

ZWISCHENBERICHT

Optimierung des Anbauverfahrens Frühsaat im Winterraps



IMPRESSUM

Titel

Optimierung des Anbauverfahrens Frühsaat im Winterraps

Forschungs-Nr.

10/10

Berichtszeitraum

2010-2021

Herausgeber

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Dorfplatz 1/OT Gülzow • 18276 Gülzow-Prüzen

Telefon: 0385/588 60-001

Fax: 0385/588 60-011

poststelle@lfa.mvnet.de

www.lfamv.de

Autoren

Dr. Jana Peters • Telefon: 038558860212

Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft,

Sachgebiet Acker- und Pflanzenbau

Dorfplatz 1 • 18276 Gülzow-Prüzen

www.lfamv.de

Mitarbeiterin

Brigit Burmann

Titelfoto

Dr. Jana Peters

Gülzow, 1.12.2025

INHALT

1	Zusammenfassung	6
2	Einleitung	6
3	Material und Methoden	7
3.1	Standorte	7
3.1.1	Gülzow	7
3.1.2	Tützpatz	7
3.2	Witterung.....	7
3.3	Erste Phase (2010-2017).....	8
3.3.1	Versuchsplan	8
3.3.2	Bonituren	9
3.4	Zweite Phase (2018-2021)	10
3.4.1	Versuchsplan	10
3.4.2	Bonituren	10
4	Ergebnisse und Diskussion	11
4.1	Biomasseaufnahme	11
4.1.1	Erste Phase (2010-2017).....	11
4.1.2	Zweite Phase (2018-2021).....	12
4.2	Auswinterungsrisiko, Krankheits- und Schädlingsbefall	14
4.3	Ertrag	17
4.3.1	Erste Phase (2010-2017).....	17
4.3.2	Zweite Phase (2018-2021)	23
5	Fazit	25
6	Anhang Tabellen.....	26
7	Anhang Abbildungen	27
8	Literaturverzeichnis	33
9	Überleitung in die Praxis	34

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Beschreibung der Prüffaktoren am Standort Gülzow	8
Tabelle 2:	Beschreibung der Prüffaktoren am Standort Tützpatz.....	9
Tabelle 3:	Beschreibung der Prüffaktoren beider Standorte	10

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	N-Aufnahme der Frühsaaten im Herbst am Standort Gülzow (2009-2016) und Tützpatz (2014-2016).....	11
Abbildung 2:	Bodenfeuchte im Herbst am Standort Gülzow.....	11
Abbildung 3:	N-Aufnahme der Frühsaaten im Herbst am Standort Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Saatstärke [kfK/m ²]	12
Abbildung 4:	Schlechter Ausgang des 3 Blockes der Frühsaat am Standort Tützpatz im Herbst 2020	13
Abbildung 5:	N-Aufnahme nach Saatzeiten differenziert am Standort Gülzow	14
Abbildung 6:	jährlicher Befall mit Rapserdflohlarven zu Vegetationsende in Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Sorte [S1 und S2] und Saatstärke [kfK/m ²]..	14
Abbildung 7:	jährlicher Befall mit Rapserdflohlarven in Abhängigkeit von der Saatzeit am Standort Tützpatz	15
Abbildung 8:	jährliche Schädigung durch Larvenfraß der Kleinen Kohlfliege zu Vegetationsende in Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Sorte [S1 und S2] und Saatstärke [kfK/m ²]	15
Abbildung 9:	jährliche Schädigung durch Larvenfraß der Kleinen Kohlfliege zu Vegetationsende in Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Saatstärke [kfK/m ²]	16
Abbildung 10:	Wurzelschädigung [%] und Ertrag [dt/ha] unterschiedlicher Saatzeiten am Standort Gülzow und Tützpatz bei identischen Sorten (Mittelwert aus Avatar und PR 46 W 20)	17
Abbildung 11:	Erträge der Frühsaaten am Standort Gülzow (2010-2013) in Abhängigkeit von der Saatstärke bei einem Düngenniveau von 200 kg/ha N	19
Abbildung 12:	Erträge der Frühsaaten am Standort Gülzow (2010-2013) in Abhängigkeit von der Saatstärke bei N- Düngung nach Biomassemodell (Berechnungsbasis 200 kg/ha N)	19
Abbildung 13:	Erträge der Frühsaaten am Standort Gülzow (2014-2017) in Abhängigkeit von der Saatstärke bei einem Düngenniveau von 200 kg/ha N	20
Abbildung 14:	Erträge der Frühsaaten am Standort Gülzow (2014-2017) in Abhängigkeit von der Saatstärke bei einer N-Düngung nach Biomassemodell (Berechnungsbasis 200 kg/ha N)	20
Abbildung 15:	Erträge der Frühsaaten am Standort Tützpatz (2015-2017) in Abhängigkeit von der Saatstärke bei einer N-Düngung nach Biomassemodell (Berechnungsbasis 200 kg/ha N)	21
Abbildung 16:	standortspezifische Erträge der Frühsaaten in Abhängigkeit von der Saatstärke	21
Abbildung 17:	Erträge am Standort Gülzow in Abhängigkeit zur N-Düngung und Saatstärke (2010-2016)	22
Abbildung 18:	paarweiser Vergleich der Erträge am Standort Gülzow mit einer Stickstoffdüngedifferenz ≥ 40 kg/ha.....	22
Abbildung 19:	Erträge am Standort Gülzow in Abhängigkeit vom Düngenniveau und Saatstärke	23

Abbildung 20:	Erträge am Standort Tützpatz in Abhängigkeit vom Düngenniveau und Saatstärke	23
Abbildung 21:	mittlere Erträge der Frühsaaten in Abhängigkeit von Düngenniveau und Saatstärke am Standort Gülzow (2018-2021) und Tützpatz (2019-2021)	24
Abbildung 22:	Ertragskurve der Frühsaat (vom 01.08.-15.08) am Standort Gülzow in Abhängigkeit von der N-Düngungshöhe.....	24

ANHANG TABELLEN

Tabelle A 1	Beispielhafter Lageplan am Standort Gülzow in der ersten Versuchsphase (2010-2017)	26
Tabelle A 2:	Beispielhafter Lageplan am Standort Tützpatz in der ersten Versuchsphase (2015-2017)	26
Tabelle A 3:	Beispielhafter Lageplan beider Standorte der zweiten Versuchsphase (2018-2021)	26

ANHANG ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung A 1:	monatliche Niederschlagsmengen am Standort Gülzow (rot = sehr trockene Monate)	27
Abbildung A 2:	Temperatur und Niederschlagsanomalien am Standort Gülzow von 2010-2021	29
Abbildung A 3:	Temperatur und Niederschlagsanomalien am Standort Tützpatz von 2014-2021	30
Abbildung A 4:	Boniturschema zur Ermittlung der Schadklassen beim Befall mit Kohlfliegen..	31
Abbildung A 5:	jährlicher Befall mit Rapserdflohlarven zu Vegetationsende in Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Saatstärke [kfK/m ²].....	32

ABKÜRZUNGEN

AK	Arbeitskraft
dt	Dezitonne
ha	Hektar
kg	Kilogramm
KF	Kohlflye
kfK	keimfähige Körner
N	Stickstoff
N _{min}	mineralischer Bodenstickstoff
NN	Normalnull
PG	Prüfglied
REF	Rapserdfloh
SKI	Schadklassenindex
TM	Trockenmasse

1 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Fröhsaatbestände unter den derzeitigen Bedingungen auf Grund der längeren Wachstumsperiode ein hohes Kompensationsvermögen hinsichtlich vieler Widrigkeiten während der Aussaat und des weiteren Vegetationsverlaufs haben. Der geringerer Erdflöhbefall der Fröhsaaten, der in Bonituren langjähriger Versuchsreihen an zwei Standorten Mecklenburg-Vorpommerns dokumentiert wurde, macht die Saatzeit für Regionen mit hohen Erdflöhaufkommen interessant. Dafür sollte mit dem Fokus auf die Ressourcenschonung, Einsparung von Betriebsmitteln und dem ökonomischen Optimum mit jetzigem Wissenstand bei einer Drillsaat die geringere Saatstärke von 35 kfK/m² im niedrigeren Düngeniveau < 160 kg/ha N präferiert werden. Die Sortenwahl spielt zusätzlich eine wesentliche Rolle für die Ertragshöhe. Zur weiteren Anbauoptimierung werden fortführende Untersuchungen hinsichtlich einer Anpassung der Stickstoffdüngung empfohlen.

2 Einleitung

Der empfohlene Aussaatzeitraum von Winterraps liegt in Mecklenburg-Vorpommern zwischen dem 16. und dem 25. August. Mit dieser Saatzeitspanne (Normalsaat) wurde in der Vergangenheit die höchste Rentabilität im Winterrapsanbau erzielt (ZIESEMER 2015). Allerdings lassen in manchen Landwirtschaftlichen Unternehmen die Betriebs- bzw. Schlaggrößen nicht immer eine fristgerechte Bestellung der Flächen zu. Gleichzeitig stellen hohe Getreideanteile in den Fruchtfolgen (ANNEN 2025) mit Arbeitsspitzen während der Rapsaussaat die Betriebe arbeitszeitlich vor Herausforderungen, vor allem vor dem Hintergrund des niedrigen Arbeitskraftbesatzes in MV von > 1 AK/100 ha (DIETZE 2024). Zusätzlich erschweren immer häufiger widrige Witterungsbedingungen eine fristgerechte Aussaat. In der Hälfte aller Jahre spielte Trockenheit zur Saat eine große Rolle (Abbildung A 1). Ausgetrocknete und klutige Böden sind die Folge. In solchen Situationen ist eine Verschiebung der Saatzeiten in einen früheren aber auch späteren Zeitraum ratsam. Um die damit möglicherweise verbundenen Ertragsdepressionen so minimal wie möglich zu halten, ist eine Anpassung des Anbausystems erforderlich.

Bei einer frühen Saat vor dem 15. August sind die Auslöser von eventuell auftretenden Ertragsdepressionen hauptsächlich im phytopathologischen Bereich angesiedelt. Genannt werden müssen ein erhöhter Kontrollaufwand der Begleitverunkrautung, die Gefahr der Auswinterung durch überwachsene Bestände vor Vegetationsende, Beförderung eines Kohlherniebefall auf verseuchten Flächen (BORNHOEFT 2018) und der höhere Befall durch die Kohlfiegen (KEUNECKE 2009). Für die Fröhsaaten spricht unter anderem die hohe Stickstoffaufnahme vor Winter (SIELING ET AL. 2017). Sie trägt damit zur Minderung der Nitrateinträge in das Grundwasser bei und liefert damit einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen und umweltschonenden Landwirtschaft. Folgende Fragestellungen sollen der Anbauoptimierung einer Fröhsaat beitragen:

1. Wie groß ist der Sorteneinfluss auf das Anbausystem?
2. Ist eine Saatstärkenreduzierung auf Grund einer verbesserten Vorwinterentwicklung möglich?
3. Wie beeinflusst die Stickstoffdüngung den Ertrag unterschiedlich dichter Rapsbestände?
4. Ist die Anbauoptimierung der Fröhsaat standortabhängig?

Zu diesem Zwecke wurden von der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern über mehrere Jahre an zwei unterschiedlichen Standorten auf sich aufbauende Versuche durchgeführt.

3 Material und Methoden

3.1 Standorte

3.1.1 Gülzow

Der Versuchsstandort Gülzow der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern liegt 10 m über NN im norddeutschen Grund- und Endmoränengebiet der Weichselkaltzeit. Ein leicht welliges Relief charakterisiert das Gebiet. Als Ausgangsmaterial der Bodendecke wird Geschiebemergel mit ca. 0,5 bis 10 m mächtiger periglaziärer Sanddecke im Versuchsfeld vorgefunden. Die ursprüngliche Sanddecke verlagerte sich infolge von Ackernutzung und Erosion. Daraus resultiert eine reliefgeprägte Substratverteilung, die sich in Form von Lehmkuppen und eingesenkten Kolluvien äußert. Die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur (1991-2020) beträgt 9,1°C und die mittlere Jahresniederschlagssumme 552 mm.

Betrachtet werden die Erntejahre 2010-2021. Die Versuche wurden auf jährlich wechselnden Flächen mit den vorherrschenden Bodenarten lehmiger Sand bis stark sandiger Lehm (Ackerzahlen 48 – 54) etabliert. Der Humusgehalt liegt je nach Standort zwischen sehr schwach humos und schwach humos. Als Vorfrucht stand in den Jahren 2010-2015 eine Grasmischung und ab 2016 die Wintergerste im Feld.

3.1.2 Tützpatz

Der Standort Tützpatz liegt im Bereich der Mecklenburgischen Seenplatte mit 75 m über NN und wie die anderen Standorte im norddeutschen Grund- und Endmoränengebiet der Weichselkaltzeit. Die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur (1991-2020) beträgt 9,0°C und die mittlere Jahresniederschlagssumme 591 mm.

Betrachtet werden die Erntejahre 2015-2021. Die Versuche wurden auf jährlich wechselnden Flächen mit der vorherrschenden Bodenart sandiger Lehm (Ackerzahl 48) etabliert. Der Humusgehalt wird als schwach bis mittel humos eingeschätzt. Als Vorfrucht stand in allen Jahren Wintergerste im Feld.

3.2 Witterung

Aufgrund des langen Betrachtungszeitraum sollen standortübergreifend nur außergewöhnliche Witterungsereignisse mit relevanten Einflüssen auf die Versuchsergebnisse thematisiert werden. Standortabhängige Abweichung vom langjährigen Temperatur- und Niederschlagsmittel der Einzeljahre zeigen die Abbildungen Abbildung A 2 und Abbildung A 3 im Anhang.

Erste Versuchsphase (2010 – 2017) Der nasse Sommer 2011 erschwert die Aussaat am Standort Gülzow. Der Versuch präsentierte sich mit teilweise lückigen Beständen und daraus resultierenden sehr kräftigen Einzelpflanzen. Die milde Witterung im Winter bis zur dritten Januardekade begünstigte die Entwicklung des Rapses. Ab Ende Januar bis Mitte Februar kam es zu einem Temperaturabfall, teilweise in den zweistelligen Bereich bis auf – 15°C. Winterweizen und Wintergerste ohne Schneebedeckung winternten im ganzen Norden aus, der Raps schien die Fröste besser zu vertragen. Erst später zeigte sich, dass sich in den frostgeschädigten Rapsbeständen vielfach Grauschimmelfäule (*Botrytis cinerea*) ausbreitete. Der Versuch am Standort Gülzow konnte deshalb nicht gewertet werden. Im Anbaujahr 2015/2016 kam es im gesamten Norden zum Jahreswechsel zu einem Temperaturabsturz um über 20 °C von zweistelligen Plusgraden im Dezember zu zweistelligen Minusgraden im Januar. Das Ganze spielte sich innerhalb von 10 Tagen ab. Die Pflanzen waren jedoch durch die vorher anhaltende milde Witterung nicht genügend abgehärtet. Massive Auswinterungen in allen Winterkulturarten waren die Folge, allerdings spielte die Sortenwahl eine wesentliche Rolle für das Maß der Auswinterung. Im Anbaujahr 2016/2017 gab es ab Juni 2017 anhaltende Niederschläge bis zur Ernte. Dies führte zu vermehrtem Auftreten von Krankheiten wie z. B. *Verticillium longisporum*. Die ständige Durchfeuchtung des Schotenpakets zog Ausfall- und Qualitätsverluste nach sich und auch sortenspezifischer Auswuchs an den Schoten konnte beobachtet werden.

In der zweiten Versuchsphase (2018-2021) muss das Dürrejahr 2018 genannt werden, wo lediglich 65 % des Niederschlages im gesamten Jahr gefallen ist und davon hauptsächlich in den Monaten Januar und März. Durch die anhaltende Trockenheit während des gesamten Vegetationsverlaufes kam es zu Mindererträgen bei sämtlichen Winterungen von teilweise über 30%. Auch der Versuch in Gülzow hatte Ertragseinbußen, konnte aber in die Gesamtauswertung mit einfließen. Im Anbaujahr 2019/2020 kam es zu länger anhaltenden Trockenphasen. Von Mitte März bis Ende April regnete es nur knapp 5 ml. Danach waren die geringen Regenmengen so verteilt, dass die Ertragseinbußen nicht ganz so gravierend waren. Die Niederschlagsmengen variierten stark im Land. Am Standort Tützpatz konnte z.B. dank des Regens im Juni Erträge von > 50 dt/ha erzielt werden. Im Landesmittel wurden 39 dt/ha gedroschen. Die ausgetrockneten Böden zur Aussaat im August 2020 bedingten vielerorts schlechte Auflaufbedingungen. Die Bestände waren im ganzen Land sehr heterogen. Die anhaltende Trockenheit während der Vegetation führt im Erntejahr 2021 zu Mindererträgen, welche allerdings nicht so gravierend ausfielen wie in 2018. Dafür sorgten die vereinzelt Niederschläge während der Wachstumsphase.

3.3 Erste Phase (2010-2017)

3.3.1 Versuchsplan

Am Standort Gülzow wurde der Exaktversuch als eine dreifaktorielle Spaltanlage mit 4-facher Wiederholung angelegt. Geprüft wurden in differenzierten Düngungsregimen (Faktor A) teilweise jährlich wechselnde Sorten (Faktor B) mit 2 unterschiedlichen Aussaatdichten (Faktor C) (Tabelle 1). Zum damaligen Zeitpunkt belief sich die ortsübliche Düngung noch auf einem Niveau von 200 kg/ha N ohne zusätzliche Berücksichtigung von Vorfruchteffekten und N_{min} . Der Versuch wurde als Plot in Plot Anlage gedrillt. Die unterschiedliche N- Düngung wurde Blockweise in 2-facher Wiederholung geprüft.

Tabelle 1: Beschreibung der Prüffaktoren am Standort Gülzow

A	B	C	Stufenbeschreibung
1			ortsübliche N Düngung = 200 kg/ha N
2			nach Biomassemodell (Berechnungsbasis 200 kg/ha N)
	1		Sorte 1
	2		Sorte 2
	3		Sorte 3
	4		Sorte 4
	5		Sorte 5
		1	55 keimfähige Körner
		2	35 keimfähige Körner

Ein Beispiel für die Lagepläne der Versuchsanlagen ist im Anhang einzusehen (Tabelle A 1).

Am Standort Tützpatz wurde die Versuchsfrage ab 2015 bearbeitet. Aufgrund der sich in Gülzow abzeichnenden ersten Ergebnisse, wurde die Stickstoffdüngung in Tützpatz einheitlich nach dem Biomassemodell durchgeführt (Tabelle 2). Dementsprechend handelt es sich beim Versuchsaufbau um eine 2-faktorielle Spaltanlage mit 4 Wiederholungen. Der Versuch wurde als Plot in Plot Anlage etabliert.

Tabelle 2: Beschreibung der Prüffaktoren am Standort Tützpatz

A	B	Stufenbeschreibung
1		Sorte 1
2		Sorte 2
3		Sorte 3
4		Sorte 4
5		Sorte 5
	1	55 keimfähige Körner
	2	35 keimfähige Körner

Ein Beispiel für die Lagepläne der Versuchsanlagen ist im Anhang einzusehen (Tabelle A 2).

An beiden Standorten richteten sich alle weiteren Behandlungen zur Bestandsführung nach den ortsüblichen Maßnahmen und der Bestandesführung im Landesortenversuch Winterraps aus. Dadurch kann eine sortenspezifische Vergleichbarkeit der Saatzeitpunkte in Erwägung gezogen werden.

3.3.2 Bonituren

An allen Standorten wurden neben den in der BSA-Richtlinie festgelegten Bonituren zur Bestandesüberwachung zusätzlich die Anzahl der Pflanzen je m² vor und nach Winter an markierten Zählstrecken ermittelt. Das ermöglicht eine exakte Aussage zu den Pflanzenverlusten über Winter. Ab Herbst 2014 kamen dann Bonituren zum Erdfloh- und Kohlfliegenbefall hinzu, um die Auswirkungen durch den Wegfall der Neonicotinoiden Beize beziffern zu können. Sowohl zu Vegetationsende als auch zu –beginn wurden in allen Wiederholungen gleichermaßen Pflanzen samt Wurzeln entnommen. Als repräsentative Probenanzahl standen pro Prüfglied 30 Pflanzen zur Verfügung. Die Entnahme verlief immer nach dem gleichen Prinzip (2. Reihe des Plots), um eine subjektive Probenahme zu vermeiden und Randeffekte zu minimieren. Der Erdflohbefall wurde anhand der Larvenanzahl pro Pflanze ermittelt und der Kohlfliegenbefall nach dem Bewertungsschema nach DAVID UND KRUSPE (DAVID 2004)(Abbildung A 4). Daraus kann dann mit nachfolgender Formel der Schadklassenindex (SKI) berechnet werden.

$$SKI = \frac{\sum(n_i * s_i)}{N}$$

n_i = Anzahl der Pflanzen in der Schadklasse

s_i = Wert der Schadklasse

I =	0 %
II =	5 %
III =	20 %
IV =	40 %
V =	62,5 %
VI =	87,5 %

N = Gesamtzahl der beurteilten Pflanzen

Dieser SKI beschreibt die durchschnittliche prozentuale Schädigung der Wurzeloberfläche der Stichprobe.

Zur Abschätzung der Pflanzenentwicklung in den einzelnen Aussaatdichten und als Basis zur Nutzung des Biomassemodells wurden zu Vegetationsende Biomassesschnitte aus den einzelnen Parzellen entnommen. Bis zu Herbst 2015 wurden dafür jeweils zusätzliche Parzellen am Rand des Versuches etabliert. Ab Herbst 2016 wurden die Proben aus den Ernteparzellen entnommen. Die Probenahmeffläche betrug in jeder Parzelle 0,25 m². Die Mischprobe aus den 4 Wiederholungen umfasste somit eine Fläche von 1 m². Es wurden der Biomasseaufwuchs gewogen sowie die N-Konzentration des oberirdischen Aufwuchses bestimmt.

3.4 Zweite Phase (2018-2021)

3.4.1 Versuchsplan

An beiden Standorten wurde der Exaktversuch als eine zweifaktorielle Blockanlage mit 4-facher Wiederholung angelegt. Geprüft wurden in differenzierten Düngungsregimen (Faktor A) mit 2 unterschiedlichen Aussaatdichten (Faktor B) (Tabelle 3). Der Versuch wurde als Plot in Plot Anlage gedriht.

Tabelle 3: Beschreibung der Prüffaktoren beider Standorte

A	B	Stufenbeschreibung
1		100 + (80 – N _{min}) kg/ha N
2		100 + (120 – N _{min}) kg/ha N
	1	55 keimfähige Körner
	2	35 keimfähige Körner

Ein Beispiel für die Lagepläne der Versuchsanlagen ist im Anhang einzusehen (Tabelle A 3).

An beiden Standorten richteten sich alle weiteren Behandlungen zur Bestandsführung nach den ortsüblichen Maßnahmen und der Bestandesführung im Landesortenversuch Winterraps aus. Auf Grund der Erkenntnisse aus der ersten Phase wurden in Gülzow und Tützpatz über alle Versuchsjahre einheitlich die Sorte Avatar angebaut. Lediglich im Erntejahr 2021 kam in Tützpatz aus organisatorischen Gründen die Sorte Advokat zum Einsatz.

3.4.2 Bonituren

Zusätzlich zu denen in der ersten Versuchsphase durchgeführten Bonituren (siehe Kapitel 3.3.2) wurde eine Bodenprobenahme zu Vegetationsbeginn zur Bestimmung des N_{min} Gehaltes in 0-90 cm Tiefe ins Programm aufgenommen. Dieser dient zur Berechnung der 2 N-Gabe des Prüffaktors A. Aufgrund gleicher Bewirtschaftungsmaßnahmen bis zum Zeitpunkt der Probenahme war eine Mischprobe über den Versuch ausreichend.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Biomasseaufnahme

4.1.1 Erste Phase (2010-2017)

Grundsätzlich zeigten langjährigen Messungen, dass in einer Fröhsaat bis zum Vegetationsende unter normalen Bedingungen durchschnittlich ca. 80 kg/ha Stickstoff oberirdisch gebunden werden. Der Stickstoffgehalt in der Pflanze liegt dabei zwischen 3 und 4 % N in der Trockenmasse. Die Abbildung 1 verdeutlicht eine teilweise hohe Streuung der N-Aufnahme der Bestände bis zum Vegetationsende. Das mittlere N-Aufnahmeniveau eines Jahres wird dabei maßgeblich durch die Wachstumsbedingungen während der Vegetationsperiode im Herbst bestimmt.

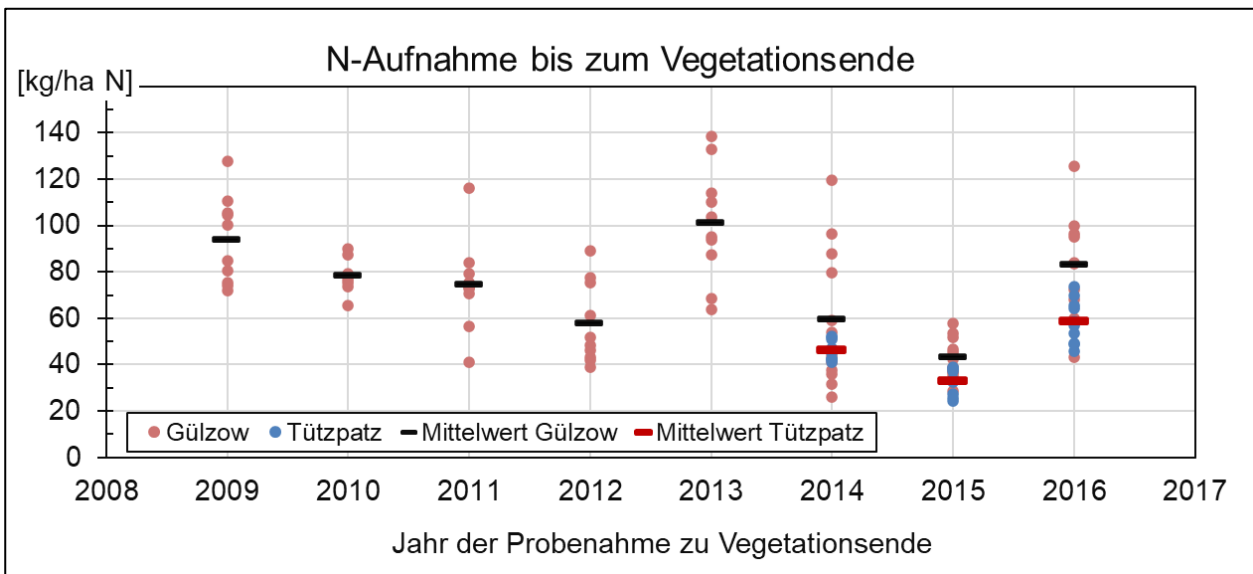


Abbildung 1: N-Aufnahme der Fröhsaaten im Herbst am Standort Gülzow (2009-2016) und Tützpatz (2014-2016)

Beispielsweise hatte der Raps in Gülzow im Herbst 2012 bis zum Ende der Vegetationszeit eine durchschnittliche Menge an oberirdischer Biomasse gebildet (1,9 kg/m²), aber der N-Gehalt von nur 2,4 % in der Trockenmasse verdeutlicht die schlechte Versorgung aus dem Boden. Ein Grund war hier die geringe Bodenfeuchte während der Wachstumsperiode im Herbst (Abbildung 2).

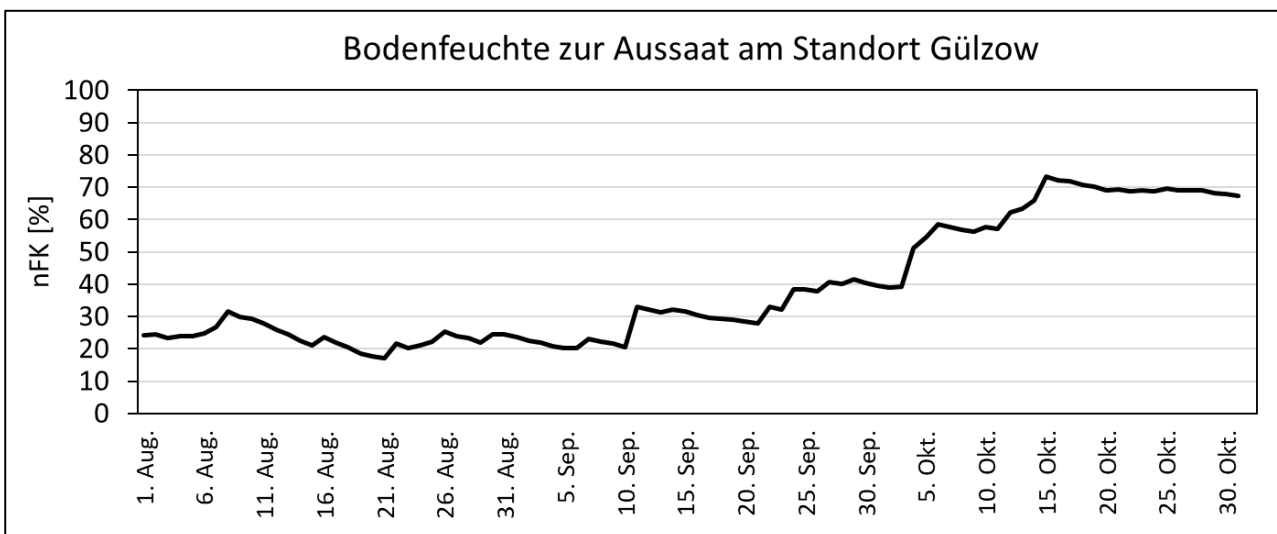


Abbildung 2: Bodenfeuchte im Herbst am Standort Gülzow

2014 gab es an beiden Standorten massiven Kohlfliegenbefall. In 2015 wurde die Wintergerste vielerorts witterungsbedingt verspätet erst Mitte Juli geerntet, so auch in Tützpatz und Gülzow. Dadurch ergab sich eine sehr enge Zeitfenster zwischen der Ernte der Vorfrucht und der Aussaat der Folgekultur Raps, was sich durch den angestrebten frühen Saattermin noch verschärfte. Die feuchte Witterung zur Aussaat in Kombination mit der zeitlich begrenzten Möglichkeit für das Strohmanagement boten gute Voraussetzungen für eine „Stickstoffbarriere“ im Boden. Schwache ober- und unterirdischen Pflanzenentwicklungen waren die Folge. Im weiteren Vegetationsverlauf schwächten höherer Schädlingsbefall und örtlich auftretendes Rhizoctonia die Bestände zusätzlich.

Für das unterschiedliche N-Aufnahmeniveau innerhalb eines Jahres sind sortenspezifisch differenzierte Vorwinterentwicklungen und die getesteten Aussaatstärken richtungsweisend. Effekt der unterschiedlichen Saatstärken auf die N-Aufnahme der Bestände war standortbedingt differenziert. In Gülzow hatte im Mittel aller Sorten grundsätzlich die geringere Saatstärke eine höhere N-Aufnahme. Allerdings reagierten die einzelnen Sorten jährlich unterschiedlich. Ausnahme war die Sorte Avatar, die generell höhere N-Aufnahmen bei dünnerer Saatstärke vorwies. In Tützpatz konnte im Mittel aller Sorten kein eindeutiger Trend festgestellt werden. Auffällig war nur die im Vergleich zum Standort Gülzow allgemein geringe N-Aufnahme bis zum Vegetationsende. Dabei hatte auch hier die Sorte Avatar über alle Versuchsjahre eine höhere N-Aufnahmen bei geringerer Saatstärke. Das spricht für eine optimale Standraumausnutzung und gutes Kompensationsvermögen der Sorte. Für weitere Beobachtungen zur N-Aufnahme unterschiedlicher Bestandesdichten wurde daher in der zweiten Versuchsphase nur noch die Sorte Avatar als Referenzsorte angebaut.

4.1.2 Zweite Phase (2018-2021)

In Tützpatz kam es nach der Aussaat 2017 zu starken Niederschlägen. Diese verursachten eine Erosion in Richtung der Hangneigung und führten zu einer schlechten Verteilung des Saatgutes in der Fläche. Die Bestandesdichte als ein wichtiger Prüffaktor war nicht mehr repräsentativ und der Versuch wurde für das Aussaatjahr 2017 nicht gewertet.

In Gülzow setzte sich der Trend fort, die geringere Saatstärke wies tendenziell eine höhere N-Aufnahme bis zu Vegetationsende auf (Abbildung 3). Als einzige Ausnahme ist das Aussaatjahres 2017 zu nennen. Hier spielt die langanhaltende hohe Bodenfeuchte während der Aussaat und dem weiteren Vegetationsverlauf eine entscheidende Rolle. Zeitweilige nutzbare Feldkapazitäten von > 90 % führten durch einsetzenden Sauerstoffmangel zu Wachstumsdepressionen sowohl bei der ober- als auch unterirdischen Biomasseentwicklung. Dafür spricht die allgemein geringe N-Aufnahme von < 30 kg/ha N.

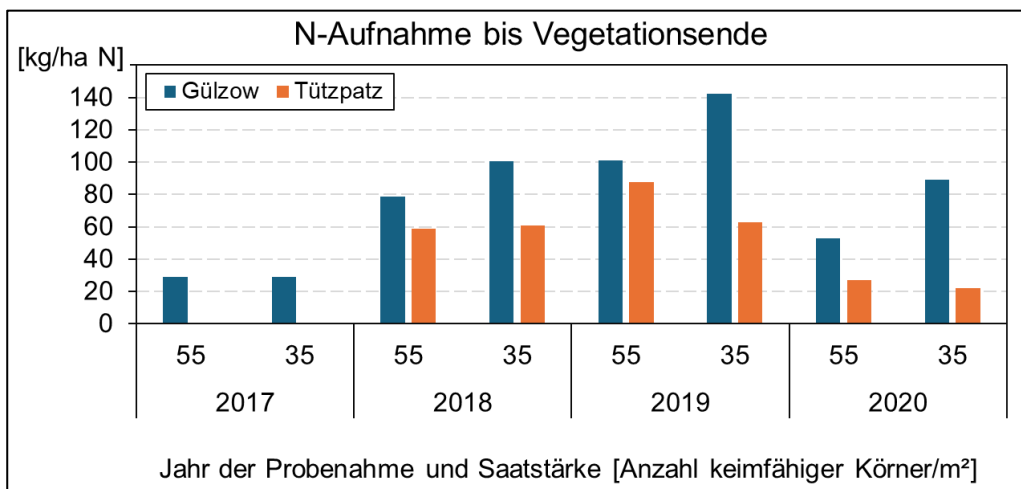


Abbildung 3: N-Aufnahme der Frühsaaten im Herbst am Standort Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Saatstärke [kfK/m²]

In Tützpatz konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Saatstärke und der N-Aufnahme festgestellt werden. Einzig die allgemein geringere N-Aufnahme im Vergleich zum Standort Gülzow bestätigte sich wieder. Eine Wirkung unterschiedlicher Vorfrüchte kann ausgeschlossen werden, da an beiden Standorten seit 2016 der Raps nach Wintergerste angebaut wurde. Ein Grund für die niedrigere N-Aufnahme der Bestände in Tützpatz kann das Ertragsniveau des Standortes und die Stroh hinterlassenschaften sein. Tützpatz hat standortbedingt im Schnitt 20 dt/ha höhere Wintergerstenerträge und somit entsprechend mehr Ernterückstände (ca. 1400 kg/ha), die auf dem Feld verbleiben. Damit steigt die Konkurrenz um den leicht verfügbaren Stickstoff im Boden zwischen dem strohabbauenden Bodenmikrobiom und dem Rapsbestand. Eine Ursache für die sehr geringe N-Aufnahme von > 25 kg/ha im Herbst 2020 kann nur vermutet werden. Die Bonituren zeigten einen schlechten Feldaufgang, der allerdings nicht auf witterungsbedingte Probleme zurück zu führen ist. Durch den Versuch zog sich hauptsächlich in der 3. Wiederholung ein unzufriedenstellender, verzettelter Aufgang (Abbildung 4 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dies war der vorgelagerten Bewirtschaftung der Wintergerste quer zur Drillrichtung geschuldet.



Abbildung 4: Schlechter Aufgang des 3. Blockes der Frühsaat am Standort Tützpatz im Herbst 2020

Ein direkter Vergleich unterschiedlicher Saatzeiten auf die N-Aufnahmen im Herbst zeigt, dass durch frühe Saatzeiten um den 10.-15. August auch unter suboptimalen Bedingungen noch genügend Zeit für eine gute Vorwinterentwicklung bleibt (Abbildung 5). Je weniger Zeit dem Bestand zur Verfügung steht, desto geringer ist die Stickstoffaufnahme. Selbst jahresspezifisch extreme Witterungsbedingungen überlagern diesen Effekt in den allerseltensten Fällen. Die typischerweise in den späteren Saaten höheren Stickstoffgehalte von bis zu > 4 % in der TM können das verringerte Biomassewachstum trotz allem nicht kompensieren. Bei stärkeren Frostereignissen haben diese Bestände ein höheres Auswinterungsrisiko.

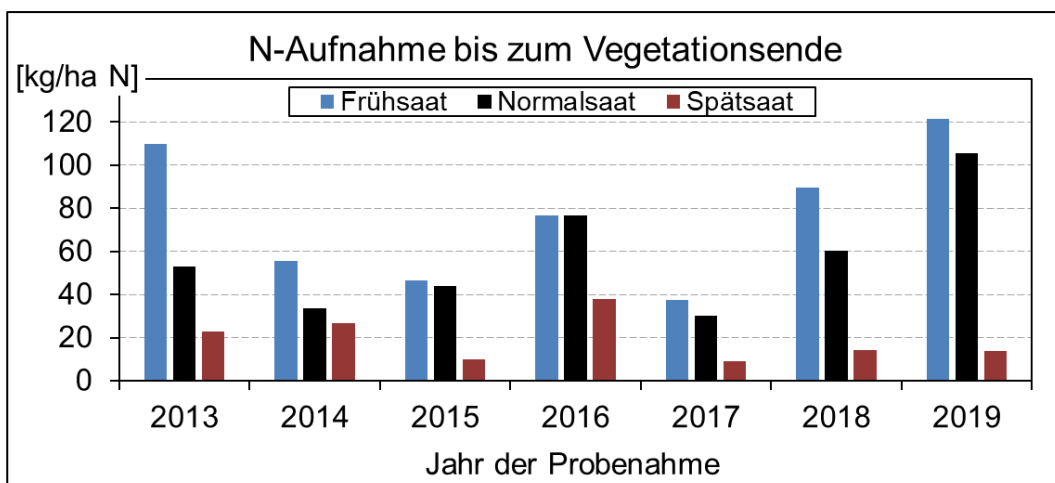


Abbildung 5: N-Aufnahme nach Saatzeiten differenziert am Standort Gölzow

4.2 Auswinterungsrisiko, Krankheits- und Schädlingsbefall

Die getestete Saatstärken hatten keinen direkten Einfluss auf die Bestandeshöhen im Herbst. Der Pflanzenabstand innerhalb der Reihen war noch nicht so gering, dass ein verstärktes Schossen angeregt wurde. Eine stärkere Streckung des Hypokotyls blieb aus, eine höhere Frostempfindlichkeit war nicht gegeben. Grundsätzlich gab es im gesamten Prüfungszeitraum keine allgemeine Auswinterung der Fröhsaaten, auch dank einer gezielten Wachstumsregelbehandlung im Herbst. Diese konnte jedoch einen sortenspezifischen Frostschaen nicht verhindern. Durch den massiven Temperaturabsturz von 20°C zum Jahreswechsel 2015/2016 kam es bei der frostempfindlichen Sorte Comfort zu Pflanzenverlusten von über 60 %.

Im Fröhsjahr 2012 kam es zu einem fröhen Befall mit *Botrytis cinerea*. Bereits Mitte April waren einzelne Parzellen stark durch die bekannten Symptome wie vermindertem Wuchs und Pflanzenverluste gekennzeichnet. Ein Zusammenhang zwischen den einzelnen Prüffaktoren und der Befallsstärke konnte nicht festgestellt werden.

Mit dem Verbot der Neonicotinoiden Beize wurde zur Aussaat 2014 erstmalig Saatgut ohne diese systemisch wirkende insektizide Beize verwendet. Zu erwarten war eine Zunahme von Rapserrfloh- und Kohlfliegenschädigungen, welche mittels in Kapitel 3.3.2. beschriebenen Bonituren dokumentiert wurden.

Rapserrfloh (*Psylliodes chrysocephala*)

Exemplarisch für eventuelle sortenspezifische Befallsunterschiede wurden zwei Sorten, die in allen Versuchsjahren vertreten waren, bonitiert (Avatar = S1 und PR46W20 = S2). Ein Zusammenhang zwischen Sorte und der Befallsintensität gab es nicht, die Anzahl an Larven pro Pflanzen waren sortenunabhängig auf ähnlichem Niveau. Die Saatstärke hingegen scheint eine Rolle zu spielen. Auch bei diesem grundsätzlich sehr geringen Befallsniveau von < 1 Larve pro Pflanze (Ausnahme S2 im Herbst 2015) hat die geringere Aussaatstärke einen tendenziell höheren Besatz vorzuweisen (Abbildung 6). Gleiches war auf noch niedrigerem Niveau auch bei den Fröhsjahrsbonituren zu finden (nicht abgebildet).

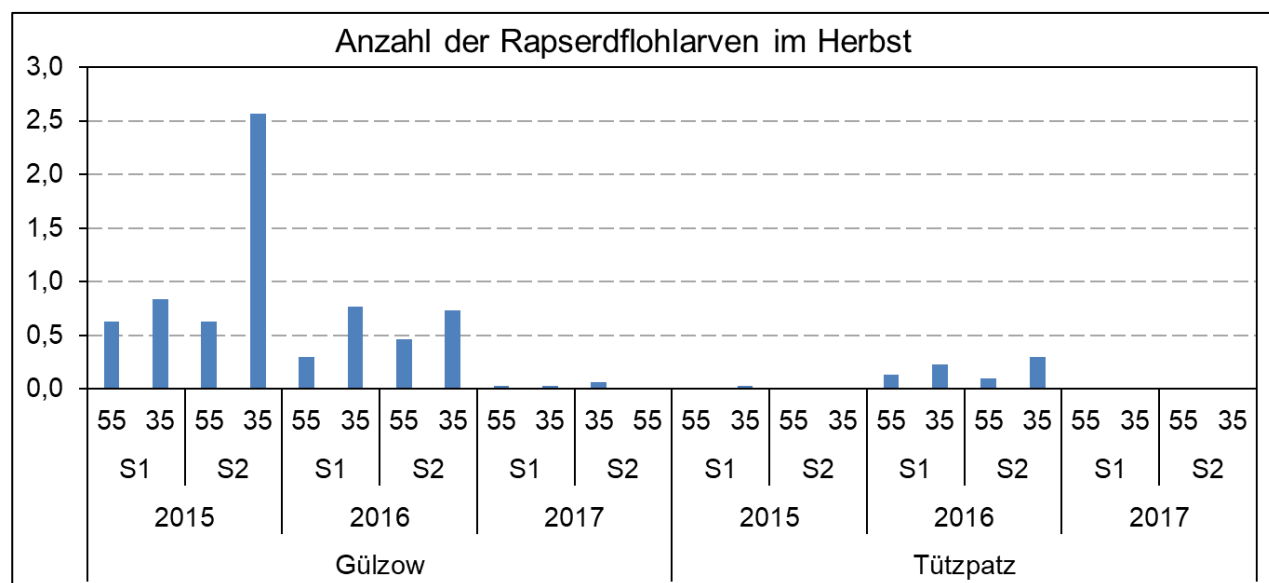


Abbildung 6: jährlicher Befall mit Rapserrflohlarven zu Vegetationsende in Gölzow und Tützpätz in Abhängigkeit von der Sorte [S1 und S2] und Saatstärke [kg/ha]

Zu einer ähnlichen Erkenntnis kamen bereits MEUCHE (1940), KAUFMANN (1941) und SCHULZ (1983). Auch hier wurde der höchste Larvenbefall in den kräftigsten Rapspflanzen mit weiterem Standraum beobachtet. Laut NUSS (2004) ist aber weniger die Pflanzengröße der ausschlaggebende Faktor als das Angebot der

Pflanzenanzahl für die geschlüpften Larven. Die Anzahl der geschlüpften Larven verteilt sich auf die dargebotenen Pflanzen. Somit kommt es in den geringeren Saatstärken zu einer „Aufkonzentration“ der Larven auf die wenigen Pflanzen. Inwieweit sich das auf den Ertrag auswirkt, ist von der Anzahl der Larven in den Pflanzen, der allgemeinen Pflanzenentwicklung und dem Ausmaß des Endknospenbefalls abhängig (NUSS 2004). Durch das geringe Befallsniveau beider Versuchsstandorte kann hierzu keine eindeutige Aussage getroffen werden.

Während der zweiten Versuchsphase war der Befall insgesamt auf beiden Standorten auf einem sehr geringen Niveau. Tendenzen hinsichtlich des Einflusses der Saatstärke auf den Befall konnte auch auf Grund des geringen Schädlingsdruckes nicht abgeleitet werden (Abbildung A 5).

Ein direkter Vergleich des Rapserrflohbefalls nach Saatzeiten gestaffelt ist auf Grund umfangreicher Bonituren standortspezifisch möglich. Hier zeigt sich, dass an beiden Standorten die Frühsaaten in den meisten Fällen den geringsten Larvenbefall aufzuweisen hatte (Abbildung 7).

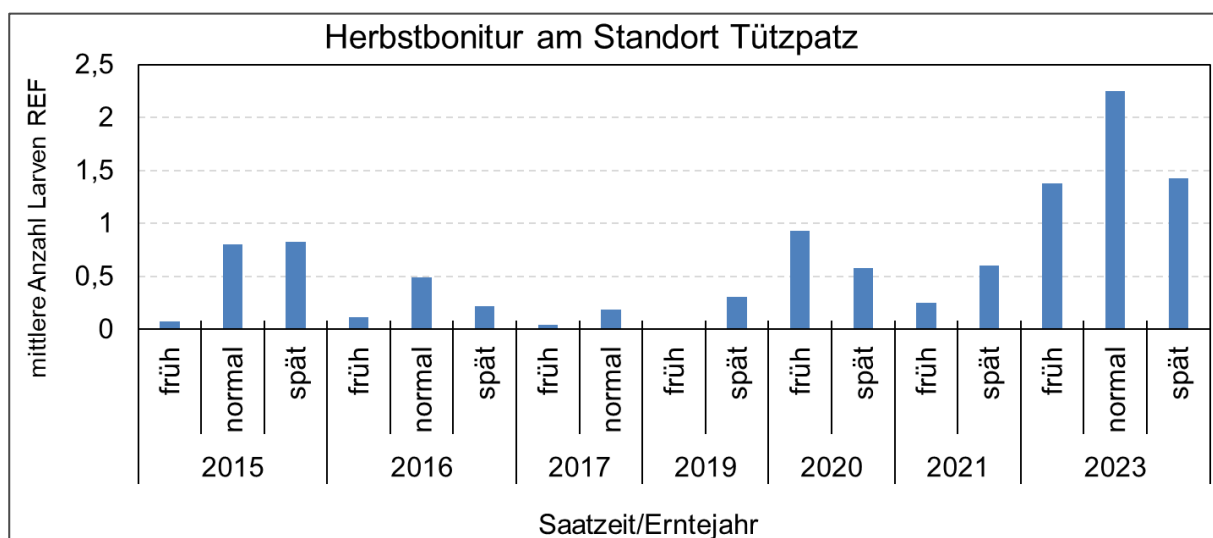


Abbildung 7: jährlicher Befall mit Rapserrflohlarven in Abhängigkeit von der Saatzeit am Standort Tützpatz

Kleine Kohlfliege (*Delarium radium*)

Eine eindeutige Präferenz der Kohlfliegen für bestimmte Sortentypen war an keinem der beiden Standorte gegeben. Hingegen scheint eine geringere Saatstärke die Wurzelschädigung durch die Kohlfliege zu fördern, da hier in fast allen Jahren ein höherer SKI bonitiert wurde (Abbildung 8).

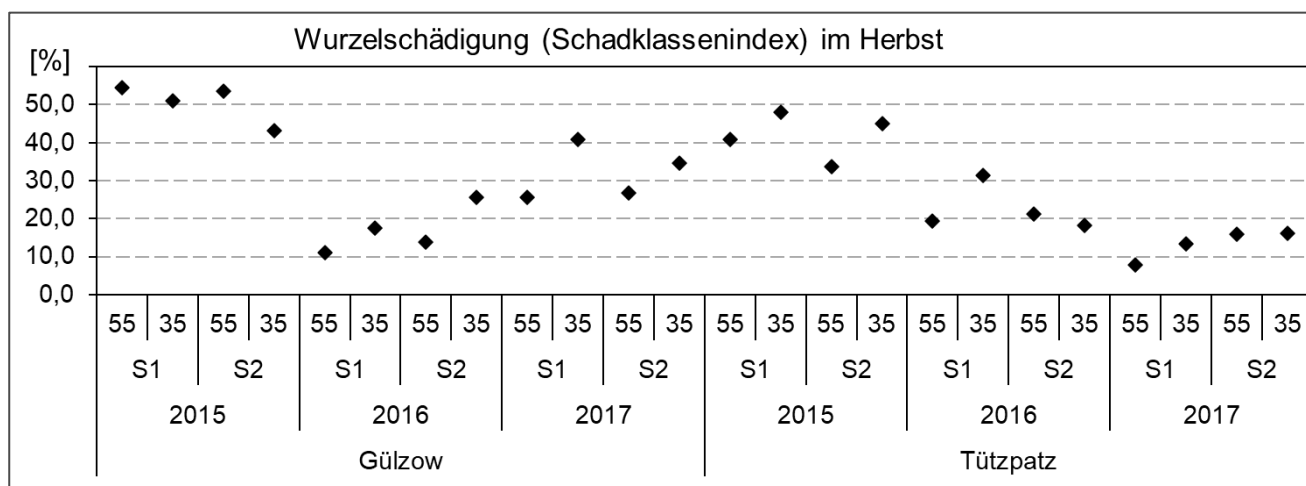


Abbildung 8: jährliche Schädigung durch Larvenfraß der Kleinen Kohlfliege zu Vegetationsende in Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Sorte [S1 und S2] und Saatstärke [kfK/m²]

In Tützpatz ist in der zweiten Phase der Versuchsserie dieser Trend allerdings nicht eindeutig (Abbildung 9). Wird in die Betrachtung jedoch die Biomasseentwicklung des Bestandes mit einbezogen, gibt es für diese Beobachtung eine plausible Erklärung.

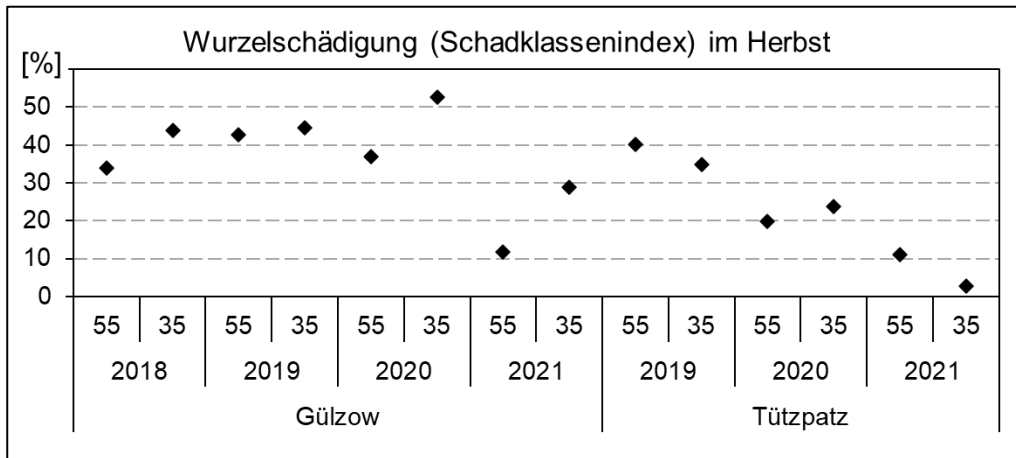


Abbildung 9: jährliche Schädigung durch Larvenfraß der Kleinen Kohlfliege zu Vegetationsende in Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Saatstärke [kfK/m²]

Bei der Gegenüberstellung der SKI zur Biomasseentwicklung vor Winter zeigte sich in 70 % der Fälle eine größere Wurzelschädigung in den Beständen mit der höheren Frischmasse. Wie bereits beschrieben (siehe 4.1, Seite 11) hatten die Bestände mit 55 kfK/m² bis zum Vegetationsende tendenziell eine geringere Biomasseentwicklung aufzuweisen, als die Bestände mit nur 35 kfK/m². Aber es gab auch Jahre mit einer höheren Frischmasse in den stärkeren Aussaatdichten, beispielsweise am Standort Tützpatz in 2021. Folglich ist der Grad der Wurzelschädigung nicht alleine der Aussaatdichte zuzuordnen, sondern der Pflanzenentwicklung im Allgemeinen. Bestätigt wird diese These durch KIZINA 2010 und KEUNECKE 2009. Beide beschreiben neben olfaktorischen Reizen auch eine Präferenz der Kohlfliegen für gut entwickelte Bestände mit hoher Bodenbedeckung. Laut der Autoren werden diese vornehmlich für die Eiablage angefliegen.

Die in der Literatur (KEUNECKE 2009) beschriebene Ertragsverluste von bis zu 20 % bei einem Schadklassenindex > 50 % traten im Erntejahr 2015 nicht ein. Gründe dafür können die ausreichende Wasserversorgung im Vegetationsverlauf 2014/2015 und die Wurzelentwicklung der Pflanzen in der Frühsaat sein. Dadurch kommt es eher zu einer Kompensation der massiven Wurzelschäden. Bei DAVID 2004 beschriebene Vermutung einer stärkeren Frequentierung der Frühsaaten durch die Kleine Kohlfliege konnte bestätigt werden (Abbildung 10). Aber auch hier sind massive Ertragseinbußen im Vergleich zur normalen Aussaatzeit trotz höherer Wurzelschädigung ausgeblieben. Das spricht für die hohe Kompensation der Frühsaaten. Dieses bestätigte sich auch in der zweiten Phase des Versuches (nicht dargestellt).

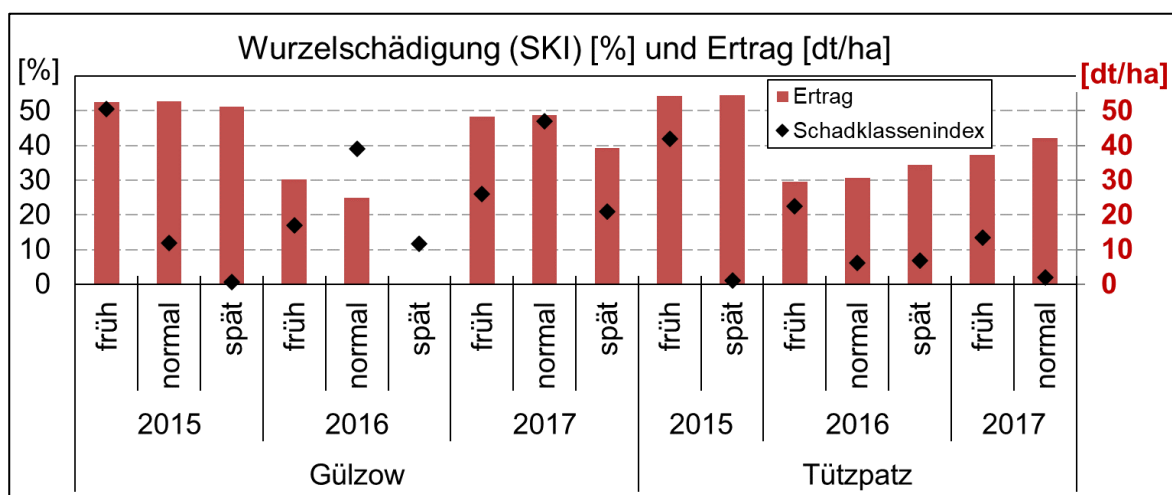


Abbildung 10: Wurzelschädigung [%] und Ertrag [dt/ha] unterschiedlicher Saatzeiten am Standort Gülzow und Tützpatz bei identischen Sorten (Mittelwert aus Avatar und PR 46 W 20)

Mit der Zulassung des Wirkstoffes Cyantraniliprole (Lumiposa) zur Rapsbeizung in Deutschland im Dezember 2020 entspannte sich die Befallssituation deutlich. Ab der Aussaat 2021 konnte tendenzeill auch ein Rückgang der Wurzelschädigung in den Versuchen festgestellt werden.

4.3 Ertrag

4.3.1 Erste Phase (2010-2017)

Mit dem wechselnden Sortenspektrum während der Versuchsreihe sollte dem Zuchtfortschritt Rechnung getragen werden. In den einzelnen Anbaujahren war am Standort Gülzow keine eindeutige Tendenz der Saatstärke auf den Ertrag oder die Qualitäten zu erkennen. In dem getesteten Sortiment reagierten die Sorten sowohl in die eine, als auch in die andere Richtung. Auch die Wechselwirkung zwischen Saatstärke und Sorte waren in einigen ab 2014 mehrjährig geprüften Sorten nicht gleichgerichtet, sodass eine spezifische Reaktion einzelner Sorten auf die Saatstärke ausgeschlossen werden konnte. Weiterhin war in der jährlichen Betrachtung des Standortes Gülzow der Einfluss der differenzierten Stickstoffdüngung auf den Ertrag unauffällig

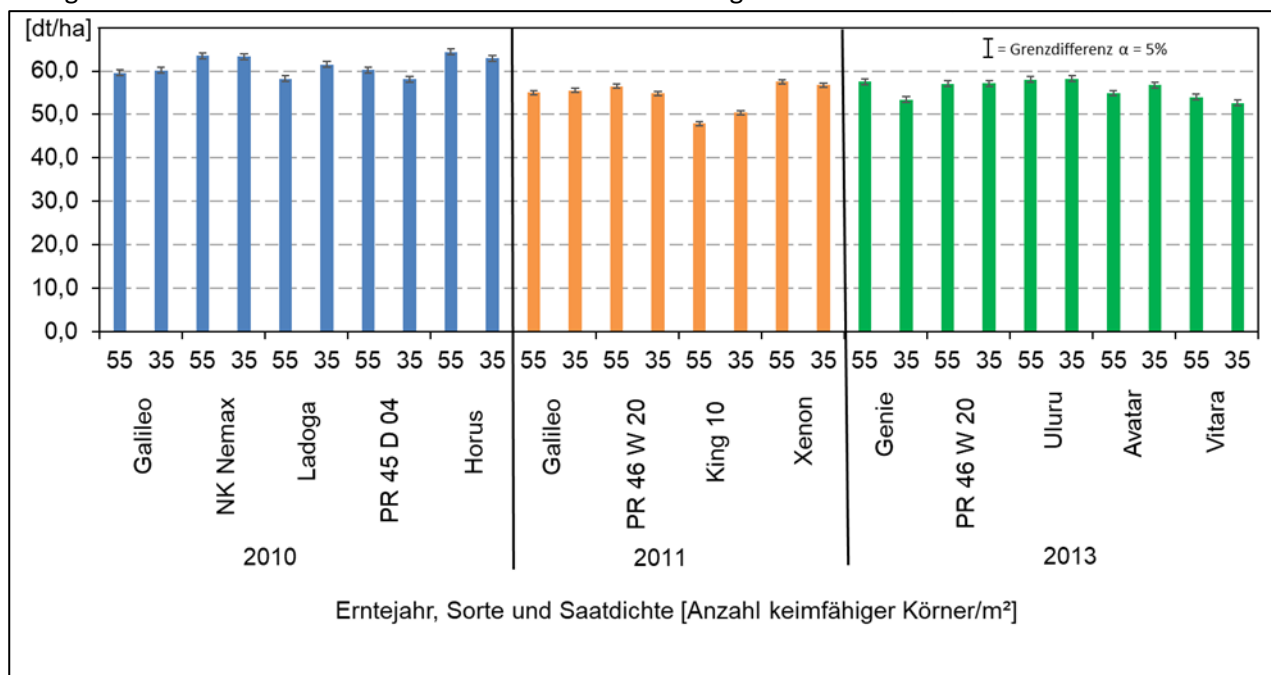


Abbildung 12 bis Abbildung 14). Auch hier wurden teilweise Jahreseffekte sichtbar, die allerdings sowohl in der Einzelbetrachtung als auch im Zusammenspiel mit Sorte und/oder Saatstärke ungerichtet waren.

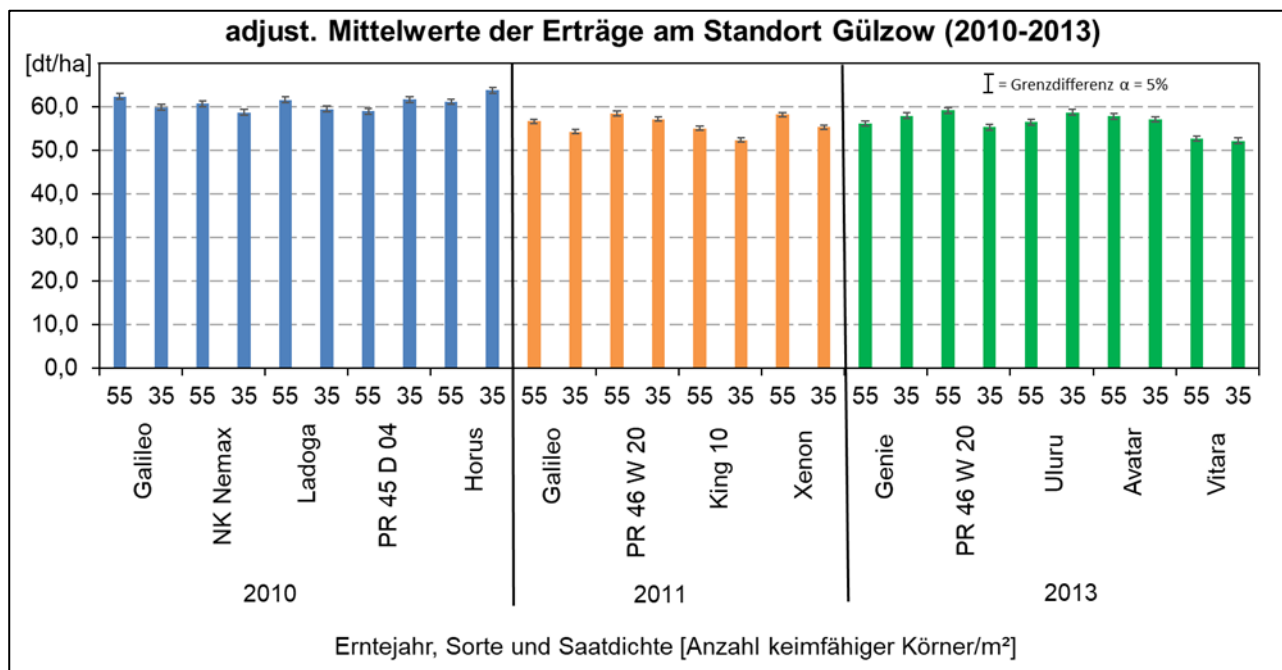


Abbildung 11: Erträge der Fröhsaaten am Standort Gölzow (2010-2013) in Abhängigkeit von der Saatlöchte bei einem Düngenniveau von 200 kg/ha N

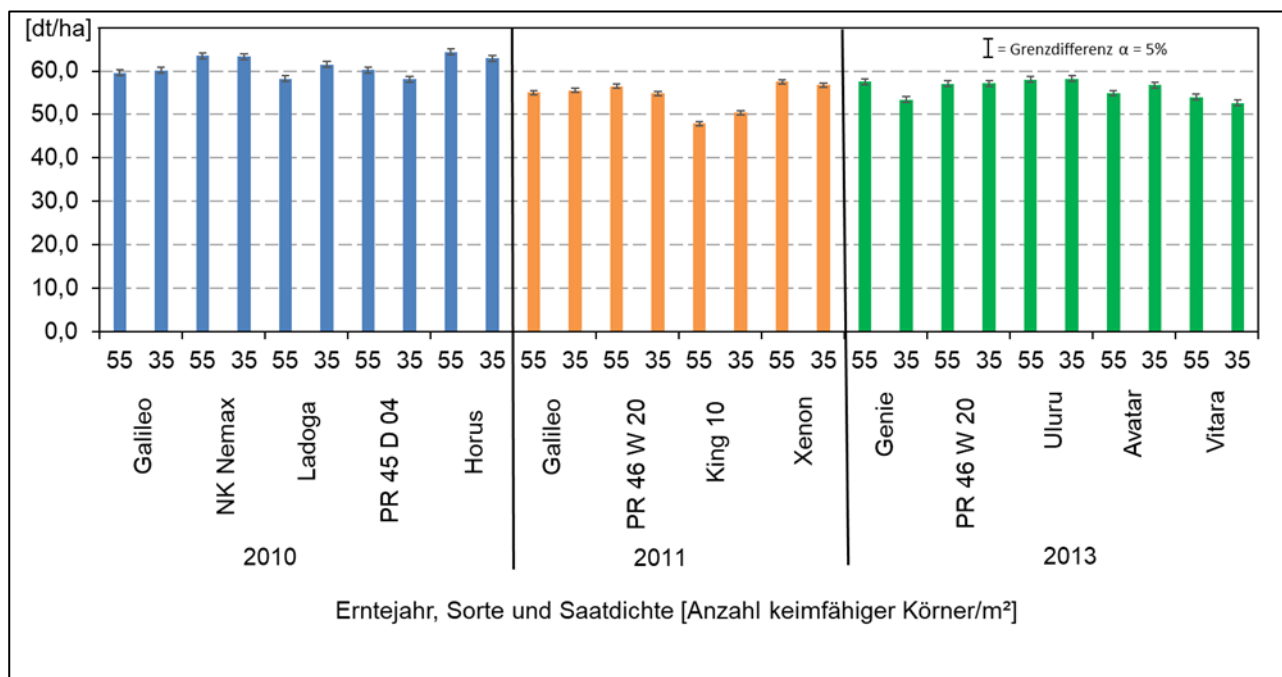


Abbildung 12: Erträge der Fröhsaaten am Standort Gölzow (2010-2013) in Abhängigkeit von der Saatlöchte bei N- Düngung nach Biomassemodell (Berechnungsbasis 200 kg/ha N)

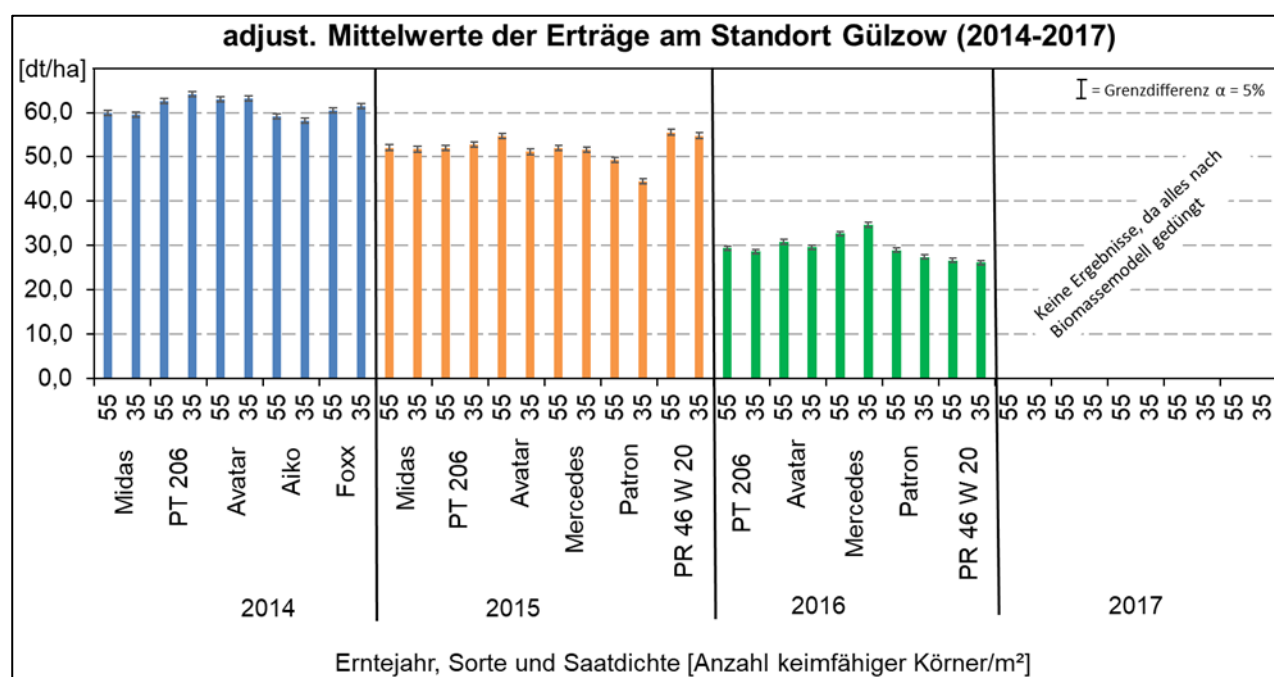


Abbildung 13: Erträge der Frühsaaten am Standort Gülzow (2014-2017) in Abhängigkeit von der Saatstärke bei einem Düngenniveau von 200 kg/ha N

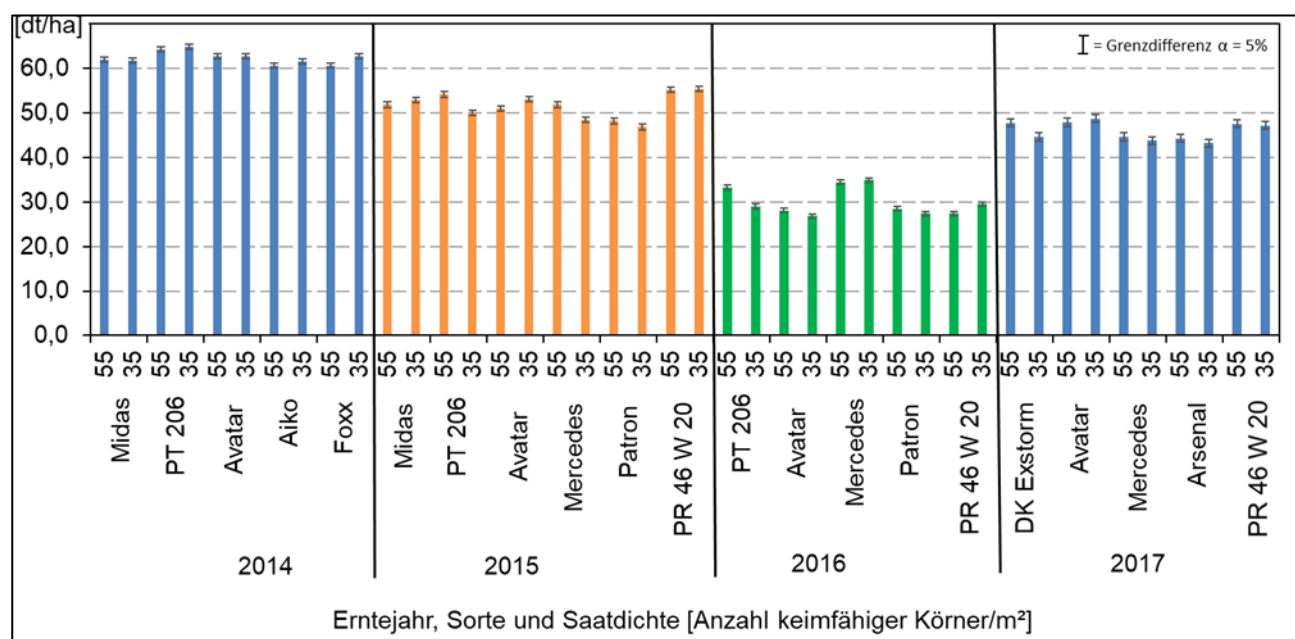


Abbildung 14: Erträge der Frühsaaten am Standort Gülzow (2014-2017) in Abhängigkeit von der Saatstärke bei einer N-Düngung nach Biomassemodell (Berechnungsbasis 200 kg/ha N)

Auf Grund dessen wurde am Standort Tützpatz der Versuch nur unter der Prämisse der Saatstärken und Sorten getestet. Die Erkenntnisse der Einzelauswertung sind mit Gülzow vergleichbar. Eine Beeinflussung der hier geprüften Standorte auf die Prüffaktoren kann somit ausgeschlossen werden (Abbildung 15).

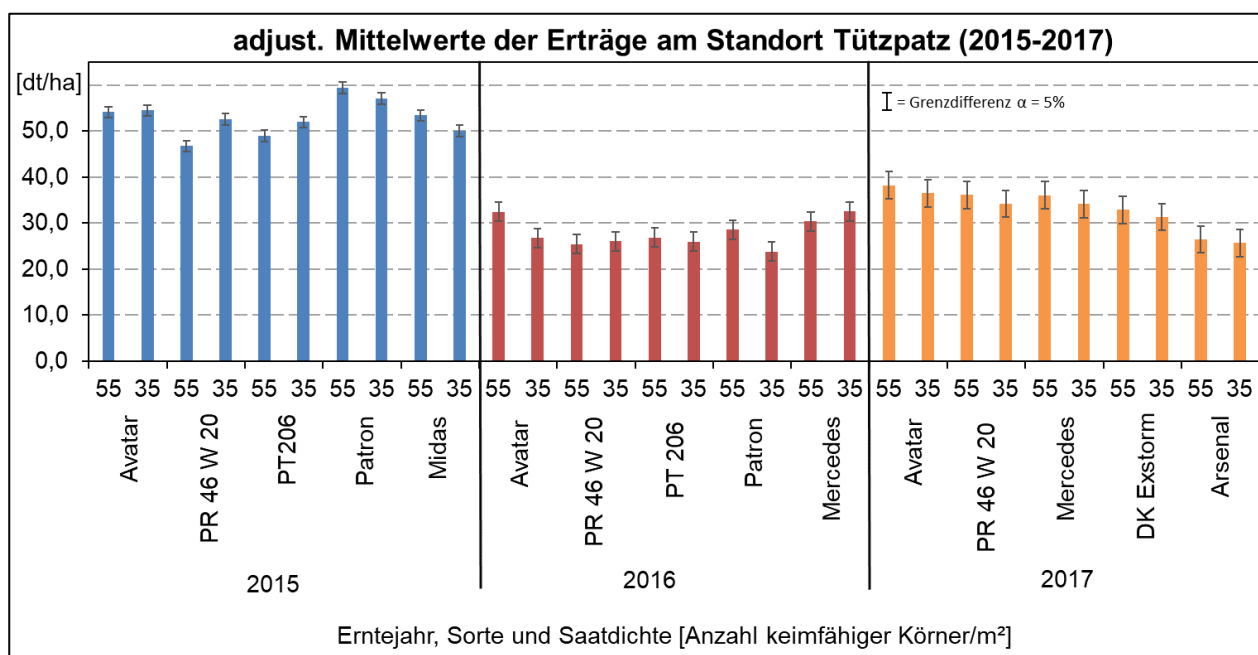


Abbildung 15: Erträge der Frühsaaten am Standort Tützpatz (2015-2017) in Abhängigkeit von der Saatstärke bei einer N-Düngung nach Biomassemodell (Berechnungsbasis 200 kg/ha N)

Das erwartungsgemäß signifikant differenzierte Ertragspotenzial der Sorten muss für eine grundsätzliche Aussage zum Einfluss der Saatstärke auf den Ertrag bei früh gesätem Winterraps unberücksichtigt bleiben. Die Serienauswertungen der beiden Standorte wurde demnach sortenunabhängig durchgeführt. Sowohl am Standort Gülzow als auch in Tützpatz konnte dennoch kein signifikanter Einfluss der Saatstärke auf den Ertrag festgestellt werden (Abbildung 16).

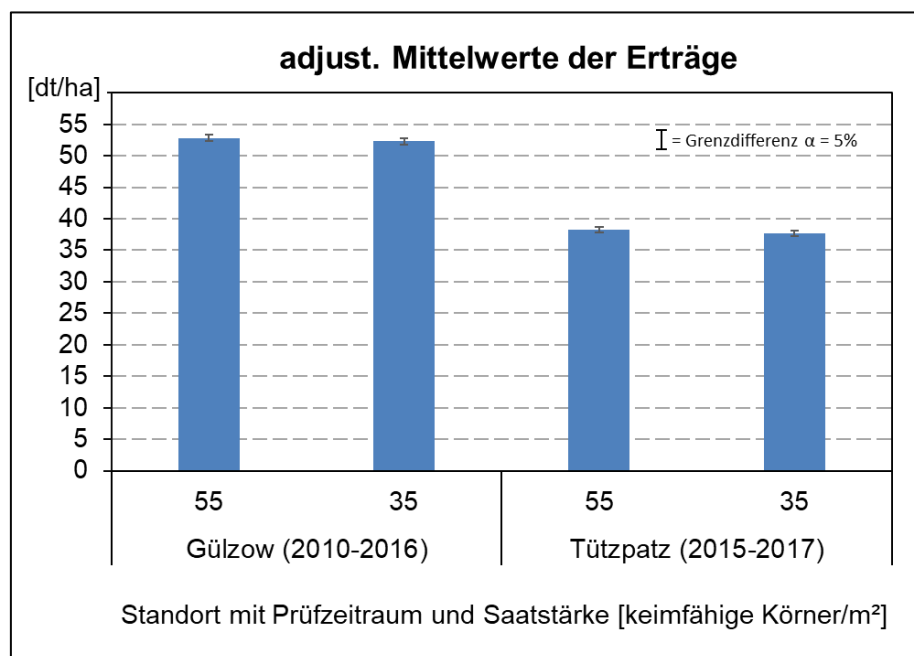


Abbildung 16: standortspezifische Erträge der Frühsaaten in Abhängigkeit von der Saatstärke

Mit durchschnittlich 25 Pflanzen/m² nach Winter waren auch die geringeren Aussaatdichten in der Lage, einen geschlossenen Bestand zu entwickeln. Selbst in Ausnahmejahren wie 2015 mit einem sehr hohen Kohlfiegenbefall und nur noch 10 Pflanzen/m² zufriedenstellende Erträge erzielt. Dies bekräftigt die von SAUERMAN 2014 dargestellten Ergebnisse zum Kompensationsverhalten dünner Bestände im Raps unter der Prämisse einer gleichmäßigen Verteilung der Pflanzen auf dem Feld. Das unterschiedliche Ertragsniveau

der beiden Standorte ergibt sich aus den differenzierten Prüfungszeitraum und damit verbundenen allgemeinen Jahreseinflüssen auf den Ertrag.

Der in Gülzow noch zusätzlich geprüfte Faktor einer differenzierten N-Düngung hatte im Mittel aller Aussaatstärken keinen direkten Einfluss auf den Ertrag. Auch bei der Betrachtung der Wechselwirkung N-Düngung und Aussaatstärke konnte kein eindeutiger Vorteil einer bestimmten Variante nachgewiesen werden (Abbildung 17).

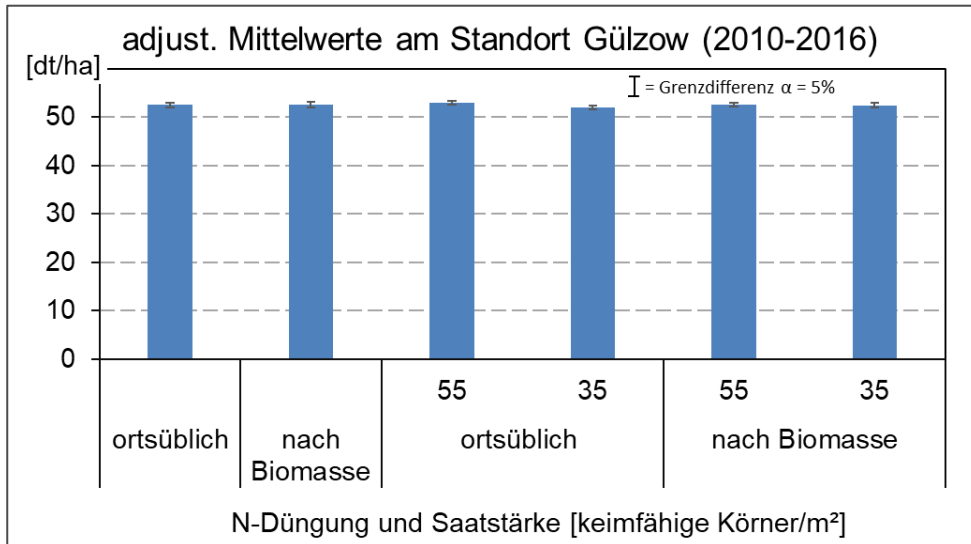


Abbildung 17: Erträge am Standort Gülzow in Abhängigkeit zur N-Düngung und Saatstärke (2010-2016)

Als Grund ist der geringe Unterschied im N-Niveau der geprüften Varianten zu nennen. Im Mittel der Jahre wurden die Bestände nach Biomassemodell mit 185 kg/ha Stickstoff gedüngt, das sind nur 15 kg/ha weniger als in der ortsüblichen Variante mit 200 kg/ha. Diese geringe Abstufung zwischen den Varianten kann sich bei dem hier vorliegenden hohen N-Gesamtniveau nicht im Ertrag wiederfinden. Bereits SCHILLING 2000 postuliert, dass im klassischen Stickstoffsteigerungsversuch beim Winterraps mindestens 40 kg/ha Unterschied für eine nachweisbare Reaktion zwischen den Stufen liegen sollte. Jedoch konnten in der Betrachtung ausgewählter Einzeljahresergebnisse mit Differenzen von ≥ 40 kg/ha N zwischen den Düngevarianten keine Ertragsverluste in den geringer gedüngten Varianten nach Biomassemodell festgestellt werden (Abbildung 18).

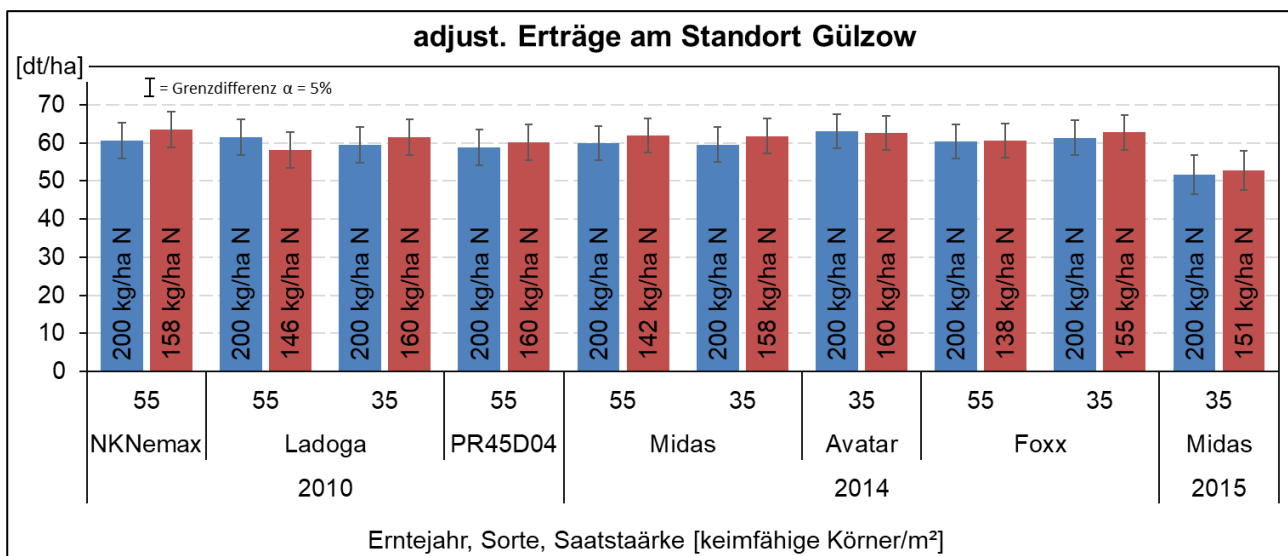


Abbildung 18: paarweiser Vergleich der Erträge am Standort Gülzow mit einer Stickstoffdüngedifferenz ≥ 40 kg/ha

Zur weiteren Absicherung der Ergebnisse wurde deshalb in der zweiten Versuchsphase die N-Düngung und die Saatstärken sortenunabhängig und unter einer größeren N-Differenzierung geprüft.

4.3.2 Zweite Phase (2018-2021)

Die Ertragsschwankungen zwischen den Jahren sind hauptsächlich witterungsbedingten Effekten zuzuschreiben. Sowohl in Gülzow als auch in Tützpatz gab es weder durch die hier getesteten Saatstärke noch durch die N-Düngung nachweisliche Ertragseffekte (Abbildung 19 und Abbildung 20). In beiden Düngeniveaus ist die geringere Saatstärke von 35 kfK/m² der höheren Saatstärke ebenbürtig. Die differenzierte Stickstoffdüngung von 40 kg/ha des Prüffaktors A findet sich in den Ergebnissen nicht wieder. Auch die Wechselwirkung beider Faktoren hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Ertrag (nicht abgebildet). Selbst in dem extremen Trockenjahr 2018 konnten keine Ertragseffekte festgestellt werden.

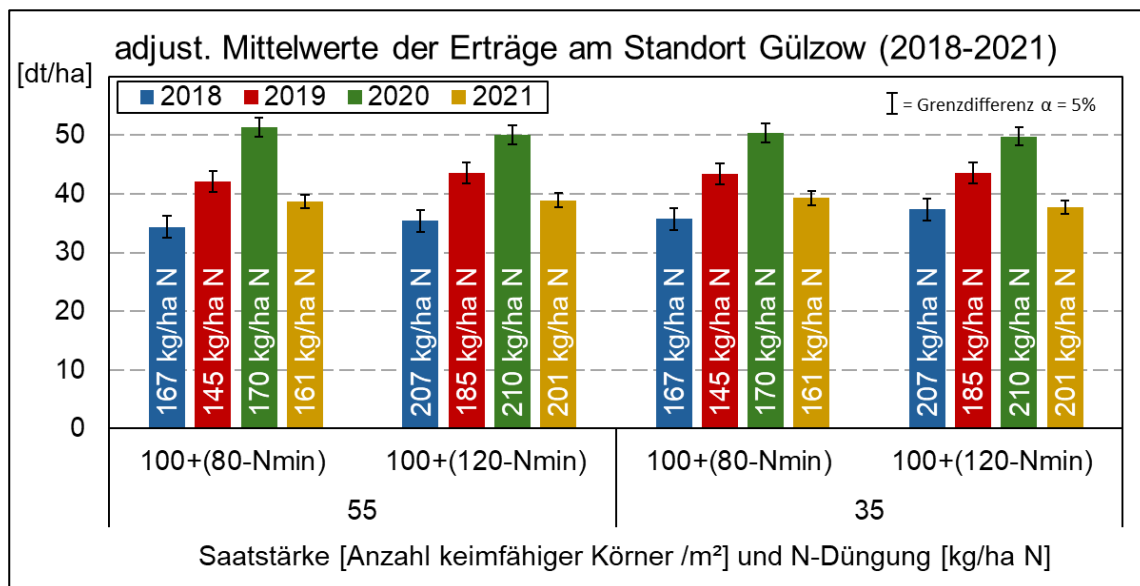


Abbildung 19: Erträge am Standort Gülzow in Abhängigkeit vom Düngeniveau und Saatstärke

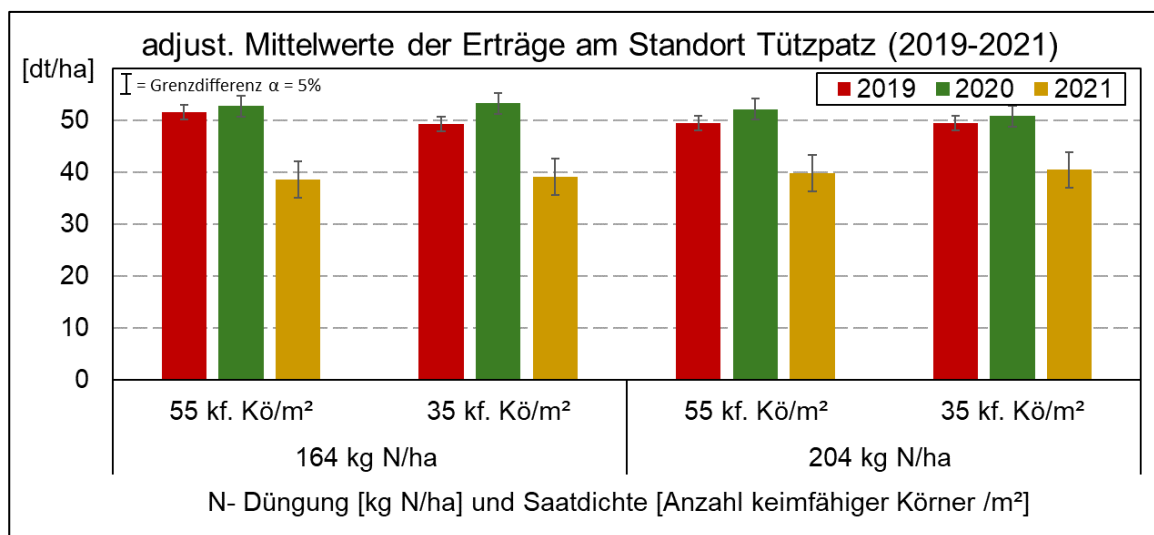


Abbildung 20: Erträge am Standort Tützpatz in Abhängigkeit vom Düngeniveau und Saatstärke

Die Serienauswertung aller Versuchsjahre im Mittel beider Standorte bestätigt die Ergebnisse der Einzelauswertung (Abbildung 21).

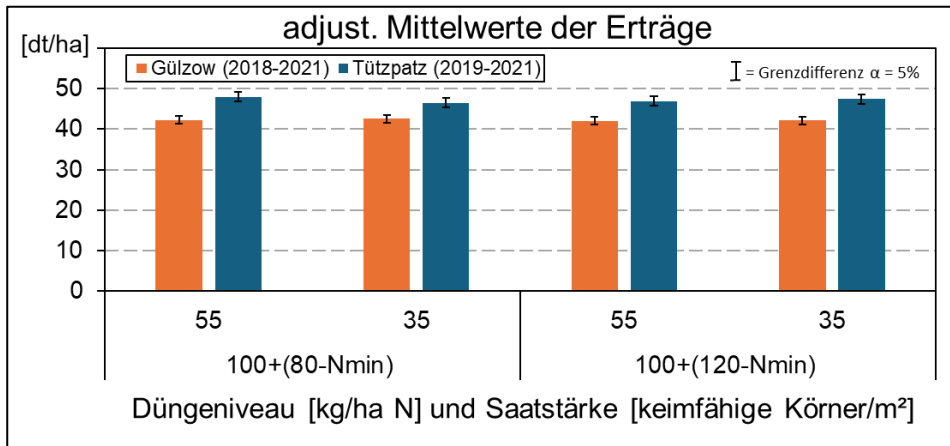


Abbildung 21: mittlere Erträge der Fröhsaaten in Abhängigkeit von Düngeneiveau und Saatstärke am Standort Gülzow (2018-2021) und Tützpatz (2019-2021)

Es ist folglich davon auszugehen, dass unter der Voraussetzung einer längeren Wachstumsperiode (Fröhsaattermin) die geringere Saatstärke (35 kfK/m²) zu bevorzugen ist. Sie sorgt für eine bessere Standraumverteilung, verringerte Konkurrenz der Pflanzen untereinander und somit optimalere Wachstumsbedingungen. Der gemessene höhere Biomasseaufwuchs vor Winter stützt diese These (siehe 4.1).

Das trotz großer Differenz der beiden Düngestufen von 40 kg/ha N in keinem der Anbaujahre ein Ertragseffekt nachgewiesen wurde, kann dem grundsätzlich hohen Ausgangsdüngeneiveau von 200 kg/ha Stickstoff geschuldet sein. Bekanntermaßen stagniert ab einem bestimmten N-Düngungsbereich der Ertragszuwachs (Ertragsgesetz nach Mitscherlich). Nennenswerte Ertragseffekte bleiben aus. Eine Auswertung langjähriger Stickstoffsteigerungsversuche am Standort Gülzow im Laufe der Versuchsphase definierte diesen Bereich für die Fröhsaat ab einem Düngeneiveau von ≤ 160 kg/ha N (Abbildung 22).

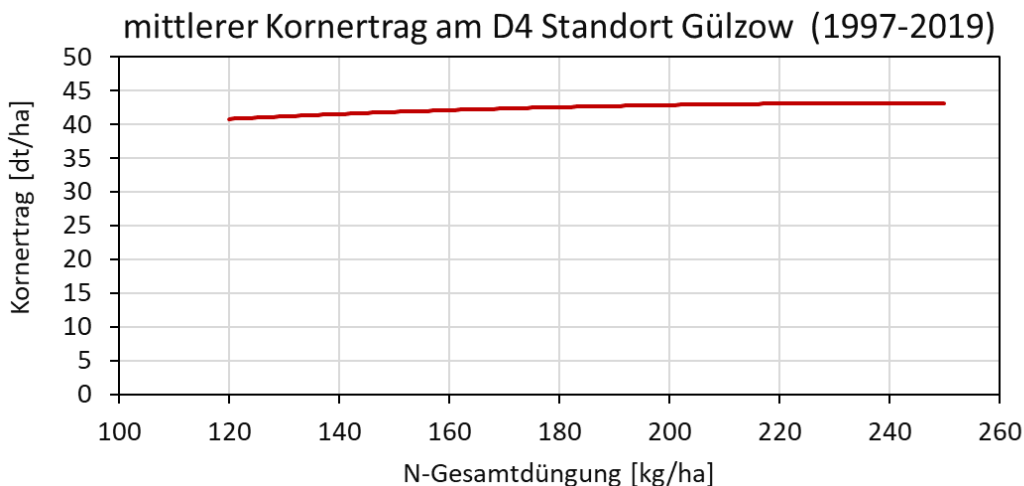


Abbildung 22: Ertragskurve der Fröhsaat (vom 01.08.-15.08) am Standort Gülzow in Abhängigkeit von der N-Düngungshöhe

Diese Beobachtung findet in einem Folgeversuch zur Stickstoffdüngestrategie von Winterraps in Fröhsaaten Berücksichtigung.

Eine qualitative Beeinflussung der Öl- und Rohproteingehalt durch die Düngung oder Saatstärken konnte nicht nachgewiesen werden. Auf eine ausführliche ökonomische Auswertung wird aus diesem Grund verzichtet. Es gilt das Prinzip, dass bei gleichwertigen Erlösen die Variante mit dem geringsten Betriebsmitteleinsatz den größten Gewinn bringt.

5 Fazit

Erkenntnisse aus den langjährlgen Untersuchungen zur Anbauoptimierung von Winterraps in Fröhsaaten sind:

- Die Saatzeit prägt maßgeblich die N-Aufnahme des Bestandes im Herbst
- Die Höhe der N-Aufnahme ist standortabhängig (Höhe der Ernterückstände, Mineralisierungsraten)
- Bei den meisten Sorten hatte die geringere Saatstärken höhere N-Aufnahmen, daher Sortencharakteristik beachten
- Die Sortenwahl ist der wichtigste Faktor für das Ertragspotenzial unter den hier geprüften Ausgangsbedingungen zur Saatlichte und zum Düngeniveau
- In Gebieten mit starkem Rapserrflohbefall sollte die Saatstärke erhöht werden, um mögliche Ertragseinbußen durch eine „Aufkonzentration“ der Larven in den Pflanzen zu vermeiden.
- Im Vergleich zu den anderen Saatzeiten ist der Befall der Fröhsaaten mit Rapserrflohlarven in der Regel geringer
- Geringere Saatstärke fördert durch größerer Einzelpflanzenentwicklung den Kohlfliedenbefall
- Kein Ertragseinfluss auch bei höherer Wurzelschädigung (> 40 %) durch die Kleine Kohlfliede, da die Fröhsaaten diese mit einer verbesserten Wurzelentwicklung kompensieren,
- Geringeres Düngeniveau und dünnere Aussaatstärken sind der Vergleichsvariante ebenbürtig, es können Betriebsmittel eingespart werden.
- Eine Minderung der Düngengebe auf < 160 kg/ha N hatte keine Auswirkungen auf den Ertrag. Diese Erkenntnis muss aber auf Grund der geringen Datenbasis noch weiter verifiziert werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Fröhsaatbestände auf Grund der längeren Wachstumsperiode ein hohes Kompensationsvermögen hinsichtlich vieler Widrigkeiten während der Aussaat und dem weiteren Vegetationsverlauf haben. Mit dem Fokus auf die Ressourcenschonung, Einsparung von Betriebsmitteln und dem ökonomischen Optimum sollte mit jetzigem Wissenstand bei einer Drillsaat die geringere Saatstärke von 35 kfk/m² im niedrigeren Düngeniveau < 180 kg/ha N präferiert werden. Hinsichtlich einer weiteren Anpassung der Düngehöhe werden fortführende Untersuchungen empfohlen. Zur Überprüfung des standortspezifischen Stickstoffbedarfes von Fröhsaaten sind Stickstoffsteigerungsversuche im Bereich zwischen 80 und 220 kg/ha N mit einem Stufenunterschied von > 40 kg/ha N empfehlenswert.

6 Anhang Tabellen

Tabelle A 1 *Beispielhafter Lageplan am Standort Gülzow in der ersten Versuchsphase (2010-2017)*

1.4.2	1.4.1	1.2.1	1.2.2	1.3.2	1.3.1	1.5.1	1.5.2	1.1.1	1.1.2
2.3.2	2.3.1	2.1.1	2.1.2	2.4.2	2.4.1	2.2.1	2.2.2	2.5.1	2.5.2
2.4.2	2.4.1	2.5.2	2.5.1	2.3.1	2.3.2	2.1.2	2.1.1	2.2.2	2.2.1
1.1.2	1.1.1	1.3.1	1.3.2	1.5.2	1.5.1	1.4.2	1.4.1	1.2.1	1.2.2

Tabelle A 2: *Beispielhafter Lageplan am Standort Tützpatz in der ersten Versuchsphase (2015-2017)*

3.2	3.1	4.2	4.1	2.2	2.1	5.1	5.2	1.2	1.1
4.1	4.2	3.2	3.1	5.1	5.2	1.2	1.1	2.1	2.2
2.2	2.1	5.1	5.2	1.2	1.1	3.1	3.2	4.2	4.1
1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2

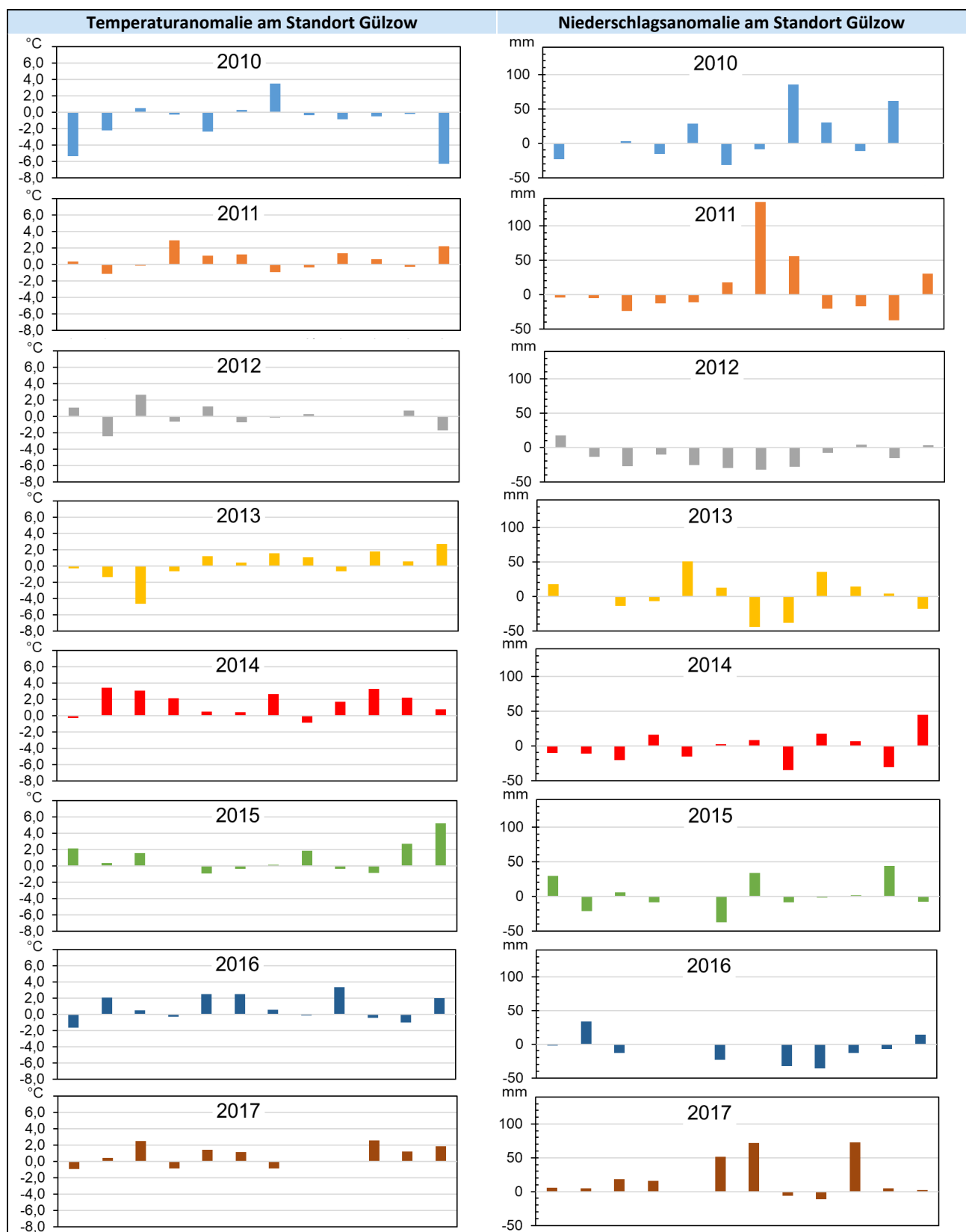
Tabelle A 3: *Beispielhafter Lageplan beider Standorte der zweiten Versuchsphase (2018-2021)*

3.2	3.1	4.2	4.1
4.1	4.2	3.2	3.1
2.2	2.1	5.1	5.2
1.1	1.2	2.1	2.2

7 Anhang Abbildungen

	JULI	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MÄRZ	APR	MAI	JUNI	JUL	AUG
2001/ 2002	26,9	78,5	139,8	11,1	33,5	38,8	42,1	63,8	34,3	71,0	90,4	50,5	79,1	69,7
2002/ 2003	79,1	69,7	2,5	82,6	62,2	11,8	16,9	8,4	18,8	14,4	40,2	45,6	53,8	36,0
2003/ 2004	53,8	36,0	30,9	44,5	19,7	30,4	42,2	44,6	20,3	22,9	29,9	75,5	81,4	59,9
2004/ 2005	81,4	59,9	31,3	36,5	43,4	28,9	34,6	28,7	19,4	13,1	72,5	28,9	99,4	39,9
2005/ 2006	99,4	39,9	77,1	44,9	32,8	59,1	14,4	28,1	42,6	49,0	68,3	56,5	28,7	202,8
2006/ 2007	28,7	202,8	35,6	46,0	50,4	28,3	89,9	46,1	37,5	1,8	80,4	154,2	94,2	169,7
2007/ 2008	94,2	169,7	65,5	37,5	35,7	49,3	56,7	28,0	76,8	45,7	13,1	40,0	35,6	62,8
2008/ 2009	35,6	62,8	18,6	58,6	47,9	49,5	18,9	31,7	48,5	11,2	81,0	64,4	81,8	30,2
2009/ 2010	81,8	30,2	25,2	81,2	84,4	18,0	17,9	31,8	38,2	14,4	75,4	33,1	55,2	147,7
2010/ 2011	55,2	147,7	76,7	34,3	101,7	44,7	36,8	25,8	11,5	16,8	36,0	82,2	198,4	118,0
2011/ 2012	198,4	118,0	25,8	28,9	3,1	74,4	58,9	17,0	7,6	19,9	21,3	34,7	31,8	34,1
2012/ 2013	31,8	34,1	37,9	49,6	24,7	46,8	59,2	31,8	21,7	23,3	97,7	77,0	19,7	23,7
2013/ 2014	19,7	23,7	81,6	59,6	44,2	25,7	30,8	19,9	14,2	45,8	31,6	66,5	71,8	27,1
2014/ 2015	71,8	27,1	64,0	51,9	9,4	89,0	70,6	9,2	40,7	21,1	45,9	26,7	98,0	53,8
2015/ 2016	98,0	53,8	44,6	47,3	83,9	36,0	39,6	64,8	22,0	29,4	45,9	41,6	62,7	30,4
2016/ 2017	62,7	30,4	9,9	32,9	33,3	58,2	47,2	36,3	53,4	46,2	46,9	116,0	135,9	56,5
2017/18	135,9	56,5	34,8	118,5	45,2	46,7	73,1	5,6	71,8	42,3	5,5	28,6	35,8	27,8
2018/19	35,8	27,8	2,4	8,5	6,9	45,9	43,1	21,4	52,8	10,0	37,0	77,9	93,8	25,6
2019/20	93,8	25,6	72,4	59,7	62,1	24,3	28,6	90,1	26,5	9,2	28,5	49,5	55,1	60,7
2020/21	55,1	60,7	44,5	42,9	8,8	52,6	56,7	23,5	47,7	33,2	61,8	48,9	93,3	99,1
2021/22	93,3	99,1	55,7	52,3	41,9	43,7	37,0	87,8	0,1	29,5	21,5	32,8	40,0	19,3
2022/23	40,0	19,3	88,2	11,7	11,7	57,6	57,5	38,2	53,6	37,0	11,2	38,2	87,2	57,8
2023/2024	87,2	57,8	29,7	95,0	62,0	79,9	51,8	62,6	18,4	79,2	79,7	81,1	69,2	21,8

Abbildung A 1: monatliche Niederschlagsmengen am Standort Gülzow (rot = sehr trockene Monate)



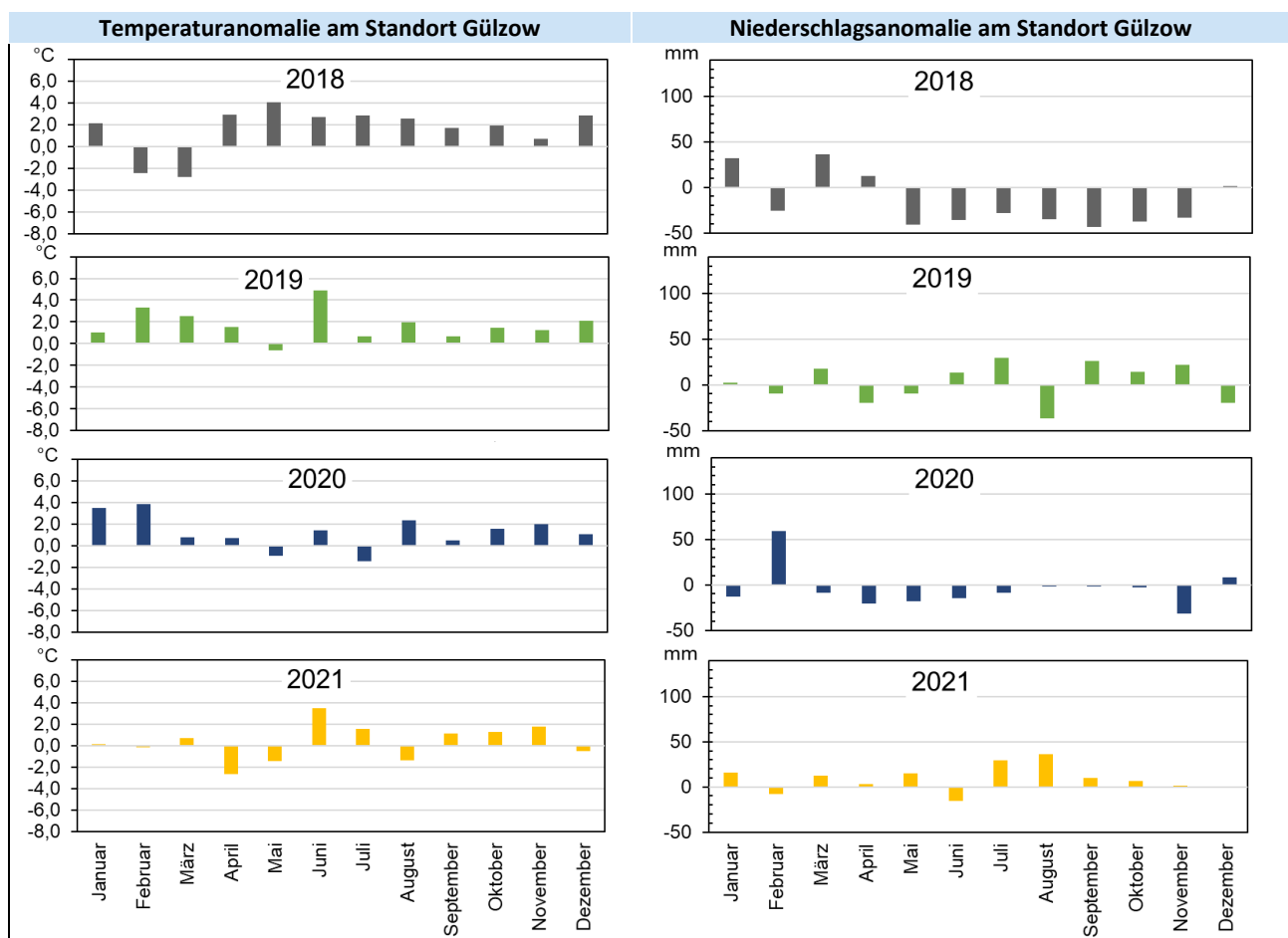


Abbildung A 2: Temperatur und Niederschlagsanomalien am Standort Gülzow von 2010-2021

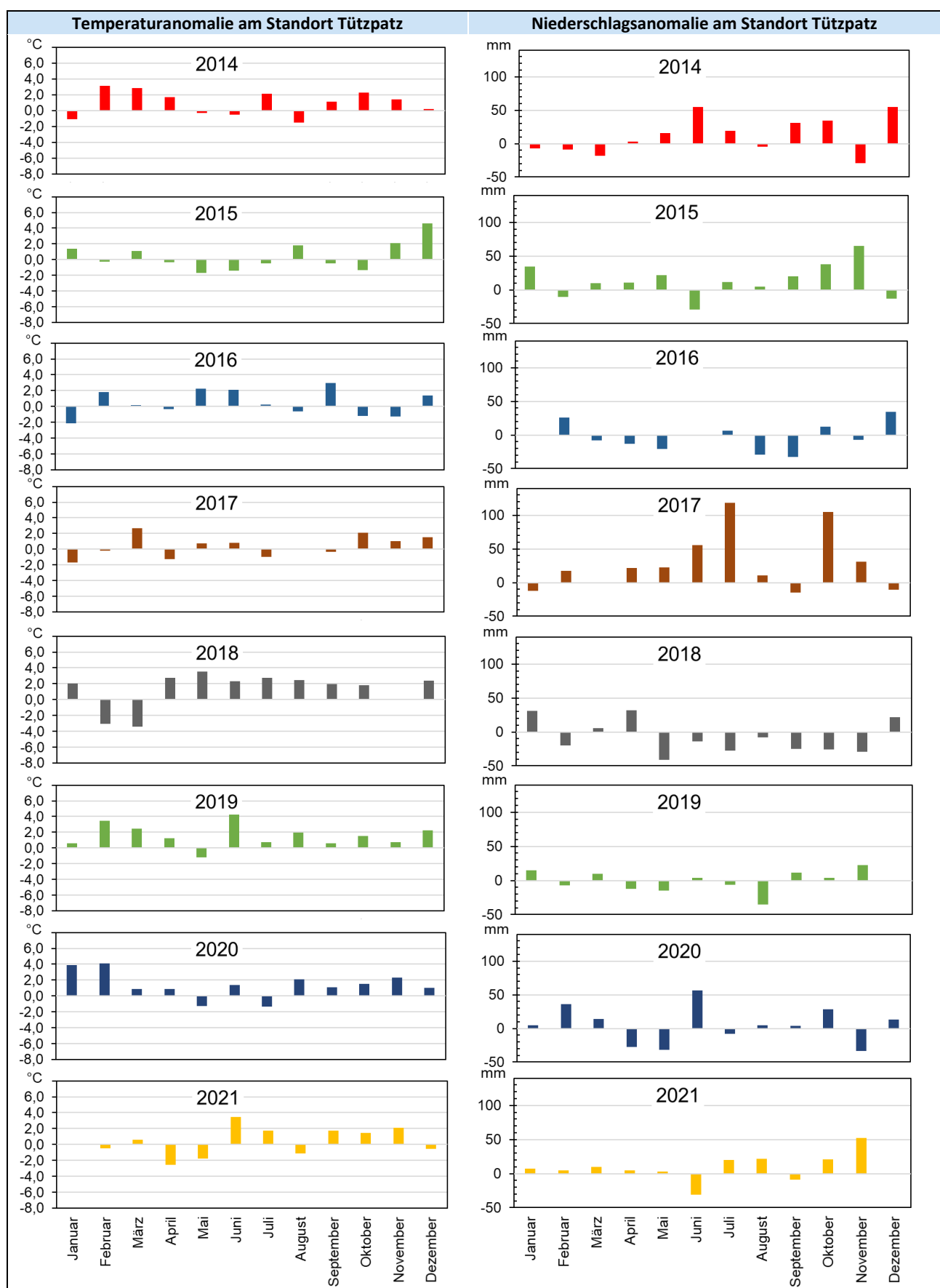


Abbildung A 3: Temperatur und Niederschlagsanomalien am Standort Tützpätz von 2014-2021

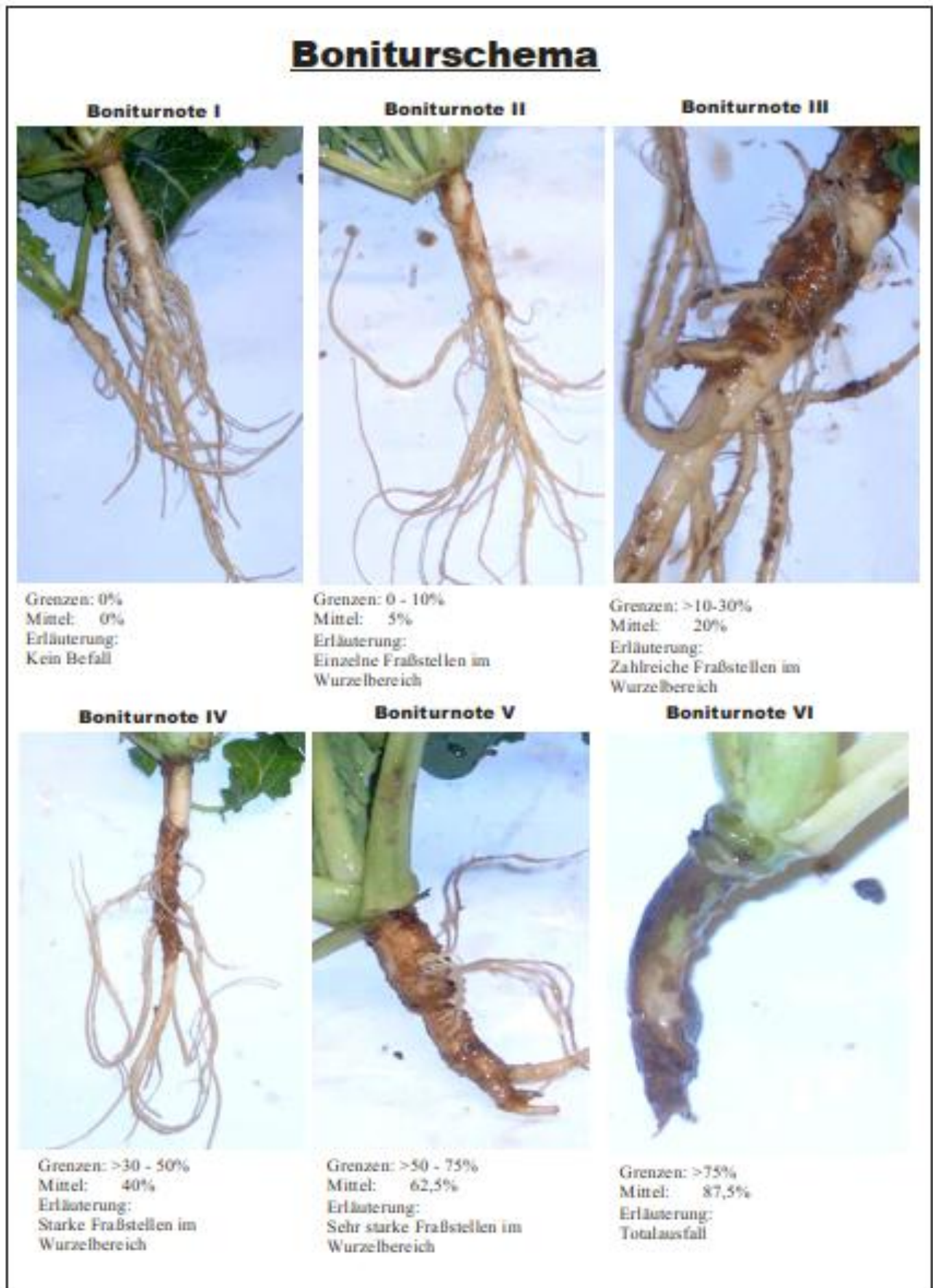


Abbildung A 4: Boniturschema zur Ermittlung der Schadklassen beim Befall mit Kohlfliegen

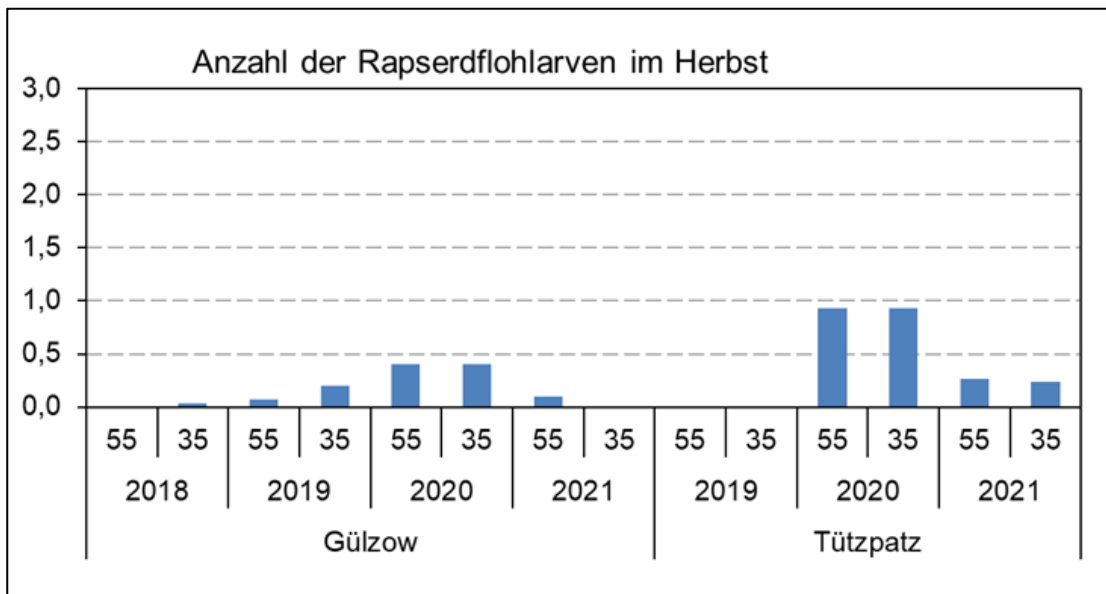


Abbildung A 5: jährlicher Befall mit Rapserdflohlarven zu Vegetationsende in Gülzow und Tützpatz in Abhängigkeit von der Saatstärke [kg/ha]

8 Literaturverzeichnis

- Annen, T. (2025): Buchführungsergebnisse Mecklenburg-Vorpommern Kalenderjahr 2023, Wirtschaftsjahr 2023/2024, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, <https://www.landwirtschaft-mv.de/serviceassistent/download?id=1676643>
- Bornhoeft, D. (2018): Field trials for the control of clubroot with different sowing dates and liming in Winter oilseed rape. Results from northern Germany. Internation Clubroot Workshop. NPZ. UFOP. Berlin, 16.01.2018.
- David, R. (2004): Untersuchungen zur Kleinen Kohlflye (Delia radicum (L.)) an Winterraps unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie und Bekämpfung. Diplomarbeit. Universität, Rostock. Agrar- und umweltwissenschaftliche Fakultät, Fachgebiet Phytomedizin.
- Dietze, M. (2024): Spezialisierte Ackerbaubetriebe - MV im Ländervergleich, Vortrag zur Mähdruschfruchtauswertung 2024, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, 26.-28.11.2024
- Kaufmann, O. (1941): Epidemiologie und Massenwechsel des Rapserdflohs (Psylliodes chrysocephala L.). – Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpath.) Pflanzenschutz 51, 342-369.
- Keunecke, H. (2009): Einfluss von Kohlfiegenbefall auf die Infektion und Schadwirkung von Verticillium longisporum und Phoma lingam an Raps. Dissertation. Georg-August-Universität, Göttingen. Fakultät für Agrarwissenschaften.
- Kizina, A. (2010): Bekämpfung der Kleinen Kohlflye (Delia radicum) unter besonderer Berücksichtigung alternativer Bekämpfungsmöglichkeiten im Gemüsebau. Bachelorarbeit. Hochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg. Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften.
- Meuche, A. (1940): Untersuchungen am Rapserdfloh (Psylliodes chrysocephala L.) in Ostholstein. – Z. angew. Entomol. 27, 464-492.
- Nuss, H. (2004): Einfluss der Pflanzendichte und -architektur auf Abundanz und innerpflanzliche Verteilung stängelminierender Schadinsekten in Winterraps. Dissertation. Georg-August-Universität, Göttingen. Fakultät für Agrarwissenschaften.
- Sauermann, W. (2014): Leistung dünner Winterrapsbestände - wann lohnt der Umbruch? 38. Rapstag Veelböken. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. Veelböken, 04.06.2014.
- Schilling, G. (2000): Pflanzenernährung und Düngung. Stuttgart: Ulmer (UTB Agrarwissenschaften, 8189).
- Schulz, R.-R. (1983): Zur Biologie, Ökologie und Schadwirkung des Rapserdflohs (Psylliodes chrysocephala L.) am Winterraps. Dissertation. Rostock, Wilhelm-Pieck-Universität. Fakultät für Biologie, Chemie und Agrarwissenschaften des Wissenschaftlichen Rates
- Sieling, Klaus; Böttcher, Ulf; Kage, Henning (2017): Effect of Sowing Method and N Application on Seed Yield and N Use Efficiency of Winter Oilseed Rape. In: *Agronomy* 7 (1), S. 21. DOI: 10.3390/agronomy7010021.
- Ziesemer, A. (2015): Gute Ergebnisse trotz Dürre und Preisdruck, Vortrag zur Mähdruschfruchtauswertung 2015, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, 24.-26.11.2015

9 Überleitung in die Praxis

2013	Anbauhinweise Früh- und Spätsaaten, Vortrag zur Mähdruschfruchtauswertung
2013	Jahresbericht: Der Einfluss des Saattermins auf die Ertragsbildung von Winterraps – Ergebnisse aus Versuchen und Praxis
2014	DLG Saatgutmagazin: Saatzeitverschiebung und Saatstärken beim Raps
2015	DLG Saatgutmagazin: Anbauempfehlungen bei Saatzeitverschiebung im Winterraps
2015	Vorstellung auf diversen Feldtagen
2015	Abgerechnet wird zum Schluss!
2015	Besonderheiten im Rapsanbau 2015, Vortrag zur Referenzbetriebstagung
2017	Bestandesführung im Raps unter dem Aspekt der aktuellen Möglichkeiten, Vortrag
2017	DLG Saatgutmagazin: Mehr Raps bei gleichem Anbauumfang?
2017	Jahresbericht: Der Einfluss des Saattermins auf den Schädlingsbefall und die Ertragsbildung von Winterraps
2018	Rapsanbau- Risiko oder Hoffnung?, Vortrag
2018	Vorstellung auf diversen Feldtagen
2018	DLG Saatgutmagazin: Raps- Hoffnung oder Risiko?
2018	Rapsanbau – Müssen wir umdenken?, Vortrag zur Mähdruschfruchtauswertung
2018	Rapsanbau, wie geht es weiter?, Vortrag
2019	Rapsanbau – Müssen wir umdenken?, Vortrag
2019	Vorstellung auf diversen Feldtagen
2019	Is an early sowing date an option in winter oilseed rape? Abstract
2019	Is early sowing still possible?, Poster
2021	Wie wichtig ist die Saatzeit für Öko-Winterraps?, Vortrag
2021	Vorstellung auf diversen Feldtagen
2021	Verbandsnachrichten: Sind Frühsaaten im Winterrapsanbau empfehlenswert?
2021	Rapsanbau heute – müssen wir umdenken ?, Vortrag
2022	Anpassungen im Pflanzenbau an Klimaänderungen, Vortrag
2022	Internetveröffentlichung: Sind Frühsaaten im Winterrapsanbau empfehlenswert?
2022	Vorstellung auf diversen Feldtagen
2022	Versuchsergebnisse zum Anbau von Winterraps, Vortrag Mähdruschfruchtauswertung
2022	Der Kampf gegen die Dürre – Auswirkungen auf den Ackerbau Anpassungen im Pflanzenbau an Klimaänderungen, Vortrag
2023	Anbauverfahren Winterraps, Vorlesung
2023	Vorstellung auf diversen Feldtagen
2023	Top Agrar: Wie die Saat, so die Ernte.
2023	Bauernzeitung: Als Korn ist Raps noch sehr empfindlich.

Optimierung des Anbauverfahrens Frühsaat im Winterraps

2024	Beobachtungen zur REF Larvenanzahl in Abhängigkeit zur Saatzeit, Vortrag UFOP
2024	Anbauverfahren Winterraps, Vorlesung
2024	DLG-Saatgutmagazin: Sind Frühsaaten im Winterrapsanbau empfehlenswert?
2024	Vorstellung auf diversen Feldtagen