Mecklenburg-Vorpommern

Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei

ZWISCHENBERICHT

Stickstofftransfer im Fruchtfolgeglied Winterraps-Winterweizen (Cash & Catch)



IMPRESSUM

Titel
Stickstofftransfer im Fruchtfolgeglied Winterraps-Winterweizen (Cash & Cath)Stickstofftransfer im Fruchtfolgeglied Winterraps-Winterweizen (Cash & Catch)

Forschungs-Nr.
2/98

Berichtzeitraum
2023-2025

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: 038558860210
Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft,
Sachgebiet Pflanzenbau
Dorfplatz 1 • 18276 Gülzow-Prüzen
www.lfamv.de

Mitarbeiterin
Brigit Burmann

Titelfoto
Dr. Jana Peters

Gülzow, 23.11.2026

INHALT

1 Zusammenfassung 8

2 Einleitung 8

3 Stand des Wissens 9

4 Material und Methoden 11
4.1 Standort 11
4.2 Witterung 11

5 Teilversuch I: Screening von Aussaatzeitpunkten, Kulturarten und -Mischungen ... 12
5.1 Allgemeine Versuchsdurchführung und Bonituren im Teilversuch I. 12
5.2 Versuchsplan 13
5.3 Eignung verschiedener Kulturarten als Untersaaten 14
5.4 Eignung verschiedener Kulturarten und -mischungen als Zwischenfrüchte 19
5.5 Weiteres Vorgehen im Teilversuch I. 26

6 Teilversuch II: Aussaat Winterweizen 30
6.1 Allgemeine Versuchsdurchführung und Bonituren im Teilversuch II. 30
6.2 Versuchsplan 30
6.3 Ergebnisse 30

7 Fazit 33

8 Anhang Abbildungen 34

9 Literaturverzeichnis 40

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Beschreibung der Prüffaktoren (2023-2024) ... 13
Tabelle 2: Beschreibung der Prüfglieder der Untersaaten bei einem Reihenabstand des Rapses von 45 cm ... 14
Tabelle 3: Beschreibung der Prüfglieder der Untersaaten bei einem Reihenabstand des Rapses von 12,5 cm ... 14
Tabelle 4: Prüfglieder der Untersaaten bei einem Reihenabstand des Rapses von 45 cm in 2025 ... 17
Tabelle 5: Prüfglieder der Untersaaten bei einem Reihenabstand des Rapses von 12,5 cm in 2025 ... 17
Tabelle 6: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen in Mähdruschsaat = T3 ... 19
Tabelle 7: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen im Standardverfahren = T4 ... 20
Tabelle 8: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen in Mähdruschsaat (T3) in 2025 ... 23
Tabelle 9: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen im Standardverfahren (T4) in 2025 ... 24
Tabelle 10: Beschreibung der Prüffaktoren (ab 2026) ... 27
Tabelle 11: Beschreibung der Prüfglieder der Bei- und Untersaaten (Rapsreihenweite= 45 cm) ... 27
Tabelle 12: Beschreibung der Prüfglieder der Bei und -Untersaaten (Rapsreihenweite = 12,5 cm) ... 28
Tabelle 13: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen in Mähdruschsaat = T3 ... 28
Tabelle 14: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen im Standardverfahren = T4 ... 28
Tabelle 15: Beschreibung der Prüfglieder zur Winterweizenaussaat ... 30
Tabelle 16: Boniturergebnisse zur Zwischenfruchtmischung vor Winterweizen ... 31
Tabelle 17: Boniturergebnisse zum Winterweizen am Standort Gülzow ... 32

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2023 in Gülzow zur Aussaat T1 und T2 15
Abbildung 2: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2024 in Gülzow zur Aussaat T1 und T2 15
Abbildung 3: Deckungsgrad der zu Vegetationsbeginn (T1) etablierten Untersaaten am Standort Gülzow 16
Abbildung 4: Deckungsgrad der zur Rapsblühte (T2) etablierten Untersaaten am Standort Gülzow (EKS = Einzelkornsaat Raps mit 45 cm Reihenweite, DS = Drillsaat Raps mit 12,5 cm Reihenweite) 16
Abbildung 5: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2025 in Gülzow zur Aussaat T1 und T2 18
Abbildung 6: Deckungsgrad der etablierten Untersaaten beider Aussaattermine in Gülzow 2025 (EKS = Einzelkornsaat Raps mit 45 cm Reihenweite, DS = Drillsaat Raps mit 12,5 cm Reihenweite) 18
Abbildung 7: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2023 in Gülzow zu den Terminen T3 und T4 20
Abbildung 8: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2024 in Gülzow zu den Terminen T3 und T4 21
Abbildung 9: Deckungsgrad der Zwischenfrüchte und -mischung in Mähdruschsaat (T3) in Gülzow 21
Abbildung 10: Deckungsgrad der Zwischenfrüchte und -mischungen der Standardvariante (T4) in Gülzow 22
Abbildung 11: Bodenbedeckung der Kulturarten und des Ausfallrapses in Abhängigkeit zu den Saatterminen in Gülzow in 2024 23
Abbildung 12: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2025 in Gülzow zu den Terminen T3 und T4 24
Abbildung 13: Deckungsgrad der Zwischenfrüchte/-mischungen beider Aussaattermine in Gülzow 2025 25
Abbildung 14: Bodenbedeckung der Kulturarten und des Ausfallrapses in Abhängigkeit zu den Saatterminen in Gülzow in 2025 25
Abbildung 15: Bodenbedeckung des Borretschs in Beisaat zum Termin T0 am 13.11.2025 29
Abbildung 16: Bestandsbild der Zwischenfruchtmischungen zum Zeitpunkt der Bonituren in Gülzow 31
Abbildung 17: Mulchsaatvariante des Winterweizens im Februar 2025 am Standort Gülzow 31

ANHANG ABBILDUNGEN

Abbildung A 1: Gut etablierte Untersaatbestände im weiteren Vegetationsverlauf 2023/2024 am Standort Gülzow 34
Abbildung A 2: Phänologische Daten des Anbaujahres 2025 in Mecklenburg-Vorpommern 35
Abbildung A 3: Ausfallraps am Standort Gülzow (Foto vom 25.07.2024) 35
Abbildung A 4: Mähdruschsaat zum Termin T3 in 2024 (Fotos vom 7.10.2024) 36
Abbildung A 5: Untersaaten der Saattermine T1 und T2 in 2024 (Fotos vom 7.10.2024) 36
Abbildung A 6: Zwischenfrucht mit Saattermin T4 in 2024 (Fotos vom 8.10.2024) 37
Abbildung A 7: Nutzbare Feldkapazität in 2025 zur Aussaat T3 am Standort Gülzow 37
Abbildung A 8: Temperaturangaben ausgesuchter Monate am Standort Gülzow in 2025 38
Abbildung A 9: Zwischenfrucht nach den Saatterminen T3 und T4 in 2025 (Fotos vom 19.09.2025) 39

ABKÜRZUNGEN

dt	Dezitonne
dt.	Deutsches
ha	Hektar
kg	Kilogramm
KF	Kohlfliege
kfK	keimfähige Körner
N	Stickstoff
N_{min}	mineralischer Bodenstickstoff
NN	Normalnull
PG	Prüfglied

1 Zusammenfassung

Das wirtschaftlich lukrative Fruchtfolgeglied Winterraps-Winterweizen geht mit einem Risiko für den Gewässerschutz einher. Da der Winterweizen den hohen Stickstoffüberhang nach der Rapsernte im Herbst nur unzureichend aufnehmen kann, kann es während der Sickerwasserperiode zu ausgeprägten Nitratverlagerungen in Grund- und Oberflächengewässer kommen. Untersuchungen an der LFA zeigten einen wesentlich höheren Einfluss der angebauten Kulturart auf den Nitrataustrag als einer reinen Reduzierung der Stickstoffdüngung. Der Anbau von Zwischenfrüchten mit nachfolgenden Sommerkulturen könnte demnach zur Minderung der Nitratbelastung beitragen. Dieses System geht allerdings mit wirtschaftlichen Nachteilen einher. Geringere Erträge, niedrige Erzeugerpreise, fehlende Absatz- oder Verwertungsmöglichkeiten sowie ein durch den Klimawandel und zunehmende Vorsommertrockenheit steigendes Risiko für Ertragsdepressionen der Sommerungen sind als Gründe zu nennen.

Ziel ist es, die Nitratauswaschung in dem lukrativen Fruchtfolgeglied Winterraps–Winterweizen zu minimieren, ohne die wirtschaftlichen und pflanzenbaulichen Vorteile zu verlieren. Hierfür wurden Kulturarten und Anbauverfahren mit Zwischenfrüchten oder Untersaaten getestet, die in dem kurzen Zeitfenster zwischen Rapsernte und Weizenaussaat gezielt Biomasse aufbauen.

Die Bonituren und Beobachtungen konnten einige der getesteten Kulturarten als ungeeignet ausschließen. Andere Kulturarten und -mischungen sind weiterhin auf deren Eignung zu prüfen. Die Anpassung und Optimierung der Bei-/ und Untersaatenetablierung sowie die Optimierung des Anbaus des Fruchtfolgegliedes Zwischenfrucht–Winterweizen mit besonderem Augenmerk auf die Mulchsaat ist noch nicht praxisreif und muss weiter untersucht werden.

2 Einleitung

In Mecklenburg-Vorpommern wird mit den beiden Kulturarten Winterraps und Winterweizen der größte Teil des Betriebseinkommens erzielt. Andere Kulturen sind entweder aufgrund eingeschränkter Verwertungsmöglichkeiten und/oder geringer Erzeugerpreise deutlich nachgeordnet. Mit dem Fruchtfolgeglied Winterraps-Winterweizen wird der Vorfruchteffekt des Rapses aus pflanzenbaulicher und phytosanitärer Sicht optimal genutzt. Im Vergleich zu anderen Vorfrüchten können vor dem Weizen häufig Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz und Düngung reduziert und trotzdem höhere Erträge erzielt werden. Diese positive Vorfruchtwirkung, welche auch ökonomisch abgebildet wird, ist jedoch mit hohem/r Stickstoffüberhang/-mineralisation nach Raps bei gleichzeitig geringem Stickstoffaufnahmevermögen des Weizens im Herbst verbunden. Während der Sickerwasserperiode findet in diesem Fruchtfolgeglied deshalb eine besonders hohe Nitratverlagerung mit dem Sickerwasser statt. Diese führt, je nach der Höhe der Grundwasserneubildung und dem Anteil drainierter Flächen, zum Eintrag von Nitrat in Grund- und Oberflächenwasser. Untersuchungen in Mecklenburg-Vorpommern weisen einen mehr als doppelt so hohen Einfluss der Kulturart auf den Nitrataustrag als durch N-Düngungsreduzierung nach (BULL 2021b). Bekanntermaßen ist der Zwischenfruchtanbau mit nachfolgender Sommerung ein guter Ansatz zur Minderung von Nitratausträgen. Die guten Potenziale, aber auch die Grenzen des Zwischenfruchtanbaus zur Nährstoffspeicherung sind aus diversen Untersuchungen bekannt, ebenso wie die Gründe für den geringen Anbauanteil von Sommerkulturen. Aufzuzählen sind fehlende innerbetriebliche Verwertung (Silomais), beschränkte Abnahme (Zuckerrüben), Mechanisierungsaufwand (Kartoffeln) und geringe Erzeugerpreise (Körnerleguminosen). Hinzu kommt ein im Vergleich zu Winterungen geringes Ertragspotenzial der Sommermähdruschfrüchte. Durch den Klimawandel mit zunehmender Vorsommertrockenheit steigt hier sogar das Risiko von Ertragsdepressionen bei Sommergetreide und Körnerleguminosen. Der Anbau von

Fruchtfolgen mit einem Fruchtfolgeglied Winterraps-Zwischenfrucht-Sommerkultur ist auch deshalb in der Praxis selten.

Der vorliegende Versuch soll der Optimierung der Produktionsverfahren Winterraps und Winterweizen unter dem Aspekt einer Reduzierung der Nitratauswaschung dienen. Dabei werden gleichbleibende pflanzenbauliche und ökonomische Vorteile der Fruchtfolgestellung Winterraps-Winterweizen angestrebt. Es sollen Anbauverfahren mit Zwischenfrucht oder Untersaat mit einer vorrangigen Biomassebildung in der Zeit zwischen Rapsernte und Weizenaussaat entwickelt werden. Die Thesen sind:

(a) Ein Teil der freiwerdenden Stickstoffmengen nach Winterraps kann durch Zwischenfrüchte/Untersaaten zwischengespeichert, vor der Verlagerung über Winter im Boden geschützt und teilweise vom Winterweizen im Folgejahr aufgenommen werden.
(b) Abhängig von C/N-Verhältnis wird diese Biomasse hauptsächlich im Frühjahr mineralisiert und kann dann zur Reduzierung der N-Düngemenge im Weizenanbau beitragen.

Wesentliches Ziel ist folglich ein erhöhter N-Transfer aus dem Winterraps mit seinen unvermeidbaren N-Überhängen sowie aus der witterungsbedingten Humus-Mineralisation im Herbst in den Winterweizen. Positiver Nebeneffekt ist die Erhöhung der Anbaudiversität, die ganzjährige Bodenbedeckung und die Verbesserung von Bodenfruchtbarkeit und Humusreproduktion.

In der ersten Versuchsphase sollen dafür standortangepasste Pflanzenarten identifiziert werden, die sich einerseits für den „Kurzzeit-Zwischenfruchtanbau“ zwischen Winterraps-Winterweizen eignen und andererseits durch ihr C/N-Verhältnis eine sukzessive Freigabe des aufgenommenen Stickstoffes in den Winterweizen zum Frühjahr versprechen. Außerdem müssen Aussaatverfahren für die Zwischenfrucht/Untersaat mit extrem kurzer Kulturdauer und unter Berücksichtigung der Anforderungen der Phytohygiene evaluiert werden (Teilversuch I). Weiterhin sollen in einem ersten Screening Aussaatverfahren für den nachfolgenden Winterweizen mit dem Ziel der N-Speicherung in der Zwischenfruchtbiomasse getestet werden (Teilversuch II).

3 Stand des Wissens

Winterraps hinterlässt rein kalkulatorisch nach den Richtwerten der Düngeverordnung bei einem anzurechnenden N_{min}-Wert von 20 kg/ha und einem Ertrag von 40 dt/ha ein N-Saldo von 45 kg/ha. In der Praxis kann dieses theoretische N-Saldo durch Verfehlen des standorttypischen Zielertrages und der zur Bilanzierung verwendeten, zu hohen N-Gehalts-Richtwerte im Korn deutlich höher liegen. Die zusätzliche N-Mineralisation aus dem Boden im Herbst ist von Standort, Bewirtschaftungshistorie, Bodenbearbeitung nach der Ernte und Witterung abhängig und kann die leicht auswaschungsgefährdete mineralische N-Menge im Boden nicht selten um 100 kg/ha erhöhen (SCHULZ & SCHUMANN 2002; RAMP et al. 2015). Unter normalen mittleren Bedingungen nimmt der überwiegend nach Winterraps angebaute Winterweizen von der Aussaat bis zum Winter ca. 20 kg/ha Stickstoff auf (Schulz & Schumann 2002). Die Differenz zum N_{min} zu Vegetationsende ist auswaschungsgefährdet (BULL 2021a; BULL 2021b). Aufgrund des prognostizierten Klimawandels steigen Niederschläge und Temperaturen im Herbst und Winter, wodurch sowohl die Mineralisation im Boden als auch die Auswaschungsraten zunehmen (VLK 2019). Strategien zum verbesserten Nährstofftransfer aus dem Winterrapsanbau in die Nachfrucht bzw. aus dem Bodenpool in den Winterweizenanbau werden demnach mit Fortschreiten des Klimawandels wichtiger.

Im typischen Zwischenfruchtanbau bei Aussaat bis Mitte/Ende August können deutlich höhere N-Mengen in der Biomasse gebunden werden als durch Winterweizen. Vorteilhaft ist dabei die gleichgerichtete Witterungsabhängigkeit der N-Mineralisation und des Pflanzenwachstums im Herbst. In Jahren mit feuchter warmer Herbstwitterung wird sehr viel Stickstoff aus dem Boden mineralisiert, gleichzeitig ist in diesen Jahren auch ein besonders hohes Biomassewachstum der Zwischenfrucht möglich. Zwischenfrüchte können also dann besonders viel Stickstoff aufnehmen, wenn das Auswaschungsrisiko hoch ist (RAMP et al. 2015).

Mit zunehmenden Temperaturen ab Vegetationsbeginn setzt bei nicht winterharten Zwischenfrüchten die N-Mineralisation aus der abgestorbenen Biomasse ein und kann von der Nachfrucht aufgenommen werden. Im Bodenwasser sind diese in steigenden Nitratmengen messbar (BULL 2023).

Die Strategie der N-Speicherung in Zwischenfrüchten würde üblicherweise mit dem Anbau einer Sommerkultur als Nachfrucht von Winterraps einhergehen. Wird der Winterweizen durch Sommergetreide oder Körnerleguminosen ersetzt, ist grundsätzlich mit deutlich geringerem Ertrag und Deckungsbeitrag zu rechnen, besonders intensiv in Regionen mit Frühjahrs-/Vorsommertrockenheit (ZIESEMER 2018, ZIESEMER 2000-2020).

Für die Etablierung von Bei-, Untersaaten oder Zwischenfrüchten sind verschiedene Aussaatverfahren möglich. In Winterraps können Beisaaten im Herbst zeitgleich oder als Untersaat kurz nach dem Raps ausgebracht werden. Mit Herbst-Bei- oder Untersaaten wurden in jüngerer Zeit von verschiedenen Einrichtungen Versuche mit den Zielen einer besseren Stickstoffversorgung, der Schädlingsablenkung oder auch der Unkrautunterdrückung durchgeführt. Meist werden abfrierende groß- oder kleinkörnige Leguminosen(-Gemenge) genutzt, die als sogenannte Beisaaten oder Begleitpflanzen zu Raps z.T. Eingang in die Praxis gefunden haben (z.B. EPPERLEIN et al. 2018, GURGEL & RIEBE 2021; PAETSCH 1994; PETERS 2026). Eine Verbesserung des N-Transfers zum nachfolgenden Weizen ist hier nicht zu erwarten. Zu Vegetationsbeginn können Untersaaten mittels Drilltechnik, Düngerstreuer oder Drohnen in dem Bestand etabliert werden. Die Zwischenfrüchte können neben der klassischen Aussaat auch als Mähdruschsaat zur Rapsernte etabliert werden. Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Etablierung ist immer die Eignung der Kulturarten für die jeweilige Technik.

Zwischenfrüchte werden derzeit überwiegend zum Zwecke der Humusreproduktion, Gründüngung, Bodenschutz und Erfüllung von Umweltauflagen mit abfrierenden Arten angebaut. Am häufigsten erfolgt die Aussaat nach der Ernte mit oder ohne vorhergehender Stoppelbearbeitung. Wenig genutzte Verfahren sind Vorerntesaat, Mähdruschsaat und Direktsaat. Der Anbau von Zwischenfrüchten zwischen zwei Winterkulturen findet im Prinzip nicht statt. Vereinzelt gibt es Berichte über geglückte Tastversuche aus der Praxis. An der Fachhochschule Soest wurden erste Versuche zu dieser Thematik durchgeführt. Sowohl nach Raps (im Jahr 2020) als auch nach Ackerbohnen (im Jahr 2021) wurden drei Wochen nach der Winterweizenaussaat in den Varianten mit Zwischenfrucht (Ramtillkraut und Phacelia) deutlich geringere N_{min}-Gehalte festgestellt (ca. 50 kg/ha N_{min} mit Zwischenfrucht im Vergleich zu ca. 100 kg/ha N_{min} ohne Zwischenfrucht). Auch reduzierte sich bis zum Frühjahr die Stickstoffverlagerung in tiefere Bodenschichten (60 – 90 cm) deutlich (KELLNER et al. 2022). Gleiches konnte im Vorjahr nach Raps mit Zwischenfruchtanbau vor Winterweizen festgestellt werden (SCHÄFER 2021). Allgemeine Beratungsempfehlungen lassen sich daraus jedoch noch nicht ableiten. Zur Nutzung von Untersaaten im Winterraps, welche auch im nachfolgenden Winterweizen etabliert bleiben, sind keine Erkenntnisse vorhanden.

Der Anbau von Winterweizen in Mulchsaat ist ein praxisübliches Verfahren, welches jedoch häufig mit intensiver Bearbeitung und nur geringer Mulchbedeckung zur Weizenaussaat einhergeht. Es gibt aber auch Landwirte, welche eine reduzierte Bodenbearbeitung mit höheren Mulchauflagen bis hin zur Direktsaat praktizieren. Voraussetzung für erfolgreiche Mulch- oder Direktsaatverfahren ist in der Regel eine abgestorbene Mulchdecke ohne wachsende Unkraut- oder Ausfallpflanzen. Dafür wird nicht selten ein Totalherbizid eingesetzt oder sollte wenigstens zur Absicherung zulässig sein. Das Planting Green Verfahren, bei dem Getreide in sehr früh gesäte, hoch gewachsene und dann niedergewalzte Zwischenfruchtbestände gedrillt wird, kann unter besonderen Bedingungen gelingen, setzt sich in der Praxis aber nur schwerlich durch. Außerdem erlaubt die dafür nötige Wachstumszeit für die Zwischenfrucht keinen Anbau zwischen Winterraps und Winterweizen. Soll, wie angestrebt, die Aussaat von Winterweizen nicht nur in eine Stroh-Mulch-Auflage, sondern in eine nach der Rapsernte wachsende Zwischenfrucht erfolgen, kann diese nicht abgefroren sein und darf trotzdem nicht zur Konkurrenz für die Weizensaat werden. Dazu und zum Umgang mit Ausfallraps und Altverunkrautung im Anbausystem mit Zwischenfrucht zwischen zwei Winterungen gibt es bislang keine praxistauglichen Beratungsempfehlungen.

4 Material und Methoden

4.1 Standort

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 2023-2025. 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 vor dem Winterraps die Wintergerste und vor dem Winterweizen eine abfrierende Zwischenfrucht nach Winterraps im Feld.

4.2 Witterung

Ausschlaggebend für die erfolgreiche Etablierung und Entwicklung der Begleitpflanzen und Zwischenfrüchte im/nach Winterraps ist die Niederschlagsverteilung im Zeitraum vor der Aussaat und dem weiteren Wachstumsverlauf. Zur besseren Veranschaulichung des direkten Zusammenhanges werden diese im Kapitel 5 zusammen mit den Aussaatterminen dargestellt.

5 Teilversuch I: Screening von Aussaatzeitpunkten, Kulturarten und -Mischungen

5.1 Allgemeine Versuchsdurchführung und Bonituren im Teilversuch I.

Der Winterraps wurde Mitte August in zwei Anbausystemen, sowohl im Reihenabstand von 45 cm als Einzelkornsaat als auch im engen Reihenabstand von 12,5 cm in Drillsaat, etabliert. Damit wird einerseits der zunehmenden Anwendung der Einzelkornaussaat (EKS) in der Praxis sowie den Aussaatansprüchen einiger Begleitpflanzen Rechnung getragen. Die Aussaatstärke wurde an die Aussaatsysteme angepasst (EKS 35 Körner/m² und Drillsaat 45 Körner/m²). Die Stickstoffdüngung erfolgte nach den Vorgaben der Düngeverordnung, wobei in der ersten Gabe die Schwefelversorgung mit sichergestellt wurde. Da der Rapsertrag kein wesentlicher Bestandteil der Untersuchung war, wurde aus jedem Anbausystem lediglich eine Spur mit 4 unechten Wiederholungen zur Ertragserfassung gedroschen. Die Untersaaten wurden zum Termin T1 mit der Parzellendrille und zum Termin T2 manuell etabliert. Die Mähdruschsaat zum Termin T3 wurde zeitnah nach der Ernte im absätzigen Verfahren mit einer Mulchsaatparzellendrille simuliert. In der Standardvariante zum Termin T4 wurden die Stoppel-, Ausfallrapsbearbeitung und Saatbettbereitung einheitlich über das gesamte Teilstück durchgeführt und dann mit der Parzellendrille die Zwischenfrüchte und -mischungen etabliert.

Die Bonituren bezogen sich hauptsächlich auf die Entwicklung der Begleitpflanzen. Dazu gehörten die Dokumentation der Entwicklungsstadien sowie der Grad der Bodenbedeckung der Kulturarten und des Unkrautes. Eine zufriedenstellende Bodenbedeckung der Kulturpflanzen ist ab ≥30 % erreicht (SCHULZ et al. 2026). Nach der Ernte kam der Deckungsgrad des Ausfallrapses hinzu, um eine Aussage über die Konkurrenzfähigkeit der Begleitpflanzen treffen zu können. Weiterhin dienten Fotos zur Dokumentation. Die Untersaaten bzw. Zwischenfrüchte wurden als vollrandomisierte Blockanlage im Raps etabliert.

5.2 Versuchsplan

In einem ersten Screening wurden seit 2023 – ausgehend von den in Kapitel 2 aufgestellten Thesen - 4 Saattermine, 20 Kulturarten und 2 Mischungen getestet (Tabelle 1).

Tabelle 1: Beschreibung der Prüffaktoren (2023-2024)

Stufenbeschreibung

A		Saattermin
1		T1 = Vegetationsbeginn
2		T2 = Raps Blühbeginn
3		T3 = nach Rapsernte (Mähdruschsaat)
4		T4 = nach Rapsernte
	B*	**Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)**
	1	Borretsch (20)
	2	Phacelia (15)
	3	Pastinake (20)
	4	Nachtkerze (5)
	5	Zichorie (10)
	6	Rapunzel (13)
	7	Spitzwegerich (12)
	8	Chia (2)
	9	Quinoa (10)
	10	Hanf (40)
	11	Hirse (20)
	12	Spinat (30)
	13	Ramtill (9)
	14	Johanniskraut (2)
	15	Buchweizen/Phacelia (25/15)
	16	Terralife Aquapro (30)
	17	Tabak (0,2)
	18	dt. Weidelgras (Starfire) (30)
	19	Hafer (150)
	20	Amarant (0,5)
	21	Römischer Salat (0,1)
	22	Pflücksalat (8)

* wird in nachfolgenden einzelnen Stufenbeschreibungen als Nr. Kultur bezeichnet

Die Saattermine und die Reihenweite wurden entsprechend der unterschiedlichen Anbaubedürfnisse der Kulturarten und -mischungen gewählt.

5.3 Eignung verschiedener Kulturarten als Untersaaten

Als Untersaaten zählen sowohl die Kulturarten, die zu Vegetationsbeginn (T1) als auch zu Blühbeginn des Rapses (T2) etabliert wurden. Die ausgewählten Kulturarten müssten als Dunkelkeimer auch mit den Bedingungen in einem bereits etablierten Rapsbestand zurechtkommen. Dabei kann die Reihenweite des Rapsbestandes eine wesentliche Rolle spielen. Deshalb wurden einige Kulturarten insbesondere zu T2 in beiden Reihenweiten etabliert. Die einzelnen Kulturarten wurden wie folgt ausgesät (Tabelle 2 und Tabelle 3).

Tabelle 2: Beschreibung der Prüfglieder der Untersaaten bei einem Reihenabstand des Rapses von 45 cm

PG-Nr.	Nr. Kultur	Saatzeit T1 = Vegetationsbeginn T2 = Raps Blühbeginn	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	3	T1	Pastinake (20)
2	1	T2	Borretsch (20)
3	6	T2	Rapunzel (13)
4	8	T2	Chia (2)
5	9	T2	Quinoa (10)
6	10	T2	Hanf (40)
7	18	T2	Dt. Weidelgras (Starfire) (30)

Tabelle 3: Beschreibung der Prüfglieder der Untersaaten bei einem Reihenabstand des Rapses von 12,5 cm

PG-Nr.	Nr. Kultur	Saatzeit T1 = Vegetationsbeginn T2 = Raps Blühbeginn	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	T1	Borretsch (20)
2	2	T1	Phacelia (15)
3	5	T1	Zichorie (10)
4	6	T1	Rapunzel (13)
5	7	T1	Spitzwegerich (12)
6	18	T1	Dt. Weidelgras (Starfire) (30)
7	1	T2	Borretsch (20)
8	2	T2	Phacelia (15)
9	6	T2	Rapunzel (13)
10	8	T2	Chia (2)
11	9	T2	Quinoa (10)
12	10	T2	Hanf (40)
13	4	T1	Nachtkerze (5)

Witterung

Das Erntejahr **2023** war durch einen späten Vegetationsbeginn Mitte März gekennzeichnet. Dementsprechend wurden auch die Kulturarten erst am 29.03.2023 gedrillt. Im weiteren Entwicklungsverlauf konnte der späte Vegetationsbeginn aufgeholt und die Untersaaten 24.04.2023 zur Blüte des Rapses etabliert werden. Während des gesamten Frühjahrs und Vorsommers kam es zu länger anhaltenden Trockenperioden mit vereinzelten Niederschlägen in geringen Mengen von <10 mm (Abbildung 1).

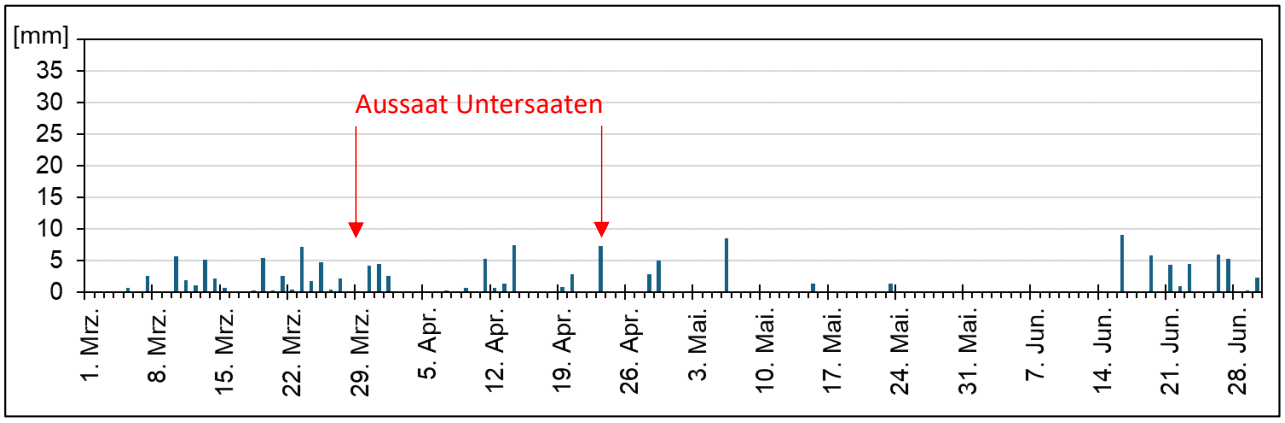


Abbildung 1: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2023 in Gülzow zur Aussaat T1 und T2

Im Erntejahr **2024** waren die Voraussetzungen für die Etablierung der Untersaaten gegensätzlich zu 2023. Die Untersaaten zu Vegetationsbeginn konnten bereits am 04.03.2024 in einen teilweise nahezu wassergesättigten Boden gedrillt werden. Die Untersaat zur Blüte wurde am 08.04.2024 etabliert. Auch im weiteren Vegetationsverlauf konnten die Bestände durch günstig verteilte und ausreichende Niederschlagsmengen versorgt werden (Abbildung 2). Bis Anfang April kam es gelegentlich zu Staunässe auf Grund der noch vorherrschenden hohen Wasservorräte im Boden.

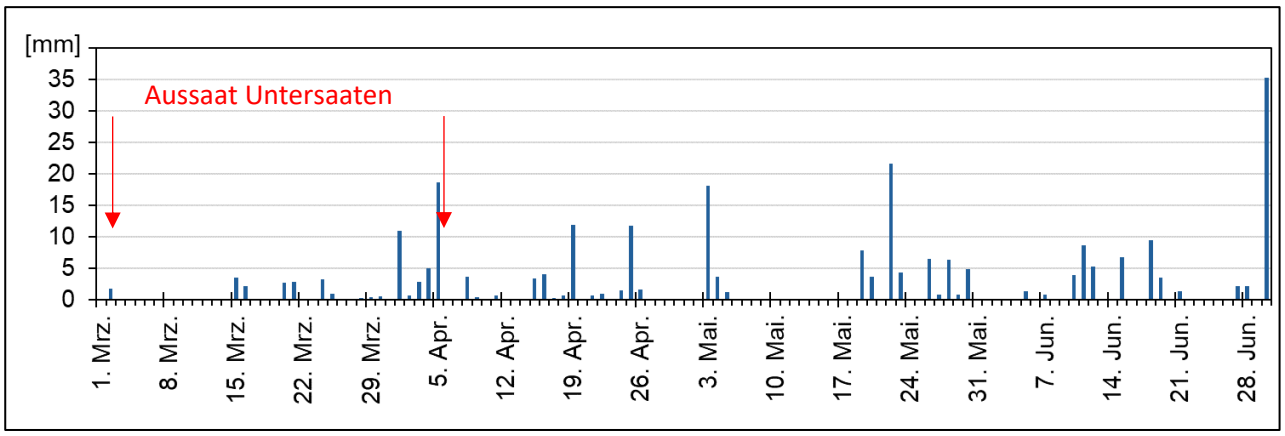


Abbildung 2: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2024 in Gülzow zur Aussaat T1 und T2

Beobachtungen und Schlussfolgerungen

Die Bonituren zur Bodenbedeckung der Untersaaten wurden im abgeernteten Rapsbestand am 22.08.2023 und am 19.08.2024 durchgeführt. Damit kann eine Aussage über die Verträglichkeit der jeweiligen Kulturen bezüglich des stehenden Rapsbestandes getroffen werden. Bei den zu Vegetationsbeginn etablierten Kulturarten überzeugten der Spitzwegerich, das Deutsche Weidelgras Starfire und die Zichorie mit einem Deckungsgrad von >30 % trotz der unterschiedlichen Witterungsbedingungen in beiden Anbaujahren. Die Pastinake kam mit den sehr feuchten Bedingungen in 2024 nicht zurecht. Bei Phacelia, Nachtkerze, Rapunzel und Borretsch waren die Bestände in beiden Jahren unabhängig von der vorherrschenden Witterung unzufriedenstellend (Abbildung 3).

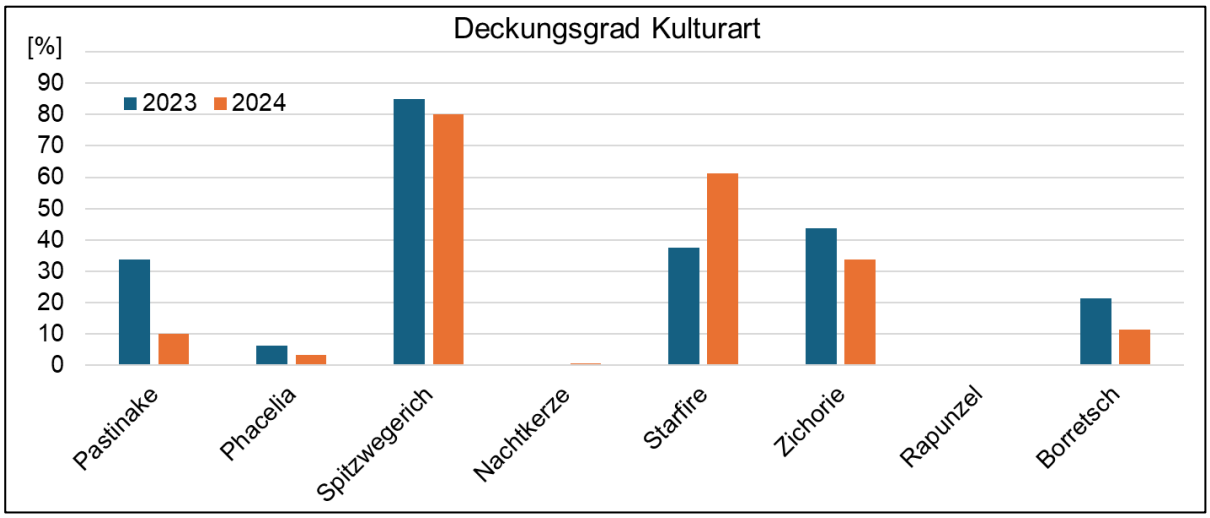


Abbildung 3: Deckungsgrad der zu Vegetationsbeginn (T1) etablierten Untersaaten am Standort Gülzow

Bei dem Aussaattermin T2 zur Rapsblüte konnte, mit Ausnahme des Deutschen Weidelgrases, keine Kulturart eine Bodenbedeckung von >30 % erreichen. Die Reihenweite der Deckkultur und die unterschiedlichen Witterungsbedingungen der beiden Jahre spielten dabei keine Rolle (Abbildung 4).

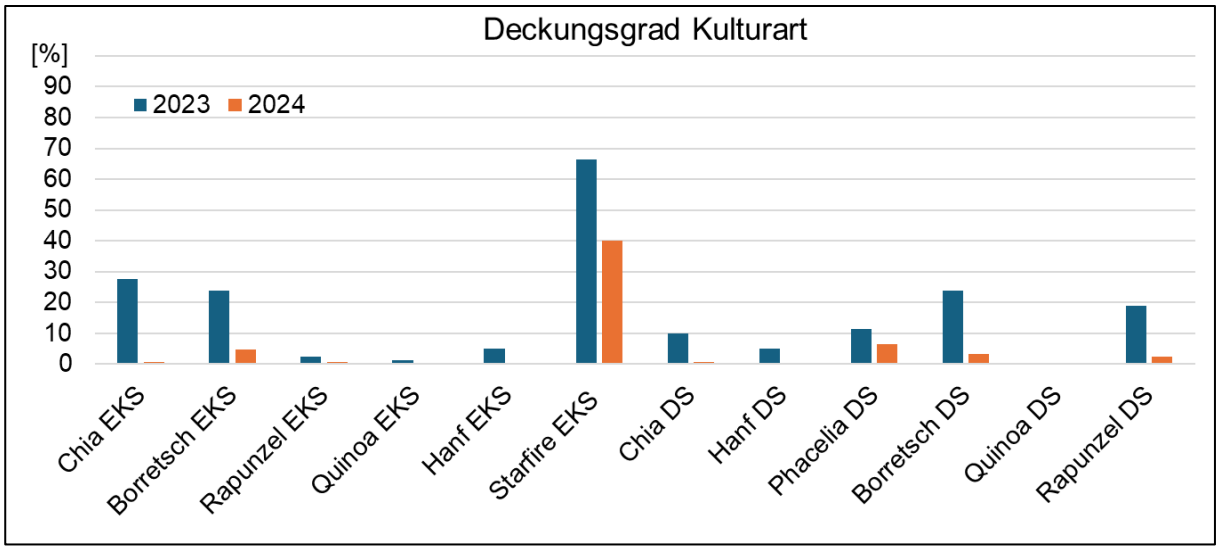


Abbildung 4: Deckungsgrad der zur Rapsblüte (T2) etablierten Untersaaten am Standort Gülzow (EKS = Einzelkornsaat Raps mit 45 cm Reihenweite, DS = Drillsaat Raps mit 12,5 cm Reihenweite)

Im weiteren Vegetationsverlauf nach der Rapsernte entwickelten sich die bereits gut etablierten Untersaaten noch weiter (Abbildung A 1). Alle anderen Bestände kompensierten die zum Teil erheblichen Lücken nicht.

Erste Anpassungen im Anbaujahr 2025

Nach zwei sehr differenzierten Anbaujahren und den daraus gewonnen Erkenntnissen wurde die Auswahl der Kulturaten erstmals in 2025 angepasst. So kamen Weißklee und eine Mischung Weißklee/Spitzwegerich hinzu. Quinoa, Nachtkerze, Rapunzel, Phacelia und Hanf sind am Standort Gülzow als Untersaaten ungeeignet und wurden aus dem Sortiment genommen (Tabelle 4 und Tabelle 5).

Tabelle 4: Prüfglieder der Untersaaten bei einem Reihenabstand des Rapses von 45 cm in 2025

PG-Nr.	Nr. Kultur	Saatzeit T1 = Vegetationsbeginn T2 = Raps Blühbeginn	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	3	T1	Pastinake (20)
2	1	T2	Borretsch (20)
3	8	T2	Chia (2)
4	18	T2	Dt. Weidelgras (Starfire) (30)
5	23	T1	Weißklee (5)
6	24	T1	Weißklee/Spitzwegerich (2/6)

Tabelle 5: Prüfglieder der Untersaaten bei einem Reihenabstand des Rapses von 12,5 cm in 2025

PG-Nr.	Nr. Kultur	Saatzeit T1 = Vegetationsbeginn T2 = Raps Blühbeginn	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	T1	Borretsch (20)
2	5	T1	Zichorie (10)
3	7	T1	Spitzwegerich (12)
4	18	T1	Dt. Weidelgras (Starfire) (30)
5	1	T2	Borretsch (20)
6	23	T1	Weißklee (5)
7	24	T1	Weißklee/Spitzwegerich (2/6)

Das Erntejahr 2025 verzeichnete einen vergleichsweise frühen Vegetationsbeginn bereits Ende Januar (Abbildung A 2). Hohe Niederschlagsmengen im letzten Quartal des Jahres 2024 hatte wassergesättigte Böden bis Mitte März zur Folge. Dementsprechend konnten trotz des frühzeitigen Vegetationsbeginns die Untersaaten (T1) erst am 18.03.2025 etabliert werden. Der Drilltermin zur Blüte (T2) wurde dann knapp 4 Wochen später am 15.04.2025 realisiert. Während der gesamten Etablierungs- und Wachstumsphase der Untersaaten kam es zu den längsten Trockenphasen der drei Prüfjahre mit kaum nennenswerten Niederschlägen. Erst Ende Mai entspannte sich die Lage geringfügig durch gelegentliche Regenfälle (Abbildung 5).

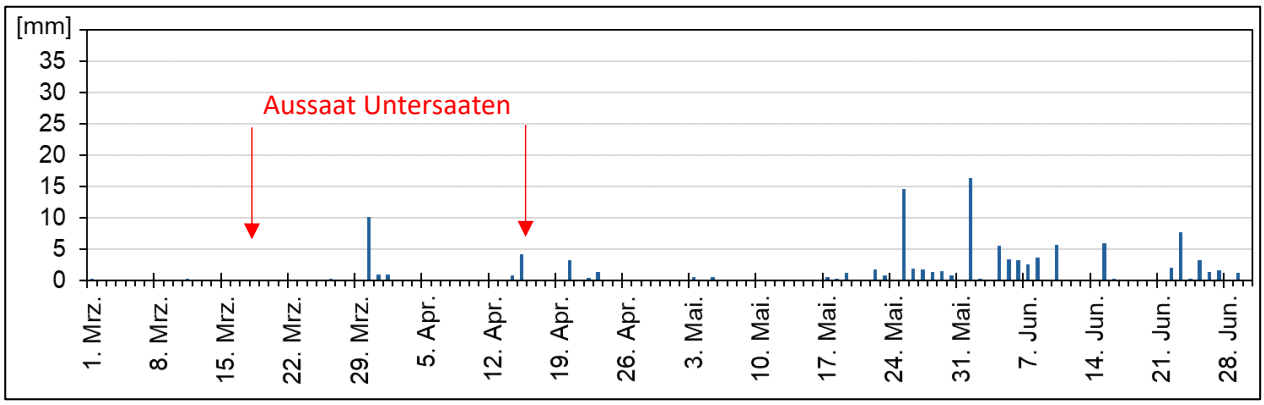


Abbildung 5: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2025 in Gülzow zur Aussaat T1 und T2

Auch unter diesen trockenen Bedingungen konnte im Saattermin T1 der Spitzwegerich überzeugen und dominierte in der Mischung mit dem Weißklee deutlich. Sowohl in Reinkultur als auch in der Mischung wurden Bodenbedeckungen von >30 % erreicht. Damit bestätigt der Spitzwegereich die Ergebnisse aus den Vorjahren. Hingegen kam der Weißklee, wie auch alle anderen getesteten Kulturarten, mit der Trockenheit weniger gut zurecht. Die Reihenweite, in denen die Kulturen etabliert wurden, spielte dabei keine Rolle. Beim Aussaattermin T2 überzeugte nur das Deutsche Weidelgras Starfire mit einer Bodenbedeckung von >40 % (Abbildung 6.)

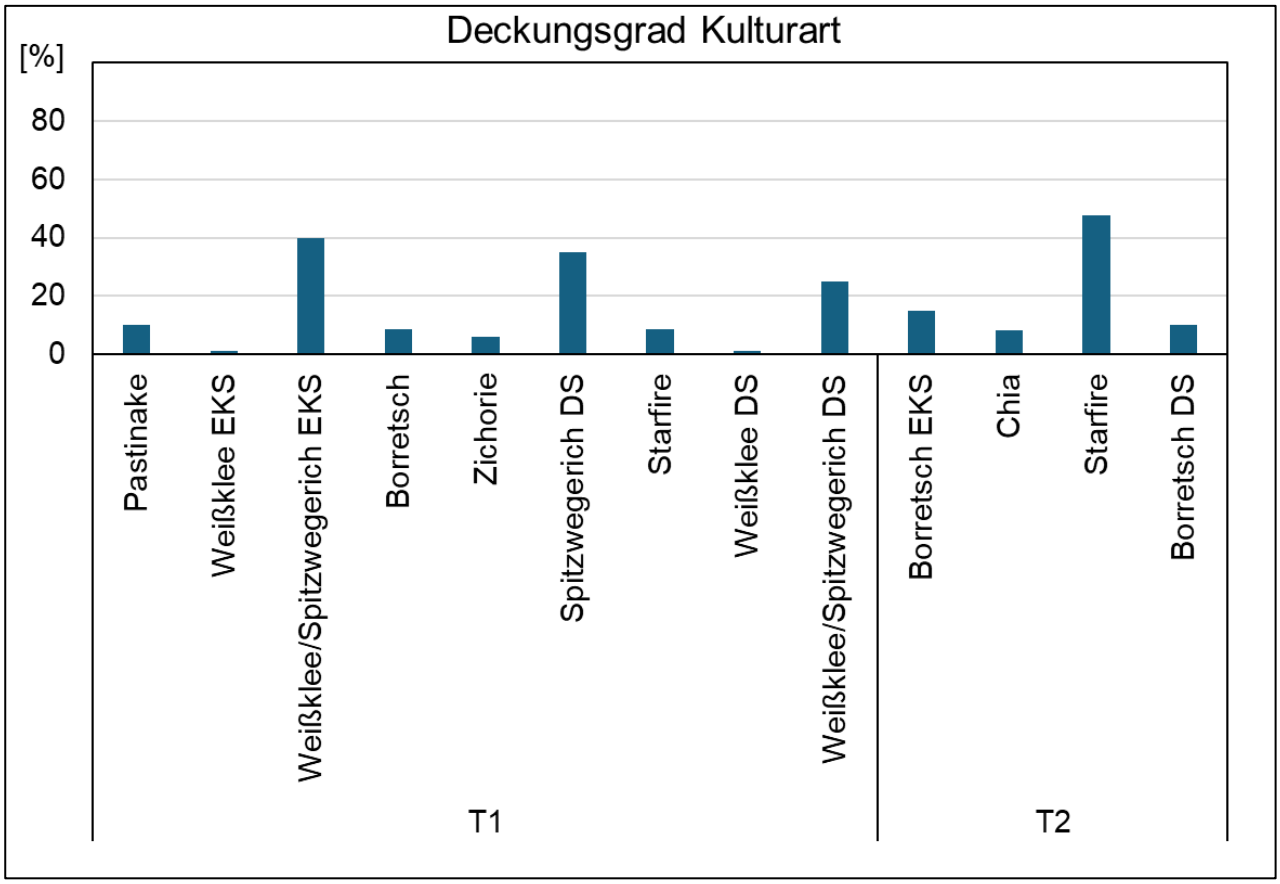


Abbildung 6: Deckungsgrad der etablierten Untersaaten beider Aussaattermine in Gülzow 2025 (EKS = Einzelkornsaat Raps mit 45 cm Reihenweite, DS = Drillsaat Raps mit 12,5 cm Reihenweite)

5.4 Eignung verschiedener Kulturarten und -mischungen als Zwischenfrüchte

Der Zeitraum zwischen Rapsernte und Weizenbestellung ist mit 6-8 Wochen für die Entwicklung von Zwischenfrüchten und -mischungen eng bemessen. Diese wird bei dem praxisüblichen Verfahren noch durch die zusätzliche Stoppelbearbeitung, eventuelles Abwarten der ersten Welle Ausfallraps und die Vorbereitungen zur Aussaat der Zwischenfrüchte oder -mischungen verkürzt. Daher wird zusätzlich zum praxisüblichen Standardverfahren eine „Mähdruschsaat“ geprüft. Ziel ist es, die Vegetationsperiode zwischen den beiden Kulturarten Raps und Weizen möglichst zu verlängern, um die Vorteile einer frühen Aussaat von Zwischenfrüchten, wie bessere Biomasseentwicklung einhergehend mit höheren N-Aufnahmen, besserer Wurzelentwicklung und Unkrautunterdrückung aufgrund der Pflanzenentwicklung zu nutzen (RAMP et al. 2015, BURGER et al. 2017, BARAIBAR et al. 2018). Voraussetzung für eine erfolgreiche Etablierung der Zwischenfrüchte und Mischungen als Mähdruschsaat ist eine gewisse Genügsamkeit bei der Aussaat, da ein feinkrümeliges Saatbett, akkurate Ablagetiefe, Bodenschluss und ähnliche Ansprüche einiger Kulturarten bei einer Mähdruschsaat nicht realisierbar sind. Vor diesem Hintergrund und den oben genannten Zielen wurde folgende Auswahl an Kulturarten getroffen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen in Mähdruschsaat = T3

PG-Nr.	Nr. Kultur	**Kulturart** (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	Borretsch (20)
2	3	Pastinake (20)
3	8	Chia (2)
4	9	Quinoa (10)
5	10	Hanf (40)
6	11	Hirse (20)
7	12	Spinat (30)
8	13	Ramtill (9)
9	16	Terralife Aquapro (30)

Bei dem späteren Termin der Zwischenfruchtaussaat im Standardverfahren wurde das Portfolio nach intensiven Recherchen und Beratungen im erweiterten Expertenkreis auch mit eher untypischen Kulturarten und der Mischung Buchweizen/Phacelia ergänzt (Tabelle 7).

Tabelle 7: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen im Standardverfahren = T4

PG-Nr.	Nr. Kultur	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	Borretsch (20)
2	4	Nachtkerze (5)
3	5	Zichorie (10)
4	6	Rapunzel (13)
5	7	Spitzwegerich (12)
6	11	Hanf (40)
7	12	Spinat (30)
8	13	Ramtill (9)
9	14	Johanniskraut (2)
10	15	Buchweizen/Phacelia (25/15)
11	16	Terralife Aquapro (30)
12	17	Tabak (0,2)
13	19	Hafer (150)
14	20	Amarant (0,5)
15	21	Römischer Salat (0,1)
16	22	Pflücksalat (8)

Witterung

Häufige Niederschlagsereignisse ab Mitte Juli erschwerten in **2023** die Ernte sämtlicher Mähdruschfrüchte. So konnte auch der Raps erst am 11.08. gedroschen werden. Die Erntebedingungen ließen dabei keine Möglichkeiten einer Mähdruschsaat zu. Arbeitsspitzen und vorherrschende sehr nasse Bodenverhältnisse verzögerten die Aussaat der Zwischenfrüchte zum Termin T3 noch bis zum 28.08.2023. Dementsprechend verschoben sich auch die Stoppel- und Ausfallrapsbearbeitung sowie die Saatbettbereitung für die Standardvariante. Diese konnte erst am 15.09.2023 gedrillt werden (Abbildung 7). Der besonders warme September und die feuchten Witterungsbedingungen der darauffolgenden Wochen beförderten das Wachstum der Kulturarten trotz der späten Aussaat.

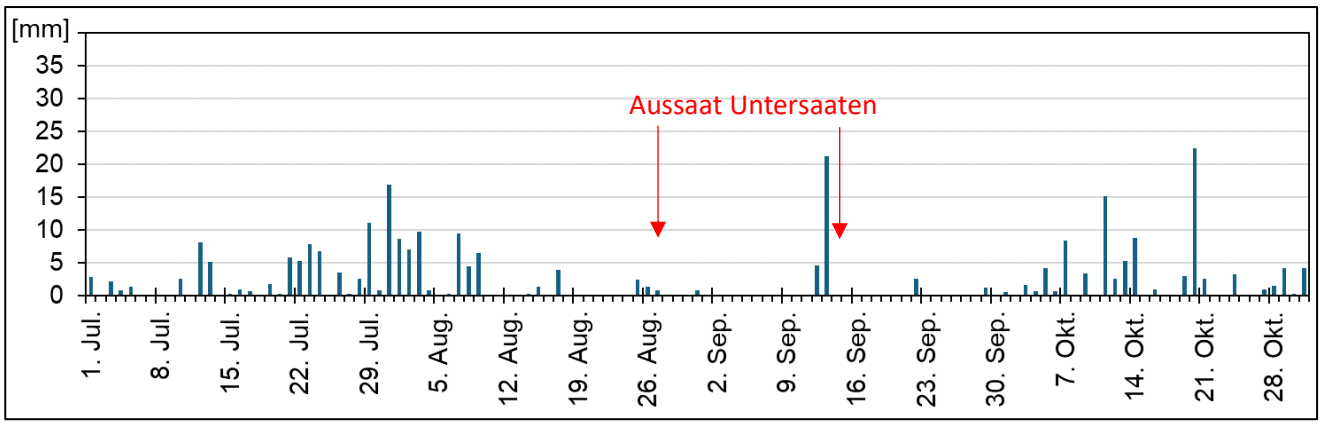


Abbildung 7: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2023 in Gülzow zu den Terminen T3 und T4

Im Erntejahr **2024** waren mit der frühsten je am Standort Gülzow verzeichneten Rapsernte am 12.07.2024 die Voraussetzungen für eine frist- und zielgerechte Ausbringung der Zwischenfrüchte und-mischungen gegeben. Die Aussaat zum Termin T3 am 17.07.2024 erfolgte in einen feuchten Boden. Im weiteren Vegetationsverlauf war eine zufriedenstellende Regenverteilung gewährleistet. Auch die Standardvariante

konnte unter besten Bedingungen gedrillt werden und hatte mit dem sehr frühen Saattermin (08.08.2024) gute Voraussetzungen für eine optimale Biomasseentwicklung (Abbildung 8).

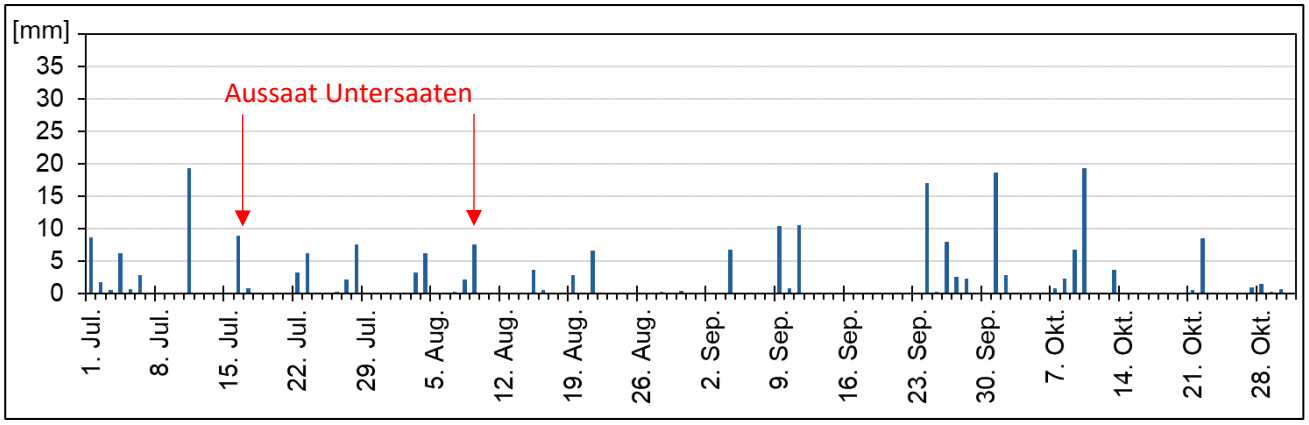


Abbildung 8: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2024 in Gülzow zu den Terminen T3 und T4

Beobachtungen und Schlussfolgerungen

Die Endbonitur zur Bodenbedeckung der Zwischenfrüchte und -mischungen richtete sich nach dem Zeitpunkt einer darauffolgenden Winterweizenaussaat und erfolgte immer in der ersten Oktoberdekade. Die Bonituren wurden am 09.10.2023 und am 08.10.2024 durchgeführt. Die Mischung Terralife Aquapro sowie die Kulturen Borretsch, Ramtill, Quinoa, Hanf und Spinat profitierten in 2023 trotz der späten Aussaat von den guten Wachstumsbedingungen. In dem relativ kurzen Zeitraum von 6 Wochen zwischen Aussaat und Zeitpunkt der Bonitur erreichten sie Bodenbedeckungsgrade von ≥30 %. Hier zeigt sich das Potenzial dieser Kulturarten und -mischungen hinsichtlich einer zügigen Biomasseentwicklung. In 2024 konnten trotz früher Aussaat und bester Voraussetzungen keine der geprüften Kulturen oder Mischungen überzeugen. Auf einem sehr geringen Niveau erzielten der Hanf, gefolgt von Hirse, Quinoa und der Mischung Terralife Aquapro die besten Ergebnisse (Abbildung 9).

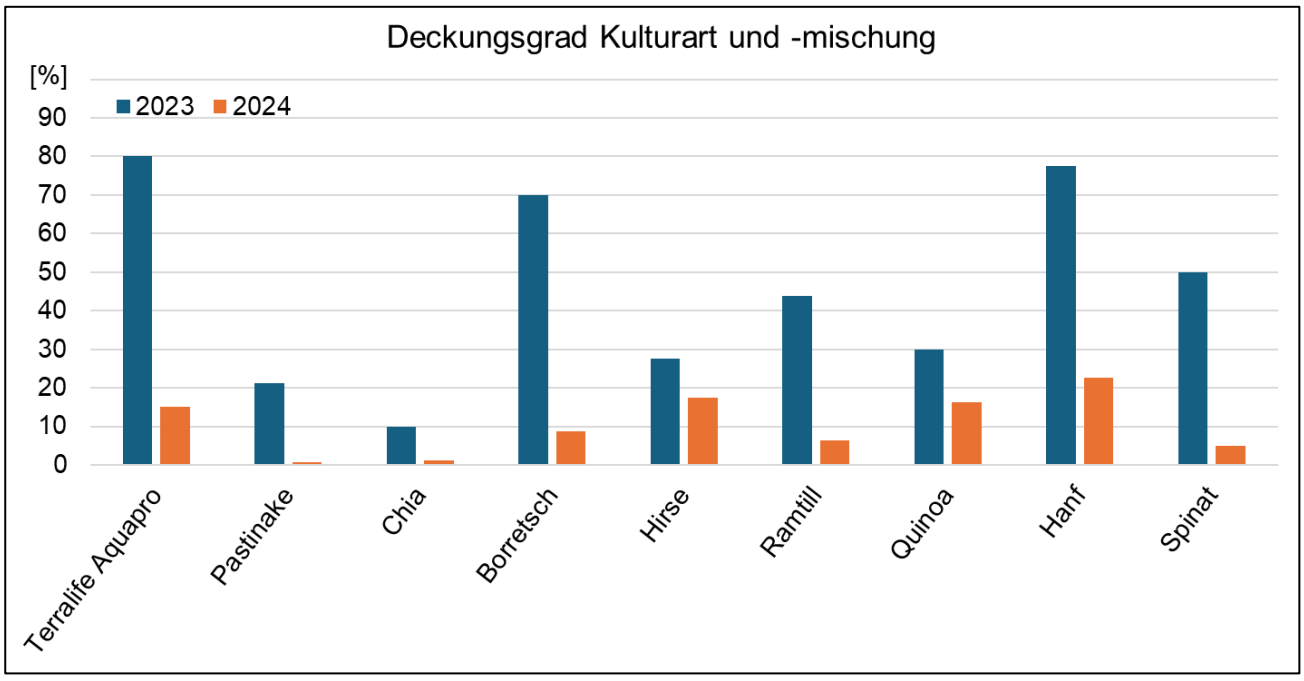


Abbildung 9: Deckungsgrad der Zwischenfrüchte und -mischung in Mähdruschsaat (T3) in Gülzow

Im Standardverfahren reichte der sehr kurze Vegetationszeitraum zwischen Aussaat und Boniturzeitpunkt von knapp 4 Wochen in 2023 für kaum eine der Kulturarten aus, um einen zufriedenstellenden Bestand zu entwickeln. Lediglich die beiden Mischungen Terralife Aquapro und Buchweizen/Phacelia zeigten das Potenzial, in der kurzen Zeit eine Bodenbedeckung von >30 % zu erreichen und bestätigen damit die These einer besseren Eignung von Mischungen (LIU et al. 2025). In 2024 konnten in der Standardvariante trotz der guten Voraussetzungen auch nur der neu ins Prüfsortiment aufgenommene Hafer, der Hanf und die Mischung Buchweizen/Phacelia mit guter Bodenbedeckung und somit einer guten Biomasseentwicklung überzeugen. Kulturarten wie Tabak oder Nachtkerze sind in keinem der beiden Anbaujahre aufgelaufen. Auch Zichorie und Rapunzel konnten nicht überzeugen (Abbildung 10].

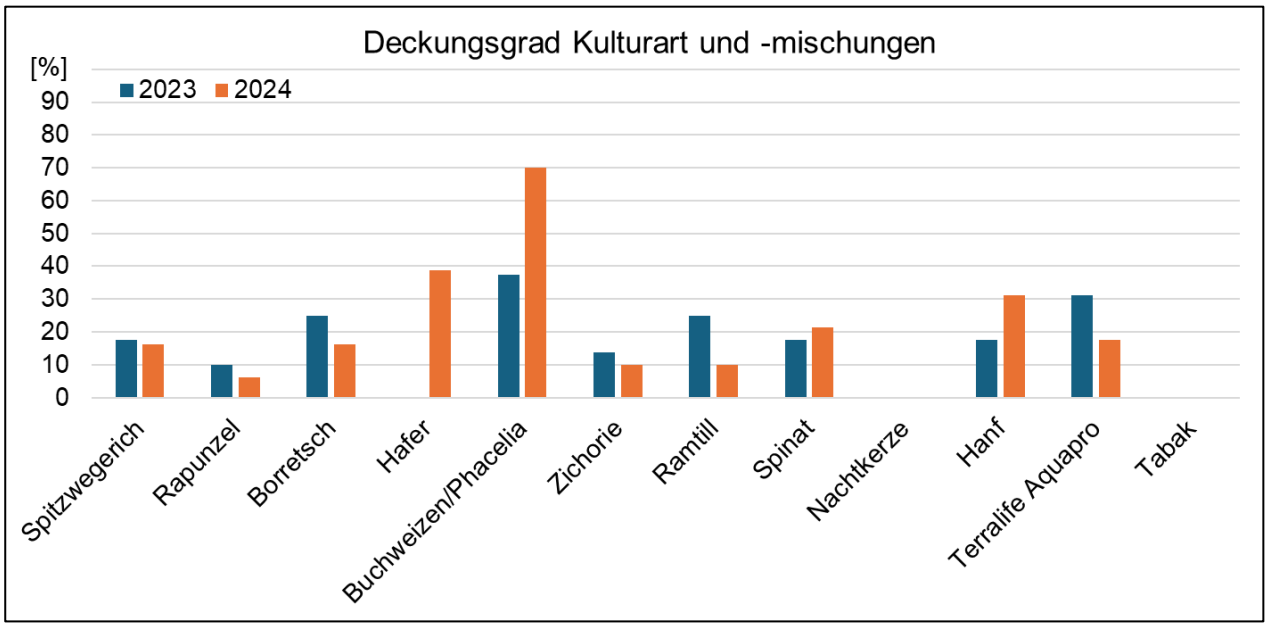


Abbildung 10: Deckungsgrad der Zwischenfrüchte und -mischungen der Standardvariante (T4) in Gülzow

Die unzufriedenstellenden Ergebnisse insbesondere in der Mähdruschsaat T3 im Erntejahr 2024 lassen sich durch den sehr hohen Anteil an Ausfallraps in den Parzellen erklären (Abbildung 11). Feuchte Bedingungen während des gesamten Vegetationszeitraumes bis zur Rapsernte brachten Krankheiten mit sich, die unter anderem zu einem erhöhten Schotenplatzen und somit höherem Ausfallraps führten (Abbildung A 3). Dieser wurde dann in der Mähdruschsaat auf Grund der unterlassenen Bodenbearbeitung zur starken Konkurrenz (Abbildung A 4). Auch die bereits etablierten Untersaaten hatten ihre Schwierigkeiten mit dem Ausfallraps, konnten aber teilweise auf Grund des Aussaattermines ihren Entwicklungsvorsprung zur besseren Unterdrückung nutzen (Abbildung A 5 und Abbildung A 6). Der Vorteil der Standardvariante T4 war in 2024 die Bodenbearbeitung, welche die hohe Menge an Ausfallraps einmal bekämpfte.

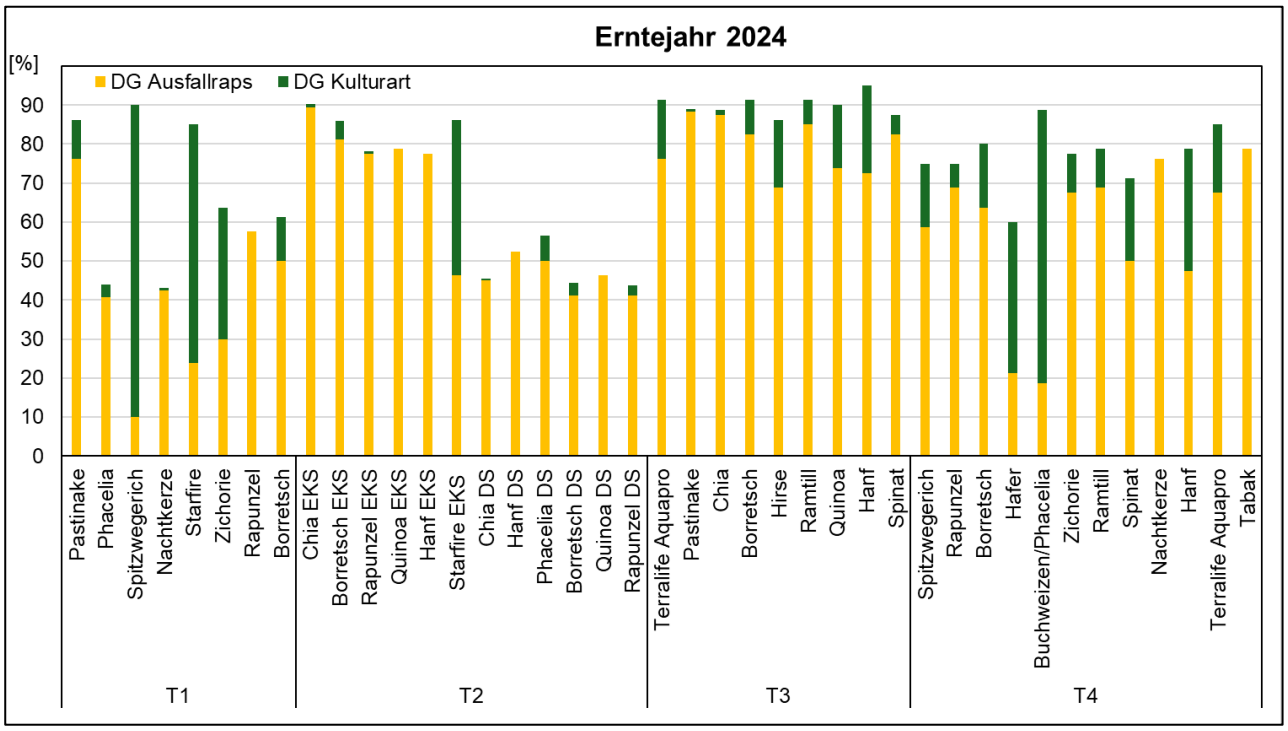


Abbildung 11: Bodenbedeckung der Kulturarten und des Ausfallrapses in Abhängigkeit zu den Saatterminen in Gülzow in 2024

Erste Anpassungen im Anbaujahr 2025

Auch bei den Zwischenfrüchten wurden nach zwei sehr differenzierten Anbaujahren erste Anpassungen in den zu prüfenden Fruchtarten vorgenommen (Tabelle 8 und Tabelle 9). Ins Sortiment aufgenommen wurden der Weißklee in Reinsaat und eine Mischung aus Weißklee/Spitzwegerich. Als ungeeignet eingestuft für den Anbau von Zwischenfrüchten am Standort Gülzow werden Chia, Quinoa, Rapunzel, Tabak, Zichorie und die Nachtkerze. Der Anbau dieser Kulturarten wird am Standort nicht weiterverfolgt.

Tabelle 8: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen in Mähdruschsaat (T3) in 2025

PG-Nr.	Nr. Kultur	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	Borretsch (20)
2	3	Pastinake (20)
3	10	Hanf (40)
4	11	Hirse (20)
5	12	Spinat (30)
6	13	Ramtill (9)
7	16	Terralife Aquapro (30)
8	23	Weißklee (5)

Bei dem späteren Termin der Zwischenfruchtaussaat im Standardverfahren wurde das Portfolio von 16 auf 10 Prüfglieder verkleinert. Nicht mehr geprüft werden auch hier Nachtkerze, Zichorie, Rapunzel, Tabak sowie Johanniskraut, Amarant, Römischer Salat und Pflücksalat (Tabelle 9).

Tabelle 9: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen im Standardverfahren (T4) in 2025

PG-Nr.	Nr. Kultur	**Kulturart** (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	Borretsch (20)
2	7	Spitzwegerich (12)
3	11	Hanf (40)
4	12	Spinat (30)
5	13	Ramtill (9)
6	15	Buchweizen/Phacelia (25/15)
7	16	Terralife Aquapro (30)
8	19	Hafer (150)
9	23	Weißklee (5)
10	25	Weißklee/Spitzwegerich/Hafer (2/6/150 kfK)

Im Juli 2025 nahmen die Niederschläge zu und es gab vor allem in der letzten Dekade häufiger Starkregenereignisse. Das erschwerte die endgültige Abreife und die Tage mit Erntewetter. Die Rapsernte erfolgte daher erst 30.07.2025. Die „Mähdruschsaat“ erfolgte wegen schlechter Befahrbarkeit aufgrund der wassergesättigten Böden (Abbildung A 7) nicht zeitnah, sondern erst am 11.08.2025. Die Aussaat der T4-Variante konnte nach dem Auflaufen des Ausfallrapses und erfolgter Bodenbearbeitung ebenfalls erst verspätet am 28.08.2025 durchgeführt werden (Abbildung 12).

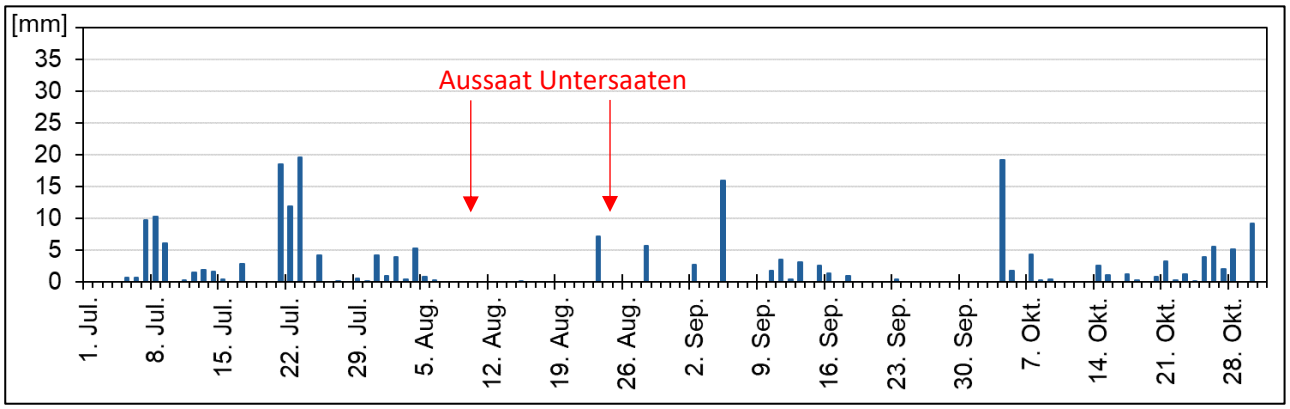


Abbildung 12: Niederschlagsmengen und -verteilung in 2025 in Gülzow zu den Terminen T3 und T4

Der Biomasseaufwuchs der Mähdruschsaat überzeugte zum Boniturzeitpunkt am 19.09.2025 nicht. Die feuchten Bodenbedingungen und warme Temperaturen zur Aussaat und während des weiteren Vegetationsverlaufes förderten zwar eine schnelle Keimung der Kulturarten, aber auch des Ausfallrapses. Diesem starken Konkurrenzdruck in Kombination mit den teilweise hohen Temperaturen (Abbildung A 8) war keine der geprüften Kulturarten gewachsen. Selbst die Mischung Terralife Aquapro bedeckte den Boden nur zu <20 %. Die Bearbeitung des Ausfallrapses vor dem Drillen der Zwischenfrüchte und Mischungen in der Standardvariante T4 brachte Vorteile mit sich, welche die meisten Kulturarten und -mischungen nutzten (Abbildung A 9). Lediglich Spitzwegerich, Ramtill und der Weißklee in Reinsaat zeigten sehr lückige Bestände (Abbildung 13).

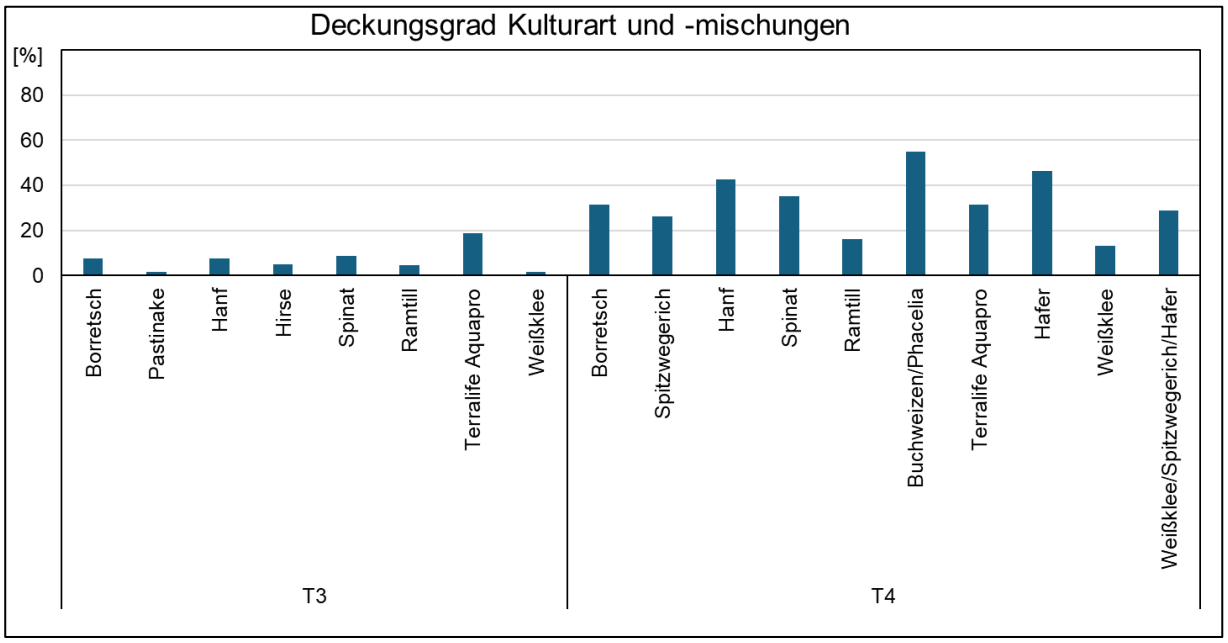


Abbildung 13: Deckungsgrad der Zwischenfrüchte/-mischungen beider Aussaattermine in Gülzow 2025

Ähnlich wie im Erntejahr 2024 zeigten bei den Untersaaten der Spitzwegerich, die Mischung Spitzwegerich/Weißklee und das Deutsche Weidelgras auf Grund ihrer gut etablierten Bestände eine bessere Konkurrenz gegenüber dem Ausfallraps (Abbildung 14). Bei der Mischung dominierte dabei wie bereits in Kapitel 5.3 beschrieben der Spitzwegerich den Bestand.

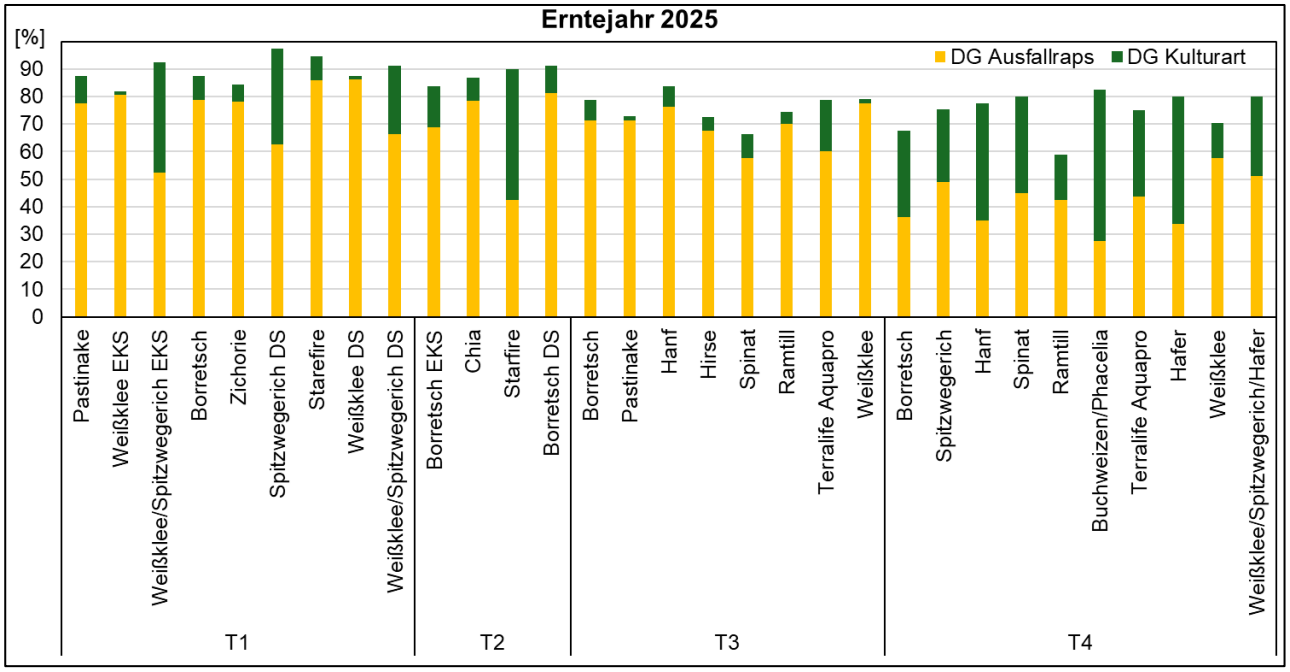


Abbildung 14: Bodenbedeckung der Kulturarten und des Ausfallrapses in Abhängigkeit zu den Saatterminen in Gülzow in 2025

Rapsertrag

Beeinflussung etwaiger Untersaaten oder Drilltechniken auf das Wachstum der Rapspflanzen konnten in den Vegetationsverläufen nicht beobachtet werden. Daher wurden, wie bereits in 5.1 beschrieben, die Rapserträge jeweils in der Einzelkornsaat als auch in der Drillsaat mit 4 unechten Wiederholungen erfasst. Das Ertragsniveau war in beiden Aussaatvarianten gleich und schwankte bedingt durch den Jahreseinfluss zwischen 40 und 50 dt/ha.

5.5 Weiteres Vorgehen im Teilversuch I

Nachdem die Etablierung der Untersaaten zur Rapsblüte (T2) in allen 3 Anbaujahren bei allen Kulturarten, mit Ausnahme des Deutschen Weidelgrases Starfire, unzufriedenstellende Ergebnisse erzielte, wird dieser Termin nicht weiterverfolgt. In diesem Entwicklungsstadium des Rapses scheint die interspezifische Konkurrenz zu den getesteten Kulturarten zu groß. Dafür wird als neuer Termin die Beisaat zur Rapsaussaat = T0 in die Prüfung aufgenommen. Zwar zeigten frühere Versuche unzufriedenstellende Ergebnisse bei der Etablierung von Beisaaten zu Raps am Standort Gülzow (Peters 2026), jedoch wurde damals unter einer anderen Fragestellung lediglich eine Beisaatmischung geprüft. In dem vorliegenden Versuch kommen hingegen mehrere Beisaaten und -mischungen hinsichtlich ihrer Eignung zum Einsatz.

Bei den geprüften Fruchtarten wurden nach drei Anbaujahren und bereits ersten Anpassungen weitere Veränderungen vorgenommen. Dabei stützen sich diese Änderungen auf folgende Beobachtungen:

- Borretsch ist in der Keimung empfindlich gegenüber bereits etablierten Beständen und Durchwuchsraps. Bei ausreichender Wasserversorgung und ohne Konkurrenzdruck kann er allerdings schnell einen guten Bestand entwickeln.
- Pastinake zeigt einige Schwierigkeiten auf Grund der Saatgutbeschaffenheit. Die „plättchenähnlichen“ Samen verhaken sich bei der Aussaat häufiger und können somit die Drille verstopfen. Eine kontinuierliche Wasserversorgung zur Aussaat, selbst bei geringen Wassermengen, kann sie gut nutzen, um einen zufriedenstellenden Bestand zu etablieren. Als Zwischenfrucht ist die Pastinake wegen der zögerlichen Jugendentwicklung eher ungeeignet.
- Zichorie ist als Untersaat geeignet, kommt allerdings mit extremen Trockenheiten weniger zurecht als bspw. der Spitzwegerich. Als Zwischenfrucht überzeugt die Zichorie wenig. Auch hier bereiten Trockenheit zur Aussaat und die Konkurrenz des Durchwuchsrapses Probleme.
- Spitzwegerich zeigt eine sehr hohe Konkurrenzkraft gegenüber anderen Kulturarten und dem Durchwuchsraps. Unabhängig von der Wasserversorgung konnte der Spitzwegerich sich als Untersaat gut etablieren. Vorteilhaft ist dabei das tiefreichende Wurzelsystem (KELLERHOFF et al. 2024). Hier scheint das vorherrschende Mikroklima im Rapsbestand ausreichend. Die Aussaat im Standardverfahren nach der Rapsernte erwies sich als weniger erfolgreich im Vergleich zu den anderen Terminen.
- Hanf ist als Untersaat ungeeignet. In der Zwischenfrucht zeigt der Hanf allerdings eine gute Konkurrenzkraft gegenüber dem Durchwuchsraps. Bei ausreichender Wasserversorgung und frühzeitiger Etablierung (Mähdruschsaattermin) konnte eine Verdrängung des Durchwuchsrapses beobachtet werden.
- Hirse überzeugt als Zwischenfrucht bei guter Wasserversorgung zwar nur mäßig, soll jedoch unter dem Aspekt der verbesserten Sortenwahl weiter geprüft werden.
- Spinat zeigte als Zwischenfrucht bei ausreichender Wasserversorgung eine gute Bestandesbildung. Die Schwäche besteht hier in der geringen Konkurrenzkraft zum Durchwuchsraps. Inwieweit eine Sortenanpassung hilfreich sein kann, soll weiterhin geprüft werden.
- Ramtill kann als Zwischenfrucht überzeugen, vorausgesetzt die Wasserversorgung genügt. Vorteil ist das sichere Abfrieren der Kulturart bei geringen Temperaturen in der Folgefrucht.
- Hafer überzeugte ähnlich wie der Hanf mit einer guten Konkurrenz gegenüber dem Durchwuchsraps.
- Der Vollständigkeit halber sollen die als ungeeignet eingestuften Kulturarten nochmals benannt werden: als Untersaaten Quinoa, Nachtkerze, Rapunzel, Phacelia, Hanf und als Zwischenfrüchte Chia, Quinoa, Rapunzel, Tabak, Zichorie, Nachtkerze, Johanniskraut, Amarant, Römischer Salat und Pflücksalat.

Als weitere interessante Kulturart mit gutem Potenzial wurden die Pimpernelle als Einzelkultur und in einer Mischung ins Portfolio aufgenommen. Ab dem Anbaujahr 2026 werden dementsprechend nachfolgende Aussaattermine, Kulturarten und -mischungen getestet (Tabelle 10).

Tabelle 10: Beschreibung der Prüffaktoren (ab 2026)

A		**Saattermin**
1		T0 = Versuchsbeginn
2		T1 = Vegetationsbeginn
3		T3 = nach Rapsernte (Mähdruschsaat)
4		T4 = nach Rapsernte
	B	**Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)**
	1	Borretsch (20)
	3	Pastinake (20)
	5	Zichorie (10)
	7	Spitzwegerich (12)
	10	Hanf (40)
	11	Hirse (20)
	12	Spinat (30)
	13	Ramtill (9)
	15	Tatarischer Buchweizen/Phacelia (25/15)
	16	Terralife Aquapro (30)
	18	dt. Weidelgras (Starfire) (30)
	19	Hafer (150 kfK)
	23	Weißklee (5)
	24	Weißklee/Spitzwegerich (2/6)
	25	Weißklee/Spitzwegerich/Hafer (2/6/150kfK)
	26	Pimpernelle (3)
	27	Pimpernelle/Spitzwegerich/Serradella (2/1,5/1,5)

Entsprechend ihrer Eigenschaften und der Beobachtungen der vergangenen Versuchsjahre werden die Kulturarten und-mischungen in folgenden Reihenweiten und Terminen etabliert (Tabelle 11 bis Tabelle 14).

Tabelle 11: Beschreibung der Prüfglieder der Bei- und Untersaaten (Rapsreihenweite = 45 cm)

PG-Nr.	**Nr. Kultur**	**Saatzeit** T0 = zur Rapsaussaat T1 = Vegetationsbeginn	**Kulturart** (Aussaatmenge kg/ha)
1	3	T0	Pastinake (20)
2	1	T0	Borretsch (20)
3	23	T0	Weißklee (5)
4	24	T0	Weißklee/Spitzwegerich (2/6)
5	26	T0	Pimpernelle (3)
6	3	T1	Pastinake (20)
7	26	T1	Pimpernelle (3)
8	27	T1	Pimpernelle/Spitzwegerich/Serradella (2/1,5/1,5)

Tabelle 12: Beschreibung der Prüfglieder der Bei und -Untersaaten (Rapsreihenweite = 12,5 cm)

PG-Nr.	Nr. Kultur	Saatzeit T0 = zur Rapsaussaat T1 = Vegetationsbeginn	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	T0	Borretsch (20)
2	23	T0	Weißklee (5)
3	24	T0	Weißklee/Spitzwegerich (2/6)
1	1	T1	Borretsch (20)
2	5	T1	Zichorie (10)
3	7	T1	Spitzwegerich (12)
4	18	T1	Dt. Weidelgras (Starfire) (30)
5	23	T1	Weißklee (5)
6	24	T1	Weißklee/Spitzwegerich (2/6)

Tabelle 13: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen in Mähdruschsaat = T3

PG-Nr.	Nr. Kultur	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	Borretsch (20)
2	3	Pastinake (20)
3	10	Hanf (40)
4	11	Hirse (20)
5	12	Spinat (30)
6	13	Ramtill (9)
7	16	Terralife Aquapro (30)
8	23	Weißklee (5)
9	18	Dt. Weidelgras (Starfire) (30)

Tabelle 14: Prüfglieder der Zwischenfrüchte und -mischungen im Standardverfahren = T4

PG-Nr.	Nr. Kultur	Kulturart (Aussaatmenge kg/ha)
1	1	Borretsch (20)
2	7	Spitzwegerich (12)
3	10	Hanf (40)
4	12	Spinat (30)
5	13	Ramtill (9)
6	15	Tatarischer Buchweizen/Phacelia (25/15)
7	16	Terralife Aquapro (30)
8	19	Hafer (150 kfK)
9	23	Weißklee (5)
10	25	Weißklee/Spitzwegerich/Hafer (2/6/150kfK)

Erste Eindrücke der Beisaaten aus November 2025 zeigten eine erfolgreiche Etablierung der Pimpernelle, der Pastinake und der Mischung Weißklee/Spitzwegerich. Der Borretsch hat die Feuchtigkeit zur Saat am besten genutzt und mit der hohen Aussaatmenge von 20 kg/ha den Raps fast schon unterdrückt (Abbildung 15). Hier werden weitere Beobachtungen und eine separate Ernte der einzelnen Versuchsparzellen in 2026 für Aussagen zum Konkurrenzverhalten herangezogen.



Abbildung 15: Bodenbedeckung des Borretschs in Beisaat zum Termin T0 am 13.11.2025

Die Untersaaten zum Termin T1 wurden am 10.03.2026 etabliert. Ein Auflaufen der Untersaaten im weiteren Vegetationsverlauf war unzufriedenstellend. Die ungewöhnliche Witterung mit den langanhaltenden Bodenfrösten kann laut Hersteller zu einem ungenügenden Abbau des im Herbst applizierten Herbizides Belkar™ geführt haben, welches sich dann negativ auf die Untersaaten auswirkte. Inwieweit einzelne Kulturarten diese Beeinflussung im weiteren Vegetationsverlauf und nach der Rapsernte noch kompensieren können, bleibt abzuwarten.

6 Teilversuch II: Aussaat Winterweizen

6.1 Allgemeine Versuchsdurchführung und Bonituren im Teilversuch II.

Die Zwischenfrucht Viterra Raps + Spitzwegerich wurde vor dem Winterweizen je nach Bedingungen zeitnah nach der Rapsernte bis spätestens Ende August mit praxisüblichen Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren etabliert. Vor der Aussaat des Winterweizens wurde die Zwischenfrucht dann gemulcht und den Versuchsvarianten entsprechend bearbeitet. Die Stickstoffdüngung und Pflanzenschutzmaßnahmen orientieren sich an den Vorgaben der Landessortenversuche. Die Sortenwahl fiel aufgrund der Saatzeitstaffelungen auf die Sorte Moschus. Diese zeichnet sich durch ein gute Spätsaatverträglichkeit und eine hohes N-Aneignungsvermögen aus. Als E-Sorte kann sie bei der Vermarktung zusätzlich durch die Qualität punkten. Die prüfgliedweise Ertragserfassung ist auf Grund der versuchstechnisch bedingten fehlenden Randomisation nicht statistisch gesichert. Es handelt sich hierbei um einen Kerndrusch mit 4 unechten Wiederholungen. Die Qualitätsparameter liefert der Parzellenmähdrescher mittels NIRS Analytik.

In den Zwischenfrüchten wurden vor dem Mulchen Bestandesdichte, Bestandeshöhe und der Anteil an Ausfallraps bonitiert. Im Winterweizen wurde die prozentuale Bodenbedeckung der Kulturart und des Unkrautes vor und nach Winter, zu EC 31 und vor der Ernte dokumentiert. Zusätzlich dienten auch hier Fotos für die weitere Dokumentation.

6.2 Versuchsplan

Der nachfolgende Versuchsplan veranschaulicht die Prüfvarianten, die sich aus den Anforderungen ergeben. (Tabelle 15). Um die Parzellenbreite an die vorhandene Großdrilltechnik (Amazone mit 6 m Arbeitsbreite) anzupassen, wurden in PG 2 die Mulchsaat mit jeweils 4 Spuren mit einer Parzellendrille von Wintersteiger mit 1,50 m Breite etabliert.

Tabelle 15: Beschreibung der Prüfglieder zur Winterweizenaussaat

PG-Nr.	Saatzeit/Bodenbearbeitung /Saattechnik	Saatstärke (kfK/m²)
1	Normalsaat (Mitte September) / mit Bodenbearbeitung / Amazone	300
2	Normalsaat (Mitte September) / ohne Bodenbearbeitung / Mulchsaat mit Wintersteiger	300
3	Spätsaat (Ende September bis Mitte Oktober) / mit Bodenbearbeitung / Amazone	350

6.3 Ergebnisse

Die Zwischenfrüchte entwickelten sich je nach Aussaatzeitpunkt und weiterem Witterungsverlauf sehr unterschiedlich. Wie bereits in Kapitel 5.4 benannt, kam es in 2023 witterungsbedingt zu einer sehr späten Aussaat der Zwischenfruchtmischung am 28.08.2023. Aufgrund widriger Witterungsbedingungen verschoben sich nachfolgende Arbeiten, sodass die Zwischenfruchtmischung noch bis Anfang Oktober im Feld stand und Biomasse bilden konnte. Die Hälfte des Zwischenfruchtbestandes wurde dabei durch Ausfallraps gebildet. Im Herbst 2024 verlief alles ohne weitere Vorkommnisse und es kann als relativ normales Jahr mit zufriedenstellendem Aufwuchs eingestuft werden. Ab dem Juli 2025 erschwerten Niederschläge die Ernte der Mähdruschfrüchte und dementsprechend verzögerten sich nachfolgende Arbeiten. Die Zwischenfruchtmischung wurde erst zum 20.08.2025 gedrillt. Auch der weitere Vegetationsverlauf war nicht förderlich für die Entwicklung der Zwischenfruchtmischung. Geringer Wuchs, wenig Bodenbedeckung und ein ungewöhnlich geringer Anteil an Ausfallraps charakterisierten den Bestand visuell (Abbildung 16). Die Bonituren bestätigten die Beobachtungen (Tabelle 16).



06.10.2023 16.09.2024 19.09.2025

Abbildung 16: Bestandsbild der Zwischenfruchtmischungen zum Zeitpunkt der Bonituren in Gülzow

Tabelle 16: Boniturergebnisse zur Zwischenfruchtmischung vor Winterweizen

Boniturmerkmal	**2023** Bonitur vom 06.10.	**2024** Bonitur vom 16.09.	**2025** Bonitur vom 19.09.
Aussaatdatum	28.08.	12.08.	20.08.
Bestandesdichte	60 %	85 %	60 %
Bestandeshöhe	20 cm	20 cm	8 cm
Anteil Ausfallraps	55 %	60 %	7 %

Nach der späten Aussaat der Zwischenfruchtmischung im Herbst 2023 verhinderten im weiteren Verlauf starke Trockenheit im September eine adäquate Bodenbearbeitung zur Getreideaussaat. Ab Anfang Oktober kam es dann zu häufigen Niederschlägen mit teilweise Starkregenereignissen. Das verzögert die Weizenbestellung zusätzlich. Der Aufgang der Spätsaat lag in einem Zeitraum, der durch Unbefahrbarkeit des Feldes und ersten heftigen Schneefällen charakterisiert wurde. Ein eindeutiges Datum konnte daher nicht festgehalten werden. Die Aussaat des Winterweizens im Herbst 2024 konnte ohne Verzögerung fristgemäß durchgeführt werden. Am 11.02.2025 wurde in der Mulchsaatvariante zusätzlich ein Schröpfschnitt durchgeführt, da die Zwischenfrucht aufgrund des milden Winters und des Verzichts auf Herbizid weiterwuchs und den Winterweizen in seiner Entwicklung hemmte (Abbildung 17).



Vor dem Schröpfschnitt (06.02.2025) Nach dem Schröpfschnitt (18.02.2025)

Abbildung 17: Mulchsaatvariante des Winterweizens im Februar 2025 am Standort Gülzow

Im weiteren Vegetationsverlauf im Frühjahr 2025 kam es zu einer langanhaltenden Dürreperiode. Ab Anfang Februar bis Mitte Mai fielen am Standort insgesamt nur 32 mm Niederschlag. Die Trockenheit verursachte eine starke Wuchshemmung des Weizens, größtenteils blieben die Ähren stecken. Im Juli reagierte der

Weizen dann nach ergiebigem Regen mit starkem Zwiewuchs. Der Versuch wurde nicht beerntet. Zur Aussaat des Winterweizens im Herbst 2025 hatte sich der Zwischenfruchtbestand wie oben bereits beschrieben nur spärlich entwickelt. Das schaffte beste Voraussetzungen für eine fristgerechte und unproblematische Aussaat und Jugendentwicklung des Winterweizens. Die hohen Temperaturen im Juni 2026 konnte der Weizen gut kompensieren. Die Bonituren zur Ernte am 31.07.2026 konnten nur teilweise durchgeführt werden (Tabelle 17).

Tabelle 17: Boniturergebnisse zum Winterweizen am Standort Gülzow

Ernte-jahr	Boniturmerkmal		Prüfglied		
			Normalsaat / Amazone	Normalsaat / Mulchsaat	Spätsaat / Amazone
2024	Aussaat		16.10	17.10	13.11
	Aufgang		31.10	01.11	Nicht erfasst
	Bodenbedeckung Winterweizen	Vor Winter (01.11.2023)	5 %	3 %	0 %
		Nach Winter (07.03.2024)	20 %	20 %	15 %
		EC 31 (19.04.2024)	50 %	60 %	85 %
		Zur Ernte (20.07.2024)	65 %	45 %	70 %
	Unkrautbedeckung	Vor Winter (01.11.2023)	6 %	4 %	3 %
		Nach Winter (07.03.2024)	35 %	40 %	8 %
		EC 31 (19.04.2024)	9 %	18 %	2 %
		Zur Ernte (20.07.2024)	8 %	36 %	3 %
	Ertragsniveau [dt/ha] nichtrandomisiert		63	61	67
2025	Aussaat		18.09.2024	18.09.2024	17.10.2024
	Aufgang		01.10.2024	01.10.2024	Nicht erfasst
	Bodenbedeckung Winterweizen	Vor Winter (29.11.2024)	63 %	85 % (Hauptsächlich Zwischenfrucht)	8 %
		Nach Winter (24.03.2025)	25 %	15 %	25 %
		EC 31 (26.05.2025)	51 %	36 %	75 %
	Unkrautbedeckung	Vor Winter (29.11.2024)	Nicht erfasst	Nicht erfasst	Nicht erfasst
		Nach Winter (24.03.2025)	26 %	13 %	3 %
		EC 31 (26.05.2025)	3 %	10 %	1 %
2026	Aussaat		25.09.2025	25.09.2025	12.10.2025
	Aufgang		05.10.2025	05.10.2025	25.10.2025
	Bodenbedeckung Winterweizen	Vor Winter (08.12.2025)	36 %	35 %	21 %
		Nach Winter (06.03.2026)	46 %	41 %	29 %
		EC 31 (27.04.2026)	74 %	57 %	64 %
		Zur Ernte	Nicht erfasst	Nicht erfasst	Nicht erfasst
	Unkrautbedeckung	Vor Winter (08.12.2025)	2,5 %	12,5 %	3 %
		Nach Winter (06.03.2026)	1,5 %	9,5 %	7,5 %
		EC 31 (27.04.2026)	2,0 %	12 %	9,3 %
		Zur Ernte	0,5 %	6 %	4 %
	Ertragsniveau [dt/ha] nichtrandomisiert		86	79	77

Die Weizenerträge zeigen, dass alle drei getesteten Systeme als relativ gleichranging bewertet werden können. Es konnten keine größeren Verluste bei einer Mulch- oder Spätsaat gegenüber der Standardvariante festgestellt werden. In der Mulchvariante ist auf Grund des weiteren Reihenabstandes stärker auf die Verunkrautung zu achten. Unabhängig von dem Aussaatverfahren nimmt die Entwicklung der Zwischenfrucht vor dem Winterweizen einen wesentlichen Einfluss auf die Etablierung und Entwicklung des Winterweizens ein. Dementsprechend sollte die Bearbeitung vor der Weizenaussaat angepasst werden. Im Mulchsaatverfahren kann ein später Schröpfschnitt für die Weizenentwicklung hilfreich sein.

7 Fazit

Mit den Bonituren und Beobachtungen der beiden Teilversuche konnten bereits einige Kulturarten als ungeeignet ausgeschlossenen werden. Weiterhin bedarf es für eine Praxisempfehlung noch einer weiteren Optimierung des Anbauverfahrens. Folgende Fragen bleiben derzeit noch unbeantwortet:

1. Welche Strategie sollte bei der Unkrautbehandlung im Winterraps mit Beisaaten genutzt werden?
2. Wie ist die tatsächliche N-Transferleistung der geprüften Fruchtarten?
3. Welche Kulturarten erweisen sich zu welchem Saattermin geeignet und erfolgreich?
4. Wie kann die Problematik „Ausfallraps“ effektiv gelöst werden?
5. Wie kann die Bestandesführung des Winterweizens in Mulchsaat optimiert werden?

Um diese offenen Fragen zu beantworten, soll der Versuch weitergeführt und jedes Jahr neu evaluiert werden. Kurzfristige Ziele sind dabei die weitere Prüfung einzelner Kulturarten und -mischungen auf deren Eignung, die Anpassung und Optimierung der Bei- und Untersaatenetablierung und die Optimierung des Anbaus des Fruchtfolgegliedes Winterraps–Zwischenfrucht–Winterweizen mit besonderem Augenmerk auf die Mulchsaat. Mittelfristig sind die Messung der N-Frachten geeigneter Kulturarten mittels mobiler Saugkerzen vorgesehen und die Zusammenführung der beiden Teilversuche. Langfristig soll das optimierte Fruchtfolgeglied „Winterraps-Zwischenfrucht-Winterweizen“ für die Praxis-Beratung genutzt werden.

8 Anhang Abbildungen



Abbildung A 1: Gut etablierte Untersaatbestände im weiteren Vegetationsverlauf 2023/2024 am Standort Gülzow

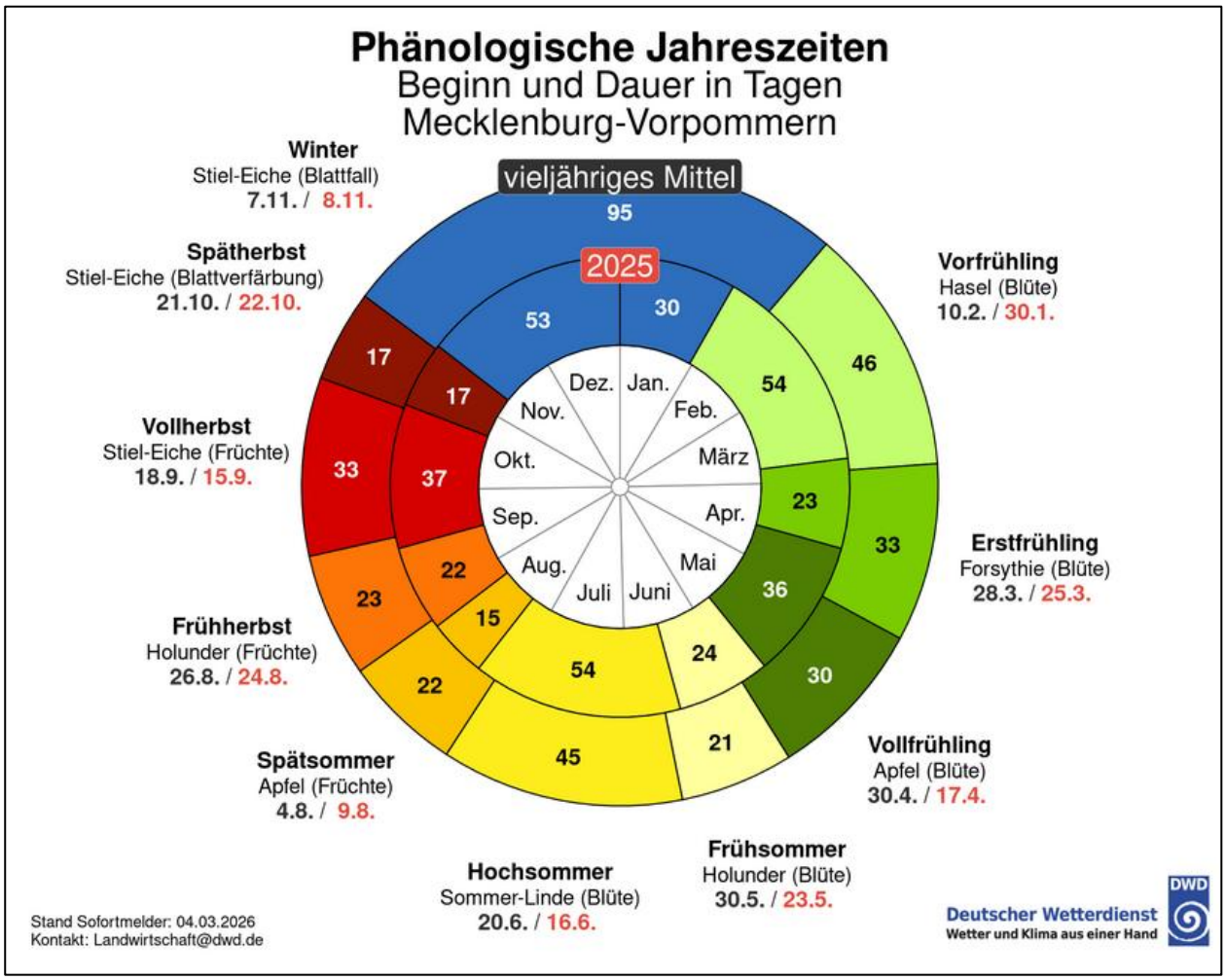


Abbildung A 2: Phänologische Daten des Anbaujahres 2025 in Mecklenburg-Vorpommern



Abbildung A 3: Ausfallraps am Standort Gülzow (Foto vom 25.07.2024)



Hanf



Terralife Aquapro



Quinoa



Hirse

Abbildung A 4: Mähdruschsaat zum Termin T3 in 2024 (Fotos vom 7.10.2024)



Dt. Weidelgras Starfire T1



Zichorie T1



Spitzwegerich T1



Dt. Weidelgras Starfire T2

Abbildung A 5: Untersaaten der Saattermine T1 und T2 in 2024 (Fotos vom 7.10.2024)



Abbildung A 6: Zwischenfrucht mit Saattermin T4 in 2024 (Fotos vom 8.10.2024)

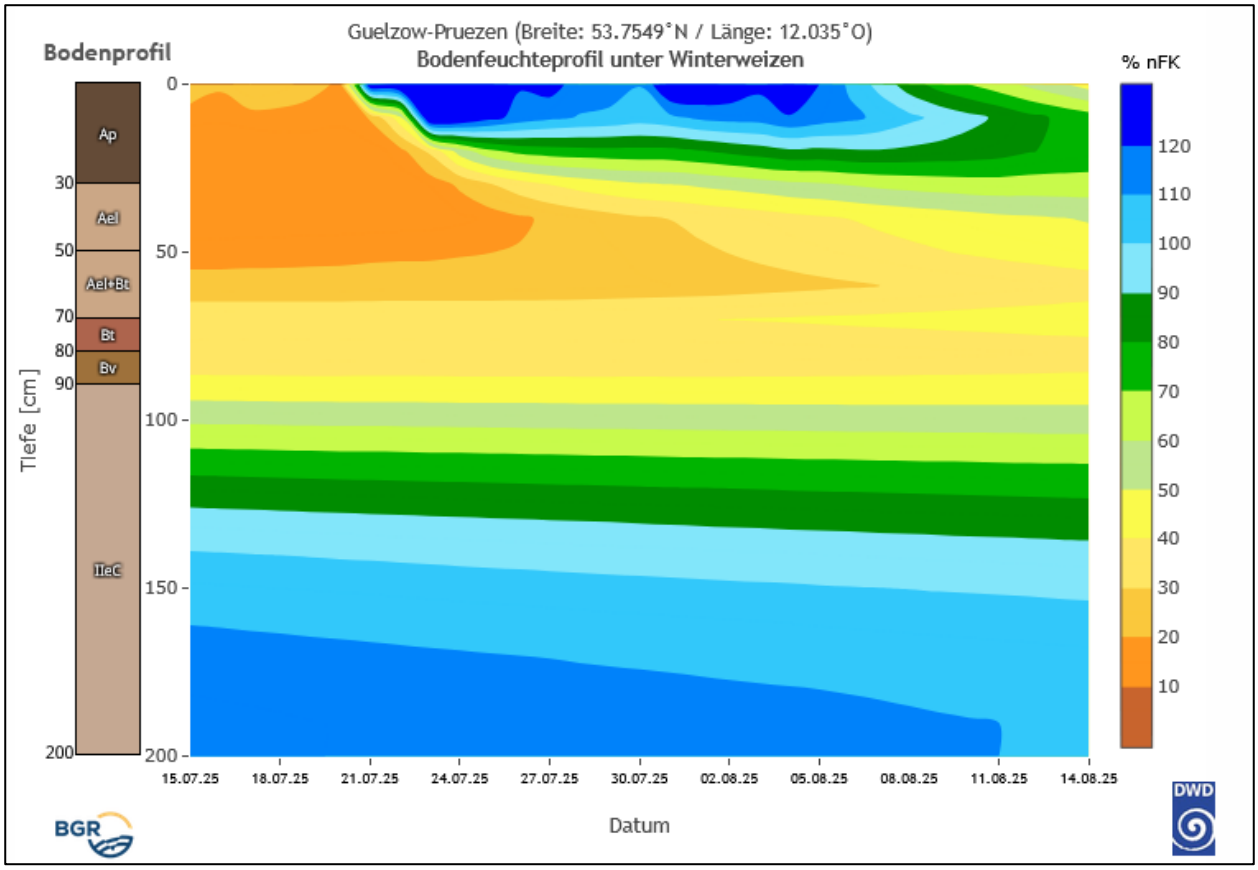


Abbildung A 7: Nutzbare Feldkapazität in 2025 zur Aussaat T3 am Standort Gülzow

Mecklenburg-Vorpommern

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Meteorologische Daten – DWD-Wetterstation·Gülzow

August 2025

Tag	Lufttemperaturen in °C				Bodentemperaturen - unbewachsen - Mittelwerte in °C				
	2m	2 m	2 m	5 cm					
	Tmitt	Tmax	Tmin	Tmin	-5 cm	-10 cm	-20 cm	-50 cm	-100 cm
Pentade	mitt	max	min	mitt	mitt	mitt	mitt	mitt	mitt
1	17,1	23,5	12,0	12,7	18,6	18,7	18,8	18,9	18,6
2	18,4	27,1	10,8	10,7	21,6	21,1	20,5	19,3	18,4
3	21,3	33,3	9,7	12,2	26,3	25,5	24,3	22,1	19,6
4	17,5	26,8	8,4	8,5	24,1	24,0	23,8	22,9	20,9
5	14,2	21,3	5,9	7,2	17,2	17,8	18,7	20,1	20,2
6	17,9	26,9	9,5	11,0	19,9	19,7	19,4	19,0	18,7
Dekade									
1	17,8	27,1	10,8	11,7	20,1	19,9	19,6	19,1	18,5
2	19,4	33,3	8,4	10,3	25,2	24,8	24,1	22,5	20,2
3	16,2	26,9	5,9	9,3	18,5	18,7	19,0	19,5	19,5
Monat	17,8	33,3	5,9	10,4	21,3	21,1	20,9	20,3	19,4

Meteorologische Daten – DWD-Wetterstation·Gülzow

September 2025

Tag	Lufttemperaturen in °C				Bodentemperaturen - unbewachsen - Mittelwerte in °C				
	2m	2 m	2 m	5 cm					
	Tmitt	Tmax	Tmin	Tmin	-5 cm	-10 cm	-20 cm	-50 cm	-100 cm
Pentade	mitt	max	min	mitt	mitt	mitt	mitt	mitt	mitt
1	18,8	27,3	12,1	12,2	20,4	20,4	20,2	19,7	18,7
2	16,6	24,6	7,0	9,1	18,0	18,0	18,3	18,6	18,5
3	14,9	21,8	9,8	8,7	15,6	16,0	16,6	17,5	17,8
4	17,1	27,2	11,8	11,1	16,5	16,4	16,3	16,5	16,9
5	12,2	23,9	1,0	4,2	14,2	14,6	15,3	16,3	16,8
6	11,5	19,1	2,8	2,9	13,9	14,0	14,3	14,9	15,7
Dekade									
1	17,7	27,3	7,0	10,6	19,2	19,2	19,3	19,1	18,6
2	16,0	27,2	9,8	9,9	16,1	16,2	16,5	17,0	17,4
3	11,9	23,9	1,0	3,6	14,0	14,3	14,8	15,6	16,2
Monat	15,2	27,3	1,0	8,0	16,4	16,6	16,9	17,2	17,4

Abbildung A 8: Temperaturangaben ausgesuchter Monate am Standort Gülzow in 2025



Abbildung A 9: Zwischenfrucht nach den Saatterminen T3 und T4 in 2025 (Fotos vom 19.09.2025)

9 Literaturverzeichnis

Baraibar, B.; Barbercheck, M. E.; Bunchek, J.; Curran, W. S.; Finney, D. M.; Hunter, M. C. et al. (2018): Growing degree days and cover crop type explain weed biomass in winter cover crops. In: *1774-0746*. DOI: 10.1007/s13593-018-0543-1.

Bull, I. (2021a): Kein Zusammenhang zwischen N-Saldo und N-Austrag? Analyse von Nitrat im Sickerwasser. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 32(2021)146-147.

Bull, I. (2021b): Minderung diffuser Nährstoffausträge aus drainierten landwirtschaftlichen Flächen - EIP DRAINFIT Teilprojekt Sickerwasser. Abschlussbericht. **https://www.landwirtschaft-mv.de/Fachinformationen/Wasserrahmen/?id=1306&processor=processor.sa.lfaforenbeitrag.**

Bull, I. (2023): Düngung und Nitratauswaschung. Wir haben gemessen.

Burger, M.; Dumlao, M. R.; Wang, J.; Moradi, B. A.; Horwath, W. R.; Silk, W. K. (2017): Cover Crop Development Related to Nitrate Uptake and Cumulative Temperature. In: *0011-183X*. DOI: 10.2135/cropsci2016.09.0741.

Epperlein, J.; Schmidt, A.; Fromme, B.; Klarhölter, T. (2018): Anbau von Winterraps mit Begleitpflanzen. Leguminosen sind sicher abgefroren. In: Landwirtschaft ohne Pflug 06(2018)19-23.

Gurgel, A.; Riebe, K. (2021): Nutzung von Leguminosenuntersaaten zur Senkung des N-Dünger-Einsatzes im Winterraps. In: Jahresbericht 2020 der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. 31.

Kellerhoff, D.; Hoppe, M.; Laser, H. (2024): Trifolium pratense L., Plantago lanceolata L. und Cichorium intybus L. in Dauergrünlandsystemen unter dem Aspekt zunehmender Häufigkeiten von Trockenheit. Hg. v. Fachhochschule Südwestfalen. Fachbereich Agrarwirtschaft.

Liu, J.; Olhnuud, A.; Li, Z.; Li, H.; Fornara, D.; Zhang, W.; Liu, Y. (2025): Cover crop mixtures enhance multiple ecosystem functions: A global meta-analysis. In: *Journal of Applied Ecology* 62 (8), S. 1914–1928. DOI: 10.1111/1365-2664.70089.

Paetsch, C. (1994): Untersaaten in Winterraps als alternatives Verfahren der Unkrautregulierung. Versuchsergebnisse Biestow, Tützpatz 1991-1994. Landesforschungsanstalt für nachwachsende Rohstoffe und Gartenbau Rostock-Biestow. Unveröffentlicht.

Peters, J. (2026): Beisaaten im Winterraps. Zwischenbericht. Landesanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-mv.de/serviceassistent/download?id=1688624.

Ramp, C.; Bull, I.; Wegner, C.; Kureck, L. (2015): Stickstoffkonservierung durch Zwischenfrüchte über Winter in Abhängigkeit von der Pflanzenart und dem Aussaattermin. In: Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei. 55(2021)67-73.

Schäfer, T. (2021): Erste Ergebnisse zur Stickstoffdynamik nach Blattfrüchten (Raps und Ackerbohne). Unveröffentlicht.

Schulz, J-H.; Trippner, J.; Wreesmann, L.; Friedrich, T.; Boulestreau, Y. (2026): Regenerative Landwirtschaft. Permanente Bodenbedeckung und ganzjährig lebende Wurzeln. DLG-Merkblatt 505. Online verfügbar unter https://www.dlg.org/mediacenter/dlg-merkblaetter/dlg-merkblatt-505-regenerative-landwirtschaft-permanente-bodenbedeckung-und-ganzjaehrig-lebende-wurzeln?utm_source=gemini#:~:text=Es%20ist%20eine%20m%C3%B6glichst%20dicke%20und%20komplette,geringsten%20Bodenbedeckung%20ist%20gew%C3%B6hnlich%20nach%20erfolgter%20Saat., zuletzt geprüft am 14.09.2026.

Schulz, R.-R.; Schumann, W. (2002): Verminderung von Stickstoffverlusten im Winterrapsanbau. Abschlussbericht. Hg. v. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg Vorpommern. Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft. Gülzow-Prüzen.

Verband der Landwirtschaftskammern, VLK (2019): Klimawandel und Landwirtschaft – Anpassungsstrategien im Ackerbau. Fachinformationen 1-14.

Ziesemer, A. (2018): Ergebnisse des Sommergetreides aus den Referenzbetrieben der LFA. **https://www.landwirtschaft-mv.de/serviceassistent/download?id=1598858**.

Ziesemer, A. (2000-2020) Mähdruschfruchtauswertung. **https://www.landwirtschaft-mv.de/Fachinformationen/Agraroekonomie/OekoPflanzenproduktion/**.