Versuchsbericht

Vergleich verschiedener Zwischenfrüchte in Reinsaaten und Mischungen unter pflanzenbaulichen Parametern und Naturschutzaspekten

Versuchszeitraum: 2014 bis 2015

Durchführung

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich Ökolandbau

Bioland Niedersachsen

Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN)

Ingenieurgemeinschaft Landwirtschaft und Umwelt (IGLU)

Finanzielle Unterstützung:

Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Camena

DSV

Impressum

Herausgeber

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Mars-la-Tour-Str. 1 – 13
26121 Oldenburg

Fachbereich 3.10, Ökologischer Landbau
Wunstorfer Landstraße 9
30453 Hannover

Markus Mücke
Tel.: 0511/3665-4378
E-Mail: Markus.Muecke@lwk-niedersachsen.de

Florian Rohling
Tel.: 0511/3665-4294
E-Mail: Florian.Rohlfing@lwk-niedersachsen.de

www.lwk-niedersachsen.de

Projektpartner

Bioland Niedersachsen

Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN)

Ingenieurgemeinschaft Landwirtschaft und Umwelt (IGLU)

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der Deutschen Saatveredelung AG und Camena Samen für die Bereitstellung des Saatgutes und für die finanzielle Unterstützung. Außerdem gilt der Dank den Autorinnen und Autoren des Kompetenzzentrums Ökolandbau Niedersachsen und des Bioland Verbandes sowie dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz für die finanzielle Unterstützung des Versuches.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Zielsetzung 2

3 Ziele des Zwischenfruchtanbaus 3

4 Versuchsteil – N-Aufnahme und Unkrautunterdrückung 4

4.1 Versuchsbeschreibung – Material und Methoden 4

4.2 Ergebnisse 7

4.2.1 Massenbildung und Pflanzenlänge der Zwischenfrüchte 7

4.2.2 Bodendeckungsgrad und Unkrautunterdrückung der Zwischenfrüchte 10

4.2.3 Biomasseertrag und Inhaltsstoffe der Zwischenfruchtaufwüchse 13

4.2.4 N_{min}-Gehalte im Boden 14

4.2.5 Erträge und Qualitäten der Folgefrucht 17

4.3 Zusammenfassung des Versuchsteils 18

4.4 Fazit für die Praxis 19

5 Versuchsteil - Ermittlung der N- Effizienz verschiedener Zwischenfrüchte und Gemenge 21

5.1 Beschreibung des Vorhabens 21

5.2 Methode zur Ermittlung des Sickerwassers: 21

5.3 Ergebnisse 24

5.4 Zusammenfassung des Versuchsteils 25

6 Versuchsteil - Vergleich verschiedener Zwischenfrüchte und -mischungen unter pflanzenbaulichen und Naturschutzaspekten 26

6.1 Einleitung 26

6.2 Fragestellung 26

6.3 Material/Methoden 26

6.4 Ergebnisse 27

6.4.1 Pflanzenvielfalt 27

6.4.2 Blühspanne und Deckungsgrad der Blüten 28

6.4.3 Insektenaktivität 32

6.4.4 Strukturvielfalt 34

6.5 Zusammenfassung des Versuchsteils 36

7 Literaturverzeichnis 38

8 Anhang 39

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tab. 1: Zwischenfruchtvarianten 2014

Tab. 2: Zwischenfruchtvarianten 2015

Tab. 3: Standortdaten Zwischenfruchtversuch 2014 und 2015

Tab. 4: Lageplan, Zwischenfrüchte vor Dinkel 2015

Tab. 5: Zwischenfruchtvarianten

Tab. 6: Sickerwasserkonzentrationen mg/l in den 3 Varianten

Tab. 7: Bewertung der Pflanzenvielfalt der unterschiedlichen Ansaaten

Tab. 8: Bewertung der Pflanzenvielfalt der unterschiedlichen Ansaaten

Tab. 9: Einzelbewertung der Strukturvielfalt der Ansaaten im Verlauf des Versuchs

Tab. 10: Bewertung der einzelnen Aspekte der Zwischenfrucht-Ansaaten aus Naturschutzsicht

Abb. Titel: Bilder aus Versuchsvarianten. Quelle: K. Seidel.

Abb. 1: Zwischenfruchtversuch im September 2014. Links: Übersicht über alle Varianten. Rechts: Unkrautbesatz in der Kontrollvariante.

Abb. 2: Massenbildung der verschiedenen Zwischenfrüchte im Jahr 2014 zu fünf Boniturterminen. Auf der Y-Achse ist die Boniturnote dargestellt. Eine höhere Boniturnote beschreibt eine bessere Massenbildung.

Abb. 3: Massenbildung der verschiedenen Zwischenfrüchte im Jahr 2015 zu drei Boniturterminen. Auf der Y-Achse ist die Boniturnote dargestellt. Eine höhere Boniturnote beschreibt eine bessere Massenbildung

Abb. 4: Oberirdische Pflanzenlänge der verschiedenen Zwischenfrüchte in cm zu fünf Boniturterminen im Jahr 2014.

Abb. 5: Oberirdische Pflanzenlänge der verschiedenen Zwischenfrüchte in cm zu drei Boniturterminen im Jahr 2015.

Abb. 6: Bodendeckungsgrad der verschiedenen Zwischenfrüchte zu fünf Boniturterminen im Jahr 2014

Abb. 7: Bodendeckungsgrad der verschiedenen Zwischenfrüchte zu drei Boniturterminen im Jahr 2015.

Abb. 8: Bodendeckungsgrad der Unkräuter in den Parzellen der verschiedenen Zwischenfrüchte zu fünf Boniturterminen im Jahr 2014.

Abb. 9: Bodendeckungsgrad der Unkräuter in den Parzellen der verschiedenen Zwischenfrüchte zu drei Boniturterminen im Jahr 2015.

Abb. 10: Trockenmasseerträge, N-Gehalte und N-Menge im oberirdischen Aufwuchs der verschiedenen Zwischenfrüchte im Jahr 2014.

Abb. 11: Trockenmasseerträge, N-Gehalte und N-Menge im oberirdischen Aufwuchs der verschiedenen Zwischenfrüchte im Jahr 2015.

Abb. 12: N_{min}-Gehalte im Boden der einzelnen Varianten von 0-90 cm von Juli 2014 bis März 2015.

Abb. 13: N_{min}-Gehalte im Boden der einzelnen Varianten von 0-90 cm von Juli 2015 bis März 2016.

Abb. 14: Kornertrag und Rohproteingehalt in der TM von Dinkel nach verschiedenen Zwischenfrüchten im Erntejahr 2015.

Abb. 15: Kornertrag und Rohproteingehalt in der TM von Dinkel nach verschiedenen Zwischenfrüchten im Erntejahr 2016.

Abb. 16: Lage der Versuchsanlage zwischen Jeddingen und Wittorf bei Visselhövede

Abb. 17: Niederschlagsmengen im Beprobungszeitraum 05.08.-30.09.2015

Abb. 18: Stickstoffverlagerung unter Zwischenfruchtvarianten 2015

Abb. 19: Entwicklung der Blütendeckung der Blühmischung bzw. der Spontanvegetation auf der Kontrollfläche 2014 und 2015 im Vergleich (Zeitleiste beginnt mit Aussaat-Termin).

Abb. 20: Eine Parzelle des Gelbsenfs mit einem Blütendeckungsgrad von 90% aufgenommen am 16. September 2014 (Foto: B. Petersen/KÖN).

Abb. 21: Blühdauer der verschiedenen Ansaaten bzw. in der Kontrolle der Spontanvegetation in Tagen (grün = lange Blühdauer; orange = mittlere Blühdauer; rot = kurze Blühdauer) in 2014 und 2015 im Vergleich.

Abb. 22: Links eine Parzelle mit Phacelia mit einem Blütendeckungsgrad von ca. 10%, rechts mit einem Deckungsgrad von ca. 20% (Fotos: B. Petersen/KÖN).

Abb. 23: Blütenbesucher in den Versuchsparzellen 2014 (von oben links nach unten rechts: Honigbiene, Mistbiene und Wildbiene, Bläuling, Kleiner Fuchs, Schwebfliege, Admiral, Ackerhummel, Gammaeule, Schwebfliege, Schwebfliege) (Fotos: B. Petersen/KÖN).

Abb. 24: Entwicklung der Struktur einer Parzelle der Mischung TerraLife-Solanum TR Öko vom 20. August bis 10. Oktober 2014. Der zunächst eher einheitliche Pflanzenbestand wurde zum Ende hin wesentlich variabler und strukturreicher (Fotos: B. Petersen/KÖN).

Abb.25: Durchschnittliche Bewertung der Strukturvielfalt der Ansaaten bzw. in der Kontrolle der Spontanvegetation (orange = mäßige Strukturvielfalt, rot = geringe Strukturvielfalt).

1 Einleitung

Beim Stoppelzwischenfruchtanbau greifen Landwirte häufig auf Reinsaaten zurück. Dabei verfolgt der Landwirt mit dem Zwischenfruchtanbau sowohl pflanzenbaulich als auch aus Sicht des Naturschutzes unterschiedliche Ziele. Diese können die Festlegung von Residualnährstoffen, die Beikrautunterdrückung, die Schaffung von Nahrungsquellen für Blütenbestäuber oder auch die Futternutzung sein.

Verschiedene Saatgutfirmen bieten seit geraumer Zeit Zwischenfruchtmischungen an, teilweise auch speziell für den ökologischen Landbau. Durch die verschiedenen Komponenten in den Mischungen sollen unterschiedliche positive Wirkungen des Zwischenfruchtanbaus kombiniert werden können, zum Beispiel tiefe Durchwurzelung mit Unkrautunterdrückung und legumer N_2-Fixierung. Diese Zwischenfruchtmischungen liegen preislich häufig deutlich über den Standard-Zwischenfrüchten wie Gelbsenf, Ölrettich oder Phacelia.

Inwieweit Zwischenfrucht-Reinsaaten und Zwischenfruchtmischungen positive Folgeeffekte (Steigerung Ertrag und/oder Qualität der Folgefrüchte) erzielen können, ist in einem zweijährigen Versuch überprüft worden. Dazu sind nach dem Anbau verschiedener Zwischenfrucht-Reinsaaten und Zwischenfruchtmischungen die Erträge und Qualitäten einer Getreide-Folgefrucht (Dinkel) ermittelt worden. Zudem ist das Unkrautunterdrückungsvermögen der Zwischenfrucht (-mischungen) durch Ermittlung des Bodendeckungsgrades beurteilt worden. Darüber hinaus wurden die angebauten Zwischenfrüchte auch auf ihr Stickstoffkonservierungsvermögen untersucht.

Neben den positiven pflanzenbaulichen Aspekten (N-Bindung, Erosionsminderung) kann der Zwischenfruchtanbau auch einen großen Beitrag zum Naturschutz leisten. Hier könnte der Anbau von Zwischenfrüchten durch das Ausbringen von artenreichen Mischungen mit unterschiedlichen Blühterminen der Einzelkomponenten aufgewertet werden. Je mehr verschiedene Pflanzenarten auf der Fläche anzutreffen sind, desto mehr Tierarten profitieren davon. Wird das Blütenangebot verbessert, finden blütenbesuchende Insekten in einer ansonsten eher blütenarmen Zeit eine zusätzliche Nahrungsquelle.

2 Zielsetzung

Primäres Ziel war es, mit dem vom Land Niedersachsen, Camena Samen und Deutsche Saatveredelung AG finanziell unterstützten zweijährigen Versuchsvorhaben artenreiche Zwischenfruchtmischungen und -reinsaaten sowie die Folgekultur hinsichtlich der folgenden Punkte zu vergleichen:

1. Bodendeckungsgrad der Zwischenfrüchte und -mischungen (sechs Termine)
2. Blütenbildung (verschiedene Termine)
3. Biomasse/Erträge und Qualitäten der Aufwüchse (Zwischenfrucht und Folgefrucht) (oberirdisch)
4. N-Aufnahme der Zwischenfrucht (oberirdisch)
5. Unkrautdruck in der Folgekultur (Bodendeckung)
6. Entwicklung der Folgekultur (Bodendeckung/Massenbildung)
7. Ertrag und Qualität der Folgekultur

Zusätzlich war das Ziel eines zweiten Versuchsteils, in Zusammenarbeit mit dem Büro IGLU und dem Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen, die N-Effizienz von Zwischenfrüchten und -gemengen sowie die Sickerwasserverluste zu erfassen. Dieses sollte nur in den Parzellen mit Ölrettich, Beta Solanum Öko sowie in der Kontrollparzelle ohne Zwischenfrucht erfolgen. Ergänzend zu den oben beschriebenen Punkten wurden hier folgende Parameter erfasst:

1. Einbau von 3 Lysimeterwannen auf ca. 40 cm Tiefe für 5 Zeit-Messungen von Oktober bis März
2. Wurzelmassenbestimmung (Wiegung der Gesamtpflanze und Berechnung der Wurzelmasse aufgrund des relativen Anteiles am Gesamtgewicht).

Im dritten Versuchsteil wurde durch das Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen ein Vergleich verschiedener Zwischenfrüchte und –mischungen unter pflanzenbaulichen und Naturschutzaspekten durchgeführt. Die Fragestellung beinhaltet den Vergleich von artenreichen Zwischenfruchtmischungen zu Reinsaaten unter den Aspekten:

1. Pflanzenvielfalt
2. Blühdauer
3. Deckungsgrad der Blüten der Ansaat
4. Strukturvielfalt

3 Ziele des Zwischenfruchtanbaus

Durch den Zwischenfruchtanbau wird eine gezielte Begrünung der landwirtschaftlichen Nutzfläche, über die Vegetationszeit hinaus, angestrebt. Neben der Nährstoffkonservierung und weiteren nutzbringenden Effekten ist für den ökologischen Landbau besonders auch die Unkrautunterdrückung ein entscheidendes Argument. Doch auch die Futternutzung des Aufwuchses spielt für immer mehr Betriebe eine Rolle. Ziele des Zwischenfruchtanbaus sind (Zusammengestellt und ergänzt nach Wachendorf et al. 2018; Diepenbrock et al. 2016; Kolbe et al. 2004):

- Schutz der Residualnährstoffe, besonders Stickstoff, über die Wintermonate vor Auswaschung und damit Schutz des Grundwassers vor Nährstoffeintrag
- Schutz der Residualnährstoffe im Oberboden vor Wind- und Wassererosion durch Bewuchs der Bodenoberfläche
- Bildung von organischer Masse zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und -struktur
- Aufbruch und Reduzierung von Verdichtungen des Bodens durch tiefwurzelnde Zwischenfrüchte, wie beispielsweise Ölrettich
- Lebendverbauung des Bodens durch Wurzeln und Biomasse der Pflanzen zur Förderung einer günstigen Bodenstruktur
- Anregung des Bodenlebens und Aufbau von Humus durch Rückfuhr der organischen Masse im späteren Vegetationsverlauf
- Positive Wirkungen auf Folgefrucht, indem Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten mobilisiert oder Stickstoff aus der Atmosphäre fixiert und in Biomasse gebunden wird.
- Unkrautunterdrückung von etabliertem Zwischenfruchtbestand durch Licht-, Nährstoff-, und Wasserkonkurrenz oder durch allelopathische Effekte
- Blütenangebot für bestäubende Insekten außerhalb der Hauptvegetationszeit. Die zusätzliche Nahrungsquelle in Form von Nektar fördert die Artenvielfalt und erhöht damit auch das Auftreten von Nützlingen. Somit kann mit einer Erhöhung der Biodiversität gerechnet werden. Untersuchungen zeigen, dass hierdurch effektiv der Pathogendruck in der Fruchtfolge reduziert werden kann (Keesing et al. 2010).

Gleichzeitig ist es im Hinblick auf Fruchtfolgekrankheiten besonders wichtig genaue Überlegungen hinsichtlich der Artenwahl anzustellen. So können Kreuzblütler in Fruchtfolgen mit Kohlanbau zu Krankheitsübertragungen führen. Gleichzeitig spielt auch die Vermehrung von Nematoden eine Rolle, da einige Zwischenfrüchte als mögliche Wirte in Frage kommen. Ebenso ist besonders im ökologischen Anbau der Einsatz von Leguminosen als Zwischenfrüchte problematisch, da so eine „Leguminosenmüdigkeit“ induziert werden kann, sofern zusätzlich Leguminosen in der Fruchtfolge geplant sind. Ein weiterer zu beachtender Aspekt ist die rechtzeitige Mineralisierung der fixierten Nährstoffe und eine ausreichende Wasserversorgung im Frühjahr. Damit ein positiver Effekt der Nährstoffkonservierung für die Folgekultur eintritt, müssen die Nährstoffe passend zum Bedarf der Kultur wieder mineralisiert sein. Die Wirkungen der verschiedenen Zwischenfruchtvarianten auf die Folgefrucht wurden in diesem Versuchsvorhaben ebenfalls erfasst und analysiert.

4 Versuchsteil – N-Aufnahme und Unkrautunterdrückung

Markus Mücke, Christian Kreikenbohm und Florian Rohlfing
Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich Ökologischer Landbau

4.1 Versuchsbeschreibung – Material und Methoden

Der Versuch wurde als vollrandomisierte Blockanlage mit vierfacher Wiederholung je Variante angelegt. Die Parzellengröße betrug 36 m² Im Folgenden sind die vorgenommenen, vegetationsbegleitenden Bonituren und Untersuchungen aufgeführt:

- Bestimmung Nmin- und Grundnährstoffgehalte
- Bonituren: Pflanzenentwicklung (Massenbildung und Bodendeckung)
- Analyse der Pflanzeninhaltsstoffe
- Ertrag der Folgefrucht Dinkel
- Qualitätsuntersuchungen des Erntegutes der Folgefrucht Dinkel (Rohprotein, Sedimentationswert, Feuchtkleber und Fallzahl)

Nach der Vorfrucht Wintergerste mit Strohabfuhr wurde der Standort gegrubbert. Die Parzellen wurden mit versenkten Magneten eingemessen um eine spätere Bonitur zu ermöglichen. Folgend wurden im Jahr 2014 14 m³/ha und im Jahr 2015 13 m³/ha Schweinegülle zur Zwischenfrucht ausgebracht. Die Aussaat der Zwischenfrüchte erfolgte am 21.07.2014 und am 03.08.2015 jeweils in Drillsaat. Die Beerntung erfolgte am 30.09.2014 und am 22.09.2015. Anschließend wurden die Zwischenfruchtbestände am 15.10.2014 und am 28.09.2015 gemulcht. Als Nachfrucht folgte Dinkel, der am 21.10.2014 und am 3.10.2015 gesät wurde. Die Beerntung des Dinkels fand am 21.08.2015 und am 03.08.2016 mit einem Parzellenmähdrescher statt.

Tab. 1: Zwischenfruchtvarianten 2014

Nr.	**Variante mit Saatstärke**	**Zusammensetzung**
1	Ohne Zwischenfrucht	-
2	Gelbsenf (Camena) (20 kg/ha)	Sorte: Litember
3	Ölrettich (Camena) (25 kg/ha)	Sorte: Rego
4	Phacelia (Camena) (12 kg/ha)	Sorte: Lisette
5	Terra Life Solanum TR Öko (DSV) (50 kg/ha)	Alexandrinerklee, Lupine, Felderbse, Öllein, Ölrettich, Perserklee, Ramtillkraut, Serradella, Sommerwicke, Sinnenblume, Rauhafer, Rettich Deeptill, Sparriger Klee
6	TerraLife MaisPro Öko (DSV) (45 kg/ha)	Felderbse, Futterroggen, Inkarnatklee, Phacelia, Winterfutterraps, Winterwicken, Ramtillkraut, Sonnenblume, Alexandrinerklee, Schwedenklee, Sparriger Klee, Öllein, Leindotter
7	TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko (DSV) (20 kg/ha)	Alexandrinerklee, Perserklee, Phacelia, Esparsette, Serradella, Sparriger Klee, Ramtillkraut

8	Schnellbegrüner (Camena) (70 kg/ha)	Sommerwicken, Gelbsenf, Ölrettich
9	Lauenauer Aktivhumus (Camena) (70 kg/ha)	Lupinen, Futtererbse, Sommerwicken, Perserklee, Serradella, Phacelia, Futtermalve

Tab. 2: Zwischenfruchtvarianten 2015

Nr.	**Variante mit Saatstärke**	**Zusammensetzung**
1	ohne Zwischenfrucht	-
2	Gelbsenf (Camena) (20 kg/ha)	Sorte: Litember
3	Ölrettich (Camena) (25 kg/ha)	Sorte: Rego
4	Phacelia (Camena) (12 kg/ha)	Sorte: Lisette
5	Terra Life Solanum TR Öko (DSV) (50 kg/ha)	Alexandrinerklee, Lupine, Felderbse, Öllein, Ölrettich, Perserklee, Ramtillkraut, Serradella, Sommerwicke, Sonnenblume, Rauhafer, Rettich Deeptill, Sparriger Klee
6	TerraLife MaisPro Öko (DSV) (45 kg/ha)	Felderbse, Futterroggen, Inkarnatklee, Phacelia, Winterfutterraps, Winterwicken, Ramtillkraut, Sonnenblume, Alexandrinerklee, Schwedenklee, Sparriger Klee, Öllein, Leindotter
7	TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko (DSV) (20 kg/ha)	Alexandrinerklee, Perserklee, Phacelia, Esparsette, Serradella, Sparriger Klee, Ramtillkraut
8	Schnellbegrüner (Camena) (70 kg/ha)	Sommerwicken, Gelbsenf, Ölrettich
9	Lauenauer Aktivhumus (Camena) (70 kg/ha)	Lupinen, Futtererbse, Sommerwicken, Perserklee, Serradella, Phacelia, Futtermalve
10	TerraLife BetaSolanum Öko (DSV) (45 kg/ha)	Rauhafer, Ölrettich

Die Versuche wurden auf einem langjährig umgestellten Bio-Betrieb mit Schweinehaltung in Visselhövede angelegt. In Tab. 3 sind alle Standortdaten zusammengefasst dargestellt.

Tab. 3: Standortdaten Zwischenfruchtversuch 2014 und 2015

Versuchsstandort: Bioland-Betrieb Joachim Klopp, Visselhövede		
Versuchsjahr	2014	2015
Durchschnittstemperatur (˚C)	8,5	8,5
Jahresniederschlag (mm)	719	719
Bodenart	lS	lS
Ackerzahl	35	33
Grundnährstoffuntersuchung (direkt nach der Ernte der Vorfrucht, vor der Gülledüngung)	pH 5,7 P: 7 mg, Klasse C K: 8 mg, Klasse B Mg: 4 mg, Klasse B	pH 5,3 P: 7 mg, Klasse C K: 3 mg, Klasse B Mg: 5 mg, Klasse C
Vorkultur Nachkultur	Wintergerste Dinkel	Wintergerste Dinkel
Bodenbearbeitung zur Zwischenfrucht	Stroh abgefahren, 1x gegrubbert	Stroh abgefahren, 3x gegrubbert
Düngung zur Zwischenfrucht	14 m^3/ ha Schweinegülle	13 m^3/ ha Schweinegülle
Aussaattermin der Zwischenfrüchte	21.07.2014 Drillsaat	03.08.2015 Drillsaat
Beerntung der Zwischenfrucht	30.09.2014	22.09.2015
Mulchtermin der Zwischenfrucht	15.10.2014	28.09.2015
Aussaattermin Dinkel	21.10.2014 Drillsaat	03.10.2015 Drillsaat
Erntetermin Dinkel	21.08.2015	03.08.2016

4.2 Ergebnisse

Hinsichtlich des Wachstums der Zwischenfrüchte wurden die Parameter Massenbildung (Frohwüchsigkeit), Pflanzenlänge, Bodendeckungsgrad der Zwischenfrüchte, Bodendeckungsgrad der Unkräuter sowie der Biomasseertrag und die Inhaltsstoffe der Aufwüchse erhoben. Neben diesen Parametern der Wachstumsbeobachtungen wurde außerdem die N_{min}-Veränderung im Boden unter den einzelnen Parzellen erfasst und anschließend auch die Erträge und Qualitäten der Folgefrucht Dinkel.

Abb. 1: Zwischenfruchtversuch im September 2014. Links: Übersicht über alle Varianten. Rechts: Unkrautbesatz der Kontrollvariante.

4.2.1 Massenbildung und Pflanzenlänge der Zwischenfrüchte

Die Massenbildung oder auch Frohwüchsigkeit des Bestandes trägt maßgeblich zur Unkrautunterdrückung in den frühen Entwicklungsstadien bei. Dieser Parameter spielt besonders im ökologischen Anbau zusammen mit dem Bodendeckungsgrad und der Pflanzenlänge eine große Rolle hinsichtlich der Konkurrenzkraft gegen Unkräuter. Die unkrautunterdrückende Wirkung beruht auf der Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren Licht, Nährstoffe und Wasser.

Im Jahr 2014 zeigte sich hinsichtlich der Massenbildung, dass die Reinsaaten Gelbsenf und Ölrettich schon zu den frühen Boniturterminen eine sehr gute Wüchsigkeit aufwiesen (Abb. 2). Dies konnte ebenfalls von der Mischung „Schnellbegrüner“ erreicht werden. Dabei ist die Zusammensetzung aus Gelbsenf, Ölrettich und Sommerwicke vergleichbar mit den Varianten 2 und 3. Die Reinsaat Phacelia und die Mischungen in den Varianten 5, 6, 7 und 9 zeigten nur eine durchschnittliche Massenbildung.

Dieser Trend wurde auch in der Bonitur des Jahres 2015 bestätigt, jedoch war eine insgesamt geringere Wüchsigkeit der einzelnen Varianten zu den drei Boniturterminen zu beobachten (Abb. 3). Vergleichbar zum Jahr 2014 zeigte sich auch 2015, dass die Reinsaaten Gelbsenf, Ölrettich und die Mischung „Schnellbegrüner“ eine bessere Massenbildung aufwiesen als die übrigen Mischungen. Phacelia als Reinsaat und die weiteren Mischungen blieben dahinter zurück.

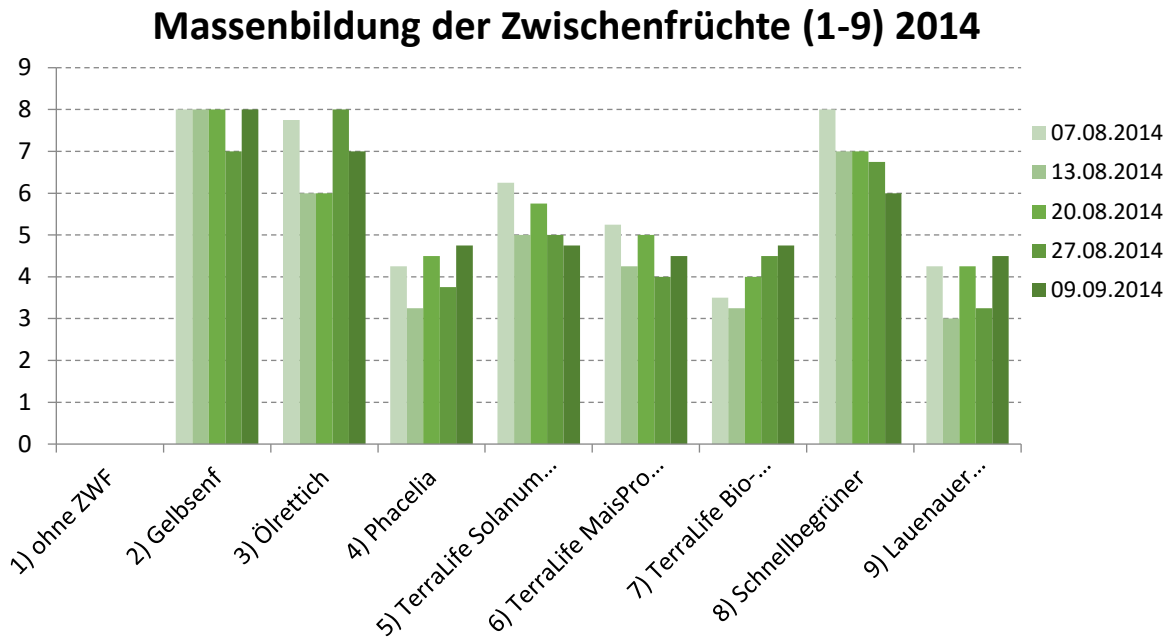


Abb.2: Massenbildung der verschiedenen Zwischenfrüchte im Jahr 2014 zu fünf Boniturterminen. Auf der Y-Achse ist die Boniturnote dargestellt. Eine höhere Boniturnote beschreibt eine bessere Massenbildung.

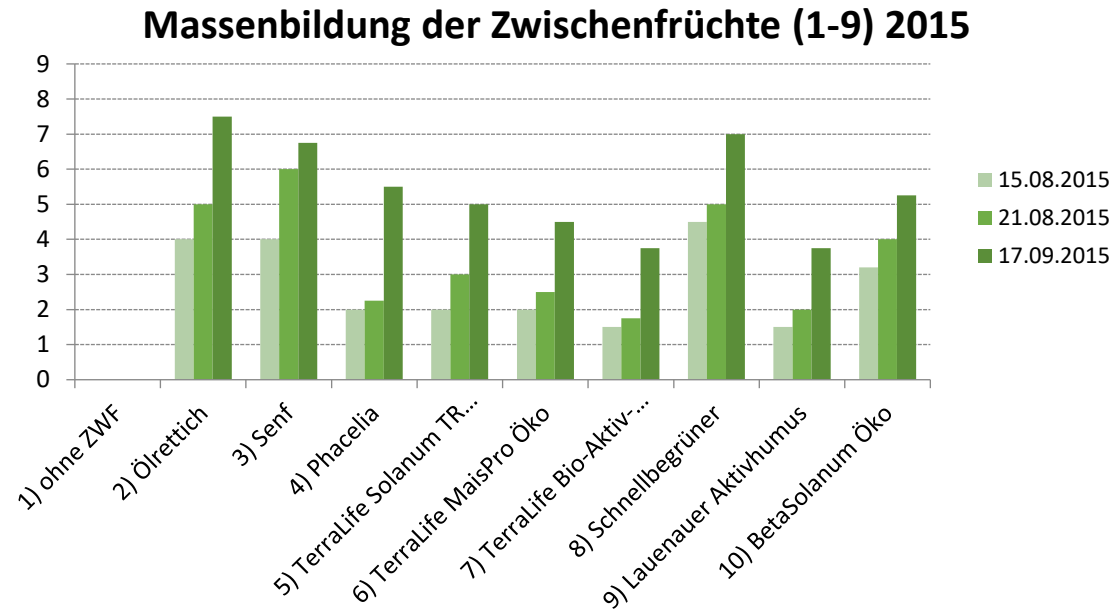


Abb. 3: Massenbildung der verschiedenen Zwischenfrüchte im Jahr 2015 zu drei Boniturterminen. Auf der Y-Achse ist die Boniturnote dargestellt. Eine höhere Boniturnote beschreibt eine bessere Massenbildung.

Neben der Massenbildung wurde auch die Pflanzenlänge in den Jahren 2014 und 2015 erfasst. Die Pflanzenlänge beeinflusst die Bodenbeschattung und damit die Konkurrenz um Licht. Sie kann aber auch als Indikator für gute Wachstumsbedingungen der jeweiligen Kultur

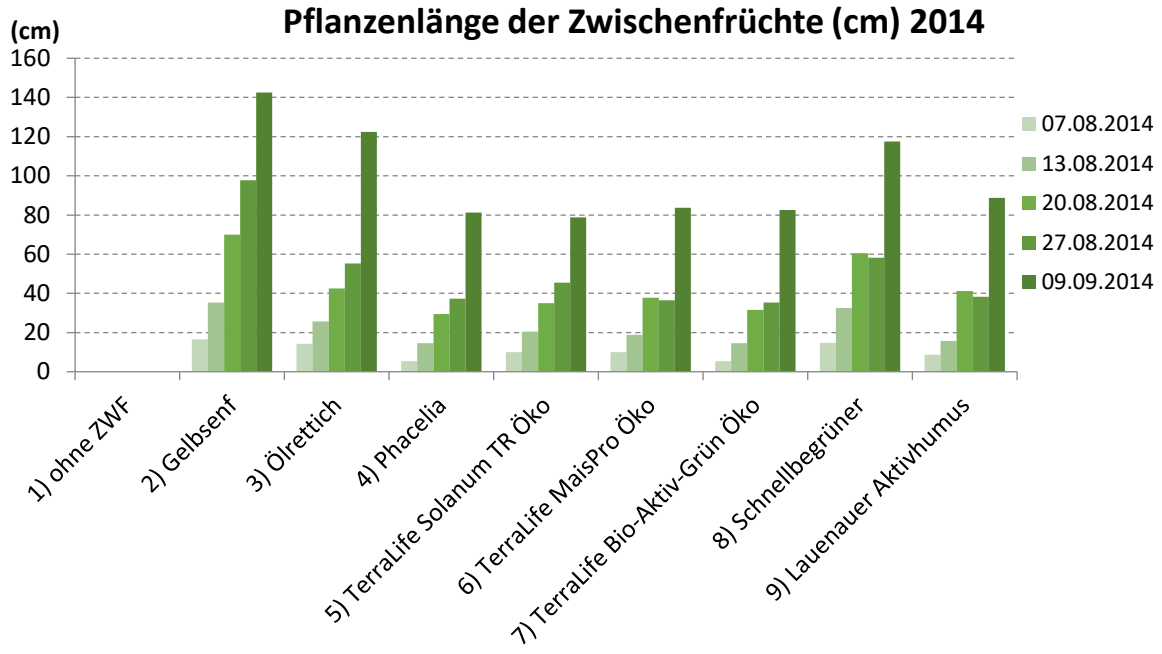


Abb. 4: Oberirdische Pflanzenlänge der verschiedenen Zwischenfrüchte in cm zu fünf Boniturterminen im Jahr 2014.

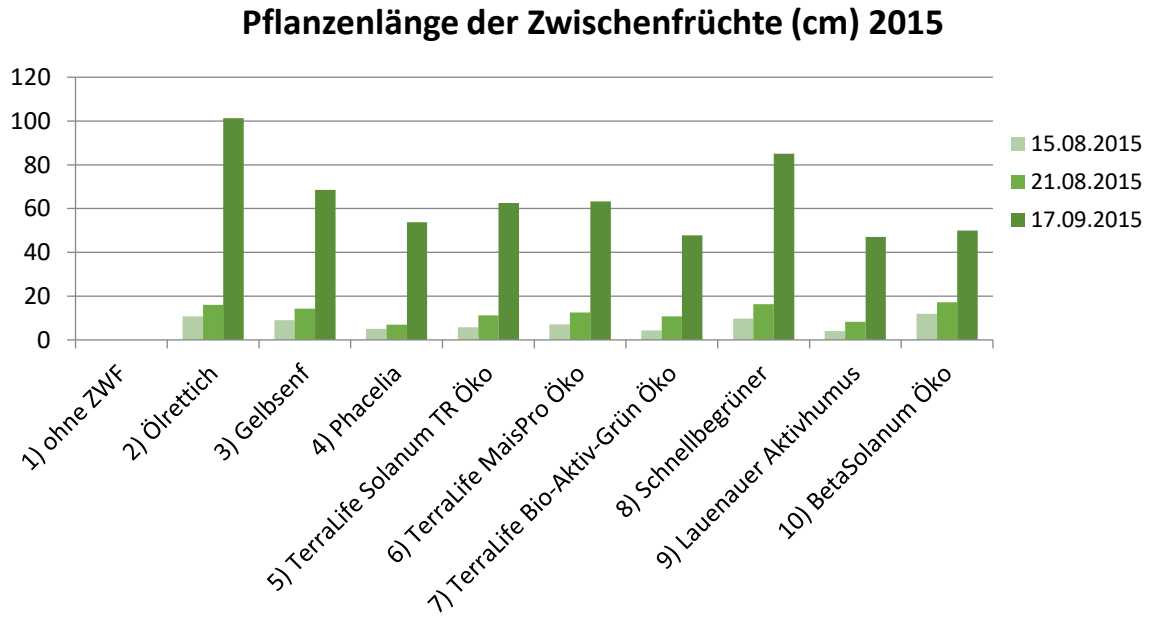


Abb. 5: Oberirdische Pflanzenlänge der verschiedenen Zwischenfrüchte in cm zu drei Boniturterminen im Jahr 2015.

dienen. Die Pflanzenlänge ist dabei artspezifisch. Gelbsenf und Ölrettich weisen eine genetisch bedingt größere Pflanzenlänge im Vergleich zu beispielsweise einigen Kleearten auf.

Die Bonitur der Pflanzenlänge zeigte ein ähnliches Bild wie schon bei der Massenbildung beschrieben. Die Varianten mit der maximalen Pflanzenlänge in den Jahren 2014 und 2015 waren Gelbsenf, Ölrettich und die Mischung „Schnellbegrüner“ (Abb. 4 und 5). Hierbei zeigte der Gelbsenf im Jahr 2015 ein deutlich geringeres Wachstum als im Jahr 2014. Insgesamt ist die Pflanzenlänge im Jahr 2015 über alle Varianten geringer als im Vorjahr. Auffällig ist jedoch, dass die Varianten 4 bis 7 wie auch 9 und 10 eine deutlich geringere Pflanzenlänge (>20 cm) aufwiesen, welche auch auf die artspezifische Wuchslänge der Einzelkomponenten zurückzuführen ist.

4.2.2 Bodendeckungsgrad und Unkrautunterdrückung der Zwischenfrüchte

Der Bodendeckungsgrad beschreibt die Blattfläche pro festgelegter Fläche Boden. Ein hoher Bodendeckungsgrad lässt auf eine hohe für Photosynthese zur Verfügung stehende Blattfläche schließen und somit auch zu einer hohen Assimilatbildung. Gleichzeitig beeinflusst dieser Parameter das Unkrautunterdrückungsvermögen der jeweiligen Art, da bei einer hohen Bodenbedeckung von einer besseren Beschattung des Bodens und somit einer höheren Konkurrenzkraft um den Wachstumsfaktor Licht ausgegangen werden kann. Ebenso steht eine hohe Bodenbedeckung der Evaporation entgegen, womit der Wasserhaushalt des Bodens geschützt wird und eine geringere Erosion durch Wasser und Wind erwartet werden kann.

Im Jahr 2014 zeigten die Varianten Gelbsenf, Ölrettich und Schnellbegrüner hinsichtlich der Bodendeckung die besten Werte. Wie in Abb. 6 dargestellt fielen diese Varianten schon beim ersten Boniturtermin Anfang August mit einer Bodendeckung von über 70 % auf, während alle

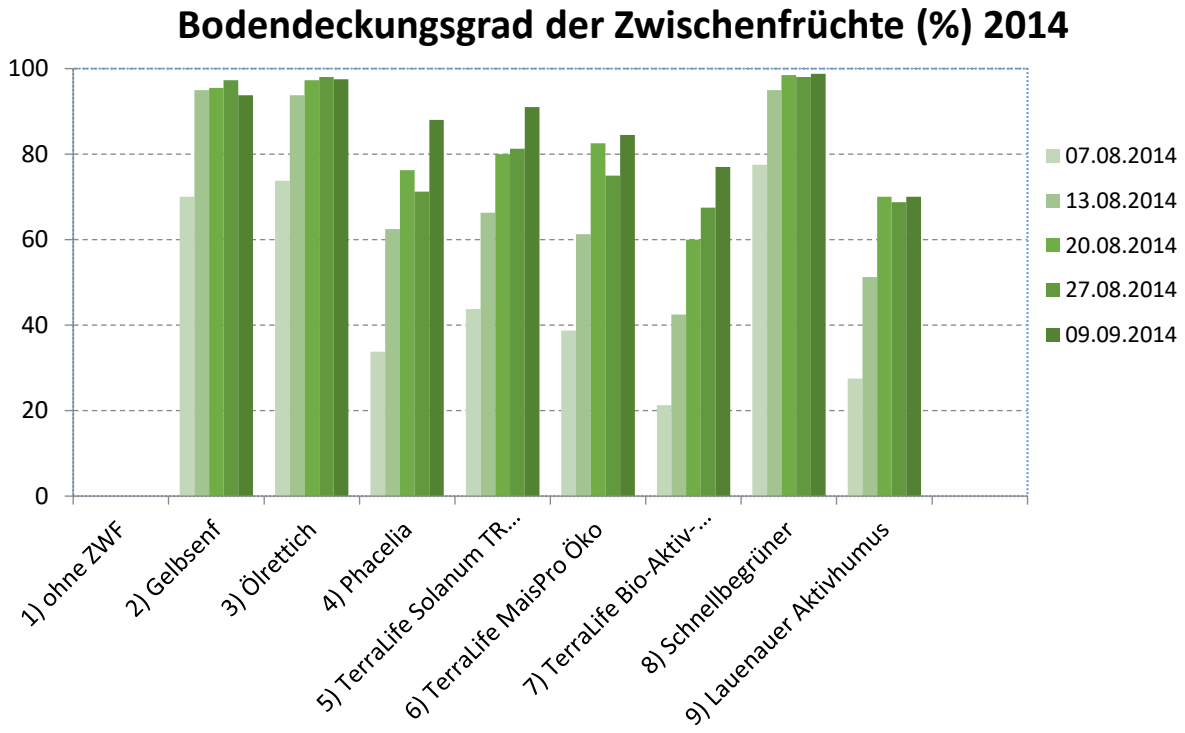


Abb. 6: Bodendeckungsgrad der verschiedenen Zwischenfrüchte zu fünf Boniturterminen im Jahr 2014

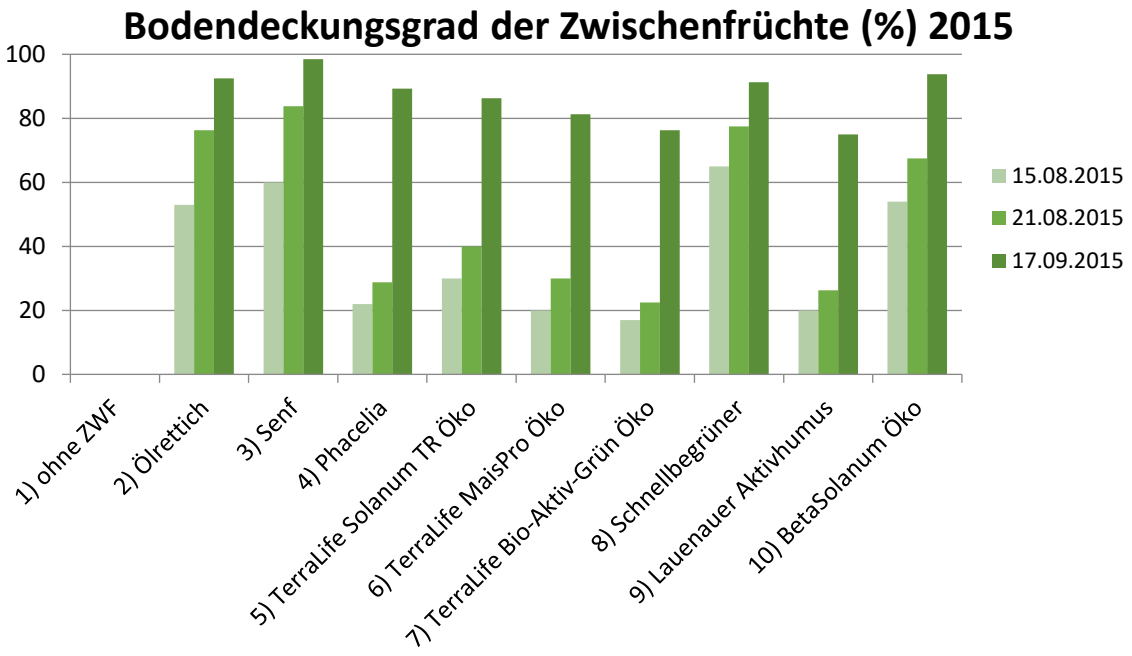


Abb. 7: Bodendeckungsgrad der verschiedenen Zwischenfrüchte zu drei Boniturterminen im Jahr 2015.

anderen Varianten unter 50 % Bodendeckung verblieben. Die maximale Bodendeckung erreichten die Varianten Gelbsenf, Ölrettich und Schnellbegrüner schon ab Mitte August. Die übrigen Varianten hingegen waren deutlich langsamer im Wuchs und erreichten ihren maximalen Bodendeckungsgrad meist erst am letzten Boniturtermin in der zweiten Septemberwoche. Dieser Trend zeichnete sich auch im Jahr 2015 ab, wobei aber die anfängliche Bodendeckung insgesamt geringer war und in allen Varianten die maximale Bodendeckung erst zum letzten Boniturtermin Mitte September erreicht wurde (Abb. 7). Die maximale Bodendeckung erreichte im Jahr 2015 der Gelbsenf mit 98,5 %. Ebenfalls mit einer sehr guten Bodendeckung eingestuft wurden die Varianten Ölrettich, Schnellbegrüner und die in diesem Versuchsjahr neue Variante „BetaSolanum Öko“. Insgesamt waren im Versuchsjahr 2015 die Abstände der Bodendeckungsgrade zwischen den unterschiedlichen Varianten zum letzten Boniturtermin geringer als im Vorjahr.

Der Bodendeckungsgrad beeinflusst zusammen mit den Parametern Massenbildung und Pflanzenlänge maßgeblich die Unkrautunterdrückung der verschiedenen Zwischenfrüchte. Somit ist die gute Unkrautunterdrückung der Varianten Gelbsenf, Ölrettich und Schnellbegrüner durch eine schnelle Massenbildung, eine hohe Pflanzenlänge und eine gute Bodenbedeckung zu begründen. Dieses findet sich in Abb. 8 wieder. In der Kontrolle war demnach am meisten Unkraut zu finden (Abb.1) während die Varianten Gelbsenf, Ölrettich und Schnellbegrüner einen Unkrautdeckungsgrad von maximal 5 % aufwiesen.

Gleiches zeigte sich auch im Jahr 2015 (Abb.9). Die besten Varianten waren Ölrettich, Gelbsenf und Schnellbegrüner. Die neue Variante BetaSolanum Öko zeigte anfänglich auch ein sehr gutes Unkrautunterdrückungsvermögen, lag jedoch beim letzten Boniturtermin bei einem Unkrautdeckungsgrad von 30 %. In beiden Jahren zeigten die Varianten 4 bis 7 und 9 deu-

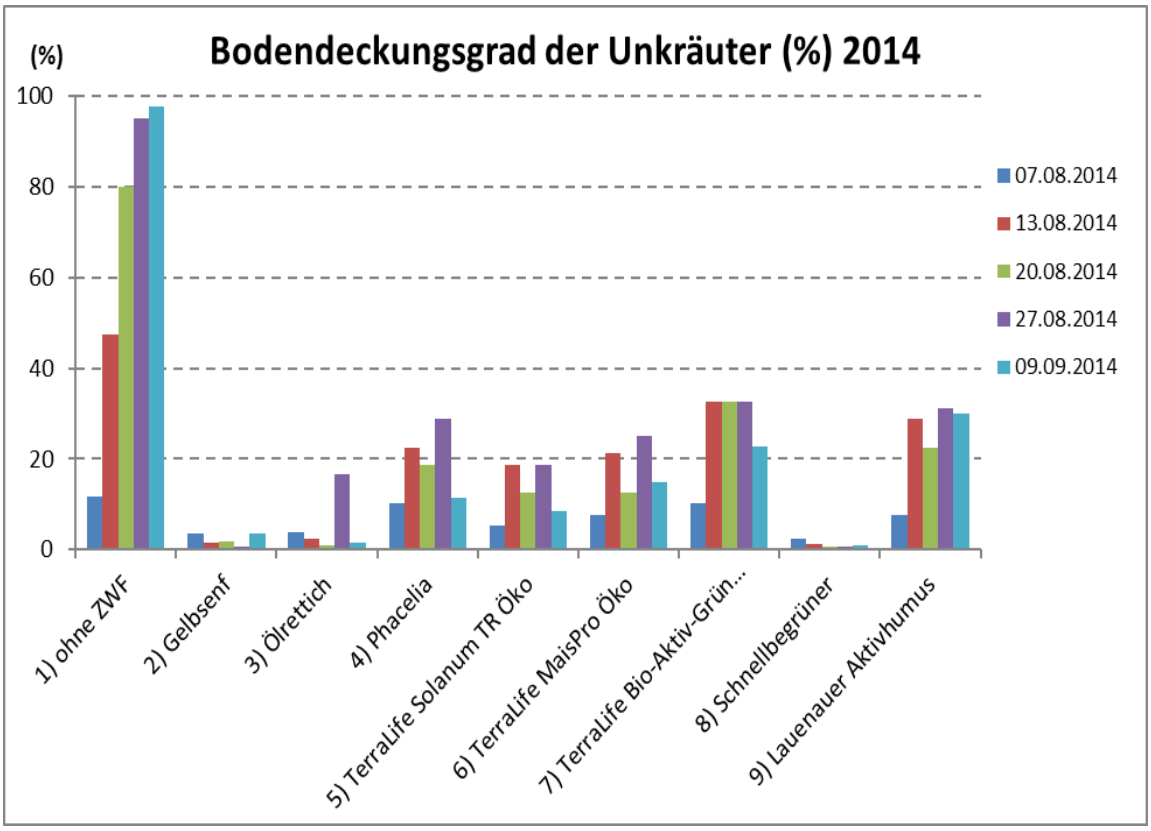


Abb. 8: Bodendeckungsgrad der Unkräuter in den Parzellen der verschiedenen Zwischenfrüchte zu fünf Boniturterminen im Jahr 2014. Quelle: Eigene Daten.

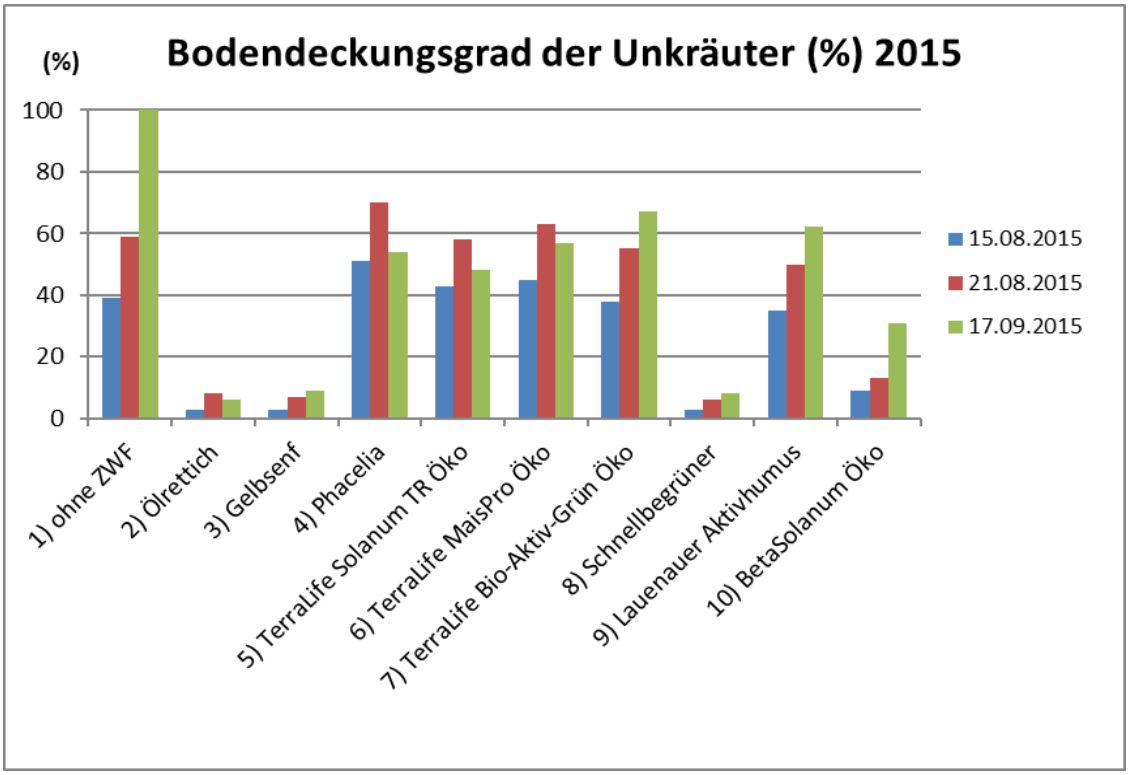


Abb. 9: Bodendeckungsgrad der Unkräuter in den Parzellen der verschiedenen Zwischenfrüchte zu drei Boniturterminen im Jahr 2015. Quelle: Eigene Daten.

tliche Schwächen in der Unkrautunterdrückung. Aufgrund der kurzen Vegetationszeit der Zwischenfrüchte bis zur Einsaat der Folgefrucht Dinkel lässt sich an dieser Stelle deshalb festhalten, dass eine schnelle Massenbildung und Bodenbedeckung, wie sie bei den Varianten Gelbsenf, Ölrettich und der Mischung Schnellbegrüner zu finden war, hinsichtlich der Unkrautunterdrückung als vorteilhaft zu beschreiben ist. Auch im weiteren Vegetationsverlauf konnten die artenreichen Mischungen in beiden Jahren das Niveau dieser Varianten nicht aufholen.

4.2.3 Biomasseertrag und Inhaltsstoffe der Zwischenfruchtaufwüchse

Die Biomasseerträge und die Inhaltsstoffe der Aufwüchse ermöglichen unter Berücksichtigung der N_{min}-Veränderungen im Boden eine Beurteilung der Stickstoffakkumulierungseffizienz. Da das primäre Ziel des Zwischenfruchtanbaus die Fixierung von auswaschungsgefährdeten Nährstoffen, besonders Stickstoff, ist, haben diese Parameter besondere Bedeutung für den Anbauer.

Im Jahr 2014 wiesen die Varianten Gelbsenf, Ölrettich und die Mischung TerraLife Solanum TR Öko die höchsten N-Mengen im oberirdischen Aufwuchs auf (Abb. 10). Die Variante Schnellbegrüner lieferte den viert höchsten Wert der Stickstoffmenge im Aufwuchs. Betrachtet man allein den N-Gehalt in der Trockenmasse so lag die Variante 5 mit deutlichem Abstand an erster Stelle gefolgt von der Variante 9 „Lauenauer Aktivhumus“. Diese steht im Gegensatz zu der Beobachtung der Massenbildung, Pflanzenlänge und Bodendeckung der einzelnen Varianten. Es ist also einerseits möglich, dass viel Stickstoff durch den hohen Unkrautbesatz akkumuliert wurde oder andererseits eine hohe Auswaschung in diesen Varianten vorlag. Eine weitere Erklärung ist die Akkumulation von Stickstoff im Wurzelsystem, was aber aufgrund fehlender Messungen nicht gesichert dargelegt werden kann.

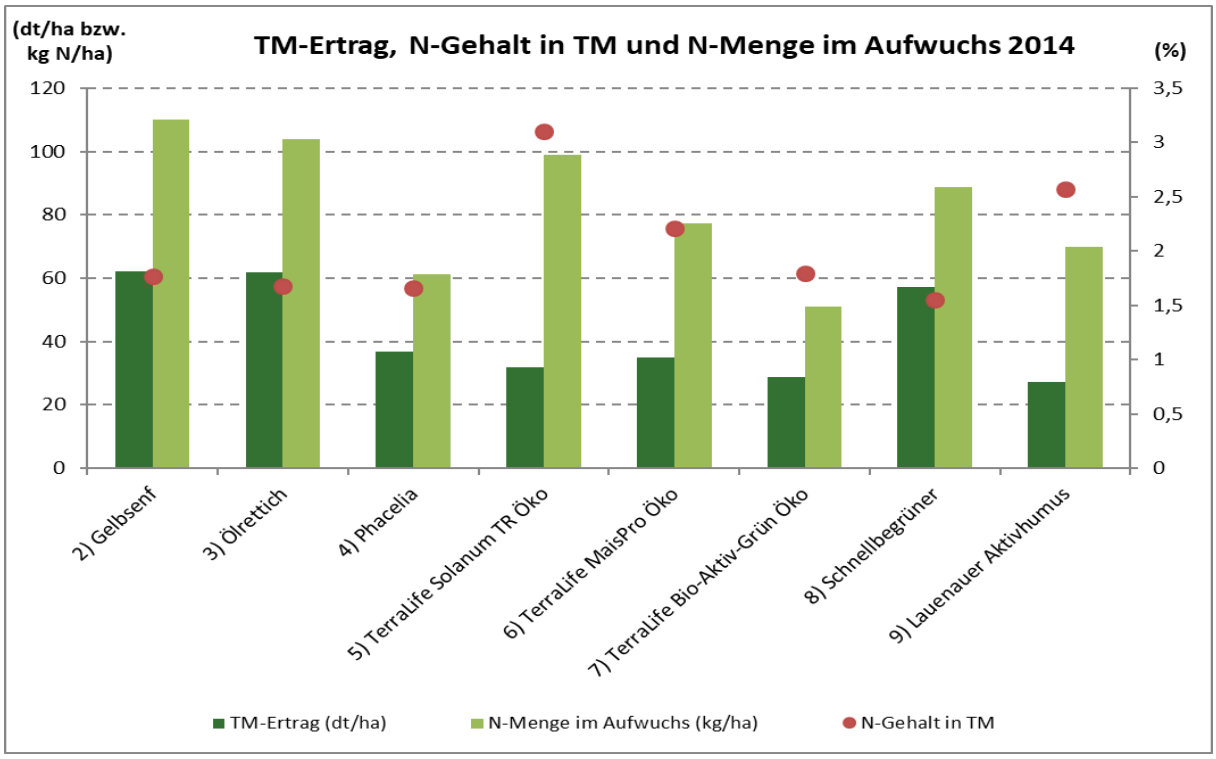


Abb. 10: Trockenmasseerträge, N-Gehalte und N-Menge im oberirdischen Aufwuchs der verschiedenen Zwischenfrüchte im Jahr 2014. Quelle: Eigene Daten.

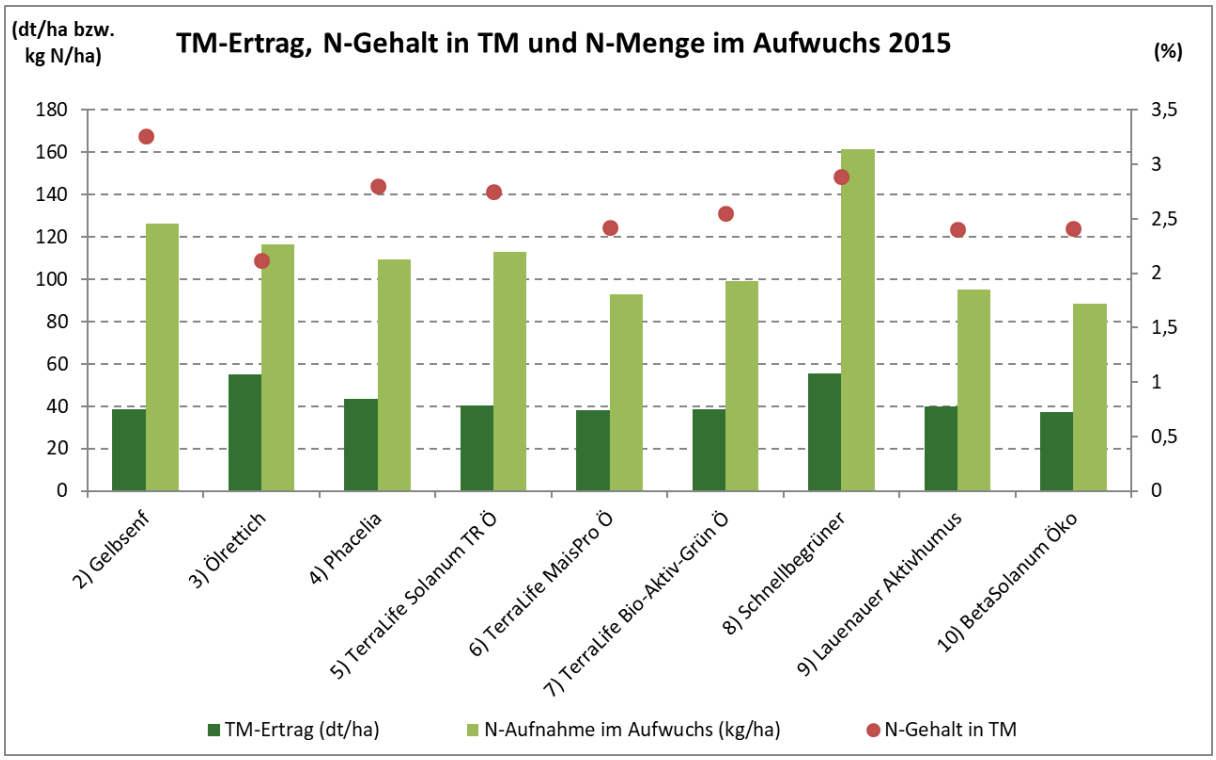


Abb. 11: Trockenmasseerträge, N-Gehalte und N-Menge im oberirdischen Aufwuchs der verschiedenen Zwischenfrüchte im Jahr 2015. Quelle: Eigene Daten.

Im Jahr 2015 konnte der Trend des Vorjahres nicht bestätigt werden (Abb. 11). Hier lag die Variante Schnellbegrüner hinsichtlich der N-Menge im oberirdischen Aufwuchs an erster Stelle. Sie zeigte einen hohen Trockenmasseertrag mit gleichzeitig hohem N-Gehalt in der Trockenmasse. Die Variante mit dem höchsten N-Gehalt in der Trockenmasse war die Variante Gelbsenf. Generell lagen die Werte der N-Menge im Aufwuchs im Jahr 2015 deutlich höher als im Vorjahr. Die Überlegenheit der Varianten Gelbsenf und Ölrettich hinsichtlich des Trockenmasseertrages konnten im Jahr 2015 nicht bestätigt werden.

4.2.4 N_{min}-Gehalte im Boden

Hinsichtlich der N_{min}-Gehalte im Boden ist das Ziel des Zwischenfruchtanbaus ein geringer Gehalt zum Vegetationsende, um den Stickstoff vor Auswaschung zu schützen. Gleichzeitig soll der in Biomasse gebundene und damit organische Stickstoff zum Vegetationsbeginn möglichst schnell und vollständig mineralisieren, um ihn für die Folgefrucht zur Verfügung zu stellen. Wie in Abb. 12 dargestellt zeigte die Kontrolle die höchsten N_{min}-Werte zum Vegetationsende. Dieses ist zum einen mit der fehlenden Akkumulierung in Biomasse zu erklären, andererseits ist die Gülledüngung im Juli vor der Aussaat der Zwischenfrüchte zu beachten.

Es zeigt sich, dass die niedrigsten N_{min}-Gehalte zum Vegetationsende die Varianten Phacelia, Ölrettich und Gelbsenf aufweisen. Jedoch muss auch ein Auswaschen des Stickstoffs während eines Starkniederschlagereignisses am 17. August (53 mm) in allen Varianten als möglicher Einfluss in Betracht gezogen werden. Vor allem in der Variante Phacelia, die sonst nur geringe Werte bezüglich N-Gehalt im Aufwuchs aufweist ist eine Auswaschung des Stickstoffs

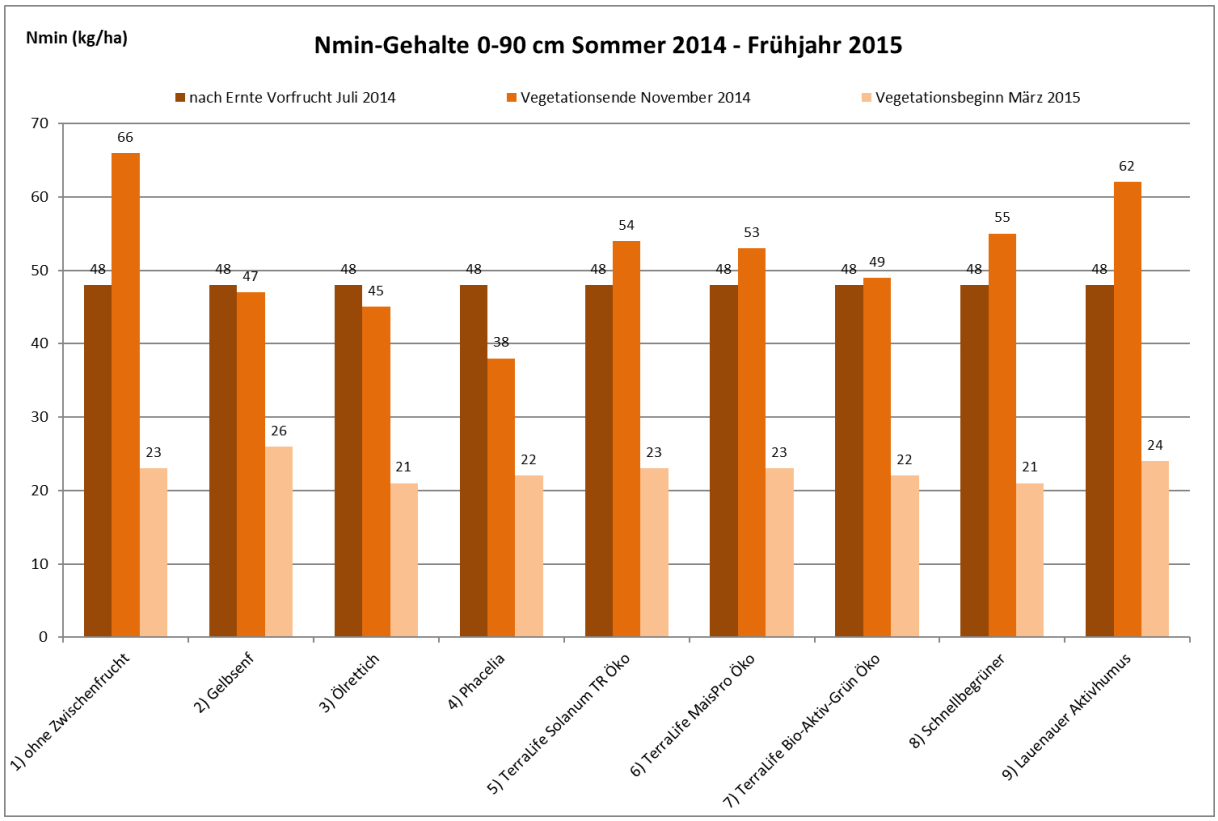


Abb. 12: N_{min}-Gehalte im Boden der einzelnen Varianten von 0-90 cm von Juli 2014 bis März 2015.

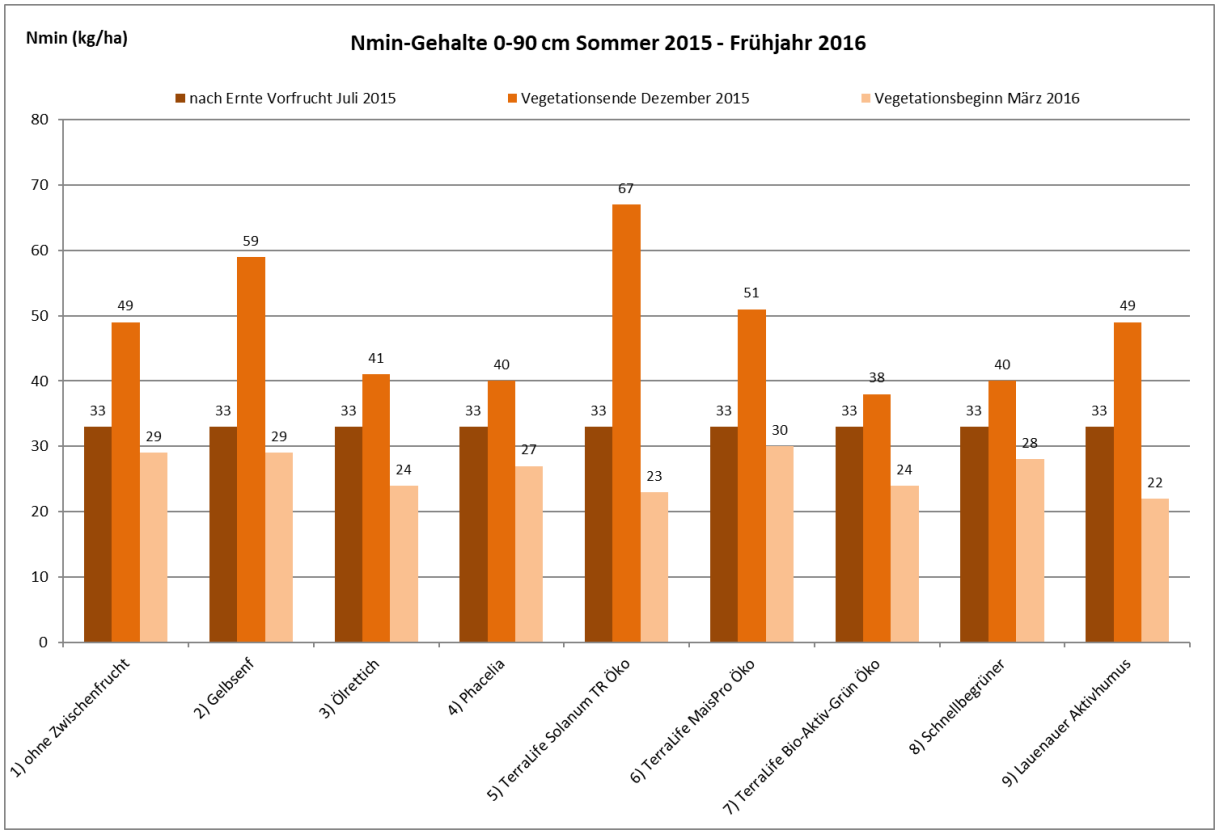


Abb. 13: N_{min}-Gehalte im Boden der einzelnen Varianten von 0-90 cm von Juli 2015 bis März 2016.

eine mögliche Erklärung. Eine vollständige Akkumulation des Residualstickstoffs ins Wurzelsystem der Phacelia kann, aufgrund eines, wie in der Literatur beschrieben, nur moderat ausgebildeten Wurzelapparates, bei Phacelia ausgeschlossen werden. Die höchsten Werte am Ende der Vegetationszeit wies die Variante Lauenauer Aktivhumus aber auch der Schnellbegrüner auf. Dieses kann bei der Variante Lauener Aktivhumus auf eine geringe Stickstoff-Akkumulation zurückzuführen sein. Eine andere Erklärung ist aber auch der hohe Anteil an Leguminosen in den Mischungen der Varianten Lauenauer Aktivhumus und Schnellbegrüner. Die Leguminosen fixieren zusätzlich zum N_{min}, der bereits im Boden vorhanden ist, Stickstoff aus der Atmosphäre wodurch der N_{min}-Gehalt weiter steigen kann. Eine weitere interessante Erkenntnis ist, dass zu Vegetationsbeginn kein wesentlicher Unterschied in den N_{min}-Werten zu verzeichnen ist. Dies deutet darauf hin, dass der Stickstoff entweder über Winter ausgewaschen wurde oder der Stickstoff noch in organischer Form gebunden ist und erst im späteren Vegetationsverlauf freigesetzt wird.

Die Werte aus den Jahren 2014/2015 können im Verlauf 2015/2016 nicht bestätigt werden (Abb. 13). Die schlechteste Stickstoffakkumulation bis zum Vegetationsende konnten bei Gelbsenf und der Variante TerraLife Solanum TR Öko beobachtet werden. Geringere N_{min}-Werte wies die Variante TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko auf. Sie lag mit den Varianten 3-4 und 7 bis 8 auf einem Niveau von ca. 40 kg N_{min}/ha und damit nur geringfügig höher als die niedrigsten Werte aus dem Vorjahr. Vergleichend zum Vegetationsbeginn des Vorjahres lagen auch im Jahr 2016 zu Vegetationsbeginn die N_{min}-Werte auf einem annähernd gleichen Niveau.

Detaillierte Abbildungen zu den N_{min}-Werten in den einzelnen Bodenschichten befinden sich im Anhang.

4.2.5 Erträge und Qualitäten der Folgefrucht

Hinsichtlich der Nachfrucht Dinkel lassen sich in beiden Versuchsjahren weder im Ertrag noch bezüglich der Qualitäten (Rohproteingehalt) Unterschiede durch die einzelnen Zwischenfruchtvarianten erkennen (Abb. 14 und 15). Eine mögliche Erklärung kann eine zu langsame Freisetzung des organisch gebundenen Stickstoffs aus der gemulchten Biomasse der Zwischenfrüchte sein.

Der höchste Kornertrag konnte dabei im Jahr 2015 in der Variante Schnellbegrüner gemessen werden (Abb. 14). Die bei Massenbildung und Unkrautunterdrückung positiv aufgefallenen Varianten Gelbsenf und Ölrettich wiesen im Ertrag der Folgefrucht Dinkel geringere Erträge als die Kontrolle ohne Zwischenfrüchte auf. Hier kann die Akkumulation des Residualstickstoffs in die pflanzliche Biomasse eine Rolle gespielt haben, denn die Nährstoffe standen dem Dinkel

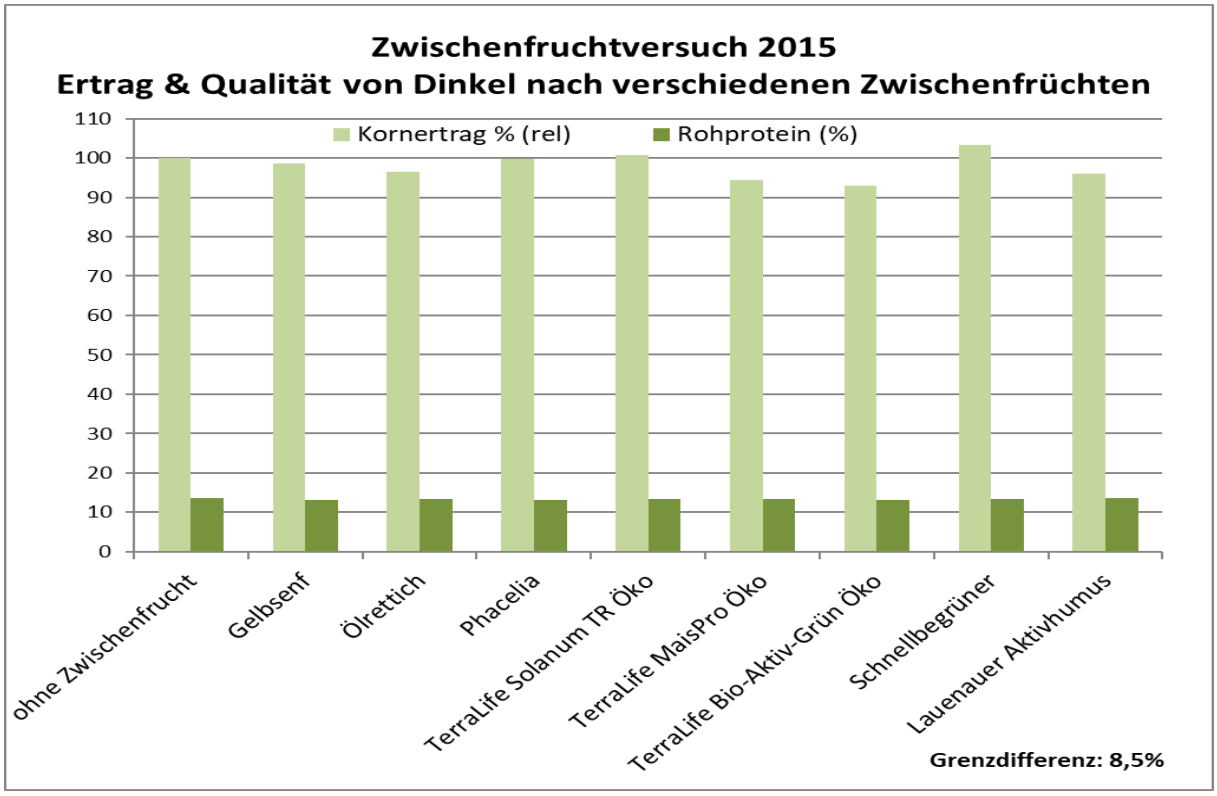


Abb. 14: Kornertrag und Rohproteingehalt in der TM von Dinkel nach verschiedenen Zwischenfrüchten im Erntejahr 2015**.** Die Grenzdifferenz bezieht sich auf die relativen Kornerträge.

folglich nicht so schnell zur Verfügung. Die ertraglich schlechteste Variante war die TerraLife Bio-Aktiv-Grün-Öko Mischung. Die Ertragsunterschiede wiesen dabei keine signifikanten Unterschiede zueinander auf. Auch der Rohproteingehalt zeigte keine nennenswerten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten.

Im Jahr 2016 lagen die Erträge des Dinkels nach Gelbsenf und der Mischung BetaSolanum Öko am höchsten. Jedoch bei einer Grenzdifferenz von 23 %, was die Aussagekraft in allen Varianten stark einschränkt. Auch im Jahr 2016 konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rohproteingehalten der einzelnen Varianten gefunden werden.

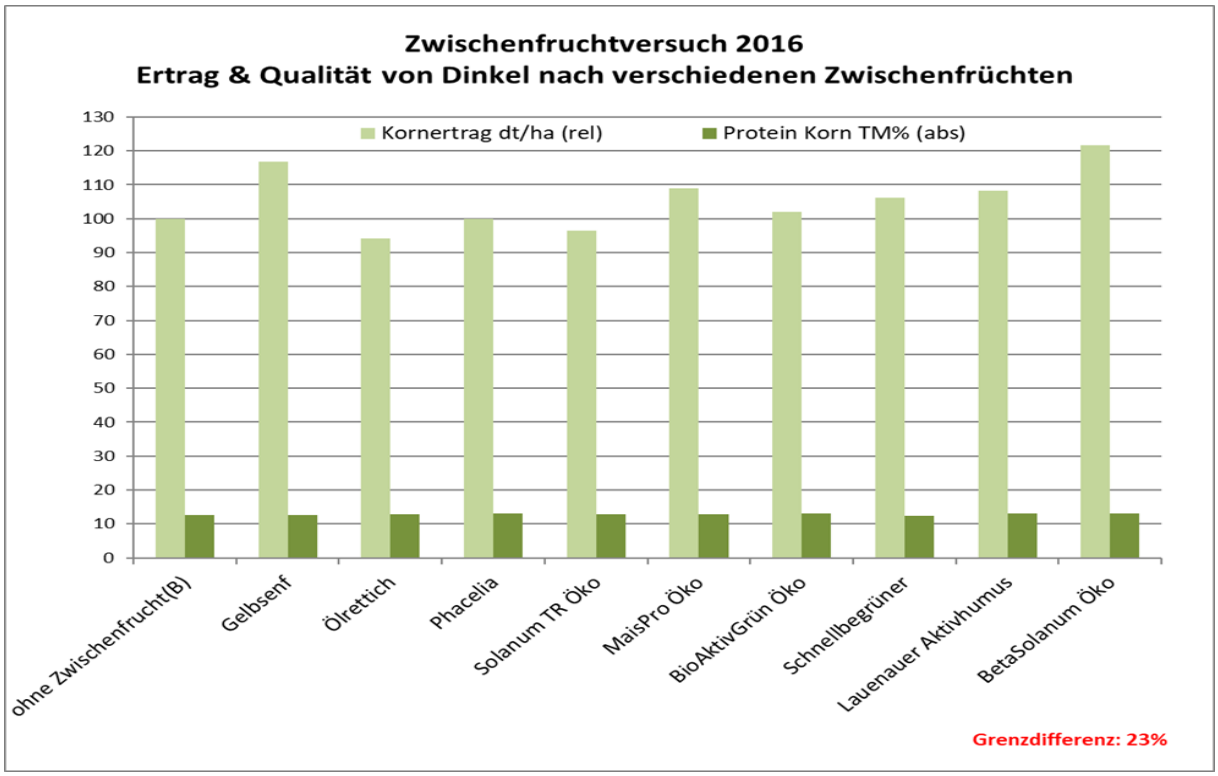


Abb. 15: Kornertrag und Rohproteingehalt in der TM von Dinkel nach verschiedenen Zwischenfrüchten im Erntejahr 2016. Die Grenzdifferenz bezieht sich auf die relativen Kornerträge.

4.3 Zusammenfassung des Versuchsteils

Die Ergebnisse der beiden Versuchsjahre zeigen, dass die Zwischenfrüchte Gelbsenf und Ölrettich, ob in Mischung oder als Einzelkomponenten, hinsichtlich der in diesem Versuch erfassten Parameter am besten abgeschnitten haben.

Die Massenbildung als Maß für die Wüchsigkeit der Pflanzen wurde in beiden Jahren an mindestens drei Boniturterminen erfasst. Die beste Massenbildung schon zu frühen Stadien zeigten die Varianten Gelbsenf und Ölrettich als Reinsaat sowie die Mischung Schnellbegrüner (Sommerwicke, Gelbsenf, Ölrettich). Im Jahr 2014 lag diese in den beschriebenen Varianten schon beim ersten Boniturtermin auf einem hohen Niveau. 2015 war die Massenbildung insgesamt mit geringeren Boniturnoten erfasst. Eine artenreiche Mischung führte somit tendenziell eher zu einer geringeren Massenbildung während Reinsaaten eine höhere Wüchsigkeit aufwiesen.

Hinsichtlich der Pflanzenlänge ist immer die genetisch bedingte Wuchshöhe der Einzelkomponenten zu beachten. Hier generierten über beide Versuchsjahre hinweg die Varianten Ölrettich und Schnellbegrüner die maximale Pflanzenlänge. Die neue Variante BetaSolanum Öko lag bezüglich der Pflanzenlänge nur im Mittelfeld, weshalb hier nur die Reinsaat Ölrettich über beide Jahre positiv auffällt.

Bezüglich des Bodendeckungsgrades der Zwischenfrüchte und Unkräuter lässt sich dieser Trend bestätigen. In den Jahren 2014 und 2015 fielen die Reinsaaten Ölrettich und Gelbsenf, aber auch die Mischung Schnellbegrüner hinsichtlich des Parameters Bodenbedeckung besonders positiv auf. Im Jahr 2015 konnte außerdem die Variante BetaSolanum Öko mit einer

hohen Bodenbedeckung überzeugen. Um eine optimale Unkrautunterdrückung zu erreichen ist eine schnelle Bodendeckung im frühen Entwicklungsstadium nötig. So generieren die Zwischenfrüchte einen Konkurrenzvorteil gegenüber den noch kleinen Unkräutern. Besonders der Wachstumsfaktor Licht spielt hier eine entscheidende Rolle. Die Pflanzen mit einem höheren Anteil an photoysnthetisch aktiver Blattfläche können mehr Assimilate produzieren, die wiederum für ein besseres Wachstum sorgen.

Dieser Effekt der Unkrautunterdrückung findet sich auch im Bodendeckungsgrad der Unkräuter wieder. Die Varianten Schnellbegrüner, Gelbsenf und Ölrettich schnitten dabei am besten ab. Auch die in 2015 eingeführte Variante BetaSolanum Öko konnte überzeugen. In den artenreichen Mischungen erreichte das Unkraut im Jahr 2014 durchschnittlich eine Bodendeckung von 20 % und im Jahr 2015 eine durchschnittliche Bodendeckung von 50 %. Im Vergleich schneiden Reinsaaten und Mischungen mit geringer Artenvielfalt also besser ab.

Die Beerntung der Zwischenfruchtbestände am 30. September erbrachte mit 27-62 dt TM/ha deutliche Unterschiede bei den Trockenmasse-Erträgen (Abbildung 2). Auch bei den Stickstoffgehalten wurden große Spannweiten von 1,5 bis 2,5 % ermittelt. Hieraus ergeben sich auch entsprechende Unterschiede bei den Stickstoffmengen im Aufwuchs, die dann den Folgefrüchten zur Verfügung stehen sollen. Hier waren die Ergebnisse aus den Jahren 2014 und 2015 aufgrund starker Streuung nicht eindeutig zu interpretieren. Gleich hohe Streuungen finden sich auch in den N_{min}-Gehalten der beiden Versuchsjahre. Somit ist auch hier kein klarer Vorteil einer Variante in der N_{min}-Akkumulierung auszumachen. Gleichwohl schneiden die Varianten Ölrettich und Phacelia in Reinsaat aber in beiden Jahren sehr gut ab, indem sie geringe N_{min}-Gehalte im Boden zu Vegetationsende hinterlassen.

4.4 Fazit für die Praxis

Aufgrund des großen Angebotes verschiedener Zwischenfrüchte bleibt die Frage nach der besten Eignung für den eigenen Anbau. Diese ist dabei stark abhängig von den Zielsetzungen, die man mit dem Zwischenfruchtanbau verfolgt. Ist das Ziel eine effektive Unkrautunterdrückung zu erreichen, lassen die hier vorgestellten Ergebnisse die Reinsaaten Gelbsenf, Ölrettich und die Schnellbegrüner-Mischung in den Fokus rücken. Die Varianten zeigten dabei eine schnelle Massenbildung und ein ausgeprägtes Konkurrenzvermögen gegenüber Unkräutern, vor allem durch eine hohe Bodenbedeckung. Ein Großteil der Varianten erreichte zwar ein vergleichbares Niveau der Massenbildung und Bodenbedeckung zu einem späteren Zeitpunkt, jedoch hatten sich in diesen Varianten die Unkräuter bereits etabliert, sodass ein höheres Unkrautaufkommen zu beobachten war.

Hinsichtlich der Stickstofffixierung durch die Zwischenfruchtvarianten sowie der Wirkung auf die Folgefrucht konnten durch diesen Versuch den einzelnen Varianten keine eindeutigen Effekte zugeordnet werden. Jedoch muss beachtet werden, dass der Zwischenfrucht nur eine kurze Vegetationszeit von der Ernte der Getreidevorfrucht bis zur Einsaat des Wintergetreides zur Verfügung stand. Denkbar ist, dass bei längerer Vegetationszeit die Mischungen eine bessere Ausnutzung der Residualnährstoffe erreicht hätten, vor allem dann, wenn diese über den Winter nicht abfrieren.

Neben der Eignung für die eigene Zielsetzung müssen bei der Auswahl Zwischenfrüchte noch weitere Faktoren beachtet werden. So ist es unverzichtbar die Komptabilität der ausgewählten

Zwischenfruchtarten mit den angebauten Hauptkulturen abzustimmen. Hier können häufig phytosanitäre Probleme auftreten, wenn Zwischenfruchtkomponenten und Hauptkulturen nahe Verwandtschaften aufweisen. So ist es beispielsweise nicht ratsam beim Anbau von Leguminosen als Hauptkulturen Zwischenfrüchte zu wählen, die einen Leguminosenanteil aufweisen. Hier besteht die Gefahr, dass Krankheitserreger im Boden aufgebaut und übertragen werden. Dies kann zu einer Leguminosenmüdigkeit des Bodens führen und den Anbau von Leguminosen stark einschränken.

Mittlerweile gibt es ein breites Angebot an unterschiedlichen Zwischenfruchtarten und auch an zusammengestellten Mischungen. Bei der Auswahl sollte deshalb genauestens auf die Zusammensetzung der Zwischenfrüchte geachtet werden, damit diese die Zielsetzungen erfüllen und gleichzeitig keine Probleme innerhalb der Fruchtfolge mit sich bringen. Häufig ist es möglich die Mischungen bei den Herstellern sogar selbst zusammenzustellen oder vorgegebene Mischungen betriebsspezifisch zu verändern.

5 Versuchsteil - Ermittlung der N- Effizienz verschiedener Zwischenfrüchte und Gemenge

Ulrich Ebert, Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen

5.1 Beschreibung des Vorhabens

Beim Zwischenfruchtanbau im Herbst greifen Landwirte häufig auf Reinsaaten wie Gelbsenf oder Ölrettich zurück. Dabei steht der Nutzen der Zwischenfrucht für den Landwirt, wie z.B. Humusaufbau, die Verminderung von Bodenerosion und die Bindung von Nährstoffen, insbesondere Stickstoff, die Bekämpfung von Nematoden oder eine zusätzliche Futterquelle im Vordergrund.

Saatgutfirmen bieten vermehrt Zwischenfruchtmischungen an, speziell auch für den Ökologischen Landbau. Durch die verschiedenen Komponenten in den Mischungen sollen unterschiedliche positive Wirkungen des Zwischenfruchtanbaus kombiniert werden, z.B. tiefe Durchwurzelung mit Unkrautunterdrückung und legumer N-Fixierung. Inwieweit diese Zwischenfruchtmischungen durch bessere Nährstoffrückhaltung und Bodenfruchtbarkeitssteigerung und eventuell auch durch positive Folgeeffekte (Steigerung Ertrag und/oder Qualität der Folgefrüchte) gegenüber Reinsaaten im Vorteil sind, wurde 2015 in einem Versuch am Standort Nindorf, Betrieb Joachim Klopp in Visselhövede überprüft.

Am Versuchsstandort wurden im Jahr 2015 nach der Aberntung der Hauptfurcht Wintergerste und einer organischen Düngung von 13m³/ha Schweinegülle 6 Lysimeter eingebaut die in den verschiedenen Zwischenfruchtvarianten das Sickerwasser auf 40 cm Tiefe auffingen um nach dem Abpumpen des Sickerwassers aus den Lysimeterwannen die Sickerwassermenge und die darin enthaltene Nährstoffkonzentration ermitteln zu können.

In Zusammenarbeit von KÖN mit dem Büro IGLU wurde so die N-Effizienz von Zwischenfrüchten in Reinkultur und im Gemenge sowie die Sickerwasserverluste ermittelt. Dieses erfolgte in den Parzellen mit Ölrettich, Beta Solanum –Öko sowie in der Kontrollparzelle ohne Zwischenfrucht (Getreideaufschlag und Beikraut) erfolgen.

5.2 Methode zur Ermittlung des Sickerwassers:

Durch den Einbau von Lysimeterwannen mit der Abmessung 720 x 420 mm in den 3 Varianten mit je 2 Wiederholungen auf ca. 40 cm Tiefe konnten von September bis Ende Oktober 3 Zeit-Messungen zur Sickerwassermenge und Nährstoffkonzentration durchgeführt werden. Der Versuch konnte leider nicht wie geplant bis ins folgende Frühjahr weiter ausgewertet werden, da der Betriebsleiter kurzfristig eine Anbauentscheidung für den Anbau von Winterdinkel traf und die Zwischenfrucht Ende Oktober einarbeitete.

Tab.4: Lageplan, Zwischenfrüchte vor Dinkel 2015

d.	R	3	7	L10a	8	2	9	10	6	R	1	5	4	L3b	R
c.	R	4	9	R	1	5	6	2	8	L10b	3	10	7	R	R
b.	R	10	5	L1b	7	9	8	3	1	R	4	2	6	R	R
a.	R	1	2	R	3	4	5	6	7	L3a	8	9	10	L1a	R

Versuchsgröße: 48,0 x 15 x 3,0 = 2160qm

Bruttoparzelle: 12,0 x 3,0 = 36,0qm

Parzellen = Doppelparzellen

Abb. 16: Lage der Versuchsanlage zwischen Jeddingen und Wittorf bei Visselhövede

Tab. 5: Zwischenfruchtvarianten

Var.-Nr.	Variante (Saatstärke)
1	ohne Zwischenfrucht
2	Gelbsenf (20 kg/ha)
3	Ölrettich (25 kg/ha)
4	Phacelia (12 kg/ha)
5	TerraLife Solanum TR Öko (DSV) (50 kg/ha) Erbse,SoWicke,Lupine,Seradella,Rauhafer,Ölrettich,Tiefenrettich,Alexandriner-klee,Perserklee,Sparringer Klee, Öllein, Sonnenblume
6	TerraLife MaisPro Öko (DSV) (45 kg/ha) Winterroggen, Erbsen, Raps, Ramtillkraut, Inkarnatklee, Phacelia, Öllein, Alexandrin-derklee, Schwedenklee, Sonnenblume, Leindotter
7	TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko (DSV) (20 kg/ha) Alexandrinerklee, Perserklee, Sparringerklee, Seradella, Phacelia, Öllein
8	Schnellbegrüner (Camena) (70 kg/ha) Sommerwicke, Gelbsenf, Ölrettich
9	Lauenauer Aktivhumus (Camena) (70 kg/ha) Lupine Erbse, Sommerwicke, Perserklee, Alexandrinerklee, Seradella, Phacelia, Malve
10	BetaSolanum Öko (DSV) (45 kg/ha) Rauhafer, Ölrettich (3 Sorten)
L1	**ohne Zwischenfrucht mit Lysimeter, wird zweifach wiederholt (keine Beerntung der Folgefrucht)**
L3	**Ölrettich (25 kg/ha) mit Lysimeter, wird zweifach wiederholt (keine Beerntung der Folgefrucht)**
L10	**BetaSolanum Öko (DSV) (45 kg/ha), wird zweifach wiederholt (keine Beerntung der Folgefrucht)**

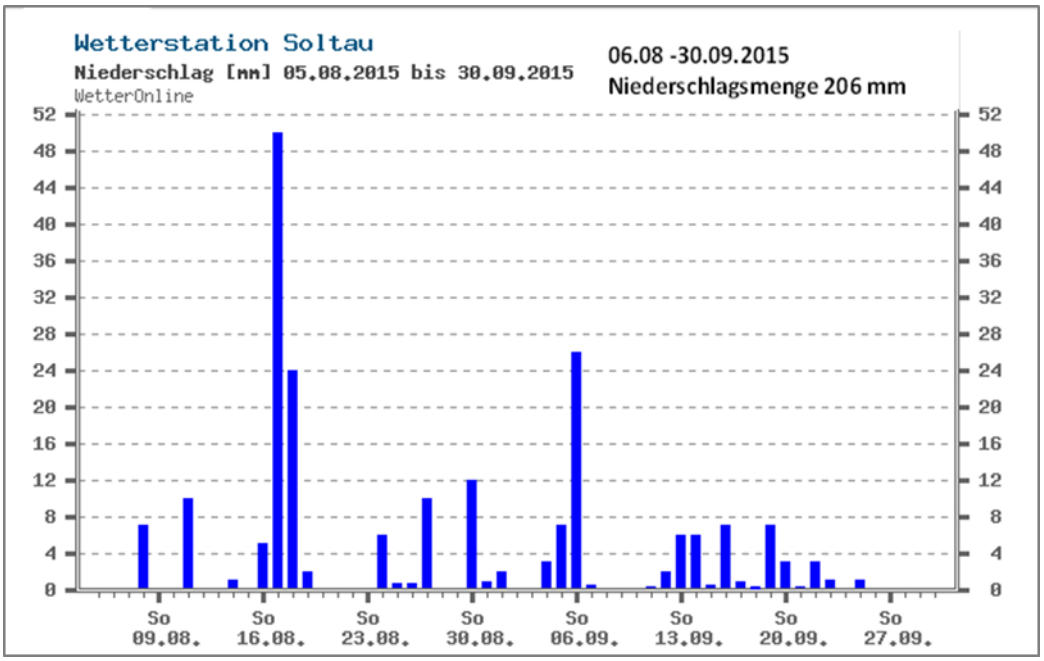
Untersuchte Zwischenvarianten L1, L3 und L10 :

Ölrettich Reinsaat Saatstärke : 25 kg/ha

L10 Ölrettich / Rauhafer Gemenge (Beta Solanum), Saatstärke : 45kg/ha

L1 Kontrolle Selbstbegrünung: Aufschlag von Ausfallwintergerste und Beikraut.

Abb. 17: Niederschlagsmengen im Beprobungszeitraum 05.08.-30.09.2015



Es wurden 3 Sickerwasserentnahmen aus den Lysimetern auf dem Zwischenfruchtversuchsfeld im Abstand von jeweils ca. 2 Wochen vorgenommen. Zunächst wurde die Sickerwassermenge ermittelt, um anschließend die Nitratgehalte mittels Laboranalyse zur Bestimmung der Nitratfracht zu ermitteln.

5.3 Ergebnisse

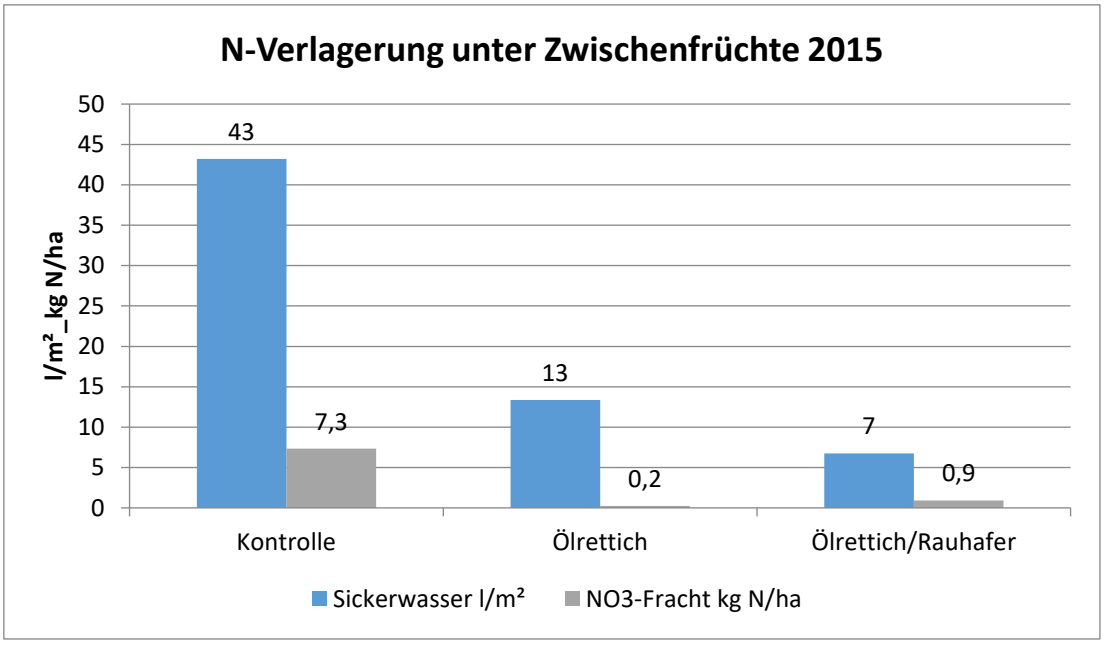
Der Vergleich von 3 Varianten in Bezug auf die Sickerwassermenge (l/m²) und die Nitratfracht (kg NO^3/ha) ergab folgende Ergebnisse. Unter der Kontrolle (Getreideaufschlag ohne Zwischenfrucht) bildete sich über 3 Messungen innerhalb der 2 Monate mit 43,20 l/m² die höchste Sickerwassermenge. Deutlich niedriger lagen die Werte der Einzelkomponente (Ölrettich) mit 13,35 l/m². Mit nur 6,75 l/m² lag das Gemenge (Ölrettich/Rauhafer) hinsichtlich der Sickerwassermenge nochmals 50 % unter dem Wert der Einzelkomponente. Ebenfalls deutliche Unterschiede konnten bei den Nitratfrachten festgestellt werden. Während durch die N-Fracht unter der Kontrolle mit 7,33 kg/ha bereits innerhalb von 8 Wochen erhebliche Mengen verlagert wurden, lagen die Werte unter Ölrettich mit 0,24 kg/ha nur bei 3 % der Kontrolle und das Gemenge mit 0,91 kg/ha nur bei 12 % der Kontrolle.

Die Unterschiede in der Nitratkonzentration, die bei der Einzelkomponente deutlich unter denen der anderen Varianten lag, konnte nicht abschließend geklärt werden. Eine technisch bedingt ungleichmäßig ausgebrachte Schweinegülle als Düngung vor der Zwischenfruchtsaat könnte die Ursache hierfür sein.

Tab. 6: Sickerwasserkonzentrationen mg/l in den 3 Varianten

	Kontrolle	Ölrettich	Ölrettich/Rauhafer
Sickerwasser l/m²	43,20	13,35	6,75
NO3- Konzentration mg/l	75,00	7,9	59,72
NO3-Fracht kg N/ha	7,33	0,24	0,91

Abb. 18: Stickstoffverlagerung unter Zwischenfruchtvarianten 2015



5.4 Zusammenfassung des Versuchsteils

Nach der Beprobung von 3 Zwischenfruchtvarianten hinsichtlich Sickerwasserbildung und Nitratfracht mittels Lysimeter kann Folgendes festgehalten werden. Hinsichtlich der Sickerwassermenge ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen der Kontrolle (o. Zwischenfrucht) und der Einzelkomponente bzw. dem Gemenge.

Dies ist damit zu erklären, dass das Gemenge aufgrund seiner Wurzelmasse und der Art der Wurzeln (Mischung aus Pfahl- und Büschelwurzeln) gegenüber der Einzelkomponente und der Kontrolle deutlich mehr Makroporen bilden kann, in denen Niederschlagswasser gebunden wird. Im Ergebnis bietet die Variante Beta Solanum Öko das größte Potential zur Reduzierung der Sickerwassermenge. Diese betrug im Vergleich zur Kontrolle nur noch 15 % und auch in Bezug auf die Nitratfracht wurden deutliche Vorteile dokumentiert. Die Tatsache, dass Ölrettich in diesem Versuch hinsichtlich der Nitratkonzentration im Sickerwasser die geringsten Werte aufweist, ist möglicherweise der ungleichmäßigen Verteilung des organischen Düngers geschuldet. Dies müsste bei weiteren Versuchen ausgeschlossen werden.

6 Versuchsteil - Vergleich verschiedener Zwischenfrüchte und -mischungen unter pflanzenbaulichen und Naturschutzaspekten

Birgit Petersen, Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen

6.1 Einleitung

Neben den positiven pflanzenbaulichen Aspekten wie z.B. N-Bindung und Erosionsminderung kann der Zwischenfruchtanbau auch einen Beitrag zum Naturschutz leisten, denn die Zwischenfrüchte können wertvoll als Lebensraum, Nahrungsquelle und Rückzugsort für viele Tierarten sein.

Der Zwischenfruchtanbau könnte aufgewertet werden, indem artenreiche Mischungen mit unterschiedlichen Blühterminen der Einzelkomponenten ausgebracht werden. Je mehr verschiedene Pflanzenarten auf der Fläche anzutreffen sind, desto mehr verschiedene Tierarten profitieren davon. Wird das Blütenangebot verbessert, so finden blütenbesuchende Insekten in einer ansonsten eher blütenarmen Zeit eine zusätzliche Nahrungsquelle.

6.2 Fragestellung

Für den Landwirt stehen die pflanzenbaulichen Aspekte einer Zwischenfrucht an erster Stelle. Im Rahmen des Versuchs soll geklärt werden, ob sich Zwischenfrüchte naturschutzfachlich optimieren lassen und wie sich der Zeitpunkt der Aussaat auf die Blütenvielfalt und Vegetationsstruktur der Zwischenfrucht auswirkt. Darum wurden im Versuch artenreiche Zwischenfrüchte mit Reinkulturen hinsichtlich der folgenden Punkte aufgenommen und verglichen:

- Pflanzenvielfalt
- Blühdauer
- Deckungsgrad der Blüten der Ansaat
- Strukturvielfalt

6.3 Material/Methoden

Zur Betrachtung des Naturschutzaspektes der neun bzw. zehn verschiedenen Varianten wurden jeweils die folgenden Parameter erfasst: Pflanzenarten, Deckungsgrad der Ansaat, Deckungsgrad der Blüten, Vegetationshöhe sowie Strukturvielfalt.

Dazu wurden in 2014 an vier Terminen (20.08.2014; 03.09.2014, 16.09.2014; 08.10.2014) und 2015 an drei Terminen (02.09.2015, 17.09.2015 und 01.10.2015) die vorgefundenen Pflanzenarten notiert sowie der Deckungsgrad der Ansaat und der Blüten geschätzt. Zur Erfassung der Vegetationsstruktur wurde zum einen die Vegetationshöhe (Durchschnitt, maximale Höhe in cm) erfasst, zum anderen die Strukturvielfalt der Ansaat in drei Stufen bewertet (sehr vielfältig; mittel; strukturarm).

Weiterhin wurde zur Beurteilung des Blühaspektes in den einzelnen Parzellen protokolliert, wie die unterschiedlichen Pflanzenarten der Ansaat verteilt waren (nicht vorhanden; vereinzelt/wenig; gleichmäßig; dominant) und in welchem Blühstadium (keine Blüten; Beginn der Blüte; Vollblüte; abblühend; Samenstände) anzutreffen waren.

6.4 Ergebnisse

6.4.1 Pflanzenvielfalt

Insbesondere die Blüten, aber natürlich auch alle anderen Teile der Pflanzen, stellen eine Nahrungsquelle für viele Tiere dar. Je mehr verschiedene Pflanzenfamilien (und damit Blütenformen) und -arten in einer Blühmischung enthalten sind, desto mehr verschiedene Tiergruppen profitieren davon. Viele Insekten sind auf spezielle Blütenformen angewiesen. So haben z. B. Schwebfliegen einen kurzen Rüssel und brauchen relativ offene Blüten, um den Nektar aufnehmen zu können, andere wiederum, wie z. B. Schmetterlinge, sind mit einem langen Rüssel ausgestattet und können auch tiefliegende Nektarien erreichen. Auch unter den Arten, welche die Blätter und Stängel fressen, gibt es Arten, die bestimmte Pflanzenarten bevorzugen. So fressen die Raupen von Kohlweißlingen an Kreuzblütlern. Selbst eine bestimmte Blütenfarbe kann für einige Arten von Bedeutung sein. Aus diesen Gründen ist die Vielfalt der Ansaatmischung wichtig.

In den neun (2014) bzw. zehn (2015) verschiedenen Zwischenfruchtmischungen wurden in beiden Jahren insgesamt 22 verschiedene Pflanzenarten ausgesät, von denen 20 Zweikeimblättrige und zwei Gräser waren. Resultierend aus den unterschiedlichen Aussaat-Terminen (2014 dritte Juliwoche; 2015 erste Augustwoche) konnten 2014 elf der ausgesäten Zweikeimblättrigen zur Blüte gelangen, während es in 2015 nur noch sieben Arten waren. Die Ergebnisse für die jeweiligen Varianten sind in Tab. 7 aufgeführt. Die Pflanzenartenvielfalt war in den TerraLife Mischungen sowie in der Mischung Lauenauer Aktivhumus am höchsten. Betrachtet man die Pflanzenfamilien, so ist die Mischung TerraLife-MaisPro Öko am artenreichsten.

Obwohl die Mischungen zum Teil sehr vielfältig gestaltet sind, kam nur eine begrenzte Anzahl an Pflanzen zur Blüte, die aber für die Blüten besuchenden Insekten essentiell ist. Da die Standdauer in 2014 länger war, konnten sich die Pflanzen entsprechend weiterentwickeln. Die Mischung TerraLife-Solanum TR Öko war 2014 mit sieben und 2015 die artenreichste Mischung, wenn man die blühenden Pflanzenarten (4) betrachtet.

Auf den Kontrollflächen wurde zum Vergleich die Anzahl der Spontanetablierer erfasst. Auf der Versuchsfläche von 2014 kamen zehn verschiedene zweikeimblättrige Ackerwildkräuter aus sieben Pflanzenfamilien vor, von denen zehn zur Blüte gelangten. Sehr dominant war der Weiße Gänsefuß, der als starker Konkurrent um Wasser, Nährstoffe und Licht in der Landwirtschaft nicht erwünscht ist. Vogelmiere, Hirtentäschel, Purpur- und Stängelumfassende Taubnessel waren ebenfalls vertreten. Diese stellen nur eine geringe bis mittlere Konkurrenz für die Kulturfrüchte dar. Außerdem kamen sehr vereinzelt Acker-Hundskamille, Schwarzer Nachtschatten, Kleinblütiges Franzosenkraut, Acker-Hellerkraut und Erdrauch vor. Die Blüten dieser Wildkräuter sind für einheimische Insektenarten die ursprüngliche Nahrungsquelle und deshalb entsprechend wertvoll.

Auf der Versuchsfläche von 2015 kamen 14 verschiedene zweikeimblättrige Ackerwildkräuter aus elf Pflanzenfamilien vor, von denen ebenfalls zehn zur Blüte gelangten. Sehr dominant waren Ampferknöterich und Weißer Gänsefuß, die beide eine recht starke Konkurrenz für die Feldfrüchte bedeuten können. Unter den Beikräutern waren aber z. B. auch Arten wie Hirtentäschel, Feld-Ehrenpreis, Acker-Vergissmeinnicht, Reiherschnabel und Acker-Stiefmütterchen, die eher unauffällig im Untergrund wachsen und mit ihren Blüten zur Versorgung von Insekten beitragen, ohne eine Beeinträchtigung für den Landwirt darzustellen.

Tab. 7: Bewertung der Pflanzenvielfalt der unterschiedlichen Ansaaten.

	Anzahl ausgesäter Pflanzenfamilien		Anzahl ausgesäter Pflanzenarten		davon kamen zur Blüte	
Jahr	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Kontrolle *	7	11	10	14	10	10
Gelbsenf	1	1	1	1	1	1
Ölrettich	1	1	1	1	1	1
Phacelia	1	1	1	1	1	1
TerraLife-Solanum TR Öko	5	5	13	13	7	4
TerraLife-MaisPro Öko	6	6	12	12	5	3
TerraLife-Bio-Aktiv-Grün Öko	3	3	7	6	2	0
Schnellbegrüner	2	2	3	3	2	2
Lauenauer Aktivhumus	3	3	8	8	4	0
BetaSolanum Öko		2		2		1

* die Angaben in der Kontrolle beziehen sich auf die Spontanvegetation

grün = artenreich (>5 Arten), orange = mäßig artenreich (3-5 Arten), rot = artenarm (1-2 Arten)

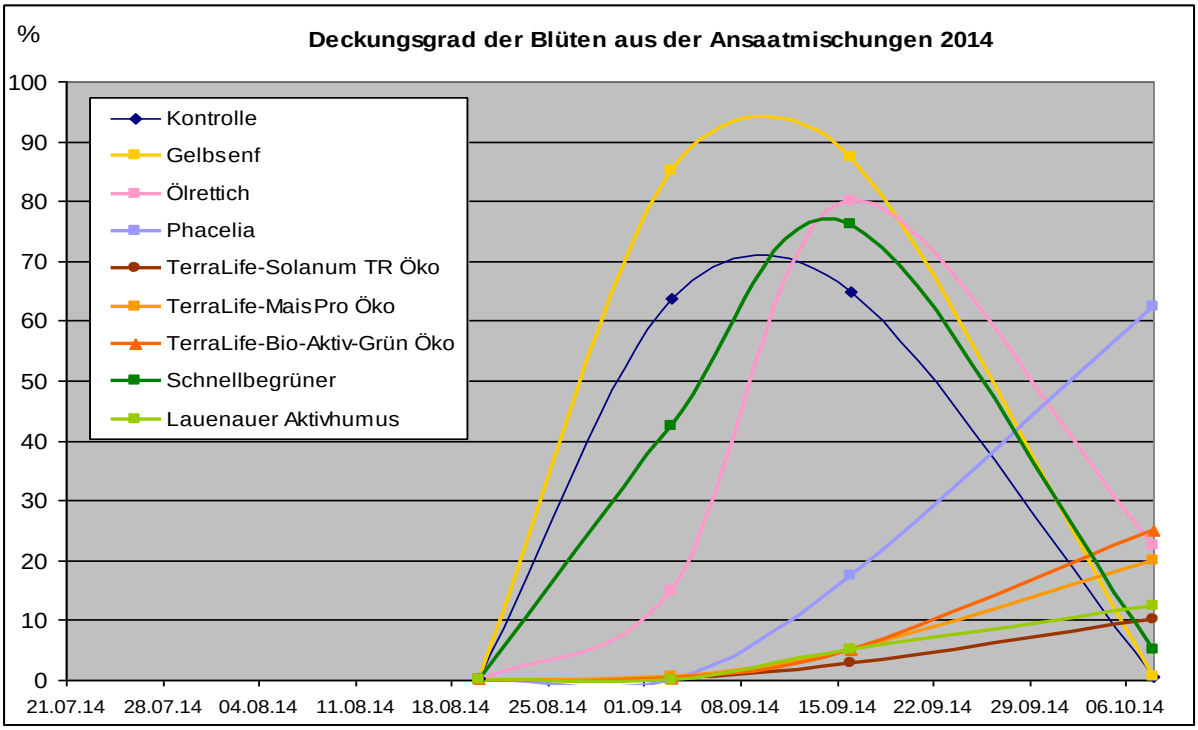
6.4.2 Blühspanne und Deckungsgrad der Blüten

Die Blühdauer und die Blütenintensität sind insbesondere für Blüten besuchende Insekten von Bedeutung. Die Erfassungen erfolgten ab ca. 4 Wochen nach der Aussaat und setzten sich bis kurz vor dem Umbruchtermin fort. Aus den Diagrammen in Abb. 19 ist gut zu erkennen, dass sowohl die Blühspanne als auch der Deckungsgrad der Blüten im Jahr 2014 aufgrund der längeren Standdauer höher ausfielen.

Gelbsenf und Ölrettich sind die Pflanzenarten, die am schnellsten zur Blüte gelangen und damit in beiden Jahren einen ausgeprägten Blühaspekt boten, wenn auch in 2015 nicht ganz so dicht. Auch die Blüten der Phacelia erlangten zum Ende der Standdauer in 2014 einen hohen Blütendeckungsgrad, in 2015 erreichte sie dagegen zum Umbruchtermin gerade den Beginn der Blüte.

Zusätzlich zu diesen „schnellen“ Arten blühten in 2014 Öllein, Futtererbse, Leindotter, Blaue Lupine und Perserklee. Kurz vor dem Umbruchtermin kamen noch Sonnenblume, Futtermalve sowie Tiefenrettich zur Blüte. In 2014 bildeten Gelbsenf, Ölrettich, Phacelia, Öllein, Leindotter, Futtererbsen, Perserklee und Blaue Lupine Samenstände aus, die aber im Folgejahr auf der ehemaligen Versuchsfläche nicht aufgelaufen sind.

Der späte Aussaattermin in 2015 führte dazu, dass die Entwicklung der Blühpflanzen in 2015 durch den späteren Aussaattermin deutlich langsamer war und die Blütenentwicklung der



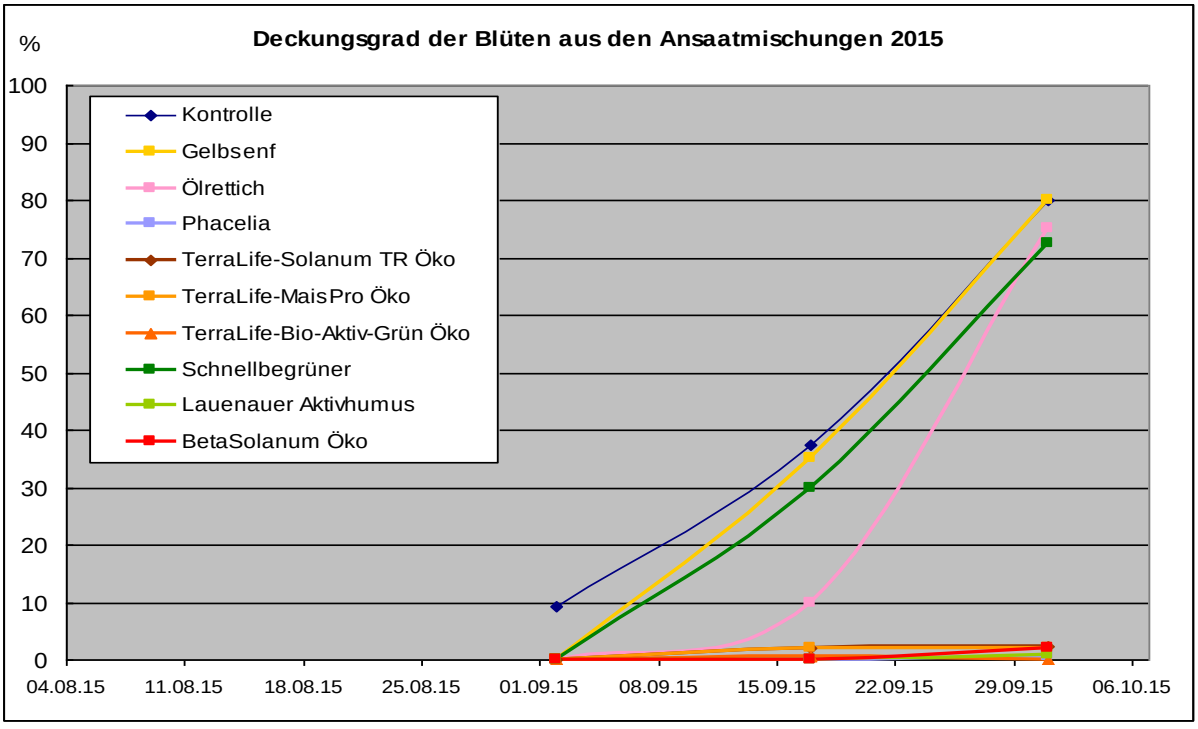


Abb. 19: Entwicklung der Blütendeckung der Blühmischung bzw. der Spontanvegetation auf der Kontrollfläche 2014 und 2015 im Vergleich (Zeitleiste beginnt mit Aussaat-Termin).

Pflanzen zum Zeitpunkt des Umbruchs ihr Maximum noch nicht erreicht hatte bzw. die meisten Mischungen überhaupt nicht zur Blüte kamen.

Der höchste Deckungsgrad der Blüten wurde in beiden Jahren in der Reinsaat mit Gelbsenf erreicht, gefolgt von Ölrettich und der Mischung Schnellbegrüner. In 2014 erreichten die Blüten des Gelbsenfes zum Zeitpunkt der zweiten Erfassung bereits eine Deckung von 85%, in

Abb. 20: Eine Parzelle des Gelbsenfs mit einem Blütendeckungsgrad von 90% aufgenommen am 16. September 2014 (Foto: B. Petersen/KÖN).

2015 im Mittel dagegen nur 35%. Beim Ölrettich war der Unterschied nicht so stark ausgeprägt (2014: 15%, 2015: 10%). Auch beim Schnellbegrüner, der beide Blühpflanzen enthält, war der Effekt nicht so deutlich ausgeprägt (2014: 43%, 2015: 30%).

In den artenreicheren Zwischenfruchtmischungen blühen die verschiedenen Pflanzenarten nicht zur selben Zeit, die Blühdauer ist gestaffelt und fällt entsprechend nicht so massenhaft und einheitlich aus. Dies führt bei längerer Standdauer zu einer längeren Blühspanne, was wiederum für viele Insekten von Vorteil ist.

In 2015 wurde die Standdauer der Zwischenfrüchte durch einen späteren Aussaattermin und früheren Umbruch reduziert, so dass die Blühdauer der Pflanzen entsprechend verringert wurde (siehe Abb. 19). Dadurch verkürzte sich auch die Zeit, in der die Mischungen eine Nahrungsgrundlage für Insekten bieten konnten, was durch deutlich weniger Sichtungen von Insekten in den Parzellen im Jahr 2015 bestätigt werden konnte.

In Abb. 21 ist die Blühdauer mit einem Deckungsgrad von ≥15% der verschiedenen Ansaaten in Tagen dargestellt. 15 Prozent wurden als Grenze gewählt, weil ein niedrigerer Deckungsgrad in der Fläche kaum ins Gewicht fällt. Wie in Abb. 22 zu sehen ist, sind 10% kaum wahrnehmbar, dagegen ist bei einem Blütendeckungsgrad von 20% schon eine Vielzahl von Blüten vorhanden, die für Insekten attraktiv sind.

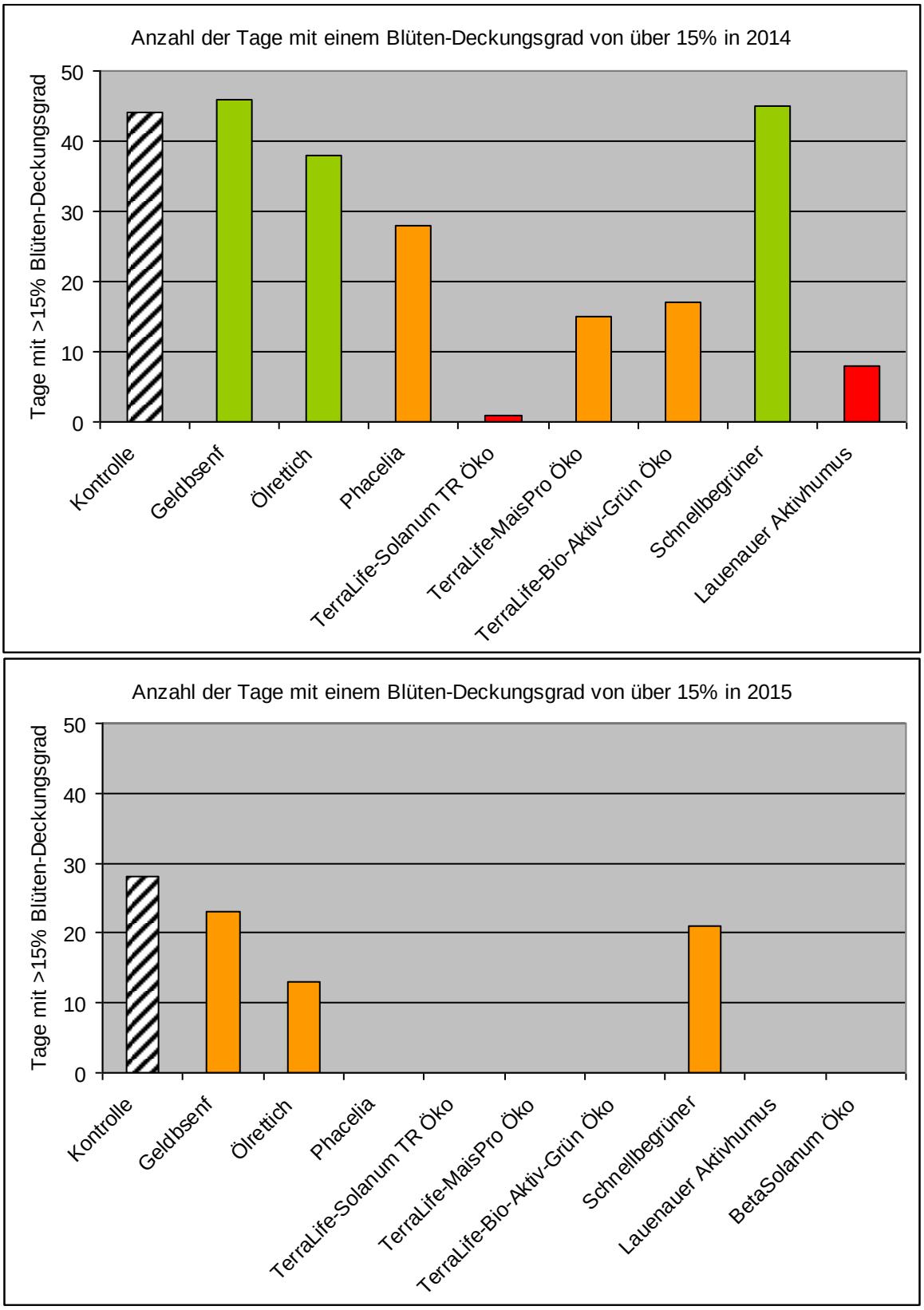


Abb. 21: Blühdauer der verschiedenen Ansaaten bzw. in der Kontrolle der Spontanvegetation in Tagen (grün = lange Blühdauer; orange = mittlere Blühdauer; rot = kurze Blühdauer) in 2014 und 2015 im Vergleich**.**

Abb. 22: Links eine Parzelle mit Phacelia mit einem Blütendeckungsgrad von ca. 10%, rechts mit einem Deckungsgrad von ca. 20% (Fotos: B. Petersen/KÖN).

6.4.3 Insektenaktivität

Im Rahmen des Versuchs konnten keine faunistischen Untersuchungen durchgeführt werden, es wurden jedoch auffällige Beobachtungen zur Insektenaktivität protokolliert. In Abb. 23 sind einige Eindrücke aus den Versuchsparzellen festgehalten.

Die Umgebung beider Versuchsflächen wird als blütenarm eingestuft. 2014 nutzten trotzdem recht schnell zahlreiche Insekten die Fläche zur Nahrungssuche. Es wurden folgende Insektenarten beobachtet: Honigbienen, Wildbienen (darunter verschiedene Hummelarten), Hornissen, verschiedene Schwebfliegenarten, Schmetterlinge bzw. Nachtfalter (Rapsweißling, Kleiner Fuchs, Admiral, Tag-Pfauenauge, Bläuling, Gammaeule), verschiedene Fliegenarten, Käfer (Marienkäfer, Weichkäfer, Rapsglanzkäfer) und Wanzen. In 2015 waren die Beobachtungen seltener. Erst bei der dritten Begehung wurden größere Mengen an Insekten, wie z. B. Schwebfliegen, Honigbienen, Fliegen und Kohlweißlinge gesichtet, die vor allem im Gelbsenf, dem Ölrettich und dem Schnellbegrüner auf Nahrungssuche waren.

Tab. 8: Bewertung der Pflanzenvielfalt der unterschiedlichen Ansaaten.

	Insektenaktivität	
Jahr	2014	2015
Kontrolle *	++	++
Gelbsenf	++	++
Ölrettich	++	+/-
Phacelia	++	-
TerraLife-Solanum TR Öko	-	-
TerraLife-MaisPro Öko	-	-
TerraLife-Bio-Aktiv-Grün Öko	-	-
Schnellbegrüner	++	+/-
Lauenauer Aktivhumus	-	-
BetaSolanum Öko		-

* die Angaben in der Kontrolle beziehen sich auf die Spontanvegetation

grün = hohe Insektenaktivität, orange = mittlere Insektenaktivität, rot = geringe Insektenaktivität

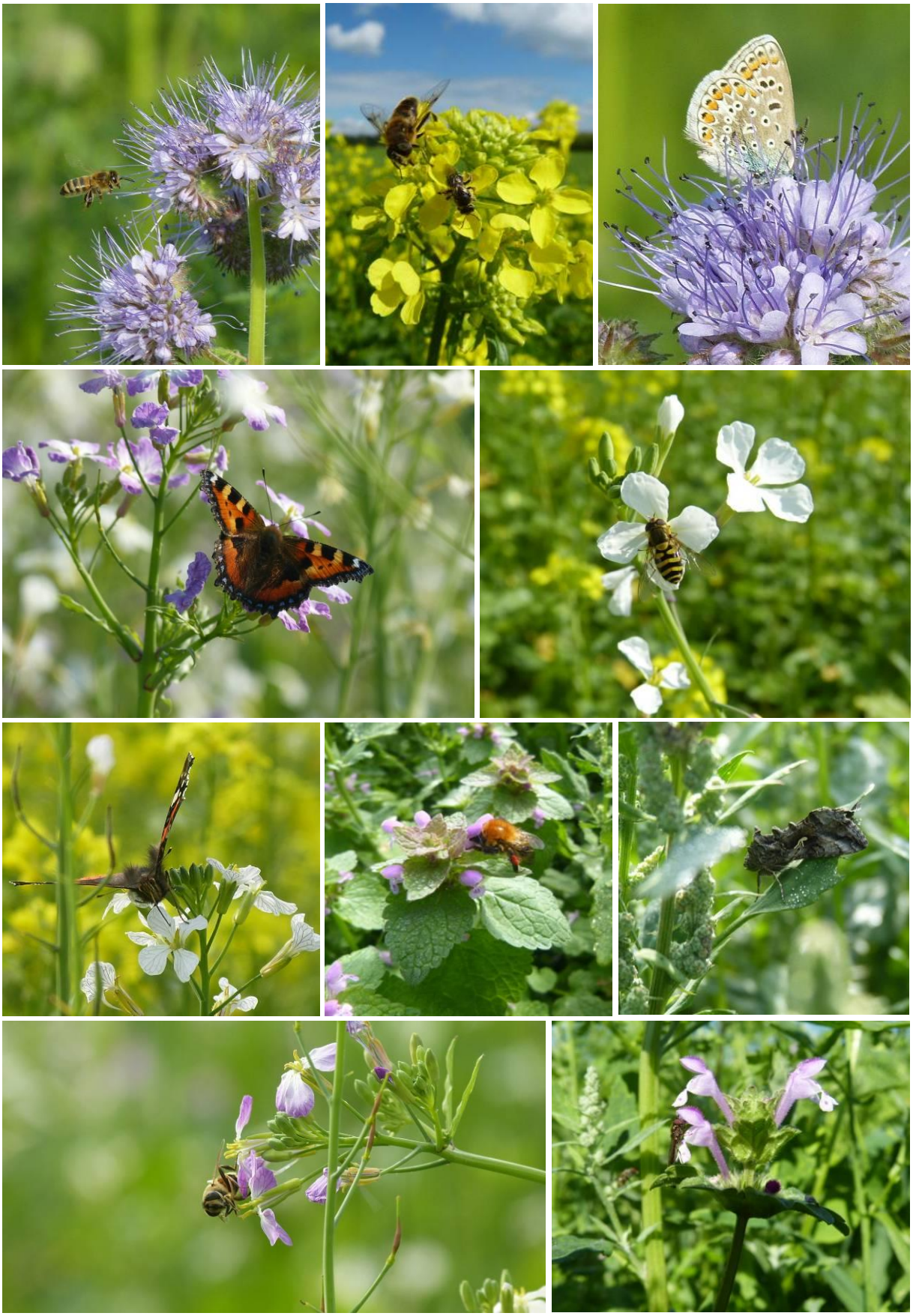


Abb. 23: Blütenbesucher in den Versuchsparzellen 2014 (von oben links nach unten rechts: Honigbiene, Mistbiene und Wildbiene, Bläuling, Kleiner Fuchs, Schwebfliege, Admiral, Ackerhummel, Gammaeule, Schwebfliege, Schwebfliege) (Fotos: B. Petersen/KÖN).

6.4.4 Strukturvielfalt

Zwischenfrüchte stellen nicht nur eine Nahrungsquelle dar, die Flächen sind auch ein potentieller Rückzugsort für viele Wildtiere. Dafür sind ein gewisser Deckungsgrad, die Höhe des Aufwuchses sowie die Strukturvielfalt wichtig. Die Struktur wird gebildet durch verschiedene Pflanzenmerkmale wie Wuchshöhen und -formen.

Hat man z. B. einen niedrigen Bestand, werden dort lediglich kleinere Tierarten Deckung finden. Höhere Bestände bieten auch für größere Tiere wie z. B. Rehwild Deckung. Ist der Pflanzenaufwuchs zwar hoch, aber einheitlich dicht, ist der Bestand weniger attraktiv für viele Tiere, da sie sich im dichten, meist dunklen, schattigen und feuchten Milieu nicht so wohl fühlen. Rebhühner z. B. mögen keine zu dichten Bestände, sondern bevorzugen Flächen, die dichte und weniger dichte Bereiche aufweisen. Vorteilhaft ist also eine abwechslungsreiche Struktur, die sich aus hohen und niedrigen Pflanzen, dichten und lichteren Bereichen zusammensetzt. Dementsprechend sind die Reinsaaten in dieser Hinsicht schlechter zu bewerten als Pflanzenmischungen, da der Aufwuchs erwartungsgemäß einheitlich ist.

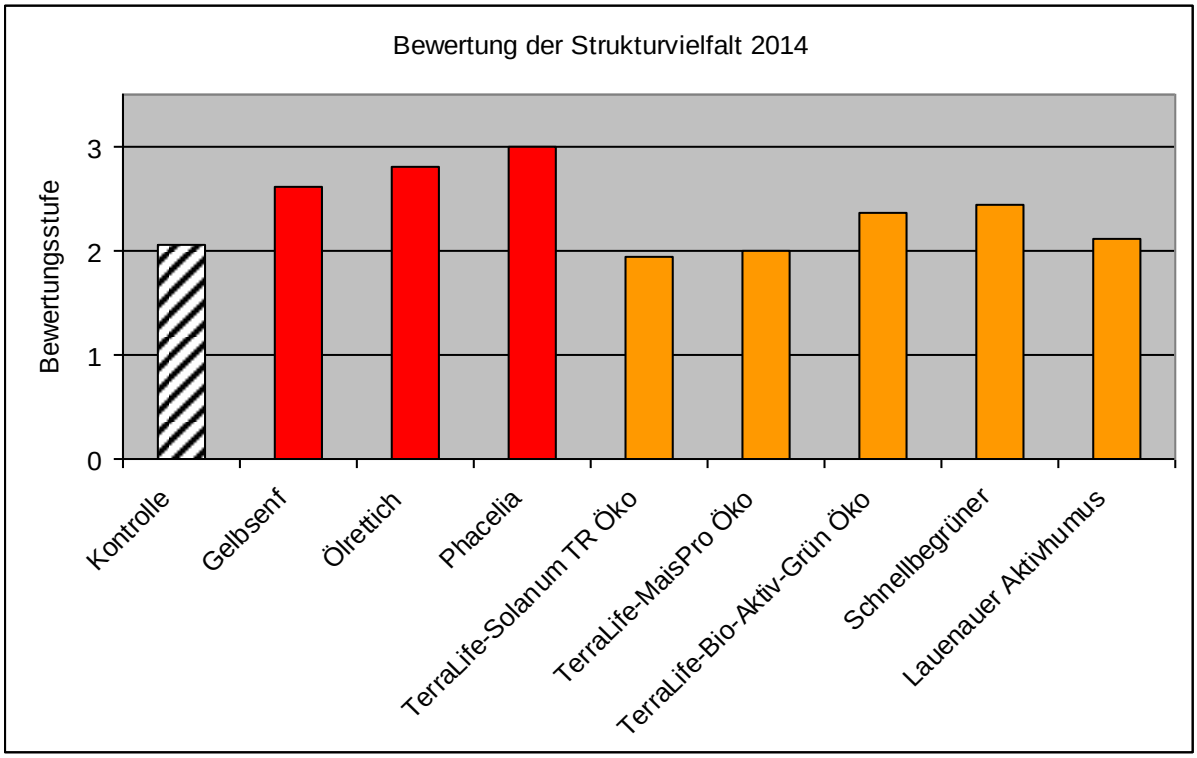
Abb. 24: Entwicklung der Struktur einer Parzelle der Mischung TerraLife-Solanum TR Öko vom 20. August bis 10. Oktober 2014. Der zunächst eher einheitliche Pflanzenbestand wurde zum Ende hin wesentlich variabler und strukturreicher (Fotos: B. Petersen/KÖN).

Tab. 9: Einzelbewertungen der Strukturvielfalt der Ansaaten im Verlauf des Versuchs.

Datum	Kontrolle*	Gelbsenf	Ölrettich	Phacelia	TerraLife-Solanum TR Öko	TerraLife-MaisPro Öko	TerraLife-Bio-Aktiv-Grün Öko	Schnellbegrüner	Lauenauer Aktivhumus	BetaSolanum Öko
20.08.14	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	2,3	2,3	1,8	1,5	
03.09.14	2,0	2,5	2,3	3,0	2,5	2,0	2,8	2,0	2,5	
16.09.14	2,3	3,0	3,0	3,0	2,3	2,0	2,3	3,0	2,0	
08.10.14	2,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,8	2,3	3,0	2,5	
01.09.15	1,5	3,0	3,0	2,5	1,3	1,8	1,8	2,0	1,3	2,3
17.09.15	1,3	2,8	2,8	3,0	1,3	1,8	2,0	2,3	1,3	2,8
01.10.15	2,0	3,0	2,8	3,0	1,8	2,0	2,0	2,8	2,0	3,0

* die Angaben in der Kontrolle beziehen sich auf die Spontanvegetation

grün = sehr vielfältig (1-1,5); orange = mäßig vielfältig (>1,5-2,5); rot = wenig vielfältig (>2,5)



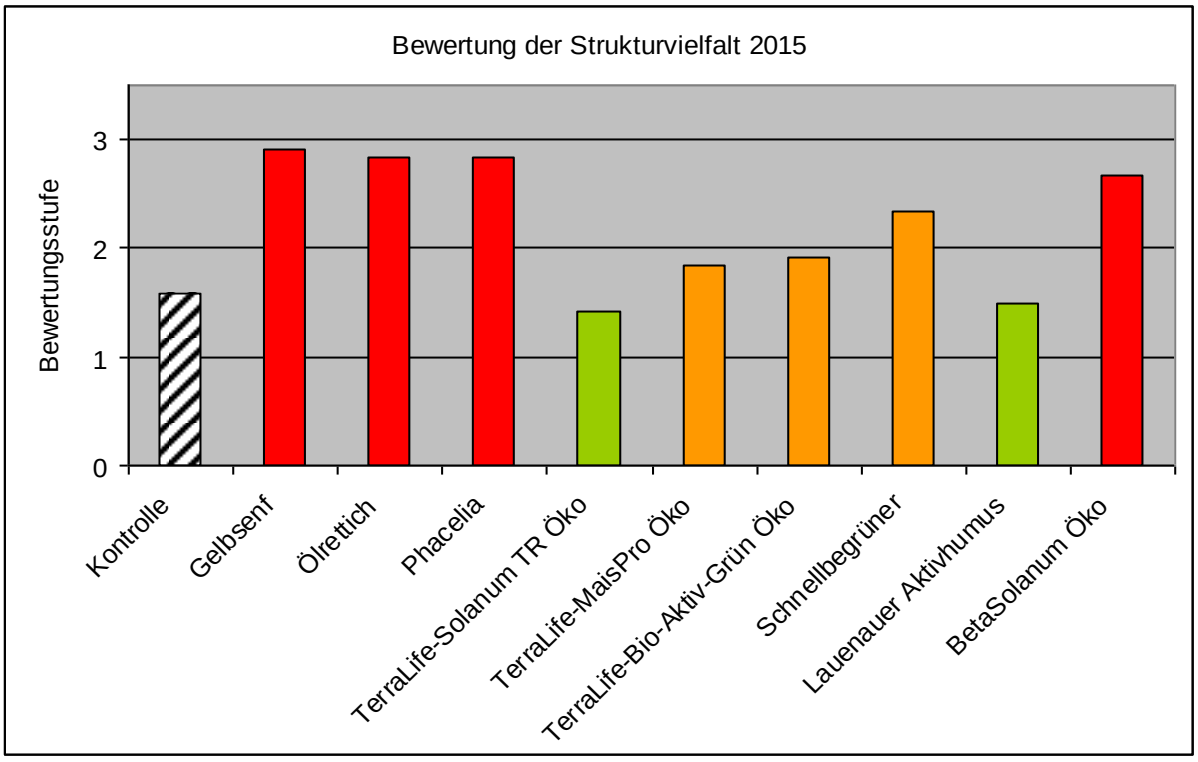


Abb. 25: Durchschnittliche Bewertung der Strukturvielfalt der Ansaaten bzw. in der Kontrolle der Spontanvegetation (orange = mäßige Strukturvielfalt, rot = geringe Strukturvielfalt).

Die Strukturvielfalt der Pflanzenbestände veränderte sich im Laufe ihrer Entwicklungszeit und wurde bei jeder Begehung neu bewertet. Die Einzelwerte sind Tab. 9 zu entnehmen und wurden in Abb. 25 zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst. Keine der Mischungen wurde durchgängig als sehr vielfältig bewertet.

In Abb. 25 ist außerdem zu erkennen, dass die meisten Zwischenfrüchte hinsichtlich ihrer Strukturvielfalt in 2015 besser bewertet wurden als in 2014. Zwei der Mischungen wurden im Durchschnitt der Einzelbewertungen in 2015 sogar als sehr vielfältig angesehen.

6.5 Zusammenfassung des Versuchsteils

In Tab. 10 wurden die Einzelkomponenten und ihre Bewertungen aus Naturschutzsicht noch einmal zusammengefasst. Die Bewertung beschränkt sich auf die Eignung der Vegetation für Blüten besuchende Insekten und andere Tiere.

Keine der Ansaaten wurde durchweg als positiv eingestuft. Es gab vielfältige Mischungen, die aber nicht so schnell zur Blüte gelangen wie Gelbsenf und Ölrettich, so dass hier die Insektenaktivität deutlich geringer war.

Tab. 10: Bewertungen der einzelnen Aspekte der Zwischenfrucht-Ansaaten aus Naturschutzsicht.

	Vielfalt der Pflanzenfamilien/ Blütenformen		Vielfalt der Pflanzenarten		Vielfalt zur Blüte gelangter Pflanzen		Blühdauer		Insektenaktivität		Strukturvielfalt	
Jahr	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Gelbsenf	-	-	-	-	-	-	++	+/-	++	++	-	-
Ölrettich	-	-	-	-	-	-	++	+/-	++	+/-	-	-
Phacelia	-	-	-	-	-	-	++	-	++	-	-	-
TerraLife-Solanum TR Öko	+/-	+/-	++	++	++	+/-	-	-	-	-	+/-	++
TerraLife-MaisPro Öko	++	++	++	++	+/-	+/-	+/-	-	-	-	+/-	+/-
TerraLife-Bio-Aktiv-Grün Öko	+/-	+/-	++	++	-	-	+/-	-	-	-	+/-	+/-
Schnellbegrüner	-	-	+/-	+/-	-	-	++	+/-	++	+/-	+/-	+/-
Lauenauer Aktivhumus	+/-	+/-	++	++	+/-	-	+/-	-	-	-	+/-	++
BetaSolanum Öko		-		-		-		-		-		-
++ = sehr lang/vielfältig; +/- = mehr oder weniger lang/vielfältig; - = relativ kurz/arm												

Dagegen weisen die Reinsaaten eine geringe Strukturvielfalt auf. Die unterschiedliche Standdauer der Zwischenfrüchte in 2014 und 2015 wirkt sich deutlich auf die Bewertung der Blühdauer und Insektenaktivität aus, weil bei kürzerer Standdauer selbst die Ansaaten mit Gelbsenf und Ölrettich nicht mehr so intensiv zur Blüte kommen können.

Aus Naturschutzsicht sind arten- und strukturreiche Ansaatmischungen mit einer lang anhaltenden und intensiven Blüte wünschenswert.

Im Versuch hat sich gezeigt, dass zwar die Pflanzenmasse in den vielfältigen Ansaatmischungen arten- und strukturreicher war, dass aber während der relativ kurzen Standzeit nur ein Bruchteil der Pflanzen zur Blüte gelangt. Nur Pflanzenarten, die sich schnell entwickeln wie z. B. der Gelbsenf und der Ölrettich, kommen auch zur Blüte.

Während in 2014 die Standzeit (von der Aussaat bis zum Umbruch) etwas mehr als elf Wochen betrug, waren es 2015 nur knapp neun Wochen. Die Entwicklung der Pflanzen war durch den späteren Aussaattermin witterungsbedingt langsamer. In 2014 gelangten insgesamt elf verschiedene Pflanzen zur Blüte, acht von ihnen bildeten auch Samenstände aus. In 2015 kamen dagegen nur sieben Arten zur Blüte, von denen keine Samenstände ausbilden konnten. Für Blüten besuchende Insekten ist dementsprechend bei einer relativ kurzen Standzeit eine Ansaatmischung mit Gelbsenf und Ölrettich von Vorteil, weil sie hier noch Nahrung finden.

Wie sich im Versuch zeigte, waren in 2015 keine der Zwischenfrüchte auf der ersten Versuchsfläche aus 2014 aufgelaufen. Die Befürchtung, dass die Zwischenfrüchte in den Folgekulturen zum Problem werden können, hat sich also nicht bestätigt.

Aus Naturschutzsicht wäre es wünschenswert, Zwischenfrüchte mit einer möglichst frühen Aussaat und langen Standzeit einzuplanen, so dass möglichst viele verschiedene Pflanzenarten auch zur Blüte gelangen können. Artenreiche Mischungen haben ergänzend zur höheren Pflanzenartenzahl den Vorteil, dass sie durch die unterschiedlichen Pflanzenarten strukturreicher sind und bessere Rückzugsräume bieten.

Ist es nicht möglich, eine längere Standzeit einzuplanen, so sollten Pflanzenarten ausgewählt werden, die sich möglichst schnell entwickeln und noch zur Blüte gelangen. Die Reinsaaten von Gelbsenf und Ölrettich wiesen zwar hinsichtlich ihrer Arten und Struktur nur wenig Vielfalt auf, waren aber durch das schnelle und relativ lange Angebot einer großen Menge an Blüten für eine Vielzahl von Blüten besuchenden Insekten sehr attraktiv. Die Phacelia kam 2014 noch zur Blüte und war ebenfalls bei Insekten sehr beliebt.

7 Literaturverzeichnis

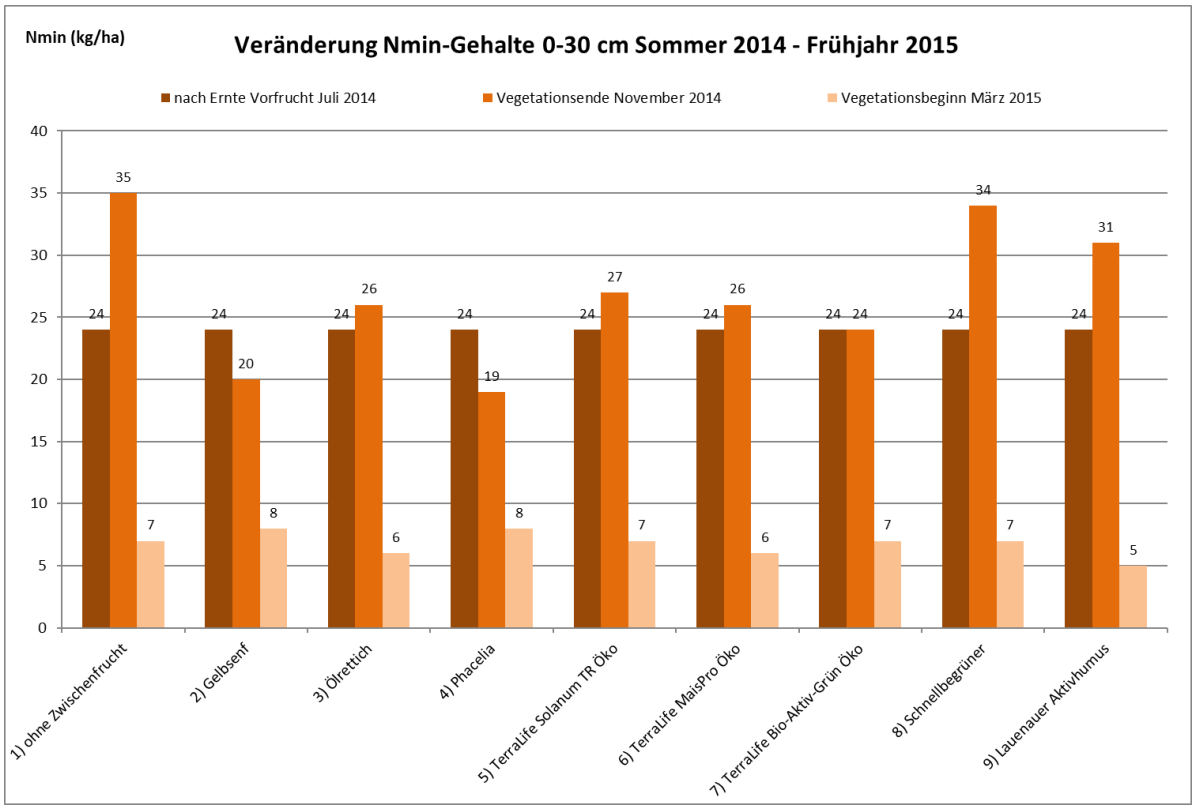
Diepenbrock, W.; F. Ellmer; J. Léon (2016): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

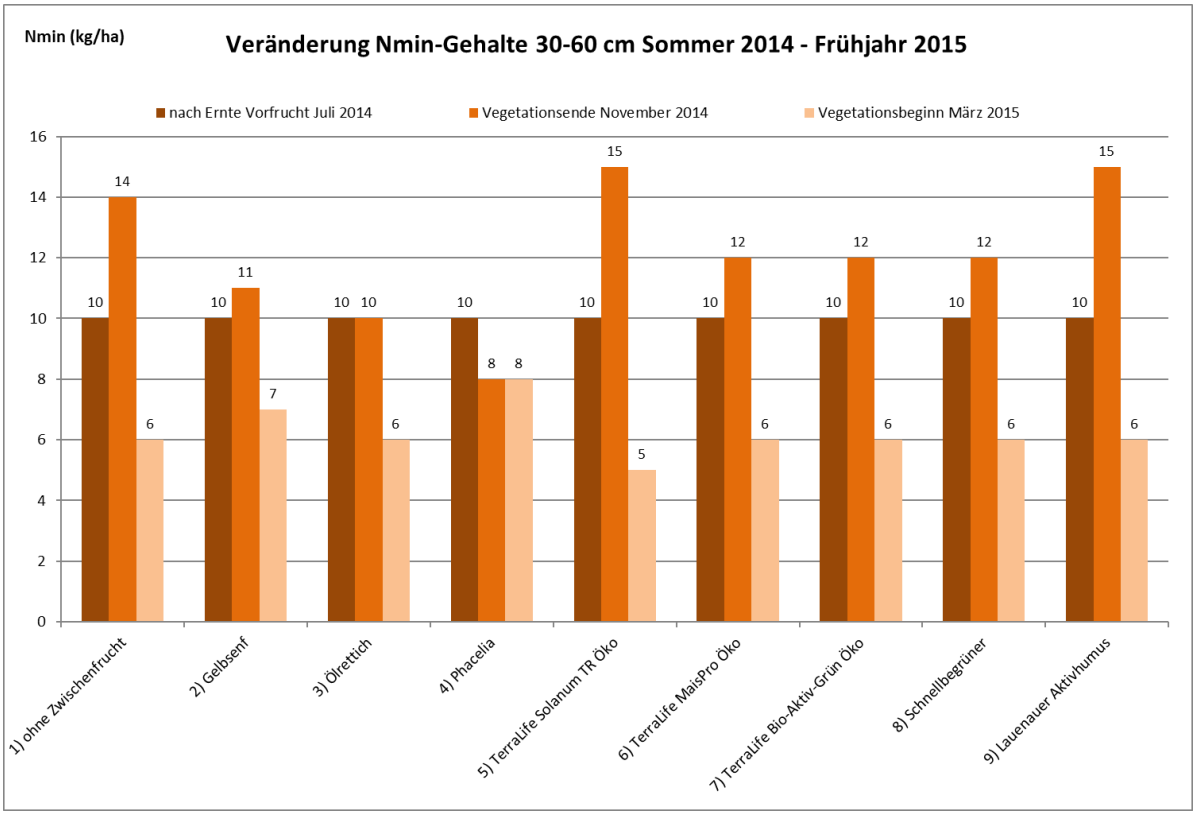
Keesing, F.; L. K. Belden; P. Daszak; A. Dobson; C. D. Harvell; R. D. Holt; P. Hudson; A. Jolles; K. E. Jones; C. E. Mitchell; S. S. Myers; T. Bogich & R. S. Ostfeld (2010): Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. Nature 468 (Heft 7324), 647–652.

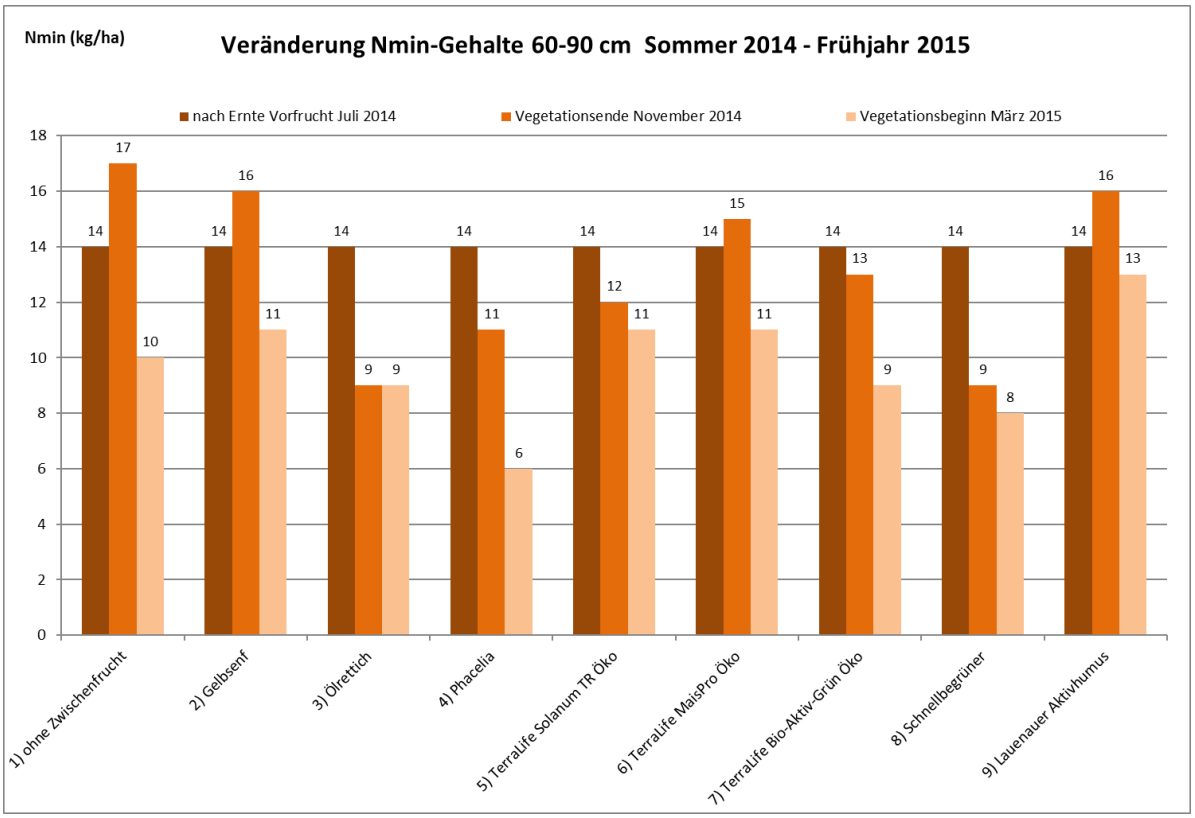
Kolbe, H.; M. Schuster; M. Hänsel; A. Grünbeck; I. Schließer; A. Köhler; W. Karalus; B. Krellig; R. Pommer; B. Arp (2004): Zwischenfrüchte im Ökologischen Landbau. Sachsen.

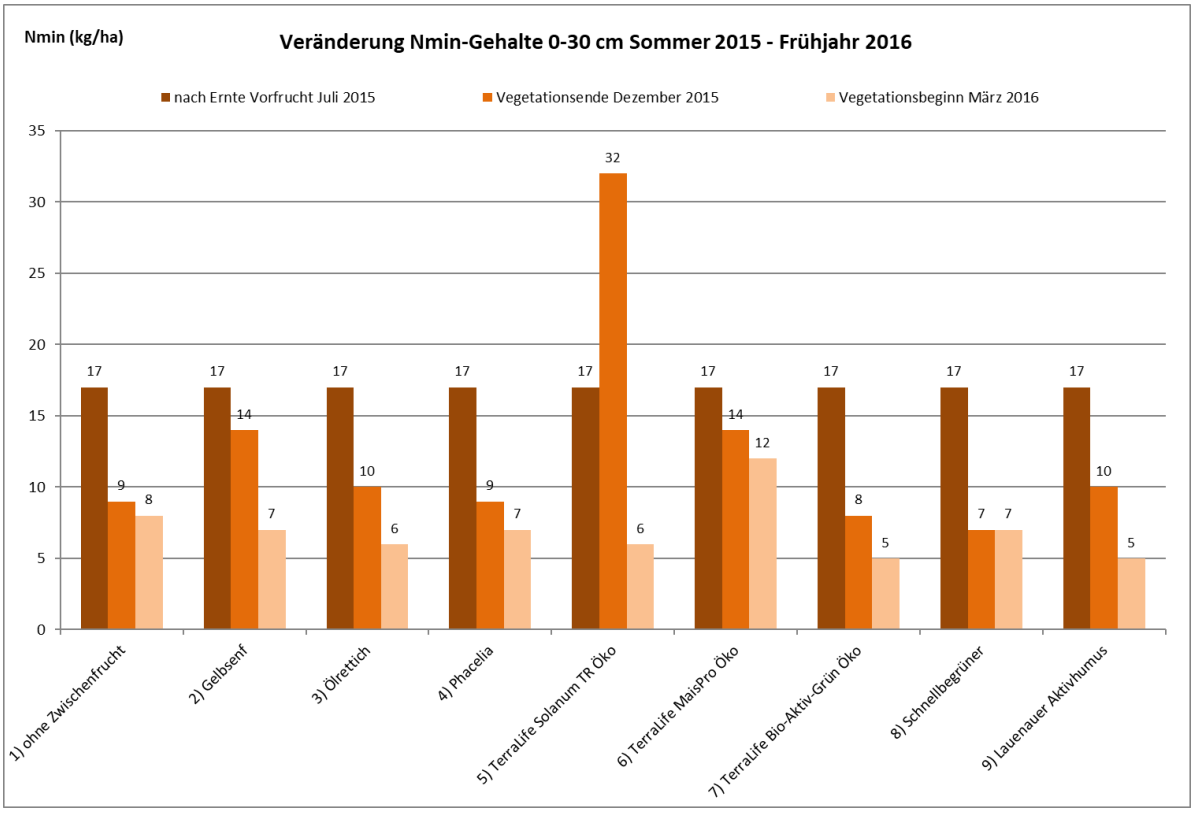
Wachendorf, M.; A. Bürkert; R. Graß (2018): Ökologische Landwirtschaft. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

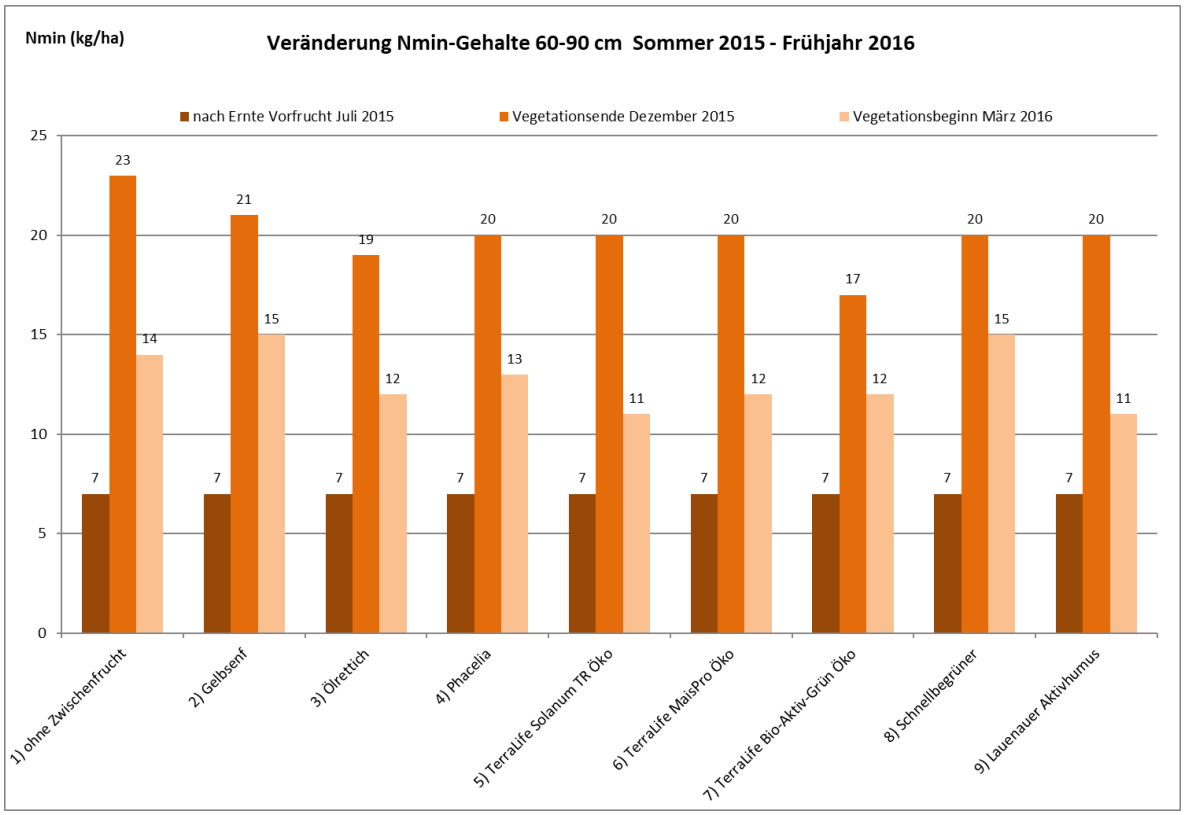
8 Anhang

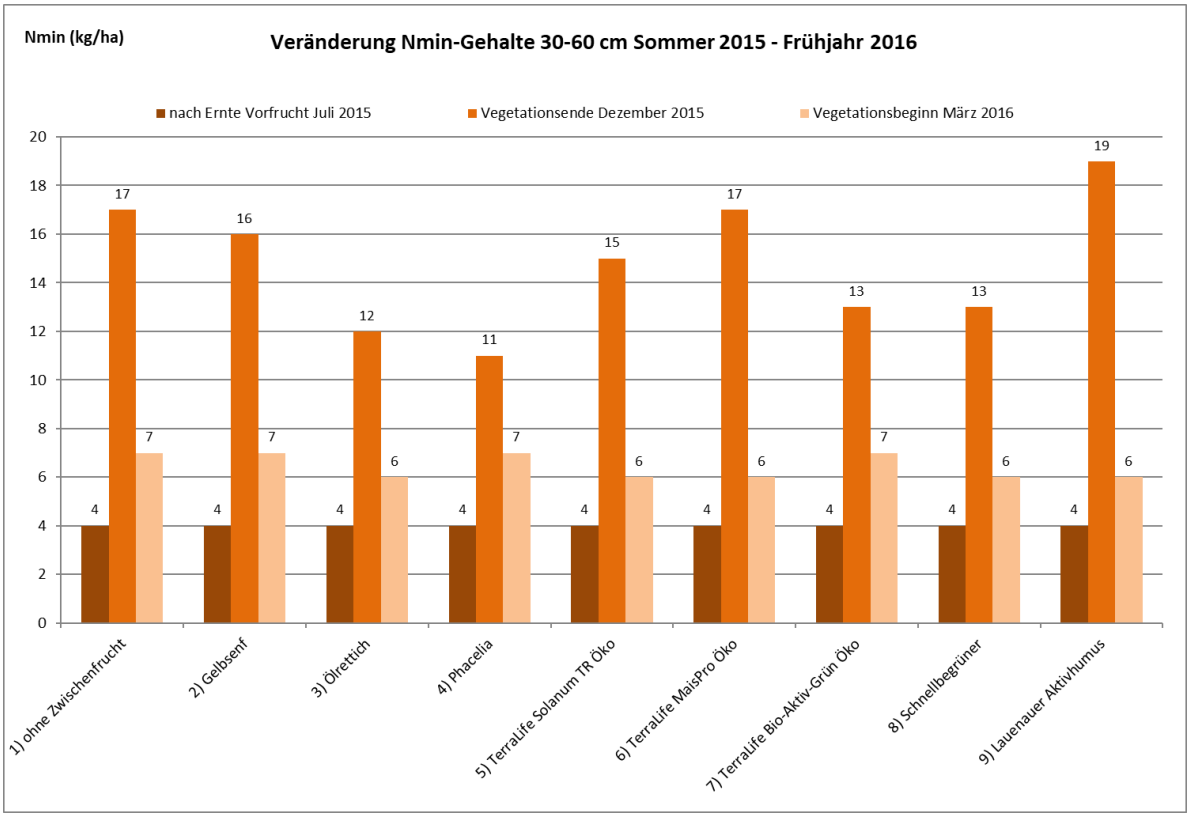

Nmin (kg/ha)
Veränderung Nmin-Gehalte 0-30 cm Sommer 2014 - Frühjahr 2015
nach Ernte Vorfrucht Juli 2014
Vegetationsende November 2014
Vegetationsbeginn März 2015
40
35
30
25
20
15
10
5
0
24 35 7
24 20 8
24 26 6
24 19 8
24 27 7
24 26 6
24 24 7
24 34 7
24 31 5
1) ohne Zwischenfrucht
2) Gelbsenf
3) Ölrettich
4) Phacelia
5) TerraLife Solanum TR Öko
6) TerraLife MaisPro Öko
7) TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko
8) Schnellbegrüner
9) Lauenauer Aktivhumus


Nmin (kg/ha)
Veränderung Nmin-Gehalte 30-60 cm Sommer 2014 - Frühjahr 2015
nach Ernte Vorfrucht Juli 2014
Vegetationsende November 2014
Vegetationsbeginn März 2015
16
14
12
10
8
6
4
2
0
10 14 6
10 11 7
10 10 6
10 8 8
10 15 5
10 12 6
10 12 6
10 12 6
10 15 6
1) ohne Zwischenfrucht
2) Gelbsenf
3) Ölrettich
4) Phacelia
5) TerraLife Solanum TR Öko
6) TerraLife MaisPro Öko
7) TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko
8) Schnellbegrüner
9) Lauenauer Aktivhumus


Nmin (kg/ha)
Veränderung Nmin-Gehalte 60-90 cm Sommer 2014 - Frühjahr 2015
nach Ernte Vorfrucht Juli 2014
Vegetationsende November 2014
Vegetationsbeginn März 2015
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
14 17 10
14 16 11
14 9 9
14 11 6
14 12 11
14 15 11
14 13 9
14 9 8
14 16 13
1) ohne Zwischenfrucht
2) Gelbsenf
3) Ölrettich
4) Phacelia
5) TerraLife Solanum TR Öko
6) TerraLife MaisPro Öko
7) TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko
8) Schnellbegrüner
9) Lauenauer Aktivhumus


Nmin (kg/ha)
Veränderung Nmin-Gehalte 0-30 cm Sommer 2015 - Frühjahr 2016
nach Ernte Vorfrucht Juli 2015
Vegetationsende Dezember 2015
Vegetationsbeginn März 2016
35
30
25
20
15
10
5
0
17 9 8
17 14 7
17 10 6
17 9 7
17 32 6
17 14 12
17 8 5
17 7 7
17 10 5
1) ohne Zwischenfrucht
2) Gelbsenf
3) Ölrettich
4) Phacelia
5) TerraLife Solanum TR Öko
6) TerraLife MaisPro Öko
7) TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko
8) Schnellbegrüner
9) Lauenauer Aktivhumus


Nmin (kg/ha)
Veränderung Nmin-Gehalte 60-90 cm Sommer 2015 - Frühjahr 2016
nach Ernte Vorfrucht Juli 2015
Vegetationsende Dezember 2015
Vegetationsbeginn März 2016
25
20
15
10
5
0
7 23 14
7 21 15
7 19 12
7 20 13
7 20 11
7 20 12
7 17 12
7 20 15
7 20 11
1) ohne Zwischenfrucht
2) Gelbsenf
3) Ölrettich
4) Phacelia
5) TerraLife Solanum TR Öko
6) TerraLife MaisPro Öko
7) TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko
8) Schnellbegrüner
9) Lauenauer Aktivhumus


Nmin (kg/ha)
Veränderung Nmin-Gehalte 30-60 cm Sommer 2015 - Frühjahr 2016
nach Ernte Vorfrucht Juli 2015
Vegetationsende Dezember 2015
Vegetationsbeginn März 2016
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
4 17 7
4 16 7
4 12 6
4 11 7
4 15 6
4 17 6
4 13 7
4 13 6
4 19 6
1) ohne Zwischenfrucht
2) Gelbsenf
3) Ölrettich
4) Phacelia
5) TerraLife Solanum TR Öko
6) TerraLife MaisPro Öko
7) TerraLife Bio-Aktiv-Grün Öko
8) Schnellbegrüner
9) Lauenauer Aktivhumus