



Anbau von Zwischenfrüchten

Auswertung der Versuchsanlagen 2013/14



Anbau von Zwischenfrüchten Auswertung der Versuchsanlagen 2013/14 in Sachsen

Entwicklung für den ländlichen Raum im Freistaat Sachsen 2007–2013
Begleitforschung zum Anbau von Zwischenfrüchten – Bericht 2013/14

Anja Schmidt, Heiko Gläser



Europäische Union
Europäischer Landwirtschaftsfonds für die
Entwicklung des ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete
www.eler.sachsen.de

Diese Publikation wird im Rahmen des „Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum im Freistaat Sachsen 2007-2013“ unter Beteiligung der Europäischen Union und dem Freistaat Sachsen, vertreten durch das Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, durchgeführt.



STAATSMINISTERIUM
FÜR UMWELT UND
LANDWIRTSCHAFT



1	Einleitung und Zielstellung	7
2	Material und Methoden	9
2.1	Anlage der Demonstrationsversuche	9
2.2	Probenahmen, Analysemethoden und Bonituren	11
2.3	Witterung 2013/14.....	11
3	Standortbeschreibung und Ergebnisse	14
3.1	Littdorf, Landwirtschaftsbetrieb Schönleber e. K.....	14
3.2	Sdier, Agrargenossenschaft „Heidefarm“ Sdier e.G.....	18
3.3	Burgstädt, Landwirtschaftsbetrieb Graichen	21
3.4	Großwaltersdorf, Landwirtschaftsbetrieb Steier	27
4	Bestandesbonitur im Frühjahr 2014	30
5	Biogassubstrateignung von Zwischenfrüchten	31
6	Ökonomie	33
7	Stickstoffnachlieferung in der Folgefrucht.....	36
7.1	N-Nachlieferung am Standort Littdorf.....	36
7.2	N-Nachlieferung am Standort Sdier	37
8	Zusammenfassung	38
9	Ausblick.....	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Witterung im Untersuchungszeitraum (Sachsen, 2013).....	11
Tabelle 2:	Aussaatstärken und Zusammensetzung der angebauten Zwischenfruchtgemenge, Stand 2013.....	13
Tabelle 3:	pH-Wert, Humus und Nährstoffgehalte im Boden, Littdorf 2013	14
Tabelle 4:	pH-Wert, Humus und Nährstoffgehalte im Boden, Sdier 2013.....	18
Tabelle 5:	pH-Wert, Humus und Nährstoffgehalte im Boden, Burgstädt 2013.....	21
Tabelle 6:	pH-Wert, Humus und Nährstoffgehalte im Boden, Großwaltersdorf 2013	27
Tabelle 7:	Erträge, Inhaltsstoffe und Methanertrag verschiedener Zwischenfrüchte im Vergleich zu Silomais, Burgstädt 2012	32
Tabelle 8:	Anbaukosten [in €/ha] der Zwischenfrüchte zur Gründüngung bei unterschiedlicher Saatechnik	33
Tabelle 9:	Anbauempfehlung verschiedener Zwischenfrüchte	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Versuchsstandorte der Zwischenfruchtdemonstrationsanlagen 2013	8
Abbildung 2:	Streifenanlage für Demoversuche Zwischenfruchtanbau, 2013	9
Abbildung 3:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Littdorf 2013_ungedüngt	15
Abbildung 4:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Littdorf 2013_gedüngt	16
Abbildung 5:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Littdorf 2013_Quaterna	17
Abbildung 6:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Sdier 2013_ungedüngt.....	19
Abbildung 7:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Sdier 2013_gedüngt.....	19
Abbildung 8:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Sdier 2013_Quaterna.....	20
Abbildung 9:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtgemenge, Burgstädt 2013_ungedüngt.....	22
Abbildung 10:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtreinsaaten, Burgstädt 2013_ungedüngt.....	22
Abbildung 11:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtgemenge, Burgstädt 2013_gedüngt.....	23
Abbildung 12:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtreinsaaten, Burgstädt 2013_Quaterna.....	24
Abbildung 13:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtgemenge, Burgstädt 2013_SOBAC	25
Abbildung 14:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtreinsaaten, Burgstädt 2013_SOBAC	25
Abbildung 15:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Großwaltersdorf 2013_ungedüngt.....	28
Abbildung 16:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Großwaltersdorf 2013_gedüngt.....	29
Abbildung 17:	Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Großwaltersdorf 2013_Quaterna.....	29
Abbildung 18:	Methanausbeute verschiedener Zwischenfrüchte im Vergleich zu Mais	31
Abbildung 19:	Anbaukosten von Zwischenfrüchten bei unterschiedlicher Aussaattechnik im Vergleich zur Brache	35
Abbildung 20:	Nachlieferung des gebundenen Stickstoffs in der Folgefrucht, Littdorf 2013	36
Abbildung 21:	Nachlieferung des gebundenen Stickstoffs in der Folgefrucht, Sdier 2013	37

Bildverzeichnis:

Bild 1:	Grubbertechnik mit aufgebautem pneumatischem Sägerät zur Aussaat von Zwischenfrüchten.....	10
Bild 2:	Bonitur nichtabgefrorener Zwischenfrüchte, Littdorf 2014	30

Abkürzungen

AS	AquaSave
BfUL	Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG	Europäische Gemeinschaft
FM	Frischmasse
KBD	Konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LR	Lebensraum
MS	Mulchsaat
N _{min}	mineralischer Stickstoff (Ammonium + Nitrat)
oTS	organische Trockensubstanz [%]
PG	Prüfglied
SZB	Sommerzwischenbegrünung
TKG	Tausendkorngewicht [Masseneinheit]
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

1 Einleitung und Zielstellung

Für die Zielerreichung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL) ist der Anbau von Zwischenfrüchten eine Maßnahme zur Verbesserung des Gewässerzustandes. Erhöhte Stickstoffgehalte nach der Ernte der Hauptfrucht sind auch bei optimaler Bewirtschaftung nicht ausgeschlossen. Witterungsbedingte Einflüsse und damit einhergehende Ertragsminderungen führen zu einer verminderten Stickstoffaufnahme durch die Kulturpflanzen. Ohne eine gezielte Zwischenbegrünung kommt es über den Winter zur Verlagerung von Stickstoff in tiefere Bodenschichten. Ökologisch gefährdet er als Nitrat das Grund- und Trinkwasser und trägt zur Eutrophierung der Oberflächengewässer bei. Ökonomisch steht er der nachfolgenden Kultur nicht mehr zur Verfügung und bedeutet für den Landwirt einen erhöhten Düngereinsatz im Frühjahr.

Der Trend geht aktuell zum Anbau von Zwischenfrüchten in Gemengen, welche meist über den Winter abfrieren und im Frühjahr in den Boden eingearbeitet werden. Im Gegensatz zu Reinsaaten ist der Anbau von Zwischenfruchtgemengen oft sicherer im Aufgang, die Pflanzen bilden mehr Biomasse, damit beschatten sie den Boden optimal und sind in der Lage, Unkräuter und Ausfallgetreide zu unterdrücken und gleichzeitig binden sie hohe Mengen an Stickstoff. Durch die Bodenbedeckung wird gleichfalls die Erosionsgefahr gemindert. Des Weiteren bilden sie ein ausgeprägtes Wurzelsystem. Die Wurzelabscheidungen regen die bodenbiologische Aktivität an und mobilisieren Nährstoffe, wodurch die Bodenfruchtbarkeit gesteigert wird. Zahlreiche ökologische Vorteile machen die Notwendigkeit des Zwischenfruchtanbaus deutlich. Aber auch ökonomische Gründe, wie die Aufwertung des Produktionsfaktors Bodens, sind gegeben.

Auch wenn der Zwischenfruchtanbau aufgrund seiner Vielzahl an Vorteilen nahezu unverzichtbar ist, sind die Aufwüchse nicht in jedem Jahr befriedigend. Ausschlaggebend sind neben Witterungseinflüssen meist anbautechnische Fehler. Um Erkenntnisse im Anbau von Zwischenfrüchten vor allem im Gemenge zu erlangen, wurden seit nunmehr vier Jahren zahlreiche Feldversuche durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LFULG) gemeinsam mit dem Verein Konservierende Bodenbearbeitung /Direktsaat in Sachsen e.V. (KBD) bei engagierten Landwirten angelegt. Im Rahmen von Feldbegehungen und Praktikertagen wurden diese von Berufskollegen und weiteren Fachleuten besichtigt, diskutiert und Erfahrungen ausgetauscht. Die Ergebnisse wurden jedes Jahr in einem Bericht und in Fachzeitschriften veröffentlicht.

Die Ergebnisse der letzten Jahre zeigen, dass sich mit gut etablierten Zwischenfrüchten ökologische und ökonomische Vorteile einer Gründüngung ergeben. Dabei spielt das Aussaatverfahren eine entscheidende Rolle. Kostengünstig können die Zwischenfrüchte mit einem Düngerstreuer ausgebracht werden. Dabei wird das Saatgut jedoch nur sehr ungleich auf dem Boden verteilt und läuft oft entsprechend ungleich auf. Angeraten wird meist, das Zwischenfruchtsaatgut hauptfruchtmäßig mit einer Drillkombination auszubringen. Dieses Verfahren verspricht die höchsten Auflaufraten, ist aber mit höheren Kosten und Arbeitsaufwand verbunden. Um Kosten und Zeit bei der Ansaat zu reduzieren und trotzdem gute Aufgänge sicherzustellen, wurden die Zwischenfrüchte im Jahr 2013 mittels Grubber mit aufgebautem pneumatischem Sägerät (APV-Streuer) in einem Arbeitsgang auf allen Standorten ausgebracht.

Untersucht wurden das Stickstoffbindungsvermögen im oberirdischen Biomasseaufwuchs und die Minderung der Bodenstickstoffgehalte der angebauten Zwischenfrüchte bei unterschiedlichem Düngungsregime auf jedem Standort in jeder Variante. Die Begrünungsvarianten erhielten für eine zügige Jugendentwicklung eine Stickstoffstartgabe in mineralischer oder organischer Form, eine weitere Variante verblieb ohne zusätzliche Düngergabe und in einer dritten Variante wurde ein Bodendünger (Quaterna) ausgebracht.

Die Ergebnisse sind Teil der Untersuchungen „Begleitung und Bewertung der stoffeintragsminimierenden Agrarumweltmaßnahmen des Programms AUW gemäß dem EPLR 2007 – 2013“, durchgeführt und ausgewertet durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Zusammenarbeit mit dem Verein Konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat in Sachsen e.V. (KBD).

Im Jahr 2013 wurden auf den in Abbildung 1 dargestellten landwirtschaftlichen Betrieben Feldversuche zum Anbau von Zwischenfrüchten angelegt:

Versuchsstandort	Unternehmen	Standorttyp
Littdorf	Landwirtschaftsbetrieb Schönleber e.K.	Lö
Sdier	Agrargenossenschaft „Heidefarm“ Sdier e.G.	D
Burgstädt	Landwirtschaftsbetrieb Graichen	Lö
Großwaltersdorf	Landwirtschaftsbetrieb Steier	V

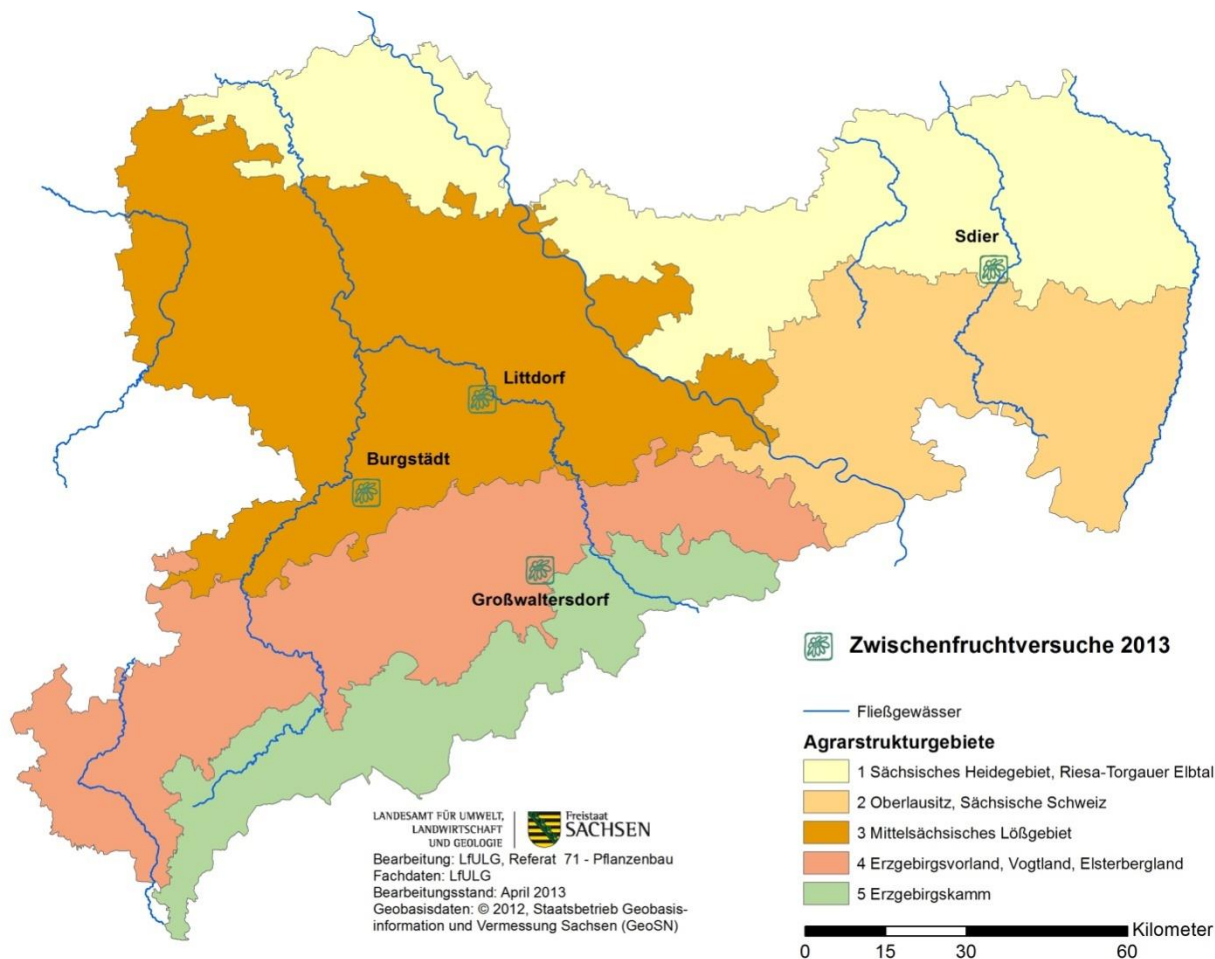


Abbildung 1: Versuchsstandorte der Zwischenfruchtdemonstrationsanlagen 2013

Fachkundige Unterstützung wurde von Vertretern folgender Firmen gestellt:

- Deutsche Saatveredlung AG
- Bayerische Futtersaatbau GmbH
- Saaten-Union GmbH
- BayWa AG

An den von LfULG und KBD durchgeführten Zwischenfruchtfeldtagen präsentierten die Unternehmen ihre Zwischenfruchtvarianten. Neben dem klassisch angebauten Senf wurden die Vorteile des Anbaus von Zwischenfrüchten im Gemenge erläutert und neue Gemenge vorgestellt. Vor Ort wurden in verschiedenen Varianten Spatenproben entnommen, um auf die Wurzeleistung der angebauten Zwischenfrüchte einzugehen.

2 Material und Methoden

2.1 Anlage der Demonstrationsversuche

Die Versuche wurden als einjährige Streifenanlagen in vier bodenklimatisch verschiedenen Regionen Sachsens auf konservierend bestellten Flächen etabliert. Angebaut wurden im Untersuchungsjahr 2013/14 die in Abbildung 2 dargestellten Zwischenfruchtvarianten im Vergleich zu einer Variante ohne Zwischenfruchtanbau (Brache). Bei der Auswahl der Varianten wurden von jedem Saatgutanbieter drei Zwischenfruchtgemenge berücksichtigt. Neben einem Gemenge, das sich in den Versuchsanlagen der zurückliegenden Jahre bewährt hat, wurden eine neue sowie eine leguminosenfreie Mischung getestet. Von den Versuchsanstellern wurde zusätzlich noch ein eigens zusammengestelltes Gemenge, SG Spezial (Eigenmischung), ins Feld gestellt. Auf dem Standort Burgstädt wurden außerdem noch verschiedene Zwischenfrüchte in Reinsaat ausgebracht. Die Aussaatmengen richteten sich nach den Empfehlungen der Saatgutanbieter (Abbildung 2). Genaue Angaben zur Artenzusammensetzung und Saatstärke sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

ohne Düngung	organische/mineralische Düngung	Bodendünger Quaterna
		MS 100 AS
		MS 100 LR
		SZB 100
		Gelbsenf
		Brache
		Viterra Multikulti
		Viterra Intensiv
		Viterra Trio
		Gelbsenf
		Brache
		TerraLife Maispro
		TerraLife Aquapro
		TerraLife SolaRigol
		Gelbsenf
		Brache
		Vitalis Plus
		Wasserrahmen-Eco
		Vitalis Extra
		Gelbsenf
		Brache

Abbildung 2: Streifenanlage für Demoversuche Zwischenfruchtanbau, 2013

Zur Untersuchung der Effektivität der Düngung wurden die Streifenanlagen jeweils in 3 Blöcke aufgeteilt. Neben dem ungedüngten Block A erhielt zur Aussaat bzw. nach dem Auflaufen der Zwischenfrüchte der Block B eine Stickstoffgabe in Höhe von ca. 50 kg N/ha in Form von Mineraldünger (KAS bzw. AHL) oder organischem Dünger (20 m³ Gülle/Gärrest). Versuchsweise zur alternativen Düngung wurde im Block C eine weitere Düngevariante Quaterna als Bodendünger der Firma SOBAC in einer Gabe ausgebracht (Abbildung 2). Bei dem Produkt handelt es sich um ein Granulat, bestehend aus ausgewählten Komposten, mit für den Boden wertvollen Mikroorganismen wie Bakterien, Pilzen und Mikroalgen. Mit diesem Produkt soll die Humifizierung, Zersetzung und Mineralisierung von organischer Masse beschleunigt werden. Somit sollen mehr Nährstoffe aus der organischen Masse pflanzenverfügbar gemacht werden. Mit der Ausbringung des Produktes in einen Zwischenfruchtbestand sollen vorhandene Nährstoffvorräte mobilisiert und durch rhizosphäre Mikroorganismen zur Wurzel transportiert werden. Die Ausbildung eines feineren und großflächig verzweigten Wurzelsystems wird ebenfalls prognostiziert. Demzufolge müssten unter witterungstechnischen Voraussetzungen auch in der kurzen Vegetationszeit höhere Biomasseerträge der Zwischenfrüchte und höhere N-Aufnahmen festzustellen sein.

Die Aussaat erfolgte an allen Standorten stets schnellstmöglich nach Ernte der Hauptfrucht in Grubbersaat. Bei diesem Aussaatverfahren wird das Zwischenfruchtsaatgut bei der Stoppelbearbeitung direkt hinter die Bodenbearbeitungsaggregate ausgestreut und mit der im Grubberaufbau folgenden Walze angedrückt (Bild 1). Günstig hierbei ist die Verbindung von Bodenbearbeitung und Aussaat in einem Arbeitsgang. An allen Standorten wurde der Grubber KAL der Firma Kerner Maschinenbau GmbH mit aufgebautem APV-Streuer eingesetzt.



Bild 1: Grubbertechnik mit aufgebautem pneumatischem Sägerät zur Aussaat von Zwischenfrüchten

Bild 1 zeigt die eingesetzte Technik. Das auf dem Grubberahmen aufgesetzte pneumatische Sägerät verfügt über einen 150 l Saatgutbehälter mit elektronisch angetriebener Dosierung. Das je nach Saatgutgröße auswechselbare Zellrad dosiert das Saatgut, welches mit einem Gebläse über die acht Saatgutschläuche zum jeweils am Ausgang befindlichen Prallblech transportiert wird. Die Prallbleche sind im Abstand von ca. 60 cm montiert, so dass auf einer Arbeitsbreite von 4,80 m das Zwischenfruchtsaatgut gleichmäßig ausgebracht werden konnte. Der Anbauplatz wurde im oberen, hinteren Bereich gewählt, damit die Saatgutmenge einfach und mit wenigen Handgriffen abgedreht werden kann. Außerdem gestaltet sich das Wechseln der Säwelle so einfach und unkompliziert. Bei der Anlage der Streifen wurde ebenfalls eine Überfahrt in den Brachestreifen durchgeführt, um gleiche Voraussetzungen für alle Prüfglieder zu schaffen.

Am Standort Burgstädt wurden zum Vergleich der Aussaatverfahren die Reinsaat in Direktsaat mit betriebseigener Technik (Horsch Airseeder) gedreht.

2.2 Probenahmen, Analysemethoden und Bonituren

Biomasseerträge, gebundener Stickstoff und Kohlenstoff im Spross

Zur Bestimmung der Biomasse (Frisch- und Trockenmasse) wurde aus jedem Prüfglied eine Fläche von 0,5 m² mit Wiederholung zu Vegetationsende (November 2013) per Hand geerntet. Die Frischmasse (FM) wurde sofort gewogen, anschließend (bei 60 °C) bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und die Trockenmasse (TM) bestimmt. Die getrockneten Pflanzenproben wurden vermahlen und anschließend im Labor der Stickstoffgehalt ermittelt. Anhand der Analysenwerte wurden die gebundenen Stickstoffmengen in der Sprossbiomasse der Zwischenfrüchte bzw. der Zwischenfruchtgemenge berechnet und zur Bestimmung des C/N-Verhältnisses der Kohlenstoffgehalt der Pflanzenproben ermittelt.

Die Analytik der Pflanzen- und Bodenproben erfolgte nach den Methoden und Richtlinien des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA).

Mineralischer Stickstoff

Der Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden wurde vor der Aussaat der Zwischenfrüchte als Durchschnittsprobe über die gesamte Versuchsfläche bestimmt. Des Weiteren wurde dieser zu Vegetationsende und zu Vegetationsbeginn je Prüfglied untersucht. Die Bodenprobenahme erfolgte aus den Bodentiefen 0-30 cm und 30-60 cm als Mischprobe aus acht Einstichen pro Prüfglied.

Makronährstoffe, pH-Wert und Humus

Vor Aussaat der Zwischenfrüchte wurde ebenfalls als Durchschnittsprobe über die gesamte Versuchsfläche eine Bodenprobe aus der Tiefe 0-20 cm entnommen, um pH-Wert, Makronährstoffe und Humus zu bestimmen.

Analytik

Die Pflanzen- und Bodenanalytik wurde von der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) durchgeführt.

Mulchbedeckung im Frühjahr

Die Bestimmung des Bedeckungsgrades der Bodenoberfläche mit organischer Substanz wurde im Frühjahr 2014 in den verschiedenen Zwischenfruchtvarianten vor der Bodenbearbeitung durchgeführt. Hierzu erfolgte eine visuelle Einschätzung. Bewertet wurden die Varianten hinsichtlich abgefrorener Gemengepartner, Unkrautunterdrückung sowie ihrer Mulchbedeckung.

2.3 Witterung 2013/14

In Tabelle 1 dargestellt sind Witterungsdaten wie Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer im Untersuchungszeitraum 2013 für den Freistaat Sachsen. Im Vergleich wurde jeweils entsprechend das 30-jährige Mittel abgebildet.

Tabelle 1: Witterung im Untersuchungszeitraum (Sachsen, 2013)

Sachsen	Jahr 2013	30-jähriges Mittel
Temperatur [°C]	8,5	8,1
Niederschlag [l/m ²]	787	699
Sonnenscheindauer [h]	1484	1549

Das Jahr 2013 begann mit milden Temperaturen, gefolgt von einer außergewöhnlich langen Frostperiode, größtenteils ohne schützende Schneedecke. In Gebieten mit derartigen Kahlfrösten kam es zu Kulturschädigungen. Die Kältephase reichte bis Mitte April. Die Entwicklung der Winterkulturen war verglichen mit den Vorjahren etwa zwei Wochen im Rückstand. Der März 2013 zählt zu den Kältesten seit fast 130 Jahren Wetteraufzeichnungen. Er war 4 bis 6 °C kälter als das langjährige Mittel. Frühjahrsbeginn 2013 war somit recht spät und zudem sehr verregnet. Der Bodenwasservorrat der Ackerflächen war zu diesem Zeitpunkt gesättigt, der überwiegende Teil der landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland sogar übersättigt, was eine Befahrbarkeit oftmals nicht zuließ. Im Gegensatz dazu litt die Landwirtschaft in den zurückliegenden Jahren zu diesem Zeitpunkt eher

unter Frühjahrstrockenheit. Der Mai brachte viele Niederschläge, kühle Temperaturen und geringe Strahlung. Dadurch gab es nur eine kurze Phase für die Aussaat von Mais, dessen zügiges Jugendwachstum zudem erst im Juni einsetzte. Der Rückstand in der Vegetationsentwicklung betrug Ende Mai noch immer 5-10 Tage.

Der Vorsommer war geprägt von starken Regenfällen, die in Sachsen im Juni Hochwasser entlang der Flüsse mit sich brachte. Die Flächen der geplanten Demonstrationsanlagen waren jedoch nur geringfügig von den extremen Auswirkungen des Wetters betroffen, lediglich in Sdier standen die Flächen kurzzeitig unter Wasser. Dem Hochwasser folgte im Juli sonniges Sommerwetter. Der Sommer lässt sich insgesamt als sonnig und trocken einstufen. Dementsprechend sanken die Bodenfeuchten auf den Feldern und hielten sich bis Ende August auf einem niedrigen Niveau von durchschnittlich nur 34 % nutzbare Feldkapazität. Die geringen Niederschläge und immer weiter zurückgehende Bodenwasservorräte wirkten sich stark auf die Hauptfruchtbestände, das Getreide, welches sich in der Kornfüllungsphase befand, aus. Die Ernte erfolgte bei guten meteorologischen Bedingungen, z.T. jedoch deutlich später als in den Vorjahren, da der Vegetationsrückstand bis zur Ernte nicht aufgeholt wurde. Im Vergleich zu den letzten 20 Jahren war die Weizenernte im Schnitt sieben Tage später abgeschlossen. Somit erfolgte die Aussaat der Zwischenfrüchte nach Winterweizen in diesem Jahr auch erst später.

2013 war es besonders wichtig, die Zwischenfrüchte umgehend nach der Getreideernte auszubringen. Hohe Niederschlagsintensitäten sorgten für niedrige Rest- N_{\min} -Gehalte, wodurch auf manchen Standorten eine Düngungsmaßnahme zur Unterstützung der Zwischenfrüchte angebracht war. Die geringen Niederschlagsmengen im Juli und August verzögerten das Auflaufen der Zwischenfrüchte. Nach einem sonnigen und warmen Start in den September sorgten Tiefdruckgebiete für reichlich Niederschlag, wobei die Durchschnittstemperatur leicht über dem Klimamittel blieb. Die angebauten Zwischenfrüchte konnten sich in der kurzen Vegetationszeit recht gut etablieren. Erste kühle Temperaturen Anfang Oktober führten zum frühzeitigen Absterben frostempfindlicher Arten, wie Ramtillkraut und Buchweizen. Eine Warmphase Ende Oktober sorgte dann noch einmal für einen guten Biomassezuwachs. Der milde Winter schloss das Jahr 2013 ab, so dass frostunempfindlichere Arten wie der Senf und Phacelia nicht abstarben.

Tabelle 2: Aussaatstärken und Zusammensetzung der angebauten Zwischenfruchtgemenge, Stand 2013

Zwischenfruchtgemenge	Vertrieb/Hersteller	Preis [€/ha]	Aussaatstärke [kg/ha]	Leguminosen											Kreuzblütler			Gräser		Sonstige									
				Alexandrinerklee	Blasenfrüchtiger Klee	Bockshornklee	Inkarnatklee	Michelsklee	Perserklee	Schwedenklee	Bitterlupine	Einjährige Luzerne	Erbsen	Saatwicke	Serradella	Winterwicke	Gelbsenf	Kresse	Ölrettich	Rauhafer	Futterroggen	Buchweizen	Leindotter	Öllein	Phacelia	Ramtilkraut	Sonnenblume		
MS 100 AquaSave	BSV	56,00	20															x	X					x	x		x	x	x
MS 100 Lebensraum		62,50	25	x	x	x						x			x	x			x					x			x	x	x
SZB 100		70,00	20	x															x								x		
TerraLife Aquapro	DSV	62,75	25																					x			x	x	x
TerraLife Maispro		76,00	40	x			x			x	x			x										x	x	X	x		x
TerraLife SolaRigol		87,85	55	x								x			x	x								x		x	X		x
Vitalis Plus	Baywa	110,00	15	x															x	X								x	
Vitalis Extra		81,25	25	x						x					x													x	x
Wasserrahmen-Eco		57,50	25																		X	x						x	
Viterra ® TRIO	Saaten-Union	92,00	25	x																	X							x	
Viterra ® INTENSIV		57,25	50																		X	x							
Viterra ® MULTIKULTI		84,75	25	x							x					x		x								x	x		x
Gelbsenf		21,75	15															x											
Eigenmischung (SG-Spezial)		14,35	40																								x	x	x

3 Standortbeschreibung und Ergebnisse

3.1 Littdorf, Landwirtschaftsbetrieb Schönleber e. K.

Standort und Versuchsanlage

Bodenart/ Ackerzahl	schwach toniger Schluff/ 52
Vorfrucht	Winterweizen
Ernte Vorfrucht	08.08.2013
Aussaatechnik	Kerner Grubber KAL 480
Aussaattermin	15.08.2013
N-Gabe	20 m ³ Gärrest

Witterung im Versuchszeitraum

Niederschlag [mm]		
Jahresmittelwert	Aug.- Nov.2013	langj. Mittel
710	109	210
Temperatur [°C]		
Jahresmittelwert	Aug.- Nov.2013	langj. Mittel
9,3	13,0	13,9

Tabelle 3: pH-Wert, Humus und Nährstoffgehalte im Boden, Littdorf 2013

pH-Wert [0-20 cm]	Gehalts- klasse	P _{CAL} [0-20 cm]	Gehalts- klasse	K _{CAL} [0-20 cm]	Gehalts- klasse	Mg [0-20 cm]	Gehalts- klasse	C _t [0-20 cm]	Hu- mus [0-20 cm]	N _{min} [0-60 cm]
6,7	D	6,2	C	21	D	13,5	D	1,5	2,6	52

Im Rahmen der Versuchsfrage wurde in Littdorf (Mittelsachsen) im dritten Jahr eine Streifenanlage mit Zwischenfrüchten etabliert. Im Jahr 2013 erfolgte die Aussaat der Zwischenfruchtvarianten Mitte August, eine Woche nach Ernte des Winterweizens. Wie bereits erläutert, wurden die Begrünungsvarianten mittels Grubber mit aufgebautem pneumatischem Säugerät ausgebracht. In der Düngungsvariante erfolgte die Düngung unmittelbar vor der Saat durch Gärrestausbringung (20 m³/ha) und direkte Einarbeitung mit Scheibenegge zum Stoppelsturz. Die Brache in Littdorf wurde als Schwarzbrache angelegt, in der eine Stoppelbearbeitung und spätere Grundbodenbearbeitung erfolgte.

Vergleichsweise langsam verlief die Vegetationsentwicklung der angebauten Zwischenfrüchte in diesem Jahr. War der Juni extrem nass, waren im Juli kaum nennenswerte Niederschläge zu verzeichnen, so dass die Zwischenfrüchte die zum Keimen dringend nötige Bodenfeuchte nicht vorfanden. Im weiteren Vegetationsverlauf herrschten nur unterdurchschnittliche Temperaturen. Ebenfalls wurde eine geringe Sonnenscheindauer mit deutlich geringeren Niederschlägen als im Mittel der Jahre verzeichnet. In der kurzen Frostperiode Anfang Oktober froren empfindliche Kulturen wie Ramillkraut und auch die noch sehr kleinen Pflanzen der Sonnenblumen ab. Im weiteren Verlauf bewegten sich die Temperaturen im einstelligen Plusbereich. Das Wachstum stagnierte zwar, jedoch führten die milden Witterungsbedingungen noch nicht zum Abfrieren der Bestände. Kurze Phasen im Dezember und Januar mit Temperaturen unter -10 °C sorgten für das Abfrieren einiger Begrünungen. Im Vergleich der Jahre zeigte sich, dass diese Frosttage nicht ausreichten, um die Sommerzwischenfrüchte komplett abfrieren zu lassen.

Der Gehalt an pflanzenverfügbarem Stickstoff nach der Ernte des Getreides war mit 52 kg/ha eher unterdurchschnittlich (Tabelle 3). Die Ackerkrume wies einen guten (Phosphor) bis sehr guten Versorgungszustand (Kalium, Magnesium) auf, wie die Darstellung in Tabelle 3 verdeutlicht. Der pH-Wert lag in der Gehaltsklasse D. Die Versorgung des Bodens mit pflanzenverfügbarem Stickstoff bot den Zwischenfrüchten keine optimalen Wachstumsvoraussetzungen, um in der verbleibenden Vegetation üppige Zwischenfruchtbestände zu bilden. Auf Grund des geringen Bodenstickstoffgehaltes in 0-60 cm Tiefe empfahl sich auf dem Standort eine Stickstoff-Startgabe.

Nachfolgend abgebildet sind die Ergebnisse der Untersuchungen. Aufwuchs der Biomasse, gebundener Stickstoff im oberirdischen Aufwuchs sowie das C/N-Verhältnis sind jeweils oberhalb der X-Achse dargestellt. N_{min}-Wert zur Aussaat der Zwischenfrüchte, vor Winter und im Frühjahr zu Vegetationsbeginn sind unterhalb der X-Achse, differenziert nach den Bodentiefen 0-30 cm und 30-60 cm abgebildet. Ergebnisse zu den angelegten Düngungsvarianten (ohne Düngung, organische Düngung und Bodendünger) werden in je einer Darstellung gezeigt.

In Abbildung 3 dargestellt sind der Ertrag, der N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte der angebauten Zwischenfrüchte in ungedüngter Form. Zur Aussaat der Zwischenfrüchte lag der Bodenstickstoffvorrat nur bei 52 kg/ha. Die einzelnen Komponenten der Begrünungsvarianten konnten sich zwar alle etablieren, jedoch zeigten sie zu Vegetationsende keinen üppigen Wuchs (5-17 dt TM/ha). Entsprechend lag der N-Entzug ebenfalls auf niedrigem Niveau zwischen 23 und 46 kg/ha.

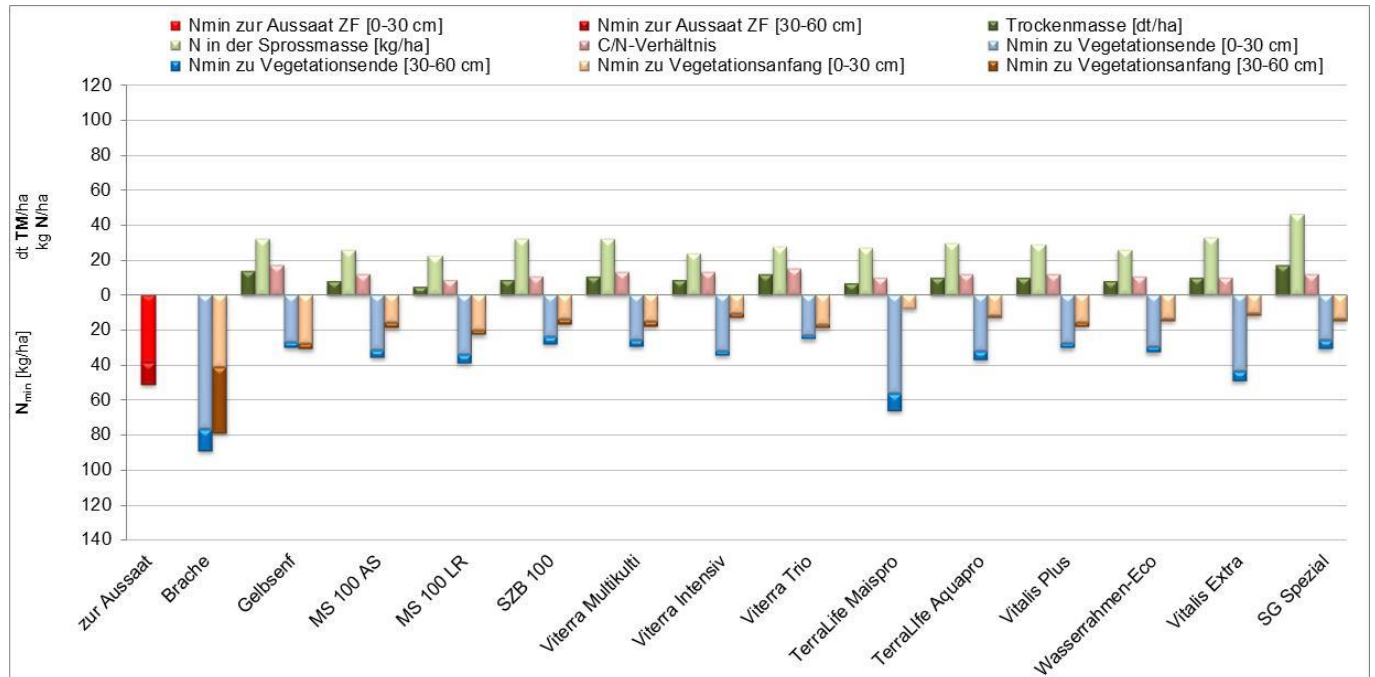


Abbildung 3: Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Littdorf 2013_ungedüngt

Abbildung 3 macht jedoch den ökologischen Vorteil einer Begrünungsmaßnahme sehr deutlich. Ohne den Anbau einer Zwischenfrucht kommt es bis zum Vegetationsende zum Anstieg der Stickstoffgehalte. Eintretende Mineralisierungsprozesse, angeregt durch die Bodenbearbeitungsmaßnahmen in der Brache, verursachten den Anstieg des N_{\min} -Gehaltes um knapp 40 kg N/ha auf 89 kg N/ha bis zum Ende der Vegetation, welcher über den Winter auswaschungsgefährdet ist. In den begrünenden Varianten wurde der Stickstoff biologisch in der Pflanzenmasse gebunden und somit vor Auswaschung geschützt. Bis auf die Varianten TerraLife Maispro und Vitalis Extra, welche einen sehr hohen Leguminosenanteil haben, konnte der N_{\min} -Wert zum Teil deutlich unter 40 kg/ha gesenkt werden.

Eine Bonitur der Varianten zu Beginn der Vegetation 2014 zeigte, dass die kurze Frostperiode im Winter nicht zum Absterben aller Sommerzwischenfrüchte geführt hatte. Während gut entwickelte Phaceliapflanzen überwiegend abgefroren waren, hatten weniger gut entwickelte Pflanzen bei den Temperaturen überlebt. Den Ölrettichpflanzen konnte die kurze Phase mit Temperaturen unter -10 °C nichts anhaben. Die oberirdischen Pflanzenteile zeigten sich im Frühjahr 2014 vital und der Rettichkörper sehr gut entwickelt. Gleiches gilt für den Tillage radish. Auch für Saatwicke, Alexandrinerklee und Leindotter haben die Frosttage nicht ausgereicht, dass alle Pflanzen sicher abfrieren konnten. In der Gelbsenf-Variante in Reinsaat konnten ebenfalls, wie bei der Phacelia, besonders kleine Pflanzen überleben. Degen ließen sich in den Gemenge-Varianten keine vitalen Gelbsenfpflanzen bonitieren. In den Begrünungen mit Kresse konnte festgestellt werden, dass diese zwar abgefroren waren, jedoch zur Reife gekommene Samen im Frühjahr schon gekeimt hatten.

Die Ergebnisse der N_{\min} -Untersuchungen spiegeln sich im Abfrierverhalten der Begrünungsvarianten wieder (Abbildung 3). Ist die Gelbsenf-Variante zum überwiegenden Teil abgefroren, konnte der Bodenstickstoffgehalt bis zum Frühjahr in der Bodentiefe 0-60 cm gehalten werden. In allen weiteren Varianten wurden Werte zwischen 3 und 38 kg N/ha bestimmt. Somit wurde der N_{\min} -Gehalt über den Winter in allen Varianten weiter abgesenkt. Da einige Gemengepartner witterungsbedingt nicht abgefroren sind, konnte weiterhin Bodenstickstoff durch das Pflanzenwachstum umgesetzt werden. Die Vermutung wird bestätigt, da in der Bodentiefe 30-60 cm kaum Bodenstickstoff nachgewiesen wurde. Somit kann eine Verlagerung des Stickstoffs in größeren Mengen über den Winter ausgeschlossen werden.

In der bearbeiteten Brache lag der N_{\min} -Gehalt zu Beginn der Vegetation 2014 noch auf dem gleichen hohen Niveau wie zu Winterbeginn. Jedoch konnten die Bodenstickstoffwerte nicht in der oberen Bodenschicht gehalten werden. Knapp die Hälfte (40 kg N/ha) hatte sich über die Wintermonate in die Bodentiefe 30-60 cm verlagert. Die Ergebnisse aus Abbildung 3 machen deutlich, wie Zwischenfrüchte den Bodennitratgehalt während der Zeit zwischen zwei Hauptfrüchten optimal reduzieren können.

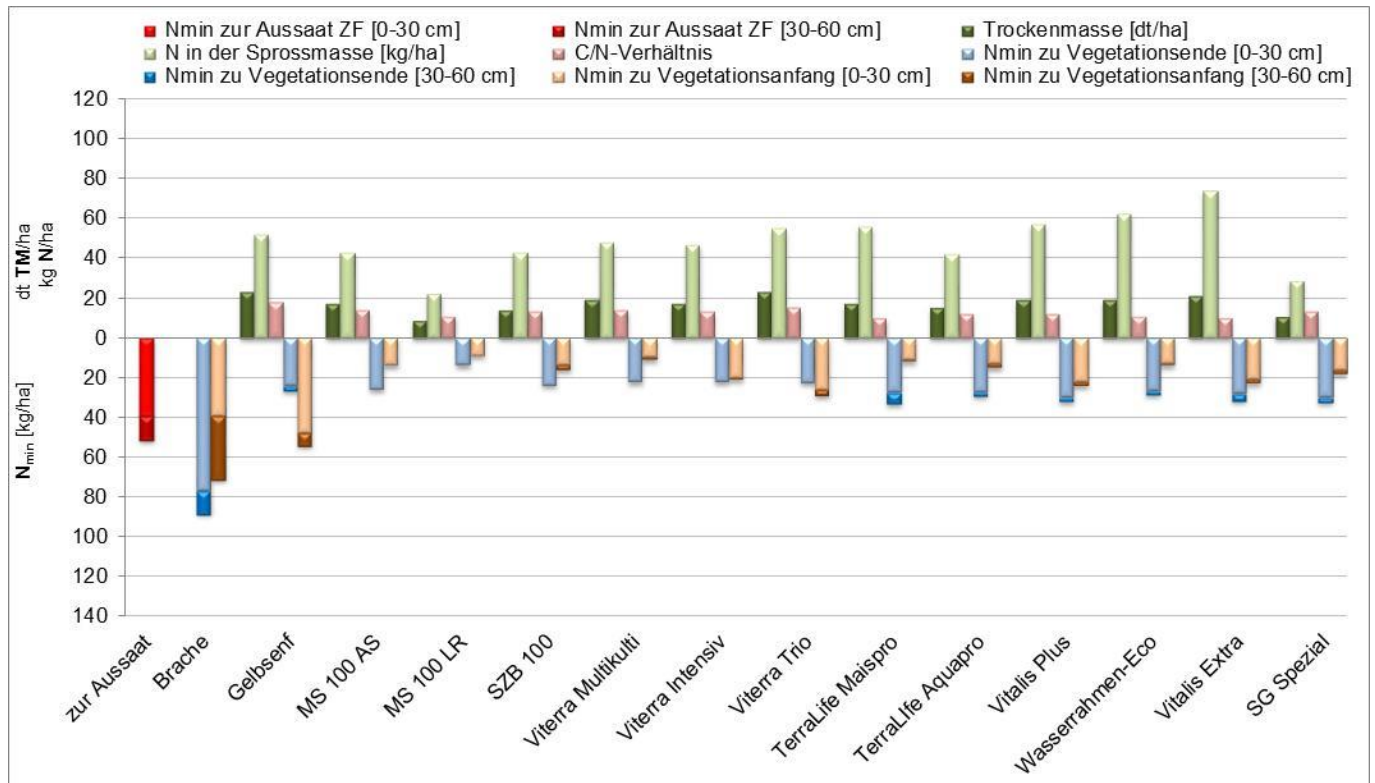


Abbildung 4: Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Littdorf 2013_gedüngt

Die dargestellten Ergebnisse in Abbildung 4 zeigen die Ergebnisse der gedüngten Zwischenfrucht-Varianten. Mit einer Stickstoffgabe (20 m³/ha Gärrest) konnten im Schnitt höhere Trockenmasseerträge als im ungedüngten Block erzielt werden. Die Ertragsspanne lag zwischen 9 und 23 dt TM/ha. Im Mittel lagen die gedüngten Varianten um 10 dt/ha über den entsprechend ungedüngten Varianten. Lediglich die Varianten MS 100 LR und die eigene Mischung (SG Spezial), beide mit einem sehr hohen Anteil an Leguminosen, konnten mit einer Düngung nicht deutlich mehr Biomasse bilden. Mit den höheren Biomasseaufwüchsen waren die Begrünungsvarianten in der Lage, entsprechend mehr Stickstoff zu binden. Im Vergleich zu den ungedüngten Varianten lag der N-Entzug um 20 kg/ha höher. In den Varianten Vitalis Plus (57 kg N/ha), Wasserrahmen-Eco (62 kg N/ha) und Vitalis Extra (74 kg N/ha) lag die Stickstoffbindung in der oberirdischen Pflanzenmasse im Vergleich der Düngevarianten um 30-40 kg N/ha höher. Ein hoher Anteil an Phacelia in diesen Mischungen, verbunden mit guten Witterungsbedingungen, sorgte für eine Bestandesentwicklung bis spät in den Herbst und somit für eine lange Wachstumszeit.

Die Begrünungsvarianten waren in der Lage, den zusätzlichen Stickstoff durch die Düngegabe von ca. 60 kg N/ha (20 m³/ha Gärrest) zu verwerten, da bis zum Vegetationsende keine höheren N_{\min} -Gehalte im Boden festgestellt werden konnten. Mit Ausnahme der Gelbsenf-Variante lagen die N_{\min} -Werte auf vergleichbarem Niveau wie in der entsprechend ungedüngten Variante. Bei geringen Restnitratgehalten zur Aussaat der Zwischenfrüchte sind diese in der Lage, den zusätzlichen Stickstoff gut zu verwerten, ohne hohe N_{\min} -Werte im Boden zu hinterlassen.

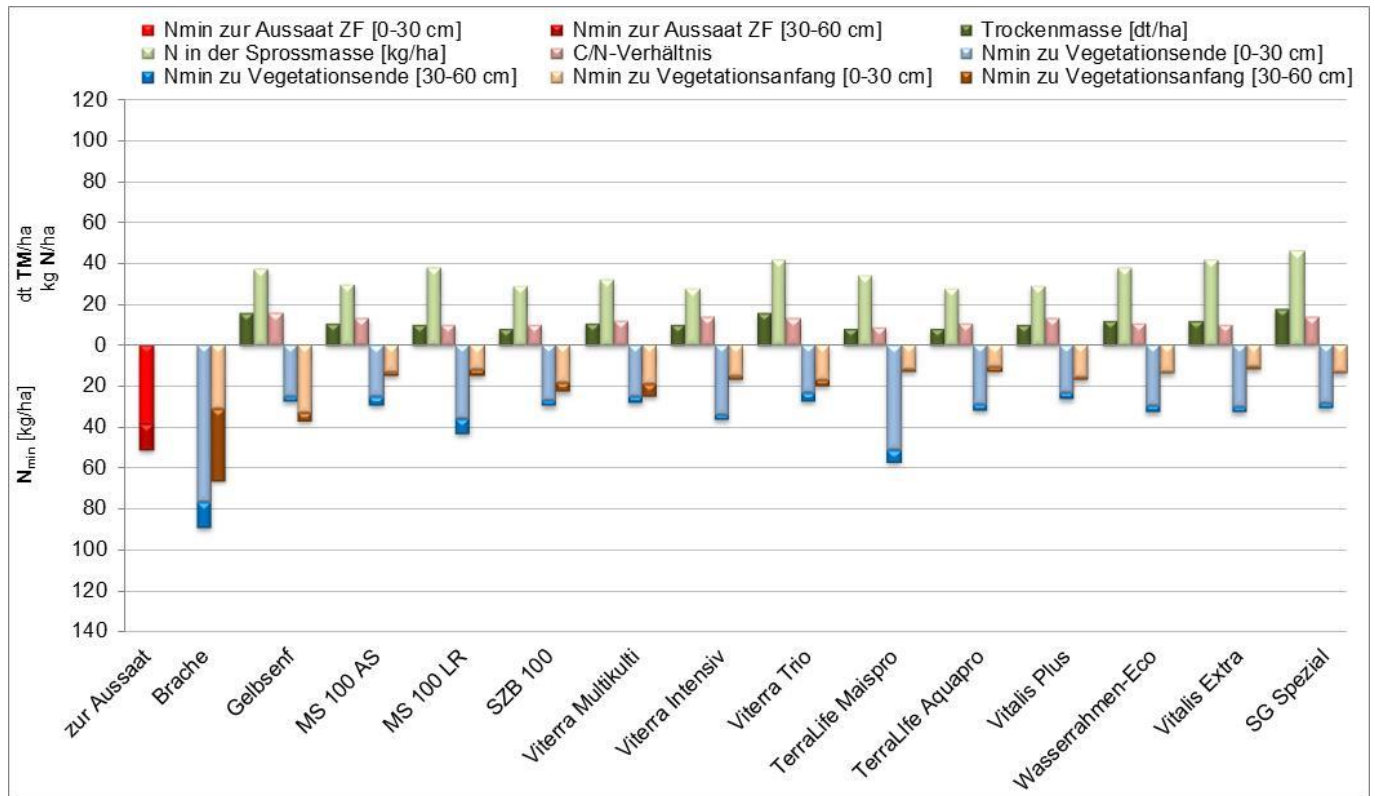


Abbildung 5: Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Littdorf 2013_Quaterna

Auf Grund der Trockenheit auf dem Standort in Littdorf blieb die Wirkung des Bodendüngers hinter den Erwartungen zurück. Die in Abbildung 5 dargestellten Ergebnisse zeigen in den untersuchten Parametern Trockenmasse, N-Entzug und N_{\min} -Gehalte in 0-60 cm vergleichbare Werte zu den ungedüngten Varianten. Die Biomassebildung lag zwischen 8 und 18 dt TM/ha (unge düngt 5-17 dt TM/ha) sowie der N-Entzug zwischen 28 und 42 kg N/ha (unge düngt 23-46 kg N/ha).

Fazit, Littdorf 2013

Geringe Reststickstoffgehalte zur Aussaat der Zwischenfrüchte und geringe Niederschlagsmengen im weiteren Vegetationszeitraum 2013 bedingten nur geringe Aufwüchse. Eine zusätzliche Stickstoffgabe erhöhte den Biomasseaufwuchs um durchschnittlich 10 dt TM/ha und führte zu höheren N-Entzügen ($\bar{\Delta}$ 20 kg N/ha). Das zusätzliche Stickstoffangebot konnte von den Begrünungen gut verwertet und in Biomasse umgesetzt werden. Im Vergleich zur ungedüngten Variante konnten keine höheren Bodennitratgehalte zu Vegetationsende und Vegetationsbeginn festgestellt werden. In der bearbeiteten Brache erhöhte sich auf Grund der Stickstoffnachlieferung durch die Bearbeitung der N_{\min} -Gehalt bis zu Vegetationsende um knapp 40 kg N/ha. Bis Vegetationsbeginn hat sich das Stickstoffniveau der Brache kaum geändert, jedoch verlagerte sich mit den Winterniederschlägen ein großer Teil aus dem Oberboden in tiefere Bodenschichten.

In Littdorf konnte auch 2013/14 deutlich gezeigt werden, wie effektiv der Zwischenfruchtanbau zur Verminderung des Stickstoffaustrags beiträgt.

3.2 Sdier, Agrargenossenschaft „Heidefarm“ Sdier e.G.

Standort und Versuchsanlage

Bodenart/ Ackerzahl	schwach lehmiger Sand/ 27
Vorfrucht	Winterroggen
Ernte Vorfrucht	09.08.2013
Aussaatechnik	Kerner Grubber KAL 480
Aussaattermin	16.08.2013
N-Gabe	20 m ³ Gülle

Witterung im Versuchszeitraum

Niederschlag [mm]		
Jahresmittelwert	Aug.- Nov.2013	langj. Mittel
719	178	252
Temperatur [°C]		
Jahresmittelwert	Aug.- Nov.2013	langj. Mittel
9,4	12,2	12,1

Tabelle 4: pH-Wert, Humus und Nährstoffgehalte im Boden, Sdier 2013

pH-Wert [0-20 cm]	Gehalts- klasse	P _{CAL} [0-20 cm]	Gehalts- klasse	K _{CAL} [0-20 cm]	Gehalts- klasse	Mg [0-20 cm]	Gehalts- klasse	C _t [0-20 cm]	Humus [0-20 cm]	N _{min} [0-60 cm]
mg/100g Boden								%		kg/ha
5,8	C	8,9	D	6,0	B	9,2	E	1,3	2,2	23

Im zweiten Versuchsjahr wurden in Sdier (Oberlausitz) in der Agrargenossenschaft „Heidefarm“ Sdier e.G. im Rahmen der Untersuchungen zum Anbau von Zwischenfrüchten Begrünungsvarianten nach Winterroggen etabliert. Der Standort zählt zu den sehr trockenen Gebieten Sachsens mit wenig fruchtbaren sandigen Böden. Auf Grund der extremen Witterung im Jahr 2013 kam die Vorfrucht Winterroggen spät zur Abreife und Ernte, wodurch die Zwischenfrüchte auf dem Standort erst Mitte August mit der Grubbertechnik ausgebracht werden konnten. In den aufwachsenden Zwischenfruchtbestand wurden 20 m³/ha Gülle ca. 3 Wochen nach der Aussaat (10.09.2013) mit Schleppschlauchtechnik ausgebracht. Ähnlich den Witterungsbedingungen in Littdorf entwickelten sich die Zwischenfruchtbestände nicht so üppig wie im vorigen Jahr. Erschwerend für die Zwischenfrüchte kam hinzu, dass aufgrund von feuchten Erntebedingungen in der Hauptfrucht viel Ausfallroggen aufblief. Die Konkurrenz des Ausfallroggens war so massiv, dass die Zwischenfrüchte diesen nicht ausreichend unterdrücken konnten. Mit der milden Witterung im Herbst blieben die Bestände bis in den Winter hinein grün. Die kurze Frostperiode Ende 2013 reichte jedoch aus, dass die meisten Zwischenfrüchte über den Winter abgefroren sind. Zu Vegetationsbeginn 2014 wurde die Fläche gemulcht und mit einem Totalherbizid behandelt, um den Ausfallroggen und frostunempfindlichere Zwischenfruchtarten abzutöten.

Untersuchungen zur Aussaat der Zwischenfrüchte zeigen, dass die Fläche mit Makronährstoffen größtenteils gut versorgt ist. Der pH-Wert liegt im optimalen Bereich. Mit Phosphor und Magnesium ist der Boden ausreichend versorgt. Dagegen liegt Kalium nur in der Gehaltsklasse B. Der Humusgehalt liegt bei 2,2 %, was für den sandigen Boden ein sehr guter Wert ist. Der N_{min}-Wert zur Aussaat der Zwischenfrüchte zeigt, dass der Bodenvorrat an Stickstoff nahezu aufgebraucht war (

Tabelle 4). Es ist also davon auszugehen, dass sich ein effizientes Wachstum der Begrünungsvarianten nur durch eine Stickstoffdüngung sicherstellen lässt.

Auf Grund der hohen Konkurrenz des Ausfallgetreides, des geringen Bodenstickstoffgehaltes und der geringen Niederschläge in der Vegetationszeit der Zwischenfrüchte entwickelten sich die Bestände eher unterdurchschnittlich mit einem Trockenmassegewicht zwischen 16 und 26 dt/ha (Abbildung 6). Zu beachten ist hier jedoch, dass ein Teil der Trockenmasse aus dem hohen Anteil an Ausfallroggen stammt. Somit lassen sich eindeutige Unterschiede zwischen den verschiedenen Gemengen nicht deutlich differenzieren. Auch wenn die Erträge auf einem sehr niedrigen Niveau lagen, waren die Varianten in der Lage, zwischen 33 und 62 kg N/ha zu binden.

Mit den sehr geringen N_{min}-Gehalten zur Aussaat der Zwischenfrüchte gab es erwartungsgemäß keine großen Veränderungen bis zum Vegetationsende und auch bis zum Beginn der Vegetation. In Sdier begrünete sich die Brache selbst mit Ausfallroggen, da nach dem Grubbergang zur Anlage des Versuchs keine weitere Bodenbearbeitung durchgeführt wurde. Auf Grund des hohen Anteils an Ausfallroggen reduzierte sich der N_{min}-Gehalt ähnlich wie in den Zwischenfrucht-Varianten.

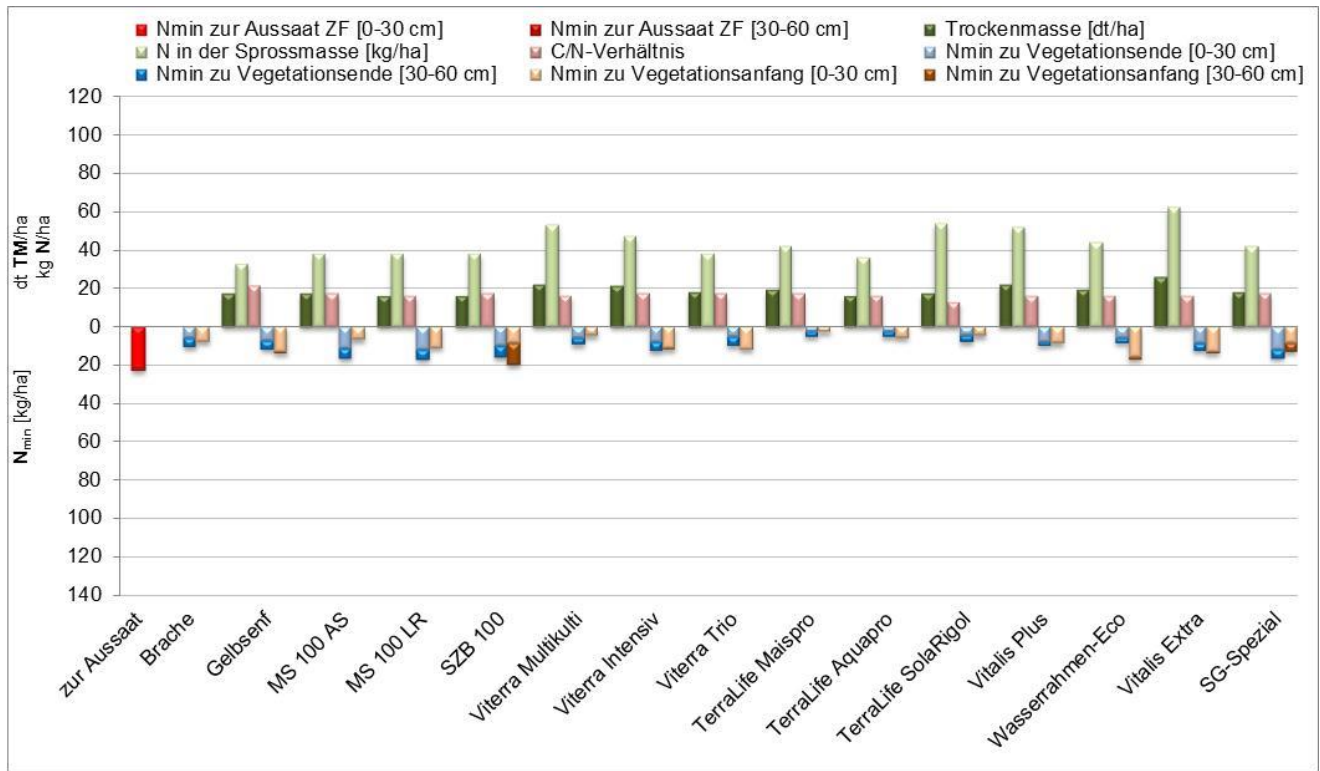


Abbildung 6: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Sdier 2013_ungedüngt

Auf den leichten, sandigen Böden ist bei N-Bilanzüberschüssen mit Nitratverlagerungen über den Winter zu rechnen, wenn keine Zwischenfrucht angebaut wird. Die organische Stickstoffgabe von 20 m³/ha Gülle wirkte sich positiv auf die Stickstoffeffizienz aus. Im Schnitt nahmen die Pflanzen zwischen 39 und 73 kg N/ha (ungedüngt 33 und 62 kg N/ha) und damit im Schnitt etwa 10 kg N/ha mehr auf. Die Abbildung 7 macht weiterhin deutlich, dass es durch die Düngung nicht zum Anstieg des Bodestickstoffs kam. Wie in der ungedüngten Variante liegen die N_{min} -Werte zu Ende und Beginn der Vegetation um die 10 kg N/ha und damit auf sehr niedrigem Niveau. Zu vermuten ist, dass eine effizientere Wirksamkeit bezüglich des Pflanzenwachstums hätte erreicht werden können, wenn die organische Düngung zur Stoppelbearbeitung erfolgt wäre. Der für das Wachstum der Pflanzen notwendige Stickstoff hätte den Zwischenfrüchten schon in der Jugendentwicklung zur Verfügung gestanden.

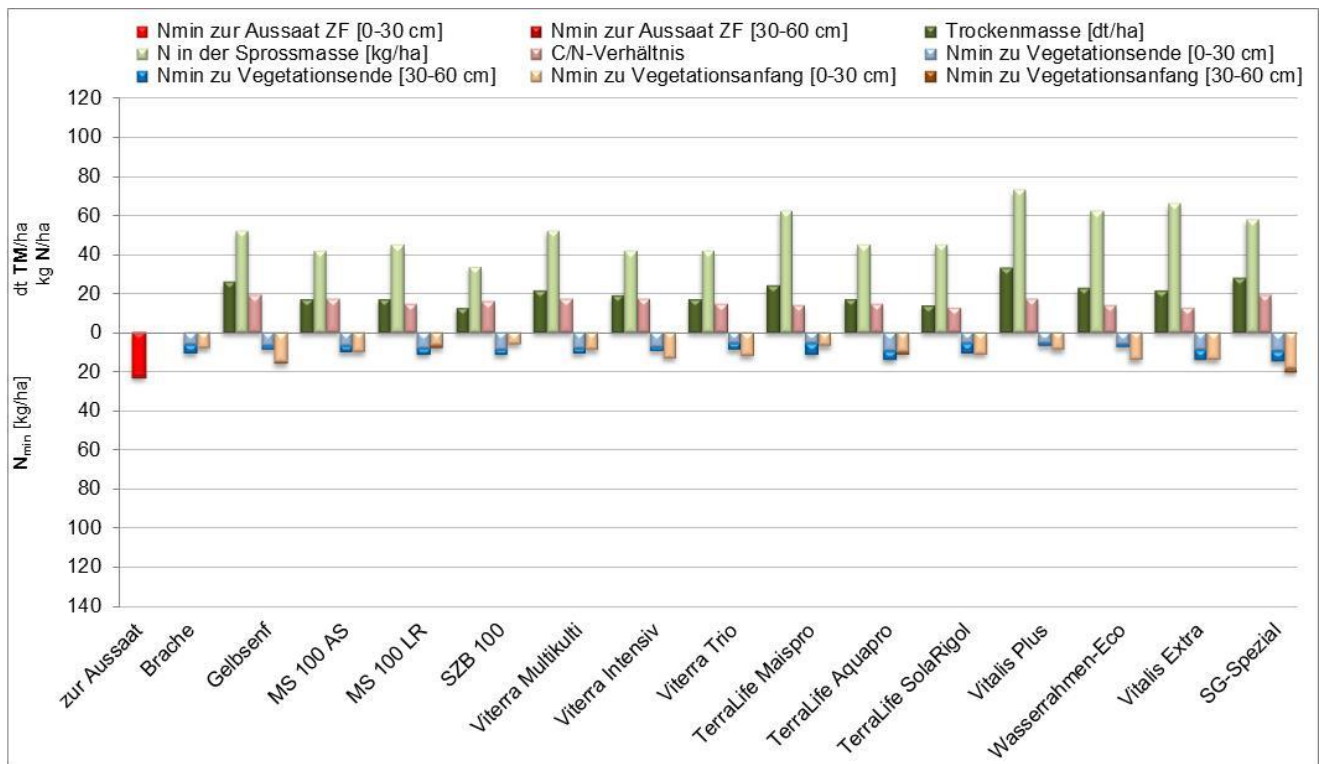


Abbildung 7: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Sdier 2013_gedüngt

Die Applikation des Bodendüngers knapp eine Woche nach der Aussaat der Zwischenfrucht-Varianten brachten auch in Sdier keine deutlichen Unterschiede zu den ungedüngten bzw. gedüngten Varianten. Zu Vegetationsende sowie zu Vegetationsbeginn lagen die N_{min} -Gehalte bei durchschnittlich 10 kg N/ha (Abbildung 8). Die Biomassebildung lag zwischen 11 und 30 dt TM/ha und die Stickstoffbindung mit 28 bis 70 kg N/ha ebenfalls im Mittel der ungedüngten bzw. gedüngten Varianten.

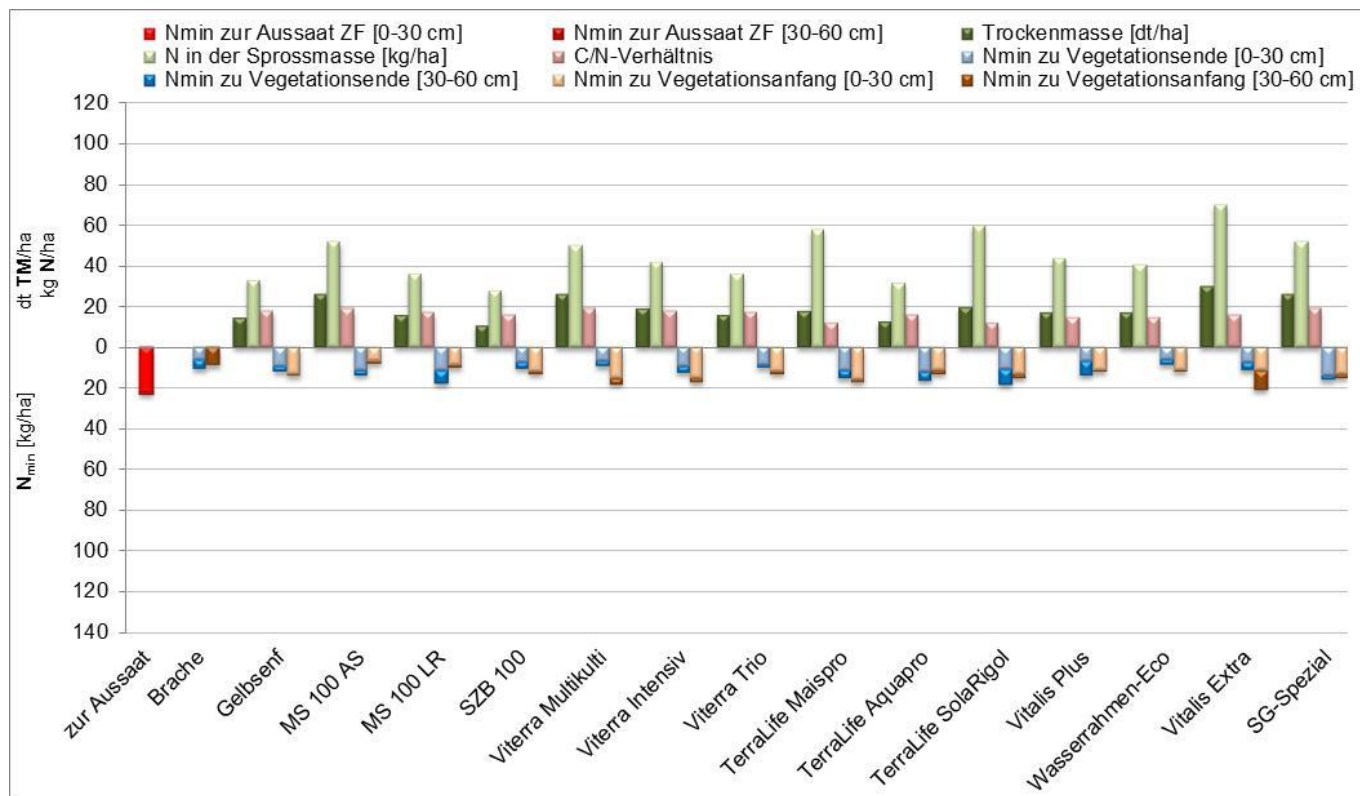


Abbildung 8: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Sdier 2013_Quaterna

Fazit, Sdier 2013

Bei sehr niedrigen Reststickstoffmengen nach der Ernte des Getreides ist der Einsatz von Wirtschaftsdüngern sinnvoll für die Etablierung üppiger Zwischenfruchtbestände. Auf Grund der sehr kurzen Vegetationszeit der Zwischenfrüchte sollte das Stickstoffangebot dabei so früh wie möglich zur Verfügung stehen, um eine hohe Umsetzung zu erreichen. Die Einarbeitung der Gülle vor der Aussaat der Zwischenfrüchte, wie in Littdorf erfolgt, scheint hier den größeren Erfolg zu versprechen, als das Ausbringen in den stehenden Zwischenfruchtbestand. Der Einsatz von Quaterna zeigte keine Erfolge.

3.3 Burgstädt, Landwirtschaftsbetrieb Graichen

Standort und Versuchsanlage

Bodenart/ Ackerzahl	mitteltoniger Schluff/ 50
Vorfrucht	Wintergerste
Ernte Vorfrucht	22.07.2013
Aussaatechnik	Kerner Grubber KAL 480
Aussaattermin	30.07.2013
N-Gabe	175 I AHL

Witterung im Versuchszeitraum

Niederschlag [mm]		
Jahresmittelwert	Aug.- Nov.2013	langj. Mittel
710	195	265
Temperatur [°C]		
Jahresmittelwert	Aug.- Nov.2013	langj. Mittel
9,7	11,5	12,1

Tabelle 5: pH-Wert, Humus und Nährstoffgehalte im Boden, Burgstädt 2013

pH-Wert [0-20 cm]	Gehalts- klasse	P _{CAL} [0-20 cm]	Gehalts- klasse	K _{CAL} [0-20 cm]	Gehalts- klasse	Mg [0-20 cm]	Gehalts- klasse	C _t [0-20 cm]	Humus [0-20 cm]	N _{min} [0-60 cm]
5,5	B	2,7	B	8,0	B	5,8	C	1,45	2,5	85

Im vierten Jahr wurde auf dem mittelsächsischen Landwirtschaftsbetrieb Graichen in Burgstädt eine Zwischenfrucht-Demonstration angelegt. Neben Reinsaatens wie Gelbsenf, Ackerbohne, Rauhafer, Erbse, Saatwicke, Serradella, Phacelia sowie der Mischung Erbse/Wicke wurde das gleiche Anbauspektrum an Gemengen wie auf den Standorten Littdorf, Sdier und Großwaltersdorf angebaut, wie es in Abbildung 2 dargestellt ist. Die Aussaat erfolgte der Fruchtfolge entsprechend nach Wintergerste im Juli. Auch in dieser Region konnte der Vegetationsrückstand aus dem Frühjahr 2013 bis zur Ernte nicht vollends aufgeholt werden. Somit erfolgte mit Ende Juli die Aussaat nach Wintergerste recht spät. Die (

Tabelle 5) zeigt die Untersuchungsergebnisse der Grundbodenuntersuchung auf der Versuchsfläche zur Aussaat der Zwischenfrüchte. Die Versorgung des Bodens mit Makronährstoffen liegt bei Phosphor und Kalium in der Gehaltsklasse B, bei Magnesium im optimalen Versorgungsbereich in Gehaltsklasse C. Der pH-Wert lag mit 5.5 in der Gehaltsklasse B. Damit ist die Verfügbarkeit der Nährstoffe für die Pflanzen nicht optimal gewährleistet. Der pflanzenverfügbare Stickstoff nach Ernte des Getreides lag bei 85 kg/ha in 0-60cm Tiefe. In der Praxis wäre eine zusätzliche Stickstoffdüngung nicht erforderlich gewesen.

Die Zwischenfruchtmischungen wurden mit der Grubbertechnik ausgebracht, die Reinsaatens in Direktsaat mit betriebseigener Technik (Horsch Airseeder). Für die Keimung des Saatgutes waren Niederschläge kurz nach der Aussaat vorteilhaft. Niederschläge und Temperaturen lagen in der weiteren verbleibenden Vegetationszeit für die Zwischenfrüchte im Klimamittel.

Erste kühle Nächte Anfang Oktober führten zum frühzeitigen Absterben von Ramtillkraut. Die Sonnenblumen befanden sich zu diesem Zeitpunkt in einem Entwicklungsstadium, in denen sie die kühleren Temperaturen tolerieren konnten. Die meisten Pflanzenbestände sind im Januar in einer kurzen strengen Frostperiode abgefroren. Aber auch in Burgstädt hatten der Öretlich, Alexandrinerklee und einzelne Phaceliapflanzen den Winter überstanden. Die Kresse hatte aufgrund der frühen Aussaat noch im Herbst die Samenreife erreicht und erste Pflanzen waren im Frühjahr 2014 bereits gekeimt.

Deutlich zeigte die alte Regel „Ein Tag im Juli ist wie eine Woche im August und der ganze September“ hier ihre Richtigkeit. Der Biomasseaufwuchs der Zwischenfruchtbestände war mit durchschnittlich 35 dt TM/ha (zwischen 19 und 44 dt TM/ha) um reichlich 15 dt TM/ha und damit deutlich höher verglichen mit den Standorten Littdorf, Sdier und Großwaltersdorf mit Aussaatens nach Winterweizen (Abbildung 9). Viterra Multikulti (43 dt TM/ha) sowie Viterra Trio (44 dt TM/ha) erzielten hier überdurchschnittliche Ergebnisse, während der Gelbsenf (26 dt TM/ha) im Vergleich dazu eher unterdurchschnittlich abschnitt.

Mit einer gezielten Begrünung nahmen die N_{min}-Gehalte von Ende Juli bis zum Ende der Vegetation deutlich ab (Abbildung 9). Von 85 kg N/ha zur Aussaat konnte mit den angebauten Zwischenfruchtgemengen der N_{min}-Gehalt um 65 kg N/ha auf ca. 20 kg N/ha gesenkt werden. Die mit Ausfallgetreide und Unkräutern selbstbegrünte Brache reduzierte den Bodenstickstoffgehalt auf 35 kg N/ha. Mit einer praxisüblichen Grundbodenbearbeitung, wie auf dem Standort in Littdorf, kann davon ausgegangen werden, dass der N_{min}-Wert in der Brache noch deutlich höher liegen würde.

Die Gemenge konnten durchschnittlich ca. 70 kg N/ha Stickstoff in der Biomasse binden. Positiv zeigten sich hier vor allem die Gemenge MS 100 LR (115 kg N/ha) sowie TerraLife Maispro (93 kg N/ha). Im Vergleich dazu erreichte der Gelbsenf nur eine N-Bindung von 42 kg N/ha.

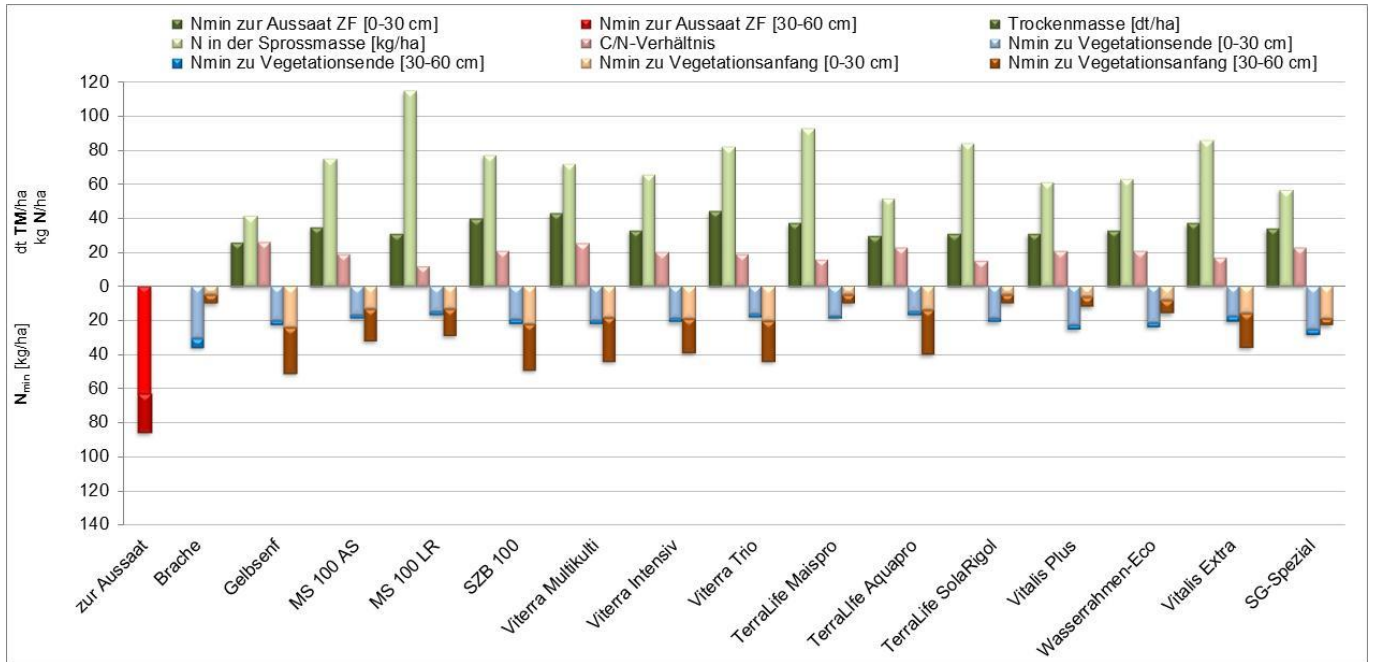


Abbildung 9: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min}-Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtgemenge, Burgstädt 2013_ungedüngt

Bis zum Frühjahr wurden im Oberboden abgestorbene Pflanzenreste bereits abgebaut und mineralisiert, was sich in den Ergebnissen der Frühjahrsbeprobungen (Abbildung 9) widerspiegelt. Deutlich zeigt sich hier der Vorteil in Mischungen mit legumen Arten. Im Vergleich zur Gelbsenfvariante weisen diese keine höheren Frühjahrs-N_{min}-Werte auf. Eine ausgewogene Mischung aus legumen und nichtlegumen Komponenten eignet sich, den Stickstoff vor Verlagerung über die Wintermonate zu schützen. Die Ergebnisse machen deutlich, dass Mischungen aus verschiedenen Arten das richtige Gleichgewicht zwischen N-Festlegung durch Nicht-Leguminosen und N-Bindung durch Leguminosen aufweisen.

Bei den Reinsaaten wurden bis auf Rauhafer und Phacelia hauptsächlich Leguminosen angebaut (Abbildung 10). Die Reinsaaten erreichten eine N-Bindung von annähernd 100 kg N/ha (Gemenge im Schnitt 70 kg N/ha). Durch die Fixierung von Luftstickstoff waren die Leguminosen in der Lage, höhere Mengen an Stickstoff (zwischen 104 und 165 kg N/ha) in der Biomasse zu binden (Abbildung 10). Davon ausgenommen war die Serradella, die auf Grund ihres geringen Aufwuchses nur 40 kg N/ha binden konnte. Im Vergleich lag die Stickstoffbindung von Nicht-Leguminosen wie Rauhafer bei 40 kg N/ha und Phacelia bei 60 kg N/ha.

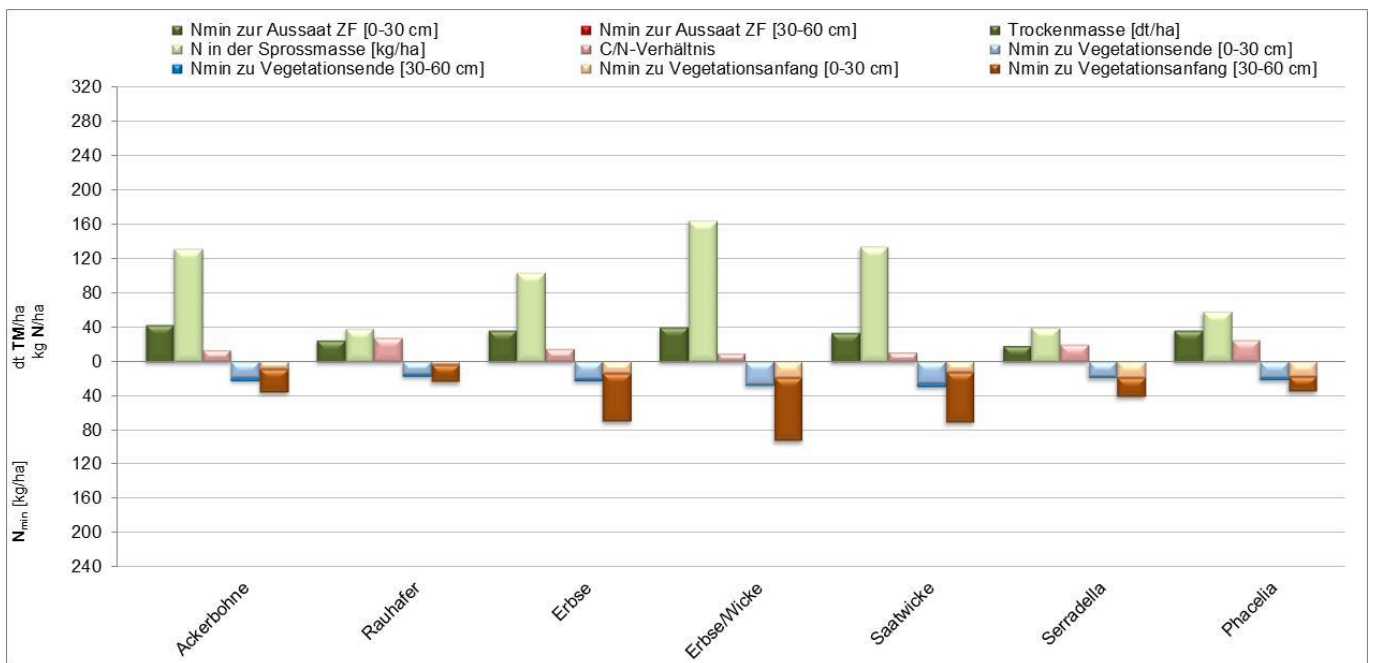


Abbildung 10: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min}-Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtreinsaaten, Burgstädt 2013_ungedüngt

Bis zum Vegetationsende konnte ähnlich den Gemengen der Bodenstickstoffgehalt deutlich gesenkt werden. Im Mittel lag er wie bei den Gemengen um die 20 kg N/ha (Abbildung 10). Zu Vegetationsbeginn bestanden hingegen deutliche Unterschiede zwischen den Gemengen und den Reinsaaten. Während in den Gemengen der N_{min} -Gehalt im Boden nur leicht um 10 kg N/ha anstieg, erhöhte sich in den Reinsaaten vor allem der untere Horizont (30-60 cm) um knapp 40 kg N/ha, was zu einem Anstieg im Gesamthorizont von etwa 30 kg N/ha führte. Durch den milden Winter fand hauptsächlich in den Leguminosenreinsaaten mehr Mineralisation statt, wodurch höhere Mengen an Stickstoff freigesetzt wurden, die bereits in den unteren Horizont verlagert wurden. Hinsichtlich der Biomassebildung bestanden zwischen den Reinsaaten und Gemengen keine wesentlichen Unterschiede. Auch hier wurden Biomasseerträge von reichlich 30 dt TM/ha erzielt.

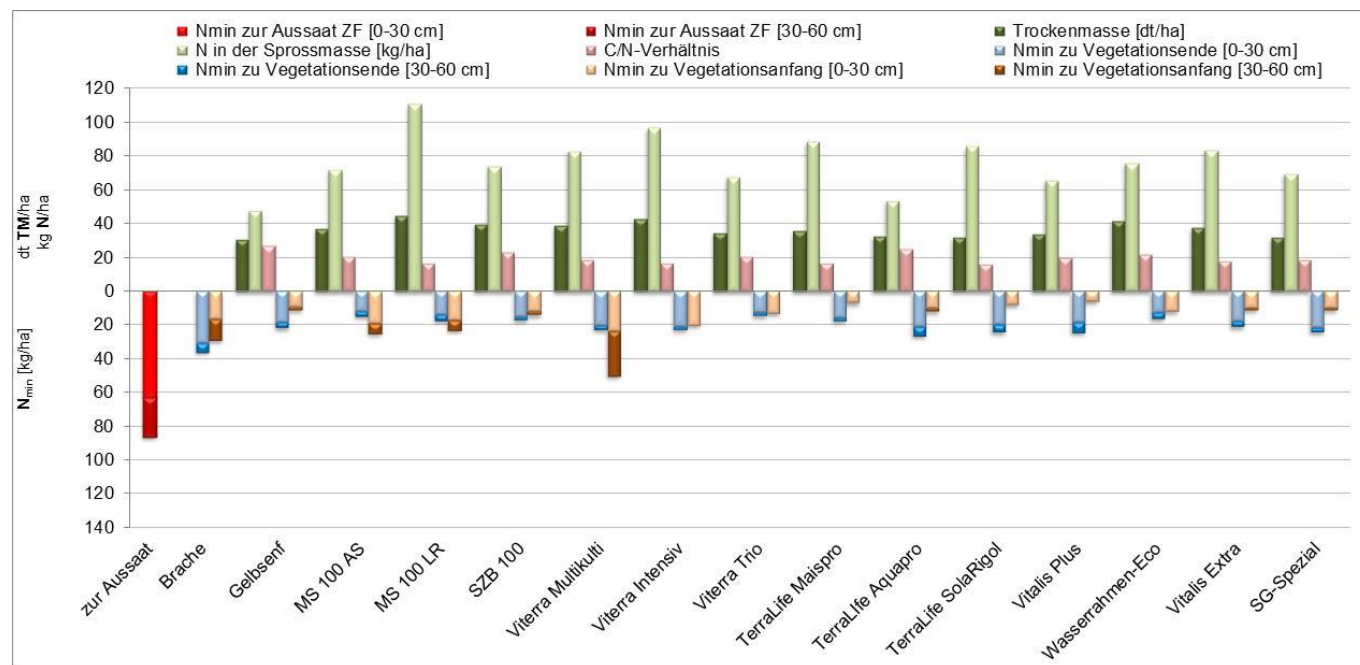


Abbildung 11: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtgemenge, Burgstädt 2013_gedüngt

Die Düngung der Zwischenfrüchte erfolgte in Burgstädt einen Tag nach der Aussaat. Appliziert wurden annähernd 50 kg N/ha mittels eines flüssigen Mineraldüngers (175 l AHL/ha). Angesichts des hohen Stickstoffniveaus von 85 kg N/ha zur Aussaat (

Tabelle 5) ließ die Düngung kaum Effekte bei den Zwischenfrüchten erwarten.

Die Biomasseerträge der Gemenge lagen im Schnitt um die 37 dt TM/ha und damit auf dem Niveau der ungedüngten Varianten. Gut schnitten die Gemenge MS 100 LR (45 dt TM/ha), Viterra Intensiv (43 dt TM/ha) und Wasserrahmen-Eco (42 dt TM/ha) ab (Abbildung 11). Je früher die Aussaat und je mehr Vegetationszeit zur Verfügung steht, umso weniger kann der Gelbsenf gegenüber den Gemengen Vorteile erzielen. Deutlich zeigt sich hier, dass der Senf eher für spätere Aussaatzeitpunkte geeignet ist. Der Biomasseertrag lag hier im Schnitt nur bei 31 dt TM/ha.

Auch die Stickstoffbindung der Gemenge lag mit 79 kg N/ha auf vergleichbarem Niveau wie die ungedüngten Gemenge (76 kg N/ha). Die Gemenge mit hohen Biomasseerträgen erreichten hier auch die höchsten N-Bindungen, wie z.B. das Gemenge MS 100 LR (111 kg N/ha) sowie Viterra Intensiv (97 kg N/ha). Auch hier fiel der Gelbsenf ab mit einer N-Bindung von 48 kg N/ha.

Die Düngung hatte in Burgstädt kaum Auswirkungen auf den N_{min} -Gehalt im Boden. Im Vergleich zu den ungedüngten Varianten lag der N_{min} -Gehalt zu Vegetationsende im Schnitt bei 20 kg N/ha (ungedüngt 21 kg N/ha). Lediglich zu Vegetationsbeginn gab es Unterschiede zwischen den gedüngten Varianten (16 kg N/ha) und ungedüngten Prüfgliedern (30 kg N/ha).

Bei den Reinsaaten bestanden zwischen den ungedüngten und gedüngten Prüfgliedern hingegen deutliche Unterschiede. Die Biomasseerzeugung konnte, wie in Abbildung 12 dargestellt, durch die Düngung gesteigert werden (\emptyset ungedüngt 34 dt TM/ha, gedüngt 48 dt TM/ha), die N-Bindung ebenso (\emptyset ungedüngt 96 kg N/ha, gedüngt 126 kg N/ha). Im Vergleich zwischen den gedüngten Gemengen und Reinsaaten bestanden ebenfalls deutliche Unterschiede, während diese bei den ungedüngten Prüfgliedern nicht bestanden. So erzielten die gedüngten Gemenge im Schnitt einen Biomasseertrag von durchschnittlich 37 dt TM/ha, während die gedüngten Reinsaaten mit 48 dt TM/ha zu überzeugen wussten. Ebenso bestand hinsichtlich der N-Bindung ein deutlicher Unterschied zwischen den gedüngten Gemengen (79 kg N/ha) und den gedüngten Reinsaaten (126 kg N/ha). Die Düngung der Reinsaaten hinterließ ähnlich wie bei den Gemengen zu Vegetationsende keine Unterschiede

im Bodenstickstoffgehalt. Die ungedüngten (N_{\min} Herbst 23 kg N/ha) und gedüngten Varianten (N_{\min} Herbst 26 kg N/ha) lagen auf ähnlichem Niveau. Auch zu Vegetationsbeginn konnten keine Effekte durch die Düngung festgestellt werden (N_{\min} Frühjahr: ungedüngt 53 kg N/ha, gedüngt 51 kg N/ha).

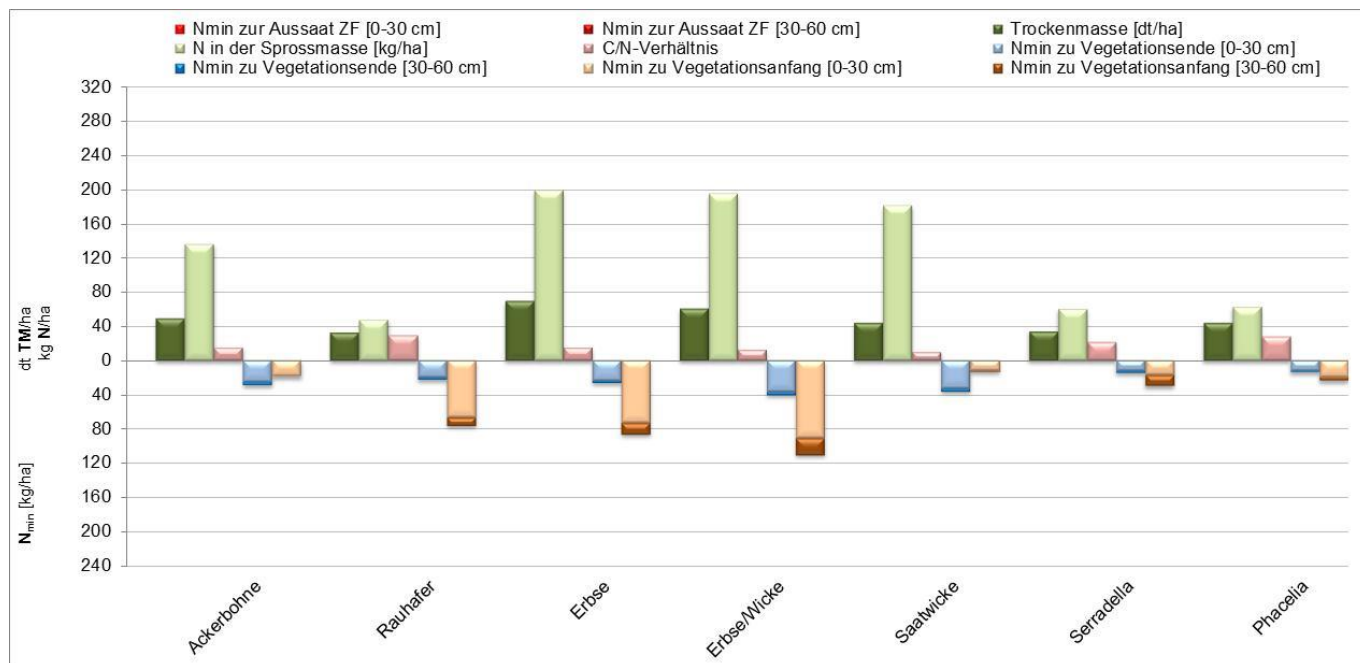


Abbildung 12: Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtreinsaaten, Burgstädt 2013_Quaterna

Der Einsatz des Bodendüngers erfolgte ebenso wie die Düngung einen Tag nach der Aussaat. Im Vergleich zur N-Düngung, wo 50 kg N/ha appliziert wurden, lag hier das N-Düngeniveau nur bei 7 kg N/ha.

Ein Einfluss auf die Biomasseerzeugung der Gemenge durch den Einsatz des Bodendüngers konnte nicht hergestellt werden. Die Gemenge erzielten, wie in Abbildung 13 dargestellt, im Schnitt einen Biomasseertrag von 35 dt TM/ha (von 23 bis 45 dt TM/ha). Weder die ungedüngten (\varnothing 35 dt TM/ha) noch die gedüngten (\varnothing 37 dt TM/ha) Varianten wiesen hierzu wesentliche Unterschiede auf. Lediglich der Gelbsenf reagierte auf den Einsatz des Bodendüngers mit einem deutlichen Mehrertrag (ungedüngt 26 dt TM/ha, gedüngt 31 dt TM/ha, SOBAC 42 dt TM/ha).

Die N-Bindung der Gemenge bewegte sich zwischen 44 und 104 kg N/ha (\varnothing 74 kg N/ha). Hervorzuheben ist hier das Gemenge MS 100 LR, während das Gemenge TerraLife Aquapro zurückfiel. Auch hier reagierte der Gelbsenf sehr stark auf den Bodendünger und konnte die N-Bindungsleistung von 42 kg N/ha auf 67 kg N/ha deutlich steigern. Im Durchschnitt aller Gemenge bestanden zu den ungedüngten (\varnothing 76 kg N/ha) sowie gedüngten Prüfgliedern (\varnothing 79 kg N/ha) keine Unterschiede. Der Einsatz des Bodendüngers bei den Gemengen hatte keinen Einfluss auf die Stickstoffgehalte im Boden. Weder zu Vegetationsende (\varnothing 21 kg N/ha) noch zu Vegetationsbeginn (\varnothing 17 kg N/ha) konnten Veränderungen im Vergleich zu den ungedüngten Varianten (N_{\min} Herbst: 21 kg N/ha; N_{\min} Frühjahr: 30 kg N/ha) festgestellt werden. Hier schlägt sich die geringe Konzentration an Stickstoff im verabreichten Produkt nieder.

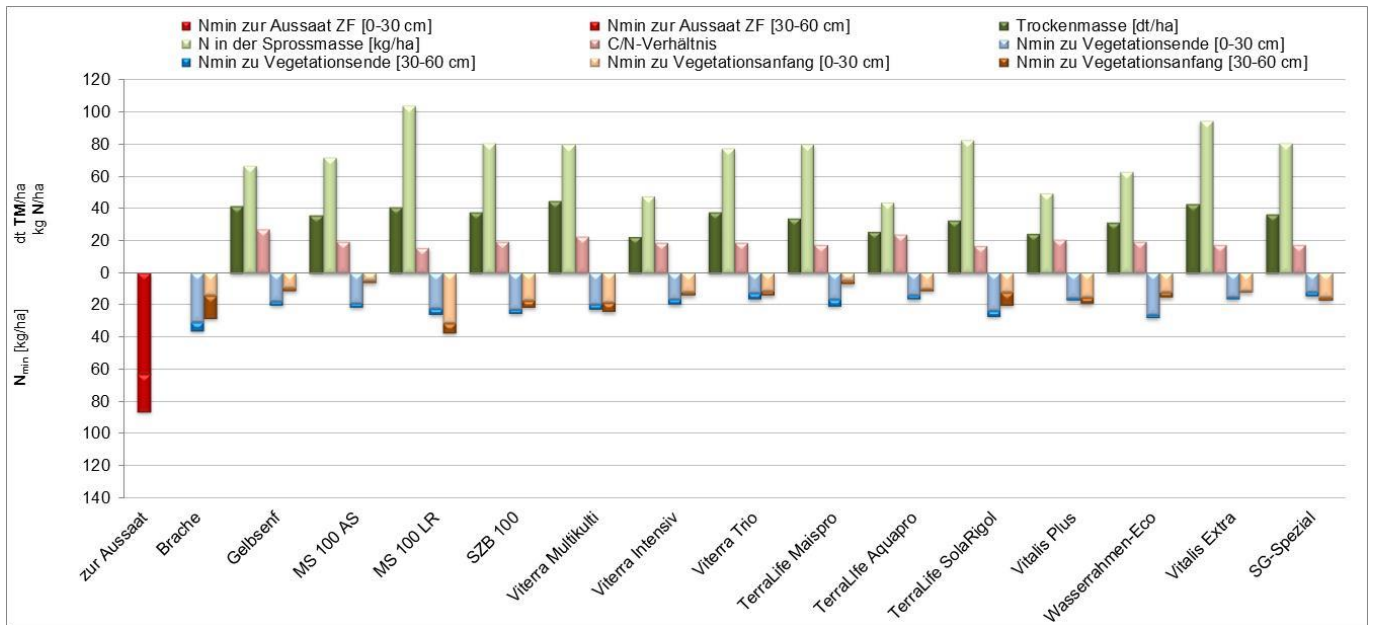


Abbildung 13: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min}-Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtgemenge, Burgstädt 2013_SOBAC

Trotz niedrigerem Düngeniveau durch den Bodendünger erzielten die Reinsaaten beachtliche Zuwächse bei den Biomasserträgen auf durchschnittlich 50 dt TM/ha (ungedüngt 34 dt TM/ha, gedüngt 48 dt TM/ha), wie in Abbildung 14 dargestellt. Besonders positiv reagierten die Erbse sowie Erbse/Wicke mit deutlichen Ertragssteigerungen von 40 dt TM/ha. Während die Gemenge hier kaum reagierten, konnten bei den Reinsaaten deutliche Effekte nachgewiesen werden.

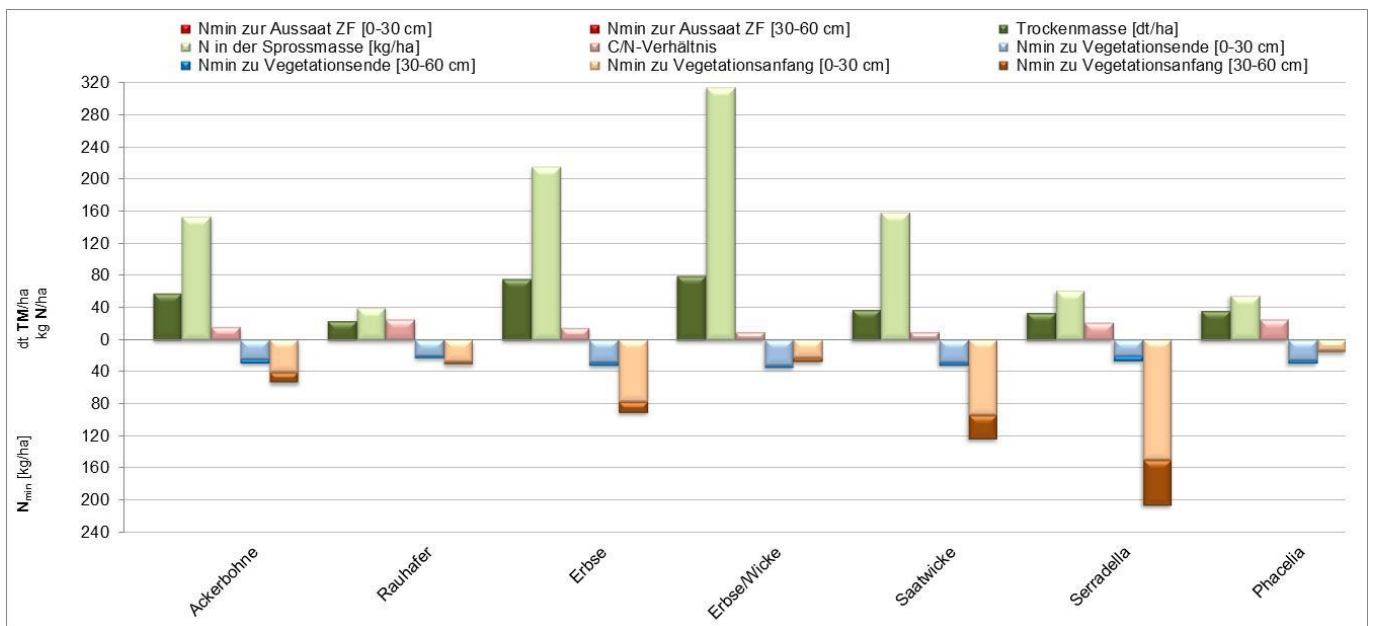


Abbildung 14: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min}-Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtreinsaaten, Burgstädt 2013_SOBAC

Die N-Bindung der Reinsaaten verbesserte sich ebenso. Diese konnte im Durchschnitt um knapp 50 kg N/ha gesteigert werden. Auffällig war die N-Bindung der Erbse/Wicke mit 315 kg N/ha (ungedüngt 165 kg N/ha, gedüngt 195 kg N/ha). Überhaupt nicht reagierten hingegen der Rauhafer (ungedüngt 39 kg N/ha, gedüngt 48 kg N/ha, SOBAC 41 kg N/ha) sowie die Phacelia (ungedüngt 59 kg N/ha, gedüngt 63 kg N/ha, SOBAC 56 kg N/ha).

Der Bodenstickstoffgehalt zu Vegetationsende bei den Reinsaaten (\varnothing 29 kg N/ha) lag nur unwesentlich höher als bei den Gemengen (\varnothing 21 kg N/ha), auch der Vergleich zwischen den ungedüngten (\varnothing 23 kg N/ha) sowie gedüngten Reinsaaten (\varnothing 26 kg N/ha) brachte keine wesentlichen Unterschiede. Lediglich zum Frühjahr hin reagierten die mit Bodendünger versorgten Reinsaaten im N_{min}-Gehalt deutlicher und hinterließen im Durchschnitt einen Wert von 78 kg N/ha (ungedüngt \varnothing 53 kg N/ha, gedüngt \varnothing 51 kg N/ha), während bei den Gemengen dieser Effekt nicht festgestellt wurde. Vor allem die Serradella (N_{min}

205 kg N/ha) und die Saatwicke (N_{\min} 123 kg N/ha) wiesen sehr hohe Werte aus. Ähnlich wie bei der N-Bindung schon festgestellt, reagierten Phacelia (N_{\min} 15 kg N/ha) und Rauhafer (N_{\min} 30 kg N/ha) überhaupt nicht auf den Bodendünger.

Fazit, Burgstädt 2013

Ob nun Direktsaat oder Grubbersaat, einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der einzelnen Prüfglieder in Burgstädt hatte dies nicht. Die frühe Aussaat nach Wintergerste sorgte für einen durchschnittlichen Mehrertrag an Biomasse von 15 dt TM/ha gegenüber anderen Standorten, wo im August die Aussaat erfolgte. Gelbsenf als spätsaatverträgliche Standardzwischenfrucht kann seine Vorteile bei so früher Saat im Vergleich zu den Gemengen und Reinsaaten nicht ausspielen. Die Düngung früh gesäter Zwischenfrüchte zeigte bei einem so gut versorgten Standort insbesondere bei den Gemengen keine Effekte. Die Reinsaaten hingegen zeigten deutliche Effekte im Biomasseertrag und in der Stickstoffbindung. Ein Anstieg der Bodenstickstoffgehalte konnte bei früher Saat und entsprechend früher Düngung weder zu Vegetationsende noch zu Vegetationsbeginn verzeichnet werden.

Die Applikation eines Bodendüngers erbrachte bei den Gemengen keine Effekte. Lediglich der Gelbsenf als Standard erfuhr eine Leistungssteigerung hinsichtlich Biomasseaufwuchs und N-Bindung. Die Reinsaaten hingegen reagierten sehr positiv und erzielten nahezu gleiche Erträge wie die gedüngten Varianten. Vor allem Erbse und Erbse/Wicke steigerten den Biomasseaufwuchs deutlich und verzeichneten enorme Stickstoffbindungen. Überhaupt nicht reagierten hingegen Phacelia und Rauhafer. Ein Ansteigen der Bodenstickstoffgehalte zu Vegetationsende konnte generell nicht ermittelt werden. Jedoch stiegen die N_{\min} -Gehalte zu Vegetationsbeginn sehr deutlich, insbesondere bei Saatwicke und Serradella.

3.4 Großwaltersdorf, Landwirtschaftsbetrieb Steier

Standort und Versuchsanlage

Bodenart/ Ackerzahl	sandiger lehm/ 33
Vorfrucht	Winterweizen
Ernte Vorfrucht	18.08.2013
Aussaatechnik	Kerner Grubber KAL 480
Aussaattermin	21.08.2013
N-Gabe	185 kg KAS

Witterung im Versuchszeitraum

Niederschlag [mm]		
Jahresmittelwert	Aug.- Nov.2013	langj. Mittel
888	298	315
Temperatur [°C]		
Jahresmittelwert	Aug.- Nov.2013	langj. Mittel
7,8	9,6	10,2

Tabelle 6: pH-Wert, Humus und Nährstoffgehalte im Boden, Großwaltersdorf 2013

pH-Wert [0-20 cm]	Gehalts- klasse	P _{CAL} [0-20 cm]	Gehalts- klasse	K _{CAL} [0-20 cm]	Gehalts- klasse	Mg [0-20 cm]	Gehalts- klasse	C _t [0-20 cm]	Humus [0-20 cm]	N _{min} [0-60 cm]
mg/100g Boden						%			kg/ha	
5,7	C	3,2	B	15,0	D	12,5	E	2,52	4,34	106

Wie im vorangegangenen Jahr erfolgte in der Höhenlage des Erzgebirges auf dem Standort Großwaltersdorf die Aussaat der Zwischenfrüchte umgehend nach der Ernte des Winterweizens, um die kostbare Vegetationszeit effektiv auszunutzen. Am 21. August wurden die Zwischenfrüchte mittels Grubbertechnik ausgebracht, nachdem das Stroh geborgen wurde. Bei Temperaturen und Niederschlägen im Vegetationsverlauf, die im Klimamittel lagen, entwickelten sich die Zwischenfruchtbestände ähnlich gut wie im vorherigen Jahr. Hierbei muss immer wieder auf die Besonderheit des Standortes im Erzgebirge hingewiesen werden. Verglichen mit den anderen Standorten liegen die Temperaturen deutlich niedriger. Oftmals erfolgt die Ernte der Hauptfrucht zu einem späten Zeitpunkt, die von häufigen Regenspauzen gekennzeichnet ist. Dadurch verbleibt für die Zwischenfrüchte meist sehr wenig Vegetationszeit, was den Biomasseaufwuchs auch deutlich niedriger erwarten lässt als in anderen Regionen im Freistaat Sachsen. Eine oftmals kurze frostige Periode Anfang Oktober führt im Erzgebirge häufig schon zum ersten Abfrieren frostempfindlicher Arten, was auch 2013 erfolgte. Der Oktober, November und auch der Dezember 2013 verliefen dann eher mild. Im Erzgebirge fiel der Winter 2013/14 ungewöhnlich mild aus. Kurze Frostperioden Mitte Dezember sowie im Januar reichten nicht aus, um alle Zwischenfrüchte sicher abfrieren zu lassen. Arten wie Phacelia, Wicke, Alexandrinerklee und Ölrettich waren im Frühjahr zum Teil nicht abgestorben.

In

Tabelle 6 dargestellte Ergebnisse zeigen einen guten bis sehr guten Versorgungszustand des Bodens mit Makronährstoffen. Bei einem pH-Wert von 5,7 (Gehaltsklasse C) sind die Nährstoffe gut pflanzenverfügbar. Sehr positiv zu bewerten ist der Humusgehalt der Fläche mit 4,34 %. Dies wurde langjährig durch standortangepasste Anbausysteme (konservierende Bodenbearbeitung) und dem häufigen Verbleib von Stroh, sowie Integration von Zwischenfrüchten in die Fruchtfolge erreicht. Mit 106 kg N/ha hinterließ der Winterweizen eine hohe Menge an Reststickstoff, welcher den Zwischenfrüchten zur guten Etablierung ausreichen sollte.

Die Abbildung 15 zeigt neben N_{min}-Werten zu den Beprobungsterminen die Trockenmasseerträge der angebauten Zwischenfrüchte so wie deren Stickstoffgehalte. Im Mittel konnten die Varianten 16 dt TM/ha bilden, bei einer Streuung zwischen 10 und 22 dt TM/ha. Bei sehr guter Nährstoffversorgung des Bodens konnten bei deutlich kühleren Temperaturen höhere Biomasseerträge erzielt werden, als auf dem Standort Littdorf. Auf dem Erzgebirgsstandort zeigte sich bei später Aussaat die Vorzüglichkeit des Gelbsenfs. Als Langtagpflanze ist der Senf spätsaatverträglich. Bei schneller Jugendentwicklung bildet er in der kurzen Vegetationszeit noch viel Biomasse aus (22 dt TM/ha). Ebenfalls konnten Zwischenfruchtgemenge mit einem hohen Anteil an Ölrettich hohe Trockenmasseerträge bilden, wie die Ergebnisse des oberirdischen Aufwuchs von Viterra Multikulti (19 dt TM/ha), Viterra Intensiv (17 dt TM/ha) und Viterra Trio (22 dt TM/ha) in Abbildung 15 zeigen.

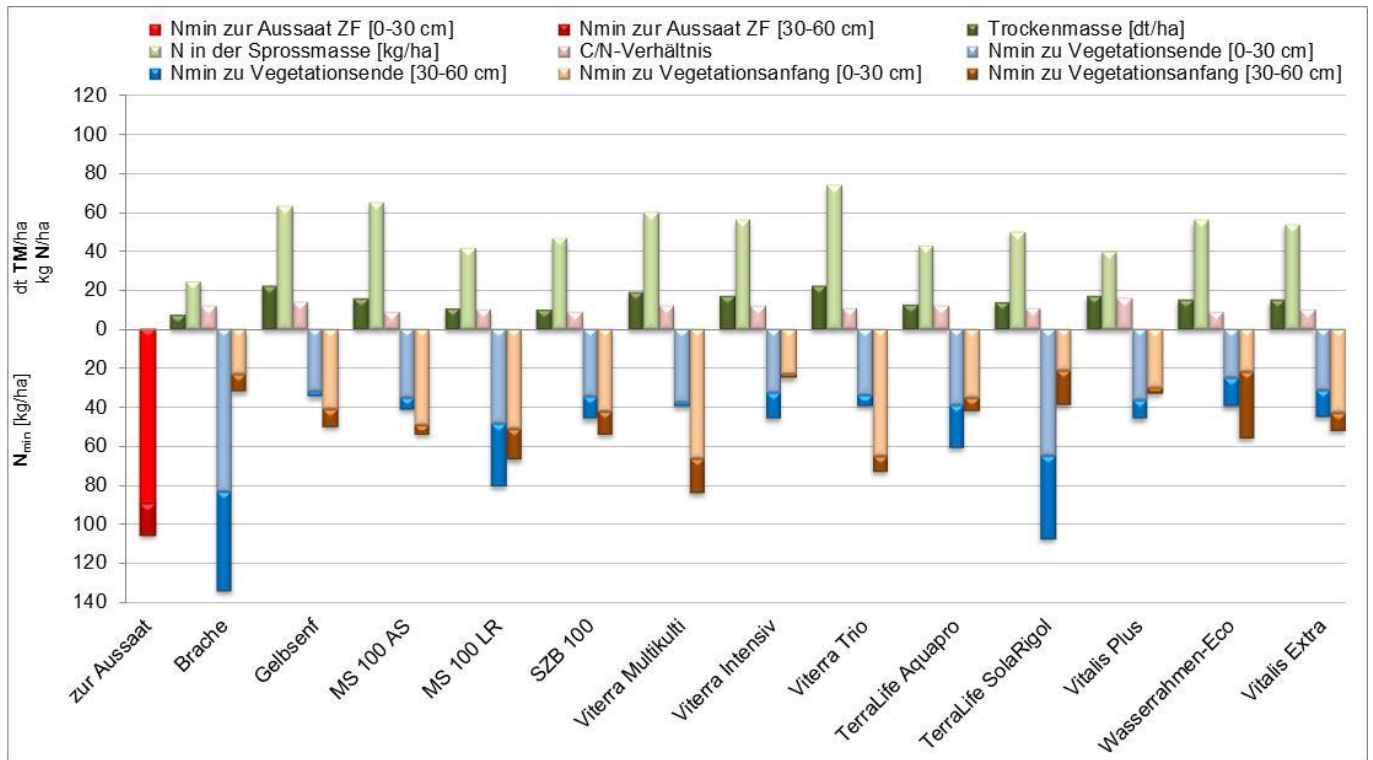


Abbildung 15: Ertrag, N-Entzug sowie N_{\min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Großwaltersdorf 2013_ungedüngt

Nach 11 Wochen Vegetationszeit lag die Stickstoffbindung der Begrünungen zwischen 40 und 74 kg/ha. Bei im Mittel vergleichbaren Trockenmasseerträgen zeigte der Standort im Erzgebirge deutlich höhere N-Gehalte als auf dem Standort Sdier in Ostsachsen. Bei niedrigeren Temperaturen, aber deutlich mehr Niederschlägen und einem höheren Reststickstoffgehalt im Boden konnten die Zwischenfrüchte durchschnittlich 10 kg N/ha mehr binden. Mit einer Stickstoffbindung von über 70 kg/ha schnitten der Gelbsenf sowie die Mischungen MS 100 AS, Viterra Multikulti, Viterra Intensiv und Viterra Trio besonders gut ab. In diesen Varianten liegt der Anteil an Langtagpflanzen (Gelbsenf, Ölrettich) in der Mischung besonders hoch.

In der nichtbearbeiteten Brache stieg der N_{\min} -Gehalt bis zu Vegetationsende um 28 kg/ha auf 134 kg/ha. Gemenge wie MS 100 LR mit vielen legumenen Komponenten konnten den Stickstoff weniger gut reduzieren. Bei sehr hohen legumenen Artenanteilen wie bei TerraLife SolaRigol konnte durch hohe Stickstofffixierung und geringe Bindung von Stickstoff der N_{\min} -Gehalt nicht minimiert werden. In allen weiteren Begrünungsvarianten wurde der N_{\min} -Gehalt bis zum Winter zum Teil deutlich gesenkt auf durchschnittlich 52 kg/ha. Der Stickstoff, der nach der Ernte noch im Boden war, stand den Zwischenfrüchten in hohem Umfang zur Biomassebildung zur Verfügung, da durch die erfolgte Strohabfuhr kein Stickstoff für die Strohrötte gebraucht wurde. Auf den Standorten Littdorf, Sdier und Burgstädt verblieb das Stroh auf der Fläche und übte somit einen Einfluss auf die Höhe des N_{\min} -Gehaltes vor Winter aus.

Zu Vegetationsbeginn lagen die N_{\min} -Gehalte im Schnitt erneut bei 52 kg N/ha (Abbildung 15). Prüfglieder mit hohem N_{\min} -Gehalt zu Vegetationsende wiesen eher niedrige Gehalte zu Vegetationsbeginn und Prüfglieder mit niedrigem N_{\min} -Gehalt im Herbst im Frühjahr eher höhere Werte auf. Insbesondere beim Gemenge TerraLife SolaRigol mit einem N_{\min} -Gehalt zu Vegetationsende von 108 kg N/ha und einem Frühjahrswert von 39 kg N/ha kann von einer Verlagerung des Stickstoffs ausgegangen werden. Noch gravierender jedoch schnitt die Brache ab, die zwischen Herbst (134 kg N/ha) und Frühjahr (31 kg N/ha) über 100 kg N/ha aus dem Horizont von 0-60 cm verloren hatte, wo davon ausgegangen werden kann, dass diese in tiefere Bodenschichten verlagert worden sind.

Bestandteil der diesjährigen Untersuchungen waren die Auswirkungen einer zusätzlichen Stickstoffgabe zur Aussaat der Zwischenfrüchte. Daher wurde die schon gut versorgte Fläche eine Woche nach Aussaat der Zwischenfrüchte mit 185 kg KAS/ha mineralisch gedüngt. Im Vergleich zur ungedüngten Variante zeigt die Abbildung 16 wie erwartet keinen positiven Einfluss der Düngemaßnahme auf die Biomasseerträge der Zwischenfrüchte.

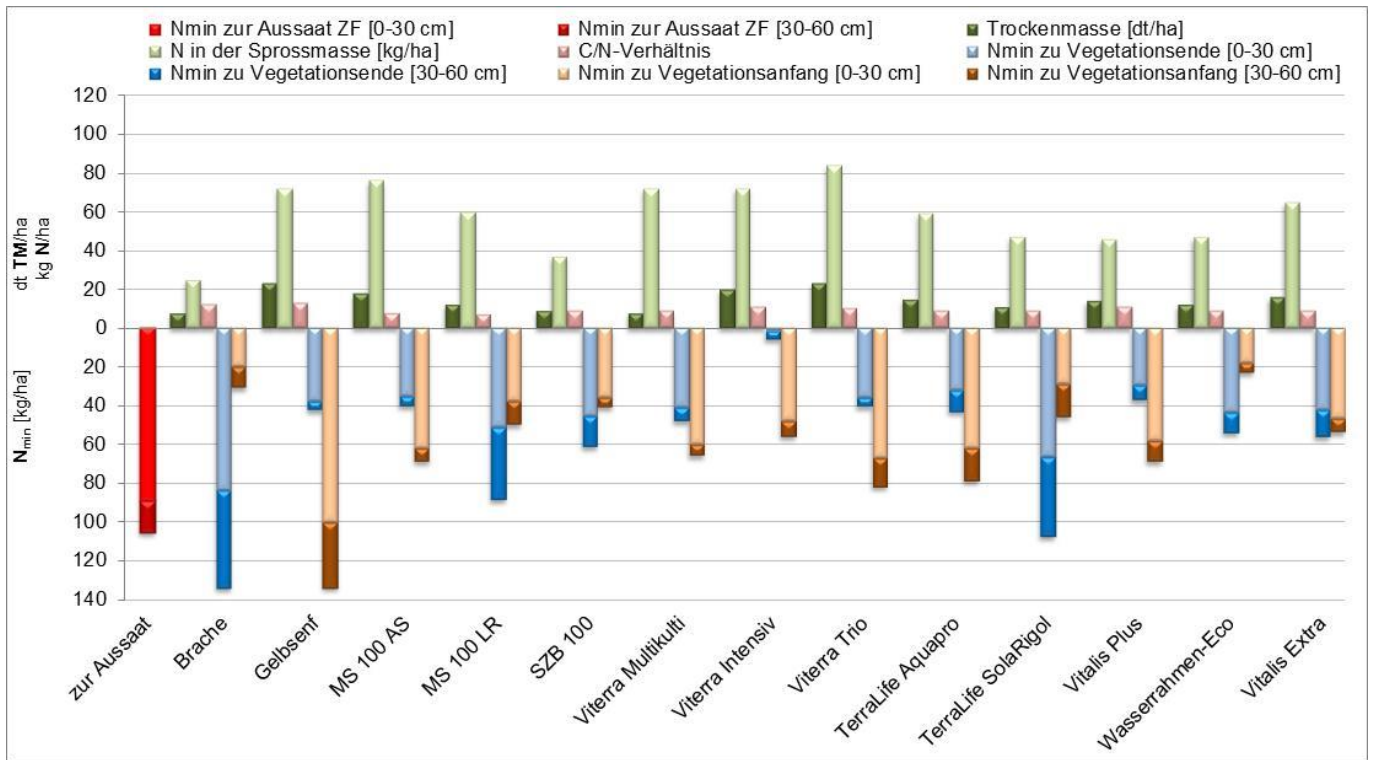


Abbildung 16: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Großwaltersdorf 2013_gedüngt

Auch in der Stickstoffbindungsleistung konnten die Varianten nicht zulegen. Die zusätzliche Stickstoffgabe zeigt in den N_{min} -Werten bis Vegetationsende keinen deutlichen Einfluss (Abbildung 16). Zu Vegetationsbeginn waren in den vergleichbaren Varianten meist weit höhere N_{min} -Werte zu verzeichnen. Hier zeigt sich, dass zusätzlich ausgebrachter Stickstoff auf gut versorgten Flächen nicht von den Begrünungen aufgenommen und in Biomasse umgewandelt werden kann und somit sich die Bodenstickstoffwerte über den Winter bis zum Frühjahr ansteigen.

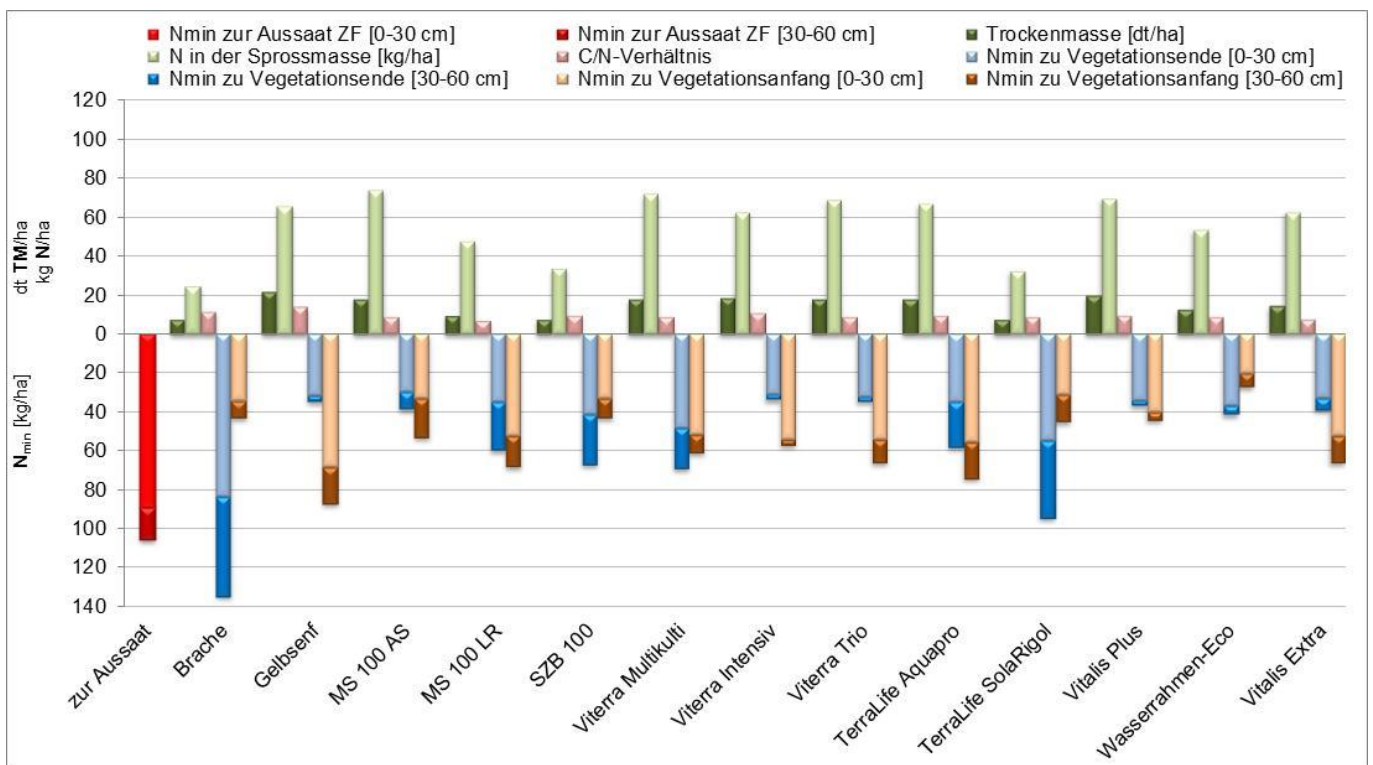


Abbildung 17: Ertrag, N-Entzug sowie N_{min} -Gehalte [0-60 cm] der Zwischenfruchtvarianten, Großwaltersdorf 2013_Quaterna

In einer weiteren Variante wurde eine Woche nach Aussaat der Bodendünger der Firma SOBAC ausgebracht. Im Schnitt aller Prüfglieder wurden hier 16 dt TM/ha an Biomasse gebildet bei einer Stickstoffbindung von durchschnittlich 59 kg/ha (Abbildung 17). Im Vergleich zu den gedüngten und ungedüngten Varianten zeigten sich hier keine Effekte auf Biomasseerträge und Stickstoffbindung.

Fazit, Großwaltersdorf 2013

In einem Spätsaatgebiet, wie dem Erzgebirge, ist das Aussaatfenster geeigneter Zwischenfrüchte sehr begrenzt. Um schnellstmöglich die Zwischenfrüchte zu bestellen und trotzdem eine Bodenbearbeitung zu realisieren hat sich die Grubbersaat bewährt. Es konnte nachgewiesen werden, dass mit einer Begrünung über den Winter hohe Stickstoffmengen in der Biomasse gebunden werden können und somit vor Auswaschung geschützt werden. Eine zusätzliche Düngung führt bei schon gut stickstoffversorgten Böden zu erhöhten N_{min} -Werten im Frühjahr. Eine solche Düngemaßnahme ist auf Flächen mit Strohabfuhr besonders kritisch zu sehen, da der Stickstoff nicht der Ausgleichdüngung zur Strohrotte zur Verfügung steht, sondern nur der angebauten Zwischenfrucht, welche ihren Bedarf aus dem hohen Bodenstickstoffvorrat ausschöpfen sollte.

4 Bestandesbonitur im Frühjahr 2014

Bei den angebauten Zwischenfrüchten und Gemengen auf den Standorten Littdorf, Sdier, Burgstädt und Großwaltersdorf setzte ca. vier Wochen nach Aussaat das Massenwachstum ein. Ende Oktober erreichten die Bestände ihre endgültige Wuchshöhe. Witterungsbedingt blieben die Bestände bei Aussaaten nach Winterweizen jedoch relativ niedrig. Durch die trockenen Bedingungen liefen vereinzelte Pflanzen später auf. Frostempfindliche Kulturen wie das Ramtillkraut und der Buchweizen froren sehr früh im Jahr ab. Eine Bonitur der angebauten Zwischenfruchtvarianten zu Vegetationsbeginn 2014 zeigte, dass in dem recht milden Winter viele als sicher abfrierend geltende Arten überlebt haben. Für Phacelia, Örettich, Tillage radish, Leindotter, Alexandrinerklee und Wicke reichte die kurze Frostperiode im Winter 2013/14 nicht zum Abfrieren aus. Besonders sehr kleine Pflanzen (Phacelia, Örettich) überlebten die Wintermonate, dagegen sind bis zum Winter gut entwickelte Pflanzen sicher abgefroren.



Tillage radisch



Örettich



Phacelia und Saatwicke

Bild 2: Bonitur nichtabgefrorener Zwischenfrüchte, Littdorf 2014

Die in den Mischungen angebaute Kresse erlangte vor dem Winter die Samenreife. Bei den milden Temperaturen im Frühjahr keimte die Kresse zum Zeitpunkt der Bonitur. Ausdrücklich sei aber an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Winter 2013/14 mit seinen milden Temperaturen eine extreme Ausnahme darstellt.

Zwischenfruchtvarianten mit hohen Trockenmasseerträgen hinterließen im Frühjahr die Fläche mit hoher Mulchbedeckung, bei gleichzeitig geringem Durchwuchs von Ausfallgetreide und Unkräutern.

5 Biogassubstrateignung von Zwischenfrüchten

Der Energiepflanzenanbau für die Erzeugung von Biogas betrug 2013 in Deutschland 1.157.000 Hektar. Silomais ist mit 73 % Hauptsubstrat unter den Inputstoffen. Die Ursachen für seine dominante Rolle im Energiepflanzenanbau liegen in dem hohen Ertragspotenzial, der guten Verdaulichkeit, dem hohen Energiewert sowie dem hohen Mechanisierungsgrad. Zudem stellt der Markt ein weites Sortenspektrum zur Verfügung, in dem der Landwirt für nahezu alle Standorte geeignete Sorten findet. Die Folge des vermehrten Maisanbaus sind enge Fruchtfolgen, die zu agrarökologischen und gesellschaftlichen Problemen führen. Eine Integration des Zwischenfruchtanbaus in die Fruchtfolgegestaltung bedeutet die Ausnutzung der gesamten Vegetationszeit mit dem Ziel einer ganzjährigen Bodenbedeckung der Ackerflächen zum Schutz der Böden und Gewässer und damit einhergehend die Förderung abwechslungsreicher Fruchtfolgen. Dabei steht neben der Nutzung der Zwischenfrüchte zur Gründüngung auch die Frage nach dem energetischen Potenzial zur Nutzung des Aufwuchses der Gründüngungspflanzen als Substrat für die Biogasanlagen. Für die Untersuchung zur Biogaseignung von abfrierenden Zwischenfrüchten wurden ausgewählte Zwischenfrüchte (Körnererbse, Rauhafer, TerraLife Rigol, Gelbsenf, Phacelia und Ölrettich/Wicke) in einem Hohenheimer Biogas-Test hinsichtlich ihres Methanertrages analysiert und mit Mais verglichen. Die geprüften Zwischenfrüchte wurden in einem Feldversuch am Standort Burgstädt angebaut. Die Aussaat der Zwischenfrüchte erfolgte nach Wintergerste, umgehend nach der Ernte. Die Ergebnisse der spezifischen Methanausbeuten mittels Hohenheimer Biogastest für ausgewählte Zwischenfrüchte und Mais sind in Abbildung 18 dargestellt.

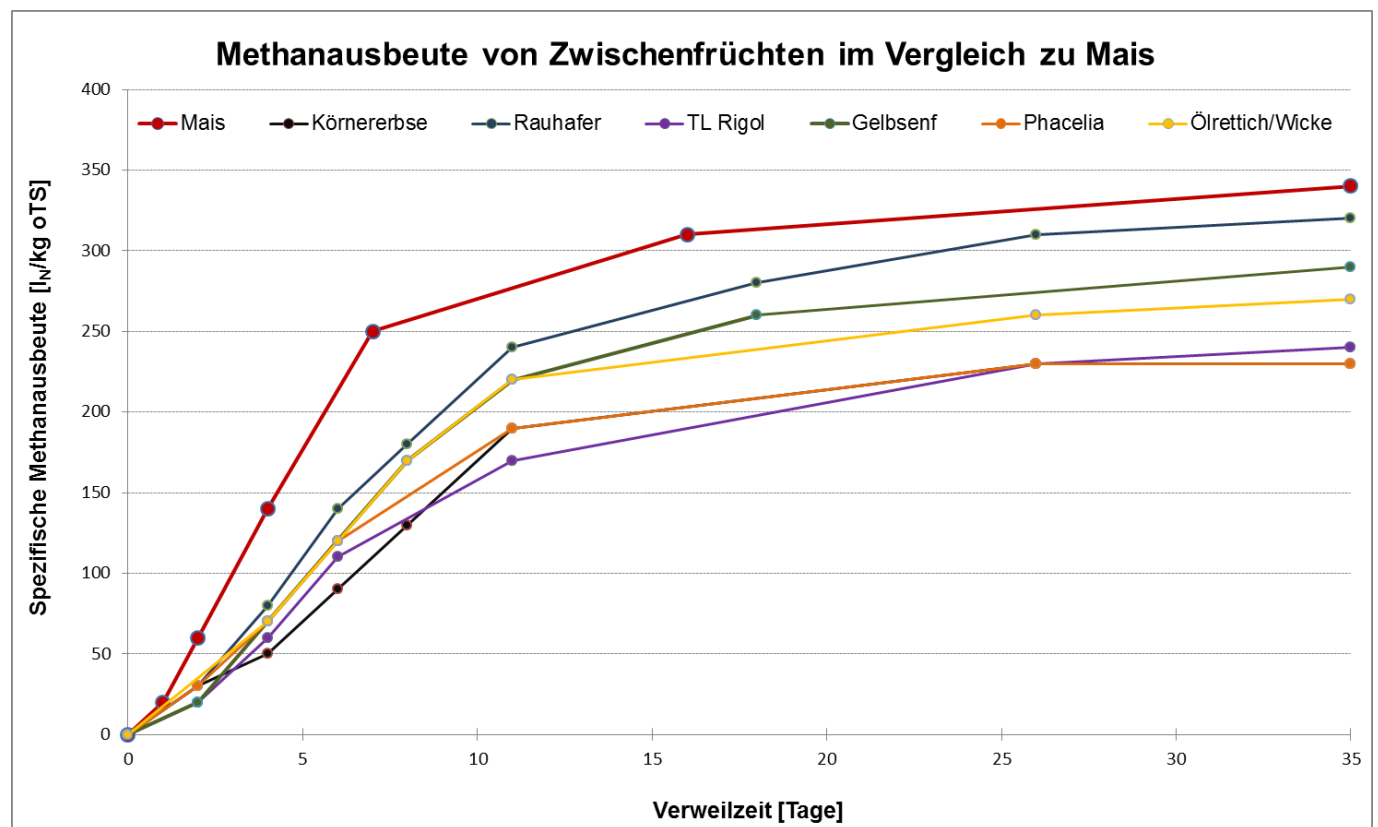


Abbildung 18: Methanausbeute verschiedener Zwischenfrüchte im Vergleich zu Mais

Mit 340 lN/kg oTS ist der Mais auch in diesem Fruchtartenvergleich diejenige Ackerkultur mit dem höchsten Biogasbildungspotenzial (Abbildung 18). Der Rauhafer konnte mit 320 lN/kg oTS ähnlich hohe Methanerträge vorweisen. Für alle weiteren geprüften Kulturen wie Ölrettich/Wicke (270 lN/kg oTS), Gelbsenf 290 lN/kg oTS, TerraLife Rigol (240 lN/kg oTS) und Phacelia (230 lN/kg oTS) wurden Methanausbeuten gemessen, die deutlich unter dem Maisniveau lagen (Abbildung 18). Aus der Literatur (KTBL) ist bekannt, dass die Ursachen für das höhere Biogasbildungspotenzial von Mais in dem höheren Gehalt an leicht vergärbaren N-freien Extraktstoffen und in den geringeren Gehalten an schwer oder kaum vergärbaren Rohfaser liegen. Ebenfalls ist auch die nicht vergärbare anorganische Fraktion „Rohasche“ deutlich niedriger als bei Zwischenfrüchten, wie die Analysedaten (Tabelle 7) bestätigen.

Tabelle 7: Erträge, Inhaltsstoffe und Methanertrag verschiedener Zwischenfrüchte im Vergleich zu Silomais, Burgstädt 2012

	FM [dt/ha]	TM [dt/ha]	TS [%]	N_P* [%]	C_P* [%]	Rohasche* [%]	Methanertrag [m ³ /ha]
Silomais	490	160	33	1,0-1,5	45-47	3,5-4,4	4.650
Rauhafer	140	36	27	1,16	44,4	5,38	1030
Ölrettich/ Wicke	200	27	14	2,36	43,3	8,87	620
Gelbsenf	97	38	41	1,76	47,3	7,31	962
TL Rigol	194	39	21	1,80	44,2	7,59	813
Phacelia	272	39	15	1,56	41,8	11,9	744

*Versuchsergebnisse aus EVAI und EVAII der Jahre 2005-2012

Die wirtschaftlich entscheidende Größe für einen Biogasanlagenbetreiber stellt jedoch nicht die Ausbeute an Methan sondern der Methanhektarertrag dar. Der Methanertrag in m³/ha für Silomais und die untersuchten Zwischenfrüchte ist in Tabelle 7 aufgeführt. Der pro Flächeneinheit erzielbare Ertrag an Methan wird in erster Linie durch die produzierte Trockenmasse/ha bestimmt. Bei einem Trockenmasse-Ertrag von 160 dt/ha (entspricht 490 dt/ha Frischmasse mit einem Trockensubstanzgehalt von 33%) und einer Methanausbeute von 340 l_n/kg oTS ergibt sich eine Methanmenge von etwa 4.650m³/ha. Für die Zwischenfrüchte, die einen deutlich niedrigeren Ertrag vorweisen, ergeben sich folglich weitaus geringere Methanerträge (Tabelle 7). Mit einer Spanne von 620 – 1030 m³/ha liegen sie deutlich unter der Methanmenge von Silomais.

Fazit

Die gesellschaftliche Akzeptanz der Biogasproduktion ist momentan in der Diskussion, so dass die angestrebten Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien bis 2020 teilweise in Frage stehen. Der Silomaisanbau wird mit Boden- und Gewässerschädigungen (Humusabbau, Erosion, Nitrat- und Phosphatbelastung der Gewässer) sowie einer Verarmung der Biodiversität in der Kulturlandschaft in Zusammenhang gebracht. Die angebauten Zwischenfrüchte wurden auf ihrer Substrateignung für Biogasanlagen zur Auflockerung von maisdominierten Fruchtfolgen untersucht.

Die untersuchten Zwischenfrüchte sind für die Nutzung als Biogassubstrat nicht zu empfehlen, da das Ertragsniveau im Vergleich zu Mais verhältnismäßig niedrig ist und die Abreife oft erst sehr spät erfolgt. Im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsweise sollte der Anbau von Zwischenfrüchten in die Fruchtfolgegestaltung integriert werden, jedoch mit deren Verbleib auf der Ackerfläche als Gründüngungspflanze.

6 Ökonomie

Die auf den Versuchsstandorten Littdorf, Sdiel, Burgstädt und Großwaltersdorf im Jahr 2013 angebauten Zwischenfrüchte dienen ausschließlich der Gründüngung. Im Frühjahr 2014 wurden die abgestorbenen Pflanzenrückstände eingearbeitet. Die Gründüngung wirkt sich vorrangig positiv auf den Boden- und Grundwasserschutz aus und trägt zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei. Die damit verbundenen ökologischen Vorteile der Begrünungsmaßnahme lassen sich jedoch monetär nur schwer bewerten. Die positive Wirkung kann meist nur subjektiv bewertet werden, da Interaktionen des Bodens auf die Maßnahme, wie Bodenverbesserung oder Humusanreicherung, ein längerfristiger Prozess sind. In Tabelle 8 sind die Kosten des Zwischenfruchtanbaus dargestellt. Kalkuliert sind hierbei unterschiedliche Aussaatverfahren, die in den Betrieben häufig angewendete Mulchsaat, das bereits dargestellte neue Verfahren der Grubbersaat sowie die Direktsaat. Die Kosten der Verfahren wurden nochmals bei unterschiedlichem Düngermanagement nach KTBL (Stand Februar 2014) aufgeschlüsselt. In der Berechnung wurden Lohnkosten von 13 € je Arbeitskraftstunde angerechnet. Alle Werte, auch die Saatgutkosten, wurden ohne Mehrwertsteuer gerechnet. Ein 20 Hektar großer Schlag und eine Hof-Feld-Entfernung von 5 km waren weitere Annahmen für die Berechnungen, die in Tabelle 8 dargestellt sind. Der pflanzenbauliche (fruchtfolgewirksame Effekte) und agrarökologische Vorteil findet hierbei keine Berücksichtigung. Somit muss in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Zwischenfruchtanbaus zusätzlich die betriebsindividuelle Vorzüglichkeit (Düngewert, Erosionsschutz) berücksichtigt werden.

Tabelle 8: Anbaukosten [in €/ha] der Zwischenfrüchte zur Gründüngung bei unterschiedlicher Saattechnik

		Mulchsaat			Grubbersaat			Direktsaat		
		ohne Düngung	mit org. Düngung	mit min. Düngung	ohne Düngung	mit org. Düngung	mit min. Düngung	ohne Düngung	mit org. Düngung	mit min. Düngung
		EUR/ha								
Reinsaaten	Brache	46 (Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung)								
	Senf	73	148	127	51	126	105	61	136	115
	Ölrettich	100	175	154	78	153	132	88	163	142
	Phacelia	110	185	164	88	163	142	98	173	152
	Buchweizen	108	183	162	86	161	140	96	171	150
	Serradella	156	231	210	134	209	188	144	219	198
	Ramtilkraut	80	155	134	58	133	112	68	143	122
	Saatwicke	250	325	304	228	303	282	238	313	292
	Ackerbohnen	245	320	299	223	298	277	233	308	287
	Körnererbse	155	230	209	133	208	187	143	218	197
	Rauhafer	320	395	374	298	373	352	308	383	362
Gemenge	TerraLife Maispro	126	201	180	104	179	158	114	189	168
	TerraLife Aquapro	113	188	167	91	166	145	101	176	155
	TerraLife SolaRigol	188	263	242	166	241	220	176	251	230
	MS 100 AS	106	181	160	84	159	138	94	169	148
	MS 100 LR	113	188	167	91	166	145	101	176	155
	SZB 100	120	195	174	98	173	152	108	183	162
	Viterra Multikulti	135	210	189	113	188	167	123	198	177
	Viterra Intensiv	165	240	219	143	218	197	153	228	207
	Viterra Trio	142	217	196	120	195	174	130	205	184
	Vitalis Plus	116	191	170	94	169	148	104	179	158
	Wasserrahmen-Eco	108	183	162	86	161	140	96	171	150
	Vitalis Extra	131	206	185	109	184	163	119	194	173
	SG-Spezial	165	240	219	143	218	197	153	228	207

In der vegetationslosen Zeit zwischen Getreideernte und Bestellung im Frühjahr sollte der Acker in einer nachhaltigen Landwirtschaft mit einer Zwischenfrucht bestellt werden. Eine Fläche brach zu belassen, ist aus ökologischer Sicht wenig sinnvoll und zudem ebenfalls mit finanziellen Aufwendungen verbunden. Praxisüblich wird auf einer brach gehaltenen Fläche nach der Getreideernte eine Stoppelbearbeitung und später eine zweite Bearbeitung zur Beseitigung des Ausfallgetreides und Unkrautes durchgeführt. Nach KTBL kostet eine Brache 46 €/ha (Tabelle 8). Mit dem Ziel, Reststickstoff in den Begrünungen zu binden und über den Winter zu konservieren, ist eine Düngung der Zwischenfrüchte in den meisten Jahren nicht dringend erforderlich. Liegt der Bodenstickstoffgehalt jedoch deutlich unter 50 kg N/ha, kann eine Stickstoffgabe sinnvoll sein, um zufriedenstellende Aufwüchse bis zum Herbst zu etablieren. Finanzielle Aufwendungen für die Ausbringung organischer und mineralischer Düngung sind ebenfalls der Tabelle 8 zu entnehmen. Dabei ist zu beachten, dass die Kosten der organischen Düngung eigentlich auf die gesamte Fruchtfolge zu rechnen sind, da die Stickstoffverfügbarkeit zum Teil erst in der Folgefrucht zur Geltung kommt. In unserer Berechnung wurden jedoch die Kosten für die organische Düngung komplett der Zwischenfrucht angerechnet.

Je nach Aussaatverfahren zeigt sich ein finanzieller Vorteil in der Aussaat der Zwischenfrüchte mit dem Grubber und auch der Direktsaat gegenüber der Mulchsaat. Vorteilhaft ist in beiden Varianten zudem, dass die Zwischenfrüchte in nur einem Arbeitsgang ausgebracht werden können. Die Mulchsaatvariante mit den Arbeitsgängen Stoppelbearbeitung und anschließender Aussaat mit Drillmaschine liegt mit 10 €/ha bzw. 22 €/ha deutlich höher als die Grubber- bzw. die Direktsaatvariante (Tabelle 8). Zudem fällt die Aussaat der Zwischenfrüchte oft in den Zeitraum der Rapsaussaat, womit in vielen Betrieben die Drillmaschine für die Zwischenfruchtaussaat nicht zur Verfügung steht. Alternative Aussaatverfahren, wie die Grubbersaat oder auch das Mähdruschverfahren, eröffnen hier neue Möglichkeiten im Zeitmanagement der Landwirtschaftsbetriebe.

An Zwischenfruchtsaatgut steht dem Landwirt eine große Auswahl in Reinsaat oder auch als Gemenge zur Verfügung. Aus Tabelle 2 können die Saatgutpreise des Jahres 2013 entnommen werden. Es zeigt sich, dass die Kosten für das Saatgut den wesentlichen Anteil in der Kalkulation ausmachen. So können die Gesamtkosten zwischen den einzelnen Zwischenfrüchten bzw. –gemengen sehr stark variieren. Senf in der Grubbersaat liegt mit 51 €/ha zum Beispiel nur unwesentlich über den Kosten einer Brache (46 €/ha). Rauhafer in Reinsaat hingegen verursacht in der Grubbersaat Kosten in Höhe von knapp 300 €/ha und ist damit im Vergleich zum Gelbsenf fast 500 % teurer.

Bei den Gemengen liegen die Kosten in der kostengünstigsten Aussaatvariante, der Grubbersaat, etwas höher zwischen 84 und 143 €/ha. Jedoch gewährleisten die Gemenge gegenüber den Reinsaaten eine größere Sicherheit, stets zufriedenstellende Bestände zu etablieren und dabei viele Ziele des Zwischenfruchtanbaus anzusprechen.

In Sachsen wird der Zwischenfruchtanbau entsprechend der Richtlinie Richtlinie AuW/2007 derzeit mit 85 €/ha gefördert. In der ab 2015 in Kraft tretenden neuen Förderperiode soll der Anbau von Zwischenfrüchten in Sachsen in ähnlicher Höhe gefördert werden. Werden die Kosten für den unterlassenen Zwischenfruchtanbau (Brache) mit der Förderung aufgerechnet, wird deutlich, dass für den Zwischenfruchtanbau durchschnittlich 130 €/ha zur Verfügung stehen. In diesem Preissegment können eine Vielzahl von Zwischenfrüchten und –gemengen in Grubbersaat etabliert werden, selbst in den teureren Varianten Direktsaat oder Mulchsaat finden sich zahlreiche Gemenge wieder, deren Kosten durch die Förderung abgedeckt werden können. Es empfiehlt sich also für die Landwirte, die Förderung zu nutzen und dabei eher auf Gemenge und deren Vorteile zu setzen.

Bodenbearbeitung und Aussaat sind dementsprechend nur der geringere Kostenfaktor. Jedoch liegt hier das Potenzial, Arbeitszeit und Kosten zu reduzieren. Für den Erfolg einer gelungenen Zwischenbegrünung ist die geeignete Auswahl nach verschiedenen Kriterien, wie Zielsetzung des Zwischenfruchtanbaus (Stickstoffbindung, Stickstofffixierung, Biomasseaufwuchs für nachfolgendes Strip Tillage, Unkrautunterdrückung, Bodenleben, Bodenfruchtbarkeit), Standort und Aussaatzeitpunkt entscheidend. Tabelle 8 zeigt in den überwiegenden Varianten einen ökonomischen Vorteil der Zwischenfruchtgemenge im Vergleich zu den Reinsaaten. In ihrer Zusammensetzung finden sich meist sowohl Anteile von Legumen als auch nicht legumen Komponenten aufeinander abgestimmt.

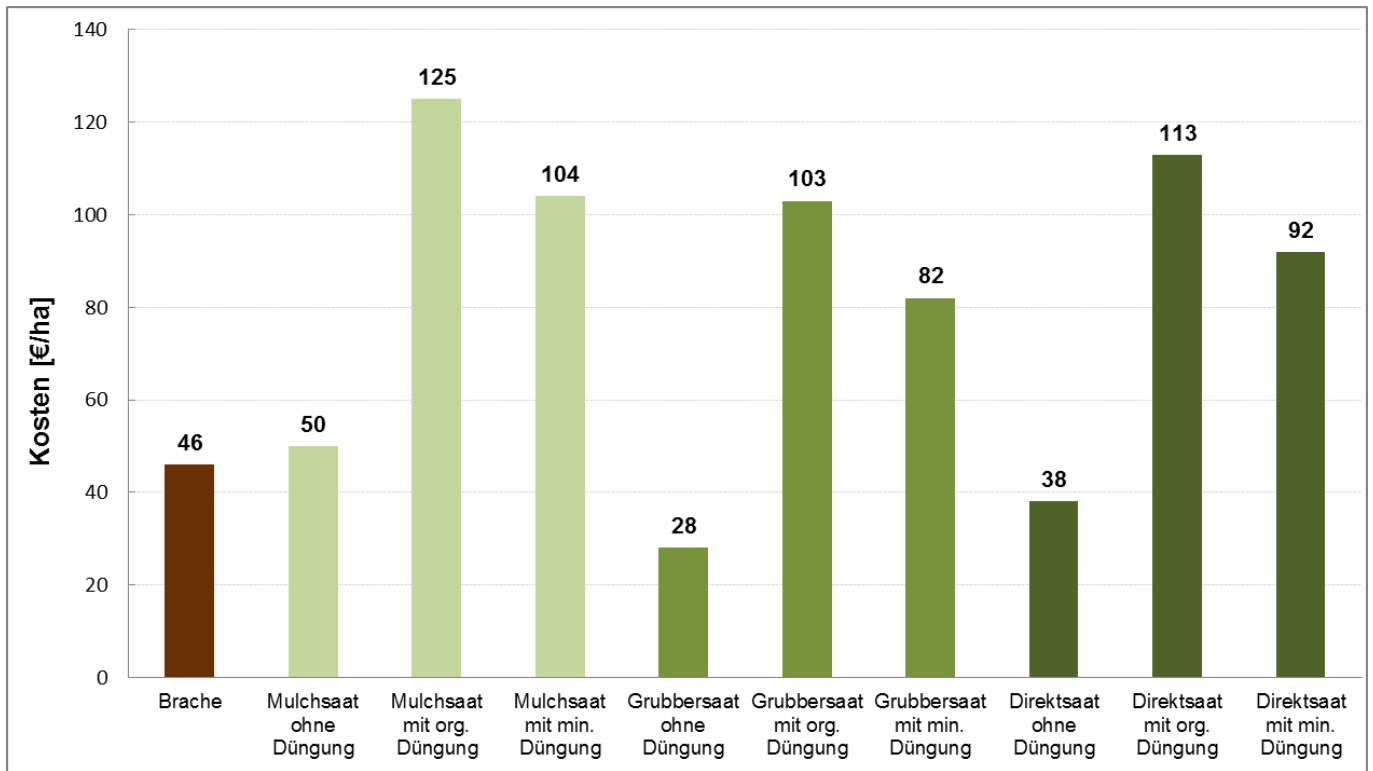


Abbildung 19: Anbaukosten von Zwischenfrüchten bei unterschiedlicher Aussaattechnik im Vergleich zur Brache

Die Abbildung 19 zeigt die Anbaukosten von Zwischenfrüchten bei unterschiedlicher Aussaattechnik. Die Etablierungstechniken setzen sich dabei wie folgt zusammen:

- Sattgutkosten von 85 €/ha (Mittelwert der Kosten der geprüften Zwischenfruchtgemenge, Stand 2013)
- Aussaatverfahren
- Abzüglich 85 €/ha Förderprämie (aktueller Fördersatz der Richtlinie AuW/2007 in Sachsen)

7 Stickstoffnachlieferung in der Folgefrucht

Die mehrjährigen Ergebnisse der Zwischenfrucht-Demonstrationsanlagen an verschiedenen Standorten im Freistaat Sachsen zeigen, dass Begrünungen den Reststickstoff nach der Ernte der Hauptfrucht binden und über den Winter konservieren. Die Frage ist jedoch, wann abfrierende Zwischenfrüchte den Stickstoff der nachfolgend angebauten Kultur zur Verfügung stellen. Hierzu wurden die Demonstrationsanlagen 2012/13 der Standorte Littdorf und Sdier 2012/13 weiter untersucht. In den Varianten Brache, Gelbsenf (Nichtleguminose), TerraLife Rigol (Leguminosenarm) und Erbse/Wicke (Leguminosenmischung) wurden im Vegetationsverlauf der Folgefrucht Silomais Bodenproben in den Tiefen 0-30 cm und 30-60 cm genommen und im Labor die N_{\min} -Gehalte bestimmt. Der angebaute Silomais erhielt keine Stickstoffgabe, um das Nachlieferungspotenzial der Zwischenfrüchte beurteilen zu können. Mit dem Standort in Littdorf wurde ein Lößboden ausgewählt, welcher über ein sehr hohes Nährstoffnachlieferungs- und Wasserhaltevermögen verfügt. Im Vergleich besitzt der Sandboden in Sdier ein sehr geringes Nährstoffnachlieferungs- und Wasserhaltevermögen.

7.1 N-Nachlieferung am Standort Littdorf

Die nach Winterweizen im Jahr 2012 in Littdorf angebauten Zwischenfrucht-Varianten Gelbsenf (109 kg N/ha), TerraLife Rigol (60 kg N/ha) und Erbse/Wicke (62 kg N/ha) konnten recht hohe Mengen an Stickstoff binden, wie in Abbildung 20 deutlich wird. Insbesondere der Senf hatte unter der späten Aussaat im August 2012 noch hohe Mengen Stickstoff in der Biomasse eingelagert. Aus versuchstechnischen Gründen wurde die Brache nicht bearbeitet, so dass sich diese stark begrünen konnte und eine N-Bindung von 47 kg N/ha erzielte.

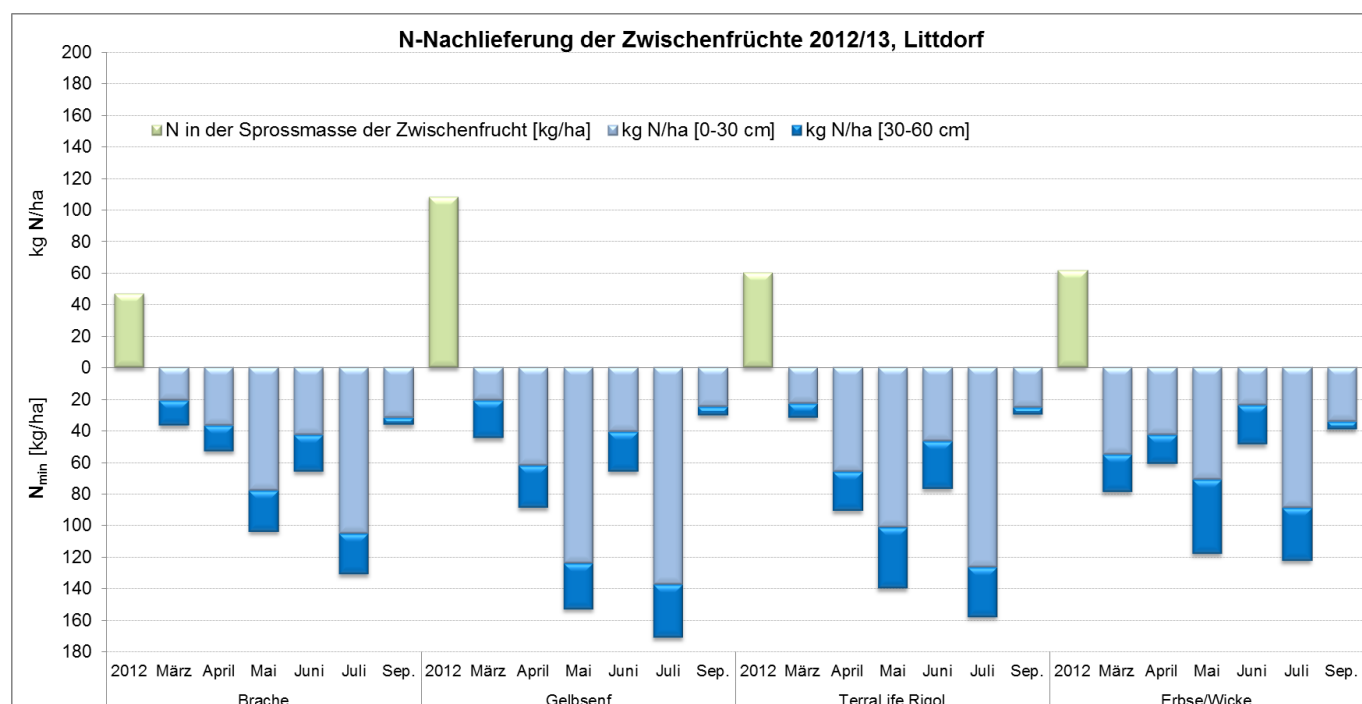


Abbildung 20: Nachlieferung des gebundenen Stickstoffs in der Folgefrucht, Littdorf 2013

Bei hoher Stickstoffbindung im Gelbsenf lag der N_{\min} -Wert in 0-60 cm zu Vegetationsbeginn im März 2013 nur bei 46 kg/ha (Abbildung 20). Bei dem Gemenge TerraLife Rigol bei 32 kg/ha und der Mischung aus Erbse und Wicke bei 79 kg/ha. Der N_{\min} -Wert im Frühjahr wird weniger von der gebundenen Stickstoffmenge beeinflusst, als vom C/N-Verhältnis der Begrünung. Bei einem sehr engen C/N-Verhältnis, wie bei Erbse/Wicke (C/N=10), setzten hier Mineralisierungsprozesse des abgestorbenen Pflanzenmaterials sehr schnell ein, wodurch der Bodenstickstoffgehalt im Frühjahr im Vergleich der Varianten sehr hoch lag. Dem sehr späten Frühjahr folgte eine sehr schnelle Phase der Erwärmung im April, wodurch die Mineralisierung zügig in Gang kam. Bis in den April sind die N_{\min} -Gehalte in den untersuchten Zwischenfruchtvarianten (≈ 80 kg N/ha) noch recht verhalten gestiegen. Im Mai wurden große Mengen an bodenbürtigem Stickstoff freigesetzt wie die N_{\min} -Untersuchungen in Abbildung 20 zeigen. In den Begrünungsvarianten stieg der N_{\min} -Wert mindestens um 50 kg N/ha an. Weitaus niedriger lag der N_{\min} -Wert im Mai (100 kg N/ha) in der Variante, die über den Winter brach belassen wurde. Zu diesem Zeitpunkt haben die Maispflanzen noch keine größeren Mengen an Stickstoff aufgenommen, so dass die Messwerte nicht vom N-Entzug beeinflusst wurden. Die

höheren N_{\min} -Werte zu diesem Zeitpunkt machen deutlich, dass eine angebaute Zwischenfrucht in der Düngeberechnung des Silomais zu berücksichtigen ist.

Anfang Juni erreichte Sachsen eine Schlechtwetterfront, die tagelang enorme Niederschlagsmengen mit sich brachten. In Littdorf fielen in vier Tagen 155 mm Niederschlag. Die Böden erreichten schnell Feldkapazität. Zur Bodenprobenahme im Juni lag das Stickstoffniveau in allen Varianten mit $\bar{64}$ kg N/ha (49 bis 77 kg N/ha) sehr niedrig. Zum einen haben die Maispflanzen durch die Zunahme an Biomasse einen hohen Stickstoffbedarf in dieser Zeit. Zum anderen kam es zu Nährstoffauswaschungen bedingt durch die Starkniederschlagsereignisse.

Den extremen Witterungsbedingungen folgte im Juli eine sehr trockene Phase mit warmen Temperaturen. Beim Mais setzte starkes Wachstum ein, der Boden trocknete ab und die Mineralisation des Bodenstickstoffs setzte wieder ein. Die Werte, insbesondere beim Gelbsenf (171 kg N/ha) sowie beim Gemenge TerraLife Rigol (158 kg N/ha) nahmen im Zeitraum Juli stark zu. Bis zur Ernte des Silomais erreichte der Silomaisbestand eine Höhe von reichlich zwei Meter. Mit dem Wachstum der Maispflanzen entzogen sie dem Boden Stickstoff, so dass die Messwerte im September deutlich sanken. Abbildung 20 zeigt in allen Varianten einen N_{\min} -Gehalt zwischen 30 und 40 kg/ha. Mit steigender Biomassebildung werden vorhandene Bodenstickstoffvorräte und aus den Zwischenfrüchten mineralisierter Stickstoff umgesetzt. Stickstoffnachlieferung und Stickstoffverbrauch zeigen in den Varianten Silomais nach Gelbsenf und nach TerraLife Rigol einen ähnlichen Verlauf bei unterschiedlicher Biomassebildung und N-Entzug der Zwischenfrüchte im Herbst. Der spätsaatverträgliche Gelbsenf konnte höhere Biomasse bilden und damit mehr Stickstoff einlagern. Das TerraLife-Gemenge Rigol hatte bei geringerer Ertragsleistung bezüglich Biomasse und N-Entzug durch die Ausgewogenheit der einzelnen Komponenten in der Mischung ein höheres C/N-Verhältnis, wodurch der Stickstoff dem Silomais ähnlich wie in der Gelbsenf-Variante zur Verfügung gestellt wurde. In der reinen Leguminosenvariante wird der gebundene Stickstoff im Vergleich schneller freigesetzt und zum Zeitpunkt des höchsten Stickstoffbedarfs des Silomais ist die Nachlieferung nicht mehr so hoch. Auch in der Stickstoffnachlieferung zeigt sich die Vorzüglichkeit der Zwischenfrüchte, vor allem im Anbau als Gemenge.

7.2 N-Nachlieferung am Standort Sdier

Im Vergleich zum Standort in Littdorf konnte im Anbaujahr 2012 der Gelbsenf nach Winterweizen in Sdier nicht überzeugen (Abbildung 21). Die N-Bindung in der Sproßmasse lag zu Vegetationsende bei nur 20 kg N/ha. Für ein üppiges Wachstum fehlten hohe Reststickstoffmengen im Boden (ca. 50 kg N/ha zur Aussaat der Zwischenfrucht). Mit steigendem Anteil an Leguminosen in den Varianten konnte das Gemenge TerraLife Rigol (117 kg N/ha) sowie die Mischung Erbse/Wicke (189 kg N/ha) hohe Stickstoffmengen binden. Die selbstbegrünte Variante entzog dem Boden 25 kg N/ha. Deutlich weniger als die Brache auf dem Standort in Littdorf, da nur wenig Ausfallgetreide und Unkräuter in der Brache aufgelaufen waren (Abbildung 21).

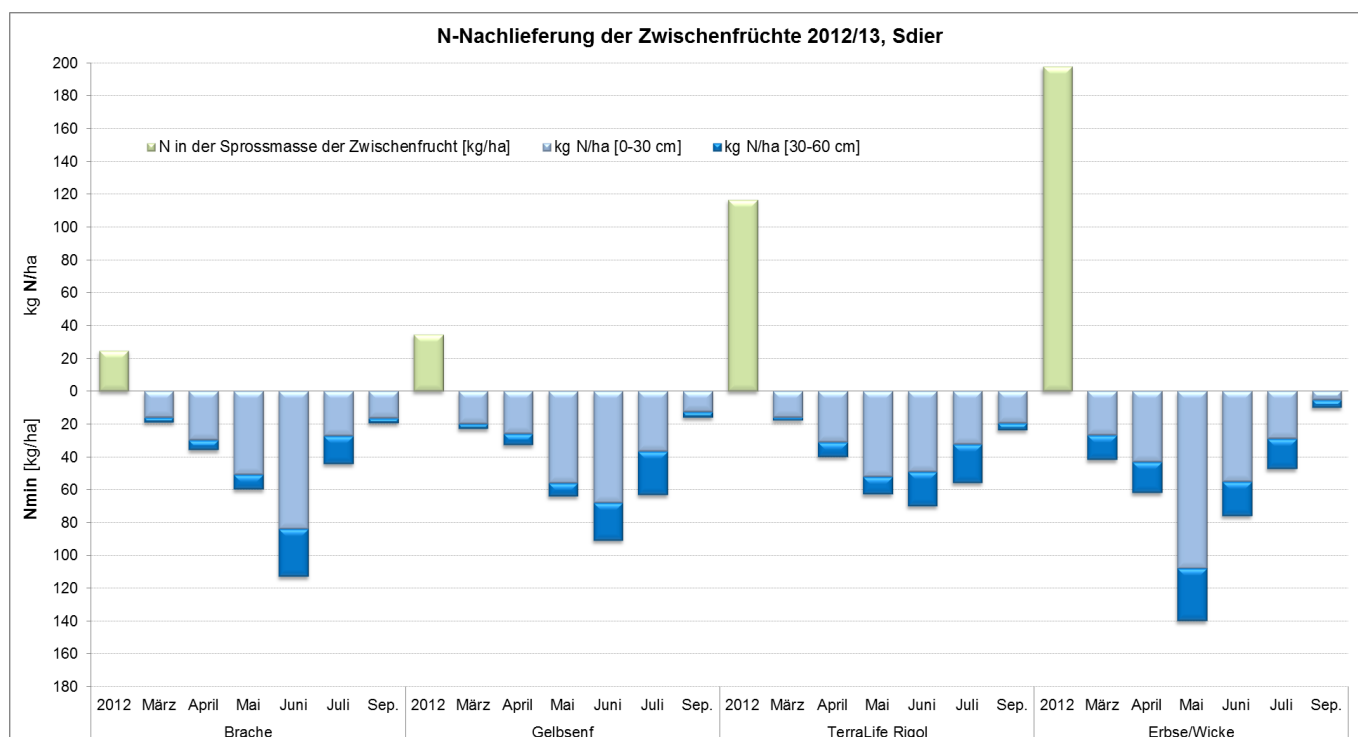


Abbildung 21: Nachlieferung des gebundenen Stickstoffs in der Folgefrucht, Sdier 2013

Zu Vegetationsbeginn lag der N_{\min} -Gehalt in allen Varianten auf sehr niedrigem Niveau ($\bar{\varnothing}$ 26 kg N/ha). Mit 42 kg N/ha lag der N_{\min} -Gehalt bei Erbse/Wicke wie in Littdorf am höchsten, was auch hier auf ein frühes Einsetzen der Mineralisation schließen lässt. Bis zum April stiegen die Bodenstickstoffgehalte unter Silomais nach den angebauten Zwischenfrucht Varianten nur um 10-20 kg/ha (Abbildung 21). Da zu dem Zeitpunkt noch keine Bodenbearbeitung stattgefunden hatte, erwärmte sich der Boden auch nur langsam und Mineralisierungsprozesse kamen ebenfalls nur langsam in Gang. Auch an diesem Standort erfolgte in den ausgewählten Varianten keine Stickstoffdüngung im Silomais, um die Stickstoff-Nachlieferungsprozesse besser beurteilen zu können.

Im Laufe des Frühjahrs wurde Stickstoff aus der Bodenreserve und Stickstoff aus den abgestorbenen Zwischenfrüchten des Vorjahres freigesetzt. Die Bodenstickstoffwerte auf dem sandigen Standort stiegen zum Teil recht deutlich an. Im Vergleich zum Standort in Littdorf unterscheidet sich hier die Höhe der Mineralisierung deutlich nach entsprechend angebaute Zwischenfrucht. Bei einem sehr engen C/N-Verhältnis bei Erbse/Wicke setzten hier Mineralisierungsprozesse besonders schnell ein. Von April zu Mai erhöhte sich in der reinen Leguminosen-Variante der Stickstoffgehalt im Boden um knapp 80 kg N/ha. In den Varianten Gelbsenf (ca. 40 kg N/ha) und dem Gemenge (ca. 20 kg N/ha) stieg der N_{\min} -Gehalt im gleichen Zeitraum geringer an.

Auch in der Region Ostsachsen brachte der Juni 2013 reichlich Niederschläge (215 mm). Davon fielen 120 mm in den ersten Junitagen. Außer in der reinen Leguminose war in den weiteren Varianten im Juni ein Anstieg der N_{\min} -Gehalte zu verzeichnen. Mit Biomassezunahme der Maispflanzen erhöhte sich deren Stickstoffbedarf, so dass die N_{\min} -Werte über den Vegetationszeitraum bis zur Ernte deutlich in den Varianten abnahmen.

Im Vergleich der Standorte weist erwartungsgemäß der sandige Standort in Sdier ein verhaltenes Stickstoffnachlieferungspotenzial auf.

Fazit

Als Gründungspflanzen angebaute Zwischenfrüchte konservieren den Stickstoff über die Wintermonate. Bis zu 50 % des Stickstoffs kommen der Folgekultur zugute. Der restliche Teil verbleibt relativ fest gebunden im Boden und wird erst über die Jahre freigesetzt und kommt den Folgekulturen zugute. Die Höhe der Freisetzung ist abhängig vom Biomasseaufwuchs und somit von der in der Biomasse gespeicherten Stickstoffmenge, ferner vom Anteil an Leguminosen, welche ein sehr enges C/N-Verhältnis besitzen. Dadurch wird der gebundene Stickstoff relativ schnell nach deren Absterben freigesetzt. Nicht-legume Zwischenfrüchte setzen den gebundenen Stickstoff im Vergleich langsamer frei, so dass er in der Hauptwachstumsphase von Mais den Pflanzen zur Verfügung steht. Auch bezüglich der Stickstoffnachlieferung in der Folgefrucht zeigt sich der Vorteil des Anbaus der Zwischenfrüchte im Gemenge aus legumen und nicht-legumen Komponenten.

Böden mit hohem Nährstoffnachlieferungsvermögen, wie der Lößboden in Littdorf, lassen kaum Effekte der Stickstofffreisetzung durch die Zwischenfrucht zu. Auf den leichten Böden, wie dem Sandboden in Sdier, wurde deutlich, dass eine kontinuierliche Freisetzung des Stickstoffs aus der Zwischenfrucht erfolgt, wenn die Bodentemperaturen steigen, insbesondere durch die Bodenbearbeitung.

Durch die enormen Niederschläge Anfang Juni 2013 wurde der freigesetzte Stickstoff teilweise aus dem oberen Bodenhorizont ausgewaschen.

8 Zusammenfassung

Im Sinne einer nachhaltigen Landwirtschaft sollte in der vegetationslosen Zeit zwischen Getreideernte und Bestellung im Frühjahr der Acker mit Zwischenfrüchten zur Gründüngung bestellt werden. Für den Erfolg einer gelungenen Zwischenfrucht spielen verschiedene Faktoren eine erhebliche Rolle:

- (1) **Aussaatzeitpunkt → Zwischenfrüchte sollten schnellstmöglich nach der Ernte der Hauptfrucht ausgebracht werden.** Gerade in trockenen Jahren kann somit die Restfeuchte des Bodens zur Keimung des Saatguts ausgenutzt werden. Schlecht entwickelte Zwischenfrüchte frieren über den Winter schlechter weg.
- (2) **Aussaattechnik → Sorgfalt im Aussaatverfahren wie bei einer Hauptfrucht.** Gerade in der Zeit der Zwischenfruchtaussaat ist oft die entsprechende Technik für andere pflanzenbauliche Arbeiten im Betrieb gebunden. Daher gilt es, im Betrieb über alternative Aussaattechniken zur Mulchsaat nachzudenken. Dies könnten die Grubbersaat oder auch die Direktsaat sein, für einige Betriebe möglicherweise auch die Mähdruschsaat. Die Aussaat mit einer Drillmaschine gewährleistet eine gleichmäßige Verteilung des Saatgutes und hohe Feldaufgänge. Dies führt zu einem gleichmäßigen Standraum zwischen den Pflanzen, welche sich kräftig und mit mehr Wurzeltiefgang entwickeln können. Bei der eingesetzten Grubbertechnik zeigte sich ein vergleichbares Bild. Bei Aussaaten mit dem Schleuderstreuer entwickelt sich häufig ein lückiger Bestand, welcher den Durchwuchs von Unkräutern und Ausfallgetreide fördert.

- (3) **Düngung von Zwischenfrüchten.** Werden Zwischenfrüchte zum Erosions- und Gewässerschutz angebaut, reichen für eine gute Bestandesetablierung die verfügbaren N-Mengen im Boden auf den meisten Flächen aus. In Jahren, wo die angebaute Hauptfrucht nicht mehr als 50 kg N/ha hinterlässt, ist für eine hohe Biomasseproduktion eine Stickstoffgabe in Form von Gülle oder Gärrest zu empfehlen, was die vorliegenden Ergebnisse verdeutlichen. Ausgebracht können Gülle/Gärrest zur Zwischenfrucht im Herbst laut Düngeverordnung in Höhe des aktuellen N-Düngebedarfs. Mengenmäßig sind hierbei nicht mehr als 40 kg Ammonium-N oder 80 kg Gesamt-N zur Ausbringung erlaubt. In den Versuchen zeigte sich, dass die Stickstoffgabe zur Aussaat der Zwischenfrüchte erfolgen sollte, um die Verfügbarkeit in der kurzen Vegetationszeit zu gewährleisten. Stickstoffausbringung in stehende Zwischenfruchtbestände zeigte weniger Erfolg, da die Pflanzenverfügbarkeit zu spät zur Wirkung kam. Verbleibt das Stroh auf dem Acker, kann sich eine Strohausgleichsdüngung vorteilhaft auf die N-Aufnahme der Pflanzen auswirken. Eine Düngemaßnahme sollte immer schlagspezifisch erfolgen.
- (4) **Bei der Auswahl der Begrünung ist auf die Fruchtfolge zu achten** Als Zwischenfrucht sollten zur Hauptfrucht nur „nichtverwandte Kulturen“ ausgebracht werden, um das artenspezifische Potenzial an Krankheiten und Schädlingen zu minimieren und die Artenvielfalt zu erhöhen.
- (5) **Die Wahl der Zwischenfrucht ist je nach Anbauziel entscheidend.** Auswahl der Zwischenfrucht nach:
- Aussaatzeitpunkt → Arten wie Ramtillkraut und Leguminosen sind frühsaatfordernd, Kruziferen eignen sich eher bei Spätsaaten
 - Nitrat/ Nährstoffspeicherung → Mit gut etablierten Begrünungen können Nitrat und andere Nährstoffe im Boden in die Biomasse aufgenommen und gespeichert werden. Durch kapillaren Aufstieg, bedingt durch Wachstumsprozesse der Pflanzen, werden Nährstoffe ebenfalls vor Verlagerung geschützt, da sie im Oberboden gehalten werden. In Gemengen sollten Zwischenfrüchte wie Phacelia integriert werden, die auf Grund ihrer Frosthärte lange Stickstoff aufnehmen. Zwischenfrüchte wie Ramtillkraut oder Buchweizen neigen bei ersten Minusgraden zum zeitigen Abfrieren. Dadurch setzen Mineralisierungsprozesse frühzeitig ein und Nährstoffe werden schon im Herbst wieder freigesetzt.
 - Fixierung von Stickstoff mittels Leguminosen → Die Auswahl sollte nach Wasser- und Temperaturangebot erfolgen. Optimal sind Leguminosen in Mischungen mit nicht-legumen Partnern. Erbse, Wicke und Ackerbohnen bieten hier Vorteile.
 - Durchwurzelung und Wurzelmassebildung → Gründüngungspflanzen erzeugen durch ihre Durchwurzelung eine bessere Bodengare, schließen Nährstoffe in verschiedenen Bodenhorizonten auf, können Bodenverdichtungen aufbrechen und schaffen Grobporen, durch die Wasser besser infiltrieren kann. Insbesondere Rettich-Arten bieten hier Vorteile.
 - Aufschluss von Phosphor aus dem Unterboden → Anbau von Zwischenfrüchten, wie Phacelia mit einem sehr üppigen Wurzelwachstum.
 - Unterdrückung von Ausfallgetreide und Unkräutern → Insbesondere hier sollten Gemenge angebaut werden. Eine Zusammenstellung aus schnell wachsenden Partnern (Ramtillkraut, Buchweizen) mit bestandsbildenden (Erbse, Örettich) und frostunempfindlichen und damit lang wachsenden Zwischenfrüchten (Phacelia) empfiehlt sich hier.
 - Aussaatverfahren der Folgekultur in Mulchsaat / Strip-Till-Verfahren → Dabei verbleiben abgefrorene Überreste der Zwischenfrüchte an der Oberfläche bzw. im oberen Bodenhorizont. Gut etablierte Zwischenfruchtbestände hinterlassen eine optimale Mulchauflage, welche dem Saatbett Struktur gibt und den Boden vor Verschlammung und Erosion schützt.
 - Förderung des Bodenlebens → Hier sollten Zwischenfrüchte mit hoher Biomassebildung angebaut werden, welche vor dem Winter nicht eingearbeitet werden sollten. Eigene Untersuchungen (Trossin, 2011) zeigen, dass Leguminosen die Regenwurmaktivität fördern.
 - Imagepflege → Blühende Zwischenfruchtbestände in der sonst vegetationslosen Zeit bereichern das Landschaftsbild und erhöhen somit die Akzeptanz der Landwirtschaft in der Bevölkerung

Tabelle 9 gibt Anbauempfehlungen, abgeleitet aus den Versuchsergebnissen der mehrjährigen Untersuchungsjahre.

Tabelle 9: Anbauempfehlung verschiedener Zwischenfrüchte

Kulturart Zwischenfrucht [Familie]	Anbautechnische Daten			Anbauziele								Bemerkungen									
	Saatstärke [kg/ha]	keimf. Körner/m ²	TKG [g]	Aussaat		Wachstum			Winterfestigkeit			Reinsaat	Gemenge	Jugend- entwicklung	N-Aufnahme	Bodenbildner	Erosions- minderung	Unkrautunter- drückung	Mulch [Frühjahr]	Boden/ Klima	Wurzelbild
	Reinsaat		JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAN												
Ackerbohne <i>Ficia faba</i> [Leguminose]	160-200	35-50	400-450	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	bevorzugt schwere Böden	tiefe, kräftige Pfahlwurzel mit vielen kurzen Seitenwurzeln
Alexandrinerklee <i>Trifolium alexandrinum</i> [Leguminose]	30-35	1000	3-3,5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	relativ anspruchslos	spindelförmige Pfahlwurzel mit wenig Seitenwurzeln
Perserklee <i>Trifolium resupinatum</i> [Leguminose]	15-20	1000-1500	1-1,5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	auch auf leichten Böden und bei Trockenheit geeignet	spindelförmige Pfahlwurzel mit wenig Seitenwurzeln
Rotklee <i>Trifolium pratense</i> [Leguminose]	15-20	1000-1200	1,5-2,5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	keine hohen Ansprüche	kräftige Pfahlwurzel mit starken Nebentrieben
Bitterlupine <i>Lupinus angustifolius L.</i> [Leguminose]	120-150	85	160-300	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	bevorzugt humose tiefgründige Lehmböden, auswinterungsgefährdet	große kräftige Pfahlwurzel mit Seitenwurzeln, große Knöllchenbildung
Blaue Lupine <i>Lupinus angustifolius</i> [Leguminose]	160-180	100-120	160-200	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	bevorzugt leichte Standorte bei guter Wasserversorgung	große kräftige Pfahlwurzel mit Seitenwurzeln, große Knöllchenbildung
Buchweizen <i>Fagopyrum esculentum</i> [Knöterichgewächse]	50-80	300	15-20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	bevorzugt leichte Böden, gedeiht auch auf schweren Böden, reagiert auf PSM-Rückstände	Büschelwurzel, zahlreichen Seitenwurzeln, schwach durchwurzelter Horizont
Platterbsen <i>Lathyrus latifolius</i> [Leguminosen]	90-140	80-110	160-220	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	besonders für trockene Standorte geeignet, gedeiht auf allen Böden, höhere Stickstofffixierung als Futtererbse bei niedrigerem Wuchs	Pfahlwurzel mit kräftigen Seitenwurzeln, große Knöllchen
Futtererbsen <i>Pisum sativum</i> [Leguminosen]	150-200	70-90	80-200	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	optimal auf mittelschweren Böden	Pfahlwurzel mit wenig Seitenwurzeln
Grünroggen <i>Secale cereale</i> [Gräser]	160-200	400-550	30-40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	anspruchslos, spätsaatverträglich, Frühjahrsschnitt vor Maisanbau möglich	Büschelwurzel, kräftiges und feines Wurzelsystem, durchdringt das gesamte Ackerprofil
Kresse <i>Lepidum sativum</i> [Kreuzblütler]	20	330	8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	stark photoperiodische Reaktion, fostempfindlich, trockenheitsverträglich	kurze Pfahlwurzel
Linse <i>Lens culinaris</i> [Leguminose]	60-100	150-220	25-60	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	bevorzugt flachgründige, karge, kalkreiche Böden, trockenheitsverträglich, gut in Kombination mit Stützfrucht	Pfahlwurzel, schwach verzweigtes Wurzelsystem

Kulturart	Anbautechnische Daten										Anbauziele							Bemerkungen					
	Saatstärke [kg/ha]	keimf. Körner/m ²	TKG [g]	Aussaat			Wachstum				Winterfestigkeit			Reinsaat	Gemenge	Jugend- entwicklung	N-Aufnahme	Bodenbildner	Erosions- minderung	Unkrautunter- drückung	Mulch [Frühjahr]	Boden/ Klima	Wurzelbild
				JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAN													
Zwischenfrucht [Familie]																							
Luzerne <i>Medicago sativa</i> [Leguminose]	20-35	1400	2-2,2																			ausdauernd, bevorzugt tiefgründige kalkreiche Böden, trockenheitsresistent	tiefe kräftige Pfahlwurzel
Öllein <i>Linum usitatissimum</i> [Leingewächse]	40	450	7																			lehmgige Sande/ sandige Lehme mit guter Wasserversorgung, Verdichtungen und Staunässe werden nicht vertragen	Pfahlwurzel mit geringer Verzweigung
Ölrettich <i>Raphanus sativus</i> [Kreuzblütler]	20	160-250	10-15																			hoher Stickstoffbedarf, geht Bestand mit kleinem Wuchs in den Winter - besteht die Gefahr, dass er im Frühjahr wieder austreibt	kräftige tiefe Pfahlwurzel, die sich zum Rettich verdickt (Vorsicht bei Drainagen)
Phacelia <i>Phacelia tanacetifolia</i> [Wasserblattgewächs]	10	400-500	1-2																			relativ anspruchslos, reagiert auf Bodenverdichtungen, gute Bodenerwärmung im Frühjahr	Büschelwurzel mit Seiten- und Feinwurzelbildung
Ramtillkraut <i>Guizotia abyssinica</i> [Korbblütler]	10	400	2-3																			geeignet für alle Böden, trockenheitstolerant, friert schnell ab	intensiv durchwurzelte obere Bodenschicht, Büschelwurzel
Rauhafer <i>Avena strigosa</i> [Süßgras]	150	350-500	15-30																			gedeiht auf allen Bodenarten, hohe Mengen an organischer Masse, optimale Unkrautunterdrückung durch allelopathische Wirkung	Büschelwurzel
Gelbsenf <i>Sinapsis alba L.</i> [Kreuzblütler]	15-20	200-300	6-8																			anspruchslos, spätsaatverträglich	Pfahlwurzel mit Seitenwurzeln, zur Bodenentwicklung kaum geeignet, da er in ungaretem Boden kaum Wurzeln bildet
Serradella <i>Ornithopus sativus</i> [Leguminose]	30-45	1000	2,5-4,5																			"Klee des Sandes" gedeiht eher im niedrigen/ sauren pH-Bereich, gedeiht auf schweren Böden nur mäßig	kräftige spindelförmige Pfahlwurzel mit zahlreichen weitverzweigten Nebenwurzeln
Sommerwicke <i>Vicia sativa</i> [Leguminose]	100-140	170-250	40-80																			bevorzugt mittlere bis schwere kalkhaltige Lehm Böden, trockenheitsresistent, niedriger Wuchs	Büschelwurzel, (verzweigtes Wurzelwerk)
Sonnenblume <i>Helianthus annuus</i> [Korbblütler]	20-30	30-40	40-80																			bevorzugt warme trockene Standorte, gute Stützfrucht, benötigt viel Bodenwasser	Pfahlwurzel (bis 3m), ausgeprägte Büschelwurzeln im Oberboden
Tillage Radish/ Meliorationsrettich <i>Raphanus sativus</i> [Kreuzblütler]	6-8		17-19																			anspruchslos	tiefe, starke Pfahlwurzel
Winterwicke/ Zottelwicke <i>Vicia villosa</i> [Leguminose]	110-140	250-300	20-60																			geringere Ansprüche an Boden und Klima als Sommerwicke, dürrerotolerant	Büschelwurzel, (verzweigtes Wurzelwerk)

9 Ausblick

Im Jahr 2014 ist in Burgstädt, im sechsten Versuchsjahr, eine Versuchsanlage zu Zwischenfrüchten geplant. Hauptaugenmerk soll in diesem Jahr auf dem Aussaatverfahren liegen. In den meisten Betrieben wird die Integration der Zwischenfrüchte in die Fruchtfolge als ein wichtiger Baustein der Bodenfruchtbarkeit erachtet. Oft scheitert die Umsetzung der Maßnahme an in dieser Zeit verfügbarer Technik, da diese zeitgleich für andere pflanzenbauliche Arbeiten im Betrieb gebunden ist. In eigenen Versuchen der vergangenen Jahre wurde ansatzweise dieser Problematik nachgegangen. Mit dem Anspruch, die Zwischenfrüchte so schnell wie möglich nach der Ernte der Hauptfrucht auszubringen, wurden Vordruschsaat, Mähdruschsaat und die Grubbersaat getestet. Vordrusch- und Mähdruschsaat könnten unter bestimmten Voraussetzungen alternative Aussaattechniken zur Mulchsaat im Betrieb sein. Die Ergebnisse der Versuchsanlagen 2013/14 haben gezeigt, dass die Grubbersaat durchaus im Stande ist, solide Bestände ins Feld zu stellen.

Zur Beurteilung der möglichen Aussaatverfahren sollen diese 2014 in Burgstädt miteinander verglichen werden. Ausgewählte Zwischenfrüchte/ Zwischenfruchtgemenge werden mit folgender Technik bestellt:

- Mähdruschsaat
- Direktsaat
- Grubbersaat
- Streifensaart
- Mulchsaat.

Wie in jedem Jahr wird der Betrieb mit eigener Technik zahlreiche Reinsaaten ausbringen. Die Saatgutanbieter erhalten auch 2014 die Möglichkeit, ihre Gemenge zum diesjährigen 6. Burgstädter Praktikertreffen im Herbst zu präsentieren.

Gern können Sie auch direkt mit uns Kontakt aufnehmen.

Ansprechpartner:

Anja Schmidt

Sächsisches Landesamt für
Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Referat 72 | Pflanzenbau
Tel.: +49 35242 631-7229
anja.schmidt@smul.sachsen.de

Heiko Gläser

KBD-Sachsen e.V.
Wüstenschlette 1a
09518 Großrückerswalde
Tel.: +49 3735 22231
glaeser.heiko@kbd-sachsen.de

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Anja Schmidt
LfULG, Abteilung Landwirtschaft/Referat Pflanzenbau
Waldheimer Straße 219, 01683 Nossen
Telefon: +49 35242 631-7229
Mobil: 0173 9616762
Telefax: +49 35242 631-7299
E-Mail: anja.schmidt@smul.sachsen.de

Heiko Gläser
Verein Konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat in Sachsen e. V.
Wüstenschlette 1a, 09518 Großrückerswalde
Telefon: +49 3735 22231
E-Mail: glaeser.heiko@kbd-sachsen.de

Redaktion:

Anja Schmidt

Fotos:

s. Autoren

Redaktionsschluss:

03.06.2014

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung. Die PDF kann unter www.publikationen.sachsen.de heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.