

Abschlussbericht des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest zum Projekt

"Untersuchungen zum Auftreten und der Bedeutung von Viruserkrankungen in Leguminosen in Nordrhein-Westfalen "

Kurztitel: **ViBo**

M.Sc. Milan Männel
Prof. Dr. Verena Haberlah-Korr
Dr. Monika Heupel

Gefördert durch: **Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**



Ergebnisse einer Forschungs Kooperation zwischen der Fachhochschule Südwestfalen, der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und dem Referat II - 1 des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) des Landes Nordrhein-Westfalen

Forschungsschwerpunkt: Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft

Projektteam der Fachhochschule Südwestfalen:

M. Sc. Milan Männel (Pflanzenschutz)
Prof. Dr. Verena Haberlah-Korr (Pflanzenschutz)
Dr. Peter Dapprich (Pflanzenschutz)
Dipl. Ing. Günter Stemann (Versuchsgut Merklingsen)
B. Sc. Steffen Hünnes (Versuchsgut Merklingsen)

Projektteam der Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalen (Labor Köln Auweiler):

Dr. Monika Heupel (Pflanzenschutzdienst)
LTA Laura Müller

Projektleitung:

Prof. Dr. Verena Haberlah-Korr

Fachhochschule Südwestfalen
Fachbereich Agrarwirtschaft
Lübecker Ring 2
59494 Soest
www.fh-swf.de/FB/agrar
Tel. 02921 378 3169

III

II

Danksagung

Der Fachbereich Agrarwirtschaft bedankt sich bei allen externen Partnern, deren Unterstützung und Beratung das Projekt ermöglicht und vorangebracht haben, insbesondere bei

- Eberhard Hollmann für die Nutzung seiner landwirtschaftlichen Flächen am Standort Ense
- Elisabeth Engels, Eugen Winkelheide und Dr. Anton Dissemond (LWK NRW) für die Organisation der Feldtage auf dem Versuchsstandort Ense sowie der fachlichen Unterstützung
- den Studierenden Timo Blecher (Masterarbeit 2017, Marius Hoffmann (Masterarbeit 2018), Stefan Francken, David Kellerhoff und Ole Storm (Projektarbeit 2019)
- sowie beim Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) des Landes Nordrhein-Westfalen für die finanzielle, ideelle und fachliche Unterstützung des Projekts.

Soest, 19.5.2020

Das ViBo-Projektteam der FH SWF

Inhaltsverzeichnis

Alphabetisches Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	XI
ZUSAMMENFASSUNG	12
1. AUFGABENSTELLUNG	13
2. PLANUNG UND ABLAUF DER MAßNAHME	14
2.1 Feldversuchsstandorte	14
2.1.1 Merklingsen	15
2.1.2 Ense.....	16
2.2 Witterung im Versuchszeitraum	17
2.3 Versuchsjahr 2017	19
2.3.1 Sortenwahl.....	19
2.3.2 Versuchsdesign	19
2.3.3 Bonitur der schwarzen Bohnenlaus <i>Aphis fabae</i>	21
2.3.4 Bonitur der Erbsenblattlaus <i>Acyrtosiphon pisum</i>	22
2.3.5 Insektizidapplikationen.....	23
2.3.6 Versuchsbeerntung und Ertragserfassung	23
2.3.7 Statistische Auswertung	24
2.3.8 Virusmonitoring.....	24
2.4 Versuchsjahr 2018	26
2.4.1 Sortenwahl.....	27
2.4.2 Versuchsdesign	27
2.4.3 Insektizidapplikation.....	28
2.4.4 Bonitur der Nützlinge	29
2.4.5 Versuchsbeerntung und Ertragserfassung	29
2.4.6 Statistische Auswertung	29
2.4.7 Virusmonitoring.....	29
2.5 Versuchsjahr 2019	30
2.5.1 Versuchsdesign	30
2.5.2 Bonitur der Erbsenblattlaus <i>Acyrtosiphon pisum</i>	32
2.5.3 Insektizidapplikationen.....	32
2.5.4 RGB- und Multispektralaufnahmen	32
2.5.5 Beerntung	33
2.5.6 Virusmonitoring.....	33

3. ERZIELTE ERGEBNISSE	34
3.1 Versuchsjahr 2017	34
3.1.1 Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus	34
3.1.2 Bonitur der Erbsenblattlaus	35
3.1.3 Ertrag	35
3.1.4 Virusmonitoring.....	37
3.2 VERSUCHSJAHR 2018	39
3.2.1 Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus	39
3.2.2 Bonitur der Erbsenblattlaus	41
3.2.3 Bonitur der Nützlinge	43
3.2.3 Ertrag	46
3.2.4 Virusmonitoring.....	46
3.3 Versuchsjahr 2019	48
3.3.1 Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus	48
3.3.2 Bonitur der Erbsenblattlaus	50
3.3.3 Bonitur der Nützlinge	51
3.3.4 Ertrag	55
3.3.5 Luftaufnahmen/Fernerkundung.....	55
3.3.6 Virusmonitoring.....	60
3.4 Zusammenfassung der Versuchsjahre	63
3.4.1 Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus	63
3.4.2 Bonitur der Erbsenblattlaus	63
3.4.3 Bonitur der Nützlinge	64
3.4.4 Ertrag	64
3.4.5 Virusmonitoring.....	66
4. VORAUSSICHTLICHER NUTZEN	67
4.1 Risikoabschätzung von Schäden durch blattlausübertragbare Leguminosenviren.....	67
4.2 Einschätzung des Blattlauszuflugs.....	68
4.3 Einschätzung des Applikationszeitpunkt	68
4.4 Geeignete Insektizide	68
5. ÜBERTRAGBARKEIT DER ERGEBNISSE	70
5.1 weitere Leguminosen	70
5.2 weitere phytopathogene Viren	70
5.3 Beantwortete Versuchsfragen	71

6. VORTRÄGE & VERÖFFENTLICHUNGEN	74
6.1 Vorträge.....	74
6.2 Veröffentlichungen.....	75
7. ANHANGSVERZEICHNIS (IN DIGITALER FORM)	76
7.1 Boniturdaten Feldversuch 2017	76
7.1.1 Boniturdaten Standort Merklingsen	76
7.1.2 Boniturdaten Standort Ense	76
7.2 Boniturdaten Feldversuch 2018	76
7.2.1 Boniturdaten Standort Merklingsen	76
7.2.2 Boniturdaten Standort Ense	76
7.3 Boniturdaten Feldversuch 2019	76
7.3.1 Boniturdaten Standort Merklingsen	76
7.3.2 Boniturdaten Standort Ense	76
7.4 Virusmonitoring	76
7.5 Wetterdaten	76
7.6 Vorträge, Veröffentlichungen und Poster	76
8. QUELLENVERZEICHNIS	77

Alphabetisches Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
<i>A. fabae</i>	<i>Aphis fabae</i>
<i>A. pisum</i>	<i>Acyrtosiphon pisum</i>
BBCH	Entwicklungsskala von Kulturpflanzen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und Chemischer Industrie
BLRV	Bean leaf roll virus
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
DESTATIS	Statistisches Bundesamt
dt	Dezitonne
ELISA	Enzym-linked immunosorbent array (enzymverknüpftes Antikörper-nachweisverfahren)
EPPO	Pflanzenschutzorganisation für Europa und den Mittelmeerraum
GEP	Gute experimentelle Praxis
Kö.	Körner (in diesem Falle Ackerbohnsensamen)
Lt3	Bodenartbezeichnung für einen tonigen Lehmboden mit einem Masseanteil an 35 %-45 % Ton und 30 %-50 % Schluff
LWK NRW	Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalen
NN	Normalnull
NS	Niederschlag
OVID	Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland
PEMV	Pea enation mosaic virus
Pfl.	Pflanzen
PNYDV	Pea necrotic yellow dwarf virus
Poty	Potyviren
PU	Prädatoreinheit, Maßeinheit für die Fraßleistung der Nützlinge
RGB	Üblicher Farbsensor, der das einfallende Lichtspektrum in einem Raster, ähnlich wie das menschliche Auge erfasst (Rot, Grün, Blau)
ssA	schwefelsaures Ammoniak
Tab.	Tabelle
Tu4	Bodenartbezeichnung für einen schluffig- tonigen Lehmboden mit einem Masseanteil an 25 %-35 % Ton und 65 %-75 % Schluff
UAV	Unmanned Air Vehicle (Mulitcopter, Drohne)
Ut2	Bodenartbezeichnung für einen lehmigen Schluffboden mit einem Masseanteil an 8 %-12 % Ton und 65 %-92 % Schluff

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage der beiden Standorte in der Soester Börde. Quelle: Google maps, 2017 (verändert).....	15
Abb. 2: Lage der Versuchsflächen in den einzelnen Jahren am Standort Merklingsen, Quelle: Google maps, 2019 /verändert).....	15
Abb. 3: Lage der Versuchsflächen in den einzelnen Jahren am Standort Ense, Quelle: Google maps, 2019 (verändert).....	16
Abb. 4: Witterung am Standort Merklingsen 2017 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Hamm)	17
Abb. 5: Witterung am Standort Merklingsen 2018 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Hamm)	18
Abb. 6: Witterung am Standort Merklingsen 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Hamm)	18
Abb. 7: Versuchsdesign (maßstabsgerecht) am Standort Merklingsen 2017	20
Abb. 8: Versuchsdesign (maßstabsgerecht) am Standort Ense 2017.....	21
Abb. 9: Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus an gelben Markierstäben am Standort Ense.....	22
Abb. 10: Gelbschale mit aus 20 Pflanzentrieben geklopften Erbsenblattläusen.....	22
Abb. 11: Extraktion des Pflanzensaftes (links oben.), Zugabe von Serum (rechts oben.) auf eine Mikrotiterplatte (unten) im Rahmen des ELISA (Quelle: M. Heupel).....	25
Abb. 12: Farbreaktion als Virusnachweis nach Zugabe der Seren auf den Pflanzensaft (Quelle: M. Heupel).....	25
Abb. 13: Versuchsdesign nach lateinischem Rechteck an beiden Standorten 2018	28
Abb. 14: Versuchsdesign nach lateinischem Quadrat an beiden Standorten 2019	31
Abb. 15: Befallsstärke der schwarzen Bohnenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze 2017 am Standort Ense.....	34
Abb. 16: Befallshäufigkeit der Schwarzen Bohnenblattlaus 2017 am Standort Ense ..	35
Abb. 17: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro Pflanze 2017 am Standort Merklingsen	36
Abb. 18: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro Pflanze 2017 am Standort Ense	36
Abb. 19: Ertrag in Dezitonnen/ha nach Ort, Sorten und Varianten 2017.....	37
Abb. 20: Zusammensetzung der Proben im Virusmonitoring 2017.....	38
Abb. 21: Orte, die im Rahmen des Monitorings 2017 beprobt wurden. (Rot: positiver Nachweis von PEMV).....	39
Abb. 22: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Prozent über beide Sorten am Standort Merklingsen 2018	40
Abb. 23: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze über beide Sorten am Standort Merklingsen 2018.....	40
Abb. 24: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Prozent über beide Standorte am Standort Ense 2018.....	41
Abb. 25: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze über beide Sorten am Standort Ense 2018.....	41

Abb. 26: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro Pflanze über beide Sorten in Merklingsen 2018.....	42
Abb. 27: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro Pflanze am Standort Ense 2018	42
Abb. 28: Zusammensetzung des PU-Wertes aus den bonitierten Blattlausprädatoren am Standort Merklingsen 2018	43
Abb. 29: Zusammensetzung des PU-Wertes aus den bonitierten Blattlausprädatoren am Standort Ense 2018.....	43
Abb. 30: Zusammensetzung des PU-Wertes der Sorte Tiffany über beide Standorte 2018 aus den bonitierten Blattlausprädatoren	44
Abb. 31: Zusammensetzung des PU-Wertes der Sorte GL Sunrise über beide Standorte 2018 aus den bonitierten Blattlausprädatoren.....	44
Abb. 32: Marienkäferimagines / Pf. nach Standort, Sorte und Variante 2018.....	45
Abb. 33: Marienkäferlarven / Pfl. nach Standort, Sorte und Variante 2018	45
Abb. 34: Schlupf- und Erzwespen / Pf. nach Standort, Sorte und Variante 2018.....	45
Abb. 35: Ertrag in Dezitonnen / ha 2018 nach Standort, Sorte und Variante	46
Abb. 36: Orte, die im Rahmen des Monitorings 2018 beprobt wurden	47
Abb. 37: Zusammensetzung der Proben im Virusmonitoring 2018.....	48
Abb. 38: Von Schwarzer Bohnenblattlaus befallene Pflanzen in Prozent am Standort Merklingsen 2019.....	49
Abb. 39: von Schwarzer Bohnenlaus befallene Pflanzen in Prozent am Standort Ense	49
Abb. 40: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze an den Standorten Merklingsen und Ense 2019.....	50
Abb. 41: Von Erbsenblattlaus befallene Pflanzen in Prozent an den Standorten Merklingsen und Ense 2019.....	51
Abb. 42: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze an den Standorten Merklingsen und Ense 2019.....	51
Abb. 43: durchschnittlicher PU-Wert über den Boniturzeitraum nach Standort und Varianten 2019.....	52
Abb. 44: Zusammensetzung des PU-Wertes nach Varianten aus dem Mittel über beide Standorte	52
Abb. 45: Häufigkeit der Marienkäferimagines nach Standort, Sorte und Variante 2019	53
Abb. 46: Häufigkeit der Marienkäferlarven nach Standort, Sorte und Variante 2019.	54
Abb. 47: Häufigkeit der Schwebfliegenlarven nach Standort, Sorte und Variante 2019	54
Abb. 48: Häufigkeit der Webspinnen nach Standort, Sorte und Variante 2019	55
Abb. 49: Ackerbohnenenertrag in Dezitonnen/ha nach Ort, Var. und Sorte 2019	55
Abb. 50: Orthofoto vom Standort Merklingsen am 04.07.2019.....	57
Abb. 51: NDVI-Aufnahme des Standortes Merklingsen am 04.07.2019.....	57
Abb. 52: Orthofoto vom Standort Ense am 04.,07.2019	58
Abb. 53: NDVI-Aufnahme vom Standort Ense am 04.07.2019	58

Abb. 54: NDVI nach Sorten und Var. am Standort Merklingsen am 05.07.2019	59
Abb. 55: NDVI nach Sorte und Variante am Standort Ense am 04.07.2019.....	59
Abb. 56: Gelbanteil nach Sorten und Varianten am Standort Merklingsen am 05.07.2019	59
Abb. 57: Gelbanteil nach Sorten und Varianten am Standort Ense am 04.07.2019	60
Abb. 58: Orte, die im Rahmen des Monitorings 2019 beprobt wurden	61
Abb. 59: Zusammensetzung der Proben im Virusmonitoring 2019	62
Abb. 60: Ertrag in dt / ha über beide Standorte, drei Versuchsjahre und beide Sorten	65
Abb. 61: Ertrag nach Variante und Sorte über beide Standorte und drei Jahre	65
Abb. 62: Virusmonitoring im Vergleich über die einzelnen Jahre.....	66

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Pflanzenbauliche Maßnahmen im Versuchsjahr 2017 an beiden Standorten ..	19
Tab. 2: Insektizidanwendungen an beiden Standorten 2017	23
Tab. 3: Leguminosen-Monitoringproben nach Landkreisen 2017	26
Tab. 4: Pflanzenbauliche Maßnahmen im Versuchsjahr 2018 an beiden Standorten ..	26
Tab. 5: Insektizidanwendungen an beiden Standorten 2018	28
Tab. 6: Bonitierte Nützlinge und die assoziierten PU-Werte nach FREIER, 1997.....	29
Tab. 7: Leguminosen-Monitoringproben nach Landkreisen 2018.....	30
Tab. 8: Pflanzenbauliche Maßnahmen im Versuchsjahr 2019 an beiden Standorten ..	31
Tab. 9: Insektizidanwendungen an beiden Standorten 2019	32
Tab. 10: Monitoringproben nach Landkreisen 2019	33
Tab. 11: Proben und Virusbefunde nach Landkreisen 2017.....	38
Tab. 12: Proben und Virusbefunde nach Landkreisen 2018.....	47
Tab. 13: Proben und Virusbefunde nach Landkreisen 2019.....	62

Zusammenfassung

Ziel des Projektes war es, die Bedeutung von Leguminosenviren (Pea necrotic yellow dwarf virus [Nanovirus] **PNYDV**, Pea enation mosaic virus **PEMV**, Bean leafroll virus **BLRV** und **Potyviren**) in NRW und mögliche Pflanzenschutzstrategien zur Virusvektorenkontrolle zu evaluieren. Dazu wurde von 2017 bis 2019 ein NRW-weites Monitoring in Leguminosen (hauptsächlich Ackerbohnen und Erbsen) durchgeführt. Ziel war es dabei, Leguminosenviren in zufällig ausgewählten Pflanzen- und Blattlausproben mittels ELISA nachzuweisen. Es wurden jeweils Proben von 50 Einzelpflanzen- oder Tieren einer Fläche als Mischprobe gepoolt. Parallel wurden mit dreijährigen Feldversuchen an zwei Orten im Kreis Soest von 2017 bis 2019 Erfahrungen und Erkenntnisse zur Kontrolle von virusübertragenden Blattläusen mittels Insektiziden gesammelt.

Das Monitoring zeigte ein geringes Auftreten von PEMV in 2017 (17 %) und 2018 (11 %), während PNYDV bis Dezember 2018 nicht nachgewiesen werden konnte. 2019 traten die untersuchten Viren deutlich häufiger auf (65 %), oft PNYDV in Kombination mit anderen Viren (29 %). Die Ergebnisse des Monitorings zeigen, dass PNYDV offenbar kurzfristig sehr präsent werden konnte.

In den Feldversuchen konnten 2017 und 2018 nur vereinzelt Virusinfektionen nachgewiesen werden. 2019 wurde PNYDV in 21 von 64 Parzellen nachgewiesen. Auch frühe Insektizidanwendungen konnten die Virusinfektionen nicht verhindern. Die Sorte Tiffany war dabei deutlich stärker betroffen (15 von 32 Parzellen) als die Sorte Gl Sunrise (6 von 32 Parzellen). Dennoch war die tanninhaltige Sorte Tiffany mit einem Mehrerertrag von 13% signifikant ertragsstärker als die tanninfreie Sorte GL Sunrise.

Über alle drei Jahre und Orte wurde mit einer einmaligen Insektizidanwendung (Pirimor[®] Granulat oder Teppeki[®]) ein signifikanter Mehrerertrag von 7,5 % (Behandlung zu BBCH 55) -12,8 % (Behandlung zu BBCH 65) erzielt. Bei einem intensiveren Insektizideinsatz mit der zusätzlichen Anwendung von Karate Zeon[®] in BBCH 16 lag der Mehrerertrag bei 19 %. Die Wirkungsgrade von Karate Zeon gegenüber *Aphis fabae* waren mit durchschnittlich 30 % deutlich niedriger als die von Teppeki[®] oder Pirimor[®] Granulat (97 %). Der Ertragszuwachs kann in erster Linie auf die Verringerung von Saugschäden durch *Aphis fabae* zurückgeführt werden. Bei der intensiveren Insektizidanwendung können Ertragszuwächse auf die Schädigung des Blattrandkäfers *Sitona lineatus* zurückgeführt werden, der in jedem Jahr massiv auftrat und durch Karate Zeon[®] in BBCH 16 erfasst wird. Mit zunehmender Insektizidintensität wurde eine starke Verringerung der Abundanzen von den bedeutsamsten Antagonisten wie Marienkäfern (Coccinellidae) und Schwebfliegen (Syrphidae) beobachtet, insbesondere der frühe Einsatz von Karate Zeon[®] wirkte sich negativ auf die Besiedlung durch Nützlinge aus.

1. Aufgabenstellung

Deutschland kann nur 25 % seines Bedarfs an eiweißreichen Futtermitteln (Rapsextraktionsschrot, Sojabohnen- und Sojaextraktionsschrot, Körnererbsen, Ackerbohnen und Süßlupinen) aus eigenem Anbau decken. Die so genannte Eiweißlücke betrug 2019 ca. 75 % (FORUM BIO-UND GENTECHNOLOGIE E.V., OVID, DESTATIS, BMEL). Der Anbau von Leguminosen kann zu einer Reduzierung dieser Eiweißlücke beitragen, Fruchtfolgen erweitern und damit auch die Pflanzengesundheit innerhalb der Fruchtfolge verbessern. Die Bundesregierung fördert im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie den Anbau von Leguminosen und sieht in der Ackerbaustrategie 2035 eine Erhöhung des Anbauumfangs von standortangepassten Eiweißpflanzen vor (BMEL 2019).

Im Jahr 2016 berichteten zahlreiche Anbauer von Ackerbohne und Körnererbse aus NRW dem Pflanzenschutzdienst von vorzeitig stellenweise absterbenden Ackerbohnenbeständen. Erste Meldungen über ungewöhnliche Vergilbungserscheinungen in Ackerbohnen und Erbsen erreichten die deutschen Pflanzenschutzdienste schon im Juni. Im Juli und August wurden vielfach auffällig kleine, eingerollte Blätter und mosaikartige Verfärbungen der jungen Blätter bis hin zum Absterben der gesamten Pflanze, beobachtet. Massive Ertragseinbußen waren bei starkem Befall die Folge. Die Testungen auf Befall mit Viren ergaben bei fast allen vergilbten Proben positive Befunde. Insbesondere zeigte sich ein landes- und bundesweiter Befall mit dem bisher nur in Sachsen regional an Gemüserbsen nachgewiesenen Nanovirus Pea necrotic yellow dwarf virus, PNYDV (GAAFAR, Y., GRAUSGRUBER-GRÖGER, S. & ZIEBELL, H. 2016). Allgemein ist mit zunehmend mildereren Wintern in Folge der globalen Erwärmung mit einem vermehrten Auftreten von Viruserkrankungen an Kulturpflanzen durch längere Flugperioden und anholozyklische Überwinterung der Blattlaus als Virusvektoren zu rechnen (ZIEBELL 2017).

Als Reaktion darauf startete am 1.6.2017 das Forschungsprojekt „ViBo“ am Soester Fachbereich Agrarwirtschaft. Ziel des Projektes war es, mögliche Bekämpfungsstrategien für Viren in Leguminosen zu entwickeln. Ebenso sollten Vorkommen und Überdauern der Viren durch ein Monitoring erfasst werden. Die daraus gewonnen Erkenntnisse sollen dazu beitragen, Ertragseinbußen durch Virenbefall zu minimieren und bei den Landwirten zu mehr Anbausicherheit beitragen.

Das Projekt gliederte sich in zwei Teilbereiche. Der erste Teil bestand in einem dreijährigen Feldversuch auf zwei Standorten mit drei (2017) bzw. vier Varianten in zwei Sorten. Der zweite Teilbereich war das Virusmonitoring in landwirtschaftlich genutzten Leguminosen in NRW. Die Proben wurden dabei von Seiten der Fachhochschule als auch von Pflanzenbauberatern der Kammer und Landwirten selbst gesammelt und im Labor des Pflanzenschutzdienstes der Landwirtschaftskammer in Köln Auweiler serologisch ausgewertet.

2. Planung und Ablauf der Maßnahme

2.1 Feldversuchsstandorte

Aufgrund des Projektbeginns am ersten Juni mussten bereits angelegte Pflanzenbestände bzw. Feldversuche genutzt werden, um eine Datenerhebung in der Vegetationsperiode 2017 zu gewährleisten. Mit den Erfahrungen der Feldversuche aus 2017 wurden 2018 und 2019 nahezu identische Feldversuchsanlagen entworfen, um unter Reduzierung von möglichen Störeinflüssen bestmögliche Ergebnisse zu generieren.

Die grundsätzliche Überlegung war, die Übertragung der Viren durch die Vektoren, in diesem Fall Blattläuse zu unterbinden. Der Einsatz von Insektiziden sollte dabei die Blattlauspopulationen kontrollieren. Es wurde die Annahme getroffen, dass ein geringer Besatz von Blattläusen die Verbreitung von Viren im Bestand erschwert. Findet eine Massenvermehrung statt, bilden die Blattläuse aufgrund von Ressourcenknappheit vermehrt geflügelte Individuen und wandern auf benachbarte Pflanzen ab. Mit der Saugtätigkeit der Blattläuse werden Viruserkrankungen nesterweise im Bestand verteilt.

Der Einsatz von Insektiziden könnte eine Massenvermehrung verhindern. Ausgehend von dieser These wurden drei unterschiedliche Insektizidvarianten hinsichtlich ihres Einflusses auf die Blattlauspopulation geprüft. Variante eins wurde nicht behandelt (Kontrolle), in Variante zwei wurde eine einmalige Behandlung mit einem blattlauswirksamen Insektizid (Pirimicarb) durchgeführt, Variante drei sollte durch regelmäßige Insektizidapplikationen im Abstand von 7-14 Tagen anlaog zum Vorgehen in Pflanzkartoffeln blattlausfrei gehalten werden. Nach Auswertung der Ergebnisse 2017 wurde der Versuchsplan für die Jahre 2018 und 2019 verändert. Die Parzellengröße, die Anlage und Ausrichtung des Feldversuchs sowie die Sorten wurden auf beiden Standorten vereinheitlicht. Die Anzahl der Insektizidapplikationen in der intensiven Variante wurde auf drei reduziert. Eine weitere Variante wurde eingeführt um den besten Zeitpunkt für eine Pflanzenschutzmaßnahme zu identifizieren. Durch die größeren Parzellen wurde zu einer Applikation mit der traktorgestützten Feldspritze übergegangen.

Die Feldversuche wurden auf den beiden Standorten Merklingsen und Ense durchgeführt. Die Standorte liegen beide ca. 10 km entfernt vom Hochschulstandort Soest. Sie unterscheiden sich in der Höhe über Normalnull, dem Boden, der Bodenbearbeitung und der Exposition in Bezug auf Wind und Relief. (**Abb. 1**)



Abb. 1: Lage der beiden Standorte in der Soester Börde. Quelle: Google maps, 2017 (verändert)

2.1.1 Merklingsen

Die Versuche fanden in allen drei Jahren auf dem Versuchsgut der Fachhochschule Südwestfalen statt. Es handelte sich dabei um Teilbereiche von nahezu ebenen Flächen auf einer Höhe zwischen 91 m und 96 m ü. NN (**Abb. 2**). Charakteristisch ist der 2-2,8 m tiefgründige Boden mit einer bis zu zwei Meter dicken Lössauflage (Bodenart Ut2, Bodentyp Pseudogley-Parabraunerde). Seit 1993 findet keine wendende Bodenbearbeitung mehr statt. Auf den Flächen rotiert eine achtfeldrige Fruchtfolge, bei der Körnerleguminosen (in der Regel Ackerbohnen) alle acht Jahre angebaut werden.



Abb. 2: Lage der Versuchsflächen in den einzelnen Jahren am Standort Merklingsen, Quelle: Google maps, 2019 /verändert)

2.1.2 Ense

Der Standort Ense befindet sich an der Nordseite des Höhenzuges Haar zwischen 203 m und 241 m ü. NN. Ähnlich wie in Merklingsen konnten in allen drei Jahren die Versuche auf benachbarten Schlägen durchgeführt werden. Die vorherrschende Bodenart ist toniger Lehm und schluffiger Ton (Lt3, Tu4). Der Boden ist mit 0,3-1,2 m weniger tiefgründig als in Merklingsen und wird gepflügt. Aufgrund der Höhe sind die Durchschnittstemperaturen 1-2 °C niedriger. Die Flächen sind sehr windexponiert (**Abb. 3**). Im Frühjahr lässt sich eine Entwicklungsverzögerung der Pflanzenbestände im Vergleich zum Standort Merklingsen von ca. 14-18 Tagen beobachten. Am Standort Ense traten außerdem in allen drei Jahren deutlich mehr Blattläuse auf als in Merklingsen.



Abb. 3: Lage der Versuchsflächen in den einzelnen Jahren am Standort Ense, Quelle: Google maps, 2019 (verändert)

2.2 Witterung im Versuchszeitraum

Die Witterung in den drei Versuchsjahren unterschied sich deutlich voneinander. Als Vergleichsmaßstab wurden Temperaturen und Niederschläge der Klimareferenzperiode von 1961-1990 der Wetterstation Hamm herangezogen. **2017** waren im Kulturzeitraum der Ackerbohne alle Monate bis auf den April deutlich wärmer als das langjährige Mittel. Größere Niederschlagsdefizite traten mit Ausnahme des April und Juni nicht in der Vegetationsperiode auf. Ergiebige Niederschläge im Juli (feuchtester Monat im Versuchszeitraum mit 180 mm), August, September und November führten zu einer überdurchschnittlich hohen Jahresniederschlagssumme (**Abb. 4**).

Das Jahr **2018** war geprägt von einer außergewöhnlichen Trockenheit. Von Februar bis November wiesen alle Monate Niederschlagsdefizite auf. Diese führten in allen Kulturen zu starken Ertragsrückgängen und einem verfrühten Abreifen der Pflanzen. Nach einem sehr kalten Februar folgte im April und Mai ein extrem warmes Frühjahr. Auch die Sommermonate Juni, Juli und August waren deutlich wärmer. Die Jahresniederschlagssumme entsprach nur 63 % des 30-jährigen Mittels (**Abb. 5**).

2019 waren die Winter- und Frühjahrsniederschläge mit Ausnahme des Aprils sehr durchschnittlich. Im Juni und Juli fielen dagegen weniger als 50 % der üblichen Niederschläge. Die Temperaturen lagen dabei mit Ausnahme des Mai deutlich über dem langjährigen Mittel. Bereits am 25. Juni wurden Temperaturen von über 35 °C gemessen, am 25. Juli kam es zu ungewöhnlich heißen Tagen mit Höchsttemperaturen von über 38 °C. Die Durchschnittstemperatur an diesem Tag lag bei 30,9 °C und war die höchste im gesamten Versuchszeitraum (**Abb. 6**).

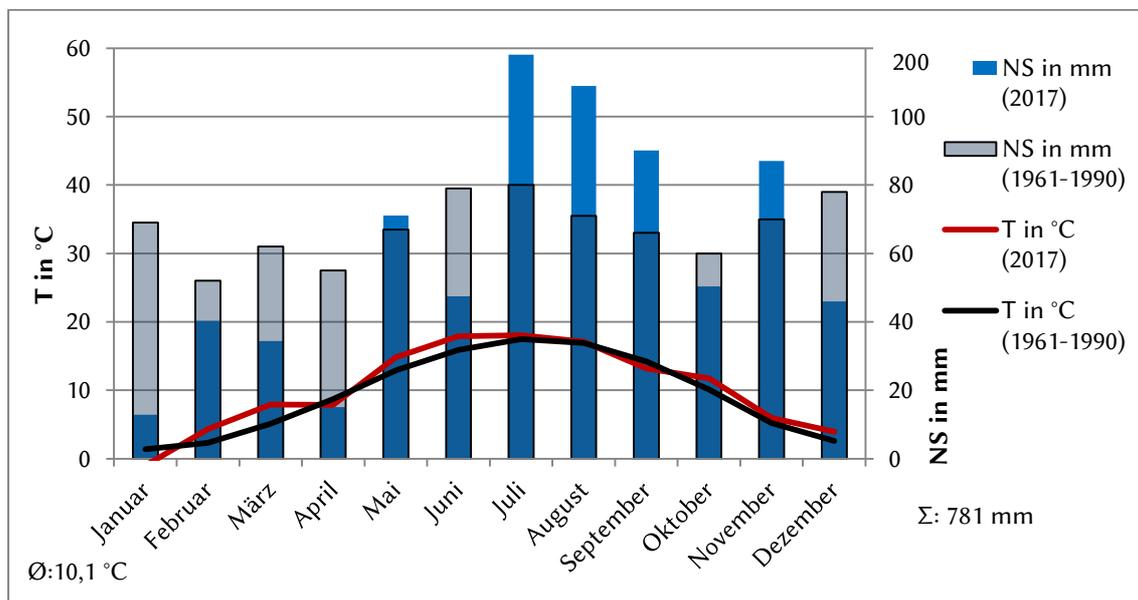


Abb. 4: Witterung am Standort Merklingsen 2017 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Hamm)

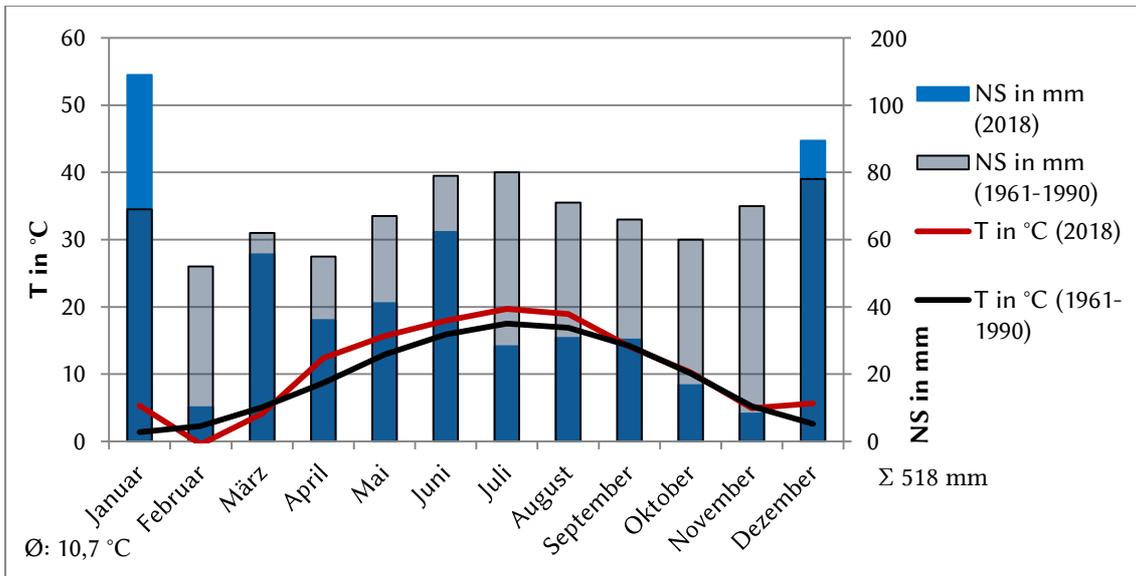


Abb. 5: Witterung am Standort Merklingsen 2018 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Hamm)

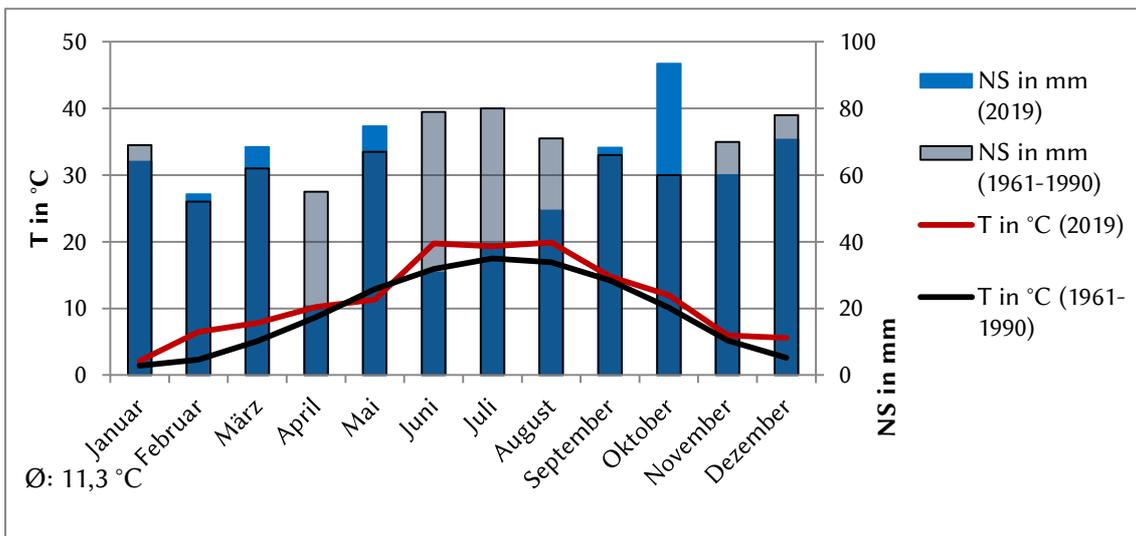


Abb. 6: Witterung am Standort Merklingsen 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Hamm)

2.3 Versuchsjahr 2017

2.3.1 Sortenwahl

Um mögliche Sorteneffekte zu untersuchen wurden am 14.03.2017 die Sorten Fanfare (tanninhaltig) und Taifun (tanninfrei) abwechselnd in Streifen ausgesät. Am Standort Ense wurden vom Landwirt im Rahmen des Demonetzwerkes Erbse Bohne (Demonet ErBo) die drei Sorten Fuego, Tiffany und Taifun unmittelbar nebeneinander angebaut. Die Versuchsfläche wurde auf den Sortenwechsel zwischen Tiffany und Taifun gelegt, sodass diese beiden Sorten unmittelbar nebeneinander geprüft werden konnten.

2.3.2 Versuchsdesign

Aufgrund des Projektstarts im Juni wurden die Versuchsflächen in bereits etablierte Pflanzenbestände geplant. Die Größe der Parzellen, die Anordnung sowie die Sorten waren an beiden Standorten in Folge nicht identisch. Am Standort Merklingsen wurde eine streifenförmige Blockanlage mit Sortenwechsel und Randomisation innerhalb der Streifen angelegt (**Abb. 7**) In die Blockanlage am Standort Merklingsen waren noch zwei weitere Varianten eines Insektizidversuchs zur Kontrolle des Ackerbohnenkäfers integriert, die nicht Teil des Projekts waren. Die Großparzellen waren brutto 6 m breit und 18 m lang.

Auf dem Praxisschlag in Ense konnte nur ein Streifenversuch mit je einem Streifen pro Sorte angelegt werden. Die Parzellen waren brutto 6 m breit und 11 m lang (**Abb. 8**). An beiden Standorten erfolgte die Beerntung nur im 2 m breiten Kernbereich, die Bonituren mindestens 1 m vom Rand der Parzelle entfernt. Die Aussaat fand am Standort Ense bereits am 10.02.2017 unter günstigen Bodenbedingungen statt, am Standort Merklingsen erfolgte die Aussaat am 14.03.2017 (**Tab. 1**.)

Tab. 1: Pflanzenbauliche Maßnahmen im Versuchsjahr 2017 an beiden Standorten

	Merklingsen	Ense
Vorfrucht	Winterweizen: 84,9 dt ha ⁻¹	Triticale: 75 dt ha ⁻¹
Bearbeitung	19.08.2016: Kuhn Mulcher 14.10.2016: Vorgrubber 13.02.2017: Allrounder 13.03.2017: Allrounder	08.11.2016: Winterfurche
Aussaat	14.03.2017: 35 Pfl. / m ²	10.02.2017: 40 Pfl. / m ²
Pflanzenschutz ohne Insektizide	29.09.2016: Glyphosat [®] 08.02.2017: Glyphosat [®] 21.03.2017: Boxer [®] + Stomp Aqua [®] 22.04.2017: Basagran [®] 05.05.2017: Basagran [®] + Galant super [®] 21.06.2017: Folicur [®] + Micro Top [®]	11.02.2017: Boxer [®] + Bandur [®] 15.06.2017: Folicur [®]

	RAND		VERSUCH										RAND	
	Taifun	Fanfare	Taifun	Fanfare	Taifun	Fanfare	Taifun	Fanfare	Taifun	Fanfare	Taifun	Fanfare	Taifun	Fanfare
Block D		3	1	4	3	2	4	1	5	5	2		84	
Fahrspur														
Block C		2	4	3	5	4	3	5	2	1	1		63	
Fahrspur														
Block B		4	3	5	2	1	4	2	1	3	5		42	
Fahrspur														
Block A		2	5	4	1	3	3	1	4	5	2		21	
lfd. Meter	6,5	13	20	26	33	39	46	52	59	65	72	78		
Sorten		Varianten												
1. Fanfare		1. unbehandelte Kontrolle ohne Insektizid												
2. Taifun (tanninfrei)		2. Insektizid extensiv (1 x nach Bekämpfungsrichtwert)												
		3. Insektizid intensiv (ab Zuflug wöchentl. Applikation)												
Bruttoparzelle		(4. Insektizid bei Blühbeginn 1 x (Ackerbohnenkäfer))												
18 m x 6 m		(5. Insektizid nach Pheromonfalle (Ackerbohnenkäfer))												
108 m ²		Variante 4 und 5 wurden nicht ausgewertet												

Abb. 7: Versuchsdesign (maßstabgerecht) am Standort Merklingsen 2017

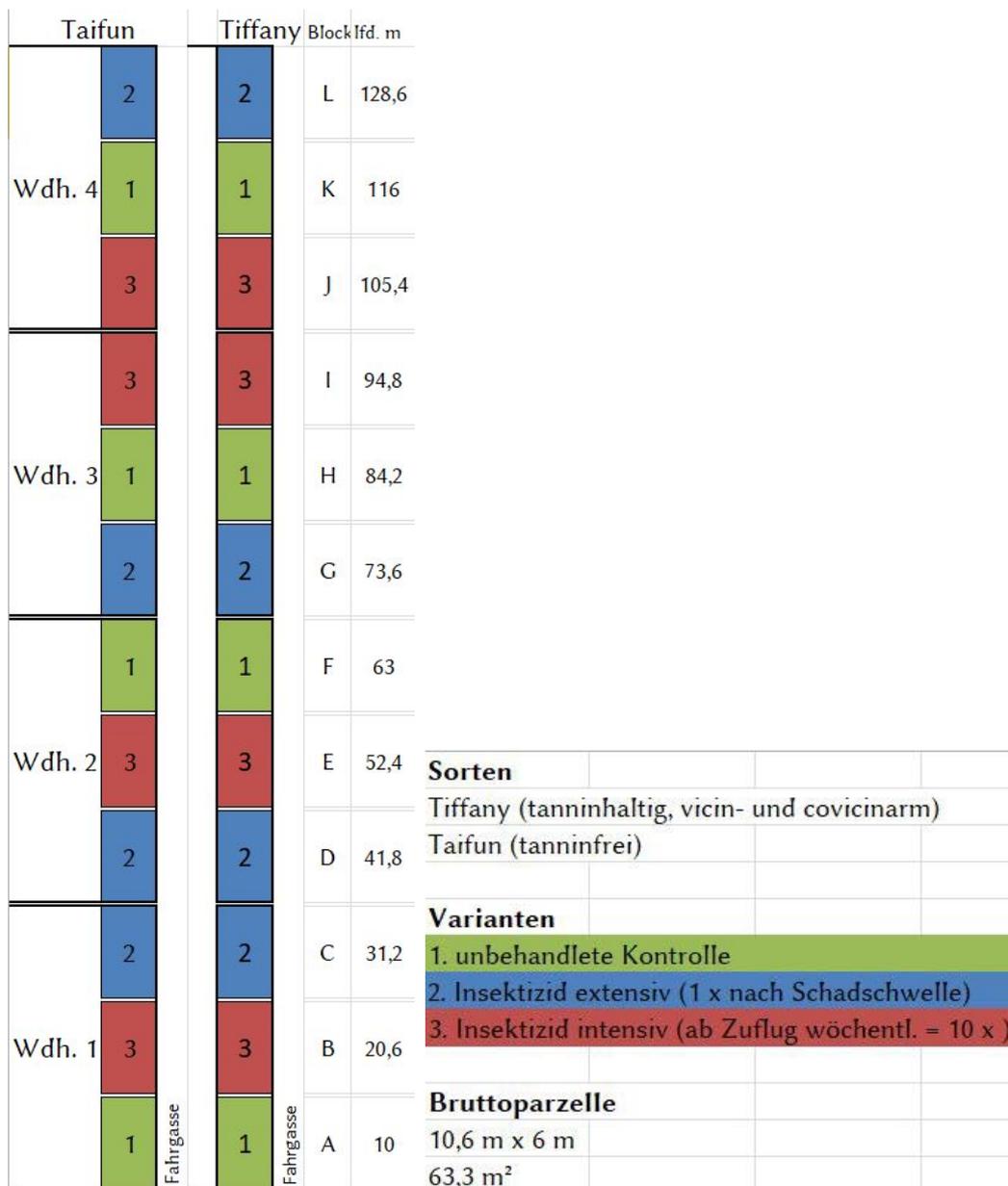


Abb. 8: Versuchsdesign (maßstabgerecht) am Standort Ense 2017

2.3.3 Bonitur der schwarzen Bohnenlaus *Aphis fabae*

Die Boniturmethode der schwarzen Bohnenlaus wurde von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Monika Havers) übernommen. In den Parzellen, wurden 1,5 m vom Rand entfernt je vier gelbe Kunststoff-Markierstäbe mit 1,5 m Länge gestellt, 2 pro Seite (Abb. 9). Die unmittelbar benachbarte Pflanze sowie vier Nachbarpflanzen stellten eine der vier Messstellen pro Parzelle dar. Somit ergaben sich 20 Einzelpflanzen pro Parzelle, die auf den Befall der schwarzen Bohnenlaus geprüft wurden. Neben der Befallshäufigkeit der Pflanzen in Prozent konnten so auch die Blattläuse pro befallene Pflanze berechnet werden. Diese Berechnung berücksichtigt besser die ungleichmäßige Verteilung der Blattläuse als die Anzahl der Blattläuse pro Pflanze. Da die Erstbesiedlung oft auf den noch eingerollten Blättern der jüngsten Triebe stattfindet, wurde dort besonders sorgfältig kontrolliert. 2017 fanden die Bonituren der schwarzen Bohnenlaus vom 12.06. bis zum 11.07. wöchentlich statt.

Zusätzlich konnten im Rahmen einer Masterarbeit erhobene Daten vom 18.05.2017 verwendet werden, die eine erste Besiedelung der Bestände durch die schwarze Bohnenlaus dokumentierten.



Abb. 9: Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus an Markierstäben am Standort Ense

2.3.4 Bonitur der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum*

Anders als die Schwarze Bohnenlaus verfügt die Erbsenblattlaus über einen stark ausgeprägten Fallreflex. Bei Erschütterungen lässt sich ein großer Teil der Tiere von den Pflanzen fallen. Aus diesem Grund wurde in den Parzellen eine Klopfbonitur durchgeführt. Dabei wurden je 20 Pflanzen pro Parzelle zufällig ausgewählt und ca. 25 cm der Triebspitzen in eine Gelbschale abgeklopft (**Abb. 10**). Die Summe der Blattläuse wurde für jede Parzelle notiert. Bei größeren Zahlen wurde die Anzahl geschätzt, indem ein repräsentativer Teilbereich ausgezählt wurde und anschließend bezogen auf die Gesamtfläche ausmultipliziert wurde.

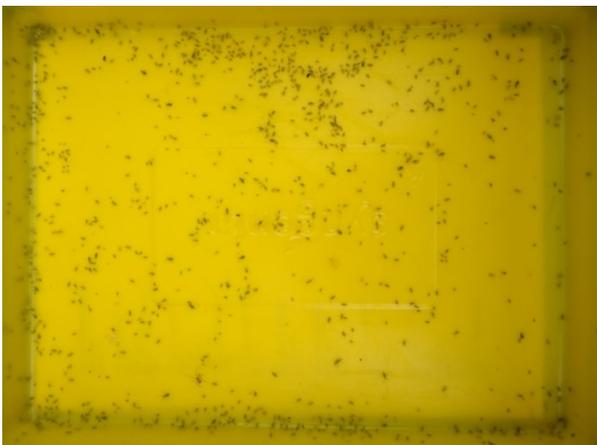


Abb. 10: Gelbschale mit aus 20 Pflanzentrieben geklopfen Erbsenblattläusen

2.3.5 Insektizidapplikationen

Neben den in Tabelle beschriebenen Herbizid- und Fungizidapplikationen wurden insgesamt 10 Insektizidapplikationen durchgeführt (Tab. 2). Die Wasseraufwandmenge lag dabei bei 220 l / ha. Dabei wurde Variante zwei einmal nach Schadschwelle behandelt (praxisüblich). Variante drei sollte durch Insektizide blattlausfrei gehalten werden, um eine Übertragung von Viren auszuschließen. Vorbild für diese Variante waren der EPPO-Standard (European and Mediterranean Plant Protection Organization) für Insektizidversuche zur Untersuchung von blattlausübertragbaren Viren bei Kartoffeln. Diese Standards sind in der Phytomedizin etabliert und Teil der GEP (Gute Experimentelle Praxis).

Tab. 2: Insektizidanwendungen an beiden Standorten 2017

Datum	EC	Handelbez.	Wirkstoff	Intensiv	Extensiv
20.04.17	13	Karate Zeon [®] 75 ml/ha	lambda Cyhalothrin 100 g/l	1. (Abstand)	
27.04.17	13	Karate Zeon [®] 75 ml/ha	lambda Cyhalothrin 100 g/l	2. (8 Tage)	
06.05.17	13-14	LAMBDA [®] WG 75 ml/ha	lambda Cyhalothrin 50 g/kg	3. (9 Tage)	
15.05.17	14	LAMBDA [®] WG 75 ml/ha	lambda Cyhalothrin 50 g/kg	4. (9 Tage)	
24.05.17	61	Pirimor [®] -Granulat 300 g/ha	Pirimicarb 500 g/kg	5. (9 Tage)	
02.06.17	61-65	Shock DOWN [®] 150 ml/ha	lambda Cyhalothrin 50 g/l	6. (9 Tage)	
08.06.17	65	Pirimor [®] -Granulat 300 g/ha	Pirimicarb 500 g/kg		1. (Ense)
08.06.17	65	Shock DOWN [®] 150 g/ha	lambda Cyhalothrin 50 g/l	7. (6 Tage)	
14.06.17	67	Pirimor [®] -Granulat 300 g/ha	Pirimicarb 500 g/kg		1. (Merkl.)
14.06.17	67	Hunter [®] 150 g/ha	lambda Cyhalothrin 50 g/kg	8. (6 Tage)	
29.06.17	69	JAGUAR [®] 75 ml/ha	lambda Cyhalothrin 100 g/l	9. (15 Tage)	
05.07.17	73	Pirimor [®] -Granulat 300 g/ha	Pirimicarb 500 g/kg	10. (6 Tage)	

2.3.6 Versuchsbeerntung und Ertragserfassung

Am 23.08.2017 begann zwischen 14:30 und 15:30 zunächst in Merklingsen die Parzellenbeerntung unter trockenen Bedingungen. Am gleichen Tag wurde zwischen 17:45 und 18:30 auch der Standort in Ense beerntet. Die Ertragserfassung erfolgte

durch das Versuchsgut der Hochschule. Es wurde ein Parzellendrescher der Firma HALDRUP vom Typ C-85 verwendet. Beerntet wurde jeweils ein 1,2 m breiter Streifen der Nettoparzelle mit einer Länge von 17,5 m in Merklingsen (21 m² Erntefläche) und 10,6 m in Ense (12,7 m² Erntefläche). Alle Erträge wurden für die Vergleichbarkeit mit 14 % Feuchtigkeit berechnet. Zusätzlich wurde für jede Variante die Grenzdifferenz berechnet.

2.3.7 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte 2017 mit dem Statistik-Programmpaket IBM SPSS Statistics Version 21 und der Prozedur ANOVA (analysis of variance). Im Bereich der Phytomedizin ist ein Post-Hoc-Test nach Student-Newman Keuls (SNK-Test) üblich. Dieser Test erfordert mindestens drei Gruppen. Der Test ordnet Mittelwerte in aufsteigender Reihenfolge an und vergibt Ränge. Anschließend werden alle Mittelwerte miteinander verglichen.

Der S-N-K-Test berechnet sich nach folgender Formel (α = Signifikanzniveau, k = Anzahl vom Vergleich überspannter Mittelwerte, v = Fehlerfreiheitsgrade, MSE = Fehlervarianz, n = Anzahl Wiederholungen (BÜCHSE U. ZENK 2013, S. 84):

$$\Delta_{crit} = q(\alpha, k, v) \cdot \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

Ein signifikanter Unterschied liegt vor, wenn $p \leq 0,05$ ist. Die einzelnen p-Werte sind dem Anhangsverzeichnis zu entnehmen.

2.3.8 Virusmonitoring

2017 wurden insgesamt 166 Proben von 18 verschiedenen Orten aus 11 Landkreisen NRWs auf die Belastung von Pea necrotic yellow dwarf virus (PNYDV) und Pea enation mosaic virus (PEMV) geprüft (**Tab. 3**). Die Mehrheit der Proben wurde von der Fachhochschule Südwestfalen gesammelt. Einige Proben wurden von Landwirten und Beratern der Landwirtschaftskammer eingesendet. Bean leaf roll virus (BLRV) und Potyviren wurden im ersten Jahr nicht geprüft. Die Proben wurden als Mischproben von ca. 20-50 Einzelpflanzen pro Probe gesammelt. Anschließend erfolgte ein Versand in microperforierten Polypropylen-Kunststoffbeuteln („Crispacs“) zum Pflanzenschutzdienst der Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalens in Köln Auweiler. Dort wurden die Proben zunächst gesichtet und je 5 Gramm Material eingewogen. Das eingewogene Material wurde in beschriftete Kunststoff-Separationsbeuteln (Bioreba[®]) unter Beigabe von Pufferlösung mechanisch zerkleinert, um Pflanzensaft für die serologischen Tests (ELISA) zu gewinnen (**Abb. 11, Abb. 12**)



Abb. 11: Extraktion des Pflanzensaftes (links oben.), Zugabe von Serum (rechts oben.) auf eine Mikrotiterplatte (unten) im Rahmen des ELISA (Quelle: M. Heupel)

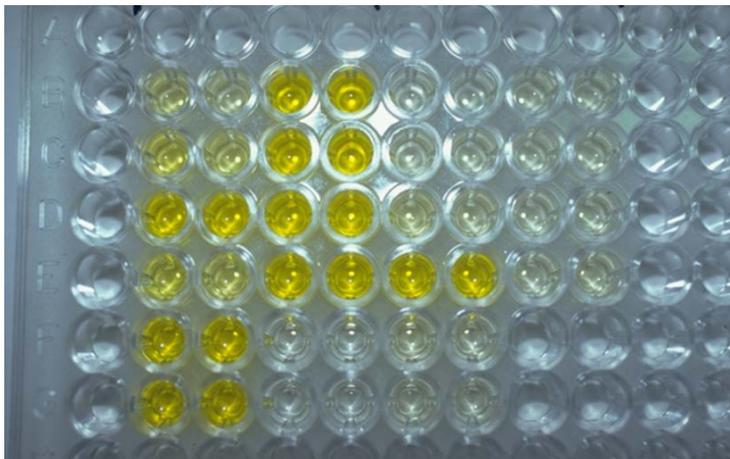


Abb. 12: Farbreaktion als Virusnachweis nach Zugabe der Seren auf den Pflanzensaft (Quelle: M. Heupel)

Tab. 3: Leguminosen-Monitoringproben nach Landkreisen 2017

Landkreis	Probenanzahl	Getestete Organismen
Düren	1	Ackerbohne0
Gütersloh	1	Ackerbohne
Herford	6	Ackerbohne, Erbse
Kleve	25	Ackerbohne, Erbse, Blaue Bitterlupine, Weißklee, Saatwicke,
Krefeld	24	Ackerbohne, Erbse, Blaue Süßlupine, Luzerne, Esparsette, Wicke, Perser-, Erd-, Stein-, Wand-, Bockshorn-, Schnecken-, Alexandriner-, Salz-Horn- und Inkarnatklee
Minden-Lübbecke	1	Ackerbohne
Rhein-Erft	3	Ackerbohne (Durchwuchs), Erbse
Soest	90	Ackerbohne, Erbse, Blattläuse (<i>A. fabae</i> und <i>A. pisum</i>), Sonnenblume, Wicke, Weißklee, Distel, Weißer Gänsefuß, Windenknöterich,
Steinfurt	1	Alexandrinerklee
Warendorf	26	Ackerbohne, Winterwicke, Rotklee, Weißer Gänsefuß
Wesel	2	Luzerne, Lupine
Unbekannt	3	Ackerbohne

2.4 Versuchsjahr 2018

Der Großteil der Methodik wurde aus 2017 übernommen. Auf die Veränderungen wird im Folgenden eingegangen. Wetter- und vorfruchtabhängig wurden pflanzenbauliche Maßnahmen anders durchgeführt als 2017 (**Tab. 4**).

Tab. 4: Pflanzenbauliche Maßnahmen im Versuchsjahr 2018 an beiden Standorten

	Merklingsen	Ense
Vorfrucht	Winterweizen	Wintertriticale
Bearbeitung	04.08.2017: Kuhn Mulcher 16.08.2017: Allrounder 1-2 cm 29.08.2017: Allrounder 4-6cm	Herbstfurche
Aussaat	07.03.2018: 45 Kö. / m ²	07.03.2018: 45 Kö. / m ²
Pflanzenschutz ohne Insektizide	05.02.2018: Glyphosat [®] +ssA 04.04.2018: Bandur [®] 09.05.2018: Basagran [®] 14.05.2018: Basagran [®] 05.06.2018: Folicur [®] + Ortiva [®] + Epso Top [®]	13.03.2018: Bandur+Boxer [®] 05.06.2018: Folicur [®] + Ortiva [®] + Epso Top [®]

2.4.1 Sortenwahl

Aus Beobachtungen in Sortenversuchen der Saatzucht Gleisdorf (Österreich) ging eine verminderte Anfälligkeit der Sorte GL Sunrise hervor. Aus diesem Grund wurde diese tanninfreie Sorte für die Jahre 2018 und 2019 ausgewählt. Die 2017 bereits in Ense geprüfte Sorte Tiffany wurde 2018 dann an beiden Standorten ausgesät. Bei dieser Sorte handelt es sich um eine Neuzüchtung der Norddeutschen Pflanzenzucht. Diese tanninhaltige Sorte zeichnet sich durch die höchsten Erträge in verschiedenen Landessortenversuchen aus. Daneben eignet sie sich aufgrund der Reduzierung von Vicin und Covicin besonders als Futtermittel für Geflügel.

2.4.2 Versuchsdesign

Für eine bessere Vergleichbarkeit wurde 2018 das Versuchsdesign vereinheitlicht. Grundlage war das lateinische Quadrat, bei dem die unterschiedlichen Versuchsglieder mit einer maximalen Durchmischung angeordnet werden. Daraus resultiert, dass jede Variante in jeder Zeile und jeder Spalte nur einmal vertreten ist. So können im Vorhinein unbekannte Effekte wie der Zuflug von Insekten relativ gleichmäßig über die Varianten verteilt werden. Die Parzellen wurden auf die Bruttomaße 8,75 m x 15,40 m vereinheitlicht. Die näher am Quadrat liegende Form vergrößerte die Kernfläche der Parzellen, um der Mobilität der Blattläuse gerechter zu werden. Damit einhergehend erfolgte auch der Wechsel auf die praxisübliche Pflanzenschutzspritze. Damit einher ging auch eine Erhöhung der Wasseraufwandmenge auf 350 l / ha bei den Insektizidmaßnahmen, um auch bei einer kleinen Fläche von 2500 m² die technische Mindestmenge der Pflanzenschutzspritze zu überschreiten. Die 2017 verwendete, handgeführte Pflanzenschutzspritze, konnte mit einem 3 m Ausleger ausgestattet, nur 6 m breite Parzellen behandeln. Bei jeder Variante wurden 2018 beide Sorten nebeneinander gelegt, sodass die zusammenhängende Fläche einer Variante verdoppelt und damit Randeffekte minimiert wurden. Die Varianten wurden in Form eines lateinischen Rechtecks verteilt (**Abb. 13**). Am Standort Ense mussten zudem noch Zwischenstreifen angelegt werden, da die Fahrgassenabstände (das Grundraster in den Versuchen) nicht identisch mit denen in Merklingsen waren. Zusätzlich wurde eine weitere Variante geprüft, die wie Variante 2 in 2017 nur einmal mit einem Insektizid behandelt wurde, allerdings mit einem Zeitversatz von mindestens 10 Tagen. Somit wurden 2018 und 2019 vier Varianten in vierfacher Wiederholung in zwei Sorten an zwei Standorten in einem nahezu identischen Feldversuch geprüft.

Tiffany	3	2	4	1	2	3	1	4
GL Sunrise	3	2	4	1	2	3	1	4
	Wdh. 3				Wdh. 4			
Tiffany	4	3	1	2	3	4	2	1
GL Sunrise	4	3	1	2	3	4	2	1
	Wdh. 1				Wdh. 2			
Sorten	Varianten							
Tiffany	1. unbehandelte Kontrolle							
GL Sunrise (tanninfrei)	2. Insektizid extensiv früh (1 x nach Schadschwelle)							
	3. Insektizid extensiv spät (1 x ca. 10 Tage später als 2.)							
	4. Intensiv (3 x)							
Bruttoparzelle								
15,4 m x 8,75 m								
134,8 m ²								

Abb. 13: Versuchsdesign nach lateinischem Rechteck an beiden Standorten 2018

2.4.3 Insektizidapplikation

Die Erfahrung aus 2017 zeigte, dass ein intensiver Insektizideinsatz nicht in der Lage war, die Variante 4 (intensiv) „blattlausfrei“ zu halten. Daraufhin wurde die Anzahl der Insektizidanwendungen von zehn auf drei in der Variante 4 reduziert. Vor dem Hintergrund des Auslaufens der Zulassung für den Wirkstoff Pirimicarb wurde sich für den neuen Wirkstoff Flonicamid entschieden, der bisher in Ackerbohnen noch nicht zugelassen ist. Er zeichnet sich durch seine spezifische Langzeitwirkung von bis zu drei Wochen gegenüber Blattläusen aus, wirkt systemisch und gilt aufgrund seiner Spezifität als sehr nützlingsschonend. Um den zeitlichen Effekt zu untersuchen, wurde in der Variante 3 (extensiv spät) 11 Tage später als in Variante 2 (extensiv früh) behandelt (**Tab. 5**). Die Wasseraufwandmenge lag bei 350 l / ha.

Tab. 5: Insektizidanwendungen an beiden Standorten 2018

Variante	Termin Datum BBCH	T1 17.05.2018 59	T2 31.05.18 65	T3 11.06.2018 71
1.	Kontrolle			
2.	Extensiv früh		Teppeki® 160 g/ha Flonicamid 500 g/kg	
3.	Extensiv spät			Teppeki® 160 g/ha Flonicamid 500 g/kg
4.	Intensiv	Karate Zeon® 0,75 ml/ha lambda Cyhalothrin 100 g/l	Teppeki® 160 g/ha Flonicamid 500 g/kg	Teppeki® 160 g/ha Flonicamid 500 g/kg

2.4.4 Bonitur der Nützlinge

Aufgrund des stark unterschiedlich starken Auftretens von Nützlingen in den Varianten im Versuchsjahr 2017 wurde die Bonitur der Nützlinge 2018 eingeführt. Dabei wurden zum einen die Nützlinge bonitiert, die sich an den vier markierten Pflanzen bzw. ihren 16 Nachbarpflanzen einer Parzelle befanden. Zudem wurden die die Nützlinge gezählt, die bei der Bonitur der Erbsenblattlaus in die Gelbschale geklopft wurden. Erfasst wurden die ausgewachsenen Individuen von Marienkäfer, Schlupf bzw. Erzwespen und Webspinnen sowie die Larven und Puppen von Marienkäfern und Schwebfliegen. Die Artzugehörigkeit wurde nicht ermittelt. Die Wichtung der einzelnen Nützlinge wurde durch die Berechnung von Prädatoreinheiten (PU) pro Pflanze und pro Quadratmeter sowie von Korrelationen zwischen PU-Werten und Blattläusen ermittelt (**Tab. 6**).

Tab. 6: Bonitierte Nützlinge und die assoziierten PU-Werte nach FREIER, 1997

Nützling	Beobachtete Stadien	PU-Wert
Marienkäfer	Larve	0,33
	Puppe	0
	Imago	0,94
Schwebfliegen	Larve	0,46
	Puppe	0
Webspinnen	Imago	0,002
Weichkäfer	Imago	0,1
Schlupf- und Erzwespen	Imago, Blattlausmumien	0,24

2.4.5 Versuchsbeerntung und Ertragserfassung

Am 31.07.2018 wurden zwischen 16:00 und 17:25 zunächst in Merklingsen die Parzellen beerntet. Am 09.08.2018 wurde zwischen 10:40 und 12:20 bei leichtem Nieselregen der Standort in Ense beerntet. Wie im Vorjahr führte das Team des Versuchsguts die Beerntung durch. Anders als 2017 wurden jeweils zwei 1,2 m breite Streifen der Nettoparzelle mit einer Länge von 13,3 m beerntet (16 m² Erntefläche).

2.4.6 Statistische Auswertung

Neben dem Ertrag und dem Befall der einzelnen Varianten mit Blattläusen wurde auch das Auftreten der Nützlinge statistisch ausgewertet.

2.4.7 Virusmonitoring

2018 wurden insgesamt 219 Proben von 61 verschiedenen Standorten aus 15 Landkreisen in NRW auf die Belastung von PNYDV, PEMV und BLRV geprüft (**Tab. 7**). Dabei konnten im Vergleich zu 2017 deutlich mehr Orte geprüft werden. Im Vorfeld wurden bereits im Frühjahr Probekits entwickelt, die den Beratern und den Landwirten die Probenahme erleichtern sollten. 31 dieser Probekits wurden an 12 Kreisstellen der Landwirtschaftskammer verteilt. Die Kits enthielten je vier

Proberöhrchen für Blattläuse, vier Gefrierbeutel für Pflanzenmaterial, einen Analysebogen, eine Bonituranleitung sowie einen beschrifteten Polsterumschlag für den Versand. In Folge wurden 2018 deutlich mehr Blattläuse untersucht als 2017. Die Proben wurden überwiegend in luftdichten Gefrierbeuteln gesammelt, bei 7°C für maximal drei Tage aufbewahrt und anschließend per Express zur Analyse nach Köln versendet.

Tab. 7: Leguminosen-Monitoringproben nach Landkreisen 2018

Landkreis	Probenanzahl	Getestete Organismen
Düren	3	Ackerbohne, Erbse, Blattläuse
Euskirchen	6	Erbse, Dicke Bohne, Blattläuse, Wicke
Heinsberg	5	Ackerbohnen, Blattläuse (<i>A. fabae</i>), Weißer Gänsefuß
Höxter	4	Ackerbohne
Kleve	3	Wintererbse, Ackerbohne
Köln	13	Erbse, Luzerne, Rotklee, Ackerbohne, Dicke Bohne, Blattläuse
Mettmann	3	Ackerbohne
Minden-Lübbecke	5	Blattläuse (<i>A. fabae</i> und <i>A. pisum</i>), Ackerbohne
Rhein-Erft	19	Erbse, Blattläuse (<i>A. fabae</i> und <i>A. pisum</i>), weiße Lupine, Weißer Gänsefuß
Rheinisch-Bergischer Kreis	2	Ackerbohne, Blattläuse (<i>A. fabae</i>)
Rhein-Kreis Neuss	7	Ackerbohne
Rhein-Sieg	43	Ackerbohne, Erbse, Blattläuse, Dicke Bohne, Sojabohne, Wicke
Soest	80	Ackerbohne, Blattläuse
Warendorf	6	Ackerbohne
Wesel	11	Ackerbohne, Erbse, Lupine, Soja
Unbekannt	9	Ackerbohne, Erbse, Dicke Bohne

2.5 Versuchsjahr 2019

Die Versuche wurden 2019 ähnlich wiederholt wie 2018. Die Veränderungen zum Vorjahr werden hier kurz dargestellt. Wetterabhängig wurden pflanzenbauliche Maßnahmen anders durchgeführt als 2018 (Tab. 8).

2.5.1 Versuchsdesign

2019 wurde das Versuchsdesign aufgrund der räumlichen Voraussetzungen des Versuchsschlags in Merklingsen von einem lateinischen Rechteck zu einem lateinischen Quadrat verändert (**Abb. 14**). Dabei stellen je zwei benachbarte.

identische Varianten der beiden Sorten eines der 16 Quadratfelder dar. Wie schon 2018 mussten in Ense Zwischenstreifen integriert werden.

Tab. 8: Pflanzenbauliche Maßnahmen im Versuchsjahr 2019 an beiden Standorten

	Merklingsen	Ense
Vorfrucht	Winterweizen	Wintertriticale
Bearbeitung	26.07.2018: Kuhn Mulcher 30.07.2018: Vario 6 cm 03.09.2018: Allrounder 6 cm 19.09.2018: Rabe Grubber 15-17 cm 31.10.2018: Rabe Grubber 10-15 cm 21.02.2019: Allrounder Saat 5-7 cm	Herbstfurche
Aussaat	21.02.2019: 50 Kö. / m ²	21.02.2019: 44 Kö. / m ²
Pflanzenschutz ohne Insektizide	15.02.2019: Glyphosat [®] +ssA 15.03.2019: Bandur [®] 12.05.2019 Focus Aktiv [®] + Dash [®] 13.06.2019 Folicur [®] +Ortiva [®] +Combi [®]	13.03.2018: Bandur+Boxer [®] 05.06.2018: Folicur [®] +Ortiva [®] +Epso Top [®]

Tiffany	3	1	2	4
GL Sunrise	3	1	2	4
Tiffany	1	3	4	2
GL Sunrise	1	3	4	2
Tiffany	4	2	1	3
GL Sunrise	4	2	1	3
Tiffany	2	4	3	1
GL Sunrise	2	4	3	1
	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 3	Wdh. 4

Sorten

Tiffany

GL Sunrise (tanninfrei)

Bruttoparzelle

15,4 m x 8,75 m

134,8 m²

Varianten

1. unbehandelte Kontrolle

2. Insektizid extensiv früh (1 x nach Schadschwelle)

3. Insektizid extensiv spät (1 x ca. 10 Tage später als 2.)

4. Intensiv (3 x)

Abb. 14: Versuchsdesign nach lateinischem Quadrat an beiden Standorten 2019

2.5.2 Bonitur der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum*

Um die Verteilung der Erbsenblattläuse an den Pflanzen besser beurteilen zu können, wurden keine Summen aus den 20 Einzelpflanzen mehr ermittelt, sondern für jede einzelne Pflanze die heruntergeklopften Blattläuse ermittelt und notiert. So konnten 2019 auch die Erbsenblattläuse pro befallenen Pflanze ermittelt werden.

2.5.3 Insektizidapplikationen

2019 wurden die gleichen Insektizide mit einer Wasseraufwandmenge von 350 l / ha in den drei behandelten Varianten ausgebracht. Aufgrund der Entwicklungsunterschiede aber ca. 7-10 Tage früher (Tab. 9).

Tab. 9: Insektizidanwendungen an beiden Standorten 2019

Termin Datum BBCH Variante	T1 09.05.2019 59	T2 24.05.19 65	T3 06.06.2019 71
Kontrolle			
Extensiv früh		Teppeki® 160 g/ha Flonicamid 500 g/kg	
Extensiv spät			Teppeki® 160 g/ha Flonicamid 500 g/kg
Intensiv	Karate Zeon® 0,75 ml/ha lambda Cyhalothrin 100 g/l	Teppeki® 160 g/ha Flonicamid 500 g/kg	Teppeki® 160 g/ha Flonicamid 500 g/kg

2.5.4 RGB- und Multispektralaufnahmen

Aufgrund der Virusnachweise wurde eine UAV (Unmanned Air Vehicle bzw. Multicopter)-Befliegung der beiden Versuchsstandorte durchgeführt. Dabei wurden mit einer RGB-Kamera (Sensor erfasst das Bild in rot/grünen und blau/grünen Pixelraster) und mit einer Multispektralkamera hochauflösende Aufnahmen der Parzellen gemacht. Ziel der Untersuchung war die Bestimmung des normierten differenzierten Vegetationsindex (NDVI), der Blattfärbung sowie der Wuchshöhe. Ebenso wurden ein Orthofoto sowie ein 3D-Oberflächenmodell erstellt. In einem weiteren Schritt wurden mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) die Versuchspartellen als Polygone digitalisiert und diese dann mit eindeutigen IDs versehen. Je Versuchspartelle wurden dann die NDVI-Werte, Wuchshöhen und RGB-Farben im GIS analysiert. Alle Ergebnisse wurden durch den Dienstleister agri-copter als Karten visualisiert und als digitale Karte im GeoTIFF-Format sowie in Form von Excel-Tabellen zur weiteren Analyse zur Verfügung gestellt.

2.5.5 Beerntung

Es wurde an beiden Standorten ein Kerndrusch pro Parzelle durchgeführt, die Erntefläche betrug wie 2018 16 m². Die Beerntung erfolgte am 02.08.2019 zwischen 17:10 und 18:15 Uhr bei 25 °C und bedecktem Himmel am Standort Merklingsen bei einer durchschnittlichen Feuchtigkeit von 11,9 % im Erntegut. In Ense wurde am 09.08.19 die Beerntung zwischen 14 und 15 Uhr die Beerntung unter vergleichbaren Wetterparametern durchgeführt. Die durchschnittliche Feuchtigkeit des Ernteguts lag hier bei 13,7 %.

2.5.6 Virusmonitoring

2019 wurden 278 Proben von 46 Standorten aus 14 Landkreisen in NRW von Mai bis November auf folgende Viren untersucht: Pea enation mosaic virus (PEMV), Pea necrotic yellow dwarf virus (PNYDV-„Nanovirus“), Bean leafroll virus (BLRV) und Potyviren (**Tab. 10**). Der größte Teil der Proben waren Mischproben, die aus ca. 50 Einzelpflanzenproben bestanden. Anders als in den Vorjahren konnten in 69 Proben Nanoviren festgestellt werden. PEMV wurde in 47, BLRV in 3 Proben und Potyviren in 126 Proben gefunden. 71 Proben waren wurden negativ auf alle Viren getestet. Ungefähr die Hälfte der Virennachweise sind Mehrfachnachweise zwei oder mehr verschiedener Viren in einer Probe. Ackerbohnen wurden in 190 Proben analysiert, Schwarze Bohnenläuse in 18 Proben, Dicke Bohnen in acht Proben sowie Sonstige Leguminosen in zehn Proben. Es traten erstmalig auch Nanoviren auf beiden Standorten in allen Varianten auf.

Tab. 10: Monitoringproben nach Landkreisen 2019

Landkreis	Proben -anzahl	Untersuchte Organismen
Coesfeld	7	Ackerbohne, Blattläuse (<i>A. fabae</i>)
Euskirchen	10	Ackerbohne, Blattläuse (<i>A. fabae</i>)
Herford	2	Ackerbohne, Blattläuse (<i>A. fabae</i>)
Hochsauerland	9	Ackerbohne
Höxter	45	Ackerbohne, Erbse
Kleve	6	Ackerbohne, Blattläuse (<i>A. fabae</i> , <i>A. pisum</i>), Erbse
Lippe	12	Ackerbohne
Minden-Lübbecke	13	Ackerbohne, Blattläuse (<i>A. fabae</i>)
Rhein-Erft	1	Ackerbohne
Rhein-Sieg	25	Ackerbohne, Erbse, Blattläuse (<i>A. pisum</i>), Lupine, Hornklee
Soest	100	Ackerbohne, Blattläuse (<i>A. pisum</i> , <i>A. fabae</i>), Winterackerbohne, Klee, Luzerne
Aachen	1	Erbse
Unna	2	Ackerbohne
Warendorf	28	Ackerbohne
Unbekannt	13	Dicke Bohne, Ackerbohne

3. Erzielte Ergebnisse

3.1 Versuchsjahr 2017

3.1.1 Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus

Schwarze Bohnenläuse konnten 2017 nur am Standort Ense im Versuch beobachtet werden. Sehr deutlich war 2017 ein starker Sortenunterschied bei der Kontrolle. Die tanninarme Sorte Taifun wurde stärker und länger befallen als die Kontrolle der Sorte Tiffany. Große Kolonien von durchschnittlich 350 Individuen waren charakteristisch für die Kontrolle der Sorte Taifun. Die extensiven und intensiven Varianten der beiden Sorten waren vergleichbar. Nach Applikation von Pirimor ging die Anzahl der Schwarzen Bohnenläuse fast vollständig zurück. In den beiden intensiven Varianten konnte die Anzahl der Schwarzen Bohnenlaus über den gesamten Versuchszeitraum durch Insektizide auf einem sehr niedrigen Niveau gehalten werden (Abb. 15). Über den gesamten Beobachtungszeitraum konnte ein prozentual abnehmender Befall der Schwarzen Bohnenlaus bei der Sorte Taifun festgestellt werden. Bei der Sorte Tiffany kam es ab dem 19.06. bis zum Ende des Beobachtungszeitraum zu einer leichten Zunahme des Befalls (Abb. 16).

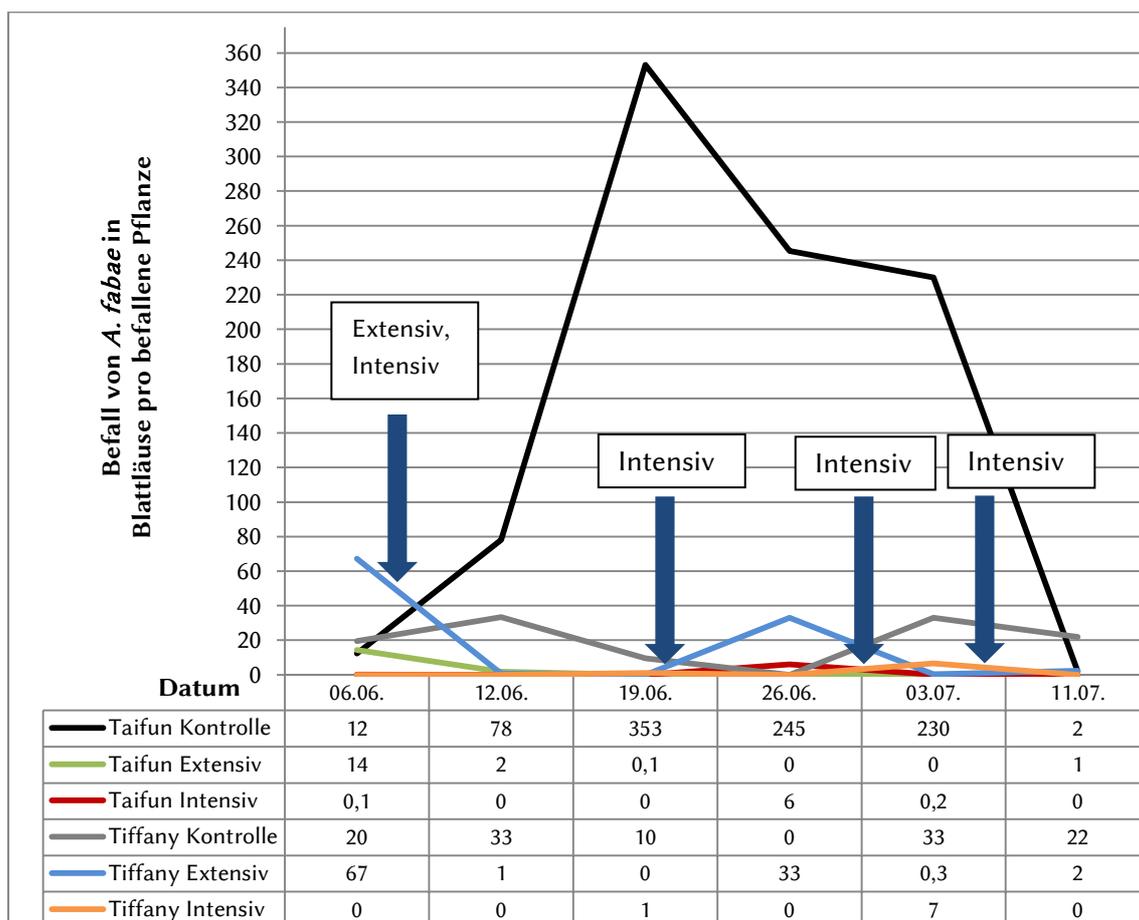


Abb. 15: Befallsstärke der schwarzen Bohnenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze 2017 am Standort Ense

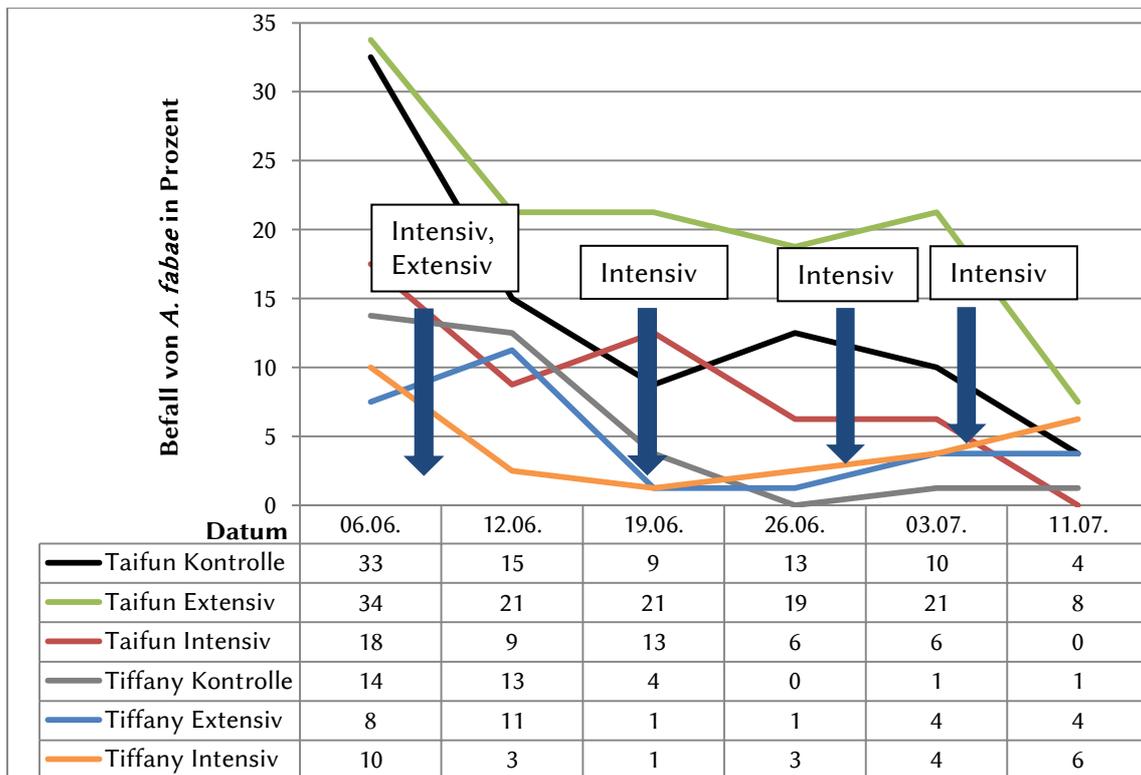


Abb. 16: Befallshäufigkeit der Schwarzen Bohnenblattlaus 2017 am Standort Ense

3.1.2 Bonitur der Erbsenblattlaus

Am Standort Merklingsen stieg in den Kontrollen die Anzahl der Erbsenblattläuse auf bis zu 11 bzw. 19 Individuen pro Pflanze an. Das Maximum wurde am 04.07. erreicht. Danach brach die Population zusammen. Auffällig ist, dass es auch in den intensiven Varianten zu einer starken Vermehrung der Erbsenblattläuse kam, obwohl fast wöchentlich Insektizide appliziert wurden (**Abb. 17**). Diese Ergebnisse gaben eine erste Bestätigung der Hypothese, dass sich die Erbsenblattlaus aufgrund von Resistenzen nur schlecht mit Pyrethroiden wie z.B. lambda-Cyhalothrin kontrollieren lässt. Am Standort Ense konnte ein vergleichbares Ergebnis beobachtet werden. Das Maximum an Blattläusen pro Pflanze lag in der Kontrolle der Sorte Taifun bei 8,8 Individuen pro Pflanze. Anders als am Standort Merklingsen war der Unterschied zwischen den extensiven und den intensiven Varianten geringer (**Abb. 18**).

3.1.3 Ertrag

Die beiden Standorte unterschieden sich signifikant hinsichtlich des Ertrages. Am Standort Ense lagen alle Erträge deutlich höher als in Merklingsen. Ebenso unterschieden sich die einzelnen Sorten signifikant in ihren Erträgen. Die Sorte Tiffany hatte in allen drei Varianten einen signifikant höheren Ertrag als Taifun und Fanfare. Die Sorte Taifun reagierte am Standort Ense mit den höchsten Ertragszuwächsen auf eine Erhöhung des Insektizideinsatzes. Im Mittel über beide Standorte und Sorten unterschieden sich alle drei Varianten signifikant voneinander nach Student-Newman-Keuls (**Abb. 19**).

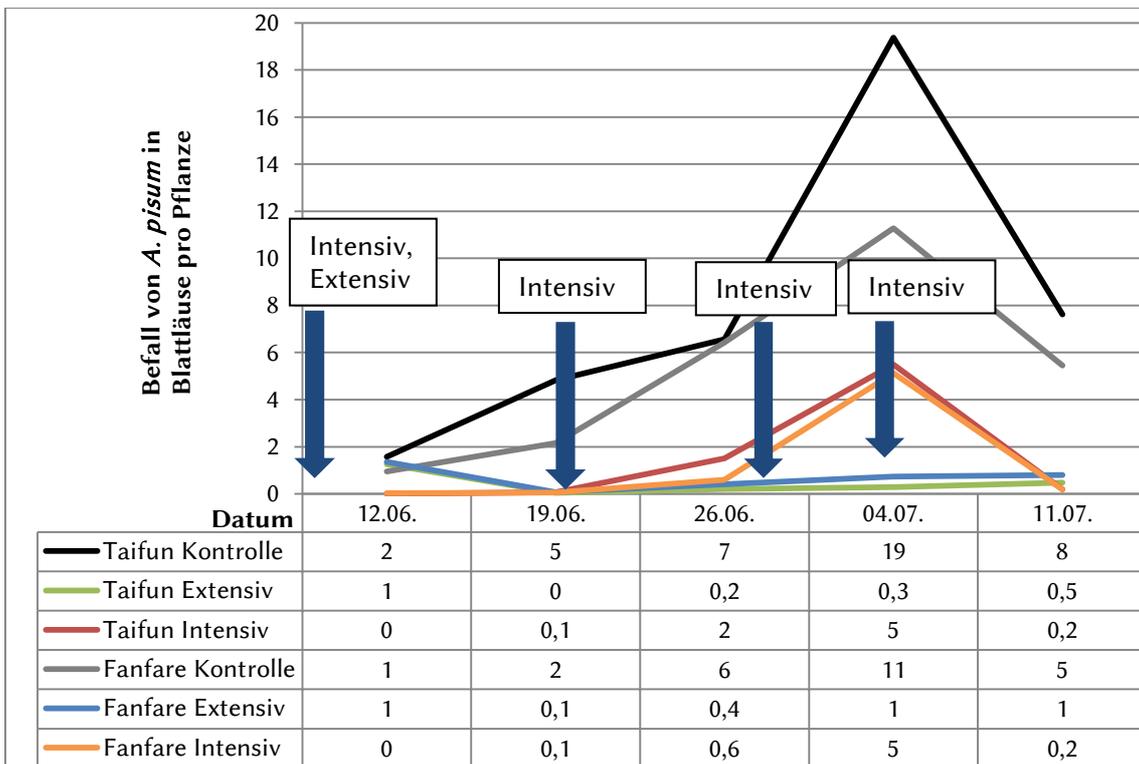


Abb. 17: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro Pflanze 2017 am Standort Merklingsen

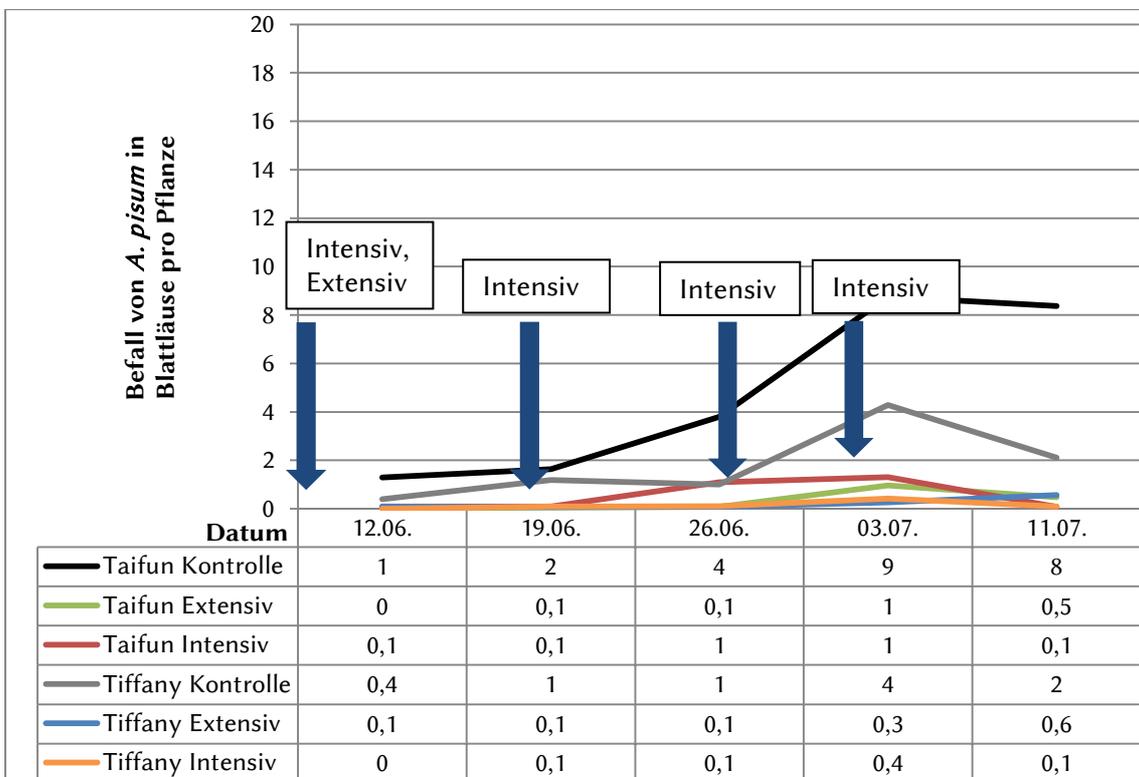


Abb. 18: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro Pflanze 2017 am Standort Ense

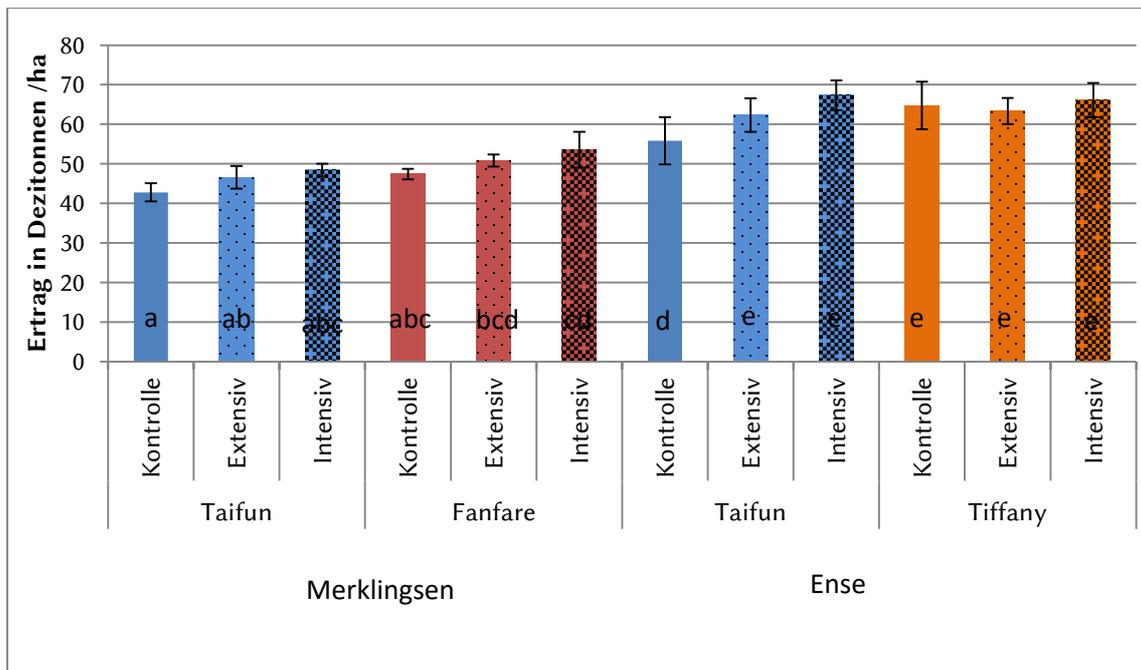


Abb. 19: Ertrag in Dezitonnen/ha nach Ort, Sorten und Varianten 2017. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikant unterschiedliche Untergruppen nach Student -Newman-Keuls an

3.1.4 Virusmonitoring

2017 wurden 166 Proben von mehr als neun Pflanzenarten und zwei Blattlausarten von 18 Standorten aus 12 Landkreisen untersucht (**Tab. 11**). 84 % der Proben zeichneten sich durch einen negativen Befund aus. In 16 % der Proben wurden PEMV nachgewiesen. Am stärksten mit PEMV befallen waren Wicke, Erbse und Ackerbohne (**Abb. 20**). Der größte Teil der Proben stammte aus der Westfälischen Bucht bzw. aus der Region Niederrhein, einige Proben kamen auch aus dem Raum Köln. Aufgrund des späten Projektstarts konnten deutlich weniger Proben im Frühsommer gesammelt werden und Leguminosenanbauswerpunkte wie Ostwestfalen-Lippe wurden nicht berücksichtigt (**Abb. 21**).

Tab. 11: Proben und Virusbefunde nach Landkreisen 2017

Landkreis	Probenanzahl	Positive Befunde	
		PEMV	Nanoviren
Düren	1	0	0
Gütersloh	1	0	0
Herford	6	0	0
Kleve	25	15	0
Krefeld	24	4	0
Minden-Lübbecke	1	0	0
Rhein-Erft	3	0	0
Soest	90	11	0
Steinfurt	1	0	0
Warendorf	26	1	0
Wesel	2	0	0
Unbekannt	3	0	0

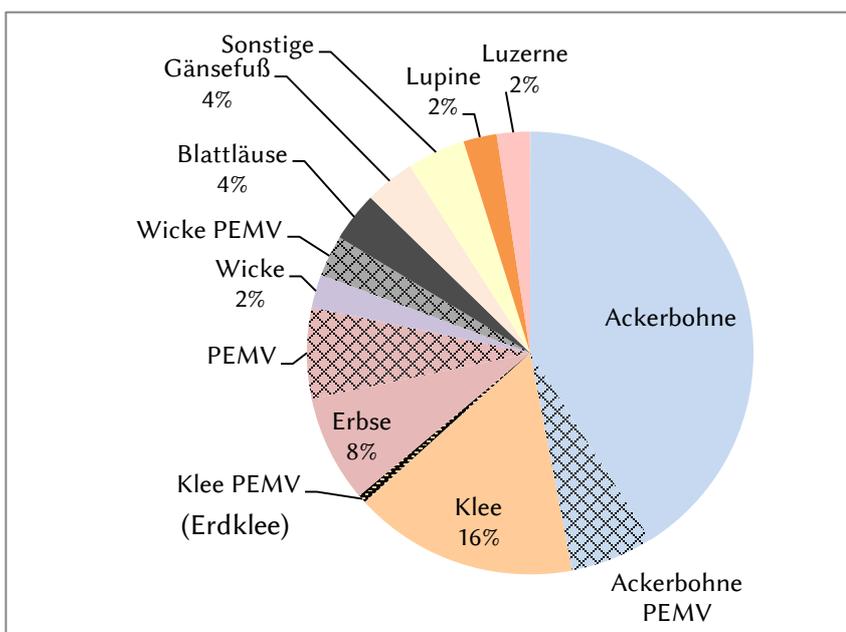


Abb. 20: Zusammensetzung der Proben im Virusmonitoring 2017

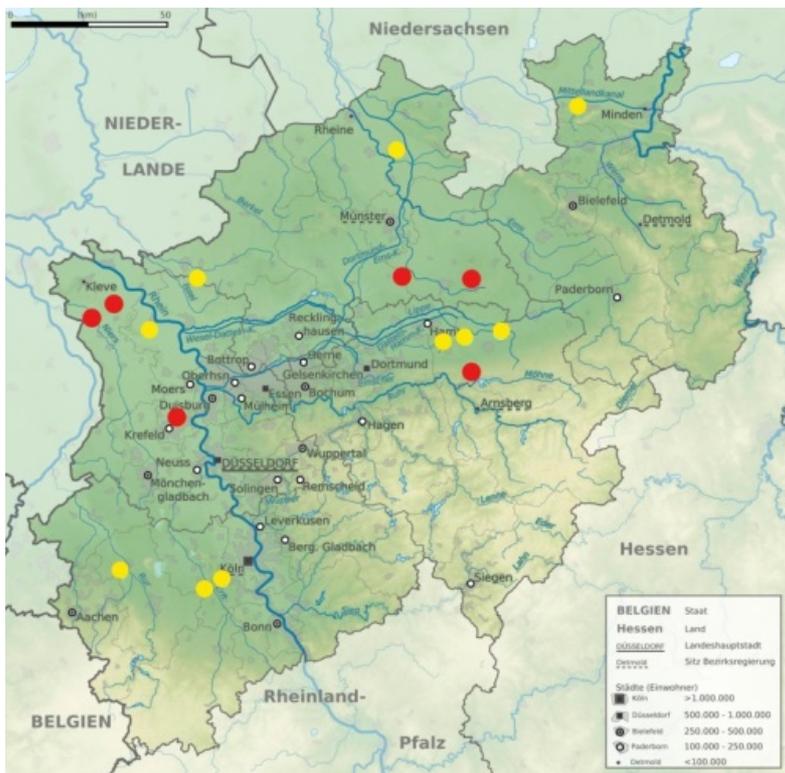


Abb. 21: Orte, die im Rahmen des Monitorings 2017 beprobt wurden. (Rot: positiver Nachweis von PEMV)

3.2 Versuchsjahr 2018

3.2.1 Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus

2018 konnten an beiden Standorten Schwarze Bohnenläuse nachgewiesen werden. Dennoch unterschieden sich beide Standorte stark hinsichtlich des Blattlausbefalls. In Merklingsen waren deutlich weniger Pflanzen von Blattläusen befallen und pro befallene Pflanze traten weniger Blattläuse auf (**Abb. 22, Abb. 23**). In Ense lagen die Befallsraten und die Blattläuse pro befallene Pflanze mehr als doppelt so hoch. Grundsätzlich entsprechen sowohl der prozentuale Befall der Pflanzen als auch die Anzahl der Blattläuse pro befallene Pflanze im Zeitverlauf einer steil ansteigenden Kurve mit einem Maximum am 30. Mai bzw. 6. Juni (**Abb. 24, Abb. 25**). An beiden Standorten sind die Kontrollvarianten der Sorte GL Sunrise prozentual am stärksten befallen. Nachweisbar wirken sich die Insektizidapplikationen von Flonicamid (Teppeki) am 30.05.18 aus. Am Standort Merklingsen verringerten sich aber auch in den Kontrollen die Anzahl der Blattläuse und der Anteil der befallenen Pflanzen ab diesem Zeitpunkt. Am Standort Ense begann der Zusammenbruch der Blattlauspopulation erst eine Woche später am 6. Juni.

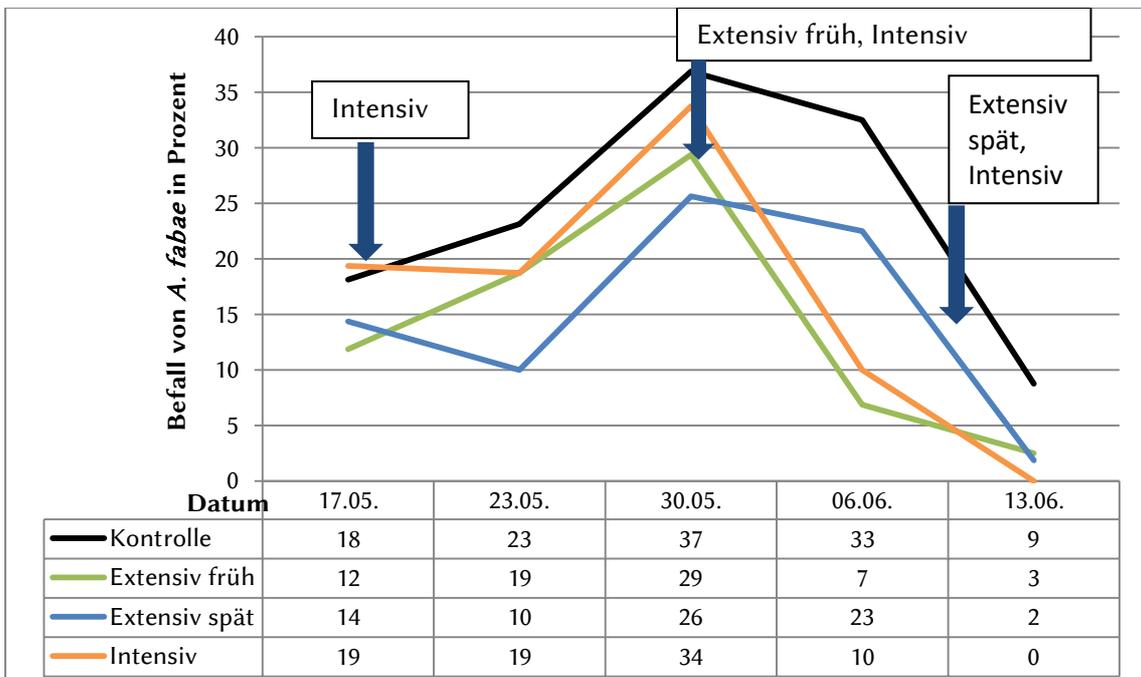


Abb. 22: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Prozent über beide Sorten am Standort Merklingsen 2018

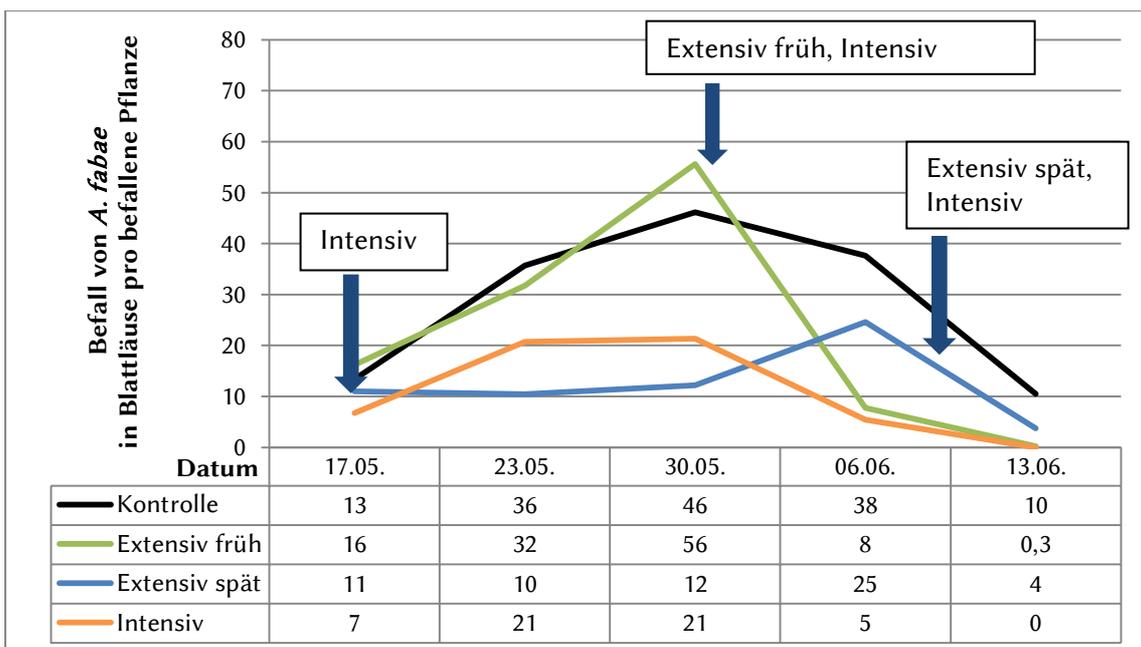


Abb. 23: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze über beide Sorten am Standort Merklingsen 2018

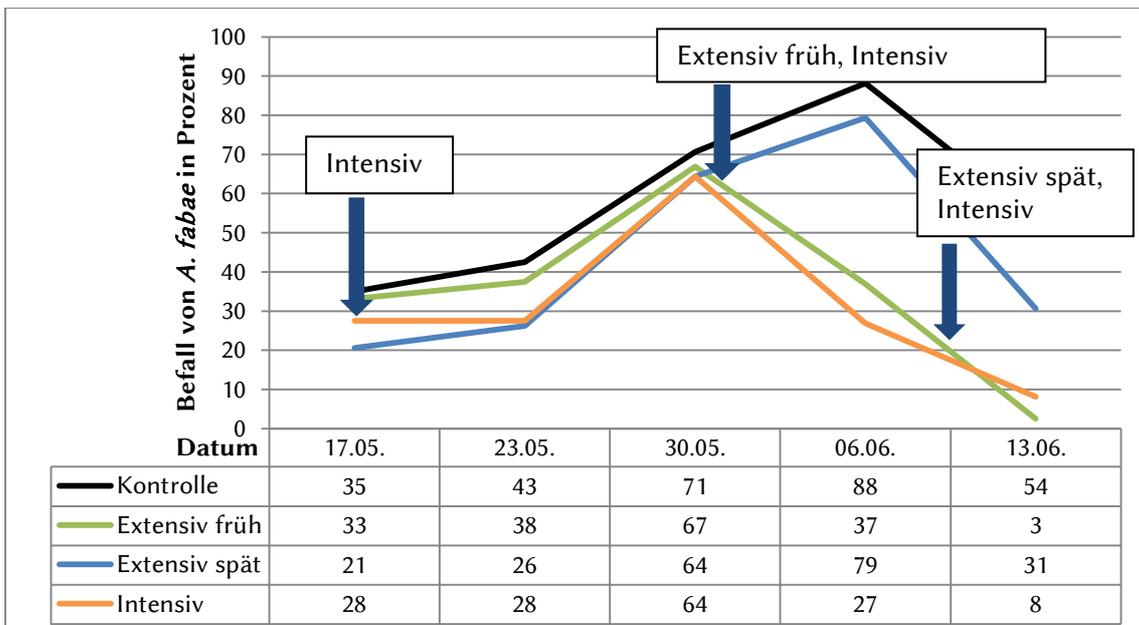


Abb. 24: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Prozent über beide Standorte am Standort Ense 2018

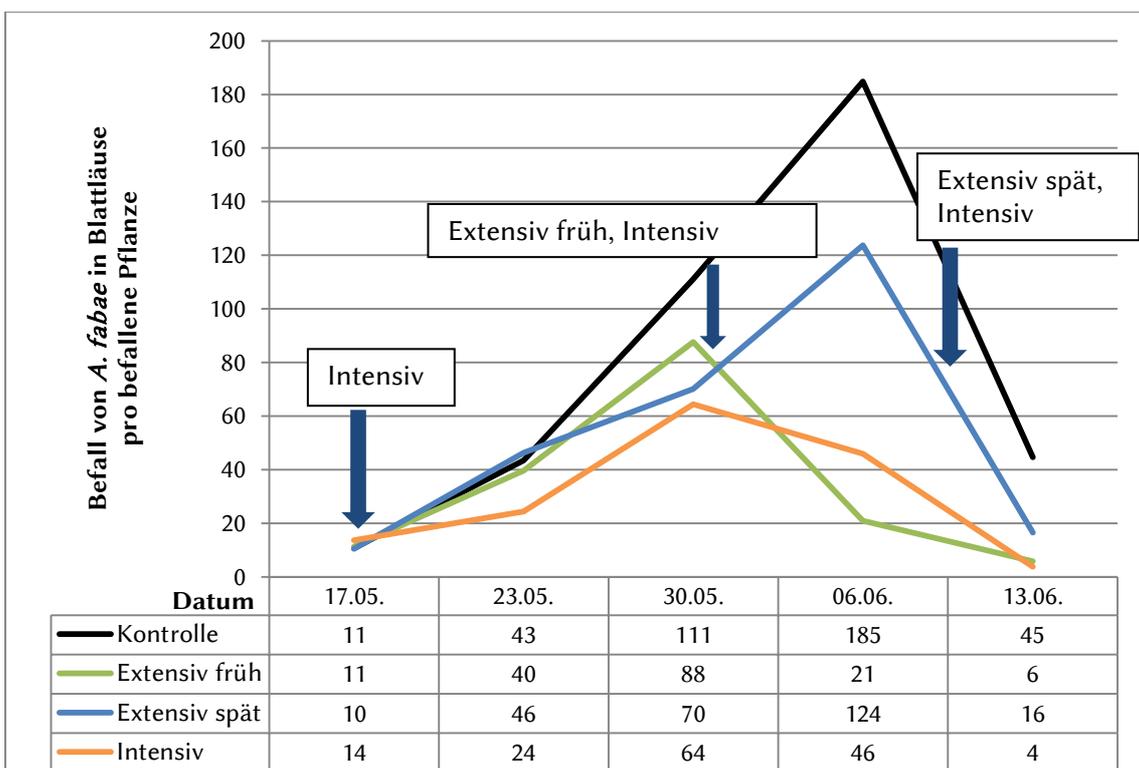


Abb. 25: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze über beide Sorten am Standort Ense 2018

3.2.2 Bonitur der Erbsenblattlaus

2018 traten deutlich weniger Erbsenblattläuse als 2017 auf, das Maximum lag bei weniger als 10 % des Vorjahresmaximums (**Abb. 26, Abb. 27**). Wie bei der Schwarzen Bohnenblattlaus traten am Standort Ense deutlich mehr Blattläuse auf. Sehr deutlich zeigt sich die Wirkung der Applikationen von Flonicamid in den Varianten Extensiv

früh und Intensiv am 30. Mai und in der Variante Extensiv spät am 6. Juni.

In den Kontrollen erfolgte der natürliche Rückgang der Population ab dem 13. Juni. An beiden Standorten am stärksten mit Erbsenblattläusen befallen war die Variante Kontrolle der Sorte Tiffany.

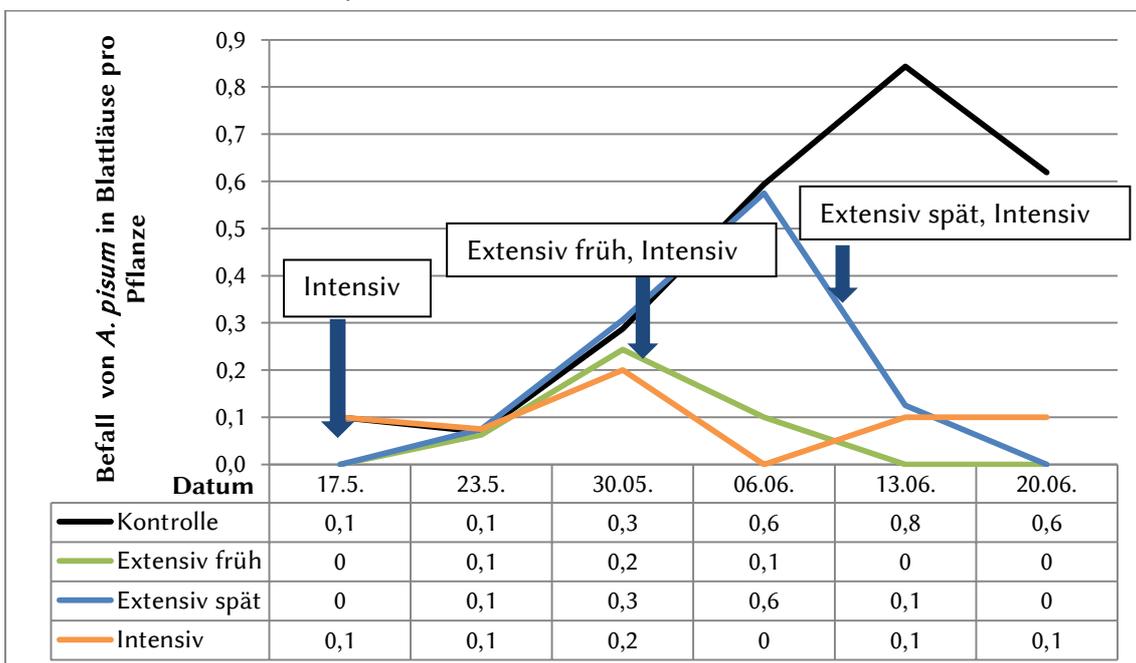


Abb. 26: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro Pflanze über beide Sorten in Merklingsen 2018

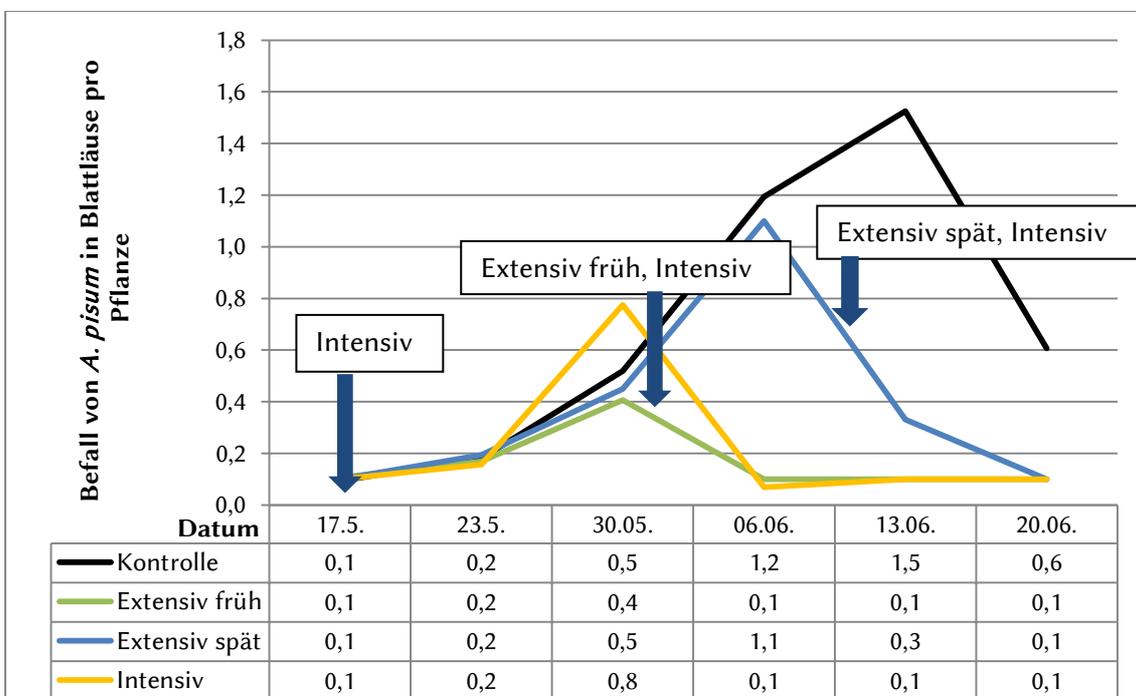


Abb. 27: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro Pflanze am Standort Ense 2018

3.2.3 Bonitur der Nützlinge

2018 wurden erstmals Nützlinge bonitiert um die Wechselwirkung zwischen Nützlingen, Blattläusen und dem Einsatz von Insektiziden zu beobachten. Die Häufigkeit und die die Verteilung von Nützlingen unterschied sich an beiden Standorten. Am Standort Merklingsen (**Abb. 28**) kamen deutlich weniger Nützlinge vor als in Ense (**Abb. 29**). Die wichtigste Nützlingsgruppe in Merklingsen stellten Schlupf- und Erzwespen dar. In Ense waren Marienkäferimagines und Marienkäferlarven die mit Abstand wichtigsten Gruppen. Schwebfliegenlarven trugen an beiden Standorten 7 bzw. 15 % zum PU-Wert bei. Weichkäfer und besonders Webspinnen waren aufgrund ihres niedrigen PU-Wertes nur von geringer Bedeutung .

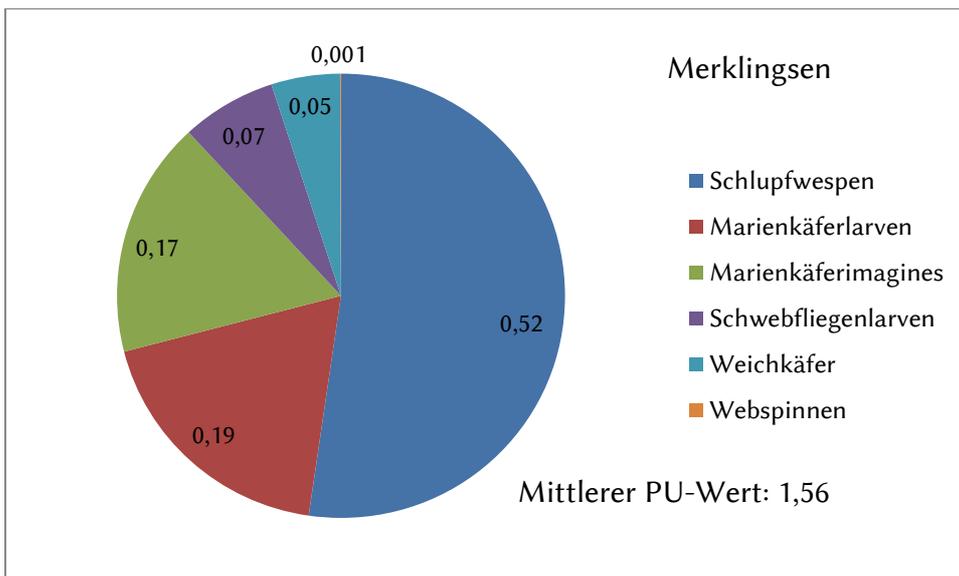


Abb. 28: Zusammensetzung des PU-Wertes aus den bonitierten Blattlausprädatoren am Standort Merklingsen 2018

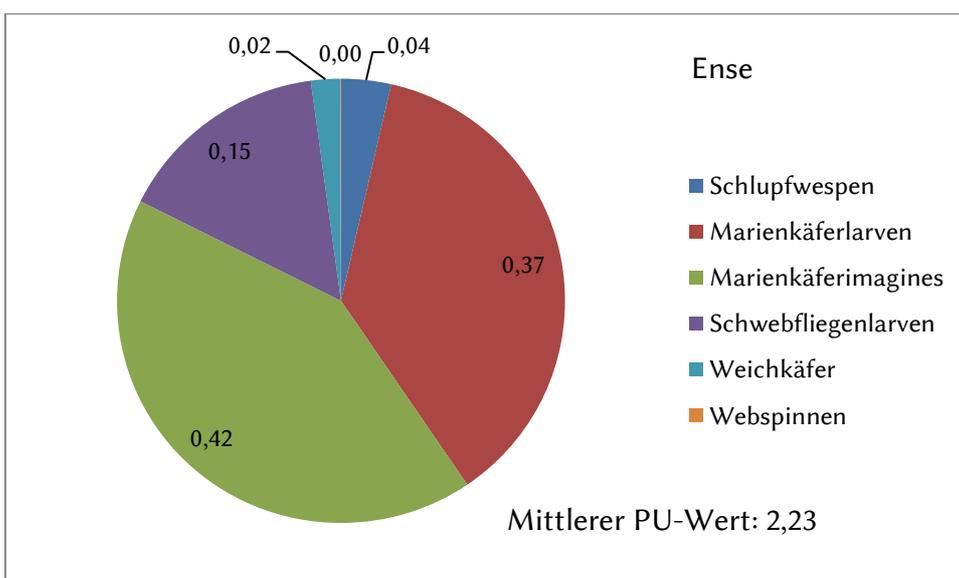


Abb. 29: Zusammensetzung des PU-Wertes aus den bonitierten Blattlausprädatoren am Standort Ense 2018

Die Sorteneffekte waren deutlich geringer als die der Orte. Auf Pflanzen der Sorte GL

Sunrise lag der PU-Wert ca. 25 % höher (**Abb. 31**) als auf Pflanzen der Sorte Tiffany (**Abb. 30**). Marienkäferlarven trugen auf der Sorte GL-Sunrise stärker zum PU-Wert bei als die Imagines der Art, bei der Sorte Tiffany stellte sich dieser Sachverhalt genau andersherum dar. Schwebfliegenlarven trugen bei Pflanzen der Sorte Tiffany mit 14 % ca. 75 % stärker zum PU-Werte bei als bei Pflanzen der Sorte GL Sunrise. Dort lag der Anteil der Schwebfliegenlarven am PU-Wert nur bei 8 %. Der hohe Anteil der Schlupfwespen am Standort Merklingsen resultierte aus hohen Abundanzen am 23. Mai. Auffällig war, dass in den intensiven Varianten deutlich weniger Nützlinge vorkamen (**Abb. 32, Abb. 33, Abb. 34**).

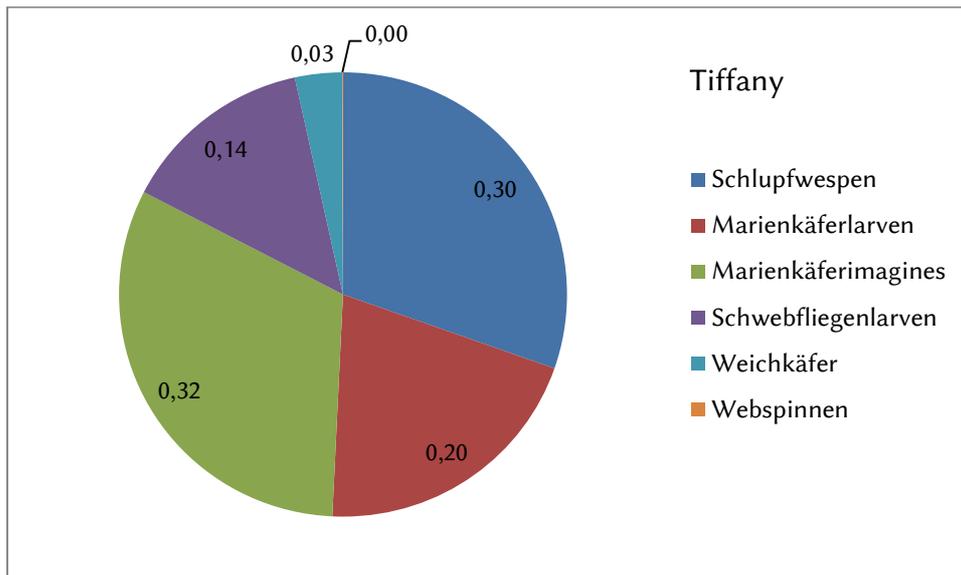


Abb. 30: Zusammensetzung des PU-Wertes der Sorte Tiffany über beide Standorte 2018 aus den bonitierten Blattlausprädatoren

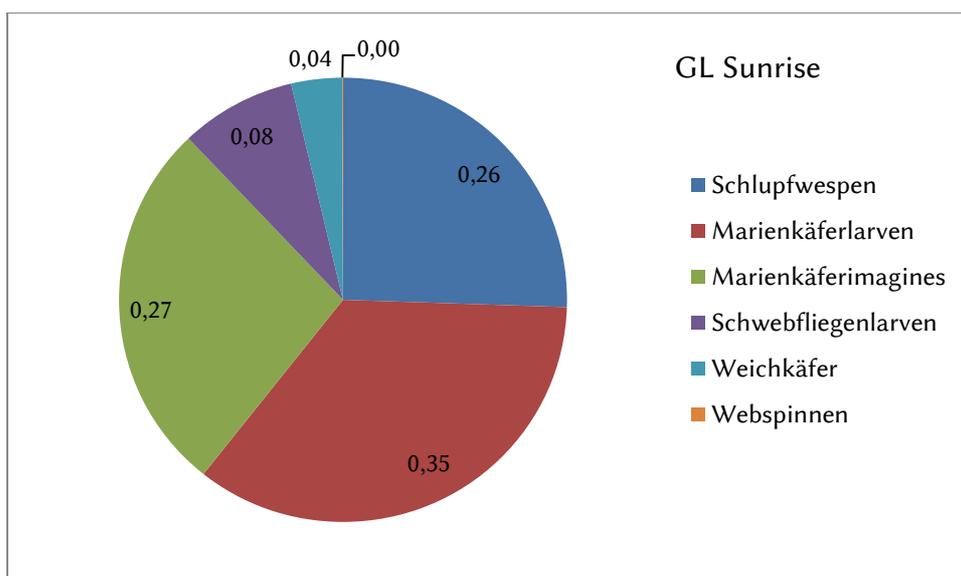


Abb. 31: Zusammensetzung des PU-Wertes der Sorte GL Sunrise über beide Standorte 2018 aus den bonitierten Blattlausprädatoren

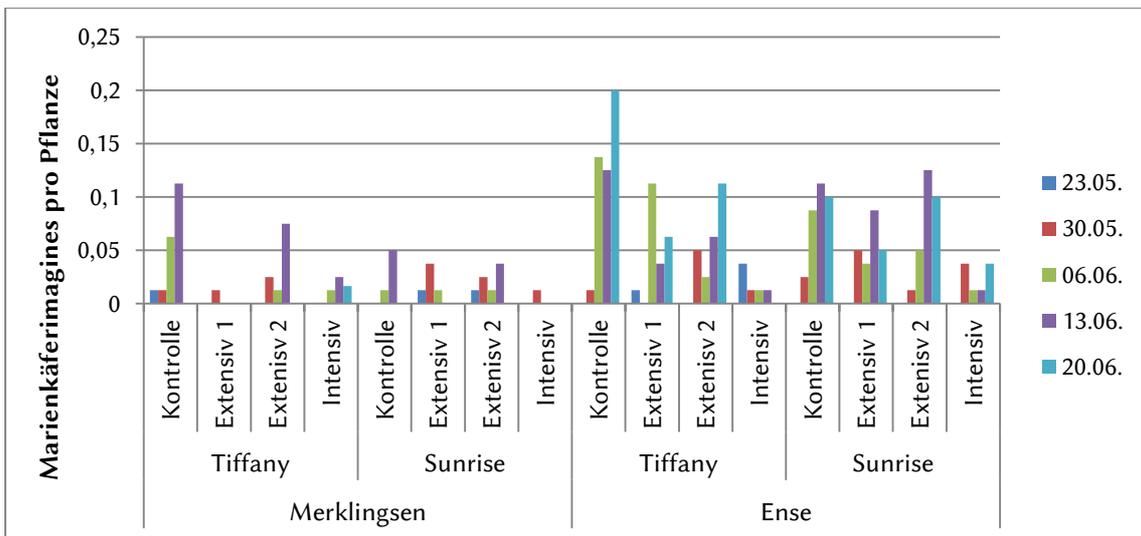


Abb. 32: Anzahl Marienkäferimagines / Pf. nach Standort, Sorte und Variante 2018

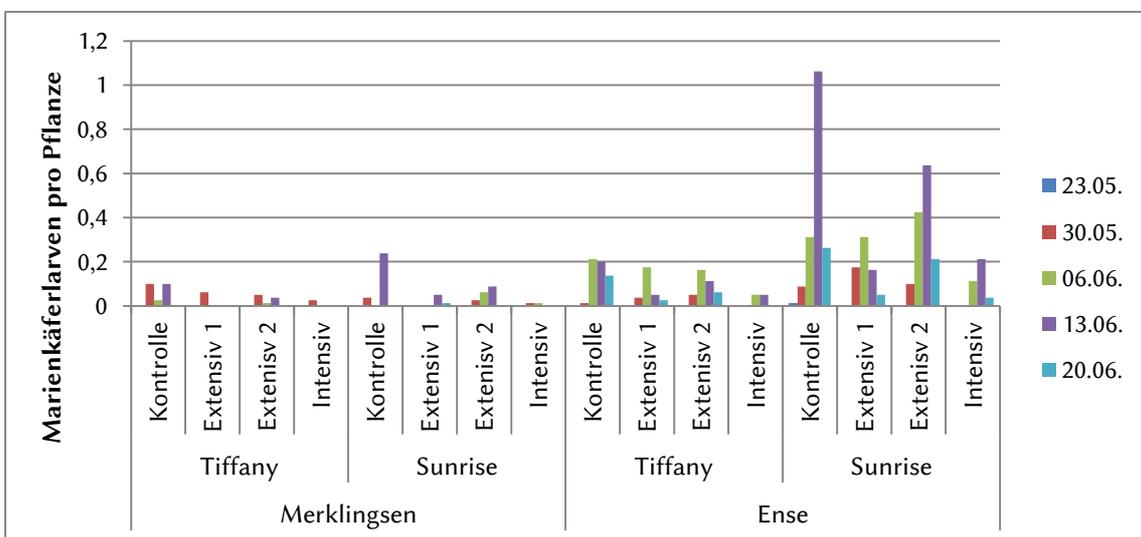


Abb. 33: Anzahl Marienkäferlarven / Pfl. nach Standort, Sorte und Variante 2018

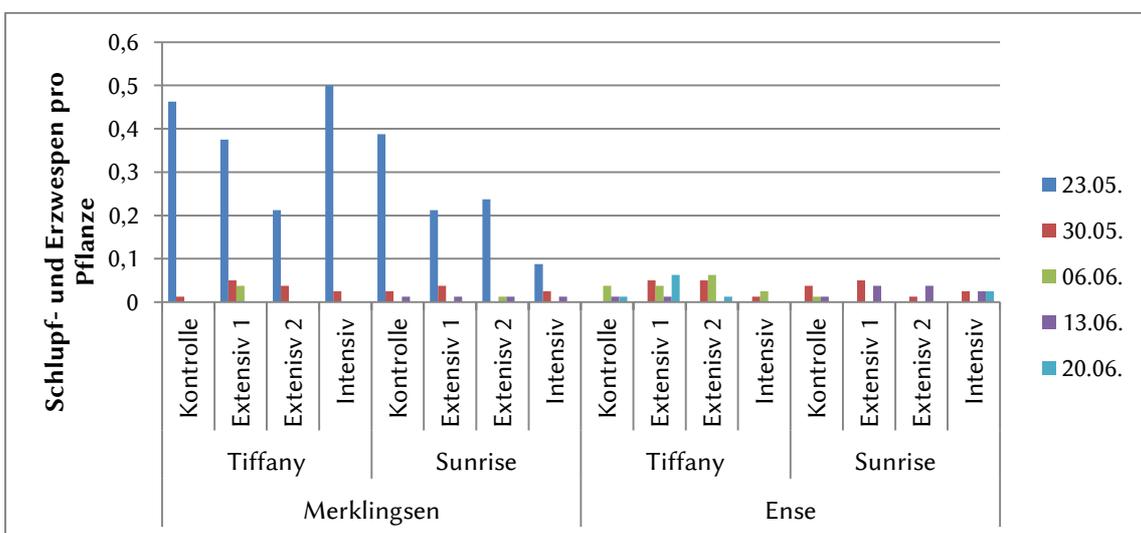


Abb. 34: Anzahl Schlupf- und Erzwespen / Pf. nach Standort, Sorte und Variante 2018

3.2.3 Ertrag

Bedingt durch die niedrigen Felddaufränge lagen die Erträge der Sorte GL Sunrise an beiden Standorten signifikant niedriger als die der Sorte Tiffany. Am Standort Merklingsen lagen die Erträge signifikant höher als in Ense. Am stärksten reagierte die Sorte GL Sunrise am Standort Ense auf den Einsatz der Insektizide. Die Sorte Tiffany am Standort Ense, sowie beide Sorten am Standort Merklingsen unterschieden sich in den Varianten innerhalb der Sorten nicht signifikant (**Abb. 35**). Über beide Standorte gerechnet unterschied sich nur die Kontrolle signifikant von den behandelten Varianten (SNK-Test mit Stichprobengröße des harmonischen Mittels von 16 und Alpha von 0,05).

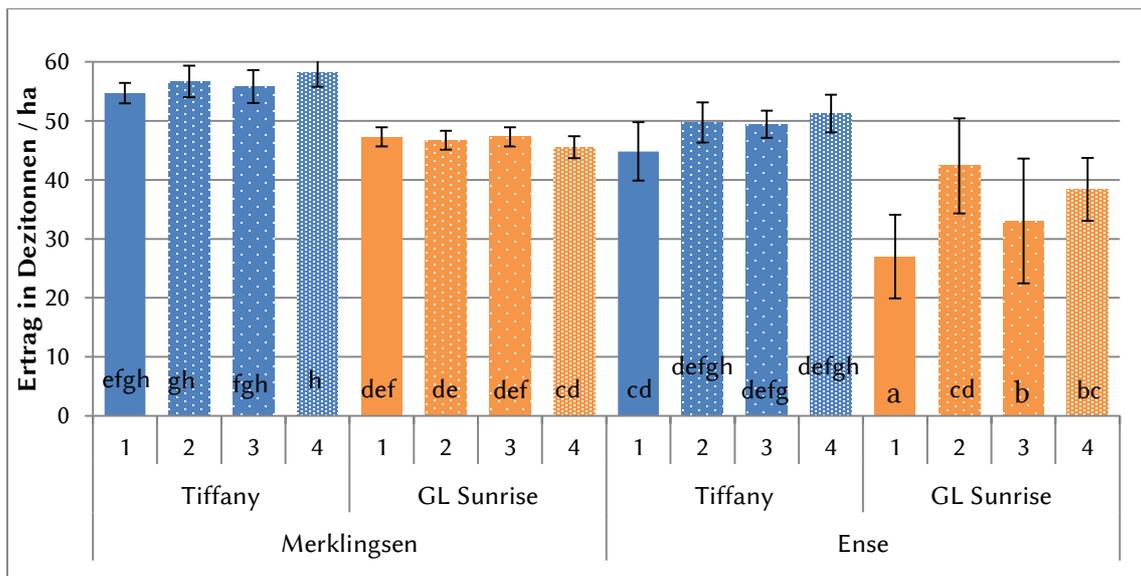


Abb. 35: Ertrag in Dezitonnen / ha 2018 nach Standort, Sorte und Variante. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikant verschiedene Untergruppen nach Student-Newman-Keuls

3.2.4 Virusmonitoring

2018 wurden insgesamt 218 Proben vom 30.01.2018 bis 05.12.2018 von 57 Standorten aus 15 Landkreisen untersucht (**Tab. 12**). Dabei waren, anders als 2017, 33 % der Proben Blattläuse. 46 % der Proben waren Ackerbohnen, 16 % Erbsen und 5 % sonstige Pflanzenarten. Es wurden mit 13 % positiven getesteten Proben deutlich weniger Viren erfasst als 2017. Prozentual waren die Erbsen mit 22 % am stärksten befallen, es wurde bis Dezember ausschließlich PEMV nachgewiesen (**Abb. 37**). Im Dezember wurde die erste positive Probe mit einem Befund von Nanoviren entdeckt. Es handelte sich dabei um eine Ackerbohne, die als Untersaat in einen Rapsbestand eingesät worden war. Die Pflanze kam aus Niederrhein, in unmittelbarer Rheinnähe zwischen Köln und Bonn gelegen (**Abb. 36**).

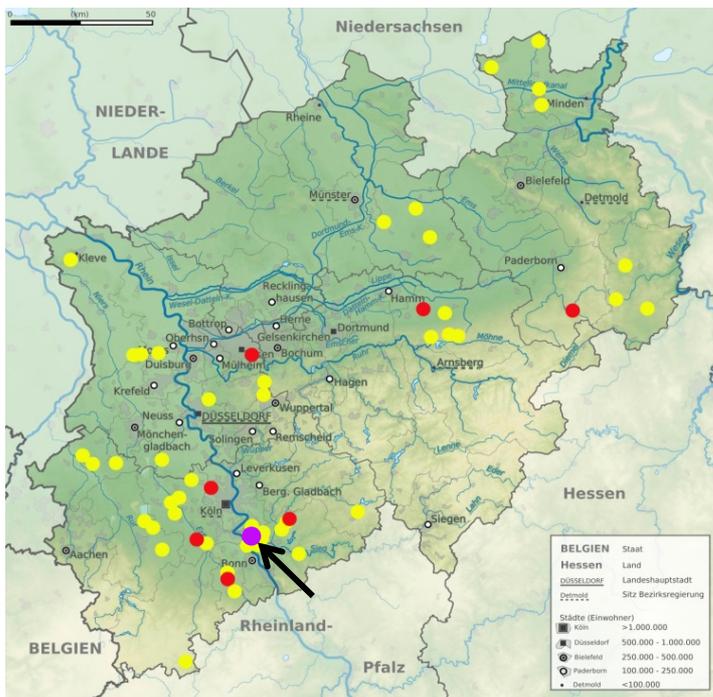


Abb. 36: Orte, die im Rahmen des Monitorings 2018 beprobt wurden. (Rot: positiver Nachweis von PEMV, Violett: Nanoviren)

Tab. 12: Proben und Virusbefunde nach Landkreisen 2018

Landkreis	Probenanzahl	Positive Befunde		
		PEMV	Nanoviren	BLRV
Düren	3	0	0	0
Euskirchen	6	1	0	0
Heinsberg	5	0	0	0
Höxter	4	0	0	0
Kleve	3	0	0	0
Köln	13	3	0	1
Mettmann	3	0	0	0
Minden-Lübbecke	5	0	0	0
Rhein-Erft	19	3	0	0
Rheinisch-Bergischer Kreis	2	0	0	0
Rhein-Kreis Neuss	7	0	0	0
Rhein-Sieg	43	13	1	0
Soest	80	3	0	0
Warendorf	6	0	0	0
Wesel	11	0	0	0
Unbekannt	9	3	0	0

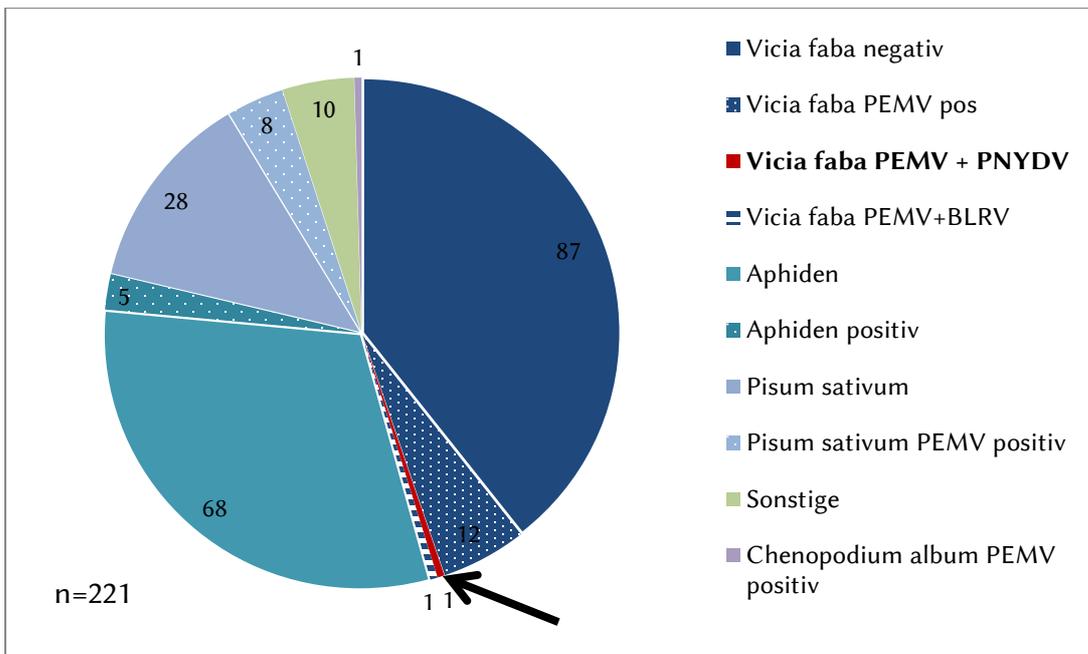


Abb. 37: Zusammensetzung der Proben im Virusmonitoring 2018

3.3 Versuchsjahr 2019

3.3.1 Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus

Die Populationen der Schwarzen Bohnenlaus stiegen am Standort Merklingsen (**Abb. 38**) bis zum 06.06.19 und am Standort Ense (**Abb. 39**) bis zum 12.06.19 in den Kontrollen an. Anschließend ging der Befall stark zurück. Die Pflanzenschutzapplikationen mit Flonicamid (Teppeki), insbesondere am 24.05.19, zeigten, bedingt durch den Wirkmechanismus, eine verzögerte, aber deutliche Wirkung an beiden Standorten. Die Wirkung des Insektizids „Teppeki“ konnte dabei nicht sofort durch ein Absterben beobachtet werden, da die Blattläuse zwar unmittelbar ihre Nahrungsaufnahme einstellen, aber weiterhin an den Blättern verweilen. Vergleicht man die Zahl der Schwarzen Bohnenblattläuse pro befallene Pflanze mit dem prozentualen Befall, ähneln sich beide Kurven am Standort Merklingsen. In Ense kommt es in der Kontrolle zu einem massiven Anstieg der Blattläuse auf den wenigen befallenen Pflanzen (**Abb. 40**).

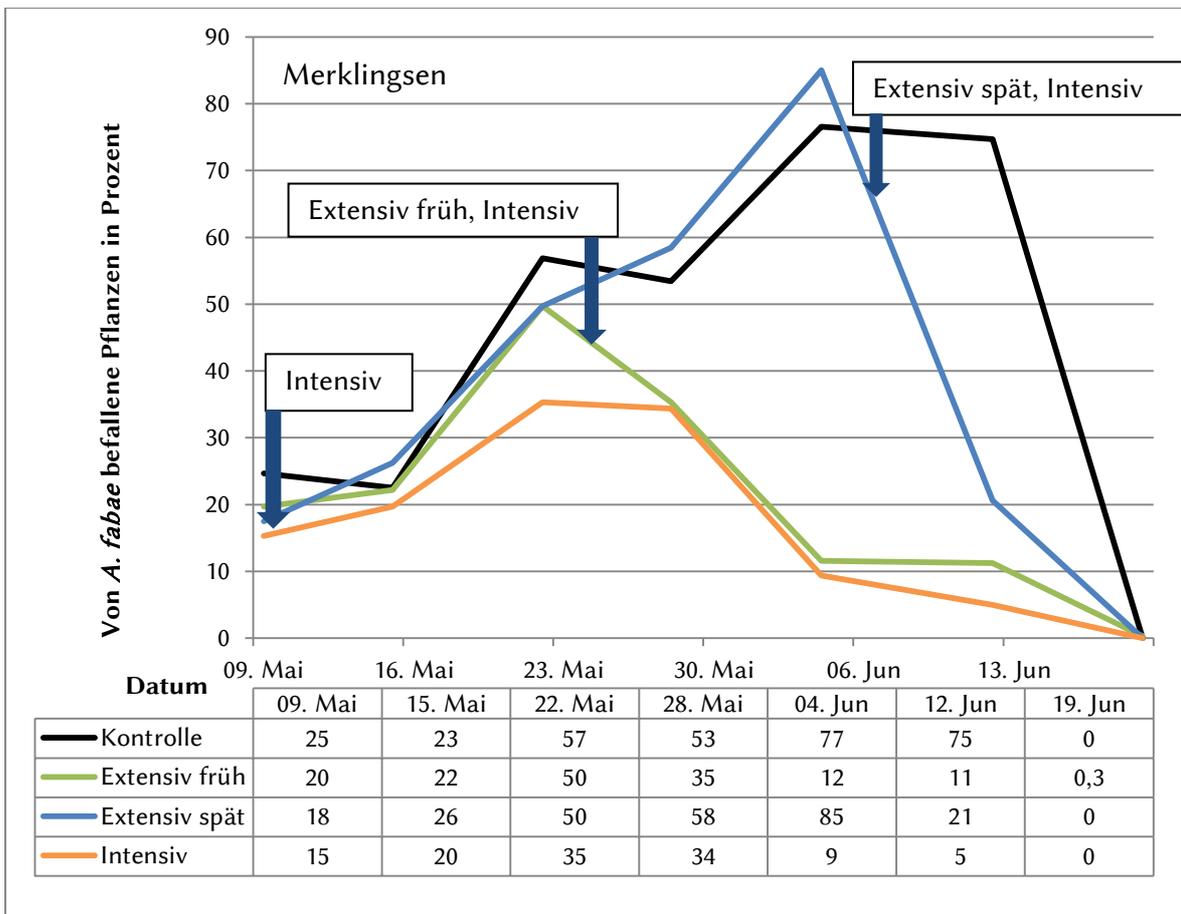


Abb. 38: Von Schwarzer Bohnenblattlaus befallene Pflanzen in Prozent am Standort Merklingsen 2019

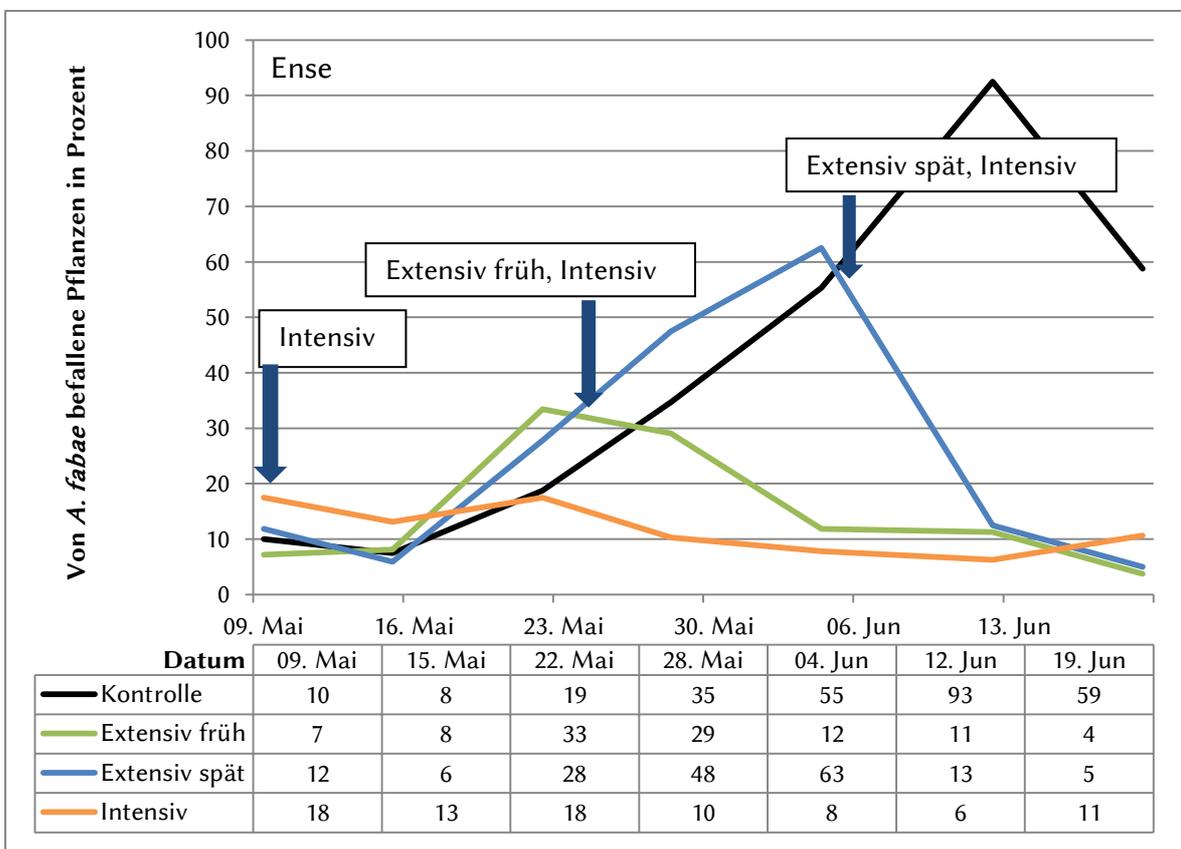


Abb. 39: von Schwarzer Bohnenlaus befallene Pflanzen in Prozent am Standort Ense

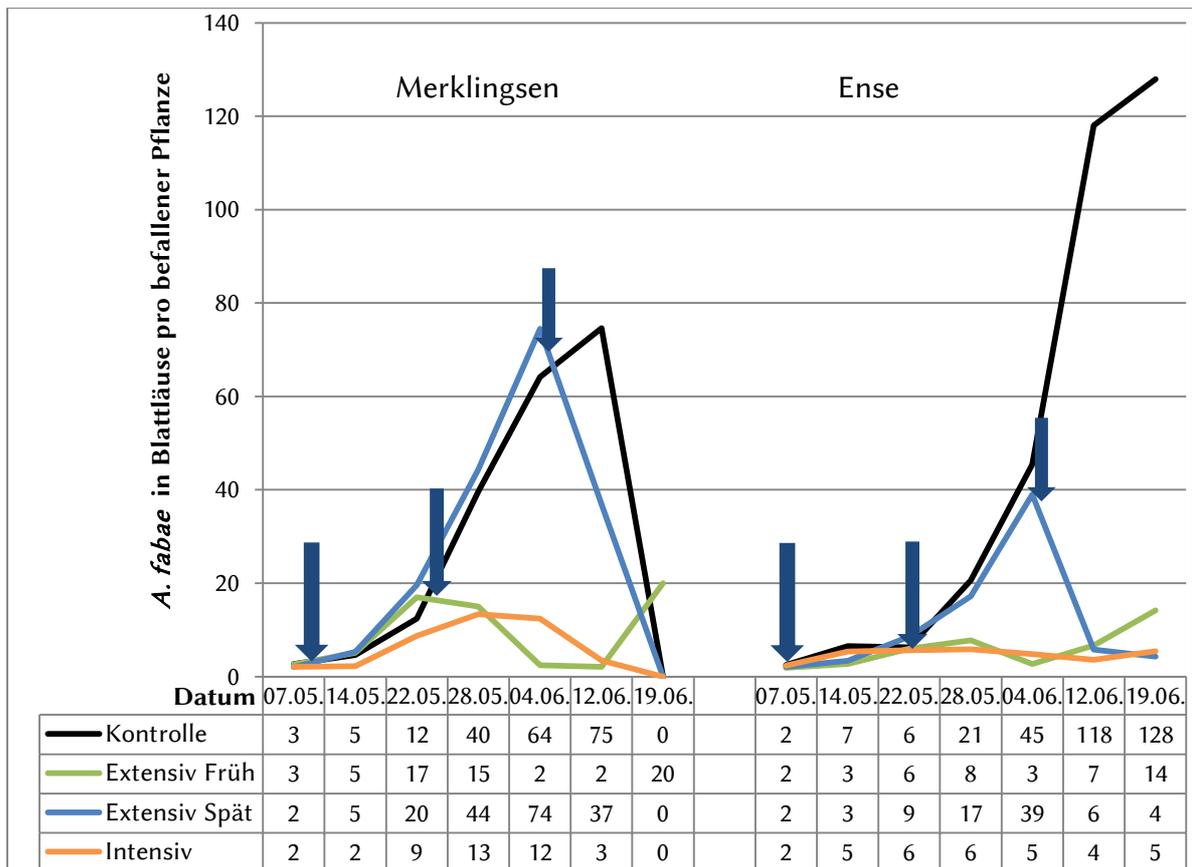


Abb. 40: Befall der Schwarzen Bohnenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze an den Standorten Merklingsen und Ense 2019

3.3.2 Bonitur der Erbsenblattlaus

Der Bekämpfungsrichtwert von 10 % befallenen Pflanzen wurde bis auf die intensive Variante von allen Varianten am 22. Mai überschritten. Trotz des niedrigen Wirkungsgrades der ersten Applikation in der intensive Variante mit lambda-Cyhalothrin stiegen die Befallsdichten mit maximal 8 % weniger stark an als in den übrigen Varianten. Nach den Behandlungen der Varianten zwei und drei verringerten sich die Befallsrate auf unter 10 %. Das Befallsmaximum wurde am 12. Juni mit 69 % am Standort Merklingsen und am 19. Juni mit 98 % in Ense erreicht. Am Standort Merklingsen wurde nach dem 12. Juni ein natürlicher Rückgang in der unbehandelten Variante eins ermittelt. Das Maximum der Variante drei lag mit 38 % am 4. Juni bei knapp 50 % der Variante 1, in Ense wurde in Variante 3 am 4. Juni nur knapp 30 % des Maximums der Variante 1 erreicht (**Abb. 41**). Bei Betrachtung der Blattläuse pro befallener Pflanze fällt auf, dass alle Varianten mit Ausnahme von Variante eins nicht die Grenze von 2 Blattläusen pro befallener Pflanze überschreiten. Auffällig ist der Anstieg in Ense in Variante eins auf bis zu 11 Blattläusen pro befallener Pflanze bei gleichzeitig fast 100 % Befallsdichte. In Merklingsen lag das Maximum in Variante eins am 12. Juni bei 4,4 Blattläusen pro befallener Pflanze (**Abb. 42**).

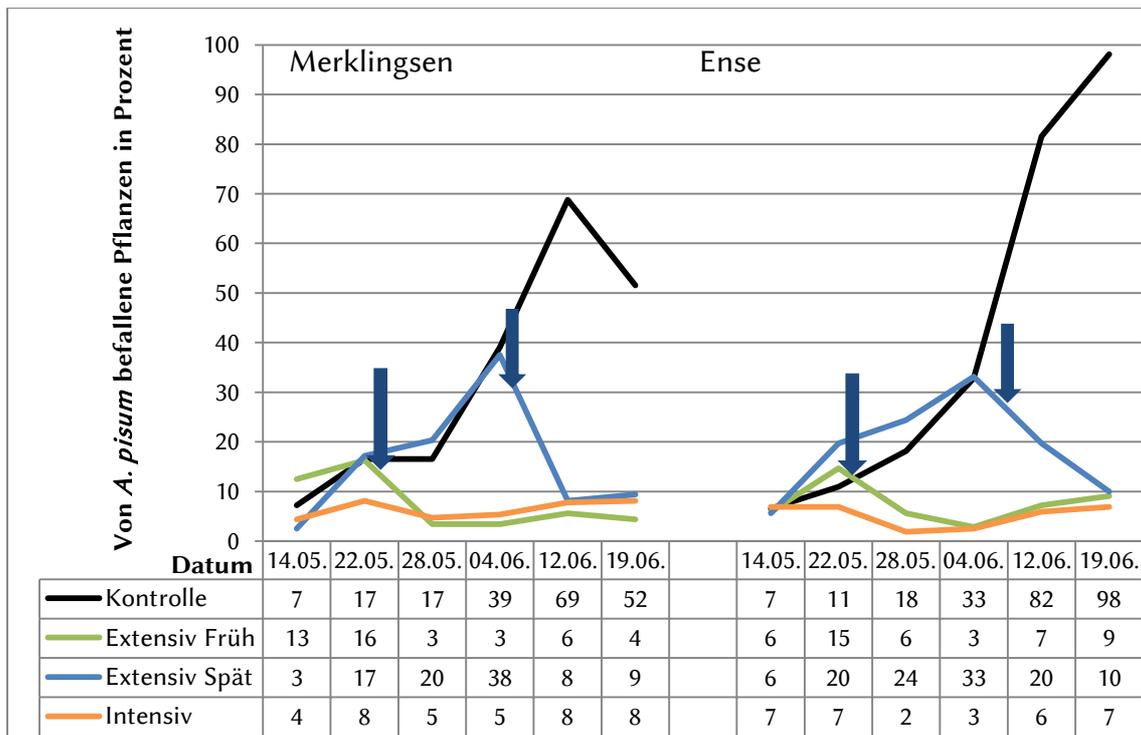


Abb. 41: Von Erbsenblattlaus befallene Pflanzen in Prozent an den Standorten Merklingsen und Ense 2019

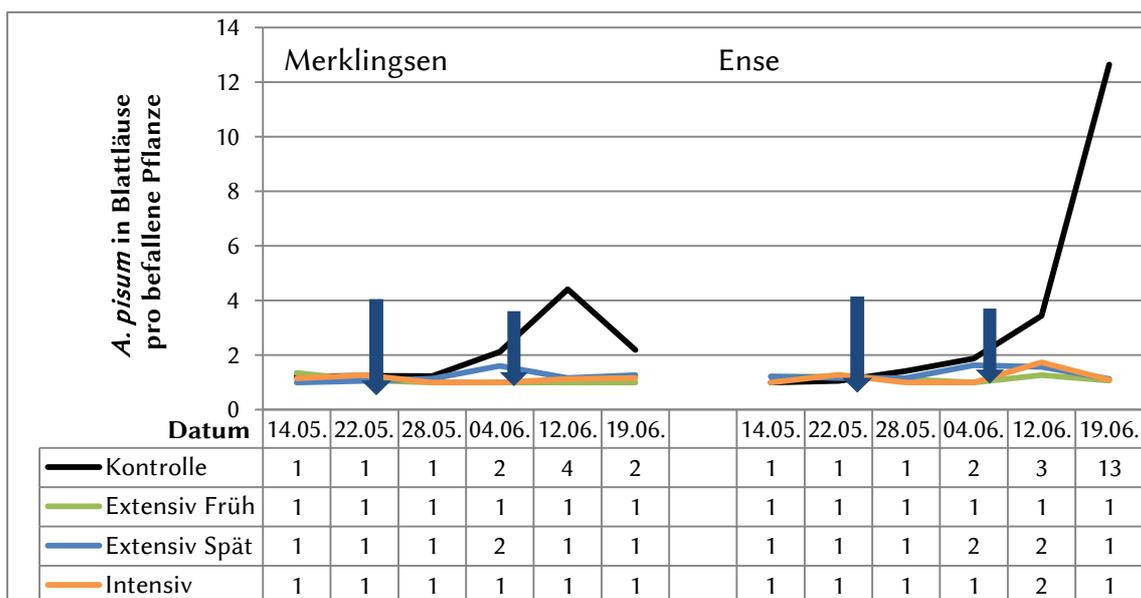


Abb. 42: Befall der Erbsenblattlaus in Anzahl pro befallene Pflanze an den Standorten Merklingsen und Ense 2019

3.3.3 Bonitur der Nützlinge

2019 wurden die Nützlingsgruppen Marienkäfer (Larven, Puppen, Imagines), Schwebfliegen (Larven) und Webspinnen erfasst. Aufgrund des milden Frühlings und der guten Bestandsentwicklung konnten Imagines der Marienkäfer sowie Webspinnen bereits am 9. Mai im Bestand nachgewiesen werden. Der PU-Wert der Varianten zeigt an beiden Standorten, dass die Kontrollen die höchste Aktivität von Nützlingen verzeichneten. Ebenso konnte auf der Sorte Tiffany eine höhere Aktivität gemessen

werden als auf der Sorte GL Sunrise. Die Unterschiede zwischen den Standorten waren gering (**Abb. 43**).

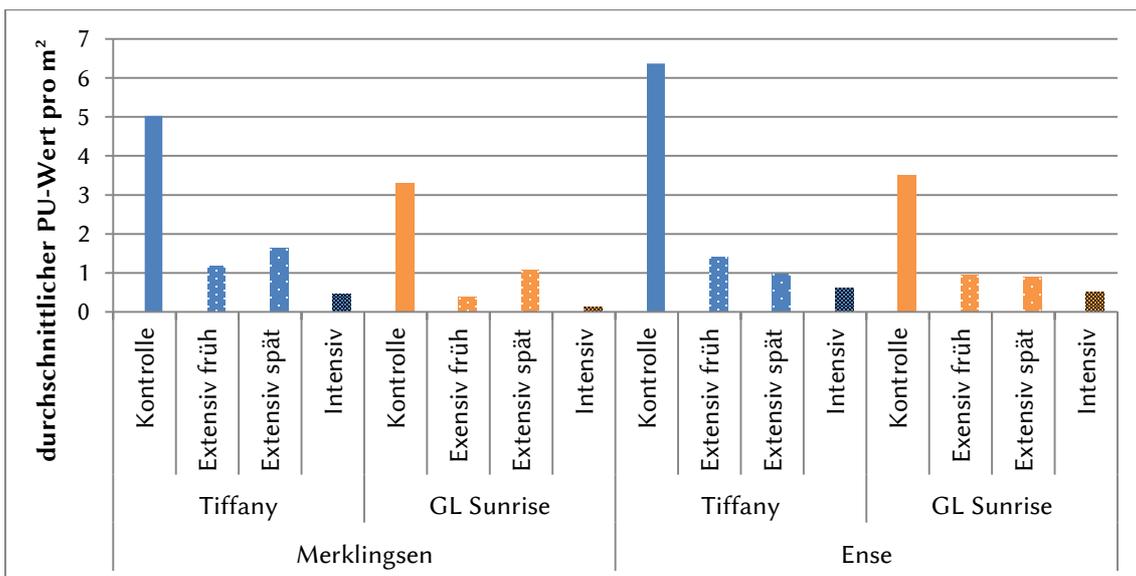


Abb. 43: durchschnittlicher PU-Wert über den Boniturzeitraum nach Standort und Varianten 2019

Die Zusammensetzung des PU-Wertes nach Varianten unterschied sich insbesondere zwischen der Kontrolle und den drei Insektizidvarianten. Bei letzteren ist der Anteil der Larven sowohl des Marienkäfers als auch der Schwebfliegen deutlich geringer als in den Kontrollen (**Abb. 44**).

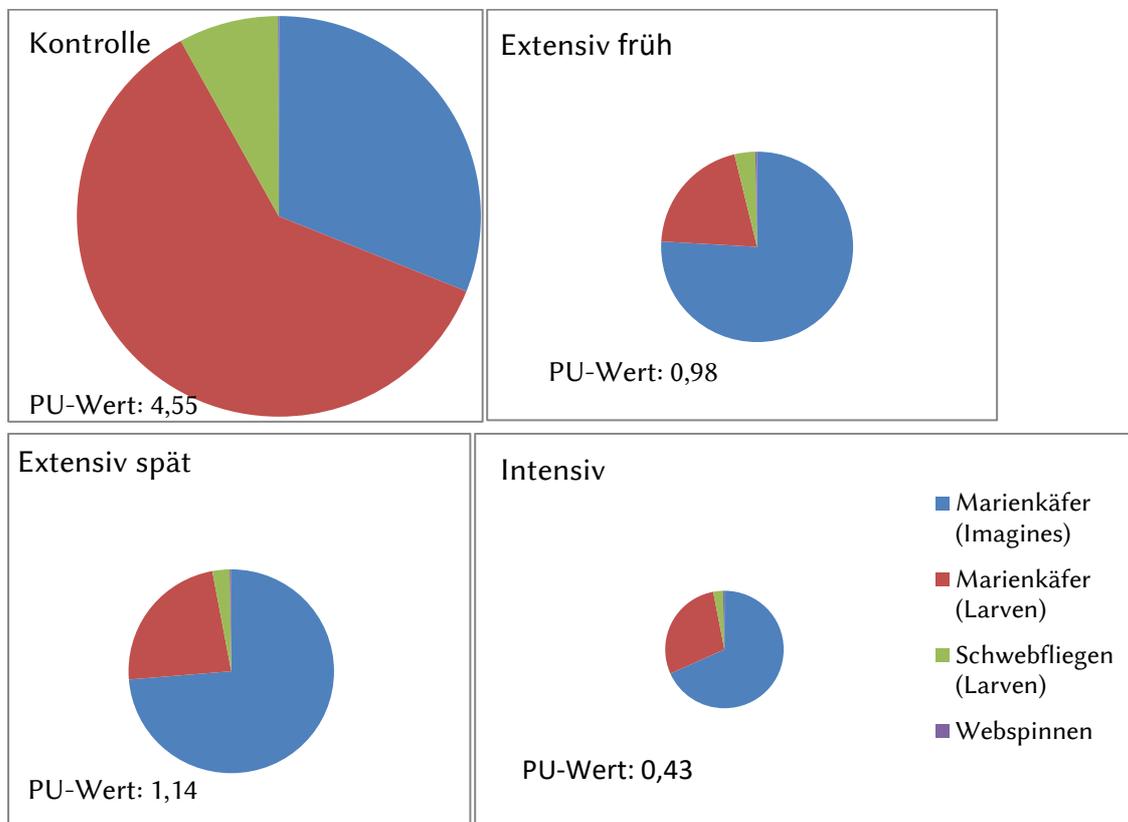


Abb. 44: Zusammensetzung des PU-Wertes nach Varianten aus dem Mittel über beide Standorte, die Kreisfläche gibt die Größe des PU-Wertes wieder

Ähnlich wie 2018 waren in den mit Insektiziden behandelten Varianten weniger Imagines der Marienkäfer als in den Kontrollen, insbesondere nach den Pflanzenschutzanwendungen. Die geringste Anzahl wurde in den intensiven Varianten über beide Standorte und Sorten erreicht. Vergleicht man beide Standorte, liegen die Maxima bei ca. 0,1 Käfern pro Pflanze bzw. 10 Pflanzen pro Käfer (**Abb. 45**).

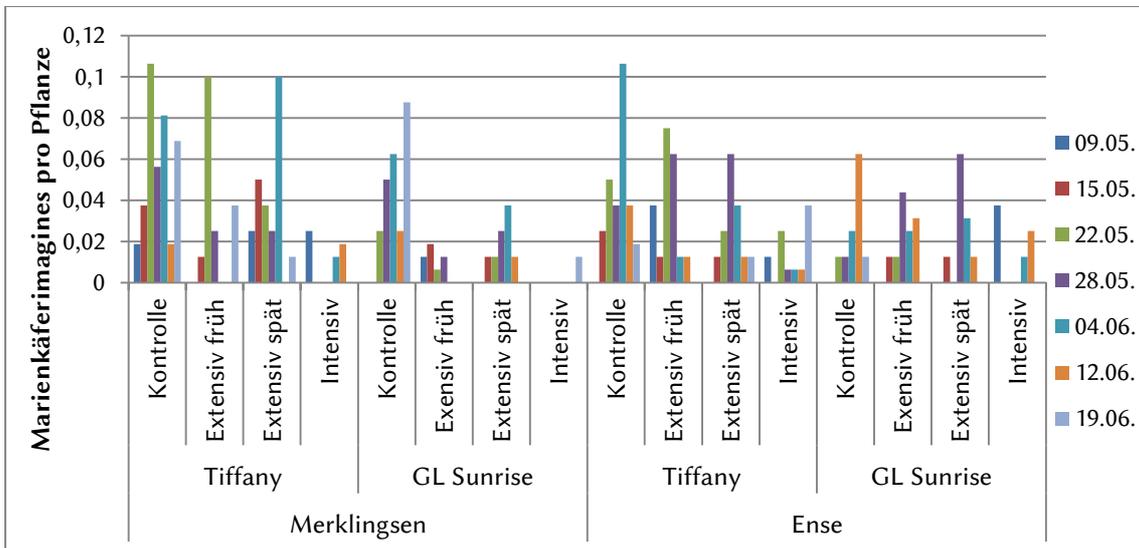


Abb. 45: Häufigkeit der Marienkäferimagines nach Standort, Sorte und Variante 2019

Der eher kühle Mai und der darauf folgende sehr heißen Juni waren vermutlich Gründe, warum die Larven der Marienkäfer nur über einen Zeitraum von drei Wochen nachweisbar waren, davon überwiegend nur am Ende des Beobachtungszeitraum. Die Bonitur am 19.06. in den Kontrollen zeigen im Vergleich zu den Insektizidvarianten eine 10 bis 20-fach höhere Dichte an Larven der Marienkäfer. Am Standort Ense wurden in den Kontrollen höhere Dichten gemessen, aber beschränkt auf den Boniturtermin am 19. Juni während in Merklingsen am 12. Juni in den Kontrollen höhere Dichten als in Ense gemessen wurden. Die Abstufung zwischen der einmaligen und der mehrmaligen Behandlung war ebenso messbar wie bei den Marienkäferimagines, wenn auch nicht so deutlich (**Abb. 46**).

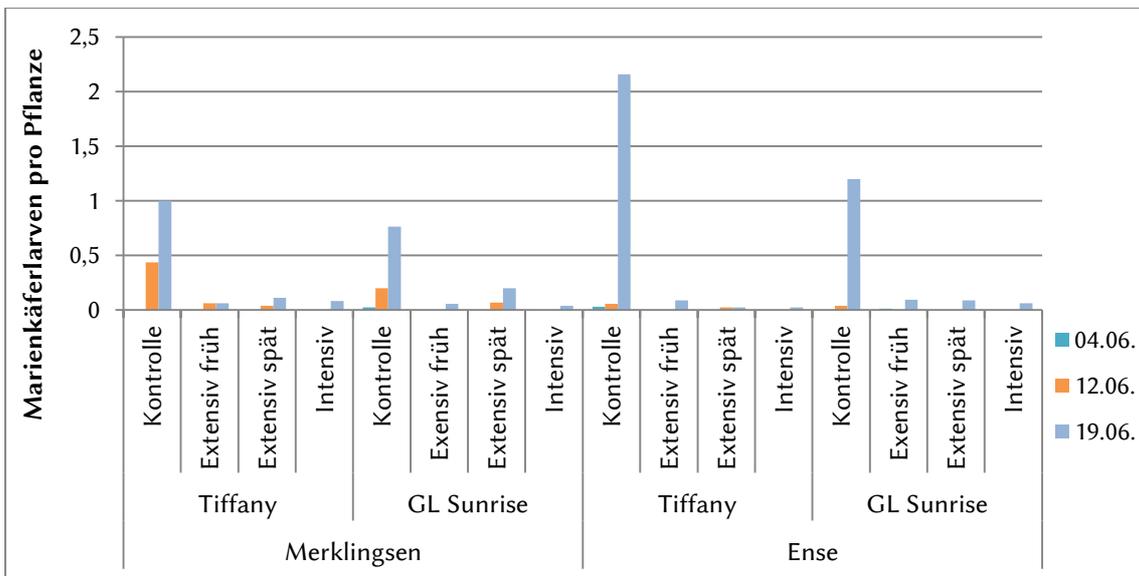


Abb. 46: Häufigkeit der Marienkäferlarven nach Standort, Sorte und Variante 2019

Bei den Schwebfliegenlarven zeigt sich ein ähnliches Bild: Auch hier sind in den Kontrollen Dichten um den Faktor 10 höher als in den Varianten, in denen Insektizide angewendet wurden. Auffällig war, dass am Standort Ense höhere Dichten von Schwebfliegenlarven gemessen wurden. Über beide Standorte wurden jedoch in den Insektizidvarianten so wenige Schwebfliegenlarven gezählt, dass keine Aussagen zu Abstufungen zwischen einmaliger und mehrmaliger Anwendung von Insektiziden möglich sind (Abb. 47).

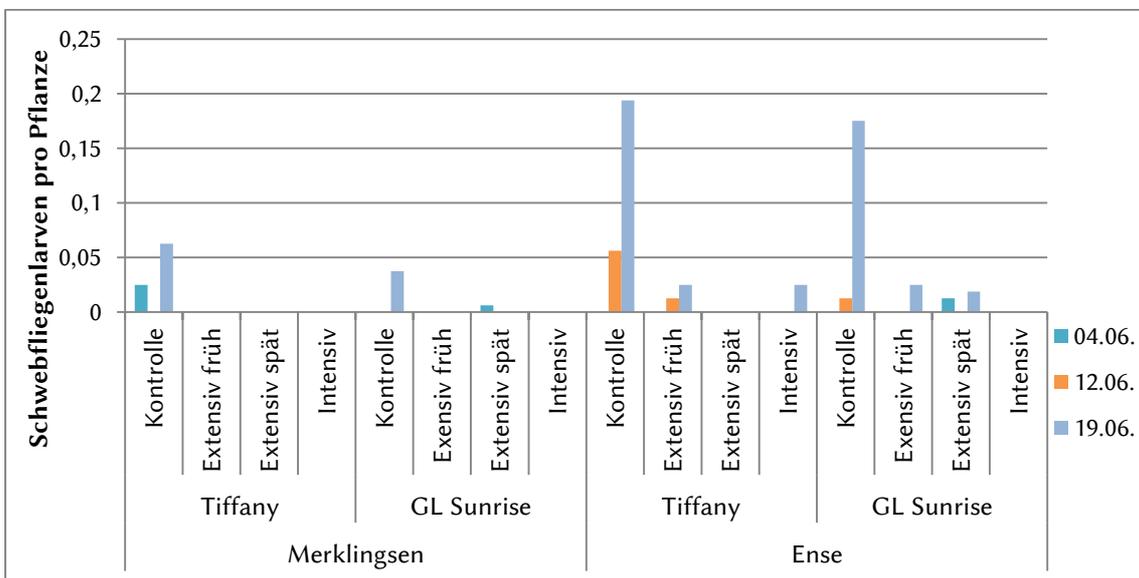


Abb. 47: Häufigkeit der Schwebfliegenlarven nach Standort, Sorte und Variante 2019

Webspinnen wiesen in den Bonituren ein sehr gleichmäßiges Vorkommen vor und erreichten in fast allen Varianten eine Dichte von ca. einer Spinne pro 20 Pflanzen. Die höchsten Dichten wurden am 19.06. gemessen. Der Unterschied zwischen Kontrolle und extensiven Varianten war deutlich geringer als bei den blattlausspezialisierten Antagonisten Marienkäfer und Schwebfliege. Lediglich in der intensiven Variante wurden 3 von 4 Varianten niedrigere Dichten bestimmt (Abb. 48).

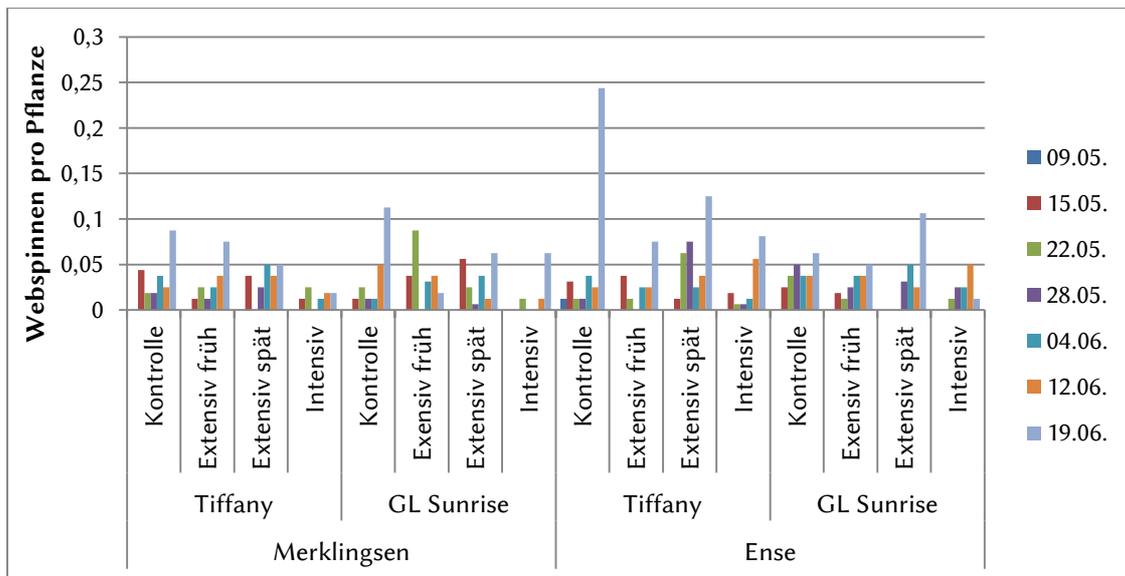


Abb. 48: Häufigkeit der Webspinnen nach Standort, Sorte und Variante 2019

3.3.4 Ertrag

Durch den Einsatz von Insektiziden konnten signifikante Mehrerträge gesichert werden. Die Mehrerträge waren bei dem höheren Blattlausaufkommen am Standort Ense höher. Die Mehrerträge in der intensiven Variante resultieren aus der Wirkung gegenüber dem Blattrandkäfer. Die Wirkungsgrade der ersten Insektizidbehandlung (Karate Zeon) lagen nur bei 30 % (Abb. 49).

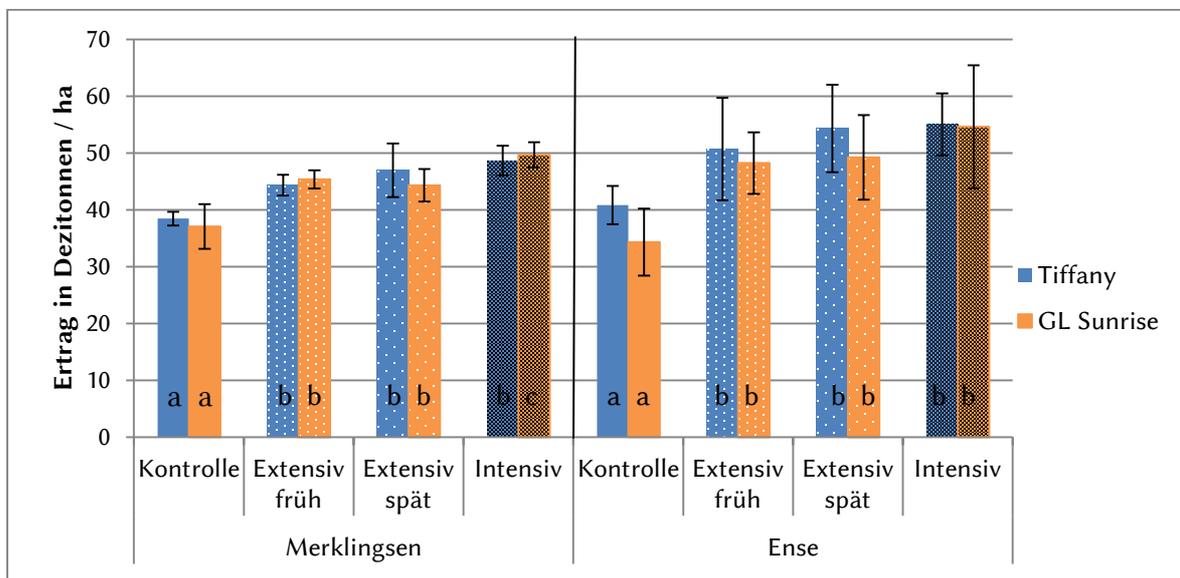


Abb. 49: Ackerbohnerertrag in Dezentonnen / ha nach Ort, Variante und Sorte 2019

3.3.5 Luftaufnahmen/Fernerkundung

Orthofotos von beiden Standorten zeigen detailtreu die Parzellengrenzen sowie die Fahrgassen, bei erhöhter Vergrößerung können auch Einzelpflanzen ausgemacht werden. Falls vorhanden, wären Virusnester eindeutig zu erkennen. Gestresste Pflanzen an den Parzellenrändern, die eher abreifen, sind ebenso gut zu erkennen

(**Abb. 50, Abb. 52**). Die NDVI-Aufnahmen zeigen die Informationen aus dem Orthofoto deutlich verbessert. An beiden Standorten sind Fahrgassen, Parzellengrenzen und deutliche Fehlstellen im Bestand als rote Flächen sichtbar. Die Kontrollen heben sich deutlich ab, sind somit „weniger grün“ als die Insektizidvarianten. Am Standort Ense lassen sich sogar unterirdische Erosionsrinnen im Boden, die für die Pflanzen deutlich tiefgründiger sind, als grüne Linien erkennen. In einigen Parzellen sind inselartige Strukturen zu erkennen, die auf eine frühe Virusinfektion hindeuten, die sich bereits auf bis zu zwei Meter ausgedehnt hat (**Abb. 51, Abb. 53**).

Ebenso ist sehr gut zu erkennen, wie die Kontrollparzellen ohne Insektizidanwendung am 5.7. einen deutlich geringeren NDVI-Wert von durchschnittlich 0,74 aufweisen als die Insektizidparzellen (0,80). Der Unterschied ist aber nur in der Sorte GL Sunrise signifikant (**Abb. 54, Abb. 55**). Die Auswertung der Blattfarbenanalyse zeigte, dass der Gelbanteil in den Kontrollen der Sorte GL Sunrise am Standort Merklingsen im Mittel um den Faktor vier höher war als der Gelbanteil der Sorte Tiffany in der gleichen Variante (**Abb. 56**). In den anderen Varianten bzw. zwischen den beiden Sorten gab es keinen signifikanten Unterschied (**Abb. 57**).

Der Gelbanteil kann auf Virusinfektionen hindeuten, denn ein typisches Symptom ist das Vergilben der Blattflächen. Ebenso erhöht sich der Gelbanteil durch die Abreife, die durch massiven Blattlausbefall eher eintreten kann. In den anderen Varianten war der Unterschied weniger ausgeprägt. Die Wuchshöhenermittlung konnte leider aufgrund eines ungenauen Untergrundmodells in den letzten drei Reihen keine nutzbaren Daten generieren.

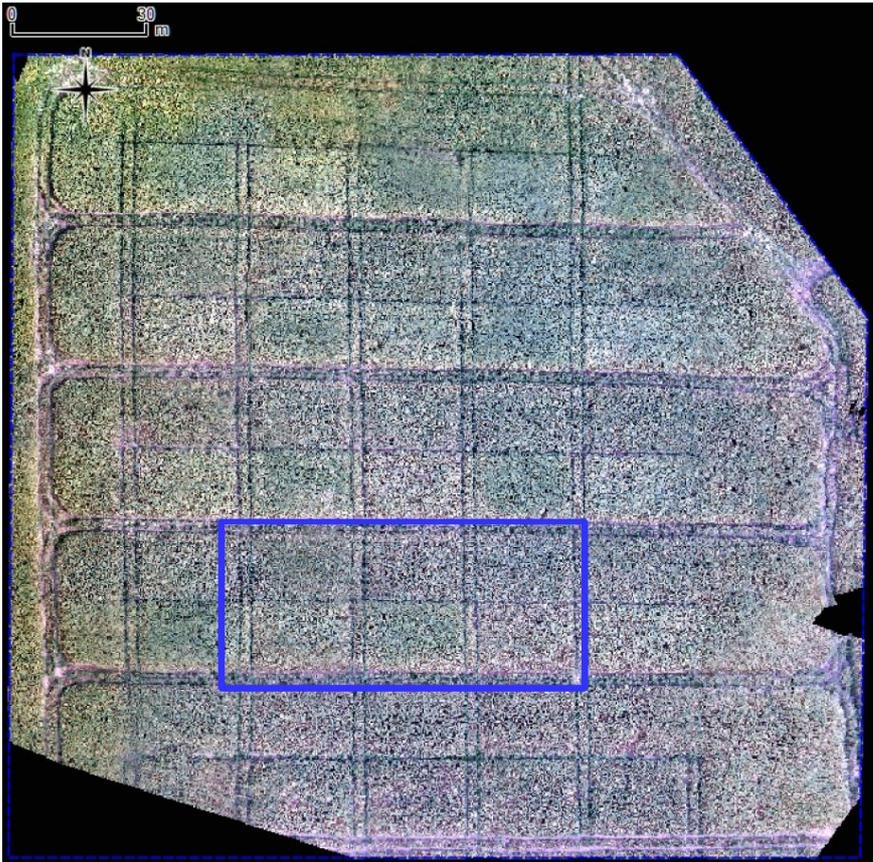


Abb. 50: Orthofoto vom Standort Merklingsen am 04.07.2019

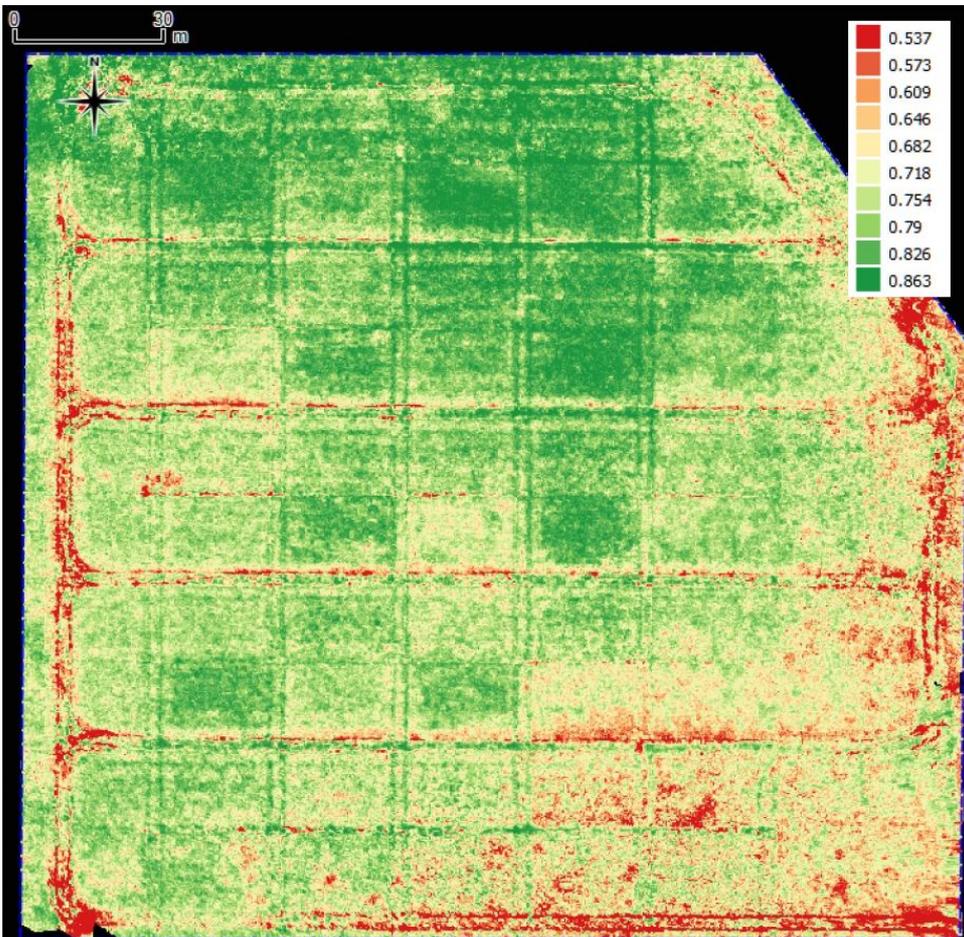


Abb. 51: NDVI-Aufnahme des Standortes Merklingsen am 04.07.2019



Abb. 52: Orthofoto vom Standort Ense am 04.,07.2019

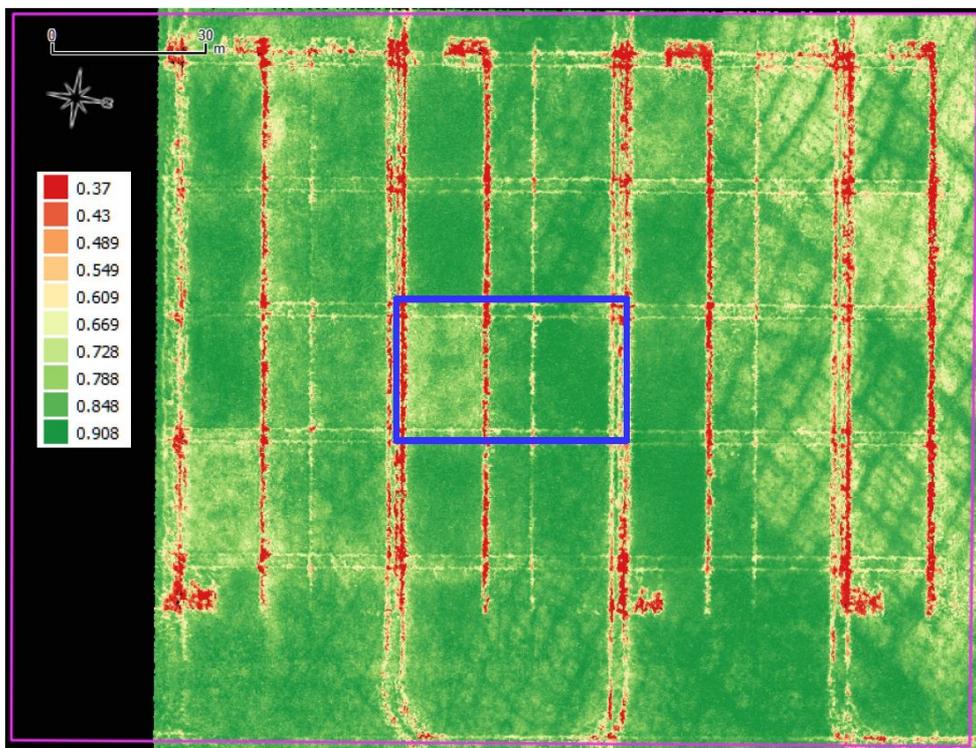


Abb. 53: NDVI-Aufnahme vom Standort Ense am 04.07.2019

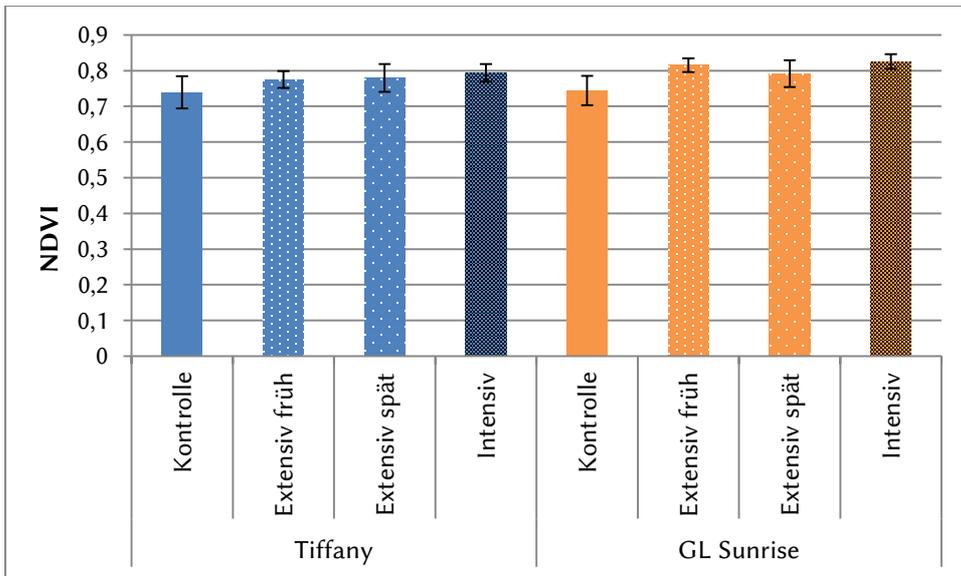


Abb. 54: NDVI nach Sorten und Varianten am Standort Merklingsen am 05.07.2019

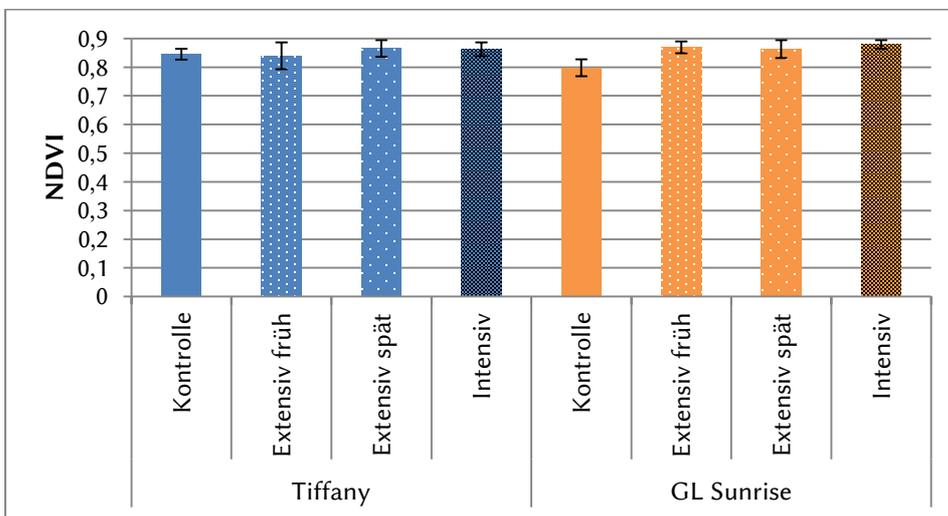


Abb. 55: NDVI nach Sorte und Variante am Standort Ense am 04.07.2019

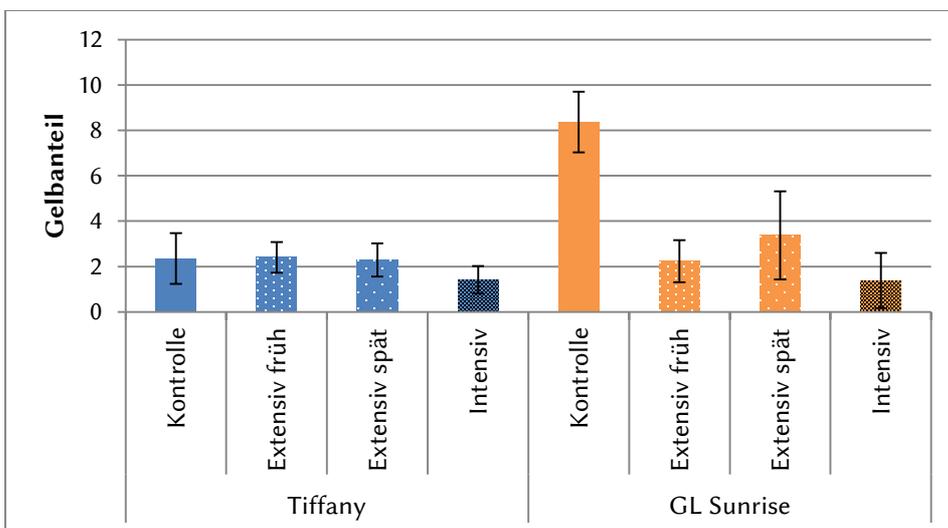


Abb. 56: Gelbanteil nach Sorten und Varianten am Standort Merklingsen am 05.07.2019

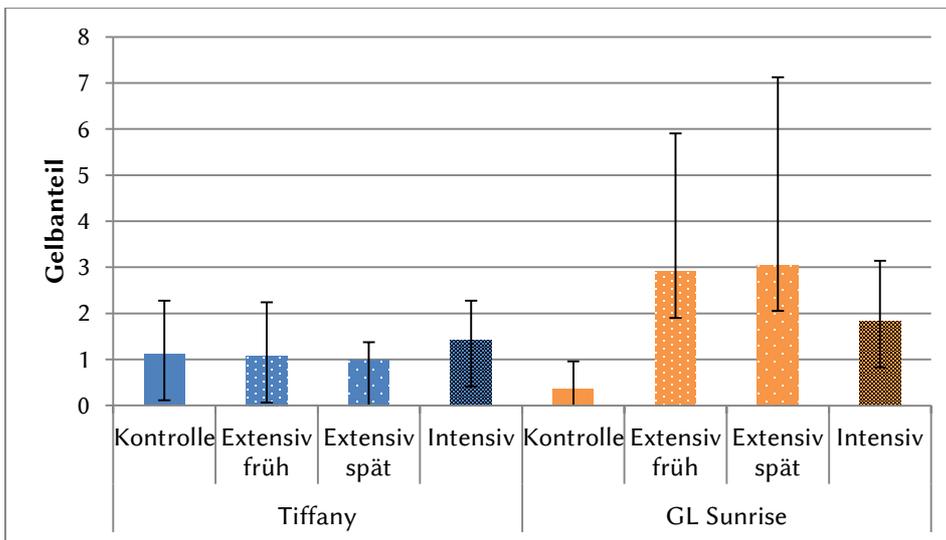


Abb. 57: Gelbanteil nach Sorten und Varianten am Standort Ense am 04.07.2019

3.3.6 Virusmonitoring

2019 wurden insgesamt 266 Proben von 46 Standorten aus 14 Landkreisen auf folgende Viren untersucht: Pea enation mosaic virus (PEMV), Pea necrotic yellow dwarf virus (PNYDV-„Nanovirus“), Bean leafroll virus (BLRV) und Potyviren (**Abb. 58, Tab. 13**). Der größte Teil der Proben waren Mischproben, die aus ca. 50 Einzelpflanzenproben bestanden. Anders als in den Vorjahren konnten in 69 Proben Nanoviren festgestellt werden. PEMV wurde in 47, BLRV in drei Proben und Potyviren in 126 Proben gefunden. In 71 Proben konnten keine Viren nachgewiesen werden. Ungefähr die Hälfte der Virennachweise waren Mehrfachnachweise zwei oder mehr verschiedener Viren in einer Probe. Ackerbohnen wurden in 190 Proben analysiert, Schwarze Bohnenblattläuse in 18 Proben, Dicke Bohnen in acht Proben sowie Sonstige Leguminosen in zehn Proben. Es traten erstmalig Nanoviren an beiden Standorten auf. Sie konnten in allen vier Varianten nachgewiesen werden (**Abb. 59**).

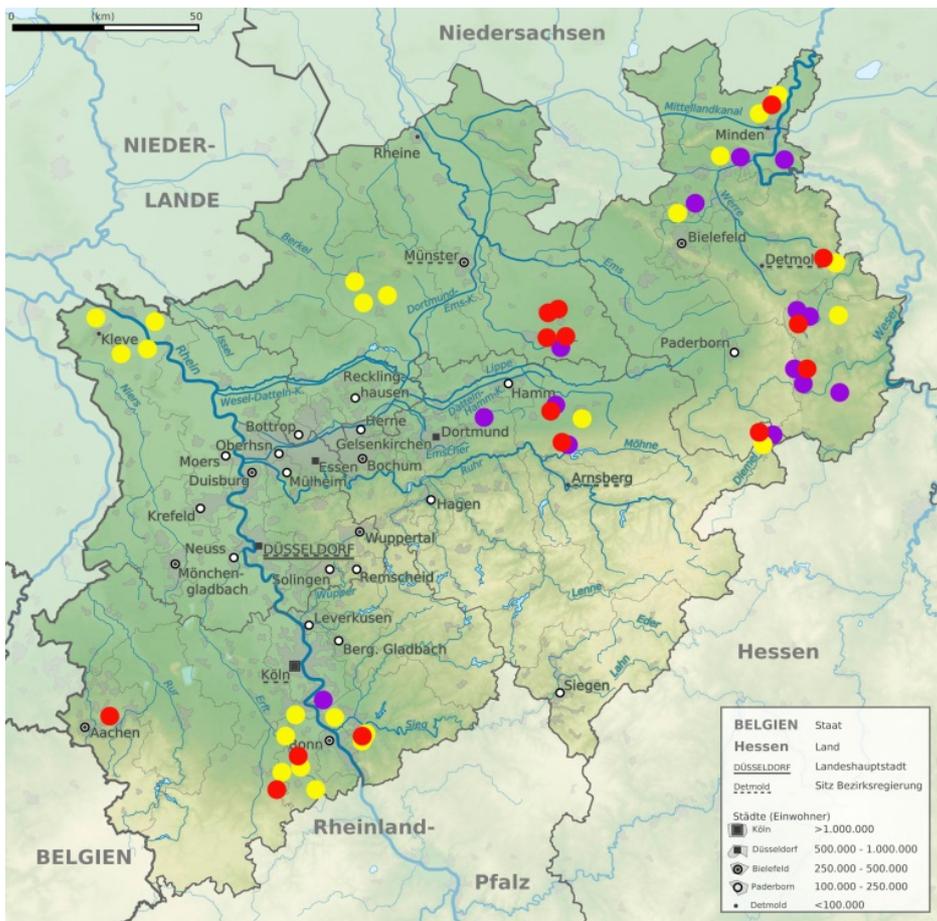


Abb. 58: Orte, die im Rahmen des Monitorings 2019 beprobt wurden. (Violett: Nanovirusinfektionen, Rot: Virusinfektionen ohne Nanoviren, Gelb: Keine positiven Virusbefunde)

Tab. 13: Proben und Virusbefunde nach Landkreisen 2019

Landkreis	Probenanzahl	Positive Befunde			
		PEMV	Nanoviren	BLRV	Potyviren
Coesfeld	7	0	0	0	1
Euskirchen	10	3	0	0	2
Herford	2	1	1	0	1
Hochsauerland	9	1	6	0	8
Höxter	45	7	24	0	35
Kleve	6	0	0	0	0
Lippe	12	0	1	0	6
Minden-Lübbecke	13	8	8	1	9
Rhein-Erft	1	0	0	0	0
Rhein-Sieg	25	10	2	0	1
Soest	100	23	34	1	67
Aachen	1	1	0	0	0
Unna	2	1	2	1	2
Warendorf	28	3	4	0	28
Unbekannt	13	4	1	0	2

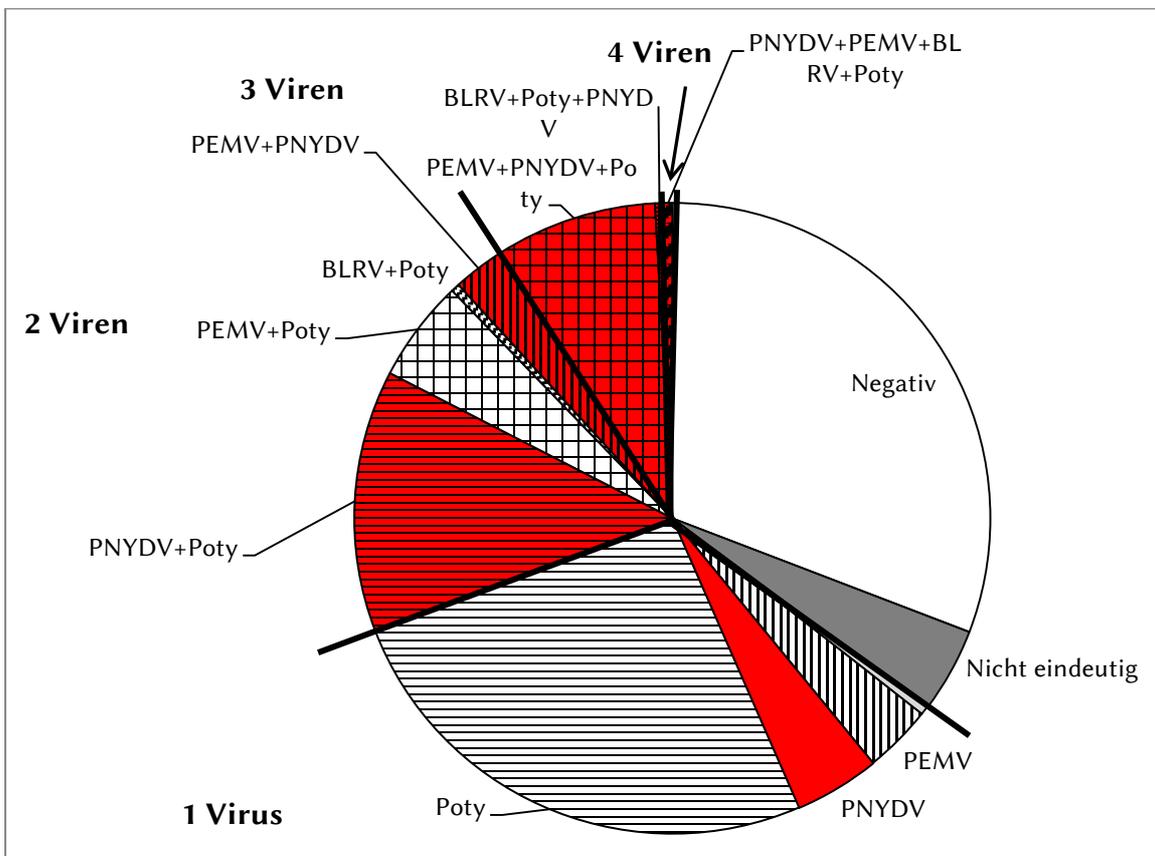


Abb. 59: Zusammensetzung der Proben im Virusmonitoring 2019

3.4 Zusammenfassung der Versuchsjahre

3.4.1 Bonitur der Schwarzen Bohnenlaus

In den drei Versuchsjahren konnten stark schwankende Populationen der Schwarzen Bohnenlaus beobachtet werden. Während 2017 die Schwarze Bohnenlaus auf dem Standort in Merklingsen fehlte, wurden 2018 die höchsten Befallsraten mit bis zu 180 Blattläusen pro Pflanze (am Standort Ense) erreicht. Die Befallssituation 2019 lässt sich zwischen diesen beiden Jahren einordnen. In allen drei Versuchsjahren konnte bestimmt werden, dass die Schwarze Bohnenlaus zu Beginn zahlreicher als die Erbsenblattlaus in die Bestände einwanderte und damit deutlich früher im Bestand präsent war. In allen Jahren konnte auch das enorme Vermehrungspotential der Art beobachtet werden. Sobald eine stabile Koloniegroße von ca. 20 Individuen erreicht war, verdoppelten sich die Tiere in der Kolonie in weniger als einer Woche. Ebenfalls in jedem Jahr konnte das natürliche Absterben der Tiere ab BBCH 75, teilweise verstärkt durch Pilzinfektionen und Nützlinge beobachtet werden. Dabei brachen innerhalb von nur einer Woche alle großen Kolonien an den Pflanzen zusammen. Danach konnten nur noch vereinzelt kleine, neue Kolonien, meist auf den jüngsten Blättern beobachtet werden. Auch die Saugschäden wie z.B. früheres Abreifen und verminderter Wuchs in Folge von großen Kolonien mit mehr als 50 Individuen konnten in jedem Jahr beobachtet werden.

3.4.2 Bonitur der Erbsenblattlaus

Die Erbsenblattlaus gilt als der effektivste Vektor für die Verbreitung von Leguminosenviren in Ackerbohnen. Die Ergebnisse der Versuche zeigen, dass sie deutlich gleichmäßiger aber auch später auftritt als die Schwarze Bohnenlaus. Befalldichten über den Bekämpfungsrichtwert für Saugschäden von mehr als 20 Tieren pro Trieb traten selten und erst zum Ende des Versuchszeitraums (Mitte Juni bis Mitte Juli) auf.

Die versteckte Lebensweise auf den Blattunterseiten, die grünliche Färbung, die geringe Anziehungskraft zu Gelbschalen und die deutlich kleineren Kolonien erschweren in der Praxis das Auffinden der Schaderreger und Abschätzen einer potentiellen Schädigung. Abhilfe schafft die Klopfprobe, doch bei dieser Methode müssen mindestens 20 Pflanzentriebe pro Boniturstelle „abgeklopft“ werden um frühzeitig einen Befall feststellen zu können.

Eine weitere Besonderheit war eine schlechte Wirksamkeit von lambda-Cyhalothrin gegenüber der Erbsenblattlaus, auch wenn bisher keine Resistenz nachgewiesen werden konnte. Selbst im Gläschentest unter Laborbedingungen überlebten die Tiere mehrere Stunden die volle Aufwandmenge. Im Feld waren die Wirkungsgrade der Pflanzenschutzmittel mit Wirkstoffe lambda-Cyhalothrin zu gering, sodass diese Art in Ackerbohnen aktuellen nur mit Pirimicarb kontrolliert werden kann. Da größere Individuenzahlen der Erbsenblattlaus nur 2017 und 2019 und erst nach der Blüte erfasst werden konnten, könnte eine frühe Aussaat und damit verbunden ein

Entwicklungsvorsprung Verlusten durch Saugschäden und Virusinfektionen vorbeugen.

3.4.3 Bonitur der Nützlinge

Die Ergebnisse der Nützlingsbonituren 2018 und 2019 zeigen, dass selbst Insektizidapplikationen nach integriertem Pflanzenschutz mit nützlingsschonenden Insektiziden einen starken Einfluss auf die Population der Gegenspieler haben, denen durch wirksame Insektizide die Nahrungsgrundlage verloren geht. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass der Einsatz von Pyrethroiden die Nützlingspopulation noch stärker reduziert. Besonders bedeutsam für die Regulierung von Blattläusen in Ackerbohnen erwiesen sich mit großem Abstand die Marienkäfer. Wenig Informationen konnten zu der Bedeutung von Parasitoiden wie Schlupf- und Erzwespen generiert werden. In der Literatur sind hohe Parasitierungsraten beschrieben, eine genaue Zuordnung der Parasitoide zu ihrem Wirt ist aber im Feld nicht möglich und auch im Labor ausgesprochen schwierig, da es sich beispielsweise auch um Parasitoide handeln kann, die auf Getreideblattläuse, die in Leguminosen nicht vorkommen, angewiesen sind und lediglich aus den vorjährigen Getreideschlägen geschlüpft sind.

3.4.4 Ertrag

Durch den Einsatz von Insektiziden konnten über drei Jahre, zwei Sorten und zwei Standorten signifikante Mehrerträge gesichert werden (**Abb. 60**). Die Mehrerträge durch den Insektizideinsatz waren bei dem höheren Blattlausaufkommen am Standort Ense höher. Die Mehrerträge in der intensiven Variante resultieren vermutlich in erster Linie aus der Wirkung gegenüber dem Blattrandkäfer. Die Wirkungsgrade der ersten Insektizidbehandlung (Karate Zeon) lagen nur bei 30 % und zum Zeitpunkt der Applikation waren nur wenige Blattläuse im Bestand. In allen Versuchsjahren erzielten tanninhaltige Sorten höhere Erträge als tanninfreie Sorten (**Abb. 61**).

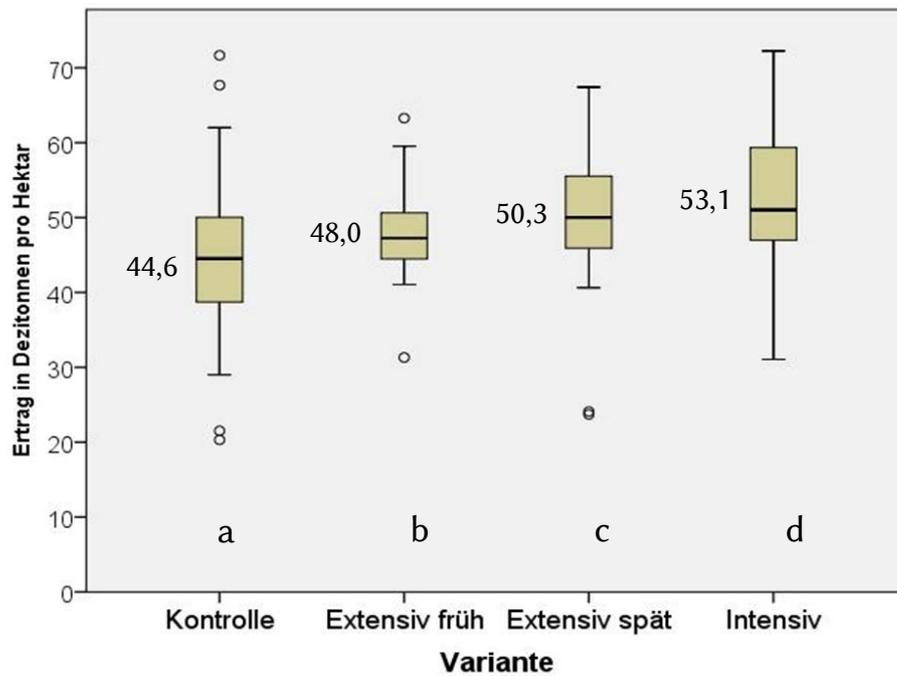


Abb. 60: Ertrag in dt / ha über beide Standorte, drei Versuchsjahre und beide Sorten. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Untergruppen nach Student-Newman Keuls (SNK)

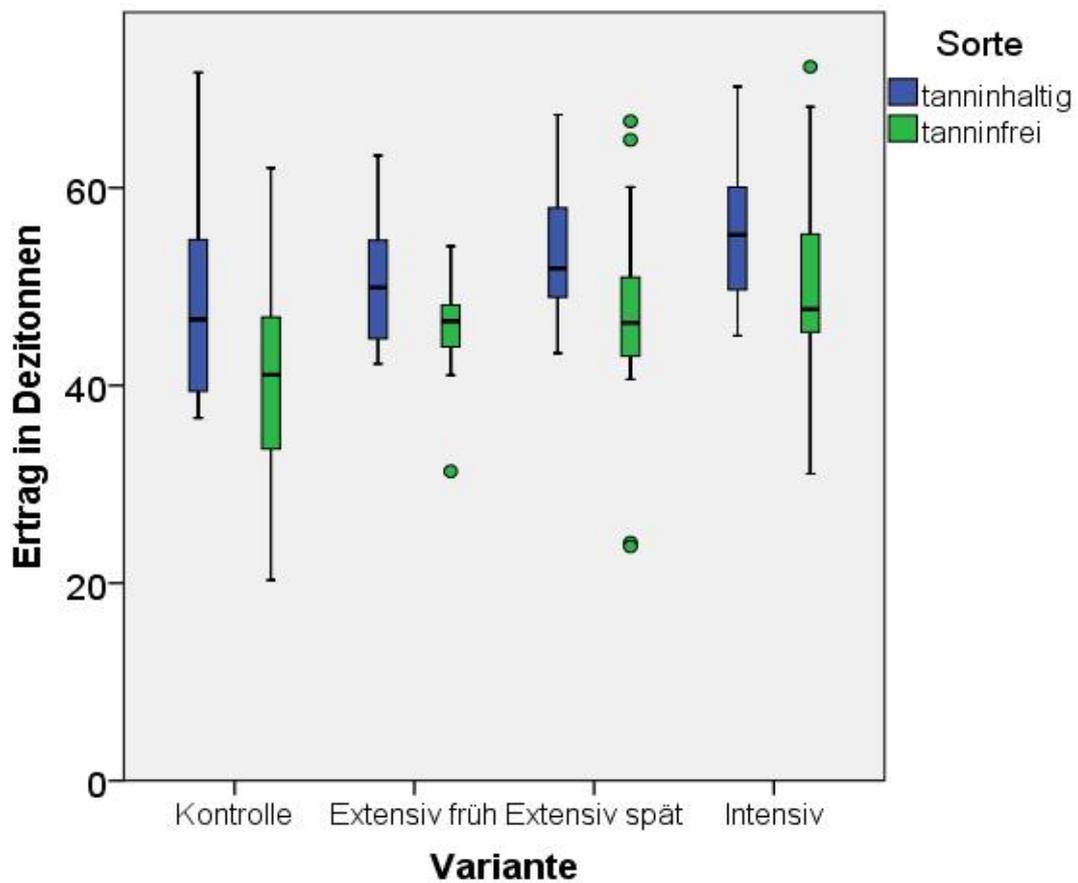


Abb. 61: Ertrag nach Variante und Sorte über beide Standorte und drei Jahre

3.4.5 Virusmonitoring

Insgesamt wurden 680 Proben innerhalb der drei Versuchsjahre untersucht, in jedem Jahr wurde der Probenumfang des Vorjahres dabei übertroffen. Da die ersten beiden Jahre nahezu keine Befunde von Nanovirusinfektionen zeigen, wird deutlich wie schnell „aus dem Nichts“ massive Nanovirusinfektionen flächendeckend auftreten können (**Abb. 62**). Die Infektionen in 2019 waren nicht weniger zahlreich als 2016, möglicherweise kam es nur aufgrund der späteren Infektionen zu relativ wenig dokumentierten Schäden auf den Flächen. Nicht zu unterschätzen war auch der hohe Anteil von Mischinfektionen, die sich schon in der ersten positiven Nanovirusprobe im Dezember 2018 nachweisen ließen. Mit den Virusnachweisen 2018 in Verbindung mit dem milden Winter 2018/2019 konnte eine vorsichtige Prognose für ein „Nanovirenjahr“ für 2019 gegeben werden.

Wenn es gelingt, die Abundanzen zufliegender Blattläuse landesweit über Saugfallen zeitnah zu untersuchen, können solche Prognosen in Zukunft exakter erfolgen. Aber auch bei Ausprägung der ersten Symptome können Untersuchungen der Pflanzen hilfreich sein, um die Schäden durch Virusinfektionen von Schäden durch andere Schaderreger bzw. abiotischem Stress abzugrenzen.

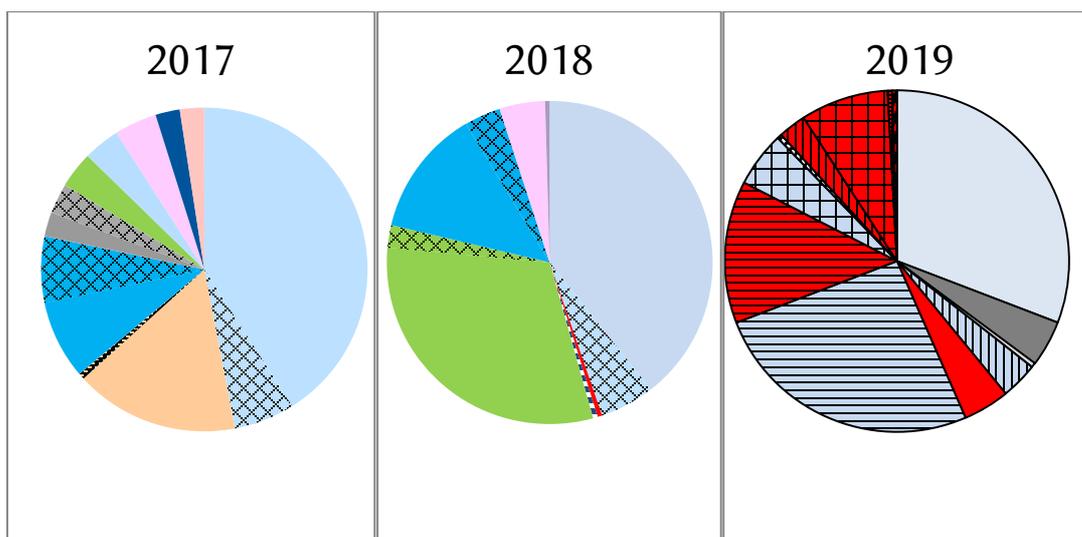


Abb. 62: Virusmonitoring im Vergleich über die einzelnen Jahre. Schraffierte Flächen stehen für Virusinfektionen, rot für Nanovirusinfektionen

4. Voraussichtlicher Nutzen

4.1 Risikoabschätzung von Schäden durch blattlausübertragbare Leguminosenviren

In allen drei Jahren kam es zu Massenvermehrungen von Blattläusen mit ertragsrelevanten Schädigungen. In erster Linie waren diese Schäden **Saugschäden**, die Pflanzen wurden durch den Entzug von Assimilaten geschädigt. Nur im Jahr 2019 konnten auf beiden Versuchsflächen Leguminosenviren nachgewiesen werden. Der Umfang der **virusbedingt** vorzeitig abgestorbenen und stark geschädigten Pflanzen war 2019 auf den Versuchsflächen so gering, dass Parzellen mit vereinzelt Virusnestern keinen signifikant geringeren Ertrag hatten als solche ohne sichtbare Virusnester.

Die Jahre unterschieden sich hinsichtlich der Arten, welche für die Schäden in erster Linie ursächlich waren. 2017 war die Bedeutung der Schwarzen Bohnenlaus deutlich geringer, die Individuenzahlen der Erbsenblattlaus waren die höchsten im Versuchszeitraum. 2018 war die Schwarze Bohnenlaus an beiden Standorten hauptursächlich für die Saugschäden, 2019 konnten beide Arten beobachtet werden, zum Ende des Beobachtungszeitraums verstärkt die Erbsenblattlaus. Letztere ist nach derzeitigen Erkenntnissen der effektivste Vektor, trat aber in größeren Zahlen erst zum Ende des Versuchszeitraums, und damit zu spät für ertragsrelevante Schäden.

Wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse über die Ertragsverluste durch Nanovirusinfektionen in Deutschland sind kaum vorhanden. Vor dem Hintergrund, dass Leguminosen wie Ackerbohne und Körnererbse erhebliche Ertragsschwankungen aufweisen, sind Schätzungen durch die Landwirte kritisch zu beurteilen. Ausgesprochen schwierig ist auch die Differenzierung zwischen Saugschäden, wie sie bei massivem Blattlausbefall vorkommen und dem eigentlichen Schaden durch Virusinfektionen. SAUCKE, ZIEBELL, UTEAU et al¹ (2017) konnten durch die UAV-gestützte Vermessung der Virusnester in Kombination mit Ernteproben daraus einen Ertragsverlust von ca. 10 % für eine konventionell bewirtschaftete Fläche in Niedersachsen und ca. 4,3 % für eine ökologisch bewirtschaftete Fläche in Nordhessen berechnen. Die monetären Einbußen durch Qualitätsverlust wurden dabei aber nicht eingerechnet. Dabei handelt es sich aber um ein Einzelergebnis, das nicht verallgemeinert werden kann.

Eine Möglichkeit Virusinfektionen herauszuzögern kann bei entsprechender Bodenbefahrbarkeit eine frühe Aussaat zwischen Anfang Februar und Anfang März sein, so wie sie in der Soester Börde praktiziert wird. Dies reduziert das Risiko für eine Virusinfektion, da die Pflanzen bei Erstzuflug der Blattläuse deutlich weiter entwickelt sind und auch eher abreifen als bei einer späteren Aussaat.

Das JKI benennt den Bekämpfungsrichtwert mit 10 % befallenen Pflanzen vor Beginn der Blüte (BBCH 60), da mit Beginn der Blüte die anfällige Phase endet. 2018 und 2019 wurde dieser Zeitpunkt bereits im Mai überschritten, 4-6 Wochen nach dem Erstzuflug der Blattläuse.

4.2 Einschätzung des Blattlauszuflugs

Mit Gelbschalen konnte der Zuflug der Schwarzen Bohnenlaus gut erfasst werden, die Schalen locken die geflügelten Tiere an. Als „Zufallsfänge“ aufgrund der fehlenden Lockwirkung konnten vereinzelt geflügelte Erbsenblattläuse nachgewiesen werden. Im Vergleich zu den vom Blattlausnetzwerk Niedersachsen im Blattlauswarndienst veröffentlichten Zahlen fand der Zuflug an beiden Standorten in Südwestfalen ein bis zwei Wochen eher statt. Die zufliegenden Blattläuse verbergen sich mit den ersten Klonen oft in den noch eingerollten jüngsten Blättern und werden leicht übersehen. Bei Bestandeskontrollen müssen die jüngsten Blätter aufgerollt werden, um die versteckt sitzenden Blattläuse zu entdecken.

4.3 Einschätzung des Applikationszeitpunkt

Der kritische Zeitpunkt für die Übertragung von Viren endet mit Beginn der Blüte. Bis dahin liegt der Bekämpfungsrichtwert bei 10 % befallenen Pflanzen. Der Bekämpfungsrichtwert für Saugschäden liegt bei der Schwarzen Bohnenlaus bei 5-10 % der Pflanzen mit Kolonien (ca. 20 Tiere), bei der Erbsenblattlaus bei 10-15 Individuen pro Trieb. Da sich die Bekämpfungsrichtwerte für Saugschäden und Virusvektorenkontrolle überschneiden, kann in den meisten Fällen mit einer einmaligen Anwendung das Risiko der Virusübertragung sowie die Saugschäden verringert werden. Die Blattlauspopulation, insbesondere der Schwarzen Bohnenlaus, brach in jedem Jahr ca. 4 Wochen nach der Blüte zusammen. Zu diesem Zeitpunkt fand kein weiterer Zuwachs von Biomasse mehr statt und die Pflanzen gingen in die Abreife über. Eine späte Insektizidanwendung z.B. 2-3 Wochen nach Ende der Blüte zeigt daher kaum Ertragseffekte und kann eingespart werden. Bei einer frühen Besiedlung der Bestände durch Blattläuse bei zugleich hohem Wachstum besteht ein hohes Risiko von einerseits Übertragung von Viren in den ganzen Bestand als auch Saugschäden. Bei einer abzusehenden Überschreitung des Bekämpfungsrichtwertes können Insektizide angewendet werden. Das genaue Timing erfordert gründliche und regelmäßige (mindestens wöchentliche) Bestandeskontrollen, sobald zufliegende Blattläuse in den Gelbschalen gefunden werden.

4.4 Geeignete Insektizide

Durch den Einsatz von Insektiziden konnten signifikante Mehrerträge gesichert werden. Die Mehrerträge waren bei dem höheren Blattlausaufkommen am Standort Ense höher. Die Mehrerträge in der intensiven Variante resultieren aus der Wirkung gegenüber dem Blattrandkäfer. Die Wirkungsgrade der ersten Insektizidbehandlung (Produkt: Karate Zeon[®]) lagen nur bei ca. 30 %, 2017 wurden bei der Erbsenblattlaus sogar teils negative Wirkungsgrade gemessen. **Von dem Einsatz von lambda-Cyhalothrin gegen die Schwarze Bohnenlaus bzw. Erbsenblattlaus können wir aus den erhobenen Daten abraten.** Mit ca. 90 % Wirkungsgrad war Pirimicarb

(Produkt Pirimor[®] Granulat) deutlich wirksamer. Dieses Insektizid wirkt, anders als lambda Cyhalothrin, nicht nur als Kontaktinsektizid, sondern erfasst über eine Dampfphase auch versteckt sitzende Blattläuse und schont gleichzeitig Nützlinge. Das dritte Insektizid, das erprobt wurde ist Flonicamid (Produktname Teppeki[®]). Es ist bisher noch nicht in Ackerbohnen zugelassen, die Zulassung wurde aber eingereicht. Flonicamid zeichnet sich durch eine lange Dauerwirkung von bis zu drei Wochen aus, zeigte Wirkungsgrade von über 90 %, wirkt systemisch und ist ebenfalls als sehr nützlichsschonend eingestuft. Vor dem Hintergrund, das die Zulassungssituation von Pirimicarb unsicher ist, würde bei einer Zulassung von Flonicamid ein wirksames Insektizid zur Verfügung stehen.

5. Übertragbarkeit der Ergebnisse

5.1 weitere Leguminosen

Die Feldversuche konzentrierten sich auf die Ackerbohne als Anbau in der Sommerform. Prinzipiell sind die Erfahrungen auch auf den Anbau als Winterform übertragbar. Durch einen Entwicklungsvorsprung wird hier die empfindliche Zeit bis zur Blüte um ein bis drei Wochen verkürzt.

Eingeschränkt übertragbar sind die Ergebnisse auch auf die zweitgrößte Körnerleguminose, die Körnererbse. Hier fehlt die Schwarze Bohnenlaus, es kommt nur die Erbsenblattlaus vor und Saugschäden sind ein geringeres Problem als bei der Ackerbohne. Als Insektizide sind ebenso lambda-Cyhalothrin sowie Pirimicarb (Stand Mai 2020) zugelassen. Ebenso wie bei Ackerbohne endet der empfindliche Zeitraum für Virusinfektionen mit Beginn der Blüte, die Pflanzenschutzstrategien sind also vergleichbar.

5.2 weitere phytopathogene Viren

Die meisten Pflanzenviren werden durch biotische Vektoren übertragen (WHITFIELD A. E., FALK B.W., ROTENBERG D., 2015). Die bedeutsamste Gruppe darunter sind Insekten mit stechend-saugenden Mundwerkzeugen wie Blattläuse Zikaden und Mottenschildläuse. Weitere Virusvektoren sind Thripse, Milben und Nematoden (BRAGARD C., CACIAGLI P., LEMAIRE O. ET AL., 2013). Virusinfektionen lassen sich in die drei Gruppen der persistenten, semi-persistenten und nichtpersistenten Übertragung einordnen. Sowohl Nanoviren als auch PEMV werden durch Blattläuse persistent übertragen. Durch die notwendige Saugzeit kommt es mit einer erheblichen zeitlichen Verzögerung zur Infektion der Pflanzen. Für die Virusvektorenkontrolle steht mehr Zeit zur Verfügung als bei nichtpersistenten Viren.

Die Kontrolle der Virusvektoren als Methode kann damit auch auf vergleichbare, persistente Viruserkrankungen übertragen werden. Voraussetzung ist die Möglichkeit, die Vektoren zunächst im Bestand erfassen zu können und nach konkreten Bekämpfungsrichtwerten mit wirksamen Bioziden bekämpfen zu können. Bei der Übertragung von semi- und nichtpersistenten Viren stehen deutlich kürzere Zeitspannen zur Kontrolle der Virusvektoren zur Verfügung, bereits der erste Probestich kann die Pflanze infizieren. Eine hohe Insektizidintensität, wie sie beispielsweise im Pflanzkartoffelanbau zur Sicherstellung von virusfreien Pflanzgut praktiziert wird, wäre allein schon aus betriebswirtschaftlichen Gründen nicht auf die Körnerleguminosen übertragbar.

5.3 Beantwortete Versuchsfragen

- **Kann durch den Aussaatzeitpunkt der Befall von Blattläusen und damit das Infektionsrisiko von Viren beeinflusst werden?**

In der Praxis konnten in den drei Versuchsjahren erhebliche Unterschiede hinsichtlich des Saatzeitpunktes beobachtet werden. Dazu kommen noch klimatische Unterschiede. Am Standort Ense resultierten zu Beginn der Vegetationsperiode aus einem Höhenunterschied von knapp 200 m und einer leichten Nordhangexposition bereits 14 Tage Verzögerung im Vergleich zum Standort Merklingsen. Diese Verzögerung wurde im Verlauf des Jahres geringer, betrug zum Zeitpunkt der des Blühbeginn aber immer noch ca. 7 Tage. Dennoch wurden trotz des windoffenen Standorts in Ense in allen Jahren mehr Blattläuse als am Standort Merklingsen beobachtet. Gesät wurden die Ackerbohnen an beiden Standorten relativ früh (10.02.-07.03.), an anderen Standorten in NRW erfolgte die Aussaat deutlich später. Ein Entwicklungsvorsprung verkürzt die empfindliche Phase für die Virusinfektionen, die mit Beginn der Blüte endet. Gleichzeitig trägt eine längere vegetative Entwicklung zur Ertragsbildung bei, Schäden durch Blattläuse und Viren können besser kompensiert werden. Die höchsten Erträge mit durchschnittlich 63,3 dt wurden bei der frühesten Aussaat (10.02.2017) am Standort Ense 2017 gemessen. Am Standort Merklingsen wurden die Ackerbohnen im gleichen Jahr erst am 15.03. gesät, der durchschnittliche Ertrag lag bei nur 48,3 dt. Grundsätzlich muss aber auch bei einer frühen Aussaat der Bodenzustand geeignet sein.

- **Kann durch die Sortenwahl ein Einfluss auf den Befall genommen werden?**

In den Versuchen wurden die unbehandelten Kontrollen der tanninfreien Sorten stärker mit Blattläusen befallen, der Unterschied war aber nicht in allen Jahren signifikant. Grundsätzlich reagierten die tanninfreien Sorten auf den Insektizideinsatz mit stärkeren Ertragszuwächsen als die tanninfreien Sorten, was die Vermutung nahelegt, dass sie auch stärker durch Insekten geschädigt werden. In den Parzellen der Sorte GL Sunrise wurde 2019, dem einzigen Jahr mit Virusbefall auf beiden Versuchsflächen, weniger als 50% positive Virusbefunde als in der der Sorte Tiffany festgestellt. Die Beobachtung, dass in der Sorte GL Sunrise die Virusausbreitung im Bestand sehr verzögert erfolgt, wurde auch von SAUCKE H., SEEGER J.N., ASTOR T. ET AL. (2019) ⁱⁱ geteilt. Der daraus resultierende Vorteil konnte 2019 auf beiden Versuchsflächen jedoch nicht die erhöhte Anfälligkeit gegenüber den Saugschäden der Blattläusen bzw. den Ertragsunterschied zu tanninfreien Sorten ausgleichen.

- **Welche Insektizidstrategie eignet sich, um einen Massenbefall von Blattläusen zu verhindern?**

In den Feldversuchen wurden die höchsten Erträge mehrheitlich durch die höchsten Insektizideinsätze erreicht. Aus ökologischen und ökonomischen Gründen ist ein intensiver Insektizideinsatz in Körnerleguminosen aber nicht sinnvoll. Bisher bewährt haben sich die Bekämpfungsrichtwerte, die das JKI für die Bekämpfung von Blattläusen als Virusvektoren herausgegeben hat (10 % befallene Pflanzen vor der Blüte). In allen drei Jahren gab es Überschneidungen zwischen dem Bekämpfungsrichtwert für Blattläuse als Virusvektoren und dem Richtwert für Blattläuse als Saugschädlinge. Mit einer einmaligen Insektizidbehandlung eines wirksamen Insektizids konnte ein Massenbefall ganz verhindert oder zumindest um mehrere Wochen verzögert werden.

- **Welche Insektizide eignen sich?**

Als sehr geeignet erwiesen sich Insektizide, die über eine reine Kontaktwirkung hinaus mittels systemischer Wirkung oder Dampfphase auch versteckt sitzende Blattläuse erfassten und zudem nützlingschonend waren. Konkret wurden im Versuch die Wirkstoffe Pirimicarb (Pirimor) und Flonicamid (Teppeki) getestet. Flonicamid ist bisher in Ackerbohnen noch nicht zugelassen.

Zugelassene Pyrethroide waren gegenüber Blattläusen wenig wirksam. Mögliche Gründe liegen einer unzureichenden Benetzung der gesamten Pflanzenoberfläche, um auch versteckt sitzende Blattläuse zu erfassen. Ebenso ist die Wirkungsdauer im Vergleich zu den oben genannten Wirkstoffen deutlich kürzer. Ein weiterer Nachteil ist die stärkere Schädigung der Nützlinge durch die Pyrethroide, die dann für eine natürliche Regulierung der Blattlauspopulation fehlen.

- **Wie groß ist der Einfluss der Insektizide auf die Nützlingspopulation?**

Es wurden signifikant weniger Nützlinge in den Varianten mit Insektizideinsatz erfasst. Dazu müssen aber zwei Effekte betrachtet werden. Der erste Effekt resultiert aus der Unattraktivität von Pflanzenbeständen mit wenig Blattläusen für Blattlausprädatoren. Diese, oder zumindest ihre Larvenstadien sind auf diese als Nahrungsgrundlage angewiesen. Bei einer Reduzierung der Blattlauspopulation verschlechtert sich für bereits vorhandene Nützlinge das Nahrungsangebot. Sehr mobile direkte Blattlausprädatoren wie die Imagines der Marienkäfer und Weichkäfer können in Bestände mit besserem Nahrungsangebot abwandern. Die Larvenstadien von Marienkäfern, Schwebfliegen und Schlupfwespen haben diese Möglichkeit nicht. Die verstärkte Konkurrenz kann bishin zu Kanibalismus führen.

Der zweite Effekt ist die Schädigung der Prädatoren durch Insektizide, die wirkstoff-, art- und lebensstadiumabhängig ist. Die Schädigung ist zudem abhängig vom Applikationszeitpunkt. Da zunächst die Imagines auftreten, kommen bei einer frühen Behandlung weniger Individuen in Kontakt mit Insektiziden. Diese sind aber für die Reproduktion der deutlich zahlreicheren Larvenstadien von Bedeutung. So kann ein einziges Weibchen des Großen Siebenpunktmarientkäfers bis zu 400 Eier ablegen, bei Schwebfliegen liegt die Zahl bei ca. 50-100 Eiern, für Schlupfwespen sind 200-500 Eier pro Weibchen belegt. Grundsätzlich können beide beschriebenen Effekte durch den Versuchsaufbau nicht voneinander getrennt werden. Gezeigt werden konnte, dass lambda-Cyhalothrin aus der Gruppe der Kontaktinsektizide die Anzahl der Nützlinge stärker verringerte als Flonicamid, welches systemisch wirkt.

- **Welche Nützlingsgruppen sind sowohl qualitative, als auch quantitativ die effektivsten Blattlausprädatoren im Bestand?**

In den Versuchen zeigte sich, dass Marienkäfer die effektivsten Blattlausprädatoren waren. Anders als die Imagines von Schlupfwespen und Schwebfliegen sind sie sehr gefräßig und treten zudem relativ früh im Bestand auf, sodass durch ihre frühe Fraßtätigkeit die Ausgangspopulation stark verringert wird. Imagines und Larven der Marienkäfer machten mehr als 90 % des PU Wertes in allen Varianten aus.

Deutlich weniger effektiv waren dagegen die Larven der Schwebfliegen, die zu weniger als 10% des PU-Wertes beitrugen. Methodisch berücksichtigt werden muss aber, dass aufgrund der auffälligen Färbung und Größe die Imagines und Larven von Marienkäfern, zumindest in den späteren Larvenstadien kaum übersehen werden können. Die grauen Larven der Schwebfliegen heben sich nicht so gut von den grünen Blättern ab und werden so eher übersehen.

Nicht berücksichtigt wurden Parasitoide wie Erz- und Schlupfwespen. Diese sehr kleinen Insekten parasitieren Blattläuse artspezifisch und sind im Bestand kaum auszumachen. Somit kann eine Zuordnung nur über bereits parasitierte und mumifizierte Blattläuse erfolgen, die sich aber erst kurz vor dem Schlupf der Parasitoide erkennen lassen und gerade in Blattlauskolonien schnell übersehen werden können. Aus der Literatur sind sehr hohe Parasitierungsraten von Blattläusen bekannt, da die Entwicklung von dem Ei zum Vollinsekt bei Temperaturen um 20 °C nur ca. zwei Wochen dauert.

6. Vorträge & Veröffentlichungen

6.1 Vorträge

- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2017): Untersuchungen zu Auftreten und Bedeutung von Viruserkrankungen in Leguminosen in Nordrhein-Westfalen -* Versuchsjahr 2017. Vortrag auf der Beratertagung der LWK-Berater auf Haus Düsse am 10.10.2017
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2017): Untersuchungen zu Auftreten und Bedeutung von Viruserkrankungen in Leguminosen in Nordrhein-Westfalen -* Versuchsjahr 2017. Vortrag zum Treffen des Demonetzwerkes Erbse Bohne auf dem staatl. Versuchsgut Eichhof (Bad Hersfeld) am 08.11.2017
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2017): Untersuchungen zu Auftreten und Bedeutung von Viruserkrankungen in Leguminosen in Nordrhein-Westfalen -* Versuchsjahr 2017. Vortrag am 7. Leguminosentag auf Haus Düsse am 23.11.2017
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2018): Untersuchungen zu Auftreten und Bedeutung von Viruserkrankungen in Leguminosen in Nordrhein-Westfalen -* Versuchsjahr 2017. Vortrag im Rahmen des wissenschaftlichen Seminars am Fachbereich Agrarwirtschaft der Fachhochschule Südwestfalen am 29.01.2018
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2018): Virusvektoren in Ackerbohnen – Feldversuche und Monitoring 2017 in NRW. Vortrag auf der 28. Tagung des DPG-Arbeitskreises Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen am 21.02.2018 am JKI Braunschweig
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2018): Feldversuche und Monitorings zur Kontrolle von Blattläusen als Virusvektoren an Ackerbohnen (*Vicia faba*) und weiteren Leguminosen. Vortrag auf der 61. Deutschen Pflanzenschutztagung in Hohenheim am 11.09.2018
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2019): Virusvektoren in Ackerbohnen – Feldversuche und Monitoring 2018 in Nordrhein-Westfalen. Vortrag auf der 29. Tagung des DPG-Arbeitskreises Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen am 13.02.2018 am JKI Braunschweig
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2019): Feldversuche und Monitorings zur Kontrolle von Blattläusen als Virusvektoren in Ackerbohne (*Vicia faba*) und weiteren Leguminosen. Vortrag auf der Deutschen Entomologentagung am 13.03.2019 in Halle (Saale)
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2020): Blattlaus- und Virenkontrolle in Ackerbohnen (ViBo)- 3 Jahre Feldversuche und Monitoring. Vortrag auf der 30. Tagung des DPG-Arbeitskreises Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen am 12.02.2020 am JKI Braunschweig

6.2 Veröffentlichungen

- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2018): Feldversuche und Monitorings zur Kontrolle von Blattläusen als Virusvektoren an Ackerbohnen (*Vicia faba*) und weiteren Leguminosen. Tagungsbeitrag auf der 61. Deutschen Pflanzenschutztagung in Hohenheim am 11.09.2018
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., SCHÄFER B. C. (2019): Leitlinien zum Integrierten Pflanzenschutz in Ackerbohnen, Erbsen, Soja und Lupinen. Pflanzenschutzkompendium für Körnerleguminosen i.A. der Union für Oel und Proteinpflanzen e. V.
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2019): Feldversuche und Monitorings zur Kontrolle von Blattläusen als Virusvektoren in Ackerbohne (*Vicia faba*) und weiteren Leguminosen. Tagungsbeitrag auf der Deutschen Entomologentagung am 13.03.2019 in Halle (Saale)
- MÄNNEL M., HABERLAH-KORR V., HEUPEL M. (2020): Untersuchungen zum Auftreten und der Bedeutung von Viruserkrankungen in Leguminosen in NRW. Poster auf dem Soester Agrarforum am 10.01.2020

7. Anhangsverzeichnis (in digitaler Form)

7.1 Boniturdaten Feldversuch 2017

7.1.1 Boniturdaten Standort Merklingsen

7.1.2 Boniturdaten Standort Ense

7.2 Boniturdaten Feldversuch 2018

7.2.1 Boniturdaten Standort Merklingsen

7.2.2 Boniturdaten Standort Ense

7.3 Boniturdaten Feldversuch 2019

7.3.1 Boniturdaten Standort Merklingsen

7.3.2 Boniturdaten Standort Ense

7.4 Virusmonitoring

7.5 Wetterdaten

7.6 Vorträge, Veröffentlichungen und Poster

8. Quellenverzeichnis

-
- BRAGARD C., CACIAGLI P., LEMAIRE O., LOPEZ-MOYA J.J., MACFARLANE S., PETERS D., SUSI P., TORRANCE L. (2013): Status and prospects of plant virus control through interference with vector transmission. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2013;51:177–201. doi: 10.1146/annurev-phyto-082712-102346
- BUNDEMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (2019): Diskussionspapier Ackerbaustrategie 2035, Perspektiven für einen produktiven und vielfältigen Landbau
- DESTATIS, Statistisches Bundesamt: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei – Wachstum und Ernte – Feldfrüchte-, August/September 2019, Fachserie 3, R 3.2.1, S.6
- FORUM BIO- UND GENTECHNOLOGIE E.V. – VEREIN ZUR FÖRDERUNG DER GESELLSCHAFTLICHEN DISKUSSIONSKULTUR E.V. (2020): Der Anbau von Sojabohnen in Deutschland steigt – aber die Eiweißlücke wird immer größer, <https://www.transgen.de/lebensmittel/599.sojabohnen-deutschland-anbau-importe.html>, entnommen am 18.03.2020
- FREIER B., TRILTSCH H., MÖWES M., RAPPAPORT V. (1997): Der relative Wert von Prädatoren bei der natürlichen Kontrolle von Getreideblattläusen und die Verwendung von Prädatoreinheiten. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 49, S. 215-222
- GAAFAR, Y., GRAUSGRUBER-GRÖGER, S. & ZIEBELL, H. (2016): *Vicia faba*, *V. sativa* and *Lens culinaris* as new hosts for Pea necrotic yellow dwarf virus in Germany and Austria. *New Disease Reports* 38, p. 28.
- OVID, Verband der Ölsaaten-verarbeitenden Industrie in Deutschland (2018):aktuelle Zahlen für 2018, <https://www.ovid-verband.de/positionen-und-fakten/zahlen-deutschland/>
- SAUCKE H., SEEGER J.N., ASTOR T., BÖHM H., KHALID A.B., THEN C., HEIDLER C., ZIEBELL H. (2019): Neue Viruserkrankungen in Erbsen und Ackerbohne: Status quo und Handlungsempfehlungen. Abschlussbericht des Projekts nanoVIR im Projektverbund Präventive Anbauplanung im Umgang mit der Schädlingsgilde in Ackerbohnen und Erbsen zur Schadensvermeidung und Ertragssicherung („WP1“), Universität Kassel, Julius Kühn Institut Braunschweig, Thünen Institut für Ökologischen Landbau, S. 3
- WHITFIELD A.E., FALK B.W., ROTENBERG D.(2015): Insect vector-mediated transmission of plant viruses. *Virology.* 2015, 479: S. 278-289
- ZIEBELL, H.(2017): Die Virusepidemie an Leguminosen 2016 – eine Folge des Klimawandels?, *Journal für Kulturpflanzen* 69 (2), S. 64-68