

Reduzierung des Blattlausbefalls an ausgewählten Gemüsekulturen durch Mulchen mit verschiedenen Materialien und Farben

Reducing aphid infestations in selected field vegetables with mulches of different materials and colours

FKZ: 02OE097

Projektnehmer:

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst
Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig
Tel.: +49 531 299-4401
Fax: +49 531 299-3009
E-Mail: gartenbau@jki.bund.de
Internet: <http://www.jki.bund.de>

Autoren:

Hommel, Martin; Siekmann, Gitta; Piepenbrock, Olaf; Baur, Ursula; Fricke, Andreas; Thieme, Thomas

Herausgeberin:

Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau
in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
53168 Bonn
Tel.: +49 228 6845-3280 (Zentrale)
Fax: +49 228 6845-2907
E-Mail: geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de
Internet: www.bundesprogramm-oekolandbau.de

Finanziert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Bundesprogramm Ökologischer Landbau

**Reduzierung des Blattlausbefalls an ausgewählten
Gemüsekulturen durch Mulchen mit verschiedenen Materialien
und Farben
02 OE 097**

- Abschlussbericht -

Laufzeit: 10.6.2002 – 31.12.2003

Berichtszeitraum: 10.6.2002 – 31.12.2003

Projektleitung: Dr. Martin Hommes ¹⁾

Wissenschaftliche Bearbeitung: Dr. Gitta Siekmann ¹⁾

Dipl. Forst W. Olaf Piepenbrock ²⁾

Dr. Ursula Baur ¹⁾

In Zusammenarbeit mit: Dr. Andreas Fricke ²⁾

Dr. Thomas Thieme ³⁾

¹⁾ Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA),
Braunschweig

²⁾ Institut für Gemüse- und Obstbau, Universität Hannover

³⁾ BTL Biolab, Rostock

Inhaltsverzeichnis

I.	ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG	1
II.	TEILPROJEKT ‚STROHMULCH‘	2
II.1.	Planung und Ablauf des Projekts	2
II.2.	Wissenschaftlicher und technischer Stand	2
II.3.	Material und Methoden	4
II.3.1.	Untersuchungsansatz	4
II.3.2.	Material	4
II.3.3.	Versuchsfelder und Datenerhebung	5
II.3.3.1.	Bonitur Schaderreger	6
II.3.3.2.	Wetterdaten.....	6
II.3.3.3.	Spektrale Reflexion	6
II.3.4.	Versuche 2002.....	6
II.3.4.1.	Versuchspläne, Kulturdaten und Befallserfassung in Dibbesdorf und Hötzum	7
II.3.4.2.	Versuchspläne, Kulturdaten und Befallserfassung in Apelnstedt	8
II.3.5.	Versuche 2003.....	9
II.3.5.1.	Versuchsplan und Erhebungen in Dibbesdorf und Hötzum 2003.....	9
II.3.5.2.	Versuchsplan und Erhebungen in Apelnstedt 2003.....	10
II.3.6.	Identifizierung geflügelter Blattlausarten.....	11
II.3.7.	Datenverarbeitung	11
II.4.	Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	12
II.4.1.	Wetter	12
II.4.2.	Zusammensetzung der Blattlausarten	13
II.4.3.	Spektrale Reflexion von Pflanzen, Böden und Strohmulch	13
II.4.4.	Brokkoli	14
II.4.4.1.	Blattläuse in Brokkoli 2002.....	14
II.4.4.2.	Weitere Schaderreger in Brokkoli 2002	16
II.4.4.3.	Natürliche Gegenspieler in Brokkoli 2002.....	17
II.4.4.4.	Wachstum und Ertrag von Brokkoli 2002.....	18
II.4.4.5.	Blattläuse in Brokkoli 2003.....	19
II.4.4.6.	Weitere Schaderreger in Brokkoli 2003	21
II.4.4.7.	Natürliche Gegenspieler in Brokkoli 2003.....	22
II.4.4.8.	Qualität und Ertrag in Brokkoli 2003	22
II.4.4.9.	Zusammenfassung der Ergebnisse zu Brokkoli.....	23
II.4.5.	Kopfsalat und gemischte Salatsorten	24
II.4.5.1.	Blattläuse in Salat 2002	24
II.4.5.2.	Wachstum und Ertrag von Salat 2002	25
II.4.5.3.	Blattläuse in Salat 2003	26
II.4.5.4.	Wachstum und Ertrag von Salat 2003	27
II.4.5.5.	Zusammenfassung der Ergebnisse zu Salat	28
II.4.6.	Buschbohne und Dicke Bohne	28
II.4.6.1.	Blattläuse in Buschbohne 2002	28
II.4.6.2.	Andere Insekten und Schaderreger in Buschbohne 2002	29
II.4.6.3.	Wachstum und Ertrag von Buschbohne 2002	29

II.4.6.4.	Blattläuse in Dicker Bohne 2003	30
II.4.6.5.	Andere Schaderreger und nützliche Insekten in Dicker Bohne 2003	32
II.4.6.6.	Wachstum und Ertrag von Dicker Bohne 2003.....	32
II.4.6.7.	Zusammenfassung der Ergebnisse zu Buschbohne und Dicker Bohne	33
II.4.7.	Möhre.....	34
II.4.7.1.	Blattläuse in Möhre 2002 und 2003	34
II.4.7.2.	Andere Schaderreger in Möhre 2002 und 2003.....	34
II.4.7.3.	Wachstum und Ertrag von Möhre	35
II.4.7.4.	Zusammenfassung der Ergebnisse zu Möhre	36
II.5.	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	37
II.6.	Zusammenfassung ‚Strohmulch‘	37
II.7.	Erreichte Ziele und weiterführende Fragestellung	38
III.	TEILPROJEKT ‚FARBIGE MULCHVLIESE‘	40
III.1.	Einleitung	40
III.2.	Planung und Ablauf.....	40
III.3.	Wissenschaftlicher und technischer Stand	41
III.4.	Material und Methoden.....	45
III.4.1.	Untersuchungsansatz.....	45
III.4.2.	Material	45
III.4.3.	Datenerhebung.....	47
III.4.4.	Versuche.....	48
III.4.4.1.	Winzlar	49
III.4.4.2.	Herrenhausen	51
III.5.	Ergebnisse	52
III.5.1.	Brokkoli	52
III.5.1.1.	Blattläuse.....	52
III.5.1.2.	Andere Schaderreger	54
III.5.1.3.	Natürliche Gegenspieler.....	56
III.5.1.4.	Ertrag	56
III.5.2.	Kopfsalat.....	57
III.5.2.1.	Blattläuse.....	57
III.5.2.2.	Natürliche Gegenspieler.....	59
III.5.2.3.	Ertrag	59
III.5.3.	Buschbohne.....	60
III.5.3.1.	Schaderregerbefall.....	60
III.5.3.2.	Ertrag	60
III.6.	Diskussion.....	61
III.7.	Zusammenfassung ‚Farbige Mulchvliese‘	67
IV.	LITERATUR.....	68

V.	ZUSAMMENFASSUNG	74
VI.	ANHANG	76
	Wetterdaten Braunschweig	76
	Blattlausarten im Teilprojekt ‚Strohmulch‘	78

I. ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG

Ziel dieses Projektes war die Optimierung vorhandener Kultursysteme im ökologischen Gemüsebau im Hinblick auf eine Reduzierung des Blattlausbefalls. Die gewonnenen Ergebnisse sollen als Baustein für ein Gesamtkonzept des Pflanzenschutzes im ökologischen Landbau dienen, welches die Ertragssicherheit erhöhen und die Qualität der Produkte im Gemüsebau verbessern soll.

Blattläuse verursachen immer wieder Probleme im ökologischen Gemüseanbau. Abhängig von dem Befallsdruck kommt es oft zu erheblichen Verlusten bei der Ernte. Häufig werden auch geringe Blattlauszahlen im Gemüse vom Verbraucher nicht toleriert. Konkret sollten bisher im Ackerbau gewonnene Erkenntnisse zur positiven Wirkung einer dünnen Strohmulchschicht auf die Reduzierung von Blattläusen auf den Gemüsebau übertragen werden. Darüber hinaus sollten erste Ergebnisse aus Literatur und Pilotversuchen hinsichtlich der vergleichbaren Wirksamkeit farbiger Mulchmaterialien auf den Blattlausbefall überprüft und deren Eignung für die Praxis untersucht werden. Zudem sollte überprüft werden, inwieweit diese Maßnahmen das Auftreten anderer Schaderreger, deren Antagonisten und den Ertrag beeinflussen.

Die Versuche wurden jeweils an mehreren Standorten mit mehreren wichtigen Gemüsekulturen in Praxisbetrieben durchgeführt, um relativ zügig sichere und übertragbare Ergebnisse zu erhalten. Sollten sich die bisher im Acker- und Gemüsebau gezeigten positiven Effekte einer Mulchauflage bestätigen, könnte dem ökologischen Gemüseanbau einfache und kostengünstige Verfahren zur vorbeugenden Schaderregerreduktion zur Verfügung gestellt werden. Der Einsatz farbiger Mulchmaterialien hat das Potential, die Anbaubedingungen von ökologisch produziertem Gemüse zu verbessern und dadurch zur Ertrags- und Qualitätssicherung beizutragen.

Dieses Projekt leistet durch die Erprobung von neuen Versuchsansätzen und Aufklärungsarbeit einen Beitrag zu den Zielen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, die Wettbewerbsfähigkeit ökologischer Anbauer zu stärken und die Fläche unter ökologischer Bewirtschaftung auszudehnen.

II. TEILPROJEKT ‚STROHMULCH‘

II.1. Planung und Ablauf des Projekts

In tabellarischer Form wird im Folgenden eine Übersicht über Planung und Ablauf der einzelnen Arbeitsschritte gegeben.

Arbeitsplanung	Durchführung/Abweichungen	
	2002	2003
Versuchsplanung und -vorbereitung 2002/2003 a) Anlage von Versuchsflächen mit Strohmulch auf den Bioland-Betrieben, „Lindenhof“ und „Klostergut Dibbesdorf“ sowie auf BBA-eigenen Flächen b) Kulturauswahl von Kopfsalat, Buschbohne, Kohl und Bundmöhre für Strohmulchversuche	Laut Plan Brokkoli als Kohllart	Laut Plan Dicke Bohne statt Buschbohne; Lieferung einer blattlausresistenten Kopfsalatsorte
Durchführung der Versuche 2002/2003 a) Erfassung des Schädlingsbesatzes während der gesamten Kulturdauer b) Qualitäts- und Ertragsermittlung bei der Ernte	Laut Plan	Laut Plan
Dateneingabe und Auswertung 2002/2003 a) Dateneingaben und statistische Auswertung b) Darstellung und Interpretation der Versuche sowie Berichterstellung	Laut Plan	Laut Plan

II.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Als Ursachen für die befallsreduzierende Wirkung von Strohmulch kommen verschiedene Mechanismen in Frage, wie z. B. die Ressourcen-Konzentrations-Hypothese sowie eine Veränderung der Pflanzenqualität. Am wahrscheinlichsten ist die Gültigkeit der Ressourcen-Konzentrations-Hypothese, die diversifizierte Anbauformen, insbesondere Mischkulturen, mit einer erschwerten Wirtspflanzenfindung durch Schaderreger verknüpft **Fehler! Textmarke nicht definiert..** Darunter fällt auch eine physikalisch-abwehrende Wirkung von Mulchmaterialien. Im hier beschriebenen System ‚Kultur – Mulch‘ wird die Wirtspflanzenfindung vor allem durch eine Veränderung der Lichtreflexion erschwert. Die meisten Blattlausarten reagieren positiv auf gelbgrüne Blattfarben und werden hauptsächlich durch diesen visuellen Reiz zum Landen veranlasst

Fehler! Textmarke nicht definiert. Stehen potentielle Wirtspflanzen nun einzeln und kontrastierend zu einem dunklen Erdboden, wie es zu Beginn einer Kulturvegetationsperiode der Fall ist, verstärkt sich der Reiz zum Landen erheblich. Mulchmaterialien können das Wirtsfindungsvermögen von Blattläusen behindern indem sie ihre Reaktion auf optische Reize ausnutzen **Fehler! Textmarke nicht definiert.** Eine Auflage mit Strohmulch verändert den Kontrast zwischen Pflanze und Untergrund. Pflanzen sind so schlechter für Herbivoren sichtbar und werden daraufhin in geringerem Maße besiedelt als Pflanzen in ungemulchtem Erdboden (Moericke 1955; Neitzel & Müller 1959; Feeny 1976). Dieser Maskierungseffekt und die Tatsache, dass Strohmulch mehr Licht als Boden und Pflanzen reflektiert (Kasperbauer 1999), könnten Blattläuse davon abhalten, auf Pflanzen zu landen.

In der Literatur finden sich Angaben, dass Strohmulch durch Blattläuse übertragene Virusschäden reduziert (Kemp 1978; Jones 1994; Bwye et al. 1999; Heimbach et al. 2001). Eine geringere Anzahl an geflügelten Blattläusen wurde in Wasserschalen in Strohmulch gefunden; als Vergleich dienten Fänge auf ungemulchtem Boden (Liewehr & Cranshaw 1991). Ähnliche Ergebnisse zeigten sich in Klebfallen-Fängen in strohgemulchten Parzellen in den Kulturen Kartoffel, Raps und Ackerbohne (Heimbach et al. 2001; Eggers & Heimbach 2001; Heimbach et al. 2002). Zusätzlich zu dem abwehrenden Effekt von Strohmulch könnte die Lichtreflexion des Mulches auch die Entwicklung von ungeflügelten Blattläusen blattunterseits behindern, wie bei der Baumwollblattlaus (*Aphis gossypii*) und Baumwolle festgestellt wurde (Rummel et al. 1995). Strohmulch beeinflusst nicht nur Blattläuse, sondern auch den Einflug von Kartoffelkäfern (*Leptinotarsa decemlineata*) in strohgemulchte Kartoffeln (Stoner 1997) oder einer Zwergzikade (*Macrostelus fascifrons*) in mit Reisstroh gemulchten Möhren (Setiawan & Ragsdale 1987). Versuche zur Reduktion des Blattlausbefalls mit Stroh in Gemüse sind jedoch noch selten. Eine Arbeit über die Mehlig Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) in strohgemulchtem Weißkohl zeigte bisher keine eindeutigen Ergebnisse **Fehler! Textmarke nicht definiert.** Eine Studie mit Reisstroh in Grünkohl ergab eine Reduzierung des Befalls mit der Mehlig Kohlblattlaus **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Besonders bei direktvermarktetem Gemüse ist von dem Verbraucher schädlingsfreies Erntegut erwünscht, welches eine hohe Wirksamkeit von Pflanzenschutzmaßnahmen erfordert. In diesem Projekt wurden die bisherigen Erfahrungen mit Strohmulch im Ackerbau genutzt, um diese viel versprechenden Ergebnisse auch in Gemüsekulturen zu testen. Der Einsatz von Mulchmaterialien, insbesondere von Strohmulch, erfordert lediglich geringe Investitionen. Die Auflage könnte mit einfachen Geräten wie z. B. mit einem modifizierten Düngestreuer oder direkt bei der Pflanzung von der Pflanzmaschine aus erfolgen.

II.3. Material und Methoden

II.3.1. Untersuchungsansatz

Zunächst wird die Anlage der Versuche beschrieben, um anschließend näher auf die einzelnen Kulturen einzugehen. Die Gemüsesorten Bundmöhre, Buschbohne, Dicke Bohne, Kopfsalat und Brokkoli wurden an zwei verschiedenen Standorten bei Braunschweig in Feldversuche angebaut. Der Anbau entsprach den Richtlinien des ökologischen Landbaus nach EU 2091/92. Der Bezug von Jungpflanzen und Saatgut war konform mit BIOLAND-Richtlinien. Die Kulturstandorte wurden nach einer N_{\min} -Bestimmung mit organischem Handelsdünger aufgedüngt. Versuche mit Kopfsalat und Brokkoli wurden zusätzlich auf einem dritten Standort durchgeführt. Bei zwei der drei Standorte handelte es sich um Flächen der Biolandbetriebe „Klostergut Dibbesdorf“ und „Lindenhof“. Ein weiterer Standort befand sich auf einer Versuchfläche des Institutes für Pflanzenschutz im Gartenbau. Gemeinsam war allen Versuchsanlagen die folgende Methodik: Strohgemulchte Parzellen wurden mit ungemulchten Parzellen verglichen. Die Versuche wurden in Beeten angelegt und der Länge nach in Parzellen aufgeteilt. Jeweils im Wechsel wurde eine Parzelle mit Stroh gemulcht und die darauf folgende nicht gemulcht. Pro Parzelle wurden Pflanzen in gleichmäßiger Verteilung ausgewählt und immer dieselbe Pflanze über den gesamten Kulturzeitraum auf Befall untersucht. Zum Erntetermin wurden ebenfalls gleichmäßig über die Parzelle verteilt Pflanzen entnommen, zur Ertrags- und Qualitätsbestimmung vermessen und der Endbefall untersucht. Die Versuche wurden in den Jahren 2002 und 2003 durchgeführt.

II.3.2. Material

Folgende Gemüsekulturen kamen in beiden Jahren zum Einsatz:

Brokkoli (*Brassica oleracea* convar. *botrytis* var. *italica*),

Kopfsalat (*Lactuca sativa* var. *capitata*),

Möhre (*Daucus carota* ssp. *sativus*),

Dicke Bohne (*Vicia fabae* var. *major*) oder Buschbohne (*Phaseolus vulgaris* var. *nanus*)

Im ersten Jahr wurde aufgrund des verzögerten Versuchsbeginns statt Dicker Bohne die Buschbohne eingesetzt und erst im folgenden Jahr Dicke Bohne. Die Jungpflanzen wurden vom Bioland Jungpflanzenbetrieb „Homann“ bezogen, das Möhren- und Buschbohnsaatgut von der Firma „Hild“ und das Saatgut der Dicken Bohne von der Demeter-Firma „Bingenheimer Saatgut“.

Zur Düngung wurden Haarmehlpellets 13 % N (Fa. Beckmann und Brehm) zur Aufdüngung nach empfohlenen Stickstoffmengen im Öko-Gemüsebau eingesetzt. Als Mulchmaterial wurde feingehäckseltes Weizenstroh verwendet, das aus ökologisch zertifiziertem Anbau stammte (Biolandbetrieb „Lindenhof“ und BBA-Ökofläche in Ahlum). Das Stroh wurde per Hand so über die Parzellen verteilt, dass der Erdboden vollständig bedeckt war. Je nach Bodenbeschaffenheit variierte dabei die Menge. Es wurde eine Schichtdicke von 3-5 cm angestrebt. Bei den Pflanzkulturen wurde das Stroh nach der Pflanzung verteilt; bei den Säukulturen im Jahr 2002 vor dem Auflaufen und 2003 nach dem Auflaufen.

II.3.3. Versuchsfelder und Datenerhebung

Auf folgenden Standorten wurden die Versuche durchgeführt:

Standort	Ort	Bodenart	Pächter
1	Dibbesdorf (Dib)	S	Klostergut Dibbesdorf
2	Hötzum (Hö)	uL	BBA
3	Apelstedt (Ap)	uL	Hofgemeinschaft Lindenhof
4	Braunschweig (Bs)	lS	BBA

Am Standort Dibbesdorf wurden zur Abschreckung von Tauben und Krähen 1-2 Wochen nach der Pflanzung Flatterbänder und Krähenattrappen eingesetzt. Trotzdem kam es bei den Brokkoli-Jungpflanzen zum Teil zu erheblichen Fraßschäden. Auf der Fläche in Hötzum befand sich eine akustische Vogelabwehr. Bodenproben zur N_{\min} -Bestimmung wurden durch das Bodenuntersuchungs-Institut Koldingen GmbH bei Hannover analysiert. Einen Überblick über eine Versuchsanlage und Farbkontraste von Strohmulch, Pflanzen und Erdboden gibt folgendes Foto II.1.



Foto II.1:
Versuchsanlage
Dibbesdorf 2002 mit
Möhren, Buschbohnen

und Kopfsalat in strohgemulchten und ungemulchten Parzellen

II.3.3.1. Bonitur Schaderreger

Mit Ausnahme des Standortes Dibbesdorf wurden 2002 auf den Versuchsflächen anfänglich 80 Pflanzen pro Anbauvariante aus insgesamt 2 von 3 Beeten bonitiert. Bei zunehmendem Pflanzenwachstum und Befall musste die Bonitur aus Zeitgründen auf 56 Pflanzen reduziert werden. Pro Parzelle wurden daher zunächst 20 Pflanzen (bei vierreihigen Kulturen 5 Stück pro Reihe im Abstand von ca. 2 m und bei fünfreihigen Kulturen 4 Stück pro Reihe) und später 18 Pflanzen bonitiert. In Dibbesdorf wurden aufgrund der unterschiedlichen Versuchsanlage anfänglich 100 und später 70 Pflanzen pro Anbauvariante bonitiert. Bei den anbaubegleitenden Versuchen in Apelnstedt variierte die Anzahl bonitierter Pflanzen zwischen 50 und 70. Bonituren fanden anfänglich in wöchentlichen und nach Reihenschluss zum Teil in 14-tägigen Abständen statt. Die Pflanzen wurden im Ganzen begutachtet. Dabei wurden die Ober- und Unterseiten von allen Blättern auf Schadinsekten untersucht. Blattläuse wurden bei bis zu 20 Individuen gezählt, von 20 bis 200 in 10er Schritten geschätzt und ab 200 Individuen in 100er Schritten geschätzt. Krankheiten oder Wachstumsstörungen wurden ebenfalls erfasst und alle Pflanzen mit Symptomen gezählt. Bei der Ernte der Pflanzen wurde eine Endbonitur zur Ertrags- und Qualitätsbestimmung durchgeführt.

II.3.3.2. Wetterdaten

Zur einfachen Charakterisierung des Witterungsverlaufs während der Vegetationsperiode wurden Minimum- und Maximumtemperaturen sowie Niederschlagsmengen pro Tag herangezogen. Die Daten wurden graphisch umgesetzt und befinden sich im Anhang. Die Wetterdaten für den Standort Dibbesdorf und für die BBA Braunschweig wurden der BBA-eigenen Klimastation auf dem Betriebsgelände entnommen. Eine Wetterstation auf dem Feld in Hötzum konnte zur Witterungsbestimmung für den dortigen Versuch und den 3 km entfernten Standort in Apelnstedt genutzt werden. Niederschlagsmengen wurden hier jedoch per mechanischem Regenmesser in 3-tägigen Abständen ermittelt.

II.3.3.3. Spektrale Reflexion

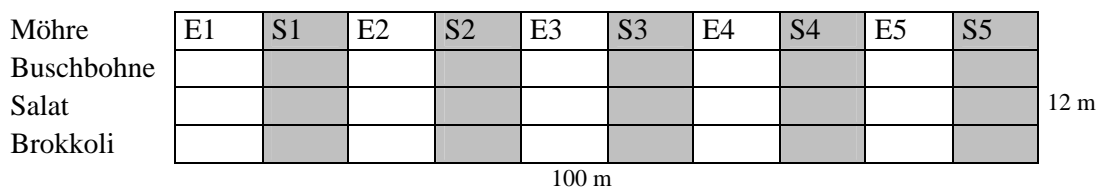
Zur Messung der spektralen Reflexion von Böden, Mulch und Pflanzen wurde ein tragbares Photo-Spektrometer, Modell „Ramses“ (Ramses Arc-Hyperspectral UV-VIS Radiance Sensor Fa. TriOS) genutzt. An einem wolkenlosen Tag im Juli 2003 wurden vormittags Messungen am Standort Hötzum und dem BBA-Betriebsgelände durchgeführt. Dabei wurden in Hötzum alle Gemüsekulturen, Fangschalen, Stroh sowie der Erdboden und auf dem BBA-Gelände Brokkolipflanzen, Aluminiumvlies und der Sandboden gemessen.

II.3.4. Versuche 2002

Aufgrund der Flächenzuteilung war die Form der Versuchsfelder an den Standorten unterschiedlich. Das Stück in Dibbesdorf war rechteckig schmal, so dass jede Kultur in einem langen Beet mit jeweils 5 Parzellen pro Anbauvariante hintereinander angelegt wurde, während die Fläche in Hötzum rechteckig breit war, so dass 3 Beete pro Kultur mit jeweils 2 Parzellen pro Anbauvariante und Beet (insgesamt 6 Parzellen pro Anbauvariante) angelegt wurden. Das Aufkommen von Unkraut in den Parzellen war besonders in Dibbesdorf recht stark und wurde in den Erdparzellen zwischen den Reihen mit einer Rollhacke und innerhalb der Reihen sowie in den Strohparzellen per Hand entfernt. Der Arbeitsaufwand war daher in strohgemulchtem Gemüse erheblich höher als in der ungemulchten Anbauvariante. Nach den Überschwemmungen Ende Juli musste das Stroh in Dibbesdorf zum Teil und in Hötzum komplett neu ausgebracht werden.

II.3.4.1. Versuchspläne, Kulturdaten und Befallserfassung in Dibbesdorf und Hötzum

Der Standort Dibbesdorf war eine Bioland-Fläche im 2. Umstellungsjahr. Auf der folgenden Übersicht ist die gesamte Versuchsanlage mit allen Kulturen dargestellt. Das gesamte Feld umfasste eine Größe von 100 m x 12 m. Ein Beet war 1,8 m breit und 100 m lang und eine Parzelle war 1,8 m x 10 m groß. Als Vorfrucht wurde im Jahr 2001 *Triticale* angebaut.



E = Erdparzelle, S = Strohparzelle

Abb. II.1: Versuchsfläche in Dibbesdorf 2002

Die Fläche in Hötzum unterschied sich von dem Standort Dibbesdorf in Anzahl und Länge der einzelnen Beete. Jede Kulturart war in 3 nebeneinander liegenden Beeten angelegt. Das gesamte Feld umfasste eine Größe von 25 m x 40 m. Ein Beet war 1,8 m breit und 40 m lang und eine Parzelle war 1,8 m x 10 m groß. Die Vorfrucht war im Jahr 2001 Sommerhafer. Bonituren in den einzelnen Kulturen fanden in der gleichen Art statt wie am Standort Dibbesdorf.

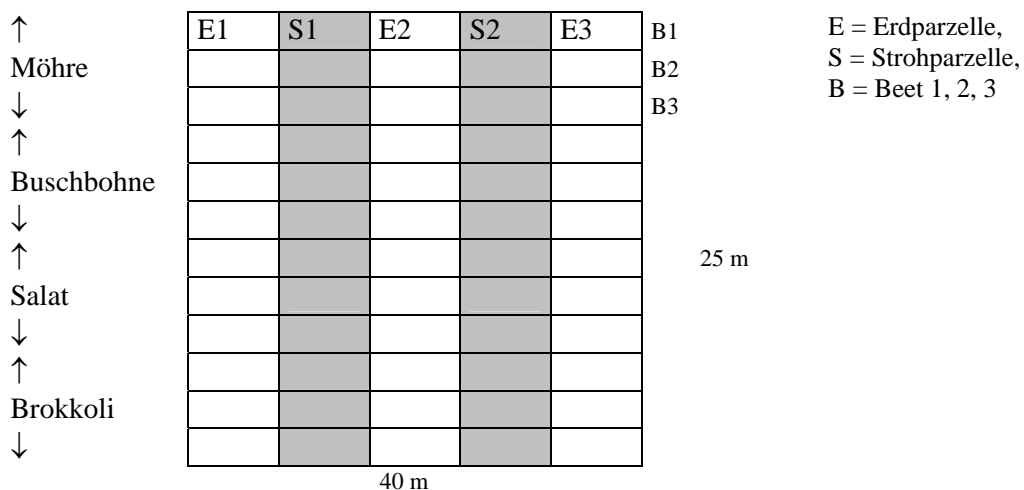


Abb. II.2: Versuchsfläche in Hötzum 2002

Tab. II.1: Kulturdaten zu Gemüse 2002

Kultur	Sorte	Pflanzung/Aussaat		Abstände	Düngung Sollwert (kg N / ha)		Ernte	
		Dib	Hö		Dib	Hö	Dib	Hö
Brokkoli	Marathon	27.6.	27.6.	40 cm x 50 cm in 4 Reihen	220	200	ab 9.9. (verspätet)	2.9.
Kopfsalat	43-46	20.6.	20.6.	25 cm x 30 cm in 5 Reihen	70	50	24.7.	30.7.
Buschbohne	Modus	4.6.	4.6. Ausfall 26.6. Neuaussaat	25 Samen/m ² (ca. 8 cm x 40 cm in 4 Reihen)	70	50	20.8.	Ausfall
Möhre	Parano	4.6.	4.6.	65 Samen/m ² (ca. 1,5 cm x 40 cm in 4 Reihen)	70	50	24.9.	Ausfall

Im Brokkoli wurden neben Blattläusen auch Schadraupen, Kohlerdflöhe, Kohlmottenschildläuse sowie Nützlinge wie z. B. Schlupfwespen, Schwebfliegen und Florfliegen erfasst. Bei der Endbonitur wurden die Pflanzen zusätzlich zur Befallsbestimmung vermessen und gewogen. Köpfe und Blätter wurden dabei getrennt ausgewertet. Im Kopfsalat wurden neben Blattläusen auch Schadraupen sowie Nützlinge miterfasst. Bei der Endbonitur wurde das Gewicht vor und nach dem Putzen erfasst sowie die Kopfbildung bewertet. Bei der Buschbohne wurden bei der Endbonitur Pflanzen und Hülsen getrennt vermessen und bonitiert. Bei Möhre wurden bei der Endbonitur Laub und Wurzelkörper getrennt vermessen und bewertet.

II.3.4.2. Versuchspläne, Kulturdaten und Befallserfassung in Apelnstedt

In Apelnstedt wurde anbaubegleitend auf dem Bioland-Betrieb Lindenhof gearbeitet. Für den Versuch wurden zwei gleichartige Beete mit einem Satz verschiedener Salatsorten mit roten und grünen Blattarten ausgewählt. Dabei wurde ein ganzes Beet mit Stroh gemulcht und mit dem ungemulchten Nachbarbeet verglichen. Die Maße eines Beets umfassten 1,5 m x 80 m.

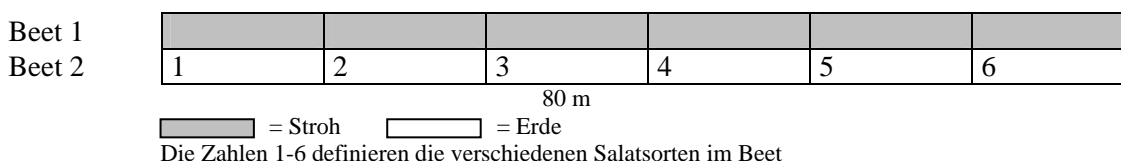


Abb. II.3: Versuchsfläche in Apelnstedt 2002

Die folgenden Salate wurden in diesen Beeten angepflanzt:

Nummer:

- 1 Roter Kopfsalat
- 2 Grüner Batavia
- 3 Grüner Eisberg
- 4 Roter Eichblatt
- 5 Grüner Eichblatt
- 6 Grüner Kopfsalat

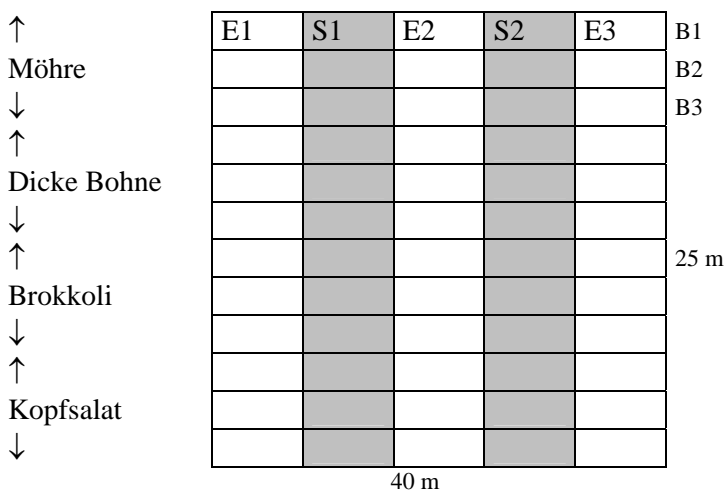
Fünzig Pflanzen, anteilig über die verschiedenen Sorten verteilt, wurden pro Anbauvariante bonitiert. Die Datenerhebung fand wie unter dem Punkt „Bonitur Schaderreger“ beschrieben statt. Die Salate standen für Ernte und Endbonitur nicht zur Verfügung.

II.3.5. Versuche 2003

In diesem Jahr waren die Flächen in Dibbesdorf und Hötzum gleichartig angelegt. In Apelnstedt wurde wiederum anbaubegleitend gearbeitet. In 2003 wurde die Mulchschicht etwas dünner aufgelegt, um einen flächigen Unkrautbesatz mit der Rollhacke früh entfernen zu können. Wenn dies vor Bestandesschluss erforderlich war, wurde die Stroh-Mulchschicht erneuert.

II.3.5.1. Versuchsplan und Erhebungen in Dibbesdorf und Hötzum 2003

Im Jahr 2003 waren die Versuchsanlagen in Dibbesdorf und Hötzum gleichartig angelegt und entsprachen der Anlage des Standorts Hötzum 2002. Jede Kulturart war in 3 nebeneinander liegenden Beeten angelegt. Das gesamte Feld umfasste eine Größe von 25 m x 40 m. Ein Beet war 1,8 m breit und 40 m lang. Eine Parzelle war 1,8 m x 10 m groß. Statt Buschbohne wurde in 2003 die Dicke Bohne angebaut. Aussaat und Pflanzung wurden früher als in 2002 durchgeführt, um den Haupteinflug von Blattläusen im Monat Mai besser zu erfassen. Die Datenerhebung wurde wie unter der Beschreibung zum Versuchsplan und zur Datenerhebung am Standort Hötzum 2002 durchgeführt.



E = Erdparzelle, S = Strohpazelle, B = Beet 1, 2, 3

Abb. II.4: Versuchsflächen in Dibbesdorf und Hötzum 2003

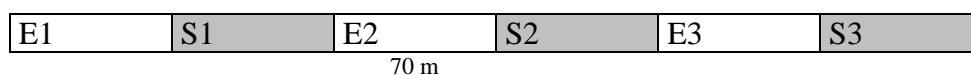
Als Vorfrucht standen im Feld Dibbesdorf Buschbohne und in Hötzum Sommerhafer. Im folgenden Text werden die Kulturdaten aller Gemüsesorten in einer Tabelle für den Standort Dibbesdorf und Hötzum zusammengefasst.

Tab. II.2: Kulturdaten zu Gemüse 2003

Kultur	Sorte	Pflanzung/Aussaat		Abstände	Düngung Sollwert [kg N / ha]		Ernte	
		Dib	Hö		Dib	Hö	Dib	Hö
Brokkoli	Marathon	13.5.	14.5.	40 cm x 50 cm in 4 Reihen	250	220	23.7.	29.7.
Kopfsalat	43-46	20.5.	20.5.	25 cm x 30 cm in 5 Reihen	70	70	1.7.	3.7.
Dicke Bohne	Frühe Weiß- keimige	25.3.	25.3.	25 Samen/m ² (ca. 8 cm x 40 cm in 4 Reihen)	70	70	9.7.	7.7.
Möhre	Parano	25.3.	25.3.	65 Samen/m ² (ca. 1,5 cm x 40 cm in 4 Reihen)	70	70	12.8.	13.8.

II.3.5.2. Versuchsplan und Erhebungen in Apelnstedt 2003

Auch 2003 wurde anbaubegleitend in Apelnstedt gearbeitet. Dabei wurden die Versuche in zwei zeitlich verschiedenen Sätzen angelegt. Im ersten Satz wurde ein Beet mit gemischten Salatsorten im Mai ausgewählt. Dabei wurde parzellenweise mit Stroh gemulcht (Abb. II.5). Die Maße eines Beets umfassten 1,5 m x 70 m.



Die Zahlen 1-3 definieren die verschiedenen Salatsorten im Beet
E = Erdparzelle, S = Strohpazelle

Abb. II.5: Versuchsfläche AP1 in Apelnstedt 2003

Fünzig Pflanzen, anteilig über die verschiedenen Sorten verteilt, wurden pro Anbauvariante bonitiert. Die Datenerhebung fand wie bei Kopfsalat am Standort Dibbesdorf beschrieben statt. Die folgenden Salatsorten wurden in diesen Beeten angepflanzt:

Nummer:

- 1 Roter Kopfsalat
- 2 Grüner Batavia
- 3 Grüner Eisberg

In einem zweiten Satz wurden im Juli 7 Parzellen jeweils mit und ohne Stroh über mehrere Beete mit verschiedenen Salatsorten pro Parzelle angelegt. Die Parzellengröße betrug ca. 10 m x 1,5 m.

Beet 5	E7	S7	E6	S6	
Beet 4					
Beet 3		S5	E5	S4	E4
Beet 2		E3	S3	E2	S2
Beet 1			E1	S1	

E = Erdparzelle, S = Strohpazelle

Abb. II.6: Versuchsfläche AP2 in Apelnstedt 2003

Siebzig Pflanzen (10 Pflanzen pro Parzelle) wurden pro Anbauvariante bonitiert. Die folgenden Salatsorten wurden in den Parzellen untersucht:

Nummer:	Sorte:
1	Eisbergsalat + Grüner Batavia
2-3	Eisbergsalat
4-5	Lollo Rosso + Grüner Kopfsalat
6-7	Grüner Eichblatt

II.3.6. Identifizierung geflügelter Blattlausarten

Um eine unterschiedliche Wirkung des Strohmulches auf den Einflug verschiedener Blattlausarten zu ermitteln, wurde ein Großteil der aufgefundenen Blattläuse bis zur Art bestimmt. Geflügelte Blattläuse wurden dazu direkt von der Pflanze oder aus den Fangschalen entnommen und in einem 1,5 ml Eppendorfgefäß mit 70 % Ethanol konserviert. Die Blattläuse wurden zur Identifizierung an den Experten Dr. Thomas Thieme, BTL Biolab, Rostock, geschickt.

II.3.7. Datenverarbeitung

In den Diagrammen sind, wenn nicht anders angegeben, Mittelwerte mit 95%-igem Konfidenzintervall als Streuungsparameter angegeben. Wenn die Mittelwerte der beiden Anbauvarianten Stroh und Erde deutlich unterschiedlich waren, wurde eine statistische Analyse angeschlossen. Die Analyse von Mittelwerten erfolgte mit dem t-Test in MS-Excel. Datenerhebungen zur Populationsdynamik über eine Periode von mehreren Wochen wurden mit einer „Repeated Measurement Analysis of Variance“ in SAS (Version 6.12) ausgewertet.

II.4. Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

II.4.1. Wetter

Die monatlichen Minimum- und Maximumtemperaturen sowie Niederschlagsmengen für die Versuchsperioden in den Jahren 2002 und 2003 befinden sich im Anhang des Berichts. In beiden Versuchsjahren herrschten extreme Witterungsbedingungen während der Versuchsdurchführung. Das Jahr 2002 war im Sommer durch starke Regenfälle gekennzeichnet, die zu Überschwemmungen, Beschädigungen und Ausfällen von Pflanzen geführt hatten. Innerhalb von 3 Tagen fielen im Juli 2002 über 140 mm Niederschlag (Abb. II.7). Die Versuchsanlage mit Möhren und Buschbohnen am Standort Hötzum wurde dabei vernichtet.

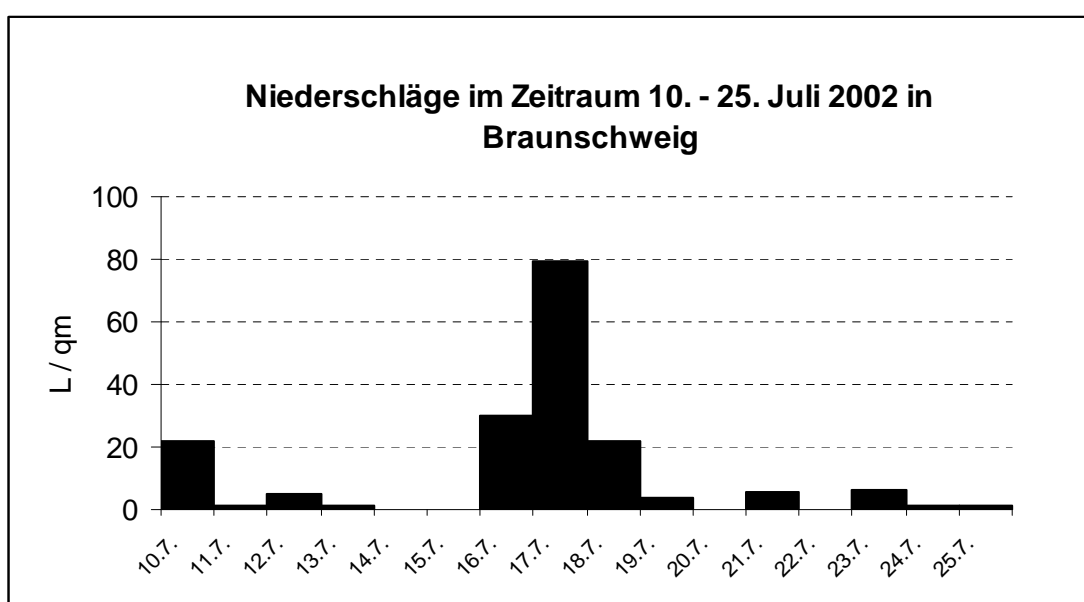


Abb. II.7: Niederschläge in der Region Braunschweig im Juli 2002

Die Versuchsperiode 2003 wurde durch ein andere Wetterextrem beeinflusst: Trockenheit und Hitze, besonders im Juli und August, haben zu Wachstumseinbußen bei allen Gemüsekulturen geführt. Bei der Mehligen Kohlblattlaus kam es zu einem explosionsartigen Anstieg der Populationen in Brokkoli; dadurch war das Erntegut nicht mehr vermarktbar.

II.4.2. Zusammensetzung der Blattlausarten

Die verschiedenen Gemüsearten wurden von den nachfolgend aufgeführten Blattlausarten besiedelt:

	Brokkoli	Buschbohne / Dicke Bohne	Kopfsalat	Bundmöhre
Häufigster Vertreter mit hoher Befallsstärke	Mehlige Kohlblattlaus (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	Schwarze Bohnenblattlaus (<i>Aphis fabae</i>)	Große Johannisbeerblattlaus (<i>Nasonovia ribis-nigri</i>)	keine
Begleitend	Grüne Pfirsichblattlaus (<i>Myzus persicae</i>)	Kreuzdornblattlaus (<i>Aphis nasturtii</i>), Faulbaumblattlaus (<i>Aphis frangulae</i>)	Grünstreifige Kartoffelblattlaus (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	keine
Sporadisch		Kreuzdornblattlaus (<i>A. nasturtii</i>), Faulbaumblattlaus (<i>A. frangulae</i>)	Grüne Pfirsichblattlaus (<i>M. persicae</i>)	Gierschblattlaus (<i>Cavariella aegopodii</i>), Möhrenwurzelläuse (<i>Dysaphis spec.</i>)

Neben den Blattlausarten, die sich auf den Pflanzen etablierten, flog eine Vielzahl weiterer Arten in den Bestand ein. Die häufigste Art in allen Beständen und Standorten war die Schwarze Bohnenblattlaus (*Aphis fabae*). Es wurden dabei keine Unterschiede zwischen gemulchten und ungemulchten Parzellen festgestellt. Eine artspezifische Wirkung von Strohmulch wird nach bisherigen Erkenntnissen ausgeschlossen.

II.4.3. Spektrale Reflexion von Pflanzen, Böden und Strohmulch

Während die Blattfarben von Brokkoli, Dicker Bohne und Möhre ähnliche Reflexionsspektren aufwiesen, war dies bei Kopfsalat anders. Die Blattfarbe von Kopfsalat reflektierte stark im gelbgrünen Bereich bei ca. 550 nm. Dies übertraf auch die Reflektionskurve von Weizenstroh (Abb. II.8). Die Reflexionswerte der Blattfarben von Brokkoli, Bohne und Möhre befanden generell unterhalb der Reflektionskurve von Stroh. Die Messung einer starken „Grün-Reflexion“ von Salat unterstützt die Annahme, dass dessen Blattfarbe einen starken Landereiz ausübt, der nicht oder nur wenig durch Strohmulch abgeschwächt werden kann. Die Reflektionsmessung des Sandbodens auf dem BBA-Gelände ergab überraschend ähnliche Werte wie bei Strohmulch. Außerdem besaß dieser Sandboden auch eine erhöhte Reflektion im UV-Bereich, was abwehrend auf Blattläuse wirken könnte. Hier müssten jedoch noch weitere Messungen durchgeführt werden, um die vorliegenden Annahmen zu untermauern.

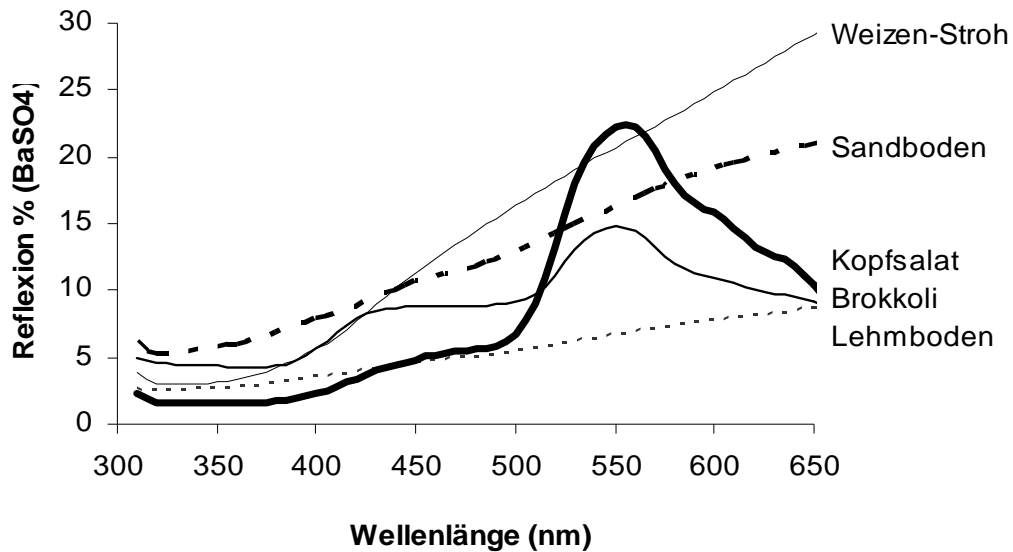


Abb. II.8: Spektrale Reflexion (UV + sichtbares Licht bis Rot) von Pflanzen, Böden und Mulch innerhalb der für Blattläuse wahrnehmbaren Wellenlängen (Daten erhoben durch Kirchner u. Saucke, Universität Kassel).

II.4.4. Brokkoli

II.4.4.1. Blattläuse in Brokkoli 2002

Die Befallserhebung fand im Zeitraum Juli – September statt. Reihenschluss wurde gegen Ende Juli beobachtet. Die Mehligke Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) war erwartungsgemäß die dominierende Blattlausart. Daneben wurde vereinzelt die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) erfasst. Insgesamt war der Befall an beiden Standorten mit einer mittleren Anzahl bis zu 15 Blattläusen pro Pflanzen gering. Am Standort Dibbesdorf zeigte sich bei den geflügelten Blattläusen ein signifikanter Unterschied mit einer stärkeren Besiedelung in den Erdparzellen an den beiden ersten Sichtbonitur-Terminen am 8. Juli und 15. Juli (Abb. II.9). Nur die Zählung von geflügelten Blattläusen zu Beginn der Kulturperiode geben Aufschluss über die Wirkung von Strohmulch auf den Einflug von Blattläusen. Daher sind diese Werte im Diagramm besonders zu beachten. Der Befallsverlauf war bei den ungeflügelten Blattläusen in den Stroh- und Erdparzellen signifikant unterschiedlich; hierbei zeigte sich, dass die Erdparzellen in stärkerem Maße befallen waren. Nach den schweren Unwettern am 17. Juli nahm der Befall deutlich ab. Danach waren keine Unterschiede mehr zwischen Stroh- und Erdparzellen zu erkennen.

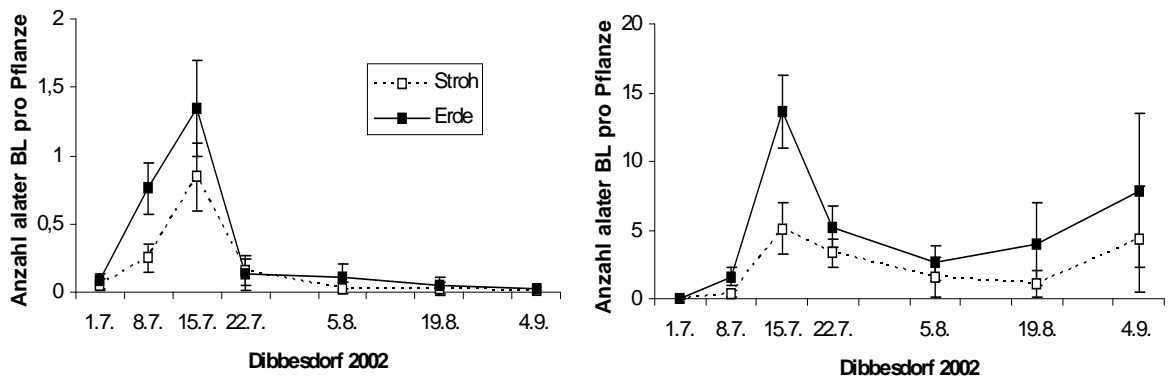


Abb. II.9: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 70-100$) auf Brokkolipflanzen in der Vegetationsperiode Juli – September 2002 in Dibbesdorf (Sternchen bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte an dem betreffenden Boniturstag nach t-Test $p \leq 0,05$; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikant unterschiedlichen Kurvenverlauf nach RM-Anova $p \leq 0,05$).

In Hötzum lag ein ähnlicher Befallsverlauf mit geflügelten und ungeflügelter Blattläuse wie in Dibbesdorf vor. Hier war zu Beginn der Bonituren ebenfalls ein signifikant höherer Befall mit geflügelten Blattläusen in den Erdparzellen vorhanden (Abb. II.10). Wie in Dibbesdorf, nahm der Befall bis zum Ende der Versuchsperiode ab, danach lagen keine Unterschiede mehr zwischen den Versuchsvarianten vor. Bei den ungeflügelter Blattläusen waren tendenziell mehr Individuen in den Erdparzellen anzutreffen; diese Unterschiede ließen sich jedoch statistisch nicht absichern.

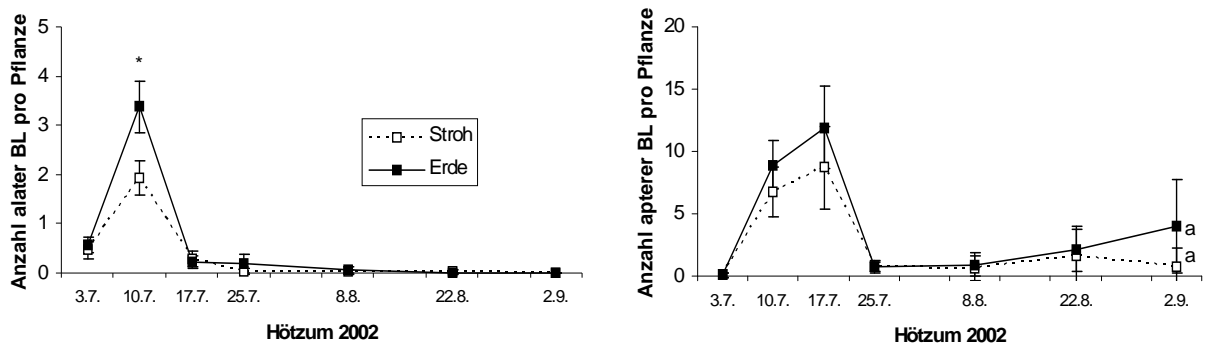


Abb. II.10: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 56-80$) auf Brokkolipflanzen in der Vegetationsperiode Juli – September 2002 in Hötzum (Sternchen bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte an dem betreffenden Boniturstag nach t-Test $p \leq 0,05$; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikant unterschiedlichen Kurvenverlauf nach RM-Anova $p \leq 0,05$).

Zum Zeitpunkt der Ernte und Endbonitur war an beiden Standorten kein Unterschied im Blattlausbefall sowohl auf den Blättern als auch in dem Kopf zwischen Strohp- und Erdparzellen vorhanden. Tendenziell waren jedoch die Pflanzen in den Erdparzellen stärker besiedelt (Abb. II.11).

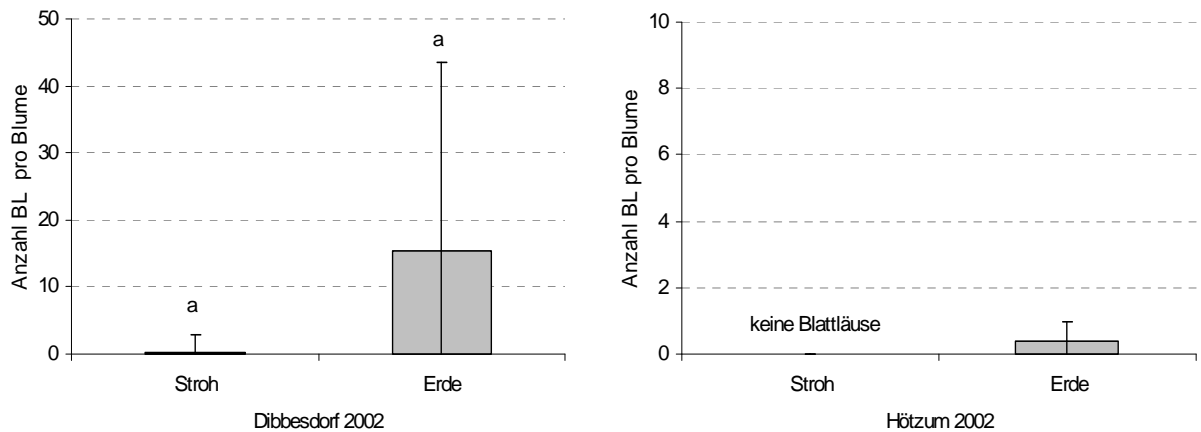


Abb. II.11: Mittlere Anzahl Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{variante}} = 50$) pro Brokkoli-Blume zur Ernte auf zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied nach t-Test $p \leq 0,05$).

II.4.4.2. Weitere Schaderreger in Brokkoli 2002

Außer einem leichten, altersbedingten *Alternaria*-Befall wurden keine Pilz- oder Virussympptome beobachtet. Der Befall mit weiteren tierischen Schädlingen war zwischen den Anbauvarianten nicht oder kaum unterschiedlich. Während der Wachstumsperiode wurden an beiden Standorten Larven des Kleinen Kohlweißlings (*Pieris rapae*), der Kohleule (*Mamestra brassicae*), der Kohlmotte (*Plutella xylostella*) und des Kohlzünslers (*Evergestis forficalis*) gefunden. Zur Ernte war der Befall mit durchschnittlich 1-2 Schadraupen pro Pflanze bei beiden Anbauvarianten und an beiden Versuchsstandorten gering (Abb. II.12). An beiden Standorten wurden zudem in geringer Anzahl Kohlerdföhe (*Phyllotreta* ssp.), Kohlmottenschildläuse (*Aleurodes proletella*) und Wanzen (*Lygus* ssp.) erfasst.

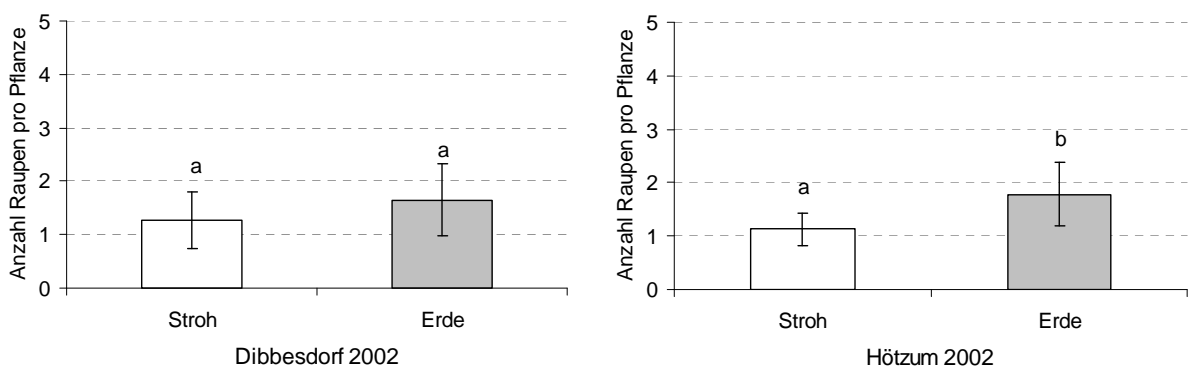


Abb. II.12: Mittlere Anzahl aller Lepidopterenlarven (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{variante}} = 50$) pro Brokkolipflanze zur Ernte 2002 an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied nach t-Test $p \leq 0,05$).

An beiden Standorten wurden Pflanzen mit Puppen der Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum*) und Kohlfliegenschaden an den Wurzeln gefunden. Nur am Standort Dibbesdorf war in den Strohpflanzen eine geringere Schädigung festzustellen als in den Erdparzellen (Abb. II.13).

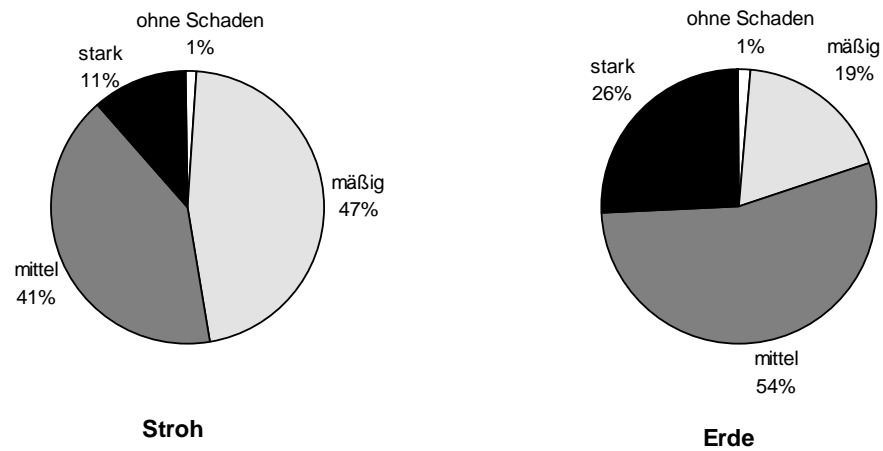


Abb. II.13: Anteil Brokkolipflanzen ($n_{\text{Variante}} = 70$) zur Ernte 2002 mit Wurzelschäden hervorgerufen durch Kohlfliegenlarven am Standort Dibbesdorf.

Dies war in Hötzum nicht der Fall: Pflanzen in Stroh- und Erdparzellen wurden annähernd gleich stark von der Kleinen Kohlfliege befallen; in beiden Versuchsvarianten wurde eine größere Anzahl an Kohlfliegenpuppen an den Brokkoli-Wurzeln in Hötzum im Vergleich zu Dibbesdorf festgestellt (Abb. II.14)

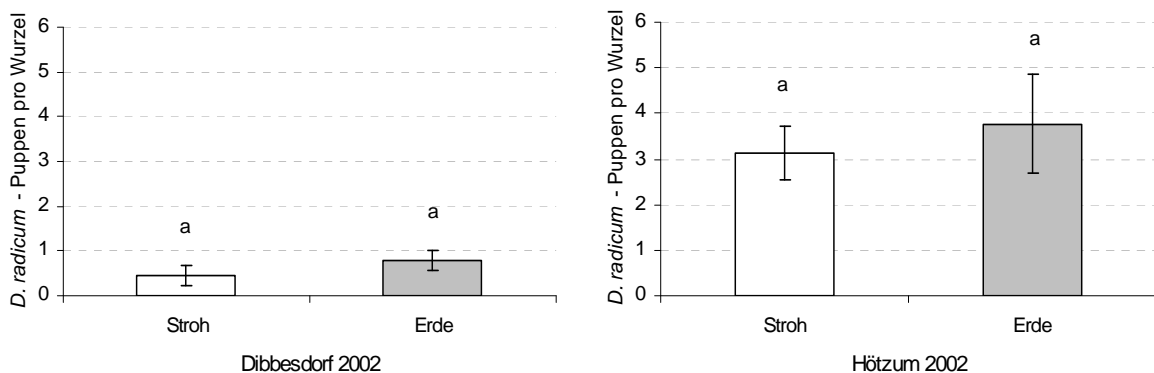


Abb. II.14: Mittlere Anzahl Kohlfliegenpuppen (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 70$) an Wurzeln von Brokkolipflanzen zum Erntetermin 2002 an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied nach t-Test $p \leq 0,05$).

II.4.4.3. Natürliche Gegenspieler in Brokkoli 2002

Aufgrund des geringen Befalls an Blattläusen und Schmetterlingslarven wurden wenig natürliche Gegenspieler gefunden. An Blattlaus-Antagonisten wurden Schwebfliegen (Eier, Larven, Puppen)

und Florfliegen (Eier) erfasst. An beiden Standorten gab es im Auftreten dieser Gegenspieler keine Unterschiede zwischen beiden Versuchsvarianten. Parasitierte Larven von Kohlweißlingen und Kohlmotten wurden an beiden Standorten und in beiden Versuchsvarianten auf den Blättern und in den Blumen von Brokkoli gefunden. Unterschiede im Parasitierungsgrad konnten nicht festgestellt werden.

II.4.4.4. Wachstum und Ertrag von Brokkoli 2002

Vor der Ernte wurden aufgrund der extremen Witterungsverhältnisse Pflanzenausfälle und Wachstumsbeeinträchtigungen bestimmt. Am Standort Dibbesdorf waren ca. 5 % der Pflanzen in den Stroh- und Erdparzellen frühzeitig abgestorben, in Hötzum waren es ca. 10 %. Der Anteil der Pflanzen ohne vermarktbare Blume betrug an beiden Standorten ca. 30 %. Eine Ausnahme stellten die Strohpzellen in Hötzum mit einem 20 %igen Anteil dar. In Hötzum und in der Strohmulch-Variante in Dibbesdorf waren dies hauptsächlich Pflanzen mit kleinen oder fehlenden Blütenansätzen. In den Erdparzellen waren es überwiegend Pflanzen, die durch eine frühe Verletzung des Wachstumskegels (starker Regen, evtl. auch Schäden durch die Kohldrehherzmücke (*Contarinia nasturtii*)) stark verzweigt und buschig wurden. Zur Ernte wurden Pflanzenhöhe und Pflanzengewicht sowie Gewicht und Durchmesser der Blume bestimmt (Tab. II.3). Die Erträge waren erwartungsgemäß auf dem Lehmboden in Hötzum höher als auf dem sandigen Standort Dibbesdorf. Pflanzenhöhe und Pflanzengewicht waren in Dibbesdorf in den Erdparzellen signifikant höher als in den Strohpzellen. Die Strohmulchauflage in Kombination mit den starken Regenfällen hat den Boden langsamer abtrocknen lassen und damit wahrscheinlich Staunässe gefördert. Auch Gewicht und Durchmesser der Blume waren tendenziell in den Erdparzellen höher. Am Standort Hötzum gab es keine Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten.

Tab. II.3: Wachstums- und Ertragsparameter (Mittelwerte \pm 95% Konf., $n_{\text{Variante}} = 70$) von Brokkoli mit und ohne Strohmulch zur Ernte 2002 an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

	Standort Dibbesdorf		Standort Hötzum	
	Stroh	Erde	Stroh	Erde
Pflanzenhöhe	31,8 \pm 1,4 a	37,4 \pm 1,9 b	37,7 \pm 2,1 a	35,7 \pm 2,6 a
Pflanzengewicht	412,0 \pm 95,1 a	569,2 \pm 93,8 b	791,9 \pm 133,3 a	615,3 \pm 146,1 a
Blumendurchmesser	11,8 \pm 1,9 a	13,5 \pm 1,6 a	12,3 \pm 1,9 a	12,4 \pm 1,9 a
Blumengewicht	171,1 \pm 49,4 a	200,0 \pm 45,3 a	200,7 \pm 50,1 a	234,4 \pm 63,0 a

Zusätzlich zum Ertrag wurde auch die Vermarktungsfähigkeit des Erntegutes 'Blume' untersucht. Die Köpfe mussten größer als 5 cm Durchmesser sein, fest, gesund und geschlossen aussehen. Ein Vergleich zwischen den Versuchsvarianten in Hötzum ergab, dass in den Erdparzellen 65 % und in den Strohpzellen nur 50 % der Brokkoliblumen zu diesem Erntetermin vermarktbar gewesen wären.

II.4.4.5. Blattläuse in Brokkoli 2003

Die Befallserhebung fand in diesem Jahr im Zeitraum Mitte Mai bis Ende Juni statt. Bestandesschluss wurde Mitte Juni beobachtet. Die Ernte erfolgte Mitte bis Ende Juli. Am Standort Dibbesdorf war Anfang Juni die Grüne Pfirsichblattlaus (*M. persicae*) noch die dominierende Art, später waren hauptsächlich Kolonien der Mehligen Kohlblattlaus (*B. brassicae*) zu finden. Der Blattlausbefall war in diesem Jahr mit durchschnittlich bis zu 2000 Blattläusen pro Pflanze in Dibbesdorf und bis zu 400 Blattläusen pro Pflanze in Hötzum sehr hoch. Ein signifikant stärkerer Besatz mit geflügelten Blattläusen zeigte sich in den Erdparzellen vor Bestandesschluss (Abb. II.15). Die Populationsentwicklung von Blattläusen nahm nach Bestandesschluss in den Erdparzellen deutlich zu, so dass dort beim letzten Sichtboniturtermin ein signifikant höherer Befall als in der Strohvvariante vorhanden war. Am Standort Hötzum waren die Unterschiede zwischen Stroh- und Erdparzellen kaum ausgeprägt; nur tendenziell war in den Strohpzellen ein geringerer Blattlausbefall vorhanden (Abb. II.16).

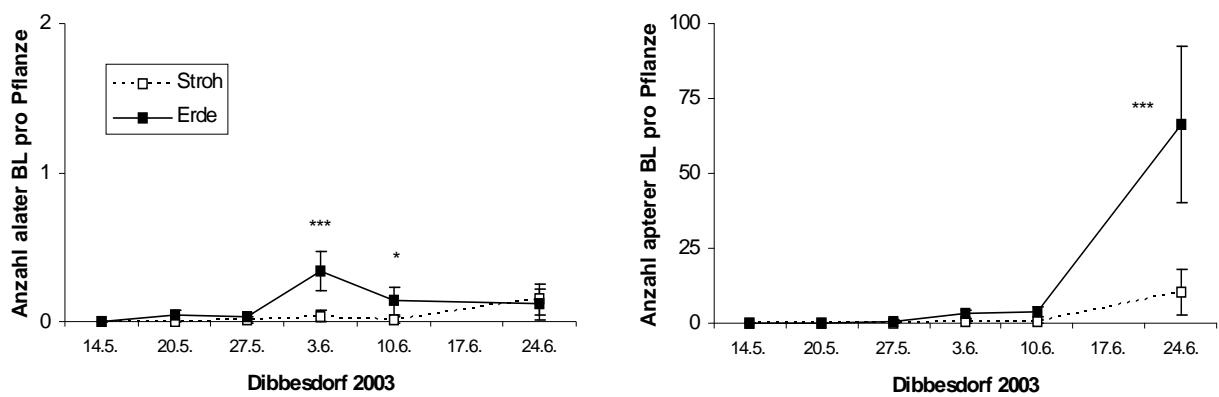


Abb. II.15: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 56-80$) auf Brokkolipflanzen in der Vegetationsperiode Mai – Juni 2003 in Dibbesdorf bei Braunschweig (Sternchen bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte an dem betreffenden Boniturstag nach t-Test $p \leq 0,05$).

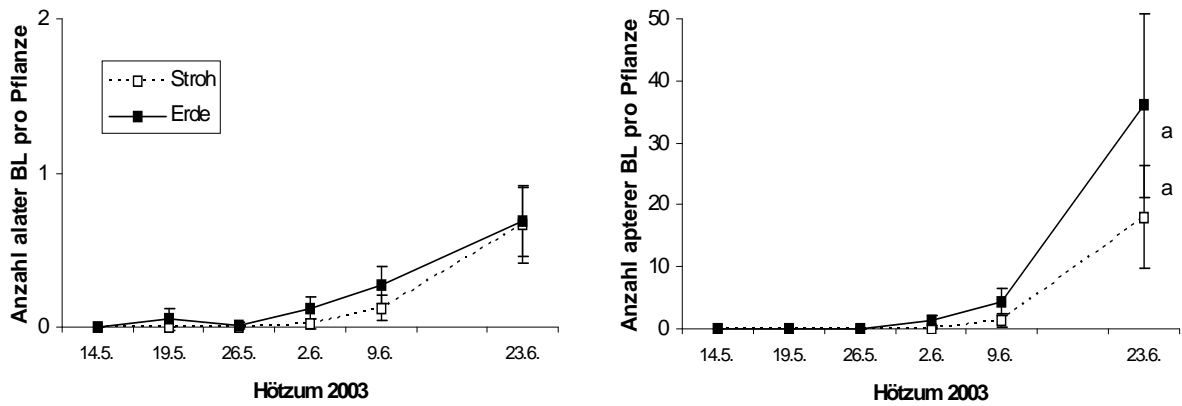


Abb. II.16: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 56-80$) auf Brokkolipflanzen in der Vegetationsperiode Mai – Juni 2003 in Hötzum (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied nach t-Test $p \leq 0,05$).

Am Standort Dibbesdorf wurden nicht nur Unterschiede im durchschnittlichen Befall pro Pflanze sondern auch im Anteil befallsfreier Pflanzen durch die Strohmulch-Variante deutlich: Bis Ende Juni waren bis dahin noch ca. 75 % der bonitierten Pflanzen in Strohmulch befallsfrei, in der ungemulchten Variante dagegen nur 24 % (Abb. II.17). In Hötzum war dieser Unterschied zwischen den Anbauvarianten nicht feststellbar. Der Anteil befallsfreier Pflanzen betrug Ende Juni nur noch rund 30 %. Im Juli fand nach Bestandesschluss eine massive Einwanderung von geflügelten Blattläusen und eine explosionsartige Vermehrung der Mehligen Kohlblattlaus statt. Zur Ernte waren alle Pflanzen und deren Blumen massiv befallen. An beiden Standorten zeigte sich, dass die mittlere Anzahl an Blattläusen auf den Blättern in den Erdparzellen signifikant höher als in den Strohpflanzen war. Der Blattlausbefall in der Blume war jedoch nicht unterschiedlich (Abb. II.18). Generell stellte sich heraus, dass der Befall mit *B. brassicae* sowohl auf den Blättern als auch in der Blume am Standort Dibbesdorf stets höher war als in Hötzum.

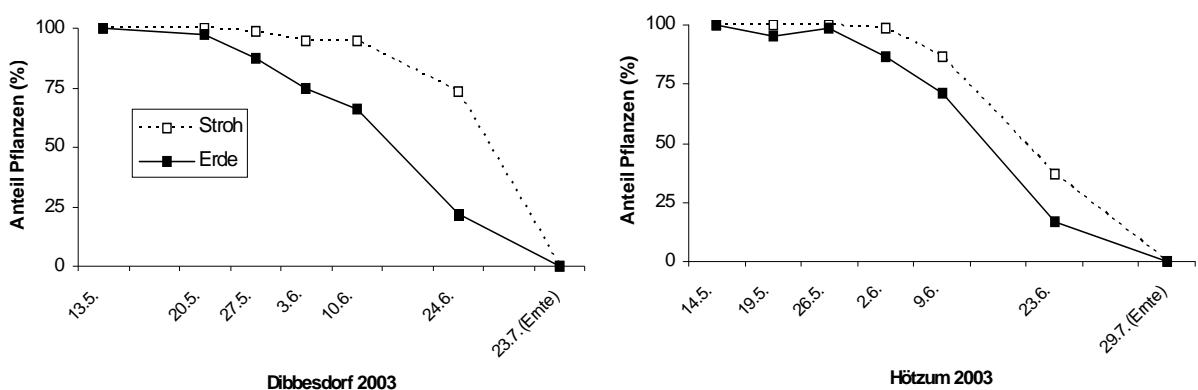


Abb. II.17: Anteil befallsfreier Brokkolipflanzen ($n_{\text{Variante}} = 56-80$) mit und ohne Strohmulch an verschiedenen Standorten 2003

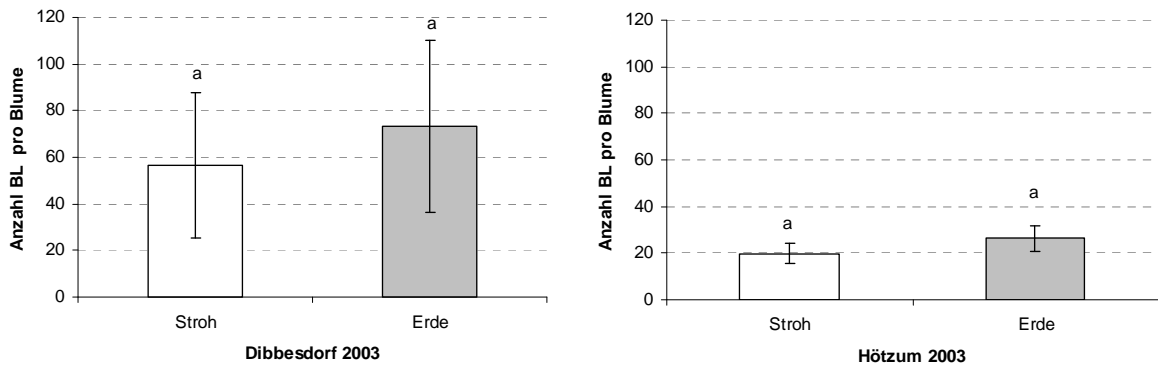


Abb. II.18: Mittlere Anzahl Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{variante}} = 50$) pro Brokkoli-Blume zur Ernte 2003 auf zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied nach t-Test $p \leq 0,05$).

II.4.4.6. Weitere Schaderreger in Brokkoli 2003

Es wurden keine Pflanzen mit Pilz- oder Viruskrankheiten festgestellt. An tierischen Schädlingen wurden hauptsächlich, wie im vorigen Jahr, folgende Arten festgestellt: Kohlmotte, Kleiner Kohlweißling, Kohleule, Gamma-Eule, Kohlzünsler und Kohlmottenschildlaus. An beiden Standorten konnten zwischen Stroh- und Erdparzellen keine Unterschiede in der Anzahl der Larven und Puppen von Kohlweißling und Kohlmotte auf den Blättern und in der Blume festgestellt werden. In Hötzum wurde ein stärkerer Befall von schädigenden Raupen im Vergleich zum Standort Dibbesdorf festgestellt (Abb. II.19). An beiden Standorten waren keine Unterschiede im Raupenbefall zwischen den Versuchsvarianten feststellbar. Ein starker Befall mit Kohlerdflohen (*Phyllotreta* ssp.) wurde im August nach Abschluss der Befallserhebung und Ernte beobachtet. Alle weiteren Schaderreger kamen in geringer Anzahl vor und konnten statistisch nicht ausgewertet werden.

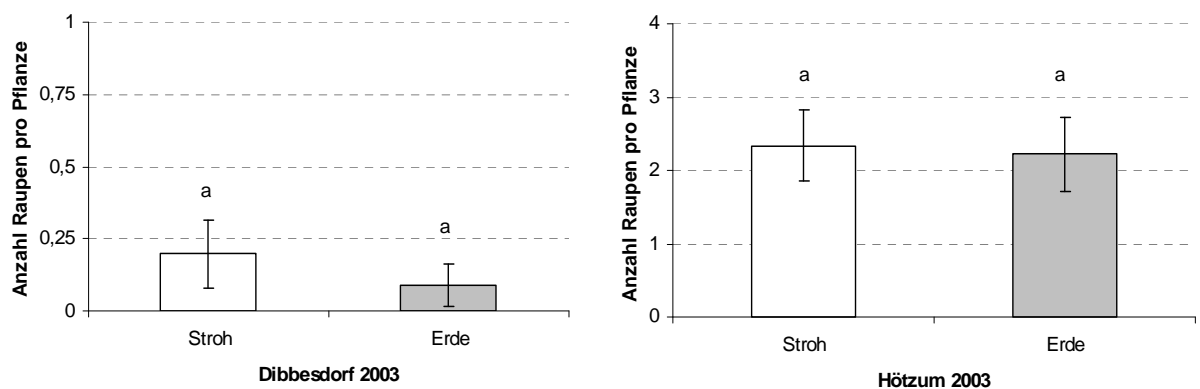


Abb. II.19: Mittlere Anzahl Lepidopterenlarven ($\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{variante}} = 50$) pro Brokkolipflanze zur Ernte 2003 an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied nach t-Test $p \leq 0,05$).

II.4.4.7. Natürliche Gegenspieler in Brokkoli 2003

Während der Bonituren wurden durch Schlupfwespen parasitierte Blattläuse und Raupen, alle Stadien von Schwebfliegen, Marienkäfer sowie Florfliegen und Gallmückenlarven als Blattlaus-Antagonisten in sehr geringer Zahl gesichtet. Es wurden keine Unterschiede zwischen den Anbauvarianten festgestellt.

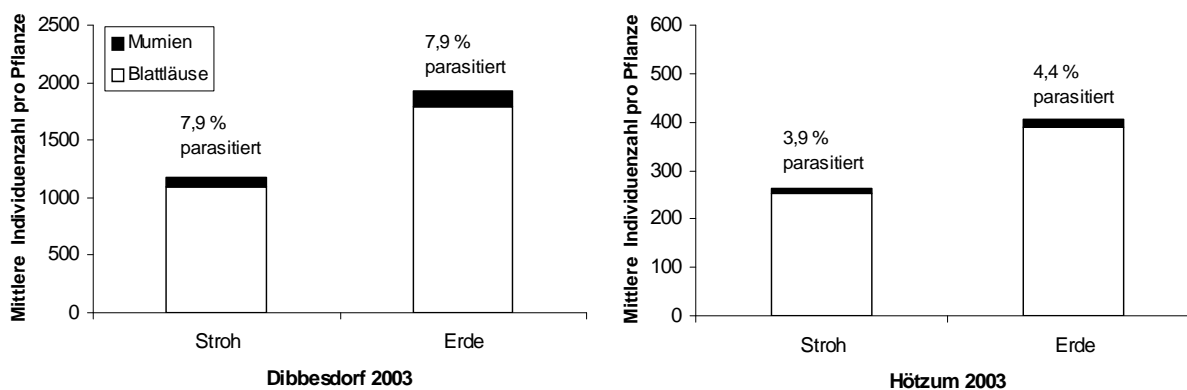


Abb. II.20: Mittlere Anzahl Mehligler Kohlblattläuse ($n_{\text{variante}} = 50$) mit parasitierter Fraktion pro Brokkolipflanze zur Ernte im Juli 2003 an zwei verschiedenen Standorten.

Tendenziell wurde eine erhöhte Anzahl an Schwebfliegen- und Florfliegenpuppen in der strohgemulchten Anbauvariante festgestellt. Der Anteil parasitierter Blattläuse zum Zeitpunkt der Ernte lag trotz hohem Blattlausbefall nur bei ca. 8 % in Dibbesdorf und ca. 4 % in Hötzum (Abb. II.20).

II.4.4.8. Qualität und Ertrag in Brokkoli 2003

Im Gegensatz zum Standort Hötzum konnten in Dibbesdorf signifikante Unterschiede bei folgenden Ertragsparametern mit höheren Werten in den Strohpflanzen im Vergleich zu den Erdenpflanzen festgestellt werden: Pflanzenhöhe und Pflanzengewicht sowie Gewicht und Durchmesser der Blume (Tab. II.4). Die Qualität des Erntegutes ‚Blume‘ war in Dibbesdorf durch das geringere Gewicht und den geringen Durchmesser negativ beeinflusst. Generell fallen bei einem Vergleich beider Standorte die deutlich höheren Wachstumswerte auf dem Lehm Boden in Hötzum auf.

Tab. II.4: Wachstums- und Ertragsparameter (Mittelwerte \pm 95% Konf., $n_{\text{Variante}} = 56$) von Brokkoli mit und ohne Strohmulch zur Ernte 2003 an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

	Standort Dibbesdorf				Standort Hötzum			
	Stroh		Erde		Stroh		Erde	
Pflanzenhöhe	20,9 \pm 1,0	a	19,1 \pm 0,9	b	33,1 \pm 0,8	a	33,3 \pm 0,6	a
Pflanzengewicht	448,6 \pm 39,6	a	349,6 \pm 29,8	b	1178,1 \pm 61,9	a	1121,8 \pm 94,5	a
Blumendurchmesser	4,1 \pm 0,7	a	2,4 \pm 0,4	b	10,5 \pm 0,7	a	10,0 \pm 0,8	a
Blumengewicht	30,6 \pm 9,2	a	10,9 \pm 3,3	b	158,5 \pm 20,6	a	155,9 \pm 20,2	a

II.4.4.9. Zusammenfassung der Ergebnisse zu Brokkoli

Strohmulch reduzierte den Befall der Mehligen Kohlblattlaus in Brokkolikulturen, jedoch war die Höhe des Unterschiedes zu ungemulchten Pflanzen standort- und witterungsabhängig. Eine signifikante Reduktion bis zu 50% des Blattlausbefalls war nur am Standort Dibbesdorf zu verzeichnen, einem eher untypischen Anbaustandort für starkzehrendes Gemüse wie Kohlpflanzen. Dieser Standort war durch sandige, eher trockene Bodenverhältnisse und das Fehlen von weiteren Feldern mit Kohl oder Raps in der Umgebung gekennzeichnet. Im Jahr 2002 wurde dort auch ein geringerer Einflug von Blattläusen als in Hötzum verzeichnet. In dem sehr trockenen und heißen Sommer 2003 litten besonders die ungemulchten Pflanzen in Dibbesdorf unter Wasserstress, was den Blattlausbefall fördern kann. Im Gegensatz dazu war der lehmige Standort Hötzum ein typischer Standort für ‚Starkzehrer‘. Hier wurde in beiden Jahren keine signifikante Reduktion des Blattlausbefalls erreicht. Außerdem befanden sich hier noch weitere Kohl- und Rapsfelder in der unmittelbaren Umgebung, die wahrscheinlich eine Besiedlung des Versuchsfeldes mit der Mehligen Kohlblattlaus gefördert haben. Strohmulch hatte keinen Einfluss auf weitere Schaderreger wie Schadlepidopteren oder die Kleine Kohlfliege. Wie zu erwarten, war das Suchverhalten dieser Insekten weniger durch eine Kontrastverminderung zwischen Boden und Pflanze beeinflussbar. Die relativ dünne Strohmulchschicht hatte Wachstum und Ertrag nicht wesentlich beeinflusst. Die extremen Witterungsbedingungen in beiden Jahren verstärkten den Einfluss des Strohmulches in der Weise, dass es bei sehr nassem Wetter feuchter unter der Auflage blieb und umgekehrt bei sehr trockenem Wetter die Feuchtigkeit besser im Boden gehalten werden konnte. Dies führte im Jahr 2003 besonders am sandigen Standort Dibbesdorf zusammen mit einem massiven Blattlausbefall in 2003 zu Unterschieden im Wachstum. Eine Stickstofffixierung während der Vegetationsperiode war bei der geringen Mulchdicke unwahrscheinlich.

II.4.5. Kopfsalat und gemischte Salatsorten

II.4.5.1. Blattläuse in Salat 2002

Reihenschluss wurde in Apelstedt bei dem früher gepflanzten Salat Ende Juni sowie in Dibbesdorf und Hötzum zum 10. Juli festgestellt. Überwiegend wurden die Salate von der Großen Salatblattlaus (*Nasonovia ribis-nigri*) besiedelt. Geflügelte Blattläuse wurden in sehr geringer Anzahl gefunden (Abb. II.21 bis II.23). Der Befallsverlauf war bei geflügelten und ungeflügelten Blattläusen in beiden Versuchsvarianten und an allen Standorten ähnlich; der Befall nahm im Verlauf des Versuchszeitraumes bis zum Zeitpunkt der Unwetter am 17. Juli zu, war jedoch in den Stroh- und Erdparzellen nicht unterschiedlich. Insgesamt war die Befallssituation in Dibbesdorf unbedeutend, da im Durchschnitt nur bis zu 4 Blattläuse pro Pflanze festgestellt wurden. In Hötzum dagegen war der Befall mit durchschnittlich 10 Blattläusen pro Kopf erheblich höher.

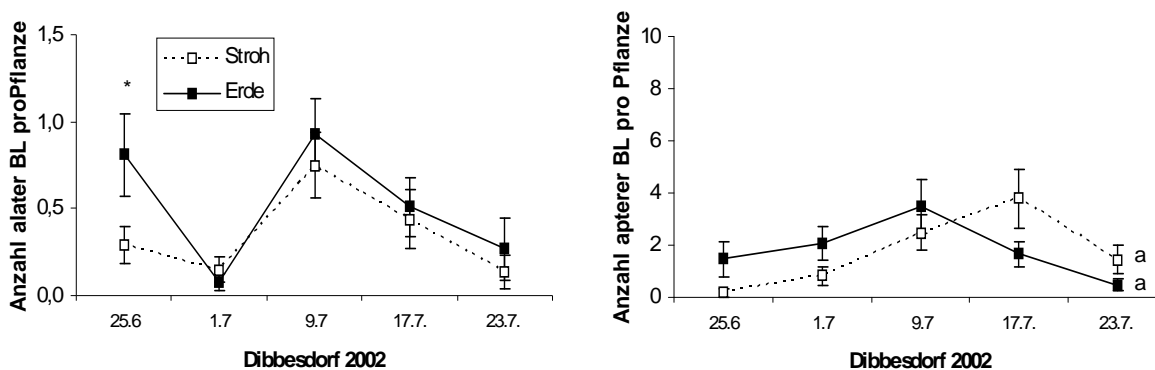


Abb. II.21: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 70-100$) auf Kopfsalat in der Vegetationsperiode Juni – Juli 2002 in Dibbesdorf (Sternchen bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte an dem betreffenden Boniturtag nach t-Test $p \leq 0,05$; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikant unterschiedlichen Kurvenverlauf nach RM-Anova $p \leq 0,05$).

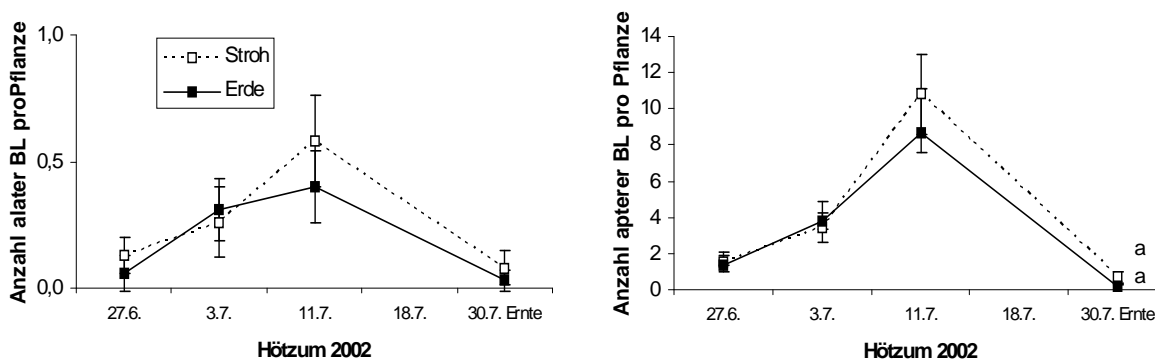


Abb. II.22: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 56-80$) auf Kopfsalat in der Vegetationsperiode Juni – Juli 2002 in Hötzum (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikant unterschiedlichen Kurvenverlauf nach RM-Anova $p \leq 0,05$).

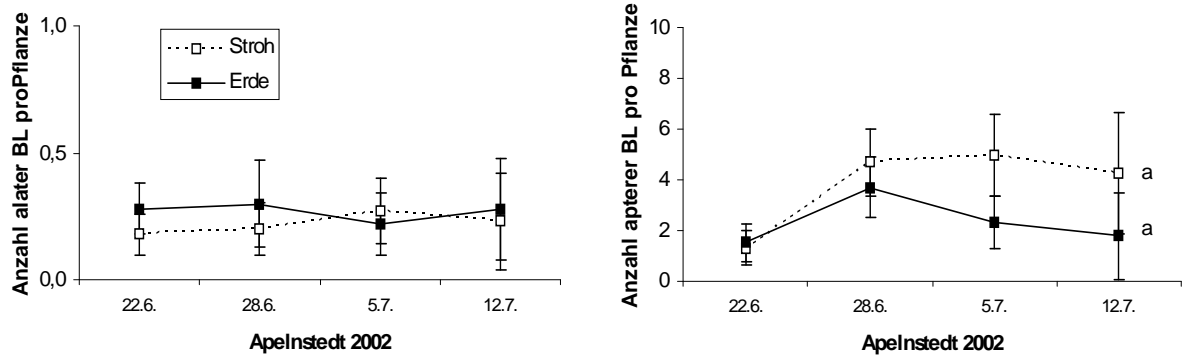


Abb. II.23: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $x \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 60-70$) auf gemischten Salaten in der Vegetationsperiode Juni – Juli 2002 in Apelstedt (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikant unterschiedlichen Kurvenverlauf nach RM-Anova $p \leq 0,05$).

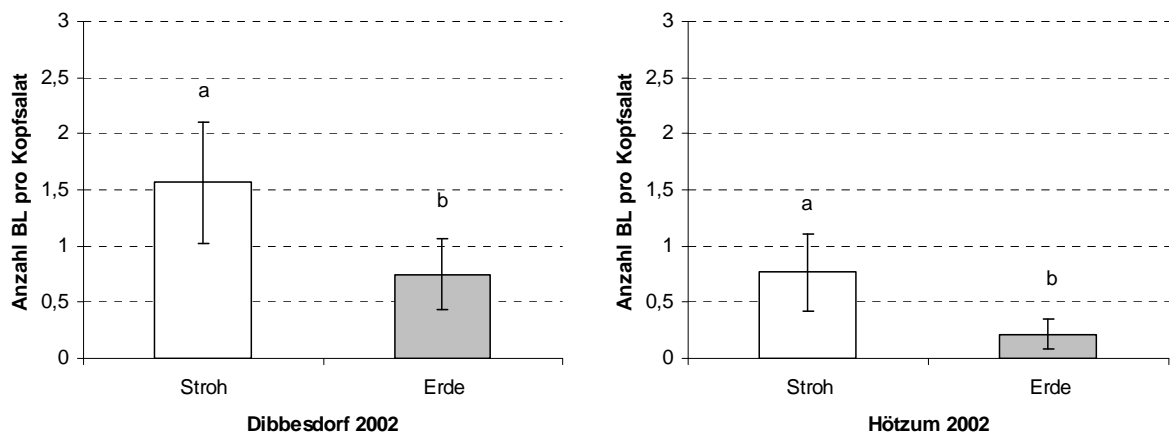


Abb. II.24: Mittlere Anzahl Blattläuse (BL, $x \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 48$) pro Kopfsalat zur Ernte an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied nach t-Test $p \leq 0,05$).

Zum Zeitpunkt der Endbonitur war der mittlere Blattlausbefall in Dibbesdorf und Hötzum in den Strohpflanzen mit 1-2 Individuen pro Pflanze sehr gering (Abb. II.24). Tendenziell war der Befall in den Strohpflanzen sogar höher.

II.4.5.2. Wachstum und Ertrag von Salat 2002

Die Salate des Standortes Apelstedt standen für eine Ernte und Endbonitur nicht zur Verfügung. In Dibbesdorf und Hötzum wurden bei der Endbonitur an ertrags- und wachstumsbestimmenden Parametern Kopfdurchmesser, das Pflanzengewicht und die Höhe der Salatpflanze erfasst (Tab. II.5). In den Strohpflanzen wiesen die Salatpflanzen sowohl in Dibbesdorf als auch in Hötzum

einen signifikant geringeren Kopfdurchmesser und eine geringere Höhe auf. Das Pflanzengewicht war in beiden Versuchsvarianten ähnlich. Diese Messwerte unterstützen die Beobachtung, dass die Pflanzen in der Strohmulchvariante festere und geschlosseneren Köpfe hatten und dementsprechend kompakter aussahen.

Tab. II.5: Wachstums- und Ertragsparameter (Mittelwerte \pm 95% Konf., $n_{\text{Variante}} = 40$) von Kopfsalat mit und ohne Strohmulch zur Ernte 2002 an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

	Standort Dibbesdorf		Standort Hötzum	
	Stroh	Erde	Stroh	Erde
Pflanzenhöhe	13,0 \pm 0,3 a	14,0 \pm 0,6 b	11,8 \pm 0,2 a	12,3 \pm 0,2 b
Pflanzengewicht	365,3 \pm 14,4 a	361,0 \pm 17,9 a	276,3 \pm 17,2 a	296,3 \pm 18,2 a
Kopfdurchmesser	23,1 \pm 0,6 a	24,9 \pm 1,2 b	20,9 \pm 0,4 a	22,4 \pm 0,4 b

II.4.5.3. Blattläuse in Salat 2003

Dibbesdorf und Hötzum Durch einen Fehler in der Lieferung des Pflanzenzuchtbetriebes kam es zum Anbau einer (*Nasonovia*-)blattlausresistenten Salatsorte; daher war kein Befall mit der Großen Salatblattlaus zu verzeichnen. Es wurde ebenfalls kein Befall mit anderen Blattlausarten festgestellt. Der Einflug von Blattläusen war sehr gering und wurde durch Strohmulch nicht beeinflusst (Abb. II.25). Zum Zeitpunkt der Ernte wurden keine Blattläuse mehr gefunden.

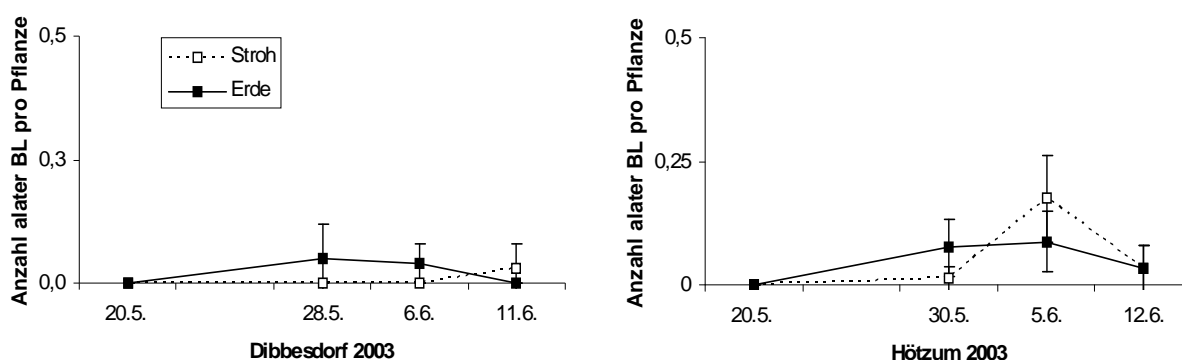


Abb. II.25: Mittlere Anzahl geflügelter Blattläuse (BL, $x \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 56-80$) pro Kopfsalat auf zwei verschiedenen Standorten in 2003.

Apelnstedt Strohmulch hatte keinen Einfluss auf den Blattlausbefall in gemischten Salatsorten in zwei zeitlich unterschiedlichen Sätzen (Abb. II.26a - b). Der Befall war auch hier sehr gering. Im Durchschnitt wurden höchstens bis zu 3 Blattläuse pro Kopf ermittelt.

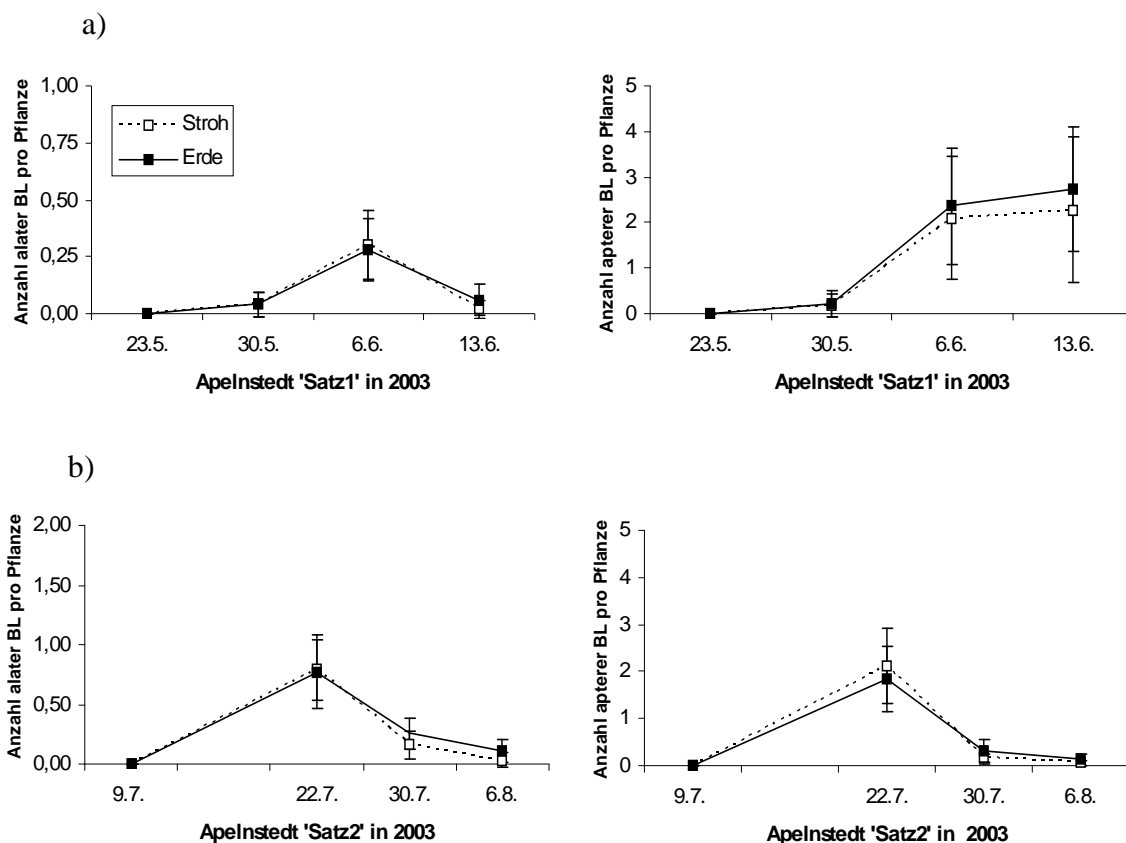


Abb. II.26 a - b: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 50-70$) auf gemischten Salaten in zwei unterschiedlichen Sätzen in Apelnstedt 2003.

II.4.5.4. Wachstum und Ertrag von Salat 2003

An den Standorten Dibbesdorf und Apelnstedt wurden keine Unterschiede im Ertrag und Wachstum zwischen den Anbauvarianten ermittelt (Tab. II.6 und Tab. II.7). Am Standort Hötzum waren Unterschiede zwischen den Anbauvarianten mit einem geringeren Kopfdurchmesser und einem höheren Pflanzengewicht in den Strohpflanzen festzustellen.

Tab. II.6: Wachstums- und Ertragsparameter (Mittelwerte $\pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 40$) von Kopfsalat mit und ohne Strohmulch zur Ernte 2003 an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

	Standort Dibbesdorf		Standort Hötzum	
	Stroh	Erde	Stroh	Erde
Pflanzengewicht	258,9 \pm 22,2 a	268,5 \pm 24,0 a	539,8 \pm 26,8 a	480,5 \pm 32,1 b
Kopfdurchmesser	22,0 \pm 0,6 a	21,6 \pm 0,6 a	25,8 \pm 0,4 a	26,8 \pm 0,7 b

Tab. II.7: Wachstums- und Ertragsparameter (Mittelwerte \pm 95% Konf., $n_{\text{Variante}} = 40$) von gemischten Salaten mit und ohne Strohmulch in zwei zeitlich verschiedenen Sätzen zur Ernte 2003 in Apelnstedt (n.e. = nicht erfasst ; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

	Apelnstedt Satz 1		Apelnstedt Satz 2	
	Stroh	Erde	Stroh	Erde
Pflanzengewicht	722,9 \pm 152,5 a	637,1 \pm 147,3 a	290,7 \pm 57,4 a	254,6 \pm 47,3 a
Kopfdurchmesser	33,1 \pm 6,3 a	31,9 \pm 6,1 a	n. e.	n.e.

Bei einer Bonitur der Kopfbildung bei Kopfsalat wurde eine Einteilung der Pflanzen in die Kategorien 'normale Kopfbildung', 'kleiner Kopf' und Pflanzen 'ohne Kopfbildung' vorgenommen. Durch die starke Trockenheit hatte Strohmulch aufgrund seiner evaporationsvermindernden Eigenschaft zur besseren Kopfbildung geführt. Am sandigen Standort Dibbesdorf bildeten 50 % bis 60 % der Salatpflanzen aufgrund der Trockenheit einen sehr kleinen Kopf aus. In den Strohparzellen waren 5 % und in den Erdparzellen 13 % der Pflanzen wegen fehlender Kopfbildung nicht vermarktungsfähig. Am Standort Hötzum gab es keinen Ausfall durch fehlende Kopfbildung. In den Strohparzellen war der Anteil der Pflanzen mit kleinem Kopf mit nur 4 % geringer als in den Erdparzellen mit 18 %.

II.4.5.5. Zusammenfassung der Ergebnisse zu Salat

Bei Salat wurde die Versuchsdurchführung nicht nur durch widrige Witterungsverhältnisse sondern auch durch die Lieferung einer blattlausresistenten Sorte beeinflusst. Aus den Versuchen in 2002 und aus der Anbaubegleitung auf einem Bioland-Hof lässt sich folgern, dass Strohmulch keinen Einfluss auf die Blattlausbesiedlung bei Kopfsalat hat. Der Fang vieler verschiedener Blattlausarten auf Salatpflanzen und in Fangschalen im Vergleich zu anderen Gemüsekulturen deutet daraufhin, dass die Blattfarbe von Salat allgemein attraktiv auf Blattläuse wirkt. Spektrometermessungen haben gezeigt, dass Kopfsalat nicht nur stark im gelb-grünen Bereich reflektiert, sondern als einzige der verwendeten Gemüsearten in diesem Wellenlängenbereich mehr reflektiert als Strohmulch (siehe Abb. II.8). Dies deutet darauf hin, dass Strohmulch den Kontrast zwischen Pflanze und Boden nur ungenügend vermindern kann.

II.4.6. Buschbohne und Dicke Bohne

II.4.6.1. Blattläuse in Buschbohne 2002

Die Befallserhebung fand im Zeitraum Juni bis August statt. Reihenschluss wurde in der ersten Juliwoche beobachtet. Die Schwarze Bohnenblattlaus (*Aphis fabae*) war vorhanden, aber nicht dominierend. Neben dieser Art wurden in ähnlicher Anzahl die Kreuzdornblattlaus

(*Aphis nasturtii*) und die Faulbaumblattlaus (*Aphis frangulae*) gefunden. Die Besiedelung dieser Arten war zum Teil auf ein benachbartes Kartoffelfeld (ökologisch bewirtschaftet) zurückzuführen. Am Standort Dibbesdorf zeigte sich bei den geflügelten Blattläusen ein signifikanter Unterschied mit einer stärkeren Besiedelung in den Erdparzellen vor Reihenschluss (19. Juni und 9. Juli). Während des Versuchszeitraumes lag ein signifikant geringerer Blattlausbefall in den Strohpflanzen vor (Abb. II.27). Jedoch war der Befall insgesamt mit einer mittleren Anzahl von bis zu 3 Blattläusen pro Pflanze sehr gering und damit unbedeutend. Nach den schweren Unwettern am 17. Juli nahm der Befall wie in den anderen Kulturen deutlich ab. Zum Zeitpunkt der Ernte und Endbonitur waren keine Blattläuse mehr auf den Pflanzen zu finden. In Hötzum konnten keine Daten erhoben werden, da dort zu einem späteren Termin (26. Juni) als in Dibbesdorf nachgedrillt werden musste. Nachdem die Pflanzen aufgelaufen waren, traten die schweren Unwetter am 17. Juli ein. Die nachfolgende Überschwemmung zerstörte das komplette Bohnenfeld.

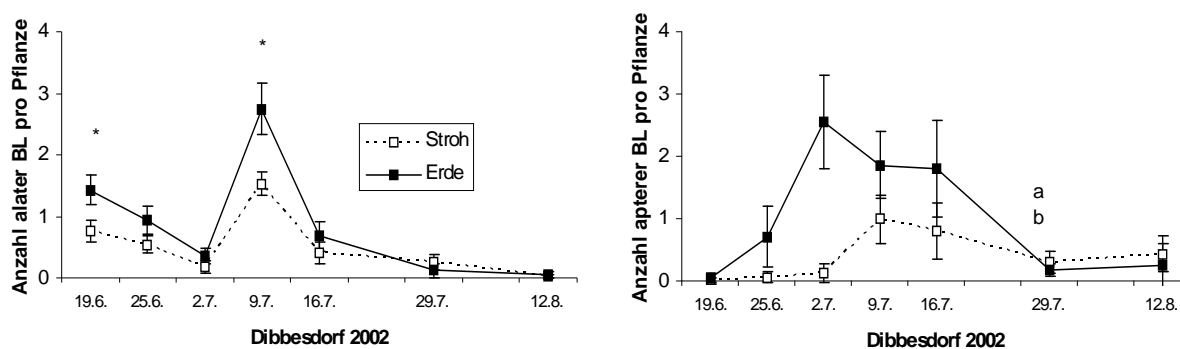


Abb. II.27: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 70 - 100$) auf Buschbohne in der Vegetationsperiode Juni – August 2002 in Dibbesdorf (Sternchen bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte an dem betreffenden Boniturstag nach t-Test $p \leq 0,05$; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikant unterschiedlichen Kurvenverlauf nach RM-Anova $p \leq 0,05$).

II.4.6.2. Andere Insekten und Schaderreger in Buschbohne 2002

Aufgrund des geringen Blattlausbefalls war nur eine geringe Nützlingsaktivität festzustellen. Erfasst wurden Florfliegen (Eier), Marienkäfer und Schwebfliegen. Wanzen wurden häufig angetroffen, jedoch war der Schaden gering und es ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Anbauvarianten. Nach den starken Regenfällen breitete sich die Brennfleckenkrankheit (*Colletotrichum lindemuthianum*) aus. Obwohl die Sorte ‚Modus‘ normalerweise brennfleckentolerant ist, kam es zu einem Totalausfall der Hülsenernte.

II.4.6.3. Wachstum und Ertrag von Buschbohne 2002

Die Pflanzen waren durch die Brennfleckenkrankheit stark beschädigt, trotzdem wurde zum Erntezeitpunkt Höhe und Gewicht der Pflanzen sowie das Gewicht der Hülsen erfasst, um die beiden Anbauvarianten miteinander zu vergleichen; hierbei zeigten sich zwischen Stroh- und Erdparzellen keine Unterschiede (Tab. II.8).

Tab. II.8: Wachstumsparameter (Mittelwerte \pm 95% Konf., $n_{\text{Variante}} = 50$) von Buschbohne mit und ohne Strohmulch zur Ernte 2002 in Dibbesdorf (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

Standort Dibbesdorf		
	Stroh	Erde
Pflanzengewicht (g)	80,3 \pm 10,5 a	78,9 \pm 11,5 a
Pflanzenhöhe (cm)	30,1 \pm 1,7 a	30,8 \pm 1,8 a
Hülsengewicht pro Pflanze (g)	19,1 \pm 5,2 a	15,7 \pm 5,6 a

II.4.6.4. Blattläuse in Dicker Bohne 2003

Die Befallserhebung fand von Mitte April bis Ende Juni statt. Bestandesschluss wurde um den 19. Mai erreicht. Die dominierende Blattlausart war die Schwarze Bohnenblattlaus (*A. fabae*). Während bei der Erfassung der geflügelten Blattläuse auch andere Arten ermittelt wurden, setzten sich die Zahlen der ungeflügelten Blattläuse nur aus *A. fabae* zusammen. Nach dem Auflaufen der Pflanzen stieg der Befall an und erreichte im Mittel bis zu 40 Blattläuse pro Haupttrieb in den ungemulchten Parzellen. In Dibbesdorf war der Befallsverlauf durch eine signifikant stärkere Besiedlung der Pflanzen in den Erdparzellen gekennzeichnet (Abb. II.28). Geflügelte Blattläuse wurden nur in geringer Zahl gefunden. Während der Vegetationsperiode waren zur Hauptbefallszeit Ende Mai bis Anfang Juni noch bis zu 40 % der Pflanzen in Strohmulch befallsfrei. In den Erdparzellen lag der Anteil nur bei rund 18 % (Abb. II.30).

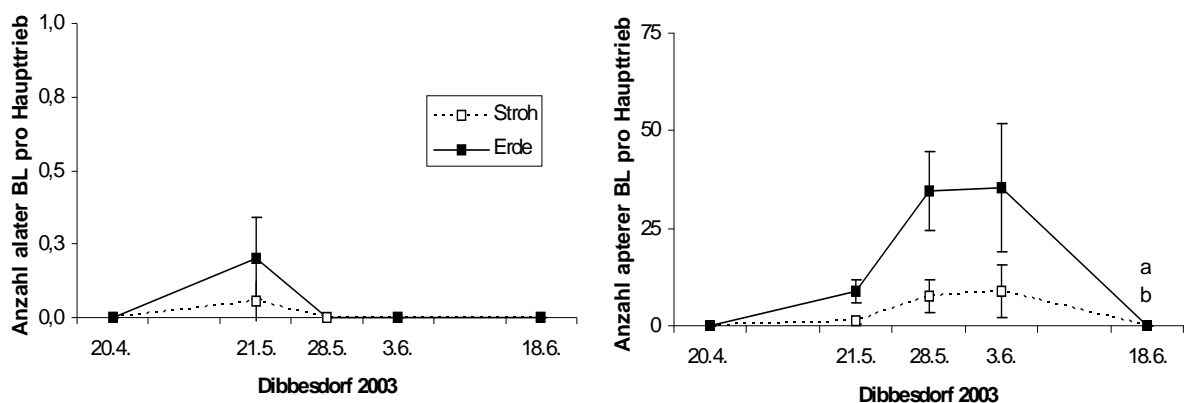


Abb. II.28: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 56-80$) auf Dicker Bohne in der Vegetationsperiode April – Juni 2003 in Dibbesdorf (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikant unterschiedlichen Kurvenverlauf nach RM-Anova $p \leq 0,05$).

In Hötzum lagen andere Verhältnisse vor: Hier war kein Unterschied im Blattlaus-Befall und in der Anzahl befallsfreier Pflanzen während der Versuchsperiode vorhanden. Auch hier war die Anzahl geflügelter Individuen gering, zwischen den Anbauvarianten waren keine Unterschiede feststellbar. In den Stroh- und Erdparzellen waren die Pflanzen im Durchschnitt mit bis zu 40 Blattläusen befallen; auch hier war die Anzahl geflügelter Individuen gering (Abb. II.29). Der Befallsverlauf der Schwarzen Bohnenblattlaus war an beiden Standorten ähnlich, jedoch waren die Strohpflanzen in Dibbesdorf im Gegensatz zu Hötzum in deutlich geringerem Ausmaß von Blattläusen befallen als die Erdparzellen. Tendenziell gab es in den Strohpflanzen während der Vegetationsperiode einen höheren Anteil an befallsfreien Pflanzen (ca. 35%) als in den Erdparzellen (ca. 25 %, Abb. II.30). Nach der ersten Juniwoche brachen die Populationen an beiden Standorten zusammen, welches hauptsächlich auf eine starke Nützlingsaktivität zurückzuführen war. Zum Zeitpunkt der Endbonitur und Ernte in der ersten Juliwoche waren keine Blattläuse auf den Pflanzen mehr zu finden.

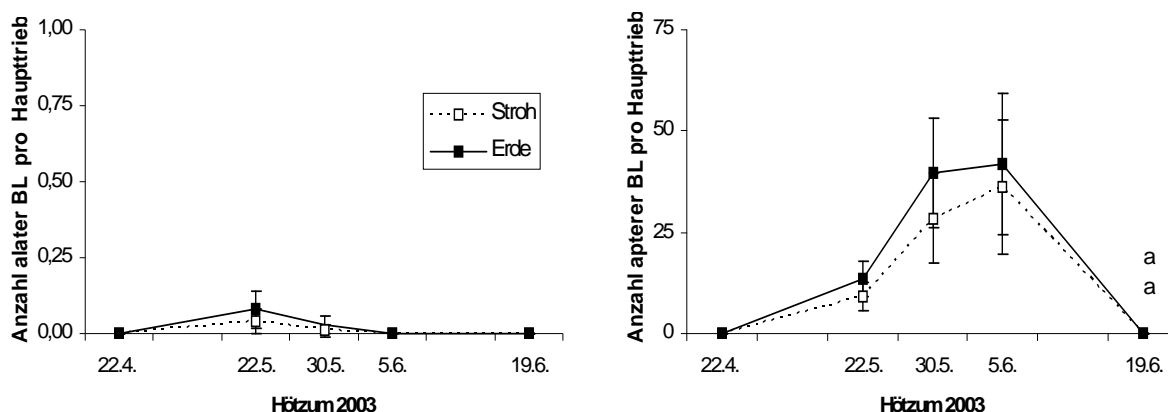


Abb. II.29: Mittlere Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse (BL, $\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{Variante}} = 56-80$) auf Dicker Bohne in der Vegetationsperiode April – Juni 2003 in Hötzum (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikant unterschiedlichen Kurvenverlauf nach RM-Anova $p \leq 0,05$).

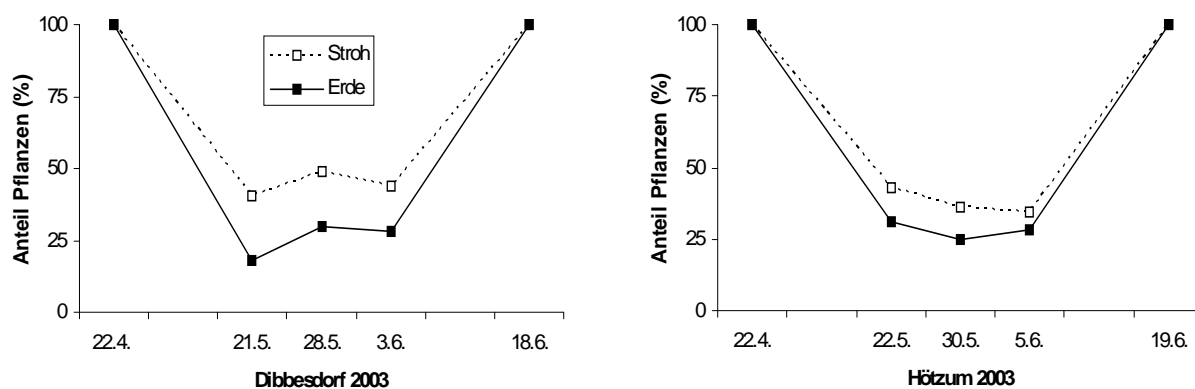


Abb. II.30: Anteil befallsfreier Bohnen-Pflanzen (*Vicia faba*, $n_{\text{Variante}} = 56-80$) mit und ohne Strohmulch auf verschiedenen Standorten im Jahr 2003.

II.4.6.5. Andere Schaderreger und nützliche Insekten in Dicker Bohne 2003

Strohmulch hatte keinen Einfluss auf die Aktivität von Nützlingen oder anderen Schaderregern in der Dicken Bohne. Krankheitssymptome konnten nicht festgestellt werden. Durch den relativ hohen Blattlausbefall war eine starke Nützlingsaktivität, vor allem durch Marienkäfer (überwiegend *Coccinella septempunctata*), weniger durch Syrphidenlarven, zu beobachten. Im Durchschnitt befand sich eine Marienkäfer-Larve oder -Imago auf der Pflanze. Oft wurden auf den befallenen Pflanzen mehrere Individuen beobachtet. An beiden Standorten, besonders stark jedoch in Hötzum, wurde an jeder Pflanze Blattrandfraß durch Blattrandkäfer (*Sitona spec.*) beobachtet. Während der Sichtbonituren wurde zudem regelmäßig ein Samenkäfer, vermutlich *Bruchus rufimanus*, aufgefunden. Diese Art verursachte starken Befall der Samen. Des Weiteren wurden zu einem geringeren Anteil Schäden an den Samen festgestellt, die vermutlich durch den Erbsenwickler (*Cydia nigricana*) hervorgerufen wurden. Insgesamt haben diese beiden Schädlinge an beiden Standorten, besonders jedoch in Hötzum, die Hülsen an fast allen Pflanzen befallen (Abb. II.31).

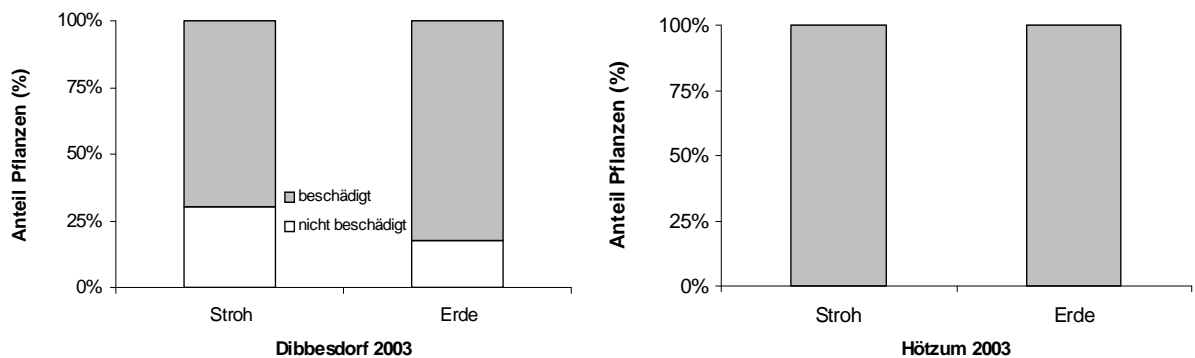


Abb. II.31: Anteil Bohnen-Pflanzen (*Vicia faba*, n_{Variante} = 56) mit Fraßschäden durch Samenkäfer und Wicklerlarven an Samen einer Hülse pro Pflanze auf verschiedenen Standorten zur Ernte in 2003.

II.4.6.6. Wachstum und Ertrag von Dicker Bohne 2003

Folgende Wachstums- und Ertragsparameter wurden zum Zeitpunkt der Ernte und Endbonitur der Dicken Bohne erfasst: Pflanzenhöhe und Pflanzengewicht, Gewicht der Hülsen pro Pflanze sowie Anzahl und Gewicht der Samen pro Hülse (Tab. II.8). An beiden Standorten waren zwischen Stroh- und Erdparzellen keine Unterschiede zu verzeichnen. Generell zeigte sich, dass am Standort Hötzum Wachstum und Ertrag etwa doppelt so hoch waren wie in Dibbesdorf.

Tab. II.8: Wachstums- und Ertragsparameter (Mittelwerte \pm 95% Konf., $n_{\text{Variante}} = 56$) von Dicker Bohne mit und ohne Strohmulch zur Ernte 2003 auf zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

	Standort Dibbesdorf		Standort Hötzum	
	Stroh	Erde	Stroh	Erde
Pflanzenhöhe (cm)	61,5 \pm 2,2 a	59,8 \pm 1,7 a	70,8 \pm 1,5 a	69,6 \pm 1,9 a
Frischgewicht (g)	46,3 \pm 5,8 a	45,7 \pm 4,3 a	92,9 \pm 6,4 a	97,5 \pm 6,8 a
Hülsengewicht pro Pflanze (g)	43,7 \pm 8,2 a	39,7 \pm 5,0 a	85,5 \pm 7,2 a	87,8 \pm 6,1 a
Samengewicht pro Hülse (g)	6,0 \pm 0,7 a	5,8 \pm 0,6 a	11,9 \pm 0,8 a	12,7 \pm 0,7 a
Anzahl Samen pro Hülse	3,3 \pm 0,2 a	3,1 \pm 0,2 a	4,0 \pm 0,2 a	3,7 \pm 0,2 a

II.4.6.7. Zusammenfassung der Ergebnisse zu Buschbohne und Dicker Bohne

Zur Interpretation der Ergebnisse wurden hauptsächlich die Versuche mit der Dicken Bohne (*Vicia fabae*) aus dem Jahr 2003 herangezogen. Strohmulch reduzierte den Blattlausbefall in Bohnen in Abhängigkeit vom Standort. Eine signifikante Reduktion bis zu 50% im Vergleich zur ungemulchten Anbauvariante konnte nur am Standort Dibbesdorf erreicht werden. Dies entspricht der Beobachtung bei Brokkoli. Im Jahr 2002 wurde bei der Buschbohne ein geringerer Einflug von Blattläusen in strohgemulchten Parzellen beobachtet; dies führte zu einer schwächeren Befallsentwicklung. Jedoch war der Befall insgesamt in beiden Anbauvarianten sehr gering. Die erfassten Blattläuse setzten sich aus verschiedenen Arten zusammen, wobei die Schwarze Bohnenblattlaus nur eine untergeordnete Rolle spielte. 2003 wurden bei der Dicken Bohne folgende Beobachtungen gemacht: Es fand in beiden Anbauvarianten ein ähnlich geringer Einflug von Blattläusen statt; nachfolgend wurde ein massiver Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus festgestellt. Eine etwas höhere Anzahl geflügelter Blattläuse wurde am Standort Dibbesdorf gezählt, jedoch übertraf die Stärke des nachfolgenden Blattlausbefalls nicht die des Standorts Hötzum. In der unmittelbaren Nähe der Standorte Dibbesdorf und Hötzum befanden sich keine Äcker mit Wirtspflanzen der Schwarzen Bohnenblattlaus (*A. fabae*) und anderen Blattläusen von Leguminosen. Strohmulch hatte keinen Einfluss auf den Befall mit Blattrandkäfern oder Samenkäfern sowie auf Nützlinge wie Marienkäfer oder Schwebfliegen. Ebenso blieben Wachstum und Ertrag durch Strohmulch unbeeinflusst.

II.4.7. Möhre

II.4.7.1. Blattläuse in Möhre 2002 und 2003

In beiden Jahren fand kein nennenswerter Befall mit Blattläusen im Möhrenbestand statt. Im Durchschnitt wurde weniger als 1 Blattlaus pro Pflanze festgestellt. Zwischen den Anbauvarianten konnten keine Unterschiede in der Anzahl geflügelter und ungeflügelter Blattläuse ermittelt werden. In Hötzum lag in beiden Jahren ein geringer, punktueller Befall mit Wurzelhalsläusen (*Dysaphis spec.*) vor. 2003 konnte indirekt durch die Anzahl von Blattlausmumien auf einen höheren Besatz mit Blattläusen in der ungemulchten Anbauvariante geschlossen werden (Abb. II.32). Bei dieser Blattlausart handelte es sich höchstwahrscheinlich um die Gierschblattlaus (*Cavariella aegopodii*)

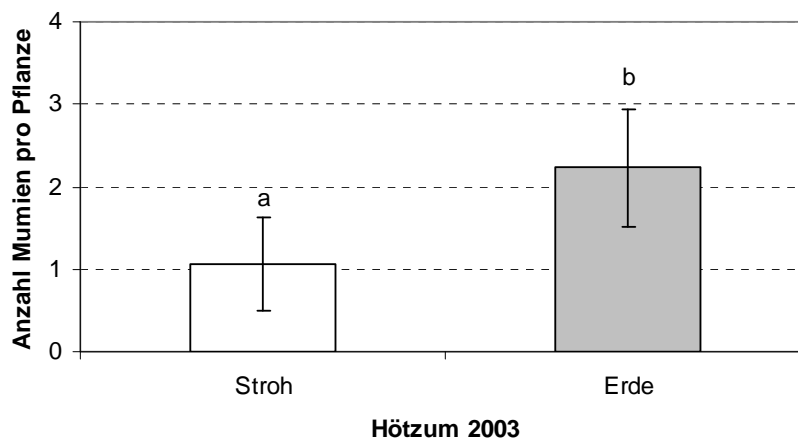


Abb. II.32: Mittlere Anzahl Blattlausmumien ($\bar{x} \pm 95\%$ Konf., $n_{\text{variante}} = 48$) pro Möhrenpflanze zur Ernte 2003 in Hötzum (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied nach t-Test $p \leq 0,05$).

II.4.7.2. Andere Schaderreger in Möhre 2002 und 2003

Im Jahr 2002 konnten Möhren nur in Dibbesdorf geerntet werden, da durch die Überschwemmung in Hötzum Versuchsanlage vernichtet wurde. Schäden an den Wurzelkörpern waren gering. Etwa 10 % der Pflanzen wurden von Mäusen befallen. Es trat kein sichtbarer Möhrenfliegen-Schaden auf.

Im Jahr 2003 waren höhere Schäden zu verzeichnen als in 2002. Hauptsächlich verursachten Nager Schäden an den Wurzelkörpern; dadurch wurden bis zu 60 % der geernteten Möhren auf dem Sandboden in Dibbesdorf beeinträchtigt. In Hötzum wurden nur ca. 25 % der Möhren durch Mäuse geschädigt. Es wurden keine Unterschiede zwischen den Anbauvarianten gefunden. In diesem Jahr trat auf beiden Standorten ein leichter Befall der Möhrenfliege auf. In der gemulchten Variante wurde tendenziell ein höherer Befall (ca. 20 %) als in den ungemulchten Möhren

gefunden (ca. 10 %, Abb. II.33). Der höhere Befall in den Strohpflanzen ist vermutlich auf eine höhere Bodenfeuchtigkeit durch die Mulchaufgabe zurückzuführen.

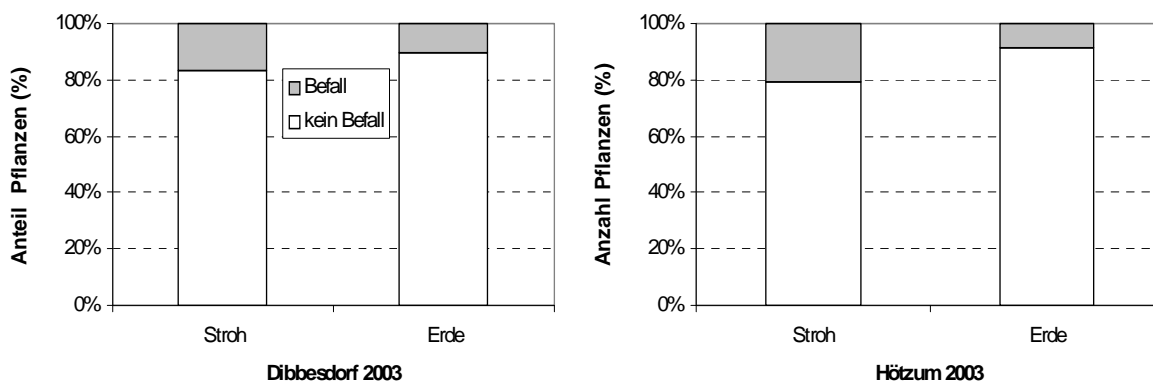


Abb. II.33: Anteil Möhren ($n_{\text{Variante}} = 48$) mit leichten Fraßschäden durch Möhrenfliegen-Larven (*Psila rosae*) an verschiedenen Standorten zur Ernte 2003.

II.4.7.3. Wachstum und Ertrag von Möhre

Im Jahr 2002 wurde das Stroh vor dem Auflaufen der Möhre ausgelegt, was zu einer lückigen Bestandsentwicklung führte. Daher wurde das Stroh im folgenden Jahr nach dem ersten Laubblattstadium ausgebracht. Durch den Ausfall der Pflanzen in Hötzum 2002 konnten Wachstumsparameter nur für den Standort Dibbesdorf ermittelt werden (Tab. II.9). Es wurden keine Unterschiede zwischen den Pflanzen und der Pflanzendichte zum Erntezeitpunkt zwischen den Anbauvarianten gefunden. Lediglich die Laubhöhe war etwas höher in den Erd- als in den Strohpflanzen.

Tab. II.9: Wachstumsparameter (Mittelwerte \pm 95% Konf., $n_{\text{Variante}} = 185$) von Möhre mit und ohne Strohmulch zur Ernte 2002 in Dibbesdorf (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

	Standort Dibbesdorf	
	Stroh	Erde
Wurzelgewicht (g)	96,5 \pm 6,7 a	92,3 \pm 5,3 a
Wurzellänge (cm)	15,8 \pm 0,5 a	16,1 \pm 0,4 a
Laubhöhe (cm)	38,3 \pm 0,7 a	42,3 \pm 0,6 b
Pflanzendichte (Anzahl Pflanzen/ 100 cm)	42,3 \pm 5,8 a	46,0 \pm 5,1 a

Zur Ernte im Jahr 2003 waren Unterschiede im Wurzelgewicht feststellbar (Tab. II.10). Im Vergleich zu Hötzum waren die Möhren in Dibbesdorf sehr klein und leicht. In den strohgemulchten Parzellen waren die Möhrenkörper bis zu 24 % schwerer als in den ungemulchten Parzellen, jedoch nicht größer. Der Unterschied war nur in Dibbesdorf signifikant. Auch hier hatte Strohmulch im trockenen und heißen Sommer 2003 vermutlich für eine bessere Bodenfeuchtigkeit und damit für eine ertragssteigernde Wirkung gesorgt. Bei den übrigen untersuchten Wachstumsparametern waren zwischen den Anbauvarianten keine Unterschiede festzustellen.

Tab. II.9: Wachstums- und Ertragsparameter (Mittelwerte \pm 95% Konf., $n_{\text{variante}}=48$) von Möhre mit und ohne Strohmulch zur Ernte 2003 an zwei verschiedenen Standorten (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede pro Parameter und Standort nach t-Test $p \leq 0,05$).

	Standort Dibbesdorf		Standort Hötzum	
	Stroh	Erde	Stroh	Erde
Wurzelgewicht (g)	20,9 \pm 3,6 a	16,2 \pm 1,8 b	109,3 \pm 33,3 a	90,8 \pm 17,0 a
Wurzellänge (cm)	11,6 \pm 0,8 a	11,8 \pm 0,6 a	15,7 \pm 0,9 a	15,3 \pm 1,1 a
Laubhöhe (cm)	22,5 \pm 1,2 a	22,1 \pm 3,5 a	37,4 \pm 1,4 a	36,7 \pm 1,7 a
Pflanzendichte (Anzahl Pflanzen/ 100 cm)	64,4 \pm 10,2 a	64,2 \pm 8,6 a	65,8 \pm 6,9 a	63,4 \pm 7,7 a

II.4.7.4. Zusammenfassung der Ergebnisse zu Möhre

In beiden Versuchsjahren waren nur vereinzelt Blattläuse auf den Pflanzen zu finden, so dass annähernd ein Befall festgestellt werden konnte. Daher kann die Wirkung von Strohmulch auf den Einflug und die Besiedlung von Blattläusen nicht eingeschätzt werden. Schäden an den Wurzelkörpern wurden in beiden Anbauvarianten hauptsächlich durch Mäuse und nur geringfügig durch die Möhrenfliege verursacht. Bis auf einen alters- und stressbedingten *Alternaria*-Befall im Jahr 2002 wurden keine Krankheiten oder Virussymptome auffällig. Durch die Strohauflage und die damit verbundene höhere Bodenfeuchtigkeit konnte im heißen und trockenen Jahr 2003 eine Ertragssteigerung beobachtet werden. Auf Feldern mit einem starken Unkrautdruck bereitete die Strohauflage zum Teil Probleme, da dort nicht maschinell gehackt werden konnte wie in den Erdparzellen. Das Auflaufen der Unkräuter müsste gut kontrolliert (z. B. rechtzeitiges Abflammen) werden, bevor die Mulchschicht aufgelegt wird. Die Schicht sollte dann nicht zu dick sein (< 2 cm), damit später gehackt werden kann. Nach dieser Maßnahme ist die Mulchauflage durch die Durchmischung mit Erde als Kontrastabschwächung weniger wirksam und müsste neu aufgelegt werden. Der zusätzliche Arbeitsaufwand sollte nur dann erfolgen, wenn ein starker Blattläuseinflug oder eine Virusübertragung erwartet wird.

II.5. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Dieses Projekt diente in erster Linie - mit neuen Ideen - dem ökologischen aber auch dem konventionellen Anbau. Über die Höhe der Wirksamkeit und Zuverlässigkeit einer Strohmulchschicht gegen Blattlausbefall können aufgrund der kurzen Projektlaufzeit keine verlässlichen Aussagen gemacht werden. Auf verschiedenen Standorten und in unterschiedlichen Jahren kam es zu einer nicht nachweisbaren bis zu einer starken Reduzierung des Blattlausbefalls in strohgemulchtem Gemüse. Die Wirkung von Strohmulch scheint von vielen biotischen und abiotischen Faktoren abhängig zu sein. Besonders scheinen bestehende Blattlauspopulationen in der Umgebung, die Farbe der Pflanzenart sowie Bodentyp und Witterung eine große Rolle für den Blattlausbefall zu spielen.

Folgende Trends ergeben sich aus den Ergebnissen: a) Der Einsatz von Strohmulch kann den Befall mit Blattläusen in bestimmten Gemüsekulturen wie Kohl und Leguminosen reduzieren, jedoch nicht in Salat und b) deutliche Effekte bestanden oft nur vor Bestandesschluss, da Strohmulch die Besiedlung von Blattläusen im Jungpflanzenstadium verminderte. Angesichts der vielfältigen Kulturarten im Gemüsebau und zudem noch diversen Anbauformen ist eine generelle Anbauempfehlung über den Nutzen von Strohmulch im Hinblick auf Blattläuse nicht möglich. Aufgrund der nicht abgesicherten Ergebnisse kann nur eine eingeschränkte Anbauempfehlung mit Strohmulch als Maßnahme gegen Blattlausbefall in Kohl- und Leguminosenkulturen formuliert werden. Eine Abhängigkeit der Wirksamkeit von Strohmulch von dem Standort der Gemüsekultur muss dabei berücksichtigt werden.

II.6. Zusammenfassung ‚Strohmulch‘

Ziel war die Prüfung von Strohmulch im ökologischen Pflanzenschutz zur Reduzierung des Blattlausbefalls in Freilandgemüse. Der Wirkungsweise liegt folgendes Prinzip zugrunde: Durch den Einsatz von bestimmten Mulchmaterialien wird der Kontrast für zufliegende Blattläuse zwischen der potentiellen Wirtspflanze und dem Untergrund verändert. Dadurch kann der Anflug von Blattläusen auf Gemüsepflanzen vermindert und somit der nachfolgende Blattlausbefall reduziert werden. Dieser Effekt kann durch bestimmte Farben, Strukturen oder stark reflektierende Materialien verstärkt werden.

Die Laufzeit des Projektes betrug 1½ Jahre (10.6.2002 – 31.12.2003). Als Mulchmaterial wurde Weizenstroh aus ökologischem Anbau verwendet. Der Einsatz verschiedener Gemüsekulturen wie Brokkoli, Kopfsalat, Buschbohne, Dicke Bohne und Möhre erfolgte unter den Bedingungen des ökologischen Anbaus (EU-Verordnung 2092/91). Die Versuche fanden auf Versuchsflächen von Biolandbetrieben sowie auf den Versuchsflächen des Institutes für Pflanzenschutz im Gartenbau der BBA Braunschweig statt.

Die Versuchsdurchführung und Datenerhebung wurde im Jahr 2002 durch extreme Niederschläge und in 2003 durch extreme Trockenheit erheblich beeinflusst. Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse müssen unter diesen erschwerten Rahmenbedingungen interpretiert werden. Bei manchen Gemüsearten wie Brokkoli und Bohne, jedoch nicht bei Salat, waren die Anzahl geflügelter Blattläuse und der nachfolgende Blattlausbefall bis zu 50 % verringert. Die Wirkung von Strohmulch scheint von vielen biotischen als auch abiotischen Faktoren (z. B. Blattlauspopulationen, Gemüseart, Bodentyp und Witterung), abhängig zu sein. Besonders scheinen bestehende Blattlauspopulationen in der Umgebung, die Farbe der Pflanzenart sowie Bodentyp und Witterung eine große Rolle im Blattlausbefall zu spielen. Eine selektive Wirkung von Strohmulch auf unterschiedliche Blattlausarten konnte nicht festgestellt werden. Das Auftreten weiterer tierischer Schädlinge wie Raupen oder Gemüsefliegen, als auch Krankheiten oder Nützlinge, wurde durch Strohmulch nicht beeinflusst. Auch die Erträge von strohgemulchtem Gemüse unterschieden sich nicht oder nur geringfügig von ungemulchtem Gemüse. Zur Absicherung der bisherigen Ergebnisse werden Wiederholungen der Versuche empfohlen.

II.7. Erreichte Ziele und weiterführende Fragestellung

Das Ziel, eine Bewertung von Strohmulch als befallsreduzierende Kulturmaßnahme vorzunehmen, konnte nur bedingt erreicht werden. Der aufgestellte Arbeitsplan wurde zwar eingehalten, jedoch führten nicht beeinflussbare äußere Bedingungen zu Problemen in der Datenerhebung und der Interpretation der Ergebnisse. Extreme Witterungsverhältnisse im Jahr 2002 mit lang anhaltenden Regenfällen und Überschwemmungen haben die anbautechnische Seite des Projektes durch Schwächung und Ausfall von Pflanzen stark beeinträchtigt. Darüber hinaus kam es zu einem geringen Zuflug und Befall mit Blattläusen (z. B. im Mittel 1-8 Blattläuse pro Brokkolipflanze). Die Anbauperiode 2003 war dagegen extrem trocken und hat zum Teil zu einem Massenbefall mit z. B. > 5000 Blattläusen pro Brokkolipflanze geführt. Anfänglich deutliche Befallsunterschiede waren später nicht mehr feststellbar. Im Frühjahr 2003 kam es zudem durch ein Missverständnis eines Jungpflanzenbetriebes zum Anbau einer blattlausresistenten Kopfsalat-Sorte. Damit ist eine wichtige Gemüsekultur, deren vermarktbare Erntegut durch Blattläuse stark beeinträchtigt werden kann, in der Auswertung unterrepräsentiert.

Daher sind für die Ergebnisfindung dieses Projekts Wiederholungen der Versuche in den Folgejahren von erheblicher Bedeutung. Zur guten fachlichen Praxis gehören im Feldversuchswesen üblicherweise mehrjährige Versuche mit zuverlässigem Datenmaterial, um gesicherte Aussagen über den Einfluss des jeweiligen Testfaktors machen zu können. Neben der Wiederholung von klassischen Parzellenversuchen, sollten Groß-Parzellenanlagen sowie anbaubegleitende Versuche das Versuchswesen ergänzen. Zudem sollten verstärkt Reflexionsmessungen des Bodens, des Mulches und der Pflanze in das Projekt einbezogen werden,

um die optische Wirkung von Strohmulch auf Blattläuse näher zu untersuchen und die Eignung von bestimmten Mulchmaterialien für bestimmte Gemüsearten festzustellen. Eigene Spektrometer-Messungen in Strohmulch deuteten darauf hin, dass das Blattgrün von Kopfsalat, im Gegensatz zu anderen Gemüsearten, stärker als Strohmulch reflektiert. Dies könnte eine Erklärung dafür sein, dass Strohmulch in Kopfsalat einen geringen Einfluss auf Blattläuse hatte. Außerdem müsste der Einfluss der näheren Umgebung durch die Erfassung von Standorten mit weiteren Wirtspflanzen gemüseschädigender Blattläuse (z. B. Felder mit Raps und Mehliger Kohlblattlaus oder Ackerbohnen und Schwarzer Bohnenblattlaus) in die Datenerhebung einbezogen werden. Eine Weiterführung der Versuche über den Bemessungszeitraum hinaus ist erforderlich, um die beobachteten Unterschiede abzusichern.

III. TEILPROJEKT ‚FARBIGE MULCHVLIESE‘

III.1. Einleitung

Schaderregerbefall in Gemüsekulturen ist seit je her ein produktionstechnisches Risiko. Neben Ertragsverlusten spielen neuerdings auch zunehmend Qualitätsaspekte der Produkte auf der Nachfragerseite der Märkte eine entscheidende Rolle für individuelle Betriebserfolge. Verschiedene Konzepte des Pflanzenschutzes wurden entwickelt. Ein Ansatz ist, die visuelle Orientierung von Schaderregern im Befall zu beeinflussen (Prokopy & Owens 1983) und den Befall sozusagen präventiv zu reduzieren. Dazu kann zum Beispiel das optische Erscheinungsbild von Pflanzenbeständen durch den Einsatz von Mulch verändert werden. Farbe, Form und Kontrast der Wirtspflanzen wirken im Bezug auf ihre unmittelbare Umgebung unterschiedlich.

Technisches Mulch (Folie oder Vlies) ist ein bereits geprüftes Anbauverfahren in der Gemüseproduktion (Krug et al. 2002). Die Verwendung von Mulch stößt auf größer werdendes Interesse (KTBL 2003). Pflanzenbaulich erwartet man durch Beikrautunterdrückung, Bodenfeuchteerhalt und Temperatursteigerungen ertragspositive Wirkungen. Herkömmlicherweise ist das Mulchmaterial schwarz, um die Bodentemperatur zu erhöhen. Die Pflanzenentwicklung ist aber auch besonders in Abhängigkeit des reflektierten Lichts zu sehen, wie der Einsatz weißer Materialien belegt. Das Phytochromsystem der Pflanzen ermöglicht diesen eine morphologische Reaktion auf veränderte Lichtqualitäten.

Als Hypothese stellt sich die Frage, ob eine Reduktion des Schaderregerbefalls (im speziellen Blattläuse) durch unterschiedliche Mulchfärbung möglich ist und wie Pflanzen in Entwicklung und Ertrag durch verschiedenfarbiges Mulch beeinflusst werden. Die Größen Ertrag und Schaderregerbefall sollen in ihrer Wechselwirkung in Abhängigkeit vom Faktor ‚Licht‘ optimiert und analysiert werden. Die Erkenntnis soll Ansätze liefern, Kernprobleme des ökologischen Landbaus wie die Beikrautregulation, den Pflanzenschutz und die Ertragssicherung anzugehen und Impulse für eine Einsparung von Pflanzenschutzmitteln und Energie setzen. Ziel ist eine Anbauempfehlung für die Praxis.

III.2. Planung und Ablauf

Das Vorhaben fand im Rahmen des Bundesprogramms zur Förderung des ökologischen Landbaus von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung im Zeitraum Juni 2002 bis Dezember 2003 statt. Initiiert wurde das Projekt „Reduzierung des Blattlausbefalls an ausgewählten Gemüsekulturen durch Mulchen mit verschiedenen Materialien und Farben“ von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau. Die Universität Hannover, Institut für Obst- und Gemüsebau hat den Teilaspekt Farbe, welcher im

Folgenden behandelt wird, geplant und durchgeführt. Diese Versuche wurden in Kooperation mit dem Betrieb ‚Naturkost Rosenhof‘ in Winzlar realisiert.

Zum Ablauf des Projektes ist anzumerken, dass die Versuchsjahre durch extreme Witterung gekennzeichnet waren. Das Jahr 2002 war sehr nass, wohingegen das Jahr 2003 sehr heiß und trocken war. Die Zielerreichung ist somit nur bedingt erfolgt, da die Interpretationswürdigkeit der Ergebnisse zu stark beeinflusst waren, um daraus eine allgemeine Empfehlung ableiten zu können.

III.3. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Unter dem Begriff Mulch versteht man eine Bodenbedeckung mit dem technischen Ziel der Förderung des Wachstums von Kulturpflanzen durch verschiedene Effekte wie Unkrautunterdrückung, Bodentemperatur- und Bodenwassergehaltsbeeinflussung, Nährstoffverfügbarkeitsänderung und Pflanzenhintergründe durch reflektiertes Licht zu manipulieren. Letzteres ist Hauptbetrachtungsobjekt dieses Projektes mit erwarteten Wirkungen verschiedenfarbigen Mulches auf Pflanzen und Schaderreger. Als Mulch werden organische Materialien wie Grünschnitt, Stroh, Rindenteile, Laub oder Kompost oder technische Materialien wie Polyethylen-Folien (auch biologisch abbaubare), Polypropylen-Vliese oder Papiere verwendet. Arbeitstechnisch als auch betriebswirtschaftlich eignen sich einige Kulturen besser als andere für den Einsatz von Mulch im Gemüsebau. Hier fand eine Beschränkung auf den Aspekt Farbe statt.

Diskussionen um Probleme mit Mulch allgemein kennzeichnen sich durch Arbeitsintensität (Kromer 1982, 1986), Müllbeseitigung (Kraus 2002), Stoffeintrag in Ökosysteme (Walter 1972), Ressourcenverwendung (Pfeil 1994) und Beeinflussung der Bodenfauna (Gut et al. 1990). Die Auseinandersetzung mit dem Thema Mulch im ökologischen Gemüsebau sollte jedoch einzelfallweise abgewogen werden, da z. B. auch die Einsparung von Pflanzenschutzmitteln ein Beitrag zum Umweltschutz leisten kann.

Weltweit ist Mulch besonders in ariden und semiariden Gebieten von Bedeutung (Türke 1976). Das Gesamtaufkommen von Plastikmaterialien in der Landwirtschaft lag 2001 mit 0,21 Mio. t bei 2,4 % des Gesamtplastikverbrauchs in Deutschland (VKE 2003). In der Bundesrepublik werden mit etwa 4000 t Plastik für die Verwendung als Mulch in der Landwirtschaft vergleichsweise wenig aufgewandt (Groot et al. 2000). Die Tendenz ist derzeit stagnierend (Labowsky 2003, KTBL 2003). Neue Materialien wie biologisch abbaubare oder farbwechselnde Folien spiegeln Entwicklungstrends wider (Stephens 2003, Graham et al. 1995).

Die Wirkung von Mulch auf die Pflanze lässt sich in zwei Bereiche gliedern. Zum einen wirkt Mulch indirekt über den Boden (Matschitka und Ernst 1995, Struzina 1990, Türke 1976). Direkt

wirkt das reflektierte Licht des Mulches auf die Pflanze. Pflanzen reagieren mit dem Phytochromsystem auf unterschiedliche Lichtqualitäten (Kasperbauer 2000). Dies dient einer pflanzlichen Wahrnehmung der Umwelt.

Im Bereich verschiedenfarbiges Mulch fand die Entwicklung in den 60er Jahren in den Vereinigten Staaten an (Kasperbauer 1992). Kasperbauer bezieht sich zumeist auf das Hellrot/Dunkelrot-Verhältnis von Borthwick et al. (1952) zur Beschreibung der morphogenetischen Pflanzenentwicklung. Es werden Blühinduktion in *Chenopodium* (Kasperbauer et al. 1963), Blattformen und Chlorophyllgehalte von Tabak (Kasperbauer & Hiatt 1966, Kasperbauer & Peaslee 1973), Assimilatverteilung in Sojabohne (Kasperbauer et al. 1984, Hunt et al. 1989) oder Tomate (Kasperbauer & Hunt 1998, Decoteau et al. 1986), Wurzelentwicklung, Sprossentwicklung am Keimling und Spross/Wurzel-Verhältnisse der Baumwolle (Kasperbauer & Hunt 1992, 1994) und zuletzt Inhaltsstoffänderungen der Erdbeere (Kasperbauer et al. 2001, Loughrin & Kasperbauer 2002) beschrieben. Weitere Erfassungen von Inhaltsstoffen sind bei Rübe und Karotten (Antonious 1996, Antonious & Kasperbauer 2002) und Basilikum (Loughrin & Kasperbauer 2001) vorgenommen worden. Die Entwicklung der Kulturen Tomate (Brown et al. 1991, Decoteau et al. 1988, Decoteau, Kasperbauer & Hunt 1989, Diaz-Perez und Batal 2002, Fortnum et al. 1995, Fortnum, Kasperbauer & Decoteau 2000, Ngouajio et al. 2003) und Paprika (Decoteau et al. 1990, Gough 2001, Kaul & Kasperbauer 1992, Orzolek 1993) sind ausführlicher dokumentiert. Eher ertragsorientierte Untersuchungen liefen in verschiedensten anderen Kulturen wie Aubergine (Mahmoudpour & Stapleton 1997), Gurke (Mbugua 1996), Blumenkohl (Orzolek et al. 2001), Porree (Benoit u Ceustermans 1994), Kartoffel (Jimenez et al. 2003, Matheny et al. 1992), Kürbis (Orzolek 1993), Radicchio (Rangarajan & Ingall 2001).

In Deutschland beschränken sich die Versuche zu verschiedenfarbigem Mulch auf Kopfsalat (Bochow & Kaufmann 1991, Hagendorf et al. 1990, Kaufmann et al. 1991, Maync 1991, Seitz 1973). Einen Überblick über die Möglichkeiten verschiedenfarbigen Mulchs geben Orzolek (2002) und Lamont und Orzolek (2002). Die Reaktion der Pflanzen lässt sich zusammenfassen als gesteigerte Erträge über stark reflektierenden Materialien (Silber und Weiß) durch erhöhte Assimilationsleistungen. Über Schwarz wirken Temperatureffekte bei Frühanbau ertragssteigernd. Rote Materialien förderten die Sprossbildung und das Streckungswachstum.

Die Wirkung von Mulch auf Schaderreger ist an Befallsstrategien geknüpft. Finch und Collier (2000) führen sieben Einflussfaktoren für einen Erfolg des Befalls mit Schaderregern in ihrem Konzept geeigneter/nicht geeigneter oder erfolgreich/nicht erfolgreicher Landung zusammen. Genannt werden physikalische Hemmung, visuelle Tarnung, Pflanzenduftmaskierung, chemische Repellenz der Pflanzen, Pflanzenduftveränderung, die Ressourcen-Konzentrations-Hypothese und die Feind-Hypothese. Alle genannten Einflüsse wirken gemeinsam und mehr oder minder ausgeprägt im Anbausystem mit verschiedenfarbigem Mulch.

Den visuellen Aspekt verschiedenfarbigen Mulchs auf das Befallsverhalten von Blattläusen bezogen findet sich hauptsächlich im Konzept der visuellen Tarnung wieder. Moericke (1950) beschäftigte sich sehr früh mit dieser Thematik. Er erfasste den Zusammenhang der Farbe als Landereiz für Blattläuse mit verschiedenfarbigen Fangschalen, was in der so genannten Gelbschale zum Monitoring resultierte (Moericke 1952). Der Zusammenhang der farblichen Wirkung der Pflanzen und des Hintergrundes entwickelte sich in der Folge, wo weiße Flächen (Moericke 1955) und auch pflanzenfreie Flächen (Moericke 1957) nachweislich weniger befliegen wurden. Müller (1964) prüfte den Kontrast von Pflanze und Hintergrundfläche anhand farbiger Salate (vgl. auch Costello 1995, Smith 1976). Moericke (1955) unterschied bereits den Befallsflug vom Migrationsflug, doch die visuelle Wahrnehmung und daraus abgeleitete Verhaltenssteuerung der Blattläuse war der wesentliche Ansatzpunkt für Kennedy (Kennedy et al. 1961, Kennedy & Booth 1963). Der physiologische Ansatz rezeptorischer Wahrnehmung von Blattläusen ist dennoch nicht ausführlich geklärt worden (Briscoe & Chittka 2001, Kring 1977, Mazakhin-Parshnyakov & Kazayakina 1979, Watase 1961).

Trotzdem wurde bereits Mitte der 60er Jahre die nutzbringende Anwendung von Mulch als Pflanzenschutzmöglichkeit dokumentiert. Erste Hinweise sind von Kring (1964) und Smith et al. (1964) gegeben, wo Aluminium als reflektierendes und blattlausreduzierendes Material verwendet wurde. Vor allem auch unter dem Aspekt Blattläuse als Virus-Vektor abzuhalten von Pflanzenkulturen finden sich in der Folge verschiedene Quellen zu weißem, Aluminium oder UV-reflektierendem Material (siehe Tab. III.1), auch in Bezug auf andere Schaderreger.

Spezielle Zusammenhänge von anderen Mulchfarben und Schaderregern sind wenig bekannt. Cohen und Marco (1973) zeigten gelbe Fangstreifen, welche heute auch in der Praxis angewandt werden (Emmett 2002). Bemerkenswert sind auch die Ergebnisse von Molla (2003), bei denen Blattläuse über gelbem Mulch vermindert auftraten. Schwarzes Material wurde bei Necibi, Barrett und Johnson (1992) bzgl. Gurken und Gurkenkäfer untersucht. Bei Tomate wird ein reduzierter Nematodenbefall durch rotes Mulch angeführt (Fortnum et al. 1995). Andere farbliche Gegenüberstellungen werden für Gurkenkäfer und Gurke (Mbugua 1996), für Blattläuse in Tabak (Fusco & Thurston 1970) und Paprika (Cartwright et al. 1990), sowie für Thrips an Tomate (Brown et al. 1989) gezeigt.

Tab. III.1: Chronologische Literatur-Übersicht der Quellen mit dem Thema „Reduktion des Schaderregerbefalls durch reflektierende Mulchmaterialien“

Jahr	Autor	Kultur	Schaderreger	Material
1964	Smith et al.		Aphidae, Virus	Aluminium
1967	Johnson, Bing & Smith	Gladiole	Aphidae, Virus	reflektierend
1967	Rothman	Hafer	Aphidae, Virus	Aluminium
1968	Adlerz und Everett		Aphidae	Aluminium, weißes PE
1968	Jones und Chapman		Aphidae, Virus	Aluminium & anderes
1969	Smith und Webb		Aphidae, Virus	reflektierend
1970	Smith und Webb		Mex. Bohnen-Käfer	Bodenmulch
1971	George und Kring	Kürbis	Virus	Aluminium
1972	Black und Roston	Paprika	Aphidae, Virus	Aluminium
1972	Shands und Simpson	Kartoffel	Aphidae	Aluminium
1972	Smith, Boswell & Webb	Gladiole	Thrips	repellent
1975	Loebenstein et al.	Paprika	Aphidae, Virus	Aluminium
1975	Nawrocka et al.	Kopfsalat	Aphidae, Virus	reflektierend
1976	Daiber und Donaldson		Vektor	Aluminium
1977	Chalfant et al.	Kürbis	Insekten, Virus, Nematoden	reflektierend
1977	Eulitz		Virus	Aluminium
1979	Schalk et al.	Gemüse	Insekten	reflektierend
1979	Toscano et al.			reflektierend
1981	Cardona et al.	Bohne	<i>Empoasca kraemeri</i>	künstlich
1982	McLean et al.		Virus	reflektierend
1985	Greenough	Tomate	Virus	Aluminium
1987	Schalk und Robbins	Tomate	Insekten	reflektierend
1989	Scott et al.	Tomate	Thrips	reflektierend
1990	Lamont, Sorensen & Averde	Kürbis	Virus	Aluminium
1991	Brown et al.	Kürbis	Aphidae, Virus	reflektierend
1991	Jones	Lupine	Aphidae, Virus	reflektierend
1993	Stapleton et al.	Paprika	Aphidae	reflektierend
1995	Csizinsky, Schuster & Kring	Tomate	Insekten	farbig
1996	Antignus et al.		Insekten, Virus	UV reflektierend
1996	Brown et al.	Tomate	Thrips	Plastik-Mulch
1997	Farias-Larios und Orozco-Santos	Wassermelone	Aphidae	farbiges PE
1998	Caldwell et al.	Kürbis	Gurkenkäfer	Aluminium
1999	Caldwell und Clark	Gurke, Kürbis	Gurkenkäfer	Aluminium
1999	Morey		Käfer	reflektierend
2000	Brust	Kürbis		reflektierend
2001	Benoit und Ceustermans	Porree	Thrips	farbig
2002	Stapleton und Summer	Zuckermelone	Aphidae, Virus	reflektierend
2002	Summers und Stapleton	Kürbis	<i>Bemisia argentifolii</i>	UV reflektierend
2003	Pereira, Leckie & Ownley	Tomate	Insekten	metallisiert UV-reflekt.
2003	Rosenkranz	Gladiole	Thrips	Silber gefärbt

Allerdings wird auch von keinem Einfluss der Mulchfarbe auf den Nematodenbefall (Hannah 2000) oder das Auftreten von Viren (Rothman 1967) berichtet. Viele der Untersuchungen nutzen Virusbefall indikativ als abhängigen Parameter der Mulchfarbe, was wahrscheinlich einen Fehler der Besiedlung durch Blattläuse wegen des Probestechens hervorruft, was aber nicht die Wirksamkeit des Mulch im Anbau mindern muss.

Im deutschen Sprachraum finden sich keine Hinweise zur Verwendung farbiger Mulchmaterialien und deren Wirkung auf Schaderreger. Auch fand sich keine Literatur zu Mulch und Schmetterlingen. Über die exakten Wirkmechanismen ist wenig bekannt, bzw. gibt es nur Mutmaßungen. Auch fehlt zumeist eine gesamtökologische Einordnung der Ergebnisse, wie Wirkungen der Mulchfarbe auf Hyperparasiten oder Konkurrenten. So lassen sich bisher keine eindeutigen Schlüsse ziehen.

III.4. Material und Methoden

III.4.1. Untersuchungsansatz

An ausgewählten Kulturen wurde in Kleinparzellenversuchen im Feld der Schaderregerbefall und der Ertrag empirisch erhoben und statistisch ausgewertet. Behandlungsfaktor war lediglich die Mulchfarbe. Die Versuche wurden etwas unterschiedlich im Aufbau als verschiedene Sätze wiederholt. Die Gliederung der Ergebnisse folgt den einzelnen Versuchen, deren Aufbau im Folgenden beschrieben ist. Gemeinsame Grundlagen werden vorab in Material und Datenerhebung genannt, Abweichungen werden bei den einzelnen Versuchsbeschreibungen und Kulturdaten angeführt.

III.4.2. Material

Für die Versuche wurde einheitlich Polypropylen-Vlies verwendet, welches allerdings in unterschiedlichen Farben nur mit Beschaffungsschwierigkeiten erhältlich war. Das Material wurde gewählt, da es gegenüber einer Polyethylen-Folie eine größere Wasser- und Luftdurchlässigkeit aufweist und damit die Einflüsse auf den Boden geringer sind. Im Jahr 2002 wurden die Farben Schwarz in 50 g/m², Blau in 70 g/m² und Rot in 35 g/m² eingesetzt. Einheitliches Material von 70 g/m² wurde im Folgejahr in den Farben Schwarz, Rot, Blau, Dunkelblau, Grün, Weiß und Silber (aluminiumbedampft) verwendet. Die Materialstärke wurde aufgrund der Lichtundurchlässigkeit gewählt. Blau entfiel im Laufe der Versuche und wurde gegen eine dunklere Variante ersetzt. Reflexionsspektren dieser Materialien befinden sich in Abbildung III.1.

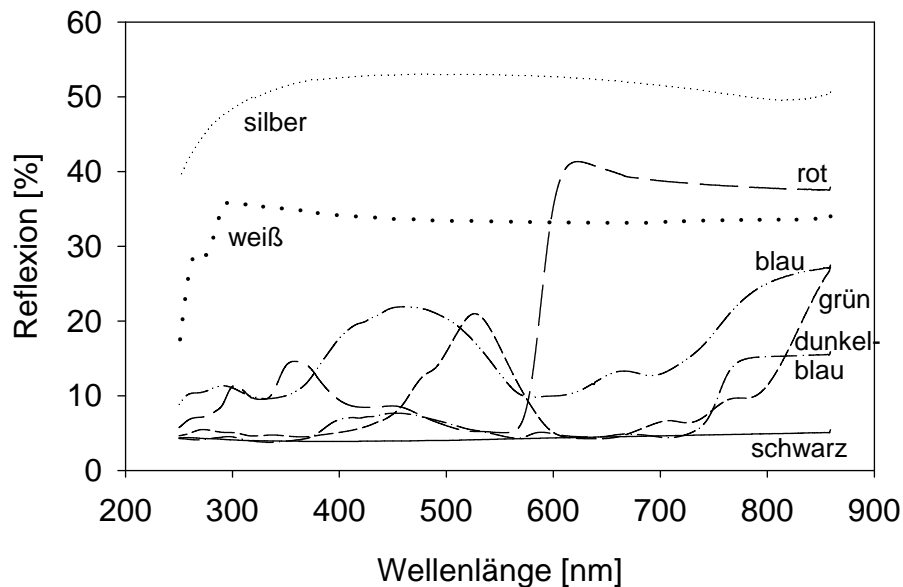


Abb. III.1: Reflexionsspektren der verwendeten Mulchmaterialien (gemessen mit Perkin-Elmer, Lambda 900 UV/VIS Spektrometer, Quelle Deuterium-Lampe).

Der verbreitete Einsatz von Mulch im Salatanbau hat den Kopfsalat als Kultur prädispositioniert (Deiser & Eichin 1992), auch vor dem Hintergrund, dass verschiedene Blattläuse die verkaufsfähige Ware stark in der Qualität beeinflussen. Die Sorte Giotto wurde 2002 und im zweiten Satz 2003 verwendet. Der erste Satz 2003 wurde mangels Verfügbarkeit der gewählten Sorte ‚Giotto‘ mit ‚Josina‘ angelegt. Die zweite Kultur Brokkoli kam zur Auswahl durch die starke Gefährdung der Kohlpflanzenenerträge durch die Mehligke Kohlblattlaus (Hildenhagen et al. 1993). Steigende Marktanteile und ein im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen relativ natürliches Erscheinungsbild der Pflanze waren weitere Argumente für diese Wahl. Verwendet wurde die Sorte ‚Marathon‘. Als dritte Kultur, in Erwartung starker photomorphogenetischer Reaktion und ebenfalls durch Blattläuse gefährdet, wurde die Buschbohne (Sorte ‚Modus‘) getestet.

Der Standort Winzlar liegt südlich des Steinhuder Meeres unmittelbar am Rande zur Nord-Westdeutschen Tiefebene. Bei der Bodenart handelt es sich hier um lehmigen Sand. Das Klima ist im langjährigen Mittel durch die Werte 8,4°C Temperatur und 640 mm Niederschlag pro Jahr gekennzeichnet (Deutscher Wetterdienst). Die Lage ist leicht entfernt vom Dorfrand und von landwirtschaftlichen Flächen umgeben. Der Standort Hannover-Herrenhausen hat einen Sandboden, ist umschlossen von Park- und Siedlungsflächen und weist langjährige Klimamittel von 9,4°C Temperatur und 644 mm Niederschlag pro Jahr auf. Es sind dies die Versuchsflächen des Instituts für Gemüsebau.

III.4.3. Datenerhebung

Die Versuche wurden im Jahr 2002 als Blockanlagen aufgebaut, da die Fläche an einem leichten Hang lag. Zur Wiederholung kamen 4 Blöcke. Im darauf folgenden Jahr sind zugunsten der statistischen Absicherung je Versuch 5 Wiederholungen angelegt worden. Das Design waren komplett randomisierte Anlagen, da von keinem bekannten Gradienten auf der Fläche auszugehen war.

Allein das zufällig erscheinende Muster der Parzellen sollte den Befall leiten. Nachbarschaftseinflüsse der Parzellen sind somit als zufällig und unabhängig von der Anflugrichtung negiert worden. Zu den Parzellengrößen und deren gegenseitiger Beeinflussung bezüglich eines Befallsverhaltens gibt es keine genaueren Kenntnisse. Große Abstände zwischen den Parzellen oder ein Lateinisches Quadrat wäre flächen- und arbeitstechnisch nicht durchführbar gewesen.

Der Schaderregerbefall wurde als Sichtbonitur ermittelt. Im Versuchsjahr 2002 wurden Pflanzen zu verschiedenen Terminen geerntet, um parallel Pflanzenentwicklungsparameter erheben zu können. Im Jahr 2003 wurden Bonituren ohne Zwischenernten an bestimmten räumlich gleichmäßig verteilten Pflanzen im Feld vorgenommen. Die Blattläuse wurden getrennt nach geflügelten, ungeflügelten und parasitierten Tieren erfasst. Weiterhin sind Antagonisten (Schwebfliegenlarven, Florfliegenlarven, Gallmückenlarven und Marienkäfer) und im Kohl auch verschiedene Lepidopterenlarven, -larven und -puppen (Kleiner und Großer Kohlweißling, Kohleule, Kohlmotte, Gamma-Eule und Kohlzünsler) gezählt worden. Die Sätze sollten zeitlich gestaffelt sein, um den Befallsdruck über die Zeit abzubilden. Dazu wurden Gelbschalenfänge um die Versuchsfläche herum ausgezählt.

Als Pflanzenparameter wurden die Zielgröße Ertrag, d.h. Frisch- und Trockenmasse bestimmt. Für die Pflanzenentwicklung kamen Ganzpflanzengewichte und beim Brokkoli und bei der Buschbohne weitere Parameter wie die Blattfläche, Blattanzahl, Triebanzahl und Pflanzenhöhe hinzu. Zur Beurteilung des Einflusses des Mulches über den Boden auf die Pflanzen wurden Bodentemperaturen in 10 cm Tiefe und Bodenfeuchtegehalte mittels Time-Domain-Reflectometry-Sonden (TDR-Sonden) aufgezeichnet.

Statistisch wurden die Versuche varianzanalytisch mit dem multiplen Mittelwertvergleich von Tukey ausgewertet, um alle Varianten gegeneinander vergleichen zu können. Die graphischen Abbildungen zeigen in der Regel Parzellenmittelwerte mit Standardabweichungen. Die Anzahl ‚n‘ in den Abbildungslegenden gibt die Anzahl der Parzellen wieder.

III.4.4. Versuche

Die Fotos III.1a-d stellen den Versuchsaufbau dar.



Foto III.1a: Brokkoli auf verschiedenfarbigem Mulch, Herrenhausen Satz 1, 2003



Foto III.1b: Wuchsdepression durch Mehligke Kohlblattlaus an Brokkoli bei grünem Mulch gegenüber silbernem Mulch im Vordergrund, Herrenhausen Satz 2, 2003



Foto III.1c: Kopfsalat über verschiedenfarbigem Mulch in Winzlar Satz 1, 2003



Foto III.1d: Kopfsalat über verschiedenfarbigem Mulch in Winzlar Satz 2, 2003

III.4.4.1. Winzlar

Kopfsalat 2002

Ort	Winzlar
Pflanzung	28. Juni 2002 (KW 26)
Ernte	20. August 2002 (KW 34)
Kultur	Sorte Giotto, Pflanzverband 0,3*0,3 m, eine Grunddüngung mit Haarmehlpellets auf 140 kg N/ha, keine Bewässerung
Behandlung	PP-Vlies Schwarz (50 g/m ²), Rot (35 g/m ²), Blau (70 g/m ²), gehackte Kontrolle
Versuch	Blockanlage, 4 Wiederholungen
Parzelle	3 Beete à 1,5 m Breite mit 0,3 m Fahrspur, vierreihig bepflanzt, Ausrichtung Nord-Süd, 156 Pflanzen total, Größe 4,5*3,9 m
Auswertung	Ernte an 3 Terminen, 16 Pflanzen pro Parzelle, Parameter Schaderreger und Pflanzenentwicklung

Brokkoli 2002

Ort	Winzlar
Pflanzung	5. Juli 2002 (KW 27)
Ernte	10. September 2002 (KW 37)
Kultur	Sorte Marathon, Pflanzverband 0,6*0,4 m, eine Grunddüngung mit Haarmehlpellets auf 200 kg N/ha, keine Bewässerung
Behandlung	PP-Vlies Schwarz (50 g/m ²), Rot (35 g/m ²), Blau (70 g/m ²), gehackte Kontrolle
Versuch	Blockanlage, 4 Wiederholungen
Parzelle	3 Beete à 1,5 m Breite mit 0,3 m Fahrspur, zweireihig bepflanzt, Ausrichtung Nord-Süd, 96 Pflanzen total, Größe 4,5*6,4 m
Auswertung	Ernte an 3 Terminen, 16 Pflanzen pro Parzelle, Parameter Schaderreger und Pflanzenentwicklung

Kopfsalat Winzlar 2003, Satz 1

Ort	Winzlar
Pflanzung	28. April 2003 (KW 18)
Ernte	11. Juni 2003 (KW 24)
Kultur	Sorte Josina, Pflanzverband 0,25*0,3 m, eine Grunddüngung mit Haarmehlpellets auf 140 kg N/ha, keine Bewässerung
Behandlung	PP-Vlies Schwarz, Rot, Blau, Dunkelblau, Grün, Weiß, Silber (einheitlich 70 g/m ²), gehackte Kontrolle
Versuch	vollständig randomisierte Anlage mit 5 Wiederholungen
Parzelle	2 Beete à 1,5 m Breite mit 0,3 m Fahrspur, vierreihig bepflanzt, Ausrichtung Nord-Süd, 88 Pflanzen total, Größe 3*3,6 m
Auswertung	wöchentliche Bonitur an 12 festen Pflanzen je Parzelle, Parameter Schaderreger und Ertragsbestimmung

Kopfsalat Winzlar 2003, Satz 2

Ort	Winzlar
Pflanzung	12. Juni 2003 (KW 24)
Ernte	21. Juli 2003 (KW 30)
Kultur	Sorte Giotto, Pflanzverband 0,25*0,3 m, eine Grunddüngung mit Haarmehlpellets auf 140 kg N/ha, keine Bewässerung
Behandlung	PP-Vlies Schwarz, Rot, Dunkelblau, Grün, Weiß, Silber (einheitlich 70 g/m ²), gehackte Kontrolle
Versuch	vollständig randomisierte Anlage mit 5 Wiederholungen
Parzelle	2 Beete à 1,5 m Breite mit 0,3 m Fahrspur, vierreihig bepflanzt, Ausrichtung Nord-Süd, 88 Pflanzen total, Größe 3*3,6 m
Auswertung	wöchentliche Bonitur an 12 festen Pflanzen je Parzelle, Parameter Schaderreger und Ertragsbestimmung

Brokkoli Winzlar 2003

Ort	Winzlar
Pflanzung	16. Juli 2003 (KW 29)
Ernte	14. Oktober 2003 (KW 42)
Kultur	Sorte Marathon, Pflanzverband 0,6*0,4 m, eine Grunddüngung mit Haarmehlpellets auf 200 kg N/ha, Bewässerung zweimal
Behandlung	PP-Vlies Schwarz, Rot, Dunkelblau, Grün, Weiß, Silber (einheitlich 70 g/m ²), gehackte Kontrolle
Versuch	vollständig randomisierte Anlage mit 5 Wiederholungen
Parzelle	3 Beete à 1,5 m Breite mit 0,3 m Fahrspur, zweireihig bepflanzt, Ausrichtung Nord-Süd, 72 Pflanzen total, Größe 4,5*5,2 m
Auswertung	wöchentliche Bonitur an 12 festen Pflanzen je Parzelle, Parameter Schaderreger und Ertragsbestimmung

Buschbohne 2003

Ort	Winzlar
Pflanzung	Saat 12. Mai 2003 (KW 20)
Ernte	1. August 2003 (KW 31)
Kultur	Sorte Modus, Direktsaat Verband 0,4*0,125 m, eine Grunddüngung mit Haarmehlpellets auf 110 kg N/ha, keine Bewässerung
Behandlung	PP-Vlies Schwarz, Rot, Dunkelblau, Grün, Weiß, Silber (einheitlich 70 g/m ²), gehackte Kontrolle
Versuch	vollständig randomisierte Anlage mit 5 Wiederholungen
Parzelle	2 Beete à 1,5 m Breite mit 0,3 m Fahrspur, zweireihig bepflanzt, Ausrichtung Nord-Süd, 150 Pflanzen total, Größe 3*3,25 m
Auswertung	eine Bonitur an 8 Pflanzen je Parzelle, sonst wöchentlich Stichprobe auf Befall, Parameter Pflanzenentwicklung

III.4.4.2. Herrenhausen

Brokkoli Herrenhausen 2003, Satz 1

Ort	Herrenhausen
Pflanzung	17. April 2003 (KW 16)
Ernte	17. Juni 2003 (KW 25)
Kultur	Sorte Marathon, Pflanzverband 0,6*0,4 m, eine Grunddüngung mit Kalkammonsalpeter auf 200 kg N/ha, Bewässerung nach Bedarf
Behandlung	PP-Vlies Schwarz, Rot, Blau, Dunkelblau, Grün, Weiß, Silber (einheitlich 70 g/m ²), gehackte Kontrolle
Versuch	vollständig randomisierte Anlage mit 5 Wiederholungen
Parzelle	3 Beete à 1,5 m Breite mit 0,3 m Fahrspur, zweireihig bepflanzt, Ausrichtung Nord-Süd, 102 Pflanzen total, Größe 4,5*6,8 m
Auswertung	Nur Pflanzenentwicklung, eine Bonitur auf Kohlflye

Brokkoli Herrenhausen 2003, Satz 2

Ort	Herrenhausen
Pflanzung	23. Juni 2003 (KW 26)
Ernte	25. September 2003 (KW 39)
Kultur	Sorte Marathon, Pflanzverband 0,6*0,4 m, eine Grunddüngung mit Kalkammonsalpeter auf 200 kg N/ha, Bewässerung nach Bedarf
Behandlung	PP-Vlies Schwarz, Rot, Dunkelblau, Grün, Weiß, Silber (einheitlich 70 g/m ²), gehackte Kontrolle
Versuch	Blockanlage mit 3 Wiederholungen
Parzelle	2 Beete à 1,5 m Breite mit 0,3 m Fahrspur, zweireihig bepflanzt, Ausrichtung Nord-Süd, 28 Pflanzen total, Größe 3*3,2 m
Auswertung	eine Bonitur auf Schaderreger bei Bestandesschluss (KW 33) mit 8 Pfl. pro Parz.

III.5. Ergebnisse

III.5.1. Brokkoli

III.5.1.1. Blattläuse

Die Mehligke Kohlblattlaus als spezialisierte Art an Kohlpflanzen war in den Versuchen am Brokkoli die dominierende Blattlaus (98% der Blattläuse). Schon das Versuchsjahr 2002 war wegen der Witterung durch ein geringes Befallsniveau gekennzeichnet (Ergebnisse sind nicht dargestellt). Die Mehligke Kohlblattlaus entwickelte sich erst spät zu kleinen Kolonien. Erst zum Endtermin ging die mittlere Anzahl Blattläuse pro Pflanze über 1 hinaus. Dabei war der mittlere Befall mit etwa 60 Blattläusen pro Pflanze tendenziell dreimal so hoch in der schwarz gemulchten Variante gegenüber den anderen Varianten. Statistisch absicherbare Unterschiede gab es zu keinem Termin. Die Variante Blau war zum Ende am geringsten befallen. Anfänglich dominierten andere Blattlausarten. Sie traten später gegenüber der Mehligken Kohlblattlaus in den Hintergrund. Insgesamt war die Kontrolle tendenziell am stärksten befallen.

Im Jahr 2003 war der Befall im Verlauf des Versuchs zu Beginn etwas höher und nahm später ab. Wie Abbildung III.2 darstellt, sind die Unterschiede der Varianten zu Beginn größer und gleichen sich nach dem Reihenschluss des Bestandes an. Die Tendenz zeigte auch hier wie 2002 einen höheren Befall in den Varianten Schwarz und Kontrolle. Zum Ende wies Grün den höchsten Befall auf, während die Kontrolle stark rückläufig wurde. Statistisch absicherbare Unterschiede waren in den Varianten Rot, Weiß und Silber bis kurz nach Reihenschluss gegeben. Das Bild geflügelter Blattläuse glich in etwa dem der ungeflügelten.

Im Versuch Herrenhausen 1 waren durch die Frühe des Satzes keine Blattläuse bemerkt worden. In einem zweiten Versuch in Herrenhausen konnte 2003 anhand einer einzelnen Bonitur zum Reihenschluss des Bestandes die gleiche Tendenz wie in Winzlar erfasst werden (Abb. III.3).

Das wiederholte Auftreten der Blattläuse in den Varianten zu den einzelnen Terminen bestätigte die Sichtbonitur als Methode. Ein häufiger Vergleich dokumentierte bei einer höheren Anzahl Wiederholungen auch die Populationsentwicklung entsprechend besser, als die Erfassungen durch Zwischenernten im Jahr 2002.

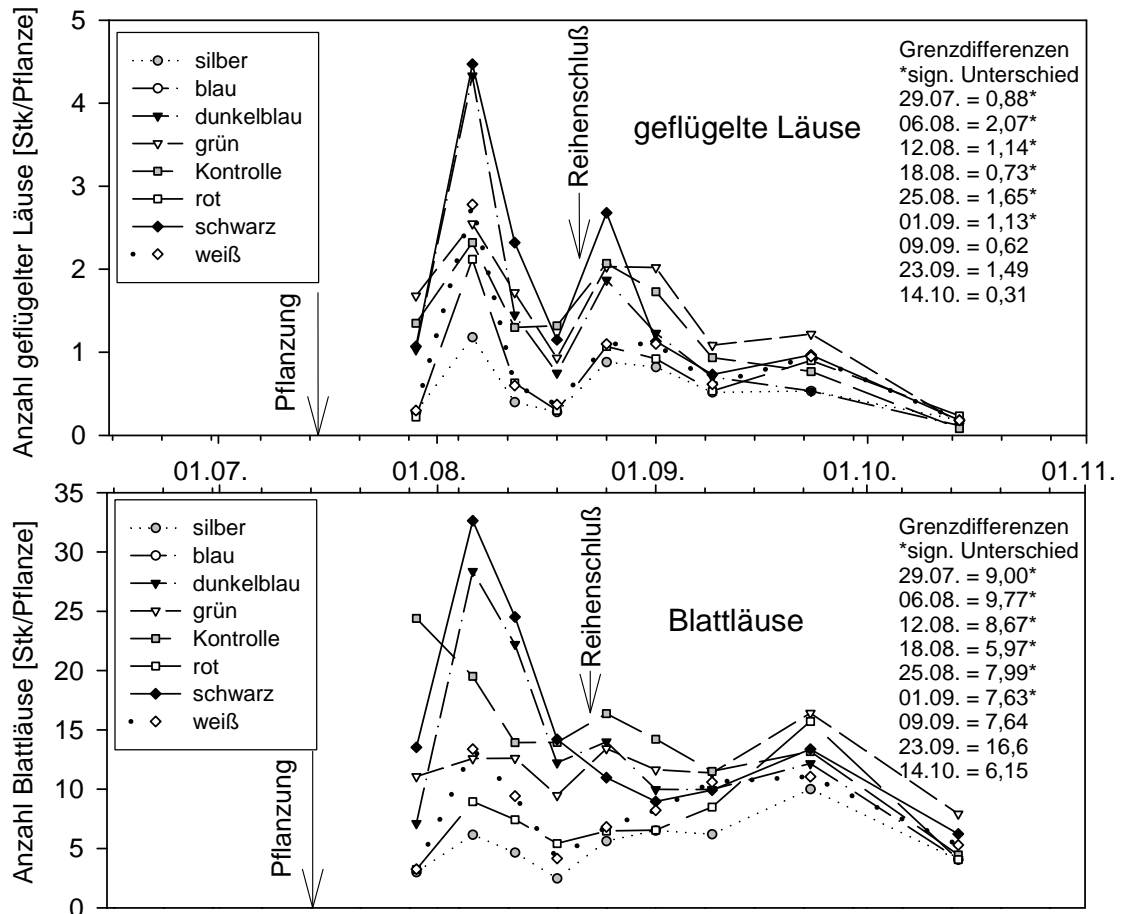


Abb. III.2: Entwicklung der Mehligen Kohlblattlaus an Brokkoli (Winzlar 2003) über verschiedenfarbigem Mulch (Tukey-Test $n = 5$; $p = 0,05$).

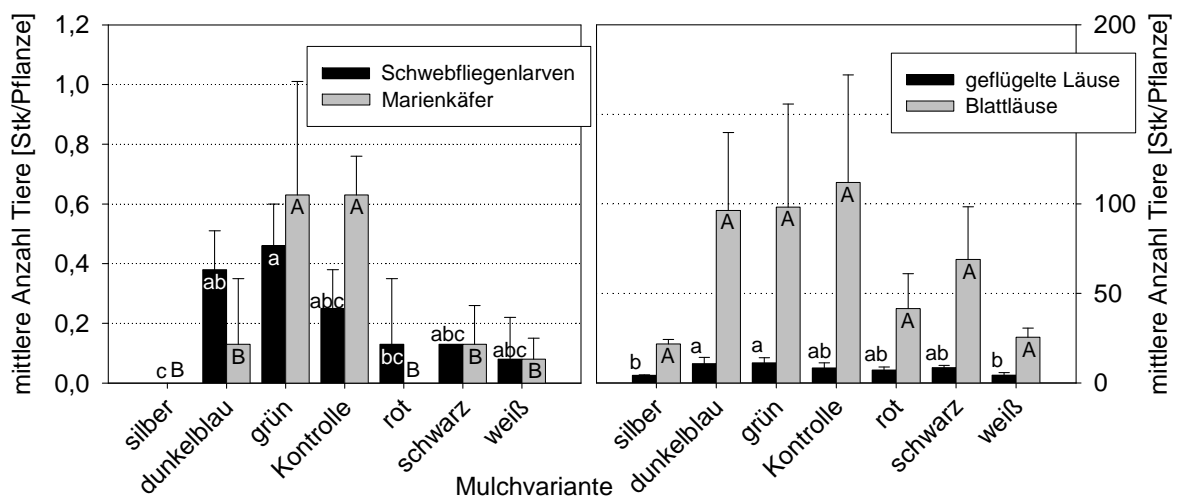


Abb. III.3: Mehliges Kohlblattlaus und Antagonisten an Brokkoli (Herrenhausen 2003, Satz 2) über verschiedenfarbigem Mulch zum Reihenschluss des Bestandes (mit Standardabweichung $n = 3$, Tukey-Test $p = 0,05$).

III.5.1.2. Andere Schaderreger

Die Blattläuse waren in den Jahren 2002 und 2003 nicht als Hauptschädiger des Brokkoli anzusehen. Lediglich im Versuch Herrenhausen 2 konnten Wuchsdepressionen als durch Blattläuse ursächlich angesehen werden (vgl. Foto. III.1b).

Hauptschädling im Jahr 2002 war die Kohlmotte. Ohne absicherbare Unterschiede war die Kontrolle am meisten und die Variante Rot am wenigsten befallen. Gegensätzlich ist der Satz Brokkoli in Winzlar 2003, wo Rot zum Teil wie die Varianten Silber und Weiß stärker besetzt waren als Schwarz, Dunkelblau und die Kontrolle (Abb. III.4). Auch Grün war tendenziell stärker befallen.

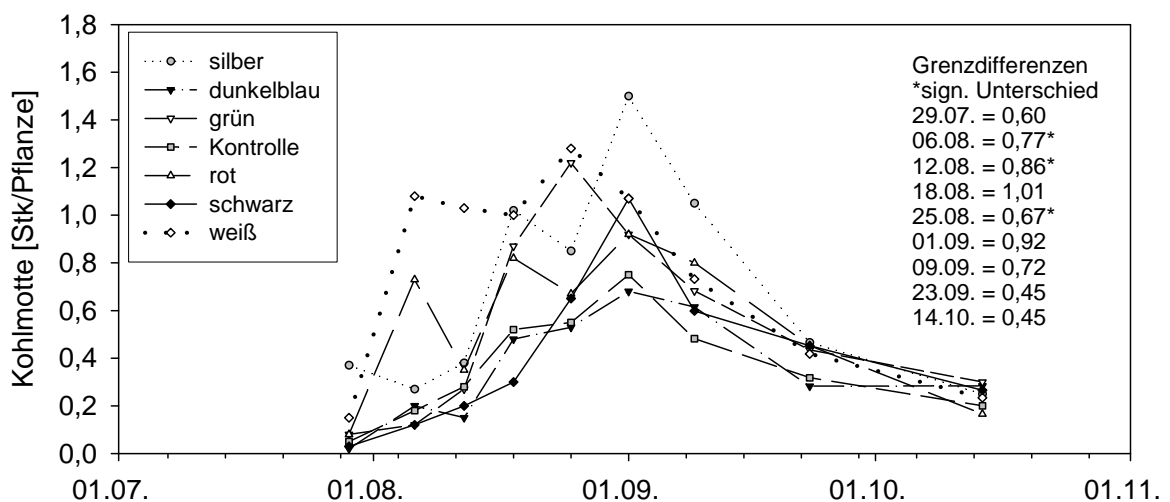


Abb. III.4: Kohlmottenlarven an Brokkoli (Winzlar 2003) über verschiedenfarbigem Mulch (Tukey-Test $n = 5$; $p = 0,05$).

Ein ähnliches Bild zeigte auch der Kleine Kohlweißling (Abb. III.5). Stärker reflektierende Materialien wie Silber und Weiß hatten zu einzelnen Terminen auch absicherbar mehr Larven und Eier als dunkle Varianten. Dies fand sich auch im Vergleich der Jahre, wo die heller blaue Variante des Jahres 2002 tendenziell den höchsten Befall hatte, Dunkelblau im Jahr 2003 jedoch relativ weniger.

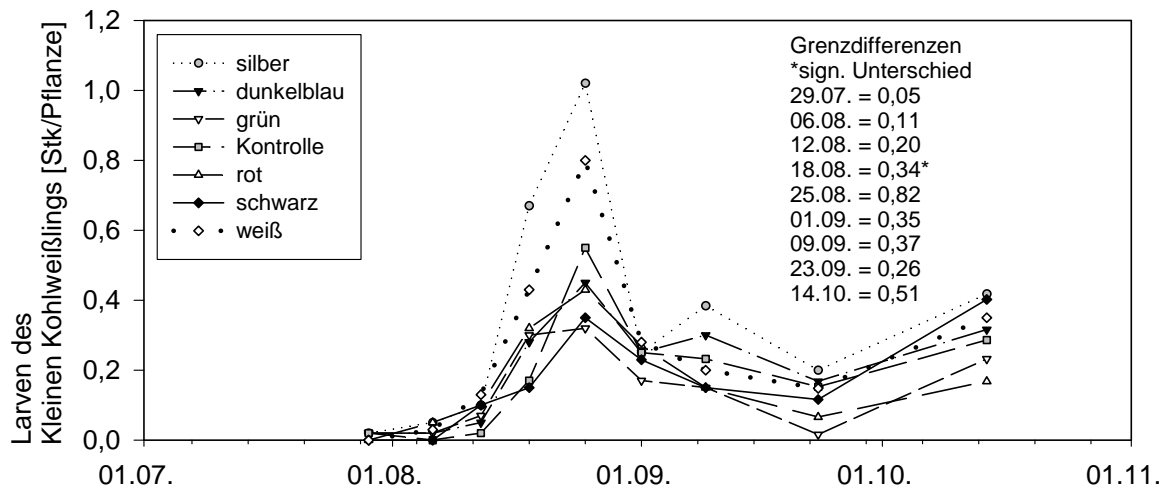


Abb. III.5: Kleine Kohlweißling-Raupen an Brokkoli (Winzlar 2003) über verschiedenfarbigem Mulch (Tukey-Test n = 5; p = 0,05).

Der Große Kohlweißling zeigte eine ähnliche Reaktion wie der Kleine Kohlweißling. Im Jahr 2003 war der Große Kohlweißling allerdings nicht erwähnenswert im Auftreten. Im Jahr 2002 hatten die Kohleulen kaum Bedeutung. Als Hauptschädling war sie im Satz Winzlar 2003 aufgetreten. Wie für die anderen Lepidopteren scheinen die Varianten Silber, Weiß und Rot relativ vorzüglich (Abb. III.6). Statistische Unterschiede waren vor Reihenschluss zu bemerken. Danach brach die Population ein.

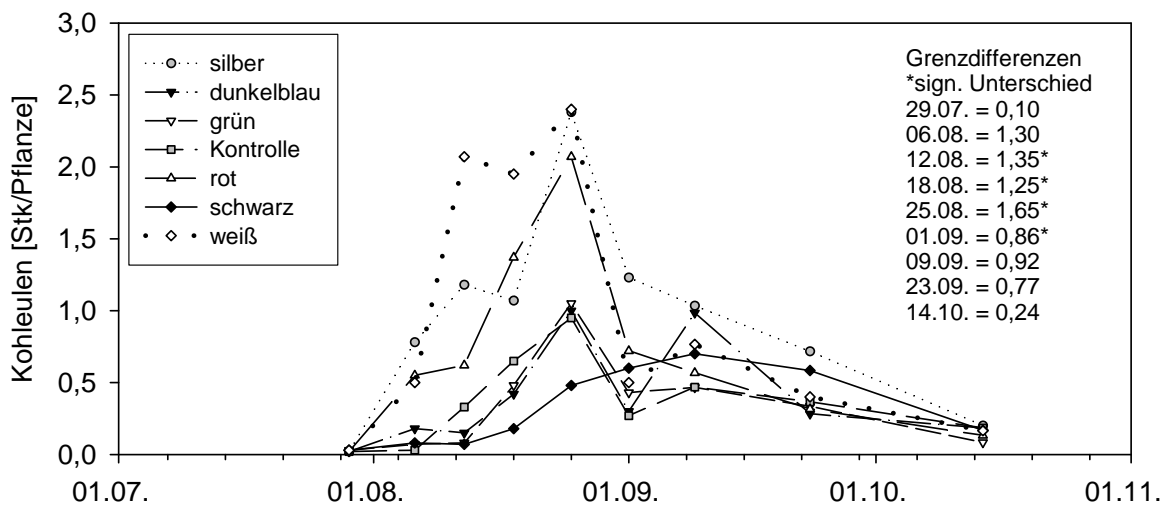


Abb. III.6: Kohleulen-Larven an Brokkoli (Winzlar 2003) über verschiedenfarbigem Mulch (Tukey-Test n = 5; p = 0,05).

Am frühen Satz in Herrenhausen konnte der Ausfall an Brokkolipflanzen durch Kohlfiegen erfasst werden. 30 Tage nach der Pflanzung waren etwa 10 % der Pflanzen in der Kontrolle ausgefallen. Es gab keinen Unterschied zu den Ausfällen bei Dunkelblau und Grün, jedoch deutlich weniger Ausfall bei Weiß, Silber und Rot (Abb. III.7).

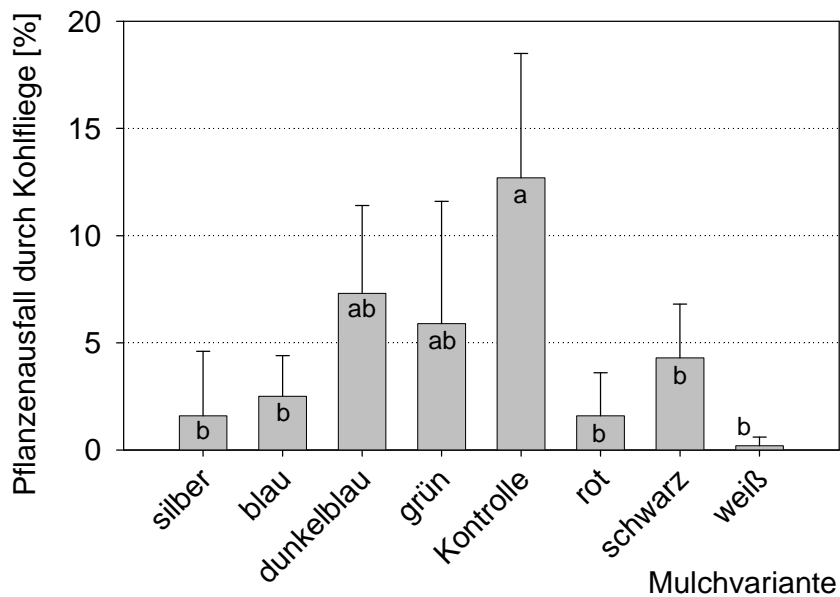


Abb. III.7: Pflanzenausfall durch Kohlflyen-Befall bei Brokkoli (Herrenhausen 2003, Satz 1) über verschiedenfarbigem Mulch (Tukey-Test $n = 5$; $p = 0,05$).

III.5.1.3. *Natürliche Gegenspieler*

Es gab keine Unterschiede in den Varianten bezüglich der Antagonisten im Brokkoli des Jahres 2002. Im folgenden Jahr im Satz Herrenhausen 2 konnten bei den Schwebfliegenlarven und bei den Marienkäfern Unterschiede erfasst werden. Die Variante Grün war stärker besetzt als Silber. Tendenziell war Dunkelblau ebenfalls im Satz Winzlar stärker besetzt. Die Relationen zu den Blattläusen in den Varianten blieben etwa gewahrt.

III.5.1.4. *Ertrag*

Die Ertragssituation 2002 führte zu höheren Erträgen in der Kontrolle im Vergleich zur Variante Rot. In der Tendenz blieben die mittleren Kopfgewichte der Varianten im Jahr 2003 im Satz Herrenhausen 1 (früh) und Winzlar (spät) gleich. Nur beim Vergleich Rot und Schwarz ändern sich die Erträge (Abb. III.8). Im Satz Herrenhausen 1 gab es über alle Varianten keine Unterschiede. In Winzlar war der Ertrag über silbernem Mulch deutlich unterschiedlich zu allen anderen Varianten bis auf Weiß. Die Ganzpflanzengröße und –frischmasse ließen sich vergleichsweise aus dem Satz Herrenhausen 1 heranziehen, jedoch konnte kein Parameter wie Blattzahl, Blattfläche und Trockenmassegehalte etc. als ursächlich herausgestellt werden.

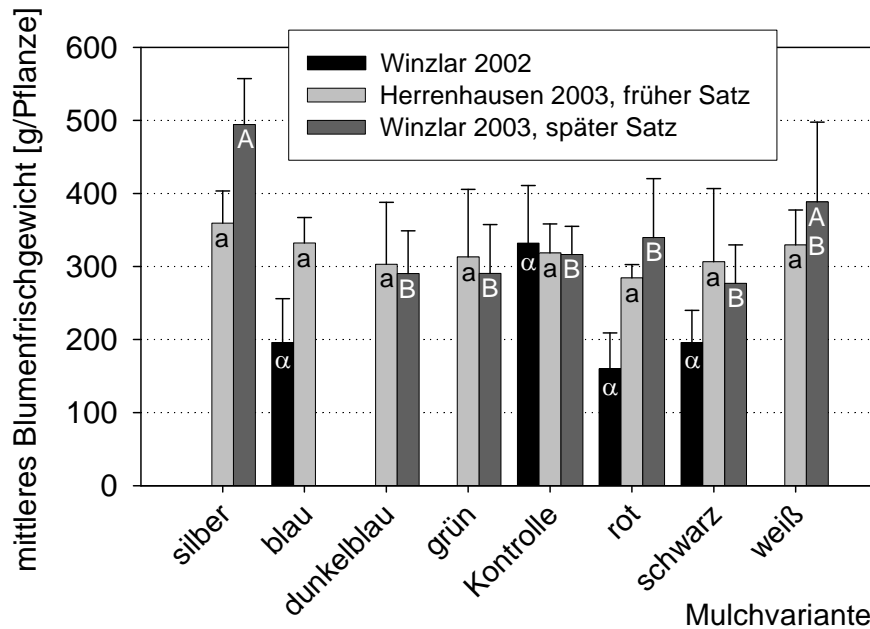


Abb. III.8: Ertrag von drei Brokkoli-Sätzen über verschiedenfarbigem Mulch (mit Standardabweichung Winzlar 2002 n = 4; Winzlar 2003 n = 5 und Herrenhausen 2003 Satz 1 n = 5 und Tukey-Test; p = 0,05).

III.5.2. Kopfsalat

III.5.2.1. Blattläuse

Die Befallssituation am Kopfsalat durch Blattläuse war für das Jahr 2002 mit weniger als einer Blattlaus pro Pflanze sehr gering (Abb. III.9). In den Varianten Schwarz und Rot waren keine Blattläuse registriert worden.

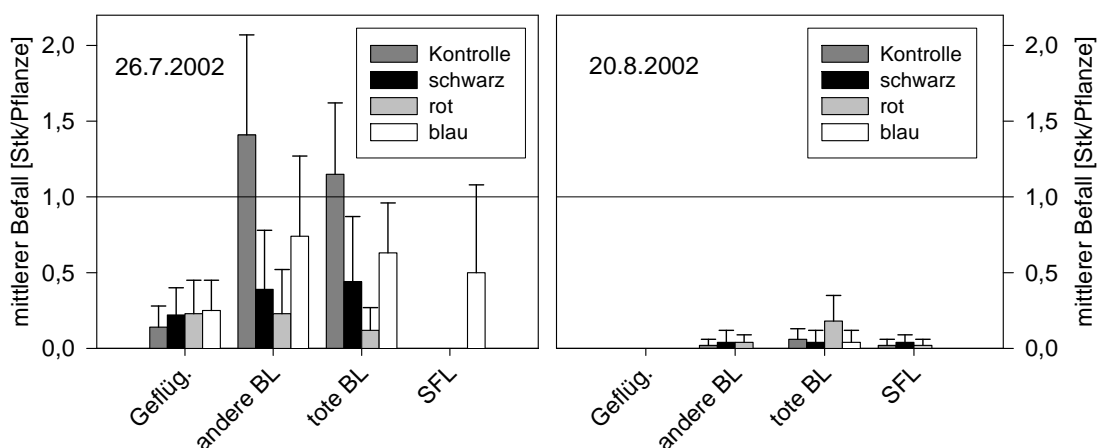


Abb. III.9: Blattläuse und Antagonisten zu zwei Auswertungsterminen an Kopfsalat (Winzlar 2002) über verschiedenfarbigem Mulch (mit Standardabweichung, n = 4, ohne sign. Unterschiede mit dem Tukey-Test; Gefl.: geflügelte Blattläuse, andere BL: andere Blattläuse, tote BL: parasitierte und tote Blattläuse, SFL: Schwebfliegenlarven).

Die Situation änderte sich im Jahr 2003 (Abb. III.10). Hier wurden im frühen Satz 1 weniger Blattläuse als im späten Satz 2 gezählt. In beiden Sätzen bauten sich Populationen auf, welche im ersten Satz durchschnittlich bis etwa 50 Blattläuse pro Pflanze und im zweiten Satz bis zu etwa 300 Blattläuse pro Pflanze erreichten. Im ersten Satz gab es lediglich zur Endauswertung einen signifikant höheren Befall der Kontrolle zu Weiß, Rot und Silber. Im zweiten Satz gab es am Ende keine Unterschiede mehr, jedoch zu Beginn in den Varianten Grün und Kontrolle gegenüber Weiß und Silber sowie gelegentlich Rot und Schwarz. Schwarz wies am Ende des zweiten Satzes mit etwa doppelt so hohem Befall wie Weiß den stärksten Blattlausbesatz auf. Grün steigerte im Befallsverlauf die Blattlauszahlen gegenüber der Kontrolle.

Die Populationen entwickelten sich exponentiell. Ein Effekt des Reihenschlusses ließ sich nicht eindeutig ausmachen. Der anfängliche Befall mit geflügelten Blattläusen stockte zwischenzeitlich im zweiten Satz. Gegenläufig war hier die starke Populationsentwicklung der Blattläuse über schwarzem Mulch, zu dem vermeintlich geringerem Einflug in die Variante. Andere Schädlinge wurden in Salat nicht festgestellt.

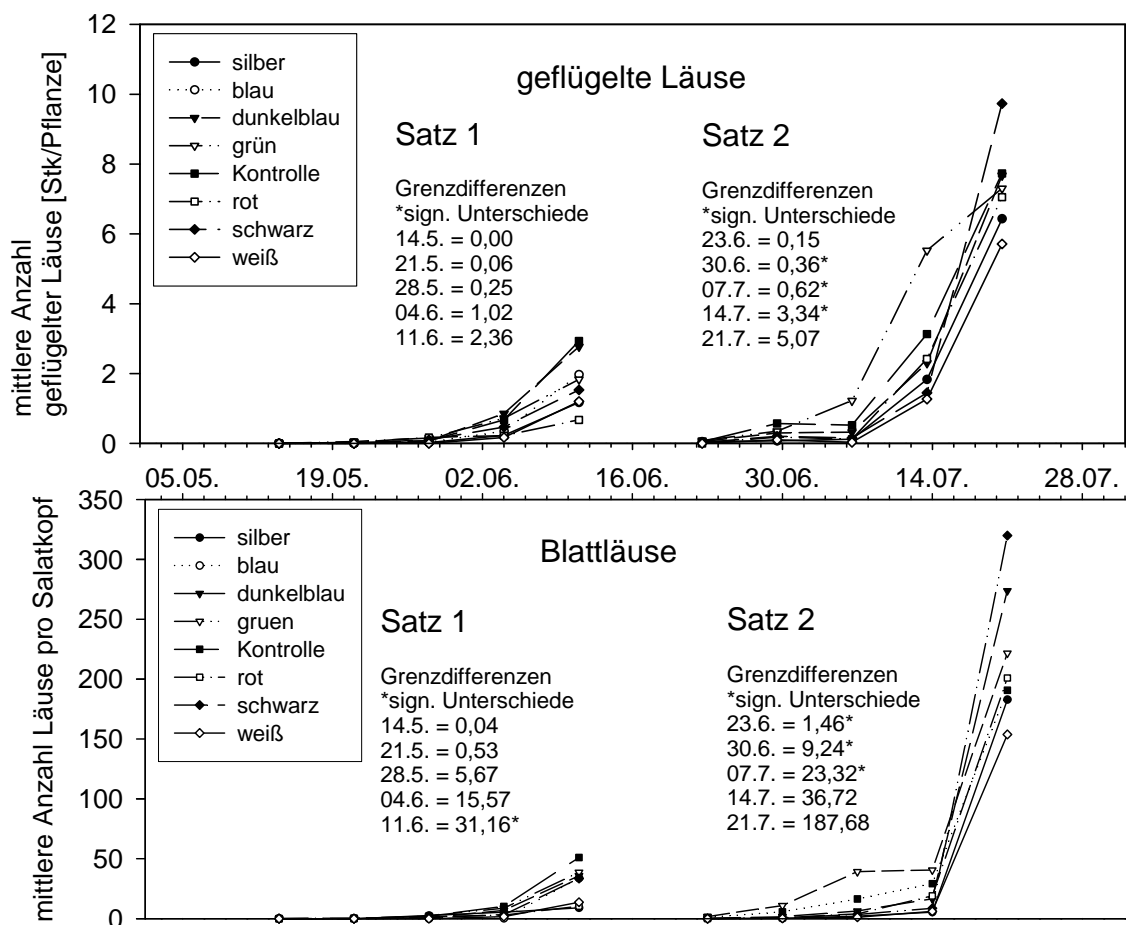


Abb.III.10: Entwicklung von Blattläusen an Kopfsalat (Winzlar 2003, Satz 1 und 2) über verschiedenfarbigem Mulch (Tukey-Test $n = 5$; $p = 0,05$).

III.5.2.2. Natürliche Gegenspieler

Im Jahr 2002 wurden in den Varianten vergleichsweise viel parasitierte als auch lebende Blattläuse gefunden. Während auch hier Schwarz und Rot keinen Befund aufwiesen fanden sich Schwebfliegenlarven nur in der blauen Variante.

Schwebfliegenlarven tauchten in beiden Sätzen 2003 nennenswert erst zur letzten Auswertung auf (Abb. III.11). Es waren keine Unterschiede feststellbar. Tendenziell waren Blau, Grün, Schwarz und die Kontrolle stärker besetzt als Rot, Silber und Weiß. Dieses Ergebnis deckt sich abgesehen von Blau in etwa mit dem Besatz an Blattläusen. Bei den Eiern von Florfliegen waren keine Unterschiede auszumachen.

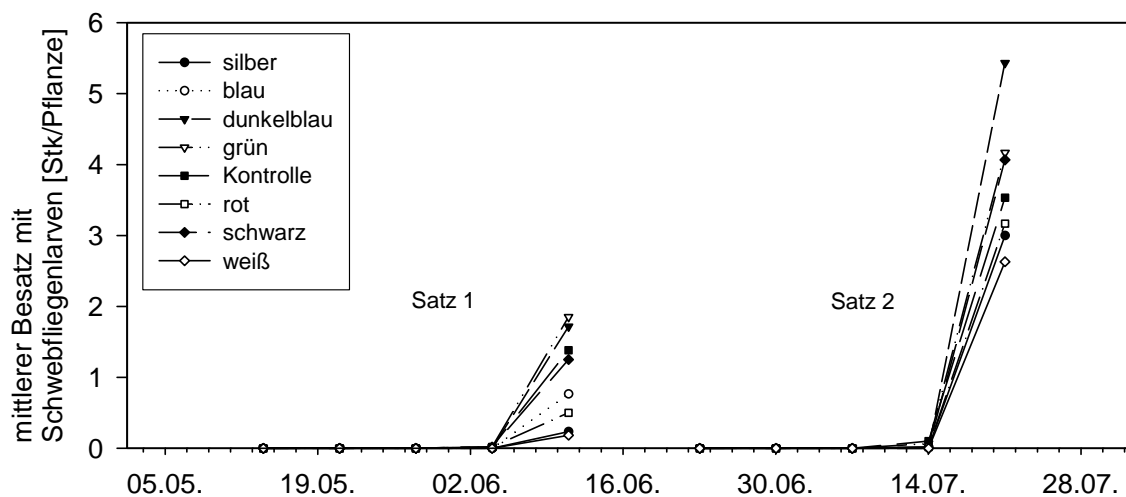


Abb. III.11: Entwicklung von Schwebfliegenlarven an Kopfsalat (Winzlar 2003, Satz 1 und 2) über verschiedenfarbigem Mulch (Tukey-Test $n = 5$; $p = 0,05$).

III.5.2.3. Ertrag

Unterschiede im Ertrag gab es 2002 beim Kopfsalat keine. Tendenziell hatte die Kontrollvariante höhere und Rot niedrigere Kopfgewichte. Im ersten Satz 2003 hatte Grün die höchsten Gewichte mit signifikanten Unterschieden zu Kontrolle und Weiß. Auch im zweiten Satz hatte Weiß gleich wie Kontrolle und Rot signifikant geringere Kopfgewichte als Silber (Abb. III.12).

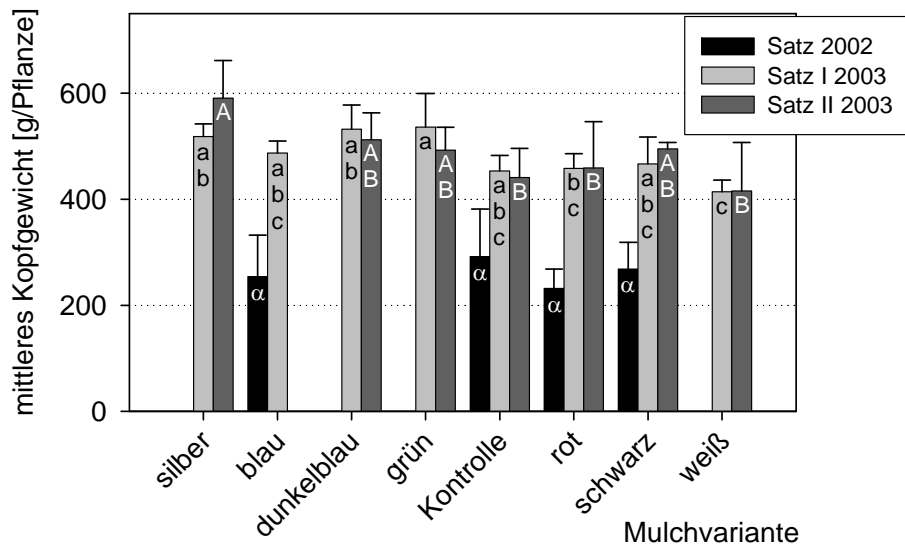


Abb. III.12: Ertrag von drei Kopfsalat-Sätzen über verschiedenfarbigem Mulch (mit Standardabweichung Winzlar 2002 n = 4 und Winzlar 2003 Satz 1 und 2 n = 5, sowie Tukey-Test p = 0,05).

In den Mulchvarianten Rot und Weiß reichte die Lichtdichte des Materials nicht zur Unterdrückung des Beikrauts. Das Vlies wurde hochgedrückt und presste die Salatköpfe in die Pflanzlöcher des Mulches. Die Köpfe wuchsen tüchtig zusammengedrückt und entwickelten schneller Fäulen an den Kontaktstellen. Durch den Erdeinschlag des Vlieses am Rand konnte es dort nicht hochgedrückt werden, so dass sich dort deutlich größere Köpfe bildeten und diese Variante im Ertragsbild unterrepräsentiert erscheint. Für den Blattlausbefall konnte kein Unterschied zwischen den Kernpflanzen und den Randpflanzen nachgewiesen werden. Die Kontrolle bildete keine geschlossenen Köpfe aus.

III.5.3. Buschbohne

III.5.3.1. Schaderregerbefall

Bei der Bohne wurden von Beginn des Austriebs an stichprobenartig Bonituren durchgeführt. Dabei war kein Befall mit Schaderregern festzustellen. Vereinzelt Blattläuse zu finden war so aufwendig, dass der Versuch lediglich pflanzenbaulich ausgewertet wurde.

III.5.3.2. Ertrag

Die Bohne wurde direkt gesät und keimte durch runde ausgestanzte Löcher von 3 cm. Dies verursachte Probleme mit zeitgleich keimendem Beikraut. Auch war, wie beim Salat, die Lichtdichte des Materials bei Rot und Weiß nicht ausreichend, so dass unter dem Vlies Beikraut auflief und das Material anhub. Der Bestand lief ungleichmäßig auf. Die anbautechnischen Schwierigkeiten stellten die Mulchwürdigkeit der Bohne mit Vlies in Frage. Trotzdem zeigten sich Unterschiede in den Pflanzen und deren Ertrag.

Bei Schwarz war der Ertrag pro Pflanze signifikant höher als bei Weiß und Rot (Abb. III.13). Die gleiche Aussage findet sich bei der Anzahl Bohnen pro Pflanze. Bei den nicht marktfähigen Bohnen gab es keine Unterschiede. Das mittlere Gewicht einer einzelnen Bohne war bei Schwarz größer als bei Rot. Die Gesamtpflanzenfrischmasse war signifikant niedriger bei Weiß und Rot gegenüber allen anderen Varianten. Ebenso die reine Blattfrischmasse. Die Trockenmassegehalte der Bohnen waren bei Weiß deutlich höher als bei Schwarz und Silber. Die Höhenentwicklung ist bei Schwarz und Dunkelblau abgesetzt gegenüber Weiß und der Kontrolle.

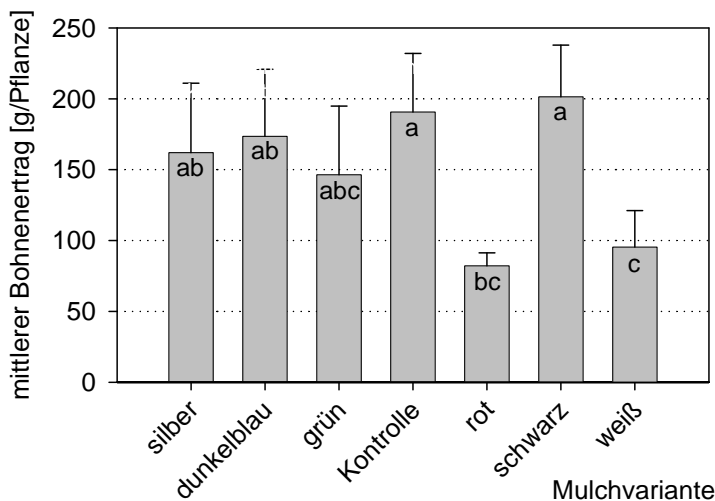


Abb. III.13: Ertrag von Buschbohne über verschiedenfarbigem Mulch (Winzlar 2003 mit Standardabweichung $n = 5$ und Tukey-Test $p = 0,05$).

III.6. Diskussion

In der Diskussion wird zunächst auf die pflanzenbaulichen Aspekte und den Ertrag als Zielgröße eingegangen. Die Möglichkeiten der Schaderregerregulation werden anschließend betrachtet.

In allen Kulturen und Sätzen hatte zu keiner Zeit eine akut ertragsgefährdende Situation bestanden. Die mehreren hier interagierenden Betrachtungsobjekte haben sich sicherlich zum Teil ergänzt und verstärkt, aber andererseits auch kompensiert, so dass im Sinne eines ökologischen Gemüsebaus wie bisher mit Ertragsdepressionen und –risiken zu rechnen ist. Gezieltes Eingreifen in Ökosysteme kann, wie hier ansatzweise gezeigt, zu positiven Impulsen führen. Trotzdem fehlt nach wie vor die Erkenntnis von grundlegenden ökologischen Zusammenhängen, um ganzheitlich, absoluten Betrachtungsansprüchen auch nur annähernd gerecht zu werden. Der Pflanzenertrag ist durch die von der Mulchauflage beeinflussten Standortfaktoren Bodentemperatur, Bodenfeuchtegehalte und Rückstrahlung, sowie durch inter- und intraspezifische Konkurrenz (Beikrautdruck, Schaderregerbefall und Morphogenese) beeinflusst.

Erhöhte Temperaturen fördern in bestimmten Temperaturbereichen die biologische Aktivität. Für Pflanzen bedeutsam sind die Bodentemperatur und der mikroklimatische Raum des Bestandes,

sowie der Flux und die Umsetzung von energetischer Strahlung an der Grenzschicht der Bodenoberfläche (Liakatas et al. 1986). Durch das schwarze Mulch z. B. wurde der Oberboden in der Temperatursumme erwärmt und auch die Wärmerückstrahlung über dem Vlies erhöht. Die Pflanzen litten nach der Pflanzung bei Schwarz am ehesten unter Hitzestress und Wassermangel. Die Kontrolle zeigte die größte Amplitude des Temperaturverlaufs und zwang die Pflanzen zu stärkeren Anpassungsreaktionen. Die Transmissionsfähigkeit des Mulchmaterials für bestimmte Wellenlängenbereiche der Strahlung änderte die Temperaturgänge. Auch das Luftkissen unter dem roten und dem weißen Vlies, durch das Unkraut hervorgerufen, kann einen Treibhauseffekt verursacht haben. Silber reflektierte das meiste Licht, so dass die Bodenerwärmung darunter gering blieb. Trotzdem lieferte Silber die relativ höchsten Erträge.

Das pflanzenverfügbare Bodenwasser ist ein weiterer limitierender Wachstumsfaktor. Die Mulchschicht beeinflusst den Wassergehalt des Bodens durch seine trennende Wirkung bei der Zufuhr evapotranspirierbarem Wassers oder durch Minderung der Evaporation. Messungen mit TDR-Sonden zeigten mehr verfügbares Wasser in den Varianten Silber, Grün und Dunkelblau. Rot erschien anfänglich schlechter wasserdurchlässig, Silber hingegen über die gesamte Zeit schnell durchnässend. Die Kontrolle zeigte stark wechselnde Verläufe. Der Oberboden trocknete rascher wieder ab. So könnten sich im niederschlagsreichen Jahr 2002 die höheren Erträge in der Kontrolle erklären lassen, indem möglicherweise die Luftaustauschmöglichkeit des Bodens durch das Mulch limitiert wurde. Der Luftaustausch wurde nicht geprüft. Im trockenen Jahr 2003 hätte sich die Evaporationsminderung des Mulches gegenüber der Kontrolle deutlicher zeigen müssen. Dies scheint jedoch spekulativ nur bei Salat als starktranspirierender Kultur möglich. Im ersten Satz ist die Kontrolle im Wuchs relativ besser als im zweiten, was durch den Bodenspeicher erklärlich wäre. Bei der Bohne wird das Beikraut unter dem weißen Vlies ebenfalls transpiriert haben. Feuchtwarmes Klima unter Rot und Weiß erhöht den Pathogenbefall am Salat und an den Stengelbasen der Bohne.

Das reflektierte Licht ist neben der Einstrahlung mitverantwortlich für die assimilatorische Leistung der Pflanzen. Der größere Pflanzenaufwuchs in den starkreflektierenden Varianten Silber und Weiß bei Brokkoli lässt sich so erklären, wogegen die Variante Weiß beim Salat durch die Wuchshemmung des hochgedrückten Vlieses diesen Effekt nicht zeigt, abgesehen von großen Randpflanzen. Bei der Bohne wird der starke Beikrautdruck in Weiß und Rot die Wuchsleistung stark vermindert haben. Bei Brokkoli stellte das Unkraut wegen des relativ schnellen Bestandesschlusses kein Problem dar. Die Trockenmassegehalte der Pflanzen, welche in hohem Lichtgenus aufgewachsen sollten höher sein. Diese Aussage findet sich so nicht in diesen Versuchen wieder. Teilweise hat Silber die höheren und Weiß die niedrigeren Werte, teilweise umgedreht oder die Kontrolle hat höhere Trockenmassegehalte. Vermutet wird die transpiratorische Umsetzung von Wasser als limitierendem Faktor gegenüber der Gesamtstrahlung, was auch durch das Beikraut in der Bohne gestützt wird.

Die wirksame Reflexion des Mulches hielt nur bis zum Reihenschluss an. Beim Brokkoli in Herrenhausen schloss sich der Bestand von Rot etwa eine Woche eher als bei Schwarz. Morphologische Wuchsänderungen sind ebenfalls ein Resultat der reflektierten Lichtqualität und wirken auf den Ertrag. Das so genannte Hellrot/Dunkelrot-Verhältnis kann z. B. das Längenwachstum, Spross/Wurzel-Verhältnisse, etc. verändern. Die Pflanzenreaktionen scheinen trotz des Phytochrommechanismus artspezifisch zu sein. Das rote und das silberne Vlies hatten leicht höhere Hellrot/Dunkelrot-Verhältnisse als 1. Das Verhältnis bei Grün lag unter 0,7 (Tab. III.2). Ein eindeutiger Effekt ist nicht aufzuweisen. Der Brokkoli streute sehr stark in der Phänologie. Beim Kopfsalat lassen sich nur schwer morphologische Parameter erheben und die Buschbohne war durch das zeitlich verzögerte Auflaufen inhomogen im Bestand und in der Entwicklung.

Die Reflexionsspektren der Vliese lassen sich jedoch mit Tendenzen der Pflanzenentwicklung in Einklang bringen. Die Materialien lassen sich in eine stark reflektierende (Silber, Weiß, Rot) und eine dunkel gedeckte (Blau, Dunkelblau, Schwarz) Gruppe gliedern sowie unabhängiges Grün und Kontrolle. Dies steht auch im Zusammenhang mit dem Schaderregerbefall. Auffällig ist der hohe Salatertrag im Satz 1 des Jahres 2003 trotz eines hohen Blattlausbefalls. Es besteht die Möglichkeit eines für die Pflanzenentwicklung förderlichen Besatzes mit Parasiten (Owen 1980).

Für die visuelle Orientierung von insektenartigen Schaderregern sind verschiedene Mechanismen bedeutsam. Neben der rezeptorischen Farberkennung spielt die neuronale Verarbeitung der Signale eine Rolle. Form und Kontrast sind genauso wie Reizfrequenzen qualitative Erkennungsparameter. Tradierte Verhaltensweisen (genetische wie individuell erlernte) sind weitergehende Ansätze. Der Befall ist auch nicht losgelöst von anderen ökologischen Befallsstrategien wie olfaktorischen, haptischen oder anderen physikalischen Aspekten. Synergistische Effekte sind nicht auszuschließen.

Der Befallsdruck der Blattläuse ist in Abbildung III.14 dargestellt. Nicht artspezifisch getrennt war der Flug der Blattläuse im Juli am stärksten ausgeprägt. Für die Wirksamkeit des Mulches ist der Initialbefall mit geflügelten Blattläusen bis zum Reihenschluss des Pflanzenbestandes maßgeblich. Danach scheint das Mulchmaterial keine Effekte mehr zu haben. Die Blattlauspopulationen in den Salatsätzen des Jahres 2003 entwickelten sich ansteigend. Ein Angleichen des Befalls nach Bestandesschluss ist aber nicht zu bemerken. Beim Brokkoli wechselt das Befallsniveau über die Zeit mit abnehmender Tendenz. Der Zuflug zu Beginn der Sätze wird der Ausgang für die Populationsentwicklung gewesen sein. Andere Faktoren wie die pflanzliche Reaktion mit Inhaltsstoffen als Ernährungsgrundlage kann den reproduktiven Erfolg des Befalls als Ausdruck der Populationsentwicklung beeinflusst haben. Hier kann auch das Bestandesklima (z. B. höhere Temperaturen über den dunklen Mulchvarianten) positiv gewirkt haben.

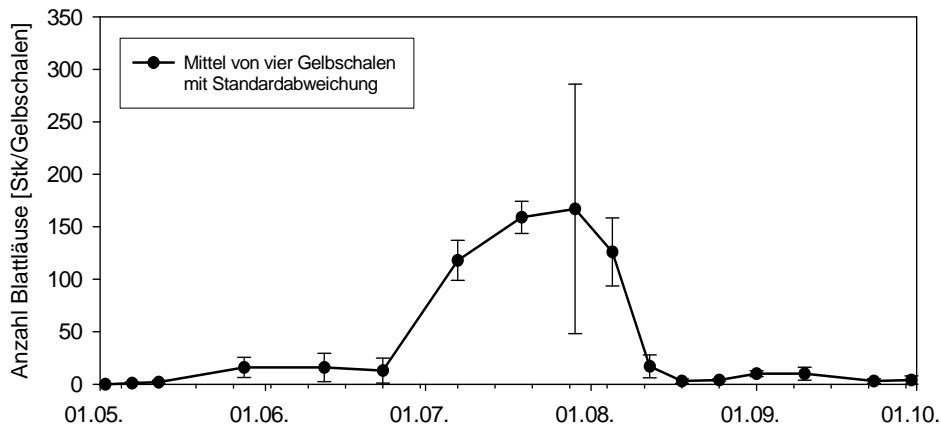


Abb. III.14: Fänge von Blattläusen in Gelbschalen (Winzlar 2003 mit Standardabweichung, n = 4)

Der Wind als ein Vektor der Blattlausbesiedlung kann ebenso zu Konzentrationen geführt haben, wie Abbildung III.15 zeigt. So könnten höherwüchsige Pflanzen Blattläuse aus der Luft gefiltert haben. Dies ist jedoch unwahrscheinlich, da die Pflanzen nicht so ausdifferenziert waren. Das größere Erscheinungsbild in Silber und Weiß und eine dadurch hervorgerufene Prädisposition kann jedoch bei den Lepidopteren den Zuflug zu exponierten Gebilden bedingt haben. Die Formen der Pflanzen waren nach menschlichem Dafürhalten und nach gemessenen Werten des Brokkolisatzes in Herrenhausen jedoch nicht so ausgeprägt und rechnerisch nicht nachweisbar auf das Mulch zurückzuführen. Als physikalische Barriere kann das Mulch gegenüber der Kontrolle die Eiablage der Kohlflyge behindert haben. Eine Unterscheidung einer Farbwirkung lässt sich statistisch nicht belegen.

Die Ressourcen-Konzentrations-Hypothese von Root (1973) beschreibt ebenfalls die Exposition der Kulturpflanzen. Im Zusammenhang mit dem attraktiven optischen Reiz des grünen Mulch erklärt sich der erhöhte Befall mit Blattläusen durch ein Landen in diesen Parzellen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit dort eine Wirtspflanze zu finden. Der grüne Hintergrund erschwerte also nicht das Auffinden der Pflanzen, sondern konzentrierte es. Trotzdem ist dieser Effekt wahrscheinlich nicht so groß wie er bei Blattläusen mit gelbem Mulch zu erwarten gewesen wäre. Gelb wurde nicht verwendet, um keine positive Lenkung der Blattläuse vorzunehmen. Deshalb wurden auch keine Gelbschalen im Versuch aufgestellt, da der durchaus punktgenaue Anflug solcher Objekte die Ergebnisse beeinflusst haben könnte (Müller & Unger 1952).

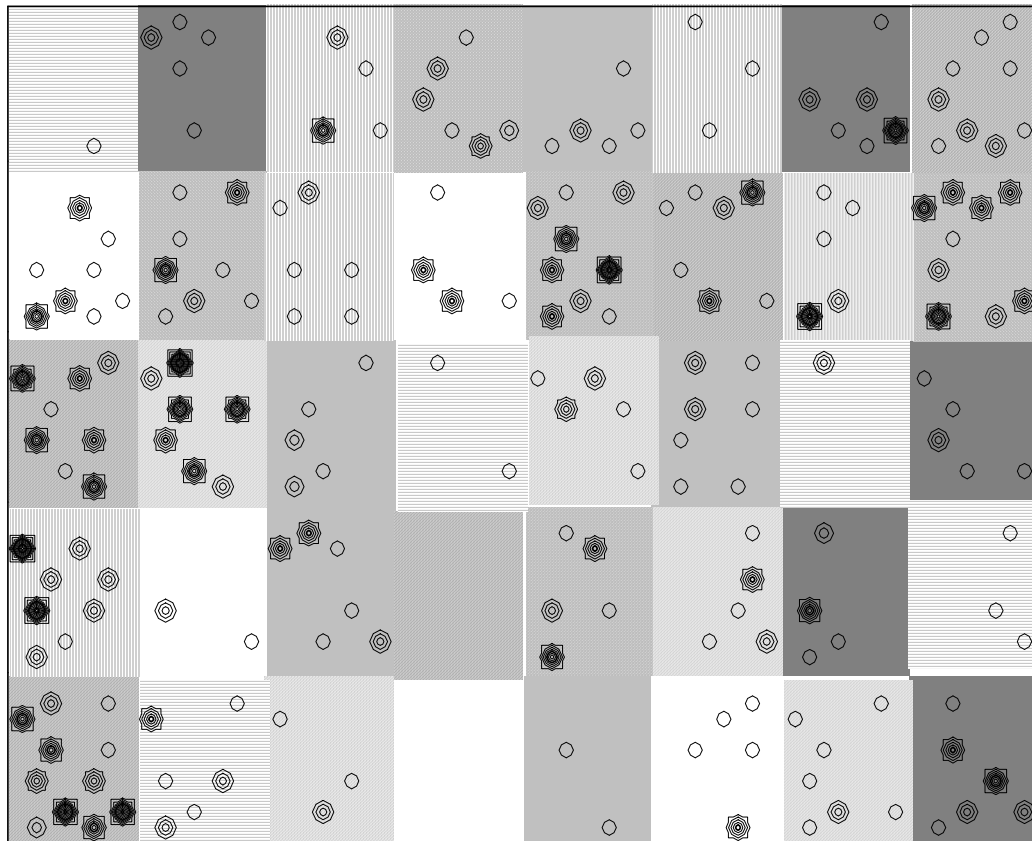


Abb. III.15: Beispiel der räumlichen Verteilung der geflügelten Blattläuse je Salatkopf in Bezug auf die Lage der Parzellen mit verschiedenfarbigem Mulch (Ausrichtung Nord oben) zur Endauswertung (Winzlar 2003 Satz 1) mit max. etwa 14 Blattläuse pro Kopf (je dunkler und größer der Punkt, desto mehr Blattläuse)



Eine kontrastgelenkte Orientierung ist nicht auszuschließen. Für die Blattläuse lässt sich das in so weit für Schwarz und die Kontrolle nachvollziehen, als das hier alle Spektren annähernd gleich absorbiert werden und unabhängig vom Blattlausfarbempfinden die Differenz zu den Pflanzen mit dem „Grünpeak“ groß ist. Für Blattläuse gibt es leider keine exakte Erkenntnis bzgl. des rezeptorischen Farbsehens. Anders bei den Schmetterlingen, welche besonders auf UV-Strahlung und polarisiertes Licht reagieren (Briscoe und Chittka 2001), um so z. B. Blüten als Nahrungsquelle zu finden. So kann die Kontrastwirkung von Pflanze und Mulch im Bereich der UV-Strahlung in den Varianten Silber, Weiß und Rot das erhöhte Vorkommen von Raupen im gleichen Sinne der Ressourcen-Konzentrations-Hypothese begründen.

Dies bedeutet jedoch eine neuronale Interpretation der UV-Strahlung als positiv. Moericke (1955c) sprach für Blattläuse die Vermutung aus, einer Befallsstimmung ginge die Migrationsstimmung mit Orientierung an kurzwelligem Licht, sprich aus Richtung Himmel kommend, voraus. Dieses Stadium der Blattlausentwicklung würde zeitbedingt in den Befallsflug zur Wirtspflanzenfindung umschwingen und eine Orientierung würde entgegengesetzt der UV-Strahlung entstehen, sie gar als

„gefährlich“ (z. B. Wasserflächen) interpretieren. Hier lässt sich lediglich der Zusammenhang wie andersorts beschrieben (vgl. Tab. III.1) festhalten, dass UV-reflektierende Materialien den Befall mit Blattläusen vermindern können. Völlig entgegengesetzt verhält es sich mit den Schmetterlingen.

Der bei Kitamura (1989) beschriebene Schwellenwert (mulchreflektiertes Licht beim Peak unter 400 nm im Verhältnis zum reflektierten Licht bei 500 nm) mit größer als 1,4 als insektenrepellent lässt sich hier nicht bestätigen. Alle Werte der hier eingesetzten Materialien waren bis auf das Rot mit 2,4 unter 1,2 (Tab. 2) und verminderten zum Teil trotzdem den Befall mit Blattläusen. Auf Schmetterlinge als insektenartige Schaderreger wurde dort nicht eingegangen und die Herleitung des Schwellenwertes scheint eher eine von ökologischen Zusammenhängen rückgeschlossene Materialkonstante, denn ein insektenphysiologisch abgeleiteter maßgeblicher Wert.

Tabelle III.2: Hellrot/Dunkelrot-Verhältnis und Verhältnis insektenrepellenter Strahlung (nach Kitamura 1989: peak reflektierten Lichtes unter 400 nm zu reflektiertem Licht bei 500 nm, Schwellenwert $\geq 1,4$ ist repellent) der eingesetzten verschiedenfarbigen PP-Mulchvliese

Mulchvariante	Silber	Blau	Dunkelblau	Grün	Rot	Schwarz	Weiß
Hellrot/Dunkelrot-Verhältnis	1,02	0,85	0,93	0,69	1,04	0,96	0,99
Verhältnis insektenrepellenter Strahlung nach Kitamura 1989	0,99	0,56	0,7	0,35	2,43	1,1	1,07

Der Faktor Antagonisten bezogen auf die Entwicklung von Schaderregerpopulationen ist mit ein entscheidender Punkt für die Sicherung der Bestände. Der Feind-Hypothese von Root (1973) folgend schafft Komplexität (Struktur eines Bestandes) einen entwicklungshemmenden Grund für Schaderregerpopulationen. Reduziert auf das Auffinden von Wirten (Schaderregern) an Pflanzenbeständen mit bestimmter Prädisposition ist die Frage des Hintergrundes bedeutsam, da die Gruppe der Antagonisten nicht beeinträchtigt werden sollte. Hier lässt sich festhalten, dass andere als visuelle oder aber coevolutive Wirtsfindungsverhalten greifen. Die Anzahl der Antagonisten verhielt sich proportional zur Anzahl der Schaderreger. Ein Einfluss der Mulchfarbe auf Antagonisten lässt sich nicht aufweisen. Auch die für Syrphiden als attraktiv geltende Farbe Blau steht im Bezug zum Blattlausbefall (Hoback et al. 1999).

Das visuelle Erscheinungsmuster der Pflanzen vor ihrem Hintergrund scheint mit ausschlaggebend für einen Befall mit Schaderregern. Abschließend lässt sich jedoch nicht klären welche Mechanismen im einzelnen in dem Komplex Befallsverhalten und Entwicklung der Population wirken. Weiter Versuche zur Eingrenzung werden folgen.

III.7. Zusammenfassung ‚Farbige Mulchvliese‘

Unter Verwendung von verschiedenfarbigen Mulchvliesen (PP 70 g/m², Farben Schwarz, Weiß, Grün, Rot, Blau, Dunkelblau, Silber gegen eine gehackte Kontrolle) wurden in Winzlar (Steinhuder Meer) auf einem ökologisch wirtschaftendem Betrieb und in Hannover – Herrenhausen in verschiedenen Sätzen 2002 und 2003 das pflanzliche Wachstum und die Entwicklung, sowie der Besatz mit Schaderregern und Antagonisten an Brokkoli, Kopfsalat und Buschbohne getestet.

Pflanzenbaulich befriedigten die Materialien Rot und Weiß mangels Unkrautunterdrückung nicht und verhinderten eindeutige Aussagen zu diesen Varianten. Silber (aluminiumbedampft) als stark reflektierendes Material hatte höhere Erträge gezeigt. Das Jahr 2002 war durch extreme Nässe und 2003 durch extreme Hitze und Trockenheit gekennzeichnet. Andere Faktoren wie die Wasserversorgung und die Bodentemperaturen überlagerten rein farblich, lichtbedingte Wuchseffekte. Die gehackte Kontrolle und die Variante Schwarz lieferten Ergebnisse im unteren Mittel. Photomorphologisch bedingte Wuchsunterschiede konnten nur tendenziell aufgewiesen werden.

Der Schaderregerbefall ist in zwei Gruppen aufzuteilen. Der Blattlausbefall zum Ende der Kulturen war in den Varianten Silber, Rot und Weiß bis zu einem Drittel oder zur Hälfte reduziert. Statistische Unterschiede fanden sich zu Beginn der Sätze. Die Varianten Kontrolle, Grün und Schwarz waren stärker mit Blattläusen befallen. Anders verhält es sich bei der Schaderregergruppe der Lepidopteren am Brokkoli. Hier waren die Varianten Silber, Weiß und Rot zum Teil stärker befallen. Ein Einfluss auf Antagonisten wurde nicht gefunden. Hier wirken wahrscheinlich coevolutive Mechanismen der Wirtsfindung. Die Versuche müssten zur Absicherung der Ergebnisse fortgeführt werden.

IV. LITERATUR

- Adlerz, W. C. und Everett, P. H. 1968:** Aluminium foil and white polyethylene mulches to repel aphids and control watermelon mosaic. *Journal of Economical Entomology* 61, 1276 - 1279.
- Andow, D.A. 1991:** Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Antignus, Y. 2000:** Manipulation of wavelength-dependent behaviour of insects: an IPM tool to impede insects and restrict epidemics of insect-borne viruses. *Virus Research* 71: 213-220.
- Antignus, Y., Cohen, S., Mor, N., Masika, Y. und Lapidot, M. 1996:** Effet des couvertures de serre bloquant les UV sur les insectes et les viroses transmises par des insectes. *Plasticulture* 121 (4), 15 - 20.
- Antonious, G. F. 1996:** Light reflected from colored mulches to growing turnip leaves affects glucosinolate and sugar contents of edible roots. *Photochemistry and photobiology* 64 (3), 605 - 610.
- Antonious, G. F. und Kasperbauer, M. J. 2002:** Color of light reflected to leaves modifies nutrient content of carrot roots. *Crop Science* 42 (4), 1211 - 1216.
- Benoit, F. und Ceustemans, N. 2001:** Effect of coloured mulch on production and thrips with leek. *Plasticulture* 121, 36.
- Benoit, F. und Ceustemans, N. 1994:** Ecological leek growing with plastic. *Acta Horticulturae* 371, 261 - 267.
- Benoit, F. und Ceustemans, N. 1999:** Gekleurde bodemmulch en Thripsproblematiek bij preel. *Proeftuinnieuws* 12, 29 - 30.
- Black, L. M. und Rolston, L. H. 1972:** Aphids repelled and virus diseases reduced in peppers planted on aluminium foil mulch. *Phytopathology* 62, 747.
- Bochow, R. und Kaufmann, F. 1991:** Lumineszenzfolien zur Ernteverfrühung und Ertragssteigerung bei Kopfsalat. *Versuche im deutschen Gartenbau*, 100.
- Borthwick, H. A., Hendricks, S. B., Parker, M. W., Toole, E. H. und Toole, V. K. 1952:** A reversible photoreaction controlling seed germination. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 33, 662 - 666.
- Briscoe, A. D. und Chittka, L. 2001:** The evolution of color vision in insects. *Annual Review of Entomology* 46, 471 - 510.
- Brown, J. E., Brown, S. L., Stevens, C., Khan, V. A., Yates, R. P., Hogue, W. T., Granberry, D. M., McLaurin, W. J., Gudauskas, R. T. und West, M. S. 1991b:** Evaluation of reflective mulches on the control of aphids and mosaic viruses in yellow crookneck summer squash. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 23, 29 - 34.
- Brown, J. E., Goff, W. D., Hogue, W., West, M. S., Stevens, C., Khan, V. A., Early, C. und Brasher, L. 1991a:** Effects of plastic mulch color on yield and earliness of tomato. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 23, 21 - 29.
- Brown, J. E., Yates, R. P., Stevens, C., Khan, V. A. und Witt, J. B. 1996:** Reflective mulches increase yields, reduce aphids and delay infection of mosaic viruses in summer squash. *Journal of Vegetable Crop Production* 2 (1), 55 - 60.
- Brown, S. L., Brown, J. E. und Osborn, M. C. 1989:** The influence of plastic mulch color on thrips populations on tomato. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* (21), 198 - 201.
- Brust, G. E. 2000:** Reflective and black mulch increase yield in pumpkins under virus disease pressure. *Entomological Society of America* 93, 828 - 833.
- Bwyne, A.M., Jones, R.A.C. und Proudlove, W. 1999:** Effects of different cultural practices on spread of cucumber mosaic virus in narrow-leafed lupins (*Lupinus angustifolius*). *Australian Journal of Agricultural Research* 50.
- Caldwell, J. S. und Clark, P. 1999:** Repulsion of cucumber beetles in cucumber and squash using aluminium-coated plastic mulch. *Horticultural Technology* 9 (2), 247 - 259.
- Caldwell, J. S., Jonson, S., Lachance, M. und Stockton, S. 1998:** Threshold monitoring, trap cropping and aluminium mulch repulsion for management of cucumber beetles on cucurbits. *Horticultural Science* 33 (2), 475.
- Cardona, C., Schoonhoven, A., Gómez, L., García, J. und Garzón, F. 1981:** Effect of artificial mulches on *Empoasca kraemeri* Ross and Moore populations on dry bean yields. *Environmental Entomology* 10 (705 - 707).
- Cartwright, B., Robberts, B. W., Hartz, T. K. und Edelson, J. V. 1990:** Effects of mulches on the population increase of *Myzus persicae* (Sulzer) on bell peppers. *Southwestern Entomologist* 15, 475 - 479.
- Chalfant, R. B., Jaworski, C. A., Johnson, A. W. und Summer, D. R. 1977:** Reflective film mulches, millet barriers and pesticides: effects on watermelon mosaic virus, insects, nematodes, soil-borne fungi and yield of yellow summer squash. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 102, 11 - 15.
- Cohen, S. und Marco, S. 1973:** Reducing the spread of aphid-transmitted viruses in peppers by tracking the aphids on sticky yellow polyethylene sheets. *Phytopathology* 63, 1207 - 1209.

- Costello, M. J. 1995:** Spectral reflectance from a broccoli crop with vegetation or soil as background - influence on immigration by *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 75 (2), 109 - 118.
- Csizinsky, A. A., J., S. D. und Kring, J. B. 1995:** Color mulches influence yield and insect pest population in tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 120 (5), 778 - 784.
- Deutscher Wetterdienst, 1964:** Klima-Atlas von Niedersachsen, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main.
- Daiber, C. C. und Donaldson, J. M. I. 1976:** Watermelon mosaic virus in vegetable marrows: the effect of aluminium foil on the vector. *Phytophylactica* 8, 85 - 86.
- Decoteau, D. R., Daniels, D. D., Kasperbauer, M. J. und Hunt, P. G. 1986:** Colored plastic mulches and tomato morphogenesis. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 19, 240 - 246.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J. und Hunt, P. G. 1989:** Mulch surface color affects yield of freshmarket tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114 (2), 216 - 219.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J. und Hunt, P. G. 1990:** Bell pepper plant development over mulch of diverse colors. *Horticultural Science* 25, 460 - 462.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J., Daniels, D. D. und Hunt, P. G. 1988:** Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. *Scientia Horticulturae* 34, 169 - 175.
- Deiser, E. und R., E. 1992:** Mulchen und Verunkrautung in Kopfsalatbeständen. *Gemüse* 28, 582 - 584.
- Diaz-Perez, J. C. und Batal, K. D. 2002:** Colored plastic film mulches effect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127, 127 - 132.
- Eggers, C. und Heimbach, U. 2001:** Reduction of aphid numbers by using mulching techniques in broad beans. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 13: 253-256.
- Emmett, B. 2002:** Making IPM work in large-scale salad production. *Fruit and Vegetable Technology* 2 (4), 6 - 9.
- Eulitz, E. G. 1977:** Aluminium foil for the control of watermelon mosaic in vegetable marrow. *Phytophylactica* 9, 23.
- Farias-Larios, J. und Orozco-Santos, M. 1997:** Effect of polyethylene mulch colour on aphid populations, soil temperature, fruit quality, and yield of watermelon under tropical conditions. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 25 (4), 369 - 374.
- Feeny, P. P. 1976:** Plant apparency and chemical defense. In: *Biochemical Interactions Between Plants and Insects. Recent Advances in Phytochemistry.*, eds. Wallace and Mansell: 1-40.
- Finch, S. und Collier, R. H. 2000:** Host-plant selection by insects – a theory based on ‘appropriate/inappropriate landings’ by pest insects of cruciferous plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96, 91 - 102.
- Fortnum, B. A., Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J. und Bridges, W. 1995:** Effect of colored mulches on root-knot of tomato. *Phytopathology* 85 (3), 312 - 318.
- Fortnum, B. A., Kasperbauer, M. J. und Decoteau, D. R. 2000:** Effect of mulch surface colour on root-knot of tomatoe grown in simulated planting beds. *Journal of Nematology* 32, 101 - 109.
- Fusco, R. A. und Thurston, R. 1970:** Effect of coloured foils on green peach aphid infestation of burley tobacco. *Tob. Sci.* 14, 126 - 127.
- George, W. L. und Kring, W. L. 1971:** Virus protection of late-season summer squash with aluminium mulch. *Conn. Agric. Exp. Stn. Circ.* 239, 8.
- Gough, R. E. 2001:** Color of plastic mulch affects lateral root development but not root system architecture in pepper. *HortScience* 36 (1), 66 - 68.
- Graham, H. A. H., Decoteau, D. R. und Linvill, D. E. 1995:** Development of polyethylene mulch system that change color in the field. *HortScience* 30, 265 - 269.
- Greenough, D. R. 1985:** Aluminium-surfaced mulch and disease resistance: approaches to the control of tomato spotted wilt virus in solanaceous crops. *M. Sc., Louisiana State University, Louisiana.*
- Groot, L., Paruschke, K., Schüsseler, P., Weber, C. und von Zabeltitz, C. 2000:** Biologisch abbaubare Werkstoffe im Gartenbau. *KTBL-Schrift* 386 386.
- Gut, W., Weibel, F. und Jaggi, W. 1990:** Auswirkungen von Abdeckungen auf die Bodenfruchtbarkeit. *Schweiz. Zeitschrift für Obst und Weinbau* 126, 685 - 691.
- Hagendorf, Hartrath und Haber 1990:** Blaue und rote Mulfolie beschleunigt das Anfangsgewicht von Kopfsalat. *Versuche im deutschen Gartenbau.*
- Hannah, H. Y. 2000:** Double-cropping muskmelons with nematode-resistant tomatoes increases yield, but mulch color has no effect. *HortScience* 35, 1213 - 1214.
- Heimbach, U., Eggers, C. und Thieme, T. 2001:** Does mulch with straw influence the orientation of aphids? *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 13: 289-292.
- Heimbach, U., Eggers, C. und Thieme, T. 2002:** Fewer aphids caused by mulching? *Gesunde Pflanzen* 54: 119-125.

- Hildenhagen, R., Forster, R. und Hommes, M. 1993:** Bekämpfungsschwellen für die Mehlig Kohlblattlaus und Schmetterlingsraupen - Grundlage für einen gezielten Pflanzenschutz in Kopfkohlkulturen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land - und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem 289, 123 - 132.
- Hoback, W. W., Svatos, T. M., Spomer, S. M. und Higley, L. G. 1999:** Trap color and placement affects estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91, 393 - 402.
- Hunt, P. G., Kasperbauer, M. J. und Matheny, T. A. 1989:** Soybean seedling growth response to light reflected from different colored soil surfaces. *Crop Science* 29, 130 - 133.
- Jiménez, L. I., Quezada, M. R., Munguía, J. und Cedeno, B. 2003:** Effect of color plastic mulch on photosynthesis, growth and yield of potato. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 31, 95 - 99.
- Johnson, G. V., Bing, A. und Smith, F. F. 1967:** Reflective surfaces used to repel dispersing aphids and reduce spread of aphid-borne cucumber mosaic virus in gladiolus plantings. *Journal of Economic Entomology* 60, 16 - 18.
- Jones, F. R. und Chapman, R. K. 1968:** Aluminium foil and other reflective surfaces to manipulate the movement of aphid vectors of plant viruses. *Proceedings of the Entomological Society of America, North Central Branch* 23, 146 - 148.
- Jones, R. A. C. 1991:** Reflective mulch decreases the spread of two non-persistently aphid transmitted viruses to narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius*). *Annals of Applied Biology* 118, 79 - 85.
- Jones, R. A. C. 1994:** Effect of mulching with cereal straw and row spacing on spread of bean yellow mosaic potyvirus into narrow-leafed lupins (*Lupinus angustifolius*). *Annals of Applied Biology* 124: 45-58.
- Kasperbauer, M. J. 1999:** Cotton seedling root growth responses to light reflected to the shoots from straw-covered versus bare soil. *Crop Science* 39: 164-167.
- Kasperbauer, M. J. 2000:** Phytochrome in plant production. In: *Plant-Environment Interactions*. (R. E. Wilkinson, ed.), pp. 407 - 436. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Kasperbauer, M. J. und Hiatt, A. J. 1966:** Photoreversible control of leaf shape and chlorophyll content in *Nicotiana tabacum* L.. *Tob. Sci.* 10, 29 - 32.
- Kasperbauer, M. J. und Hunt, P. G. 1992:** Root size and shoot/root ration as influenced by light environment of the shoot. *Journal of Plant Nutrition* 15 (6 - 7), 685 - 697.
- Kasperbauer, M. J. und Hunt, P. G. 1994:** Cotton seedling morphogenic responses to FR/R ratio reflected from different colored soils and soil covers. *Photochemistry and Photobiology* 56, 579 - 584.
- Kasperbauer, M. J. und Hunt, P. G. 1998:** Far-red light affects photosynthate allocation and yield of tomato over red mulch. *Crop Science* 38 (4), 970 - 974.
- Kasperbauer, M. J. und Peaslee, D. E. 1973:** Morphology and photosynthetic efficiency of tobacco leaves that received end-of-day red or far-red light during development. *Physiologia Plantarum* 52, 440 - 442.
- Kasperbauer, M. J., Borthwick, H. A. und Hendricks, S. B. 1963:** Inhibition of flowering of *Chenopodium rubrum* by prolonged far-red radiation. *Bot. Gaz.* 124, 444 - 451.
- Kasperbauer, M. J., Hunt, P. G. und Sojka, R. E. 1984:** Photosynthate partitioning and nodule formation in soybean plants that received red or far-red light at the end of the photosynthetic period. *Physiologia Plantarum* 74, 549 - 554.
- Kasperbauer, M. J., Loughrin, J. H. und Wang, S. Y. 2001:** Light reflected from red mulch to ripening strawberries affects aroma, sugar and organic acid concentrations. *Photochemistry and Photobiology* 74 (1), 103 - 107.
- Kaufmann, F., Baranow, B. und Bochow, R. 1991:** Lumineszenzfolien zur Ernteverfrühung bei Kopfsalat. *Gemüse* 27, 96 - 98.
- Kaul, K. und Kasperbauer, M. J. 1992:** Mulch color effects on reflected light, rhizosphere temperature and pepper yield. *Transactions of the Kentucky Academy of Science* 53 (3 - 4), 109 - 112.
- Kemp, W. G. 1978:** Mulches protect peppers from viruses. *Canada Agriculture* 23: 22-24.
- Kennedy, J. S. und Booth, C. O. 1963:** Co-ordination of successive activities in an aphid: The effect of flight on the settling responses. *Journal of Experimental Biology* 40, 351 - 369.
- Kennedy, J. S., Booth, C. O. und Kershaw, W. J. S. 1961:** Host finding by aphids in the field. III. Visual attraction. *Annals of Applied Biology* 49, 1 - 21.
- Kitamura, S., Nakae, K., Kotani, K., Kume, T., Negawa, H. und Ikeda, T. 1989:** Insect pest-repelling film or sheet. US Patent No. 4,826,729, 16.
- Kraus, G. 2002:** Sorgen mit der Entsorgung - Wohin mit den Folien nach dem Gebrauch?. *Taspo-Magazin* (12), 50 - 52.
- Kring, J. B. 1964:** New ways to repel aphids. *Frontiers Sci.* 17, 6 - 7.
- Kring, J. B. 1977:** Structure of the eyes of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Annals of the Entomological Society of America* 70, 855 - 860.
- Kromer, K. H. 1986:** Kunststoffe für einen umweltgerechten Landbau. KTBL Arbeitspapier 102.
- Kromer, K.-H. 1982:** Intensivierung mit Mulchfolie. *Gemüse* 18, 278 - 282.

- Krug, H., Liebig, H.-P. und Stützel, H. 2002:** Gemüseproduktion - ein Lehr- und Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Ulmer, Stuttgart.
- KTBL 2003:** Weiterhin steigender Einsatz von Folien, Vliesen und Netzen im Gemüsebau. Gemüse 39, .
- Labowsky, H. J. 2003:** Steigender Einsatz bei Folien, Vliesen und Netzen. Rheinische Monatsschrift (2), 81.
- Lamont, W. J. und Orzolek, D. 2002:** What colour do your vegetables prefer?. Fruit and Vegetable Technology 2 (4), 20 - 22.
- Lamont, W. J., Sorensen, K. A. und Averre, C. W. 1990:** Painting aluminium strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. HortScience 25, 1305.
- Lara, F. M., Dal'Acqua Filho, A. und Barbosa, J. C. 1982:** Integration of a resistant variety of cabbage, *Brassica oleracea* Variante. acephala, with rice straw, for the control of *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 11: 209-219.
- Lehmhus, J. 2001.** Auswirkungen von Untersaaten in Weißkohlkulturen auf die Populationsdynamik der Schadinsekten, die Unkräuter und den Ertrag. Dissertation, Universität Hannover.
- Liakatas, A., Clark, J. A. und Monteith, J. L. 1986:** Measurements of the heat balance under plastic mulches, Part I: Radiation balance and soil heat flux. Agricultural and Forest Meteorology 36, 227 - 239.
- Liewehr, D. J. und Cranshaw, W. S. 1991:** Alate aphid trap capture over different background colors and different background patterns. Southwestern Entomologist 16: 13-18.
- Loebenstein, G., Alper, M., Levy, S., Palevitch, D. und Menagem, E. 1975:** Protecting peppers from aphid-borne viruses with aluminium foil or plastic mulch. Phytoparasitica 3, 43 - 53.
- Loughrin, J. H. und Kasperbauer, M. J. 2001:** Light reflected from colored mulches affects aroma and phenol content of Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49, 1331 - 1335.
- Loughrin, J. H. und Kasperbauer, M. J. 2002:** Aroma of fresh strawberries is enhanced by ripening over red versus black mulch. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50, 161 - 165.
- Mahmoudpour, M. A. und Stapleton, J. J. 1997:** Influence of sprayable mulch colour on yield of eggplant (*Solanum melongena* L. cv. Millionaire). Scientia Horticulturae 70 (4), 331 - 338.
- Matheny, T. A., Hunt, P. G. und Kasperbauer, M. J. 1992:** Potato tuber production in response to reflected light from different colored mulches. Crop Science 32 (4), 1021 -1024.
- Matitschka, G. und Ernst, M. 1995:** Einfluß von Mulchmaterialien auf den Stickstoffgehalt des Bodens, den Stickstoffentzug und das Wachstum von Kopfsalat. Gartenbauwissenschaft 60 (5), 280 - 286.
- Maync, A. 1991:** Mehrertrag auf gefärbten Mulchfolien?. Gemüse 27, 68.
- Mazokhin-Porshnyakov, G. A. und Kazayakina, V. I. 1979:** Eye structure in winged aphids (Homoptera: Aphididae). Entomol. Rev. 58, 20 - 27.
- Mbugua, I. N. 1996:** Effects of plastic mulch color on cucumber growth and development and response of cucumber beetle to mulch color. Horticultural Science 31, 689.
- McLean, G. D., Burt, J. R., Thomas, D. W. und Sproul, A. N. 1982:** The use of reflective mulch to reduce the incidence of watermelon mosaic virus in western Australia. Crop Protection 1 (4), 491 - 496.
- Moericke, V. 1950:** Über das Farbsehen der Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* (Sulz.)). Zeitschrift für Tierpsychologie 7 (2), 265 - 274.
- Moericke, V. 1952:** Farben als Landereize für geflügelte Blattläuse (Aphidoidea). Zeitschrift für Naturforschung 7, 304 - 309.
- Moericke, V. 1955a:** Über das Verhalten phytophager Insekten während des Befallsflugs unter dem Einfluss von weißen Flächen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 62, 588 - 593.
- Moericke, V. 1955b:** Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. Zeitschrift für angewandte Entomologie 37, 29 - 91.
- Moericke, V. 1955c:** Neue Untersuchungen über das Farbsehen der Homopteren. Proc. 2nd Conf. Potato Virus Dis. 104, 55 - 69.
- Moericke, V. 1957:** Der Flug von Insekten über pflanzenfreie und pflanzenbewachsende Flächen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 64, 507 - 514.
- Molla, M. H. 2000:** Effect of mulching and weed control on the incidence of Yellow Leaf Curl Virus. ARC Report, 1 - 7.
- Morey, L. 1999:** Blinding Bugs - Reflective plastic mulches cause insects to see the light. Florida Grower (November), 6 - 7.
- Müller, H. J. 1964:** Über die Anflugdichte von Aphiden auf farbige Salatpflanzen. Entomologia Experimentalis et Applicata 7, 85 - 104.
- Müller, H. J. und Unger, K. 1952:** Über den Einfluß von Licht, Wind, Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Befallsflug der Aphiden *Doralis fabae* und *Myzodes persicae* sowie der Psyllidae *Trioza nigricornis*. Der Züchter 22, 206 - 228.
- Nawrocka, B. Z., Eckenrode, C. J., Uyemoto, J. K. und Young, D. H. 1975:** Reflective mulches and foliar sprays for suppression of aphid-borne viruses in lettuce. Journal of Economic Entomology 68 (5), 694 - 698.

- Necibi, S., Barrett, B. und Johnson, J. 1992:** Effects of a black plastic mulch on the soil and plant dispersal of cucumber beetles, *Acalymma vittatum* (F.) and *Diabrotica undecimpunctata howardii* Barber (Coleoptera: Chrysomelidae) on melons. *Journal of Agricultural Entomology* 9, 129 - 135.
- Neitzel, K. und Müller, H. J. 1959:** Erhöhter Virusbefall in den Randreihen von Kartoffelbeständen als Folge des Flugverhalten der Vektoren. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 2: 27-37.
- Ngouajio, M., Glody, R., Snapp, S. und Zandstra, B. H. 2003:** Effect of colored polyethylene mulches on fresh market tomato growth and yield. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 31, 100 - 103.
- Orzolek, M. D. 1993:** The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash and pepper. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 24, 157 - 161.
- Orzolek, M. D. 2002:** Use of colored mulches. www.cstone.net/~agmulch/ref5.html. (access 2003)
- Orzolek, M. D., Murphy, J. und Ciardi, J. 2001:** The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash, tomato and cauliflower. <http://plasticulture.cas.psu.edu/CMulch-93.htm>. (access 2003)
- Owen, D. F. 1980:** How plants may benefit from the animals that eat them?. *Oikos* 35, 230 - 235.
- Pereira, R., Leckie, B. und Ownley, B. 2003:** Use of metalized reflective UV silver plastic mulch for insect control in tomato production. <http://bioengr.ag.utk.edu/Extension/ExtProg/Vegetable/year/VegIn.html> (access 2003).
- Pfeil, A. 1994:** Biologisch abbaubare Kunststoffe. expert Verlag, Renningen-Malmsheim.
- Prokopy, R. J. und Owens, E. D. 1983:** Visual detection of plants by herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 28, 337 - 364.
- Rangarajan, A. und Ingall, B. 2001:** Mulch color affects radicchio quality and yield. *HortScience* 36 (7), 1240 - 1243.
- Rosenkranz, V. L. 2003:** Controlling Thrips on gladiolus with silver colored plastic. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 31, 1.
- Rothman, P. G. 1967:** Aluminum foil fails to protect winter oats from aphid vectors of barley yellow dwarf. *Plant Dis. Rep.* 51, 354 - 355.
- Rummel, D. R., Arnold, M. D., Slosser, J. E., Neece, K. C. und Pinchak, W. E. 1995:** Cultural factors influencing the abundance of *Aphis gossypii* Glover in Texas high plains cotton. *Southwestern Entomologist* 20: 395-406.
- Schalk, J. M. und Robbins, M. L. R. 1987:** Reflective mulches influence plant survival, production and insect control in fall tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 22, 30 - 32.
- Schalk, J. M., Creighton, C. S., Fery, R. L., Sitterly, W. R., Davis, B. W., McFadden, T. C. und Day, A. 1979:** Reflective film mulches influences insect control and yield in vegetables. *Journal of the American Society of Horticultural Sciences* 104 (6), 759 - 762.
- Scott, S. J., McCleod, P. J., Montgomery, F. W. und Hander, C. A. 1989:** Influence of reflective mulch on incidence of thrips (Thysanoptera: Thripidae: Phlaeothripidae) in staked tomatoes. *Journal of Entomological Science* 24, 422 - 427.
- Seitz, P. 1973:** Kopfsalat mit lichtreflektierenden Folien. *Rheinische Monatsschrift* 10, 350.
- Setiawan, D. P. und Ragsdale, D. W. 1987:** Use of aluminium-foil and oat-straw mulches for controlling aster leafhopper, *Macrostelus fascifrons* (Homoptera: Cicadellidae), and aster yellows in carrots. *Great Lakes Entomologist* 20: 103-109.
- Shands, W. A. und Simpson, G. W. 1972:** Effects of aluminum foil mulches upon abundance of aphid on and yield of potatoes in northeastern Maine. *Journal of Economic Entomology* 65, 507 - 510.
- Smith, F. F. und E., W. R. 1970:** Soil mulches for repelling Mexican bean beetles. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 9, 59 - 61.
- Smith, F. F. und Webb, R. E. 1969:** Repelling aphids by reflective surfaces, a new approach to the control of insect-transmitted virus. In: *Virus, Vectors and Vegetation*, pp. 631 - 639. Interscience, New York.
- Smith, F. F., Boswell, A. L. und Webb, R. E. 1972:** Repellent mulches for control of gladiolus thrips. *Environmental Entomology* 1, 672 - 673.
- Smith, F. F., Johnson, G. V., Kahn, R. P. und Bing, A. 1964:** Repellency of reflective aluminium to transient aphid virus-vectors. *Phytopathology* 54, 748.
- Smith, J. 1976:** Influence of crop backgrounds on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. *Annals of Applied Biology* 83, 1 -13.
- Stapleton, J. J. und Summer, C. G. 2002:** Reflective mulches for management of aphids and aphid-borne virus diseases in late-season cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*). *Crop Protection* 21, 891 - 898.
- Stapleton, J. J., Summers, C. G., Turini, T. A. und Duncan, R. A. 1993:** Effect of reflective polyethylene and spray mulches on aphid populations and vegetative growth of bell pepper. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 24, 117 - 122.
- Stephens, M. 2003:** Biodegradable polymers - Mulch films. *Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress* 31, 38 - 39.
- Stoner, K. A. 1997:** Influence of mulches on the colonization by adults and survival of larvae of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in eggplant. *Journal of Entomological Science* 32: 7-16.

- Struzina, A. 1990:** Der Einfluß von Mulch auf bodenphysikalische Wachstumsfaktoren. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- Summers, C. G. und Stapleton, J. J. 2002:** Use of UV reflective mulch to delay the colonization and reduce the severity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) infestations in cucurbits. Crop Protection 21, 921 - 928.
- Toscano, N. C., Wyman, J., Kido, K., Johnson, H. und Mayberry, K. S. 1979:** Reflective mulches foil insects. Calif. Agric. 33, 19 - 19.
- Türke, U. 1976:** Das Mulchen und sein Einfluß auf Bodentemperatur und –feuchte. Der Tropenlandwirt 7 (Beiheft)
- VKE 2003:** Aktuelle Wirtschaftsdaten. <http://www.vke.de/de/infomaterial/download/> (access 2003).
- Walter, B., Hase, D. und Petermann, E. 1972:** Der Einfluß von Altpapier und Pappe auf das Pflanzenwachstum und die Erosion. Wochenblatt für Papierfabrikation 23/24.
- Watase, A. 1961:** Studies on the visual organs of aphids (Part 1): On the structure and development of the compound eye. Journal of Agricultural Science 6, 398 - 410.
- Zalom, F. G. und Cranshaw, W. S. 1981:** Effects of aluminium foil mulch on parasitism and fecundity of apterous *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Great Lakes Entomologist 14, 171 - 176.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Projekts war die Prüfung von Mulchmaterialien im ökologischen Pflanzenschutz zur Reduzierung des Blattlausbefalls in Freilandgemüse. Durch den Einsatz von Mulch kann der Kontrast zwischen der potentiellen Wirtspflanze und dem Untergrund für zufliegende Blattläuse verändert werden. Dieser Effekt kann durch bestimmte Farben, Strukturen oder UV-reflektierendes Material verstärkt werden. Als Mulchmaterialien wurden Weizenstroh und farbige Polypropylenvliese in diversen Gemüsekulturen auf mehreren Standorten in Norddeutschland eingesetzt. Die Projektlaufzeit umfasste Juni 2002 bis Dezember 2003. Versuchsdurchführung und Datenerhebung wurden im Jahr 2002 durch extreme Feuchte und in 2003 durch extreme Trockenheit und Hitze erheblich beeinflusst.

Die Versuche mit Strohmulch wurden durch das Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der BBA in der Region Braunschweig und Wolfenbüttel durchgeführt. Bei dem Anbau von Brokkoli, Buschbohne und Dicker Bohne war der Blattlausbefall auf einem von zwei Versuchsstandorten bis zu 50 % vermindert. Das Ergebnis war auf einen verringerten Einflug von Blattläusen in strohgemulchte Parzellen zurückzuführen. Zum Zeitpunkt der Ernte war der Blattlausbefall in den meisten Fällen durch natürliche Gegenspieler und Witterungsbedingungen im Vergleich zum Befall während der Vegetationsperiode stark reduziert. Strohmulch zeigte in Kopfsalat keine Wirkung auf den Blattlausbefall. In Möhren war die Anzahl Blattläuse zu gering, um zur Auswertung beizutragen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Wirkung von Strohmulch von der Stärke des Blattlauseinflugs, der Farbe der Pflanzenart sowie dem Bodentyp und der Witterung abhängig ist. Das Auftreten weiterer tierischer Schädlinge wie Raupen oder Gemüsefliegen als auch Krankheiten oder Nützlinge wurde durch Strohmulch nicht beeinflusst. Auch die Erträge von strohgemulchtem Gemüse unterschieden sich nicht oder nur geringfügig von ungemulchtem Gemüse. Unter sehr nassen Witterungsbedingungen wirkte sich Strohmulch tendenziell ertragsmindernd und unter sehr trockenen Bedingungen ertragsfördernd aus.

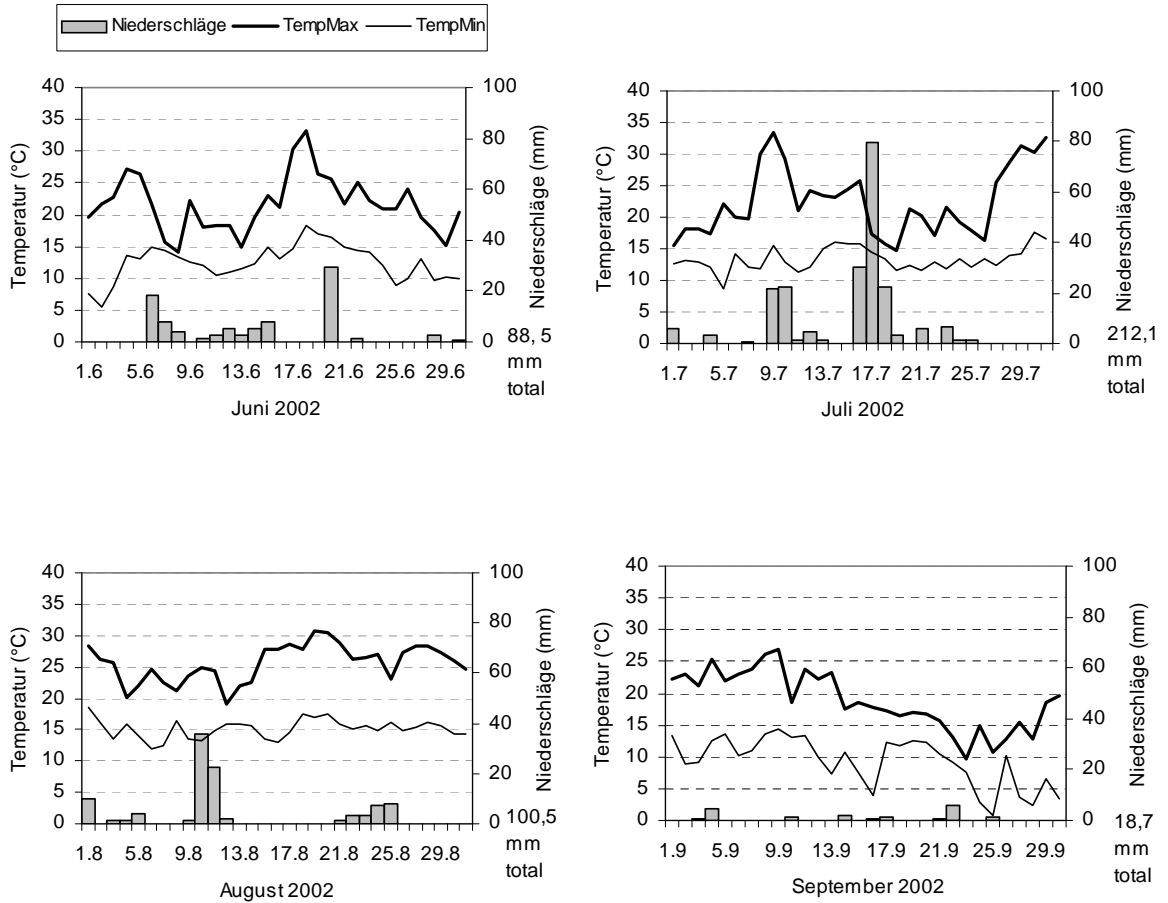
Der Einsatz von farbigen Mulchvliesen (Schwarz, Weiß, Grün, Rot, Blau, Dunkelblau, Silber) wurde durch das Institut für Gemüse- und Obstbau der Universität Hannover in den Kulturen Brokkoli, Kopfsalat und Buschbohne getestet. Neben Bodenfeuchtekonservierung und Unkrautunterdrückung war hier besonders die Wirkung der Farbrückstrahlung auf Schadinsekten und Pflanzenwachstum von besonderem Interesse. Der Befall im Jahr 2002 war allgemein zu gering um zur Ergebnisfindung beizutragen und wurde daher nicht in die Auswertung einbezogen. Neben Kopfsalat und Brokkoli wurde auch die Buschbohne mit verschiedenen Mulchfarben angebaut, jedoch war hier allgemein kein Blattlausbefall zu verzeichnen. Der Befall mit Blattläusen war in den Mulchfarben Silber, Rot und Weiß bis zur Hälfte reduziert. Dagegen schienen diese Farben attraktiv auf Schmetterlinge zu wirken. Jedoch waren die Unterschiede zur Ernte nicht mehr statistisch abzusichern. Die Anbauvarianten Kontrolle, Grün und Schwarz waren zeitweise am

stärksten mit Blattläusen befallen. Ein Einfluss auf nützliche Antagonisten wie Parasitoide und Schwebfliegen wurde nicht festgestellt. Pflanzenbaulich befriedigten die Materialien Rot und Weiß mangels Unkrautunterdrückung nicht und verhinderten eindeutige Aussagen zum Ertragsvergleich. Das aluminiumbedampfte Silbervlies zeigte neben einem geringen Blattlausbefall auch die höchste Ertragssteigerung und war damit das erfolgreichste Mulchmaterial.

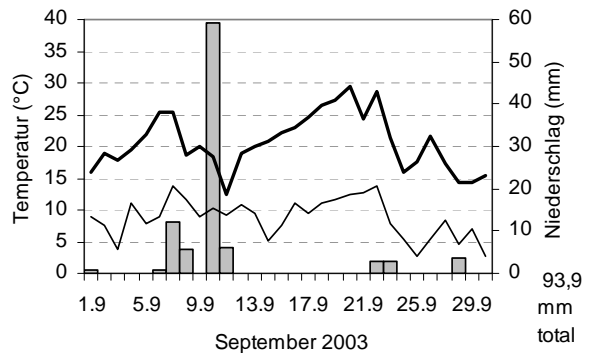
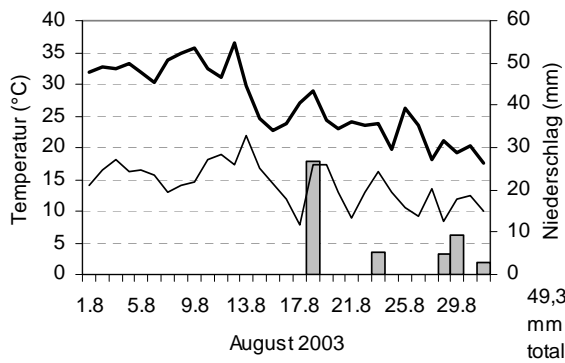
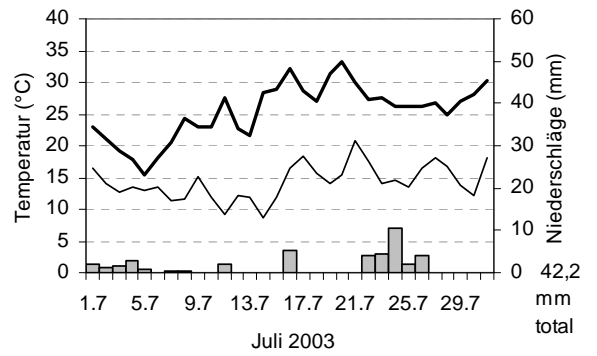
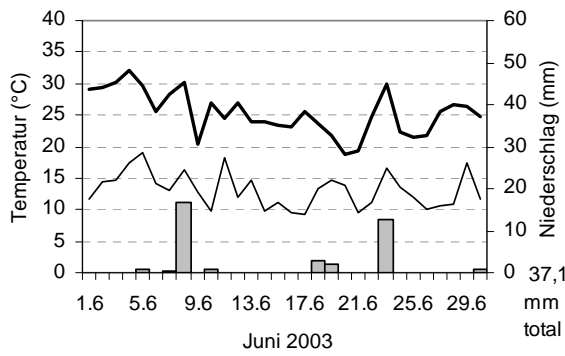
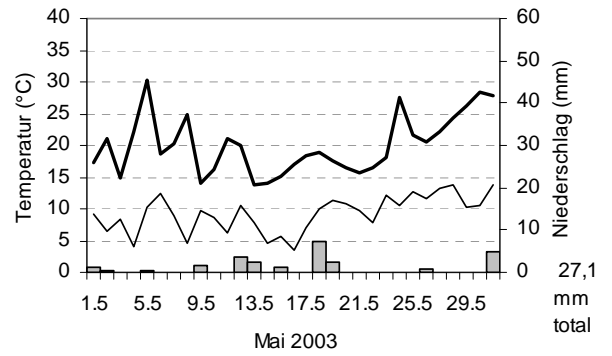
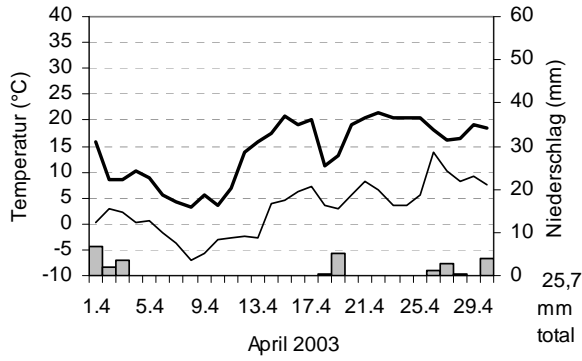
VI. ANHANG

Wetterdaten Braunschweig

a) Braunschweig Juni – September 2002



b) Braunschweig April – September 2003



Blattlausarten im Teilprojekt ‚Strohmulch‘

Aufgefundene alate Blattlausarten in 2002/2003 in alphabetischer Reihenfolge sortiert nach Kulturen

Salat (<i>Asteracea</i>)	Brokkoli (<i>Brassicaceae</i>)	Buschbohne/Dicke Bohne (<i>Fabaceae</i>)	Möhre/Dill (<i>Apiaceae</i>) nur 2002
<i>Acyrtosiphon lactucae</i>	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	<i>Acyrtosiphon lactucae</i>	<i>Cavariella aegopodii</i>
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	<i>Anoecia corni</i>	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	<i>Myzus persicae</i>
<i>Aphis spec.</i>	<i>Aphis acetosae</i>	<i>Aphis acetosae</i>	<i>Aphis nasturtii</i>
<i>Aphis acetosae</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Aphis spec.</i>
<i>Aphis fabae</i>	<i>Aphis frangulae</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Myzus persicae</i>
<i>Aphis frangulae</i>	<i>Aphis grossulariae</i>	<i>Aphis frangulae</i>	<i>Cavariella aegopodii</i>
<i>Aphis pomi</i>	<i>Aphis lambersi</i>	<i>Aphis grossulariae</i>	<i>Dysaphis crataegi</i>
<i>Aphis sambuci</i>	<i>Aphis nasturtii</i>	<i>Aphis nasturtii</i>	
<i>Brachycaudus cardui</i>	<i>Aphis pomi</i>	<i>Aphis spec.</i>	
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	<i>Aphis rumicis</i>	<i>Capitophorus similis</i>	
<i>Capitophorus carduinus</i>	<i>Aphis spec.</i>	<i>Cavariella intermedia</i>	
<i>Capitophorus elaeagni</i>	<i>Aulacorthum solani</i>	<i>Cryptomyzus galeopsidis</i>	
<i>Cavariella archangelicae</i>	<i>Brevicoryne brassicae</i>	<i>Dysaphis crataegi</i>	
<i>Cavariella theobaldi</i>	<i>Capitophorus carduinus</i>	<i>Dysaphis spec.</i>	
<i>Dysaphis crataegi</i>	<i>Capitophorus hippophaes</i>	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	
<i>Hayhurstia atriplicis</i>	<i>Cavariella aegopodi</i>	<i>Myzus persicae</i>	
<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Cavariella pastinacae</i>	<i>Rhopalosiphum padi</i>	
<i>Hyperomyzus lactucae</i>	<i>Cryptomyzus galeopsidis</i>		
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	<i>Dysaphis crataegi</i>		
<i>Metopolophium dirhodum</i>	<i>Hayhurstia atriplicis</i>		
<i>Microlophium evansi</i>	<i>Myzus persicae</i>		
<i>Myzus persicae</i>	<i>Myzus spec.</i>		
<i>Nasonovia ribis nigri</i>	<i>Nasonovia ribis-nigri</i>		
<i>Rhopalosiphum padi</i>	<i>Phorodon humili</i>		
<i>Sitobion avenae</i>	<i>Sipha (Rungsia) elegans</i>		
<i>Uroleucon sonchi</i>	<i>Sitobion avenae</i>		
<i>Uroleucon cichorii</i>	<i>Uroleucon cichorii</i>		
<i>Uroleucon hypochoeridis</i>			
<i>Uroleucon tussilaginis</i>			