjahr 2011

Anhang 2

Anhang 2A	Anteil (in %) der angebauten Kulturen auf den ausgewählten Flächen in der Fruchtfolge 2003-2008 sowie Anzahl angebaute Kulturen pro Betrieb
Anhang 2B	Übersicht zu den Befallserhebungen im Winterraps - Herbst 2007
Anhang 2C	Übersicht zu den Befallserhebungen im Winterraps - Frühjahr 2008
Anhang 2D	Winterrapssorten auf den Flächen der ausgewählten Betriebe 2008
Anhang 2E	Übersicht zu den Befallserhebungen im Getreide - Herbst 2008 und Herbst 2009
Anhang 2F	Boniturübersicht für Getreide - Frühjahr/Sommer 2009 bzw. 2010
Anhang 2G	Angebaute Wintergerstensorten 2009 und 2010 auf den V-Standorten
Anhang 2H	Angebaute Winterweizensorten 2009 und 2010 auf den Löss-Standorten
Anhang 2I	Nachweiszahlen der Ackerschnecken im Herbst 2009
Anhang 2J	Nachweiszahlen der Feldmäuse im Frühjahr 2010
Anhang 2K	Nachweiszahlen der Ackerschnecken im Frühjahr 2010
Anhang 2L	Nachweiszahlen der Feldmäuse im Herbst 2010
Anhang 2M	Nachweiszahlen der Ackerschnecken im Herbst 2010
Anhang 2N	Nachweiszahlen der Feldmäuse im Frühjahr 2011
Anhang 2O	Nachweiszahlen der Ackerschnecken im Frühjahr 2011
Anhang 2P	Penetrometermessungen im Frühjahr 2010

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Iris Rößler, Anja Nowack
LfULG, Abteilung Pflanzliche Erzeugung/Referat Pflanzenschutz

Ansprechpartner Kap. 5:

Dr. Ismail A. Al Hussein
Telefon: + 49 3451 8047690
Telefax: + 49 3451 8047690
E-Mail: alhussein@t-online.de

Ansprechpartner Kap. 7:

Andreas Hurtig
Telefon: + 49 34322 12 313
E-Mail: Andreas.Hurtig@t-online.de

Redaktion:

Andela Thate
LfULG, Abteilung Pflanzliche Erzeugung/Referat Pflanzenschutz
Telefon: + 49 351 44083-24
Telefax: + 49 351 44083-25
E-Mail: Andela.Thate@smul.sachsen.de

Fotos:

Iris Rößler, Andreas Hurtig

Redaktionsschluss:

31.07.2011

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <http://www.smul.sachsen.de/lfulg/6447.htm> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.