

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Projektträger Bundesanstalt
für Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Schlussbericht zum Thema “Präventive Anbauplanung im Umgang mit der Schädlingsgilde in Ackerbohnen und Erbsen zur Schadensvermeidung und Ertragssicherung (WP1)“

FKZ: 2815EPS023, 2815EPS056, 2815EPS057

Projektnehmer: Universität Kassel

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie.

Abschlussbericht

BMEL - Eiweißpflanzenstrategie

Forschungsprojekt 15EPS023, 15EPS056, 15EPS057

„Präventive Anbauplanung im Umgang mit der Schädlingsgilde in Ackerbohnen und Erbsen zur Schadensvermeidung und Ertragssicherung (WP1)“

Ausführende Stellen:

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften 15EPS023

Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

Nordbahnhofstraße 1a

D-37213 Witzenhausen

ZEPP - Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen 15EPS056

und Programme im Pflanzenschutz

Rüdesheimer Str. 60-68

55545 Bad Kreuznach

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG) 15EPS057

Strenzfelder Allee 22

06406 Bernburg (Saale)

Projektlaufzeit:

13.06.2016 bis 31.12.2018

Kooperationspartner:

Gäa e.V. – Vereinigung ökologischer Landbau

Brockhausstrasse 4

01099 Dresden

Inhalt

1	Einführung.....	9
1.1	Gegenstand des Vorhabens.....	9
1.2	Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes.....	9
1.3	Planung und Ablauf des Projektes.....	10
2	Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	10
3	Material und Methoden.....	12
3.1	Modellregionen.....	12
3.2	Klima und Wetterdaten Modellregionen.....	16
3.3	Datenakquise.....	19
3.3.1	Befallsstärke.....	20
3.3.2	Räumliche Analyse.....	21
3.3.3	Z-Saatgut.....	22
3.3.4	Aussaatzeitpunkt.....	23
3.3.5	Insektizidapplikation.....	23
3.3.6	BoniturApp.....	23
3.3.7	Statistische Auswertung.....	23
4	Ergebnisse.....	24
4.1	Flächenabstände aller Modellregionen bei Ackerbohnen und Erbsen.....	24
4.2	Ackerbohnenkäfer (<i>Bruchus rufimanus</i>).....	25
4.2.1	Befallsentwicklung.....	25
4.2.2	Räumliche Befallsanalyse.....	26
4.2.3	Saatgutqualität.....	28
4.2.4	Räumlich isolierte Anbaulagen.....	29
4.2.5	Saatzeitpunkt.....	29
4.3	Erbsenkäfer (<i>Bruchus pisorum</i>).....	29
4.3.1	Befallsentwicklung.....	29
4.3.2	Räumliche Analyse.....	30

4.4	Blattrandkäfer (<i>Sitona lineatus</i>)	31
4.4.1	Befallsentwicklung	31
4.4.2	Räumliche Analyse.....	33
4.4.3	Aussaatzeitpunkt	35
4.4.4	Auswirkung des Erstbefalls auf den Gesamtbefall	36
4.5	Erbsengallmücke	37
4.5.1	Befallsentwicklung	37
5	Synopse: Präventive Stellgrößen und Befall	38
6	Diskussion	39
6.1	Ackerbohnenkäfer (<i>Bruchus rufimanus</i>).....	39
6.1.1	Befallsentwicklung	39
6.1.2	Schlagseparierung	39
6.1.3	Aussaatzeitpunkt	39
6.1.4	Nebenwirte	40
6.1.5	Anbaupausen in isolierten Anbaulagen.....	40
6.2	Erbsenkäfer (<i>Bruchus pisorum</i>).....	40
6.2.1	Befallsentwicklung	40
6.2.2	Schlagseparierung	41
6.3	Blattrandkäfer (<i>Sitona lineatus</i>)	41
6.3.1	Befallsentwicklung	41
6.3.2	Schlagseparierung	42
6.3.3	Aussaatzeitpunkt	43
6.4	Erbsengallmücke	43
7	Angaben von voraussichtlichen Nutzern und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	44
8	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen	45
9	Zusammenfassung	49
	Literaturverzeichnis	50
10	Übersicht über alle im Berichtszeitraum realisierten Veröffentlichungen.....	54

Kurzfassung

Für den Ackerbohnen- und Erbsenanabau wurden das räumlich-, zeitliche Befallsgeschehen vierer Zielschädlinge analysiert, um risikobehaftete Anbaukonstellationen zu identifizieren. Das Projekt war Teil des zeitgleich bestehenden BÖLN-Projektverbundes CYDNIGPRO mit den Projektpartnern Uni-Kassel-FÖP, Gää e. V., ZEPP, und LLG Sachsen-Anhalt. Die Befallserhebungen fanden in drei Modellregionen von etwa 30 km Durchmesser in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt statt und umfassten Buchtenfraß an Ackerbohne & Erbse (Blattrandkäfer), Pheromonfallenfänge und Knospenschaden an Erbse (Erbsengallmücke) und Pflückproben von Ackerbohnen (Ackerbohnenkäfer) und Erbsen (Erbsenkäfer). Mit den georeferenzierten Flächeninformationen zur Lage, Geometrie, ihrer jeweiligen Entfernungen zueinander, Saatzeit/Feldaufgang und Wetterdaten wurden zwei räumliche Auswertungsmethoden als a) Entfernung zur nächstgelegenen Vorjahresfläche und b) prozentualer Vorjahres-Flächenanteil innerhalb gestufter Radien um die aktuellen Flächen gerechnet. Im Projektverlauf stieg das Befallsniveau von **Ackerbohnen-** und **Blattrandkäfer** in allen Regionen an. Auch der **Erbsenkäferbefall** nahm sowohl in Sachsen, als auch in Hessen zu, während die **Erbsengallmücke** in Sachsen-Anhalt nur sehr niedrigen Befall aufwies. Beim **Blattrandkäfer** führten weite Flächenabstände zu tendenziell sinkendem Befall. Trotz witterungsbedingt sehr unterschiedlichen Aussaatzeitfenstern nach Jahr und Region, überwogen bei Spätsaaten signifikant geringere Buchtenfraßwerte. Beim **Ackerbohnenkäfer** wirkten sich weder Flächenabstand noch Saatzeit befallsmindernd aus, sodass diese keine nutzbare Option zur Befallsprävention darstellen. Für Hessen konnte belegt werden, dass Käferlebensbesatz im Saatgut eine bisher unterschätzte Befallsquelle darstellt. Der ebenfalls präventive Ansatz, waldumschlossene „Gesundlagen“ mit Vorjahresanbaupause zu nutzen, wurde mit moderatem Ergebnis bestätigt. Die vorgestellte Ergebnislage ist zunächst regions-spezifisch und ist im Kontext der regionalen Anbaumuster und der stark unterschiedlichen Pflanzenschutzregime zu betrachten. Prinzipiell und als Fernziel, scheinen Befallsprognosen insbesondere für Blattrandkäfererstbefall möglich. Die vorliegenden Daten belegen, dass Flächenabstände und Saattermine präventiv nutzbare Stellgrößen gegen Starkbefall darstellen können und bilden eine wertvolle Referenz für Beratung und Praxis.

Kontakt:

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften 15EPS023

Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

Nordbahnhofstraße 1a

D-37213 Witzenhausen

hsaucke@uni-kassel.de

Abstract

Preventive cultivation planning in faba beans and field peas to avoid key-pest incidence and to enhance yield stability

The project aimed to provide basic data for developing a risk avoidance strategy targeting four legume-specific insect pests in field pea (*Pisum sativum* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). As a first step, empiric field data were analysed concerning the effects of crop spacing, sowing date, cultivation break and seed quality on the respective pest incidence, to predict high as well as low-risk cropping situations. Four partner institutions University Kassel-FÖP, Gäa e.V., ZEPP und LLG Saxony-Anhalt covered all pea and faba bean fields within three model areas with a diameter of 30 km in Hesse, Saxony, and Saxony-Anhalt over three consecutive years. As the key pest habitats have more than doubled in acreage since the introduction of the Protein-Crop Strategy in 2013, infestation levels of broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* L.), pea leaf weevil (*Sitona lineatus* L.) and pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) (mainly in Saxony) increased sharply in all model areas. A moderate relevance of the pea midge (*Contarinia pisi* Winn.) remained restricted to Saxony-Anhalt. Crop spacing above 3 km between the actual and previous cultivation site revealed declining notching symptoms in *S. lineatus*, particularly in Hesse, the region with the highest infestation pressure. Low notching-levels were predominantly associated with late sowing. For *B. rufimanus*, neither crop spacing nor sowing date effects were observed, limiting both preventive options. However, infestation risk was lowered when certified and weevil-treated seed was used, highlighting the relevance of viable beetles hatching in the field after overwintering in stored seed. In addition, Hesse provided small forest-locked faba bean sites with a previous cultivation break offering some risk reduction for *B. rufimanus* damage. In spite of restrictions concerning a) the availability of wide crop distances for analysis since the implementation of the Protein-Crop Strategy and b) contrasted insecticidal control regimes at Saxony and Saxony-Anhalt, the empiric risk analysis offers a valuable basis for crop- and pest specific risk avoidance. In principle and as a long-term goal, the initial infestation phase of *S. lineatus* appears to have some potential for developing forecasting tools in the context of an area-wide risk avoidance approach.

Contact:

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften 15EPS023
Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz
Nordbahnhofstraße 1a
D-37213 Witzenhausen

hsaucke@uni-kassel.de

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Boniturgebiet Hessen 2016 - 2018. Die Schläge sind nach Ackerbohnen und Erbsen klassifiziert.</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 2: Boniturgebiet Sachsen 2016 - 2018. Die Schläge sind nach Ackerbohnen und Erbsen klassifiziert.</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 3: Boniturgebiet Sachsen-Anhalt 2016 - 2018. Die Schläge sind nach Ackerbohnen und Erbsen klassifiziert.</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 4: Temperatur und Niederschlag der Modellregion Hessen, Eschwege, 2016 – 2018.</i>	<i>18</i>
<i>Abbildung 5: Temperatur und Niederschlag der Modellregion Sachsen, Oschatz, 2016 - 2018.</i>	<i>18</i>
<i>Abbildung 6: Temperatur und Niederschlag der Modellregion Sachsen-Anhalt, Quedlinburg, 2016 – 2018.</i>	<i>19</i>
<i>Abbildung 7: Ein Nebenblatt der Erbse mit Buchtenfraß durch adulte Blattrandkäfer (Sitona lineatus). Bild: M.Schieler.</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 8: Isolierte Anbaufläche (gestrichelt umrandet) mit Wald als mögliche Ausbreitungsbarriere für das östlich gelegene Befallsgebiet (bräunlich eingefärbt) mit kontinuierlichem Anbau von Ackerbohnen von 2016-2018.</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 9: Durchschnittliche Abstände aktueller Ackerbohenschläge von den nächstgelegenen Vorjahresschlägen (MD in m) (Habitatstruktur Ackerbohnenkäfer) in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt in den Jahren 2016-2018.</i>	<i>24</i>
<i>Abbildung 10: Durchschnittliche Abstände aktueller Erbsenschläge von den nächstgelegenen Vorjahresschlägen (MD in m) (Habitatstruktur Erbsenkäfer) in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt in den Jahren 2016-2018.</i>	<i>24</i>
<i>Abbildung 11 Durchschnittliche Abstände aktueller Erbsen- und Ackerbohenschläge von den nächstgelegenen Vorjahresschlägen (MD in m) (Habitatstruktur Blattrandkäfer) in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt in den Jahren 2016-2018.</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 12: Befallene Körner (%) aller beprobten Schläge, eingeteilt in den kurz nach der Ernte gemessenen Befall und den, durch den Schlupf nach der Ernte entstandenen Befall in den Jahren 2016-2018 in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt.</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 13: Beziehung zwischen der Distanz zur nächstgelegenen Vorjahresfläche (km) und dem Anteil befallener Körner (%).</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 14: Ackerbohnenkäferbefall als befallene Körner (%) aller beprobten Flächen in der Modellregion in Hessen 2016-2018 in Abhängigkeit vom Gebrauch zertifizierten, behandelte Z-Saatguts ohne lebende Käfer. Kruskal-Wallis Test ($P < 0.001$), Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 15: Ackerbohnenkäferbefall (Befallene Körner (%)) eines, von potentiellen Befallsquellen (Ackerbohenschläge des Vorjahres) isolierten Ackerbohenschlages (HEB476) auf dem käferbehandeltes</i>	

<i>Saatgut ausgesät wurde (Z-Saatgut) und eines befallsexponierten Ackerbohnen- und Erbsenschlages ohne Z-Saatgut in der Modellregion in Hessen im Jahr 2018 (vgl. Abbildung 8).</i>	29
<i>Abbildung 16: Erbsenkäferbefall (Befallene Körner (%)), eingeteilt in den kurz nach der Ernte gemessenen Befall und den, durch den Schlupf nach der Ernte entstandenen Befall in den Jahren 2016-2018 in den Modellregionen in Hessen und Sachsen.</i>	29
<i>Abbildung 17: Korrelation nach Spearman zwischen dem Anteil befallener Körner (%) und dem Anteil der Erbsenflächen in einem Umkreis von 4 km (CAI 4) und 5 km (CAI 5) in Sachsen im Jahr 2018.</i>	31
<i>Abbildung 18: Durchschnittlicher Blattrandkäferbefall (Summierte Anzahl der Buchten der Blattetagen 1-2 und 5-8), möglichst aller Ackerbohnen- und Erbsenflächen in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt, in den Jahren 2017 und 2018. AB = Ackerbohnen, SE=Körnererbsen, WE=Wintererbsen, GE=Gemüseerbsen.</i>	32
<i>Abbildung 19: Blattrandkäferbefall (Summierte Anzahl der Buchten der Blattetagen 1-2 und 5-8) in Abhängigkeit vom Anbauabstand zur nächstgelegenen Vorjahresfläche (MD), bei Ackerbohnen, Körnererbsen, Gemüseerbsen und Wintererbsen in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt in den Jahren 2017 und 2018.</i>	34
<i>Abbildung 20: Blattrandkäferbefall (Summierte Anzahl der Buchten der Blattetagen 1-2 und 5-8) aller Ackerbohnen- und Erbsenflächen in den Modellregionen Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt, in den Jahren 2017 und 2018, in Abhängigkeit vom Aussaatzeitpunkt. Eingesetzt sind Korrelationsgeraden nach Spearman mit Wahrscheinlichkeiten und dem Korrelationskoeffizient rho. Die insektizidbehandelten Flächen sind als gefülltes Dreieck (▲) dargestellt.</i>	35
<i>Abbildung 21: Blattrandkäferbefall (Summierte Anzahl der Buchten der Blattetagen 1-2 und 5-8) aller Ackerbohnen- und Erbsenflächen in den Modellregionen Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt, in den Jahren 2017 und 2018, in Abhängigkeit vom Vorhandensein des Blattrandfraßes beim Auflauf (BBCH 9-11). Der Gruppenvergleich wurde mit Hilfe des Kruskal Wallis Tests durchgeführt (Signifikanzniveaus: <math><0,001^{***}</math>, <math>0,001-0,01^{**}</math>, <math>0,01-0,05^{*}</math>, n.a. = nicht auswertbar).</i>	36

Tabellenverzeichnis

<i>Table 1: Schädlinge in Erbsen bzw. Ackerbohnen mit Hauptbefallsregion (fetter Schriftsatz) und nach Literaturlage wahrscheinlichen Winterlagern und Überwinterungsstadium, sowie der frühestmögliche Erstbefall an der Wirtspflanze (nach Hoffmann und Schmutterer 1999).</i>	<i>11</i>
<i>Table 2: Anzahl von Erbsen- und Ackerbohenschlägen innerhalb der ausgewählten Boniturgebiete in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen in den Jahren 2016-2018, eingeteilt nach Insektizidbehandlung und Zielorganismen (BL = Blattläuse als Virusvektoren in Erbsen und Ackerbohnen bezüglich Nanovirus (pea necrotic yellow dwarf virus (PNYDV)), bzw. gleichzeitig gegen mögliche Saugschäden, BRK = Blattrandkäfer, ABK = Ackerbohnenkäfer, EK = Erbsenkäfer, EW=Erbsenwickler).</i>	<i>16</i>
<i>Table 3: Temperatur- und Niederschlagsdaten der Modellregionen, die vieljährigen Mittel beziehen sich auf die Jahre 1981 – 2010 (Quelle: DWD).</i>	<i>17</i>
<i>Table 4: Durchgeführte Bonituren und Analysen pro Schädling.</i>	<i>19</i>
<i>Table 5: Erhebung der Schäden durch Buchtenfraß nach Doré und Meynard (1995).</i>	<i>20</i>
<i>Table 6: Signifikanzwerte der Korrelation nach Spearman zwischen den Befallenen Körnern (%) und dem Anteil der Ackerbohnenflächen in einem Umkreis von 0,5 km (CAI 0,5), 2km (CAI 2) und 4 km (CAI 4) in Nordhessen.</i>	<i>28</i>
<i>Table 7: Signifikanzwerte einfacher linearer Regressionen zwischen dem Anteil befallener Körner (%) und dem Anteil der Erbsenflächen in einem Umkreis von 0,5 km (CAI 0,5), 2 km (CAI 2) und 4 km (CAI 4) und 5 km (CAI 5) in Sachsen.</i>	<i>30</i>
<i>Table 8: Blattrandkäferbefall auf den Blattetagen 1-2 und 5-8 in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt im Jahr 2016, nach dem Boniturschema von Doré und Meynard (1995). Boniturklasse 5 = Buchten pro Blattpaar (n) ≥14, Boniturklasse 4 = 10 ≥ n < 14, Boniturklasse 3 = 7 ≥ n < 10, Boniturklasse 2 = 5 ≥ n < 7, Boniturklasse 1 = n < 5, Boniturklasse 0 = kein Blattrandfraß.</i>	<i>31</i>
<i>Table 9: Anzahl gegen den Blattrandkäfer behandelten und unbehandelten Flächen, getrennt nach Jahr, Bundesland und Kultur, die in die Analysen eingeflossen sind.</i>	<i>33</i>
<i>Table 10: Anzahl Erbsengallmücken je Pheromonfalle und Kalenderwoche (KW) als Mittelwert aller Erbsenvorjahresflächen je Untersuchungsjahr in den Jahren 2016 (n=2 Flächen), 2017 (n=14 Flächen) und 2018 (n=14 Flächen) in der Modellregion Sachsen-Anhalt.</i>	<i>37</i>
<i>Table 11: Zusammenfassende Darstellung der qualitativen Entwicklung des Befallsniveaus im Projektzeitraum und der qualitativ befallsreduzierenden Effekte der geprüften präventiven Konzeptbausteine bei den vier Schädlingen in den Modellregionen Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt.</i>	<i>38</i>

Abkürzungsverzeichnis

AB = Ackerbohnen

ABK = Ackerbohnenkäfer

BL= Blattläuse

BRK = Blattrandkäfer

CAI = Continuous Abundance Index

EK = Erbsenkäfer

EW = Erbsenwickler

GE = Gemüseerbsen

HE = Hessen

MD = Minimal distance

SE = (Sommer-)Körnererbsen

SN = Sachsen

ST = Sachsen-Anhalt

WE = Wintererbsen

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Der Ausgangspunkt des Projektes bildete die Überlegung, dass durch die Einführung der BMEL Eiweißpflanzenstrategie zusammen mit den geänderten Agrarfördermaßnahmen (BMEL 2016) Flächenzuwächse bei Zielkulturen Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) und Erbsen (*Pisum sativum* L.) erzielt werden, was auch eine steigende wirtschaftliche Bedeutung von Pflanzenschädlingen und Pflanzenpathogenen dieser Kulturen nach sich ziehen könnte.

Ziel des Projektes war es, mit Hilfe der Analyse realer Anbaukonstellationen von Ackerbohnen und Erbsen, für vier Schädlinge (Blattrandkäfer (*Sitona lineatus* L.), Ackerbohnenkäfer (*Bruchus rufimanus* L.), Erbsengallmücke (*Contarinia pisi* Winn.) und Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.)) Befallsrisiken zu quantifizieren und die Möglichkeiten einer präventiven Befallsvermeidungsstrategie in drei Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt zu eruieren. Hierbei sollten insbesondere die Stellgrößen Schlagseparierung in Synergie mit Saatzeiteffekten bzw. Anbaupausen, unter Nutzung georeferenzierter Daten dokumentiert und bezüglich des daraus resultierenden Befallsgeschehens in einer ersten Ausbaustufe als Risikoanalyse aufgearbeitet werden. Diese Grundlagen dienen dem Fernziel, die Aussichten für die Entwicklung von Entscheidungshilfensystemen zur Befallsprävention zu bewerten.

Die Projektstruktur nutzte Synergien mit dem zeitgleich bestehenden Projektverbund zur Schadensprävention in Erbsen bezüglich des Erbsenwicklers als 5. Schädling im BÖLN (<https://www.bundesprogramm.de/>) und umfasst die Projektpartner: Universität-Kassel-Fachbereich Ökologischer Pflanzenschutz mit Gää e.V. (2815EPS023), Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz mit Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion e. V. (2815EPS056), Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (2815EPS057). Die Erhebungen wurden in den gleichen Modellregionen durchgeführt. Das vorliegende Projekt ist unter den Förderkennzeichen 12OE012, 12OE033, 12OE034 seit 2019 für eine weitere Feldsaison ins BÖLN-Projekt überführt worden. Der vorliegende Bericht umfasst die Ergebnislage der BMEL Eiweißpflanzenstrategie-Förderphase 2016-2018.

1.2 Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes

Da im ökologischen Landbau die Möglichkeiten hinreichend wirksamer Direktbekämpfungsoptionen für Körnerleguminosen auf absehbare Zeit begrenzt sein werden und sich die Mittelverfügbarkeit auch im integrierten Pflanzenschutz für Körnerleguminosen

eher weiter einschränken als erweitern wird, haben ursachenbetonte Ansätze, die Pflanzenbau synergistisch mit präventivem Pflanzenschutz verbinden, hohen Stellenwert und sind als integrierter Baustein sowohl für die Eiweißpflanzenstrategie (www.ble.de/eiweisspflanzenstrategie) als auch für den integrierten Anbau relevant (BÖLN (<https://www.bundesprogramm.de/>), NAP (<https://www.nap-pflanzenschutz.de/>)).

Das Projekt umfasst zwei Teilziele:

- a) Die räumlich-/zeitliche Analyse des Befallsgeschehens. Hierbei dienen der Flächenabstand zwischen Vorjahresflächen und aktuellen Schlägen, der Anteil an Vorjahresschlägen um die aktuelle Fläche, sowie unterschiedliche Saattermine zur Berechnung von Befallskorrelationen für ökologische und integrierte Erbsen-/Ackerbohnen-Praxisschläge in drei Modellregionen.
- b) Die darauf abgestimmte, beispielhafte Konzeptgestaltung als Identifizierung von kritischen Flächenabständen bzw. nutzbaren Schwachbefallslagen für eine betriebliche Anbauplanung bezüglich Saatzeit und Flächenabstand mit Ableitung von Empfehlungen für Beratung und Praxis.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Die mehrortigen Erhebungen wurden gemäß der Vorhabensbeschreibung durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der Methoden, Arbeitsgänge und Auswertungsverfahren befindet sich im Kapitel 3, Materialien und Methoden.

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Den Antragstellern waren weder aus der nationalen noch internationalen Literatur GIS-basierende Risikoanalysen bezüglich der vier Schädlinge bekannt.

Exemplarisch für andere Kulturen mit analogen Grundvoraussetzungen sind Arbeiten mit ähnlicher Herangehensweise zu nennen, welche Migrationsradien und Befallsprävention z. B. bezüglich des Kartoffelkäfers verbinden (Sexson und Wyman 2005). Die Grundvoraussetzungen von räumlich-zeitlichen Regulierungsstrategien, die für die Schädlingsbiologie von Migranten (Johnson 1969) und Wirts- & Kulturpflanzen in Anbausystemen erfüllt sein sollten, sind in Fachbüchern anhand verschiedener Fallbeispiele erläutert (Koul et al. 2008) und werden in Standardfachbüchern meist in der Rubrik „Ökologische Regulierungsverfahren“ aufgeführt (Pimentel 1978; Teetes 1981; Pimentel 1991; Pedigo 2009). Bezogen auf die vier leguminosenspezifischen Schädlinge im Erbsen- bzw.

Ackerbohnenanbaumosaik der drei Modellregionen sind die biologischen Rahmenbedingungen in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Schädlinge in Erbsen bzw. Ackerbohnen mit Hauptbefallsregion (**fetter Schriftsatz**) und nach Literaturlage wahrscheinlichen Winterlagern und Überwinterungsstadium, sowie der frühestmögliche Erstbefall an der Wirtspflanze (nach Hoffmann und Schmutterer 1999).

Schädling	Region	Kultur	Winterlager / Stadium	Initialbefall Wirtspflanze
<i>Sitona lineatus</i> Blattrandkäfer	Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt	Erbsen, Ackerbohnen	1) leguminosenhaltiges Grünland / Imago nahe Erbsen- und Ackerbohnen-Vorjahresfläche?	Feldaufgang
<i>Bruchus rufimanus</i> Ackerbohnenkäfer	Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt	Ackerbohnen	1) Ausfallbohnen?, Gehölze / Imago , nahe Ackerbohnen-Vorjahresfläche? 2) Saatgut	Blüte
<i>Bruchus pisorum</i> Erbsenkäfer	Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt	Erbsen	1) Ausfallerbse?, Gehölze / Imago , in Nähe von Erbsen-Vorjahresfläche? 2) Saatgut	Blüte
<i>Contarinia pisi</i> Erbsengallmücke	Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt	Erbsen	Erbsen Vorjahresfläche, schlaggenau / Puppe	Blüte

Allen vier Zielarten der „Schädlingsgilde“ in Erbsen und Ackerbohnen ist als Grundvoraussetzung gemein, dass der jeweilige Schädlingsstatus von der regionalen Anbauintensität von Erbsen und/oder Ackerbohnen bestimmt wird. Alle sind univoltine **Migranten**, flugfähig und jedes Frühjahr gezwungen, von den Körnerleguminosenflächen des Vorjahres zu aktuellen Körnerleguminosenschlägen als „Fruchtfolge-Folger“ zu fliegen (Nicolaisen 1928; Schnell 1955; Hans 1959a; Stein 1970, 1999). Andere **Vermehrungs(neben)wirte** als Erbsen/Ackerbohnen in der Begleitvegetation sind nach Literaturlage, zumindest für einen Starkbefall zunächst von untergeordneter Bedeutung, so dass erst der flächige, arrondierte und wiederholte Anbau zu wirtschaftlichen Schäden führt (klassische Ressourcenhypothese von (Root 1973), bzw. Inseltheorie (Hanski 1989)).

Die Erbsengallmücke überwintert schlaggenau in Erbsenvorjahresflächen und schlüpft im Folgejahr aus der Erbsen-Folgefrucht, meist Getreide (Hoffmann und Schmutterer 1999). Dahingegen bestehen für den Blattrand-, Ackerbohnen- und Erbsenkäfer in der Fachliteratur Unsicherheiten über den/die möglichen Überwinterungsorte und die jeweils überbrückbaren Entfernungen der Imagines im Herbst ins Winterlager und im Folgejahr zu den aktuellen Erbsen-/Ackerbohnen-schlägen. Im Projekt wurde als Arbeitshypothese von Überwinterungsorten in der Nähe zu Vorjahresflächen ausgegangen (Tabelle 1). Ackerbohnen-

und Erbsenkäfer sind für die Eiablage auf grüne Hülsen angewiesen und die fertig entwickelten Käfer verlassen befallene Flächen überwiegend noch vor der Ernte zur Überwinterung im Freiland (Hoffmann und Schmutterer 1999). Für diese Nichtvorratsschädlinge entfällt also die Vermehrung im Lager., Ein Teil der Imagines kann aber auch prinzipiell als „Überlieger“ im Korn überwintern, so dass Nachschlupf in der aktuellen Fläche zusätzlich zur Einwanderung der Imagines aus der Umgebung zu berücksichtigen waren.

3 Material und Methoden

In den Jahren 2016 – 2018 wurden in drei Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt empirische Felderhebungen auf Praxis schlägen durchgeführt, um zu untersuchen, ob eine präventive Anbauplanung Schäden an Ackerbohnen und Erbsen durch Blattrandkäfer, Ackerbohnen- und Erbsenkäfer sowie durch die Erbsengallmücke vermeiden kann.

3.1 Modellregionen

Die Erbsen – und Ackerbohnen schläge innerhalb der drei Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt sind in den Abbildung 1, Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellt. Die Modellregion in Hessen befindet sich im Nordosten des Bundeslandes und liegt zwischen Witzenhausen und Eschwege. Die Region in Sachsen liegt in der Lommatzcher Pflege zwischen Riesa, Großhain und Lommatzsch. In Sachsen-Anhalt befindet sich die Untersuchungsregion zwischen Gröningen, Blankenburg und Falkenstein rund um Quedlinburg. Jede Modellregion hat einen Durchmesser von ca. 25 - 30 km. Die geographischen Daten der Erbsen- und Ackerbohnen schläge konnten über die InVeKoS-Daten (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) der Bundesländer und über Auskünfte der Landwirte bezogen werden.

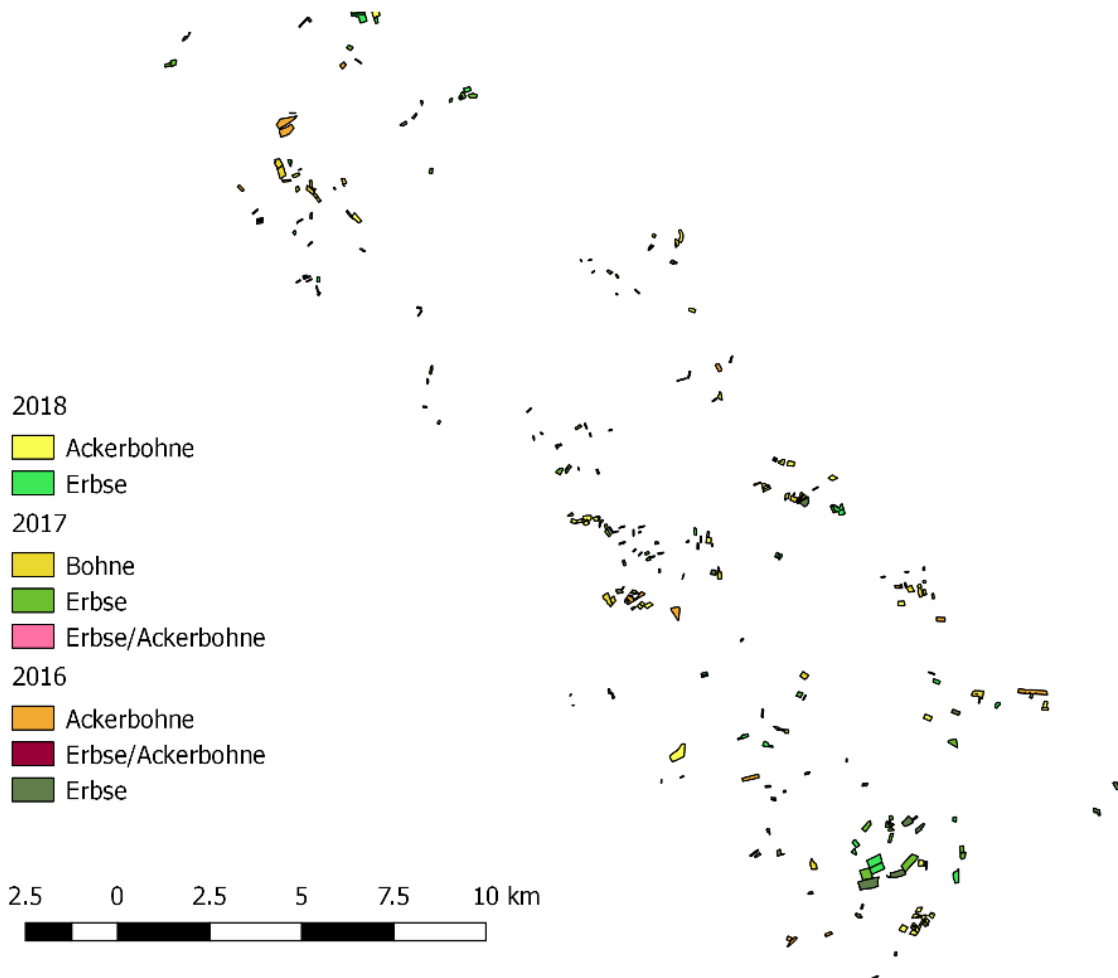


Abbildung 1: Boniturgebiet Hessen 2016 - 2018. Die Schläge sind nach Ackerbohnen und Erbsen klassifiziert.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Größe der Schläge in Hessen (Abbildung 1) wesentlich kleiner ist als in den anderen beiden Modellregionen (Abbildung 2 und Abbildung 3). In der Modellregion Hessen wurden Ackerbohnen, Erbsen und Wintererbsen zum Großteil zu Futterzwecken angebaut und nur wenige Schläge mit Insektiziden, vornehmlich gegen den Blattrandkäfer und seit 2017 auch gleichzeitig gegen Blattläuse, die als Virusvektoren dienen können, behandelt (Tabelle 2).

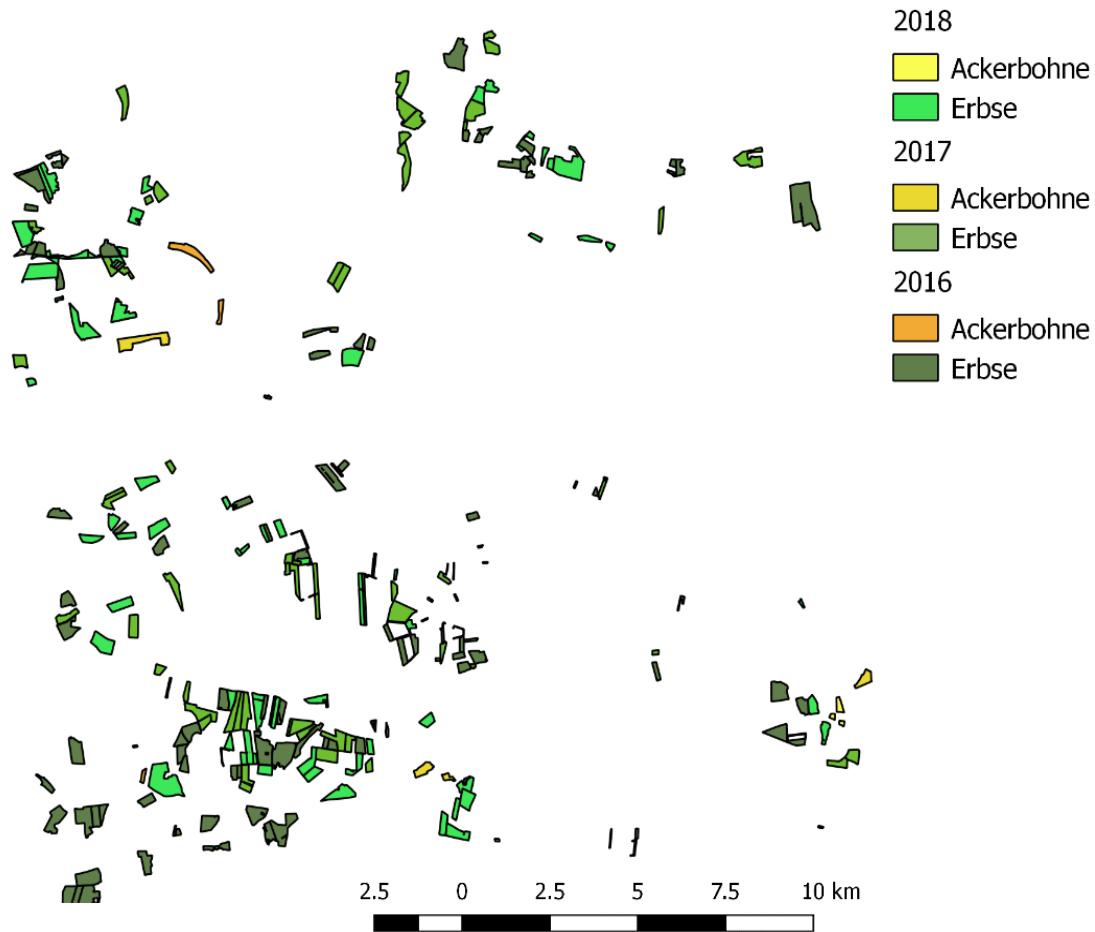


Abbildung 2: Boniturgebiet Sachsen 2016 - 2018. Die Schläge sind nach Ackerbohnen und Erbsen klassifiziert.

In Sachsen wurde ab 2017 das Modellgebiet im Südwesten etwas verkleinert, da die hohe Anzahl der Schläge im Gebiet zeitlich nicht mehr bearbeitet werden konnte. In dieser Modellregion waren nur wenige Ackerbohnen- und Körnererbsenschläge vorhanden. Hauptsächlich wurden hier Gemüseerbsen zur Humanernährung angebaut. Auf etwa der Hälfte der integrierten Flächen wurden Insektizidmaßnahmen durchgeführt (Tabelle 2).

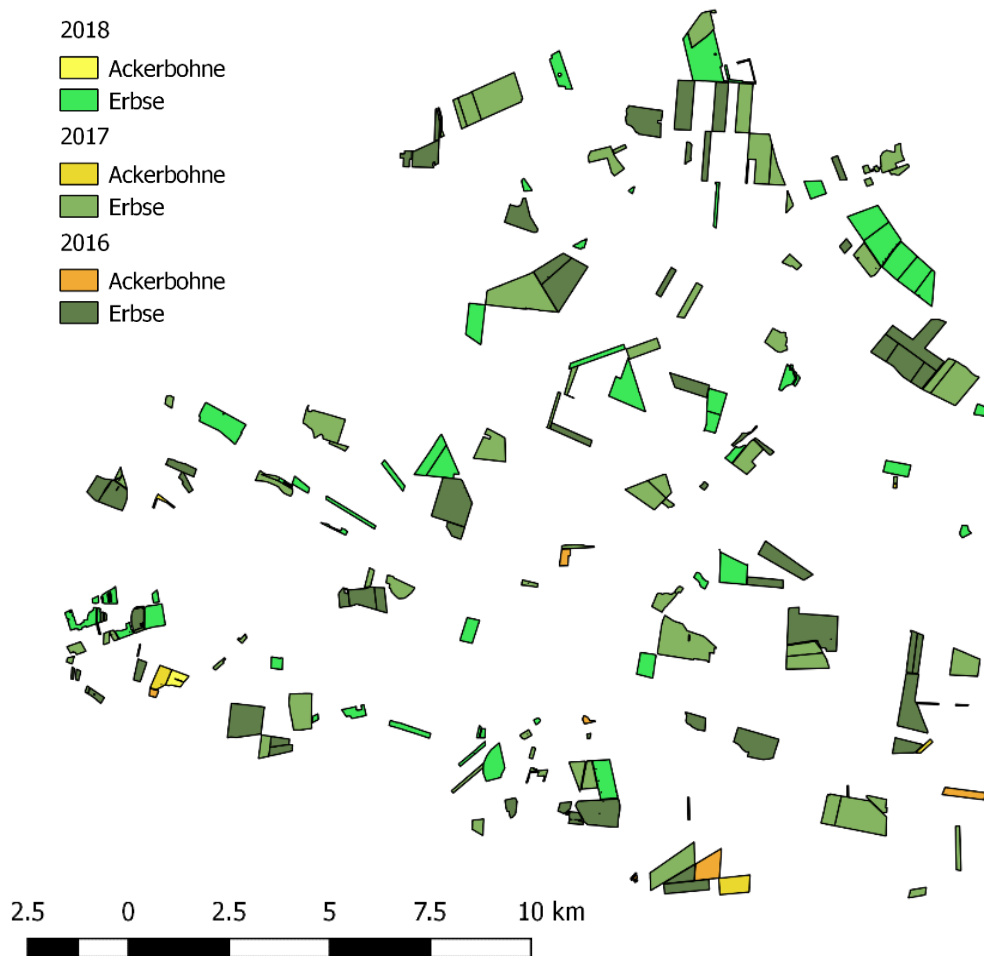


Abbildung 3: Boniturgebiet Sachsen-Anhalt 2016 - 2018. Die Schläge sind nach Ackerbohnen und Erbsen klassifiziert.

In der Modellregion in Sachsen-Anhalt (Abbildung 3) dominierte der Anbau von Futtererbsen (2016: 67%, 2017: 67 %, 57 %). Gemüseerbsen wurden als Saatgutvermehrungen geringfügig weniger angebaut (2016: 33%, 2017: 33 %, 2018: 43 %). Ackerbohnen wurden nur auf wenigen Schlägen gedriht. Auf fast allen integrierten Vermehrungsflächen wurden Insektizide eingesetzt. In Tabelle 2 sind die Anzahl der Ackerbohnen- und Erbsenschläge nach Bundesländern und Jahren, sowie die Insektizidbehandlungen mit Zielorganismus aufgelistet.

Tabelle 2: Anzahl von Erbsen- und Ackerbohenschlägen innerhalb der ausgewählten Boniturgebiete in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen in den Jahren 2016-2018, eingeteilt nach Insektizidbehandlung und Zielorganismen (BL = Blattläuse als Virusvektoren in Erbsen und Ackerbohnen bezüglich Nanovirus (pea necrotic yellow dwarf virus (PNYDV)), bzw. gleichzeitig gegen mögliche Saugschäden, BRK = Blattrandkäfer, ABK = Ackerbohnenkäfer, EK = Erbsenkäfer, EW=Erbsenwickler).

Region	Jahr	Kultur	Schläge ohne Insektizid	Schläge mit Insektizid	Zielorganismen der Bekämpfungsmaßnahme	Schläge gesamt
Hessen	2016	Körnererbsen	39	2	BL+BRK	41
		Wintererbsen	8	0	-	8
		Ackerbohnen	30	3	BL	33
	2017	Körnererbsen	44	5/1	BL+BRK/ BL	50
		Wintererbsen	11	0	-	11
		Ackerbohnen	41	6	BL+BRK	47
	2018	Körnererbsen	28	8/3	BL+BRK/ EW+BRK+EK	39
		Wintererbsen	5	0		5
		Ackerbohnen	46	3/5	BL+BRK/ BL+ABK	54
Sachsen	2016	Körnererbsen	16	12	BL+ EW+BRK+EK	28
		Gemüseerbsen	23	34	BL+ EW+BRK+EK	57
		Ackerbohnen	0	3	ABK+BRK	3
	2017	Körnererbsen	16	6	BL+EW+BRK+EK	22
		Gemüseerbsen	24	17	BL+EW+BRK+EK	41
		Ackerbohnen	4	1	ABK+BRK	5
	2018	Körnererbsen	10	2	BL+EW+BRK+EK	12
		Gemüseerbsen	33	24	BL+EW+BRK+EK	57
		Ackerbohnen	4	0	-	4
Sachsen-Anhalt	2016	Körnererbsen	2	40	BL+EW+BRK+EK	42
		Gemüseerbsen	0	18	BL+EW+BRK+EK	18
		Ackerbohnen	3	2	BL+BRK	5
	2017	Körnererbsen	5	39	BL+EW+BRK+EK	44
		Gemüseerbsen	0	21	BL+EW+BRK+EK	21
		Ackerbohnen	2	1/2	BL+BRK /BL+BRK+ABK	5
	2018	Körnererbsen	7	21	BL+EW+BRK+EK	28
		Gemüseerbsen	0	21	BL+EW+BRK+EK	21
		Ackerbohnen	3	0	-	3

3.2 Klima und Wetterdaten Modellregionen

Im Vergleich zum vieljährigen Mittel (Tabelle 3) waren die Temperaturen 2016 leicht erhöht, der Niederschlag lag in Sachsen-Anhalt und Hessen unter dem Mittel (DWD 2019). Im Versuchsjahr 2017 waren die Temperaturen auch etwas über dem Durchschnitt, jedoch waren die Niederschläge, außer in Eschwege, HE, etwas höher als das vieljährige Mittel. Das Jahr

2018 weist im Gegensatz zu den anderen beiden Jahren Extremwerte auf, die Temperatur lag bis zu 1,9°C über dem vieljährigen Mittel und der Niederschlag betrug mindestens 180 mm weniger als im Mittel, in Eschwege sogar 304 mm weniger Niederschlag. Im folgenden Abschnitt sind Klimadiagramme pro Modellregion dargestellt (Abbildung 4 Abbildung 6). An den Daten des Jahres 2018 ist erkennbar, dass im Februar und März besonders niedrige Temperaturen und wenig Niederschläge im März vorherrschten, weshalb die Kulturen vergleichsweise später ausgesät wurden.

Tabelle 3: Temperatur- und Niederschlagsdaten der Modellregionen, die vieljährigen Mittel beziehen sich auf die Jahre 1981 – 2010 (Quelle: DWD).

	Eschwege, HE	Oschatz, SN	Quedlinburg, ST
Temperatur			
Vieljähriges Mittel (1981 – 2010)	9,2°C	9,4°C	9,3°C
Jahresmittel 2016	9,8°C	10,2°C	10,5°C
Jahresmittel 2017	9,6°C	10,2°C	10,5°C
Jahresmittel 2018	10,5°C	11,1°C	11,2°C
Niederschlag			
Vieljähriges Mittel (1981 – 2010)	655 mm	578 mm	538 mm
Jahressumme 2016	532 mm	617 mm	414 mm
Jahressumme 2017	560 mm	638 mm	584 mm
Jahressumme 2018	351 mm	399 mm	293 mm

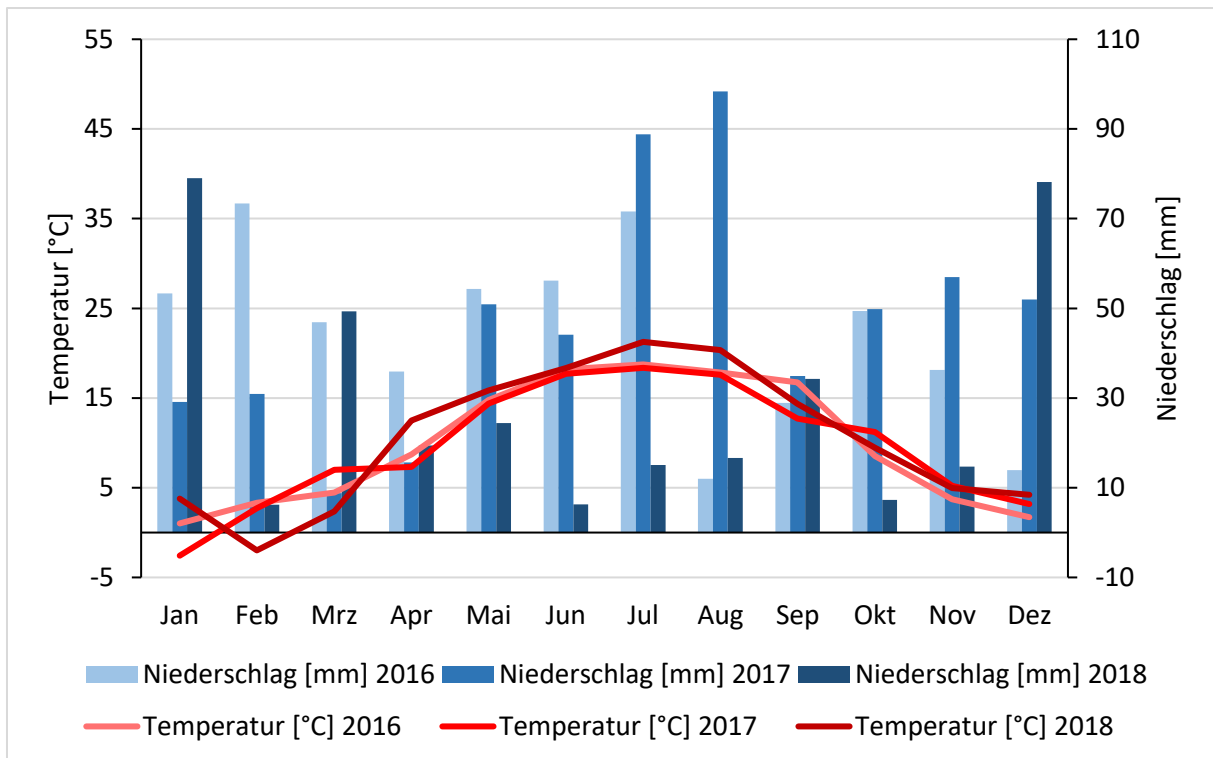


Abbildung 4: Temperatur und Niederschlag der Modellregion Hessen, Eschwege, 2016 – 2018.

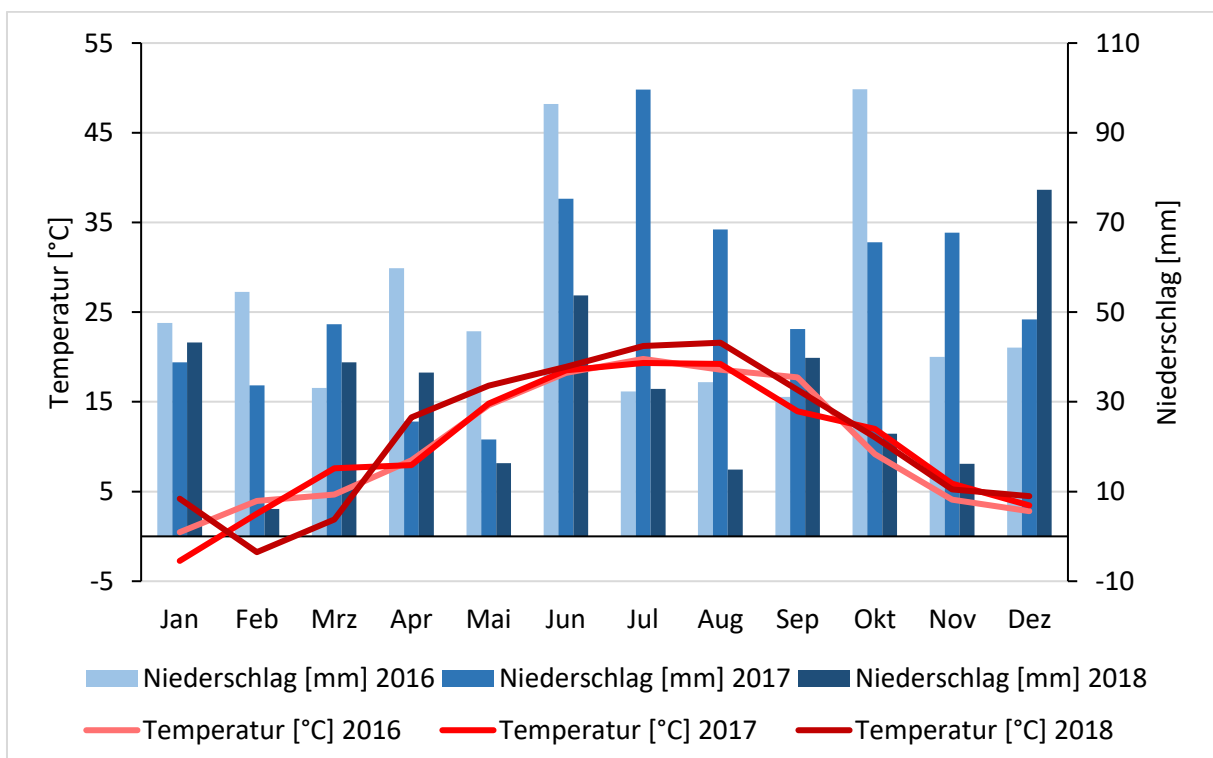


Abbildung 5: Temperatur und Niederschlag der Modellregion Sachsen, Oschatz, 2016 - 2018.

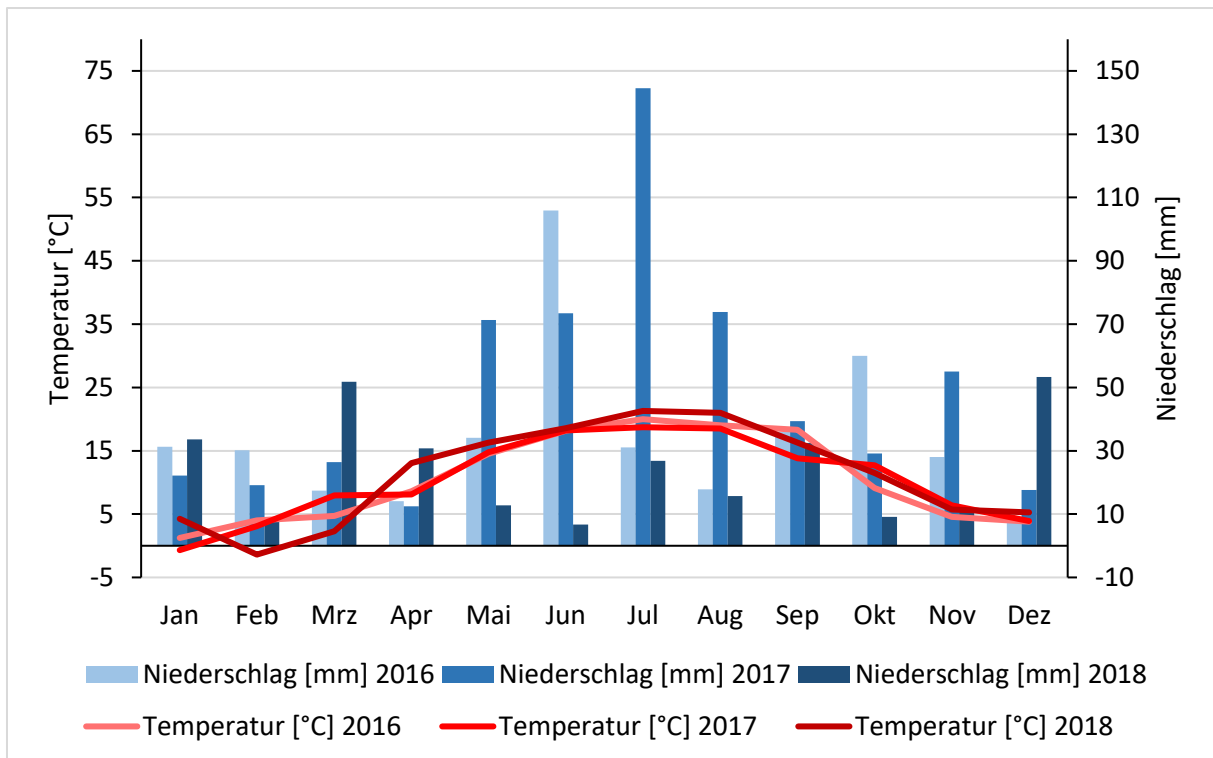


Abbildung 6: Temperatur und Niederschlag der Modellregion Sachsen-Anhalt, Quedlinburg, 2016 – 2018.

3.3 Datenakquise

In allen Modellregionen wurden in den drei Jahren alle Ackerbohnen- und Erbsenschläge beprobt. In Tabelle 4 sind die Analysen der einzelnen Schädlinge dargestellt, die im folgenden Abschnitt detailliert erläutert werden.

Tabelle 4: Durchgeführte Bonituren und Analysen pro Schädling.

Analyse	Ackerbohnenkäfer	Erbsenkäfer	Blattrandkäfer	Erbsengallmücke
Befallsstärke	Befallene Körner	Befallene Körner	Buchtenfraß	Pheromonfallen, Knospenbonitur
räumliche Analyse	Ackerbohnen	Erbsen	Ackerbohnen/ Erbsen	(-) ¹
Z-Saatgut	Ackerbohnen	(-) ²	n.a. ³	n.a. ³
Aussaatzeitpunkt	Ackerbohnen	(-) ²	Ackerbohnen/ Erbsen	(-) ²

¹(-) räuml. Befallsanalyse entfiel wegen Schwachbefall bei der Triebbonitur. ²(-) unzureichende Datenmächtigkeit, bzw. Befallsstärke für Raum-, Zeitanalysen, ³n.a. = nicht anwendbar

3.3.1 Befallsstärke

Die Befallsstärke wurde je nach Schädling unterschiedlich bonitiert (Tabelle 4), dies wird im Folgenden nach Schädling erläutert.

3.3.1.1 Blattrandkäfer

Im ersten Untersuchungsjahr 2016 wurden die Buchtenfraß-Befallsklassen an zwei Terminen nach der für Erbsen beschriebenen Methode (Doré und Meynard 1995b, 1995a) bonitiert. Wie in Tabelle 5 aufgeführt wurden die Buchten des Nebenblattpaares eines Blattes bei Erbsen bzw. das unterste Fiederblattpaar der Ackerbohne der jeweiligen Blattetage gezählt (Abbildung 7). In BBCH 13/14 wurde die erste und zweite Blattetage und in BBCH 17/18 die 5 - 8 Blattetage bonitiert. Je nach Anzahl Buchten wurde eine Boniturklasse von 0 - 5 pro Blattetage vergeben (Tabelle 5).

Tabelle 5: Erhebung der Schäden durch Buchtenfraß nach Doré und Meynard (1995).

Boniturklasse	Buchten	Boniturklasse	Buchten
0	0	3	7 – 9
1	1 – 4	4	10 - 13
2	5 – 6	5	≥14

Diese Skala ist allerdings ab ≥ 14 Buchten nicht weiter unterteilt. Im Boniturverlauf des Jahres 2016 wiesen insbesondere Ackerbohnen-Blattpaare teils wesentlich mehr als 15 Buchten auf, sodass der Starkbefall mit der Boniturklasse 5 nicht mehr sinnvoll zu differenzieren war. Ab 2017 wurde deshalb das Boniturschema für Erbsen und Ackerbohnen von Klassen auf Anzahl Buchten pro Neben-/Blattpaar abgeändert. Eine Erstbefall-Bonitur fand zum BBCH-Stadium 9/10 an 10 Pflanzen pro Schlag statt, um das zeitliche Eintreffen von Blattrandkäfer-Imagines abzubilden. Die eigentliche Buchtenfraß-Bonitur wurde einmalig zwischen BBCH 35 und 51 an je 10 Pflanzen pro Schlag durchgeführt. Die Buchtenzahl je Blattetage 1 bis 2 und 5 bis 8 wurden ausgezählt und anschließend aufsummiert.



Abbildung 7: Ein Nebenblatt der Erbse mit Buchtenfraß durch adulte Blattrandkäfer (*Sitona lineatus*). Bild: M.Schieler.

3.3.1.2 Ackerbohnenkäfer- und Erbsenkäfer

Kurz vor der Ernte wurde eine Pflückprobe von 100 Hülsen pro Ackerbohnen- bzw. Erbsenschlag, ca. 10 m ab dem Feldrand entnommen. Die Anzahl befallener Körner aus 100 Hülsen wurden kurz nach der Ernte und nach Anwendung eines Austreibungsverfahrens bestimmt. Die nach der Ernte im Saatgut verbliebenen Ackerbohnen- und Erbsenkäfer, wurden mit Hilfe der sogenannten „Wiener Methode“ nach (Girsch et al. 1999) ausgetrieben.

3.3.1.3 Erbsengallmücke

In einem Ausschnitt der Modellregion Sachsen-Anhalt, der in Vorjahren als Problemstandort für Erbsengallmückenschäden bekannt war, erfolgte ein wöchentliches Erbsengallmücken-Monitoring mit Pheromonfallen auf Erbsenvorjahresflächen ab Ende April bis Mitte Juni (KW 18 - 24). Die Pheromonfallen (Hersteller: Oecos – Pest management products, Kimpton, Hertfordshire [GB]), mit je zwei Fallen pro Erbsenvorjahresfläche, wurden ab dem 10.05.2016, dem 03.05.2017 bzw. dem 07.05.2018 aufgestellt. Der Klebebodenaustausch und die Auszählung des Mückenbesatzes erfolgten wöchentlich unter dem Binokular im Labor. Bei der Bestimmung musste exakt auf die Aderung der Flügel und der Anordnung der Fühlersegmente geachtet werden.

Zusätzlich wurde eine begleitende visuelle Bonitur des Larvenbefalls in Erbsen im BBCH 39/51 bis BBCH 65 auf aktuellen Erbsenschlägen im Erbsengallmücken-Gebiet vorgenommen, um die Schädigung an den Knospen und Trieben durch Erbsengallmückenlarven einzuschätzen. Dazu wurden 100 Pflanzen pro Schlag auf geschädigte Triebe/Knospen untersucht (2017 auf 14 und 2018 auf 9 Erbsenflächen).

3.3.2 Räumliche Analyse

Um potentielle Risikolagen für den Ackerbohnen-, Erbsen- und Blattrandkäfer zu identifizieren, wurden mit zwei räumlichen Auswertungsmethoden a) der Distanz zur nächstgelegenen

Vorjahresfläche (*Minimum Distance = MD*) und b) dem *Continuous Abundance Index (CAI)* mit dem Befall in Beziehung gesetzt (Huusela-Veistola und Jauhiainen 2006; Thöming et al. 2011). Letzterer misst den Vorjahresflächen-Anteil in Prozent in gestuften Radien um eine aktuelle Fläche. In dieser Studie wurden folgende Radien ausgewählt: 0,5 km, 2 km und 4 km. Wurde eine starke positive Korrelation zwischen dem Befall und einem CAI von 4 km festgestellt, dann wurde die Analyse um einen CAI von 5 km ergänzt.

Um festzustellen, ob der Ackerbohnenkäferbefall nach vorhergehender Anbaupause durch eine von Ackerbohnenvorjahresflächen isolierte Lage minimiert werden kann, wurde ein Praxisschlag in eine weitgehend waldumschlossene Anbaulage eingesät (Abbildung 8). Zur Aussaat wurde käferfreies, zertifiziertes Saatgut verwendet. Es wurde keine Insektizidbehandlung durchgeführt und die Beprobung erfolgte kurz vor der Ernte.

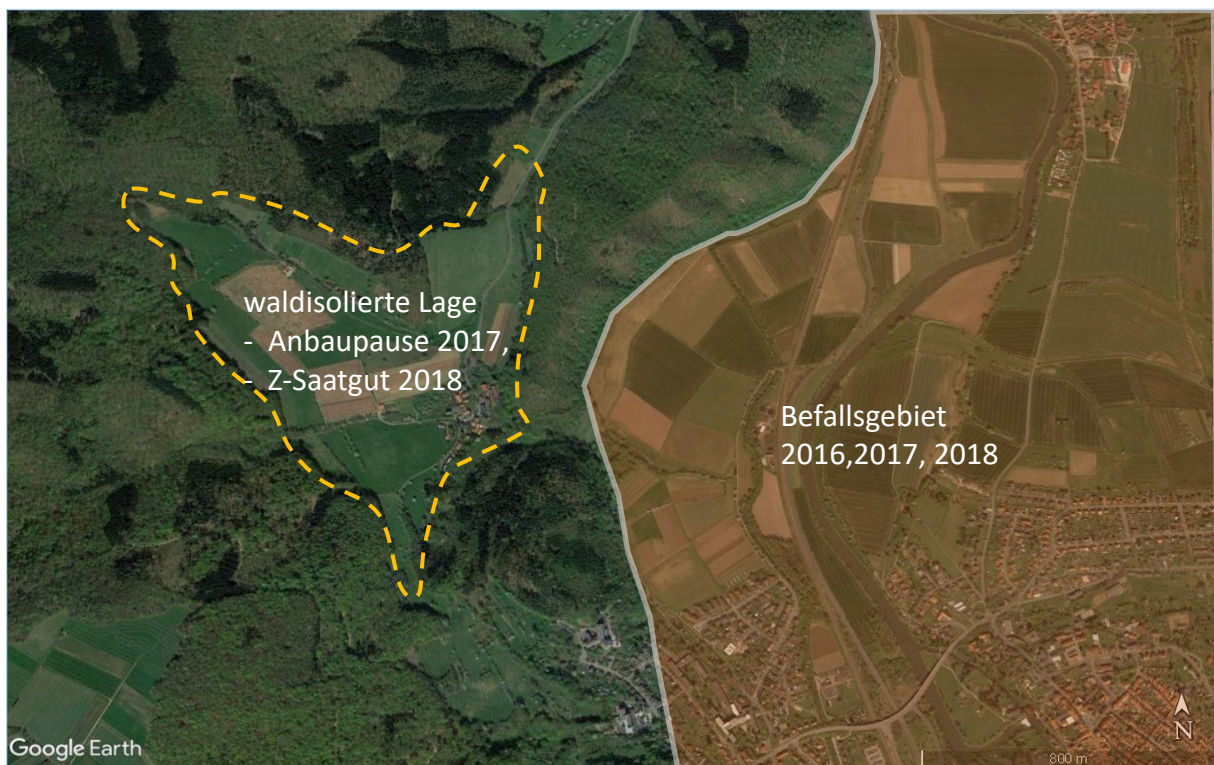


Abbildung 8: Isolierte Anbaufläche (gestrichelt umrandet) mit Wald als mögliche Ausbreitungsbarriere für das östlich gelegene Befallsgebiet (bräunlich eingefärbt) mit kontinuierlichem Anbau von Ackerbohnen von 2016-2018.

3.3.3 Z-Saatgut

Da Ackerbohnenkäfer im befallenen Saatgut überdauern (Hoffmann und Schmutterer 1999) und bei der Aussaat wieder direkt auf die Ackerbohenschläge gelangen können, wurde bei den landwirtschaftlichen Betrieben erfragt, auf welchen Flächen Z-Saatgut ohne lebende Käfer verwendet wurde.

3.3.4 Aussaatzeitpunkt

Der Aussaatzeitpunkt kann je nach Schädlingsphänologie für die Befallsexposition eine Rolle spielen. Deshalb wurde der Aussaatzeitpunkt der einzelnen Schläge mit dem Ackerbohnenkäfer- und Blattrandkäferbefall korreliert. Die Daten wurden bei den landwirtschaftlichen Betrieben abgefragt.

3.3.5 Insektizidapplikation

Insektizidmaßnahmen haben einen starken Einfluss auf das Befallsgeschehen. Um möglichen Fehlschlüssen vorzubeugen wurden die Applikationsdaten mit Zeitpunkt, Zielschädling und Wirkstoff bei den Betriebsleitern erfragt (Tabelle 2) und ausgewertet.

3.3.6 BoniturApp

Anhand der BoniturApp des Projektes „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ (FKZ: 2810MD002) wurden die Daten im Feld oder Labor eingetragen und direkt digital per Smartphone übertragen.

3.3.7 Statistische Auswertung

Alle statistischen Analysen wurden mit dem Programm R Version 3.4.3 durchgeführt. Die Verrechnung geographischer Daten erfolgte mit ArcGIS Version 10.6.1. bzw. Quantum GIS Version 2.18. Vor der Durchführung von Korrelationen wurde die Zielvariable auf Normalverteilung geprüft. Bei Normalverteilung wurde die Pearsonkorrelation, andernfalls die Spearmankorrelation angewandt. Bei Gruppenvergleichen wurden die Daten ebenfalls auf Normalverteilung geprüft und entweder eine ANOVA oder ein Kruskal-Wallis Test durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Flächenabstände aller Modellregionen bei Ackerbohnen und Erbsen

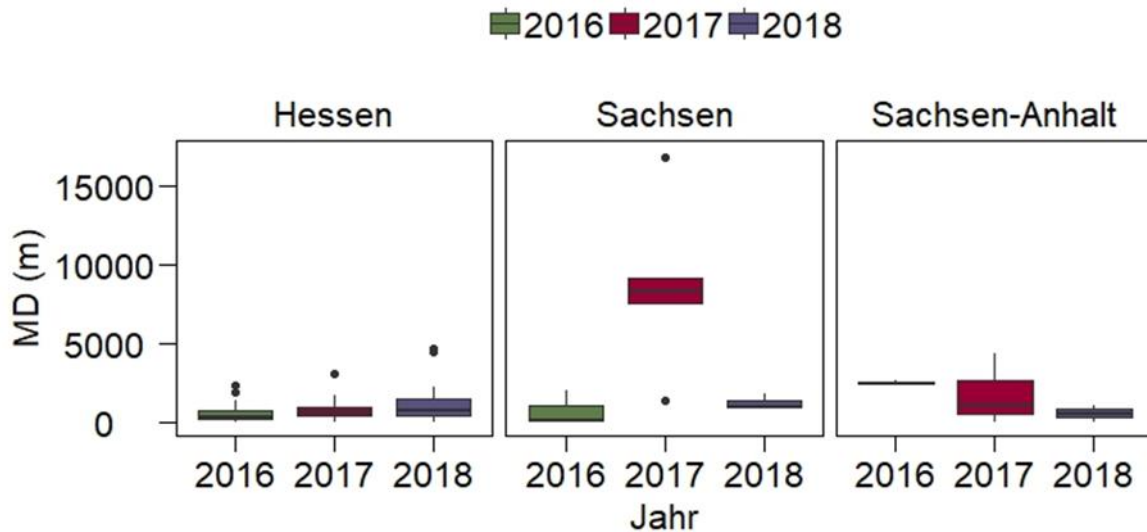


Abbildung 9: Durchschnittliche Abstände aktueller Ackerbohenschläge von den nächstgelegenen Vorjahresschlägen (MD in m) (Habitatstruktur Ackerbohnenkäfer) in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt in den Jahren 2016-2018.

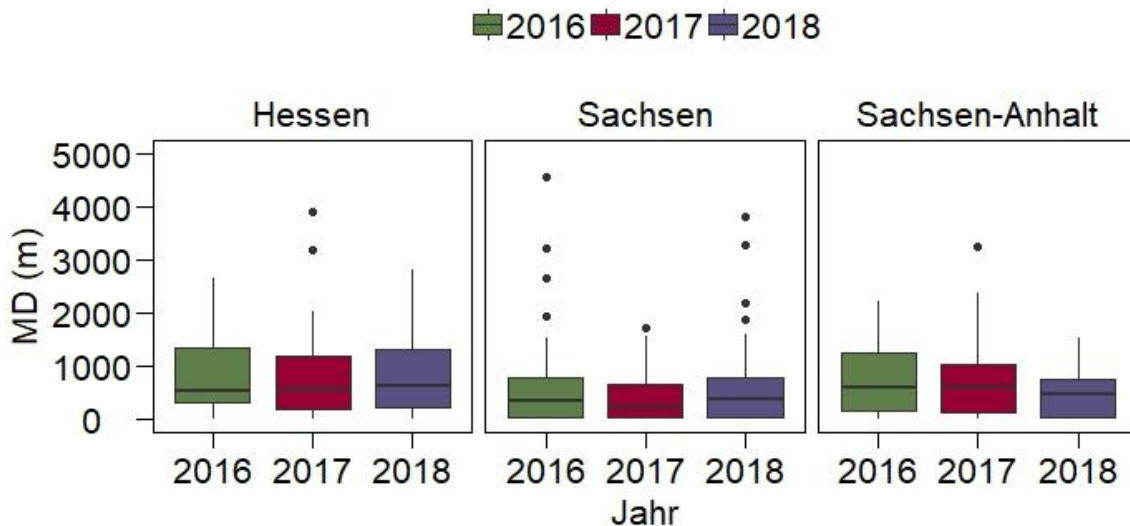


Abbildung 10: Durchschnittliche Abstände aktueller Erbsenschläge von den nächstgelegenen Vorjahresschlägen (MD in m) (Habitatstruktur Erbsenkäfer) in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt in den Jahren 2016-2018.

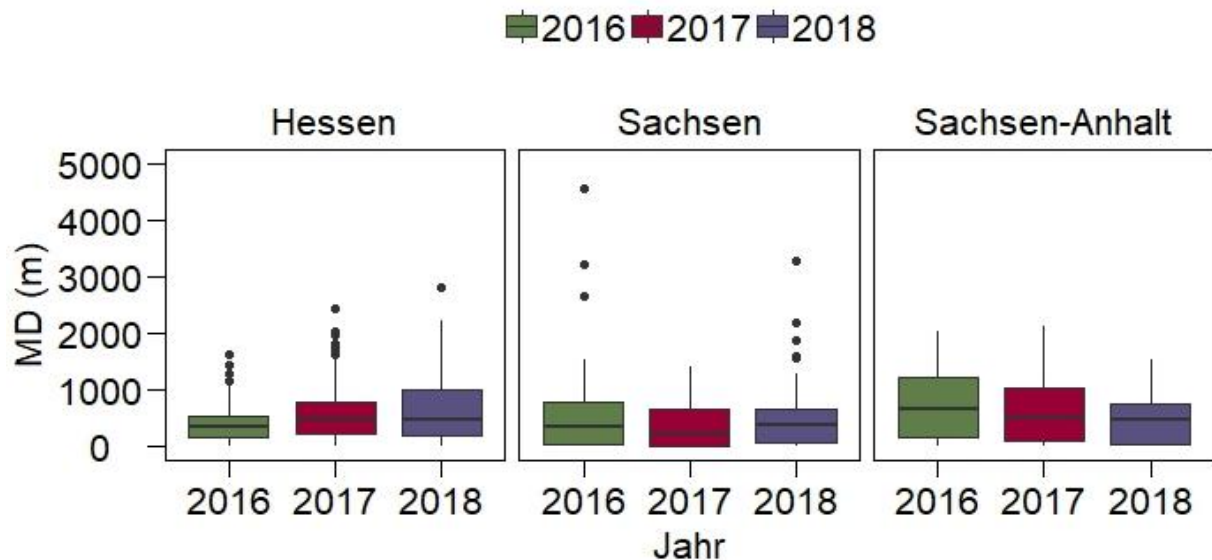


Abbildung 11 Durchschnittliche Abstände aktueller Erbsen- und Ackerbohenschläge von den nächstgelegenen Vorjahresschlägen (MD in m) (Habitatstruktur Blattrandkäfer) in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt in den Jahren 2016-2018.

Der Median der Flächenabstände der Ackerbohenschläge, als nutzbares Reproduktionshabitat des Ackerbohnenkäfers, unterschied sich in den einzelnen Regionen stark voneinander, bedingt durch eine ungleiche Anzahl an Schlägen und Schlaggrößen (je nach Jahr und Region zwischen 136 und 8339 m). Während in Hessen eine durchgehend hohe Flächendichte eher kleiner Schläge vorherrschte, lagen die wenigen großen Schläge in den Modellregionen Sachsen und Sachsen-Anhalt teilweise sehr weit von den Vorjahresschlägen entfernt (Abbildung 9). Die Flächenabstände der Erbsenschläge, als verfügbares Reproduktionshabitat für Erbsenkäfer und der Erbsengallmücke, bewegte sich der Median in allen Regionen um 204 bis 611 m. Die maximale Entfernung zum Vorjahresschlag lag in Hessen und Sachsen bei etwa 4 km, in Sachsen-Anhalt bei nur etwa 2,5 km (Abbildung 10).

Obwohl Blattrandkäfer sowohl Ackerbohnen- als auch Erbsenflächen zur Reproduktion nutzen, verringerte sich der Median der Vorjahres-Flächenabstände nur geringfügig auf 200 – 667 m mit den geringsten MD Werten in der Modellregion in Sachsen im Jahr 2017.

4.2 Ackerbohnenkäfer (*Bruchus rufimanus*)

4.2.1 Befallsentwicklung

Der Befall stieg in allen drei Modellregionen von 2016 bis 2018 stetig an. In Hessen nahm der Ackerbohnenkäferbefall von ca. 26 % im Jahr 2016 auf ca. 54 % im Jahr 2018, in Sachsen von ca. 32 % auf 66 % und in Sachsen-Anhalt von ca. 17 % auf 65 % zu. Dabei weisen Sachsen und Sachsen-Anhalt eine wesentlich geringere Flächendichte auf als Hessen. Der

Anteil des durch Nachschlupf im Lager entstehenden Befalls variierte durchschnittlich zwischen 5 % und ca. 20 % (Abbildung 12).

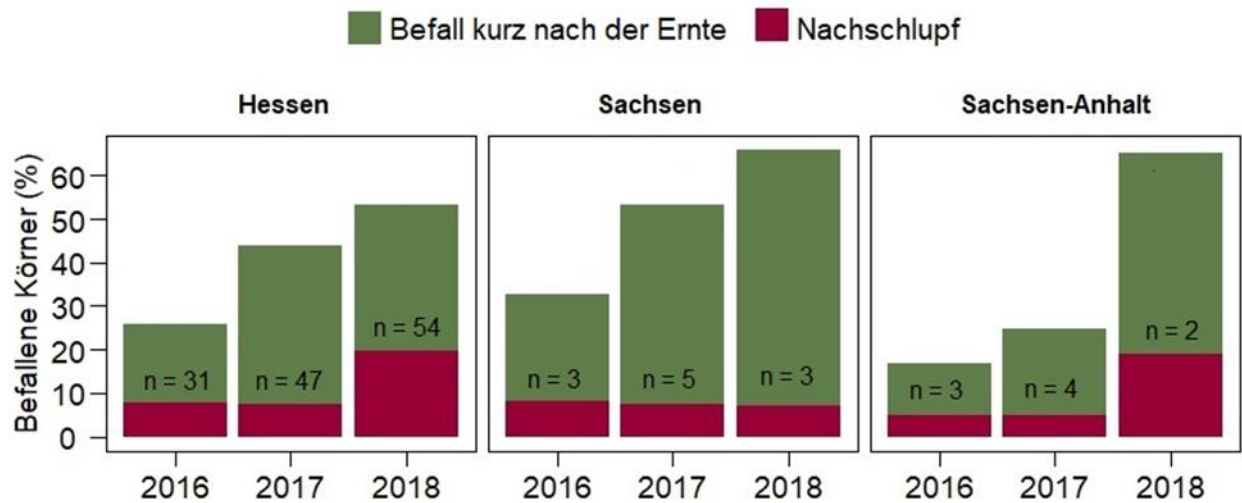


Abbildung 12: Befallene Körner (%) aller beprobten Schläge, eingeteilt in den kurz nach der Ernte gemessenen Befall und den, durch den Schlupf nach der Ernte entstandenen Befall in den Jahren 2016-2018 in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt.

4.2.2 Räumliche Befallsanalyse

In allen drei Modellregionen konnte keine Beziehung zwischen dem Anteil geschädigter Körner (%) und steigender Entfernung zur nächstgelegenen Vorjahresfläche nachgewiesen werden. In Sachsen war das Befallsniveau mit 60 % auch bei 15 km Entfernung unverändert hoch (Abbildung 13).

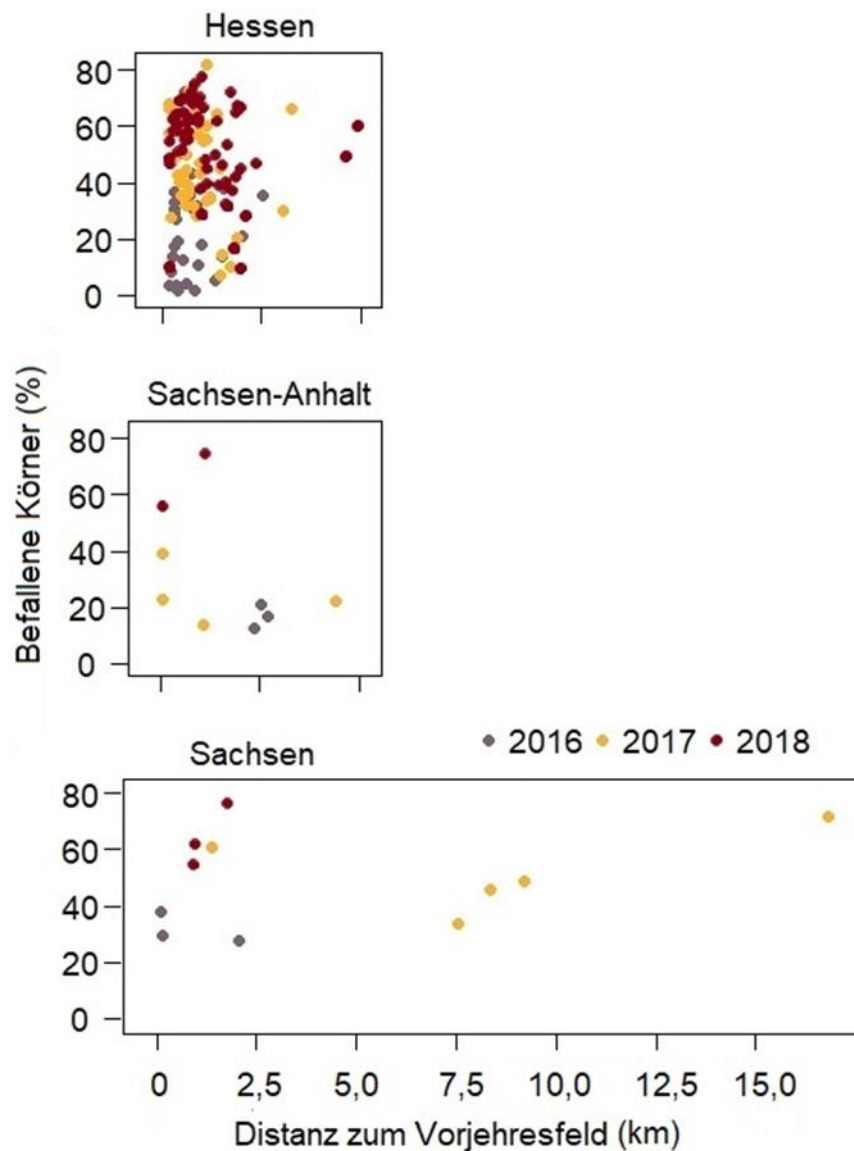


Abbildung 13: Beziehung zwischen der Distanz zur nächstgelegenen Vorjahresfläche (km) und dem Anteil befallener Körner (%).

Ein schwacher positiver Zusammenhang zwischen Befall und Anteil der Ackerbohnenflächen (CAI) konnte für Nordhessen für das Jahr 2018 und einen Umkreis von 4 km ermittelt werden ($P=0,0142$, $r=0,266$). Für alle weiteren getesteten CAIs (0,5 km und 2 km) und alle weiteren Jahre konnte keine signifikante Beziehung zwischen dem Anteil der Ackerbohnenflächen im Umkreis und dem Befall nachgewiesen werden (Tabelle 6).

Die Daten von Sachsen und Sachsen-Anhalt wurden, aufgrund der geringen Stichprobenanzahl nur visuell ausgewertet. Es konnte keine Beziehung zwischen allen getesteten CAIs und dem Befall ermittelt werden.

Tabelle 6: Signifikanzwerte der Korrelation nach Spearman zwischen den Befallenen Körnern (%) und dem Anteil der Ackerbohlenflächen in einem Umkreis von 0,5 km (CAI 0,5), 2km (CAI 2) und 4 km (CAI 4) in Nordhessen.

	2016	2017	2018
CAI_{0,5 km}	P=0,966	P=0,828	P=0,826
CAI_{2 km}	P=0,135	P=0,148	P=0,381
CAI_{4 km}	P=0,151	P=0,465	P=0,0142*,r=0,266

4.2.3 Saatgutqualität

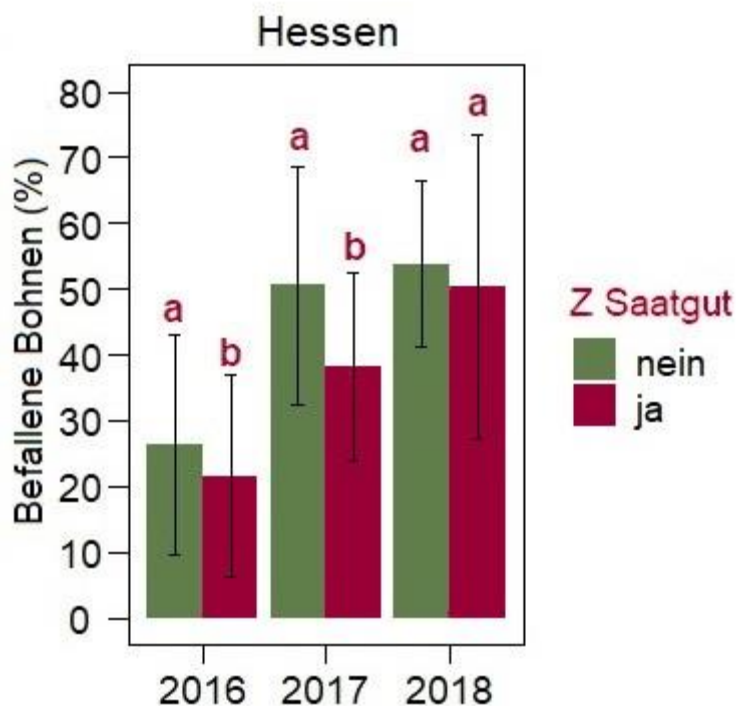


Abbildung 14: Ackerbohnenkäferbefall als befallene Körner (%) aller beprobten Flächen in der Modellregion in Hessen 2016-2018 in Abhängigkeit vom Gebrauch zertifizierten, behandelte Z-Saatguts ohne lebende Käfer. Kruskal-Wallis Test ($P < 0.001$), Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

Ackerbohnenschläge, auf denen ausschließlich Z-Saatgut ohne lebende Käfer verwendet wurde, wiesen in den Jahren 2016 und 2017 einen signifikant niedrigeren Befall auf als Schläge ohne Z-Saatgut. Im Jahr 2018 konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden (Abbildung 14).

4.2.4 Räumlich isolierte Anbauanlagen

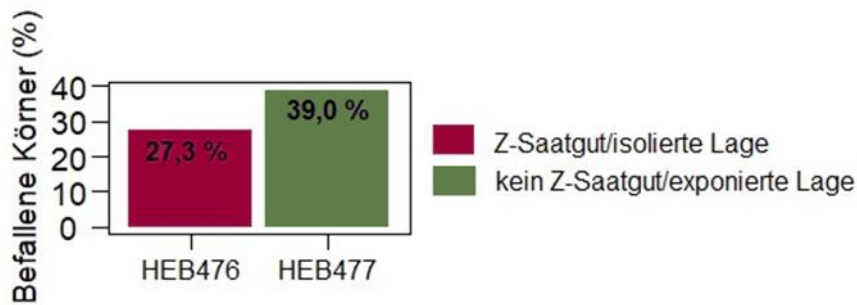


Abbildung 15: Ackerbohnenkäferbefall (Befallene Körner (%)) eines, von potentiellen Befallsquellen (Ackerbohenschläge des Vorjahres) isolierten Ackerbohenschlages (HEB476) auf dem käferbehandeltes Saatgut ausgesät wurde (Z-Saatgut) und eines befallsexponierten Ackerbohenschlages ohne Z-Saatgut in der Modellregion in Hessen im Jahr 2018 (vgl. Abbildung 8).

Ackerbohnen, die in einer isolierten Anbauanlage, entfernt von potentiellen Befallsquellen (Ackerbohenschläge des Vorjahres), angebaut wurden und gleichzeitig Z-Saatgut ohne Lebendbesatz zur Aussaat verwendet wurde, wiesen einen um ca. 30 % niedrigeren Befall auf als Ackerbohnen, die befallsexponiert mit unbehandeltem Saatgut, angebaut wurden (Abbildung 15).

4.2.5 Saatzeitpunkt

Der Saatzeitpunkt wurde auf Grund der wenigen Ackerbohnenflächen in Sachsen und Sachsen-Anhalt nur in Hessen mit dem Befall korreliert. Ein Zusammenhang zwischen Saatzeitpunkt und Befall war nicht erkennbar (nicht dargestellt).

4.3 Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum*)

4.3.1 Befallsentwicklung

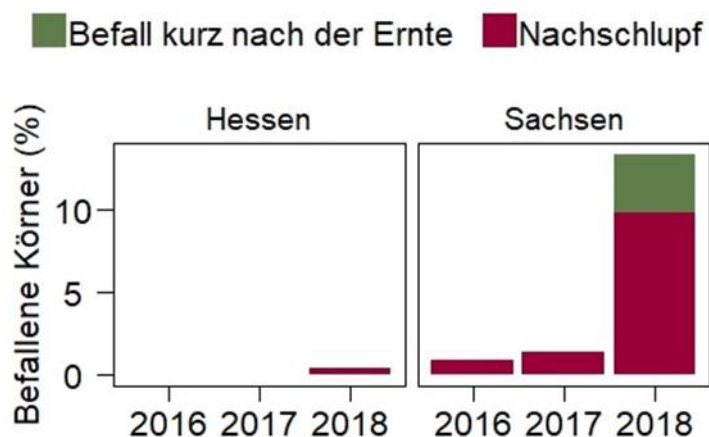


Abbildung 16: Erbsenkäferbefall (Befallene Körner (%)), eingeteilt in den kurz nach der Ernte gemessenen Befall und den, durch den Schlupf nach der Ernte entstandenen Befall in den Jahren 2016-2018 in den Modellregionen in Hessen und Sachsen.

In Hessen wurde 2017 zum ersten Mal je ein Käfer pro Schlag auf zwei Erbsenschlägen gefunden. Im Jahr 2018 waren bereits 8 Schläge betroffen (Abbildung 16). Innerhalb dieser Schläge variierte der Befall zwischen 0,1 % und 7,7 %. In Sachsen hat der Befall besonders im Jahr 2018 stark zugenommen. Von einem Befallswert von unter einem Prozent im Jahr 2016 stieg der Befall 2018 auf durchschnittlich 13,4 % an und variierte dabei zwischen 0 % und 37,2 %. Der Nachschlupfanteil betrug bis zu 94,8 %. Ebenso hatte sich der Schädling in Sachsen weiter ausgebreitet. Während 2017 noch 64 % der Flächen befallen waren, waren es 2018 bereits etwa 92 %. In Sachsen-Anhalt wurde der Erbsenkäfer bisher in keiner der Proben nachgewiesen.

4.3.2 Räumliche Analyse

Da der Befall in Hessen bislang gering ausfiel, wurden lediglich für Sachsen und das Jahr 2018 mit dem bisher stärkstem Befall (Abbildung 16) räumliche Analysen durchgeführt. Zwischen der Distanz zur nächstgelegenen Vorjahresfläche (MD) und der Befallsstärke ließ sich Sachsen kein signifikanter Zusammenhang erkennen. Im zweiten Schritt wurden nur Körnererbsen als potentielle Befallsquellen in die Analyse einbezogen. Auch hier konnte kein Einfluss des MD auf den Befall nachgewiesen werden (nicht dargestellt).

Um die Abhängigkeit des Befalls von dem Anteil an Erbsenvorjahresfläche um die aktuelle Fläche zu untersuchen wurden CAI - Befallskorrelationen für Radien mit 0,5 km, 2 km, 4 km und 5 km geprüft. Ein positiver Zusammenhang konnte für das Jahr 2018 und einen Umkreis von 4 km ($P=0,037$, $r=0,615$) und 5 km ($P=0,028$, $r=0,643$) ermittelt werden (Abbildung 17). Für alle weiteren getesteten CAIs (0,5 km und 2 km) konnte keine signifikante Beziehung zwischen dem Anteil der Ackerbohnflächen im Umkreis und dem Befall nachgewiesen werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Signifikanzwerte einfacher linearer Regressionen zwischen dem Anteil befallener Körner (%) und dem Anteil der Erbsenflächen in einem Umkreis von 0,5 km (CAI 0,5), 2 km (CAI 2) und 4 km (CAI 4) und 5 km (CAI 5) in Sachsen.

	2018
CAI_{0,5 km}	P=0,530
CAI_{2 km}	P=0,0413
CAI_{4 km}	P=0.037*, r=0,615
CAI_{5 km}	P=0,028*, r=0,643

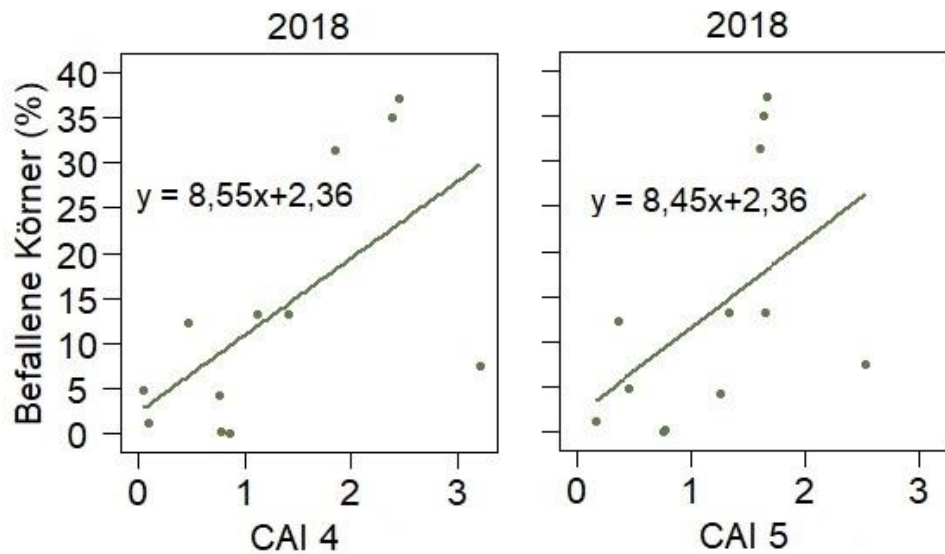


Abbildung 17: Korrelation nach Spearman zwischen dem Anteil befallener Körner (%) und dem Anteil der Erbsenflächen in einem Umkreis von 4 km (CAI 4) und 5 km (CAI 5) in Sachsen im Jahr 2018.

4.4 Blattrandkäfer (*Sitona lineatus*)

4.4.1 Befallsentwicklung

4.4.1.1 Befallsentwicklung 2016 – Boniturschema nach Doré und Meynard (1995)

In Sachsen bewegte sich der Buchtenfraß hauptsächlich zwischen den Bonitursklassen 0 und 1, womit Sachsen den niedrigsten Gesamtbefall aufwies (Tabelle 8). In Sachsen-Anhalt erreichten 6 Flächen die Bonitursklasse 4 auf den Blatttagen 1-2 und 4 Flächen die Bonitursklassen 4 und 5 auf den Blatttagen 5-8. Im Vergleich zu Sachsen und Sachsen-Anhalt erhielten in Hessen, auf den Blatttagen 1-2, 32 Flächen die Bonitursklassen 4 bis 5, auf den Blatttagen 5-8 waren es insgesamt 16 Flächen (Tabelle 8). Die räumliche Analyse 2016 zeigte in keiner Modellregion einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem MD bzw. verschiedenen getesteten CAIs (0,5 km; 2 km und 4 km) und den jeweiligen Befallsklassen (nicht dargestellt).

Tabelle 8: Blattrandkäferbefall auf den Blatttagen 1-2 und 5-8 in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt im Jahr 2016, nach dem Boniturschema von Doré und Meynard (1995). Bonitursklasse 5 = Buchten pro Blattpaar ($n \geq 14$), Bonitursklasse 4 = $10 \geq n < 14$, Bonitursklasse 3 = $7 \geq n < 10$, Bonitursklasse 2 = $5 \geq n < 7$, Bonitursklasse 1 = $n < 5$, Bonitursklasse 0 = kein Blattrandfraß.

Modellregion	Blatttage	Bonitursklasse					
		0	1	2	3	4	5
Hessen	1-2	3	3	4	13	4	28
	5-8	3	12	9	18	12	4
Sachsen	1-2	22	47	0	0	0	0
	5-8	34	36	0	0	0	0
Sachsen-Anhalt	1-2	11	12	19	9	6	0

	5-8	37	8	3	3	3	1
--	-----	----	---	---	---	---	---

4.4.1.2 Befallsentwicklung 2017 und 2018

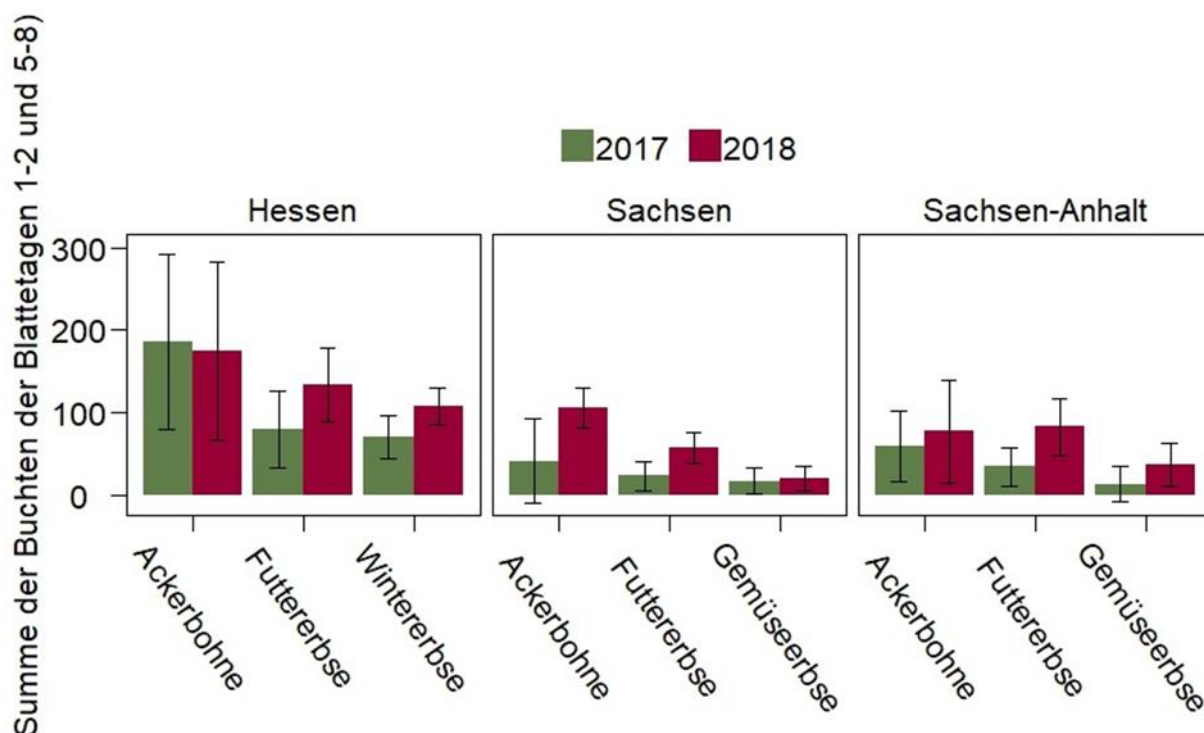


Abbildung 18: Durchschnittlicher Blattrandkäferbefall (Summierte Anzahl der Buchten der Blattetagen 1-2 und 5-8), möglichst aller Ackerbohnen- und Erbsenflächen in den Modellregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt, in den Jahren 2017 und 2018. AB = Ackerbohnen, SE=Körnererbsen, WE=Wintererbsen, GE=Gemüseerbsen.

Mit Ausnahme der Ackerbohnenschläge in Hessen und insgesamt höheren Werten mit teils über 200 Buchten, ist der Blattrandkäferbefall in allen Modellregionen und allen Kulturen kontinuierlich angestiegen. Im Vergleich zu Körnererbsen und Ackerbohnen waren Gemüseerbsen in Sachsen und Sachsen-Anhalt weniger befallen. Ackerbohnen wiesen in Hessen den höchsten Befall auf (2017: durchschnittlich 185,4 Buchten; 2018: durchschnittlich 174,9 Buchten je Pflanze). Wintererbsen und Körnererbsen zeigten in Hessen sowohl 2017 als auch 2018 einen etwa gleich hohen Blattrandfraß. Im Vergleich zu Hessen wiesen sowohl in Sachsen, als auch in Sachsen-Anhalt alle Kulturen weniger Blattrandkäferschäden auf. Besonders die Gemüseerbsen in den oberen Blattetagen waren kaum betroffen (Abbildung 18).

Direktmaßnahmen gegen den Blattrandkäfer fanden in Hessen vorwiegend auf Körnererbsenschlägen statt. Insgesamt wurden etwa 18 % der Schläge behandelt. Auf Wintererbsenschlägen wurde kein Insektizid eingesetzt. Direktmaßnahmen in Sachsen fanden auf ca. 39 % aller Schläge statt, während in Sachsen-Anhalt auf 89 % der Schläge eine Insektizidbehandlung stattfand (Tabelle 9).

Tabelle 9: Anzahl gegen den Blattrandkäfer behandelten und unbehandelten Flächen, getrennt nach Jahr, Bundesland und Kultur, die in die Analysen eingeflossen sind.

Modellregion	Kultur	Insektizid Blattrandkäfer			
		2017		2018	
		ja	nein	ja	nein
Hessen	Ackerbohnen	3	33	7	41
	Körnererbsen	12	24	9	30
	Wintererbsen	0	9	0	5
Sachsen	Ackerbohnen	1	1	0	4
	Körnererbsen	5	14	2	7
	Gemüseerbsen	16	16	22	32
Sachsen-Anhalt	Ackerbohnen	1	0	0	2
	Körnererbsen	35	3	16	5
	Gemüseerbsen	15	0	16	0

4.4.2 Räumliche Analyse

Bei der getrennten Analyse für Ackerbohnen und Erbsen konnte lediglich bei Ackerbohnen in Hessen ein Befallsrückgang bei höheren MDs festgestellt werden (Abbildung 19), nicht aber für die kulturübergreifende Auswertung zusammen mit Erbsen. Weder in Sachsen noch in Sachsen-Anhalt konnte, sowohl bei der Analyse aller Schläge unabhängig von der Kultur, als auch bei der Analyse der Schläge getrennt nach Gemüseerbsen und Körnererbsen eine Beziehung zwischen dem MD und dem Blattrandkäferbefall festgestellt werden. Da sich nur sehr wenige Ackerbohenschläge in den genannten Modellregionen befanden, konnte für Ackerbohnen keine abgesicherte Aussage getroffen werden.

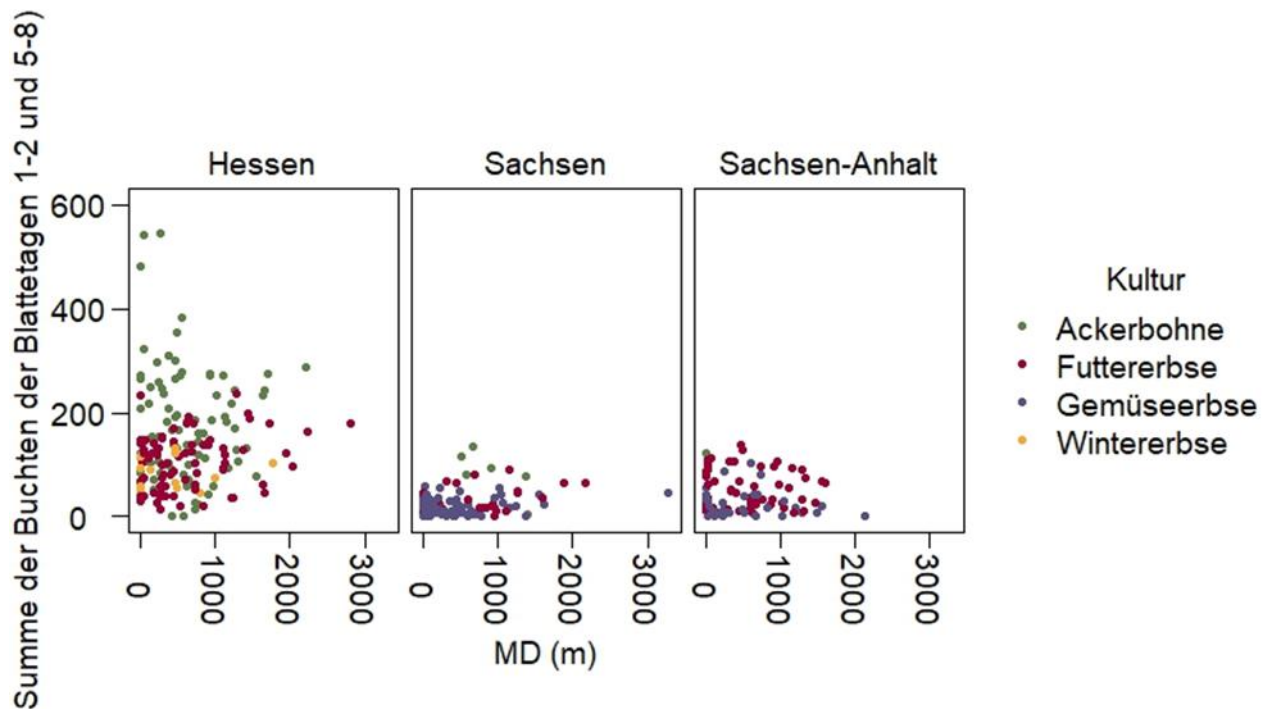


Abbildung 19: Blattrandkäferbefall (Summierte Anzahl der Buchten der Blatttagen 1-2 und 5-8) in Abhängigkeit vom Anbauabstand zur nächstgelegenen Vorjahresfläche (MD), bei Ackerbohnen, Körnererbse, Gemüseerbse und Wintererbse in den Modelregionen in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt in den Jahren 2017 und 2018

CAIs von 0,5 km, 2 km, 4 km wurden mit dem Blattrandkäferbefall korreliert. Es konnte für alle Jahre, alle Modellregionen und alle Kulturen kein Zusammenhang zwischen dem Anteil der Vorjahresflächen und dem Blattrandkäferbefall ermittelt werden. Die Analyse wurde sowohl unabhängig von der Insektizidbehandlung, mit allen Flächen und nur mit unbehandelten Flächen durchgeführt (nicht dargestellt).

4.4.3 Aussaatzeitpunkt

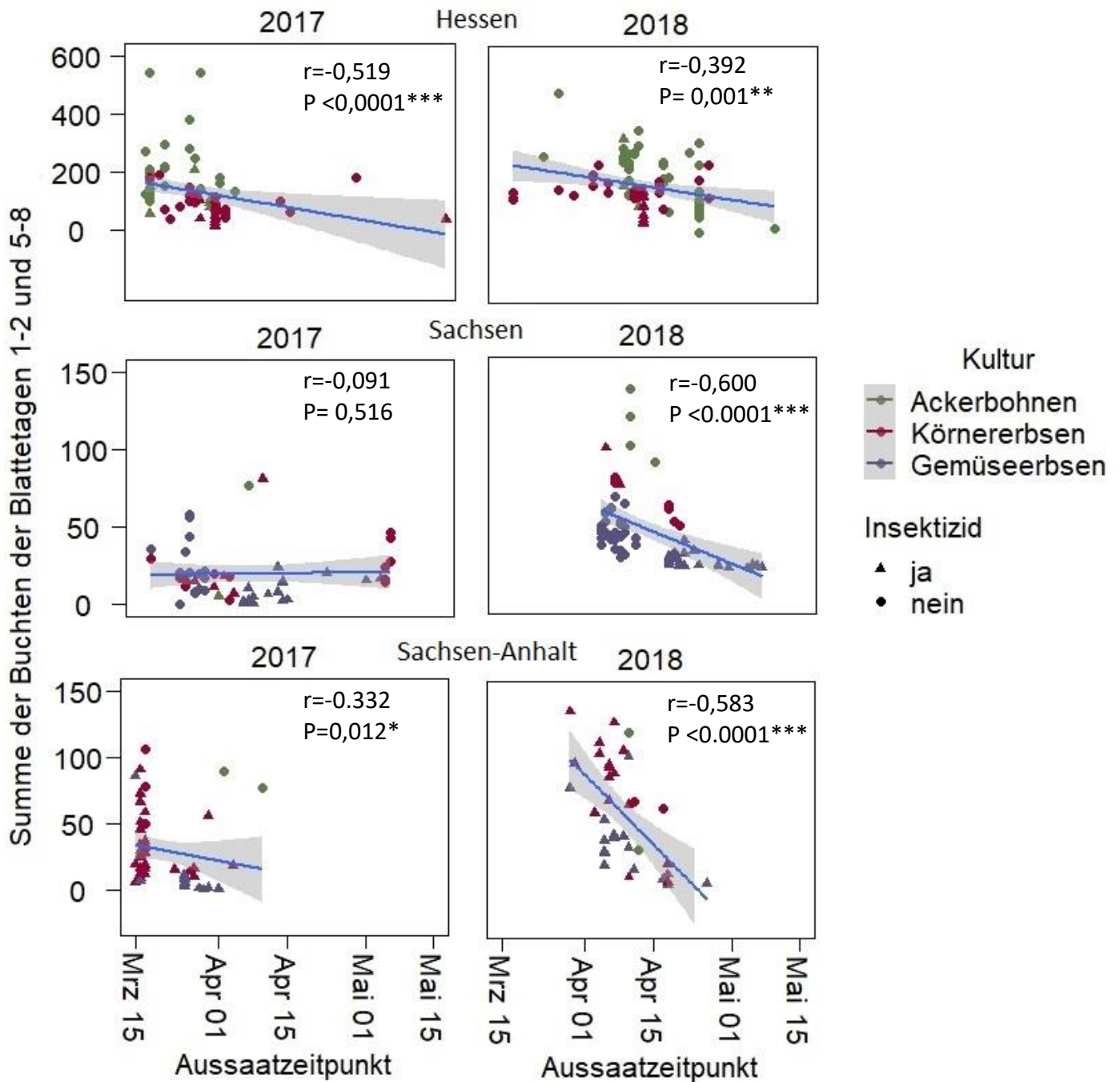


Abbildung 20: Blattrandkäferbefall (Summierte Anzahl der Buchten der Blattetagen 1-2 und 5-8) aller Ackerbohnen- und Erbsenflächen in den Modellregionen Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt, in den Jahren 2017 und 2018, in Abhängigkeit vom Aussaatzeitpunkt. Eingesetzt sind Korrelationsgeraden nach Spearman mit Wahrscheinlichkeiten und dem Korrelationskoeffizient rho). Die insektizidbehandelten Flächen sind als gefülltes Dreieck (▲) dargestellt.

Späte Aussaaten Ende April bis Anfang Mai 2018 wiesen in den Korrelationsauswertungen 2018 sowohl in Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt signifikant verringerte Buchtenfraßwerte auf (Abbildung 20). Hierbei wurde nicht nach Kultur getrennt. In 2017 war dieser Trend jedoch nur undeutlich (Hessen und Sachsen-Anhalt) bis ganz ausbleibend (Sachsen). Auch die

nutzbaren Aussatzzeitfenster waren in 2017 und 2018 witterungsbedingt sehr unterschiedlich. Der Saatbeginn fand 2017 bereits im März statt, während in 2018 auf schweren Böden erst ab April 2018 gesät werden konnte (Abbildung 19). Die Region Hessen wies bei früheren Aussaaten die höchsten Buchtensummen mit >500 Buchten auf. In den vorwiegend insektizidbehandelten Kulturen in Sachsen und Sachsen-Anhalt erreichte das Befallsniveau weniger als 150 Buchten (Abbildung 20).

4.4.4 Auswirkung des Erstbefalls auf den Gesamtbefall

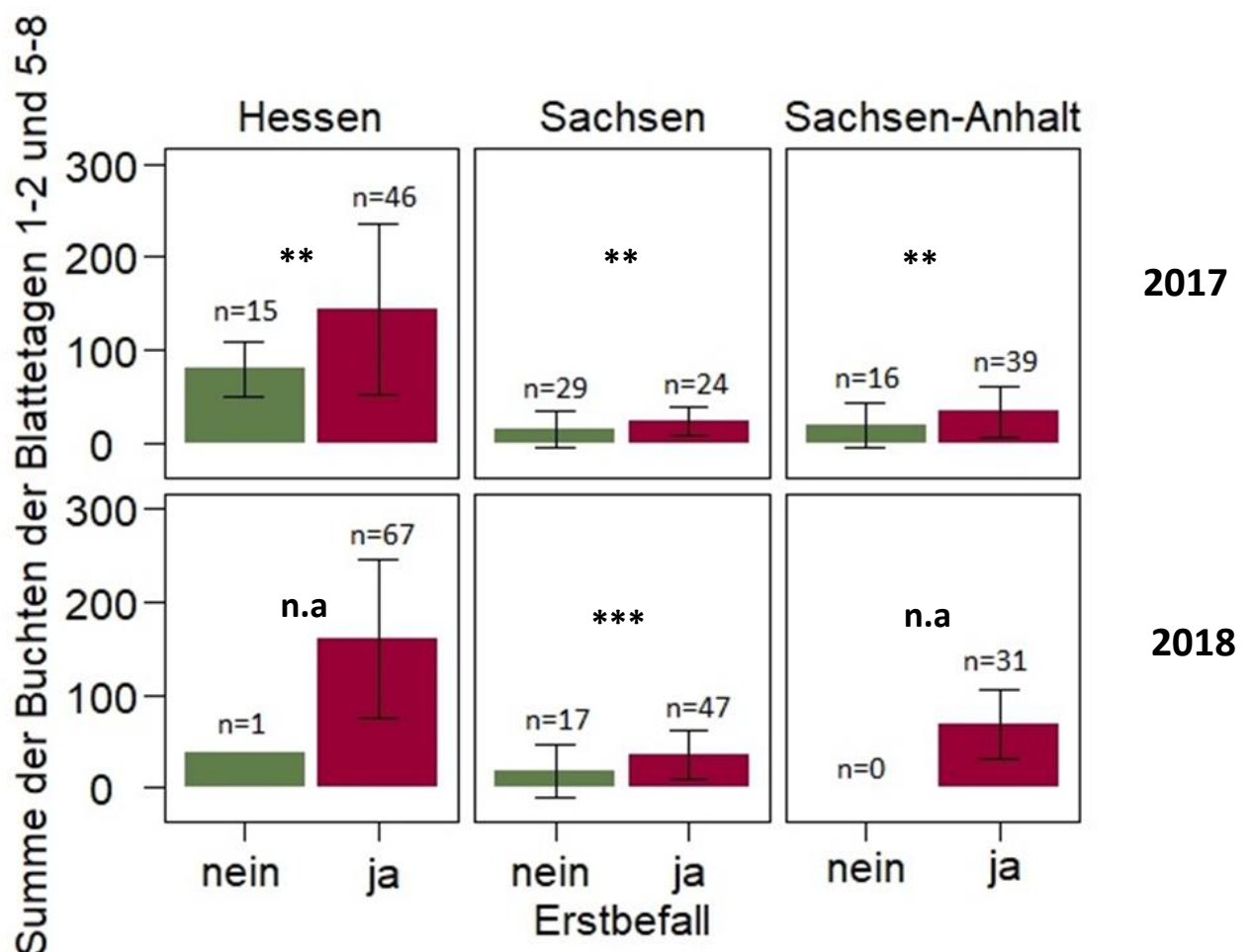


Abbildung 21: Blattrandkäferbefall (Summierte Anzahl der Buchten der Blatttagen 1-2 und 5-8) aller Ackerbohnen- und Erbsenflächen in den Modellregionen Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt, in den Jahren 2017 und 2018, in Abhängigkeit vom Vorhandensein des Blattrandfraßes beim Auflauf (BBCH 9-11). Der Gruppenvergleich wurde mit Hilfe des Kruskal Wallis Tests durchgeführt (Signifikanzniveaus: <0,001***, 0,001-0,01**, 0,01-0,05*, n.a. = nicht auswertbar).

Mit der Erstbefallbonitur auf Buchtenfraß sollte der schlagbezogene Befallsdruck kurz nach Feldaufgang quantifiziert werden. Das Befallsmuster zeigte für alle Standorte ein einheitliches Bild. Flächen der Kategorie Frühbefall „ja“ wiesen, dort wo auswertbar, auch die signifikant

stärkeren Buchtenfraßsymptome zum späteren Boniturtermin auf, während Flächen ohne Frühbefall auch zum späteren Termin weniger befallsexponiert blieben (Abbildung 21). Die Datensätze aus Hessen und Sachsen-Anhalt 2018 waren mangels befallsfreier Flächen (=0, bzw. =1) statistisch nicht auswertbar.

4.5 Erbsengallmücke

4.5.1 Befallsentwicklung

Die Fallenfänge der Jahre 2016-17 bewegten sich mit weniger als 2,5 Mücken je Falle und Woche auf durchgehend niedrigem Niveau, während 2018 an einem Standort bis zu 103 Mücken je Falle in KW 22, im Mittel über alle Flächen 18,6 Mücken je Falle bonitiert wurden (Tabelle 10). Die visuelle Bonitur der Erbsenhaupttriebe auf Larvenbefall ergab auf keiner der Untersuchungsflächen positive Befunde.

Tabelle 10: Anzahl Erbsengallmücken je Pheromonfalle und Kalenderwoche (KW) als Mittelwert aller Erbsenvorjahresflächen je Untersuchungsjahr in den Jahren 2016 (n=2 Flächen), 2017 (n=14 Flächen) und 2018 (n=14 Flächen) in der Modellregion Sachsen-Anhalt.

Jahr/KW	KW18	KW19	KW20	KW21	KW22	KW23	KW24
2016	-	Falle aufgebaut	1,6 ± 0,2 (*)	2,4 ± 0,4	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
2017	Falle aufgebaut	0,0 ± 0,0	0,8 ± 1,0	1,9 ± 2,0	0,4 ± 0,6	1,6 ± 2,0	-
2018	-	Falle aufgebaut	0,0 ± 0,0	1,7 ± 1,8	18,6 ± 22,9	10,0 ± 10,5	2,9 ± 4,8

(*) Mittelwert der wöchentlichen Fangzahlen *C. pisi* über alle Flächen ± Standardabweichung.

5 Synopse: Präventive Stellgrößen und Befall

In Tabelle 11 sind die im Ergebnisteil besprochenen Befallsentwicklungen im Untersuchungszeitraum, sowie die prüfbar präventiven Stellgrößen nach Region und Befallseffekt auf die jeweiligen Schädlinge zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 11: Zusammenfassende Darstellung der qualitativen Entwicklung des Befallsniveaus im Projektzeitraum und der qualitativ befallsreduzierenden Effekte der geprüften präventiven Konzeptbausteine bei den vier Schädlingen in den Modellregionen Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt.

Modellregion	Zielschädling	Befallsentwicklung 2016-2018	Schlagseparierung	Saatzeit	Saatgutqualität	Gesundlagen
Hessen	Ackerbohnenkäfer	↑↑↑ ¹	(-) ²	(-)	++ ²	+ ²
	Erbsenkäfer	↑ ¹	n.a. ³	n.a.	n.a.	n.a.
	Blattrandkäfer	→→→ ¹	+	+	n.a.	(-)
	Erbsengallmücke	- ¹	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Sachsen	Ackerbohnenkäfer	↑↑↑	(-)	(-)	n.a.	n.a.
	Erbsenkäfer	↑↑↑	+	n.a.	n.a.	n.a.
	Blattrandkäfer	↑	(-)	+	n.a.	n.a.
	Erbsengallmücke	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Sachsen-Anhalt	Ackerbohnenkäfer	↑↑↑	(-)	(-)	n.a.	n.a.
	Erbsenkäfer	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Blattrandkäfer	↑	(-)	+	n.a.	n.a.
	Erbsengallmücke	↑	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

¹↑ Schädlingsstatus in den Gewichtungsstufen; ↑↑↑ stark ansteigend, ↑ansteigend, →→→ hohes Niveau gleichbleibend, - wirtschaftlich unbedeutend;

²+ befallsrelevant in drei Gewichtungsstufen ++ stark, + nachweisbar, - Schädlingsstatus bisher unbedeutend, (-) kein Effekt;

³n.a. nicht anwendbar, bzw. nicht auswertbar (unzureichende Datenmächtigkeit).

6 Diskussion

6.1 Ackerbohnenkäfer (*Bruchus rufimanus*)

6.1.1 Befallsentwicklung

In allen drei Boniturjahren und allen Modellregionen stieg der Ackerbohnenkäferbefall kontinuierlich an. Dieser Befallsanstieg wurde offenbar durch langjährigen Ackerbohnenanbau in den Modellregionen sowie den Anstieg der Anbaufläche als Reaktion auf die Einführung der Eiweißpflanzenstrategie und des Greenings (Destatis 2019) gefördert. Das Fehlen von effektiven präventiven Maßnahmen einerseits, sowie die geringen Wirkungsgrade von Insektizidbehandlungen aufgrund der vorwiegend endophytischen Lebensweise der Larven innerhalb der schützenden Hülse andererseits, tragen offenbar zum Befallsanstieg bei (Lehmhus 2018; Pölitz und Reike 2019).

6.1.2 Schlagseparierung

In der grauen Literatur finden sich häufiger Empfehlungen an Landwirte Ackerbohnen möglichst weit entfernt von Ackerbohnenvorjahresschlägen anzubauen (Männel et al. 2019), ohne dass dafür belastbare Quellen für befallsreduzierende Effekte auf Ackerbohnenkäferbefall genannt werden. In der vorliegenden Studie wurden der Einfluss von der Distanz zur Vorjahresfläche (MD), sowie dem Anteil an Ackerbohnenfläche im Vorjahr um die aktuelle Fläche (CAI) auf den Befall untersucht, um Möglichkeiten der Schlagseparierung, als präventiven Ansatz zu eruieren. Weder bei weiten Flächenabständen (über 15 km), noch einem geringen Ackerbohnenanteil als CAI konnte ein verminderter Befall nachgewiesen werden. Grund dafür kann a) eine hohe Migrationsleistung des Schädling, sowie b) eine nicht schlaggenaue Überwinterung sein. Allerdings zeigte sich, dass c) der Anteil an Käfern, die erst nach der Ernte schlüpfen unerwartet sehr hoch sein kann, sodass auch d) ungenügende phytosanitäre Maßnahmen wie offene Transporte, e) nicht hinreichend abgedichtete Lager und f) die Ausbringung von nicht zertifiziertem, käferfreiem Saatgut, unabhängig von der Position der Vorjahresschläge, zur Verbreitung der Insekten im gesamten Boniturgebiet beigetragen haben können. Für eine Beteiligung des Nachschlupfes als „Befallsverstärker“ sprechen die Ergebnisse im Jahr 2016, sowie 2017 mit signifikant niedrigerem Befall bei Schlägen, auf denen Z-Saatgut ausgebracht wurde (Abbildung 14).

6.1.3 Aussaatzeitpunkt

Ein Zusammenhang zwischen Aussaatzeitpunkt und Befall konnte, im Gegensatz zu Feldstudien (Szafirowska 2012) nicht nachgewiesen werden. Ergebnisse von Feldstudien, in

denen der Schädling eine Wahlmöglichkeit zwischen den Parzellen auf dem gleichen Schlag hat, sind nicht direkt auf die Situation in der Praxis übertragbar.

6.1.4 Nebenwirte

Gleichzeitig wurden Wicken als Nebenwirte der Ackerbohnenkäfer in Ungarn beschrieben (Jermy und Szentesi 2003). In Deutschland blieben intensive Befragungen von Saatgutfirmen mit Wickenvermehrung (u. a. pers. Mitteilung Steg 2018, (www.camena-samen.de), pers. Mitteilung Wember 2018 (www.dreschflegel-saatgut.de)) ergebnislos, bis auf einen Einzelfund in Platterbsen (*Lathyrus* sp. (Pölitz und Reike 2018)). Diese könnten ebenfalls zu einem flächendeckenden Vorkommen des Käfers beitragen, was aber bisher nicht belegt ist. Die vorliegenden Indizien für Geringbefall nach Anbaupausen in isolierten Anbaulagen sprechen eher für eine untergeordnete Rolle von Nebenwirten für Starkbefall. Es bleibt also möglich, dass in Gebieten mit nicht etabliertem Ackerbohnenanbau, in denen das Insekt wenig oder nicht verbreitet ist, das Einhalten von Abständen zum langsameren Populationsaufbau und somit zu weniger stark ansteigendem Befall führt. In den gewählten Modellregionen werden Ackerbohnen jedoch seit vielen Jahren angebaut.

6.1.5 Anbaupausen in isolierten Anbaulagen

Der Anbau in einer von Bergen und Wald umrandeten Anbauregion, in der im Vorjahr keine Ackerbohnen ausgesät wurden, konnte den Befall um etwa 30 % deutlich reduzieren, jedoch entgegen der Erwartung nicht hinreichend mindern. Möglich sind weitere unbemerkt gebliebene Befallsquellen, wie Blümmischungen mit einem Ackerbohnen- oder Wickenanteilen als potentielle Nebenwirte (6.1.4), oder kleine private Gartenanlagen. Es bedarf weiteren Wiederholungen des Ansatzes, um eine größere Stichprobe zu bekommen und genauere Aussagen treffen zu können.

6.2 Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum*)

6.2.1 Befallsentwicklung

Der Erbsenkäfer wurde in der Modellregion Hessen im Jahr 2017 das erste Mal während der Projektlaufzeit nachgewiesen. Mittlerweise hat sich der Käfer im gesamten nordhessischen Boniturgebiet ausgebreitet. In Sachsen war der Befall von unter zwei Prozent im Jahr 2017 auf durchschnittlich etwa 14 % im Jahr 2018 angestiegen. Da das potenzielle Erbsenkäferhabitat außer den ausreifenden Körnererbsen auch alle ökologischen und integrierten Gemüseerbsenschläge umfasst, kann davon ausgegangen werden, dass der Befallsdruck sowohl durch den Grünerntetermin als „mechanisches Absammeln“ für Erbsenkäferlarven, als auch durch Direktbekämpfung auf fast allen integrierten Flächen, den regionalen

Befallszuwachs insgesamt und damit auch das Befallsniveau sonst unbehandelter Schlägen beeinflusst hat.

6.2.2 Schlagseparierung

Da die Befallszahlen in Nordhessen bisher gering waren, konnte keine räumliche Analyse durchgeführt werden. Auch für die Modellregion in Sachsen konnte kein Zusammenhang zwischen der Distanz zur Vorjahresfläche und einer Befallsreduktion ermittelt werden. Dies ist in erster Linie fehlenden Daten zuzuordnen, da in Sachsen Gemüseerbsen gegenüber Körnererbsen bevorzugt angebaut werden und erstere zur Grünernte noch keinen sichtbar bonitierbaren Käferlarvenbefall aufweisen (Tabelle 2). Die maximalen Abstände zu den Vorjahresschlägen sind jedoch, im Vergleich zu den Ackerbohnen in Sachsen-Anhalt deutlich geringer (Abbildung 10). Aussagen können nur im Rahmen dieser Voraussetzungen getroffen werden. Signifikant war allerdings der Zusammenhang zwischen dem Anteil der Erbsenvorjahresfläche und dem Befall im Jahr 2018 ab einem Umkreis von 4 km und 5 km. Auf Grund des hohen Nachschlupfanteils sind auch im Fall des Erbsenkäfers phytosanitäre Maßnahmen nach der Ernte von großer Bedeutung für die Ausbreitung des Schädlings. Der signifikante Zusammenhang zwischen CAI und Befall, der beim Ackerbohnenkäfer nicht nachgewiesen werden konnte, könnte zum einen damit erklärt werden, dass der Erbsenkäfer im Gegensatz zum Ackerbohnenkäfer als strenger oligophag gilt und der einzige bisher beschriebene Wirt *Pisum sativum* ist (Hardie und Clement 2001; Jermy und Szentesi 2003). Im Gegensatz zum Ackerbohnenkäfer, der schon im ersten Boniturjahr auf allen Ackerbohnenflächen in Hessen verbreitet war und auf den meisten Flächen ein hoher Befall zu verzeichnen war, war der Erbsenkäfer bisher weniger stark in Sachsen etabliert. Wie für die Befallsentwicklung muss auch für den Faktor Schlagseparierung berücksichtigt werden, dass etwa die Hälfte der Schläge gegen den Erbsenwickler behandelt wurde (Tabelle 2). Diese Direktmaßnahme werden auch eine Nebenwirkung auf den Erbsenkäferbefall gehabt haben und können in Kombination mit Geringbefall an den wenig konsistenten CAI-Berechnungen für 2017 beteiligt gewesen sein (Tabelle 7).

6.3 Blattrandkäfer (*Sitona lineatus*)

6.3.1 Befallsentwicklung

Im Frühjahr nutzen Blattrandkäferimagines Körnerleguminosen als Reproduktionsort und führen den charakteristischen Buchtenfraß an Erbsen und Ackerbohnen durch (<http://www.demoneterbo.agrarpraxisforschung.de/index.php?id=154>). Allein vom Buchtenfraß unter kontrollierten Bedingungen in Labor oder auch im Feld (Jaworska 1992, 1998) können keine direkten Rückschlüsse auf Wirtspräferenz unter Praxisbedingungen, Fertilität oder

resultierende wirtschaftliche Schäden gezogen werden, zumal der eigentlich ertragswirksame Larvenschaden an den Knöllchen von weiteren Faktoren der Wirtspflanze-Boden-Interaktion abhängt (Lohaus und Vidal 2010). Die empirischen Buchtenfraßunterschiede an Erbsen- und Ackerbohnen-Fiederblättern sind somit nicht als gestufte Wirtspräferenzen bei Ackerbohnen, Körner-, Gemüse-, Wintererbsen aufzufassen. Im vorliegenden Projekt wurde das Buchtenfraßschadbild lediglich als visuelles Indiz für Käferpräsenz im Bestand herangezogen. Methodisch wird das Buchtenfraßschadbild kulturartenübergreifend, unter Ausblendung möglicher Sortenunterschiede betrachtet und alle beprobten Flächen wurden zunächst als gleichrangig nutzbares Blattrandkäferhabitat angesehen.

In Hessen war der Befall mit Spitzenwerten von >500 Fraßbuchten aufgrund überwiegenden Insektizidverzichts in allen Kulturen am höchsten. Wintererbsen unterschieden sich im durchschnittlichen Befallsbild nicht von Sommererbsen. Ackerbohnen hatten zwar die höchsten Buchtenfraßzahlen, sind deshalb aber nicht als präferiert gegenüber Erbsen einzustufen, da in Hessen häufiger entweder arrondiert Ackerbohnen, oder Erbsen angebaut wurden und keinesfalls von „gleichmäßig durchmischten Anbauverhältnissen“ im Landnutzungsmosaik ausgegangen werden kann (vergl. 6.3.2; (Abbildung 1).

In Sachsen und Sachsen-Anhalt war der durchschnittliche Blattrandkäferbefall trotz teilweise intensiver Insektizidbehandlungen über die Jahre angestiegen. Auch bei diesem Schädling kann der Befallsanstieg zum Teil durch den Anstieg der Flächendichte von Erbsen und Ackerbohnen (Destatis 2019) erklärt werden. Gemüseerbsen wiesen, sowohl in Sachsen, als auch in Sachsen-Anhalt einen durchgehend niedrigeren Befall als Sommer-, Wintererbsen und Ackerbohnen auf, was auch auf die gezielte Insektizidbehandlung gegen Blattrandkäfer auf 50 % der Flächen in Sachsen und fast 90 % in Sachsen-Anhalt in dieser Kultur zurückzuführen sein wird.

6.3.2 Schlagseparierung

Die räumliche Analyse zeigte in Hessen einen schwachen Zusammenhang zwischen MD und dem Ackerbohnenbefall (Abbildung 19). Demnach scheinen in Hessen räumlich höher konzentrierter Anbau Starkbefall im Folgejahr zu begünstigen, was auch als Indiz für die Nutzung vorjahresflächennaher Überwinterungsorte spricht (Dickler 1968; Stein 1969, 1999). So überwintern die Käfer zwar nicht schlaggenau, sollen aber in nahegelegene mehrjährige Klee gras-, Luzerne, (Winter-)wickenbestände (Jackson 1920; Hans 1959b) bevorzugt zu Fuß einwandern (Hans 1959a; Blight und Wadhams 1987; Hamon et al. 1987a).

Da das Blattrandkäferhabitat Ackerbohnen und Erbsen umfasst, könnte man von den Flächenzahlen her (Tabelle 2) geringere durchschnittliche Flächenabstände als bei den reinen

Ackerbohnen- bzw. Erbsenschädlingen erwarten (Abbildung 9, Abbildung 10). Zwar stünde *S. lineatus* dadurch mehr Anbaufläche als Reproduktionsort zu Verfügung, insbesondere in der Modellregion Hessen, jedoch tauschten sich Ackerbohnen und Erbsen in der Fruchtfolgestellung eher als größere Anbaucuster aus, als dass gemischte Anbaukonstellationen entstanden (Abbildung 1), weshalb sich die durchschnittlichen MD-Werte weniger verminderten.

In Sachsen und Sachsen-Anhalt mit vorwiegenden Insektizidbehandlungen gegen Blattrandkäfer (Tabelle 2) war dieser Zusammenhang bei dementsprechend geringerem Befallsniveau und eingeschränkter Interpretationsmöglichkeit in keiner der Kulturen absicherbar. Ebenfalls waren die Flächendichten hier noch höher, so dass größere Abstände zwischen Vorjahresschlägen und aktuellen Schlägen nicht realisiert wurden und auch nicht überprüft werden konnten.

6.3.3 Aussaatzeitpunkt

Später ausgesäte Schläge wiesen in der vorliegenden Studie eine Tendenz zu niedrigeren Buchtenfraßwerten auf, insbesondere in Sachsen und Sachsen-Anhalt in 2018, aber weniger in allen drei Modellregionen in 2017. Eine Erklärung dafür kann die weitgehend abgeschlossene Verteilung der Individuen auf solchen Flächen mit früherem Feldaufgang sein, sodass später gesäte Flächen von weniger Individuen angefliegen und damit weniger befallsexponiert waren. Dafür sprechen insbesondere die höheren Befallswerte bei frühem „Erstbefall“ (Abbildung 21).

Eingeschränkt werden muss dieser Befund aufgrund von Insektizidanwendungen in Sachsen und Sachsen-Anhalt, was zur Maskierung potenziell höherer Befallswerte im Korrelationsergebnis geführt haben könnte. Außerdem wichen die witterungsbedingten Aussaatzeitfenster 2017, 2018 stark voneinander ab: Früh abgetrocknete Böden und frühe Saatmöglichkeit im Jahr 2017, lange Winterfeuchte und einheitlich späte Aussaat im April 2018 und gleichzeitig Wegfall späterer Aussaatzeitpunkte (Sachsen-Anhalt 2017, 2018, Abbildung 19), welche dementsprechend nicht bewertet werden konnten. Trotz der genannten Einschränkungen decken sich die saatzeitbedingten Befallsmuster in den Modellregionen mit kanadischen Studien, die eine geringere Befallsexposition und der Schadwirkung durch den Blattrandkäfer für Spätsaaten postulieren (Hamon et al. 1987b).

6.4 Erbsengallmücke

Seit den Kalamitätsjahren in Sachsen-Anhalt (Randel 2007; Pflughöft et al. 2010) waren die Fangzahlen im Boniturgebiet von <3 Mücken je Woche und Falle gemessen am Bekämpfungsrichtwert von wöchentlich 500 Mücken pro Pheromonfalle als Schwachbefall

einzustufen. Larvenbefall war bei dem begrenzten Stichprobenumfang der Haupttriebbonitur nicht nachweisbar. Ob seit 2018 wieder eine Trendumkehr in Richtung Befallszunahme eingeleitet ist und/oder abiotische Bedingungen (trockene Bodenkrume zur Zeit des Mückenschlupfes) sich befallsmindernd auswirkten, bleibt abzuwarten. Die erfolgreiche Einführung der Eiweißpflanzenstrategie und des Greenings seit 2014 (Destatis 2019) sollten allmählich steigenden Befallsdruck begünstigt haben, wenn auch mit zeitlicher Verzögerung.

Die angedachte räumlich-, zeitliche Befallsanalyse konnte im gegebenen Projektzeitfenster bei Schwachbefall nicht sinnvoll durchgeführt werden. Die Erbsengallmücke kann aber weiterhin als prädestinierter Schädling für eine präventive Anbauplanung über Schlagseparierung angesehen werden, da schweizer (Kutter 1936) und schwedische Studien (Husås 1945; Jönsson 1988) von Anbauabständen um ca. 2 km berichten.

7 Angaben von voraussichtlichen Nutzern und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Projektergebnisse zur allgemeinen Befallsentwicklung der vier Schädlinge und die präventiven Konzeptbausteine Anbauabstand und Aussaatzeiteffekte sind aufgrund des partizipativen Ansatzes von allen Betriebsleitern der Modellregionen mit großem Interesse und unter engagierter Mitwirkung wahrgenommen worden. Die kontinuierliche Einbindung der Betriebe hat auch zum durchgehend sehr konstruktiven Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen Forschung und Praxis beigetragen.

Da wesentliche Grundvoraussetzungen zur Risikobewertung nicht ohne weiteres der Fachliteratur zu entnehmen waren, sind die Risikobewertungen in WP1 als erster Probelauf für die Entwicklung weiterführender Befallsprognosemöglichkeiten für die bearbeiteten Schädlinge aufzufassen.

Bezüglich des **Ackerbohnenkäfers** wurde die Verwendung von Z-Saatgut als wichtige Stellgröße zur Befallsminderung belegt, während die in der grauen Literatur verbreiteten Meldungen zu kritischen Anbauabständen sich nicht erhärten ließen, was auch ein wichtiges Ergebnis darstellt. In der Modellregion Hessen wird das Konzept „Gesundlagen“ in isolierten Waldenklaven, welches in 2018 zunächst ein nur moderates Ergebnis lieferte, in 2019 aufseiten der Praktiker mit großem Interesse weiterverfolgt. Auch bei eingeschränkter Generalisierbarkeit, wäre die gezielte Nutzung von Waldenklaven ein in Einzelfällen wirtschaftlich sehr interessanter Ansatz zur Befallsminderung.

Auch für den **Blattrandkäfer** konnten belastbare Ergebnisse zum Risikofaktor Anbauabstand und Aussaatzeit bezüglich des Imaginesbefalls erarbeitet werden. Trotz weiterer vorhandener

Kenntnislücken zur Wirtspräferenz und der generellen Ertragswirksamkeit von Blattrandkäferbefall sollten als Fernziel besonders risikobehaftete Anbaukonstellationen über Aussaatzeit und Schlagdistanz prinzipiell prognostizierbar sein.

Die Datensätze zum **ErbSenkäfer**- und **ErbSengallmückenbefall** sind für Praktiker und Beratung zu Lagebeurteilung von hohem Stellenwert. Ersterer hat insbesondere in Sachsen sehr stark an Bedeutung gewonnen.

Insgesamt hängt die Bewertung des Ansatzes „Schlagseparierung“ von Anbaukonstellationen mit hinreichenden weiten Schlagentfernungen ab. Diese waren seit Einführung der Eiweißpflanzenstrategie nicht für jeden Schädling, wie noch zum Zeitpunkt der Antragstellung angedacht, verfügbar. Auch der maskierende Effekt von Insektizidbehandlungen muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Die wertvollen Betriebsleiterauskünfte zu schlaggenauen Pflanzenschutzmaßnahmen eröffnen jedenfalls die grundsätzliche Möglichkeit die zusätzlichen Einflußgrößen „integriert behandelt“, bzw. „integriert- & ökologisch unbehandelt“ in den Risikobewertungen differenziert zu betrachten. Da aber der jeweilige Schädlingsstatus eine Konsequenz aus Anbaumuster und allen Pflanzenschutzmaßnahmen in einem gegebenen Landnutzungsmosaik darstellt, kann den vorliegenden Risikobewertungen (Tabelle 11) dennoch ein hoher, regional-spezifischer Aussagewert zugesprochen werden.

Von einer vorzeitigen Erstellung von Merkblättern für den Wissenstransfer wird derzeit abgesehen, damit die Ergebnisse der im BÖLN fortgeführten Untersuchungen aus 2019 als Praktikerinformation mit bewertet werden können.

8 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Im Projektfokus standen vier Schädlinge der SchädlingSGilde in Ackerbohnen und Erbsen, für die eine Befallsrisikobewertung im räumlich-, zeitlichen Anbaugeschehen für drei Modellregionen, mit unterschiedlichen Anbaumustern vorzunehmen war. Anhand dieser Daten sollten die Möglichkeiten einer präventiven Anbauplanung zur Befallsminderung abgeschätzt werden. Die zu bewertenden Stellgrößen waren Flächenabstand, Aussaatzeitpunkt, Saatgutqualität und Anbaupausen, in Abhängigkeit von der Biologie der Schädlinge und sind in Tabelle 11 zusammenfassend dargestellt.

- **Ackerbohnenkäfer:** Bei stetig gestiegenem Befall in allen Regionen, war in Hessen über die Verwendung von käferbehandeltem Z-Saatgut der Käfernachsclupf in angesäten Flächen gemindert, was geringeren Befall im Erntegut zur Folge hatte. Dieser Effekt wird auch in anderen Regionen nutzbar sein, für Sachsen und Sachsen-Anhalt waren die

auswertbaren Flächenzahlen aber für den empirischen Beleg lediglich zu gering. Entgegen der Erwartung waren keine Einflüsse der Stellgröße Flächenabstand nachweisbar. Auch Saatzeiteffekte blieben aus. Ein erster Probelauf in potenziellen Gesundlagen, mit vorheriger Anbaupause für Ackerbohnen und Aussaat von käferfreiem Saatgut erbrachte in Hessen ein vorläufig moderates Ergebnis, welches in einer analogen Anbaukonstellation 2019 weiter abzusichern ist.

- **Erbsenkäfer:** Der Schädlingsstatus stieg insbesondere in Sachsen stark, in Hessen leicht an, während in der Saaterbsen-Vermehrungsregion Sachsen-Anhalt bisher befallsfrei blieb. Schlagseparierung für Körnererbsen wirkte sich in Sachsen nachweislich befallsmindernd aus.
- **Blattrandkäfer:** Das Befallsniveau „Buchtenfraß“ in Ackerbohnen und Erbsen lag in Hessen auf insgesamt höherem Niveau als in Sachsen und Sachsen-Anhalt, da in den letzten beiden Regionen Insektizidanwendungen gegen Blattrandkäfer eher die Regel als die Ausnahme waren. In Hessen konnten sowohl für den Faktor Schlagseparierung, als auch für den Faktor Aussaatzeit befallsvermindernde Effekte abgesichert werden. Der Faktor Aussaatzeit zeigte nach Region und nach Jahr stark abweichende Effekte, was sich über witterungsbedingt sehr unterschiedlich nutzbare Saatzeitfenster der Jahre 2017 und 2018 erklären ließ.
- **Erbsegallmücke:** Für deren Schädlingsstatus wurde nur in Sachsen-Anhalt ein Flug- und Befallsmonitoring durchgeführt. Bis auf die seit 2018 erstmals wieder steigenden Fangzahlen in Pheromonfallen war noch keine Auswirkung auf das Befallsniveau bei den Triebbonituren in Erbsenbeständen nachweisbar, weshalb keine Risikobewertung vorgenommen werden konnte. Sollte es wieder zu Kalamitätsentwicklungen wie in den Vorjahren kommen, wäre die Erbsengallmücke mit begrenzter Migrationsfähigkeit für den Ansatz der Schlagseparierung weiterhin ein prädestinierter Zielschädling.

Zusammenfassend wiesen die überprüften Stellgrößen bei Blattrandkäfer und Erbsenkäfer grundsätzliches Anwendungspotenzial für eine präventive Anbaustrategie zur Schadensminderung auf. Aufgrund der seit 2015 deutlich gestiegenen Anbauhäufigkeit von Ackerbohnen und Erbsen wurden im gegebenen Projektzeitfenster kaum noch weite Anbauabstände >5 km wie vor Einführung der Eiweißpflanzenstrategie realisiert. Dass auch bei diesen vorherrschend geringen Schlagentfernungen überhaupt signifikant befallsreduzierende Wirkungen als Projektziel festgestellt wurden, erklärt sich über das jeweilige räumlich zeitliche Ausbreitungsverhalten der Schädlinge. Insbesondere für Blattrandkäfer wurde indirekt über das Kriterium „Ersteintreffen“ an aktuellen Schlägen nachgewiesen, dass die am Frühbefall beteiligten Imagines auch in diesen Flächen verbleiben,

sodass später gesäte Flächen teils nur zu einem Bruchteil befallsexponiert waren (Abbildung 20, Sachsen-Anhalt 2018).

Eine wesentliche Einschränkung für die Interpretation und Generalisierung der Befallsdaten stellt die in Hessen gegenüber Sachsen und Sachsen-Anhalt stark unterschiedliche Pflanzenschutzpraxis bezüglich der Insektizidanwendungen dar. Insbesondere in Sachsen-Anhalt galten für Gemüseerbsen-Vermehrter strengere Vorgaben (0%-Toleranz) seitens einzelner Züchterhäuser (persönliche Mitteilung LLG) als in den anderen Regionen (Tabelle 2, Tabelle 9). Durch die Insektizideinwirkung wurden risikobehaftete Anbaukonstellationen mit Sicherheit unterbewertet und dies wirkte sich auf alle folgenden Auswertungsschritte aus. Trotzdem sind die Datensätze und Streuungen für jede Modellregion als intern stimmig und repräsentativ zu werten. Verbreitete Direktbekämpfung macht auch Auswirkungen auf den regionalen Befallsdruck wahrscheinlich, so dass auch die wenigen unbehandelten Schläge in Sachsen-Anhalt insgesamt geringeren Befall gezeigt haben werden. Somit lieferte die Modellregion Hessen für die Aspekte Schädlingsbiologie, Habitatnutzung aufgrund kaum verbreiteter Insektizidanwendung, die am wenigsten verfälschten Basisdaten.

Auch wenn eine Übertragbarkeit der Ergebnislage nur für Regionen mit ähnlichem Erbsen-, Ackerbohnenanbaumuster und vergleichbarem Pflanzenschutzregime empfohlen wird, stellen die mehrjährigen Ergebnisse eine wertvolle Referenz für Beratung, Praxis und zukünftige Folgeuntersuchungen für Ackerbohnen und Erbsen im Landnutzungs mosaik dar.

Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Ackerbohnenkäfer: Die Nutzung waldumschlossener hessischer Anbaulagen ist weiter Untersuchungsgegenstand und wird in Saison 2019 fortgeführt. Auch die Beprobung potenziell bedeutender Nebenwirte (Wicken, Platterbsen) wird mit stichprobenartigen Erhebungen in der Begleitvegetation und in landwirtschaftlichen Kulturen weiterverfolgt und geschieht in Kooperation mit analogen Aktivitäten in Sachsen (Pölitz und Reike 2018, 2019). Aufgrund der bundesweiten Problemdringlichkeit des Ackerbohnenkäfers und des hohen Stellenwertes, den die Nebenwirtsfrage für die Entwicklung präventiver Anbaustrategien hat, werden a) ein gezieltes Monitoring auf Nebenwirte von Kulturen- und Begleitpflanzenarten und b) Tests unter kontrollierten Bedingungen empfohlen, um mögliche Präferenzprägungen des Ackerbohnenkäfers prüfen zu können, was im bisherigen Umfang nicht im verlängerten Projekt WP1 zu leisten ist.

Blattrandkäfer: Die WP1-Buchtenfraß-Risikobewertung als Imagines Ankunft im Bestand ließ sich anhand der Stellgrößen Saatzeit und Anbauabstand in diesen Probeläufen abbilden.

- Das eigentliche Wissensdefizit - die Ertragswirksamkeit von Blattrandkäferbefall - sollte als WP2 je nach Anbaukonstellation und Anbautechnik bis in das Bodenkompartment weiterverfolgt werden, was auch die Einbeziehung der Interaktionen (Knöllchenfraß X Bodenpathogene) im Boden unter kontrollierten Bedingungen erforderlich machen wird. Damit könnten die bisher gültigen Bekämpfungsrichtwerte der Warndienste überprüft und besser als bisher abgesichert werden.
- Da die wesentlichen Grundvoraussetzungen für prognostizierbare Blattrandkäfer-Befallsrisiken grundsätzlich erfüllt zu sein scheinen und sich auch in den empirischen Befallsmustern widerspiegeln, sollten zukünftige Arbeiten auch die vermuteten Überwinterungshabitate georeferenziert analysieren, mit Fokus auf ackerbohnen- und erbsennahes Grünland mit Klee- und Luzerneensaat. Grundsätzlich wird es möglich sein auch die bereits vorliegenden Datensätze nachträglich um leguminosenhaltige Grünlandstandorte als Überwinterungshabitat und damit „Geberfläche“ zu ergänzen und auszuwerten.

Für diese Erhebungen könnte die Modellregion Hessen als Untersuchungsschwerpunkt genutzt werden, da diese Anbauregion sowohl vergleichbar vielen Erbsen- als auch Ackerbohnenflächen im Anbaumosaik vorhält und hier bisher die geringste Überlagerung mit Direktbekämpfung zu erwarten ist.

9 Zusammenfassung

Das Verbundprojekt analysierte das Befallsgeschehen von vier Schädlingen in Erbsen (*Pisum sativum* L.) und Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) in ausgewählten Anbauregionen Hessens, Sachsens und Sachsen-Anhalts und erprobte räumlich-, zeitliche Risikobewertungen. Der Befall von Ackerbohnenkäfer (*Bruchus rufimanus* L.), Blattrandkäfer (*Sitona lineatus* L.), Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.) und Erbsengallmücke (*Contarinia pisi* Winn.) wurde in den Modellregionen von jeweils ca. 30 km Durchmesser auf allen Praxisflächen über drei Anbauzyklen von 2016 bis 2018 georeferenziert erfasst. Die zu bewertenden pflanzenbaulichen Stellgröße war der Flächenabstand zur nächstgelegenen Vorjahresfläche in Synergie mit Saatzeiteffekten bzw. Anbaupausen und Saatgutqualität entsprechend der jeweiligen Biologie der Schädlinge. Es waren starke Anstiege des Befallsniveaus von Ackerbohnen- und Blattrandkäfer in allen Regionen festzustellen. Auch der Erbsenkäferbefall nahm in Sachsen stark zu und trat auch auf mehreren Schlägen in Hessen auf, während die wirtschaftliche Bedeutung der bisher auf Sachsen-Anhalt beschränkten Erbsengallmücke (*Contarinia pisi* Winn.) zwar tendenziell zunehmende Flugaktivität aufwies, aber bisher unauffällig blieb. Für den Blattrandkäfer führten weite Anbauabstände zur nächstgelegenen Vorjahresfläche zu tendenziell sinkenden Befallswerten, insbesondere in Hessen mit dem vergleichsweise höchsten Befallsniveau. Je nach Region und Jahr zeigte auch der Faktor Aussaatzeit bei späten Terminen überwiegend signifikant abfallende Buchtenfraßwerte, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung, was mit den unterschiedlich engen bzw. weiten Saatzeitfenstern in 2017 und 2018 in Zusammenhang steht. Für den Ackerbohnenkäferbefall waren keine Einflüsse der Stellgröße Flächenabstand nachweisbar und auch Saatzeiteffekte blieben aus. Dass nicht-käferbehandeltes Saatgut eine bisher unterschätzte Befallsquelle darstellt, konnte für Hessen über den signifikant hohen Nachschlupf lebender Käfer nach der Aussaat belegt werden. Ein weiterer präventiver Ansatz, waldumschlossene „Gesundlagen“ mit vorheriger Anbaupause für Ackerbohnen zur Befallsreduzierung zu nutzen, wurde in einem ersten Probelauf in Hessen 2018 mit vorläufig moderatem Ergebnis bestätigt und wird in 2019 weiter geprüft. Trotz wesentlicher Einschränkungen, dass a) weite Schlagdistanzen seit der Einführung der Eiweißpflanzenstrategie nur noch bedingt vorgefunden und bewertet werden konnten und b) vorherrschende Insektizidanwendungen in den traditionellen Erbsenanbaugebieten Sachsen-Anhalts und Sachsens die Befallsergebnisse der Schädlingsgilde sowohl auf integrierten Einzelflächen, als auch insgesamt reduziert haben könnten, ergaben die Risikoanalysen der regionalen Anbaumuster insbesondere für den Blattrandkäferbuchenfraß, dass Starkbefall über eine gezielte Anbauplanung mit weiten Flächenabständen und späteren Saatterminen präventiv entgegengewirkt werden kann.

Literaturverzeichnis

- Blight, M. M.; Wadhams, L. J. (1987): An aggregation pheromone of *Sitona lineatus*. In: *J.Chem.Ecol.* 13, S. 733–739.
- BMEL (2016): Protein Crop Strategy. Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL). Online verfügbar unter http://www.bmel.de/EN/Agriculture/Plants/_Texte/Eiweisspflanzenstrategie.html.
- Destatis (2019): Feldfrüchte und Grünland. Ackerland nach hauptfruchtgruppen und Fruchtarten. Hg. v. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/ackerland-hauptfruchtgruppen-fruchtarten.html>, zuletzt geprüft am 05.04.2019.
- Dickler, E. (1968): Untersuchung zur Besiedlung von wiesennahen Leguminosenkulturen durch Rüsselkäfer. In: *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 55, S. 129–192.
- Doré, T.; Meynard, J. M. (1995a): On-farm analysis of attacks by the pea weevil (*Sitona lineatus* L.; Col., Curculionidae) and the resulting damage to pea (*Pisum sativum* L.) crops. In: *Journal of Applied Entomology* (119), S. 49–54. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1995.tb01242.x>.
- Doré, T.; Meynard, J. M. (1995b): On-farm analysis of attacks by the pea weevil (*Sitona lineatus* L.; Col., Curculionidae) and the resulting damage to pea (*Pisum sativum* L.) crops. In: *Journal of Applied Entomology* 119, S. 49–54.
- DWD (2019): Vieljährige Mittelwerte. Wetter und Klima aus einer Hand. Hg. v. Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Deutscher Wetterdienst, Frankfurter Straße 135, 63067 Offenbach. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/vielj_mittelwerte.html, zuletzt geprüft am 30.05.2019.
- Girsch, L.; Cate, P. C.; Weinhappel, M. (1999): A new method for determining the infestation of field beans (*Vicia faba*) and peas (*Pisum sativum*) with bean beetle (*Bruchus rufimanus*) and pea beetle (*Bruchus psiorum*). In: *Seed science and technology* 27, S. 377–383.
- Hamon, N.; Bardner, R.; Allen-Williams, L.; Lee, J. B. (1987a): Flight periodicity and infestation size of *Sitona lineatus*. In: *Annals of Applied Biology* 111, S. 271–284.
- Hamon, N.; Bardner, R.; Allen-Williams, L.; Lee, J. B. (1987b): Flight periodicity and infestation size of *Sitona lineatus*. In: *Annals of Applied Biology* 111, S. 271–284.
- Hans, H. (1959a): Beiträge zur Biologie von *Sitona lineatus* L. In: *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 44 (4), S. 343–386.
- Hans, Heidewig (1959b): Beiträge zur Biologie von *Sitona lineatus* L. In: *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 44, S. 343–386.

- Hanski, I. (1989): Metapopulation dynamics: Does it help to have more of the same? In: *Tree* 4, S. 113–114.
- Hardie, C. Darryl; Clement, Stepehn L. (2001): Development of bioassays to evaluate wild pea germplasm for resistance to pea weevil (Coleoptera: Bruchidae). In: *Crop Protection* 20, S. 517–522.
- Hoffmann, G. M.; Schmutterer, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 2. Aufl.: Ulmer.
- Husås, O. (1945): Ertegallmyggen. In: *Tidsskr. Norske Lanbr.* 3, S. 123–137.
- Jackson, Dorothy J. (1920): Bionomics of Weevil of the Genus *Sitona injurious* to leguminous Crops in Britain. In: *Annals of Applied Biology* 71, S. 269–298.
- Jaworska, M. (1992): Über den Befall einjähriger Leguminosen durch den Erbsenrüsselwurm *Sitona lineatus* L. (Col., Curculionidae). In: *Anzeiger für die Schädlingskunde, Pflanzenschutz Umweltschutz* 65, S. 70–72.
- Jaworska, M. (1998): The laboratory preference of annual legumes by pea weevil *Sitona lineatus* L. (Col., Curculionidae) and their effect on susceptibility of weevils to entomogenous nematodes. In: *Journal of Invertebrate Pathology* 71, S. 248–250.
- Jermý, Tibor; Szentesi, Árpád (2003): Evolutionary aspects of host plant specialisation – a study on bruchids (Coleoptera: Bruchidae). In: *Oikos* 101, S. 196–204.
- Johnson, C. G. (Hg.) (1969): Migration and dispersal of insects by flight. London: Methuen & Co. Ltd.
- Jönsson, B. G. (1988): An ecological approach to management of the pea midge, *Contarinia pisi* (Winn.), in vining peas [crop scheduling]. In: *Växtskyddsrapporter. Avhandlingar* 17, S. 113.
- Koul, O.; Cuperus, G.; Elliott, N. (2008): Areawide pest management, Theory and implementation. Oxfordshire, UK: CAB International.
- Kutter, H. (1936): Die Bekämpfung der Konservenerbsenschädlinge im St. Gallischen Rheintale. Untersuchungsbericht 1935. In: *Bericht der Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil* 50, S. 80–102.
- Lehmhus, Jörg (2018): Ackerbohnenkäfer- ist eine erfolgreiche Bekämpfung mit Dropleg- Technik möglich. In: Julius-Kühn-Institut (Hg.): 61. Deutsche Pflanzenschutztagung. Herausforderung Pflanzenschutz - Wege in die Zukunft, 11.-14. September 2018, Universität Hohenheim. Kuzrfassungen und Vorträge. Hohenheim: Julius-Kühn-Archiv (461), S. 111.
- Lohaus, K.; Vidal, S. (2010): Abundance of *Sitona lineatus* L. (Col., Curculionidae) in peas (*Pisum sativum* L.): Effects on yield parameters and nitrogen balance. In: *Crop Protection* 29, S. 283–289.
- Männel, Milan; Schäfer, Bernhard Carl; Haberlah-Korr, Verena (2019): Leitlinien des Integrierten Pflanzenschutzes im Anbau von Ackerbohne, Körnererbse, Sojabohne und Süßlupinen. Stand Februar 2019. Hg. v. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. Online verfügbar

- unter <https://www.ufop.de/presse/aktuelle-pressemitteilungen/ufop-reicht-leitlinien-des-integrierten-pflanzenschutzes-im-anbau-von-ackerbohne-koernererbse-sojabohne-und-suesslupinen-ein/>, zuletzt geprüft am 04.04.2019.
- Nicolaisen, W. (1928): Der Erbsenwickler, *Grapholita (Cydia, Laspeyresia) sp.*, sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Erbsensorten. PhD Thesis. Kühn Archiv, 19, Halle/S., 195-256.
- Pedigo, L. P. (2009): Ecological management of the crop environment. In: L. P. Pedigo und M. E. Rice (Hg.): Entomology and Pest Management. 6 edn.: Prentice Hall, S. 335–366.
- Pflughöft, O.; Schäfer, B. C.; Tiedemann, A.; Saucke, H.; Wolff, C. (2010): Pilzkrankheiten und Schädlinge bei Körnerfuttererbsen: Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V (2).
- Pimentel, D. (1978): Ecological Basis for the Management of Insect Populations. In: *Oikos* 30 (3), S. 422–437.
- Pimentel, D. (1991): CRC Handbook of Pest Management in Agriculture. 2nd. Vol 1: CRC Press.
- Pölit, B.; Reike, H.-P. (2018): Untersuchungen zur Populationsdynamik und Möglichkeiten der Regulation der Populationsdichte des Ackerbohnenkäfers (Coleoptera, Bruchidae, *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833) in Sachsen. In: 61. Deutsche Pflanzenschutztagung. Universität Hohenheim, 11.-14.09.2018: Julius-Kühn-Archiv (461), S. 537.
- Pölit, B.; Reike, H.-P. (2019): Untersuchungen zu Biologie und Befallsdynamik des Ackerbohnenkäfers (Coleoptera, Bruchidae: *Bruchus rufimanus*) in Sachsen. In: *Gesunde Pflanzen*, S. 1–7. DOI: 10.1007/s10343-019-00459-5.
- Randel, S. (2007): Untersuchungen zur Biologie und zur Verbreitung der Erbsengallmücke (*Contarinia pisi*) in Sachsen Anhalt 2007. Bachelorarbeit. Hochschule Anhalt (FH), Bernburg (Saale). Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und Landschaftsentwicklung. Online verfügbar unter https://www.ufop.de/files/3413/3922/7212/Bachelorarbeit_Randel.pdf.
- Root, R. B. (1973): Organization of plant -arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (Brassica oleracea). In: *Ecological Monographs* 43, S. 95–124.
- Schnell, W. (1955): Synökologische Untersuchungen über Rüsselkäfer der Leguminosenkulturen. In: *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 37 (2), S. 12–192.
- Sexson, D. L.; Wyman, J. A. (2005): Effect of crop rotation distance on populations of colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae): Development of areawide colorado potato beetle pest management strategies. In: *Journal of Economic Entomology* 98 (3), S. 716–724.
- Stein, W. (1969): Die Besiedlung von wiesenfernen Leguminosen-kulturen durch Curculioniden. In: *Anzeiger für Schädlingskunde*, S. 151–155.
- Stein, W. (1970): Hibernation of Curculionids in meadows and red-clover fields. In: *Oecologia* 4, S. 218–220.

Stein, W. (1999): Untersuchungen zum Flug und Flugverhalten von Curculioniden. In: *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 71, S. 368–375.

Szafirowska, Anna (2012): The Role of Cultivars and Sowing Date in Control of Broad Bean Weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in Organic Cultivation. In: *Vegetable Crops Research Bulletin* 77 (1), S. 29–36. DOI: 10.2478/v10032-012-0013-2.

Teetes, G. L. (1981): The environmental control of insects using planting times and plant spacing. In: *CRC Handbook of Pest Management in Agriculture*, S. 209–221.

10 Übersicht über alle im Berichtszeitraum realisierten Veröffentlichungen

2018

Praktikertreffen-Witzenhausen – Projektvorstellung für die teilnehmenden Betriebe in Nordhessen

Riemer, N.; Clemenz, C.; Kleinhenz, B.; Müller, U.; Schieler, M.; Schwabe, K.; Saucke, H. (2018) *Der Ackerbohnenkäfer (Bruchus rufimanus) – Risikofaktoren für die Befallsentwicklung*. Projektvorstellung für die teilnehmenden Betriebe in Nordhessen, Universität Kassel, Witzenhausen, den 14.02.2018.

DPG AK Treffen – Schädlinge in Mais, Getreide und Leguminosen

Clemenz, C.; Schwabe, K.; Schieler M.; Kleinhenz, B.; Riemer, N.; Saucke, H., 2018: *CYDNIGPRO und WP1-Anbauplanung - Auswertung der 2-jährigen Boniturergebnisse zum Schädlingsauftreten in Leguminosen in Sachsen-Anhalt*, 28. DPG-Tagung Arbeitskreis Schädlinge in Getreide und Mais und Leguminosen. Braunschweig, 21.02.2018.

DLG-Feldtage, LLG-Bernburg (Poster 12.-14.06.2018)

Standbetreuung:

Clemenz, C., Schwabe, K.: Erbsenschädlinge auf dem Vormarsch?

Clemenz, C., Schwabe, K., Schieler, M., Kleinhenz, B., Riemer, N., Müller, U., Saucke, H.: Entwicklung von Prognosemodellen für Leguminosenschädlinge

DLG-Feldtage, LLG-Bernburg (Vortrag)

Saucke, H.; Riemer, N.; Schwabe, K.; Clemenz, C.; Müller, U., Schieler, M.; Kleinhenz, B. (2018) *Schädlingsbefall in Erbsen und Ackerbohnen: Konzeptbausteine zur Befallsprognose und Schadensprävention*. DLG Feldtage Bernburg, 13.06.2018

DemoNetErBo (Vorträge)

Riemer, N.; Clemenz, C.; Kleinhenz, B.; Müller, U.; Schieler, M.; Schwabe, K.; Saucke, H. (2018) *Der Ackerbohnenkäfer (Bruchus rufimanus) – Risikofaktoren für die Befallsentwicklung*. Treffen des DemoNetzwerks Erbse/Bohne, Kassel, den 31.01.2018

Saucke H.; Seeger, J.N.; Ziebell, H.; Amari, K.; Böhm, H.; Riemer, N.; Clemenz, C.; Schwabe, K.; Müller, U.; Schieler, M.; Kleinhenz, B. (2018): *Ergebnisstand Ackerbohnenkäfer und Nanoviren 2017*. Treffen der Demobetriebe aus dem DemoNetzwerk Erbse/Bohne; Eichhof, Bad Hersfeld den 15.02.2018.

Saucke H.; Seeger, J.N.; Ziebell, H.; Amari, K.; Then, C.; Möckel, T.; Grüner, E.; Sturm, B.; Nasirahmadi, A.; Shrestha, L.; Böhm, H.; Riemer, N.; Clemenz, C.; Schwabe, K.; Müller, U.; Schieler, M.; Kleinhenz, B. (2018): *Ergebnisstand Blattrandkäfer, Nanoviren, Erbsenwickler 2018*. Treffen der Verbundpartner und Projektberaterinnen und Projektberater im Projekt DemoNetErBo ein. LLH Kassel, 27.11.2018.

Deutsche Pflanzenschutztagung, Hohenheim (Poster, 11.09-14.09.2018)

Clemenz, C, Schwabe, K., Schieler, M., Kleinhenz, B., Riemer, N., Saucke, H. 2018: *Verbundprojekt zur Entwicklung eines Prognosemodells für den Erbsenwickler (Cydia nigricana) am Beispiel von Sachsen-Anhalt*. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, Universität Hohenheim, 11.09.-14.09.

2017

Clemenz, C.; Schwabe, K. (2017): Tag der offenen Hochschultür LLG Bernburg 13.05.2017.

Riemer, N.; Schieler, M. (2017): Feld-Poster *Schädlinge in Ackerbohnen und Erbsen*. Öko-Feldtage Uni-Kassel, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen, 21-23.06.2017.

2016

Saucke, H.; Riemer, N.; Schwabe, K.; Clemenz, S.; Müller, U.; Schieler, M. Kleinhenz, B. (2016): Schädlingsbefall in Erbsen und Ackerbohnen: Konzeptbausteine zur Befallsprognose und Schadensprävention. Internationales Jahr der Hülsenfrüchte 2016, Kongress am 03. und 4. November 2016. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Berlin.