

NIKIZ

NACHHALTIGES INSEKTEN- &
KRANKHEITSMANAGEMENT IM
ZUCKERRÜBENANBAU DER
ZUKUNFT



Schlussbericht

Zuwendungsempfänger: Verband der Hessisch- Pfälzischen
Zuckerrübenanbauer e.V.

Berichtszeitraum: Oktober 2019 – Juni 2023

Lead-Partner:

Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e.V., Dr. Christian Lang

INHALT

Inhalt	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	X
1 Kurzdarstellung	1
1.1 Ausgangssituation und Bedarf	1
1.2 Projektziel und Konkrete Aufgabenstellung	1
1.3 Mitglieder der OG	2
1.4 Projektgebiet	4
1.5 Projektlaufzeit und -dauer	4
1.6 Budget	4
1.7 Ablauf des Vorhabens	4
1.8 Zusammenfassung der Ergebnisse	4
2 Eingehende Darstellung	8
2.1 Verwendung der Zuwendung	8
2.2 Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn	11
2.2.1 Ausgangssituation	11
2.2.2 Projektaufgabenstellung	12
2.3 Ergebnisse der OG in Bezug auf:	13
2.3.1 Die Zusammenarbeit im Einzelnen	13
2.3.2 Was war der besondere Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Projekts?	13
2.3.3 Ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projekts vorgesehen?	14
3 Ergebnisse des Innovationsprojektes sortiert nach Schadorganismen	16
3.1 Blattläuse	16
3.1.1 Monitoring	16
3.1.1.1 Winterbonitur	16
3.1.1.2 Gelbschalenbonitur	17
3.1.1.3 Sommerbonitur	18
3.1.2 Anlegen von Fangstreifen zur Kontrolle von Blattläusen als Virenüberträger in Zuckerrüben	20
3.1.3 Alternativer Saatzeitpunkt zur Reduktion des Blattlauseinflugs	21
3.1.4 Pflanzenstärkungsmittel für festere Blattoberfläche, Abschreckung der Blattläuse	23
3.1.5 Antagonisten	24
3.1.5.1 Blühstreifen 2020	24
3.1.5.2 Blühstreifen 2021	28
3.1.6 Mikrobielle Antagonisten	30
3.1.7 Jährliche Virusanalysen befallener Flächen	31
3.2 Spitzsteißiger Rüsselkäfer (<i>Tanymecus palliatus</i>)	32
3.2.1 Antagonisten	33

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

3.3	Schilf-Glasflügelzikade (<i>Pentastiridius leporinus</i>).....	37
3.3.1	Monitoring.....	37
3.3.1.1	Monitoring Adulte.....	38
3.3.2	Unterbindung der Nymphenentwicklung durch Beizung in Weizen.....	39
3.3.3	Gemarkungsteile komplett ohne Winterungen bestellen	39
3.3.4	Freilandversuche zur Reduktion der Zikadenabundanz durch den Einsatz entomopathogener Nematoden (<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>)	40
3.3.5	Anpassung der Bodenbearbeitung.....	42
3.3.6	Unterschiede in der Anfälligkeit verschiedener Sorten/Linien gegenüber SBR... ..	43
3.3.7	Antagonisten	48
3.3.8	Jährliche SBR-Analyse der Zikaden und der Rübenpflanzen	49
3.4	Drahtwurm/ Schnellkäfer	53
3.4.1	Monitoring.....	53
3.4.2	Jährliche Analyse der Fruchtfolge.....	54
3.4.3	Bekämpfungsmöglichkeiten über Fruchtfolgeanpassungen.....	54
3.4.4	Anpassung der Bodenbearbeitung.....	54
3.4.5	Keine Zwischenfrüchte vor Zuckerrübe (Nahrungsentzug)	56
3.4.6	Mulchsaat vermeiden, gründliche frühe Bodenbearbeitung.....	56
3.4.7	Kalkstickstoff	56
3.5	Blattkrankheiten:.....	58
3.5.1	Sortenversuche.....	58
3.5.2	Prüfung von Bekämpfungsmaßnahmen aufgrund begrenzter Mittelauswahl ...	62
3.5.3	Zusammenfassung Ergebnisse Blattkrankheiten:	62
3.6	Wetterdaten.....	63
3.7	Prognosemodell Erstbefall	64
3.7.1	Literaturrecherche	64
3.7.2	Blattlaus	64
3.7.2.1	Modellkonzept.....	64
3.7.2.2	Ermittlung wichtiger Parameter	66
3.7.2.3	Ermittlung der grundlegenden Aussagen, die ein praxisrelevantes Prognosemodell treffen muss	72
3.7.2.4	Implementierung der Prognosemodelle in das ISIP-Framework (Unterauftrag an ISIP e.V.).....	72
3.7.2.5	Validierung	73
3.7.2.6	Fazit/Ausblick	74
3.7.3	Schilf-Glasflügelzikade	74
3.7.3.1	Modellkonzept.....	74
3.7.3.2	Ermittlung wichtiger Parameter	75
3.7.3.3	Ermittlung der grundlegenden Aussagen, die ein praxisrelevantes Prognosemodell treffen muss	77
3.7.3.4	Implementierung der Prognosemodelle in das ISIP-Framework (Unterauftrag an ISIP e. V.).....	78
3.7.3.5	Validierung der Prognosemodelle	79
3.7.3.6	Fazit/Ausblick	79
3.7.4	Drahtwurm	80
3.7.4.1	Ermittlung der grundlegenden Aussagen, die ein praxisrelevantes Prognosemodell treffen muss	80
3.7.4.2	Validierung der Prognosemodelle	80

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

3.7.5	Habitatanalyse.....	81
3.7.5.1	Blattläuse.....	82
3.7.5.2	Schilf-Glasflügelzikade.....	83
3.7.6	Fazit/Ausblick.....	86
4	Zusammenfassung des Projektes.....	86
4.1	Zielerreichung (wurde eine Innovation im Projekt generiert?).....	86
4.2	Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen.....	87
4.3	Projektverlauf (ggf. mit Fotodokumentation).....	87
4.3.1	Arbeitspaket 1: Grundlagen.....	87
4.3.2	Arbeitspaket 2: Blattläuse.....	87
4.3.3	Arbeitspaket 3: Rüsselkäfer.....	88
4.3.4	Arbeitspaket 4: Schilf-Glasflügelzikade.....	88
4.3.5	Arbeitspaket 5: Drahtwurm/Saatschnellkäfer.....	90
4.3.6	Arbeitspaket 6: Blattkrankheiten.....	90
4.3.7	Arbeitspaket 7: Innovation durch Information.....	90
4.3.8	Arbeitspaket 8: Wissensaustausch.....	90
4.3.9	Arbeitspaket 9: Prognosemodell Erstbefall.....	93
4.4	Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP-Zielen.....	93
4.5	Nebenergebnisse.....	95
4.5.1	Rüsselkäfer.....	95
4.5.2	Schilf-Glasflügelzikade.....	95
4.6	Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben.....	103
5	Nutzen der Ergebnisse für die Praxis.....	105
6	Geplante Verwertung und Nutzung der Ergebnisse.....	105
7	Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit.....	106
8	Kommunikations- und Disseminationskonzept.....	107
8.1	Austausch innerhalb des Projekts:.....	116
8.2	Pressemitteilungen.....	118
8.3	Grundsätzliche Schlussfolgerungen.....	118

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

- A.f.=Aphis fabae (Schwarze Bohnenlaus)
AP=Arbeitspaket
ARGE=Arbeitsgemeinschaft
AUCPD = Area Under Disease Progress Curve
ATKIS = Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BKS = Bekämpfungsschwelle
BL=Blattlaus
BYV=Beet yellow virus
BtMV=Beet mosaic virus
BW=Baden-Württemberg
BZE=Bereinigter Zuckergehalt
DD = Degree Days (Gradtage)
DLR=Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (hier Rheinhessen-Nahe-Hunsrück)
EHS=Entscheidungshilfesystem
GIS = Geoinformationssystem
HE = Hessen
InVeKoS = Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
ISIP e. V. = Informationssystem für die Integrierte Pflanzenproduktion e. V.
JKI=Julius-Kühn-Institut
JLU=Justus-Liebig-Universität Gießen
M.p.=Myzus persicae (Grüne Pfirsichblattlaus)
OG=Operationelle Gruppe
P. leporinus=*Pentastiridius leporinus*
RP = Rheinland-Pfalz
SBR=Syndrome Basses Richesses
SGFZ=Schilf-Glasflügelzikade
SIMAGRIO-W = Prognosemodell der Drahtwürmer der Gattung Agriotes
SIMAphid = Prognosemodell der Blattläuse
SIMPenta = Prognosemodell der Schilf-Glasflügelzikade
SZ=Südzucker
TYV=Turnip yellow virus (Poleroviren)
ZEPP=Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz
ZR=Zuckerrübe

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Summe aller bonitierten Schläge pro Boniturmonat. 16

Abbildung 2: Zuflug von *M. persicae* und *A. fabae* als Summe in den Gelbschalen über alle Standorte hinweg pro Kalenderwoche..... 17

Abbildung 3: Summe der Individuen von *M. persicae* pro Boniturtermin (KW) und allen bonitierten Standorte In KW 19/2020 wurden drei Ausreißer entfernt, damit die Graphik besser zu erkennen ist..... 18

Abbildung 4: Summe der Individuen von *A. fabae* pro Boniturtermin (KW) und allen bonitierten Standorte In den KW 20-23/2022 wurden Ausreißer entfernt, damit die Graphik besser zu erkennen ist. 19

Abbildung 5: Ackerbohnen- (hellblau) und Senfstreifen (gelb) in Billigheim 2021 (Bild: Google)..... 20

Abbildung 6: Vergleich der befallenen Pflanzen in verschiedenem Abstand zum Ackerbohne-, bzw. Senfstreifen. 21

Abbildung 7: Vergleich der Anzahl der Blattläuse in früher und später Saat zu unterschiedlichen BBCH-Stadien der Zuckerrüben..... 22

Abbildung 8: Parzellenversuch mit primenden Agenzien..... 23

Abbildung 9: Versuchsanlage des Versuchs mit 3 verschiedenen. 24

Abbildung 10: Die Blühstreifen im Zeitverlauf von Juni bis Ende Juli am Standort Kirschgartshausen. 25

Abbildung 11: Zusammensetzung spezialisierter und generalistischer Nützlinge in den Kescherfängen 2020..... 26

Abbildung 12: Vorkommen der untersuchten funktionellen Gruppen in den eingesäten Blümmischungen 2020; verwendete Blümmischungen: Standard = Veitshöchheimer Bienenweide, ZR1/2/3 = eigene Mischungen Südzucker AG sowie Ackerbohnen (nur in Kirschgartshausen). 26

Abbildung 13: Vorkommen der untersuchten Parasitoiden-Gruppen sowie der parasitierten Blattläuse auf den Schlägen Kirschgartshausen und Gondelsheim 2020; die rote Umrandung zeigt die Gruppen, in denen Blattlausparasitoide vorkommen.... 27

Abbildung 14: Vorkommen der untersuchten generalistischen Räuber in den Kescherfängen 2020..... 27

Abbildung 15: Bonitierte Nützlinge in den Zuckerrüben auf dem Versuchsschlag in Kirschgartshausen 2021. 28

Abbildung 16: Auftreten von Blattläusen und Nützlingen in den Zuckerrüben 2021 in Abhängigkeit vom Abstand zum Blühstreifen und dem Boniturtermin..... 29

Abbildung 17: Zucht der Grünen Pfirsichblattlaus *M. persicae*..... 30

Abbildung 18: Etablierung von Fütterungsassays. 30

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Abbildung 19: Schadbild des Rüsselkäfers: Kreisrunder Kahlfraß (Foto: ZEPP).	33
Abbildung 20: Ergebnisse der Survival-Essays mit Rüsselkäfern <i>Tanymecus palliatus</i> . 34	
Abbildung 21: Larven des Rotbraunen Mehlkäfers (links) und des Kartoffelkäfers (rechts).	35
Abbildung 22: Verschiedene Individuen des Kartoffelkäfers nach Inokulation mit entomopathogenen Pilzen, sowie eine unbehandelte Kontrolle (links).	36
Abbildung 23: Anzahl der gefangenen adulten Schilf-Glasflügelzikaden pro Standort über die gesamte Saison, links: 2020 mit Gelbtafeln, rechts: 2022 mit transparenten Leimtafeln.....	37
Abbildung 24: Anzahl der adulten <i>P. leporinus</i> als Boxplot pro Kalenderwoche über alle Standorte.....	39
Abbildung 25: Durchschnittliche Anzahl geschlüpfter Zikaden pro Käfig auf Erbse(n=2), Winterweizen (n=12), Sommergerste (n=6), Mais (n=3), Hafer(n=1) und Kartoffel (n=3).	40
Abbildung 26: Reduzierende Wirkung von <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> auf die Anzahl der Schilf- Glasflügelzikade (grün= Kontrolle, schwarz= Nematodenbehandlung) (ANOVA: $F=3,8912$; $p= 0,0243$)......	42
Abbildung 27: Anzahl gefangener Zikaden pro Fangzelt in den unterschiedlichen Bodenbearbeitungsvarianten (Pflug und Grubber) Ergebnisse aus drei Jahren Versuch (dargestellt: Gleiche Behandlungen aus allen drei Projektjahren) (Kruskal-wallis: $\chi^2=0.35$, $df=1$, $p=0,55$).	43
Abbildung 28: Veranschaulichung der Ergebnisse aus dem Sortenversuch 2022; n=5 Standorten.....	44
Abbildung 29: Zuckergehalt und Rübenenertrag (rel.) der ARGE EU-SBR-Sortenversuche 2021 (n=7), VRS = 100 = Rhinema, Raison und Lunella KWS; BZE-Maximum in Grün; Indikatorsorte in Rot.....	46
Abbildung 30: Links: Platten Testassay für Nematodenversuche. Mitte: Überlebenskurve mit signifikanten Effekt bei infizierten Zikaden. Rechts: Sezierung infizierter Nymphe mit Nematoden.....	48
Abbildung 31: Verteilungsdiagramm von Bakterienstämmen, isoliert aus moribunden (kranken) Glasflügelzikaden.	48
Abbildung 32: SBR-Befall im Vergleich zwischen 2020 (n= 124) und 2022 (n=74).....	50
Abbildung 33: Analyse von adulten <i>Pentastiridius leporinus</i> mittels qRT-PCR auf die Prävalenz der SBR Erreger <i>Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus</i> (SBRars) und <i>Candidatus Phytolasma solani</i> (SBRps) in den Jahren 2020 (links) und 2021 (rechts). Die Anzahl der getesteten Proben variierte je nach Standort, aber insgesamt wurden 349 adulte im Jahr 2020 und 296 im Jahr 2021 getestet. (Behrmann et al., 2022).....	52
Abbildung 34: Monitoringstandorte 2021 mit der Artenverteilung.	53

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Abbildung 35: Bodenbearbeitung durch Fräsen.	55
Abbildung 36: Fangzahlen von Drahtwürmern vor und nach der Bodenbearbeitung 2021 in Sommergerste nach Zuckerrübe.....	55
Abbildung 37: Fangzahlen von Drahtwürmern vor und nach der Bodenbearbeitung 2022 in Sommergerste nach Zuckerrübe.....	56
Abbildung 38: Sorten-Fungizid-Strategieversuch Nordheim 14.09.2022	61
Abbildung 39: Wetterdiagramme der Standorte Alzey, Worms und Bad Bergzabern über die Jahre 220-2022.	63
Abbildung 40: Modellkonzept der Blattlausart <i>M. persicae</i> , die blauen Pfeile zeigen die Parthenogenese (ungeschlechtliche Vermehrung) an, (Rapsbild: www.pflanzenforschung.de , Gesamtbild: M. Schieler).....	65
Abbildung 41: Modellkonzept der Blattlausart <i>A. fabae</i> , die blauen Pfeile zeigen die Parthenogenese (ungeschlechtliche Vermehrung) an, (Bilder Pfaffenhütchen/Schneeball: www.baumschule-horstmann.de , Gesamtbild: M. Schieler).	66
Abbildung 42:45-tägiger Temperaturmittelwert über den Winter 2020/2021, blaue gerade Linie zeigt die 2°C-Grenze.....	67
Abbildung 43: Zuflug <i>M. persicae</i> . Links: kumulatives Auftreten [%] in Abhängigkeit zur Temperatursumme [DD]. Rechts: Logistische Regression angepasst an die Boniturdaten, N = 170, Pseudo-R ² _{Nagelkerke} = 0,52.....	68
Abbildung 44: Zuflug <i>A. fabae</i> . Links: kumulatives Auftreten [%] in Abhängigkeit zur Temperatursumme [DD]. Rechts: Logistische Regression angepasst an die Boniturdaten, N = 141, Pseudo-R ² _{Nagelkerke} = 0,57.....	68
Abbildung 45: Area under Curve Graphik (AUC) zeigt die Modellgüte für die Prognose des Zufluges von <i>M. persicae</i>	69
Abbildung 46: Modelloutput der Populationsdynamik der Blattläuse <i>A. fabae</i> (grau) und <i>M. persicae</i> (grün), Bekämpfungsschwelle (gelb).....	71
Abbildung 47 SIMAphid: Berechnung des Überwinterungsrisikos der anholozyklischen <i>M. persicae</i> , Standort Biblis 2020/2021.....	72
Abbildung 48: SIMAphid: Prognosemodell zum anholozyklischen Zuflug von <i>M. persicae</i> , Standort Monsheim 2022.....	73
Abbildung 49: Klassifizierung des Trainingsdatensatzes für den Zuflug von <i>M. persicae</i> , n = 537.	73
Abbildung 50: Klassifizierung des Trainingsdatensatzes für Überschreitung der Bekämpfungsschwelle von <i>M. persicae</i> , n = 103.	74
Abbildung 51: Klassifizierung des Trainingsdatensatzes für Überschreitung der Bekämpfungsschwelle von <i>A. fabae</i> n = 296.....	74

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Abbildung 52: Modellkonzept der Schilf-Glasflügelzikade (Weizenbild: www.schulbilder.org , Gesamtbild: M. Schieler).	75
Abbildung 53: Flug der Adulten pro Boniturtermin in Abhängigkeit der Temperatursumme (DD in °C, Basistemp. 5°C, ab 1. Jan.), bis 2021 Gelbtafeln, 2022 Leimtafeln.....	76
Abbildung 54: Zuflug <i>P. leporinus</i> . Links: kumulatives Auftreten [%] in Abhängigkeit zur Temperatursumme [DD]. Rechts: Logistische Regression angepasst an die Boniturdaten, N = 848, Pseudo-R ² _{Nagelkerke} = 0,63.....	76
Abbildung 55: Die Modellkurve (schwarz) bildet das simulierte Auftreten der adulten <i>P. leporinus</i> ab, zusätzlich sind die tatsächlich bonitierten Adulten (grün) abgebildet, Beispielstandort Immesheim, RP, 2022.....	77
Abbildung 56: Eingabemaske zur Erstellung einer Prognose SIMPenta.	78
Abbildung 57: Output von SIMPenta.....	79
Abbildung 58: Standort Steinweiler 2020.....	80
Abbildung 59: Standort Bellheim 2022, Bonitur (rote Punkte), Modell Wetterstation (blau), Bodentemperatur Tinytag (grün), Bodenfeuchte für Rado-ID und Bodentemperatur Tinytag (grau).	81
Abbildung 60:Beispielstandort eines Blattlausschlages mit einem gebildeten Puffer mit einem Radius von 1 km.	83
Abbildung 61: Habitatanalyse Befall Distanz 2020 – 2022, n = 43.....	84
Abbildung 62: Standort aus dem Jahr 2020 mit Puffern mit Radius von 1, 2 und 5 km, sowie den Vorjahresschlägen Zuckerrüben und Kartoffeln.	85
Abbildung 63: Befall adulter Zikaden auf Leimtafeln [%] in Abhängigkeit der Flächenanteile mit Kartoffeln im Vorjahr [ha], Daten aus den Jahren 2020-2022, n= 43.	85
Abbildung 64: Pop-up Käfige zur Untersuchung des Ausfluges der Zikaden.	89
Abbildung 65: Teilnehmer des ersten OG-Treffens im Jahr 2020.	91
Abbildung 66: Feldbegehung in Ibersheim im Jahr 2022.	92
Abbildung 67: Bilder zu den Dreharbeiten des Fernsehsenders SWR.....	92
Abbildung 68: Zuckerrüben als Deckung für Wildtiere.	94
Abbildung 69: Der Lebenszyklus von <i>Pentastiridius leporinus</i> . Die Entwicklung vom Ei zur adulten Zikade durchläuft fünf Nymphenstadien (N1-N5).....	96
Abbildung 70: Wachstumsrate von <i>Pentastiridius leporinus</i> . Die Körperlänge (dargestellt als Seitenlänge in µm auf der y-Achse) wurde für n = 60 Nymphen über einen Zeitraum von 34 Wochen bestimmt. Hellgraue Intervalle um Häutungszeitpunkte (dunkelgraue Balken) stellen den Standardfehler des Mittelwertes dar. Eine lineare Regression ergab die Funktion $y = 20,6x + 1176,4$, die als durchgezogene schwarze Linie mit grauen	

gestrichelten Linien dargestellt ist, sowie deren 95%-Konfidenzintervall als gestrichelte Linie..... 97

Abbildung 71: *Pentastiridius leporinus* auf Kartoffelpflanzen in Ibersheim, September 2022. (A) Unterirdische Besiedlung von Wurzeln und Knollen durch Nymphen, gekennzeichnet durch weiße, wachsartige Fadenreste. (B) Nymphen auf den Kartoffelknollen und Wurzeln. (C) Ansammlung von Nymphen in verschiedenen Entwicklungsstadien und Reste der Häutung, versteckt unter Kartoffelknollen. (D) Adulte *P. leporinus*, die im Boden gefunden wurde. Rote Pfeile kennzeichnen Nymphen (A-C) und adulte Tiere (D). 98

Abbildung 72: Prävalenz von *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* (Arsenophonus) und *Candidatus Phytoplasma solani* (Stolbur) in adulten SGFZ (n=36) und Nymphen (n=36) aus Kartoffelbeständen sowie adulten SGFZ (n=9) und Nymphen (n=10) aus Zuckerrübenbeständen, bestimmt durch qRT-PCR. Die Nymphen und adulten Tiere wurden im September 2022 gesammelt. 99

Abbildung 73: Prävalenz von *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* (Arsenophonus) und *Candidatus Phytoplasma solani* (Stolbur) in symptomatischen Kartoffelknollen (n = 45) und Zuckerrübenwurzeln (n = 30), im September 2022. 100

Abbildung 74: Boxplot der SBR-Proteobakterium-Kopienzahl der untersuchten Zuckerrübensorten am Standort Bickenbach 2021. n = 540..... 102

Abbildung 75: Kopienzahl des SBR-Proteobakteriums in Abhängigkeit von den Leitbündel-Symptomen. Werte sind rücktransformiert, Fehlerbalken stellen das 95 % Konfidenzintervall dar, $\alpha = 5 \%$, n = 540, p = 0,0017..... 102

Abbildung 76: Durchschnittliche Anzahl gefangener Zikaden pro Fangtermin, Fangtafeln (3) und Fläche (42) in Kartoffelanbaugebieten (Kartoffeln: ja) und in Gebieten ohne Kartoffelanbau (Kartoffeln: nein) 103

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Auflistung der Mitglieder der Operationellen Gruppe..... 2

Tabelle 2: Finanzierungsplan. 10

Tabelle 3: Mitglieder der Forschungsgemeinschaft Zuckerrübe Südwest..... 14

Tabelle 4: Anzahl der Schläge für das Blattlausmonitoring pro Bundesland und Jahr. 17

Tabelle 5: Vergleich des BZE der frühen und der späten Saat. 22

Tabelle 6: Darstellung des Bereinigten Zuckergehaltes in Abhängigkeit der untersuchten primenden Agenz. 23

Tabelle 7: Ausgebrachte Blümmischungen (Standard: Veitshöchheimer Bienenweide <https://www.saaten-zeller.de/landwirtschaft/veitshoechheimer-bienenweide>)..... 24

Tabelle 8: Prozentualer Anteil der befallenen Standorte und der mit Blattläusen befallenen Pflanzen. 31

Tabelle 9: Aus dem Projektgebiet gemeldete Rüsselkäferfunde (*Tanymecus palliatus*) 2019 – 2022..... 32

Tabelle 10: Ergebnisse des Screenings der entomopathogenen Pilze an Larven des Kartoffelkäfers. 35

Tabelle 11: Ergebnisse des Screenings der entomopathogenen Pilze an Larven des Kartoffelkäfers. 35

Tabelle 12: Anzahl der Standorte des Monitorings pro Bundesland und Jahr..... 38

Tabelle 13: Entwicklung des Nematodenversuchablaufs im Laufe des Projektes..... 41

Tabelle 14: Europäische Sortenversuche SBR 2020; n=4 45

Tabelle 15: Europäische Sortentestung SBR 2022; n=5. 46

Tabelle 16: SBR-Sortenversuch 2-jähriges Mittel EU 21 (ohne Rüblingen) und SBR NIKIZ 22 (ohne Bubenheim) 47

Tabelle 17: Prozentualer Anteil der mit SBR befallenen Standorte im Verbandsgebiet (RP, HE, BW)..... 51

Tabelle 18: Anzahl der Standorte des Drahtwurmmonitorings pro Bundesland und Jahr. 53

Tabelle 19: Versuchsaufbau Kalkstickstoffversuch 2020-2022..... 57

Tabelle 20: *Anzahl Drahtwürmer pro Fanggefäß vor und bis zu 14 Tage nach der Kalkstickstoff (CaN₂)- Applikation (3 Jahre, 6 Versuchsflächen, à 5 Fanggefäß pro Variante).*..... 57

Tabelle 21: Durchmesser der Kopfkapsel und Körperlänge von *A. sordidus* mit CaNs - Behandlung und ohne Behandlung (Kontrolle) (Mittelwerte und Standardabweichungen). 57

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Tabelle 22: Sorten-Fungizid-Strategiversuch 2020; Mittelwert Standorte Ibersheim und Nordheim; Grenzdifferenzberechnung nach: multipler t-Test	59
Tabelle 23: Sorten der Sortenversuche aus den Jahren 2021 und 2022.	60
Tabelle 24: Versuchsvarianten.....	60
Tabelle 25: Mittlere Temperatur und Niederschlagssumme der Standorte Alzey, Worms und Bad Bergzabern über den Projektzeitraum sowie dem Vieljährigen Mittels der Wetterstationen des DWDs.....	64
Tabelle 26: Nachweis von <i>Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus</i> (Arsenophonus) und <i>Candidatus Phytoplasma solani</i> (Stolbur) in <i>P. leporinus</i> -Nymphen sowie in Kartoffel- und Zuckerrübenpflanzen nach Inokulation mit im Feld gesammelten Nymphen des dritten bis fünften Nymphenstadiums über 66 Tage. Die Kontrolle waren Kartoffelpflanzen ohne Nymphen.....	101
Tabelle 27: Veröffentlichungen aus dem Projekt in Zeitschriften, Vorträgen und Fernsehbeiträgen.	108
Tabelle 28: Präsentationen und Veranstaltungen des Verbands und Südzucker.	111
Tabelle 29: Präsentationen und Veröffentlichungen Uni Gießen.....	116
Tabelle 30: Präsentationen ZEPP.	116
Tabelle 31: Interne Besprechungstermine.....	116

1 KURZDARSTELLUNG

1.1 Ausgangssituation und Bedarf

Durch den Klimawandel aber auch durch agrarpolitische Veränderungen sowie den Wunsch der Gesellschaft nach einer nachhaltigen, alternativen Landwirtschaft sehen sich Ackerbaubetriebe vor großen Veränderungen. Im Zuckerrübenanbau bedeutete das zu Projektbeginn, dass die Wettbewerbsfähigkeit unseres heimischen Produkts Zucker durch den Wegfall der Zuckermarktordnung, aber auch durch das Verbot von neonicotinoiden Beizen, und damit einhergehend erhöhten Kosten für das Pflanzenschutzmanagement, geschwächt wurde. Zudem wird durch den Klimawandel die Vermehrung von Schädlingen begünstigt, für die es mitunter keine wirksamen Bekämpfungsmaßnahmen gibt. Der Wirtschaftszweig „Zucker“ ist darüber hinaus ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in den ländlichen Regionen mit einer großen Wertschöpfungskette, die auch im Sinne der Nachhaltigkeit und Regionalität dringend gestärkt werden muss.

Die Operationelle Gruppe (OG) des Innovationsprojekts „NIKIZ – Nachhaltiges Insekten- und Krankheitsmanagement im Zuckerrübenanbau der Zukunft“ hat sich auf Grundlage der oben genannten Probleme zusammengeschlossen, um Lösungen für die herausfordernden pflanzenbaulichen Szenarien im Rübenanbau mit Landwirten direkt in der Praxis zu erarbeiten und in ihre Betriebsabläufe zu implementieren. Der Fokus von NIKIZ lag im Allgemeinen auf der Entwicklung und Etablierung von alternativen Pflanzenschutzstrategien gegen Schaderreger in der Zuckerrübe.

1.2 Projektziel und Konkrete Aufgabenstellung

Ziel des Projekts war es, alternative Pflanzenschutzstrategien mit der Praxis zu entwickeln und im Erfolgsfall in der Praxis zu etablieren und so die Resilienz der Rübe im Acker auch mit sich verändernden Rahmenbedingungen zu erhöhen.

Der Fokus des Projektes lag auf den Schadinsekten Rüsselkäfer, Schilf-Glasflügelzikade, Blattläuse, Drahtwürmer, Schadpilzen sowie Viren und Bakterien.

Das Auftreten der Schadinsekten sollte durch für die jeweiligen Schaderreger spezifischen Monitorings durchgeführt werden. Die unterschiedlichen alternativen Pflanzenschutzstrategien, wie z. B. pull—Strategien durch Ackerrandstreifen, Bodenbearbeitung und verzögerter Saattermin, wurden direkt in der Praxis erprobt. Für eine Prognose zum Auftreten der o. g. Schaderreger und zur optimalen Terminierung von Pflanzenschutzmaßnahmen sollten Prognosemodelle entwickelt oder bereits Vorhandene evaluiert werden. In Sortenversuchen sollte die Ertragskraft einzelner Sorten bei standortspezifischem Schädlings- und Krankheitsdruck sowie unterschiedlichem

Ortsklima, untersucht werden. Darüber hinaus sollte in jährlichen Mittelprüfungen die Wirksamkeit von unterschiedlichen Fungiziden und Additiven in Exaktversuchen untersucht werden.

Neben den Arbeiten direkt im Feld sollten auch Krankheiten im Labor untersucht werden. Hier lag der Fokus auf den Vergilbungskrankheiten, die durch Blattläuse übertragen werden, sowie der Krankheit SBR (Syndrome basses richesses), die durch die Schilf-Glasflügelzikade übertragen wird. Mit den daraus resultierenden Ergebnissen sollte die Verbreitung und damit einhergehend die Bedeutung der jeweiligen Krankheit und ihrer Vektoren aufgezeigt werden.

Eine der wichtigsten Aufgaben im Projekt war die enge Zusammenarbeit und direkte Kommunikation mit allen Landwirten. So wurden die generierten Ergebnisse und Erkenntnisgewinne während verschiedenen Veranstaltungen, z. B. Feldrundgängen mit anderen interessierten Landwirten, auch über die OG hinaus, geteilt.

1.3 Mitglieder der OG

Tabelle 1: Auflistung der Mitglieder der Operationellen Gruppe.

Funktion	Name	Ort
Projektleitung	Verband der Hessisch- Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e.V. Geschäftsführer: Dr. Christian Lang, Vorsitzender: Walter Manz	Worms
Landwirtschaftliche Betriebe	Walter Manz	Dexheim
	Markus Oßwald	Bubenheim
	Gerold Füge	Bischheim
	Stefan Bohlender	Steinweiler
	Tibor Hahn	Dittelsheim-Heßloch
	Gerhard Neumann	Obersülzen
	Matthias Schmitt	Kapellen-Drusweiler
	Erhard Kunz	Alzey
	Thomas Knecht	Herxheim
	Dieter Böhm	Hördt
	Josef Holz	Monsheim
	Wald GbR	Riedstadt-Leeheim
	Holger Roth	Biblis-Nordheim
Ibersheimer Höfe KG	Worms-Ibersheim	

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Funktion	Name	Ort
Wissenschafts- und Forschungseinrichtung	<i>Justus-Liebig-Universität Gießen</i> Institut für Insektenbiotechnologie Prof. Dr. Andreas Vilcinskas	Gießen
	<i>ZEPP – Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz</i> Dr. Benno Kleinhenz	Bad Kreuznach
Beratungs- und Dienstleistungseinrichtungen:	<i>Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück (DLR)</i> Abteilung Agrarwirtschaft Oliver Martinez, ab 2023 Christine Schlicher	Bad Kreuznach
Sonstige:	<i>Arbeitsgemeinschaft für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau in Hessen, Baden- Württemberg und Rheinland-Pfalz (ARGE Zuckerrübe Südwest)</i> Stiftung Südwestdeutscher Zuckerrübenanbau	Worms Worms
	KMU (Unternehmen des vor- und nachgelagerten Bereichs):	<i>Maschinenring Südpfalz e.V.</i> Geschäftsführer Markus Glaser
Wirtschafts- und Sozialpartner:	<i>Südzucker AG</i> Dr. Johann Maier Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau ZA Landwirtschaftliche Forschung	Mannheim
Assoziierte Partner:	<i>Forschungsgemeinschaft Zuckerrübe Südwest</i>	Worms
	<i>e-nema</i>	Schwentinental
	<i>Biotechnology and Biological Plant Protection</i>	
	<i>Vereinigung der Zuckerrübenanbauer e.V.</i>	Worms
	<i>Solutions By Nature</i>	Dresden

1.4 Projektgebiet

Das Projektgebiet umfasst Teile von Rheinland-Pfalz: Nord-, Südpfalz und Rheinhessen, sowie das Hessische Ried in Hessen.

1.5 Projektlaufzeit und -dauer

Die Projektlaufzeit betrug 3,5 Jahre von 10/2019- 06/2023

1.6 Budget

Dem Vorhaben wurde zu Beginn ein Förderbetrag in Höhe von 1.445.545,44 Euro bewilligt. Dieser wurde im März 2021 auf 1.444.598,71 Euro und im Mai 2023 auf 1.444.581,69 Euro gekürzt.

1.7 Ablauf des Vorhabens

Der Ablauf des Vorhabens richtete sich zu jeder Zeit nach der Vegetationsperiode der Zuckerrübe. Alle Vorgehensweisen in Versuchen und auch die Projekttreffen wurden so organisiert, dass sie bestmöglich in die jeweiligen Betriebsabläufe der beteiligten Landwirte passten.

Im ersten Projektjahr 2020 wurden zunächst alle Informationen zu den jeweiligen im Projekt behandelten Schadorganismen mithilfe von Literatur gesammelt. Außerdem wurden Versuche und Monitoring geplant und zum ersten Mal durchgeführt und ausgewertet. Andere Versuche, wie zum Beispiel ganze Gemarkungsteile komplett ohne Winterungen zu führen, um die Nymphen der Schilf-Glasflügelzikade verhungern zu lassen, wurden gestrichen und durch praxistauglichere Versuche ersetzt. So wurden entomopathogene Nematoden ab dem ersten Projektjahr im Feldversuch zur Reduktion der Zikadennymphen eingesetzt. Im Winter wurden die ersten Ergebnisse ausgewertet und die Versuchsdesigns evaluiert und für das nächste Jahr entsprechend verbessert. Außerdem legte sich schon im ersten Projektjahr der Fokus auf die Schilf-Glasflügelzikade, deren Ausbreitung und mögliche Bekämpfungsmaßnahmen. Dies begründete sich aus der Tatsache heraus, dass dieses Insekt sich mit enormer Geschwindigkeit im ganzen Verbandsgebiet ausbreitete, was zur Antragsstellung noch nicht abzusehen war. Die nächsten zwei Projektjahre verliefen im Allgemeinen wie das erste Projektjahr. Im letzten Projektjahr wurden gegen Ende alle Ergebnisse zusammengeführt, ganzheitlich ausgewertet und interpretiert.

1.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen des NIKIZ Projektes hat sich gezeigt, dass im Verbandsgebiet der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer die Schilf-Glasflügelzikade (*Pentastiridius leporinus*) zum Hauptschädling im Rübenanbau geworden ist. Die Symptome, der von ihr übertragenen Krankheit SBR überlagern selbst Schäden von Pilzen und Viren. Zuckerrübensorten, die bisher blattgesunde

Rüben mit guten Zuckererträgen hervorgebracht haben, performen unter dem SBR-Druck, wie er hier im Verbandsgebiet vorherrscht, schlecht. 2022 wurde die Zikade sogar als neuer Schädling in der Kartoffel nachgewiesen und eine neue Krankheit, die "Bakterielle Kartoffelknollenwelke" entdeckt (Lang et al., 2023). Aufgrund dieser Probleme hat sich der, zu Projektbeginn noch nicht festgelegte, Schwerpunkt auf die Schilf-Glasflügelzikade gelegt. Im Laufe des Projektes konnten zwei tolerante Zuckerrübensorten (Fitis, Brabanter) in den Anbau gebracht werden, die im Vergleich zu allen anderen getesteten Sorten überdurchschnittliche Erträge erzielten. Neben den Sortenversuchen wurden weitere Versuche durchgeführt, um die Zikade in ihrer Entwicklung zu hemmen und so ihre Ausbreitung zu verzögern. Verschiedene Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungsvarianten zeigten in NIKIZ keine reduzierenden Effekte auf die Abundanz der Schilf-Glasflügelzikade im Feld. Auch der Einsatz entomopathogener Nematoden reduzierte den Ausflug der Imagos in den durchgeführten Versuchen nur unter bestimmten Bedingungen, jedoch konnte durch die Behandlung eine einmalige Reduktion des Zikadenausflugs um 30% erzielt werden. Mit den Daten des Monitorings wurde ein erstes Prognosemodell für die Zikade erstellt, welches im Folgeprojekt EntoProg weiterentwickelt und validiert wird. Neben dem Monitoring von *P. leporinus* zeigte auch die Analytik der Rüben auf SBR, dass sich im Laufe der drei Jahre 2020-2022 die Krankheit immer weiter Richtung Norden bis nördlich des Mains ausgebreitet hat.

Weitere Schaderreger, die neben *P. leporinus* Überträger einer Vergilbungskrankheit sind, sind die Blattläuse. Hier ist insbesondere die Grüne Pflirsichblattlaus *Myzus persicae* aber auch die Schwarze Bohnenlaus *Aphis fabae* zu nennen, die als Überträger von Viren die viröse Vergilbung in Zuckerrüben auslösen können. Im Monitoring konnten wichtige Daten für die Entwicklung der Prognosemodelle gesammelt und eine Empfehlung für das Pflanzenschutzmanagement der betroffenen Felder an die Landwirte weitergegeben werden. Die Landwirte wurden so sensibilisiert und für die neue Situation ohne die neonicotinoide Beize geschult. Die Landwirte lernten die Blattläuse richtig zu bestimmen, nachdem das wieder wichtig geworden war. Davor waren die Rüben durch die Beize vor Blattläusen und damit einhergehend vor Viruserkrankungen gut geschützt. Die Versuche, die im Rahmen des NIKIZ-Projekts durchgeführt wurden, wie das Anlegen von Ackerrandfangstreifen oder alternative Saattermine zeigten keine reduzierenden Effekte auf das Blattlausauftreten im Feld. Auch pflanzenstärkende Mittel erzielten keine Reduzierung der durch Virus verursachten Effekte auf die Ertragsparameter. Daneben wurden Blühstreifen zur Förderung insbesondere von Blattlausantagonisten angelegt. Deren Effekt auf die Schädlingspopulation konnte bisher nicht abschließend bewertet werden. Es konnten Prognosemodelle für die Überwinterung, den Zuflug im Frühjahr und die Entwicklung der Abundanz erstellt werden. Diese Modelle werden im Projekt EntoProg (<https://zepp.info/proj/lp/235-ento-prog>) weiterentwickelt und

validiert.

Das Drahtwurmmonitoring zeigte, dass das Entscheidungshilfesystem (EHS) SIMAGRIO-W im Frühjahr das Auftreten gut getroffen hat, allerdings prognostiziert das Modell eine Sommerpause der Drahtwurmakktivität, die bei der Bonitur jedoch oft nicht eintrat. Das EHS wird im Projekt ValiProg (<https://zepp.info/proj/lp/229-valiproj>) weitervalidiert und angepasst. Außerdem zeigte sich, dass die Artenzusammensetzung der Drahtwürmer je nach Region unterschiedlich ist, und vor allem die Art *Agriotes sordidus* vorkommt und in der Pfalz zur vorherrschenden Art wird. Der Einsatz von Kalkstickstoff und die Bodenbearbeitungsversuche zeigten keinen Erfolg. Dies lag vor allem an der Tatsache, dass die Wirkungskdauer dieser Maßnahmen zu kurz ist. In den Versuchsjahren zeigte sich, dass in den meisten Fällen nicht die Drahtwürmer selbst den größten Schaden anrichten, sondern die Krähen, welche die jungen Zuckerrüben herausziehen, um an die Drahtwürmer an deren Wurzeln zu gelangen. Hierdurch entstanden einige Totalausfälle und es musste häufig nachgesät werden, wenn dies noch möglich war.

Der spitzsteißige Rübenrüssler (*Tanymecus palliatus*) zeigte sich als sehr punktuell auftretender Schädling, welcher in den einzelnen Flächen, in denen er auftrat, zwar zu Totalausfällen führen konnte, jedoch mit den vorhandenen Mitteln bekämpfbar war. Da er jedoch immer in der Mitte von Feldern zuerst auftrat, wurde der Schaden meist erst entdeckt, wenn bereits eine größere Fläche kahlgefressen war. Der Rübenderbrüssler (*Asproparthenis punctiventris*) wurde in unserer Region nicht gefunden, jedoch konnten die Projektmitarbeiter einen zugesendeten Rüsselkäfer aus Könnern in Sachsen-Anhalt als Derbrüssler identifizieren. Durch die Projektaktivitäten wurde der Kontakt zwischen dem Fraunhofer IME-Institut und den Verantwortlichen in Österreich geschaffen, der zu weiteren Arbeiten zur Bekämpfung des Derbrüsslers führen kann, da möglicherweise geeignete Mikroben aus dem NIKIZ-Projekt zur Verfügung stehen.

In den Fungizid-Versuchen der ARGE zeigte sich, dass der Zusatz von Kontaktfungiziden zu einer verbesserten Wirkung führte. Durch die Resistenzen und das „Shifting“ zeigen immer mehr Mittel eine verringerte oder ungenügende Wirkung.

In den Sorte-Fungizid-Versuchen zeigte sich, dass durch die Wahl der richtigen Sorte, mit einer hohen Blattgesundheit, Pflanzenschutzmittelanwendungen eingespart werden konnten.

Die besten Ergebnisse zeigte über das ganze Projekt hinweg die richtige Sortenwahl.

Des Weiteren hat sich aufgrund der dargelegten Problematiken, aber insbesondere der Schilf-Glasflügelzikade und der von ihr übertragenen Krankheit SBR die Forschungsgemeinschaft Zuckerrübe Südwest (siehe 3.3.3.)

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

gegründet. Mit ihr wird Wissen wichtiger Akteure aus der Forschung im Südwesten Deutschlands gebündelt und kann praxisrelevanten Forschungsfragen nachgehen.

2 EINGEHENDE DARSTELLUNG

2.1 Verwendung der Zuwendung

Dem Vorhaben wurde zu Beginn ein Förderbetrag in Höhe von 1.445.545,44 Euro bewilligt. Dieser wurde im März 2021 im Zuge des ersten Zahlungsantrags auf 1.444.598,71 Euro gekürzt, und im Mai 2023 im Zuge des dritten Zahlungsantrags auf 1.444.581,69 Euro.

Für das erste Projektjahr (2020) wurden Mittel in Höhe von 423.591 Euro eingeplant. Ein Teil der eingeplanten Kosten fiel nicht an. So wurden beispielsweise die Blümmischungen kostenfrei durch einen assoziierten Partner zur Verfügung gestellt. Die Aufwandsentschädigungen wurden ebenfalls nicht in dem geplanten Ausmaß in Anspruch genommen. Für die Jahre 2019/20 wurden demnach nur 395.363 Euro als förderfähig beantragt und 394.417 Euro von der Bewilligungsstelle anerkannt. Der Mittelabfluss betrug im ersten Jahr somit ca. 27,4% des Gesamtbudgets. Davon entfielen 23.261 Euro auf „Laufende Ausgaben“ der OG (M 16.1) und der Rest auf die Durchführung des Innovationsvorhabens (M16.2). Ein Großteil davon belief sich auf Personalkosten, welche mit 356.996 Euro ungefähr 90% ausmachten. Der Lead-Partner hat darüber hinaus zusätzliches eigenes Personal in NIKIZ eingesetzt, um Arbeitsspitzen während der Vegetationsperiode nachzukommen und die Erreichung der Projektziele nicht zu gefährden. Dies war besonders erforderlich, da die Corona-Pandemie für Ausfälle von Personal sorgte. Knapp 60% der Sachausgaben entfielen auf Labor- und Analysebedarf. 25% der Sachausgaben wurden für die Öffentlichkeitsarbeit benötigt, die restlichen 15% für Material für Monitoring der Schadvektoren bzw. für Feldversuchsaufbauten. Die selbstgebauten Insektenkisten des ersten Jahres wurden in den Folgejahren nicht weiterverwendet, da sie den Ansprüchen der Versuchsanstellung und -durchführung nicht genügten. Sie wurden vor Laufzeitende entsorgt. Das Vorhaben hat entsprechend des Mittelabflusses auch die für das erste Jahr geplanten Meilensteine erreicht. Ein Arbeitspaket unter der „Schilf-Glasflügelzikade“ wurde durch ein anderes kostenneutral ersetzt.

Für das zweite Projektjahr (2021) waren Mittel in Höhe von 416.661 Euro eingeplant. Davon wurden 401.011 Euro als förderfähig beantragt und als solche anerkannt. Dies entspricht, mit den bereits verwendeten Mitteln, einem Mittelabfluss von ca. 55% und liegt leicht unterhalb des erzielten Projektfortschritts. Das liegt daran, dass einige Projektausgaben hier nicht in Erscheinung treten, da sie einzeln unterhalb der Fördersumme lagen, oder es sich um weitere Personalkosten handelte, welche vom LEAD-Partner so eingeschätzt wurden, dass sie den Kriterien der Förderfähigkeit nicht entsprachen. Die laufenden Ausgaben (M 16.1) machten im 2. Jahr 8,2% aus, während die Ausgaben zur Durchführung des Innovationsvorhabens (M16.2) 91,8% ausmachten. Der Anteil der geltend gemachten Sachkosten entsprach ca. 3,7%, die Personalkosten 96,3%. Knapp 90% der Sachmittel waren Labormaterialien.

Für das dritte Jahr (2022) wurden Mittel in Höhe von 447.191 Euro vorgesehen. Die für 2022 beantragten Personalkosten betragen insgesamt 392.507 Euro. Davon

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

entfielen 13.101 Euro auf die laufenden Ausgaben (M 16.1) und die restlichen Mittel in Höhe von 379.406 Euro auf Personalkosten für die Durchführung des Vorhabens (M 16.2). Gemäß Kostenplan des Projekts machten auch 2022 die Personalkosten den größten Anteil der vorhabenbezogenen Kosten aus. Die Sachkosten aus dem Jahr 2022 werden gemeinsam mit den Kosten aus 2023 beim Abschluss-Zahlungsantrag eingereicht. Der Mittelabfluss bis Ende 2022 (ohne die Sachkosten aus 2022) betrug seit Projektbeginn ca. 82% und liegt damit etwa im erwarteten Bereich. Die Meilensteine des Projekts wurden erreicht. Weitere, nicht erwartete Ergebnisse und Entdeckungen konnten zusätzlich erarbeitet werden. Die Feldversuche sowie Labor- oder Gewächshausarbeiten beim Partner JLUG waren Ende 2022 abgeschlossen.

Im letzten halben Projektjahr (bis Ende Juni 2023) fand neben den Laboranalysen zu Blattlausvirose und SBR-Befall hauptsächlich die Arbeit am Prognosemodell sowie die Datenauswertung für die anderen Arbeitspakete statt. Auch eine Abschlussveranstaltung mit einem Workshop im Mai wurde vorbereitet, ebenso die abschließenden Projektdokumente (Abschlussbericht, Zusammenfassung, Abschlusszahlungsantrag). Da die Feldversuche und damit auch das zeitintensive Monitoring abgeschlossen waren, konnte das letzte Halbjahr mit einem reduziertem Personalstock gemeistert werden. Für 2023 waren laut Zuwendungsbescheid Mittel in Höhe von 158.099 Euro vorgesehen. Am 30.06.2023 werden 249.629,34 Euro als förderfähig beantragt- davon 16.053,08 Euro für „laufende Ausgaben“ (M 16.1) und 233.576,26 Euro für die Durchführung des Innovationsvorhabens (M 16.2). Davon entfallen 79.078,07 Euro auf Sachmittel (ca. 34 %) sowie 66% auf Personalkosten (= 154.498,19 Euro). Damit hat das Projekt einen Mittelabfluss von 99,5% erreicht soweit sich keine Änderungen bei der Prüfung des Abschlusszahlungsantrages ergeben. Die damit vorgegebenen Meilensteine wurden erreicht.

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Tabelle 2: Finanzierungsplan.

OG-Mitglied	2020	2021	2022	2023 (*)
Personalausgaben, inkl. 15%				
Verband Hessisch-Pfälzischer Zuckerrübenanbauer e.V.	196.661,10 €	182.281,44 €	206.594,01 €	100.942,75 €
Justus-Liebig-Universität Gießen	44.180,70 €	55.807,20 €	55.807,20 €	
ZEPP	74.299,20 €	74.299,20 €	74.299,20 €	37.149,60 €
DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück	41.855,40 €	55.807,20 €	55.807,20 €	27.903,60 €
Zwischensumme	356.996,40 €	368.195,04 €	392.507,61 €	165.995,95 €
Sachausgaben				
Labor-u. Analysebedarf	22.825,96 €	29.309,42 €	beantragt in 2023 →	23.872,51 €
Freilandversuche	5.813,43 €	2178,71 €	beantragt in 2023 →	10.079,56 €
Externe Dienstleistungen ZEPP				45.000 €
Öffentlichkeitsarbeit	9.728,10 €	1328,70 €	beantragt in 2023 →	4.681,32
Zwischensumme	38.367,49 €	32.816,83 €	beantragt in 2023 →	83.633,39 €
Gesamt	395.363,89 €	401.011,87 €	392.507,61 €	249.629,34 €
davon förderfähig beschieden (laut korrigiertem Zuwendungsbescheid vorgesehen)	394.417,16 €	401.011,86 €	392.490,59 €	249.629,34 € (*)
Abzüge	-946,73 €	-0,01 €	-17,02 €	0 € (*)
Verbliebene, nicht beantragte Mittel	1.049.234,82 €	648.222,95 €	255.698,32 €	7.032,74 €

(*) Der letzte Zahlungsantrag wird erst am 30.06.2023 der Prüfbehörde vorgelegt, daher sind die Angaben hier unter Vorbehalt des Prüfergebnisses.

2.2 Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

2.2.1 Ausgangssituation

Der fortschreitende Klimawandel verändert nicht nur auf direkte Weise die Anbaubedingungen, wie zum Beispiel durch Spätfröste, Trockenheit und Extremwetterereignisse, er führt auch dazu, dass sich wärme- und trockenheitsliebende Schadinsekten stärker vermehren und sich in neue Gebiete ausbreiten können. Der Zuckerrübenanbau sieht sich zudem, durch den Wegfall von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere der neonicotinoiden Beize (2019), sowie veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Wegfall wichtiger Regelungen der Zuckermarktordnung 2017) vor besonders vielen Hürden. Vor all diesen Veränderungen steht der Zuckerrübenanbau bisher ohne Lösungen, um für die Anbauer attraktiv zu bleiben. Dies ist hoch brisant, da sich an die Feldfrucht Zuckerrübe eine nachgelagerte, regionale Wirtschaft angliedert, die nur erhalten bleibt, wenn der Ausgangsstoff Zuckerrübe in unserer Region weiter in ausreichender Menge auf den Äckern produziert werden kann.

Die Herausforderungen sind vielfältig und ganzheitlich. Zu Beginn der Wachstumsperiode sind die jungen Rüben, durch den fehlenden Schutz der Neonicotinoiden Beize, plötzlich wieder Schädlingen ausgesetzt, mit denen die Anbauer vorher bei ihrer Kulturführung nicht konfrontiert waren. So schädigen Drahtwürmer (*Agriotes sordidus*) als Fraßschädlinge sowie Blattläuse (*Myzus persicae* und *Aphis fabae*) als Virenüberträger die jungen Pflanzen. Vor allem die Blattläuse zeigen mit milden Wintern und warmen Sommern eine erhöhte Abundanz auf. Den Schaden, den sie als Vektoren anrichten, sieht man im Spätsommer, wenn die Vergilbungsviren die Blattphänologie der Rübe entsprechend gelb färben und der Assimilationsverlust sich im Zuckerertrag widerspiegelt. Neben den Blattläusen traten, vor Projektbeginn vereinzelt, Zikaden (*Pentastiridius leporinus*) auf. Diese einheimische Insektenart überträgt ein Proteobakterium (*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*) sowie ein Phytoplasma (*Candidatus Phytoplasma solani*) durch die jeweils einzeln oder gemeinsam auftretend SBR hervorgerufen werden kann. Die Zuckerrübenkrankheit SBR (Syndrome basses richesses) verursacht Symptome, die sich durch gelb gefärbte Rübenblätter, lanzettlich geformte Herzblätter sowie nekrotische Leitbündel im Rübenkörper zeigen. Durch sie wird der Zuckerertrag stark reduziert. Ein Schädling, der vereinzelt vorkommt, aber dann große Flächen kahl frisst, ist der Rüsselkäfer (u. a. *Tanymecus palliatus*). Neben den Schadinsekten und von ihnen übertragenen Erregern werden die Zuckerrüben ab Sommer von Pilzkrankheiten befallen.

Diese Schaderreger bedeuten für die Anbauer, neben verändertem Klima und dem Wegfall der Zuckermarktordnung, zusätzliche Unsicherheiten, die den Rübenanbau erschweren und zunehmend unattraktiv machen. Dennoch ist die Rübe als regionales Produkt von großer Bedeutung und macht eine klassische Ackerfruchtfolge diverser, was wiederum nur vorteilhaft für die Resilienz des ganzen Systems ist.

2.2.2 Projektaufgabenstellung

Aufgabe des Projekts war es, alternative Pflanzenschutzstrategien zu erarbeiten und diese direkt in die Praxis zu implementieren und mit Praktikern zu bewerten. Konkret heißt das, dass für jedes spezifische Problem, also einen bestimmten Schaderreger, individuelle Lösungen gefunden werden mussten.

Im Fokus des Projektes standen zu Beginn die Blattläuse (*Myzus persicae* und *Aphis fabae*). Im Laufe des Projekts wurde die Schilf-Glasflügelzikade (*Pentastiridius leporinus*) zu einem immer größeren Problem und rückte mehr in den Fokus.

Hierfür wurde im Rahmen des Projekts für die Erstellung von Prognosemodellen, sowie für das Wissen über die räumliche Ausbreitung von Blattläusen, Schilf-Glasflügelzikaden, Rüsselkäfern und Drahtwürmern ein für die jeweilige Art spezifisches Monitoring durchgeführt.

Aufgabe war es, verschiedene Anpassungsstrategien des Zuckerrübenanbaus zu ermitteln und auf ihre Wirksamkeit und Durchführbarkeit zusammen mit den Landwirten der OG zu testen und gegebenenfalls direkt in die Praxis einzuführen.

2.3 Ergebnisse der OG in Bezug auf:

2.3.1 Die Zusammenarbeit im Einzelnen

Die Zusammenarbeit mit den einzelnen OG-Mitgliedern lief bedingt durch die Corona-Pandemie zumeist über Videokonferenzen und Telefonate. Hierfür wurde das Programm Microsoft Teams verwendet und allen OG-Mitgliedern ein Zugang eingerichtet. Persönlicher Kontakt wurde vor allem mit den Landwirten gepflegt. Hier gab es viele bilaterale Gespräche bei den Arbeiten im Feld, welche von den Projektmitarbeitern als sehr aufschlussreich und wertvoll angesehen wurden.

In den OG-Treffen wurden Ergebnisse präsentiert und Organisatorisches abgehandelt. Zusätzlich zu den OG-Treffen wurden Treffen mit Landwirten veranstaltet in denen vor allem die Versuchsdesigns, aber auch die Anliegen der Landwirte genauer besprochen wurden. Auf Feldrundgängen, Sortenrundfahrten, Winterversammlungen, Kontrahierungsveranstaltungen etc. trafen sich immer einige OG-Mitglieder zum Wissensaustausch. Mit allen OG-Mitgliedern wurden ein stetiger Kontakt und Austausch über die geplanten Treffen hinausgehalten. Alle aktiven Mitarbeiter der OG-Mitglieder trafen sich virtuell wöchentlich zur überinstitutionellen Absprache. Hier wurden Fortschritte geteilt, Aufgaben, Tourenplanungen, weitere Vorgehensweisen, Probleme etc. besprochen.

Verschiedene Chat Gruppen verkürzten die Kommunikationswege z. B. der Versuchsanstellenden und bonitierenden Personen. Die Landwirte haben die entsprechende Gruppe sehr gut angenommen und nutzten diese auch für den Austausch untereinander.

Durch die Zusammenarbeit innerhalb einer OG konnten Aufgaben, bspw. des Verbandes der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e. V. und der JLU Gießen, der ZEPP aber auch des DLR flexibel und zeitnah aufgeteilt werden. In der Regel wurde die Probenbeschaffung von dem Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e. V. durchgeführt und die Proben anschließend zur JLU Gießen oder zum DLR verschickt oder transportiert, wo anschließend die Analytik und Auswertung stattfand. So wurde dies zum Beispiel mit den gefangenen Schilf-Glasflügelzikaden im Rahmen des Monitorings durchgeführt.

Durch das Team und den ständigen Austausch mit Forschung und Praxis entwickelte das Projekt eine positive Dynamik, welche auch in der Öffentlichkeit als sehr wertvoll angesehen wurde.

2.3.2 Was war der besondere Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Projekts?

Der Mehrwert der sehr breit gefächerten OG war in diesem Projekt die direkte Anbindung der Praxis an die Forschung. Neue Probleme in der Praxis konnten in der Forschung direkt behandelt werden. Die Forschung konnte aus der Praxis Schadinsekten für Versuche und Untersuchungen im Labor und Gewächshaus sammeln und die Praxis bekam einen direkten Draht zur Forschung, zu Forschungsergebnissen etc. In diesem Projekt wurde auf Augenhöhe gearbeitet. Die

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Landwirte, die Mitarbeiter des Verbandes sowie der Forschungsinstitutionen arbeiteten wortwörtlich Seite an Seite im Feld und in den Forschungsstätten.

Durch diese Form der Organisation konnte das Monitoring effizienter organisiert werden. Durch die Nähe des Verbandes der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e. V. zu den Monitoringstandorten und den Landwirten konnten die Touren zur Bonitur und zum Probensammeln effizient gestaltet werden und die Proben anschließend gesammelt und kombiniert versendet werden.

Dieses Format ermöglichte auch einen Austausch zwischen Forschung und Praxis, zum einen zur Durchführung und Planung der Untersuchungen und zum anderen zur Kommunikation der erlangten Erkenntnisse in die Praxis, zum Beispiel zu den Landwirten.

Durch den ständigen, unbürokratischen und direkten Wissensaustausch zwischen Praxis, Beratung und Forschung konnten synergetische Effekte genutzt und Kompetenzen gebündelt werden. Dies führte zu einer direkten Projektion der Ergebnisse in die breite Praxis und Öffentlichkeit.

2.3.3 Ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projekts vorgesehen?

Die Zusammenarbeit der OG läuft bereits in unterschiedlichen Kombinationen in den folgenden Forschungsprojekten SONAR, SIKA-ZIKA, Beta-Climate und ENTOPROG. Auch weitere Projekte sind geplant. Darüber hinaus findet weiterhin ein ständiger und persönlicher Austausch zwischen den OGs statt.

Durch das Projekt NIKIZ wurde deutlich, dass sich die einzelnen Forschungsinstitute im Südwesten Deutschlands vernetzen müssen. Aus diesem Grund wurde die Forschungsgemeinschaft Zuckerrübe Südwest gegründet (Tabelle 3).

Tabelle 3: Mitglieder der Forschungsgemeinschaft Zuckerrübe Südwest.

Institution	Ansprechpartner
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinhessen-Nahe-Hunsrück	Oliver Martinez, ab 2023 Christine Schlicher, in Vertretung Judith Ginsberg
Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und angewandte Ökologie	Dr. Kwang-Zin Lee
Justus. Liebig- Universität Gießen	Prof. Dr. Andreas Vilcinskas
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg	Dr. Michael Glaser
Regierungspräsidium Gießen-Pflanzenschutzdienst Hessen	Dr. Dominik Dicke

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Stiftung Südwestdeutscher Zuckerrübenanbau	Dr. Christian Lang
Technische Hochschule Bingen	Prof. Dr. Jan Petersen
Universität Hohenheim	Prof. Dr. Ralf F. Vögele
Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e. V.	Dr. Larissa Klein
Zentralstelle der Länder für EDV- gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP)	Dr. Benno Kleinhenz

3 ERGEBNISSE DES INNOVATIONSPROJEKTES SORTIERT NACH SCHADORGANISMEN

3.1 Blattläuse

3.1.1 Monitoring

Zur Erstellung der Prognosemodelle für Blattläuse (hier: *M. persicae* und *A. fabae*) wurde über die drei Projektjahre hinweg ein mehrteiliges Monitoring durchgeführt. Dabei wurden über Winter *M. persicae* an den Winterwirten dokumentiert. Im Frühjahr wurden auf den Monitoringschlägen in Zuckerrüben je zwei Gelbschalen aufgestellt und wöchentlich bonitiert, um den Erstzuflug zu erfassen. Sobald die Zuckerrübenpflanzen das BBCH-Stadium 12 (2 Laubblätter entfaltet) erreicht hatten, wurden Blattläuse direkt an den Pflanzen bonitiert bis BBCH-Stadium 39 (Bestandesschluss) erreicht war.

3.1.1.1 Winterbonitur

Die Winterbonitur wurde zu Beginn auf Raps und unterschiedlichen Zwischenfruchtpflanzen durchgeführt. Nach dem ersten Winter hat sich gezeigt, dass es sinnvoll ist, nur auf Raps und Senf bzw. Zwischenfruchtmischungen mit einem großen Senfanteil zu bonitieren. Es wurden jeweils acht Senf und Rapschläge bonitiert. Die Ergebnisse zeigen sehr unterschiedliche Verläufe über die drei Jahre. 2020 gab es viele Blattläuse, die somit auch in die Bestände der Zwischenwirte einflogen, jedoch über den Winter stark reduziert wurden. 2021 gab es daraufhin nicht viele Blattläuse. 2022 konnte sich die Population wieder stärker aufbauen und wiesen somit auch wieder höhere Zahlen in den Winterbonituren auf.

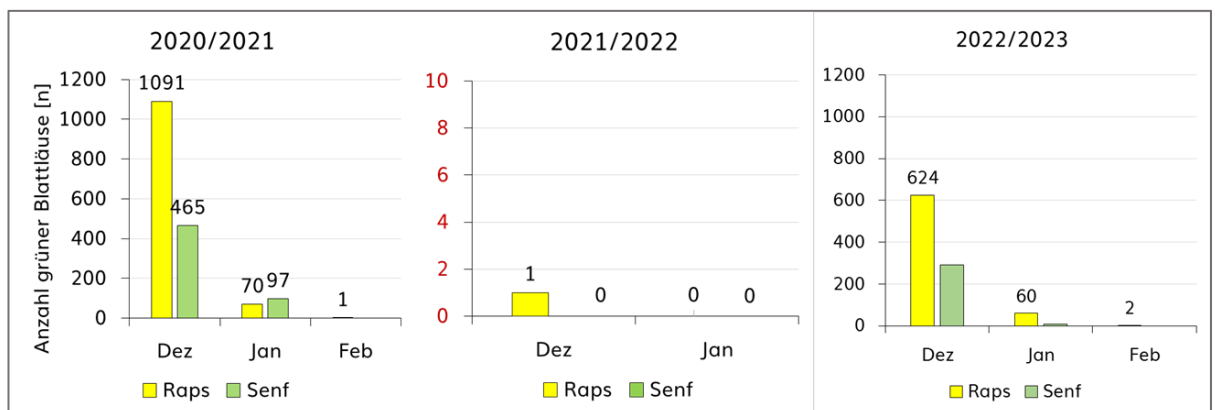


Abbildung 1: Summe aller bonitierten Schläge pro Boniturmonat.

Bonituren in Zuckerrüben

Das Blattlausmonitoring fand in den drei Jahren auf 44 Standorten in den Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz statt.

Tabelle 4: Anzahl der Schläge für das Blattlausmonitoring pro Bundesland und Jahr.

	2020	2021	2022
HE	3	3	3
RP	12	11	12

*2021 musste auf einem der rheinland-pfälzischen Standorte die Sommerbonitur abgebrochen werden, da der Auflauf der Pflanzen zu unterschiedlich war.

3.1.1.2 Gelbschalenbonitur

Im Frühjahr, nach Aussaat, begann auf den Monitoring-Standorten die Bonitur mit jeweils zwei Gelbschalen pro Schlag, die diagonal zueinander und 20 m vom Feldrand entfernt standen. Bis zum Zuflug wurden sie zweimal wöchentlich bonitiert, danach wöchentlich bis zum Übergang in die Pflanzenbonitur. 2021 war der Blattlausflug gering, demnach wurden die Gelbschalen länger bonitiert.

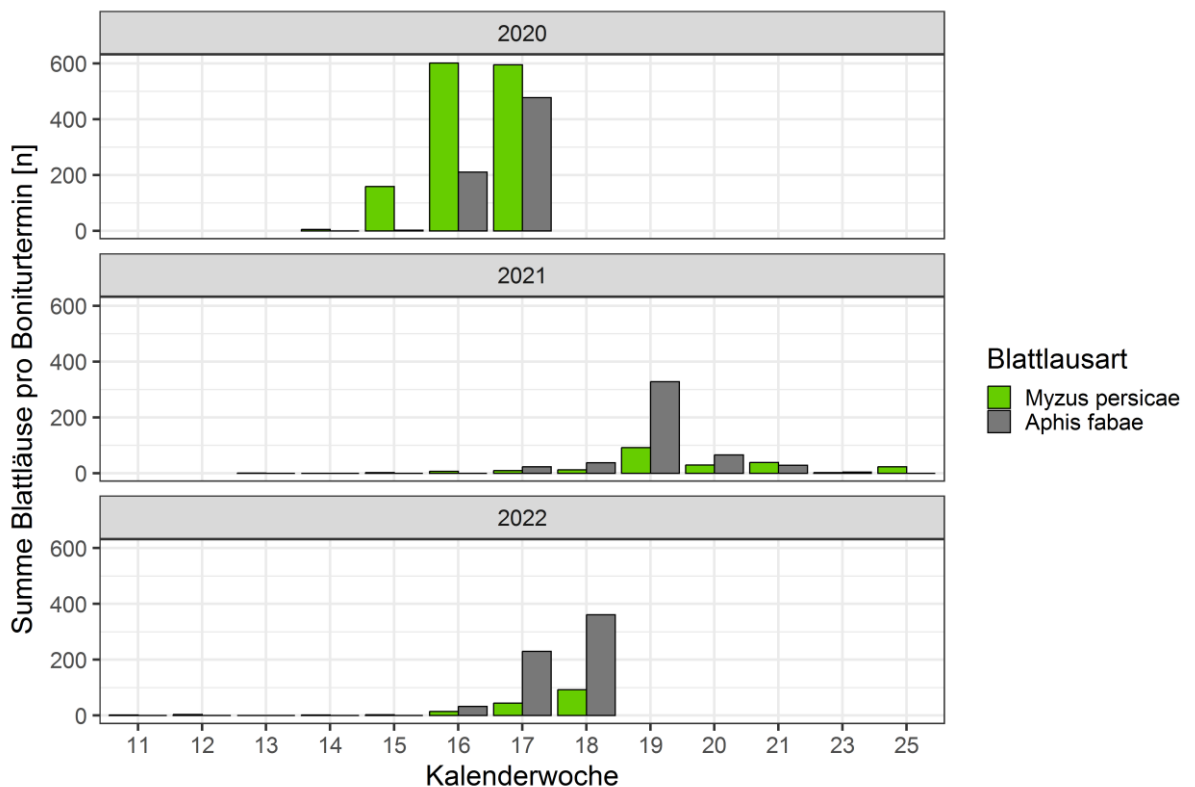


Abbildung 2: Zuflug von *M. persicae* und *A. fabae* als Summe in den Gelbschalen über alle Standorte hinweg pro Kalenderwoche.

Im Nachgang der Bonitursaison hat sich gezeigt, dass die Blattlausart, die in der Sommerbonitur stärker vertreten war, bereits in der Gelbschalenbonitur häufiger

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

aufgefunden wurde. 2020 war das *M. persicae*, 2022 *A. fabae*. Zusätzlich verlief der Zuflug in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich. Der Hauptzuflug begann in unterschiedlichen Kalenderwochen, je nach Witterungsverhältnissen.

3.1.1.3 Sommerbonitur

Die Sommerbonitur an den Pflanzen wurde ab BBCH 12 bis 39 wöchentlich durchgeführt. Es wurden jeweils 40 Pflanzen in einem Spritzfenster (ca. 25 m x 50 m) bonitiert. Das Spritzfenster wurde in ein Raster aus acht Parzellen unterteilt und pro Raster wurden fünf Pflanzen bonitiert. Da die Blattläuse inhomogen im Schlag verteilt sind, wurde jede Woche die Reihe gewechselt, um zu verhindern, dass jede Woche an Pflanzen mit sehr hohem bzw. niedrigem Befall bonitiert würde. Die Pflanzen wurden auf Blattläuse untersucht, ihr BBCH-Stadium, sowie die Anzahl an Nützlingen pro Pflanze notiert. Die jährlichen Blattlausmonitorings sind Grundlage zur Erstellung eines Prognosemodells. Außerdem wurde die Bonitur zusätzlich außerhalb des Spritzfensters durchgeführt, für die Beratung der Landwirte und um eine erneute Schadschwellenüberschreitung im behandelten Bereich festhalten zu können.

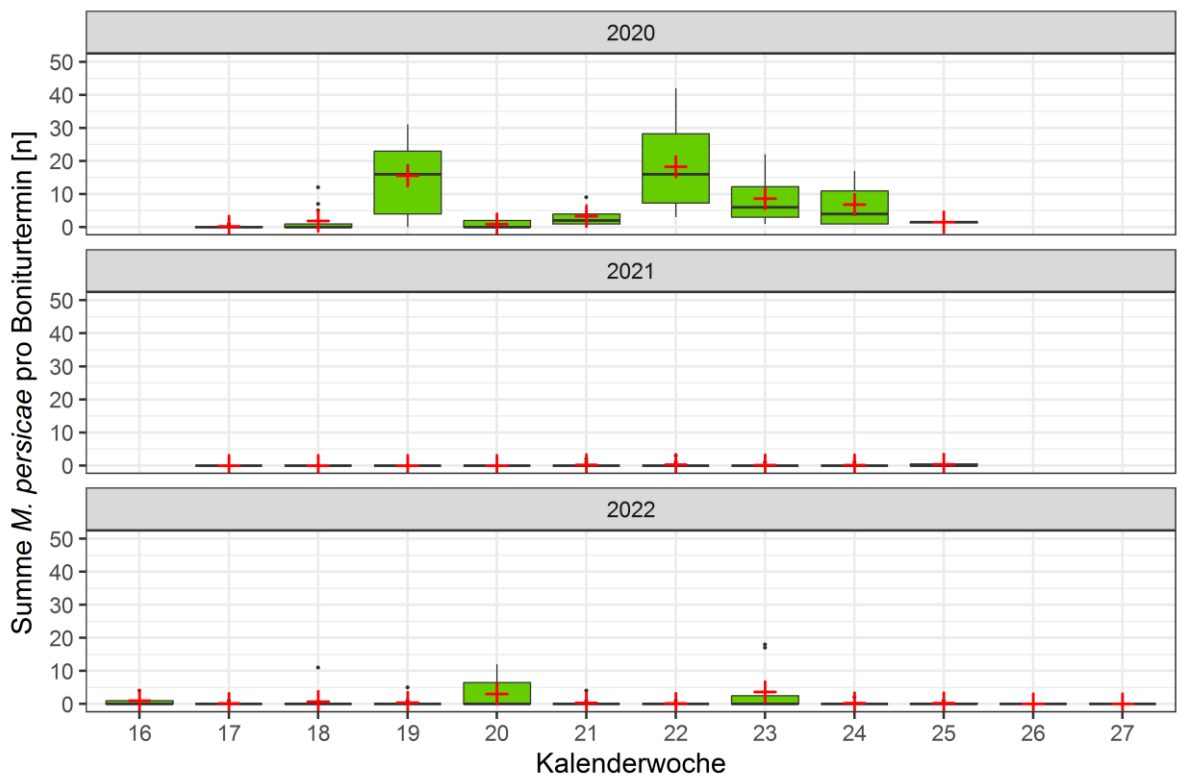


Abbildung 3: Summe der Individuen von *M. persicae* pro Boniturtermin (KW) und allen bonitierten Standorte In KW 19/2020 wurden drei Ausreißer entfernt, damit die Graphik besser zu erkennen ist.

Der Befall von *M. persicae* war in den drei Boniturjahren sehr unterschiedlich. 2020 gab es einen frühen und hohen Zuflug. Außerhalb des Spritzfensters wurde auch mehrfach die Bekämpfungsschwelle überschritten und behandelt. Die Wetterbedingungen waren relativ trocken und im März bereits warm. Im Jahr 2021 war so gut wie kein Blattlausbefall durch *M. persicae*. Es war ein relativ nasses Jahr

und im Frühjahr/Sommer nicht so heiß. 2022 hingegen war wieder ein trockener und heißer Sommer (siehe Wetterdiagramme 3.6). Dennoch war der Blattlausbefall durch *M. persicae* nicht besonders hoch.

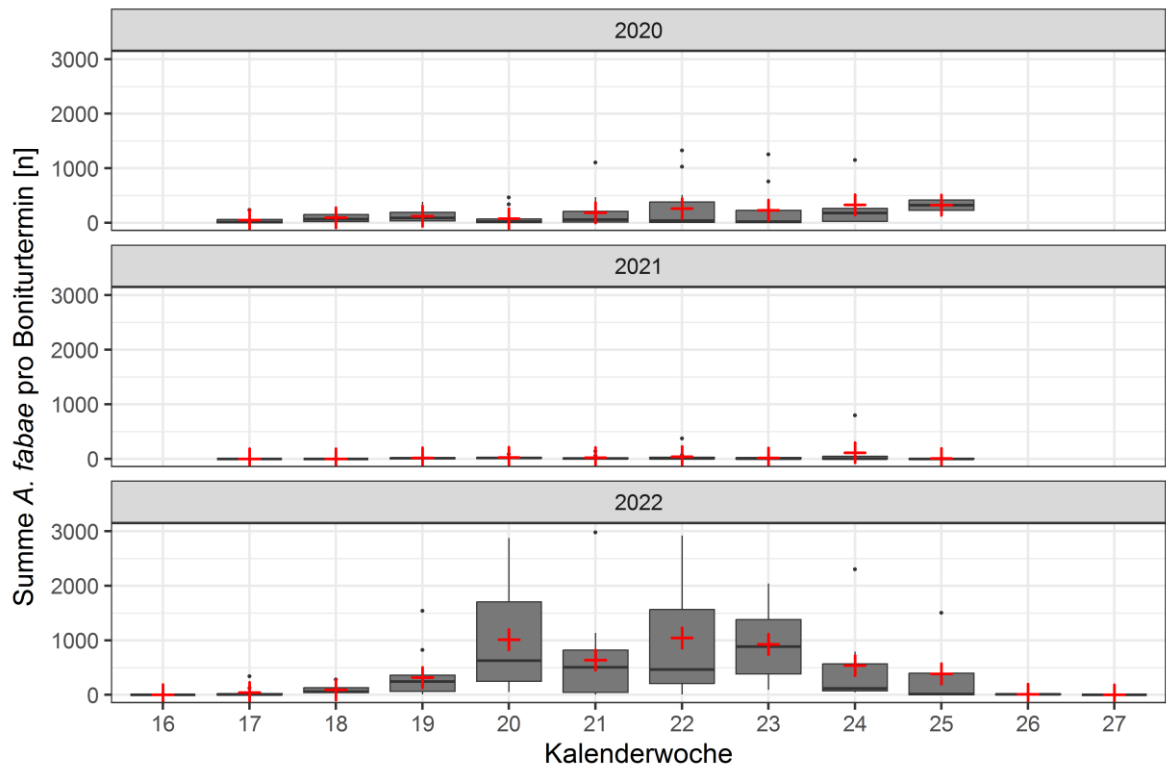


Abbildung 4: Summe der Individuen von *A. fabae* pro Boniturtermin (KW) und allen bonitierten Standorte In den KW 20-23/2022 wurden Ausreißer entfernt, damit die Graphik besser zu erkennen ist.

Auch beim Befall durch *A. fabae* gab es drei unterschiedliche Boniturjahre. 2020 gab es ein hohes Auftreten, es wurde die Bekämpfungsschwelle auch außerhalb des Spritzfensters mehrfach überschritten. Das Boniturjahr 2021 hatte nur niedrige Boniturzahlen, wohingegen 2022 der Befall mit *A. fabae* im Vergleich überdurchschnittlich hoch war.

3.1.2 Anlegen von Fangstreifen zur Kontrolle von Blattläusen als Virenüberträger in Zuckerrüben



Abbildung 5: Ackerbohnen- (hellblau) und Senfstreifen (gelb) in Billigheim 2021 (Bild: Google).

A. fabae ist als ein sehr häufig vorkommender Schädling auf Ackerbohnen bekannt (Cammel und Way, 1983, zitiert von Nunnenmacher, 1998). Daher war anzunehmen, dass sie sich als Catchcrop (Fangpflanze) für den Schädling in Zuckerrüben eignet. Eine weitere Blattlausart, die in Zuckerrüben als Virenüberträger zu finden ist, ist *M. persicae*. Diese Blattlausart bevorzugt als Wirtspflanze vornehmlich Brassicaceen (z. B. Senf) (Mackauer et al. 1978, zitiert von Nunnenmacher, 1998) und ist im Vergleich zu Zuckerrübe besser für ihre Vermehrung geeignet (Heathcote, 1962). Aus den beschriebenen Gründen wurden Ackerbohnen und Senf als Fangpflanze, aber auch „Nützlingsproduktionsstätten“ am Rand von Zuckerrübenfeldern, gesät und ihr Effekt auf die Blattlauspopulation von *A. fabae* und respektive *M. persicae* untersucht. Der Versuchsaufbau orientierte sich an Nunnenmacher (1998). In allen drei Jahren wurden am Rand von Zuckerrübenschlügen an einer Seite Senf und an der anderen Seite Ackerbohnen gesät. Von dort wurde in der Fangpflanze und im Rübenbestand gezählt, wie viele Pflanzen von der jeweiligen Blattlausart befallen waren. Pro Erfassungspunkt wurden zehn Pflanzen ausgewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die entsprechenden Blattlausarten sowohl in

Zuckerrüben als auch in ihrer Catchcrop aufhalten. In der Variante „Ackerbohne“ sind alle Pflanzen, Fangpflanze wie Zuckerrübe, bei allen Distanzen ähnlich häufig von Blattläusen befallen. In der Variante „Senf“ bestätigt sich, dass Zuckerrübe die weniger attraktive Wirtspflanze zu sein scheint, da sich in der Tendenz mehr Blattläuse im Senf oder in der Nähe des Senfs aufhalten, als in weiterer Distanz zur attraktiven Pflanze. Die Zahl der befallenen Pflanzen unterscheidet sich jedoch weder bei Ackerbohne/Zuckerrübe noch bei Senf/Zuckerrübe signifikant voneinander (Wilcoxonstest $p > 0.05$). (Abbildung 6) Inwieweit sich das Abmähen der Fangstreifen auf das Einwandern von Nützlingen im Rübenbestand auswirkt, wurde nicht untersucht. Dies wäre, da es von Nunnenmacher (1998) bei einem bestimmten Versuchsaufbau (Salatstreifen benachbart von jeweils der Catchcrop) als ähnlich wirksam, wie eine Pflanzenschutzapplikation bewertet wurde, sinnvoll in weiteren Wiederholungen zu erfassen. Hierfür müssten weitere entomologische Studien folgen, um die Übertragbarkeit vom Salatbau auf den Rübenbau zu bewerten. Darüber hinaus wäre die Bewertbarkeit der NIKIZ Streifenversuche auch korrelativ möglich, wenn die genaue Anzahl an Blattläusen hätte gezählt werden können. Die Anzahl der zu zählenden Pflanzen ist abhängig von der Blattlausart, um belastbare Daten zu generieren. Nach Southwood (1978) soll eine Güte der Erfassung von 0,25 (Anzahl Pflanzen/(Anzahl Blattläuse/Anzahl Pflanze)) erzielt werden. Diese genaue Erfassungsart überstieg allerdings die personellen Ressourcen im Projekt.

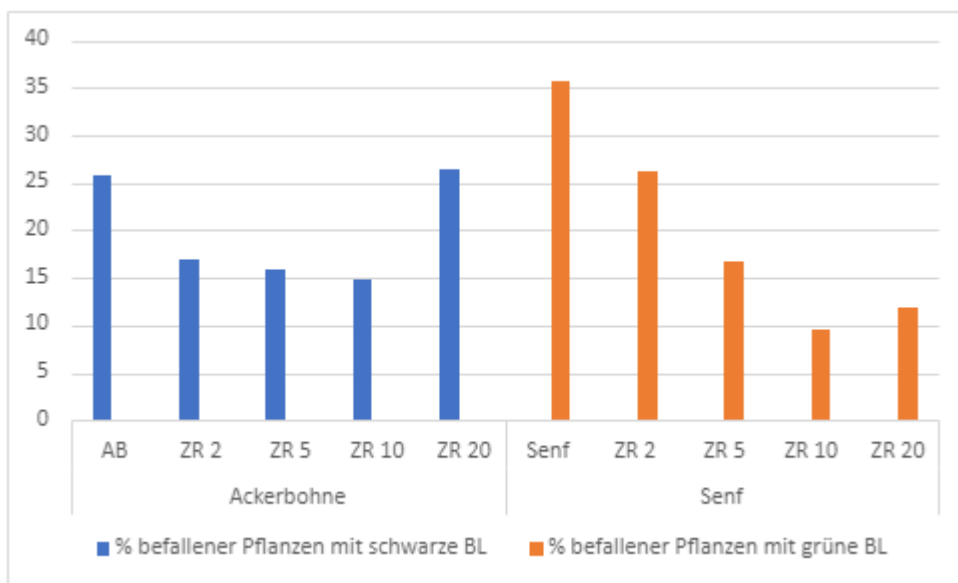


Abbildung 6: Vergleich der befallenen Pflanzen in verschiedenem Abstand zum Ackerbohne-, bzw. Senfstreifen.

3.1.3 Alternativer Saatzeitpunkt zur Reduktion des Blattlauseinflugs

Ziel dieses Versuchs war, dass Rüben, die früher gesät wurden, zum Blattlauseinflug bereits aus dem kritischen Jugendstadium herausgewachsen sind und weniger empfindlich auf eine Virusinfektion sowie Saugschäden von Blattläusen reagieren. Empfindlich für eine Blattlausinfektion sind die Rüben vor allem dann, wenn der Landereiz für die Blattlaus am größten ist. Einen großen Landereiz macht für

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Blattläuse ein starker Kontrast aus, wie z. B. hellgrüne junge Rübenpflanze („yellow sensitive“) gegen dunkelbraunen Ackerboden (Kennedy et al., 1961).

Der Versuch wurde in allen drei Projektjahren auf jeweils fünf Schlägen durchgeführt. Im Jahr 2022 wurde der Versuch nur auf 4 Standorten durchgeführt, da bei einem Standort der Saataufgang beider Varianten gleich war und es dadurch keinen Unterschied zwischen den Versuchsvarianten gab. Blattläuse wurden an 40 Pflanzen im wöchentlichen Abstand gezählt.

Die Projektergebnisse zeigen, dass sich die Anzahl der Blattläuse auf den Rübenpflanzen zwischen den Saatzeitpunkten nicht signifikant unterscheiden (Kruskal-Wallis mit Wilcox-test and holm-correction, $\chi^2=23.85$, $df=5$, $p > 0,05$) (Abbildung 7). Neben diesem Ergebnis zeigt sich auch kein Unterschied im Ertrag (BZE) zwischen den beiden Saatzeitpunkten (Tabelle 5).

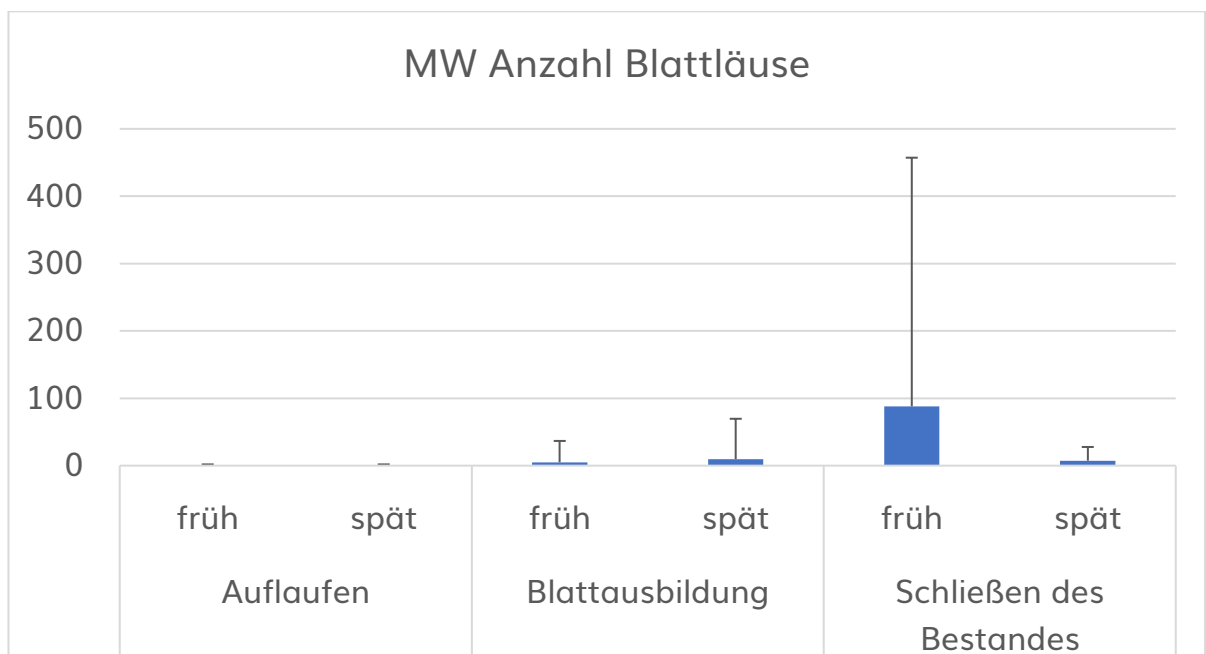


Abbildung 7: Vergleich der Anzahl der Blattläuse in früher und später Saat zu unterschiedlichen BBCH-Stadien der Zuckerrüben.

Tabelle 5: Vergleich des BZE der frühen und der späten Saat.

	Mittelwert BZE (t/ha) ± Standardabweichung
Frühe Saat	13,36±5,13
Späte Saat	12,57±4,46

Aus diesen Ergebnissen kann man schließen, dass der Saatzeitpunkt nicht entscheidend für den Zuflug der Schadinsekten und die Ertragsbildung ist. Es ist jedoch auch nicht auszuschließen, ob der Effekt durch Trockenheit und SBR-Symptomatik überlagert wurde und deshalb nicht feststellbar war.

3.1.4 Pflanzenstärkungsmittel für festere Blattoberfläche, Abschreckung der Blattläuse

In Zusammenarbeit zwischen der Südzucker AG und der ARGE Südwest sowie der ARGE Franken wurden im Jahr 2020 primende Agenzien auf den Blattlaus- bzw. Zikadenbefall von Zuckerrüben hin untersucht. Erste Ergebnisse zeigen, dass die verwendeten Mittel keine signifikanten Unterschiede in den Ertragsparametern im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle aufweisen. Aus diesem Grund wurde von einer Wiederholung dieses Ansatzes abgesehen. Zudem war eine regelmäßige Notfallzulassung Acetamiprid-haltiger Produkte zur Bekämpfung der Blattläuse gewährleistet.



Abbildung 8: Parzellenversuch mit primenden Agenzien.

Tabelle 6: Darstellung des Bereinigten Zuckergehaltes in Abhängigkeit der untersuchten primenden Agenz.

VERSUCHS- GLIEDER	Anzahl Rüben bei Ernte Tsd/ha	Rüben Ertrag		Zucker- gehalt		Berein. Zucker- gehalt %	Ausbeut- barer Zucker % a. S.	SMV %	Zucker- ertrag bereinigt		K	Na	Amino-N	
		t/ha	rel.	%	rel.				t/ha	rel.				mmol/1000g Rüben
Kontrolle	1	86,1	74,9	100,0	16,25	100,0	14,13	86,92	1,52	10,56	100,0	46,8	8,4	15,9
Verrechnungsmittel		86,1	74,9	100,0	16,25	100,0	14,13	86,92	1,52	10,56	100,0	46,8	8,4	15,9
Primendes Agenz 1	2	87,5	76,9	102,6	15,99	98,4	13,79	86,19	1,60	10,57	100,1	52,5	9,9	15,6
Primendes Agenz 2	3	86,4	73,4	98,1	16,34	100,5	14,14	86,50	1,60	10,38	98,3	52,2	9,5	15,8
Primendes Agenz 3	4	86,4	73,3	97,8	16,56	101,9	14,33	86,51	1,63	10,49	99,3	54,4	9,9	15,9
Atonic	5	86,4	76,0	101,5	16,34	100,5	14,20	86,88	1,54	10,77	102,0	49,8	8,7	15,0
Insektizid	6	88,9	76,9	102,7	16,08	98,9	13,81	85,87	1,67	10,61	100,4	54,1	10,9	17,0
Prüfmittel		87,1	75,3	100,5	16,26	100,1	14,05	86,39	1,61	10,56	100,0	52,6	9,8	15,8
Gesamtmittel		86,9	75,2	100,5	16,26	100,1	14,06	86,48	1,59	10,56	100,0	51,6	9,6	15,9
GD 5% (multipler t-Test)		4,3	4,0	5,4	0,74	4,6	0,82	1,40	0,16	0,86	8,2	6,7	2,4	3,0

3.1.5 Antagonisten

3.1.5.1 Blühstreifen 2020

Die Südzucker AG hat im Herbst 2019 auf 5 Schlägen (Kirschgartshausen, Gondelsheim, Gochsheim, Gerbrunn, Euerfeld) 3 bzw. 6 m breite und 15 m lange Blühstreifen zur Anlockung von Nützlingen anlegen lassen, auf denen vom 14. Mai bis zum 31. Juli 2020 im wöchentlichen Abstand gekeschert wurde. Es wurden insgesamt vier verschiedene Mischungen pro Versuchsstandort ausgebracht: die Veitshöchheimer Bienenweide als Standard sowie drei eigens zusammengestellte Mischungen (siehe 2. Sachstandbericht). In Kirschgartshausen wurden zusätzlich Ackerbohnen als 5. Variante ausgesät. An den Standorten Euerfeld und Gerbrunn musste das Keschern aus organisatorischen Gründen nach einer bzw. drei Wochen eingestellt werden. Die gekescherten Tiere wurden im Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer morphologisch bestimmt und in funktionelle Gruppen (Targetschädling, spezialisierte Nützlinge, generalistische Nützlinge, indifferente Arten) unterteilt.

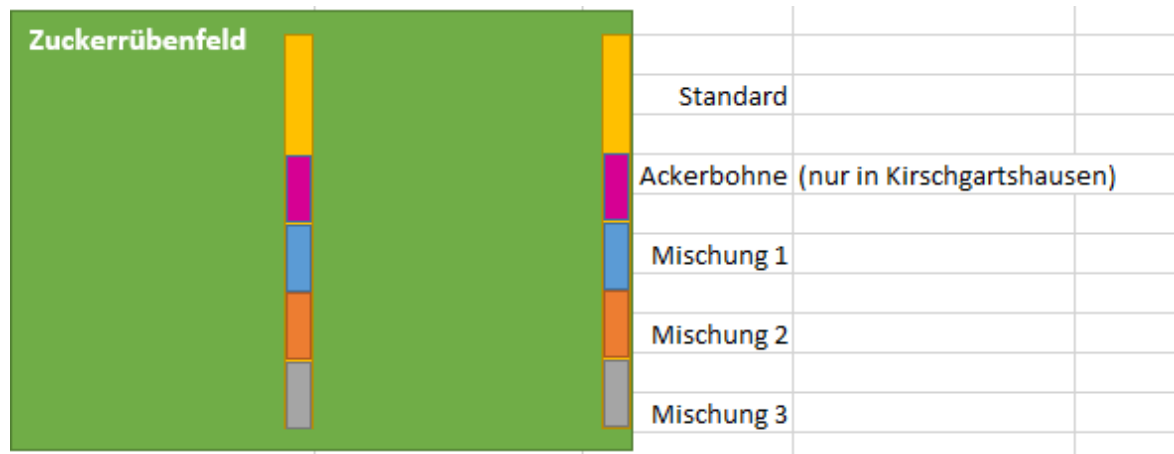


Abbildung 9: Versuchsanlage des Versuchs mit 3 verschiedenen.

Tabelle 7: Ausgebrachte Blühmischungen (Standard: Veitshöchheimer Bienenweide <https://www.saaten-zeller.de/landwirtschaft/veitshoechheimer-bienenweide>).

Nützlingsmischung ZR 1 (Gruppe A)

Deutscher Name	Englisch	Familie	Lateinisch	Samenanteil
Gewöhnl. Hornklee	Bird's foot trefoil	Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i>	25%
Vogelwicke	Bird vetch	Fabaceae	<i>Vicia cracca</i>	25%
Sandmohn	Prickly head poppy	Papaveraceae	<i>Papaver argemone</i>	25%
Echte Kamille	German Chamomile	Asteraceae	<i>Matricaria recutita</i>	25%

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Nützlingsmischung ZR 2 (Gruppe B)

Kornblume	Cornflower	Asteraceae	<i>Centaurea cyanus</i>	25%
Futterwicke	Common vetch	Fabaceae	<i>Vicia sativa</i>	25%
Dill	Dill	Apiaceae	<i>Anethum graveolens</i>	25%
Koriander	Coriander	Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>	25%

Nützlingsmischung ZR 3 (Gruppe C)

Luzerne	Lucerne	Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	25%
Phacelia	Greater Knapweed	Boraginaceae	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	25%
Flockenblume	German Chamomile	Asteraceae	<i>Centaurea scabiosa</i>	25%
Borretsch	Borage	Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i>	25%

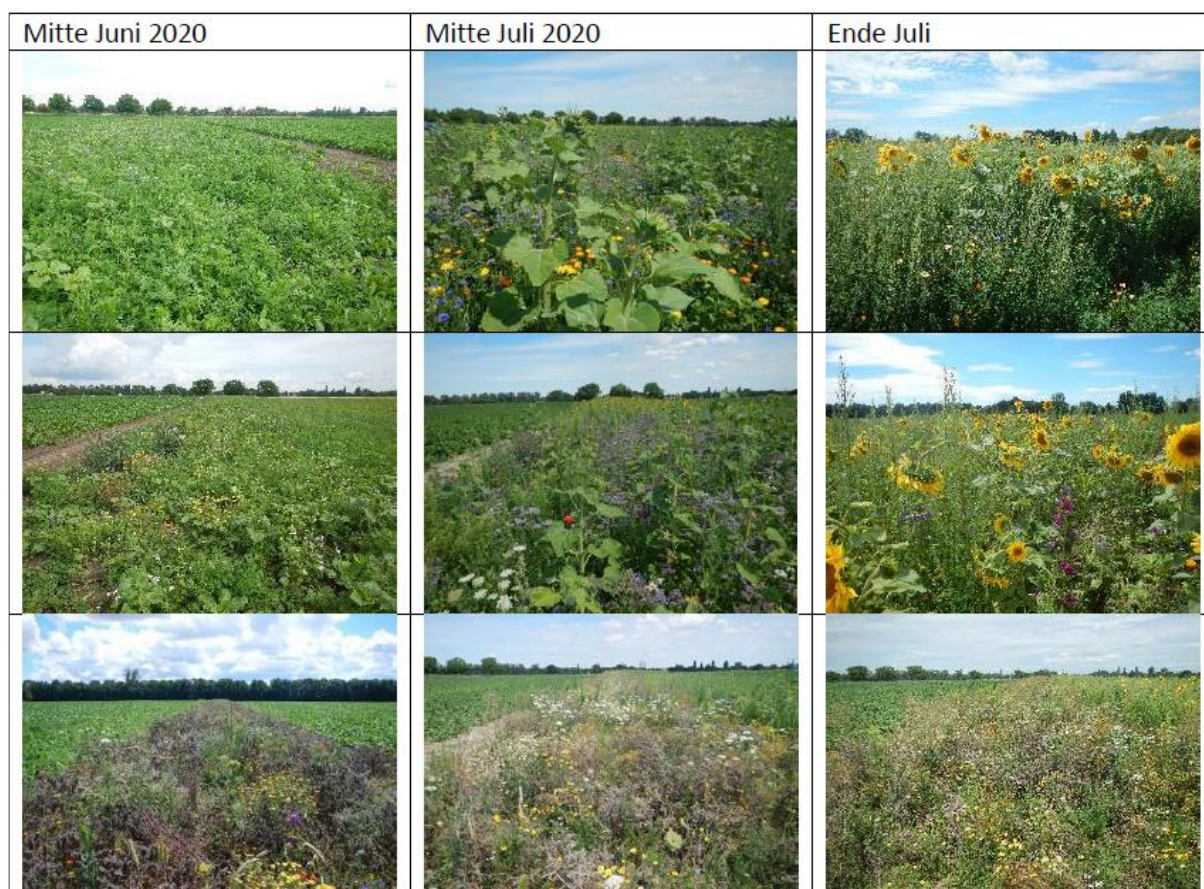


Abbildung 10: Die Blühstreifen im Zeitverlauf von Juni bis Ende Juli am Standort Kirschgartshausen.

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Insgesamt war eine große Artenvielfalt in den Kescherfängen vorhanden (Abbildung 11). Neben den spezialisierten (= Parasitoide) und generalistischen Nützlingen, bei denen zahlenmäßig die (Raub-)Wanzen (Heteroptera) dominierten, waren auch zahlreiche indifferente Arten, wie z. B. Käfer, Schmetterlinge, Bienen, Wespen, Ameisen und Zikaden vertreten. Abbildung 12 zeigt das Vorhandensein der untersuchten funktionellen Gruppen in den Blütmischungen Standard, ZR 1, 2 und 3, sowie den Ackerbohnen. Die meisten Individuen jeder Gruppe kamen in der Mischung ZR 2 vor, in welcher auch zahlreiche Blattläuse (Targetschädling) zu finden waren.

Spezialisierte und generalistische Nützlinge

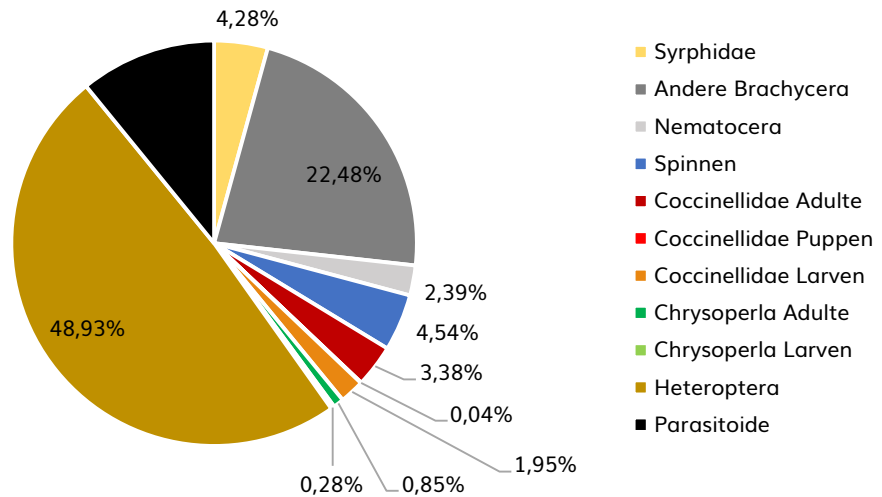


Abbildung 11: Zusammensetzung spezialisierter und generalistischer Nützlinge in den Kescherfängen 2020.

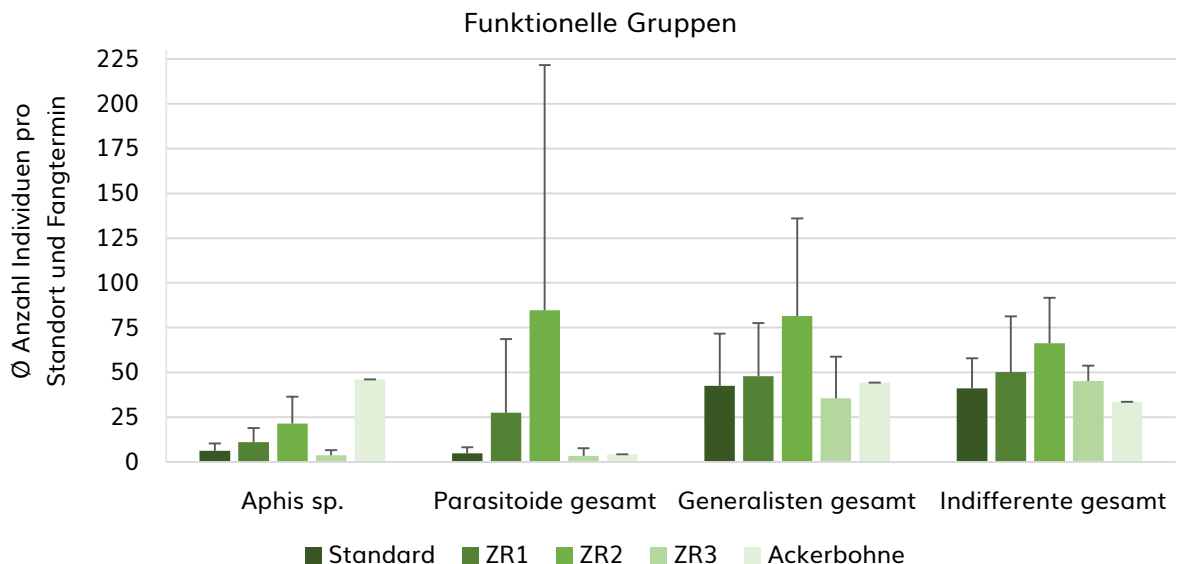


Abbildung 12: Vorkommen der untersuchten funktionellen Gruppen in den eingesäten Blütmischungen 2020; verwendete Blütmischungen: Standard = Veitshöchheimer Bienenweide, ZR1/2/3 = eigene Mischungen Südzucker AG sowie Ackerbohnen (nur in Kirschgartshausen).

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Die Abbildung 13 und Abbildung 14 zeigen das Vorkommen verschiedener Parasitoiden-Gruppen sowie der generalistischen Räuber in den jeweiligen Blütmischungen. Da Blattlausparasitoide nur in den Familien Braconidae und Aphelinidae (Chalcidoidea = Erzwespen) zu finden sind, sollte hierauf besonderes Augenmerk gelegt werden. Während die meisten Erzwespen in der Mischung ZR 2 zu finden waren, waren die Braconidae häufiger in den Ackerbohnen und der Mischung ZR 1 vertreten.

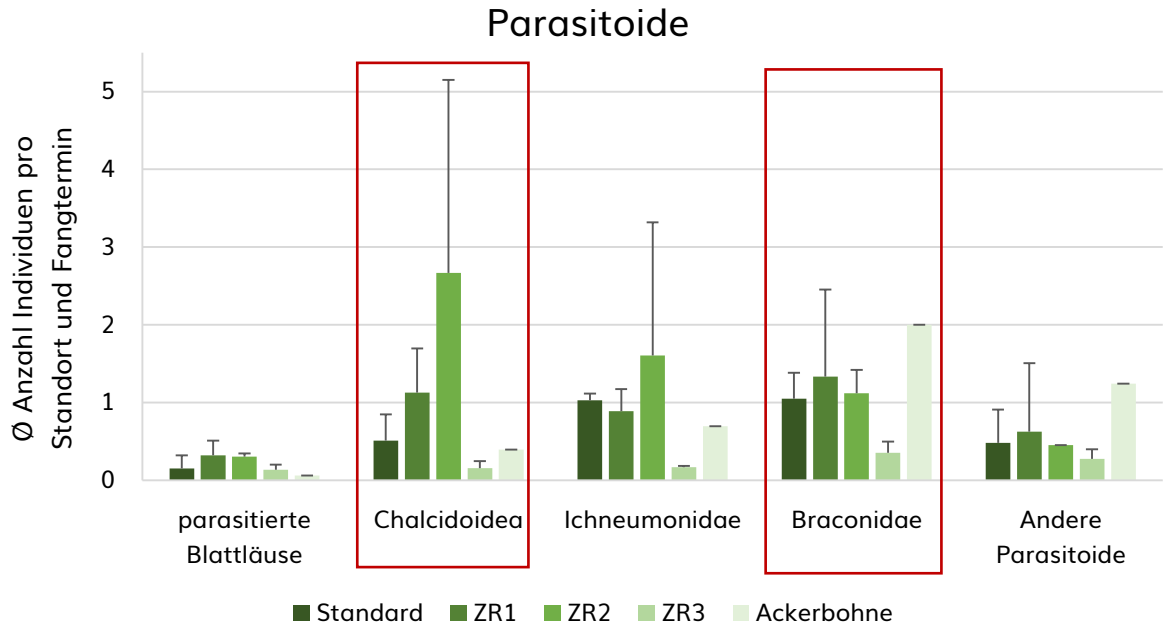


Abbildung 13: Vorkommen der untersuchten Parasitoiden-Gruppen sowie der parasitierten Blattläuse auf den Schlägen Kirschgartshausen und Gondelsheim 2020; die rote Umrandung zeigt die Gruppen, in denen Blattlausparasitoide vorkommen.

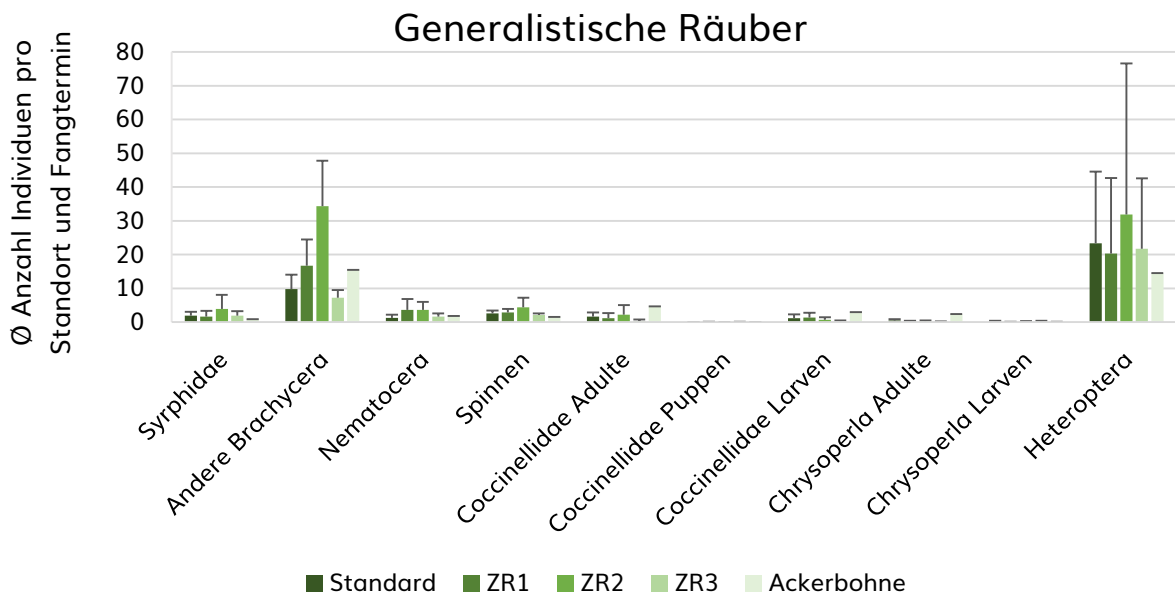


Abbildung 14: Vorkommen der untersuchten generalistischen Räuber in den Kescherfängen 2020.

3.1.5.2 Blühstreifen 2021

2021 wurde der Versuchsaufbau auf Grund der sehr zeitintensiven Bestimmungen im Vorjahr geändert. Am Standort Kirschgartshausen wurden zwei Nützlingsstreifen in einem Zuckerrübenschlag angelegt. Dabei wurde ausschließlich die Veitshöchheimer Bienenweide ausgesät, da die Ergebnisse aus dem Vorjahr zur Aussaat noch nicht vorlagen. Des Weiteren wurden 2021 keine Kescherfänge durchgeführt, sondern die Blattläuse sowie die Nützlinge direkt im Feld an den Zuckerrübenpflanzen bonitiert. Die Bonituren fanden zwischen dem 03.05. und 09.06.2021 wöchentlich an je vier Stellen pro Streifen statt, jeweils im Abstand von 2, 5, 10 und 20 Metern zum Nützlingsstreifen. Pro Punkt wurden 10 Pflanzen untersucht. Somit wurden pro Termin 320 Pflanzen bonitiert.

Abbildung 15 zeigt die Zusammensetzung der bonitierten Nützlinge. Hauptsächlich Marienkäfer und ihre Nachkommen waren hier vertreten. Im Gegensatz zu den Kescherfängen im Vorjahr konnten bei der Bonitur an den Pflanzen auch immobile Stadien (z. B. Eigelege) gut erfasst werden.

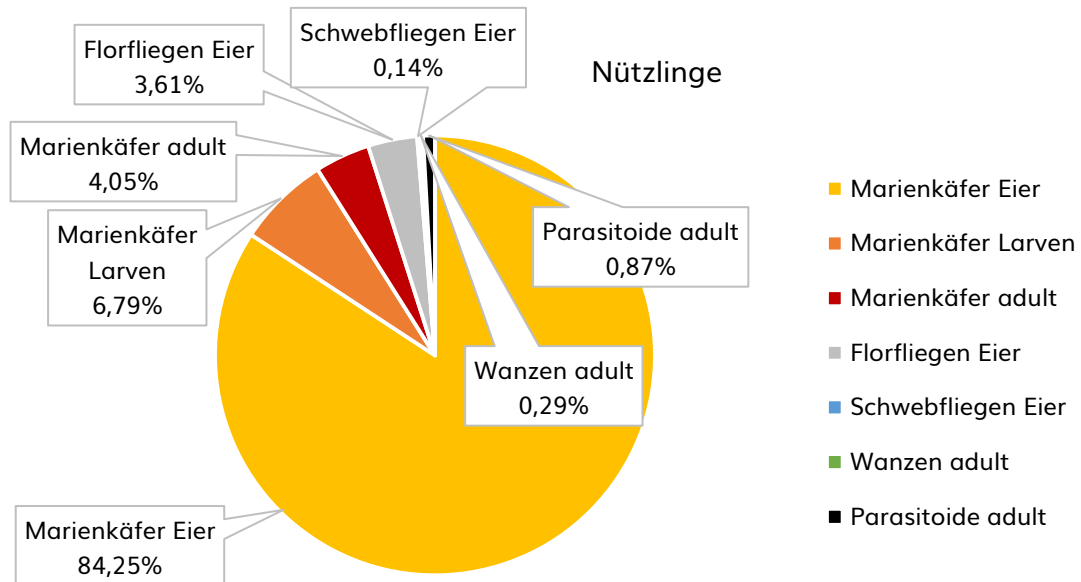


Abbildung 15: Bonitierte Nützlinge in den Zuckerrüben auf dem Versuchsschlag in Kirschgartshausen 2021.

Bereits zu Beginn der Bonituren Anfang Mai waren Blattläuse auf einem geringen Niveau in den Zuckerrüben vorhanden. Erst mit der sprunghaften Zunahme der Blattlauspopulationen Anfang Juni konnten auch vermehrt Nützlinge in der Anlage gefunden werden (Abbildung 16). Das Verhältnis von Marienkäfern zu Blattläusen bewegte sich zwischen 1:20 und 1:53 Tieren in Abhängigkeit der Entfernung zum Blühstreifen. Freier (1993) definierte für Weizen eine Nutzenschwelle von einem Marienkäfer (Imago, Larve) auf 90 Blattläuse.

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

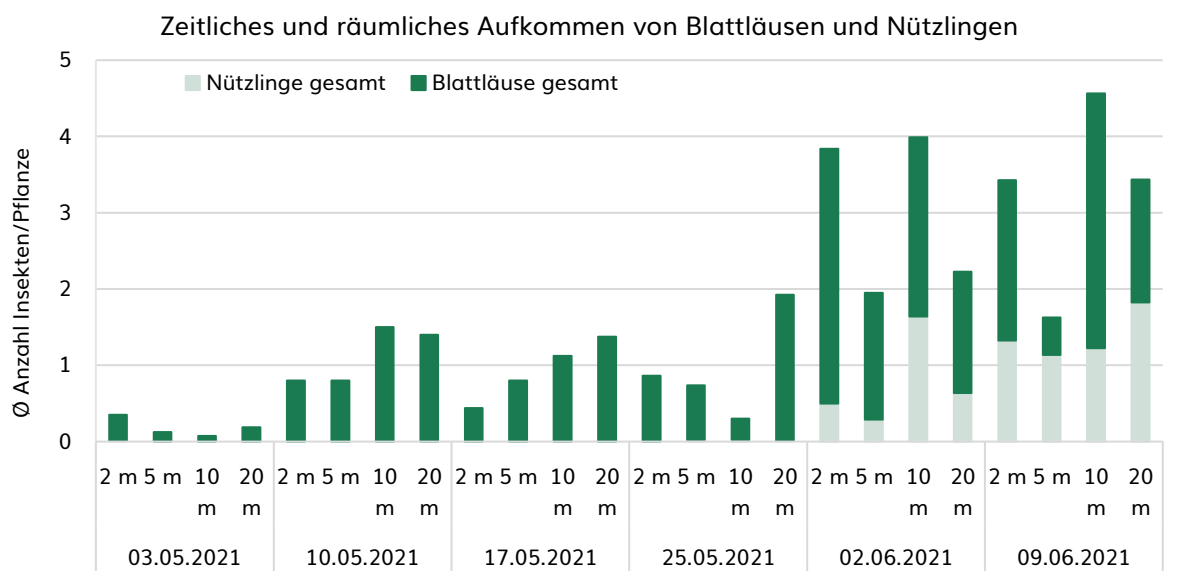


Abbildung 16: Auftreten von Blattläusen und Nützlingen in den Zuckerrüben 2021 in Abhängigkeit vom Abstand zum Blühstreifen und dem Boniturtermin.

3.1.6 Mikrobielle Antagonisten

Ziel war es, natürliche mikrobielle Antagonisten (wirtsspezifische Bakterien, Pilze, Viren und deren Naturstoffe) gegen Pflanzenläuse zu identifizieren. An der Justus-Liebig-Universität wurden Zuchten mit der relevanten Pflanzenlaus, der Grünen Pfirsichblattlaus *Myzus persicae* zu diesem Zweck etabliert und auf Steckrüben gehalten.



Abbildung 17: Zucht der Grünen Pfirsichblattlaus *M. persicae*.

Es wurden, für die Testung von mikrobiellen Kandidaten für *M. persicae*, orale Fütterungsassays mit Lebendorganismen oder zellfreien Extrakten etabliert und durchgeführt. Von 37 ausgewählten Kandidaten zeigten sechs Bakterien eine insektizide Wirkung auf die Blattläuse. Es wurden 80 zellfreie Methanolextrakte von potenziellen Kandidatenorganismen getestet, bei denen eine Aktivitätsrate von bis zu 10% erreicht wurde.

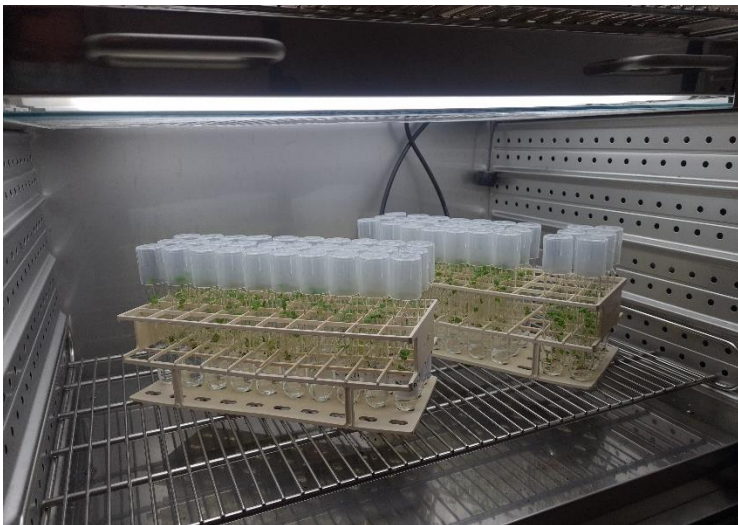


Abbildung 18: Etablierung von Fütterungsassays.

Ein überzeugender potenzieller Kandidat konnte im Projektzeitraum nicht ermittelt werden.

3.1.7 Jährliche Virusanalysen befallener Flächen

Ziel des Blattlausmonitorings und der Virusanalyse war eine Grundlage zu erarbeiten, um zum einen mittels einer Befalls-Verlust-Relation die Bekämpfungsrichtwerte gegen Blattläuse zu bestätigen oder anzupassen und zum anderen ein Prognosemodell erstellen zu können. Dazu wurden in einem flächendeckenden Monitoring symptomatische Zuckerrüben gezogen und die jeweiligen Blätter, zwei junge und zwei alte Blätter, zur Analyse mittels einer DAS-ELISA im DLR in Bad Kreuznach auf drei Vergilbungsviren (-gruppen) untersucht: Beet yellow virus (BYV), Beet mosaic virus (BtMV) und die Poleroviren (TYV).

Wie zu Beginn des Projekts erwartet, war der Befall mit Vergilbungsviren abhängig vom Auftreten der Grünen Pfirsichblattlaus. Die Blattlausfunde und der Befall mit Vergilbungsviren waren 2020 sehr hoch, dagegen war die Zahl der infizierten Standorte im Jahr 2021 sehr gering. Dasselbe galt für die Abundanz der Blattläuse. Im letzten Projektjahr traten viele Blattläuse auf, jedoch verhältnismäßig wenige *Myzus persicae*. Trotz des hohen Auftretens der Schwarzen Bohnenlaus konnten kaum Vergilbungsviren in den Beständen nachgewiesen werden. Dies bestätigt bereits durchgeführte Studien wie bspw. Limburg et al. (1997), dass *Myzus persicae* der Hauptvektor der untersuchten Vergilbungsviren ist.

Tabelle 8: Prozentualer Anteil der befallenen Standorte und der mit Blattläusen befallenen Pflanzen.

	Infizierte Standorte (BYV) [%]	Infizierte Standorte (BtMV) [%]	Infizierte Standorte (TYV) [%]	Infizierte Pflanzen (M.p.) [%]	Infizierte Pflanzen (A.f.) [%]
2020	17,8	4,9	44,9	6,7	13,8
2021	3,4	0,8	12,6	0,2	5,3
2022	7,8	3,9	14,6	1,1	42,8

Zusätzlich zur Virusanalyse der symptomatischen Zuckerrüben wurden Anfang Juni, Juli und September Blattproben von je zehn zufälligen Rüben pro Standort genommen und diese ebenfalls auf die drei Vergilbungsviren (-gruppen) analysiert. Ziel dieses Versuchs war es, herauszufinden ab wann eine Virusinfektion stattgefunden hat.

Die Analysen der im Juni, Juli und September zufällig gezogenen Blattproben zeigte, dass eine Infektion der Vergilbungsviren bereits Anfang Juni nachweisbar war. Die Anzahl an infizierten Pflanzen war hierbei in der Kontrolle, in der keine Mittel gegen Blattläuse ausgebracht wurden, mit einem prozentuellen Anteil von 2,8% im Vergleich zu den behandelten Flächen mit 2,2% nicht wesentlich höher.

Die Varianten des Versuchs zum alternativen Saatzeitpunkt zeigten bei der Virusanalyse keinen Unterschied im Befall.

Die vor Projekt geplante Analyse der Blattläuse auf eine Infektion mit Vergilbungsviren konnte nicht wie geplant durchgeführt werden, da nicht genügend personelle Ressourcen zur Verfügung standen. Des Weiteren befanden sich die Blattläuse teilweise bis zu einer Woche auch bei starker Sonneneinstrahlung im mit Spülmittel versetztem Wasser der Gelbschalen, was für saubere Ergebnisse einer molekularbiologischen Analyse nicht förderlich ist.

3.2 Spitzsteißiger Rüsselkäfer (*Tanymecus palliatus*)

Im Rahmen des Monitorings des Spitzsteißigen Rübenrüsslers wurden im Projekt 13 befallene Flächen gemeldet. Vor Projektbeginn (2019) waren es drei (Tabelle 9).

Tabelle 9: Aus dem Projektgebiet gemeldete Rüsselkäferfunde (*Tanymecus palliatus*) 2019 – 2022.

Jahr	Ort
2019	Schaafheim / Radheim
2019	Alsheim
2019	Klein-Winternheim
14.04.2020	Gundersheim
14.04.2020	Freimersheim
17.04.2020	Wörrstadt
17.04.2020	Köngernheim
17.04.2020	Hochborn
13.05.2021	Mainz-Lerchenberg
27.04.2021	Habitzheim
29.04.2022	Otzberg
29.04.2022	Otzberg
02.05.2022	Reinheim
09.05.2022	Schaafheim
22.05.2022	Ottersheim



Abbildung 19: Schadbild des Rüsselkäfers: Kreisrunder Kahlfraß (Foto: ZEPP).

Der spitzsteißige Rübenrüssler trat im Projektgebiet nur vereinzelt auf, wodurch die Datengrundlage für weitere Analysen nicht ausreichend war. Zu Projekteinreichung war das Auftreten des Rübenrüsslers eine große Sorge, da in Österreich ein massiver Befall mit dem Derbrüssler stattgefunden hatte und es hier zu Engpässen bei der Auslastung der Fabrik kam. Hier stand die Frage im Raum, ob der Rüsselkäfer für die Schließung eines Verarbeitungsstandortes führen würde. Während der Projektlaufzeit konnte durch die Beobachtungen jedoch festgestellt werden, dass im Projektgebiet nur vereinzelt Rübenrüssler auftreten. Durch den Wegfall der Neonicotinoide wird dies in den nächsten Jahren weiterhin zu vereinzelt großen Schäden führen, da die Käfer vor allem im jungen Stadium der Rüben nicht in ihrem Fraß aufgehalten werden und somit ganze Flächen kahlfressen (Totalschaden) können. Die Erarbeitung eines Prognosemodells sowie Bekämpfungsmöglichkeiten oder präventive Maßnahmen, wie die Anpassung der Fruchtfolge waren deshalb nicht möglich und nicht sinnvoll.

3.2.1 Antagonisten

Der Einsatz von entomopathogenen Pilzen zur Bekämpfung von Zuckerrübenschädlingen, wie dem Rübenrüssler, könnte eine Alternative zu traditionellen Insektiziden darstellen. Entomopathogene Pilze wie *Beauveria*, *Metarhizium* und *Isaria* sind in der Lage, Insekten zu infizieren und zu töten, indem sie in ihren Körper eindringen und Enzyme freisetzen, die das Innere des Insekts zersetzen. Diese Methode bietet mehrere Vorteile: Entomopathogene Pilze sind natürliche Kontrollmittel, wirken gezielt auf Schädlinge und haben eine geringe Wahrscheinlichkeit der Resistenzentwicklung. Sie sind auch unschädlich für nützliche Insektenarten und haben minimale Auswirkungen auf die Umwelt.

Aus den Rüsselkäfern wurden über 300 mikrobiologische Stämme (Bakterien und Pilze) isoliert und identifiziert. Darunter fallen Isolate mit Sequenzähnlichkeit zu

Pantoea vagans, *Microbacterium saperdae*, *Sphingomonas melonis* und andere, die durch Wirksamkeitsstudien mit frisch vom Feld isolierten Rüsselkäfern in den kommenden Jahr 2021 durchgeführt werden können. Voraussetzung hierfür ist das Vorkommen und das Auffinden von Rüsselkäfern in den Zuckerrübenschlügen in den kommenden Sammlungskampagnen.

2022 konnten genügend Rübenrüssler (*Tanymecus palliatus* L.) für einen Versuch mit drei biologischen Replikaten im Feld gefunden werden. Hierbei wurden zwei unterschiedliche Bakterienarten untersucht. Es wurden ein Stamm *Bacillus thuringiensis* und ein Stamm *Serratia marcescens* untersucht.

Zur Versuchsvorbereitung wurde eine Übernachtskultur im Flüssigmedium Lysogeny broth (LB) der beiden unterschiedlichen Bakterien vorgenommen. Nach dem die Konzentration gemessen und eingestellt wurde, wurden die Versuchsgefäße präpariert. Die Rüsselkäfer wurden in großen Glaspetrischalen gehalten und mit Löwenzahnblättern gefüttert, welche entweder mit Bakterien oder der Kontrolllösung behandelt wurden. Die Zählung der überlebenden Individuen wurde täglich vorgenommen und der Futterwechsel jeden zweiten Tag.

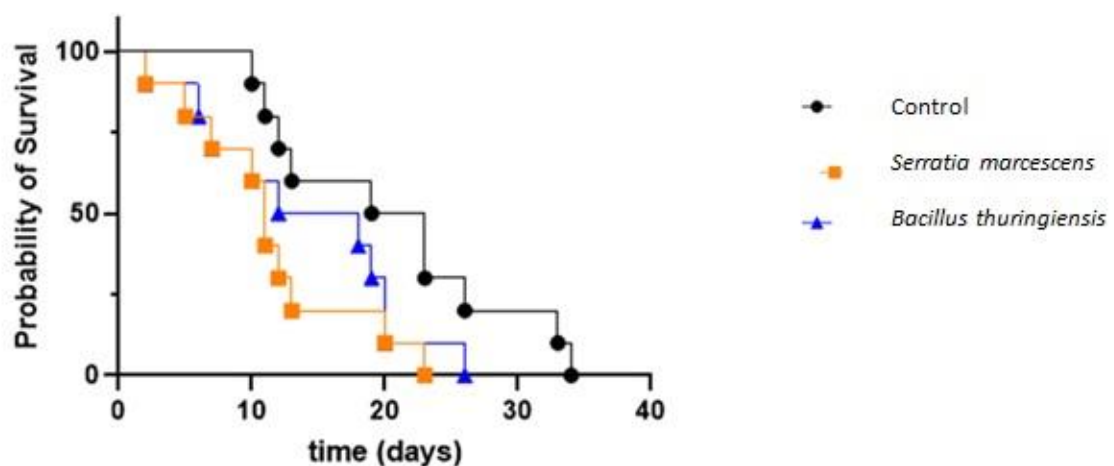


Abbildung 20: Ergebnisse der Survival-Essays mit Rüsselkäfern *Tanymecus palliatus*.

Des Weiteren wurden natürlich vorkommende entomopathogene Pilze aus SGFZ und Rüsselkäfern isoliert, kultiviert und identifiziert. Anschließend wurden alle Kandidaten mit möglicherweise entomopathogenen Eigenschaften selektiert und die restlichen verworfen. So ergaben sich insgesamt 24 Isolate in der engeren Auswahl. Da zu diesem Zeitpunkt keine Nymphen und Rüsselkäfer verfügbar waren, wurden diese Isolate stattdessen an Larven des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata*) und des Rotbraunen Reismehlkäfers (*Tribolium castaneum*) als Modellorganismen getestet.



Abbildung 21: Larven des Rotbraunen Mehlkäfers (links) und des Kartoffelkäfers (rechts).

Die Larven des Rotbraunen Mehlkäfers und des Kartoffelkäfers wurden anschließend mit 20 µl einer Sporensuspension inokuliert und anschließend mit Weizenmehl bzw. Kartoffelblättern in Gruppen von 10 Larven über bis zu 10 Tage gehalten und täglich bonitiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 und Tabelle 11 dargestellt. Insbesondere drei Isolate zeigen eine gute Wirkung, während weitere Isolate eine Teilwirkung aufweisen.

Tabelle 10: Ergebnisse des Screenings der entomopathogenen Pilze an Larven des Kartoffelkäfers.

Isolierter Pilz	Survival Rate (Kartoffelkäfer)		
	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 3
Isolat 1	0 %	0 %	0 %
Isolat 2	0 %	0 %	0 %
Isolat 3	0 %	0 %	0 %
Isolat 4	50 %	80 %	60 %
Kontrolle	100 %	100 %	100 %

Tabelle 11: Ergebnisse des Screenings der entomopathogenen Pilze an Larven des Kartoffelkäfers.

Isolierter Pilz	Survival Rate (Kartoffelkäfer)		
	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 3
Isolat 5	0 %	20 %	70 %
Isolat 6	0 %	70 %	80 %
Isolat 7	100 %	90 %	90 %

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Isolat 8	70 %	80 %	90 %
Isolat 9	70 %	70 %	90 %
Isolat 10	100 %	90 %	90 %
Isolat 11	0 %	90 %	80 %
Isolat 12	90 %	90 %	90 %
Isolat 13	80 %	90 %	90 %
Isolat 14	70 %	90 %	90 %
Kontrolle	90 %	90 %	90 %

Individuen, die durch die entomopathogenen Pilze getötet wurden, zeigen wenige Tage später eindeutige Symptome des Pilzwachstums, wie Verfärbungen durch Melanineinlagerungen sowie die Bildung von externem Pilzmycel und Sporen, zu sehen in Abbildung 22.

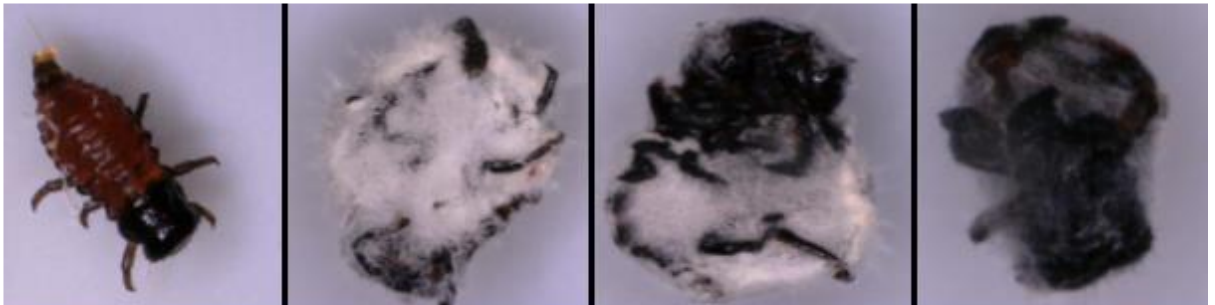


Abbildung 22: Verschiedene Individuen des Kartoffelkäfers nach Inokulation mit entomopathogenen Pilzen, sowie eine unbehandelte Kontrolle (links).

Es konnte eine insektizide Wirkung von *Serratia* und *Bacillus*-Stämmen gegen den Rüsselkäfer nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurden Isolate aus Rüsselkäfern generiert und eine Selektion eines gegen den Kartoffelkäfer wirksamen *Beauveria* vorgenommen.

Die Versuche werden aktuell noch fortgesetzt mit weiteren Isolaten und sollen an weiteren Insektenspezies erprobt werden.

3.3 Schilf-Glasflügelzikade (*Pentastiridius leporinus*)

3.3.1 Monitoring

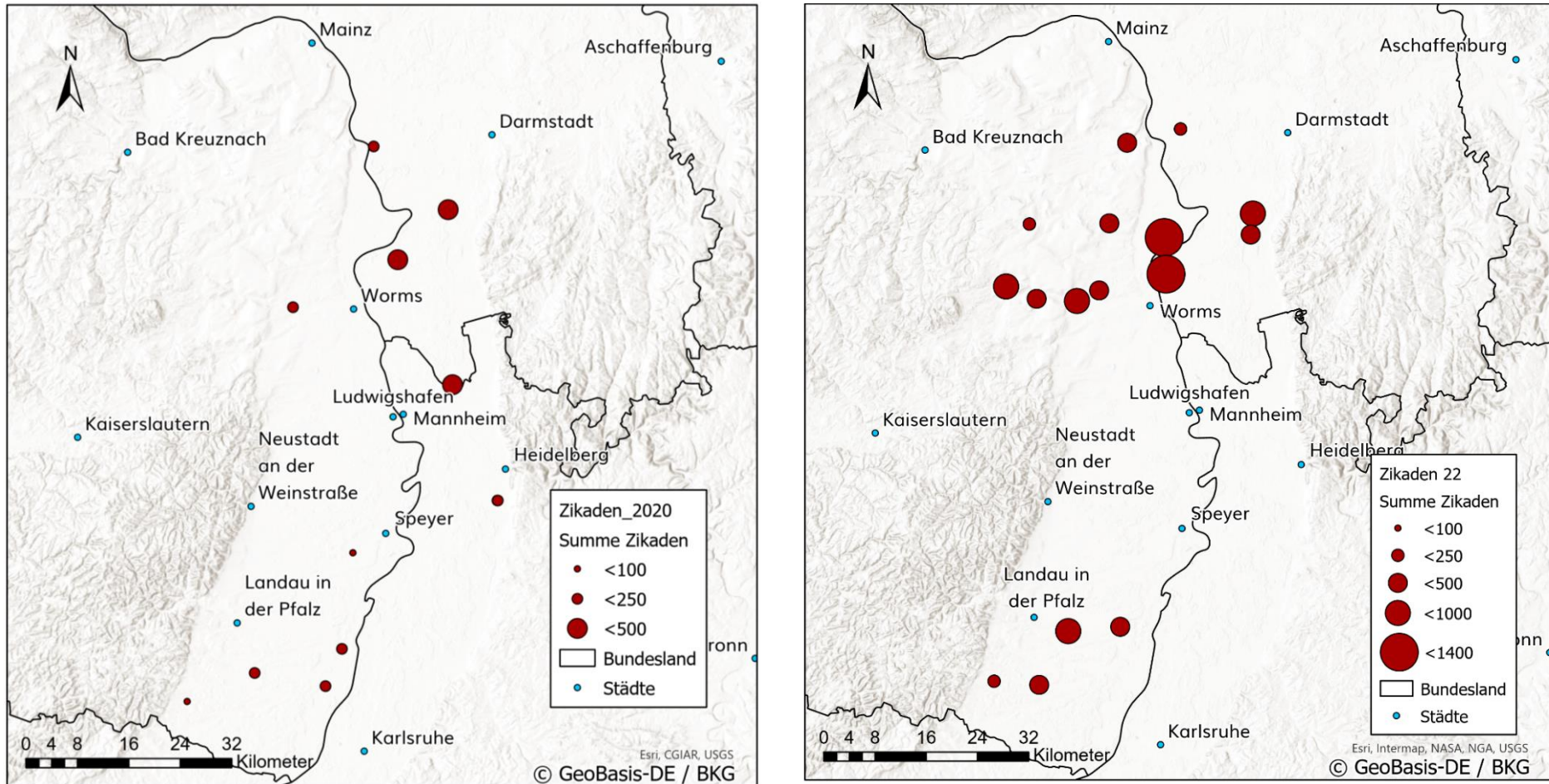


Abbildung 23: Anzahl der gefangenen adulten Schilf-Glasflügelzikaden pro Standort über die gesamte Saison, links: 2020 mit Gelbtafeln, rechts: 2022 mit transparenten Leimtafeln.

3.3.1.1 Monitoring Adulte

Das Monitoring der adulten Schilf-Glasflügelzikade fand auf insgesamt 51 Standorten statt (Tabelle 12). In der Abbildung 23 links wird sichtbar, dass zu Beginn des Projektes weniger Schläge und weiter im Süden bonitiert wurde. Nachdem festgestellt wurde, dass die Zikade bereits bei den nördlichen Schlägen angekommen war, wurde das Boniturgebiet ausgeweitet auf die Schläge, die auch beim Blattlausmonitoring bonitiert wurden.

Tabelle 12: Anzahl der Standorte des Monitorings pro Bundesland und Jahr.

	2020	2021	2022
BW	2	5	-
HE	4	4	4
RP	6	14	12
Summe	12	23	16

Das Monitoring von *P. leporinus* fand von Mai bis September statt. Auf den Schlägen standen jeweils drei Leimtafeln in 10, 30 und 50 m Entfernung vom Feldrand. 2020 und 2021 wurden Gelbtafeln benutzt (10 x 25 cm), im Jahr 2022 transparenten Leimtafeln (23 x 36 cm). Die Leimtafeln wurden bis zum Zuflug zweimal wöchentlich bonitiert, danach einmal wöchentlich. Es ist in allen Jahren ein Flugplateau in den Kalenderwochen 24 – 30 zu erkennen. Zusätzlich gab es einen zweiten Flughöhepunkt im Spätsommer (Abbildung 24).

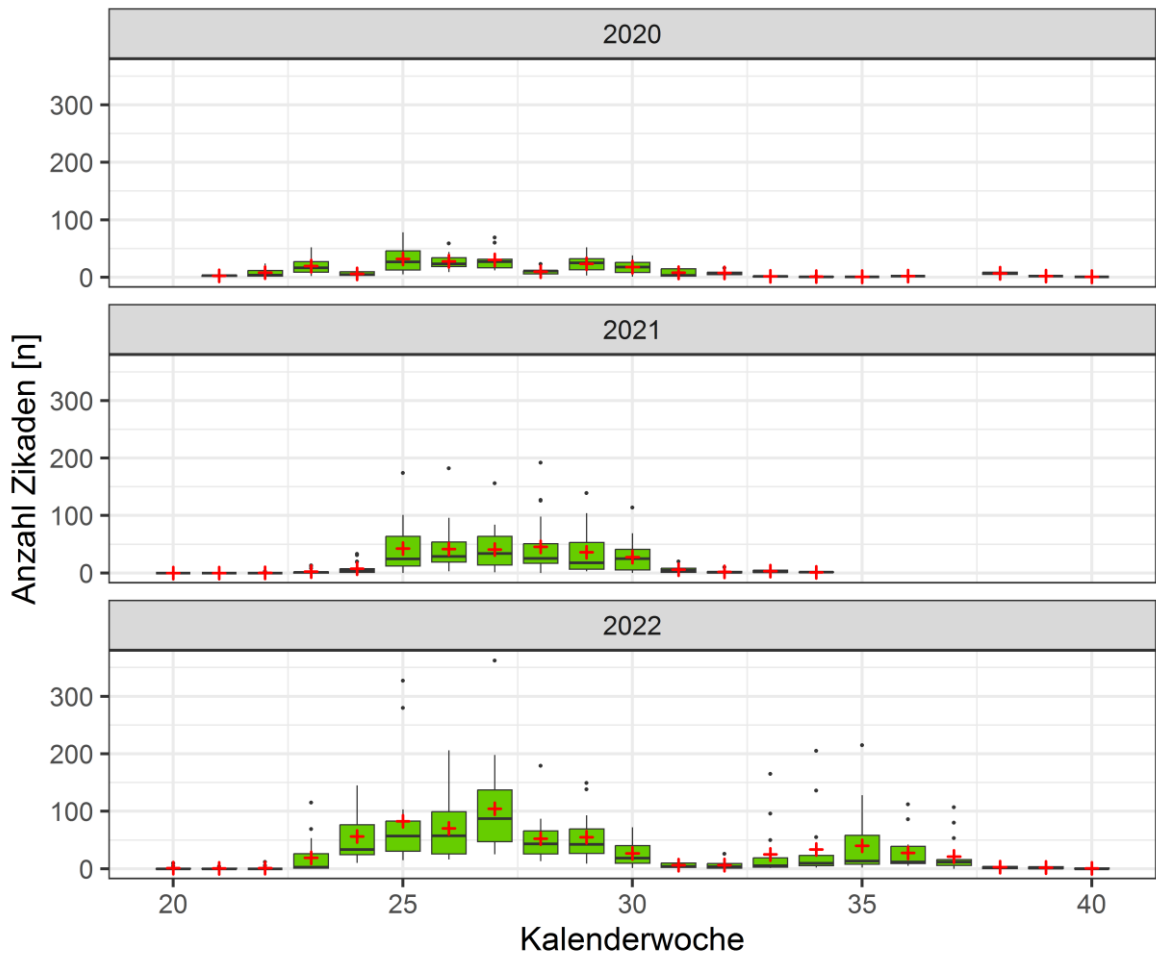


Abbildung 24: Anzahl der adulten *P. leporinus* als Boxplot pro Kalenderwoche über alle Standorte.

3.3.2 Unterbindung der Nymphenentwicklung durch Beizung in Weizen

Die Feldversuche 2021, welche auf drei Winterweizenfeldern des Geschäftsbereichs Landwirtschaft der Südzucker AG mit drei verschiedenen Beizvarianten angelegt worden waren, zeigten keine reduzierende Wirkung auf das Vorkommen der Schilf-Glasflügelzikaden. Deshalb wurde der Versuch nicht wiederholt.

3.3.3 Gemarkungsteile komplett ohne Winterungen bestellen

Dieses Arbeitspaket wurde durch den Versuchsansatz: „Freilandversuche zur Reduktion der Zikadenabundanz durch den Einsatz entomopathogener Nematoden (*Heterorhabditis bacteriophora*)“ ersetzt. Zu Projektbeginn gab es noch zu wenig Wissen über den Einfluss von unterschiedlichen Fruchtfolgen auf das Zikadenvorkommen. Dass die Fruchtfolge einen reduzierenden Effekt haben könnte, zeigte die Veröffentlichung von Bressan (2009). Da es sich dort um einen einjährigen Versuch handelt war diese Datengrundlage nicht verlässlich genug, um viele Landwirte von der Idee überzeugen zu können. Daher wurde im NIKIZ-Projekt der Ansatz im Kleinen verfolgt und einzelne kleinparzellige Versuche zur Fruchtfolge durchgeführt.

In 2022 wurden Insektenzelte nach Zuckerrüben aufgestellt: In Winterweizen, Erbse,

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Sommergerste, Hafer, Mais und Kartoffeln. In den Zelten waren Leimtafeln aufgestellt, sodass der Zikadenschlupf aus der Folgekultur erfasst werden konnte. (Abbildung 25) Diese Ergebnisse decken sich mit denen von Bressan (2009), der in der Sommerung Gerste weniger Zikaden auffinden konnte als in der Winterung Winterweizen. Dieses Ergebnis ist vermutlich auch auf unseren Versuch übertragbar. Warum in der Erbse so viele Zikaden gefangen wurden, ist unklar. Außerdem wäre nach aktuellem Wissenstand in der Kartoffel eine deutlich höhere Zikadenzahl zu erwarten gewesen. 2022 wurde in der Kartoffel die Krankheit Bakterielle Kartoffelknollenwelke entdeckt, welche durch die Schilf-Glasflügelzikade übertragen wird. Die Kartoffel ist jetzt eine geeignete Wirtspflanze für diese Zikade und die von ihr übertragenen Pathogene.

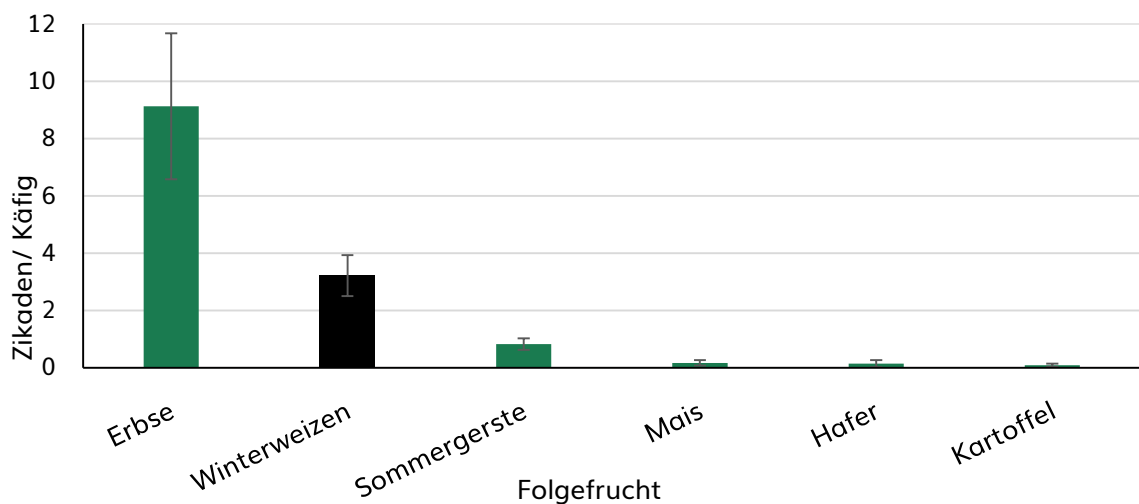


Abbildung 25: Durchschnittliche Anzahl geschlüpfter Zikaden pro Käfig auf Erbse(n=2), Winterweizen (n=12), Sommergerste (n=6), Mais (n=3), Hafer(n=1) und Kartoffel (n=3).

Abschließend ist hier jedoch zu betonen, dass es sich auch im NIKIZ-Versuch um ein einjähriges Experiment handelt, welches Tendenzen erkennen lässt, die jedoch nicht statistisch abgesichert werden können. In der Schweiz in der Region Chablais wird von der Fachhochschule Bern das Projekt „Regionale Fruchtfolge gegen Syndrome Basses Richesses (SBR)“ durchgeführt, welches den Einfluss der Fruchtfolge auf die Zikadenabundanz untersucht. Auch hier konnten bisher positive Effekte einer Sommerung auf die Reduktion der Zikadenabundanz gezeigt werden, was zeigt, dass dieser Ansatz vielversprechend ist, aber bedeuten würde, dass die klassische Fruchtfolge: Zuckerrübe, Winterweizen, so nicht mehr in der Praxis durchgeführt werden sollte.

3.3.4 Freilandversuche zur Reduktion der Zikadenabundanz durch den Einsatz entomopathogener Nematoden (*Heterorhabditis bacteriophora*)

In den Jahren 2020-2022 wurde der Einsatz entomopathogener Nematoden (*Heterorhabditis bacteriophora*) gegen die Nymphen der Schilf-Glasflügelzikade im

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Feld erprobt. Die Versuchsdurchführung hat sich über die drei Versuchsjahre verändert und wurde an den jeweils aktuellen Wissenstand angepasst (Tabelle 13).

Tabelle 13: Entwicklung des Nematodenversuchablaufs im Laufe des Projektes.

Jahr	Versuchsnummer	Zielstadium der Zikade	Versuchstandort	Variante	Applikationsart	Anzahl Zeile/Standort pro Variante
2020	1	Spätes Nymphenstadium	3 x Getreide	Nat. Infektion	Feld-spritze*	12
	2	Adulte Tiere (Juni), Nymphen (September)	Zuckerrübe	Nat. Infektion	Feld-spritze*	12
2021	1	Spätes Nymphenstadium	Winterweizen	Nat. Infektion	Gieß-kanne	18
	2	Nymphenstadium (Herbst)	Zuckerrübe**	Nat. Infektion	Feld-spritze*	36
	3	Künstliche Infektion	Zuckerrübe**	Nat. Infektion/ Künstl. Infektion	Gieß-kanne	Andere Zählvariante, siehe Text
2022	1	Spätes Nymphenstadium	Getreide	Nat. Infektion	Gieß-kanne	30

*In den Behandlungen wurde mit einer Wassermenge von 1000 Litern und 5 Mrd. Nematoden pro Hektar gearbeitet. Zur Applikation wurde eine Feldspritze mit ausgebautem Filter und einem zwölf Meter breiten Gestänge mit 0,6er (grauen) Düsen verwendet. Der Spritzdruck lag hierbei bei 2,1 bar.

**bonitiert wurden Anzahl/Nymphen lebend an Zuckerrüben

Auf allen Versuchspartellen in allen drei Jahren standen Fangkäfige, in denen sich eine Gelbtafel befand (2020: Durchsichtige Kisten (mit netzversehenen Löchern für die bessere Durchlüftung), ab 2021 Pop-up Cages). Die Zikaden auf den Gelbtafeln wurden gezählt.

2020 wurden sieben Tage nach der Nematodenapplikation Zikadennymphen aus dem Ackerboden gesammelt und in einer Laboranalyse auf eine erfolgreiche Infektion mit Nematoden hin untersucht. 2020 konnte so zum ersten Mal gezeigt werden, dass Nematoden Zikadennymphen im Boden befallen können. Ab 2021 wurde die Galleria-Bait Method (Bedding und Akhurst, 1975) dazu verwendet eine erfolgreiche Applikation und aktive Nematoden nachzuweisen. Im Jahr 2022 hat diese Methode durch das Bauen einer Feuchtekammer zum ersten Mal verlässlich funktioniert.

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

In 2021 wurde zusätzlich untersucht, ob sich die Nymphendichte an den Zuckerrüben durch eine Applikation von Nematoden reduziert. Hierfür wurde die Eiablagedichte durch eine künstliche Erhöhung des Zikadenvorkommens in Versuchszelten (2x2m) erhöht. Dadurch sollte der Infektionsdruck erhöht werden und die Wirkung der entomopathogenen Nematoden besser nachweisbar sein. Das NIKIZ-Projekt konnte somit eine Methode entwickeln und validieren, die eine Prüfung von Substanzen und Antagonisten hinsichtlich ihrer Wirkung auf Schilf-Glasflügelzikaden ermöglicht.

In den Jahren 2020 und 2021 konnte durch eine Nematodenbehandlung in keinem der Versuche die Zikadenzahl signifikant reduziert werden. Erst im Jahr 2022 wurde eine Reduktion der Zikaden um 30% erzielt (Abbildung 26).

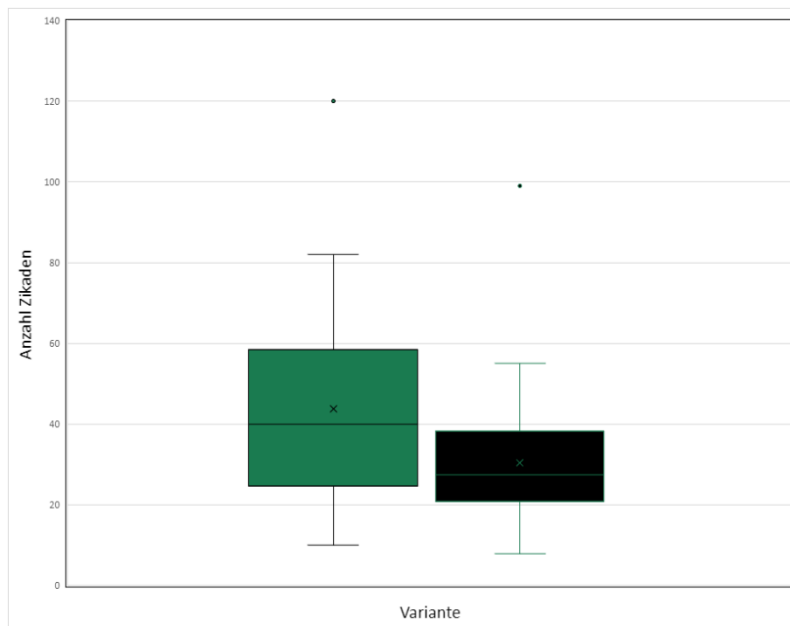


Abbildung 26: Reduzierende Wirkung von *Heterorhabditis bacteriophora* auf die Anzahl der Schilf- Glasflügelzikade (grün= Kontrolle, schwarz= Nematodenbehandlung) (ANOVA: $F=3,8912$; $p= 0,0243$).

Insgesamt ist der Einsatz von Nematoden als eher schwierig zu bewerten, da er kaum in die ackerbauliche Praxis integriert werden kann. Die Entomopathogenen Nematoden brauchen einen feuchten, warmen Boden, was höchstens auf Bewässerungsstandorten gegeben ist. Außerdem zeigen die NIKIZ-Versuche, dass die Wirkung schwanken kann und bisher keine verlässliche Methode der Ausbringung gefunden wurde. Diese Ergebnisse decken sich mit denen aus dem Projekt „Regionale Fruchtfolge gegen Syndrome Besses Richesses (SBR)“ der Berner Fachhochschule.

3.3.5 Anpassung der Bodenbearbeitung

Im Projekt wurde der Einfluss von zwei Bodenbearbeitungstypen (Pflug und Grubber) auf die Zikadenpopulation untersucht. Hierbei ergeben sich keine Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten auf die Anzahl gefangener Zikaden (Abbildung 27). Die Beweglichkeit der Zikaden im Boden und ihre Möglichkeit in tiefere Bodenschichten zu fliehen, könnten Ursachen für die fehlende Wirkung

darstellen. Der Versuch wurde über die Jahre angepasst. Im Jahr 2021 wurde noch eine Variante mit zweimaligem Grubbereinsatz und einer gemischten Variante, in der der Grubber und der Pflug nacheinander eingesetzt wurden, durchgeführt. Diese wurden aber aufgrund der geringeren Praxistauglichkeit im folgenden Jahr nicht mehr durchgeführt. In den Versuchen von Bressan (2009) zur Bodenbearbeitung wurden Pflug und die Reduzierte Bodenbearbeitung verglichen. In diesem Versuch hatte die reduzierte Bodenbearbeitung einen reduzierenden Effekt auf die Zikadenabundanz, allerdings waren die Zahlen der Nymphen, die in dem Versuch auch untersucht wurden, widersprüchlich- wodurch auch durch Hinzuziehen der Studie von Bressan (2009) keine Empfehlung einer bestimmten Bodenbearbeitung zur Reduktion von Zikaden oder ihren Nymphen verlässlich geäußert werden kann.

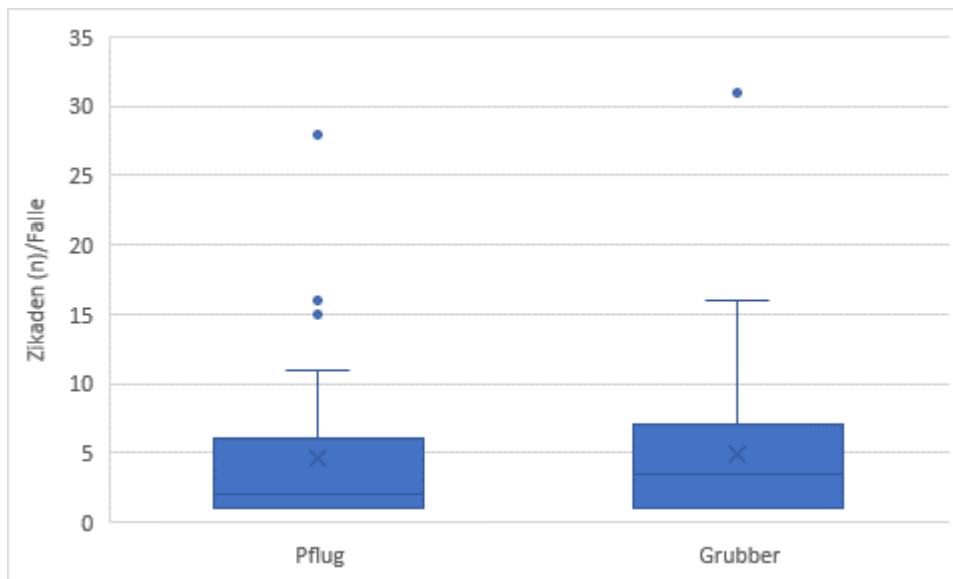


Abbildung 27: Anzahl gefangener Zikaden pro Fangzelt in den unterschiedlichen Bodenbearbeitungsvarianten (Pflug und Grubber) Ergebnisse aus drei Jahren Versuch (dargestellt: Gleiche Behandlungen aus allen drei Projektjahren) (Kruskal-wallis: $\chi^2=0.35$, $df=1$, $p=0,55$).

3.3.6 Unterschiede in der Anfälligkeit verschiedener Sorten/Linien gegenüber SBR

In Zusammenarbeit mit der ARGE wurden über die drei Projektjahre Sortenversuche bezüglich der Anfälligkeit und Toleranz auf SBR durchgeführt. Hier wurden jedes Jahr unterschiedliche bewährte, aber auch neue Zuckerrübensorten getestet. Teilweise konnten neue Stämme geprüft werden, die sich als besonders tolerant gegenüber SBR zeigten.

In den drei Projektjahren konnten damit zwei wichtige SBR tolerante Sorten gefunden werden, die schnellstmöglich in der Praxis etabliert wurden. Die Sorten sind 2021 Fitis und 2022 *Brabanter* (beide SESVanderHave). Letztere wurde als Stamm erstmals in den NIKIZ-Versuchen als tolerant beschrieben, wird 2023 auf ca. 500 ha getestet und ist ab 2024 auf dem Markt verfügbar. Beide Sorten performen in der SBR-Region in Rheinland- Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg verlässlich gut. Die Anbaufläche der Sorte Fitis hat sich ausgehend von ca. 100 ha im ersten Jahr auf über 20.000 ha im Jahr 2023 entwickelt. Daneben konnten auch Sorten wie z.B.

Kakadu (SES) und Citrus (SES) als tolerant gegenüber SBR klassifiziert werden.

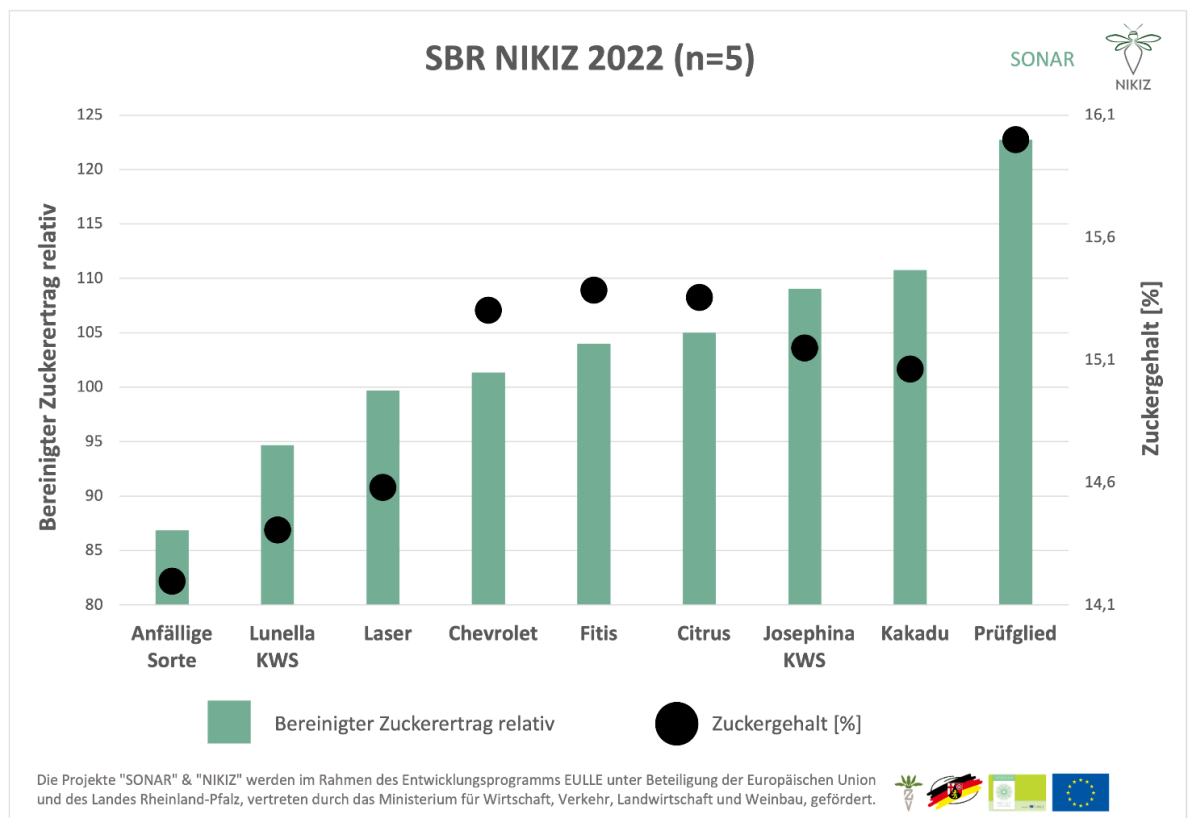


Abbildung 28: Veranschaulichung der Ergebnisse aus dem Sortenversuch 2022; n=5 Standorten.

Im Jahr 2020 hat das NIKIZ-Projekt eine bis dato unbekannte Prüfung auf SBR-Toleranz entwickelt. Diese Versuchsanstellung wurde vom IFZ Göttingen aufgegriffen und für andere Regionen verfügbar gemacht als „Methodische Untersuchung SBR“. Die Daten der NIKIZ-Standorte sowie weniger weiterer Standorte bildeten die Grundlage für die Entdeckung toleranter Sorten. In den Jahren 2021 und 2022 wurden wieder eigene Versuche im NIKIZ-Projekt ohne bundesweite Koordination durchgeführt, da diese in besonders stark befallenen Regionen und unter Einbeziehung neuer Erkenntnisse über Sortenleistungen im In- und Ausland durchgeführt werden konnten.

Die Abbildung 28 aus dem Jahr 2022 zeigt eindrucksvoll, dass durch den NIKIZ-Sortenversuch eine weitere neue tolerante Sorte entdeckt werden konnte, die im Verlauf des Jahres 2023 als Sorte Brabanter zugelassen wurde, da sie vom Bundessortenamt in einer anderen Prüfung als eine der besten nematodentoleranten Sorten beschrieben werden konnte. Aufgrund dieser Prüfung des Bundessortenamtes wurde die Sorte zugelassen, wird aber in der Befallsregion mit SBR als nematoden- und SBR-tolerante Sorte empfohlen. Im Jahr 2023 wird die Sorte neben anderen neuen Stämmen und Sorten im Projekt SONAR weiter geprüft. Es besteht die Hoffnung, dass mit der Sorte Brabanter auch erstmals der Zuckergehalt und der bereinigte Zuckerertrag gerade unter schwerstem Befall

stabilisiert werden kann.

Allerdings hat sich die Befallsintensität in einigen Regionen deutlich gesteigert, wodurch die Erträge sowohl der anfälligen Sorten als auch der bisher als „tolerant“ beschriebenen Sorten sinken. Der Abstand zu den anfälligen und nicht toleranten Sorten nimmt dort weiter zu und beträgt ca. 40 %. Die Sorte Brabanter soll im Jahr 2024 mit bis zu 9000 ha in Deutschland verfügbar sein. Ohne diese Versuche wäre diese Sorte nicht als tolerant entdeckt worden.

In der Methodischen Untersuchung 2020 konnte der Testhybride SES (später als Sorte FITIS zugelassen) erkannt werden. Allerdings hatten nur die süddeutschen Standorte einen Befall mit SBR aufzuweisen, weshalb hier in Tabelle 14 nur die Ergebnisse der Süddeutschen Standorte aufgeführt werden. Dies war der erste Durchbruch bei der Sortenprüfung in Richtung toleranter Sorten. Die Sorte Fitis hat einen Siegeszug danach begonnen, der bis jetzt andauert. Sie ist die Hauptsorte in den von SBR betroffenen Gebieten bis heute. Ihre Leistungsfähigkeit konnte sie auch in den Folgejahren im bundesweiten Versuch unter Beweis stellen.

Tabelle 14: Europäische Sortenversuche SBR 2020; n=4

Versuchsglieder	Bereinigter Zuckergehalt [%]	Zuckerertrag bereinigt [t/ha]	Zuckerertrag bereinigt [rel.]
Rhinema	16,04	10,71	93,3
Raison	15,51	11,45	99,7
Lunella KWS	15,01	11,58	100,9
BTS 7300 N	15,03	11,69	101,9
Racoon	16,30	11,95	104,1
Verrechnungsmittel	15,58	11,47	100,0
BTS 8750 N	14,14	10,05	87,6
Annarosa KWS	14,76	10,94	95,3
Smart Manja KWS	14,96	10,35	90,2
Testhybride SES	16,54	13,53	117,9
GD 5% (multipler t- Test)	0,36	0,79	6,9

Der Rübenenertrag der Sortenversuche aus 2021 zeigte eindeutig, dass Fitis und Lunella unter SBR-Befall in dem genannten Sortiment bei SBR-Befall eine Vorteilhaftigkeit unter Beweis stellen konnten. In Abbildung 29 liegen diese beim Rübenenertrag über den Verrechnungssorten.

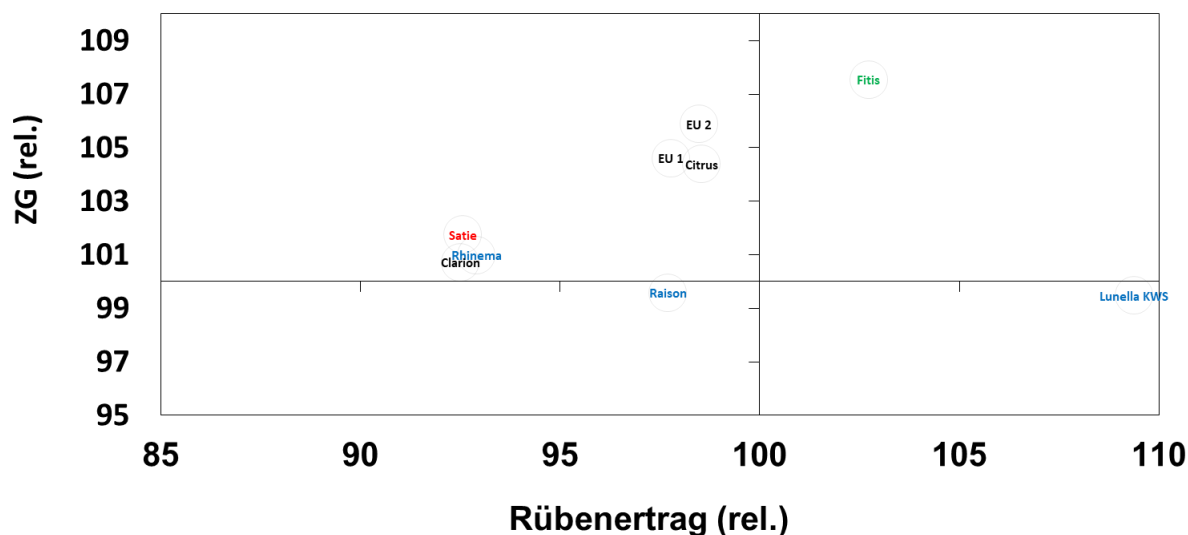


Abbildung 29: Zuckergehalt und Rübenenertrag (rel.) der ARGE EU-SBR-Sortenversuche 2021 (n=7), VRS = 100 = Rhinema, Raison und Lunella KWS; BZE-Maximum in Grün; Indikatorsorte in Rot.

Auch im Jahr 2022 wurde wie in den Vorjahren eine Prüfung europäischer Zuckerrübensorten durchgeführt. Dabei zeichnen sich hoffnungsvolle Stämme bzw. Sorten ab, die jedoch bei weiteren Eigenschaften, wie der Resistenz gegen Pilze keine verbesserten Eigenschaften aufwiesen. Daher konnte aus den Sorten keine Empfehlung abgeleitet werden. Allerdings konnte im Sortenversuch mit in Deutschland zugelassenen oder geprüften Stämmen die Sorte Brabanter als zukunftsfähige Empfehlung abgeleitet werden.

Tabelle 15: Europäische Sortentestung SBR 2022; n=5.

Versuchsglieder	Bereinigter Zuckergehalt [%]	Zuckerertrag bereinigt [t/ha]	Zuckerertrag bereinigt [rel.]
Chevrolet	13,37	11,91	101,3
Fitis	13,39	12,22	104,0
Lunella KWS	12,43	11,13	94,7
Verrechnungsmittel	13,06	11,75	100,0
Citrus	13,45	12,34	105,0
EU 1	13,74	13,42	114,2
EU 2	13,75	12,92	110,0
EU 3	12,09	9,09	77,4
EU 4	13,89	11,29	96,0
EU 5	12,74	10,88	92,6
EU 6	11,70	9,70	82,6
EU 7	13,51	11,99	102,0
GD 5% (multipler t-Test)	0,74	1,39	11,8

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

In der zweijährigen Auswertung konnte gezeigt werden, dass die EU-Sorten vergleichbare Erträge wie die in Deutschland zugelassenen Sorten erbrachten. Allerdings konnte die Sorte Fitis vergleichbar hohe Erträge zeigen, weshalb Fitis weiterhin empfohlen wurde für den Anbau unter SBR-Befall.

Tabelle 16: SBR-Sortenversuch 2-jähriges Mittel EU 21 (ohne Rüblingen) und SBR NIKIZ 22 (ohne Bubenheim)

Versuchsglieder	Anzahl Rüben bei Ernte [Tsd/ha]	Bereinigter Zucker [%]	Zuckerertrag bereinigt [t/ha]	Zuckerertrag bereinigt [rel.]
EU 1	103,45	14,27	13,40	98,2
Fitis	100,39	14,52	14,15	103,7
Lunella KWS	104,17	13,38	13,39	98,1
Verrechnungsmittel	102,67	14,06	13,65	100,0
EU 1	105,34	14,31	13,64	100,0
EU 2	106,44	14,59	14,30	104,8
GD 5%	10,00	12,00	12,00	14,6

(multipler t-Test)

In der Summe aller Versuche kann festgehalten werden, dass das NIKIZ-Projekt entscheidende Impulse für die Entwicklung einer bundesweiten Sortenprüfung auf SBR-Toleranz sowie zur erstmalig durchgeführten Wertprüfung des Bundessortenamtes geliefert hat. Diese Prüfungen werden unverändert fortgeführt und stellen somit eine nachhaltige Weiterentwicklung der NIKIZ-Versuchsansätze dar. Die Zahl der Standorte konnte weit über die geplante Vorgabe des Antrages entwickelt werden und hat dadurch eine deutlich höhere Aussagekraft erlangt. Durch die Einführung der Sorten in die Praxis auf über 30.000 ha Fläche in 2023 konnte der Krankheitsdruck gemindert werden. Jedoch ist die Entwicklung bei Blattkrankheiten kritischer zu betrachten, da es bisher nicht gelungen ist, die vorher mögliche Resistenz gegen Blattkrankheiten in diese Sorten zu implementieren. Alle bisher vorhandenen pilzwiderstandsfähigen Sorten zeigen eine hohe Anfälligkeit gegenüber SBR. Offenbar greifen die SBR-Erreger tief in die Physiologie der Pflanzen ein und sorgen dafür, dass solche resistenten Sorten sogar stärker erkranken und einen vollständigen Blattwechsel durchführen, wodurch die Erträge stark sinken. Während im ersten Jahr der Versuche noch eine hohe Widerstandsfähigkeit einzelner Sorten gegenüber Pilzen beobachtet werden konnte, ist dies in 2022 nicht mehr möglich, da sich eher die Stärke der SBR-Erkrankung auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Blattkrankheiten auswirkt. Dies bedeutet, dass Sorten, die weniger stark an den SBR-Erregern erkranken, auch über eine höhere Blattgesundheit verfügen.

3.3.7 Antagonisten

Als Antagonisten der Schilf-Glasflügelzikade kommen bei NIKIZ zwei Strategien zum Einsatz. Die erste Strategie beinhaltet die Testung bereits bekannter Antagonisten, wie beispielsweise entomopathogene Nematoden, hier *Heterorhabditis bacteriophora* (e-nema), die in Kooperation mit e-nema durchgeführt werden. Unter Laborbedingungen konnten die ersten insektenpathogenen Effekte von insektenpathogenen Nematoden studiert werden (Abbildung 30).

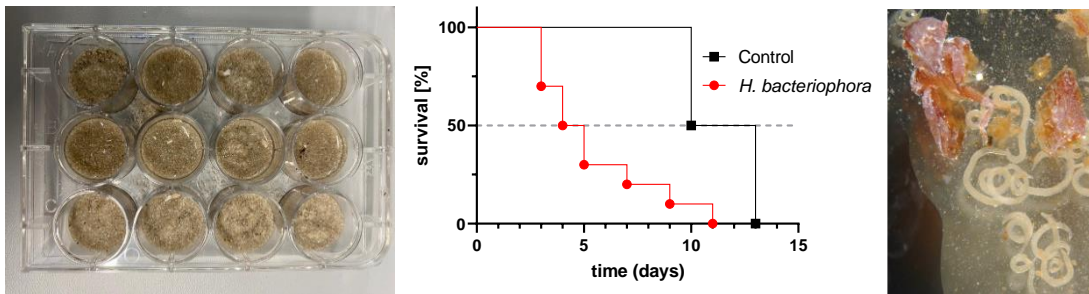


Abbildung 30: Links: Platten Testassay für Nematodenversuche. Mitte: Überlebenskurve mit signifikanten Effekt bei infizierten Zikaden. Rechts: Sezierung infizierter Nymphe mit Nematoden.

Als zweite Strategie werden die von Fraunhofer IME-BR für die Testung zu Verfügung gestellten mikrobiellen Kandidaten, als auch die im Rahmen des NIKIZ Projektes isolierten Mikroben auf Wirksamkeit gegen die Glasflügelzikade getestet.

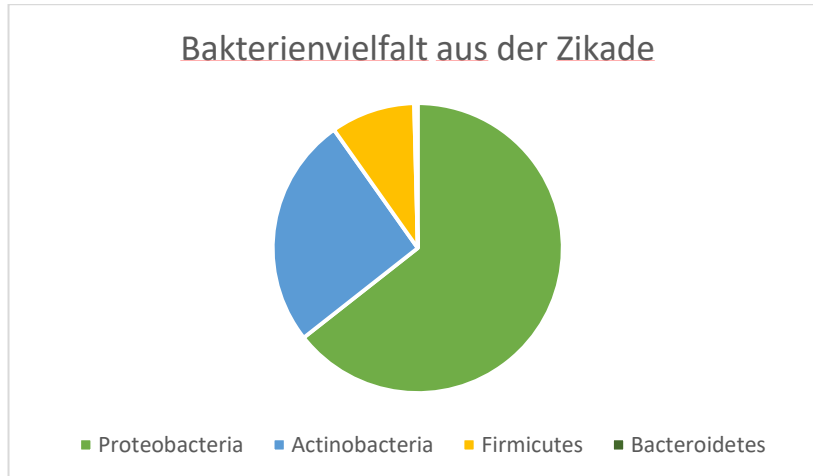


Abbildung 31: Verteilungsdiagramm von Bakterienstämmen, isoliert aus moribunden (kranken) Glasflügelzikaden.

Die Sammlung moribunder (kranker) Glasflügelzikaden Nymphen erfolgte aus Obereisesheim, Isfeld, Biblis, Heilbronn und Viernheim. Bei der in der Screeningkampagne über 500 Bakterien isoliert werden konnten. Von diesen konnten 300 bestimmt werden und beinhalteten Arten mit hoher Ähnlichkeit zu *Bacillus simplex*, *Paenibacillus sp.*, *Lelliotta amnigena*, *Rhanella victoriana*, *Pseudomonas paralactis*. Zudem konnten auch Wildisolate von *Bacillus thuringiensis* aus den Zikaden isoliert werden. Das Bakterium *B. thuringiensis* und deren Bt-Toxine dienen in der Land- und Forstwirtschaft, als auch zur Stechmückenbekämpfung als

biologisches Bekämpfungsmittel.

Es gelang auch die Isolation und anschließende Identifikation einer Pilzart, es handelt sich um ein *Lecanicillium* Isolat. Dieser vielversprechende Kandidat wird im Nachgang auf seine Eignung gegen die Schilf-Glasflügelzikade getestet.

Es wurde sowohl die Zucht der Schilf-Glasflügelzikade als auch geeignete Testassays etabliert. Darüber hinaus wurde eine hohe Anzahl von Isolaten generiert, welche zum Test zur Verfügung stehen. Die durchgeführten Essays zeigten, dass Nematoden der Art *Heterorhabditis bacteriophora* eine letale Wirkung aufweisen. Das Isolat *Lecanicillium* spp. wird weiterhin untersucht, zeigte aber ein verheerendes Schadbild.

3.3.8 Jährliche SBR-Analyse der Zikaden und der Rübenpflanzen

Für die SBR-Analysen wurden jährlich symptomatische Zuckerrüben entnommen und im DLR in Bad Kreuznach aufbereitet, die DNA extrahiert und zu Anfang des Projektes mittels einer nested-PCR nach Sémétey et. al. (2007) analysiert. Dabei wurden die Primerpaare Fra5/L1r und Alb1/Oliv1 verwendet.

Im Dezember 2021 wurde eine real-time PCR etabliert. Die für diese PCR verwendeten Primersequenzen (Behrmann, et. al, 2022) wurden vom OG-Partner, dem Fraunhofer Institut, designt und dem DLR zur Verfügung gestellt. Durch die real-time PCR konnten die Proben schneller, genauer und ressourcenschonender untersucht werden.

Mittels der Laboranalysen im Rahmen des Monitorings konnte über die drei Jahre des Projekts gezeigt werden, dass sich die Schilf-Glasflügelzikade und mit ihr auch das Proteobakterium (*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*), welches in den Zuckerrüben zur SBR-Krankheit führt, nach Nord – Nordosten ausgebreitet hat (Abbildung 32). Ein besonders hohes Aufkommen der SBR-Problematik zeigte sich in Rheinhessen, insbesondere rund um Worms.

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

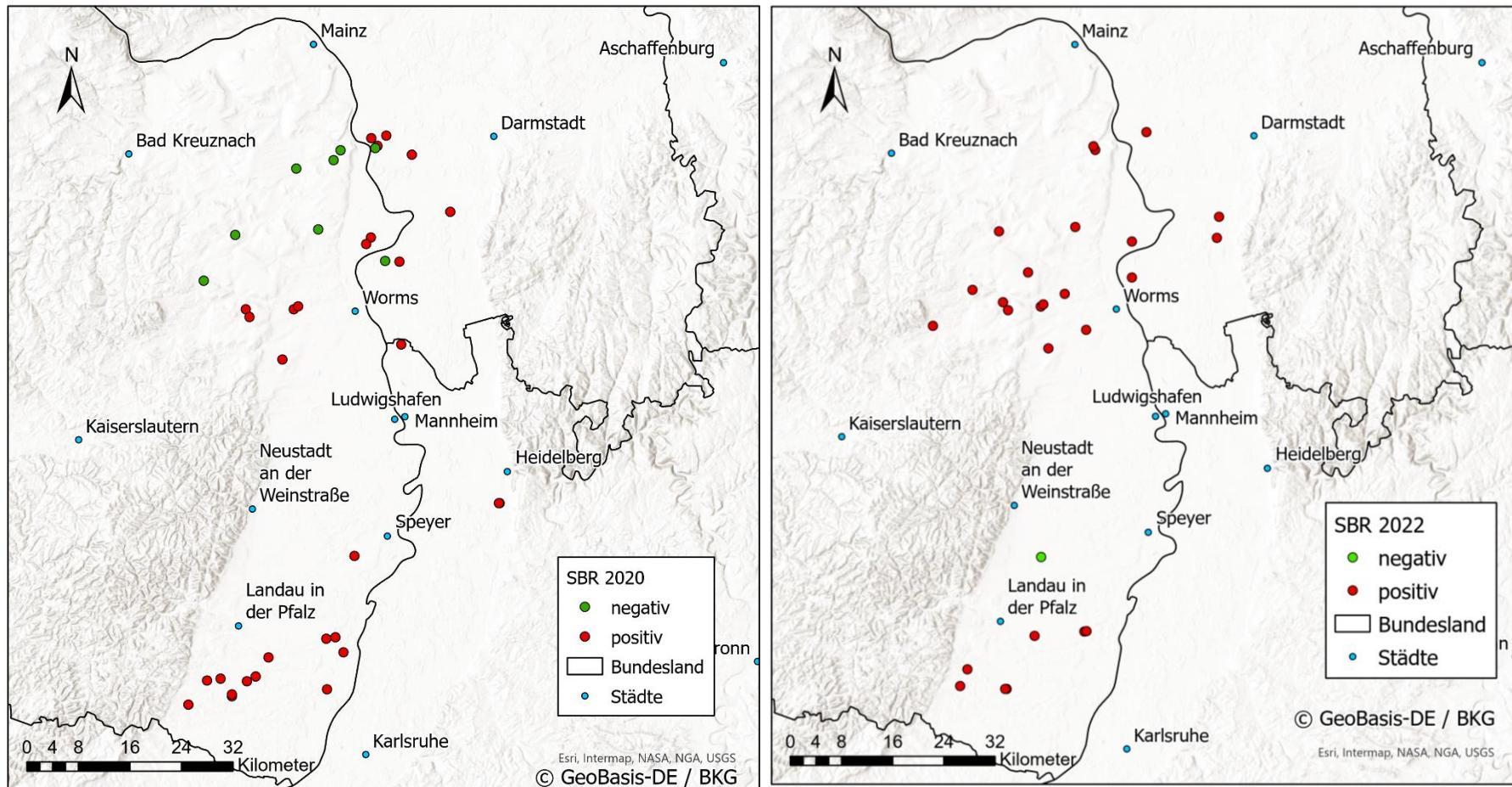


Abbildung 32: SBR-Befall im Vergleich zwischen 2020 (n= 124) und 2022 (n=74).

Es erfolgte nicht nur eine Ausbreitung nach Norden, sondern generell nahm der Befall mit SBR im Verbandsgebiet zu. Zu Beginn des Projekts wurden rund die Hälfte der untersuchten Standorte in Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg positiv auf das Proteobakterium getestet. In den darauffolgenden Jahren waren es bereits 70% der Standorte (Tabelle 17).

Tabelle 17: Prozentualer Anteil der mit SBR befallenen Standorte im Verbandsgebiet (RP, HE, BW).

	SBR-positive Standorte [%]
2020	55
2021	73
2022	70

Vor Beginn dieses Projektes wurden sämtliche Proben nur auf das Vorkommen des Proteobakteriums untersucht. Im Rahmen der Arbeiten an der JLU Gießen stellte sich eine zusätzliche Infektion mit einem weiteren phytopathogenen Bakterium dem Stolbur Phytoplasma „*Candidatus phytoplasma solani*“ heraus. Im Laufe des Projektes wurde daher eine Diagnosemethode zur Bestimmung des quantitativen Bakteriengehalts erarbeitet. Mit dieser Analysemethode wurde die Laborarbeit zeiteffizienter und ressourcensparend durchgeführt. Die Untersuchungen ergaben weitreichende Erkenntnisse zur Prävalenz der Pathogene im Anbaugebiet.

Ein genauerer Blick auf die Infektionsprofile an den Standorten Riedstadt und Bickenbach (Südhessen), Monsheim (Rheinhessen) und Steinweiler (Südpfalz) zeigt interessante Unterschiede (Abbildung 33). Im Jahr 2020 lag der Anteil nicht infizierter Zikaden je nach Standort bei 20,5 - 85,1 %. Im Jahr 2021 war dieser Anteil jedoch auf 2,9-20,0 % gesunken. Beim Vergleich der Mittelwerte aller vier Standorte waren im Jahr 2020 53,4 % *P. leporinus* einfach oder doppelt infiziert, während dieser Anteil im Jahr 2021 auf 89,4 % gestiegen ist.

Im Jahr 2022 wurde ebenfalls eine Infektion der freifliegenden Zikaden mit Stolbur und dem Proteobakterium festgestellt. Darüber hinaus wurden Proben aus den Bodenbearbeitungsversuchen untersucht. Es wurden Zikaden von den Gelbtafeln aus den Zelten entnommen und auf eine Infektion mit dem Stolbur und dem Proteobakterium getestet. Die Ergebnisse zeigten, dass Schilf-Glasflügelzikaden, die aus der Nachkultur schlüpfen, bereits mit dem Proteobakterium infiziert waren, es konnte jedoch kein Phytoplasma nachgewiesen werden. Diese Erkenntnis stützt weiterhin die These, dass die Infektion mit dem Stolbur Phytoplasma durch eine Reservoirpflanze ermöglicht wird, die nach dem Schlupf von Adulten angefliegen wird.

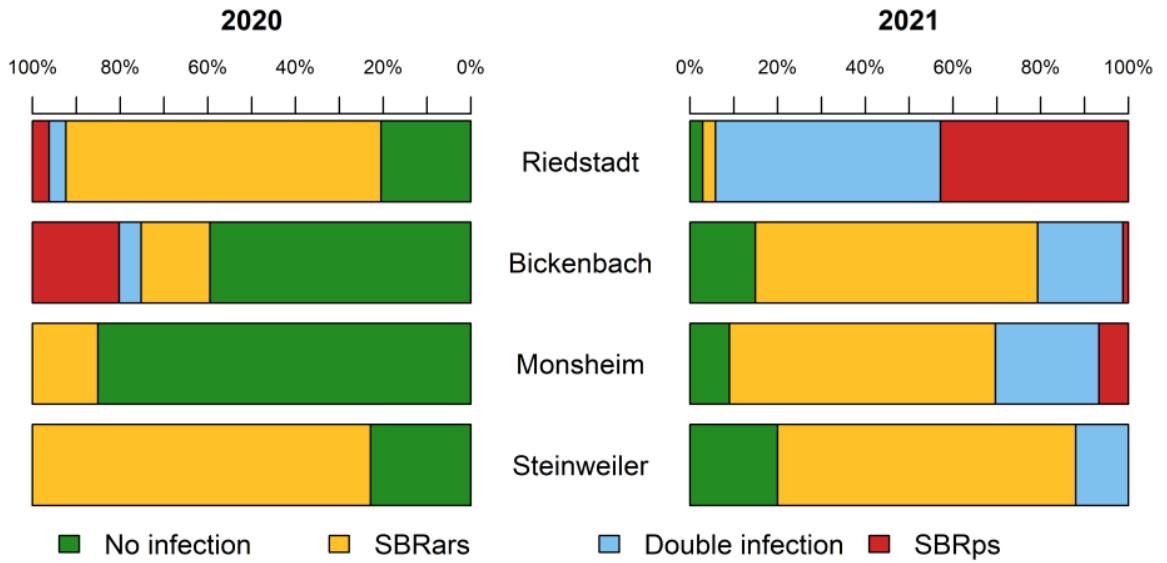


Abbildung 33: Analyse von adulten *Pentastiridius leporinus* mittels qRT-PCR auf die Prävalenz der SBR Erreger *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* (SBRars) und *Candidatus Phytoplasma solani* (SBRps) in den Jahren 2020 (links) und 2021 (rechts). Die Anzahl der getesteten Proben variierte je nach Standort, aber insgesamt wurden 349 adulte im Jahr 2020 und 296 im Jahr 2021 getestet. (Behrmann et al., 2022).

3.4 Drahtwurm/ Schnellkäfer

3.4.1 Monitoring

Das Monitoring wurde auf Schlägen mit möglichst bekanntem Befall durchgeführt (Tabelle 18). Der Boniturzeitraum lag zwischen März und Oktober.

Tabelle 18: Anzahl der Standorte des Drahtwurmmonitorings pro Bundesland und Jahr.

	2020	2021	2022
HE	1	-	-
RP	3	4	6

Als Falle wurden fünf Pflanztöpfe mit Vermiculit und vorgekeimtem Weizen eingesetzt. Die Töpfe wurden 10 cm in der Erde vergraben. Die fünf Töpfe waren jeweils 1 m auseinander auf einer Linie. Jede Woche ist der hinterste Topf vor den vordersten „gewandert“ Da die Drahtwürmer inhomogen im Schlag verteilt sind, sollte diese Methode eine größere Fläche abbilden. Die häufigste Drahtwurmart, die bonitiert wurde war *Agriotes sordidus*. Neben ihr gab es nur sehr wenige Individuen anderer Arten.

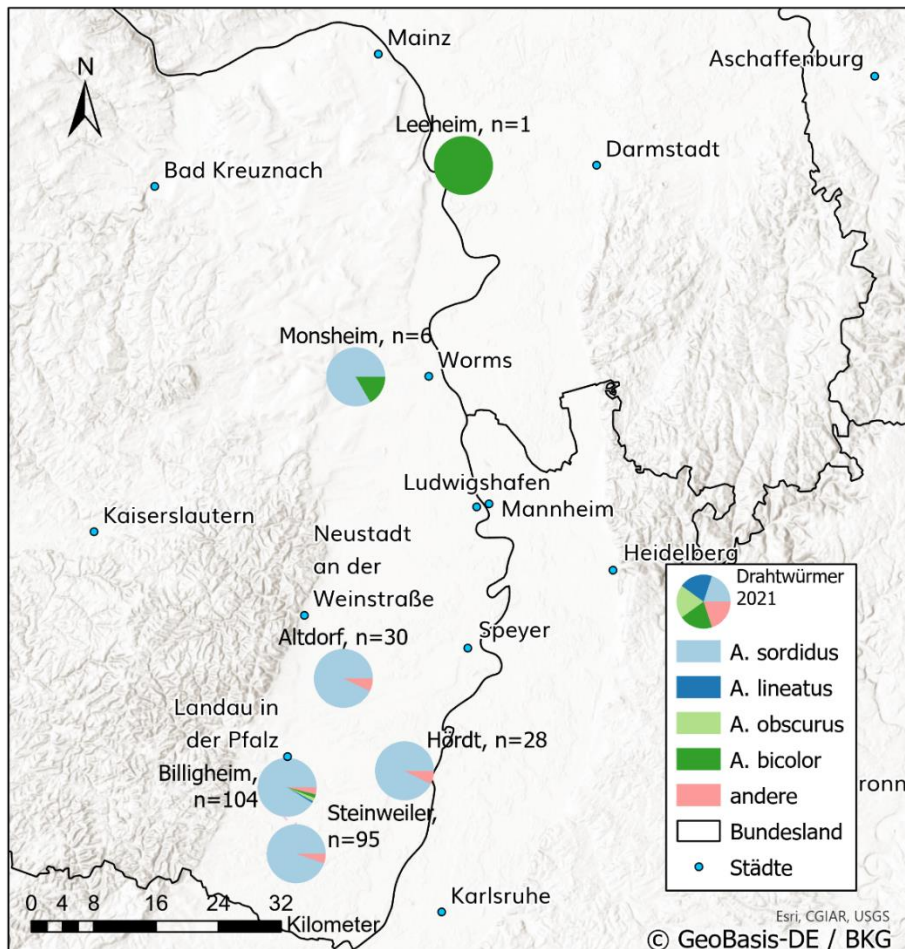


Abbildung 34: Monitoringstandorte 2021 mit der Artenverteilung.

In Abbildung 34 sind die Bonituren aus dem Jahr 2021 mit der Artverteilung dargestellt. Es ist besonders auffällig, dass die Art *Agriotes sordidus* vorherrscht.

3.4.2 Jährliche Analyse der Fruchtfolge

Der Einfluss der Fruchtfolge auf das Vorkommen des Drahtwurms wurde mithilfe der Daten aus dem Drahtwurmmonitoring untersucht. Diese Daten wurden von den beteiligten Landwirten mit „Vorfrucht“, „Zwischenfrucht“, „Zurzeit angebaute Kulturpflanze“ ergänzt. Die Angaben zu „Zwischenfrucht“ waren zu lückenhaft, um eine Analyse durchzuführen. Die anderen beiden Faktoren „Vorfrucht“ und „Zurzeit angebaute Kultur“ zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Drahtwurmfangzahlen (Anova mit Messwiederholungen ($F=3,282$, $p=0,07$)). Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass der Drahtwurm ein weites Wirtsspektrum besitzt, z. B. werden Getreide, Zuckerrüben, Möhre, weiteres Gemüse, Kartoffeln und Mais von ihm befallen (Parker, 2007). Dadurch wird es schwierig eine angepasste Fruchtfolge auszuarbeiten. Im NIKIZ Projekt wurde auf Zuckerrübe, Mais, Winterweizen und Kartoffeln das Monitoring durchgeführt. Die Vorfrüchte waren Wintergerste, Mais, Zuckerrübe und Winterweizen. Da keine signifikanten Einflüsse auf das Drahtwurmauftreten festgestellt werden konnten, wird auf eine eingehendere Ausarbeitung verzichtet.

3.4.3 Bekämpfungsmöglichkeiten über Fruchtfolgeanpassungen

Dieses Arbeitspaket wurde hinfällig, da keine signifikanten Einflüsse der Fruchtfolge auf die Drahtwurmpopulation nachgewiesen werden konnten.

3.4.4 Anpassung der Bodenbearbeitung

Neben den von Praxisbetrieben angestellten Versuchen, wurden auch hier, wie in 3.4.2, die Daten des Drahtwurmmonitorings und der Befragung der betroffenen Landwirte analysiert, wie sich die Bodenbearbeitung, aber auch der Bodentyp auf die Drahtwurmpopulation im Boden auswirkt.

Beide Faktoren haben keinen signifikanten Einfluss auf die Drahtwurmreduktion gehabt (Anova mit Messwiederholungen (Bodenart: $F=0,5$ $p=0,7$, Bodenbearbeitung: $F=0,6$, $p=0,4$)) Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus den Versuchen.

In den Jahren 2021 und 2022 wurde der Versuch zu Bodenbearbeitung als Bekämpfung des Drahtwurms angelegt. Hierfür wurde ein Teil der Fläche zum Auftreten der Drahtwürmer in den oberen Bodenschichten (20cm) gefräst (Abbildung 35). Um zu ermitteln, wann die Drahtwürmer sich in den oberen Bodenschichten befanden, wurde das Prognosemodell SIMAGRIO-W und Fangtöpfe, welche im Boden im Versuchsfeld vergraben waren, genutzt. Der Versuch wurde pro Feld in zweifacher Wiederholung angelegt. In jeder Wiederholung wurden jeweils 5 Fangtöpfe vergraben und wöchentlich getauscht und im Labor auf ihre Anzahl und Arten an Drahtwürmern untersucht.



Abbildung 35: Bodenbearbeitung durch Fräsen.

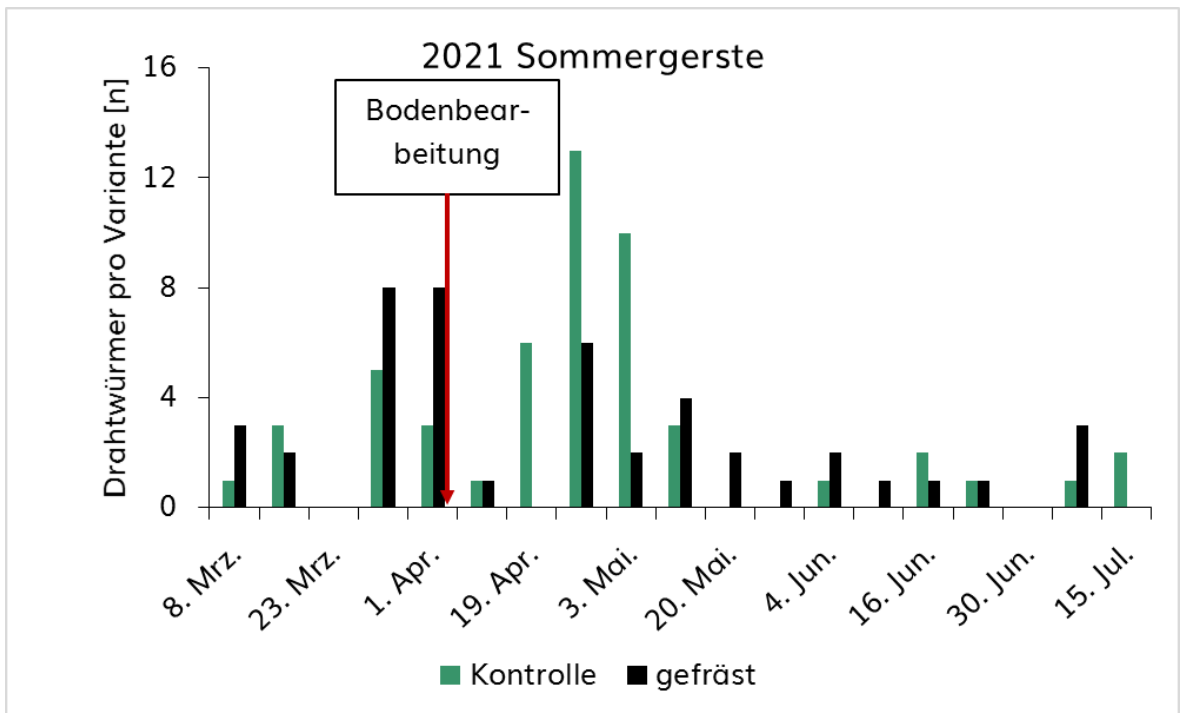


Abbildung 36: Fangzahlen von Drahtwürmern vor und nach der Bodenbearbeitung 2021 in Sommergerste nach Zuckerrübe.

Im ersten Jahr konnte nach der Bodenbearbeitung der Effekt erzielt werden, dass in der Kontrolle mehr Drahtwürmer gefangen wurden als in den gefrästen Parzellen (Abbildung 36). 2022 hat sich dieser Effekt allerdings nicht gezeigt (Abbildung 37). hier wurden mehr Drahtwürmer in der gefrästen Variante gefangen.

2022 Sommergerste

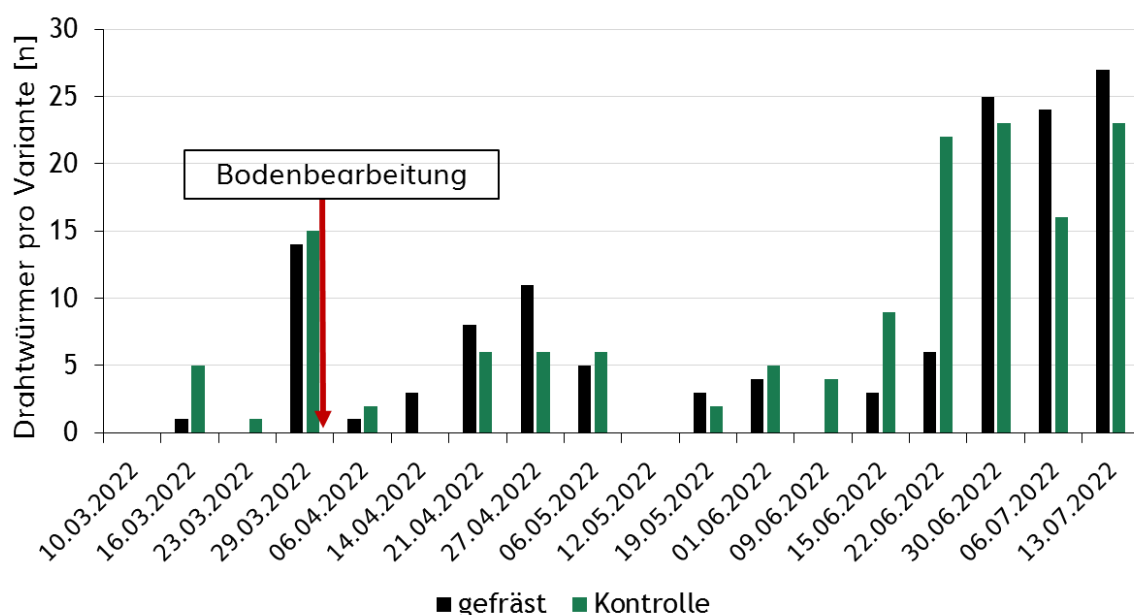


Abbildung 37: Fangzahlen von Drahtwürmern vor und nach der Bodenbearbeitung 2022 in Sommergerste nach Zuckerrübe.

3.4.5 Keine Zwischenfrüchte vor Zuckerrübe (Nahrungsentzug)

Wie in 4.4.2. erklärt konnte dieses Arbeitspaket, wegen fehlender Daten, nicht bearbeitet werden. Zukünftig sollten solche Datenermittlungen zur Kulturführung anders durchgeführt werden, um verwertbare Daten zu erhalten.

3.4.6 Mulchsaat vermeiden, gründliche frühe Bodenbearbeitung

Im ersten Projektjahr wurde nur auf einer der Monitoringflächen eine Mulchsaat durchgeführt. Dennoch war der Befall sehr gering. Größere Unterschiede im Befall zeigten sich auf den restlichen drei Schlägen aufgrund der unterschiedlichen Bodenbearbeitung. In 2022 wurde auf keinem der Monitoringschläge eine Mulchsaat durchgeführt. Deshalb konnte für das letzte Projektjahr diesbezüglich keine Auswertung stattfinden.

3.4.7 Kalkstickstoff

Der Versuch zur Reduktion von Drahtwürmern im Boden durch eine Kalkstickstoffapplikation fand in allen drei Projektjahren in ähnlicher Form statt. Im Jahr 2020 wurden einmalig auf zwei Flächen 400kg Kalkstickstoff pro Hektar ausgebracht, was zwei Wochen vor der Saat durchgeführt werden musste. Das wurde dadurch begründet, dass Kalkstickstoff eine phytotoxische Wirkung auf die jungen Rübenpflanzen hätte haben können. Dies hat sich als unpraktikabel herausgestellt, sodass von dieser Variante in den Folgejahren abgesehen wurde. Ab dem Jahr 2021 wurden daraufhin nur noch 200kg/ha Kalkstickstoff zur Saat ausgebracht (Tabelle 19).

Tabelle 19: Versuchsaufbau Kalkstickstoffversuch 2020-2022.

Jahr	Versuchsflächen (n)	Applikation CaN ₂
2020	2	400kg/ha
	1	200 kg/ha
2021	2	200kg/ha – eingearbeitet
2022	3	200kg/ha – eingearbeitet

Im Versuch konnte kein reduzierender Effekt von Kalkstickstoff auf die Drahtwurmfangzahlen festgestellt werden.

Tabelle 20: Anzahl Drahtwürmer pro Fanggefäß vor und bis zu 14 Tage nach der Kalkstickstoff (CaN₂)-Applikation (3 Jahre, 6 Versuchsflächen, à 5 Fanggefäß pro Variante).

Anzahl Drahtwürmer pro Fanggefäß		
	Kontrolle ± Stabw	Behandlung ± Stabw
vor CaN ₂	0,7±1,1	1,2±1,6
Nach CaN ₂	1,5±2	1,5±2,3

Die Länge sowie der Durchmesser der Kopfkapsel der im Versuch gefangenen Drahtwürmer wurden am DLR in Bad Kreuznach gemessen. Auch hier ergaben sich keine Unterschiede in den beiden Größenparametern zwischen den beiden Behandlungen (Tabelle 21). Die Art, um die es sich bei den gefangenen Drahtwürmern handelte, war ohne Ausnahme *Agriotes sordidus*.

Tabelle 21: Durchmesser der Kopfkapsel und Körperlänge von *A. sordidus* mit CaNs - Behandlung und ohne Behandlung (Kontrolle) (Mittelwerte und Standardabweichungen).

	Durchmesser Kopfkapsel	Länge <i>A. sordidus</i>
CaN ₂	1,0±0,3	15,8±4,1
Kontrolle	1,1±0,3	16,5±4,4

Diese Ergebnisse zeigen eindeutig, dass die Behandlung mit Kalkstickstoff nicht zur Reduktion oder Vergrämen von Drahtwürmern, vor allem der jüngeren Larvenstadien, beiträgt. Daher ist diese Methode nicht zu empfehlen, wenn Drahtwürmer im Feld reduziert werden sollen.

3.5 Blattkrankheiten:

3.5.1 Sortenversuche

Im Jahr 2020 konnten zwei Standorte des Sorten-Fungizid-Strategieversuches ausgewertet werden. Die Ergebnisse in diesem Jahr sind in

Tabelle 22 im Detail dargestellt. In diesem Jahr war der Befall mit SBR noch nicht nachweisbar an diesen beiden Standorten. Dies wird deutlich an den hohen Erträgen

Versuchsglieder				
Sorte	Fungizid- behandlung	berein. Zuckergehalt [%]	Zuckerertrag bereinigt [t/ha]	rel.
ohne Behandlung				
Annarosa KWS	0	14,58	15,47	103,9
Eucalyptus	0	13,89	13,70	92,0
Raison	0	14,87	14,28	95,9
KWS CR+	0	14,23	16,10	108,2
Verr.-Mittel		14,39	14,89	100,0
mit Behandlung				
Annarosa KWS	4	16,37	19,45	130,6
Eucalyptus	3	15,07	16,45	110,5
Raison	3	16,24	17,65	118,6
KWS CR+	2	15,11	18,60	124,9
Prüf-Mittel		15,70	18,04	121,2
GD 5%		0,85	1,33	9,0

von Annarosa KWS und der KWS CR+-Sorte. Beide Sorten zeigen unter SBR-Befall massiv abfallende Zuckergehalte und Erträge.

Versuchsglieder				
Sorte	Fungizid- behandlung	berein. Zuckergehalt	Zuckerertrag bereinigt	rel.

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

		[%]	[t/ha]	
ohne Behandlung				
Annarosa KWS	0	14,58	15,47	103,9
Eucalyptus	0	13,89	13,70	92,0
Raison	0	14,87	14,28	95,9
KWS CR+	0	14,23	16,10	108,2
Verr.-Mittel		14,39	14,89	100,0
mit Behandlung				
Annarosa KWS	4	16,37	19,45	130,6
Eucalyptus	3	15,07	16,45	110,5
Raison	3	16,24	17,65	118,6
KWS CR+	2	15,11	18,60	124,9
Prüf-Mittel		15,70	18,04	121,2
GD 5%		0,85	1,33	9,0

Tabelle 22: Sorten-Fungizid-Strategiversuch 2020; Mittelwert Standorte Ibersheim und Nordheim; Grenzdifferenzberechnung nach: multipler t-Test

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

In den Jahren 2021 und 2022 wurde der Versuch an 3 Standorten durchgeführt. In Tabelle 23 sind die Sorten in den beiden Jahren dargestellt. Aufgrund der SBR-Problematik musste im Jahr 2022 auf Sorten gewechselt werden, welche zusätzlich SBR-tolerant sind. Dies erfolgte wegen der verstärkten Ausweitung des Befalls. So war am Standort Ibersheim im ersten Versuchsjahr noch kein SBR-Befall zu beobachten, jedoch wies der Standort im Jahr 2022 deutschlandweit die stärksten Symptome auf.

Tabelle 23: Sorten der Sortenversuche aus den Jahren 2021 und 2022.

Versuchsjahr 2021	
Annarosa KWS	Große Marktbedeutung, gute Cercosporatoleranz
Raison	EU-Sorte mit geringer Cercosporaanfälligkeit
Blandina KWS	CR+ Genetik, bedeutet eine sehr geringe Cercosporaanfälligkeit
Versuchsjahr 2022	
Lunella KWS	Anfällige Sorte
Fitis	Mittelanfällige Sorte
Blandina KWS	CR+ Genetik, bedeutet eine sehr geringe Cercosporaanfälligkeit

In den Versuchen sollte ermittelt werden, inwiefern zukünftig Fungizid-Strategien bei Sorten mit unterschiedlicher Krankheitsanfälligkeit zu einer Einsparung von Fungiziden führen konnte.

Tabelle 24: Versuchsvarianten.

Variante	Sorte	Fungizidbehandlung
1	Lunella KWS	unbehandelt
2		Fungizid nach BKS 5/15/45
3	Fitis	unbehandelt
4		Fungizid nach BKS 5/15/45
5	Blandina KWS	unbehandelt
6		Fungizid nach BKS 5/15/45

Die Sorten wurden ab Juni wöchentlich auf den Befall mit Blattkrankheiten bonitiert und bei Erreichen der Schwellenwerte behandelt. Es gab immer eine behandelte

Variante und eine Kontrolle derselben Sorte. Abbildung 38 zeigt den Versuchsaufbau am Beispiel vom Exaktversuch in Nordheim im Jahr 2022.

An den Standorten Ibersheim und Nordheim wurden die Zuckerrüben im Verlauf der Vegetation mehrfach beregnet, was den Einfluss auf den Krankheitsdruck durch Bildung eines feuchten Mikroklimas förderte.

Es zeigte sich, dass durch die Auswahl einer blattgesunden Sorte, Behandlungen eingespart werden konnten. Die Sorten mit einer hohen Resistenz gegenüber Blattkrankheiten wie Cercospora verlieren aufgrund physiologischer Veränderungen bei SBR-Befall diese Resistenz und Toleranz gegenüber Blattkrankheiten. Daher kann auf die hoch resistenten Rübensorten in SBR-Befallsregionen nicht zurückgegriffen werden, um den Befall mit Blattkrankheiten zu vermindern. In diesem Fall ist bis dato nur ein Anbau SBR-toleranter Zuckerrübensorten möglich.



Abbildung 38: Sorten-Fungizid-Strategieversuch Nordheim 14.09.2022

3.5.2 Prüfung von Bekämpfungsmaßnahmen aufgrund begrenzter Mittelauswahl

Auf zwei Flächen wurden über 2 Jahre (2021 und 2022) Versuche durchgeführt, in denen die Wirkung von Fungiziden in Kombination mit verschiedenen Haftmitteln gegen bestimmte Blattkrankheiten getestet wurden. Im Jahr 2020 konnten die angestellten Versuche aufgrund der Datenlage nicht ausgewertet werden.

Die Behandlungen fanden nach Überschreiten des Schwellenwertes statt oder nach der Berechnung anhand eines Prognosemodells am Beispiel „Cercbet 3+HR“.

Insgesamt konnte erarbeitet werden, dass sich die Resistenzproblematik der Erreger gegenüber der noch geringen Palette an systemischen Fungiziden verschärft und der Einsatz von Kontaktfungiziden die Wirkung absichert. Der Einsatz von Kontaktfungiziden in Kombination mit systemischen Fungiziden zeigt die besten Bekämpfungserfolge.

Der Zusatz von Haftmitteln und biologischen Präparaten hatte keinen zusätzlichen, positiven Effekt. Aktuell sind daher keine biologischen Präparate empfohlen.

Das Prognosemodell „Cercbet 3+HR“ zur Bestimmung der optimalen Behandlungstermine für Folgespritzungen wurde an zwei Standorten geprüft. An einem Standort veranlasste das Prognosemodell eine Folgespritzung, die jedoch keinen Mehrertrag generieren konnte. An einem zweiten Standort wurde die Variante des Cercbet-Modells 12 Tage später behandelt als es nach dem Schwellenwertmodell nötig gewesen wäre. Nach dem Schwellenwertmodell erfolgte eine dritte Behandlung. Die Cercbet-Variante erzielte mit einer Behandlung weniger einen deutlich höheren BZE.

3.5.3 Zusammenfassung Ergebnisse Blattkrankheiten:

Zur guten landwirtschaftlichen Praxis und dem integrierten Pflanzenschutz gehört der Anbau der standortangepassten Sorte mit den entsprechenden Toleranzen. Der Schwerpunkt lag im Verbandsgebiet in den letzten Jahren im Bereich Nematoden und Blattgesundheit. Die SBR-Toleranz steht nun jedoch im Vordergrund. Unter hohem SBR-Druck, wie wir ihn in den letzten Jahren hatten, performten Sorten mit hoher Blattgesundheit jedoch eher schlecht und stellen sich vermehrt als SBR-Zeigersorten dar. Cercospora ist ein Schwächepilz, der die durch SBR ohnehin schon geschwächten Sorten bevorzugt befällt. Die züchterisch erzielte Resistenz wird durch SBR-Befall offensichtlich gebrochen. Die Ursachen sollten in Zukunft erforscht werden, da es sich um komplexe physiologische Stoffwechselprozesse handelt. Diese haben Auswirkungen auf den Pflanzenschutzbedarf des Zuckerrübenanbaus. SBR-befallene Sorten müssen ggf. stärker vor Blattkrankheiten geschützt werden. In SBR-Regionen ist also vom Anbau der bisher vorhandenen cercospora-toleranten Sorten abzuraten. Eine wichtige Aufgabe wird jedoch sein, die Toleranz gegenüber Nematoden und Cercospora mit der Toleranz gegenüber SBR zu kombinieren, um den Pflanzenschutzaufwand zu reduzieren.

3.6 Wetterdaten

Für die Modellberechnungen werden Wetterdaten der Wetterstationen des DWD und der Bundesländer, die in 1 km² große interpolierte Raster verrechnet werden, verwendet. Die Wetterdaten werden mit den Bonituren analysiert, um Einflussparameter zur Modellierung zu ermitteln. In Abbildung 39 sind drei Wetterdiagramme aus dem NIKIZ Gebiet abgebildet.

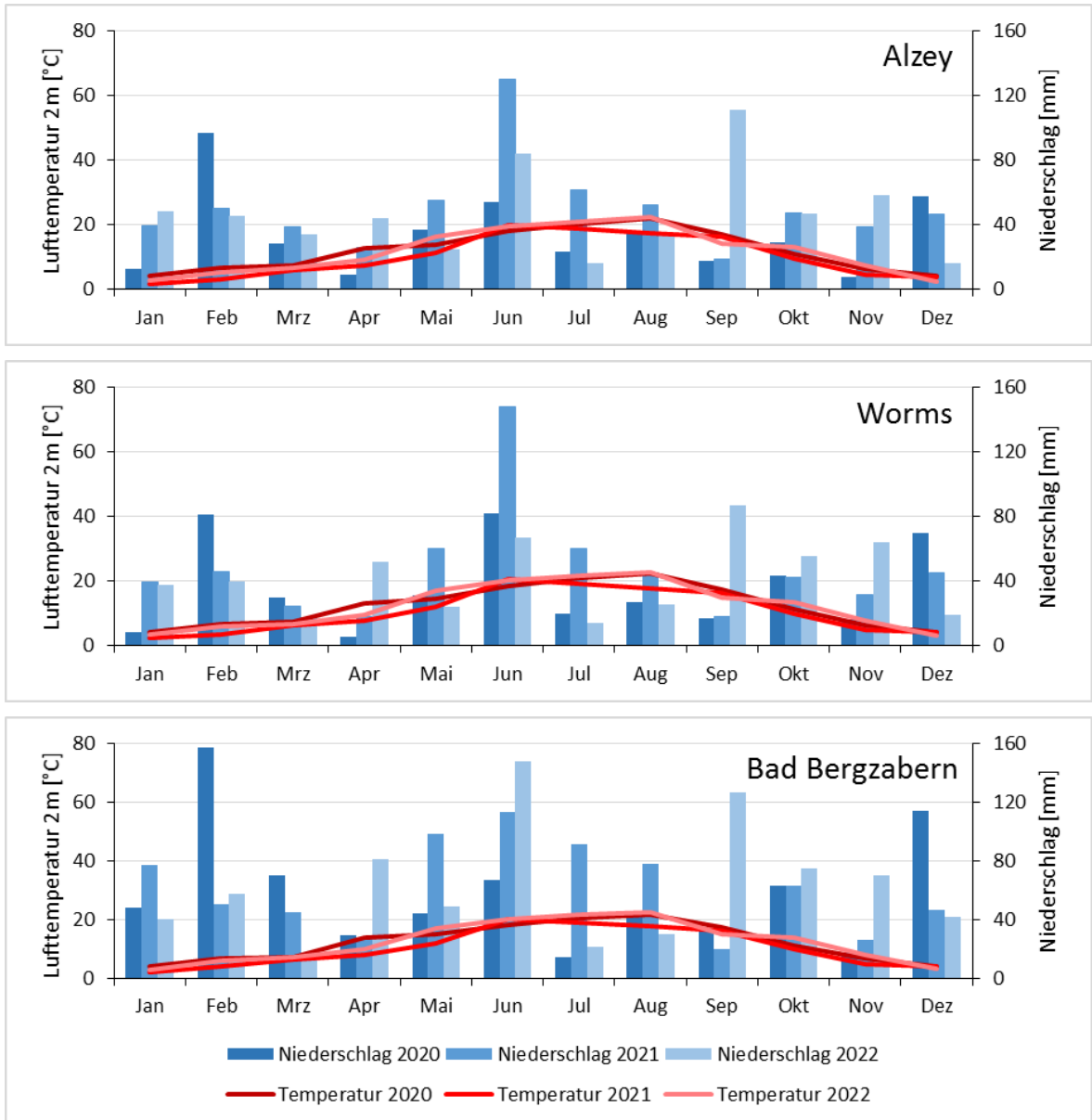


Abbildung 39: Wetterdiagramme der Standorte Alzey, Worms und Bad Bergzabern über die Jahre 2020-2022.

In Tabelle 25 ist ein deutlicher Temperaturanstieg in den Jahren 2020 und 2022 im Vergleich zum Vieljährigen Mittel zu verzeichnen. Der Niederschlag hat hingegen außer im Jahr 2021 abgenommen, vor allem das Jahr 2020 war sehr trocken.

Tabelle 25: Mittlere Temperatur und Niederschlagssumme der Standorte Alzey, Worms und Bad Bergzabern über den Projektzeitraum sowie dem Vieljährigen Mittel der Wetterstationen des DWDs.

	Zeitraum	Alzey	Worms	Bad Bergzabern
Temperatur 2m [°C]	2020	12,0	12,3	12,2
	2021	10,1	10,5	10,4
	2022	11,7	12,3	12,3
	Vieljähriges Mittel (1981-2010)	10,0	10,8	10,4
Niederschlag [mm]	2020	409	432	702
	2021	605	580	737
	2022	566	504	757
	Vieljähriges Mittel (1981-2010)	564	593	816

3.7 Prognosemodell Erstbefall

3.7.1 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche wurde durchgeführt, um verschiedene Parameter zur Modellentwicklung, die im Projekt nicht ermittelt werden können, aus der Literatur zu entnehmen. Hierbei wurde in über 100 Literaturquellen recherchiert und archiviert. Die Recherche wurde über die gesamte Projektlaufzeit durchgeführt und die Ergebnisse fließen je nach Relevanz in den jeweiligen Modellierungsteil ein.

3.7.2 Blattlaus

3.7.2.1 Modellkonzept

In der Abbildung 40, Abbildung 41 und Abbildung 52 sind die vereinfachten Modellkonzepte dargestellt. In der Legende sind die einzelnen Zeichen der Strukturdiagramme benannt. In den Strukturdiagrammen wird gezeigt, wie sich Zustände (hier Entwicklungsstadien) durch Zustandsänderungsvariablen (Entwicklungsraten) und verschiedene Parameter ändern und somit weiter entwickeln. Außerdem werden die Wirtspflanzen der Schädlinge über den Jahresverlauf dargestellt und wie sie mit den Entwicklungsstadien zeitlich zusammenhängen.

Bei der Populationsdynamik von *M. persicae* ist es wichtig die beiden Entwicklungszyklen – Holozyklus und Anholozyklus – darzustellen, da vor allem der Anholozyklus für eine frühe Virusübertragung eine große Rolle spielt (Abbildung 40). Dahingegen kommt die Blattlausart *A. fabae* in Deutschland nur holozyklisch vor

(Thieme and Heimbach, 1993), was auch im Modellkonzept so dargestellt wurde (Abbildung 41). Die Pathenogenese ist anhand der blauen Pfeile dargestellt.

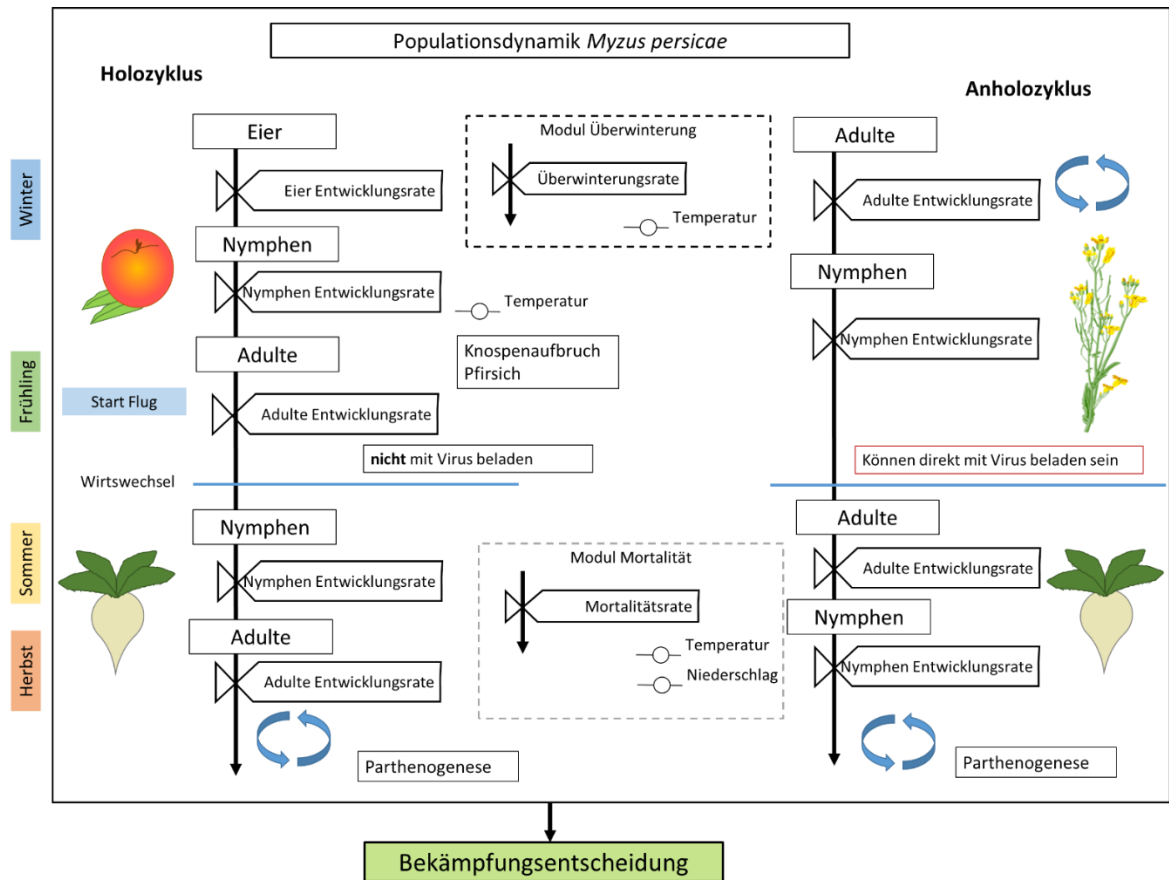


Abbildung 40: Modellkonzept der Blattlausart *M. persicae*, die blauen Pfeile zeigen die Parthenogenese (ungeschlechtliche Vermehrung) an, (Rapsbild: www.pflanzenforschung.de, Gesamtbild: M. Schieler).

Legende zum Strukturdiagramm

- = Zustandsvariable
- = Zustandsänderungsvariable (Raten)
- = Parameter, wie z. B. Wetterdaten
- = Richtung zwischen Variablen

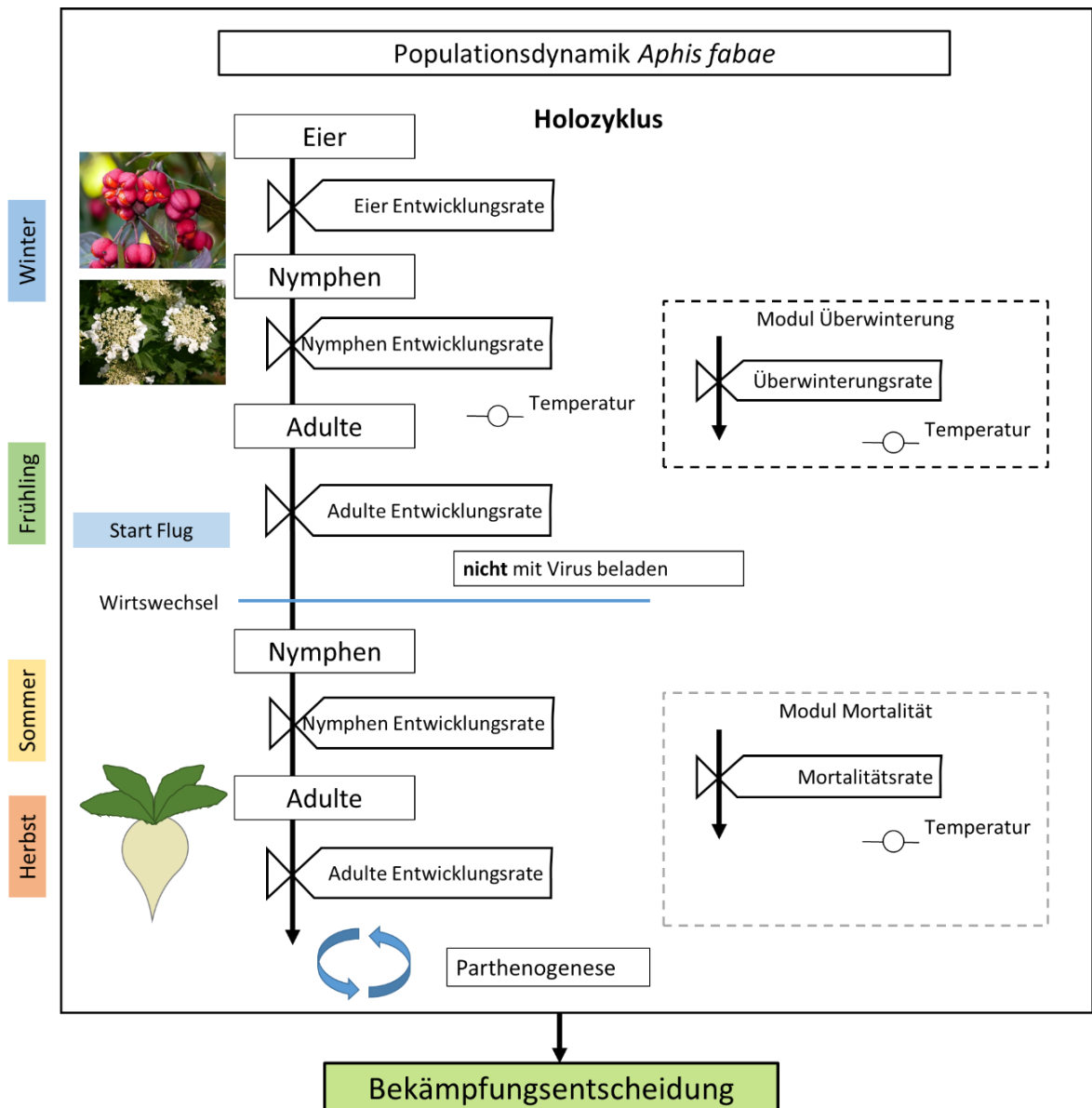


Abbildung 41: Modellkonzept der Blattlausart *A. fabae*, die blauen Pfeile zeigen die Parthenogenese (ungeschlechtliche Vermehrung) an, (Bilder Pfaffenhütchen/Schneeball: www.baumschule-horstmann.de, Gesamtbild: M. Schieler).

3.7.2.2 Ermittlung wichtiger Parameter

Überwinterung *M. persicae*

M. persicae kann anholozyklisch überwintern. Das ist von großer Bedeutung, da die Läuse dann virusbeladen in die Zuckerrübenbestände einfliegen. Die Blattläuse können sich z. B. an Pflanzen beladen, die sowohl für *M. persicae* als auch die Viren als Zwischenwirte dienen. Dadurch kann es zu einer frühen Virusinfektion kommen, die beim Ertrag relevanter ist als eine späte Infektion (Smith and Hallsworth, 1990). Deshalb ist es wichtig, ein Risiko zu berechnen, in welchem Jahr eine anholozyklische Überwinterung möglich war. Bei einem hohen Risiko sollte früh angefangen werden, einfliegende Blattläuse zu bonitieren. Bei der Literaturrecherche wurden zwei Quellen gefunden, die sich als nutzbar für die Prognose der Überwinterung von

anholozyklischen *M. persicae* erwiesen.

Heie & Petersen 1961 (in van Emden et al. (1969)) sagen, dass Apterae (ungeflügelte Adulte) nur überleben können, wenn die mittlere Temperatur in den drei kältesten Monaten über 4°C bleibt. Das konnten wir anhand der drei beobachteten Winter bestätigen. Allerdings ist dies ein langer Zeitraum, weshalb auf die Quelle von Qi et al. (2004), zurückgegriffen wird. Falls die mittlere Temperatur zwischen 1. Januar und 14. Februar (45 Tage) unter 2°C bleibt, ist kein Virusbefall bis Ende August zu erwarten. Diese Berechnung wurde in unser Prognosemodell übernommen und in ein dynamisches System umgewandelt, d. h. es wird die mittlere Temperatur über 45 Tage berechnet, egal in welchem Zeitraum im Winter. Somit können auch kalte Temperaturen im Dezember mit in die Risikoberechnung einfließen. In Abbildung 42 ist der mittlere Temperaturverlauf dynamisch über 45 Tage im Winter 2020/2021 dargestellt. In dem abgebildeten Winter am Standort bei Biblis sank im Februar dieser Wert unter die 2°C-Schwelle. Nach diesem Winter waren die anholozyklischen Blattläuse auf den Zwischenwirten stark dezimiert.

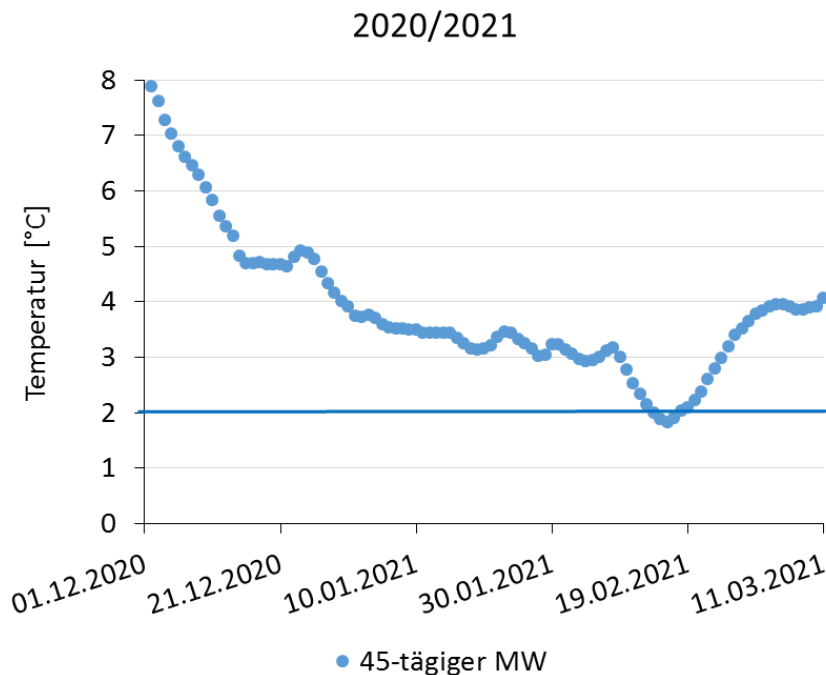


Abbildung 42: 45-tägiger Temperaturmittelwert über den Winter 2020/2021, blaue gerade Linie zeigt die 2°C-Grenze.

Zuflug

Wenn das Risiko hoch ist, dass im Winter Blattläuse anholozyklisch überwintern konnten, ist es umso wichtiger, dass früh mit der Gelbschalenbonitur begonnen wird. Zu jedem Datum und Standort wurde eine Temperatursumme ab dem 1. Januar mit einer Basistemperatur von 4°C (Whalon and Smilowitz, 1979) berechnet, die dann mit der Anzahl gefangener Blattläuse korreliert wurde. Anschließend wurden die Fallenfänge zu einem kumulierten Auftreten verrechnet.

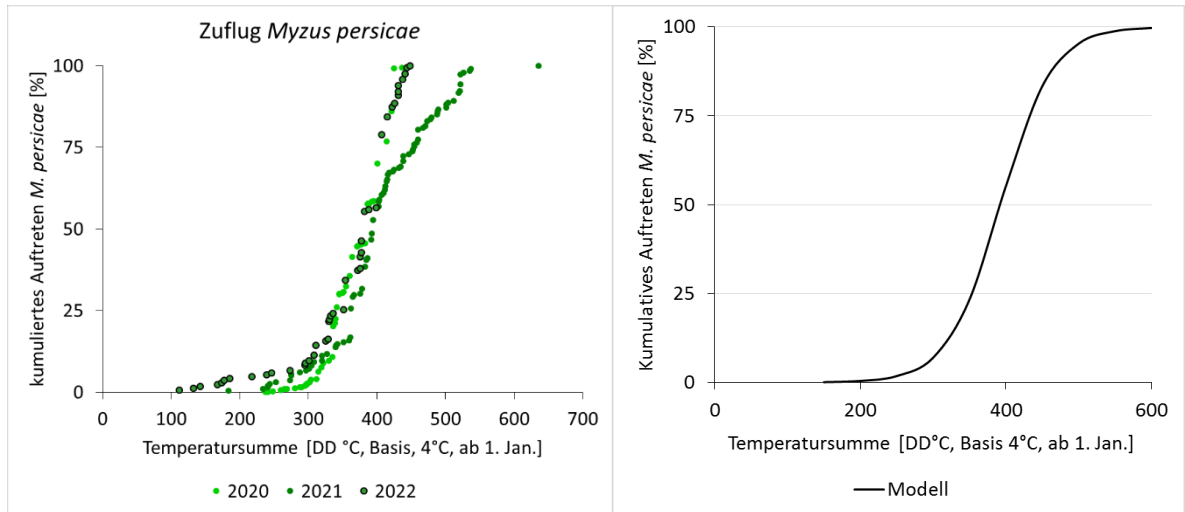


Abbildung 43: Zuflug *M. persicae*. Links: kumulatives Auftreten [%] in Abhängigkeit zur Temperatursumme [DD]. Rechts: Logistische Regression angepasst an die Boniturdaten, N = 170, Pseudo-R²_{Nagelkerke} = 0,52.

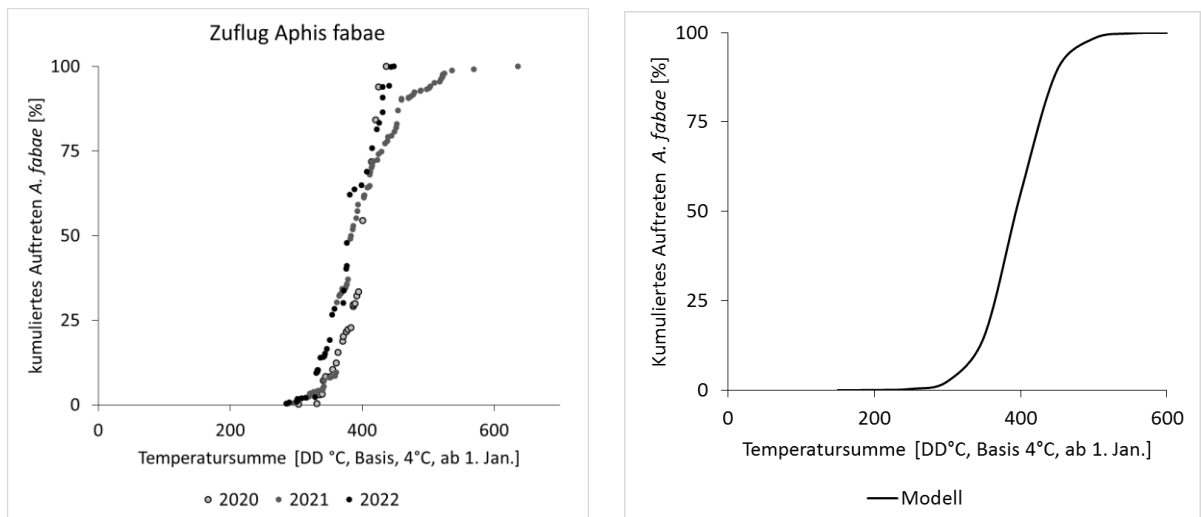


Abbildung 44: Zuflug *A. fabae*. Links: kumulatives Auftreten [%] in Abhängigkeit zur Temperatursumme [DD]. Rechts: Logistische Regression angepasst an die Boniturdaten, N = 141, Pseudo-R²_{Nagelkerke} = 0,57.

Eine logistische Regression wurde an diese Daten angepasst. Diese Anpassung ist mit einem Pseudo-R²_{Nagelkerke} von 0,52 (*M. p.*) und 0,57 (*A. f.*) sehr gut. Allerdings ist der Beginn des Zufluges der beiden Blattlausarten sehr unterschiedlich. Hier scheint sich der Unterschied der holozyklischen und anholozyklischen Überwinterung zu zeigen. *A. fabae* überwintert in Deutschland ausschließlich holozyklisch, das erklärt den einheitlicheren Start des Zufluges etwa bei einer Temperatursumme von 300 DD. Da der Start bei *M. persicae* in jedem Jahr so unterschiedlich war (Abbildung 43), wurden hier noch mehr Parameter mit einbezogen, die den Start des Zufluges initiieren. Als Zuflug wurden alle Boniturtermine mit bis zu 5 *M. persicae* einbezogen. Diese Werte wurden dann in binäre Werte 0 = Absenz, 1 = Präsenz umgewandelt. In einer logistischen Diskriminanzanalyse wurden folgende Parameter getestet: Temperatursumme, jeweils ein 4-tägiger Mittelwert der relativen Luftfeuchte,

maximale, mittlere und minimale Tagestemperatur. Hierbei wurden die Parameter maximale Temperatur und relative Luftfeuchte automatisch anhand des besten Akaike's AIC aussortiert.

Die übrigen Parameter bilden nun die Diskriminanzfunktion des Zuflugs von *M. persicae*:

$$DF = 1/(1+\exp(-(-b_1+b_2*x_1-b_3*x_2+b_4*x_3)))$$

wobei x_i die erklärenden Variablen und b_i die Koeffizienten sind.

x_1 = Temperatursumme

x_2 = 4-tägiger Mittelwert der minimalen Tagestemperatur

x_3 = 4-tägiger Mittelwert der mittleren Tagestemperatur

b_i = Koeffizienten

Die Koeffizienten haben alle einen signifikanten bis hochsignifikanten Einfluss auf das Modell. Die Modellgüte lässt sich durch das Pseudo- R^2 Nagelkerke mit 0,43 und den AUC-Wert mit 0,87 beschreiben (Abbildung 45), beide Werte stehen für eine gute Modellgüte.

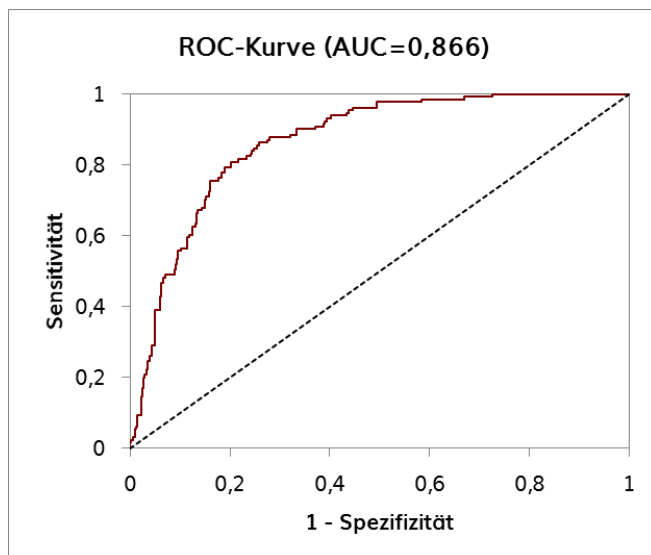


Abbildung 45: Area under Curve Graphik (AUC) zeigt die Modellgüte für die Prognose des Zufluges von *M. persicae*.

Das Ergebnis der Diskriminanzfunktion (DF) ist ein Schwellenwert, der die Grenze zwischen Zuflug (1) und kein Zuflug (0) bildet. Anhand des Youden-Index (Youden, 1950) wurde der optimale Schwellenwert berechnet. Dieser liegt eigentlich bei 0,3. Es wurde der Schwellenwert von 0,4 gewählt, damit die Über- und Unterschätzungen des Modells geringer sind. Sobald der Schwellenwert überschritten wird, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der Zuflug beginnt. Liegt der Wert über 0,4, je höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Zuflug beginnt.

Populationsdynamik im Sommer

Die Populationsdynamik der Blattläuse ist von vielen Parametern abhängig. Es wurde zunächst ein Ansatz entwickelt, um eine Überschreitung der Bekämpfungsschwelle zu berechnen. Hierfür wurde ein statischer und ein dynamischer Teil des Prognosemodells entwickelt. Der statische Teil stellt die Ausgangssituation dar:

- i. Wie stark war die Art im vergangenen Sommer vertreten?
- ii. Wie warm war der Winter, damit Blattläuse auch anholozyklisch überwintern konnten?

Diese Werte werden zunächst händisch angegeben, könnten aber in einer nächsten Modellversion mit dem Überwinterungsmodul und der Überschreitung der BKS im vergangenen Jahr verknüpft werden.

Im nächsten Schritt wurden die AUDPC- und die rAUDPC-Werte (Area under disease progress curve = Fläche unter der Befallsverlaufskurve) nach Campbell and Madden (1990) berechnet. Die Berechnung erfolgt mit einer numerischen Methode, insbesondere der „Trapezregel“. Hier wird der Befallswert von der einen zur nächsten Boniturtermin in eine Trapezfläche umgerechnet und mit folgender Funktion summiert:

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\left(\frac{X_{i+1} + X_i}{2} \right) \times (t_{i+1} - t_i) \right)$$

wobei:

n = Anzahl Boniturtermine

i = Termin

x = Befallsstärke %

t = Boniturintervall

Der rAUDPC-Wert ist ein relativer AUDPC-Wert. Er ergibt sich aus der Relativierung des AUDPC-Wertes am höchstmöglichen AUDPC-Wert. Der höchstmögliche AUDPC-Wert wird im Folgenden MaxAUDPC genannt. Er wird nach folgender Funktion berechnet:

$$\text{MaxAUDPC} = 100 \cdot (t_n - t_1)$$

wobei:

t_n = letzter Boniturtermin

t₁ = erster Boniturtermin.

Anschließend wird der relative AUDPC (r_AUDPC) berechnet. Hier wurde pro Standort ein Wert berechnet.

$$r_AUDPC = \frac{\text{AUDPC}}{\text{Max_AUDPC}}$$

Anhand des rAUDPC und der festgelegten statischen Parameter (Art, Winter und Ausgangspopulation) wurden Faktoren berechnet.

Im dynamischen Teil wurden für die folgenden Wetterparameter siebentägige Mittelwerte bzw. Summen gebildet: mittlere und maximale Temperatur, mittlere Luftfeuchte, Niederschlag und maximale Windgeschwindigkeit. Diese könnten jeweils einen Einfluss auf den Blattlausbefall von der einen zur nächsten Boniturwoche haben. Anhand einer logistischen Regression wurde pro Blattlausart eine Diskriminanzfunktion an die Daten angepasst, die durch den Winterfaktor, den Faktor der Ausgangspopulation, sowie der Koeffizienten der Wetterparameter und den täglichen Wetterdaten eine Schwellenwertüberschreitung berechnet. Die Pseudo-R²_{Nagelkerke} liegen für *M. persicae* bei 0,25 und für *A. fabae* bei 0,38. Hiermit ist die Modellgüte noch nicht ausreichend. Dies ist ein Ansatz, der als Grundlage für eine Weiterentwicklung genutzt werden kann. Die Pseudo-R² sind nicht ausreichend hoch und können nur durch einen größeren Datensatz besser werden.

In der Abbildung 46 ist der Modelloutput für den Standort Biblis, 2022 dargestellt. Die graue Kurve stellt *A. fabae* dar, die grüne *M. persicae*. In gelb ist die Wahrscheinlichkeit der Überschreitung der Bekämpfungsschwelle abgebildet, diese hat nicht denselben Wert wie die Bekämpfungsschwellen der Blattläuse im Monitoring.

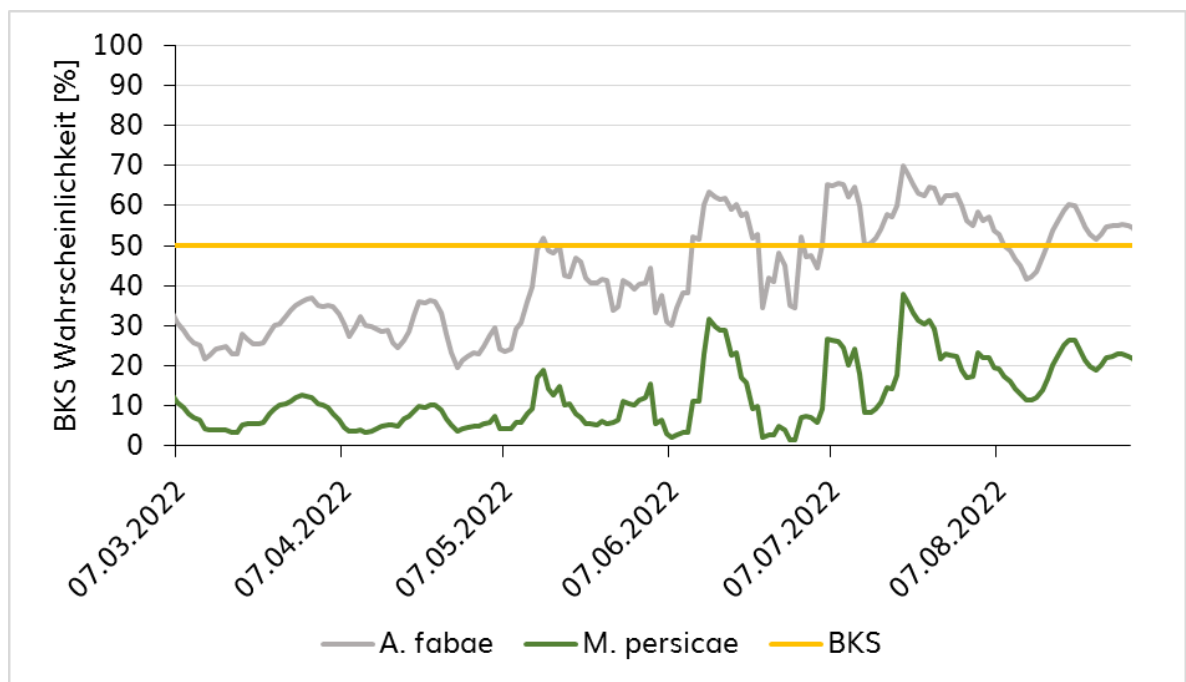


Abbildung 46: Modelloutput der Populationsdynamik der Blattläuse *A. fabae* (grau) und *M. persicae* (grün), Bekämpfungsschwelle (gelb).

Die Populationsdynamik der Blattläuse zu modellieren ist herausfordernd. Es gibt sehr viele unterschiedliche Einflussparameter, die aber nicht auf allen Schlägen gleichermaßen auftraten. Zum einen konnte der Befall hoch sein oder auch niedrig, trotz dass die Einflussparameter gleich waren.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die einzelnen Teile der

Blattlausmodellierung sehr ineinander greifen. Für den aktuellen Befall war es maßgebend wie die Ausgangspopulation im Vorjahr sowie der Winter verlaufen ist. Auch an dem Zuflug in den Gelbschalen konnte man schon erkennen, welche Blattlausart im aktuellen Jahr vorherrschend ist. Für das Prognosemodell der Blattläuse wurde der Name SIMAphid vergeben.

3.7.2.3 Ermittlung der grundlegenden Aussagen, die ein praxisrelevantes Prognosemodell treffen muss

Zur Kontrolle des Blattlausbefalls soll zur Feldkontrolle (Gelbschalen) aufgerufen werden. Dies erfolgt durch eine Meldung, dass der ‚Zuflug‘ möglich ist. Im späteren Verlauf der Saison soll es einen Aufruf zur Feldkontrolle (Pflanzenbonitur) geben. Dadurch muss überprüft werden, ob der Blattlausbefall über der Bekämpfungsschwelle liegt, um dann eine Bekämpfungsentscheidung treffen zu können. Durch das Wintermodul wird das Risiko einer anholozyklischen Überwinterung berechnet.

3.7.2.4 Implementierung der Prognosemodelle in das ISIP-Framework (Unterauftrag an ISIP e.V.)

In das ISIP Framework wurden die Überwinterung und der Zuflug implementiert. Auch hier muss der Standort und das Jahr in die Eingabemaske eingetragen werden, damit das Prognosemodell berechnet werden kann. Der Output des Überwinterungsteils ist das Risiko der anholozyklischen Überwinterung von *M. persicae* (Abbildung 47). Für den Zuflug der Blattläuse gibt es einen Aufruf zur Feldkontrolle, sobald der Schwellenwert überschritten wird (Abbildung 48).

Überwinterung (Anholozyklus)

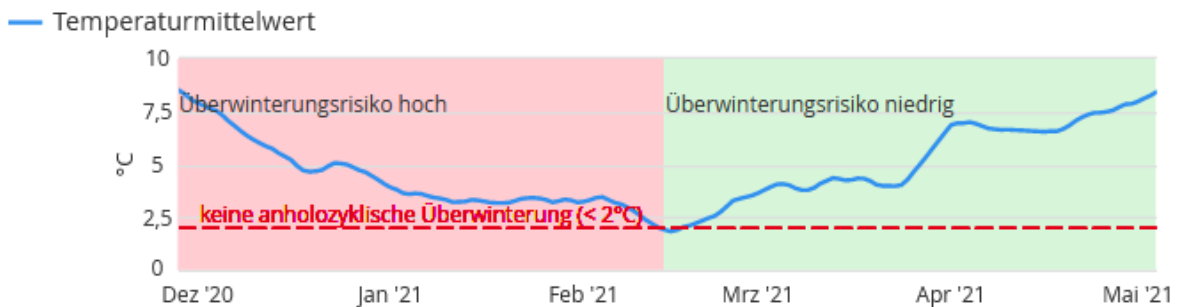


Abbildung 47 SIMAphid: Berechnung des Überwinterungsrisikos der anholozyklischen *M. persicae*, Standort Biblis 2020/2021.

Zuflug (Anholozyklus)

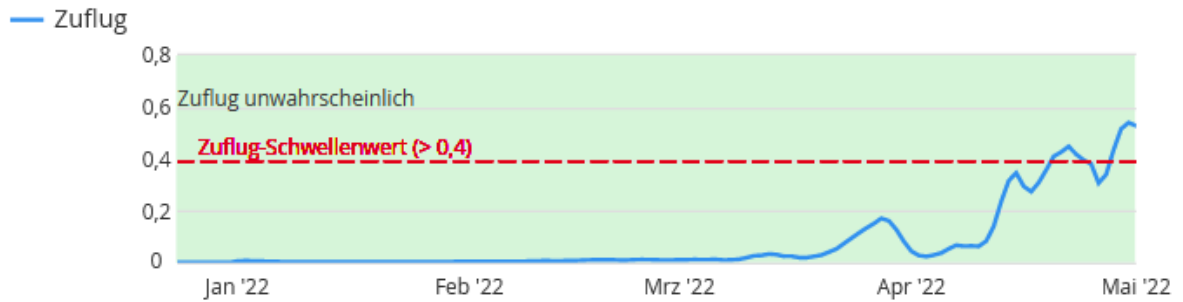


Abbildung 48: SIMAphid: Prognosemodell zum anholozyklischen Zuflug von *M. persicae*, Standort Monsheim 2022.

3.7.2.5 Validierung

Zuflug

Bei der Überprüfung des Modells wurden mit einem Trainingsdatensatz die Daten klassifiziert. Bei der Klassifizierung werden die Werte 1 (Zuflug) und 0 (kein Zuflug) zugeordnet. In Abbildung 49 ist die Klassifizierung des Trainingsdatensatzes dargestellt, 81,6% wurden korrekt klassifiziert, 8,2% unterschätzt und 10,2% überschätzt. Eine Unterschätzung ist kritischer als eine Überschätzung, da hier das Modell keinen Zuflug anzeigt, obwohl dieser bonitiert wurde.

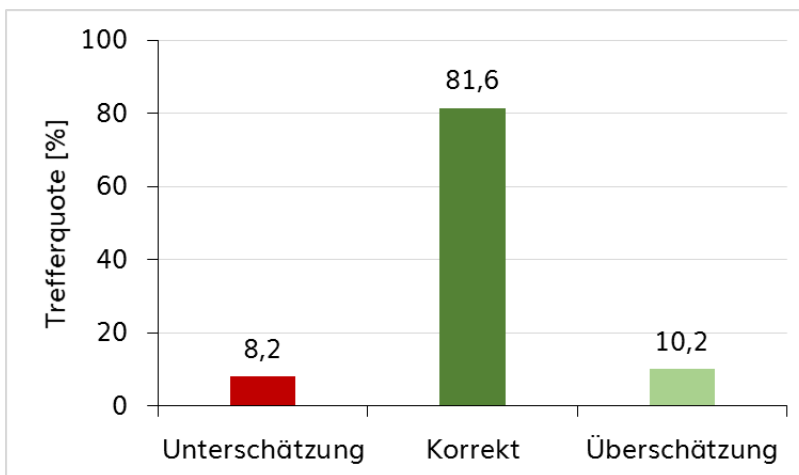


Abbildung 49: Klassifizierung des Trainingsdatensatzes für den Zuflug von *M. persicae*, n = 537.

Populationsdynamik im Sommer

Bei der Überprüfung des Modells wurden mit einem Trainingsdatensatz die Daten klassifiziert. Bei der Klassifizierung werden die Werte wieder zu 1 (BKS überschritten) und 0 (BKS unterschritten) zugeordnet. In Abbildung 50 ist die Klassifizierung des Trainingsdatensatzes des *M. persicae*-Modells dargestellt, 67% wurden korrekt klassifiziert, 18,4% unterschätzt und 14,6% überschätzt. Eine Unterschätzung ist kritischer als eine Überschätzung, da hier das Modell keine Schwellenüberschreitung anzeigt, obwohl diese bonitiert wurde. In Abbildung 51 ist Klassifizierung des Trainingsdatensatzes des *A. fabae*-Modells dargestellt. Hier wurden 71,7% korrekt

klassifiziert, 12,3% unterschätzt und 16% überschätzt.

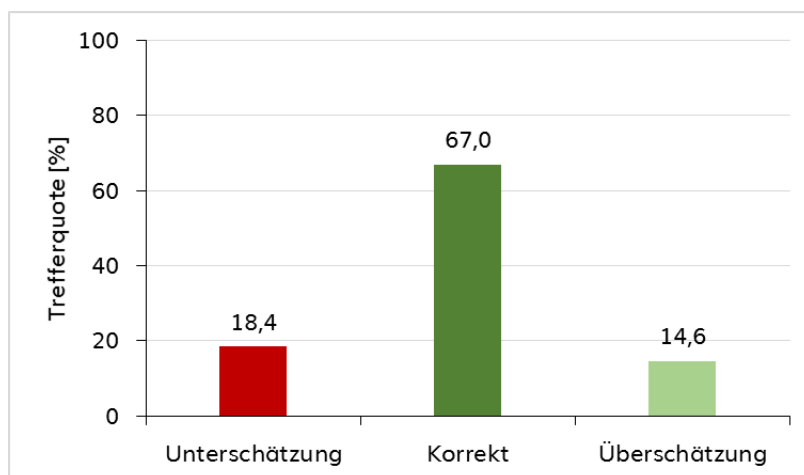


Abbildung 50: Klassifizierung des Trainingsdatensatzes für Überschreitung der Bekämpfungsschwelle von *M. persicae*, n = 103.

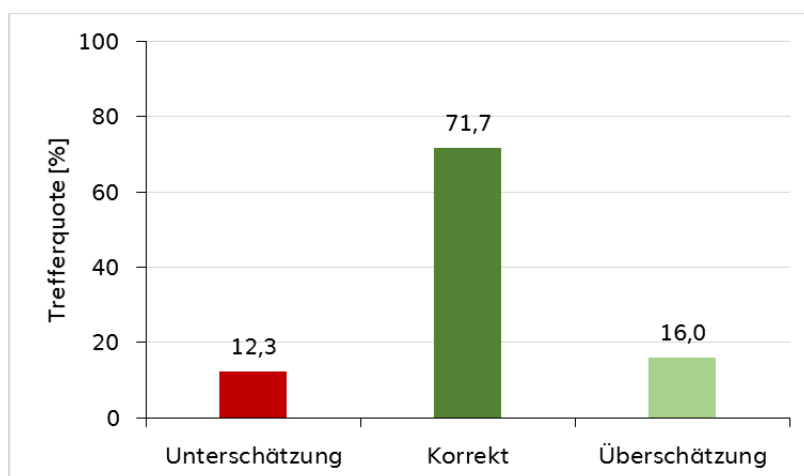


Abbildung 51: Klassifizierung des Trainingsdatensatzes für Überschreitung der Bekämpfungsschwelle von *A. fabae* n = 296.

3.7.2.6 Fazit/Ausblick

Im Projekt EntoProg werden die Prognosemodelle und Modellansätze weiterentwickelt. Außerdem werden weitere Verfahren getestet, wie z. B. KI-Verfahren, die womöglich zum einen durch die erweiterte Datenlage und zum anderen durch andere Modellierungsverfahren (z. B. Random Forest) andere Ergebnisse ermöglichen können.

3.7.3 Schilf-Glasflügelzikade

3.7.3.1 Modellkonzept

P. leporinus überwintert schlaggenau in der Folgefrucht der Zuckerrübe, oftmals im Weizen, und wechselt im Frühjahr wieder in die Zuckerrübenbestände. Neuerdings fliegt *P. leporinus* in Deutschland auch in Kartoffeln (Behrmann et al., 2023; Bressan, 2014).

Das Modellkonzept ist in Abbildung 52 dargestellt. In dem Strukturdiagramm wird gezeigt, wie sich Zustände (hier Entwicklungsstadien) durch Zustandsänderungsvariablen (Entwicklungsraten) und verschiedene Parameter weiterentwickeln. Außerdem werden die Wirtspflanzen der Schädlinge über den Jahresverlauf im Zusammenhang mit den Entwicklungsstadien der Zikaden dargestellt.

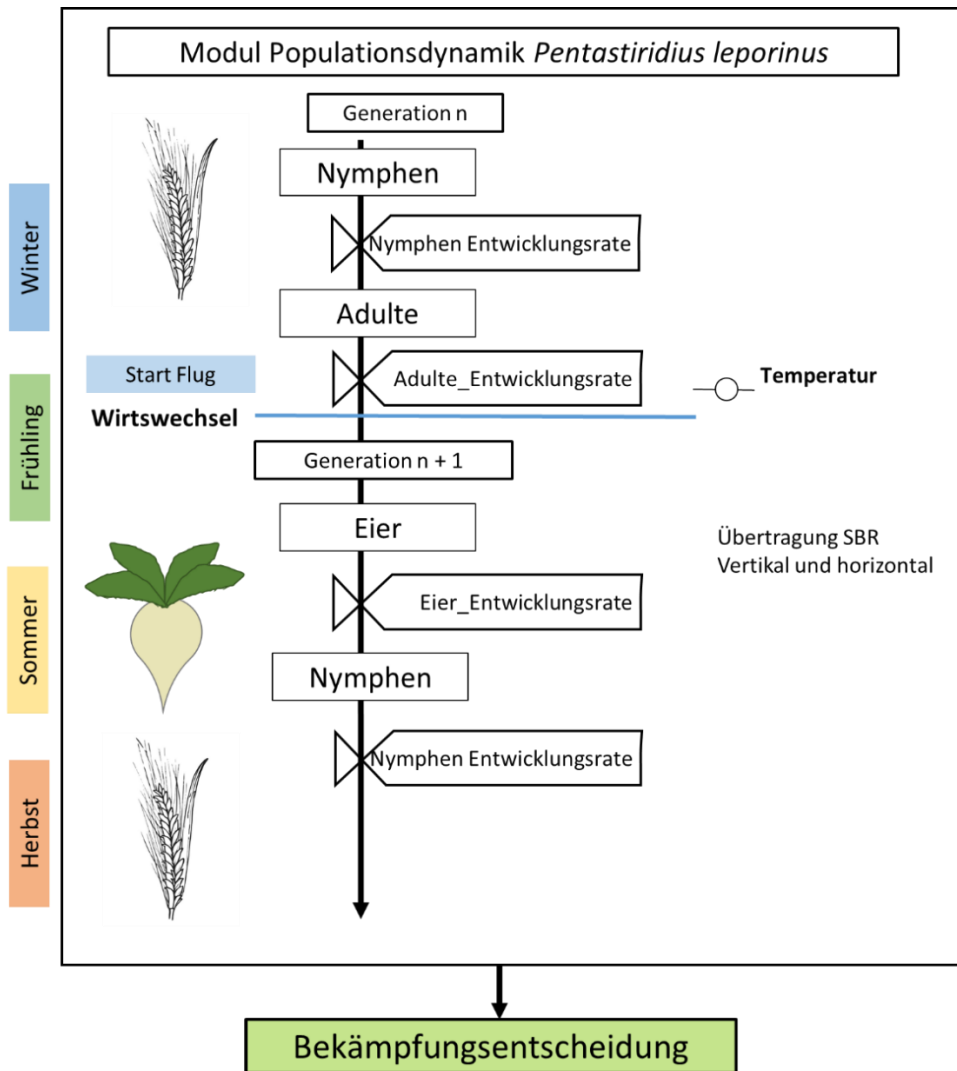


Abbildung 52: Modellkonzept der Schilf-Glasflügelzikade (Weizenbild: www.schulbilder.org, Gesamtbild: M. Schieler).

3.7.3.2 Ermittlung wichtiger Parameter

Die Entwicklung der Schilf-Glasflügelzikaden ist sehr temperaturabhängig. In allen drei Boniturjahren hat sich gezeigt, dass der Flug ab einer Temperatursumme von ca. 500 Gradtagen begann und sich um 1000 Gradtagen (Basis 5°C, ab 1. Jan.) ein Flughöhepunkt abzeichnete (Abbildung 53). Die Basistemperatur von 5°C ist bisher nur eine Annahme, die nach genauen Klimaschrankversuchen, die im Projekt EntoProg durchgeführt werden, angepasst werden muss.

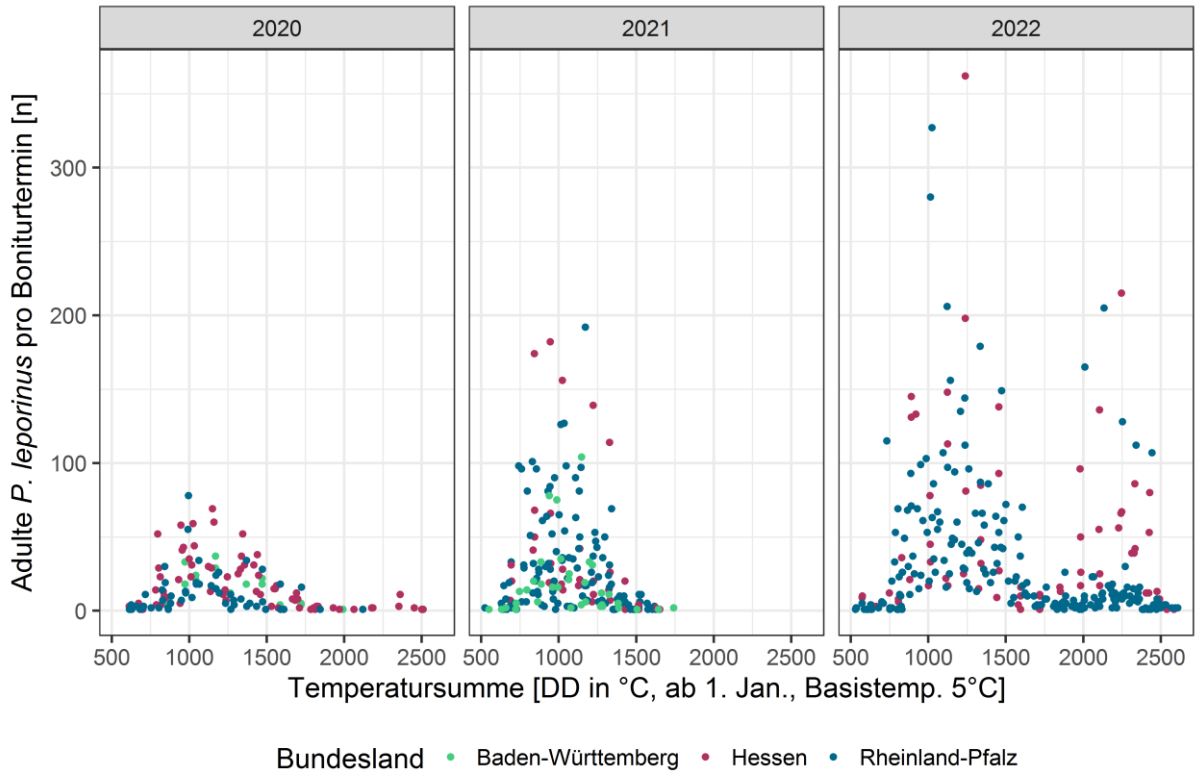


Abbildung 53: Flug der Adulten pro Boniturtermin in Abhängigkeit der Temperatursumme (DD in °C, Basistemp. 5°C, ab 1. Jan.), bis 2021 Gelbtafeln, 2022 Leimtafeln.

Anhand der zu jedem Boniturtermin zugeordneten Temperatursumme wurde das kumulative Auftreten der adulten Schilf-Glasflügelzikaden in Abhängigkeit der Temperatursumme dargestellt (Abbildung 54). An diese Daten wurde eine logistische Regression angepasst. Diese Anpassung ist mit einem Pseudo-R²_{Nagelkerke} von 0,63 sehr gut. Anhand dieser Regression konnte auch der Flughöhepunkt der 1. Generation der Schilf-Glasflügelzikade bestimmt werden.

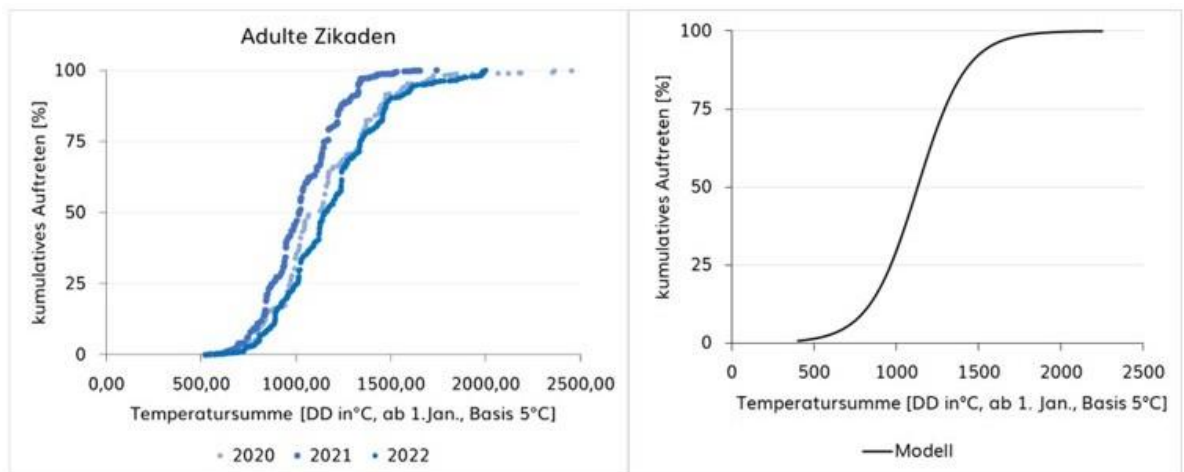


Abbildung 54: Zuflug *P. leporinus*. Links: kumulatives Auftreten [%] in Abhängigkeit zur Temperatursumme [DD]. Rechts: Logistische Regression angepasst an die Boniturdaten, N = 848, Pseudo-R²_{Nagelkerke} = 0,63.

Mit dem Baukastensystems „PhenoLogit“ kann die Wahrscheinlichkeit des

Auftretens (Populationsdichtewahrscheinlichkeit) einzelner Entwicklungsstadien zu einem gegebenen Zeitpunkt (z. B. Datum) ermittelt werden. Dieses System basiert auf Kemp et al. (1986). Als Eingangsparameter dient die Entwicklungsdauer der Entwicklungsstadien. Für die Berechnung der adulten *P. leporinus* wurden die Freilanddaten genutzt. Die Temperatursumme des Medians, der anhand der logistischen Regression berechnet wurde, wurde benötigt, um das erste Entwicklungsstadium im Baukastensystem berechnen zu können. Zusätzlich wurde auch die Varianz der Daten berechnet, damit sich der Kurvenverlauf des Modells besser an die Daten anpasst.

In der Abbildung 55 ist der Modelloutput dargestellt, in der man sieht, dass die bonitierten Punkte nah an der Modellkurve liegen. Im September handelt es sich um die zweite Generation, die das Modell momentan nicht abbildet. Aus diesem Grund geht die Modellkurve auf „Null“, es sind aber trotzdem Bonituren vorhanden. Für das Prognosemodell der Schilf-Glasflügelzikade wurde der Name SIMPenta vergeben.

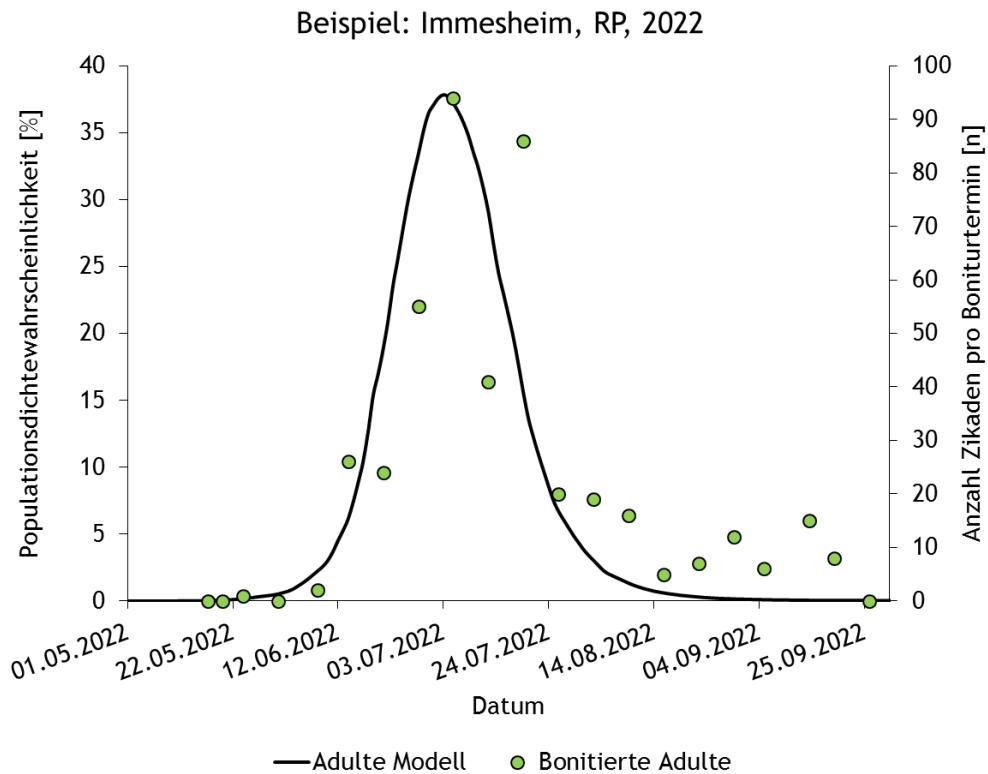


Abbildung 55: Die Modellkurve (schwarz) bildet das simulierte Auftreten der adulten *P. leporinus* ab, zusätzlich sind die tatsächlich bonitierten Adulten (grün) abgebildet, Beispielstandort Immesheim, RP, 2022.

3.7.3.3 Ermittlung der grundlegenden Aussagen, die ein praxisrelevantes Prognosemodell treffen muss

Obwohl die Schilf-Glasflügelzikaden bisher nicht bekämpft werden können, wurden praxisrelevante Aussagen entwickelt. Es wird für die Schilf-Glasflügelzikaden eine Wahrscheinlichkeit berechnet, die den Zuflug der Adulten und den Flughöhepunkt klassifiziert. Um diese Wahrscheinlichkeit im Feld zu überprüfen, gibt es einen Aufruf

zur Feldkontrolle (Klebetafeln). Ein Schwellenwert zur Bekämpfung konnte bisher noch nicht festgelegt werden, sobald dieser vorliegt, können diese praxisrelevanten Modellaussagen und somit auch der genaue Aufruf zur Feldkontrolle angepasst werden.

3.7.3.4 Implementierung der Prognosemodelle in das ISIP-Framework (Unterauftrag an ISIP e. V.)

Das im webbasierten ISIP-Framework implementierte Baukastensystem „PhenoLogit“ berechnet datumsabhängig Wahrscheinlichkeitsdichten in Prozent für Auftreten einzelner Entwicklungsstadien der Insekten. Zusammen ergeben diese immer 100%. Im Hintergrund steht die Wetterdatenbank von ISIP, die auf Wetterstationen des DWD und der Pflanzenbauberatung der Länder Zugriff hat. Zur schlaggenauen Berechnung werden interpolierte Wetterdaten genutzt (Zeuner, 2007). Diese Parameter wurden in den Baukastensystem „PhenoLogit“ eingebunden. Das Auftreten der adulten Schilf-Glasflügelzikaden wurde bereits implementiert. Zum Berechnungsstart des Modells muss nur der Standort, das Jahr und ein Standortname vergeben werden (Abbildung 56).

In der Abbildung 57 ist der gesamte Output von SIMPenta dargestellt. Links oben wird der aktuell ausgewählte Standort angezeigt, darunter ist die Liste der personalisierten Schläge. Darunter sind die Wetterdaten tabellarisch dargestellt. Rechts oben sind die Wetterdaten graphisch dargestellt, darunter die Berechnung des Auftretens der adulten Schilf-Glasflügelzikade, sowie der Temperatursumme.

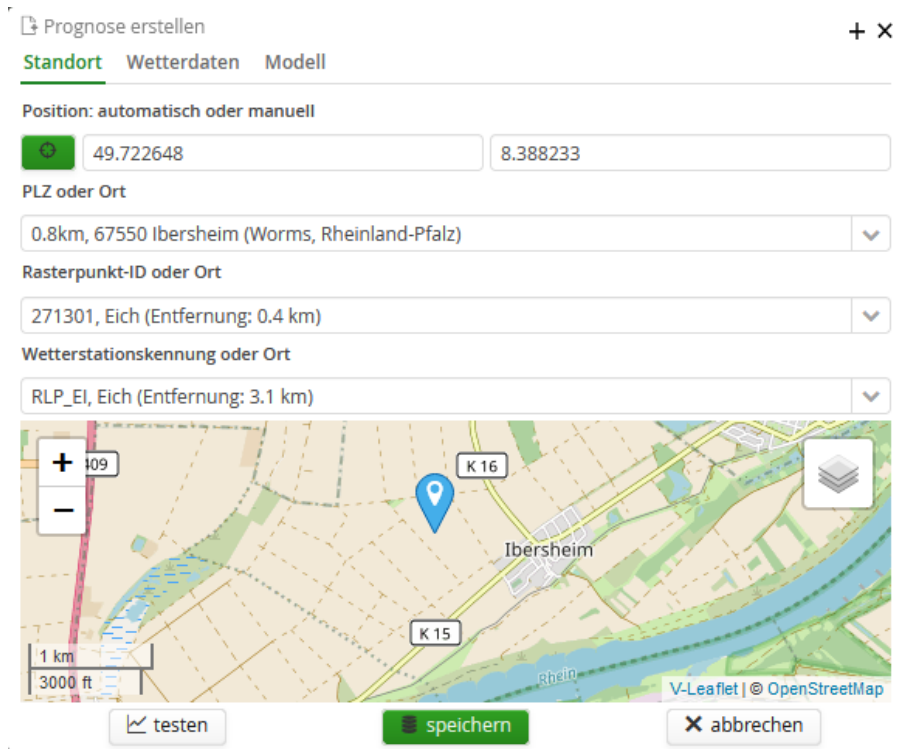


Abbildung 56: Eingabemaske zur Erstellung einer Prognose SIMPenta.

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

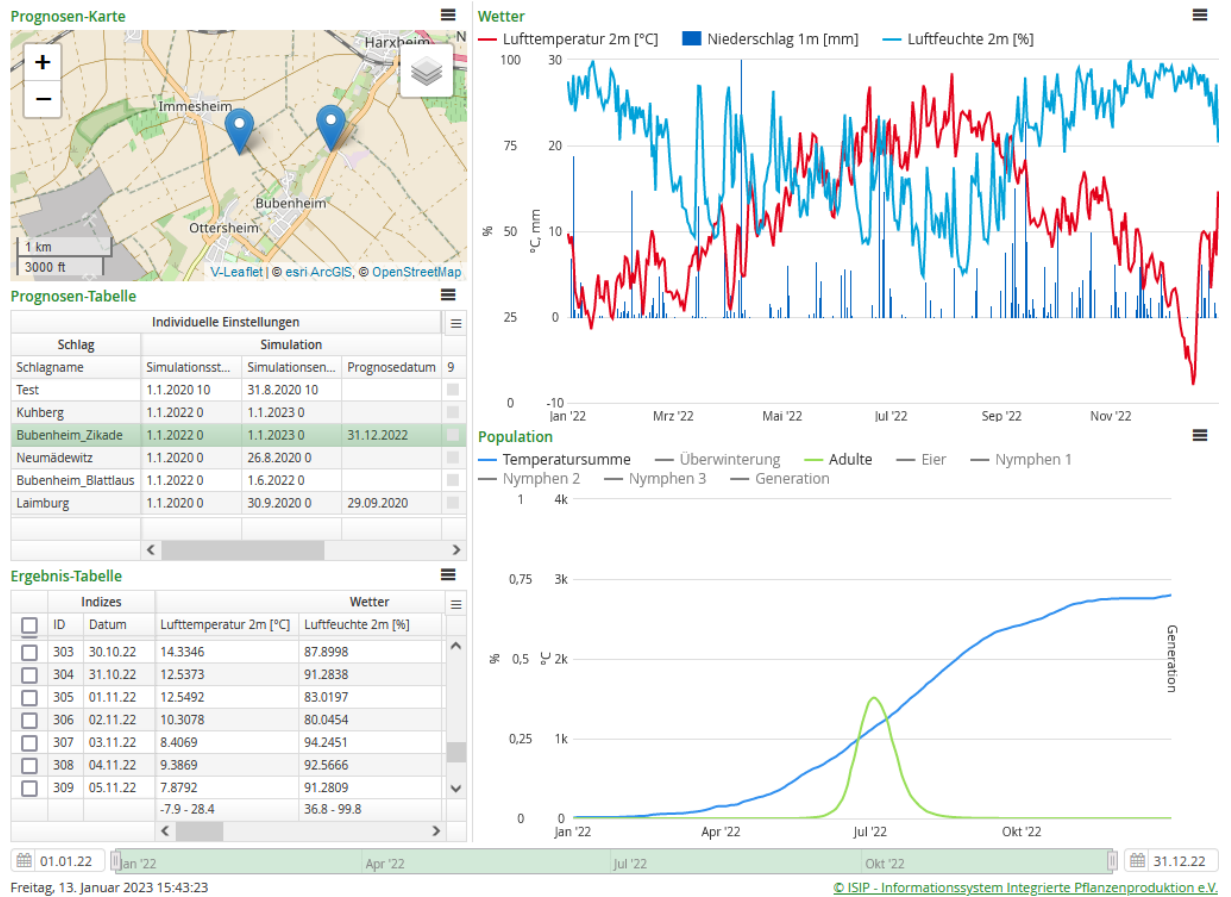


Abbildung 57: Output von SIMPenta.

3.7.3.5 Validierung der Prognosemodelle

Es wurden immer wieder Evaluierungen des Modells mit aktuellen Daten aus dem Projekt durchgeführt und SIMPenta überprüft. Eine echte Validierung ist erst möglich wenn ein Schwellenwert validiert werden kann.

3.7.3.6 Fazit/Ausblick

Für die Zukunft kann SIMPenta um weitere Entwicklungsstadien, sowie eine weitere Generation erweitert werden. Diese Stadien werden dann mit dem jeweiligen vorherigen Stadium verrechnet, damit sich, wie im Freiland auch, die Entwicklungsstadien teilweise überlappen können. Vereinfacht als Beispiel dargestellt: Es gibt Adulte, die schon Eier abgelegt haben und teilweise sind aus den Eiern schon Larven/Nymphen geschlüpft, somit gibt es an einem Datum drei verschiedene Entwicklungsstadien, die zu unterschiedlichen Proportionen auftreten, aber insgesamt 100% ergeben. Das Prognosemodell wird im Projekt EntoProg weiterentwickelt und ggf. auch validiert, sobald eine Bekämpfungsschwelle und ein –mittel vorhanden ist.

3.7.4 Drahtwurm

3.7.4.1 Ermittlung der grundlegenden Aussagen, die ein praxisrelevantes Prognosemodell treffen muss

Bei dem bereits bestehenden Prognosemodell wird die Aktivität der Drahtwürmer in der oberen Bodenschicht prognostiziert. Wenn das Modell über 30% Aktivität ausgibt, kann eine Bodenbearbeitung bzw. andere Maßnahmen stattfinden.

3.7.4.2 Validierung der Prognosemodelle

Anhand des Auftretens der Drahtwürmer der Gattung *Agriotes* in den oberen Bodenschichten können zeitliche Perioden berechnet werden, wann eine Bekämpfung der Drahtwürmer sinnvoll ist. Hierfür wurde bei der ZEPP bereits das EHS SIMAGRIO-W entwickelt (Jung et al., 2014). Dies berechnet anhand der Bodentemperatur und einer berechneten Bodenfeuchte, sowie der Bodenart die Aktivität der Drahtwürmer in den oberen Bodenschichten. Das Modell wird momentan im Projekt ValiProg der ZEPP neu validiert und gegebenenfalls angepasst. Die Daten beider Projekte fließen hier zusammen. In den folgenden Graphiken sind Beispielstandorte einzeln dargestellt. Die blaue Linie stellt das derzeitige Modell dar, die roten Punkte sind Boniturspunkte relativiert in Prozent. Man sieht an dem Beispiel in Abbildung 58 deutlich, dass Drahtwürmer im Sommer auftreten, obwohl das Modell keine Aktivität prognostiziert. Zusammen mit dem Projekt ValiProg wurden die Bonituren nach Auftreten mit dem Modell validiert. Allerdings konnten nur knapp 50% korrekt prognostiziert werden. Die Über- und Unterschätzung waren gleich mit ca. 25%.

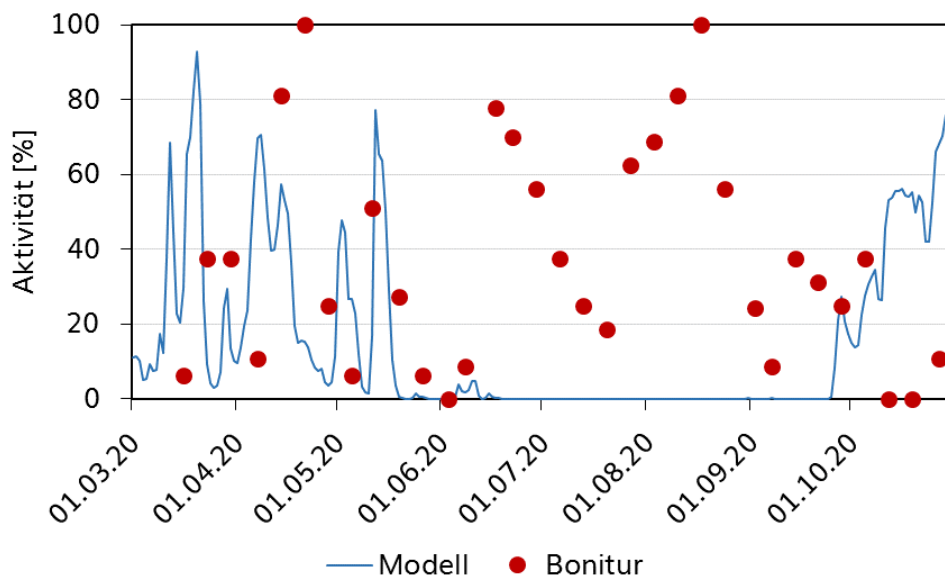


Abbildung 58: Standort Steinweiler 2020.

Das Modell kann bisher nur mit Wetterdaten bestimmter Wetterstationen berechnet werden, die über einen Bodentempersensoren verfügen. Teilweise liegen die Wetterstationen aber weit von den Boniturschlägen entfernt. Die Bodenfeuchte wird anhand des Simulationsmodells SIMPEL (Hörmann, 1998) berechnet. Es wurden

mehrere Optionen getestet, die die Prognose verbessern sollten:

1. interpolierte Wetterdaten
2. Bodenfeuchtedaten von Wetterstationen
3. Bodenfeuchte anhand von Bodenfeuchtesensoren direkt im Schlag
4. Bodentemperatur anhand von Tinytagdaten

In Abbildung 59 sind verschiedene Modelloutputs dargestellt. Jedoch ähneln diese sehr stark dem ursprünglichen Modell. Es konnte somit bisher keine wesentliche Verbesserung erzielt werden. Generell ist es denkbar, dass sich die Drahtwürmer an die wärmeren und trockeneren Bedingungen angepasst haben. Die Wetterbedingungen haben sich seit der Modellentwicklung in den letzten zehn Jahren bereits verändert. Dies betrifft insbesondere die eingewanderte, wärmeliebende Art *Agriotes sordidus*. Es lässt sich schlussfolgern, dass das Modell stark durch die Temperatur limitiert wird, was mit den Freilandbeobachtungen nicht immer übereinstimmt. Eine Verbesserung ist nur durch die Anpassung des Algorithmus möglich. Dazu sind neue Laborversuche und/oder mehr konstante Freilandstandorte mit hohem Befall notwendig.

Schlussfolgernd ist aber zu sagen, dass der Start des Prognosemodells gut getroffen wird und das Modell somit vor einer Mais und Kartoffelsaison genutzt werden kann. Dank der befallsstarken Standorte im Projekt NIKIZ konnte diese Validierung durchgeführt werden.

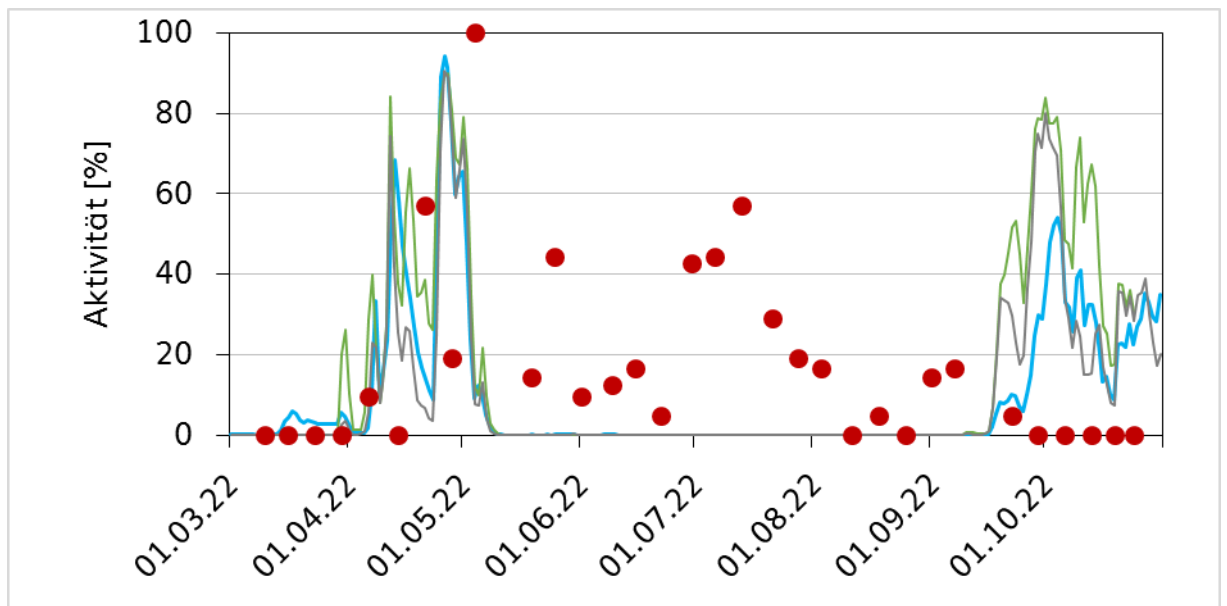


Abbildung 59: Standort Bellheim 2022, Bonitur (rote Punkte), Modell Wetterstation (blau), Bodentemperatur Tinytag (grün), Bodenfeuchte für Rado-ID und Bodentemperatur Tinytag (grau).

3.7.5 Habitatanalyse

Für die Habitatanalyse konnten InVeKoS-Daten (Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem) der Bundesländer Rheinland-Pfalz und Hessen genutzt werden. Die Hecken- und Gehölzstrukturen stammen aus dem Copernicus Land Monitoring

Service.

Um genaue Informationen zu den jeweils angebauten schlagspezifischen Kulturen zu erlangen, wurden bei den Ländern Rheinland-Pfalz und Hessen Flächennutzungsdaten aus der InVeKoS-Datenbank für die jeweiligen Boniturjahre beantragt. Weitere Daten zu Heckenstrukturen konnten aus frei zugänglichen Daten aus der Satellitenbeobachtung (Copernicus – Landüberwachungsdienst: <https://land.copernicus.eu>) genutzt werden. Zum Einfluss von Siedlungsflächen konnten die ATKIS-Daten (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) genutzt werden.

3.7.5.1 Blattläuse

Die Umgebungshabitate der Boniturstandorte wurden auf der Basis von unterschiedlichen Daten der Landschaftsgliederung (Daten aus Satellitenbeobachtungen, ATKIS) und zu den aktuell angebauten Feldkulturen (InVeKoS-Datenbank) analysiert, um das Risiko der jeweiligen Anbaulagen identifizieren und klassifizieren zu können.

Mittels GIS wurden Analysen zum Zusammenhang des bonitierten Blattlausbefalls und den Habitatdaten ausgewertet. Hierfür wurden Berechnungen der Flächengröße von Siedlungen, Gehölz/Heckenstrukturen und Zuckerrüben-, Kartoffel-, Raps- und Zwischenfruchtflächen des jeweiligen Vorjahrs mit unterschiedlichen Radien (125 m, 250 m, 500 m, 1 km, 2 km, 5 km) zum Boniturstandort durchgeführt (Abbildung 60). Aus diesen ersten Analysen konnten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Flächenberechnungen und Befallsdaten abgeleitet werden. Ein Grund hierfür kann die bisher geringe Datenbasis darstellen, und z. B. dass in zwei Boniturjahren 2021 und 2022 generell wenig Befall durch *M. persicae* bonitiert werden konnte. Hier soll die Datenbasis sowohl im Hinblick auf die Boniturdaten wie auch im Hinblick auf weitere Daten der Landschaftsgliederung in zukünftigen Projekten ausgebaut werden.

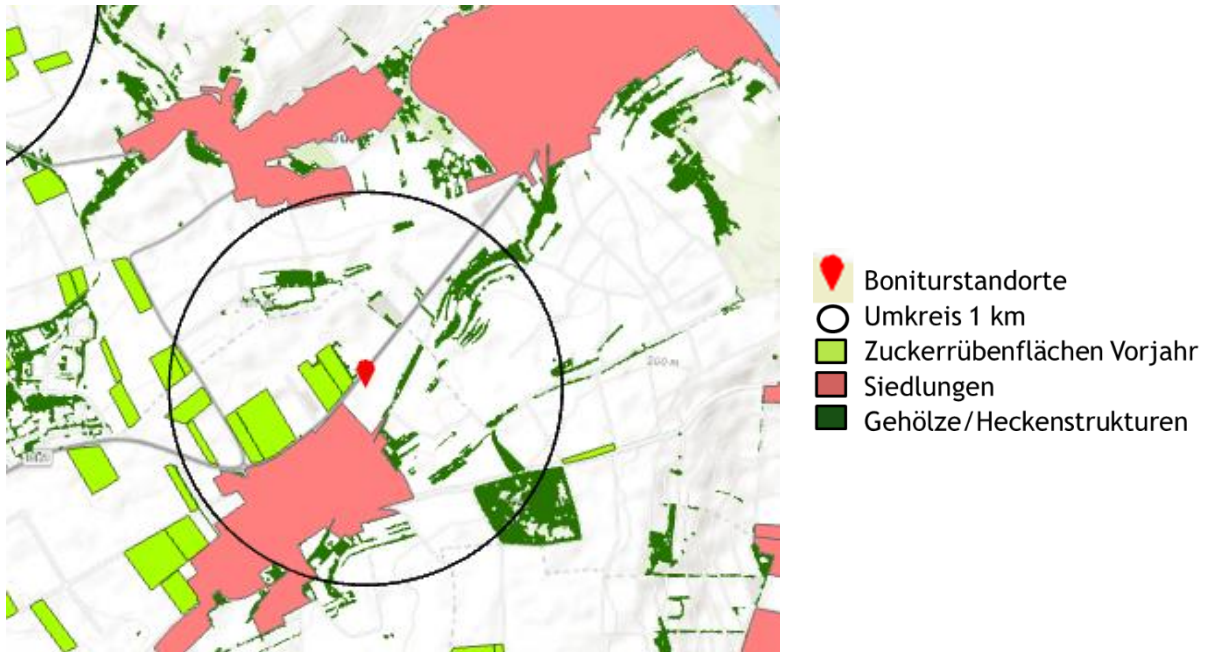


Abbildung 60: Beispielstandort eines Blattlausschlages mit einem gebildeten Puffer mit einem Radius von 1 km.

3.7.5.2 Schilf-Glasflügelzikade

Da die Schilf-Glasflügelzikaden schlaggenau überwintern, werden bei der Habitatanalyse die Distanzen zu den Vorjahrschlägen, sowie der Fläche der Vorjahreszuckerrüben und -kartoffeln betrachtet. Für die Berechnung der Distanz zum Vorjahresschlag wurden nur Zuckerrübenschläge genutzt, da diese immer näher zu den aktuellen Zuckerrübenschlägen lagen als die Vorjahreskartoffeln. Für die Berechnung wurde der Befall pro Boniturjahr relativiert. An die Daten wurde eine negative exponentielle Funktion angepasst. In Abbildung 61 ist der Zusammenhang der beiden Parameter graphisch dargestellt. Es ist nur ein tendenzieller Zusammenhang festzustellen, da die Boniturstellen weit um die Modellkurve gestreut sind und vor allem bei der Distanz 0 m sehr hohe und niedrige Befallswerte auftraten.

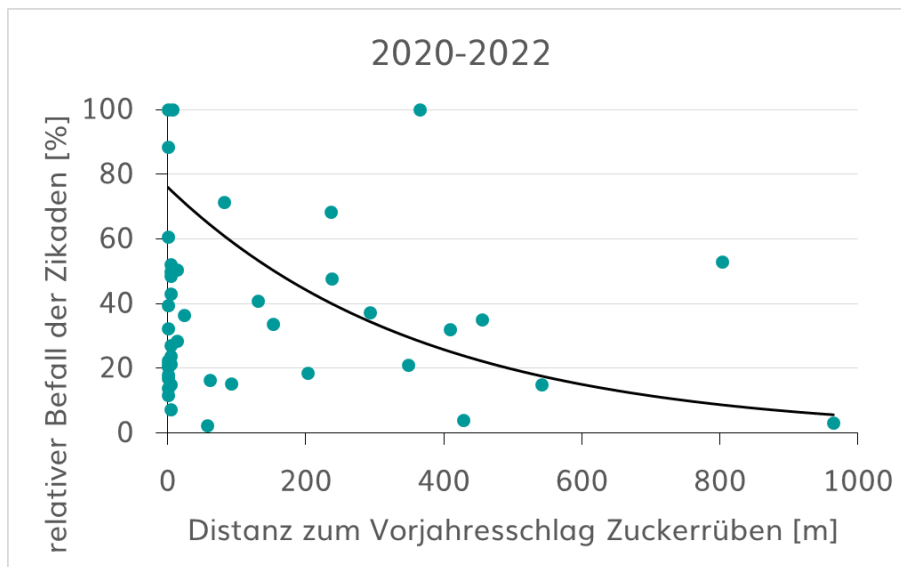


Abbildung 61: Habitatanalyse Befall Distanz 2020 – 2022, n = 43.

Zusätzlich wurde eine Analyse durchgeführt, die die Flächenanteile der Vorjahreszuckerrüben und der Vorjahreskartoffeln betrachtet. Da sich gegen Ende des Projektes herausstellte, dass sich die Zikaden auch vollständig an Kartoffeln entwickeln können, wurden auch Kartoffeln in die Analyse mit einbezogen. Es wurden die Flächenanteile in den Radien 1, 2 und 5 km berechnet, jeweils getrennt pro Kultur und in der Summe (Abbildung 62).

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

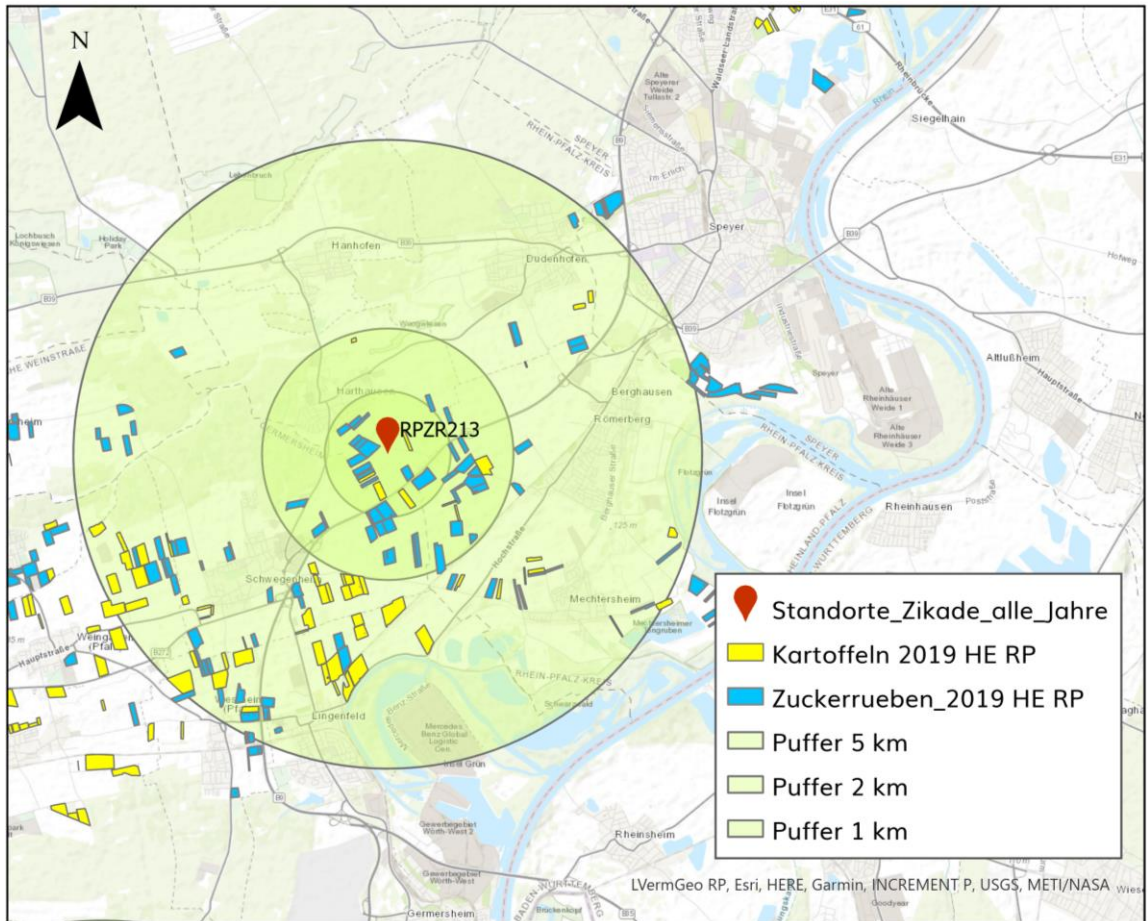


Abbildung 62: Standort aus dem Jahr 2020 mit Puffern mit Radius von 1, 2 und 5 km, sowie den Vorjahresschlägen Zuckerrüben und Kartoffeln.

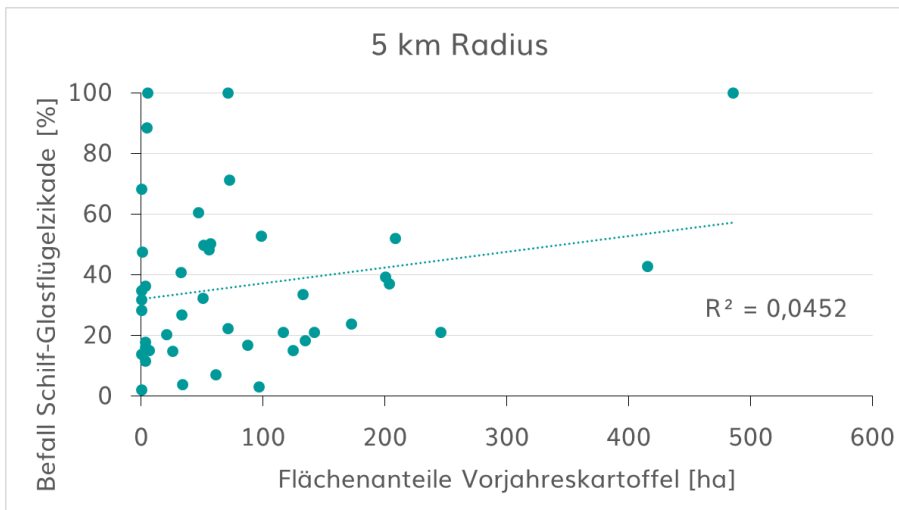


Abbildung 63: Befall adulter Zikaden auf Leimtafeln [%] in Abhängigkeit der Flächenanteile mit Kartoffeln im Vorjahr [ha], Daten aus den Jahren 2020-2022, n= 43.

Die Abbildung 63 zeigt allerdings nur eine Tendenz, die vor allem durch die zwei Ausreißer entstanden ist. Das R^2 ist in allen berechneten Fällen nah an Null, was bedeutet, dass die Daten zufällig verteilt sind, was man auch an der Punktwolke erkennen kann. Möglicherweise kann durch eine größere Datenlage ein besseres Ergebnis erzielt werden.

3.7.6 Fazit/Ausblick

Im Projekt NIKIZ konnten durch die artspezifischen Monitorings erste Prognosemodelle entwickelt werden. Die Prognosemodelle und Modellansätze werden im Projekt EntoProg weiterentwickelt und mit zusätzlichen Datensätzen aus weiteren Jahren validiert.

4 ZUSAMMENFASSUNG DES PROJEKTES

4.1 Zielerreichung (wurde eine Innovation im Projekt generiert?)

Ziel war es Synergien zu schaffen von Forschung und Praxis. Aufgrund der Synthese von Wissenschaft, Beratung und Landwirtschaft startete das Projekt NIKIZ als Leuchtturmprojekt. Dabei sollte es vor allem um die gemeinsame Erprobung neuer, wirksamer Pflanzenschutzstrategien gehen. Vor Beginn des Projektes standen hier vor allem Blattkrankheiten und Blattläuse im Fokus.

Es stellte sich allerdings heraus, dass die Schilf-Glasflügelzikade von weitaus größerer Bedeutung war. Hier wurde durch ein großflächiges Monitoring über die Projektjahre hinweg die Verbreitung und Ausbreitung der Zikade dokumentiert. Insbesondere der Lebenszyklus der Zikade stand hierbei im Fokus. Durch das wöchentliche Monitoring der Nymphen konnte festgestellt werden, dass diese sich auch bis in tiefere Bodenschichten zurückziehen können. Dies war eine wichtige Erkenntnis für die Durchführung verschiedener Pflanzenschutzstrategien. Aufgrund des regelmäßigen Grabens nach Nymphen, konnte zudem abgeschätzt werden, wann der effektivste Zeitpunkt für eine Applikation von Nematoden im Feld ist. Erstmals wurden entomopathogene Nematoden im Zuckerrübenanbau ausgebracht. Dadurch konnte im dritten Projektjahr eine erfolgreiche Reduzierung der Zikadennymphen durch eine Nematodenapplikation erreicht werden.

Des Weiteren wurden Zikaden aus dem Feld den Forschern in den Institutionen bereitgestellt, um eine Zucht aufzubauen. Hier zeigte sich die besondere und enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis als wegweisend und führte zu schnellen und sicheren Ergebnissen. Durch die erfolgreiche Etablierung einer Zikadenzucht im Gewächshaus wurde es möglich, im Labor verschiedene Ansätze zur Bekämpfung der Zikade zu testen. So konnten verschiedene mikrobielle Antagonisten isoliert werden, welche letale Effekte auf den Schädling haben oder zur zukünftigen Testung zur Verfügung stehen.

Mit Hilfe von Sortenversuchen konnten zudem in der Projektlaufzeit 2 Sorten ermittelt werden, welche widerstandsfähiger gegen die, durch die Zikade ausgelöste, Krankheit SBR sind. Die erste Sorte konnte bereits nach einem Jahr in die Praxis eingeführt werden. Durch die Daten aus dem Projekt konnte die Sorte eine schnelle Zulassung bekommen. Dadurch konnten viele Landwirte in den betroffenen Gebieten als Zuckerrübenanbauer gehalten werden.

Durch das Monitoring der adulten Zikaden konnte ein Prognosemodell entwickelt werden, mit dem der Flugbeginn und Flughöhepunkt der Zikaden berechnet werden

kann. Anhand der verschiedenen Bonituren der Blattläuse konnte ein Prognosemodell zum Überwinterungsrisiko der anholozyklischen Individuen von *M. persicae* und ein Prognosemodell zum Beginn des Zufluges von *M. persicae* und *A. fabae* entwickelt werden. Außerdem konnte ein Ansatz zur Berechnung der populationsdynamischen Entwicklung der beiden Blattlausarten entwickelt werden.

Generell waren die direkte Kommunikation und der Wissensaustausch mit den Landwirten ein wichtiger Aspekt des Projektes, der für alle Beteiligten lehrreich war.

Das Projekt NIKIZ hat dafür gesorgt, dass die Probleme im Zuckerrübenanbau erkannt werden, und es wurden wichtige Grundlagen für weitere Forschungsarbeiten und Projekte etabliert. Dies ist wichtig, damit der regionale Zuckerrübenanbau erhalten bleibt. Die Zuckerrübe ist und bleibt ein wertvolles Glied in der Fruchtfolge, welches für eine nachhaltige Landwirtschaft unabdingbar ist. Sie bietet Bodenbrütern, sowie Hasen eine sichere Kinderstube und beschattet den Boden für einen sehr langen Zeitraum im Jahr.

4.2 Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen

Siehe Arbeitspakete

4.3 Projektverlauf (ggf. mit Fotodokumentation)

4.3.1 Arbeitspaket 1: Grundlagen

Zu Projektbeginn wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Es wurden Grundlagen über die verschiedenen Schaderreger gesammelt und entschieden wie genau die einzelnen Versuche und Monitorings ablaufen sollen.

4.3.2 Arbeitspaket 2: Blattläuse

Der Projektablauf in Arbeitspaket 2 war in jedem Jahr ähnlich. Über Winter wurden Blattläuse an ihren Winterwirten (Raps und Senf) bonitiert. Im Frühjahr wurden bis zum BBCH-Stadium 12 der Rüben, je 2 Gelbschalen auf den Monitoringstandorten abgestellt und wöchentlich kontrolliert. Sobald die Zuckerrübenpflanzen 2 Laubblätter hatten, wurden wöchentlich 40 Pflanzen pro Standort bonitiert und die Anzahl der verschiedenen Blattläuse notiert. Zusätzlich zu den Monitoringstandorten wurden wöchentlich auch die Pflanzen auf den Versuchen mit Fangstreifen und mit alternativem Saatzeitpunkt bonitiert. Alle Bonituren an den Pflanzen endeten mit Bestandesschluss.

Im ersten Projektjahr wurde der Versuch zu den Pflanzenstärkungsmitteln für festere Blattoberflächen von der Südzucker AG und der ARGE durchgeführt. Dieser wurde im Laufe des Projekts nicht wiederholt.

Ein weiterer Versuch im Arbeitspaket 2 war das Anlegen von Blühstreifen auf 5 Standorten durch die Südzucker AG im Herbst 2019. Auf diesen 5 Standorten wurde von Mai bis Juli 2020 wöchentlich gekeschert und die Nützlinge im Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer bestimmt. Im zweiten Projektjahr wurde

der Versuch verkleinert und statt zu keschern, wurde von Mai bis Juni direkt an den Pflanzen bonitiert. 2022 fand dieser Versuch nicht statt.

An der Universität in Gießen fanden über den Projektzeitraum hinweg Untersuchungen zu natürlichen, mikrobiellen Antagonisten der Blattläuse statt.

Im Herbst jeden Projektjahres, kurz vor der Rübenernte, wurden Blattproben genommen und im DLR in Bad Kreuznach auf Viren untersucht. Zusätzlich zu dieser Virusanalyse wurden im Juni, Juli und September Blattproben ohne Symptome gezogen und ebenfalls im Labor des DLRs auf Viren analysiert.

Bei der ZEPP in Bad Kreuznach wurden die Boniturdaten der Blattläuse analysiert und für die Entwicklung der Prognosemodelle mit Wetterdaten aufbereitet.

4.3.3 Arbeitspaket 3: Rüsselkäfer

Im Laufe des Projektes gab es nur wenige Rüsselkäferfunde, weshalb die geplanten Monitorings und Versuche zur Analyse der Fruchtfolge und Fruchtfolgeanpassung nicht stattgefunden haben.

In 2022 konnten Versuche zur Bekämpfung von Rüsselkäfern mittels mikrobieller und pilzlicher Antagonisten an der Universität Gießen stattfinden. Diese Versuche sollen über den Projektzeitraum hinaus fortgesetzt und auf den Derbrüssler ausgeweitet werden.

4.3.4 Arbeitspaket 4: Schilf-Glasflügelzikade

Das Monitoring der Schilf-Glasflügelzikade fand in jedem Jahr wöchentlich von Mai bis September statt. Bei der ZEPP wurden die Monitoringdaten analysiert und für die Entwicklung eines Prognosemodells mit Wetterdaten aufbereitet. Um den ersten Zuflug ermitteln zu können, wurden die Leimtafeln aufgebaut kurz bevor eine Temperatursumme von 500 erreicht wurde.

In 2021 wurden die Feldversuche zur Unterbindung der Nymphenentwicklung durch Beizung des Weizens von der Südzucker AG durchgeführt. Diese wurden, da sie keinen Effekt zeigten, nicht wiederholt.

Der vor Projektbeginn geplante Versuch zum Aushungern der Zikadennymphen durch Gemarkungsteile ohne Winterungen wurde nach Rücksprache mit den Landwirten durch einen praxistauglicheren Versuch mit entomopathogenen Nematoden ersetzt. In 2022 wurde zusätzlich ein Versuch zur Fruchtfolge durchgeführt. Dabei wurden vor Ausflug der Zikaden in verschiedenen Kulturen Insektenzelte mit Gelbtafeln darin aufgestellt.

Der Versuch mit den entomopathogenen Nematoden wurde im Laufe des Projektes jedes Jahr an den aktuellen Wissenstand angepasst. In 2020 wurden zum einen im Juni und September mit einer Feldspritze Nematoden auf Zuckerrübenfeldern ausgebracht, und zum anderen im April in Getreidefeldern. Eine Woche nach Applikation wurden Nymphen aus dem Ackerboden entnommen und auf eine erfolgreiche Infektion getestet. In 2021 wurden zwei Variationen getestet. Im

Frühjahr wurden erneut Nematoden in Weizenfeldern ausgebracht, dieses Mal mit Gießkannen. Im Herbst erfolgte die Applikation in der Zuckerrübe mit einer Feldspritze. In 2022 wurde nur im Frühjahr auf Getreideflächen mit Gießkannen Applikationen durchgeführt. In jedem der drei Jahre standen auf den Versuchsflächen Fangkäfige mit Leimtafeln. In 2020 waren dies durchsichtige Kisten mit netzversehene Löchern, ab 2021 Pop-Up Käfige (Abbildung 64)



Abbildung 64: Pop-up Käfige zur Untersuchung des Ausfluges der Zikaden.

In einem weiteren Versuch im Arbeitspaket 4 wurden über alle Projektjahre hinweg verschiedene Bodenbearbeitungsvarianten getestet, um einen möglichen reduzierenden Einfluss auf die Nymphenpopulation im Boden zu erzielen. In 2021 wurde eine Variante mehr getestet als in den anderen Projektjahren.

Die Sortenversuche bezüglich der Anfälligkeit und Toleranz gegenüber SBR wurden in allen drei Projektjahren als Exaktversuche von der ARGE angelegt und betreut. Dabei wurden bewährte Sorten sowie Neuzüchtungen gesät und im Herbst auf ihren Zuckergehalt untersucht.

An der Universität Gießen fanden über den Projektzeitraum Untersuchungen statt, bei denen insektenpathogene Effekte auf die Schilf-Glasflügelzikade getestet wurden. Es wurden dabei zwei unterschiedliche Antagonistentypen untersucht: entomopathogene Nematoden und Mikroben. Zusätzlich wurden an der Universität Gießen im Rahmen einer Doktorarbeit eingesammelte Zikaden auf eine Infektion mit dem SBR-auslösenden Proteobakterium, und im Laufe des Projektes auch auf das Stolbur Phytoplasma, analysiert. Die Zuckerrüben wurden jedes Jahr im Herbst gezogen und im Labor des DLRs in Bad Kreuznach auf SBR untersucht. Bis 2021 wurden Scheiben aus der Mitte der Rübe geschnitten und diese nach Aufbereitung der DNA mittels einer nested-PCR analysiert. Ab 2022 wurde die Analyse

dahingehend angepasst, dass die Rübenspitze beprobt wurde und eine real-time PCR etabliert wurde.

4.3.5 Arbeitspaket 5: Drahtwurm/Saatschnellkäfer

Beim jährlichen Drahtwurmmonitoring wurde wöchentlich der hinterste Fangtopf in der Reihe nach vorne versetzt. Die Töpfe wurden jede Woche durch neue ausgetauscht und Verband auf Drahtwürmer untersucht. Mit Hilfe dieser Daten und der Angaben der Landwirte zu verschiedenen Parametern wie bspw. Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Zwischenfrucht sollte der Einfluss der Fruchtfolge auf die Drahtwurmpopulation erfasst werden. Da aus diesen Daten kein Einfluss ersichtlich war, wurden keine Fruchtfolgeanpassungen zur Eindämmung der Drahtwurmpopulation erarbeitet.

Der Versuch zur Bekämpfung der Drahtwürmer durch Anpassung der Bodenbearbeitung wurde in 2021 und 2022 durchgeführt. Es wurden im Frühjahr jeweils in 4 Parzellen, wie im Monitoring, fünf Fangtöpfe eingegraben und wöchentlich getauscht und auf Drahtwürmer durchsucht. Aufgrund der so ermittelten Daten und mit Hilfe des SIMAGRIO-W Prognosemodells wurde dem Landwirt der geeignete Zeitpunkt zum Fräsen des Bodens innerhalb von zwei der Parzellen mitgeteilt.

Auch bei den Versuchen mit Kalkstickstoff gegen den Drahtwurm mussten der Ausbringungszeitpunkt und die Menge an die Besonderheiten der Zuckerrübe und das Auftreten des Drahtwurms angepasst werden. In 2020 wurde einmalig zwei Wochen vor der Aussaat, die im Vergleich zu den Folgejahren, doppelte Menge Kalkstickstoff ausgebracht. Ab 2021 wurde eine geringere Menge zur Aussaat ausgebracht. Auch in diesem Versuch wurden die Fangtöpfe wöchentlich getauscht und bonitiert.

4.3.6 Arbeitspaket 6: Blattkrankheiten

In jedem Projektjahr legte die Arbeitsgemeinschaft an mehreren Standorten Exaktversuche an. Auf diesen wurden verschiedene Bekämpfungsstrategien gegen Blattkrankheiten geprüft und Sorten auf ihre Resistenz getestet und unter anderem der jeweilige Zuckergehalt verglichen. Ab 2022 mussten hierbei Sorten verwendet werden, die eine SBR-Toleranz aufwiesen. Ab Juni wurden die Sorten wöchentlich auf einen Befall mit Blattkrankheiten kontrolliert.

4.3.7 Arbeitspaket 7: Innovation durch Information

Im ersten Projektjahr wurden die Landwirte darin geschult, die im Projekt behandelten Schadinsekten bestimmen zu können. Des Weiteren wurde ein Schädlingskalender erstellt und auf der Webseite (www.nikiz.de) integriert.

4.3.8 Arbeitspaket 8: Wissensaustausch

Zu Beginn des Projektes fand im Rahmen der Kuratoriumsveranstaltung der Südzucker AG das erste offizielle OG-Treffen statt. Hier konnten sich alle Beteiligten

persönlich kennen lernen. Dieses Treffen hat sich im Laufe der Corona-Jahre als sehr wertvoll herausgestellt. So wusste jeder mit wem er es zu tun hatte, bevor es in die Online-Treffen ging.



Abbildung 65: Teilnehmer des ersten OG-Treffens im Jahr 2020.

Neben den regelmäßigen OG- und Landwirttreffen fand ein direkter Wissensaustausch mit den Landwirten und anderen interessierten Gruppen auf Feldrundgängen, Sortenrundfahrten und Veranstaltungen, wie den DLG-Feldtagen, statt.



Abbildung 66: Feldbegehung in Ibersheim im Jahr 2022.

Zudem machten die Akteure in Fernsehbeiträgen und Artikeln in Fachzeitschriften auf die Probleme im Zuckerrübenanbau aufmerksam.



Abbildung 67: Bilder zu den Dreharbeiten des Fernsehsenders SWR

4.3.9 Arbeitspaket 9: Prognosemodell Erstbefall

Bei der ZEPP in Bad Kreuznach wurden die in den Monitorings erhobenen Daten im Laufe des Projektes genutzt, um für die jeweiligen Schadinsekten ein geeignetes Prognosemodell für den Erstbefall zu entwickeln.

Für das EHS der Blattläuse wurden drei Module entwickelt, die sich mit der Überwinterung, dem Zuflug im Frühjahr und der Populationsdynamik im Sommer befassen.

Da der spitzsteißige Rüsselkäfer während der Projektzeit zu selten vorkam, konnte hier keine ausreichende Datenmenge zur Erstellung eines Prognosemodells generiert werden.

Das Prognosemodell für die Schilf-Glasflügelzikade bildet den Flugverlauf der Adulten der ersten Generation ab. Es zeigt den Flugbeginn, als auch den Flughöhepunkt.

Mit den Boniturdaten wurde das bereits bestehende EHS SIMAGRIO-W validiert und verschiedene Ansätze zur Verbesserung des Modells getestet.

4.4 Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP-Zielen

Das Projekt NIKIZ hat durch die dadurch entstandene Aufmerksamkeit und Präsenz des Rübenanbaus in der Presse und die Sensibilisierung der Politik auf die Sorgen und Nöte der Landwirte aufmerksam gemacht und Gehör gefunden. Hierdurch gab es ein weiteres Sprachrohr für die Landwirte. Die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis zeigte, wie Synergien effektiv genutzt werden konnten und eine schnelle Reaktion auf beiden Seiten zu schnelleren Lösungsansätzen führen konnte.

Durch die Monitorings der verschiedenen Schaderreger konnte ein digitaler Schädlingskalender auf der Webseite (www.nikiz.de) erstellt werden, wodurch die Landwirte einen besseren Überblick über die Schädlinge bekamen. Der wöchentliche Kontakt mit den Mitarbeitern, während der Monitoringzeit schulte die Landwirte die Schaderreger besser zu erkennen und zu verstehen und somit Pflanzenschutzanwendungen noch gezielter einzusetzen. Dadurch konnten Emissionen vermindert werden. Bei der richtigen Erkennung von Blattläusen konnten die YouTube-Videos aus dem Projekt vielen Landwirten, sogar im Feld noch eine Hilfe sein. Bei Rückfragen waren die Mitarbeiter im Projekt jederzeit erreichbar und konnten mit den Landwirten den Befall einschätzen und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln besprechen. Durch die Entwicklung der digitalen Prognosemodelle kann den Landwirten in Zukunft zusätzlich z. B. der Bonituraufwand erleichtert werden, indem gezielte Warnungen zur Feldkontrolle herausgegeben werden. Nachdem Landwirte oder Berater die eigenen Schläge im personalisierten Bereich angelegt haben werden die Prognosen schlagspezifisch und tagesaktuell inkl. der Wettervorhersage drei Tage in die Zukunft gerechnet.

Durch die Sortenversuche wurden neue Sorten entdeckt, welche widerstandsfähig bei SBR sind. Die Sorten wurden mit Nachdruck über den Verband und die Südzucker

AG an die Landwirte empfohlen, um den Zuckerrübenanbau in der Region zu stabilisieren. Durch die Zikade und das durch sie übertragende SBR, gab es sehr starke Ertragseinbußen und das bei einem sehr niedrigen Zuckerpreis. Dies brachte viele Landwirte dazu, den Zuckerrübenanbau zu reduzieren, oder sogar aufzugeben. Nur durch die Entdeckung der Sorten und das schnelle Handeln war es möglich genügend Zuckerrübenanbauer für den Zuckerrübenanbau in der Region zu motivieren, sodass die Fabrik genügend Zuckerrüben bekam. Wäre dies nicht möglich gewesen, hätte in den nächsten Jahren eine Fabrik in der Region schließen müssen. Das Projekt NIKIZ hat für eine wirtschaftliche Stärkung, die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, sowie zur Ernährungssicherheit beigetragen. Durch den Anbau von Zuckerrüben in der nahen Umgebung der Zuckerfabrik in Offstein, wurde die Nachhaltigkeit der regionalen Wertschöpfungskette gestärkt.

Außerdem ist die Zuckerrübe ein wertvolles Fruchtfolglied, welches die Biodiversität steigert, durch deren Schutz Bodenbrüter wie Kiebitze und Feldlerchen, sowie andere Tiere nisten können. Zwischen den Reihen der Zuckerrübe haben sie Deckung und können ihren Nachwuchs großziehen.



Abbildung 68: Zuckerrüben als Deckung für Wildtiere.

Der Erhalt des Zuckerrübenanbaus in der Region, führt zu der Stärkung der Witterungsunabhängigen Versorgung mit regionalen Futtermitteln. Die Rübenschnitzel werden als Futtermittel verwendet. Der bei der Zuckerproduktion entstehende Kalk wird als Düngemittel verwendet.

Durch die Zuckerrübe werden tiefliegende Nitratvorräte erschlossen und verwertet, was maßgeblich zum Wasserschutz beiträgt. Die Zuckerrübe bedeckt den Boden über eine sehr lange Zeit im Jahr, wodurch die Verdunstung reduziert wird und die Bodentemperatur durch die Verschattung geringer gehalten wird.

Bei einer Umfrage zu Projektende stimmten bei der Frage, ob das Ziel des Projektes erreicht wurde, fast alle Teilnehmer mit „Ja“. Es zeigte sich, dass die meisten der Meinung waren, dass das Projekt zu einem Wissensfortschritt aus der Praxis in die Forschung und aus der Forschung in die Praxis geführt hat. Dies zeigt, dass das Verzahnen von Praxis und Forschung im Projekt NIKIZ sehr gut funktioniert hat und Ergebnisse auf direktem Wege übermittelt wurden.

Durch die Anregung neuer Projekte wurden neue Arbeitsplätze geschaffen.

Das Projekt NIKIZ hat gezeigt wie die Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren der Praxis und Forschung gewinnbringend für alle Teilnehmer sein kann und wie wertvoll das Arbeiten auf Augenhöhe für alle Akteure ist. Damit ist das Projekt NIKIZ ein Beispiel dafür, wie durch eine enge Vernetzung zwischen Forschung und Praxis in der Landwirtschaft eine „schnelle und fundierte Zusammenarbeit“ (Rocha, 2021) funktionieren kann.

4.5 Nebenergebnisse

4.5.1 Rüsselkäfer

Nebenergebnisse dieser Arbeiten war die Erarbeitung von Protokollen zur Haltung der Rüsselkäfer. Darüber hinaus wurden Protokolle zur Versuchsdurchführung entwickelt, welche nun anderen Arbeitsgruppen zur Verfügung stehen.

4.5.2 Schilf-Glasflügelzikade

Für die verschiedenen Versuche an der Schilf-Glasflügelzikade an der JLU Gießen war es nötig eine Zucht der Schadinsekten zu etablieren. Da es hierzu noch keine Protokolle gab, mussten diese im Rahmen des Projektes entwickelt werden.

Die Aufzucht von *P. leporinus* war in zwei verschiedenen Umgebungen erfolgreich. In einer Klimakammer beobachteten wir die Eiablage der gefangenen Adulten (P0) und die Entwicklung der Nymphen. Die zweite Generation von Adulten (F1) häutete sich nach drei Monaten und schlüpfte bis Januar 2021, was zu 905 Adulten führte, die Eier ablegten (F2). Die Nymphen der zweiten Generation schlüpfen in Zuckerrübensäften und wurden später in die Klimakammer gebracht, um sie in anderen Projekten zu verwenden.

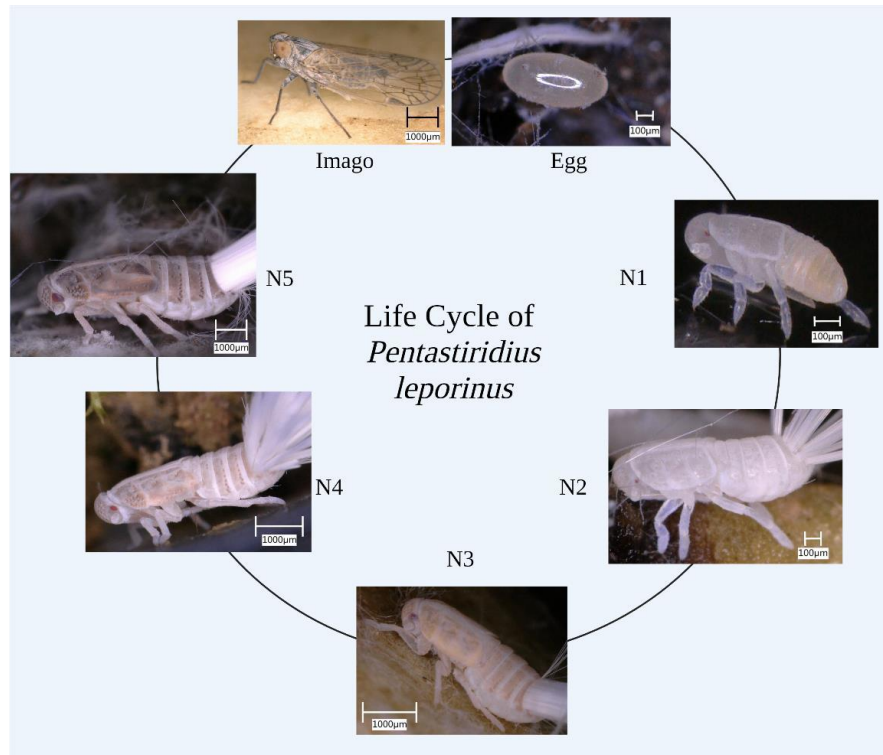


Abbildung 69: Der Lebenszyklus von *Pentastiridius leporinus*. Die Entwicklung vom Ei zur adulten Zikade durchläuft fünf Nymphenstadien (N1-N5).

Zwei aufeinanderfolgende Generationen wurden unter kontrollierten Klimabedingungen untersucht, und anhand der Daten von 60 Individuen über 34 Wochen wurde eine Wachstumskurve mit Häutungszeitpunkten erstellt. Die mittleren Häutungszeitpunkte wurden 32, 44, 77, 90 und 170 Tage nach dem Schlupf beobachtet. Die Größe der Exemplare nahm mit jeder Instanz zu, wobei die mittlere Größe der ersten Instanz $1053 \pm 30 \mu\text{m}$ und die mittlere Größe der erwachsenen Exemplare $5028 \pm 372 \mu\text{m}$ betrug. Alle fünf Nymphenstadien produzierten wachsartige Fäden, und in keinem Entwicklungsstadium der Nymphen wurden morphologische Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Exemplaren beobachtet.

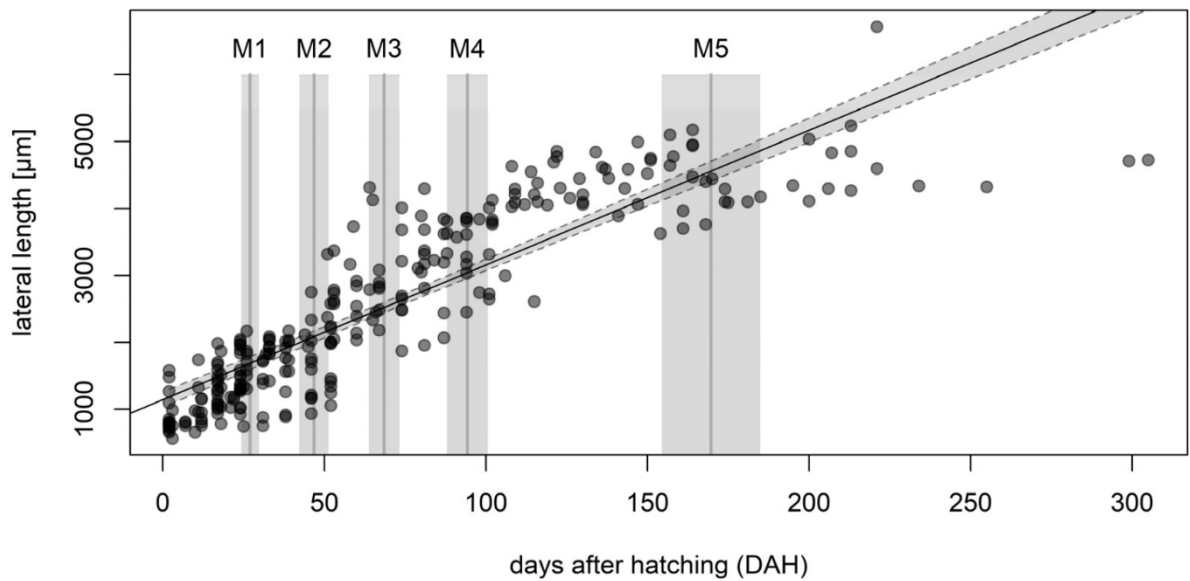


Abbildung 70: Wachstumsrate von *Pentastiridius leporinus*. Die Körperlänge (dargestellt als Seitenlänge in μm auf der y-Achse) wurde für $n = 60$ Nymphen über einen Zeitraum von 34 Wochen bestimmt. Hellgraue Intervalle um Häutungszeitpunkte (dunkelgraue Balken) stellen den Standardfehler des Mittelwertes dar. Eine lineare Regression ergab die Funktion $y = 20,6x + 1176,4$, die als durchgezogene schwarze Linie mit grauen gestrichelten Linien dargestellt ist, sowie deren 95%-Konfidenzintervall als gestrichelte Linie.

Des Weiteren konnte 2022 im Rahmen des Projektes festgestellt werden, dass die Schilf-Glasflügelzikade und mit ihr das Proteobakterium nicht nur die Zuckerrübe befällt, sondern auch die Kartoffel. Aus diesen Erkenntnissen heraus entstanden Ideen für neue Projekte.

Im Südwesten Deutschlands wurde eine Zunahme von Welkesymptomen in Kartoffelfeldern beobachtet in Zusammenhang mit der Entdeckung bisher unbekannter Zikaden. Diese wurden aufgrund ihrer morphologischen Merkmale in Kartoffeln als *P. leporinus* identifiziert. Symptomatische Kartoffeln wurden von Nymphen besiedelt, und es wurden charakteristische Wachststrukturen von Eigelegen und schlüpfenden erwachsenen *P. leporinus* beobachtet. Die Analyse von Nymphen und adulten Tieren aus Kartoffel- und Zuckerrübenfeldern die Spezies als *P. leporinus*, mit Ausnahme einer Nymphe, die als Vertreter der entfernter verwandten Zikadengattung *Cixius* identifiziert wurde. Die genetische Analyse auf der Grundlage von COI- und COII-Sequenzen ergab eine engere genetische Verwandtschaft zwischen den auf Kartoffel- und Zuckerrübenfeldern gefundenen Zikaden im Vergleich zu anderen bekannten SGFZ aus Frankreich und Russland. Deutliche Sequenzunterschiede wurden sowohl bei eng verwandten Arten wie *P. beieri* als auch bei entfernteren Arten wie *H. obsoletus* und *Cixius* sp. festgestellt.



Abbildung 71: *Pentastiridius leporinus* auf Kartoffelpflanzen in Ibersheim, September 2022. (A) Unterirdische Besiedlung von Wurzeln und Knollen durch Nymphen, gekennzeichnet durch weiße, wachsartige Fadenreste. (B) Nymphen auf den Kartoffelknollen und Wurzeln. (C) Ansammlung von Nymphen in verschiedenen Entwicklungsstadien und Reste der Häutung, versteckt unter Kartoffelknollen. (D) Adulte *P. leporinus*, die im Boden gefunden wurde. Rote Pfeile kennzeichnen Nymphen (A-C) und adulte Tiere (D).

In Kartoffelfeldern, die von SGFZ besiedelt wurden, sowie in angrenzenden Zuckerrübenfeldern, an den drei Standorten Ibersheim, Eich und Lampertheim wurden SGFZ auf die Prävalenz beider SBR Pathogene untersucht. Es wurden 91 adulte *P. leporinus* und Nymphen auf Arsenophonus und Stolbur getestet, von denen 69,2 % positiv für Arsenophonus und 2,2 % positiv für Stolbur waren. Jedes erwachsene Tier, das positiv auf Stolbur getestet wurde, war auch positiv auf Arsenophonus (Abbildung 72).

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

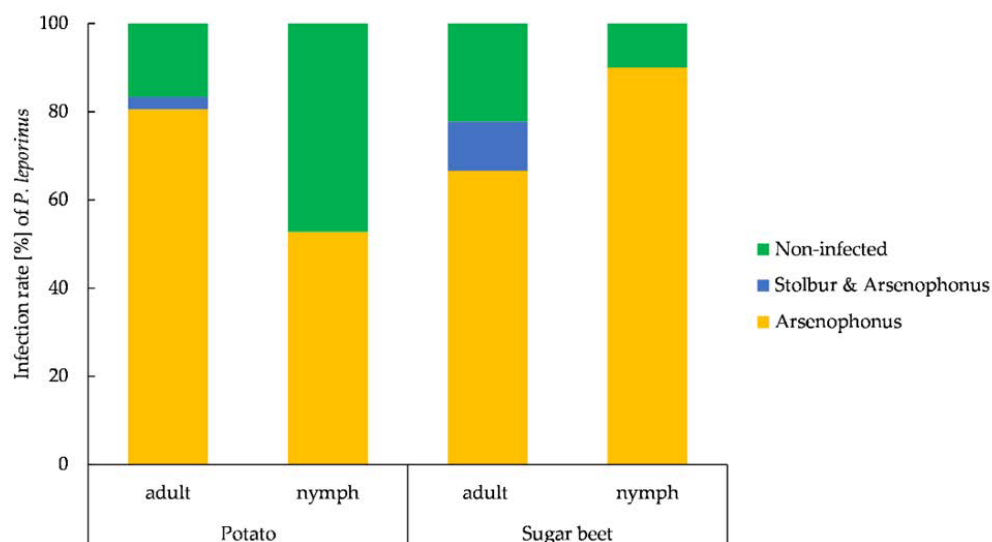


Abbildung 72: Prävalenz von *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* (Arsenophonus) und *Candidatus Phytoplasma solani* (Stolbur) in adulten SGFZ (n=36) und Nymphen (n=36) aus Kartoffelbeständen sowie adulten SGFZ (n=9) und Nymphen (n=10) aus Zuckerrübenbeständen, bestimmt durch qRT-PCR. Die Nymphen und adulten Tiere wurden im September 2022 gesammelt.

An den zuvor genannten drei Standorten wurden zudem je 15 Proben von symptomatischen Kartoffel- und Zuckerrübenpflanzen entnommen und auf beide SBR-Pathogene getestet. Die Prävalenz von Arsenophonus in beiden Pflanzenarten war hoch: 95 % der Zuckerrübenwurzeln und 100 % der Kartoffelknollenproben waren positiv für dieses Pathogen. Darüber hinaus wurde Stolbur in 20 % der Kartoffelknollen und 45 % der Rübenwurzelproben nachgewiesen (Abbildung 73).

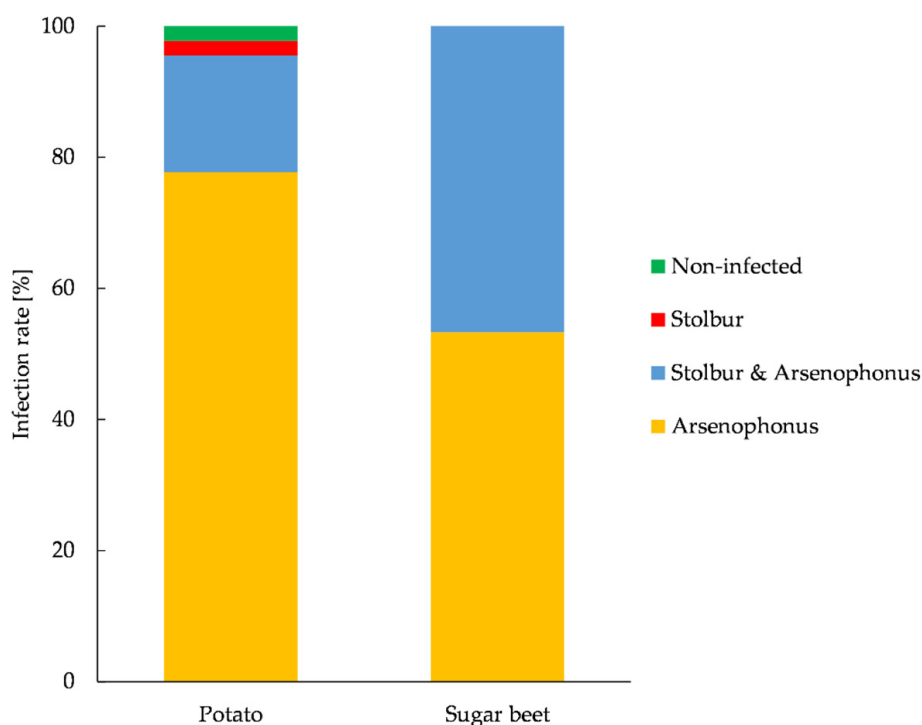


Abbildung 73: Prävalenz von *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* (Arsenophonus) und *Candidatus Phytoplasma solani* (Stolbur) in symptomatischen Kartoffelknollen (n = 45) und Zuckerrübenwurzeln (n = 30), im September 2022.

Insgesamt haben wir 45 Proben von Kartoffelknollen analysiert. Von den 15 Proben aus Eich waren alle positiv für Arsenophonus, mit Ausnahme einer einzigen nicht infizierten Probe. Von den 15 Proben aus Ibersheim waren sieben nur für Arsenophonus positiv, sieben waren für beide Erreger positiv und eine war nur für Stolbur positiv. Von den 15 Proben aus Lampertheim waren vierzehn positiv für Arsenophonus allein und eine Probe war positiv für beide Erreger.

Zusätzlich zu den Analysen der Kartoffelknollen haben wir 30 Zuckerrübenproben analysiert, die alle positiv auf Arsenophonus oder eine Doppelinfektion waren. Von den 15 Proben aus Eich waren sieben positiv für Arsenophonus und acht positiv für beide Krankheitserreger. Von den 15 Proben aus Ibersheim waren neun positiv für Arsenophonus und sechs positiv für beide Erreger.

Um die Infektion der Kartoffelpflanzen durch die Nymphen der SGFZ nachzuweisen, wurden Übertragungsversuche auf Kartoffelpflanzen und Zuckerrüben im Gewächshaus durchgeführt. Der Nachweis von Arsenophonus und Stolbur in Nymphen und Pflanzen mittels qRT-PCR ist in Tabelle 26 zusammengefasst. Alle Nymhengruppen wurden positiv auf Arsenophonus getestet, aber nur eine von 15 Gruppen war positiv für Stolbur. Drei von zwölf Kartoffelpflanzen wurden positiv auf Arsenophonus getestet, während Stolbur in keiner einzigen Kartoffelpflanze nachgewiesen wurde. Bei der ersten Kartoffelpflanze wurde Arsenophonus mit 45 Kopien in den Knollen nachgewiesen. Bei der zweiten Pflanze wurden 141 Kopien in den Wurzeln gefunden. Die dritte Kartoffelpflanze war mit 85.635 Kopien im unteren Stamm, 5341 Kopien in den Wurzeln, 172 Kopien in den Blättern und 93 Kopien in

den Knollen stärker infiziert. In einer der drei Zuckerrübenpflanzen wurden sowohl Arsenophonus als auch Stolbur nachgewiesen, wobei 23 Kopien von Arsenophonus und 1416 Kopien von Stolbur in der Wurzelspitze vorhanden waren. In der Kontrollgruppe wurde keiner der beiden Erreger gefunden.

Tabelle 26: Nachweis von *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* (Arsenophonus) und *Candidatus Phytoplasma solani* (Stolbur) in *P. leporinus*-Nymphen sowie in Kartoffel- und Zuckerrübenpflanzen nach Inokulation mit im Feld gesammelten Nymphen des dritten bis fünften Nymphenstadiums über 66 Tage. Die Kontrolle waren Kartoffelpflanzen ohne Nymphen.

Plant Species	Plants		Group of Nymphs	
	Arsenophonus	Stolbur	Arsenophonus	Stolbur
Potato	3/12	0/12	12/12	0/12
Sugar beet	1/3	1/3	3/3	1/3
Potato (Control)	0/3	0/3	-	-

Quantifizierung der Pathogene in Rübengewebe im Kontext der Befallsstärke in den Sortenversuchen

Um verschiedene Sorten auf eine Resistenz gegenüber SBR zu prüfen, wurden Wurzelspitzen-Proben an einem Versuchsstandort in Bickenbach mit 27 Sorten genommen und anschließend die Anzahl der Kopien des SBR-Proteobakteriums analysiert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 74 dargestellt, es zeigt sich eine hohe Varianz der einzelnen Proben. Nichtsdestotrotz konnte ein signifikanter Sorteneffekt festgestellt werden.

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

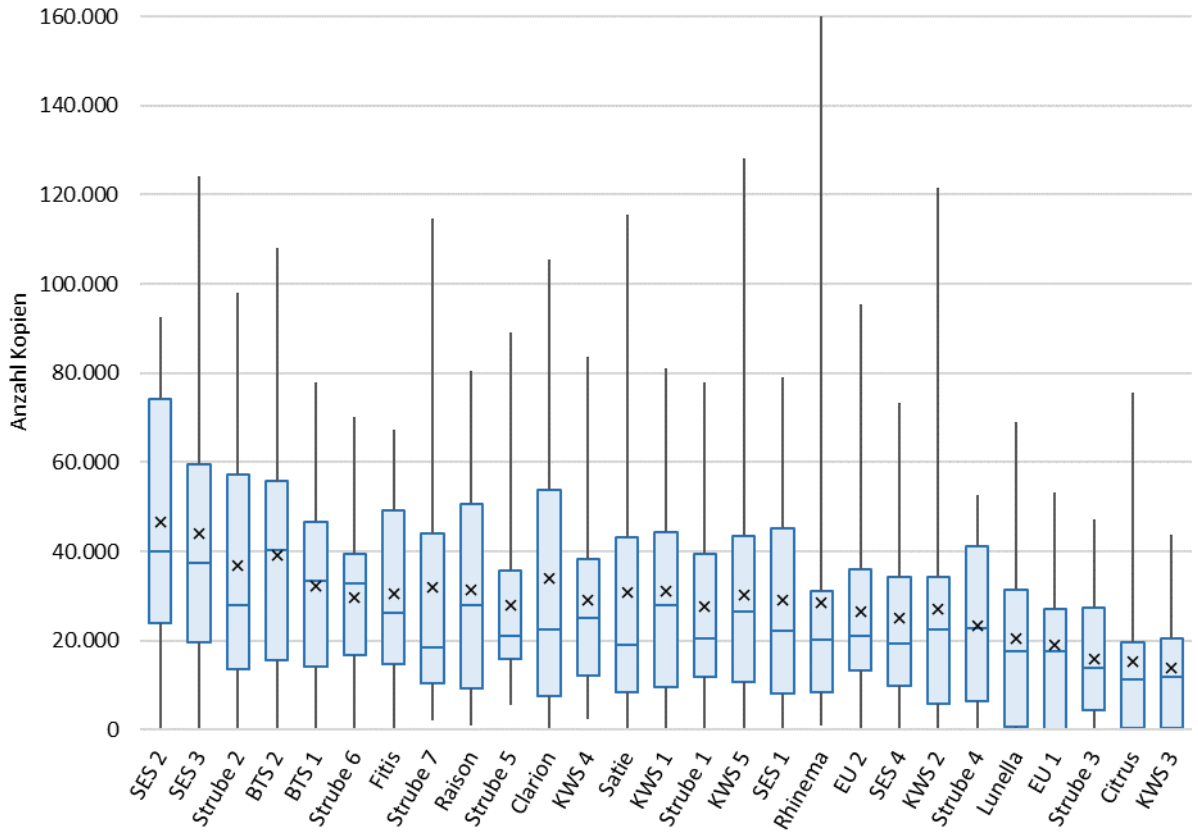


Abbildung 74: Boxplot der SBR-Proteobakterium-Kopienzahl der untersuchten Zuckerrübensorten am Standort Bickenbach 2021. n = 540.

Außerdem zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der festgestellten Kopienzahl und der Ausprägung von Leitbündel-Symptomen, sodass diese Form der Bonitur eine Abschätzung der Befallsschwere ermöglicht.

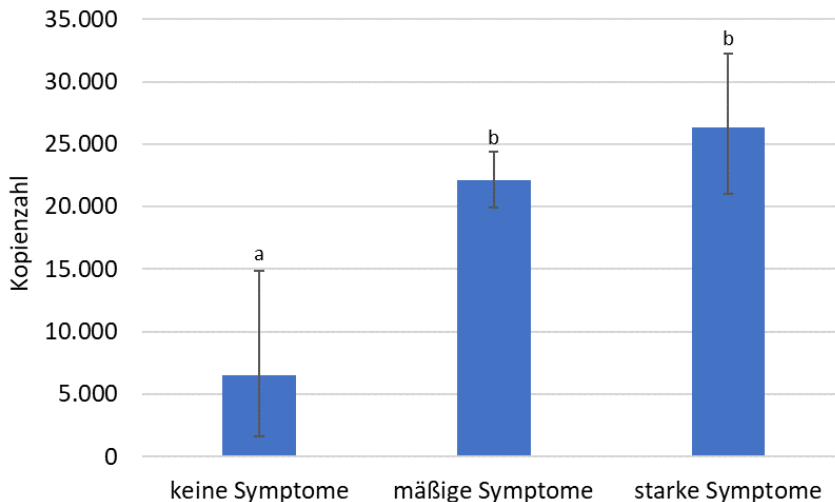


Abbildung 75: Kopienzahl des SBR-Proteobakteriums in Abhängigkeit von den Leitbündel-Symptomen. Werte sind rücktransformiert, Fehlerbalken stellen das 95 % Konfidenzintervall dar, $\alpha = 5 \%$, n = 540, p = 0,0017.

Einfluss von benachbarten Kartoffelanbau auf die Zikadenafangzahlen in Zuckerrübenfeldern

Nachdem im Jahr 2022, also gegen Projektende von NIKIZ, Schilf-Glasflügelzikaden auch in Kartoffeln gefunden wurden und die durch sie übertragene Krankheit als Bakterielle Kartoffelknollenwelke beschrieben wurde, wurde der Einfluss von Kartoffeln auf die Fangzahlen im Rübenfeld näherungsweise bestimmt. Hierfür wurden die Zikaden-Monitoringflächen wie folgt klassifiziert: 1. Liegt im Kartoffelanbaugesbiet, 2. Liegt nicht im Kartoffelanbaugesbiet. Die Ergebnisse zeigen, dass in Kartoffelanbaugesbieten deutlich mehr Zikaden auf den Monitoringschlägen gefangen werden konnten (Abbildung 76). Dieses Ergebnis sollte in Folgeprojekten validiert werden.

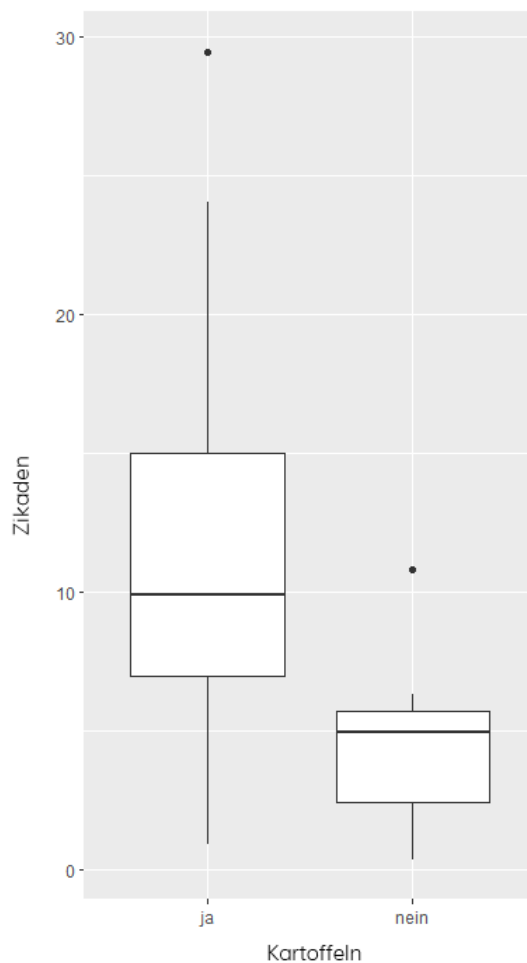


Abbildung 76: Durchschnittliche Anzahl gefangener Zikaden pro Fangtermin, Fangtafeln (3) und Fläche (42) in Kartoffelanbaugesbieten (Kartoffeln: ja) und in Gebieten ohne Kartoffelanbau (Kartoffeln: nein)

4.6 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Viele der Arbeitspakete haben nicht zu der gewünschten Lösung geführt, jedoch wurden wertvolle Erkenntnisse für weitere Projekte gesammelt. So wurden Methoden für die Durchführung von Monitorings und Versuchsdesigns für verschiedene

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Schaderreger etabliert und für weitere Projekte dokumentiert. NIKIZ gilt als Leuchtturmprojekt in der Zuckerrübenbranche und hat den Anstoß für viele weitere aufbauende, aber auch neue Projekte gegeben.

Welche Arbeitspakete im Einzelnen gestrichen oder abgeändert wurden und die Gründe dafür, wurden in den jeweiligen Abschnitten der Arbeitspakete beschrieben.

5 NUTZEN DER ERGEBNISSE FÜR DIE PRAXIS

Um den Nutzen des Projektes für die Praxis und weitere OG-Mitglieder evaluieren zu können, wurde ein Fragebogen erstellt, der anonymisiert ausgefüllt werden konnte. Bei der Frage, welche Versuche am erfolgversprechendsten waren, zeigte sich, dass hier die Versuche, welche von der Arbeitsgemeinschaft initiiert wurde für die meisten am erfolgversprechendsten waren. Hierzu gehörten an erster Stelle die Sortenversuche, mit denen die toleranten SBR-Sorten identifiziert werden konnten. An zweiter Stelle kamen die Sorte-Fungizid-Versuche. Bei den zwei Fragen zeigte sich aber auch, dass den Teilnehmern sehr bewusst war, dass es immer weniger Pflanzenschutzmittel in Zukunft geben wird und die Bodenbearbeitung im Rahmen der neuen GAP ein immer schwierigeres Thema sein wird. Diese zwei Versuche zielen darauf hin, dass nur noch eine Bekämpfung über die richtige Sorte stattfinden kann. Auf einer Skala von 1-5 bewerteten die Teilnehmer die Frage nach ihrer Offenheit bezüglich alternativen Flächenmanagement und Pflanzenschutzverfahren mit 2,3. Forschende, Landwirte und Mitarbeiter sind gleichermaßen offen für alternative Verfahren, um den Zuckerrübenanbau und die regionale Landwirtschaft zu erhalten. Bei den Ackerbohne/Senf Streifen lagen die Erwartungen der Landwirte nicht hoch, sie versprachen sich nicht viel von dem Versuch. Da waren die Mitarbeiter des Verbands positiver gestimmt und hatten die Hoffnung, die Nützlingspopulation zu erhöhen und einen Einfluss auf die Blattlauspopulation erwirken zu können. Ob es jedoch praxistauglich ist, darüber gab es sehr gemischte Meinungen. Es wurde gleichermaßen mit „Ja“ und „Nein“ geantwortet, sowie mit „kann ich nicht beurteilen“. Bei der Bewertung des Versuchs des Saatzeitpunkts war man sich einig, dass es einen Effekt hätte haben können, die Aussaat ist jedoch eher witterungsabhängig. Bei der Befragung welcher Aussattermin bevorzugt wird wurde der betriebsübliche gewählt. Hier muss man dazu sagen, dass im Gebiet des Verbandes immer der frühestmögliche Termin für die Aussaat bevorzugt wird. Die Prognosemodelle werden zunächst weiter getestet und durch die noch laufenden Projekte EntoProg und SONAR werden Validierungsdatensätze generiert und zur Verfügung gestellt. Die Prognosemodelle werden den Landwirten und Beratern unter www.isip.de zur Verfügung gestellt. Dort werden im personalisierten Bereich die eigenen Schläge gespeichert und können jederzeit abgerufen werden.

6 GEPLANTE VERWERTUNG UND NUTZUNG DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse des Projektes wurden im Verlauf in vielen Vorträgen präsentiert. Sei es bei Winterversammlungen, Kontrahierungsveranstaltungen und Jahreshauptversammlungen des Verbandes, sowie auf Fachtagungen des DPG-Arbeitskreises. In zahlreichen Artikeln in Fachzeitschriften wie der Sugar Industry und der DZZ konnten sich die Interessierten informieren. Im Jahr 2022 gab es mehrere Feldtage, an denen die Ergebnisse präsentiert wurden. Aktuelle Ergebnisse wurden darüber hinaus auf der Webseite des Projektes veröffentlicht. Jedes Jahr bekam jeder Landwirt des Verbandes die Anbauinformationen, welche die neusten Ergebnisse des Projektes beinhalteten. Die Anbauerinformationen gab es auch als PDF auf

www.ruebe.info zum Download. In dieser Version wurden auch über das Jahr wichtige Anpassungen, wie beim Wegfall von Pflanzenschutzmitteln, vorgenommen. Die Ergebnisse sowie die entwickelten Methoden werden in weiterführenden Projekten wie EntoProg, BetaClimate, SONAR etc. als Grundlagen verwendet. NIKIZ hat sich als ein richtungsweisendes Leuchtturmprojekt entwickelt und war Initiator für viele weitere Aktivitäten in dem Bereich. Mit Hilfe der Projektergebnisse entstanden außerdem bisher zwei wissenschaftliche Publikationen, wodurch das Thema auch für die Wissenschaft aufgearbeitet wurde.

Durch den Fund von Zikadennymphen in angrenzenden Kartoffelflächen gibt es einen Bedarf, die Wechselwirkungen und die Populationsdynamik der Zikade mit einem vergrößerten Wirtsspektrum zu untersuchen.

Insgesamt werden die Projektergebnisse und weiterführende Fragen in Folgeprojekten bearbeitet werden, um eine gute Lösung für alle anstehenden Herausforderungen finden zu können und die Themen einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen und sie für das Thema zu sensibilisieren.

7 WIRTSCHAFTLICHE UND WISSENSCHAFTLICHE ANSCHLUSSFÄHIGKEIT

Im Projekt NIKIZ wurden Methoden zum Monitoring von Blattläusen und Zikaden im Zuckerrübenanbau im Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer etabliert, welche im Projekt EntoProg verwendet und weiterentwickelt werden. Genauso werden die im NIKIZ-Projekt gesammelten Monitoring Daten im EntoProg Projekt weitergeführt. Die Sortenversuche zu Sorten, welche sich gut für Standorte mit SBR eignen, werden im Projekt SONAR weiterverfolgt. Die entwickelten Entscheidungshilfesysteme und Prognosemodelle werden im Projekt EntoProg weiter validiert und angepasst. Zusätzlich werden weitere Daten erhoben, anhand denen die Prognosemodelle erweitert werden können.

Die Projektergebnisse zeigen klar, dass es weitere Forschungsarbeiten im Bereich von SBR und der Zikade geben muss. Die Entdeckung der toleranten Sorten war ein erster Erfolg, um die Zikade und somit die Krankheit SBR und ihre Folgen abmildern zu können und somit den Rübenanbau in der Region halten zu können. Ob sich diese Sorten aber über die Jahre weiterhin als Lösung zeigen werden, wird die Zeit zeigen. Auch diese Sorten werden befallen und wie sich dadurch die Populationsdynamik entwickelt, ist bisher nicht absehbar. Auch durch den Fund von Zikadennymphen in Kartoffeln, hat sich hier zum Ende der Projektlaufzeit ein weiteres Themenfeld und eine nicht abschätzbare Vermehrungsmöglichkeit eröffnet, welche viele neue Fragen aufwirft. Auch in der Drahtwurmbekämpfung zeigte sich kein Erfolg und es müssen neue Strategien entwickelt werden, da hier vor allem durch Krähen, welche die jungen Rüben herausziehen, um an die an den Wurzeln befindlichen Drahtwürmer zu gelangen, großer Schaden entsteht. Der Zuckerrübenanbau steht im Wandel zur Anpassung an den Klimawandel und die Regelungen der Politik. Da diese teils sehr schwer absehbar sind, werden immer neue Themen hinzukommen, welchen sich die Landwirte von heute auf morgen stellen müssen. Vor allem der Wegfall von immer

mehr Pflanzenschutzmitteln und immer höhere Auflagen der Politik ohne Lösungen, wie die dadurch entstehenden Probleme gelöst werden können, stellt den Rübenanbau vor große Herausforderungen und schafft einen hohen Forschungsbedarf.

In der Umfrage zum Projektende wurden verschiedene Fragen zu dem Thema gestellt. Bei den Teilnehmern blieben vor allem die Fragen offen, welche Strategie sie bei einem hohen Drahtwurmbesatz anwenden können, wie sich Zwischenfrüchte auf die Schädlinge und Nützlinge auswirken und welchen ökologischen Effekt eine Flächenspritzung bei Blattlausbesatz hat. Zusätzlich beschäftigte die Teilnehmer die Kosten und die betriebswirtschaftliche Seite der Maßnahmen im Krankheiten- und Schädlingsmanagement. Diese Seite wurde im NIKIZ-Projekt nicht betrachtet. Es zeigte sich, dass es viele weitere Fragestellungen im Rübenanbau gibt, welche von den Teilnehmern gerne bearbeitet werden wollen. An erster Stelle steht immer noch die Bekämpfung der Zikade, hier auch die Interaktion von SBR zwischen Kartoffel und Zuckerrüben. Andere Themen sind aber auch, alternative Düngetechnik, Zwischenfrüchte vor Rüben, Fruchtfolgen in Bezug auf Schädlings- und Krankheitsdruck, Nährstoffmanagement, Wassermanagement bei Trockenheit und hohen Temperaturen, Reduktion von Pflanzenschutzmitteln sowie Hacken und Striegeln. Bei der Frage, wie neue Projekte aufgebaut sein sollen, lag der Fokus auf der ganzheitlichen Betrachtung von typischen Betrieben der Region. Danach folgte der Wunsch nach Projekten, welche eine Kultur und einen Themenschwerpunkt bearbeiten. Das zeigt, dass im NIKIZ Projekt, doch das ein oder andere Mal viele Themenschwerpunkte in einem Projekt abgearbeitet wurden. Bei der Frage „wie wild dürfen neue Projekte sein?“, waren die meisten Teilnehmer für eine Umstrukturierung der Betriebe im Klimawandel offen. Hierbei dachten die meisten an eine Ausweitung der Fruchtfolge, Reduktion von Pflanzenschutzmitteln und den Anbau von neuen Kulturen.

8 KOMMUNIKATIONS- UND DISSEMINATIONSKONZEPT

Durch die enge Zusammenarbeit aller Teilnehmer wurden Ergebnisse zu jeder Zeit in Gesprächen untereinander und mit den Landwirten bei der Arbeit im Feld ausgetauscht. Weiterhin waren aktuelle Ergebnisse während der Projektlaufzeit auf der Internetseite des Projektes www.nikiz.de jederzeit abrufbar. Des Weiteren wurde über verschiedene andere Kanäle kommuniziert (Tabelle 27 bis Tabelle 30). In der im Projekt durchgeführten Umfrage aller Teilnehmer zeigte sich, dass die Ergebnisse aus dem Projekt in den jeweiligen Berufsstand kommuniziert wurden und die meisten waren der Meinung, dass durch das Projekt die Probleme im Rübenanbau auch in die Öffentlichkeit und die Politik transportiert wurden. Bei der Frage, wo sich die Teilnehmer über Projektergebnisse informiert haben, gaben die meisten Teilnehmer an, dies über einen persönlichen Austausch und die Zwischenberichte getan zu haben. Danach kamen Feldtage, das Internet, Fachzeitschriften und Fachveranstaltungen. Die Teilnehmer gaben an, dass sie von Dritten auf das Projekt angesprochen wurden und NIKIZ in der Branche ein Begriff war.

Tabelle 27: Veröffentlichungen aus dem Projekt in Zeitschriften, Vorträgen und Fernsehbeiträgen.

Veröffentlichungen in Zeitschriften

- Schwind, M. 2019. Infos auf dem Smartphone. Die Zuckerrübenzeitung, 6: 30-31
- Lang, C. 2020. Projekt NIKIZ gestartet. Die Zuckerrübenzeitung, 1: 8-9
- Lang, C. 2020. Innovation im Praxis- Netzwerk. Die Zuckerrübenzeitung, 2: 18-19
- Schwind, M. 2020. Blattläuse, Zikaden und Co. Die Zuckerrübenzeitung, 2: 28-29
- Schwind, M. 2020. Nematoden als Nützlinge gegen Zikaden. Die Zuckerrübenzeitung, 2: 30-31
- Schwind, M. 2021: Im Windschatten des Klimawandels. Die Zuckerrübenzeitung. März: 36-37
- Behrmann, S. C. 2021: Erste Erfolge bei der Zikaden-Bekämpfung. Die Zuckerrübenzeitung. März: 38-39
- Varrelmann, M., Hossain, R., von Stockhausen, E., Bornemann, K., Heupel, M., Czaja, S. L., Seigner, L., Zellner, M., Lang, C., Behrmann, S. C. 2021: Viröse Vergilbung in Zuckerrüben. Die Zuckerrübenzeitung. Juli: 16-19
- Schwind, M. 2021: Notfallzulassung von "Cruiser 600 FS". Die Zuckerrübenzeitung. Juli: 20-21
- Therhaag, E. 2021: Es lebe die Zuckerrübe! Die Zuckerrübenzeitung. Juli: 22-23
- Therhaag, E. 2021: Akteure und Biotope sinnvoll vernetzen. Die Zuckerrübenzeitung. Juli: 40
- Behrmann, S. C. et al. 2021: Ausbreitung von bakteriellen und virösen Vergilbungskrankheiten der Zuckerrübe in Süd- und Mitteldeutschland von 2017-2020. Sugar Industry 146. 8: 476-485
- Lang, C. 2021: Existenzielle Fragen gemeinsam lösen. Die Zuckerrübenzeitung. Oktober: 32-33
- Behrmann, S. C. 2021: NIKIZ erforscht Vergilbungskrankheit. Die Zuckerrübenzeitung. Dezember: 24-25
- Engel I., Löffler D., 2022, Wird 2022 ein Blattlausjahr? - Insektizidstrategien, DZZ
- Knab J., Pfitzner H., 2022, Die SGFZ hat sich in der Rübe etabliert- Jetzt heißt es Ärmel hochkrempeln und Lösungen finden!, DZZ

Vorträge

CIBE-Tagung am 24. Oktober 2019 in Kopenhagen: Update on the Management of Cercospora Leaf Spot Disease (CLS)

Dr. Christian Lang, Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenanbauer e. V., Worms: Pflanzen schützen – Erträge sichern – was ist möglich?

Harald Bauer, Mareike Schwind, Axel Siekmann, Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübe Südwest / NIKIZ-Projekt, Worms: Alternative Kontrolle von Schadinsekten

Winterversammlungen 2020, 2021,2022, 2023

10.02.21 DPG AK Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen (online)

23.03.21 Fachgespräch JKI Viröse Vergilbung (online)

26.04.21 NIKIZ Vorstellung EIP-Informationsveranstaltung

01.06.21 Task Force SBR

18.05.21 Virtuelle Informations- und Kontrahierungsveranstaltungen

18.06.21 CIBE Kick-off meeting of the ad hoc working group on plant protection

06.07.21 BLE Vortrag Innovationsdienstleister

04.08.21 Treffen mit Landwirtschaftsministerin Daniela Schmitt (Dexheim)

19.08.21 Gespräch mit MdB Dr. Thomas Gebhardt (Herxheim)

23.- 5. Bundesweiter EIP-Agri-Workshop für OGs und IDLs

24.08.21

01.09.21 15. Göttinger Zuckerrüben tagung

09.09.21 Mitgliederversammlung Hessen-Pfalz

09.09.21 Jahreshauptversammlung Hessen-Pfalz

14.09.21 Versuchsrundfahrt ARGE

23.09.21 Versuchsrundfahrt Bickenbach (Hr. Lenz)

25.10.21 DLR-Beratertagung

21.- 62. Deutsche Pflanzenschutztagung (digital)

23.09.21

15.11.21 AK Viren und Bakterien (Online-Besprechung)

29.11.21 Sortengespräch (Online-Besprechung – Einladungskreis: ARGE Südwest, Züchterhäuser)

02.12.21 ARGE Fachbeirat (Online-Besprechung)

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

16.02.22	Online-Workshop zu SBR (Rohstoffabteilung Offenau)
08.02.23	DPG AK Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen, Braunschweig

Fernsehbeiträge

Sender	Sendung	Ausstrahlungstermin
SWR	Rheinland-Pfalz Wetter vom 4.5.2020	04.05.2020
SAT.1	SAT.1 live 17.30 Uhr	20.08.2020
hr	Alles Wissen ("Schädlinge bedrohen die Ernte")	01.10.2020
SWR	SWR aktuell (Zuckerrübenbauern in der Krise)	21.09.2020
SWR	Landesschau Rheinland-Pfalz vom 28.04.21	28.04.2021

Alle Beiträge:

<https://www.ardmediathek.de/swr/video/r/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvbzEyMzU4NDQ>

<https://www.1730live.de/exotischer-schaedling-bedroht-zuckerruebe/>

[https://www.ardmediathek.de/hr/video/alles-wissen/alles-wissen-vom-01-10-2020/hr-](https://www.ardmediathek.de/hr/video/alles-wissen/alles-wissen-vom-01-10-2020/hr-fernsehen/Y3JpZDovL2hyLW9ubGluZS8xMTE3Mzg/)

[fernsehen/Y3JpZDovL2hyLW9ubGluZS8xMTE3Mzg/](https://www.ardmediathek.de/swr/video/swr-aktuell-rheinland-pfalz/zuckerruebenbauern-in-der-krise/swr-rheinland-pfalz/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvbzEzMDYyMDk/)

[https://www.ardmediathek.de/swr/video/swr-aktuell-rheinland-pfalz/zuckerruebenbauern-in-der-krise/swr-rheinland-](https://www.ardmediathek.de/swr/video/swr-aktuell-rheinland-pfalz/zuckerruebenbauern-in-der-krise/swr-rheinland-pfalz/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvbzEzMDYyMDk/)

[pfalz/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvbzEzMDYyMDk/](https://www.ardmediathek.de/swr/video/swr-aktuell-rheinland-pfalz/zuckerruebenbauern-in-der-krise/swr-rheinland-pfalz/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvbzEzMDYyMDk/)

<https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/zuckerruebenbauern-in-der-krise-100.html>

<https://www.swrfernsehen.de/landesschau-rp/zuckerruebenanbauer-in-rheinland-pfalz-vor-dem-aus-100.html>

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

Tabelle 28: Präsentationen und Veranstaltungen des Verbands und Südzucker.

Zeitz	Monat / 2021	Vortragender/Autor	Titel	Ausstrahldatum
	Februar	Rohstoffabteilung + Verband	Zeitz Winterfachtagung: Themen rund um die ZR	aktuelle 11.2.2021
	Mai	Beyer, Rösler, Stohr, Dr. Lukashyk	Informationsveranstaltung Kontrahierung	18.05.2021
Offstein, Wabern, Offenau	Monat / 2021	Vortragender/Autor	Titel	Ausstrahldatum
Diese Videos wurden auf Youtube (primaer Kanal) für die Anbauer veröffentlicht.	Januar	Rohstoffabteilung Verband	+ Rübenoffensive Offenau	13.1, 26.1, 4.2, 15.1, 18.1, 26.1, 27.1, 5.2, 8.2, 9.2, 11.2, 12,2
	Januar/ Februar	Verband und Südzucker AG	Zuckerrübenanbau aktuell/Aktuelles aus der Südzucker AG – Es geht weiter! Neue Entwicklungen, neue Forschungsergebnisse!	26.1., 29.1., 3.2.
	Mai	Verband und Südzucker AG	Digitale Informationsveranstaltungen zur	17.5., 18.5.,27.5

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

			Kontrahierung für das Anbaujahr 2022	
Juli	Verband	Digitale Feldbegehung mit Schwerpunkt Blattkrankheiten und Fungizide	13.7	
Dezember	Verband	Sorteninformationsveranstaltung	22.12	
Dezember	Verband	Infoveranstaltungen zur Sortenwahl	27.12.,28.12	

Der Verband schickt regelmäßig Rundschreiben zu den neusten Forschungsthemen
 Zahlreiche Agrarheute/TopAgrar Artikel -> bitte seitens NIKIZ ergänzen

Auch dieses Jahr keine Interaktion auf Facebook, Instagram und WhatsApp

Facebook + Instagram Channel „südzucker_momente“: Alle Rohstoffabteilungen der SZ arbeiten hier mit SZ zusammen und liefern Bildmaterial

Rain/Plattling	Monat / 2021	Vortragender/Autor	Titel	Ausstrahldatum
	Januar	Arbeitsgemeinschaft, Ringes und Rohstoffabteilung	Infoveranstaltung Pflanzenbau	Thema 12.01.2021
	Januar	Arbeitsgemeinschaft, Ring südbayer.	Winterversammlung Bayern Teil 1: Pflanzenbau, Teil 2: Marktpolitischer Teil	15.1.2021

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

		Zuckerrübenanbauer, Südzucker		
	September	Arbeitsgemeinschaft, Ring südbayer. Zuckerrübenanbauer, Südzucker	Versuchsführung Makhofen	23.9
Kuratorium/Südzucker	Datum/Jahr	Vortragender/Autor	Titel	Ausstrahldatum
	18.01.2022	siehe unten	Kuratoriumstagung 2022	18.01.2022
	18.01.2023	siehe unten (NIKIZ kein eigenes Thema, in Themenblöcken aber teilweise erwähnt)	Kuratoriumstagung 2023	18.01.2023

Tagung Programm der virtuellen Vortragstagung 2022

09:00	Begrüßung Dr. F. Zeller
09:05	Neue Züchtungsmethoden und mögliche Anwendungsbereiche in Zuckerrübe Dr. J. Falk
09:35	Die wichtigsten Zuckerrübenkrankheiten und deren Bekämpfung J. Fiest
10:10	Auswirkungen der neuen Pflanzenschutzanwendungsverordnung Dr. L. Kamp / L. Schott
10:45	Systemvergleich in der Unkrautbekämpfung mit und ohne Conviso V. Dellekönig
11:20	Neue Lösungsansätze durch innovative & praxisnahe Forschung - Aktuelles aus dem Institut für Zuckerrübenforschung Prof. A.K. Mahlein
11:55	Vergabe des Förderpreises der süddeutschen Zuckerwirtschaft Dr. H.-J. Gebhard
12:00	Schlusswort Dr. R. Schechter

KURATORIUMSTAGUNG

Mittwoch, 18. Januar 2023 • 9:00 Uhr
Joseph-von-Fraunhofer-Halle • Am Hagen 75 • 94315 Straubing

<p>09:00 Eröffnung und Begrüßung Dr. Rainer Schechter, Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau, Mannheim</p> <p>Grußwort Helmut Friedl, Vorsitzender Verband bayerischer Zuckerrübenanbauer e.V., Barbing</p> <p>Hat der Anbau von Zuckerrübe in Europa eine Zukunft?</p> <p>09:30 "Farm to fork" und Zuckerrübe - passt das zusammen? Jakob Maier, Leiter des Instituts für Pflanzenschutz an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising</p> <p>Grußwort Hubert Aiwanger, Staatsminister für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (stellvertretender Bayerischer Ministerpräsident)</p> <p>Bedeutung der Zuckerrübe im Unternehmen Südzucker Dr. Rainer Schechter, Mitglied der Geschäftsleitung (CEO) Division Zucker, Südzucker AG, Mannheim</p> <p>Diskussion</p> <p>Der Zuckerrübenanbau von morgen</p> <p>10:50 Bedeutung der Sortenleistung für den integrierten und nachhaltigen Anbau von Zuckerrüben Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein, Leiterin Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen</p> <p>11:15 Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter zukünftig bekämpfen Gerald Wagner, Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Zuckerrübenanbaus, Barbing</p> <p>11:40 Diskussion</p>	<p>12:00 Vergabe des Förderpreises der süddeutschen Zuckerwirtschaft</p> <p>12:15 Mittagessen</p> <p>13:15 Düngung der Zuckerrübe im Fokus der Nährstoffversorgung und rechtlicher Vorgaben Dr. Dietmar Horn, Thomas Hetterich, Bodengesundheitsdienst, Ochsenfurt</p> <p>13:40 Applikationskarten – was macht den Erfolg in der Praxis aus? Thomas Muhr, Geschäftsführer geo-konzept GmbH, Adelschlag</p> <p>14:05 Diskussion</p> <p>14:25 Neue Wege der Unkrautbekämpfung – Untersuchung von Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit Dr. Peter Risser, Leiter Versuchsgut Kirschgartshausen der Südzucker AG, Mannheim</p> <p>14:50 Zurück zur Bandspritze – ein Ansatz für die Herbizidreduktion im Rübenbau? Klaus Gehring, Institut für Pflanzenschutz der LfL, Freising</p> <p>15:15 Überbetrieblicher Einsatz zukünftiger Technologien? Dr. Helmut Ring, Geschäftsführer Verband bayerischer Zuckerrübenanbauer e.V., Barbing</p> <p>Benjamin Kirchberger, Leiter Rübenabteilung Bayern der Südzucker AG, Mannheim</p> <p>15:40 Diskussion</p> <p>16:00 Schlusswort Dr. Stefan Streng, Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau, Mannheim</p>
---	--

Tabelle 29: Präsentationen und Veröffentlichungen Uni Gießen

Präsentationen		
12.02.2020	Prof. Dr. Andreas Vilcinskas	DPG- AK Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen

Tabelle 30: Präsentationen ZEPP.

Tagungen		
22.01.20	Manuela Schieler	ZEPP-Tagung (online) Projektvorstellung
07.02.20	Manuela Schieler	DPG AK Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen, Braunschweig
19.01.21	Manuela Schieler	ZEPP-Tagung (online)
10.02.21	Manuela Schieler	DPG AK Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen, online
21.- 23.09.21	Manuela Schieler	62. Deutsche Pflanzenschutztagung (digital)
18.01.22	Manuela Schieler	ZEPP-Tagung (online)
09.02.22	Manuela Schieler	DPG AK Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen, online
17.01.23	Manuela Schieler	ZEPP-Tagung, Freising
08.02.23	Manuela Schieler	DPG AK Schädlinge in Getreide, Mais und Leguminosen, Braunschweig
02.08.23	Benno Kleinhenz	Forum BETA-SOL
27.09.23	Benno Kleinhenz	63. Deutsche Pflanzenschutztagung

8.1 Austausch innerhalb des Projekts:

Tabelle 31: Interne Besprechungstermine.

Datum	Besprechung
11.10.2019	OG-Besprechung
15.01.2020	Besprechung zu Projektbeginn im Rahmen der Kuratoriumstagung von Südzucker

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

19.02.2020	Versuchsplanung mit beteiligten Landwirten, Fachbeirat der ARGE Zuckerrübe Südwest, Officialberatern der südwestdeutschen Bundesländer		
09.07.2020	OG-Besprechung		
23.11.2020	Nachbesprechung Versuche mit den beteiligten Landwirten		
30.03.2021	OG-Besprechung	mit	anschließender Lenkungsgruppensitzung
17.08.2021	OG-Besprechung		
13.12.2021	Landwirtetreffen	mit	anschließender Lenkungsgruppensitzung
09.05.2023	Abschlussbesprechung der operationellen Gruppe		

Das NIKIZ-Projekt wurde auf den Winterversammlungen und Kontrahierungsveranstaltungen vorgestellt und aktuelle Ergebnisse auch noch mal an den Feldtagen Ende Juli/Anfang August. Die größte Herausforderung im Projekt war es, die Treffen zu einem Zeitpunkt zu organisieren, an dem die Praxis gerade Regentage, oder Tage ohne Arbeitsspitzen hatte und die Forschung nicht gerade im Analysehoch steckte. Ohne Neuigkeiten und bei reinen organisatorischen Treffen fiel die Teilnahme geringer aus. Die Landwirte mussten sich oft vor dem organisatorischen Teil aus den Veranstaltungen abmelden, da sonst zu viel Arbeit liegen blieb. In einer anonymen Umfrage zu Projektende wurde gefragt, ob es genügend Veranstaltungen zum Projektfortschritt gab, hier wurde einstimmig mit „Ja“ geantwortet. Hier wurde auch gefragt, ob sich die Teilnehmer entsprechend Ihrer Vorstellungen im Projekt einbringen konnten, dies wurde durchschnittlich mit einer 1,9 (auf einer Skala von 1-5, wobei 1 „ja zu 100%“ bedeutete) bewertet.

Ein enger Austausch ist unbedingt nötig, und wurde im NIKIZ Projekt sehr gepflegt. Auch wenn dieser nicht immer auf expliziten Treffen stattfand. Im Jahresverlauf gab es viele Möglichkeiten auf Sortenrundfahrten (ARGE), Feldbegehungen (ARGE), Versammlungen und Jahreshauptversammlung des Verbandes an denen sich die meisten der OG-Mitglieder trafen und man viele Dinge klären konnte.

Die Termine 2021 und 2023 sind der Tabelle 28 zu entnehmen.

Wie bereits im Vorjahr fanden die Winterversammlungen 2022 online statt. An drei Terminen (25.01; 26.01. und 02.02.22) konnten sich alle Zuckerrübenanbauer über aktuelle Themen rund um den Zuckerrübenanbau und über den Stand des NIKIZ-Projektes informieren. Es nahmen 2022 rund 420 Landwirte teil.

8.2 Pressemitteilungen

Youtube

Ein Tag unterwegs mit dem NIKIZ-Team (online seit 21.06.2021)

<https://www.youtube.com/watch?v=MM4HKIS3IA0>

Zikadenkeschern (online seit 08.07.2021)

<https://www.youtube.com/watch?v=rrYhVMSptbk>

Blattläuse richtig erkennen, Teil 1-3, online seit 28.05.2020

Teil 1: <https://www.youtube.com/watch?v=qBtql9tHKOY>

Teil 2: <https://www.youtube.com/watch?v=IbYM55Kopgo>

Teil 3: <https://www.youtube.com/watch?v=VvyBEY67T-A>

8.3 Grundsätzliche Schlussfolgerungen

Bei der Umfrage aller Teilnehmenden, zeigte sich, dass die Arbeit im Projekt durchschnittlich gut gefallen hat. Als verbesserungswürdig wurden vor allem der Ergebnistransfer, die Versuchsdurchführung und die Kommunikation genannt. Jedoch waren fast alle bereit an einem weiteren Projekt teilzunehmen und auch wieder Schläge bereit zu stellen. Als sehr wichtig zeigte sich die Kommunikation von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung in die Praxis. Die Befragten stimmten zu, dass ein Wissensfortschritt aus der Praxis in die Forschung, aber auch umgekehrt stattgefunden hat. Dies zeigt, dass das Konzept von EIP-Agri in diesem Projekt voll aufgegangen ist.

EIP-Agri hat sich im NIKIZ-Projekt als sehr gute Möglichkeit zur Generierung von Innovationen und die Verbindung von Wissenschaft und Praxis erwiesen. Größtes Manko hierbei war jedoch, dass Grundlagenforschung von vornherein ausgeschlossen wurde. Im Falle von NIKIZ war hier jedoch aufgrund eines neuen Schaderreger, welcher in Deutschland noch nicht bekannt war, und somit auch keinerlei Methoden zu Untersuchung etc. vorlagen, Grundlagenforschung nötig. Dies konnte im NIKIZ-Projekt über eine durch die Stiftung Süddeutscher Zuckerrübenanbauer finanzierte Doktorarbeit gelöst werden. Ohne diese Mittel wäre die Erforschung der Zikade und somit das Verständnis zu ihrem Lebenszyklus und somit Anhaltspunkte, wo und wann diese bekämpft werden könnten, nicht möglich gewesen.

Die zweite Hürde sind die Standardeinheitskosten für das Personal. Hier werden immer mehrere Tarifgruppen gemittelt, jedoch muss man nachweisen das das Personal, welches man für die Arbeiten einstellt, die nötigen Kompetenzen und Ausbildung aufweist, kann es dann jedoch nicht leistungsgerecht entlohnen, weil einem zu wenig Geld zur Verfügung steht. Wenn man dann Personal hat, welches bereits über mehrere Jahre in dem Bereich arbeitet und gleich zu 100% einsteigen kann, ist die Bezahlung gering und es muss bereits von den Mitarbeitern ein großes Interesse an der Arbeit und der Innovation bestehen, um sie für das Projekt gewinnen

und dann auch halten zu können. Aufgrund dieser Thematik wurde das NIKIZ Projekt oftmals als Sprungbrett benutzt und es führte leider zu einer hohen Fluktuation im Projekt. Dies sorgte für eine höhere Arbeitsbelastung der verbleibenden Mitarbeiter. Der Verband hat hier aus Eigenmitteln noch für eine gerechtere Bezahlung gesorgt und mehr Dienstwägen für die vielen Monitoringaktivitäten finanziert. Eine Bereitschaft gegen Kilometergeld die eigenen Fahrzeuge im Feld zu nutzen war nicht vorhanden und kann man bei diesen Tätigkeiten auch nicht von den Mitarbeitern verlangen, da sich im Einsatz im Feld ein hoher Verschleiß einstellt. Es wurden 3 Dienstwägen angeschafft, welche fast täglich im Einsatz waren, über die 3 Jahre sind hier insgesamt 132.870 km angefallen. Anschaffungskosten von 56.640€, und die Kosten für Reparaturen, Versicherung, Steuern etc.. Auch hierfür soll die Pauschale auf die Personalkosten reichen. Hier wäre es für die Zukunft eine Überlegung, ob das Leasing für Fahrzeug für solche Tätigkeiten abgerechnet werden darf, oder eine Kilometerpauschale nach Fahrtenbuch förderfähig wäre. Dann würden zumindest ein Teil der Kosten gedeckt sein. Ein weiteres Thema waren die Aufwandsentschädigungen der Landwirte, diese waren zuvor schwer absehbar, und die Bedingungen, dass Aufwandsentschädigungen geltend gemacht werden konnten waren sehr schwierig zu erfüllen. Es konnten nur Kosten für einen direkten Maschineneinsatz nach der KTBL-Tabelle abgerechnet werden. Das durch Probenahmen oder durch bestimmte Versuche Ernte verloren ging, Extraaufwand entstand durch die Versuchsanlagen etc. konnte nicht ausgeglichen werden. Dafür wurden die Entschädigungen unbürokratisch vom Verband übernommen.

Im Falle von NIKIZ kam auch noch die hohe Inflation ins Spiel, welche durch die 15% Pauschale bei den Personalkosten in keinsten Weise gereicht hat, um die Steigerung der Sachkosten abzufangen. Da es sich um ein Innovationsprojekt handelt, gibt es natürlich Kosten, welche vor Beginn des Projektes noch nicht absehbar waren. Im Projekt NIKIZ waren das z. B. die Zelte für die Zikadenversuche. Dadurch dass der Lebenszyklus und die Zikade zu Projektbeantragung/Beginn noch nicht erforscht war, zeigte sich erst im Verlauf des Projektes, dass diese Zelte unbedingt nötig sind, um Versuche durchführen und zu Ergebnissen kommen zu können. Jedoch ist das Budget fix und man kann hier keine weiteren Kosten beantragen. Einen Teil der Kosten konnten durch Umschichtungen abgedeckt werden. Wenn hier der Verband nicht mit Eigenmitteln eingesprungen wäre, hätten hier viele Versuche trotzdem nicht stattfinden können und für die Landwirte wären viele Fragen unbeantwortet geblieben.

Literatur:

- Bedding, R. A., & Akhurst, R. J. (1975). A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21(1), 109-110.
- Behrmann SC, Rinklef A, Lang C, Vilcinskas A, Lee KZ. Potato (*Solanum tuberosum*) as a New Host for *Pentastiridius leporinus* (Hemiptera: Cixiidae) and *Candidatus Arsenophonus* Phytopathogenicus. *Insects*. (2023) Mar 13;14(3):281. doi: 10.3390/insects14030281. PMID: 36975966; PMCID: PMC10058626.
- Behrmann, S. C., Witczak, N., Lang, C., Schieler, M., Dettweiler, A., Kleinhenz, B., ... & Lee, K. Z. (2022). Biology and Rearing of an Emerging Sugar Beet Pest: The Planthopper *Pentastiridius leporinus*. *Insects*, 13(7), 656.
- Bressan, A. (2009). Agronomic practices as potential sustainable options for the management of *Pentastiridius leporinus* (Hemiptera: Cixiidae) in sugar beet crops. *Journal of Applied Entomology*, 133(9-10), 760-766.
- Bressan, A., (2014). Emergence and evolution of *Arsenophonus* bacteria as insect-vectorred plant pathogens. *Infection, genetics and evolution: journal of molecular epidemiology and evolutionary genetics in infectious diseases* 22, 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.01.004>.
- Campbell, C.L., Madden, L.V., (1990). *Introduction to Plant Diseases Epidemiology*. John Wiley & Sons, New York.
- Freier, B. (1993). Nutzensschwellen für Schädlingsfeinde in Agrar-Ökosystemen-eine neue Kategorie von Schwellenwerten und Entscheidungshilfen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig)*, 45(5-6), 123-126.
- Heathcote, G. D. (1962). The suitability of some plant hosts for the development of the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). *Entomologia experimentalis et applicata*, 5(2), 114-118.
- Hörmann, G., (1998). *Speichermodelle zum Bodenwasserhaushalt*. Kiel, 52 pp.
- Jung, J., Racca, P., Schmitt, J., Kleinhenz, B., (2014). SIMAGRIO-W: Development of a prediction model for wireworms in relation to soil moisture, temperature and type. *Journal of Applied entomology* 138, 183–194. <https://doi.org/10.1111/jen.12021>.
- Kemp, W.P., Dennis, B., Beckwith, R.C., (1986). Stochastic Phenology Model for the Western Spruce Budworm (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental entomology* 15, 547–554. <https://doi.org/10.1093/ee/15.3.547>.
- Kennedy, J. S., Booth, C. O., & Kershaw, W. J. S. (1961). Host finding by aphids in the field: III. Visual attraction. *Annals of applied Biology*, 49(1), 1-21.
- Lang, C. (2023). Die Bakterielle Kartoffelknollen-Welke- Zikaden als Gefahr? *Kartoffelbau* 5/2023 (74. Jg.), 8-12.
- Limburg, D. D., Mauk, P. A., & Godfrey, L. D. (1997). Characteristics of beet yellows closterovirus transmission to sugar beets by *Aphis fabae*. *Phytopathology*, 87(7), 766-771.
- Nunnenmacher L., (1998), Blattläuse auf Kopfsalat und deren Kontrolle durch gezielte Beeinflussung der Lebensgrundlagen ihrer Prädatoren, *Bayreuther Forum Ökologie*, Band61, 1-152

SCHLUSSBERICHT PROJEKT NIKIZ

- Parker, W. E. (2007). New approaches to wireworm management in the UK. *IOBC WPRS BULLETIN*, 30(7), 43.
- Qi, A., Dewar, A.M., Harrington, R., (2004). Decision making in controlling virus yellows of sugar beet in the UK. *Pest Manag Sci* 60, 727–732. <https://doi.org/10.1002/ps.871>.
- Rocha, Bettina (2021). Mit AKIS ungenutztes Potenzial nutzen. *LandInForm* 2/2021, 46-47.
- Sémétey, O., Bressan, A., Gatineau, F., & Boudon-Padieu, E. (2007). Development of a specific assay using RISA for detection of the bacterial agent of 'basses richesses' syndrome of sugar beet and confirmation of a *Pentastiridius* sp.(*Fulgoromopha*, Cixiidae) as the economic vector. *Plant pathology*, 56(5), 797-804.
- Smith, H., Hallsworth, P.B., (1990). The effects of yellowing viruses on yield of sugar beet in field trials, 1985 and 1987. *Annals of Applied Biology* 116, 503–511. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1990.tb06633.x>.
- Southwood TRE, (1978): *Ecological methods*. London: Chapman & Hall.
- Thieme, T., Heimbach, H., (1993). Bildschlüssel zur Bestimmung von Blattläusen an Betarüben. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 45, 144–150.
- van Emden, H.F., Eastop, V.F., Hughes, R. D., Way, M. J., (1969). The ecology of *Myzus persicae*. *Annu. Rev. Entomol.*, 197–270.
- Whalon, M.E., Smilowitz, Z., (1979). The interaction of temperature and biotype on development of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulz.). *Amer.Potato J.* 56, 591–596.
- Youden, W.J., (1950). Index for rating diagnostic tests. *Cancer* 3, 32–35. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(1950\)3:1<32:AID-CNCR2820030106>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/1097-0142(1950)3:1<32:AID-CNCR2820030106>3.0.CO;2-3).
- Zeuner, T., (2007). *Landwirtschaftliche Schaderregerprognose mit Hilfe von Geographischen Informationssystemen*. Dissertation. Mainz, 199 p