



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Schlussbericht zum Thema

„Optimierung des Einsatzes von Kulturschutznetzen als Alternative zum chemischen Pflanzenschutz im Gemüsebau“

FKZ: 2815NA146 und 2815NA199

Projektnehmer/Projektnehmerin:

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische Landwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und in der BÖL-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in die Praxis umgesetzt. Das Programm gliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder - das Forschungs- und das Informationsmanagement.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter:

www.bundesprogramm.de
www.oekolandbau.de/forschung

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Bundesprogramm Ökologischer Landbau
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel.: 0228-6845-3280
E-Mail: boel-forschung@ble.de

Gefördert durch:



BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Abschlussbericht

„Optimierung des Einsatzes von Kulturschutznetzen als Alternative zum chemischen Pflanzenschutz im Gemüsebau“

FKZ: 2815NA146 und 2815NA199

Projektnehmer:

**Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern**

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Abschlussbericht des Verbundvorhabens

Optimierung des Einsatzes von Kulturschutznetzen als Alternative zum chemischen Pflanzenschutz im Gemüsebau

Laufzeit: 01.06.2019 – 28.02.2022

Zuwendungsempfänger: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern

Ausführende Stelle: Gartenbaukompetenzzentrum

Förderkennzeichen: 2815NA146

Verantwortlich: Gunnar Hirthe



Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei

Zuwendungsempfänger: Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für
Kulturpflanzen

Ausführende Stelle: Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst

Förderkennzeichen: 2815NA199

Verantwortlich: Dr. Elias Böckmann



Institut für Pflanzenschutz
in Gartenbau und Forst

Gefördert durch:



BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kurzfassung

An zwei verschiedenen Standorten in Norddeutschland, Gülzow (MV) und Braunschweig, wurden von 2019 – 2021 Feldversuche durchgeführt, um die Auswirkungen einer Kulturabdeckung mit verschiedenen, hinsichtlich der Maschenweite differenzierenden Insektenschutznetzen auf die Veränderung des Mikroklimas, den Schädlingsbefall sowie auf Ertrags- und Qualitätsparameter ausgewählter Gemüsekulturen im Freiland zu bewerten.

Das Mikroklima unter den Kulturschutznetzen unterschied sich nur geringfügig von unbedeckten Beständen. So war die Lufttemperatur zumeist leicht erhöht, während die relative Luftfeuchte im Mittel etwas niedriger lag. Der Schattierungseffekt der Netze hing von deren Maschenweite und der Grundstrahlung ab und lag in der Regel zwischen ca. 10 % und 20 % (PAR). Insbesondere in den lichtreichen Sommermonaten, der Hauptverwendungszeit von Insektenschutznetzen, hatte dies keinen nachteiligen Effekt auf das Pflanzenwachstum.

Während einige wenige Kulturen wie Bundmöhren, Frühlingszwiebel und Schnittlauch negativ auf den Netzeinsatz reagierten, konnte bei der überwiegenden Zahl der Gemüsekulturen eine positive Beeinflussung in Form einer schnelleren Kulturentwicklung beobachtet werden. Bei empfindlich auf eine Netzabdeckung reagierenden Kulturen, wie z.B. Buttersalat, konnten keine Unterschiede hinsichtlich der Sensitivität zwischen einzelnen Salatsorten nachgewiesen werden. Bei heißer Witterung auftretende Qualitätsmängel wurden durch die Abdeckung mit Insektenschutznetzen noch verstärkt.

Verschiedene Nützlingsgruppen kamen unter den Netzabdeckungen in verringerter Anzahl vor. Gleichzeitig kam es teilweise zu erhöhtem Befall durch Blattläuse und Minierfliegen unter den Netzen, während etwa Erdfloh und Kleine Kohlflyge wirksam durch die Netze reduziert wurden. Bei Thripsen konnte die prinzipielle Wirksamkeit von engmaschigen Netzen gezeigt werden. Das verfügbare Netz eignete sich jedoch nicht für den Praxiseinsatz und zeigte dort auch nicht die entsprechende Wirkung.

Summary

Field trial studies were conducted at two different locations in Northern Germany to evaluate the effects of insect protection nets, differing in their mesh size, on microclimate modification, insect pest population as well as on yield and quality formation of selected open-field vegetable crops.

Whereas a few crops, such as carrots and chives, reacted negatively to the use of netting, a positive influence, i.a. faster crop development, was observed for the majority of vegetable crops. In the case of crops sensitive to netting, such as lettuce, no differences in the sensitivity between individual varieties were detected. The microclimate under the nets differed only slightly from uncovered plots. The temperature was slightly higher in most cases, while the relative humidity was somewhat lower. The shielding effect of the nets depended on the mesh width and the background radiation and was usually between 10 and 20 %.

Especially during summer, when insect nets are predominantly used, microclimate effects had no negative impact on plant growth. Quality deficiencies occurring under high temperature conditions were, however, exacerbated by covering with insect nets.

Various groups of natural enemies were found in reduced numbers under the nets. At the same time, there was an increased infestation of aphids and leaf miners under the nets, while the nets effectively reduced the infestation of flea beetles and cabbage root flies. For thrips, the principle effectiveness of narrow-meshed nets was demonstrated, but the available net was not suitable for practical use and did not show the comparable effects under practical conditions.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1 Gegenstand des Vorhabens.....	1
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	2
1.3 Planung und Ablauf des Projektes.....	2
1.3.1 AP 1 - Einsatz von Kulturschutznetzen in empfindlichen Kulturen	4
1.3.2 AP 2 - Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume	4
1.3.3 AP 3 - Bewertung des Einflusses besonders engmaschiger, zur Abwehr neuer Problemschädlinge geeigneter Netze, auf bisher netzverträgliche Kulturen	5
1.3.4 AP4 - Eignung aktueller Prognosemodelle und Monitoringverfahren für Gemüseschädlinge als Grundlage für die Steuerung des Bedeckungsmanagements.....	5
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand	6
3. Material und Methoden	8
3.1 Teilprojekt FKZ 2815NA146, LFA.....	8
3.1.1 Verwendete Netze	8
3.1.2 AP 1 - Einsatz von Kulturschutznetzen in empfindlichen Kulturen	9
3.1.2.1 Screening von Gemüsekulturen auf Eignung für die temporäre oder langfristige Abdeckung mit Insektenschutznetzen.....	9
3.1.2.2 Sortenabhängige Kopfbildung bei Chinakohl und Buttersalat unter Netzabdeckung.....	10
3.1.2.3 Beeinflussung von Mikroklima und photosynthetisch aktiver Strahlung (PAR) durch eine Abdeckung mit Insektenschutznetzen	10
3.1.2.4 Käfigversuche zur Eignung von Netzen unterschiedlicher Maschenweite für die Abwehr spezifischer Schädlinge	11
3.1.3 AP 2 - Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume	11
3.1.4 AP 3 – Eignung engmaschiger Netze zur Thripsbekämpfung.....	12
3.1.5 Versuchsstandorte.....	13
3.1.6 Statistische Auswertung.....	13
3.2 Teilprojekt FKZ 2815NA199, JKI.....	14
3.2.1 AP 3 – Eignung engmaschiger Netze zur Thripsbekämpfung.....	14
3.2.2 AP 4 - Prognosemodelle als Grundlage für die Steuerung des Bedeckungsmanagements.....	15
3.2.3 Versuchsstandorte.....	16
3.2.4 Statistische Auswertung.....	17

4.	Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	17
4.1	Teilprojekt FKZ 2815NA146, LFA.....	17
4.1.1	AP 1 - Einsatz von Kulturschutznetzen in empfindlichen Kulturen	17
4.1.1.1	Eignung von Gemüsekulturen für die temporäre oder langfristige Abdeckung mit Insektenschutznetzen	17
4.1.1.2	Sortenabhängige Kopfbildung bei Chinakohl und Buttersalat unter Netzabdeckung.....	19
4.1.1.3	Beeinflussung von Mikroklima und photosynthetisch aktiver Strahlung (PAR) durch eine Abdeckung mit Insektenschutznetzen	22
4.1.1.4	Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Insektenschutznetzen am Beispiel von Knollensellerie	27
4.1.2	AP 2 - Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume	28
4.1.3	AP 3 – Eignung engmaschiger Netze zur Thripsbekämpfung.....	32
4.2	Teilprojekt FKZ 2815NA199, JKI.....	36
4.2.1	AP 3 – Versuche zur Thripsabwehr in Porree, Bundzwiebeln und Schnittlauch ..	36
4.2.1.1	Praxisversuche zur Netzbedeckung in Porree	39
4.2.2	AP 4 - Nutzung des SWAT Prognosemodells im Bedeckungsmanagement.....	41
4.2.2.1	Praxisversuche zur Nutzung von Netzabdeckungen in Kohlrabi	46
4.2.2.2	Einsatz von Nützlingen unter Netz zur Blattlausbekämpfung.....	49
5.	Diskussion der Ergebnisse.....	52
5.1	AP 1 - Einsatz von Kulturschutznetzen in empfindlichen Kulturen	52
5.2	AP 2 - Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume	52
5.3	AP 3 - Eignung engmaschiger Netze zur Thripsbekämpfung.....	53
5.4	AP 4 - Prognosemodelle als Grundlage für die Steuerung des Bedeckungs- managements.....	53
6.	Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	54
7.	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	55
8.	Zusammenfassung.....	55
9.	Literaturverzeichnis	56
10.	Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt (Printmedien, Newsletter usw.), bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	57

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Mittleres Kopfgewicht bei Buttersalat: Sortenspezifische Reaktion auf unterschiedliche Bedeckung (Satz 1, Ernte 29.06.20)	20
Abb. 2: Kopfbildung bei Buttersalat: Sortenspezifische Reaktion auf unterschiedliche Bedeckung, Satz 1 (Boniturnoten Kopfbildung: 1 fehlend, 2 gering - leichter Ansatz zur KB, 3 deutliche KB, Kopf offen, 4 ausgeprägter, mäßig geschl. Kopf, 5 st. ausgeprägter, fest geschlossener Kopf)	20
Abb. 3: Mittleres Kopfgewicht bei Buttersalat: Sortenspezifische Reaktion auf unterschiedliche Bedeckung (Satz 2, Ernte 11.08.20)	21
Abb. 4: Kopfbildung bei Buttersalat: Sortenspezifische Reaktion auf unterschiedliche Bedeckung, Satz 2 (Boniturnoten Kopfbildung: 1 fehlend, 2 gering - leichter Ansatz zur KB, 3 deutliche KB, Kopf offen, 4 ausgeprägter, mäßig geschl. Kopf, 5 st. ausgeprägter, fest geschlossener Kopf)	21
Abb. 5: Abweichung der Temperaturverläufe im Tagesverlauf unter Insektenschutznetzen unterschiedlicher Maschenweite zu einem Bestand ohne Bedeckung (gestrichelte Linie = Absolutwerte) bei Blumenkohl an zwei repräsentativen Terminen	23
Abb. 6: Abweichung der relativen Luftfeuchte im Tagesverlauf unter Insektenschutznetzen unterschiedlicher Maschenweite zu einem Bestand ohne Bedeckung (gestrichelte Linie = Absolutwerte) bei Blumenkohl an zwei repräsentativen Terminen	24
Abb. 7: Abweichung der Saugspannung unter Insektenschutznetzen unterschiedlicher Maschenweite zu einem Bestand ohne Bedeckung (grüne Punkte = Absolutwerte) bei Blumenkohl in einer Bodentiefe von 25 cm	25
Abb. 9: Vergleich der Ertrags- und Gesamtaufwuchsbiomasse bei unterschiedlichen Unkrautregulierungsmaßnahmen in Knollensellerie unter Netzabdeckung, Ernte 07.10.19 (Tukey HSD Test, alpha=0.05)	28
Abb. 10: N-Angebot dargestellt als N-Menge im Aufwuchs von Knollensellerie (unterteilt in Ertrag und Ernte-rückstand), Unkraut sowie Rest-N _{min} zur Ernte in 0 - 60 cm Bodentiefe (Ernte 07.10.19)	29
Abb. 11: Vergleich der Ertrags- und Gesamtaufwuchsbiomasse bei unterschiedlichen Unkrautregulierungsmaßnahmen in Knollensellerie in Abhängigkeit von der Abdeckung (Ernte 09.10.20)	30
Abb. 12: N-Angebot dargestellt als N-Menge im Aufwuchs von Knollensellerie (unterteilt in Ertrag und Ernterückstand), Unkraut sowie Rest-N _{min} zur Ernte in 0 - 60 cm Bodentiefe (Ernte 09.10.20)	31
Abb. 13: Anteil der mit Sellerieschorf und Herzfäule befallenen Pflanzen im Versuch 2020 ..	31
Abb. 14: Bruttoertrag von Weißkohl bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (erster Versuch, Ernte 30.09.19)	32

Abb. 15: Thripsschäden in Form von Verkorkungen der Blätter an Köpfen von Weißkohl bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (erster Versuch, Ernte 30.09.19)	33
Abb. 16: Thripsbefall an Knollen von Fenchel bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (Ernte 24.07.19)	34
Abb. 17: Thripsschäden in Form von Verkorkungen der Blätter an Köpfen von Weißkohl bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (zweiter Versuch, Ernte 22.09.20)	34
Abb. 18: Knollengewichte und Knollenform bei unterschiedlicher Netzabdeckung von Knollenfenchel (zweiter Versuch, Ernte 30.07.2020)	35
Abb. 19: Bruttoertrag von Weißkohl bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (dritter Versuch, Ernte 07.09.21, Tukey HSD Test, $\alpha=0.05$)	36
Abb. 20: Thripsschaden vor dem Putzen in der Erntebonitur im Porree für die Jahre 2019 (oben) und 2020 (unten). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Jeder Punkt repräsentiert eine Pflanze. Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung	37
Abb. 21: Rostpilzbefall vor dem Putzen in der Erntebonitur im Porree für die Jahre 2019 (oben) und 2020 (unten). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Jeder Punkt repräsentiert eine Pflanze. Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung	37
Abb. 22: Ertrag in der Erntebonitur im Porree vor dem Putzen für die Jahre 2019 (oben) und 2020 (unten). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Jeder Punkt repräsentiert eine Pflanze. Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung	38
Abb. 23: Thripsanzahl in Auswaschungsproben aus Porree in zwei Praxisbetrieben zu drei Zeitpunkten im Saisonverlauf 2021. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe (blau = Betrieb A, rot = Betrieb C). Bonitiert wurden 4 Pflanzen pro Wiederholung	39
Abb. 24: Schäden durch Thrips- und Rostpilzbefall an Porree in Praxisbetrieben 2021 zum Zeitpunkt der Ernte. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe (blau = Betrieb A, rot = Betrieb C). Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung	40
Abb. 25: Ertragsparameter bei der Ernte von Porree in zwei Praxisbetrieben. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe (blau = Betrieb A, rot = Betrieb C). Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung	40

Abb. 26: Anzahl der Fraßgänge verursacht durch Larven der Kleinen Kohlfliege zusammengefasst für die Jahre 2019 und 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert	42
Abb. 27: Anteil an Pflanzen mit fehlender oder deformierter Kopfbildung in 2020.....	42
Abb. 28: Prozentualer Schaden an Chinakohlblättern verursacht durch Fraß von Kohlerdlöhen. Dar-gestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert	43
Abb. 29: Prozent von Blattläusen verschmutzter oder von Blattlauskolonien besetzter Blattbereiche, zusammengefasst für 2019 und 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert	44
Abb. 30: Anzahl Minierfliegengänge an Chinakohlblättern in 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert	44
Abb. 31: Prozent der durch Raupenfraß verschwundenen bzw beschädigten Blattfläche an Chinakohl in 2019 und 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whis-kern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert.....	45
Abb. 32: Mittleres Gewicht in Gramm der geernteten Chinakohlköpfe zusammengefasst für 2019 und 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 geerntet.....	45
Abb. 33: Auftreten von Nassfäule, bonitiert als Anzahl von Fäulis betroffene Köpfe zum Zeitpunkt der Ernte, bzw. in 2020 zu einem früheren und einem späteren Erntezeitpunkt. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert.....	46
Abb. 34: Befall durch Kleine Kohlfliege gemessen als Anzahl Fraßgänge an den geernteten Kohlrabis in drei Praxisbetrieben in 2021. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert.....	47
Abb. 35: Fraßschaden durch Erdflöhe und Raupen an den geernteten Kohlrabis in drei Praxisbetrieben. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert.....	47

- Abb. 36: Blattlausbefall durch *Brevicoryne brassicae* und *Myzus persicae* an den geernteten Kohlrabis in 3 Praxisbetrieben. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert 48
- Abb. 37: Umfang und Gewicht der geernteten Kohlrabis in drei Praxisbetrieben. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartils-abstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert..... 48
- Abb. 38: Entwicklung des Befalls durch *B. brassicae* bei Netzabdeckung nach natürlichem Zuflug im Vergleich zur offenen Kontrolle und verschiedenen Nützlingseinsätzen (Marien = Marienkäfer-Eier, Aphidol = *Aphidoletes aphidimyza* Adulte, Florfl = Florfliegenlarven). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert 50
- Abb. 39: Entwicklung des Befalls durch *M. persicae* bei Netzabdeckung nach natürlichem Zuflug im Vergleich zur offenen Kontrolle und verschiedenen Nützlingseinsätzen (Marien = Marienkäfer-Eier, Aphidol = *Aphidoletes aphidimyza* Adulte, Florfl = Florfliegenlarven). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert..... 51

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Planung und Ablauf des Projektes	3
Tab. 2: Gegenüberstellung der Effekte einer Netzabdeckung nach Sander (2013)	6
Tab. 3: Auflistung der verwendeten Netzmaterialien	9
Tab. 4: Informationen zur Betriebsstruktur der Praxisbetriebe, in denen On-farm-Versuche durchgeführt wurden	16
Tab. 5: Übersicht der Eignung ausgewählter Kulturen für den Anbau unter Insekten-schutznetzen.....	18
Tab. 6: Mittlere Tagestemperaturen in ca. 10 cm über der Bodenoberfläche bei unterschiedlicher Netzabdeckung in Blumenkohlbeständen	22
Tab. 7: Mittlere relative Luftfeuchte in ca. 10 cm über der Bodenoberfläche bei unterschiedlicher Netzabdeckung in Blumenkohlbeständen.....	23
Tab. 8: Auslöschung der photosynthetisch aktiven Strahlung (Δ PPF) durch verschiedene Netztypen bei unterschiedlicher Grundstrahlung (PPFD unbedeckt, Summe der Stundenmittelwerte für den jeweiligen Tag, Werte oberhalb 0,01 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ in die Berechnung einbezogen	26
Tab. 9: Vergleich der Deckungsbeiträge zwischen verschiedenen Anbauverfahren von ökologischem Knollensellerie	27
Tab. 10: Zeitlicher Aufwand für die Unkrautregulierung bei unterschiedlichen Anbauverfahren (Versuch 2020).....	30
Tab. 11: Mittlere Temperatur und relative Luftfeuchte unter den verschiedenen Netzen und in der Kontrolle. Über den angegebenen Zeitraum wurde in allen vier Wiederholungen der Kontrolle und allen vier Wiederholungen eines Netz-Versuchsglieds gemessen. Abgebildet sind die gemittelten Werte der vier Datenlogger je Versuchsglied.....	38
Tab. 12: Mittlere photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) unter den verschiedenen Netzen und in der Kontrolle. Gemessen wurde jeweils an 2 Tagen zwischen 9 und 16 Uhr, an einem eher bedeckten und einem eher sonnigen Tag. Abgebildet sind die gemittelten Werte der Messwerte insgesamt über beide Messzeiträume zusammen.....	39
Tab. 13: Einschätzung der Praxisbetriebe zur Nutzung von feinmaschigen Netzen zur Bedeckung von Porree in Ihrem Betrieb.....	41
Tab. 14: Einschätzung der Praxisbetriebe zur Nutzung von Netzen zur Bedeckung von Kohrabi in Ihrem Betrieb.....	49

Abkürzungsverzeichnis

Akh	Arbeitskraft-Einheit je Stunde
AP	Arbeitspaket
BBCH	Skala zur Beschreibung der Pflanzenentwicklung
ISN	Insektenschutznetz
JKI	Julius Kühn-Institut
KB	Kopfbildung
LFA	Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
MW	Maschenweite
NAP	Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln
PA	Polyamid
PAR	photosynthetisch aktive Strahlung
PE	Polyethylen
PSM	Pflanzenschutzmittel
rF	relative Luftfeuchte

1. Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Kulturschutznetze werden bereits seit langer Zeit im Gemüsebau eingesetzt. Die ersten Untersuchungen mit gewebten Kunststoffnetzen fanden bereits Anfang der 1980er Jahre statt (Küpper, 1986). Während der Einsatz im Ökolandbau schon seit längerem Teil der Bekämpfungsstrategie von Schadinsekten ist, waren die hohen Anschaffungskosten sowie der mit dem Netzhandling verbundene hohe Arbeitsaufwand Gründe dafür, dass Netze im konventionellen Gartenbau bisher eine untergeordnete Rolle einnahmen.

Kulturschutznetze werden hauptsächlich bei Kohlgewächsen (einschließlich Jungpflanzenanzucht im Freien) und im Anbau von Rettich, Radies, Karotten, Lauch sowie Bohnen zur Insekten- und Wildabwehr eingesetzt (LICHTENHAHN, KOLLER & VAN DEN BERGE, 1999).

Die Produktion vieler Freilandgemüsekulturen erfolgt unter zunehmend schwierigeren Rahmenbedingungen. Darunter fallen in erster Linie einschneidende Restriktionen bei der Zulassung von Insektiziden, insbesondere der kurzfristige Wegfall von Zulassungen für Neonicotinoide aber auch einer ganzen Reihe anderer wichtiger insektizider Wirkstoffe (Pirimicarb, Pymetrozin, Dimethoat), deren Wiedenzulassung aktuell nicht in Aussicht gestellt wird. Dies wird die bereits existierende Resistenzproblematik weiter verschärfen, ebenso wie der in den letzten Jahren zunehmende Schädlingsdruck, bedingt durch verbesserte Vermehrungs- und Überwinterungsbedingungen in tendenziell großflächiger angebauten Gemüse- und Ackerbaukulturen. Schon jetzt sind einige Schädlinge, wie die Kohlmottenschildlaus, der Rapsglanzkäfer oder die Kleine Kohlflye in vielen Gemüsekulturen nicht mehr ausreichend mit Insektiziden bekämpfbar. Diese Entwicklung dürfte auch auf ökologisch wirtschaftende Betriebe nachhaltigen Einfluss ausüben, da die Wirksamkeit dort einsetzbarer Pflanzenschutzmittel und alternativer Verfahren als deutlich geringer einzuschätzen ist. Die sich verändernden Rahmenbedingungen erfordern die Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien, um einen Rückgang der heimischen integrierten und ökologischen Gemüseproduktion zu vermeiden.

Obwohl mit erhöhten Kosten und größerem Arbeitsaufwand verbunden, wird der Einsatz von Kulturschutznetzen für immer mehr Gemüsebaubetriebe zum unverzichtbaren Bestandteil ihrer Pflanzenschutzstrategie. Er erlaubt eine deutliche Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes, stellt aber mittlerweile für viele integriert und die meisten ökologisch anbauenden Gemüsebaubetriebe die einzige Möglichkeit dar, anfällige Gemüsearten in einer marktkonformen Qualität zu erzeugen. Kulturschutznetze wirken selektiv bezüglich der Durchlässigkeit für Insekten einer bestimmten Größe, haben aber auch durch die Behinderung von Luftaustausch und Lichteinstrahlung Einfluss auf Pflanzenentwicklung und -gesundheit. So kann eine Netzabdeckung neben den positiven Effekten der Schädlingsabwehr auch Probleme durch den Ausschluss von Nützlingsarten, erhöhtes Längenwachstum, die Förderung von Pilzkrankheiten, eine Verschlechterung der Lagereigenschaften, eine Reduzierung wertgebender Inhaltsstoffe oder die Erschwerung von Pflegearbeiten wie Unkrautbekämpfung und Düngung bereiten. Dies begrenzt die Ausweitung des Einsatzes von Kulturschutznetzen bisher

auf wenige Kulturen, wodurch ein wesentliches Potenzial zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln verloren geht.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Übergeordnetes Ziel des Projektes war die Erhöhung der Produktionssicherheit im ökologischen und integrierten Freilandgemüsebau durch die Entwicklung geeigneter Strategien für einen qualitätserhaltenden sowie ökonomisch sinnvollen Einsatz von Kulturschutznetzen. Hierzu sollten Lösungsansätze erarbeitet werden, um in der Anbaupraxis eine intensivere Nutzung von Kulturschutznetzen alternativ zum Insektizideinsatz zu ermöglichen. Geplant waren der Vergleich verschiedener, neuartiger Netzfabrikate hinsichtlich ihrer Eignung für sehr sensible Kulturen sowie die Ausarbeitung von Strategien zur besseren Anpassung von Netzmaschenweiten und Bedeckungszeiträumen an das temporär auftretende Schädlingsspektrum und die spezifischen Kulturbedürfnisse. Zudem sollten Lösungen für das problematische Unkraut- und Düngungsmanagement bei langandauernder Netzabdeckung erarbeitet werden.

Mit dem Projekt sollte ein wesentlicher Beitrag zu den Zielen des NAP, einer Verringerung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes mittels Ersatzes durch präventive, nichtchemische Pflanzenschutzmaßnahmen, geleistet werden. Durch das Reduzieren chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen wird zudem ein wichtiger Beitrag zum Resistenzmanagement der verbliebenen Wirkstoffe geleistet. Gleichzeitig soll die Wettbewerbsfähigkeit der einheimischen integrierten und ökologischen Gemüseproduktion gefördert werden.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Das Projekt wurde im Verbund zwischen LFA und JKI realisiert. Die LFA hatte dabei die koordinierende Funktion inne. Der Arbeitsplan umfasste vier Arbeitspakete (AP), deren Aufteilung nach der jeweiligen Expertise der Projektpartner vorgenommen wurde. An der LFA sind Versuche zu AP 1 bis AP 3 durchgeführt worden (Tab. 1). Das JKI war für das AP 4 zuständig und hat einen Teil der Versuche zu AP 3 realisiert. Im von der LFA verantworteten Projektteil (FKZ 2815NA146) wurden bei der wissenschaftlichen Betreuung mehrere Mitarbeiterwechsel vollzogen. In den Zwischenzeiten wurde die Projektbearbeitung durch das Kernpersonal der LFA übernommen. Ebenso kam es im vom JKI verantworteten Projektteil (FKZ 2815NA199) zu zahlreichen Personalwechseln so wie zu Arbeitsunterbrechungen des angestellten Personals, so dass im Projektverlauf drei Personen in wechselnder Besetzung das Projekt als technische Kraft bearbeitet haben. Das Anlernen der neuen Personen und die Übergabe erfolgten durch Stammpersonal. Während 2019 und Anfang 2020 Projektabsprachen auf Koordinationstreffen oder im Rahmen anderer Veranstaltungen, wie dem Norddeutschen Arbeitskreis Pflanzenschutz im Gemüsebau, stattfinden konnten, waren anschließend auf Grund der Kontaktbeschränkungen nur noch virtuelle Treffen möglich. Auch die vorgesehenen Praxisversuche konnten auf Grund der COVID-19-Pandemie in 2020 nicht, bzw. in 2021 lediglich in einem stark reduzierten Umfang realisiert werden.

Tab. 1: Planung und Ablauf des Projektes

Versuchsthema	2019												2020												2021												2022	
	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb
AP1	Käfigversuche zur Barrierewirkung																																					
	Eignung v. Netzen für empfindl. Kulturen																																					
	Kopfbildung																																					
	Praxisversuche																																					
	Ökonomische Bewertung																																					
AP2	Unkrautregulierung u. Düngung																																					
	Praxisversuche																																					
AP3	Thripsabwehr mit engmaschigen Netzen																																					
	Praxisversuche																																					
AP4	Netzmanagement nach Schadschwellen																																					
	Praxisversuche																																					
Erstellung Zwischenbericht																																						
Erstellung Endbericht																																						

blau = geplant grün=durchgeführt (LFA) braun= durchgeführt (JKI) gelb= teilweise bearbeitet

1.3.1 AP 1 - Einsatz von Kulturschutznetzen in empfindlichen Kulturen

Der Einsatz von Insektenschutznetzen beschränkt sich bisher in der Praxis auf Grund von Vorbehalten hinsichtlich der Förderung von Krankheiten und der Beeinträchtigung der Produktqualität auf wenige Kulturen, etwa auf Kohllarten im Ökolandbau oder auch zur Abwehr von Gemüsefliegen in Möhren. Empfindlichere Kulturen wie etwa Salat, Rucola oder Fenchel wurden eher selten abgedeckt. Im AP 1 sollten grundsätzliche Erkenntnisse zur Eignung von Insektenschutznetzen unterschiedlicher Maschenweiten für die Bedeckung der wesentlichen Gemüsekulturen gewonnen werden. Hierbei ging es in erster Linie um Auswirkungen auf die Kulturdauer, die Ertragsbildung und auf Qualitätsparameter. Zusätzlich sollte in problematischen Kulturen, wie z.B. Buttersalat die sortenspezifische Reaktion auf die Netzabdeckung geprüft werden.

2019 erfolgte ein Screening von 27 Kulturen hinsichtlich der Eignung für den Anbau unter Netzabdeckung an Hand von vier Insektenschutznetzen mit Maschenweiten von 0,3 - 1,3 mm. Zur Klärung verbliebener Fragestellungen wurde dieser Vergleich 2020 für 6 ausgewählte Kulturen mittels Exaktversuchen und gestaffelten Sätzen wiederholt.

Im ersten Versuchsjahr wurden auch Versuche zu Sortenunterschieden bei Buttersalat und Chinakohl hinsichtlich der Eignung für den Anbau unter Netzabdeckung mit Fokus Kopfbildung angelegt, erbrachten aber keine verwertbaren Ergebnisse. In der Folge wurde sich 2020 auf Buttersalat konzentriert und zwei umfangreiche Versuche mit gestaffeltem Pflanzzeitpunkt realisiert. Nachdem 2020 die geplanten Praxisversuche ausfallen mussten, wurde 2021/22 die Sortenreaktion auf die Netzaufgabe bei ökologisch angebautem Rosenkohl geprüft.

Die vergleichende, saisonbegleitende Erfassung von wichtigen physikalischen Parametern, wie relative Luftfeuchte, Temperatur und pflanzenverwertbare Strahlung, welche einen Einfluss auf die Ertrags- und Qualitätsbildung haben, bildete 2021 den Schwerpunkt der Versuchsaktivitäten.

Mit Käfigversuchen sollte die Eignung von Netzen unterschiedlicher Maschenweite für die Abwehr spezifischer Schädlinge ermittelt werden. Da die Durchführung entsprechender Versuche inklusive der notwendigen Sammlung der Schädlinge einen hohen Arbeitsaufwand erfordern und die Feldversuche unerwartet viel Personalkapazität gebunden hatten, wurde auf eine Bearbeitung dieser Fragestellung zugunsten der Feldversuche weitestgehend verzichtet. Sie fand lediglich 2021 in Ansätzen Berücksichtigung. Die im AP 1 vorgesehene ökonomische Betrachtung wurde beispielhaft für die Kultur Knollensellerie vorgenommen.

1.3.2 AP 2 - Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume

Ein Hauptproblem des Einsatzes von Kulturschutznetzen ist die Tatsache, dass die Netze zwischenzeitlich zur Durchführung von Kulturmaßnahmen abgenommen werden müssen. Dieser Zeitraum kann von Schaderregern genutzt werden, um das Gemüse zu besiedeln und sich nach erneuter Netzaufgabe unkontrolliert unterhalb der Abdeckung zu vermehren. Um

Arbeitsmaßnahmen zu minimieren, welche eine Netzabnahme erfordern, sollten im Arbeitspaket 2 Verfahren erprobt werden, welche lange Bedeckungszeiträume ermöglichen, ohne dass für Düngungs- oder Unkrautregulierungsmaßnahmen zwischendurch ein Aaufdecken der Kultur erfolgen muss. Die gewählten Verfahren richteten sich in erster Linie an ökologisch produzierende Betriebe. Während die Versuche zu AP 2 in den beiden ersten Projektjahren planmäßig umgesetzt werden konnten, musste der letzte Versuch 2021 nach einem massiven Kohlhernie-Ausbruch abgebrochen werden. Für die anvisierten aber nicht durchgeführten Praxisversuche des Arbeitspaketes gilt ähnliches wie für AP 1.

1.3.3 AP 3 - Bewertung des Einflusses besonders engmaschiger, zur Abwehr neuer Problemschädlinge geeigneter Netze, auf bisher netzverträgliche Kulturen

Mit der Ausweitung des Netzeinsatzes in der Praxis erweiterte sich in den letzten Jahren auch das Angebot verfügbarer Netze. Neuartige, besonders engmaschige Netze unterscheiden sich in ihren Eigenschaften stark von den bisher verfügbaren Netzen. Daher sollte in diesem Arbeitspaket untersucht werden, inwiefern sich derartige Netze in ihrer Schutzwirkung gegen sonst nicht abzuwehrende Thripse und ihrem Einfluss auf die Kulturen von den bisher verfügbaren, weitmaschigeren Netzen unterscheiden. Die zu untersuchenden Kulturen wurden zwischen der LFA und dem JKI aufgeteilt. Das JKI legte dabei den Fokus auf Bundzwiebeln und Porree. Parallel erfolgte durch beide Einrichtungen eine Erfassung von für die Ertrags- und Qualitätsbildung wichtigen Parametern, wie Luftfeuchte, Temperatur und photosynthetisch aktiver Strahlung (PAR). 2021 führte das JKI Praxisversuche zur Eignung von engmaschigen Insektenschutznetzen in Porree durch.

1.3.4 AP4 - Eignung aktueller Prognosemodelle und Monitoringverfahren für Gemüseschädlinge als Grundlage für die Steuerung des Bedeckungsmanagements

Die Abnahme der Insektenschutznetze für notwendige Kulturmaßnahmen birgt die Gefahr der Besiedlung durch Schädlinge. Für einige wichtige Schädlinge wie Kohl-, Möhren- und Zwiebelfliege existieren temperatursummenbasierte Prognosemodelle. Der Zuflug relevanter Gemüseschädlinge kann alternativ auch über ein anbaubegleitendes Monitoring erfasst werden. Ziel der am JKI durchgeführten Versuche war die Entwicklung eines Bedeckungsmanagements, welches sich am prognostizierten temporären Auftreten der Schaderreger orientiert, um die Besiedlung abgedeckter Gemüsekulturen durch Schädlinge minimieren zu können. Die Exaktversuche wurden mit bis zu drei Kulturen am JKI durchgeführt. Da in den ersten zwei Projektjahren kein Einfluss der Nutzung der Prognosen auf den Befall der Schädlingsarten festgestellt werden konnte, bzw. die Schädlinge nicht relevant auftraten, wurde der Fokus in 2021 auf den Einfluss der Netze auf Nützlinge so wie die Wirkung auf andere Schädlingsarten gelegt. Dazu erfolgten in 2021 zusätzlich On-farm-Versuche auf drei Praxisbetrieben.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Nachdem in den 1980er Jahren erstmalig Wirksamkeitsverluste bei wichtigen Insektiziden zur Kohlfliiegenbekämpfung auftraten, begannen sich Kulturschutznetze im Gemüsebau langsam zu etablieren. Begleitet wurde dies durch umfangreiche Versuche der Landesanstalt für Pflanzenschutz Baden-Württemberg und der Staatlichen Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Wein- und Gartenbau (Neustadt, Weinstraße) in den Kulturen Rettich, Salat, Chinakohl und Lauch (POSTWEILER, 2004; MERZ, 2005). Dabei erwiesen sich Kulturschutznetze in ihrer Wirkung allen verfügbaren Insektiziden überlegen. Trotz hoher Kosten verbreiteten sich Kulturschutznetze insbesondere im ökologischen Anbau recht schnell. Während sie 2004 deutschlandweit auf ca. 900 ha Anbaufläche zur Anwendung kamen (KTBL 2005), waren nach Erhebungen der Gesellschaft für Kunststoffe im Landbau 2019 bereits etwa 4000 ha Gemüse unter Netzabdeckung (Vogel- und Insektenschutznetze) kultiviert worden.

In der Literatur finden sich zahlreiche, teils widersprüchliche Aussagen im Zusammenhang mit den Auswirkungen einer Netzabdeckung auf verschiedene Gemüsekulturen. Die meisten Untersuchungen konzentrieren sich dabei auf andere Versuchsfragen, so dass der Netzeinsatz nur ein Teilaspekt der Betrachtung ist. Eine umfangreiche Untersuchung über mehrere Jahre mit verschiedenen Netztypen, Kulturen und Management-Strategien kann daher im Idealfall durch eine Erweiterung der Datenlage zu einer umfangreicheren und verallgemeinerbaren Betrachtung dieser Problematik beitragen.

In zahlreichen Versuchen (FÖLSTER, 1989; LINDNER, 1995; BLAUHORN, 1998; LICHTENHAHN, KOLLER & VAN DEN BERGE, 1999; RASCHER & SCHUBERT, 2002; DEISER ET AL., 2004; POSTWEILER, 2004; MERZ, 2005; SCHUBERT & RASCHER, 2005; SCHENK, 2008; SCHULTZ ET AL., 2009; MULEKE ET AL., 2014; ÜBELHÖR ET AL., 2014) konnten positive wie negative Einflüsse einer Nutzung von Kulturschutznetzen im Gemüsebau herausgearbeitet werden (Tab. 2).

Tab. 2: Gegenüberstellung der Effekte einer Netzabdeckung nach Sander (2013)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Schutz vor Insekten und Virusübertragungen, Vögeln, Hagel, Starkregen, Wild • Verringerung des Insektizidbedarfs • Minimierung des Risikos von Insektizidrückständen • Positive Klimaeffekte: Schattierung, Verdunstungsschutz, Verfrühungseffekt 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Anschaffungskosten • Entsorgungsaufwand für Netze • erhöhter Arbeitsaufwand und Erschwerung von Kulturarbeiten (Unkrautbekämpfung, Nachdüngung) • Negative Klimaeffekte: Erhöhtes Risiko für Pilzerkrankungen, Hitzeschäden • Gefahr von mechanisch/physikalisch bedingten Pflanzen- und Produktschäden

Insektenschutznetze bestehen zumeist aus UV-stabilisiertem Polyethylen und finden in unterschiedlichen Maschenweiten von 0,5 mm x 0,5 mm bis zu 1,35 mm x 1,35 mm Anwendung. Neuere Entwicklungen basieren auf Polypropylen und Polyamiden und besitzen deutlich andere Eigenschaften bezüglich Gewicht und Haltbarkeit (vgl. <http://www.hartmann-brockhaus.de>).

Die Maschenweite ist maßgebend für die Barrierewirkung gegen spezifische Schädlinge aber auch auf die klimatischen Gegebenheiten unter dem Netz und den Grad der durch das Netz verursachten Abschattung. Die gebräuchlichsten Netze mit einer Maschenöffnung von 1,35 mm sind geeignet zur Abwehr der meisten Schädlinge, wie Wirbeltiere, Zweiflügler, Schmetterlinge und größere Käferarten. Für die Abwehr kleinerer Arten wie Erdflöhe, Rapsglanzkäfer und Blattläuse werden engmaschigere Netze mit 0,8 mm x 0,8 mm bzw. 0,5 mm x 0,5 mm Maschenweite empfohlen. Für die im Querschnitt noch kleineren Schädlinge, insbesondere die chemisch kaum bekämpfbaren Thripse sind spezielle, feinmaschigere Netze notwendig, welche bisher noch keinen Einzug in die Praxis gefunden haben. Bei der Auswahl des geeigneten Netzes ist zu beachten, dass einige Schädlinge, z.B. Schmettelingsarten und Blattläuse in der Lage sind, ihre Eier oder Larven durch Netze auf anliegende Blätter abzulegen. Für eine sichere Abwehr sind dann engmaschigere Netze notwendig als für die Abwehr des adulten Schädlings.

Die Beeinflussung von Wachstumsfaktoren durch Abdeckungen mit Insektenschutznetzen ist unzureichend erforscht. Aktuelle Literaturübersichten beziehen sich überwiegend auf Netzschattierungen verwendet in Gewächshäusern und Folientunneln (vgl. MAHMOOD ET AL., 2018). Es wurden deutliche Schattierungseffekte zwischen 15 % und 39 % pflanzenverwertbarer Strahlung nachgewiesen sowie eine Verringerung der Evapotranspiration um 17 % bis hin zu 50 %. Ein Vergleich von Netzen unterschiedlicher Maschenweiten genutzt zum Kohlanbau unter mediterranen Bedingungen ergab, dass feinmaschige Netze (0,7 mm MW) im Gegensatz zu weitmaschigen eine wesentliche Temperaturerhöhung verursachen, bei gleichzeitig leicht reduzierter relativer Luftfeuchte (SIMON ET AL., 2014). Die Netzaufgabe resultierte in höheren Kohlerträgen, welche sowohl auf das veränderte Mikroklima als auch auf den geringeren Schädlingsbefall zurückgeführt wurden. Inwiefern sich diese Erkenntnisse auf den Anbau unter direkt aufliegenden Insektenschutznetzen in Mitteleuropa übertragen lassen, war auch Gegenstand der im Rahmen von OptiNet vorgenommenen Untersuchungen.

Ein Hindernis für eine weitere Verbreitung von Kulturschutznetzen im integrierten Anbau sind hohe Anschaffungs- und Anwendungskosten. Jedoch werden im ökologischen Gemüsebau, welcher mangels wirksamer Insektizide weitestgehend auf alternative Pflanzenschutzmaßnahmen wie Kulturschutznetze angewiesen ist, die dafür notwendigen Aufwendungen akzeptiert. Auch im integrierten Anbau werden mittlerweile selbst großflächig Netze angewandt, sofern Schaderreger auftreten, für deren Bekämpfung keine hochwirksamen Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen und daher eine wirtschaftliche Produktion in ausreichender Qualität ohne Netzabdeckung nicht möglich ist. Dies trifft aktuell insbesondere auf die Abwehr des Rapsglanzkäfers im Kohlgemüse zu. Aber auch bei anderen Schädlingen wie Thripsen in Porree oder der Salatblattlaus in Salaten fehlen wirksame

Insektizide, so dass Alternativen dringend gesucht werden. Zudem besteht momentan nur eine geringe Aussicht auf Wiedezulassung mehrerer insektizider Wirkstoffe mit fundamentaler Bedeutung für den integrierten Gemüseanbau. Weiterhin fallen bei anderen Wirkstoffen die Anwendungsgenehmigungen in wichtigen Kulturen weg. Davon betroffen sind z.B. die Wirkstoffe Pirimicarb, Pymetrozin und Dimethoat sowie neonicotinoidhaltige Mittel zur Jungpflanzen- oder Saatgutbehandlung. Dies erhöht die Gefahr der Resistenzbildung gegenüber den wenigen verbliebenen, dann häufiger einzusetzenden Insektiziden. Es dürfte aber auch die Anwendung alternativer, deutlich teurerer Pflanzenschutzmaßnahmen, wie z.B. den Einsatz von Kulturschutznetzen, fördern. Um trotz des Wegfalls wirksamer Pflanzenschutzmittel eine den Anforderungen des Handels entsprechende Qualität, mit einer den ökonomischen Zwängen entsprechenden, hinreichenden Produktionssicherheit erzeugen zu können, müssen Anbauverfahren, die den Einsatz von Kulturschutznetzen beinhalten, neu etabliert oder weitgehend optimiert werden. Aktuelle Wissenslücken werden gesehen bei:

- Verfahren für bisher nicht oder nur schwierig unter Kulturschutznetzen anzubauende Kulturen wie Salaten, Endivien, Radies, Porree und Rucola (vgl. SANDER 2013).
- Strategien für die Unkrautbekämpfung und Düngung in langfristig abgedeckten Kulturen
- Auswirkung der Verwendung besonders engmaschiger Kulturschutznetze zur Abwehr neuer Problemschädlinge auf Qualität und Pflanzengesundheit
- Nutzung von Prognosemodellen zur Optimierung der Netzauflagezeiträume
- Möglichkeit des Managements eingewanderter Schädlinge, etwa durch Nützlingseinsatz

3. Material und Methoden

3.1 Teilprojekt FKZ 2815NA146, LFA

3.1.1 Verwendete Netze

Für die Bearbeitung der verschiedenen Fragestellungen wurden vier Insektenschutznetze und ein Vogelschutznetz von drei Herstellern verwendet (Tab. 3). Die Insektenschutznetze sollten das in der Praxis übliche Spektrum an Maschenweiten abdecken und bei möglichst geringem Gewicht eine lange Haltbarkeit aufweisen. Das Vogelschutznetz diente zu Vergleichszwecken.

Tab. 3: Auflistung der verwendeten Netzmaterialien

Bezeichnung	Hersteller	Spezifikation	Haltbarkeit
Kulturschutznetz 1,3 mm	Hadi GmbH	PE, UV-stabilisiert, MW 1,3 x 1,3 mm, ca. 58 g/m ²	ca. 5 Jahre
Kulturschutznetz 0,8 mm	Hadi GmbH	PE, UV-stabilisiert, MW 0,8 x 0,8 mm, ca. 68 g/m ²	ca. 5 Jahre
Kulturschutznetz 0,6 mm	Hadi GmbH	PE, UV-stabilisiert, MW 0,6 x 0,6 mm, ca. 88 g/m ²	ca. 5 Jahre
Biothrips 346	MDB Texinov	PA, MW 0,35 x 0,35 mm, ca. 28 g/m ²	1 Saison
Vogelschutznetz	Agroflor	PE, MW 20 x 20 mm	

3.1.2 AP 1 - Einsatz von Kulturschutznetzen in empfindlichen Kulturen

3.1.2.1 Screening von Gemüsekulturen auf Eignung für die temporäre oder langfristige Abdeckung mit Insektenschutznetzen

Für bisher nur in geringem Umfang unter Netz kultivierte Gemüsearten sollten grundlegende Kenntnisse zur Reaktion auf eine Abdeckung hinsichtlich Kulturdauer, die Ertragsbildung und auf Qualitätsparameter gewonnen werden.

2019

An insgesamt 27 Kulturen (Tab. 5) wurde die Ertrags- und die Qualitätsbildung unter vier Insektenschutznetzen mit unterschiedlicher Maschenweite (vgl. Tab. 3) geprüft und mit unbedeckten Beständen verglichen. Das Screening erfolgte in Kleinparzellen von 1,5 m x 2,7 m, welche ohne Wiederholung angelegt wurden. Die Kulturen wurden nach vorraussichtlicher Entwicklungszeit und Höhenwachstum gruppiert und jeweils 9 Kulturen gemeinsam unter einem Netz etabliert.

2020

Eine Wiederholung des Versuches in abgewandelter Form erfolgte an vier ausgewählten Kulturen (Blumenkohl, Bundmöhre, Hokkaidokürbis, Landgurke). Dabei wurden Möhren und Blumenkohl in zwei zeitversetzten Sätzen angebaut. Das Insektenschutznetz Biothrips 346 war diesmal nicht Bestandteil der Versuchsreihe. Im Gegensatz zum Vorjahr wurde die Parzellengröße auf 12 m² erweitert und der Versuch randomisiert mit dreifacher Wiederholung angelegt.

3.1.2.2 Sortenabhängige Kopfbildung bei Chinakohl und Buttersalat unter Netzabdeckung

Von einigen Kulturen ist bekannt, dass durch Auflage von Kulturschutznetzen die Kopfbildung beeinträchtigt werden kann. Insbesondere wird vermutet, dass bestimmte Sorten empfindlicher reagieren.

2019

Die Reaktion hinsichtlich der Kopfbildung auf den Anbau unter einem Insektenschutznetz mit 0,6 mm MW wurde für sechs Chinakohlarten ('Bilko F1', 'Emiko F1', 'Enduro F1', 'Orient Express F1', 'Pacifiko F1', 'Richi F1') mit zwei zeitversetzten Versuchen (Pflanzung 18.06.19 und 16.07.19) geprüft. Die Parzellengröße betrug 12 m², alle Varianten wurden in zweifacher Wiederholung angelegt.

2020

Im zweiten Versuchsjahr wurde der Versuchsansatz in der Kultur Buttersalat realisiert. Sechs Sorten, darunter zwei ältere, mit wenigen Resistenzmerkmalen ('Neckarriesen', 'Wunder von Stuttgart') und vier modernere, hochresistente Sorten ('Vermekia', 'Tombelo', 'Jolito', 'Analotta') wurden verglichen. Neben dem Netz mit 0,6 mm MW wurde ein Vogelschutznetz in den Versuch einbezogen. Hintergrund ist die von Züchtern angestellte Vermutung, dass Störungen bei der Kopfbildung eher durch den taktilen Reiz einer Netzaufgabe hervorgerufen werden und weniger durch das veränderte Kleinklima oder die Schattierungswirkung. Das Vogelschutznetz mit einer MW von 20 mm hatte den Zweck, alle anderen Faktoren bis auf den taktilen Reiz auszuschließen. Die sechs Sorten wurden ab der Pflanzung blockweise unter jeweils einem Netz zusammengefasst, der Versuch mit Parzellen von 7,5 m² und drei Wiederholungen in zwei zeitversetzten Sätzen (Pflanzung 19.05.20 und 19.07.20) angelegt.

3.1.2.3 Beeinflussung von Mikroklima und photosynthetisch aktiver Strahlung (PAR) durch eine Abdeckung mit Insektenschutznetzen

Eine Veränderung des Mikroklimas und eine verringerte Einstrahlung können sich sowohl auf das Wachstum der Gemüsekulturen als auch auf wichtige Qualitätsparameter und die Ausbreitung von Pflanzenkrankheiten auswirken. Da das Mikroklima auch stark vom Pflanzenbestand beeinflusst wird, wurden diesbezügliche Untersuchungen versuchsbegleitend oder in extra angelegten Gemüseparzellen durchgeführt. Die Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung PAR-Strahlungsintensität erfolgte in Käfigen ohne Pflanzenbestand.

Für die Datenerhebung von relativer Luftfeuchte und Lufttemperatur wurden sowohl bei der LFA als auch beim JKI überwiegend Datenlogger vom Typ Tinytag Plus2 TGP-4500 verwendet. Die Datenlogger wurden in TFA Wetterschutzgehäusen knapp über dem Boden im Bestand ausgebracht. In Einzelfällen kam hierfür das deepfield connect Field Monitoring System der Firma FoundersLane GmbH, ehemals vertrieben durch Bosch zur Anwendung. Die Bodenfeuchte wurde mittels Tensiometer vom Typ Irrrometer SR in Tiefen von ca. 15 cm und

25 cm erhoben. Bei der LFA wurden für alle Klimadaten und die Bodenfeuchte in der Regel 4 Sensoren pro Parzelle eingesetzt und deren Messwerte gemittelt. Am JKI wurde ein Sensor pro Wiederholung eingesetzt und aus den Messdaten Mittelwerte erhoben. Die Bodentemperatur wurde begleitend zur Bodenfeuchte wöchentlich gegen 11 Uhr vormittags in 10 cm Tiefe mittels jeweils einem fest eingebauten Bodenthermometer je Bedeckungsvariante gemessen. Zur Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung kamen sowohl bei der LFA als auch beim JKI jeweils drei Sensoren vom Typ LI-190R Quantum der Firma LI-COR Biosciences GmbH zum Einsatz. Bei der LFA wurden die Sensoren in Käfigen aus 8 mm Bewehrungsstahl von 1,4 m x 1,4 m x 0,75 m (Breite x Länge x Höhe) mittig, ca. 15 cm unter den darüber locker gespannten Netzen platziert. Die Messung über jeweils ein bis zwei Tage erfolgte immer parallel unter zwei verschiedenen Insektenschutznetzen und in einem unbedeckten Käfig zur Ermittlung der Lichtextinktion. Am JKI wurde jeweils ein Sensor in einer Kontrolle über dem Pflanzenbestand installiert, sowie ein Sensor in einer Netzvariante über dem Bestand aber unter dem locker aufliegenden Netz positioniert. Es wurden Messdaten von 9 – 16 Uhr erhoben und ausgewertet.

3.1.2.4 Käfigversuche zur Eignung von Netzen unterschiedlicher Maschenweite für die Abwehr spezifischer Schädlinge

Ziel der Käfigversuche war es, die maximale Maschenweite zu bestimmen, welche zur effektiven Abwehr einer spezifischen Schädlingsart erforderlich ist. Hierbei sollte auch die Möglichkeit betrachtet werden, dass Schädlinge, wie z.B. Schadfalter in der Lage sind, ihre Eier durch Netze hindurch abzulegen. Zur Anwendung kamen zu einer Seite hin offene Plexiglaszylinder mit einem Durchmesser von 15 cm und einer Höhe von 24 cm. Jeweils zwei wurden über eine KG(PVC)Übergangsmuffe miteinander verbunden und dazwischen das zu prüfende Netz eingeklemmt. Im unteren Teil wurde eine Attraktionsquelle (Gemüsejungpflanze) aufgestellt, im oberen eine definierte Anzahl Schädlinge (8-10) entlassen. In Abständen von 12 Stunden wurde der Anteil Schädlinge im oberen und unteren Zylinderteil erfasst. Alle Netz-Schädlingkombinationen wurden gleichzeitig mit jeweils drei Wiederholungen getestet. Auf Grund von Schwierigkeiten ausreichend Schädlinge einzufangen, mussten die Versuche auf Rapsglanzkäfer und Erdflöhe beschränkt werden.

3.1.3 AP 2 - Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume

Um das Risiko der Schädlingsbesiedlung durch die Netzabnahme für Kulturmaßnahmen zu minimieren, sollte nach Verfahren gesucht werden, welche es ermöglichen, die Anzahl der Dünge- und Unkrautbekämpfungsmaßnahmen für den ökologischen Gemüsebau zu minimieren.

2019

Als Verfahren zur Unkrautregulierung bzw. Minimierung des Unkrautdrucks wurden das Falsche Saatbett, eine Unterfußdüngung mit streifenförmiger Platzierung der kompletten Stickstoffgabe ca. 3 cm unter den Pflanzhorizont, die Verwendung bioabbaubarer Mulchfolie (Materbi 19 μ) und die Auflage von Klee gras-Grünschnitt (Cut & Carry) mit einer standardmäßig gehackten Kontrolle verglichen. Die Varianten „Falsches Saatbett“ und „Unterfußdüngung“ wurden ebenfalls gehackt, in den anderen beiden Varianten das Unkraut gezogen. Der zeitliche Aufwand für die Unkrautentfernung wurde erfasst. Der Versuch wurde als randomisierte Blockanlage mit 3 Wiederholungen angelegt und komplett mit einem Netz mit MW 0,8 mm bedeckt. Die Parzellengröße betrug 12 m². Versuchskultur war Knollensellerie der Sorte 'Prinz'. Die Pflanzung erfolgte am 06.06.19. Neben Ertrags- und Qualitätsdaten wurden zur Ernte auch die N-Gehalte im Aufwuchs, Unkraut und im Boden erhoben, um das Stickstoffangebot ermitteln zu können. Die Stickstoffdüngung erfolgte grundsätzlich mit 210 kg N/ha in Form von Haarmehlpellets. In der Variante „Cut & Carry“ wurden 354 kg N/ha über den Klee grasgrünschnitt ausgebracht. Der Boden-N_{min}Gehalt in 0 - 60 cm Tiefe zur Pflanzung betrug 100 kg/ha.

2020

Der Versuch wurde in leicht abgewandelter Form 2020 wiederholt. Neben einer ungedüngten und einer gedüngten, standardmäßig gehackten Kontrolle kamen die bioabbaubare Mulchfolie und die Auflage von Klee gras-Grünschnitt erneut zur Anwendung. Alle Varianten wurden sowohl mit als auch ohne Netz in dreifacher Wiederholung angelegt. Die Pflanzung erfolgte am 17.06.20. Die Stickstoffdüngung erfolgte grundsätzlich mit 158 kg N/ha in Form von Haarmehlpellets. In der Variante „Cut & Carry“ konnten auf Grund einer unzureichenden Verfügbarkeit an Grünschnitt nur 124 kg N/ha ausgebracht werden. Der Boden-N_{min}Gehalt in 0 - 60 cm Tiefe zur Pflanzung betrug 62 kg/ha.

2021

Für die dritte Wiederholung des Versuches wurde Weißkohl ausgewählt. Durch einen massiven Ausbruch von Kohlhernie in mehr als der Hälfte der Versuchspartzen musste er vorzeitig abgebrochen werden.

3.1.4 AP 3 – Eignung engmaschiger Netze zur Thripsbekämpfung

Die Bekämpfung von Thripsen stellt im Gemüsebau eine große Herausforderung dar. Die Tiere leben sehr versteckt und sind so durch Insektizide schwer erreichbar. Hinzu kommt, dass kaum effektive Wirkstoffe verfügbar sind, bzw. verbreitet resistente Thripspopulationen auftreten. Größere Schäden treten immer wieder bei Weißkohl sowie Zwiebel- und Lauchkulturen, in geringerem Maße auch bei Salaten und Fenchel auf. Die Eignung besonders feinmaschiger Netze zur Abwehr von Thripsen und ihre Auswirkung auf Ertrags- und Qualitätsparameter sollten bei ausgewählten Kulturen an der LFA und am JKI geprüft werden.

2019

An der LFA wurde das Insektenschutznetz „Biothrips 346“ der Firma MDB Texinov mit einer MW von 0,35 mm an den Kulturen Rotkohl ('Resima'), Weißkohl ('Ramco'), Markerbse ('Buddy'), Knollenfenchel ('Orion') und Buttersalat ('Analotta') getestet und mit einer unbedeckten Kontrolle sowie einem Netz der MW 0,8 mm verglichen, welches z.B. im Kohlanbau Schutz gegen die wichtigsten Schädlinge wie Schadfalter, Kohlfiegen, Kohldrehherzmücke und Blattläuse bieten soll. Der Versuch wurde als einfaktorielle, randomisierte Blockanlage in vierfacher Wiederholung angelegt. Die Parzellengröße betrug 4 m² bzw. 6 m² für Rot- und Weißkohl. Die Pflanzung erfolgte am 22.05.19 bzw. 03.06.19 für Buttersalat und Knollenfenchel.

2020

In der Wiederholung des Versuches wurde sich auf die Kulturen Knollenfenchel und Weißkohl konzentriert, der Versuch erneut als zweifaktorielle, randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen angelegt. Beide Kulturen wurden am 27.05.20 gepflanzt.

2021

Im letzten Versuchsjahr beschränkten sich die Versuchsaktivitäten auf Weißkohl. Zusätzlich wurde eine Vergleichsvariante mit chemischer Schädlingsbekämpfung implementiert. Das sonstige Versuchsdesign blieb unverändert zum Vorjahr. Die Pflanzung erfolgte am 19.05.21.

3.1.5 Versuchsstandorte

Die Versuche wurden nahezu ausschließlich auf den Versuchsflächen des Gartenbaukompetenzzentrums der LFA in Gülzow-Prüzen durchgeführt (53°48'57.7"N, 12°03'08.1"E). Der Versuchsstandort liegt relativ zentral in MV, in der Nordostdeutschen Seenplatte und entspricht einem kuppigen jung-pleistozänen Grundmoränenstandort. Vorherrschende Bodenarten sind anehmiger Sand (SI) bis sandiger Lehm (sL) mit 45 - 50 Bodenpunkten. Das maritim beeinflusste Binnentiefenlandklima am Standort ist gekennzeichnet durch Jahresniederschläge von 557 mm und einer Jahresdurchschnitts-Temperatur von 9,1 °C im langjährigen Mittel (1988 - 2017). Die niederschlagsreichsten Monate sind in der Regel Juni, Juli und August. Die Flächen waren zum Teil zertifiziert nach EU-Öko-Verordnung.

Der Praxisversuch erfolgte auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen der Tuinier Hofman Gemüsebau KG, Blowatz in der Nähe von Lischow, ca. 15 km nordöstlich von Wismar (53°59'10.4"N, 11°34'56.0"E). Der küstennahe Grundmoränenstandort ist geprägt durch die vorherrschenden Parabraunerden und ein maritimes Tieflandklima.

3.1.6 Statistische Auswertung

Die Analyse der Daten erfolgte je nach Versuchsanlage und Datenlage entweder deskriptiv oder soweit nicht anders beschrieben mittels SAS Version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Die in den Abbildungen dargestellten Fehlerbalken geben den Standardfehler des Mittelwertes an. Signifikante Unterschiede wurden statistisch mit Tukey's post-hoc Test ($p \leq 0.05$) untersucht.

3.2 Teilprojekt FKZ 2815NA199, JKI

3.2.1 AP 3 – Eignung engmaschiger Netze zur Thripsbekämpfung

2019

Am JKI wurde das Insektenschutznetz „Biothrips 346“ der Firma MDB Texinov mit einer MW von 0,35 mm an den Kulturen Porree, Frühlingszwiebel und Schnittlauch mit jeweils drei Wiederholungen im einfaktoriellen Blockdesign getestet. Dabei wurde auf allen drei Kulturen eine Insektizidkontrolle und eine mit 0,8 mm Netz bedeckte Kontrolle mit dem 0,35 mm Netz verglichen.

2020

Ein Versuch wurde mit Porree in einfaktorieller Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Verglichen wurden eine Kontrolle ohne Insektizidbehandlungen, eine Insektizidkontrolle so wie eine Bedeckung mit dem 0,35 mm Netz. Das Netz wurde nur sehr kurz für Düngung und Unkrauthacke geöffnet. Der Verschluss erfolgte durch Eingraben bzw. eng gelegte Sandsäcke an allen Netzseiten.

Zusätzlich wurde ein Versuch in Frühlingszwiebel in vergleichbarem Versuchsdesign angelegt. In diesem Versuch wurde eine Kontrolle ohne Insektizidbehandlungen mit einer Bedeckung mit dem 0,35 mm Netz miteinander verglichen. Aus den Erfahrungen des Versuches in 2019 heraus wurde das Netz hier als Minitunnel mit Verstärkungsstäben zum Überspannen des Netzes aufgebaut, um das Abknicken der Zwiebelblätter zu vermeiden. Das Netz wurde nur sehr kurz für Düngung und Unkrauthacke geöffnet. Der Verschluss erfolgte wieder durch Eingraben des Netzrandes bzw. eng gelegte Sandsäcke an allen Netzseiten.

2021

Um die Ergebnisse der Vorjahre bezüglich der Netzeignung zur Thripsabwehr (feinmaschige Netze) so wie der Netzaufgabe von Netzen in empfindlichen Kulturen abzusichern, wurde ein On-farm-Versuch angelegt. Getestet wurde Porree bezüglich der Thripsabwehr mit dem 0,35 mm Netz entsprechend der guten Ergebnisse am JKI in den beiden Vorjahren. Das 0,8 mm Netz wurde in Kohlrabi u.a. gegen Kleine Kohlfliege und Erdfloh getestet, da in dieser Kultur an der LFA in Gülzow sehr positive Erfahrungen in den Vorjahren gemacht wurden. Die Versuche wurden je Kultur in drei Praxisbetrieben ohne Wiederholung angelegt. Die Betriebe werden im Folgenden pseudonymisiert als Betrieb A, Betrieb B, Betrieb C und Betrieb D angesprochen, wobei die Versuche in Porree in den Betrieben A, B und C und die Versuche in Kohlrabi in den Betrieben A, B, D durchgeführt wurden. Verglichen wurde jeweils eine Parzelle mit betriebsüblicher Kulturführung (Ohne Netzaufgabe; in Betrieb C: Betriebsübliche Netzaufgabe mit Netz 1,3 x 1,3 mm, Öffnung nur für Düngung und Unkrauthacke). Zum Vergleich wurde

jeweils die entsprechende Netzaufgabe aufgebracht und nur für Düngung und Unkrauthacke geöffnet. Der Netzverschluss erfolgte in Absprache mit den Betrieben in einer handhabbaren Weise, was konkret deutlich größere Abstände zwischen den Sandsäcken bedeutete. Der Porreeversuch in Betrieb B wurde vorzeitig abgebrochen, da es zu einer übermäßigen Verunkrautung im gesamten Porreebestand kam, unabhängig von vorhandener Netzaufgabe, wodurch keine sinnvolle Auswertung mehr möglich war.

Basisinformationen zur Betriebsstruktur finden sich in Tabelle 2. Das Management der Netze erfolgte durch die Betriebe selbst, das Material für die Versuche wurde zur Verfügung gestellt, die Endbonitur erfolgte durch Mitarbeitende des JKI.

3.2.2 AP 4 - Prognosemodelle als Grundlage für die Steuerung des Bedeckungsmanagements

2019

Auf dem Versuchsgelände des JKI wurde je ein Versuch in Rettich, Chinakohl und Möhre im einfaktorieller Blockanlage mit vier Wiederholungen im Blockdesign angelegt. In allen Kulturen wurde das passende SWAT-Modell für die Prognose des Auftretens der Möhrenfliege in Möhre bzw. der kleinen Kohlfleie in Rettich und Chinakohl genutzt. Die Öffnung erfolgte jeweils in einer Variante in den prognostizierten Flugspitzen (Netz Spitze), und einmal in den Tälern (Netz Tal) der Flugaktivität. Zusätzlich wurde entsprechend des täglichen Aktivitätsmusters der Schädlinge eine morgendliche mit einer Öffnung am Nachmittag verglichen, jeweils in den prognostizierten Flugspitzen. Alle drei Versuchsglieder wurden mit einem 0,8 mm Netz bedeckt. Eine Insektizidkontrolle ohne Netzbedeckung wurde in allen drei Versuchen mitgeführt.

2020

In 2020 wurden die in AP 4 in 2019 durchgeführten Versuche in den Kulturen Chinakohl und Möhre fortgeführt. Es wurde erneut mit einfaktorieller Blockanlage und vier Wiederholungen gearbeitet. Aufgrund der Ergebnisse von 2019 wurden einige Anpassungen vorgenommen. In beiden Kulturen wurde das Versuchsglied mit Öffnung am Nachmittag herausgenommen, da hier in 2019 keine Unterschiede im Befall zu erkennen waren.

Im Chinakohl wurde ein Versuchsglied mit Öffnungen sowohl bei hohem als auch bei niedrigem prognostizierten Flug zusätzlich angelegt, wobei dann der Einsatz von Eiern des 7-Punkt Marienkäfers unter Netz eingeplant wurde. Hintergrund war der hohe Blattlausbefall unter Netz in 2019. Die Insektizidkontrolle wurde fortgeführt und durch eine Kontrolle ohne Insektizideinsatz ergänzt. Das Versuchsglied mit Öffnung in der prognostizierten geringsten und höchsten Flugaktivität nach SWAT wurde ebenfalls fortgeführt. Alle Bedeckungen erfolgten wieder mit dem 0,8 mm Netz.

Ebenfalls mit einfaktorieller Blockanlage und vier Wiederholungen und in ähnlicher Weise angepasst wie der Chinakohlversuch wurde der Versuch in Möhre angelegt. Die

Insektizidkontrolle wurde durch eine unbehandelte Kontrolle ergänzt. Die Öffnung am Nachmittag wurde herausgenommen, so dass weiterhin ein Versuchsglied mit Öffnungen bei niedrigem und eines mit Öffnungen bei hoher prognostizierter Flugaktivität nach SWAT durchgeführt wurde.

2021

In den Vorjahren wurden durch die Anpassung der Netzabnahmezeiten an die SWAT Prognose kein Unterschied im Befall mit Möhrenfliege oder Kleiner Kohlflye festgestellt. Allerdings sind in beiden Jahren Probleme mit Blattläusen unter den Netzabdeckungen aufgetreten. Daher wurde in 2021 ein Schwerpunkt auf die Blattlausbekämpfung mit Nützlingen unter der Netzabdeckung gelegt.

Dazu wurde ein umfangreicher Versuch mit vier Wiederholungen in einfaktoriellem Blockdesign angelegt. Der Blattlausflug wurde auf der Versuchsfläche mit Gelbtafeln überwacht, um den Blattlausflug zu beobachten und zu dokumentieren. Die unbehandelte Kontrolle war ab Blattlausflug und damit ab Versuchsbeginn ohne Netzaufgabe. Vor dem Blattlausflug und vor Versuchsbeginn wurde die unbehandelte Kontrolle mit einem 0,8 mm Netz abgedeckt, um das vorzeitige Einwandern von Nützlingen zu unterbinden. Auch alle anderen Versuchsglieder wurden bis Beginn des Blattlausfluges bedeckt und dann geöffnet, bis in allen Versuchsgliedern Blattlausbefall festgestellt wurde. Diese Versuchsglieder wurden daraufhin wieder mit dem 0,8 mm Netz verschlossen. Eines dieser Versuchsglieder diente als Kontrolle der Blattlausentwicklung mit Netzaufgabe aber ohne Nützlingseinsatz. In den weiteren Versuchsgliedern wurden entweder Eier des 7-Punkt-Marienkäfers (125 Eier/Wiederholung), *Aphidoletes aphidimyza* (2 Adulte/m²) oder Florfliegenlarven (5 Adulte/m²) eingesetzt. Die Einsatzdichte orientierte sich an den Vorgaben von Katz Biotech entsprechend der Einsatzempfehlung (z.B. *A. aphidimyza*: <https://b2b.katzbiotech.de/nuetzlinge-fuer-gewerbe/blattlaus/730/aphidoletes-aphidimyza?c=60>). Der Versuch wurde mit gleichem Aufbau in Chinakohl, Kohlrabi und Weißkohl angelegt

3.2.3 Versuchsstandorte

Auf den Versuchsflächen des JKI in Braunschweig und Hötzum wurden in allen Jahren Freilandversuche angelegt. 2021 wurden die Versuchsergebnisse durch On-farm-Versuche bei 4 Praxisbetrieben in der Umgebung von Braunschweig validiert. Informationen zu den Betrieben finden sich in Tab. 4.

Tab. 4: Informationen zur Betriebsstruktur der Praxisbetriebe, in denen On-farm-Versuche durchgeführt wurden

Betrieb	A	B	C	D
Testkultur	Kohlrabi, Porree	Kohlrabi, Porree	Porree	Kohlrabi
Anbau	Integriert	Integriert	Ökologisch	Integriert

Mitarbeiter	4	3	4	5
Fläche Freiland	4 ha	4 ha	2,7 ha	18 ha
Kulturen im Freiland	28	20	30	5
Vermarktung	Direktvermarktung	Direktvermarktung	Direktvermarktung	Großhandel
Erfahrung Netzeinsatz	Vogelschutz	Vlies gegen Blattläuse	Ja, auf allen Kulturen Netz und/oder Vlies	Nein

3.2.4 Statistische Auswertung

Alle Versuche wurden mit der Statistik Software R ausgewertet. Bei mehrjährigen Datensätzen wurden diese zusammen ausgewertet, wobei die Interaktion von Jahr und Wiederholung als Random-Faktor berücksichtigt wurde (Mixed Effect Models). Bei einjährigen Versuchen wurde die Wiederholung als Fixed-Faktor berücksichtigt, da die Freiheitsgrade nicht für eine Random-Struktur ausreichend waren. Die angenommene Verteilung wurde entsprechend der Daten festgelegt, im Falle von metrischen Daten wurde entsprechend ein lineares Modell gerechnet, und um die Modellanpassung zu verbessern wurde vorab die Quadratwurzel der Daten gezogen. Bei Zählwerten im ersten Schritt eine Poisson-Verteilung angenommen, wobei dann meist aufgrund von Überdispersion auf eine negativ binomiale Verteilung umgestellt wurde. Bei Prozentdaten wurde ebenfalls eine negativ-binomiale Verteilung so wie bei binomialen Daten eine binomiale Verteilung angenommen. Als Fixed-Effekte wurde immer das Versuchsglied angenommen. Im Falle der Nützlingseinsätze unter Netz in 2021 wurden die Effekte auf die beiden Blattlausarten *B. brassicae* und *M. persicae* separat betrachtet, aber die Verschiedenen Kulturen, Sätze und die Ausgangsbefälle der Boniturpflanzen vor Netzaufgabe und die Wiederholung, jeweils ohne Interaktion, als Fixed Effekte mitberücksichtigt.

Die On-farm-Versuche in den Praxisbetrieben wurden aufgrund der Unterschiedlichkeit der Versuchsanlage und der geringen Wiederholungszahl nicht statistisch, sondern nur deskriptiv ausgewertet.

4. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

4.1 Teilprojekt FKZ 2815NA146, LFA

4.1.1 AP 1 - Einsatz von Kulturschutznetzen in empfindlichen Kulturen

4.1.1.1 Eignung von Gemüsekulturen für die temporäre oder langfristige Abdeckung mit Insektenschutznetzen

Es zeigte sich, dass die meisten Kulturen mit einer schnelleren Entwicklung und damit Verkürzung der Kulturdauer auf die Netzabdeckung reagieren. Dies erfolgte relativ unabhängig von der MW des aufgelegten Insektenschutznetzes. Auffällig war, dass nur in seltenen Fällen (Bundmöhren, Bundzwiebeln, Rotkohl) ein verstärktes Auftreten von pilzlichen und

bakteriellen Schaderregern durch die Netzabdeckung zu verzeichnen war, in anderen Kulturen (Rote Bete, Hokkaidokürbis) sogar eine Unterdrückung von Krankheitssymptomen. Während der Befall mit Schadraupen, Gemüefliegen und Wanzen durch die Netze deutlich minimiert werden konnte, wurde die Vermehrung von Mäusen durch die Schutzwirkung der Netze gefördert. Der Ausschluss von Nützlingen ermöglichte in Einzelfällen auch eine verstärkte Vermehrung von Blattläusen unter den Insektenschutznetzen. Eine Übersicht zu positiven und negativen Effekten eines Anbaus unter Insektenschutznetzen für die wichtigsten Gemüsekulturen auf Basis der Versuche von 2019 und 2020 gibt Tabelle 5.

Tab. 5: Übersicht der Eignung ausgewählter Kulturen für den Anbau unter Insektenschutznetzen

Kultur	Eignung für Netzabdeckung	Anmerkungen
Blumenkohl	sehr gut	unter Netz: 2 Tage schnellere Entwicklung, 10 - 25 % höhere Kopfgewichte, weißere Blumen, ohne Netz: stark gefährdet durch Raupenfraß, empfohlene MW 0,8 mm
Brokkoli	sehr gut	ohne Netz: stark gefährdet durch Raupenfraß, empfohlene MW 0,6 mm oder 0,8 mm
Kohlrabi	sehr gut	deutlicher Entwicklungsvorsprung und Ertragssteigerung unter Netz, empfohlene MW 0,8 mm
Weißkohl	gut	keine Ertragsunterschiede, unter Netz: weniger Schäden durch Erdflöhe, Kohlfiegen und Schadraupen, höhere Schäden durch Blattläuse und Mäuse, empfohlene MW 0,8 mm
Rotkohl	sehr gut	deutlicher Entwicklungsvorsprung und Ertragssteigerung unter Netz, etwas mehr Alternariabefall, empfohlene MW 0,8 mm
Rosenkohl	gut	stärkerer Aufwuchs unter Netz, gleicher Röschenertag, ohne Pflanzenschutz unter Netz höherer Kohlmottenschildausbefall sowie stärkerer Mäusefraß, empfohlene MW 0,6 mm
Chinakohl	gut	ohne Netz: stark gefährdet durch Erdflöhbefall, empfohlene MW 0,8 mm
Rucola	sehr gut	deutlicher Entwicklungsvorsprung und Ertragssteigerung unter Netz, starke Erdflöhschäden ohne Netz und bei MW 1,3 mm, leichte Schäden bei MW 0,8 mm, empfohlene MW 0,6 mm
Radies	gut	deutlicher Entwicklungsvorsprung, Erdflöhschäden ohne Netz und bei MW 1,3 mm, bakterielle Knollenflecken unter Netz, empfohlene MW 0,8 mm
Buttersalat	gut	ohne Netz: etwas höhere Kopfgewichte und stärkerer Wanzenschaden, Schäden durch Reibung an Außenblättern möglich, empfohlene MW 1,3 mm
Miniromana	gut	keine Ertragsunterschiede, ohne Netz starke Wanzenschäden, mit Netz verbreitet Blattlausbefall
Spinat	sehr gut	vergleichbare oder bessere Erträge bei Netzen mit MW 0,8 mm und 1,3 mm
Mangold	sehr gut	deutlicher Entwicklungsvorsprung und Ertragssteigerung unter Netz, empfohlene MW 0,8 mm

Rote Bete	sehr gut	kaum Ertragswirkung, ohne Netz stärkeres Auftreten von Cercospora-Blattflecken, empfohlene MW 0,8 mm
Buschbohnen	sehr gut	deutlicher Entwicklungsvorsprung und Ertragssteigerung unter Netz, ohne Netz starke Wanzen Schäden, empfohlene MW 0,8 mm
Markerbsen	bedingt	unter Netzen ab 0,8 MW aufwärts starker Befall mit Blattläusen, empfohlene MW 0,6 mm
Knollensellerie	gut	höhere Knollengewichte und keine Möhrenfliegenbefall unter Netz aber auch stärkerer Mäusefraß, empfohlene MW 0,8 mm
Bleichsellerie	sehr gut	Entwicklungsvorsprung und Ertragssteigerung unter Netz, ohne Netz starke Wanzen Schäden, empfohlene MW 0,8 mm
Bundmöhren	schlecht	10-20 % geringere Erträge und erhöhter Mehltau- und Alternariabefall unter Netz, empfohlene MW 0,8 mm
Knollenfenchel	bedingt	keine Ertragsbeeinflussung, etwas länglichere Knollen unter Netz, empfohlene MW 0,8 mm
Landgurke	sehr gut	deutlich höhere Erträge unter Netz, ohne Netz Schäden durch Wanzen, empfohlene MW 0,8 mm
Hokkaidokürbis	gut	zur Verhinderung der Virusübertragung durch Blattläuse, Netz für die Bestäubung abnehmen! Netze reduzierten Mehltaubefall, wenn sie spät abgenommen wurden, erhöhen Mäusefraß
Porree	gut	etwas höhere Erträge ohne Netz, geringere Schäden durch Thripse, Zwiebelfliege, Lauchmotte unter Netz, empfohlene MW: 0,6 mm
Bundzwiebeln	schlecht	geringeres Wachstum/Erträge unter Netz, unter Netz höherer Befall mit Falschem Mehltau
Sommerzwiebeln	gut	höchster Ertrag ohne Netz, nur MW 0,8 mm vergleichbar gut, Netze reduzierten Thripsbefall

4.1.1.2 Sortenabhängige Kopfbildung bei Chinakohl und Buttersalat unter Netzabdeckung

Da im Jahr 2019 in der Kontrollvariante ohne Netz durch massiven, auch mit Insektizideinsatz nicht regulierbarem Erdflöhbefall, keine Kopfbildung zu Stande kam, erbrachten die Versuche keine auswertbaren Ergebnisse.

Die beiden Versuche zur Kopfbildung bei Salat 2020 ergaben ein differenziertes Bild. Im ersten, Mitte Mai gepflanzten Satz wurden über alle Sorten gemittelt unter Netz signifikant geringere Bruttoerträge erzielt. Jedoch gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen unbenetzten und abgedeckten Varianten über alle Sorten hinsichtlich des Gewichts der marktfertigen Köpfe und auch bei einem sortenweisen Vergleich des Effekts der Netzabdeckungen (Tukeys HSD Test, alpha=0.05).

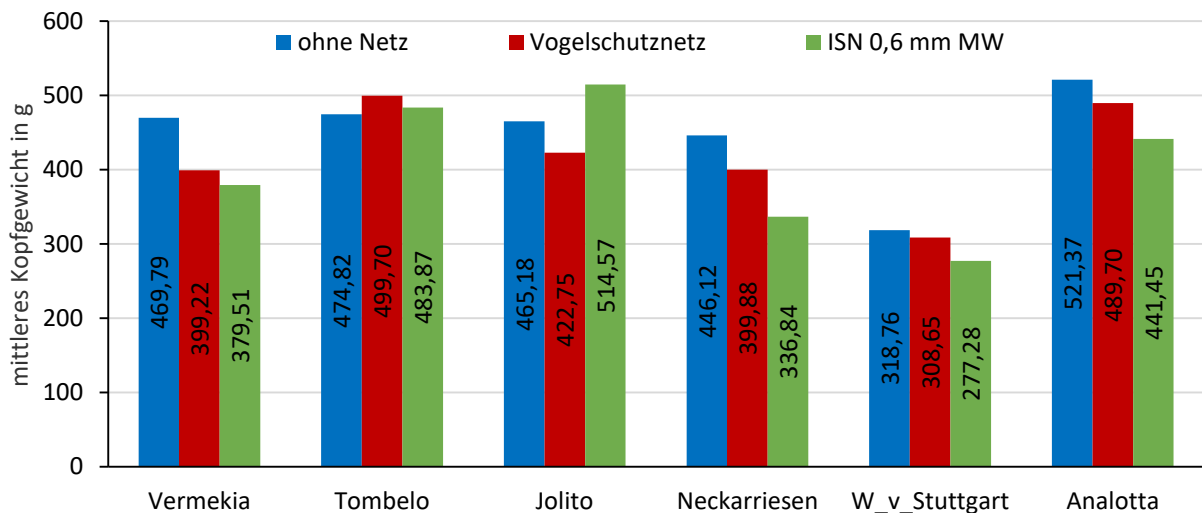


Abb. 1: Mittleres Kopfgewicht bei Buttersalat: Sortenspezifische Reaktion auf unterschiedliche Bedeckung (Satz 1, Ernte 29.06.20)

Die Kopfbildung war durchgehend schwächer ausgeprägt, welches zu ungewünscht lockeren Köpfen führte (Abb. 2). So wurden unter dem Insektenschutznetz größere Köpfe mit geringerem Gewicht als in der unbedeckten Variante geerntet. Die zwei älteren Sorten 'Wunder von Stuttgart' und 'Neckarriesen' wiesen physiologisch bedingte Qualitätsprobleme hinsichtlich Innenbrand und Trockenrand auf, welche sich unter Netzabdeckung deutlich verstärkten.

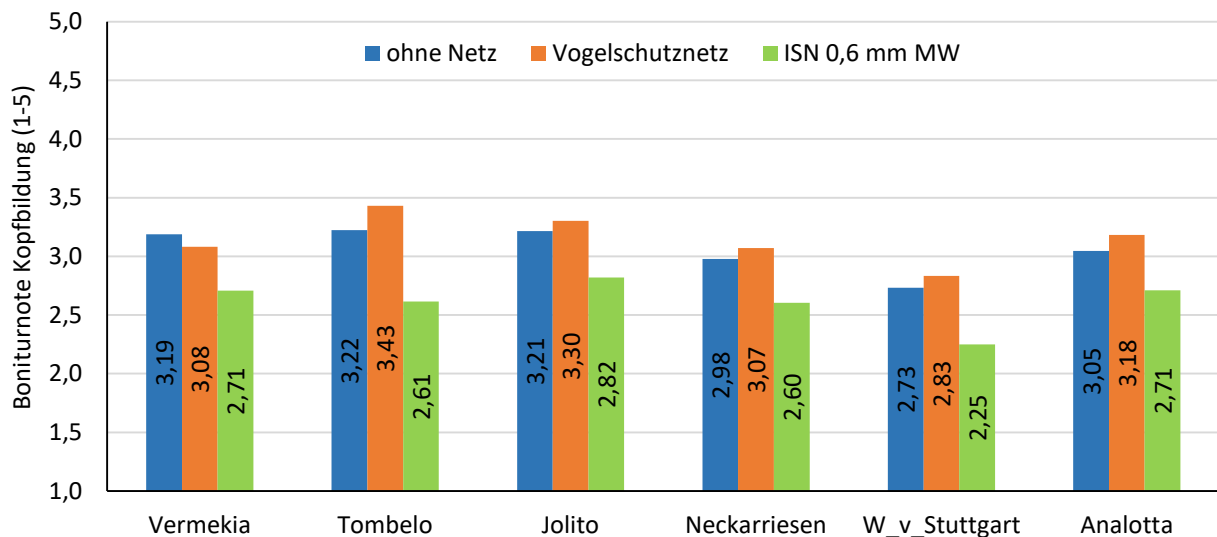


Abb. 2: Kopfbildung bei Buttersalat: Sortenspezifische Reaktion auf unterschiedliche Bedeckung, Satz 1 (Boniturnoten Kopfbildung: 1 fehlend, 2 gering - leichter Ansatz zur KB, 3 deutliche KB, Kopf offen, 4 ausgeprägter, mäßig geschl. Kopf, 5 st. ausgeprägter, fest geschlossener Kopf)

Im zweiten, Mitte Juli etablierten Satz wiesen bei nahezu allen Sorten die Varianten mit Netzabdeckung tendenziell höhere Kopfgewichte auf. Bei der Kopfbildung ebenso wie beim Auftreten von Innenbrand ergab sich hingegen kein einheitliches Bild. Für Falschen Mehltau zeigten sich drei Sorten empfänglich. Unter den Netzen wurde der Befall bei zwei dieser Sorten deutlich gefördert. Die Bedeckung mit dem Insektenschutznetz hatte bei allen Sorten Schäden durch Reibung an den äußeren Blättern der Köpfe zur Folge. Diese lagen zwischen 13,7 % (Analotta) und 50,8 % (Jolito) der Pflanzen und waren vermarktungsrelevant.

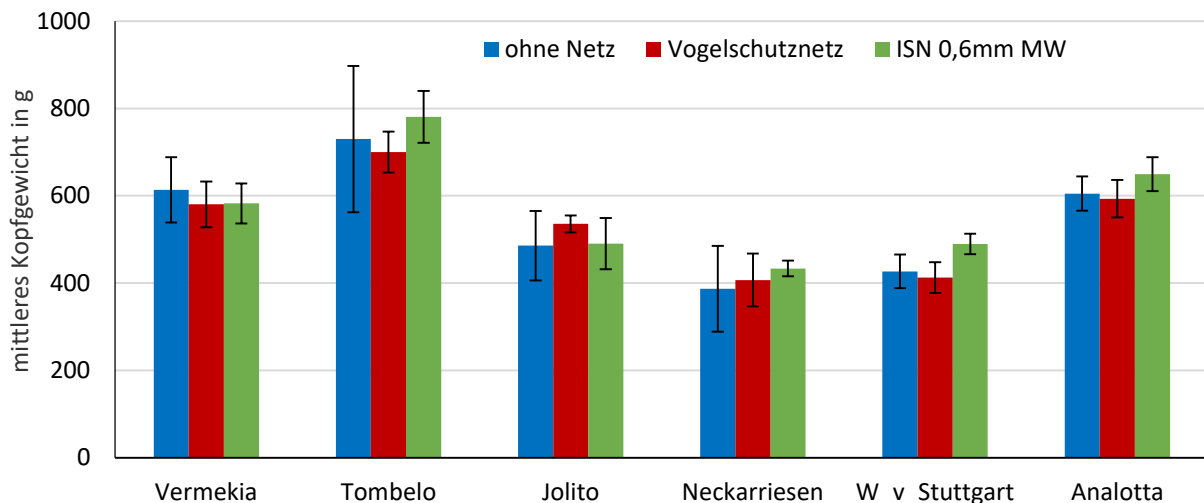


Abb. 3: Mittleres Kopfgewicht bei Buttersalat: Sortenspezifische Reaktion auf unterschiedliche Bedeckung (Satz 2, Ernte 11.08.20)

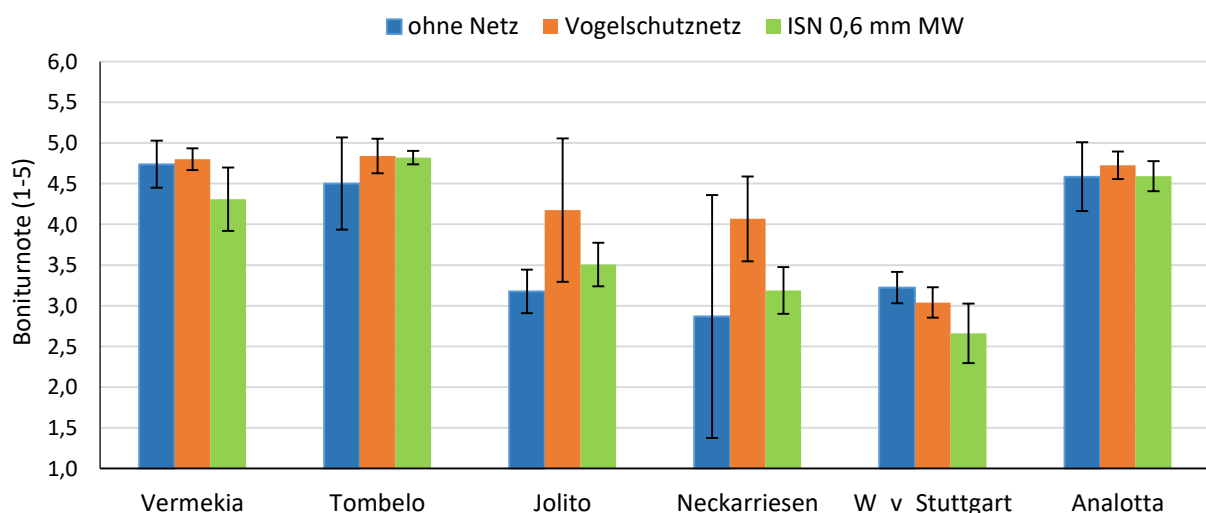


Abb. 4: Kopfbildung bei Buttersalat: Sortenspezifische Reaktion auf unterschiedliche Bedeckung, Satz 2 (Boniturnoten Kopfbildung: 1 fehlend, 2 gering - leichter Ansatz zur KB, 3 deutliche KB, Kopf offen, 4 ausgeprägter, mäßig geschl. Kopf, 5 st. ausgeprägter, fest geschlossener Kopf)

4.1.1.3 Beeinflussung von Mikroklima und photosynthetisch aktiver Strahlung (PAR) durch eine Abdeckung mit Insektenschutznetzen

Lufttemperatur

Unter Netzabdeckung wurden grundsätzlich höhere Lufttemperaturen gemessen, als im unbedeckten Bestand (Tab. 6). Die Differenz lag um so höher, je höher die Lufttemperaturen insgesamt waren. Zwischen den verschiedenen Netzmaterialien wurden nur geringe Unterschiede gemessen.

Tab. 6: Mittlere Tagestemperaturen in ca. 10 cm über der Bodenoberfläche bei unterschiedlicher Netzabdeckung in Blumenkohlbeständen

Messzeitraum	unbedeckt	MW = 1,3 mm	MW = 0,8 mm	MW = 0,6 mm	MW = 0,3 mm
15.6.-04.07.21	20,9 °C	22,0 °C	22,3 °C	22,7 °C	22,3 °C
27.8.-22.10.21	15,5 °C	16,0 °C	16,2 °C	16,3 °C	16,3 °C

Typisch für den Temperaturverlauf im Sommer war eine Phase kühlerer Temperaturen unter dem Netz im Vergleich zum unbedeckten Bestand zwischen ca. 4:00 und 7:00 Uhr (Abb. 5 links). Dies dürfte von einer verzögerten Erwärmung der Blumenkohlbestände durch die Abschirmungswirkung der Netze herrühren. Bei kühleren Temperaturen im Spätsommer (ab 06.09.21) und Herbst sowie bei niedrigerem Sonnenstand wurde dieser Effekt nicht mehr beobachtet (Abb. 5, rechts).

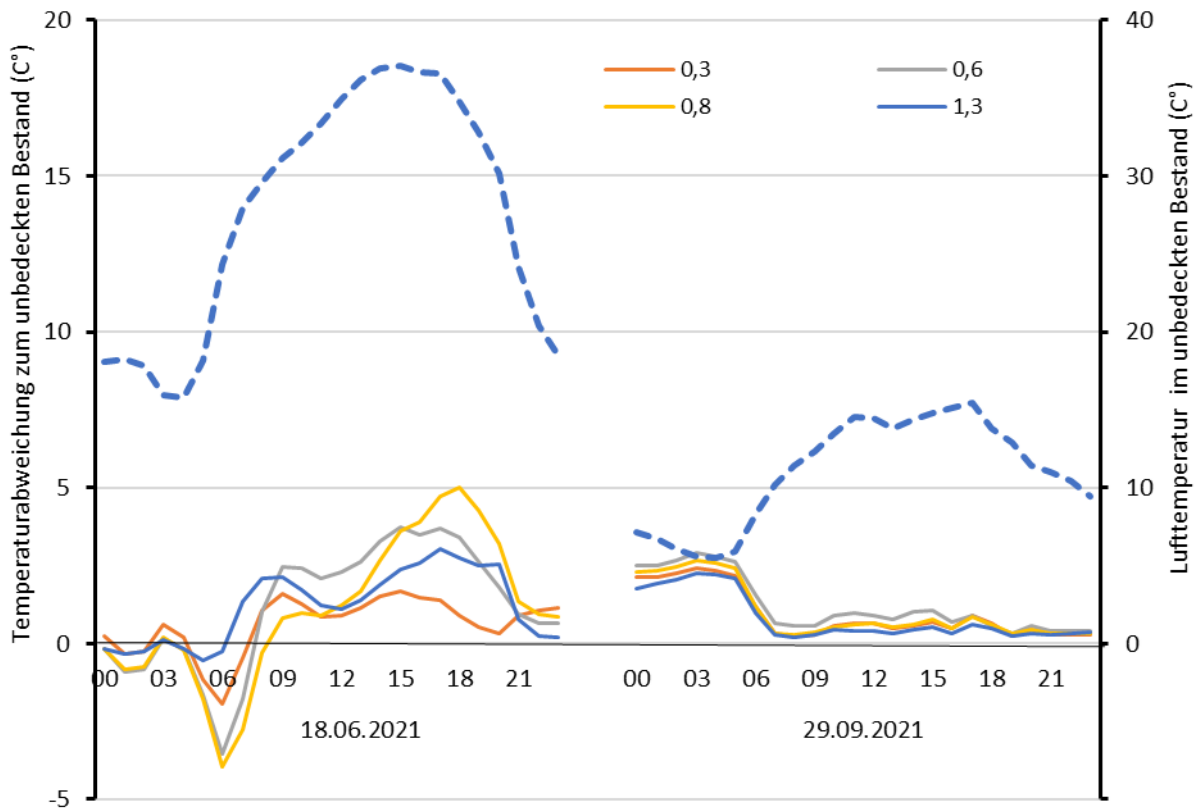


Abb. 5: Abweichung der Temperaturverläufe im Tagesverlauf unter Insektenschutznetzen unterschiedlicher Maschenweite zu einem Bestand ohne Bedeckung (gestrichelte Linie = Absolutwerte) bei Blumenkohl an zwei repräsentativen Terminen

Luftfeuchte

Unter sommerlichen Bedingungen war die relative Luftfeuchte (rF) unter den Insektenschutznetzen grundsätzlich etwas geringer als im offenen Bestand (Tab. 7). Lediglich bei Auflage des Biothripsnetzes wurde eine geringfügig erhöhte rF gemessen. Im Spätsommer bzw. Herbst wurde unter allen Netzabdeckungen eine niedrigere relative Luftfeuchte als im unbedeckten Blumenkohl gemessen. Auf Grund der höheren Wasseraufnahmefähigkeit der Luft bei höheren Temperaturen entspricht die beobachtete niedrigere relative Luftfeuchte unter den Netzen einem gleichhohen oder sogar höheren Wasserdampfgehalt im Vergleich zum unbedeckten Bestand.

Tab. 7: Mittlere relative Luftfeuchte in ca. 10 cm über der Bodenoberfläche bei unterschiedlicher Netzabdeckung in Blumenkohlbeständen

Messzeitraum	unbedeckt	MW = 1,3 mm	MW = 0,8 mm	MW = 0,6 mm	MW = 0,3 mm
15.6.-04.07.21	77,3 %	76,5 %	76,6 %	75,6 %	78,8 %
27.8.-22.10.21	90,8 %	90,0 %	89,6 %	89,0 %	89,1 %

Ähnlich wie bei der Lufttemperatur ist auch bei der Luftfeuchte unter Netz bei sommerlichen Bedingungen eine verzögerte Reaktion auf die Veränderung der Umgebungsluftfeuchte festzustellen (Abb. 6, links). Dies führt über 2 – 3 h zu einer deutlich erhöhten relativen Luftfeuchte unter den Insektenschutznetzen bei gleichzeitig niedrigeren Temperaturen. Somit ist die Gefahr der Taubildung unter dem Netz deutlich erhöht und die Bestände benötigen im Vergleich zu unbedeckten deutlich länger um abzutrocknen. Bei Herbsttagen mit sehr hoher Luftfeuchte ist die Abweichung der relativen Luftfeuchte unter Netz erwartungsgemäß marginal (Abb. 6, rechts).

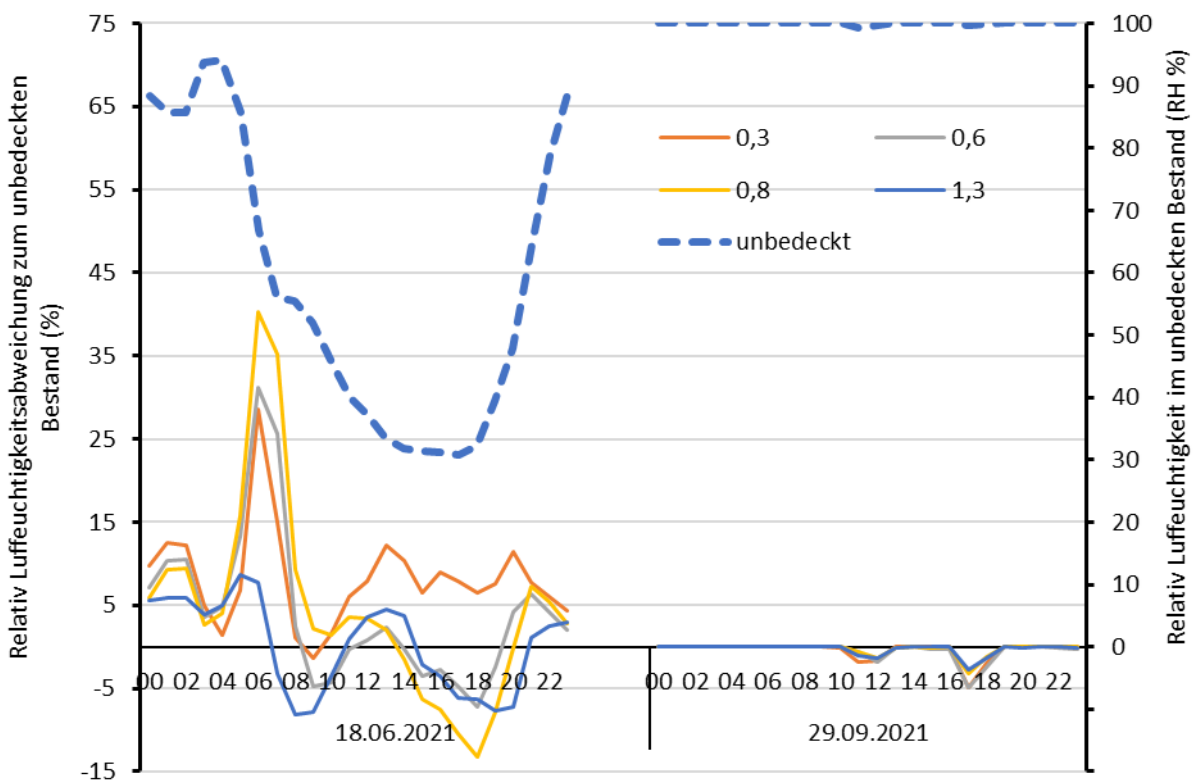


Abb. 6: Abweichung der relativen Luftfeuchte im Tagesverlauf unter Insektenschutznetzen unterschiedlicher Maschenweite zu einem Bestand ohne Bedeckung (gestrichelte Linie = Absolutwerte) bei Blumenkohl an zwei repräsentativen Terminen

Bodenfeuchte

Die Bodenfeuchtigkeit in 25 cm Tiefe war im Vergleich zum unbedeckten Bestand unter den Insektenschutznetzen deutlich erhöht, was sich in einer geringeren Saugspannung niederschlug (Abb. 7). Diese Abweichung war deutlich größer nach Niederschlägen (z.B. am 17.09.21). Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Schutznetzen waren nicht nennenswert. In 15 cm Tiefe war die beobachtete Erhöhung der Bodenfeuchte etwas geringer ausgeprägt.

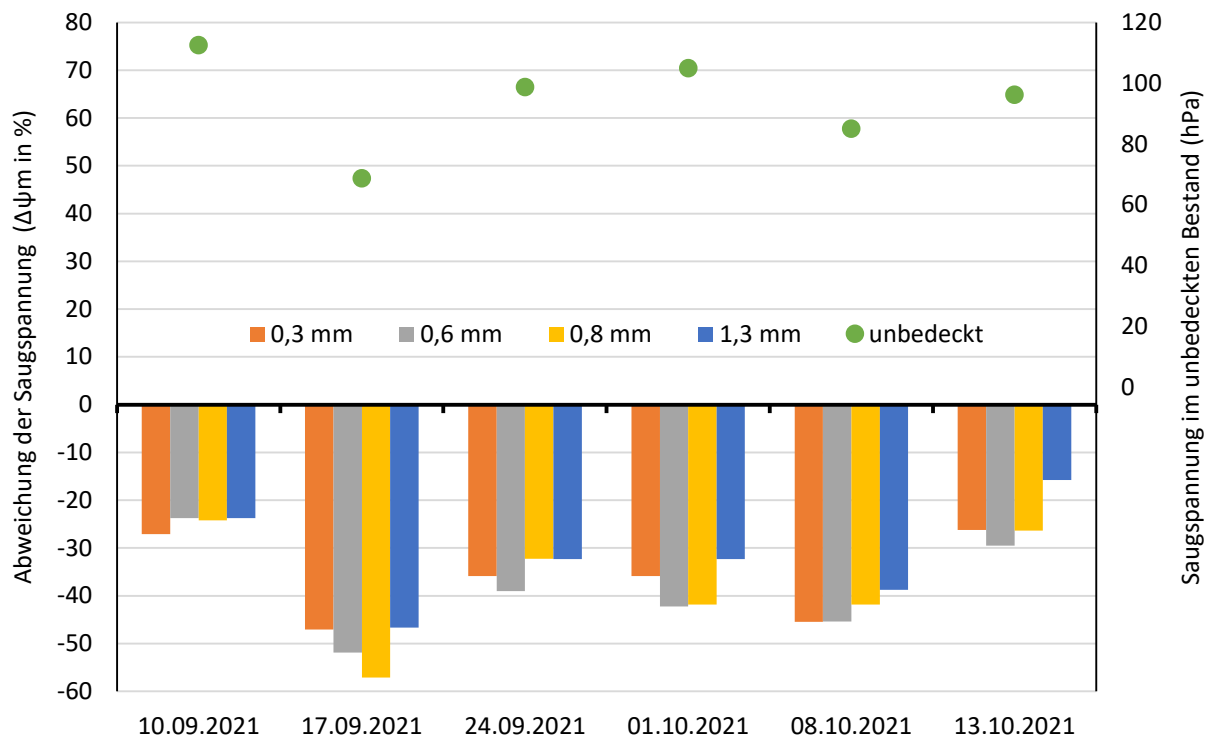


Abb. 7: Abweichung der Saugspannung unter Insektenschutznetzen unterschiedlicher Maschenweite zu einem Bestand ohne Bedeckung (grüne Punkte = Absolutwerte) bei Blumenkohl in einer Bodentiefe von 25 cm

Bodentemperatur

Die Bodentemperatur in 25 cm Bodentiefe lag unter Netzabdeckung im Mittel des Betrachtungszeitraumes (10.9.-13.10.21) und der Netzvarianten um 1,0 bis 1,3 °C über der des unbedeckten Blumenkohlbestandes. Der Typ des Insektenschutznetzes hatte keinen wesentlichen Einfluss auf die gemessenen Differenzen.

Photosynthetisch aktive Strahlung

Mit der vorhandenen Sensortechnik konnte gleichzeitig die photosynthetisch aktive Strahlung unter zwei Netztypen mit der ungestörten Einstrahlung verglichen werden. Die Strahlungsauslöschung bei den engmaschigeren Netzen mit MW 0,3 und 0,6 mm lag etwas höher als bei den weitmaschigeren Insektenschutznetzen (Tab. 8). Je nach Intensität der Grundstrahlung lag die Differenz zur Messung ohne Abdeckung bei den häufig verwendeten Netztypen mit 0,8 und 1,3 mm MW im Bereich von 11,4 % bis maximal 16,5 %. An Tagen mit geringerer Strahlungsintensität bzw. niedrigerem Sonnenstand war die Lichtauslöschung generell höher (vgl. Abb. 8).

Tab. 8: Auslöschung der photosynthetisch aktiven Strahlung (Δ PPF) durch verschiedene Netztypen bei unterschiedlicher Grundstrahlung (PPFD unbedeckt, Summe der Stundenmittelwerte für den jeweiligen Tag, Werte oberhalb 0,01 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ in die Berechnung einbezogen)

Datum	PPFD unbedeckt ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)	Δ PPF MW = 1,3 mm	Δ PPF MW = 0,8 mm	Δ PPF MW = 0,6 mm	Δ PPF MW = 0,3 mm
03.06.21	13636		-16,5 %		-20,1 %
21.08.21	11457			-21,9 %	-21,0 %
22.08.21	4805			-18,0 %	18,3 %
10.09.21	5942	-15,4 %	-14,1 %		
18.09.21	3267	-12,9 %			-13,9 %
19.09.21	3585	-12,4 %			-15,3 %
02.10.21	2970		-12,1 %	-21,0 %	
03.10.21	2132		-11,4 %	-45,4 %	

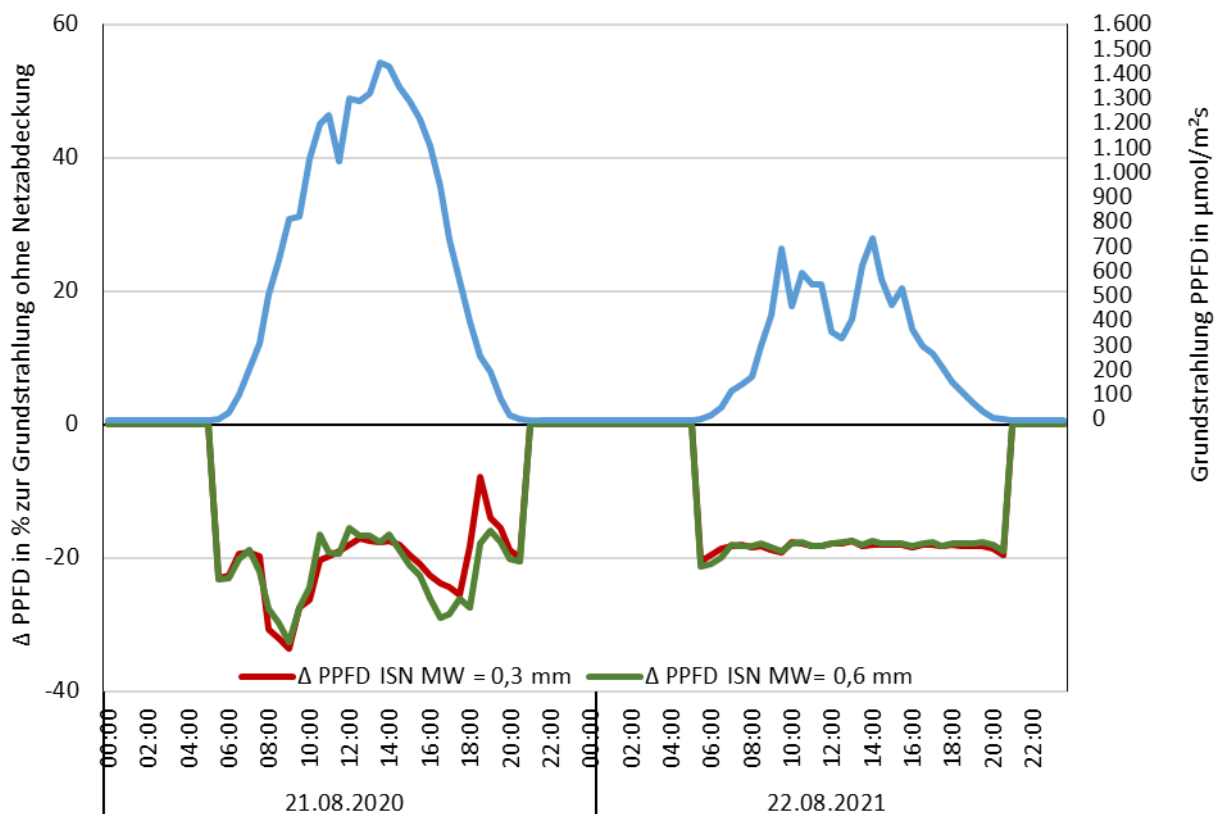


Abb. 8: Auslöschung der photosynthetisch aktiven Strahlung durch Insektenschutznetze mit Maschenweiten von 0,3 und 0,6 mm an zwei Tagen mit unterschiedlicher Grundstrahlung

4.1.1.4 Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Insektenschutznetzen am Beispiel von Knollensellerie

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Netzeinsatzes erfolgte beispielhaft an Knollensellerie durch das Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft der LFA auf Basis von aktuellen KTBL-Werten. Vergleichend betrachtet wurden die Anbauverfahren „Standard“ (ohne Netz), „Standard mit Netz“ und „Mulchfolie mit Netz“ für den ökologischen Anbau bei einer Anbaufläche von einem Hektar. Die Varianten mit Netzeinsatz erwirtschaften immer einen deutlich geringeren Deckungsbeitrag, da die Anschaffungskosten für die Netze allein mit 5.500,- € zu Buche schlagen und noch ca. 430,- € für das Handling der Netze aufgewendet werden müssen (Tab. 9). Bei einer Nutzungsdauer von 5 Jahren pro Netz sinken die Mehrkosten auf nur noch etwa 1530,- € und es wird zu ihrem Ausgleich nur noch ein Mehrertrag von etwa 10 % benötigt. Der Wegfall der Unkrautbekämpfungsmaßnahmen beim Mulchfolieverfahren hat trotz des höheren Materialeinsatzes einen deutlich kostenreduzierenden Effekt.

Tab. 9: Vergleich der Deckungsbeiträge zwischen verschiedenen Anbauverfahren von ökologischem Knollensellerie

Leistungs-/Kostenart	Standard	Standard mit Netz	Mulchfolie mit Netz
Summe Leistung	19.500,00 €	19.500,00 €	19.500,00 €
Pflanzgut	2.400,00 €	2.400,00 €	2.400,00 €
Festmist, Rottemist, Rind	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Haarmehl-Pellets	303,60 €	303,60 €	303,60 €
Kali-Magnesia	114,00 €	114,00 €	114,00 €
Kohlensaurer Kalk	122,10 €	122,10 €	122,10 €
Hagelversicherung	208,46 €	208,46 €	208,46 €
Wasser, Bewässerungsnetz	138,00 €	138,00 €	138,00 €
Kulturschutznetz 0,8 mm Maschenweite	0,00 €	5.500,00 €	5.500,00 €
Mulchfolie (biologisch abbaubar)	0,00 €	0,00 €	840,00 €
Zinskosten (3 Monate)	24,65	65,90	72,20
Summe Direktkosten	3.286,16 €	8.786,16 €	9.626,16 €
Direktkostenfreie Leistung	16.213,85 €	10.713,85 €	9.873,85 €
Variable Maschinenkosten	661,99 €	669,48 €	634,68 €
Variable Lohnkosten	5.376,85 €	5.804,43 €	1.545,75 €
Dienstleistungen	35,00 €	35,00 €	35,00 €
Zinskosten	45,55 €	48,82 €	16,62 €
Summe variable Kosten	9.405,55 €	15.343,88 €	11.858,20 €
Deckungsbeitrag	10.094,45 €	4.156,12 €	7.641,80 €
Fixe Maschinenkosten	562,75 €	570,20 €	541,00 €
Fixe Lohnkosten	1.299,90 €	1.299,90 €	1.264,41 €
Summe Direkt- und Arbeiterledigungskosten	11.268,20 €	17.213,98 €	13.663,61 €
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	8.231,80 €	2.286,02 €	5.836,39 €
Arbeiterledigungskosten	7.982,04 €	8.427,82 €	4.037,45 €

4.1.2 AP 2 - Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume

Im ersten Versuch zeigten sich keinerlei Unterschiede hinsichtlich der Ertragsbildung und der Unkrautunterdrückung zwischen der Kontrollvariante und den Varianten Unterfußdüngung und Falsches Saatbett. Der Arbeitsaufwand für das händische Unkrauthacken lag zwischen 314 Akh/ha (Kontrolle) und 322 Akh/ha (Unterfußdüngung). Eine ausreichende Unkrautunterdrückung, die es ermöglichte, auf eine zwischenzeitliche Abnahme des Netzes zur Unkrautergulierung zu verzichten, wurde nur durch die bioabbaubare Mulchfolie und den Grünschnittmulch erreicht. Das Unkrautauflkommen zur Ernte lag hier bei 0 bzw. 50 g/m² (Frischmasse). Die Verwendung der Mulchfolie resultierte jedoch in tendenziell geringeren Erträgen im Vergleich zur Kontrolle wohingegen in der Variante mit Grünschnittausbringung signifikant höhere Erträge erzielt wurden (Abb. 9).

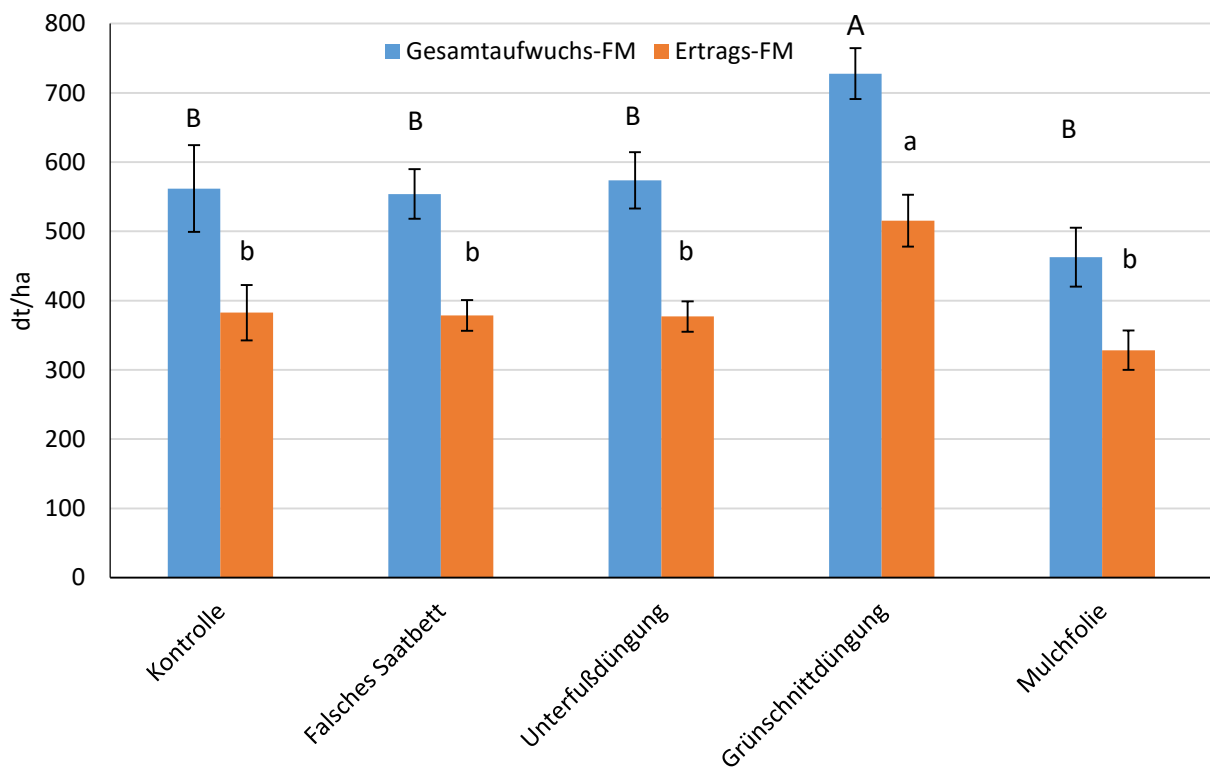


Abb. 8: Vergleich der Ertrags- und Gesamtaufwuchsbiomasse bei unterschiedlichen Unkrautregulierungsmaßnahmen in Knollensellerie unter Netzabdeckung, Ernte 07.10.19 (Tukey HSD Test, $\alpha=0.05$)

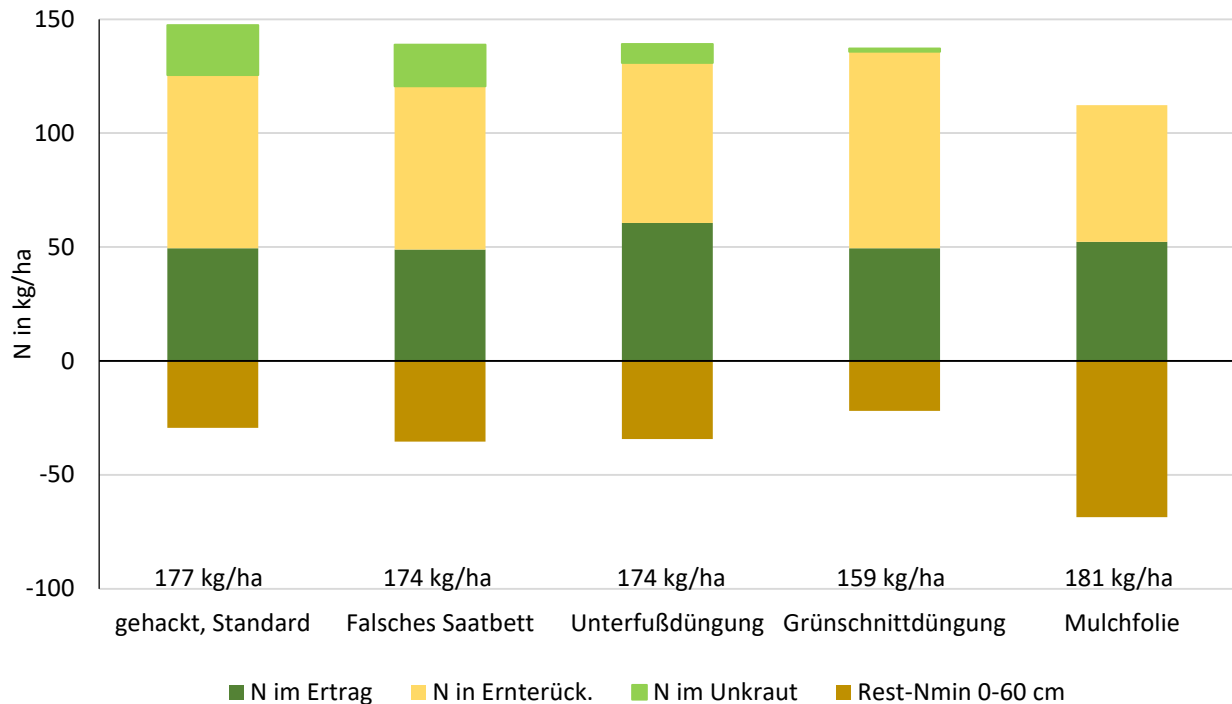


Abb. 9: N-Angebot dargestellt als N-Menge im Aufwuchs von Knollensellerie (unterteilt in Ertrag und Ernte-rückstand), Unkraut sowie Rest-Nmin zur Ernte in 0 - 60 cm Bodentiefe (Ernte 07.10.19)

Die Ertragsunterschiede waren vermutlich keine Folge eines unterschiedlichen N-Angebots, da dieses in der Variante mit Grünschnittdüngung sogar ca. 20 kg N/ha unter dem der Kontrollvariante und der Variante „Mulchfolie“ lag (Abb. 10). Durch die geringe Ertragsbildung lagen zur Ernte unter der Mulchfolie noch fast 70 kg N im Boden vor, wodurch sich die Gefahr der Stickstoffauswaschung in der nachfolgenden Sickerwasserperiode erhöht hat.

Für die Wiederholung des Versuches in 2020 wurde auf die effektfreien Varianten „Falsches Saatbett“ und „Unterfußdüngung“ verzichtet und als zweiter Faktor alle Unkrautregulierungsmaßnahmen mit zwei Abdeckungsvarianten kombiniert (ohne Netzabdeckung, Netz MW 0,8 mm). Damit sollte ermittelt werden, ob die Ertragsunterschiede bei Knollensellerie grundsätzlich auf den Einsatz der Mulchfolie und die Düngung mit Grünschnitt zurückzuführen sind oder eine Wechselwirkung mit der Abdeckung durch ein Kulturschutznetz besteht.

Mangels Materialverfügbarkeit konnte in der Variante Grünschnittdüngung nur eine Schichtdicke von ca. 3 cm realisiert werden. Dies erwies sich erwartungsgemäß als unzureichend für eine wirksame Unkrautunterdrückung. Da durch die Mulchschicht Unkräuter mit der Hand gezogen werden mussten, war der Arbeitsaufwand höher als in der Kontrolle, in welcher hierzu Handhacken verwendet werden konnten (Tab. 10). Die Mulchfolie erwies sich erneut als höchst effektive Unkrautregulierungsmaßnahme. Es gab keinen eindeutigen Hinweis darauf, dass die Netzabdeckung die Entwicklung des Unkrauts fördert.

Tab. 10: Zeitlicher Aufwand für die Unkrautregulierung bei unterschiedlichen Anbauverfahren (Versuch 2020)

	Arbeitsaufwand zur Unkrautbekämpfung in Akh/ha					
	Kontrolle		Mulchfolie		Grünschnittdüngung	
Datum	ohne Netz	mit Netz	ohne Netz	mit Netz	ohne Netz	mit Netz
08.07.20	144	122				
29.07.20	125	186	33	47	553	450
18.08.20	155	211			325	328
gesamt	425	519	33	47	878	778

Die unzureichende Grünschnittverfügbarkeit wirkte sich auch auf die ausgebrachte N-Menge in diesem Versuchsglied aus. Sie lag etwa 35 kg N/ha unter der der anderen Varianten. Es konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten hinsichtlich des Ertrags- und Frischmasseaufwuchses nachgewiesen werden (Abb. 11). Ohne eine Ertragsdepression in einer Parzelle, hätte es wahrscheinlich einen deutlichen Mehrertrag in der Variante Grünschnitt unter Netz gegeben. Aufwuchs und Ertrag in den mit Mulchfolie bedeckten Varianten lagen tendenziell etwas niedriger als in der Kontrolle. Wie Abb. 12 aufweist, lagen in dieser Variante zur Ernte erneut die höchsten N_{\min} -Bodenvorräte vor. Es zeigte sich ein Trend, dass nach der Ernte die N_{\min} -Bodenvorräte unter Netzabdeckung höher liegen als in den vergleichbaren unbedeckten Parzellen.

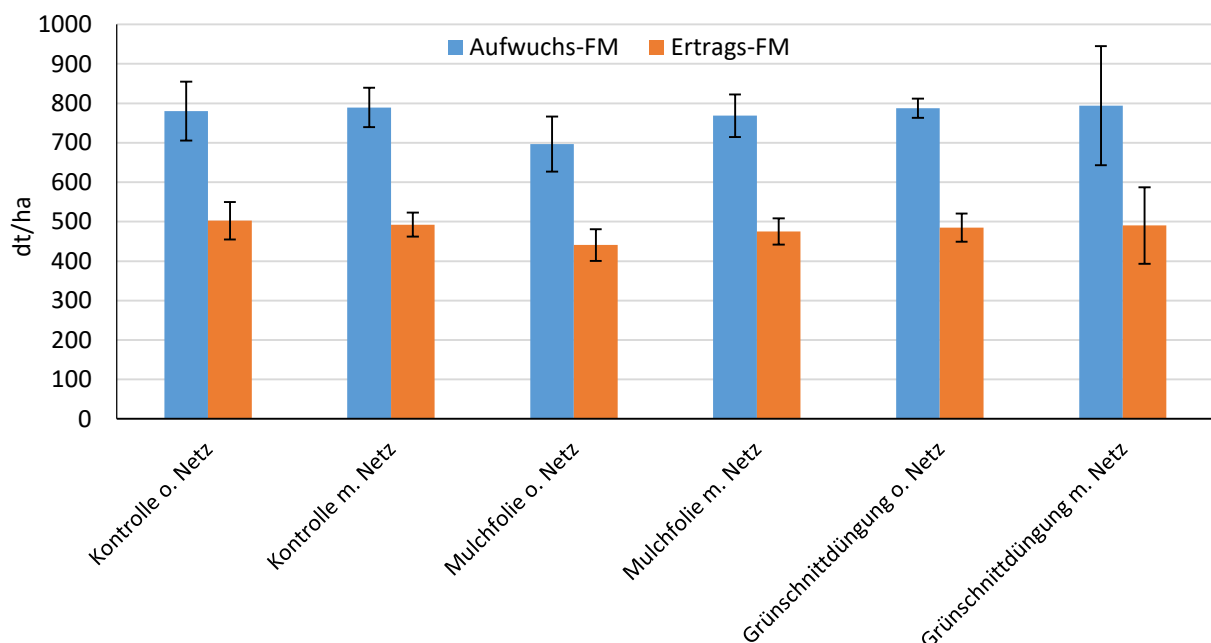


Abb. 10: Vergleich der Ertrags- und Gesamtaufwuchsbiomasse bei unterschiedlichen Unkrautregulierungsmaßnahmen in Knollensellerie in Abhängigkeit von der Abdeckung (Ernte 09.10.20)

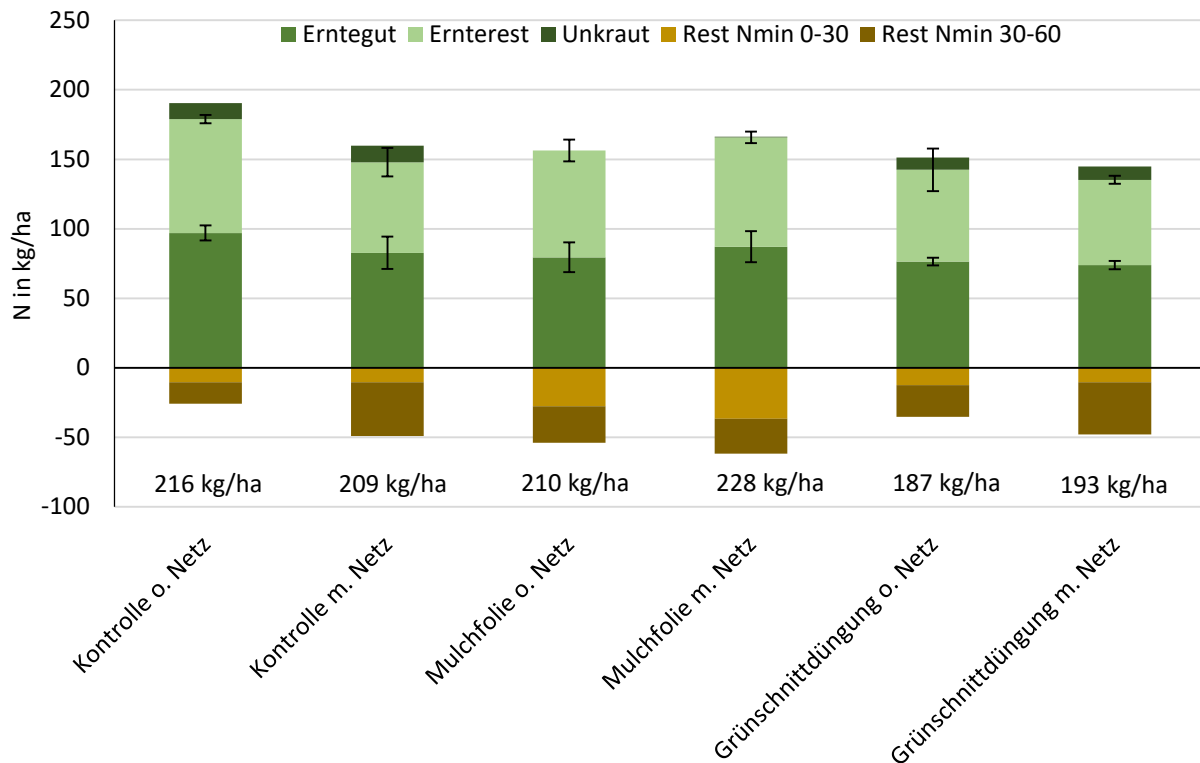


Abb. 11: N-Angebot dargestellt als N-Menge im Aufwuchs von Knollensellerie (unterteilt in Ertrag und Ernterückstand), Unkraut sowie Rest-Nmin zur Ernte in 0 - 60 cm Bodentiefe (Ernte 09.10.20)

Der Anbau unter Netzen verringerte scheinbar den Anteil an Knollen mit Herzfäule, führte aber tendenziell zu einem leicht verstärkten Auftreten an Sellerieschorf (Abb. 13).

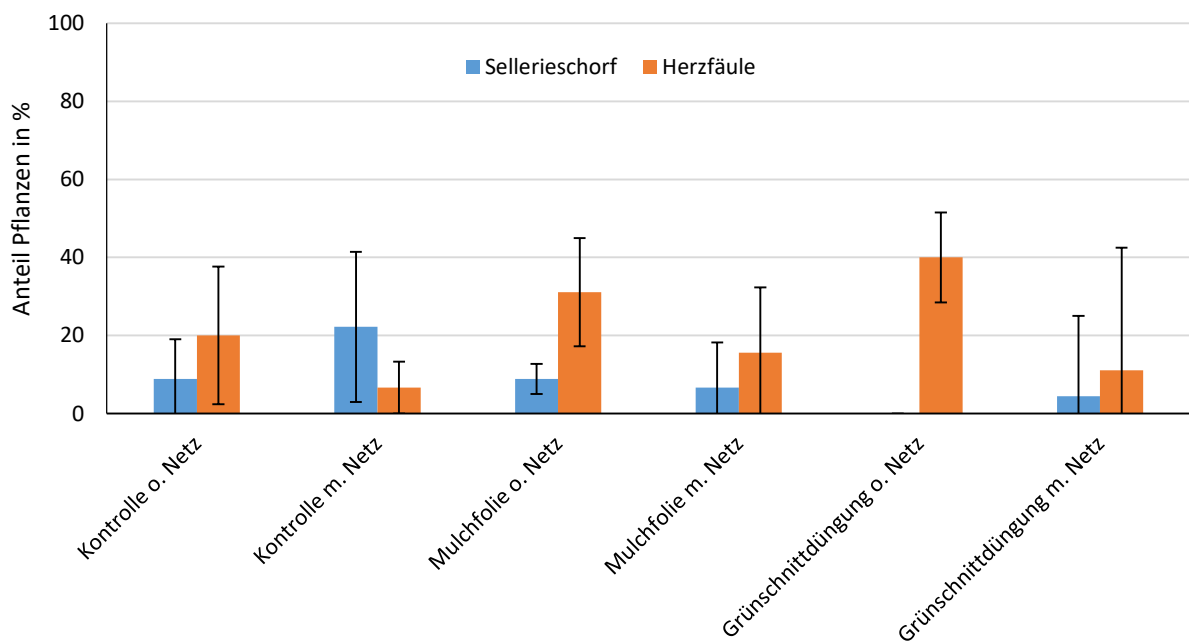


Abb. 12: Anteil der mit Sellerieschorf und Herzfäule befallenen Pflanzen im Versuch 2020

4.1.3 AP 3 – Eignung engmaschiger Netze zur Thripsbekämpfung

2019

Im ersten Versuchsjahr wurde das Netz Biothrips 346 von Texinov an Rotkohl, Weißkohl, Knollenfenchel, Erbsen und Buttersalat getestet. Zum Vergleich diente das Insektenschutznetz mit der MW 0,8 mm und eine unbedeckte Kontrolle.

Der Versuch zu Markerbsen konnte nicht ausgewertet werden, da starker Befall mit Bohnenblattläusen unter dem Thripsnetz einen Ausfall dieser Parzellen bewirkte.

Bei Rotkohl und Buttersalat trat kein nennenswerter Thripsbefall bzw. -schaden auf. Die Kopfgewichte und Erträge des Rotkohls lagen in beiden Varianten mit Netzabdeckung um ca. 20 % über denen der Kontrolle. Es gab keine Unterschiede hinsichtlich des Befalls oder Schadens durch die Hauptschädlinge Kohlflye und Schadschmetterlinge sowie durch Mäuse. Die Manifestation mit Mehligiger Kohlblattlaus war zur Ernte (30.09.19) unter dem Biothrips-Netz deutlich geringer als in den beiden anderen Varianten. Der Salat entwickelte bis zum Erntetermin (15.07.19) um ca. 20 % leichtere Köpfe bei Auflage des Netzes mit 0,8 mm MW und um etwa 10 % leichtere Köpfe bei Verwendung des Biothrips-Netzes. Allerdings traten in der Variante ohne Netzabdeckung bei ca. 30 % der Köpfe Randen auf, hingegen nur bei 5 % unter dem Netz mit 0,8 mm MW und keine unter dem Biothrips-Netz.

Weißkohl

Die Bruttoerträge unter den beiden mit Insektenschutznetz abgedeckten Varianten lagen beim Weißkohl im Mittel um ca. 15 % über denen der unbedeckten Kontrolle (Abb. 14).

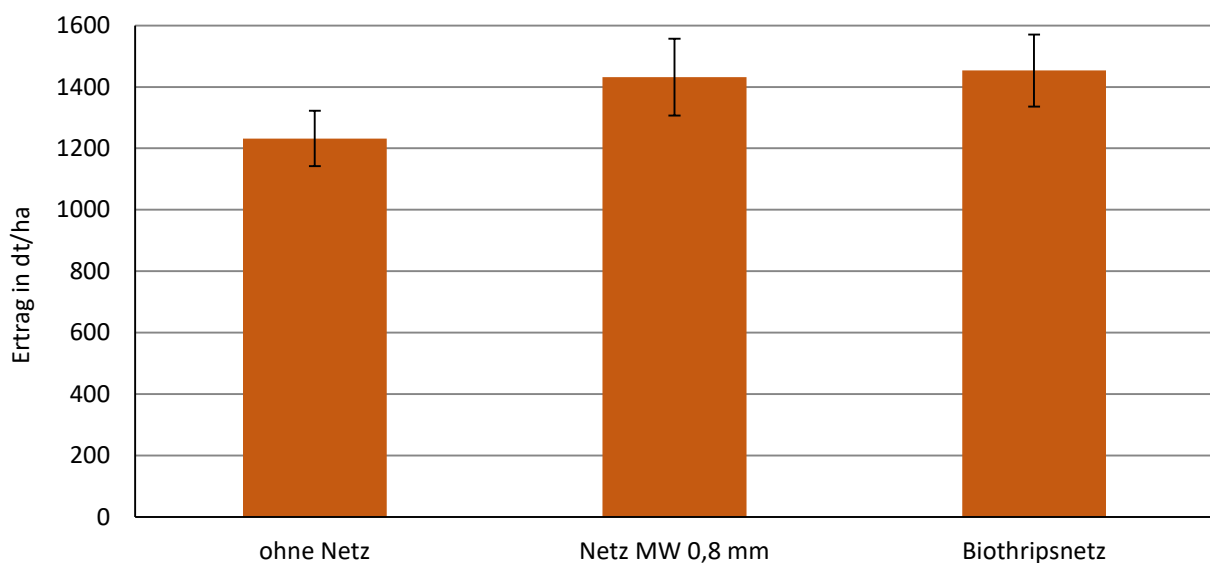


Abb. 13: Bruttoertrag von Weißkohl bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (erster Versuch, Ernte 30.09.19)

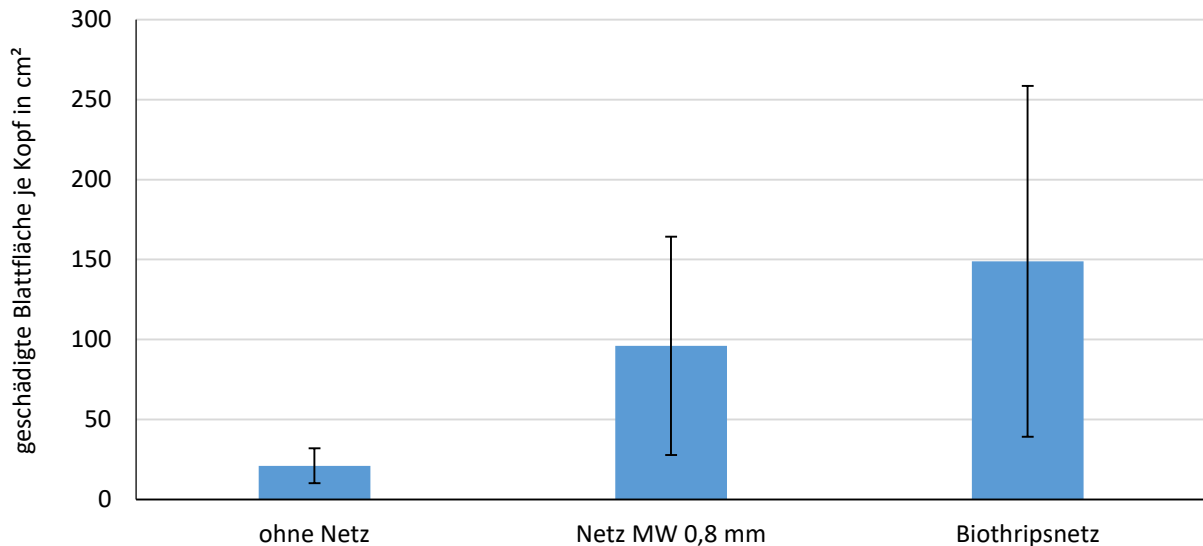


Abb. 14: Thripsschäden in Form von Verkorkungen der Blätter an Köpfen von Weißkohl bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (erster Versuch, Ernte 30.09.19)

Die als Thripsschäden bonitierten Verkorkungen auf den äußeren Blattlagen der Köpfe übertrafen unter den mit Netzen abgedeckten Varianten hinsichtlich der Fläche bei weitem die der unbedeckten Kontrolle (Abb. 15). Während für die Aufbereitung zu marktfähiger Ware in der Kontrolle im Mittel 4,2 geschädigte Blätter entfernt werden mussten, waren es bei Abdeckung mit dem Netz von 0,8 mm MW 6,2 und nach Verwendung des Biothripsnetzes sogar 7,4 Blätter. Während die Schäden durch Mäuse unter beiden Netztypen massiv erhöht waren, wurden Kohlfiegen, welche ohne Netz ca. 50 % der Köpfe schädigten, durch die Netzaufgabe effektiv abgewehrt. Der Befall mit Kohlschwärze (*Alternaria* spp.) an den Umblättern der Köpfe war unter den Netzen und speziell unter dem Biothripsnetz reduziert.

Knollenfenchel

Die Erträge bei Knollenfenchel wurden durch das Netz mit MW 0,8 mm nicht beeinflusst, waren unter dem Biothripsnetz aber ca. 15 % geringer. Der Befall mit Thripsen an den Knollen war insbesondere unter dem Biothripsnetz geringer (Abb. 16). Die Unterschiede fielen jedoch nicht signifikant aus. Unter Netzabdeckung waren die Knollen unwesentlich länglicher ausgeprägt als in der unbedeckten Kontrolle.

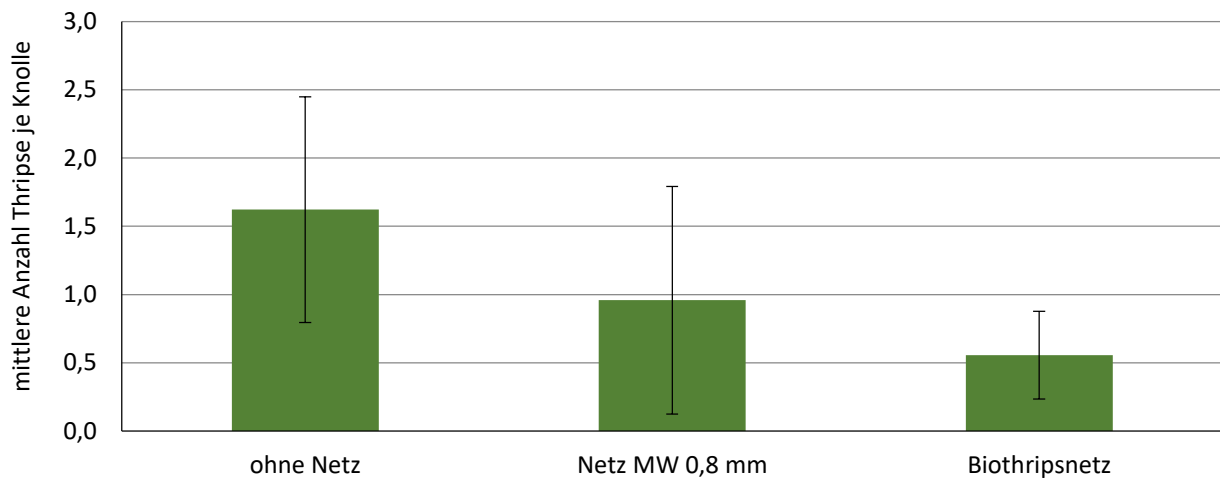


Abb. 15: Thripsbefall an Knollen von Fenchel bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (Ernte 24.07.19)

2020

Weißkohl

Bei der Wiederholung des Versuchs wurde mit 1259 dt/ha der höchste Bruttoertrag nach Abdeckung mit dem Netz von 0,8 mm MW erzielt. Die unbedeckte Variante lag mit 1240 dt/ha nur unwesentlich niedriger. Die Verwendung des Biothripsnetzes hatte einen geringeren Ertrag (1086 dt/ha) zur Folge, wobei keine Signifikanz vorlag. Erneut erreichten die Schäden durch den Thripsbefall unter den Netzen ein höheres Ausmaß als in der unbedeckten Kontrolle (Abb. 17).

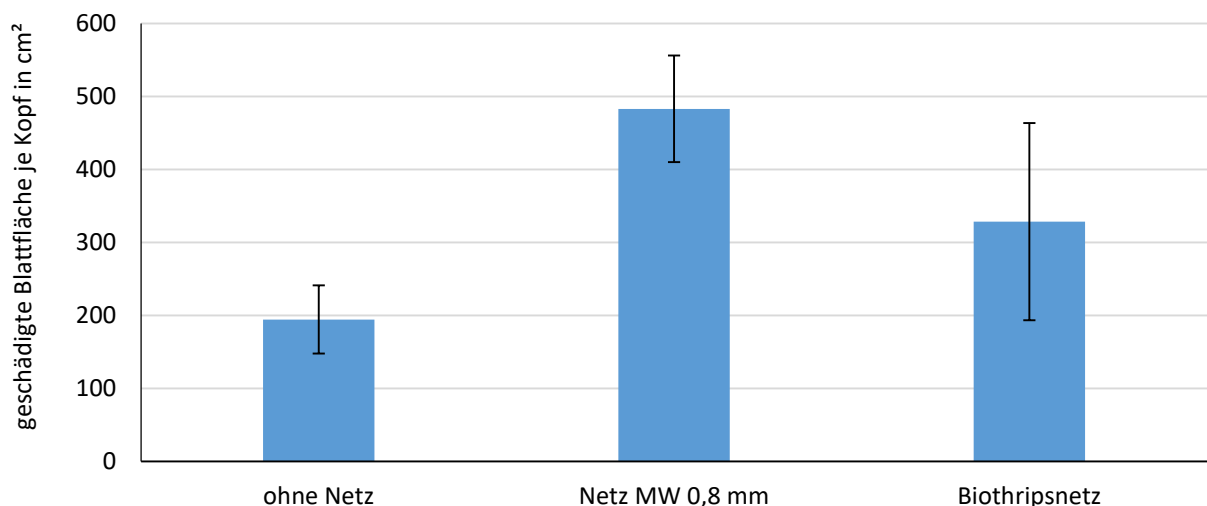


Abb. 16: Thripsschäden in Form von Verkorkungen der Blätter an Köpfen von Weißkohl bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (zweiter Versuch, Ernte 22.09.20)

Die Mehligke Kohlblattlaus konnte sich insbesondere unter dem Biothripsnetz vermehrt ansiedeln, währenddessen sie in unbedeckten Parzellen keine Probleme bereitete. Schäden

durch Raupen konnten durch beide Netztypen vermieden werden. Mäusefraß wurde hingegen durch die Netzabdeckung auch im zweiten Versuchsjahr deutlich gefördert.

Knollenfenchel

Durch die Netzabdeckung erfuhr der Knollenfenchel eine beschleunigte Entwicklung, welche sich zum Erntetermin (30.07.20) in tendenziell höheren Knollengewichten niederschlug (Abb. 18).

Da alle Varianten an einem Termin geerntet wurden, hatte der Entwicklungsvorsprung der Varianten unter Netz eine Längsstreckung der Knollen zur Folge, welche für die Vermarktung ungünstig ist. Durch eine frühere Ernte hätte diese vermieden werden können. Der Thripsbefall lag auf einem sehr niedrigen Niveau. Unterschiede zwischen den Varianten waren nicht feststellbar.

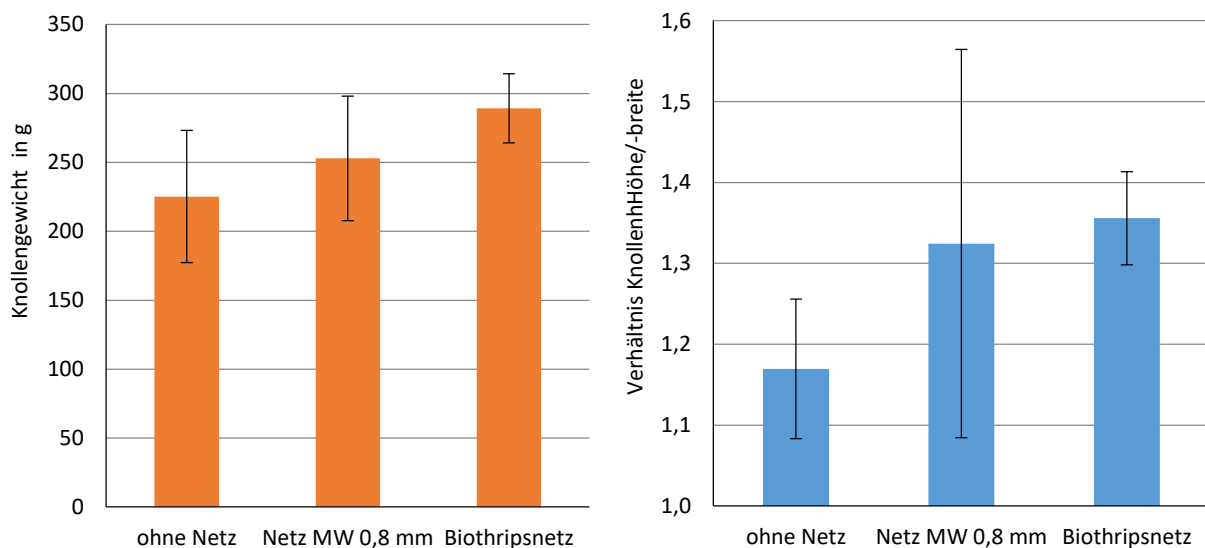


Abb. 17: Knollengewichte und Knollenform bei unterschiedlicher Netzabdeckung von Knollenfenchel (zweiter Versuch, Ernte 30.07.2020)

2021

Um die Beeinflussung der Ertragsbildung durch Schädlingsbefall auszuschließen, wurde der Versuch im dritten Versuchsjahr um eine Kontrolle mit zusätzlichem Insektizideinsatz erweitert. In dieser Variante wurden die höchsten Bruttoerträge erzielt (Abb. 19). Die geringste Ertragsbildung wurde wie im Vorjahr unter dem Biothripsnetz verzeichnet. Der Thripsbefall war im Vergleich zur Kontrolle lediglich in der mit Insektizid behandelten Variante ohne Netz reduziert. Ein Effekt der Netze auf die Thripsschäden war nicht feststellbar. Jedoch war der bonitierte Thripsbefall minimal und es wurde nur zwischen 8 und 20 cm² geschädigte Blattfläche pro Kopf erfasst.

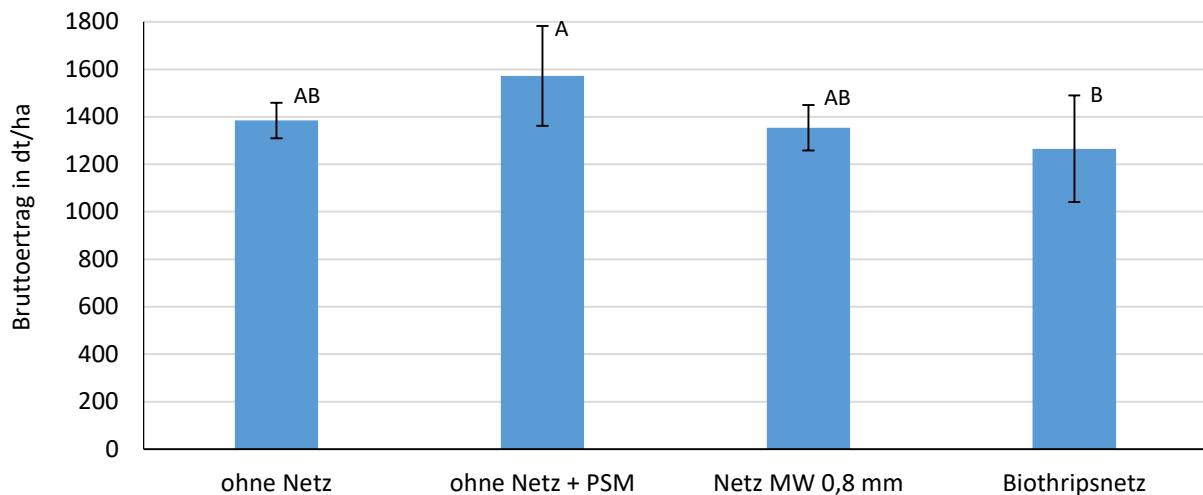


Abb. 18: Bruttoertrag von Weißkohl bei unterschiedlicher Bedeckung mit Insektenschutznetzen (dritter Versuch, Ernte 07.09.21, Tukey HSD Test, $\alpha=0.05$)

4.2 Teilprojekt FKZ 2815NA199, JKI

4.2.1 AP 3 – Versuche zur Thripsabwehr in Porree, Bundzwiebeln und Schnittlauch

Der Einsatz von Netzen hat sich auf die drei Allium-Arten Schnittlauch, Bundzwiebel und Porree sehr unterschiedlich ausgewirkt. Die Netze führten in der Bundzwiebel hauptsächlich zu einer Stauchung und zu geknickten Blattspitzen, während das Ertragsgewicht nur leicht reduziert war. Dahingegen knickte der Schnittlauch zwar nicht, reagierte aber vor allem bei Nutzung des Thripsnetzes mit einem deutlich reduzierten Längenwachstum und Ertragsgewicht. Porree wiederum zeigte keine Ertragsverluste bei Nutzung der Netze, allerdings zeigte sich ein häufigeres Aufplatzen der äußersten Blattschicht am Schaft in 2019. Dieses Problem konnte in 2020 nach einem Wechsel der Sorte nicht mehr beobachtet werden. Auf Grundlage dieser Ergebnisse erscheint Porree die aussichtsreichste getestete Allium-Kultur zu Nutzung des Thripsnetzes zu sein. In den anderen Kulturen ist eine direkte Netzaufgabe nicht sinnvoll. Aufgrund der Erfahrungen aus 2019 (abknickende Spitzen bei direkter Netzaufgabe), wurde in 2020 Bundzwiebel in Minitunneln angebaut. Bei dieser Anbauform zeigte sich zwar eine leichte Ertragsreduktion, jedoch war die Qualität des Ertrags sehr gut und das Grün der Zwiebel unter Netz etwas länger und mit signifikant geringerem Thripsschaden.

Da die Kontrolle in 2019 mit dem 0,8 mm Netz bedeckt war, 2020 aber ohne Netzabdeckung angelegt wurde, werden die Ergebnisse hier nach Jahren getrennt besprochen. Im Porree zeigte sich in beiden Jahren eine signifikante Reduktion des Thripsbefalls bei Nutzung des Thripsnetzes im Vergleich zur Kontrolle (2019: $p < 0.0012$, 2020: $p < 0.0001$) auf vergleichbares Niveau mit der PSM-Variante (Abb. 20) (BÖCKMANN 2022). Rostpilzbefall durch *Puccinia sp.* lag in beiden Jahren auf geringem Niveau, jedoch unter dem Thripsnetz im Vergleich zur unbedeckten Kontrolle und zur PSM-Variante 2020 signifikant höher (jeweils $p < 0.0001$) (Abb. 21) (Böckmann 2022). Weiterhin zeigte sich 2020 eine signifikante Erhöhung des Ertragsgewichtes in der Netzvariante gegenüber der unbedeckten Kontrolle ($p = 0.004$) (Abb.

22) (Böckmann 2022). Der Unterschied im Rostpilzbefall wurde nach putzen (Entfernen der 3 äußersten Blätter) nicht mehr festgestellt.

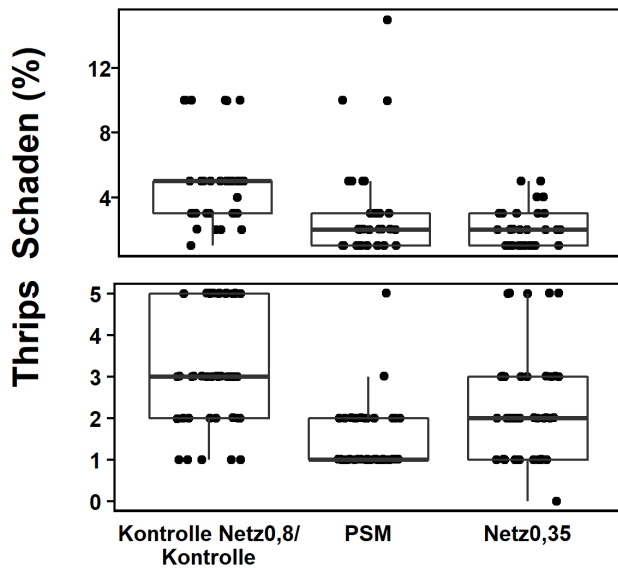


Abb. 19: Thripsschaden vor dem Putzen in der Erntebonitur im Porree für die Jahre 2019 (oben) und 2020 (unten). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Jeder Punkt repräsentiert eine Pflanze. Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung

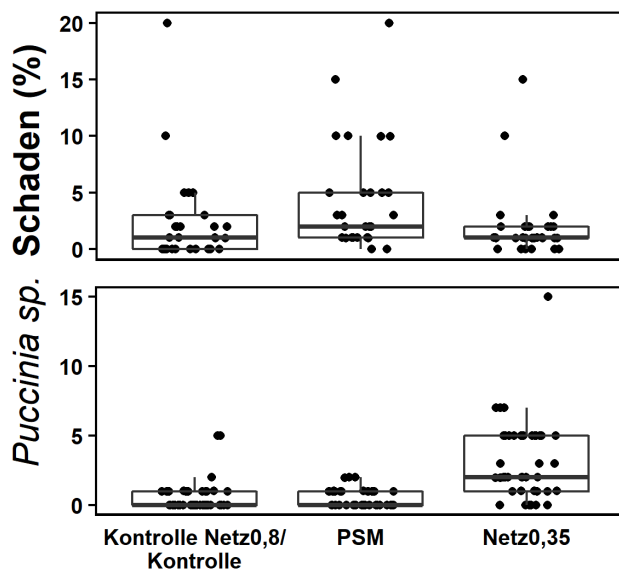


Abb. 20: Rostpilzbefall vor dem Putzen in der Erntebonitur im Porree für die Jahre 2019 (oben) und 2020 (unten). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Jeder Punkt repräsentiert eine Pflanze. Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung

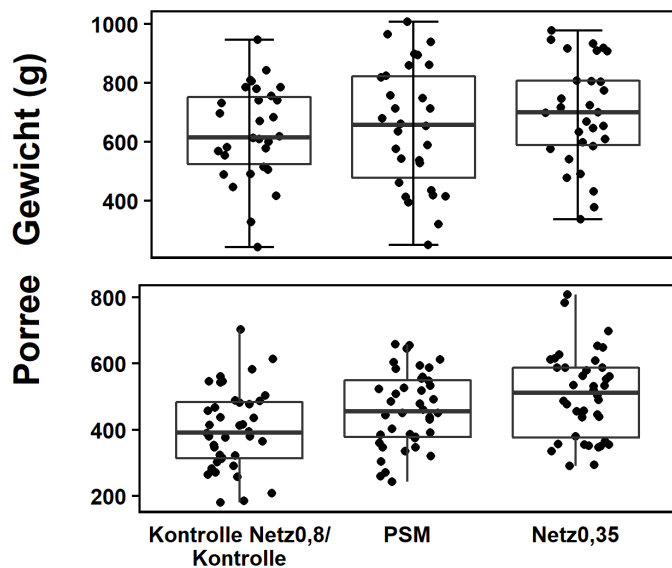


Abb. 21: Ertrag in der Erntebonitur im Porree vor dem Putzen für die Jahre 2019 (oben) und 2020 (unten). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Jeder Punkt repräsentiert eine Pflanze. Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung

Bei der Messung von Temperatur und relativer Feuchte unter dem verwendeten Thripsnetz zeigten sich nur geringe Unterschiede zwischen den Werten unter Netz und den freistehenden Versuchsgliedern (Tab. 11) (Böckmann 2022). Deutlicher unterschieden sich die gemessenen Strahlungswerte, die unter dem Thripsnetz um etwa 30 % geringer lagen (Tab. 12) (Böckmann 2022).

Tab. 11: Mittlere Temperatur und relative Luftfeuchte unter den verschiedenen Netzen und in der Kontrolle. Über den angegebenen Zeitraum wurde in allen vier Wiederholungen der Kontrolle und allen vier Wiederholungen eines Netz-Versuchsglieds gemessen. Abgebildet sind die gemittelten Werte der vier Datenlogger je Versuchsglied

Jahr	Zeitraum	Kultur	Versuchsglied	Temperatur (°C) (Mittelwert)	Relative Luftfeuchte (%) (Mittelwert)
2019	6. Jun – 25. Sep	Möhre	Kontrolle	18.9	79.6
			Netz	19.2	74.1
	11. Jul – 1. Aug	Chinakohl	Kontrolle	21.7	78.6
			Netz	21.9	77.2
	11. Mai – 29. Mai, 8. Aug – 10. Sep	Möhre	Kontrolle	18.8	66.3
			Netz	18.8	72.4
	22. Jun – 10. Jul	Chinakohl	Kontrolle	19.3	78.9
			Netz	19.8	79.4
	13. Jul – 31. Jul	Porree	Kontrolle	20.7	72.0
			Netz	19.7	67.4

Tab. 12: Mittlere photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) unter den verschiedenen Netzen und in der Kontrolle. Gemessen wurde jeweils an 2 Tagen zwischen 9 und 16 Uhr, an einem eher bedeckten und einem eher sonnigen Tag. Abgebildet sind die gemittelten Werte der Messwerte insgesamt über beide Messzeiträume zusammen

Messtage	Kultur	Versuchsglied	PAR (Mittelwert)
25.08. 24.09.	Möhre	Kontrolle	329.2
		Netz	157.8
13.07. 14.07.	Chinakohl	Kontrolle	42.3
		Netz	19.1
2.9. 17.9.	Porree	Kontrolle	278.1
		Netz	197.3

4.2.1.1 Praxisversuche zur Netzbedeckung in Porree

In den Praxisversuchen mit Porree konnten die Ergebnisse der in AP 4 am JKI durchgeführten Versuchen in Porree nicht bestätigt werden. Bei sehr geringem Thripsbefall wurde keine Reduktion festgestellt. Vielmehr wurden gegenläufige Resultate festgestellt. Während in einem Betrieb eine Erhöhung des Befalls unter Netz (Abb. 23) ein höheres Schadensmass bewirkt hat (Abb. 24), war bei dem Betrieb mit geringem Befall unter Netz (Abb. 23) das Schadensmass reduziert (Abb. 24). Die Ertragsparameter zeigten keine Veränderung durch den Einsatz des feinmaschigen Netzes (Abb. 25).

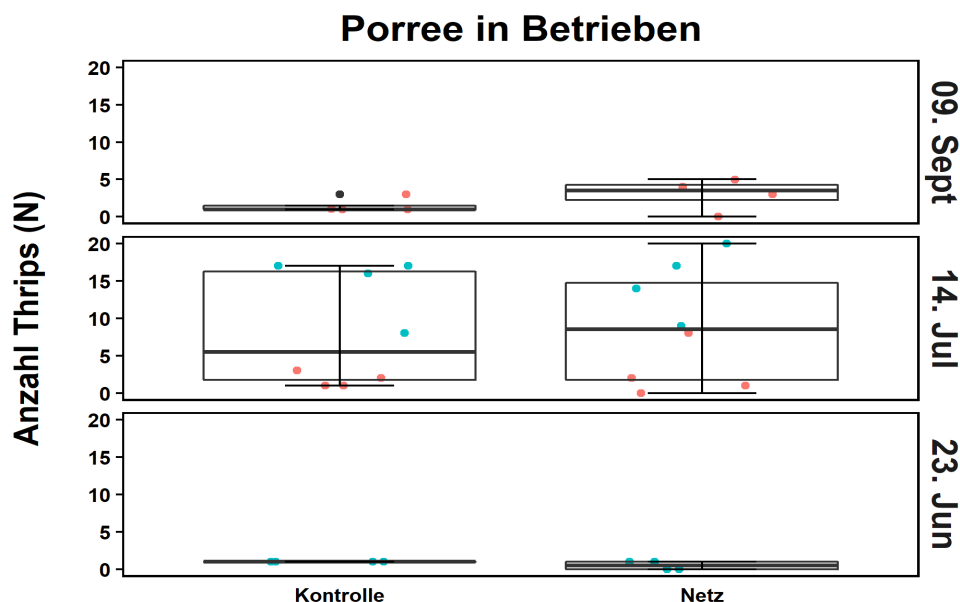


Abb. 22: Thripsanzahl in Auswaschungsproben aus Porree in zwei Praxisbetrieben zu drei Zeitpunkten im Saisonverlauf 2021. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe (blau = Betrieb A, rot = Betrieb C). Bonitiert wurden 4 Pflanzen pro Wiederholung.

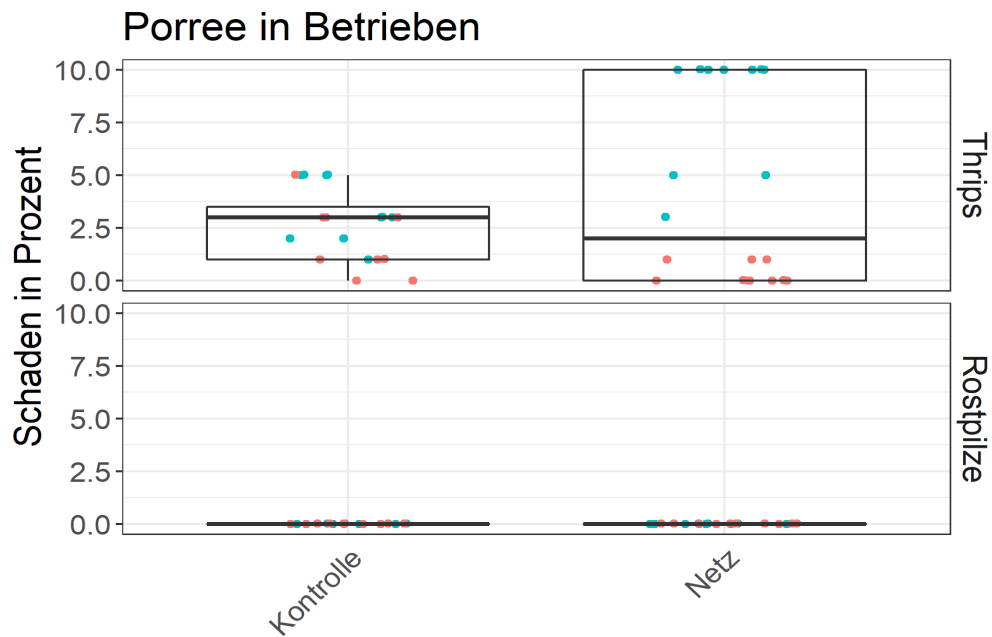


Abb. 23: Schäden durch Thrips- und Rostpilzbefall an Porree in Praxisbetrieben 2021 zum Zeitpunkt der Ernte. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe (blau = Betrieb A, rot = Betrieb C). Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung.

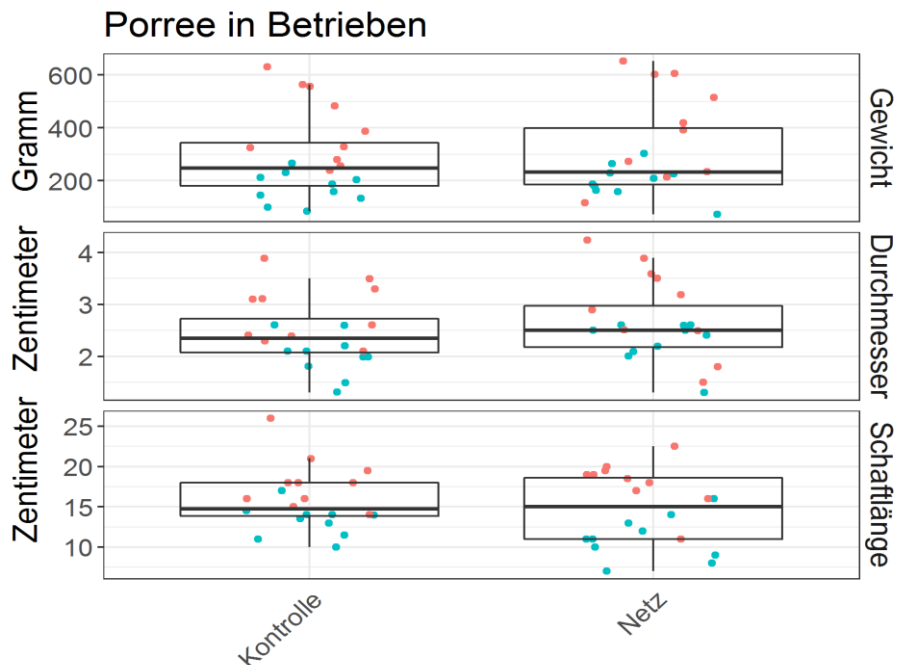


Abb. 24: Ertragsparameter bei der Ernte von Porree in zwei Praxisbetrieben. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe (blau = Betrieb A, rot = Betrieb C). Bonitiert wurden 10 Pflanzen pro Wiederholung

Das anschließende Fazit der Betriebe nach den On-farm-Versuchen passt zu den vorgestellten Ergebnissen. Es wurden wenige Unterschiede im Ertrag festgestellt. Der Thripsschaden war im Allgemeinen sehr gering (Tabelle 13). Als Problem wurde die geringe Stabilität des Netzes genannt, sowohl bezüglich der Reißfestigkeit als auch der vom Hersteller empfohlenen Verwendungsdauer. Das geringe Gewicht wurde als Vorteil benannt. In Betrieb B wurde der Versuch vorzeitig abgebrochen, da es zu einer sehr starken Verunkrautung auf der gesamten Porreefläche kam, so dass hier keine Abschätzung der Effekte des Netzes möglich gewesen wäre. Daher ist hier nur die Einschätzung des Betriebes, nicht aber Ergebnisse zum Thripsbefall vorhanden.

Tab. 13: Einschätzung der Praxisbetriebe zur Nutzung von feinmaschigen Netzen zur Bedeckung von Porree in Ihrem Betrieb

Betrieb	A	B	C
Erfahrung insgesamt	eher gut	Keine Aussage, weil kein relevanter Thripsschaden	Keine Aussage, weil kein relevanter Thripsschaden
Vorteile	Schutz vor Schadinsekten	Größere Pflanzen	Leicht, Porree weniger Abgedrückt als bei Betriebsüblichem Netz
Nachteile	Arbeitsaufwand, Hitzestress	Nicht so praktikabel	Nicht stabil genug, nicht langfristig nutzbar, wahrscheinlich nicht gut aufrollbar
Sonstige Schäden	Etwas erhöhter Rostpilzbefall	nein	nein
Ertrag	etwas besser	etwas besser	Kein Unterschied
Erntezeitpunkt	gleich	etwas früher	Kein Unterschied
Ertragsqualität	etwas schlechter	/ (nicht beantwortet)	Kein Unterschied
Netze in Zukunft?	Ja, gegen Vogelfraß und bestimmte Schädlinge	Ja, aber nicht komplett. Schwerpunkt: Vliese im Salat	Ja, aber die Betriebsüblichen

4.2.2 AP 4 - Nutzung des SWAT Prognosemodells im Bedeckungsmanagement

Wie im Zwischenbericht für das Jahr 2020 dargelegt, zeigte die Nutzung des SWAT-Modells keine Vorteile in Bezug auf Möhrenfliege in Möhre und Kleine Kohlfliege in Chinakohl. Ein Monitoring für beide Schädlinge wurde mittels Sandprobennahmen durchgeführt, lieferte aber aufgrund der sehr geringen Eizahlen keine relevanten Aussagen zum Flugverlauf (Daten hier nicht dargestellt). Durch die unterschiedlichen Öffnungstermine konnten aber interessante Unterschiede in Bezug auf verschiedene Schädlinge, so wie auf die Effektivität der

Netzabdeckung generell festgestellt werden. So wurde die Anzahl Kohlfliengänge (Böckmann 2022) ebenso wie fehlende Kopfbildung durch die Netzabdeckung in 2020 unabhängig vom Zeitpunkt der Netzöffnungen im Vergleich zur Kontrolle stark und signifikant reduziert (jeweils $p < 0.0001$) (Abb. 26, Abb. 27). Ebenso konnte eine signifikante Reduktion des Erdflohbefalls in 2019 und 2020 unabhängig vom Zeitpunkt der Netzöffnungen erzielt werden ($p < 0.0001$) (Abb. 28)).

Kleine Kohlflye (2019+2020)

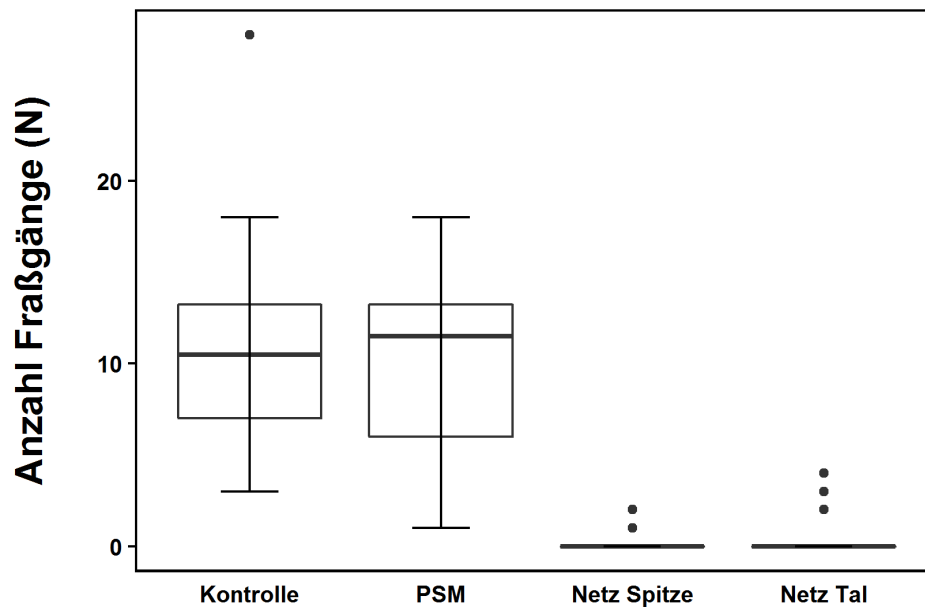


Abb. 25: Anzahl der Fraßgänge verursacht durch Larven der Kleinen Kohlflye zusammengefasst für die Jahre 2019 und 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert

Fehlende / deformierte Kopfbildung (2020)

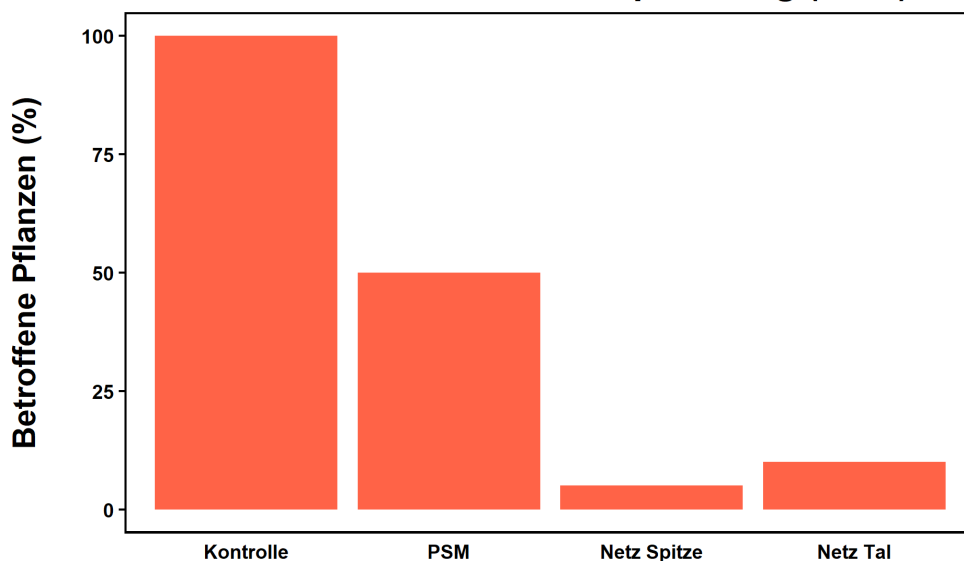


Abb. 26: Anteil an Pflanzen mit fehlender oder deformierter Kopfbildung in 2020

Erdfluhbefall (2019+2020)

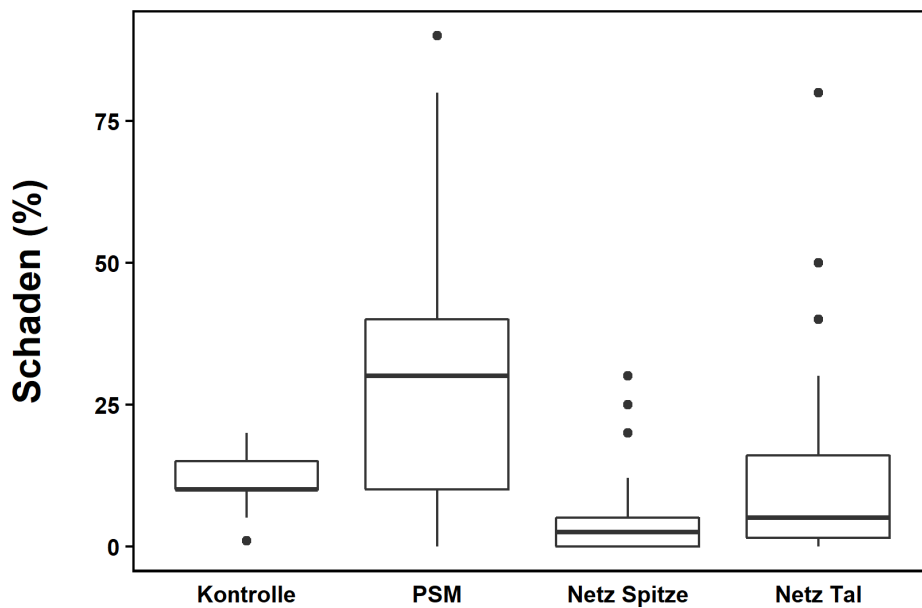


Abb. 27: Prozentualer Schaden an Chinakohlblättern verursacht durch Fraß von Kohlerdfloh. Dar-gestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert

Anders verhielt es sich mit dem Befall von Blattläusen und Minierfliegen. In beiden Fällen kam es bei ungünstigen Öffnungsterminen zu einem signifikanten Anstieg des Befalls, gemessen in dem Prozent Fläche bedeckt von Blattlauskolonien und deren Verschmutzungen, bzw Anzahl Minierfliegengänge (Böckmann 2022). Dies wurde für Blattläuse in beiden Jahren festgestellt ($p < 0.0001$) (Abb. 29), bei Minierfliegenbefall wurden nur die Daten aus 2019 berücksichtigt, da nur hier relevanter Befall auftrat ($p = 0.0455$) (Abb. 30). Gleichzeitig kam es bei Minierfliegenbefall zu einer signifikanten Befallsreduktion im Vergleich zur Kontrolle, wenn das Netz zu einem günstigen Zeitpunkt geöffnet wurde ($p = 0.0001$).

Blattlausbefall (2019+2020)

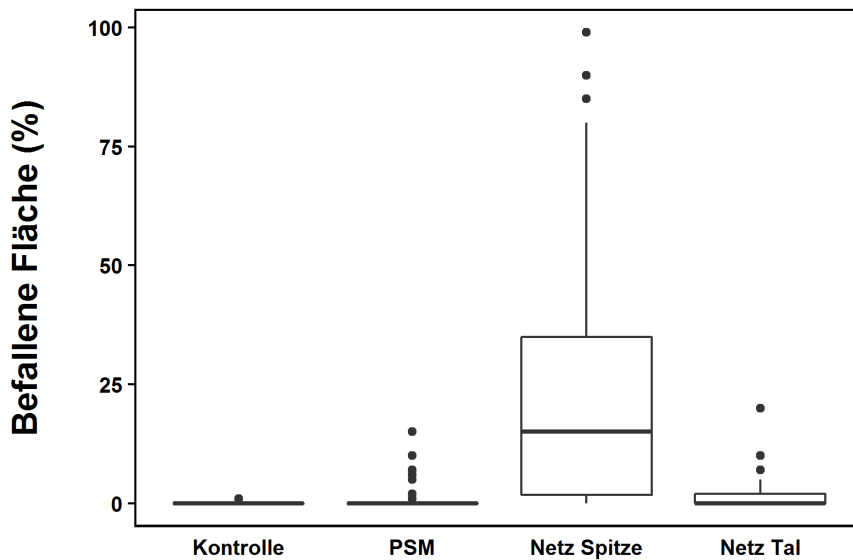


Abb. 28: Prozent von Blattläusen verschmutzter oder von Blattlauskolonien besetzter Blattbereiche, zusammengefasst für 2019 und 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert

Minierfliegen (2020)

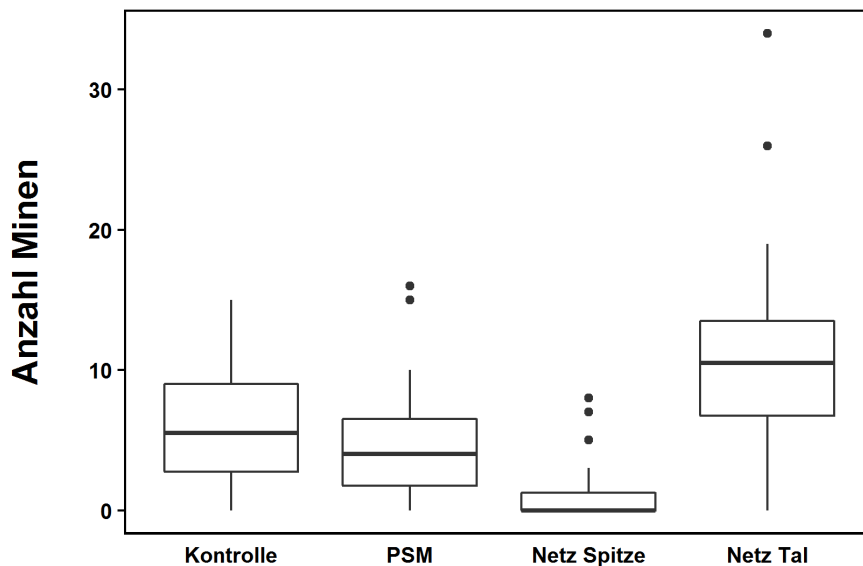


Abb. 29: Anzahl Minierfliegengänge an Chinakohlblättern in 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert

Für den Befall durch Raupen konnte kein eindeutiger Effekt durch Netzaufgabe festgestellt werden (Abb. 31) (Böckmann 2022). Allerdings wurde hier auch nicht differenziert nach Arten bonitiert, sondern zusammengefasst die Prozent abgefressene Blattfläche erhoben.

Raupenbefall (2019+2020)

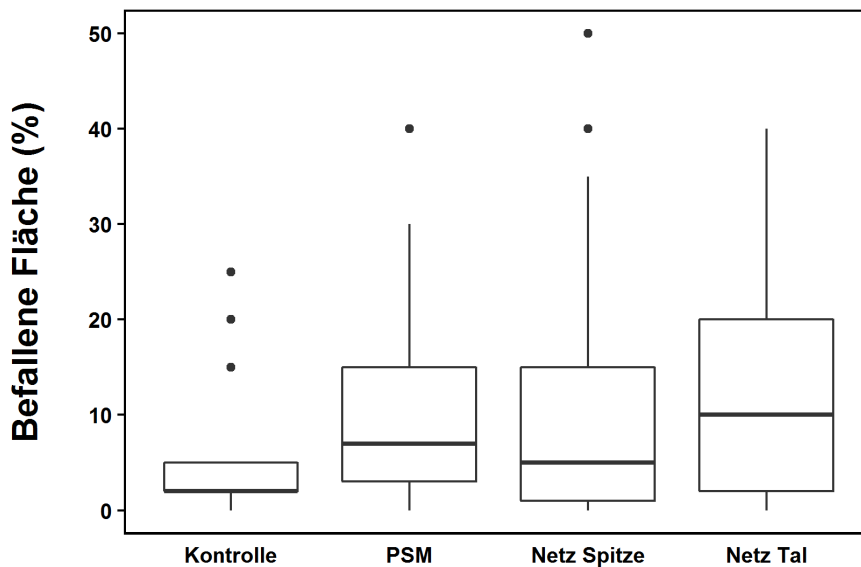


Abb. 30: Prozent der durch Raupenfraß verschwundenen bzw beschädigten Blattfläche an Chinakohl in 2019 und 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert

Es kam in beiden Jahren zusammengenommen durch die Netzbedeckungen zu einer relevanten und signifikanten Erhöhung des Ertrags im Vergleich zur Kontrolle gemessen in Kopfgewicht (jeweils $p < 0.0001$) (Abb. 32) (BÖCKMANN 2022).

Ertrag (2019+2020)

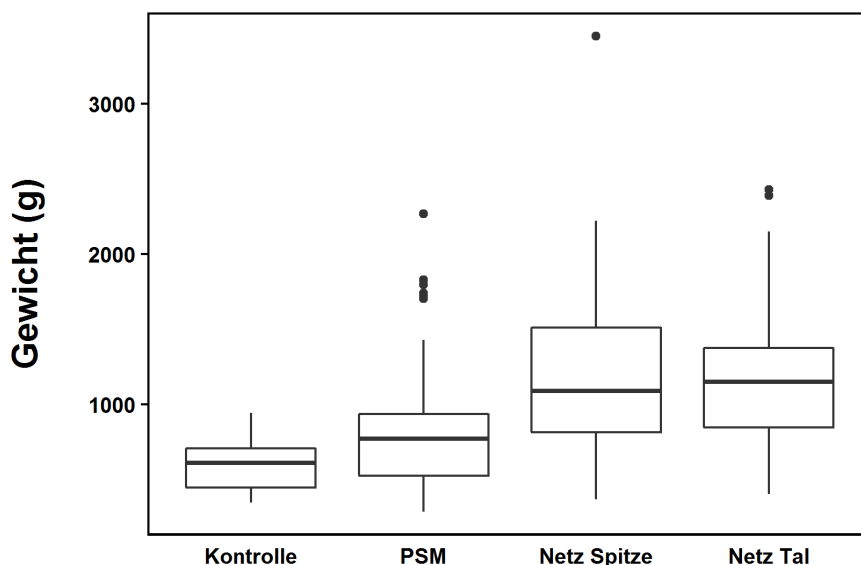


Abb. 31: Mittleres Gewicht in Gramm der geernteten Chinakohlköpfe zusammengefasst für 2019 und 2020. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 geerntet

Als Schaderreger war vor allem Nassfäule von Bedeutung. Der Befall war aber nur relevant, wenn der Bestand überreif war und die Ernte zu spät erfolgte, wie in 2019 geschehen. Den Einfluss einer zu späten Ernte kann man in 2020 sehr gut sehen, da hier gezielt einmal der für die unter Netz stehenden Köpfe passende Termin zur Ernte gewählt wurde, und dann gezielt nochmal ein späterer Zeitpunkt beprobt wurde (Abb. 33).

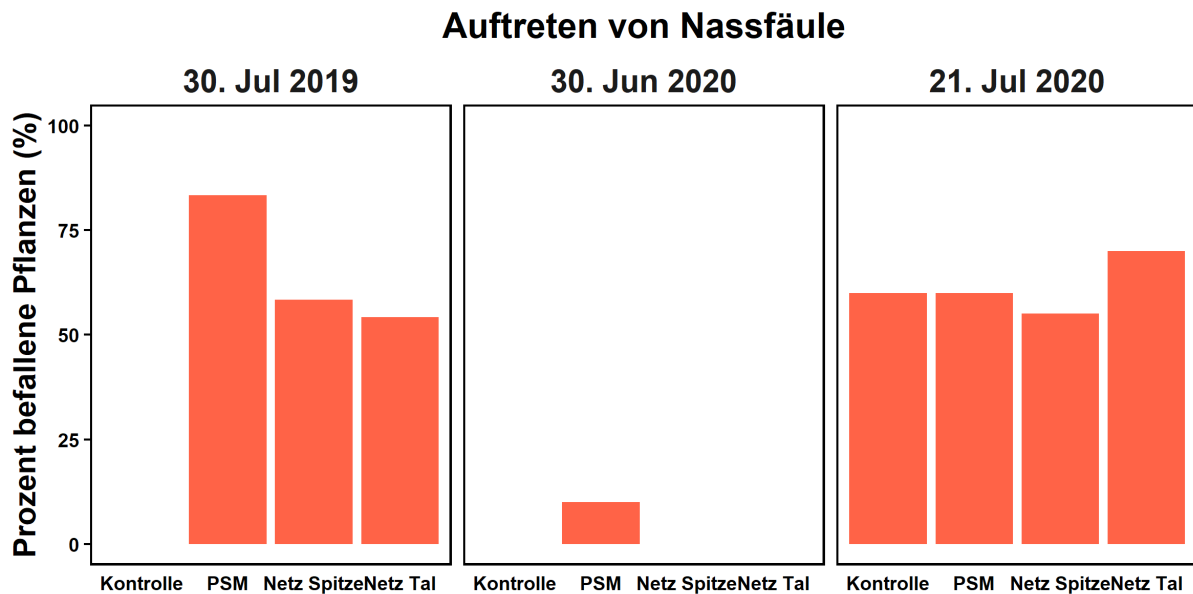


Abb. 32: Auftreten von Nassfäule, bonitiert als Anzahl von Fäulis betroffene Köpfe zum Zeitpunkt der Ernte, bzw. in 2020 zu einem früheren und einem späteren Erntezeitpunkt. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen in 2019 bzw. 5 Pflanzen in 2020 bonitiert

4.2.2.1 Praxisversuche zur Nutzung von Netzabdeckungen in Kohlrabi

In den Praxisversuchen mit Kohlrabi zeigten sich vergleichbare Ergebnisse zu den Resultaten in AP 4 am JKI durchgeführten Versuchen in Chinakohl. Es wurde eine gute Kontrolle der kleinen Kohlflye gezeigt, auch wenn der Befall niedrig war (Abb. 34). Erdflöhefraß war in einem Betrieb stark aufgetreten und wurde gut durch Netzabdeckung reduziert (Abb. 35, blaue Punkte), während Raupenfraß niedrig und nicht vom Netz beeinflusst war (Abb. 35). Als Blattlausart war *Brevicoryne brassicae* dominant und trat in einem Betrieb stärker auf. Die unerwünschte Förderung der Blattlauspopulation durch die Netzabdeckung ist gut ersichtlich (Abb. 36, rote Punkte). Es kam zu einer deutlichen Ertragssteigerung, ersichtlich in Gewicht und Umfang der geernteten Kohlrabis (Abb. 37).

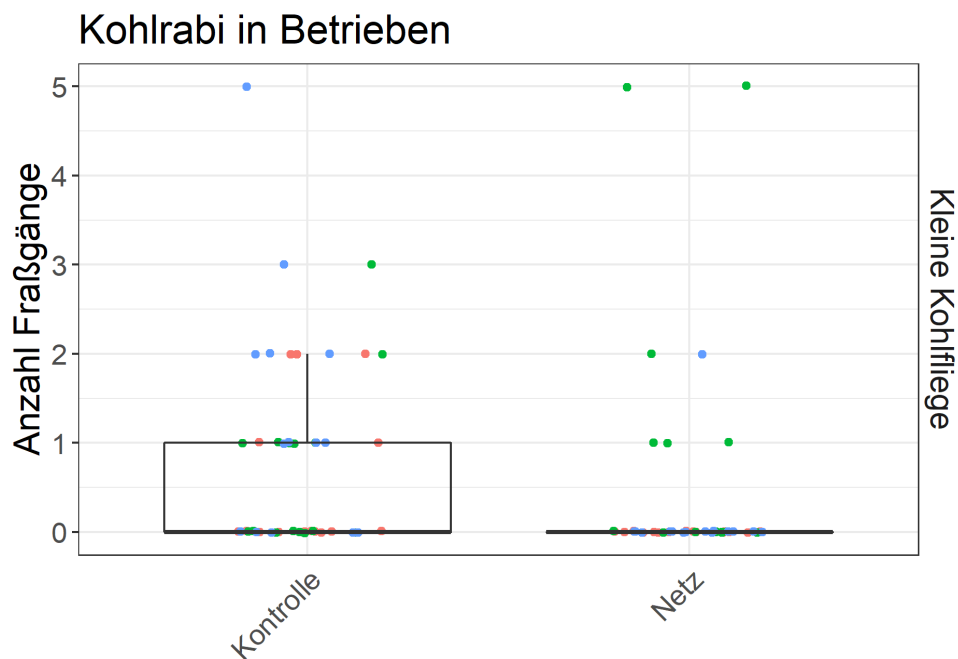


Abb. 33: Befall durch Kleine Kohlflye gemessen als Anzahl Fraßgänge an den geernteten Kohlrabis in drei Praxisbetrieben in 2021. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert

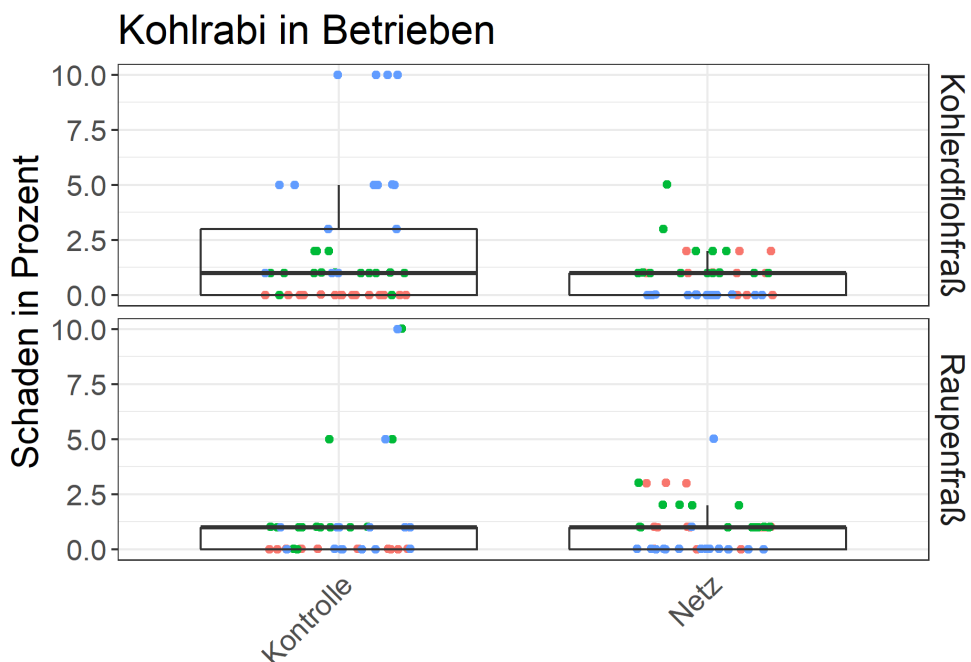


Abb. 34: Fraßschaden durch Erdflöhe und Raupen an den geernteten Kohlrabis in drei Praxisbetrieben. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert

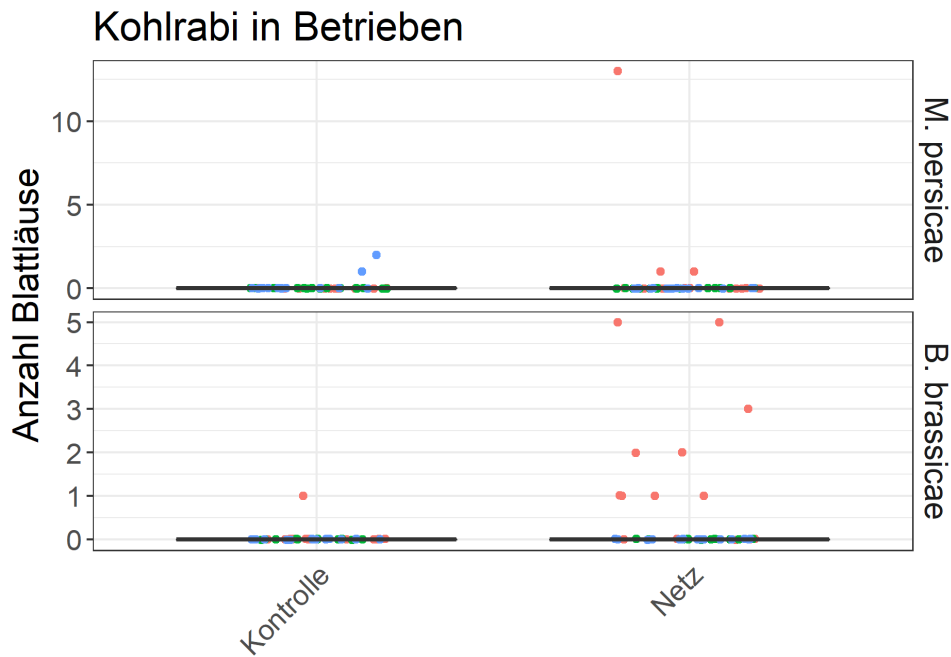


Abb. 35: Blattlausbefall durch *Brevicoryne brassicae* und *Myzus persicae* an den geernteten Kohlrabis in 3 Praxisbetrieben. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert

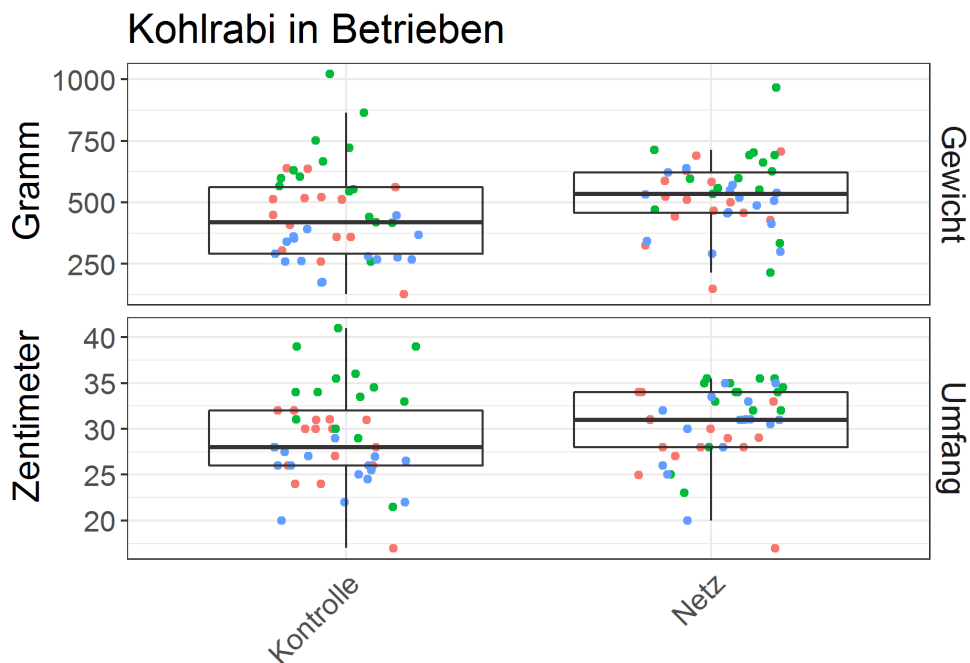


Abb. 36: Umfang und Gewicht der geernteten Kohlrabis in drei Praxisbetrieben. Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Punkte repräsentieren geerntete Pflanzen, Farben die zugehörigen Betriebe. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert

Anschließend an die On-farm-Versuche wurden die Betriebe zu Ihren Erfahrungen mit der Verwendung der Netze in Kohlrabi befragt. Während der spezialisierteste Betrieb D ein eher negatives Fazit zieht und in Zukunft keinen Netzeinsatz auf seinem Betrieb absehen kann, äußerten sich die beiden weniger spezialisierten direkt-vermarktenden Betriebe A und B positiver und können sich abhängig von den Kosten der Netze eine weitere Nutzung auf Ihrem Betrieb vorstellen (Tab. 14).

Tab. 14: Einschätzung der Praxisbetriebe zur Nutzung von Netzen zur Bedeckung von Kohlrabi in Ihrem Betrieb

Betrieb	D	A	B
Erfahrung insgesamt	eher gut	gut	gut
Vorteile	/	Erdfloh, Verschorfung und Platzer reduziert	Ernte früher
Nachteile	Unkraut, Mehltau	Arbeitsaufwand, Hitzestress	Unkraut
Sonstige Schäden	nein	nein	nein
Ertrag	schlechter	etwas besser	etwas besser
Erntezeitpunkt	etwas früher	etwas früher	früher
Ertragsqualität	schlechter	etwas besser	etwas besser
Netze in Zukunft?	nein	Ja, gegen Vogelfraß und bestimmte Schädlinge	Kosten?

4.2.2.2 Einsatz von Nützlingen unter Netz zur Blattlausbekämpfung

Von den insgesamt sechs angesetzten Versuchen kam es leider in einem Versuch (Erster Satz Chinakohl) zu einem Zusammenbruch der Blattlauspopulationen in allen Versuchsgliedern. Zudem kam es im zweiten Satz Chinakohl und im zweiten Satz Weißkohl zu keinem ausreichenden Blattlausbefall. Der zweite Satz Chinakohl wies einen guten Befall durch Minierfliegen auf, doch auch diese Population brach im Versuchsverlauf insgesamt zusammen, so dass keine Aussage zu den dort geprüften Nützlingen getroffen werden kann. In den verbleibenden drei Versuchen (Kohlrabi erster und zweiter Satz, Weißkohl erster Satz) kam es in allen mit Netz bedeckten Versuchsgliedern zu einer signifikanten Steigerung des Blattlausbefalls, sowohl bei *M. persicae* als auch bei *B. brassicae* (alle Vergleiche $p < 0.0001$, Abb. 38, Abb. 39). Allerdings konnte diese Steigerung durch den Einsatz von Marienkäfern für *M. persicae* im Vergleich zur Netzabdeckung ohne Nützlingseinsatz signifikant abgeschwächt werden ($p = 0.0415$) (Abb. 39).

Brevicoryne brassicae

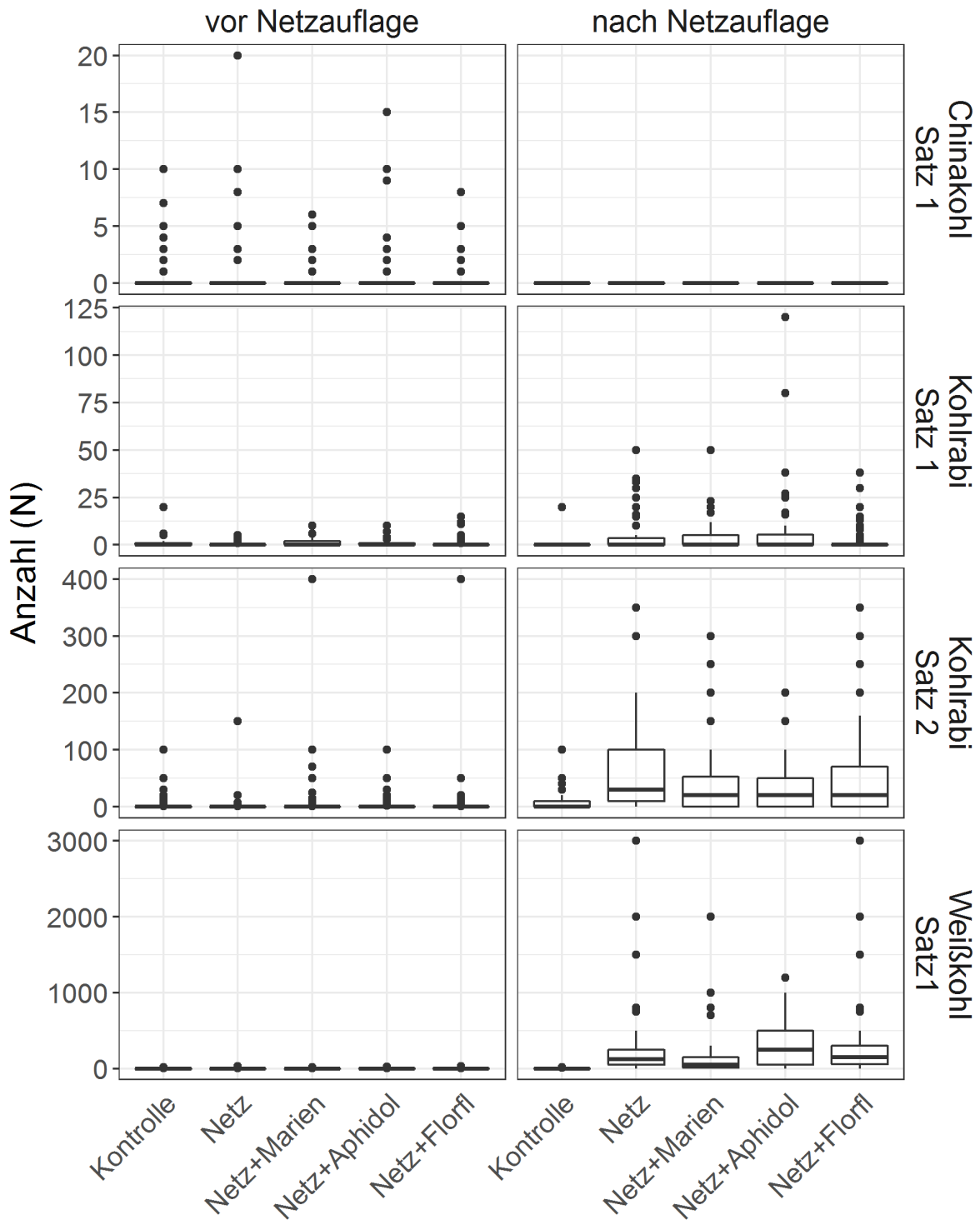


Abb. 37: Entwicklung des Befalls durch *B. brassicae* bei Netzabdeckung nach natürlichem Zuflug im Vergleich zur offenen Kontrolle und verschiedenen Nützlingseinsätzen (Marien = Marienkäfer-Eier, Aphidol = *Aphidoletes aphidimyza* Adulte, Florfl = Florfliegenlarven). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert

Myzus persicae

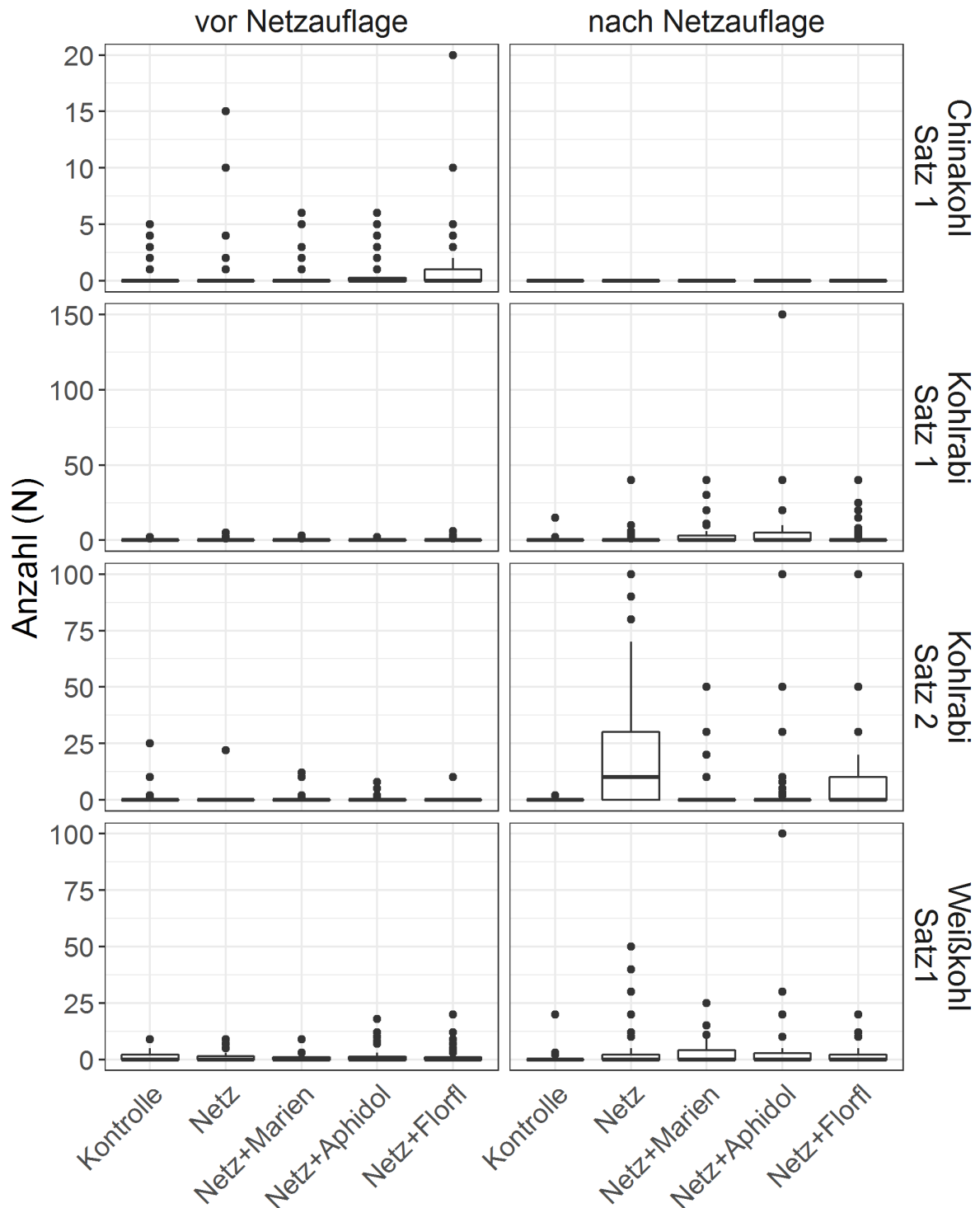


Abb. 38: Entwicklung des Befalls durch *M. persicae* bei Netzabdeckung nach natürlichem Zuflug im Vergleich zur offenen Kontrolle und verschiedenen Nützlingseinsätzen (Marien = Marienkäfer-Eier, Aphidol = *Aphidoletes aphidimyza* Adulte, Florfl = Florfliegenlarven). Dargestellt sind Boxplots mit Median, oberem und unterem Quartil und Whiskern mit 1,5-fachem Interquartilsabstand. Pro Wiederholung wurden 15 Pflanzen bonitiert

5. Diskussion der Ergebnisse

5.1 AP 1 - Einsatz von Kulturschutznetzen in empfindlichen Kulturen

Das Screening eines breiten Spektrums an Gemüsekulturen und die sonstigen Versuche haben aufgezeigt, dass in den meisten Fällen keine grundsätzliche Beeinträchtigung von Ertrag und Qualität mit der Bedeckung durch Netze einhergeht. Lediglich für Markerbsen, Bundzwiebeln, Knollenfenchel, Schnittlauch und Bundmöhren kann keine Empfehlung zum Anbau unter Insektenschutznetzen gegeben werden. Es muss jedoch einschränkend erwähnt werden, dass in den Versuchen zumeist über die gesamte Kulturdauer Netze aufgelegt waren. In der Praxis würde sich der Auflagezeitraum auf empfindliche Kulturstadien oder die Periode der Flugaktivität der relevanten Schädlingsarten beschränken. Bei kürzeren Phasen einer Netzaufgabe dürften die beobachteten Qualitäts- und Ertragseinbußen in geringerem Maße zur Geltung kommen. Die meisten Kulturen profitierten hingegen von der Abdeckung mit Insektenschutznetzen, insbesondere hinsichtlich der Ertragsbildung bzw. mit einer verkürzten Kulturdauer. Entgegen allgemeiner Annahmen führte die Netzaufgabe nicht grundsätzlich zu einem erhöhten Auftreten von bakteriellen oder pilzlichen Krankheiten, was vorwiegend daran liegen dürfte, dass sich die Luftfeuchte durch die Netzabdeckung nicht grundsätzlich erhöht. Lediglich bei Nutzung von Netzen im Spätsommer oder Herbst könnte das verzögerte Abtrocknungsverhalten unter den Netzen zu einer Förderung von mikrobiologischen Schaderregern führen. Beobachtet wurde auch, dass sich unter Netzen Krankheiten langsamer ausbreiten. Dies könnte mit einer reduzierten Sporenausbreitung durch verringerte Luftbewegungen zusammenhängen.

Es ließ sich nicht aufzeigen, dass bei Buttersalat Sortenunterschiede hinsichtlich der Verträglichkeit für den Anbau unter Insektenschutznetzen bestehen. Eher erscheint es so, dass bei einzelnen Sorten auftretende Qualitätsprobleme durch die Abdeckung mit Netzen verstärkt werden. Da unter Vogelschutznetzen im Gegensatz zu Insektenschutznetzen keine Beeinträchtigung der Kopfbildung auftrat, scheint der taktile Reiz als solcher nicht die wesentliche Ursache für in der Praxis auftretende Probleme mit der Kopfbildung zu sein.

5.2 AP 2 - Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume

Sowohl die Verwendung von Mulchfolie als auch das Ausbringen von Grünschnitt als Mulch sind geeignete Methoden, um ein Abnehmen der Netze im Kulturverlauf zu vermeiden bzw. zu minimieren. Die beobachteten leichten Ertragseinbußen beim Anbau auf Mulchfolie sind eventuell kulturtypisch und müssen kein grundsätzliches Problem darstellen. Die in einem Jahr beobachteten positiven Ertragseffekte des Grünschnittmulches konnten wahrscheinlich nur auf Grund der geringen Materialverfügbarkeit im Folgejahr nicht bestätigt werden. Unter dem Netz ist durch die geringere Austrocknung sogar eine bessere Umsetzung des Grünschnitts zu erwarten.

5.3 AP 3 - Eignung engmaschiger Netze zur Thripsbekämpfung

Es wurde gezeigt, dass sich die Auflage des Texinov Thripsnetzes (Maschenweite 0,35 mm, 25 g/m²) bei direkter Auflage sehr unterschiedlich auf die Alliumgewächse Schnittlauch, Frühlingszwiebel und Porree auswirkt. Während in der Frühlingszwiebel die Spitzen vermehrt abknickten, reagierte der Schnittlauch mit Stauchung und Verdrehungen der Blätter. Beide Kulturen sind demnach nicht für eine direkte Netzaufgabe geeignet. Der Anbau in Minitunneln wurde für Frühlingszwiebel erfolgreich getestet und könnte auch für Schnittlauch eine gute Alternative sein. Der Porree wiederum reagierte nicht empfindlich, es kam zu einem erhöhten Ertrag, einer Reduktion des Thripsbefalls und einer moderaten Steigerung des Rostpilzbefalls. Allerdings konnten diese Ergebnisse in Praxisbetrieben nur teilweise bestätigt werden. Vor allem die Thripsabwehr war nicht erfolgreich. Dies könnte an der in der Praxis nicht umsetzbaren durchgängigen Fixierung des Netzes am Boden gelegen haben. Während im Versuchsbetrieb das Eingraben des Netzes und das lückenlose Beschweren der Netze mit Sandsäcken möglich ist, ist dies in Praxisbetrieben nicht wirtschaftlich. Es ist gut möglich, dass die entstehenden Lücken zum Boden hin den Thrips als Einwanderungswege unter die Netze gedient haben. Das Texinov-Netz zeigte aber auch weitere Schwächen, die den Praxisnutzen in Frage stellen. Zum einen konnten wir in einem kurzen Labortest feststellen, dass zumindest Thrips der Art *Frankliniella occidentalis* sich durch das Netz hindurchzwingen konnten, was die Bezeichnung „BIOTHRIPS“ der Firma als fragwürdig erscheinen lässt. Die dennoch vorhandene Wirkung in den Versuchen im Versuchsbetrieb könnte sich durch die dennoch in Teilen vorhandene Barrierefunktion durch ein erstes Auftreffen zufliegender Thrips auf das Netz statt auf die Pflanze und eine visuelle Barrierefunktion erklären lassen. Ein zweites Problem ist in der Empfindlichkeit des Netzes zu sehen. Das Netz wird sehr schnell beschädigt und die Nutzungsdauer ist laut Herstellerangabe deutlich kürzer als bei den derzeit gängigen Kulturschutznetzen.

5.4 AP 4 - Prognosemodelle als Grundlage für die Steuerung des Bedeckungsmanagements

In den Jahren 2019 und 2020 wurden die Netzöffnungen in Möhre und verschiedenen Kohlkulturen an dem SWAT-Modell ausgerichtet. Dabei wurden gezielt Öffnungen zu den prognostizierten Hauptflugzeiten von *Psila rosae* und *Delia radicum* mit Erdflohnetz (0,8 mm Maschenweite, 68 g/m²) durchgeführt. Die Öffnungen unterschieden sich nur im Zeitpunkt, nicht aber in der Tageszeit (in 2019 wurde eine Variante mit Öffnung am Nachmittag getestet, die sich aber nicht zu der Öffnung an gleichen Tagen vormittags unterschied), Öffnungsdauer oder Häufigkeit der Öffnungen. Die genannten Parameter wurden an praxisüblichen Bedarf an Öffnungen für Krauten und Düngung angepasst (z.B. Möhre 4 Öffnungen á 4 Stunden). Es zeigte sich jedoch, dass diese Öffnungstermine bezüglich *D. radicum* keinen Unterschied machten, als es 2020 zu einem relevanten Befall kam. Unabhängig von den Öffnungsterminen wurde der Schädling durch das Netz effektiv aus der Kultur gehalten. Bei *P. rosae* kam es in beiden Versuchsjahren zu keinem relevanten Befall, so dass hier keine Aussage getroffen

werden kann. Es konnte gezeigt werden, dass das verwendete Netz ebenfalls unabhängig von den Öffnungsterminen auch effektiv Kohlerdflöhe aus der Kultur hielt. In 2020 konnte auch eine starke Reduktion von fehlender bzw. deformierter Kopfbildung festgestellt werden. Ob es sich dabei um Kohldrehherz gallmücken Befall gehandelt hat, kann aber nicht zweifelsfrei festgestellt werden, da der Schädling selbst nicht nachgewiesen wurde. Interessante Beobachtungen konnten bei Blattläusen und Minierfliegen gemacht werden. Beide Schädlinge konnten sich unter dem Netz stärker vermehren als in den freistehenden Kontrollen. Allerdings war diese stärkere Vermehrung vom Öffnungstermin abhängig, was stark dafür spricht, dass es nur Probleme gibt, wenn diese Schädlinge zum Öffnungszeitpunkt unter das Netz einwandern. Da es sich bei beiden Schädlingen nicht um die ursprünglichen primären Zielschädlinge handelte, wurde kein gezieltes Flugmonitoring durchgeführt. Dennoch kann entsprechend der Befallsergebnisse für die Praxis empfohlen werden, den Flug von Blattläusen und Minierfliegen bei der Verwendung von Netzen mit Klebtafeln zu überwachen, um dann die Öffnungen ausserhalb der Flugzeiten durchzuführen. Auf Grundlage dieser Beobachtungen wurde in 2021 versucht, einen natürlichen Befall mit Blattläusen und/oder Minierfliegen durch Offenlassen der Netze herbeizuführen und diesen dann nach dem Schließen der Netze mit unterschiedlichen Nützlingseinsätzen wieder einzudämmen. Dieses Vorgehen hat sich für die geprüften Nützlinge (Marienkäfer-Eier, Florfliegenlarven, *A. aphidimyza* Adulte) gegen *B. brassicae* nicht bewährt – es kam in allen Netzvarianten zu Erhöhungen des Blattlausbefalls unter Netz, ohne dass die Nützlinge eine Wirkung gezeigt hätten. Gegen den Befall von *M. persicae* konnte eine gewisse Wirkung des Einsatzes von Marienkäfer-Eiern gezeigt werden. Zwar erhöhte sich auch in dieser Versuchsvariante der Befall gegenüber der Kontrolle ohne Netzabdeckung, allerdings konnte der Marienkäfereinsatz diesen Effekt im Vergleich zum Netzeinsatz ohne Nützlinge reduzieren. Parasitoide wurden in den Versuchen nicht getestet, da von einer geringen Wirkung der kommerziell erhältlichen Parasitoide gegenüber *B. brassicae* auszugehen ist und weil diese Nützlinge sehr mobil sind und das Netz passieren können.

6. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse

Auf Grund der Projektergebnisse können Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, welche Kulturen sich für eine Verwendung von Insektenschutznetzen eignen. Zudem lassen sich mit den gewonnenen Erkenntnissen zum Mikroklima Vorbehalte abschwächen, dass Netze grundsätzlich zur Förderung von Krankheiten am Gemüse beitragen. Weiterhin können Empfehlungen für Schädlingsgruppen die sicher kontrolliert werden, und solche die unter Umständen sogar von der Netzaufgabe profitieren und zum Problem werden können abgeleitet werden. Erste Empfehlungen zum Umgang mit diesen Problemschädlingen wurden benannt.

7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Im Rahmen des Projektes sollte geklärt werden, ob eine Netzabdeckung neben den positiven Effekten der Schädlingsabwehr auch Probleme durch den Ausschluss von Nützlingsarten, erhöhtes Längenwachstum, physiologische Schäden durch Hitzestau, die Förderung von Pilzkrankheiten, eine Verschlechterung der Lagereigenschaften, eine Reduzierung wertgebender Inhaltsstoffe oder die Erschwerung von Pflegearbeiten wie Unkrautbekämpfung und Düngung bereitet.

Die Eignung von Insektenschutznetzen konnte für ein breites Kulturspektrum herausgearbeitet werden (zusammengefasst in Tabelle 5). Eine Ausweitung des Einsatzes von Kulturschutznetzen auf bisher ungebräuchliche Kulturen erscheint in vielen Fällen empfehlenswert.

Leichtere Netze mit geringerer Maschenweite, wie das getestete Biothripsnetz haben in der Praxis nur eine geringe Haltbarkeit gezeigt und scheinen sich daher nicht für den großflächigen Einsatz zu eignen.

Bezüglich der Nutzung von Prognosemodellen konnte keine Empfehlung erarbeitet werden, da entweder relevante Schädlinge nicht auftraten, oder die Anwendung des entsprechenden Prognosemodells keine Vorteile brachte. Weiterhin stellte sich die schnell wechselnde Aussage der Prognosen für bevorstehende Zeiträume als Planungshemmniss für die Anwendung in Betrieben für die Planung von Netzabnahmen heraus.

8. Zusammenfassung

An zwei verschiedenen Standorten in Norddeutschland, Gülzow (MV) und Braunschweig, wurden von 2019 – 2021 Feldversuche durchgeführt, um die Auswirkungen einer Kulturabdeckung mit verschiedenen, hinsichtlich der Maschenweite differenzierenden Insektenschutznetzen auf die Veränderung des Mikroklimas, den Schädlingsbefall sowie auf Ertrags- und Qualitätsparameter ausgewählter Gemüsekulturen im Freiland zu bewerten.

Das Mikroklima unter den Kulturschutznetzen unterschied sich nur geringfügig von unbedeckten Beständen. So war die Lufttemperatur zumeist leicht erhöht, während die relative Luftfeuchte im Mittel etwas niedriger lag. Der Schattierungseffekt der Netze hing von deren Maschenweite und der Grundstrahlung ab und lag in der Regel zwischen ca. 10 % und 20 % (PAR). Insbesondere in den lichtreichen Sommermonaten, der Hauptverwendungszeit von Insektenschutznetzen, hatte dies keinen nachteiligen Effekt auf das Pflanzenwachstum.

Während einige wenige Kulturen wie Bundmöhren, Frühlingszwiebel und Schnittlauch negativ auf den Netzeinsatz reagierten, konnte bei der überwiegenden Zahl der Gemüsekulturen eine positive Beeinflussung in Form einer schnelleren Kulturentwicklung beobachtet werden. Bei empfindlich auf eine Netzabdeckung reagierenden Kulturen, wie z.B. Buttersalat, konnten keine Unterschiede hinsichtlich der Sensitivität zwischen einzelnen Salatsorten nachgewiesen

werden. Bei heißer Witterung auftretende Qualitätsmängel wurden durch die Abdeckung mit Insektenschutznetzen noch verstärkt.

Verschiedene Nützlingsgruppen kamen unter den Netzabdeckungen in verringerter Anzahl vor. Gleichzeitig kam es teilweise zu erhöhtem Befall durch Blattläuse und Minierfliegen unter den Netzen, während etwa Erdfloh und Kleine Kohlflyge wirksam durch die Netze reduziert wurden. Bei Thripsen konnte die prinzipielle Wirksamkeit von engmaschigen Netzen gezeigt werden. Das verfügbare Netz eignete sich jedoch nicht für den Praxiseinsatz und zeigte dort auch nicht die entsprechende Wirkung.

9. Literaturverzeichnis

- BLAUHORN, W. (1998): Auswirkung von Netzabdeckung bzw. Pflanzenstärkungsmittel unterschiedlich. Versuche im deutschen Gartenbau 1998, 2 S.
- DEISER, E.; KURZ, M.; MERZ, F.; LUEDTKE, H. (2004): Thripse nicht ausreichend bekämpfbar. Versuche im deutschen Gartenbau 2004, 2 S.
- FÖLSTER, E. (1989). Auch bei Netzabdeckung auf Fruchtfolge achten. Deutscher-Gartenbau. 43(11), S. 688.
- KÜPPER, A. (1986). Prüfung verschiedener Abdeckungsmaterialien zur Bekämpfung der Kohlflyge bei Rettich als Alternative zu chemischen Mitteln. HGVA-Info, 7.
- LICHTENHAHN, M., KOLLER, M., & VAN DEN BERGE, P. (1999). Krankheits- und Schädlingsregulierung im Biogemüsebau. (F. f. Landbau, Hrsg.) *Merckblatt*.
- LINDNER, U. (1995): Nur Netzabdeckung schützt Blumenkohl vor Vogelfraß. Versuche im deutschen Gartenbau 1995, 3 S.
- MAHMOOD, A., HU, Y., JOSEF, T. & ERIC, A. (2018). Effects of shading and insect-proof screens on crop microclimate and production: A review of recent advances. *Scientia Horticulturae*(241), S. 241-251.
- MERZ, F. (2005): 18 Jahre Versuche mit Kulturschutznetzen gegen Schädlinge. In: Festschrift 50 Jahre Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart - 50 Jahre integrierter Pflanzenschutz Baden-Württemberg, 2-10.
- MERZ, F. (2015). Einsatz von Kulturschutznetzen gegen Kohlfiegen in Chinakohl. (B.–W. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Hrsg.) *Gartenbau*.
- MULEKE, E., SAIDI, M., ITULYA, F., MARTIN, T., & NGOUAJIO, M. (2014). Enhancing Cabbage (Brassica oleraceae Var capitata) Yields and Quality Through Microclimate Modification and Physiological Improvement Using Agronet Covers. (C. C. Education, Hrsg.) *Sustainable Agriculture Research*, 3(2).
- POSTWEILER, K. (2004): Mit Schutznetzen gegen Schädlinge und Virusvektoren. Fachbeitrag 23. Pfälzer Gemüsebautag 2004, 7 S.
- RASCHER, B.; SCHUBERT, W. (2002): Rantai K ist weiterhin Standardabdeckung in Kohlkulturen. Versuche im deutschen Gartenbau 2002, 2 S.
- SANDER, G. (2013): Insektenschutznetze im Gemüsebau. *Gartenbauprofi* 101(5): 32-34.

- SCHENK, F.-P. (2008): Applikation von PSM über Kulturschutznetze. Vortrag auf Fachberatertagung Gemüsebau 2008, Online:
<http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/la/show?kennnr=QSIFOH9nAQhZxv%2Bl4r9tE512hGe4PjEjMRHnpOOv7q0%3D> (Stand 07.11.2018)
- SCHUBERT, W.; RASCHER, B. (2005): 'Lahn' und 'Morre' gefielen am besten. Große Ausfälle durch Ackerschnecken unter dem Kulturschutznetz. Versuche im deutschen Gartenbau 2006, 2 S.
- SCHULTZ, B.; WEDEMEYER, R.; SAUCKE, H.; LEOPOLD, J.; ZIMMERMANN, O. (2009): Regulierung der Weißen Fliege im Kohlanbau durch den kombinierten Einsatz von Kulturschutznetzen und Nützlingen – Erste Ergebnisse des BÖL-Projekts. In: Tagungsband der 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Online:
http://orgprints.org/view/projects/int_conf_2009_wita.html (Stand 07.11.2018)
- SIMON, S., ASSOGBA KOMLAN, F., ADJAÏTO, L., MENSAH, A., COFFI, H., NGOUAJIO, M. & MARTIN, T. (2014). Efficacy of insect nets for cabbage production and pest management depending on the net removal frequency and microclimate. *International Journal of Pest Management*, 60(3). doi:<http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2014.956844>
- ÜBELHÖR, A.; GRUBER, S.; SCHLAYER, M.; CLAUPEIN, W. (2014): Influence of row covers on soil loss and plant growth in white cabbage cultivation. *Plant Soil Environment* 60(9): 407-412.

10. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierte Veröffentlichungen zum Projekt

Vorträge

- Amm, T., Hirthe, G. (2020) OptiNet - Projektvorstellung und erste Ergebnisse, 9. Arbeitskreis Ökologischer Gemüsebau, Hamburg
- Amm, T., Hirthe, G. (2020), Optimierung des Einsatzes von Kulturschutznetzen als Alternative zum chemischen Pflanzenschutz im Gemüsebau, 15. Versuchsbeirat Freilandgemüsebau, Gülzow
- Amm, T., Hirthe, G. (2021), Projekt OptiNet - Ergebnisse 2020, 9. Arbeitskreis Pflanzenschutz im Gemüsebau (online)
- Amm, T., Hirthe, G. (2021), Projekt OptiNet - Ergebnisse 2020, 10. Arbeitskreis Ökologischer Gemüsebau (online)
- Böckmann, E. (2019): Ansätze für einen optimierten Netzeinsatz gegen Kohl und Möhrenfliege, 29. Tagung der Fachreferenten für Pflanzenschutz im Gemüse und Zierpflanzenbau/Baumschulen (Berlin)
- Böckmann, E. (2019): Kulturschutznetz in Chinakohl: Auswirkungen auf Schädlings- und Nützlingsvorkommen, 18. Versuchsbeiratssitzung Pflanzenschutz (Hamburg)
- Böckmann, E. (2020): Projekt OptiNet - Erste Ergebnisse zum Netzeinsatz in Frühlingszwiebel, Schnittlauch und Porree, 8. Sitzung des Arbeitskreises Pflanzenschutz im Gemüsebau (Hamburg)
- Böckmann, E. (2020): Projekt OptiNet: Erste Ergebnisse zum Netzeinsatz in verschiedenen

Gemüsekulturen, 29. Bundesberatertagung für Fachberater(-innen) im Gemüsebau (Grünberg)

Böckmann, E. (2021): OptiNet - Optimierung des Einsatzes von Kulturschutznetzen als Alternative zum chemischen Pflanzenschutz im Gemüsebau: Versuchsergebnisse JKI 2019/20, Arbeitskreis Pflanzenschutz im Gemüsebau (Online)

Böckmann, E. (2021): OptiNet - Optimierung des Einsatzes von Kulturschutznetzen als Alternative zum chemischen Pflanzenschutz im Gemüsebau: Versuchsergebnisse JKI 2019/20, Arbeitskreis ökologischer Gemüsebau (Online)

Böckmann, E. (2021): Nutzung von Kulturschutznetzen in verschiedenen Gemüsekulturen, 30. Bundesberatertagung für Fachberater(-innen) im Gemüsebau (Online)

Böckmann, E. (2021): Erfahrungen im Einsatz von Kulturschutznetzen in Kohlkulturen und Alliumgewächsen, 62. Deutsche Pflanzenschutztagung: Gesunde Pflanzen in Verantwortung für unsere Welt, Kurzfassungen der Vorträge und Poster (Online)

Böckmann, E., Köneke, A. (2022): Alternative Schädlingsbekämpfung in Kohlgemüse – Vorstellung der Projekte OptiNet und OptiUnder, Digitale Kohltag 2022 der westfälischen Gemüsebauberatung der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Online)

Hirthe, G., Amm, T. (2020), Erste Ergebnisse aus dem BÖLN-Projekt OptiNet - Pflanzenschutz mit Kulturschutznetzen, Bundesberatertagung Gemüsebau, Grünberg

Hirthe, G., Amm, T. (2020), Pflanzenschutz mit Kulturschutznetzen, Onlineseminar zur Sachkunde Pflanzenschutz der LWK Hamburg, Hamburg

Hirthe, G., Amm, T. (2020), Projekt OptiNet - Pflanzenschutz mit Kulturschutznetzen, 16. Versuchsbeirat Freilandgemüsebau (online)

Veröffentlichungen

Böckmann, E. (2019): Weniger Insektizid, mehr Netz - Optimierter Einsatz von Kulturschutznetzen, Symposium zum nicht-chemischen Pflanzenschutz im Gartenbau, Posterbeitrag

Böckmann, E. (2021): Erfahrungen im Einsatz von Kulturschutznetzen in Kohlkulturen und Alliumgewächsen, 62. Deutsche Pflanzenschutztagung: Gesunde Pflanzen in Verantwortung für unsere Welt, Kurzfassungen der Vorträge und Poster

Böckmann, E. (2022): Effects of insect net coverage in field vegetables on pests, diseases, natural enemies, and yield. JPDP, accepted for publication

Hirthe, G. (2020): Alternativer Pflanzenschutz mit Insektenschutznetzen. Verbandsnachrichten, (2020)11, 11

Hirthe, G., Amm, T. (2020): Mikroklima unter Kulturschutznetzen 2020 (kurz & vorab), <http://www.lfamv.de/Fachinformationen/Gemuesebau/?id=1111>

Hirthe, G., Amm, T., Mausolf, B. (2020): Thripsabwehr mit Insektenschutznetzen 2020 (kurz & vorab), <http://www.lfamv.de/Fachinformationen/Gemuesebau/?id=1247>

Hirthe, G. (2021): Mikroklima unter Kulturschutznetzen 2021 (kurz & vorab), <http://www.lfamv.de/Fachinformationen/Gemuesebau/?id=1248>