



Zwischenfrucht-Leitfaden



IMPRESSUM

Herausgeber

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Kölnische Straße 48 - 50
34117 Kassel
www.llh.hessen.de

Layout

Jennifer Kolling (LLH)

Druck

Hessisches Statistisches Landesamt Wiesbaden

Druck

Juni 2020

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	4	4.5 Artenwahl.....	17
		4.6 Sortenwahl.....	27
		4.7 Beseitigung.....	29
		4.8 Wasserbedarf.....	31
1. Ziele des Zwischenfruchtanbaus	5	5. Ergebnisse und Erkenntnisse	32
1.1 Bodenfruchtbarkeit.....	5	5.1 Ergebnisse der Streifendemonstrationen in Nordhessen	32
1.2 Grundwasserschutz.....	5	5.2 Zusammenfassende Erkenntnisse aus Demonstrationsanlagen und von Praxisflächen	36
1.3 Boden-/Erosionsschutz.....	5		
1.4 Vorbeugender Pflanzenschutz	6	6. Kontaktpersonen und Adressen	42
1.5 Biodiversität.....	6		
1.6 Futternutzung	6	7. Tabellenverzeichnis.....	45
1.7 Klimaschutz.....	6		
2. Greening - Zwischenfrüchte als ökologische Vorrangfläche	7	8. Abbildungsverzeichnis	46
3. Hessisches Programm für Agrarumwelt- und Landschaftspflege-Maßnahmen (HALM)	10		
3.1 C.2 Beibehaltung von Zwischenfrüchten über den Winter.....	10		
4. Anbauverfahren.....	11		
4.1 Bodenbearbeitung.....	11		
4.2 Aussaat.....	12		
4.3 Düngung.....	13		
4.4 Pflanzenschutzmitteleinsatz.....	15		

Vorwort

In älteren Lehrbüchern wird oftmals beschrieben, dass Zwischenfrüchte Lücken zwischen zwei Hauptkulturen füllen. Auch im Duden wird die Zwischenfrucht als: „Frucht, die (zeitlich) zwischen zwei auf einem Feld angebauten Fruchtarten angebaut wird“ definiert. Die englischsprachige Variante „catch crop“ wirkt da schon wertschätzender. Hier wird im Namen bereits angedeutet, dass mit dieser Frucht Nährstoffe aufgefangen werden, bevor sie aus dem Anbausystem verloren gehen.

Zwischenfrüchte sollten daher auf keinen Fall nur als Lückenfüller gesehen werden. Vielmehr sollten mögliche pflanzenbauliche und ökologische Vorteile (Kapitel 1) wertgeschätzt werden.

Da die positiven Effekte je nach Art sehr unterschiedlich ausgeprägt sind und auch einige nachteilige Effekte im Anbau schlummern können, spielt eine sorgfältige Auswahl in Abstimmung mit den Hauptkulturen in der Fruchtfolge eine sehr wichtige Rolle beim Zwischenfruchtanbau.

Landwirte sollten sich vor einer Entscheidung folgende Fragen stellen:

Welches vorrangige Ziel verfolge ich jeweils mit dem Zwischenfruchtanbau (Kapitel 1)?

Welche Betriebs- und Standortbedingungen gilt es für mich zu beachten?

Diese Broschüre liefert Ihnen Antworten auf diese und weitere Fragen und unterstützt Sie bei einer zielführenden Entscheidungsfindung.

Da nicht alle Anbaufragen für Zwischenfrüchte durch langjähriges Versuchswesen beantwortet werden können, ist es darüber hinaus besonders wichtig innovativ zu sein, um eigene Lösungen je nach Situation zu finden. Es ist daher empfehlenswert zunächst kleinflächig einen entsprechenden Anbau zu erproben und sich regelmäßig über das Thema zu informieren und auszutauschen.

Es geht nicht nur um formale Erfüllung der Greeningauflagen und den Begegnungen mit den Herausforderungen

der Düngeverordnung, sondern darüber hinaus darum die positiven Aspekte des Zwischenfruchtanbaus für den eigenen Betrieb nutzbar machen zu können.



Wir hoffen, dass wir Sie bei diesen Entscheidungsprozessen mit Hilfe dieser Broschüre unterstützen können. Wir wünschen Ihnen einen entsprechenden Informationsgewinn und ein gutes Gelingen bei der Umsetzung.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'A. Sandhäger'.

Andreas Sandhäger
Direktor des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen

P. S.: Herzlichen Dank den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des LLH, die ihren Beitrag zu dieser Broschüre geleistet haben.

1. Ziele des Zwischenfrucht-anbaus

Zwischenfrüchte sind wahre Multitalente. Durch ihre Leistungen, die im Folgenden beschrieben werden, ermöglichen sie einen nachhaltigen Pflanzenbau.

1.1 Bodenfruchtbarkeit



Abb. 1.: Gute Bodengare unter einem Zwischenfruchtbestand

Zwischenfrüchte führen dem Boden über ihre ober- und unterirdische Biomasse organische Substanz zu. Diese organische Substanz dient dem Bodenleben, z. B. Regenwürmern, Bakterien und Insekten, als Nahrung und

verbessert die Humusversorgung des Bodens. Gerade die vielfältige Durchwurzelungsstruktur und -tiefe von Zwischenfruchtmischungen erschließen den Bodenraum gut und verbessern so die Bodenstruktur. Dies zeigt sich auch durch eine erhöhte Wasserinfiltration. Die Fruchtbarkeit unserer Böden wird durch diese Leistungen erhalten oder sogar gesteigert.

1.2 Grundwasserschutz

Zwischenfrüchte sind in der Lage nach der Ernte der Hauptfrucht, Reststickstoff und andere Nährstoffe effektiv zu binden. Dadurch wird die Verlagerung von Stickstoff in tiefere Bodenschichten und in das Grundwasser verhindert bzw. gemindert. Der in der Biomasse gespeicherte Stickstoff wird der Folgefrucht nach Umsetzungsprozessen im Laufe des Frühjahrs zur Verfügung gestellt und senkt somit die auszubringende Düngungsmenge.



EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Ziel der Wasserrahmenrichtlinie ist es, alle Wasserkörper bis spätestens 2027 qualitativ und quantitativ in einen guten Zustand zu bringen und diesen zu erhalten. Hierbei wird die Belastung von Oberflächengewässern und Grundwasser hinsichtlich Stickstoff, Phosphor, organischen und gefährlichen Stoffen (z. B. PSM) betrachtet. In Landwirtschaft und Gartenbau sind Zwischenfrüchte eine wichtige Maßnahme, um das Ziel zu erreichen.

1.3 Boden-/Erosionsschutz

Flächen, die zum Anbau von Sommerungen genutzt werden, zeichnen sich durch einen fehlenden Bewuchs über den Winter aus. Zwischenfrüchte können den Boden in dieser Zeit vor Verschlammung und Bodenabtrag schützen. Ihre Biomasse bremst die Niederschlagsenergie ab und ihre strukturverbessernde Wirkung auf den Boden lassen Niederschläge gleichzeitig schneller und besser eindringen.

1.4 Vorbeugender Pflanzenschutz

Gut entwickelte Zwischenfruchtbestände können Unkräuter und Ungräser unterdrücken. Bestimmte Arten bzw. Sorten einer Art können Fruchtfolgeschädlinge und -krankheiten reduzieren. Damit spielen Zwischenfrüchte als vorbeugende Maßnahme im integrierten Pflanzenschutz eine entscheidende Rolle.

1.5 Biodiversität

Zwischenfrüchte leisten einen Beitrag zur Biodiversität in der Agrarlandschaft. Ihre Bestände dienen Wildtieren als Rückzugsort und Lebensraum sowie Bienen und anderen Blütenbesuchern als späte Nahrungsquelle.

Vielfältige Zwischenfruchtmischungen haben hierbei einen höheren ökologischen Stellenwert als Reinsaaten.

Zudem wird mit unterschiedlichen Wurzelsystemen die Biodiversität des Bodenlebens gefördert.

1.6 Futternutzung

Werden Zwischenfrüchte als Futter für Rinder oder als Substrat für Biogasanlagen angebaut, führt dies zu einer effizienter genutzten Ackerfläche, wodurch die Hauptfutterfläche zum Teil reduziert werden kann. Für derartige Nutzungen haben sich zum einen Gräser bzw. Klee/Gras-Mischungen sowie Futterraps durchgesetzt.

1.7 Klimaschutz

Der regelmäßige Anbau von Zwischenfrüchten über den Winter kann die CO₂-Bilanz von Ackerland verbessern, da auf diese Weise verstärkt Humus in den Böden angereichert werden kann. Im Zuge des Humusaufbaus wird Koh-

lenstoff durch die Pflanzen in Form von Kohlendioxid aufgenommen und somit in der ober- und unterirdischen Biomasse festgelegt. Der Atmosphäre wird dadurch CO₂ entzogen und klimunwirksam gemacht.

Weiterhin verringert die Stickstoffaufnahme der Zwischenfrucht die Gefahr erhöhter Lachgasemissionen über den Winter.



Trinkwasserverordnung (TrinkwV)

Die Trinkwasserverordnung schreibt für Nitrat und PSM im Trinkwasser Grenzwerte vor:

Nitrat	50 mg/l
PSM – Einzelwirkstoff	0,1 µg/l
PSM – Summe	0,5 µg/l

Zum Schutz unseres Trinkwassers sind hessenweit ca. 1700 Wasserschutzgebiete (WSG) ausgewiesen. Zum Teil bestehen WSG-Kooperationen, in denen Wasserversorger und Landwirte zusammenarbeiten. Ein wichtiger Baustein der grundwasserschonen Bewirtschaftung ist auch hier der Zwischenfruchtanbau.

2. Greening - Zwischenfrüchte als ökologische Vorrangfläche

Seit 2015 ist Greening ein wichtiger Baustein der „Gemeinsamen Agrarpolitik“ (GAP). Die Landwirtschaft leistet dadurch einen größeren Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz. Die Auszahlung der Greening-Prämie, die 30 % der Direktzahlungen umfasst, ist an die Einhaltung folgender drei Anforderungen geknüpft:

- Anbaudiversifizierung
- Erhalt von Dauergrünland
- Ökologische Vorrangflächen

5 % der Ackerfläche eines Betriebes müssen als ökologische Vorrangfläche bereitgestellt werden. Dabei bestehen mehrere Möglichkeiten, diese Anforderung zu erfüllen, diese sind zum Beispiel:

- Leguminosen
- Brache
- Rand-/Pufferstreifen
- Landschaftselemente
- Zwischenfrüchte/Untersaaten

Art	Zwischenfrucht	Untersaat
Gewichtungsfaktor	0,3	0,3
Begrünung / Einsaat	<ul style="list-style-type: none"> - Einsaat bis 01.10. - Vorgegebene Artenliste - Saatgutbeleg 6 Jahre aufbewahren oder Rückstellprobe - Mischung aus mind. 2 Arten - Max. Anteil einer Art 60 % (Anzahl Samenkörner) - Max. 60 % Grasanteil 	Kein Einsaattermin Gras- oder Leguminosenmischungen (z. B. Klee gras)
Auflage / Pflege	Bodenbearbeitung zur Einsaat der Folgekultur ab 16.02. Nach Ernte der Hauptkultur: Kein Pflanzenschutz, keine min. Dünger, kein Klärschlamm Schlegeln/Häckseln/Walzen zulässig Beweidung bis 31.12. im Antragsjahr nur mit Schafen und Ziegen möglich, ab 16.02. jegliche Nutzung möglich, wenn Hauptfrucht folgt	Bodenbearbeitung zur Einsaat der Folgekultur ab 16.02. Normale Bewirtschaftung der darüber liegenden Kultur Nach Ernte der Hauptkultur: Kein Pflanzenschutz, keine min. Dünger, kein Klärschlamm Schlegeln/Häckseln zulässig Beweidung bis 31.12. im Antragsjahr nur mit Schafen und Ziegen, danach mit allen Tierarten möglich
Nutzung	Einmalige Biogas- oder Futternutzung ab 16.02. des Folgejahres zulässig Keine Überführung in Hauptfrucht zulässig	Biogas- bzw. Futternutzung ab 16.02. des Folgejahres zulässig

Tab. 1.: Förderrechtliche Angaben ohne Gewähr. Zuständig für die Agrarförderung ist die WI-Bank. Bei Detailfragen wenden sie sich an Ihre zuständige Bewilligungsstelle.

Der Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten wird mit einem Faktor von 0,3 gewichtet. Das bedeutet, ein 100 ha Betrieb muss auf 16,7 ha Zwischenfrüchte oder Untersaaten einplanen, wenn keine zusätzlichen Greening-Maßnahmen umgesetzt werden.

Zur Anerkennung des Zwischenfrucht- oder Untersaatanbaus als ökologische Vorrangfläche, müssen bestimmte Vorgaben erfüllt sein (siehe Tab. 1).

Werden nur zwei Zwischenfruchtarten gemischt, sollten sie ähnliche TKG-Werte aufweisen. Die TKG-Werte können auch innerhalb einer Zwischen-

fruchtart stark variieren (z. B. bei Gelbsenf zwischen 4 - 10 g), deshalb sind die Angaben auf den Saatgutetiketten zu beachten oder die TKG-Werte selbst zu bestimmen. Je mehr Zwischenfruchtarten in einer Mischung vorhanden sind, desto eher werden die Samenanteile eingehalten.

Aus Sicht des Gewässerschutzes können Greeningauflagen auch zu Beeinträchtigungen eines sachgerechten Zwischenfruchtanbaus führen, wenn z. B. eine notwendige Düngemaßnahme (auf nährstoffarmen Böden) nicht ausgeübt werden darf oder evtl. notwendige Pflanzenschutzmaßnahmen

(z. B. Schneckenkorn) nicht durchgeführt werden dürfen. Auch kann die Bestellung der nachfolgenden Sommerung durch den späten Umbruchstermin in Fröhsaatgebieten negativ beeinflusst werden.

Daher kann es situativ ratsam sein, den Zwischenfruchtanbau nicht über Greening anzumelden.

Bei früher Aussaat kann der Einsatz eines Schlegels oder Häckslers vor der Samenbildung ratsam sein, um die Verbreitung der Samen auf dem Acker zu verhindern.

$$\text{Anzahl Samen/m}^2 = \frac{\text{Aussaatstärke (kg/ha)} \times 100}{\text{TKG (g)}}$$

Beispiel:

Kultur	Aussaatstärke kg/ha	x 100	: TKG (g)	= Anzahl Samen/m ²
Gelbsenf	20 kg/ha	200	7 g	286
Ölrettich	25 kg/ha	250	12 g	208



Abb. 2.: Beweidung mit Schafen (Foto: Pöhlmann)

Greening - Ökologische Vorrangflächen:

Zwischenfruchtanbau

- Liste zulässiger Arten für Kulturpflanzenmischungen - (DirektZahlDurchfV, Stand 15.04.2019)

Tab. 2.: Zwischenfruchtanbau - Liste zulässiger Arten für Kulturpflanzenmischungen

Gräser	Leguminosen	Kreuzblütler	Andere	Andere
Knautgras Wiesenschweidel Bastardweidelgras Einj. und Welsches Weidelgras Deutsches Weidelgras Rau-/Sandhafer Mohrenhirse Sudangras Hybriden aus der Kreuzung von Mohrenhirse x Sudangras	Ackerbohne Alexandrinerklee Blasenfrüchtiger Klee Blaue Lupine Bockshornklee Erdklee Esparsetten Futtererbse Gelbe Lupine Hopfen-/Gelbklee Hornschotenklee Inkarnatklee Linse Luzerne Michelsklee Pannonische Wicke Persischer Klee Platterbse (außer breitblättrige) Rotklee Schwarzbeiniger Klee Schwedenklee Serradella Sojabohne Sommer-/Saatwicke Sparriger Klee Steinklee Weiße Lupine Weißklee Winter-/Zottelwicke	Raps Rübsen, Stoppelrüben Schwarzer Senf Weißer Senf Ölrettich, Meliorationsrettich Markstammkohl Abessinischer Senf Sareptasenf Leindotter Rauke, Rucola Gartenkresse	Borretsch Braunellen Buchweizen Dill Dost Echtes Labkraut Färberdistel Fenchel Indischer Hanf Karden Klatschmohn Königskerzen Koriander Kornblume Kornrade Kümmel Leimkraut Lein Malve Mangold Margerite Mariendistel Nachtkerze Natternkopf Petersilie	Phacelia Pippau Rainfarn Ramtillkraut Reseden Ringelblume Schwarzkümmel Sonnenblume Spinat Spitzwegerich Tagetes Taubnessel Wiesenknopf Wiesensalbei Wilde Möhre

3. Hessisches Programm für Agrarumwelt- und Landschaftspflege-Maßnahmen (HALM)

3.1 C.2 Beibehaltung von Zwischenfrüchten über den Winter



Das Hessische Programm für Agrarumwelt- und Landschaftspflege-Maßnahmen (HALM) fördert eine besonders nachhaltige Landwirtschaft.

Im Ackerbau ist u. a. die „Beibehaltung von Zwischenfrüchten über den Winter“ förderfähig. Für die Inanspruchnahme der Fördermaßnahme müssen die Schläge in einer bestimmten Maßnahmenkulisse liegen (siehe Tabelle bzw. HALM-Viewer; Ausnahme: ökologischer Landbau).

Zwischenfrüchte, die im Rahmen von HALM angebaut werden, können nicht gleichzeitig als ökologische Vorrangfläche angerechnet werden!

Folgende Vorgaben sind nach HALM-Richtlinie beim Anbau von Zwischenfrüchten einzuhalten:

Tab. 3.: Durch HALM geförderte Maßnahmen

Maßnahme	Förderung	Kulisse
"C.2 a Zwischenfrüchte"	150 €/ha	"Boden und Wasser"
"C.2 b Zwischenfrüchte"	100 €/ha	"Erosion" u. "Grundwasser"
Zwischenfrüchte im ökologischen Landbau	50 €/ha	-
"Einsatz von bienengerechten Zwischenfruchtmischungen"	zusätzlich 10 €/ha	-

Tab. 4.: Vorgaben nach HALM-Richtlinie beim Anbau von Zwischenfrüchten

Vorgabe für	Anmerkung
Saatgut	alle Zwischenfruchtarten zulässig
	bei „bienengerechten Zwischenfruchtmischungen“ Artenliste in Anlage 6d der HALM-Richtlinien beachten
	Reinsaaten oder Mischungen
	Belege bzw. Rückstellprobe aufbewahren
Aussaat	Aussaattermin muss einen bodenbedeckenden Bestand vom 01.10. bis 31.01. gewährleisten
	"Einsatz von bienengerechten Zwischenfruchtmischungen" bis 15.08.
Pflanzenschutzmittel	nein (ab Bestellmaßnahmen bis zum Ende der Beseitigung!)
Düngung	organische Düngung: ja
	mineralische Düngung: ja
Nutzung	zulässig, wenn Bodenbedeckung erhalten bleibt
Bodenbearbeitung	ab 01.02.
Pflege	Mulchen zur Verhinderung des Aussamens zulässig
Folgefrucht	Hauptkultur oder Überführung in Brache
Aufzeichnungen	Führen einer Ackerschlagkartei
Beratungsnachweis	jährlich für Maßnahmenkulisse "C.2 a" notwendig Vorlage bei der zuständigen Stelle bis 01.10.
Sonstiges	Antragsteller stimmt der Beprobung von Wirtschaftsdüngern und Boden zu (keine zusätzlichen Kosten)

Bitte beachten Sie, dass es ratsam ist aufgrund von möglichen Aktualisierungen der HALM-Angebote u. zugehörigen Auflagen sich vor eigenen Entscheidungen auf der Homepage des LLH u. des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zu informieren.

4. Anbauverfahren

4.1 Bodenbearbeitung

Mit der Bestellung der Flächen wird ein wichtiger Grundstein für einen erfolgreichen Zwischenfruchtanbau gelegt. Die Bodenbearbeitung spielt hierbei eine zentrale Rolle und verfolgt mehrere Ziele. Eines der Ziele ist es, das Ausfallgetreide nach der Ernte rasch zum Auflaufen zu bringen. Hierzu sollte eine möglichst flache Bodenbearbeitung erfolgen, um Ausfallgetreide und Unkraut-/Ungrassamen nicht zu vergraben.

Bei einer **konservierenden Bestellung** der Zwischenfrucht, ist es wichtig, dass im Vorfeld das Ausfallgetreide, vor allem die konkurrenzstarke Gerste, durch eine gezielte Bodenbearbeitung beseitigt wird. Ausfallgetreide läuft meist in Wellen auf und kann nur mit mehrmaliger Bearbeitung des Bodens sicher beseitigt werden.

Die erste Maßnahme sollte flach erfolgen, die anschließende Bearbeitung frühestens 7 Tage später.

Wird eine **wendende Bodenbearbeitung** mit dem Pflug zur Saat der Zwischenfrucht angestrebt, so ist im Vorfeld eine einmalige flache Bodenbearbeitung sinnvoll, um auch hier die oben genannten Effekte zu nutzen.

Der Pflug schafft zwar gute Voraussetzungen für die Zwischenfrucht, gepflügte Flächen sind aber erosionsanfälliger und verlieren relativ viel Feuchtigkeit, die der Zwischenfrucht dann fehlt.

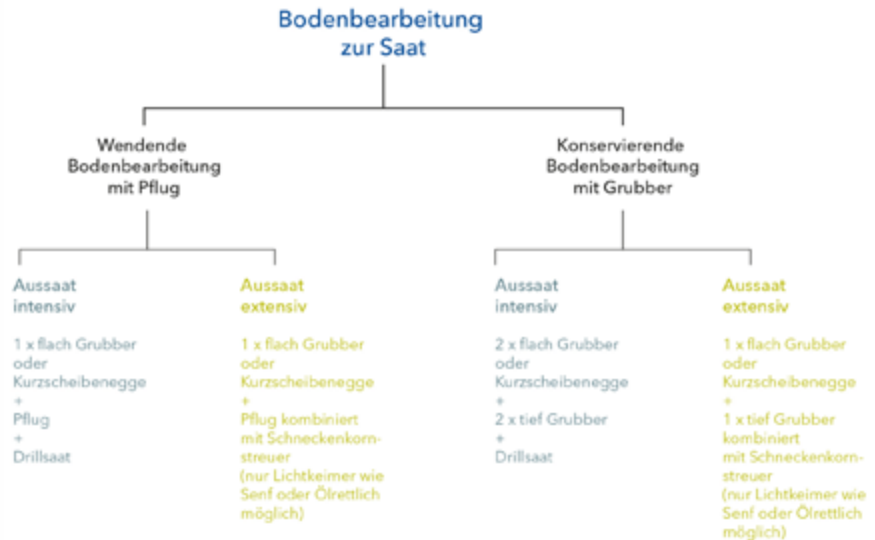


Abb. 3.: Bodenbearbeitung zur Saat

4.2 Aussaat

Wird eine Zwischenfrucht mit dem gleichen Ehrgeiz wie eine Hauptkultur angebaut, steht dem Erfolg nichts im Wege.

Die Saattechnik richtet sich stark nach der im Vorfeld durchgeführten Bodenbearbeitung, den Zwischenfrüchten, die angebaut werden sollen und der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit.

Die Aussaat sollte bis Mitte/Ende August abgeschlossen sein. Nur dann ist garantiert, dass der Zwischenfrucht ausreichend Zeit zur Verfügung steht, um Masse zu bilden und die positiven Effekte auszuspielen.

Senf und Ölrettich können extensiv mit Schneckenkornstreuer oder pneumatischer Saattechnik ausgebracht werden. Diese Arten benötigen keine bzw. kaum Bedeckung durch Boden um zu keimen.

Dunkelkeimer wie Phacelia und Rami-
tillkraut müssen hingegen mit Erde
bedeckt sein. Hier sollte eine Drillsaat
oder eine flache Einarbeitung erfolgen.

Bestellung und Aussaat der Zwischenfruchtflächen fallen in eine arbeitsintensive Phase. Hier muss jeder Betriebsleiter selbst entscheiden, wo die Prioritäten liegen. Alternative Aussaatverfahren wie z. B. APV-Streuer auf Grubber, Mähdruschsaat und Vorerntesaat zielen auf eine Reduktion der Arbeitszeit und Aussaatkosten ab. Eine Direktsaat ist vorrangig bei Gemengen mit Grobleguminosen möglich.

Ein Tag im Juli ist so viel wert wie eine Woche im August und wie der ganze Monat September.



Abb. 4.: Drillsaat einer Zwischenfrucht

4.3 Düngung

Stickstoff

Grundsätzlich darf eine Zwischenfrucht nach der Düngeverordnung (Stand: 26.04.2020) bis zum 01.10. gedüngt werden, wenn die Aussaat bis zum 15.09. erfolgte und ein Düngbedarf festgestellt wurde. Der Düngbedarf richtet sich nach der angebauten Zwischenfruchtart und dem N-Nachlieferungsvermögen des Bodens und darf die Grenzen von 30 kg Ammoniumstickstoff oder 60 kg Gesamtstickstoff pro Hektar nicht überschreiten. Oft ist im Herbst in den Böden so viel Stickstoff vorhanden, dass eine N-Düngung zu Zwischenfrüchten nicht nötig wird.

Wird der Bedarf mit Festmist von Huf- oder Klautieren oder Kompost gedeckt, darf dieser in der Zeit vom 01.12. bis zum Ablauf des 15.01. nicht ausgebracht werden. Der im Herbst ausgebrachte Stickstoff ist im nachfolgenden Jahr bei der Düngung der Folgekultur zu berücksichtigen.

In Gebieten, die nach § 13 a der Düngerverordnung zum Schutz der Gewässer vor Nitrat oder Phosphat mit Bewirtschaftseinschränkungen belegt sind, dürfen Zwischenfrüchte nur dann im Herbst gedüngt werden, wenn eine Futternutzung vorgenommen wird. Ferner darf der Festmist von Huf- oder Klautieren oder Kompost ausgebracht werden, wenn nicht mehr als 120 kg Gesamtstickstoff ausgebracht werden.

Phosphor

Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an Phosphat dürfen in der Zeit vom 01.12. bis zum Ablauf des 15.01. nicht ausgebracht werden.

Sollte der Zwischenfruchtbau im Rahmen des Greening erfolgen, ist eine mineralische Düngung untersagt.

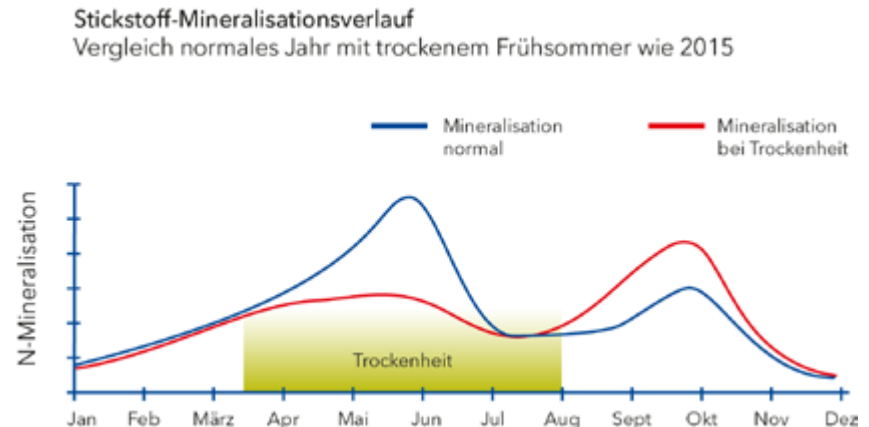


Abb. 5.: Gesteigerte Mineralisationsrate, Quelle: Schnittstelle Boden, 2015

Das Nachlieferungspotenzial bei Böden mit langjähriger organischer Düngung ist höher, als bei Böden mit einer rein mineralischen Düngung (siehe: <https://llh.hessen.de/pflanze/boden-und-duengung/duengeverordnung/herbstduengung-2019/>).

Die N-Mineralisation weist im Jahresverlauf zwei Höhepunkte (Frühsommer und Herbst) auf. Hohe Bodentemperaturen in Verbindung mit ausreichender Bodenfeuchtigkeit führen zu einer gesteigerten Mineralisationsrate.

Trockenheit im Frühjahr hemmt die N-Mineralisation und lässt die Umsetzung im Herbst ansteigen (z. B. 2015, Abb. 5). Auch die Bodenbearbeitung hat Einfluss auf die N-Mineralisation. Wird der Boden nach der Hauptfruchternte mehrmals intensiv bearbeitet, erhöht sich die Mineralisationsrate.

Des Weiteren beeinflusst die Vorfrucht die N-Düngung zur Zwischenfrucht. Hohe Erträge der Hauptfrucht führen zu niedrigen N_{\min} -Gehalten nach der Ernte.

Fällt der Ertrag niedriger aus als bei der N-Bedarfsberechnung angenommen, ist für die Zwischenfrucht im Allgemeinen ausreichend N verfügbar. Auch der Verbleib der Erntereste (z. B. Stroh) und deren Menge entscheiden über den Düngebedarf.

Werden Leguminosen oder leguminosenbetonte Gemenge angebaut, ist in der Regel keine N-Düngung notwendig.

Die Vorgaben der DüV sowie von HALM und Greening sind unbedingt zu berücksichtigen!

Da zu Redaktionsschluss dieser 2. Auflage noch nicht alle Vorgaben aus der aktuellen Novellierung der Düngeverordnung (2020, inkl. Vorgaben innerhalb der gefährdeten „roten“ Gebiete) abschließend beschlossen und geklärt waren, empfehlen wir vor allem bei den düngerrelevanten Themen entsprechende Informationen von der LLH-Internetseite bzw. der Beratungskraft aus Ihrer Region einzuholen.

4.4 Pflanzenschutzmitteleinsatz

Wie bereits in den Kapiteln 2 und 3 dargestellt, ist der Pflanzenschutzmitteleinsatz in einer Zwischenfrucht nach ÖVF der HALM-Maßnahmen nicht erlaubt. Das beinhaltet auch das Verbot der Anwendung von Schneckenkorn sowie von Feldmausködern.

Bei Verzicht auf chemische Maßnahmen stellt die Etablierung eines guten Zwischenfruchtbestandes besondere Anforderungen an die Boden- sowie die Saatbettbereitung. Ausfallraps und -getreide sind nicht nur Platzräuber, sondern können auch Krankheiten übertragen (Grüne Brücke). Die Unterdrückung der Ausfallpflanzen der Vorfrucht spielt eine wesentliche Rolle beim Zwischenfruchtanbau.

Ziel muss es sein möglichst viele dieser Pflanzen vor der Zwischenfruchtaussaat zum Auflaufen zu bringen um sie dann mechanisch bekämpfen zu können.

Die Unterbrechung der „Grünen Brücke“ und die sorgfältige Einarbeitung von Ernterückständen schaffen Bedingungen, die für Schnecken und Mäuse nicht zuträglich sind.



Abb. 6.: Mäusedruck in Zwischenfrucht

Sollte ein Sulfonylharnstoff oder ein Sulfonylharnstoff-ähnlicher Wirkstoff in der Vorkultur der Zwischenfrucht eingesetzt worden sein, reduziert eine intensive Boden-Durchmischung vor der Saat - tiefes Grubbern oder Pflügen - das Risiko einer Schädigung des Zwischenfruchtbestandes. Besonders unter trockenen Bedingungen kann es aufgrund fehlenden mikrobiellen Abbaus des Pflanzenschutzmittels zu Aufwuchs- oder Wachstumsproblemen bei Zwischenfrüchten kommen. Im Herbst 2018 zeigten sich einige Schädigungen durch fehlenden Abbau von Pflanzenschutzmitteln.



Abb. 7.: Sulfonylharnstoffeinsatz in Vorkultur, fehlend im Randbereich

Je später Sulfonylharnstoffe eingesetzt wurden, desto deutlicher waren die Schädigungen zu sehen (Abb. 7). Der Grund dafür waren die fehlenden Niederschläge.

Sollte es in der Folgekultur zu Durchwuchsproblemen mit Zwischenfruchtpflanzen kommen, ergeben sich verschiedene Möglichkeiten zur Bekämpfung. Tabelle 5 gibt eine Übersicht über Wirksamkeiten verschiedener Pflanzenschutzmittel gegen Zwischenfruchtdurchwuchs:

Besonders beachtet werden müssen Pflanzenschutzmittel mit folgenden Auflagen:

- WP 710:** Schäden an nachgebauten zweikeimblättrigen Zwischenfrüchten und Winterraps möglich.
- WP 711:** Schäden an nachgebauten zweikeimblättrigen Zwischenfrüchten möglich.
- WP 712:** Schäden an nachgebauten zweikeimblättrigen Zwischenfrüchten, Winterraps sowie Gemüseulturen möglich.
- WP 720:** Kein Nachbau von zweikeimblättrigen Zwischenfrüchten sowie Winterraps.

Tab. 5.: Bekämpfungsmaßnahmen bei Durchwuchsproblemen

Herbizid	Kulturpflanze	Aufwand Menge / ha	Senf	Ölricht	Phacelia	Erbse	Bohne	Luzerne	Alexandrinklee	Ramtilkraut	Buchweizen	Wicke	Sonnenblume
Finy	Getreide	0,025	++	++	+	++	++	-	0	++	-	0	++
Pointer SX	Getreide	0,04	++	-	-	--	-	--	-	0	-	+	+
Artus	Getreide	0,05	++	++	++	++	++	-	++	++	++	+	++
Biathlon 4D	Getreide	0,07	++	++	0	++	++	++	++	0	-	++	++
Primus Perfect	Getreide	0,01	++	-	-	--	++	--	0	+	+	++	+
Tomigan XL	Getreide	0,9	--	--	0	++	0	+	0	++	+	++	0
U 46 M	Getreide	1,5	0	++	+	--	+	--	-	--	0	+	++
Broadway + FHS	Getreide	0,22 + 1,0	++	++	0	++	++	++	++	+	+	++	++
Lontrel 600	ZR, Mais	1,2	--	--	0	++	++	+	++	++	0	++	0
Goltix T + Betanal MP	ZR	2,0 + 2,0	0	--	-	--	-	-	0	-	-	0	--
Callisto	Mais	1,5	++	+	-	++	++	+	++	++	+	++	++
Calaris	Mais	1,5	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++

++ = gute Wirkung; + = befriedigende Wirkung; 0 = mittlere Wirkung; - = schlechte Wirkung, -- = keine Wirkung

4.5 Artenwahl

Für einen erfolgreichen Anbau müssen Zwischenfrüchte zur Fruchtfolge des Betriebes passen. Bei der Artenwahl ist darauf zu achten, dass Krankheiten und Schädlinge, welche die Hauptfrüchte schädigen können, nicht gefördert werden. Beispiele dafür sind die Kohlhernie oder Sklerotinia bei Raps oder der Tabak-Rattle-Virus (TRV) bei Kartoffeln. Zudem dürfen Zwischenfrüchte nicht selbst zu einem Unkrautproblem in der Hauptfrucht werden.

In Tabelle 6 sind geeignete Zwischenfruchtarten für unterschiedliche Fruchtfolgen aufgeführt.

Mit dem Anbau von Ölsaaten, einer sehr frühen Aussaat und einer ungünstigen Sortenwahl besteht die Gefahr der Samenbildung vor Vegetationsende. In Rübenfruchtfolgen sind z. B. Buchweizen oder Phacelia schwer zu bekämpfen. Hier ist ein rechtzeitiges Mulchen vor der Samenreife unerlässlich.

Ein optimaler Anbau von Zwischenfrüchten kann Gesundheit, Ertrag und Qualität der Hauptfrucht fördern. So können z. B. resistente Gelbsenf- und Ölrettich-Sorten schädliche Zuckerrüben nematoden in ihrer Entwicklung hemmen. Andere Zwischenfruchtarten können Bodennährstoffe aufschließen, die sonst nicht pflanzenverfügbar wären, wie z. B. Phosphor durch Phacelia und Ackerbohne. Weiterhin können Ackerbohne und Tiefenrettich Bodenverdichtungen durch ihre Wurzeln aufbrechen.

Tab. 6.: Eignung von Zwischenfrüchten nach Fruchtfolge

Fruchtfolge mit:	Zwischenfrucht		
	geeignet	neutral	weniger/nicht geeignet
Rüben	Senf, Ölrettich (nematodenresistent), Lein	Phacelia, Lupine	Raps, Rübsen, Buchweizen, Gräser
Raps	Phacelia, Buchweizen, Rauhafer, Lein, Lupine	Gräser, Grünroggen (nicht Greeningkonform!), Ramtillkraut	Senf, Ölrettich, Raps, Rübsen, Sonnenblumen, weitere Leguminosen
Kartoffeln	Ölrettich	Weidelgräser, Leguminosen, Rauhafer	Senf, Raps, Rübsen, Phacelia
Mais	Grünroggen (nicht Greeningkonform!), Weidelgräser, Phacelia	Leguminosen	
Leguminosen	Weidelgräser		alle Leguminosen

Um eine Infektionskette mit möglichen Virosen beim Anbau von Leguminosen wie z. B. bei Erbsen und Ackerbohnen einzugrenzen, sollte auch in Zwischenfruchtmischungen darauf geachtet werden, dass insbesondere keine für Nanoviren anfälligen Leguminosenarten enthalten sind. Neben weiteren Virusarten werden speziell durch Nanoviren die bedeutsamsten Virusschäden bis hin zum Totalausfall von Pflanzen verursacht. Weitere Informationen zum Nanovirus (Pea necrotic yellow dwarf virus) und welche Pflanzenarten als anfällig gelten, finden Sie in dem Merkblatt des Julius-Kühn-Instituts unter : <https://www.julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/Flyer/Nanoviren.pdf>.

Grüne Brücke

Winterzwischenfrüchte werden unmittelbar nach der Ernte der Hauptkultur im Sommer gedrillt und stellen aus phytosanitärer Sicht eine „Grüne Brücke“ zwischen den Hauptkulturen dar. Besonders Gräser dienen für einige Krankheiten und Schädlinge als geeig-

netter Zwischenwirt und erhöhen das Übertragungsrisiko von einer Kultur zur nächsten.

Im Sommer/Herbst 2014 und 2015 konnte an vielen Rauhaferpflanzen Gelbrostbefall festgestellt werden.

Aufgrund des hohen Infektionsdrucks der vorangegangenen Frühjahrse im Getreide wurden auch Sporen auf die Zwischenfruchtbestände übertragen. Rauhafer, der in manchen Zwischenfruchtmischungen als schnelldeckende Komponente enthalten ist, kann außerdem durch Blattläuse mit Virose infiziert werden. Dabei dienen sie als Zwischenwirt zur Virusübertragung von einer Blattlausgeneration zur nächsten. Die im Herbst ausgedrillten Wintergetreidebestände können dann erneut durch Blattlauszuflug an Virusbefall erkranken.



Abb. 8.: Virusbefall an Rauhafer (Haferröte)

Schneckenanfälligkeit

Werden Zwischenfrüchte im Rahmen von Greening (ÖVF) oder HALM angebaut, ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verboten. Dazu zählt auch die Anwendung von Schneckenkorn. Daher sollte bei Flächen, auf denen mit einem erhöhten Schneckenauftreten zu rechnen ist (z. B. bei Mulchsaat und feuchten Bedingungen) auf die Schneckenanfälligkeit der Zwischenfruchtart geachtet werden. Schneckenfraß kann u. U. zu einem Totalausfall oder zu Problemen bei Kontrollen führen. Durch selektiven Fraß der Schnecken besteht die Gefahr, dass der vorgegebene maximale Samenanteil einer Art (60 % bei ÖVF) im tatsächlichen Zwischenfruchtbestand überschritten wird.

In der Tabelle 7 ist eine Übersicht der Schneckenanfälligkeit verschiedener Zwischenfrüchte zu finden.

Tab. 7.: Liste von Zwischenfrüchten und ihrer Schneckenanfälligkeit (Quelle: Werner Jossi, Agroscope, Zürich, 2015)

Pflanzenfamilie	Pflanzenart	Schneckenanfälligkeit
Süßgräser	Sand-/Rauhafer	schwach
	Grünschnittroggen	mittel bis stark
Leguminosen	Serradella	mittel
	Bitterlupine	mittel
	Sommerwicke	mittel
	Platterbse	mittel
	Erdklee	mittel bis stark
	Alexandrinerklee	mittel bis stark
	Sommererbsen	mittel bis stark
	Zottelwicke	mittel bis stark
	Ackerbohne	stark
Kreuzblütler	Perserklee	stark
	Kresse	schwach
	Gelbsenf	schwach
	Sareptasenf	schwach
	Ölrettich	mittel
	Leindotter	mittel bis stark
Korbblütler	Raps	sehr stark
	Ramtillkraut	stark
	Sonnenblumen	sehr stark
Knöterichgewächs	Buchweizen	sehr stark
Leingewächs	Sommerlein	schwach
Raubblattgewächs	Phacelia	schwach

Abfrieren

Die Zwischenfrüchte werden in winterharte und abfrierende Arten aufgeteilt. Winterharte Zwischenfrüchte können den gebundenen Stickstoff sicher in das nächste Frühjahr transportieren, allerdings ist bei ihnen der (Herbizid-) Aufwand zur Beseitigung größer. Sie werden überwiegend vor spät zu säenden Sommerungen wie Mais angebaut. Winterharte, für Greening zugelassene, Zwischenfrüchte sind z. B. Raps, Rüben, Markstammkohl, Deutsches und Welsches Weidelgras, Knaulgras, Wiersenschweidel, Winterwicke sowie Inkarnat-, Rot- und Weißklee.

Erfolgt vor der Aussaat von abfrierenden Zwischenfrüchten eine tiefe Bodenbearbeitung, kann im Frühjahr direkt in den abgefrorenen Zwischenfruchtbestand gedrillt werden. Allerdings kann es insbesondere in milden Wintern passieren, dass die Zwischenfrüchte nicht komplett abfrieren oder neu austreiben. Öl- und Tiefenrettich sind hierfür gute Beispiele. Um die Wirkung des Frostes zu verbessern, empfiehlt es sich üppige Zwischenfruchtbestände beim ersten

Frost mit einer Walze an den Boden zu drücken. Sicher abfrierende Zwischenfrüchte sind Buchweizen, Ramtillkraut und Rauhafer.



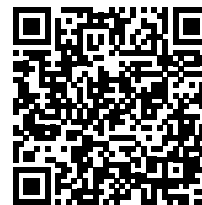
Abb. 9.: Abgestorbener Buchweizen in Zwischenfrucht-mischung

Zwischenfrucht-Mischungsfinder

Auf der LLH-Homepage finden Sie ein Werkzeug, das Ihnen bei der Zwischenfruchtwahl hilft.

<https://llh.hessen.de/pflanze/marktfruchtbau/>
(bei Anwendungen in der rechten Spalte).

Oder scannen Sie den QR-Code, um direkt zum Zwischenfruchtfinder zu gelangen:



In dieser Datenbank sind eine Vielzahl von fertigen sowie eigenen Mischungen hinterlegt. In Abhängigkeit von Ihren betrieblichen Anforderungen erhalten Sie eine Vorauswahl von geeigneten Mischungen.

Tab. 8.: Übersicht verschiedener Zwischenfruchtarten

	Zwischenfruchtart	Saatzeit bis ...	Saatstärke kg/ha	TKG g	Saat-tiefe cm	Verwendung	N - Düngung kg/ha	TM - Ertrag dt/ha	Saatgutpreis	bes. Merkmale/Eigenschaften	N-Bindung	Erosionsschutz	Unkrautunterdrückung	sicheres Abfrieren
Gräser	Einj. Weidelgras	A Aug	40 - 45	2 - 3	1 - 2	GD	0 - 40	30 - 40	hoch		++	+++	+++	-
						FN	max. 60 kg Gesamt-N, davon max. 30 kg Ammonium -N							
	Welsches Weidelgras	A Sept	30 - 40	2 - 4	1 - 2	GD	0 - 40	30 - 40	hoch		++	+++	++	--
						FN (Frühjahr)	max. 60 kg Gesamt-N, davon max. 30 kg Ammonium -N							
	Grünroggen	A Okt	100 - 160	35 - 45	1 - 2	GD	0 - 20	50 - 60	mittelhoch		++	+++	++	---
						FN (Frühjahr)	max. 60 kg Gesamt-N, davon max. 30 kg Ammonium -N							
	Sand-/Rauhafer	M Aug	40 - 80	15 - 30	2 - 3	GD	0 - 40	30 - 40	mittelhoch	Wirkung auf freilebende Nematoden	++	+++	+++	+
						FN	40 - 60							

	Zwischenfruchtart	Saatzeit bis ...	Saatstärke kg/ha	TKG g	Saat-tiefe cm	Verwen-dung	N - Düngung kg/ha	TM - Ertrag dt/ha	Saatgut-preis	bes. Merk-male/ Eigen-schaften	N-Bin-dung	Erosi-ons-schutz	Unkraut-unter-drückung	sicheres Abfrie-ren
Kreuzblütler	Senf - nicht nematoden-res.	M Sept	15 - 20	6 - 8	1 - 2	GD	0 - 40	25 - 40	niedrig-mittel		++	++	+++	++
	Senf - nema-todenresi-stent	E Aug	20	6 - 8	1 - 2	GD	20 - 40	25 - 40	niedrig-mittel	Nemato-denbe-kämpf.	++	++	+++	++
	Ölrettich - nicht nema-todenres.	A Sept	20 - 25	11 - 13	1 - 2	GD	0 - 40	35 - 50	niedrig-mittel		++	++	+++	O*
	Ölrettich - nematoden-resistent	M Aug	25	11 - 13	1 - 2	GD	20 - 40	35 - 50	mittel	Nemato-denbe-kämpf.	++	++	+++	O*
	Winterrüb-sen	M Sept	10 - 15	3 - 5	1 - 2	FN (Frühj.), GD	20 - 40	30 - 40	niedrig		+++	+++	+++	---
	Sommerfut-terraps	E Aug	8 - 12	3 - 7	1 - 2	GD	0 - 40	30 - 45	niedrig		++	++	+++	O
						FN	max. 60 kg Gesamt-N, davon max. 30 kg Ammoni-um -N							
	Winterfutter-raps	A Sept	8 - 12	3 - 6	1 - 2	GD	0 - 40	35 - 60	niedrig		++	+++	+++	--
						FN (Früh-jahr)	max. 60 kg Gesamt-N, davon max. 30 kg Ammoni-um -N							
	Kresse	A Sept	15 - 20	2 - 3	1	GD	0 - 40		mittel		++	++	+++	+++

	Zwischenfruchtart	Saatzeit bis ...	Saatstärke kg/ha	TKG g	Saat-tiefe cm	Verwendung	N - Düngung kg/ha	TM - Ertrag dt/ha	Saatgutpreis	bes. Merkmale/ Eigenschaften	N-Bindung	Erosionsschutz	Unkrautunterdrückung	sicheres Abfrieren
Klee	Perserklee	A Aug	15 - 20	1 - 2	1 - 2	FN, GD	0 - 20	15 - 30	mittelhoch		O	++	+	++
	Alexandriernklee	A Aug	30 - 35	3 - 4	1 - 2	FN, GD	0 - 20	15 - 35	mittelhoch		O	++	+	++
	Inkarnatklee	E Aug	25 - 30	3 - 4	1 - 2	FN (Frühj.), GD	0	20 - 30	mittel		O	++	+	-
Grobleg.	Ackerbohne	A Aug	150 - 200	150 - 580	8	FN, GD	0	35 - 45	hoch		O	+	+	+++
	Futtererbsen	A Aug	120 - 140	80 - 220	4 - 6	FN, GD	0	30 - 40	mittelhoch		O	++	++	++
	Bitterlupine, blau	A Aug	160 - 180	160 - 200	2 - 4	GD	0	35 - 45	hoch	Phosphormobilisierung	O	++	+	+++
	Sommerwicke	A Aug	80 - 120	40 - 70	3 - 5	FN, GD	0	30 - 40	hoch		O	++	+	++
	Winterwicke	M Sept	80 - 100	20 - 40	3 - 5	FN (Frühj.), GD	0	30 - 40	hoch		O	+++	+	--
Sonstige	Phacelia	E Aug	8 - 10	1 - 3	1	GD	0 - 40	25 - 35	mittel	Bienenweide, Phosphoraufschluss	++	++	+++	+++
	Buchweizen	M Aug	60	15 - 35	1 - 2	GD	0 - 40	25 - 35	mittel		+	++	++	+++
	Ramtkraut	M Aug	8 - 10	3 - 4	1 - 2	GD	0 - 40	25 - 35	niedrig		+	++	+++	+++
	Sonnenblume	M Aug	20 - 30	30 - 80	3 - 4	GD (FN)	0 - 40	40 - 50	niedrig		++	+	++	++

	Zwischenfruchtart	Saatzeit bis ...	Saatstärke kg/ha	TKG g	Saat-tiefe cm	Verwen-dung	N - Düngung kg/ha	TM - Ertrag dt/ha	Saatgut-preis	bes. Merk-male/ Eigen-schaften	N-Bin-dung	Erosi-ons-schutz	Unkraut-unter-drückung	sicheres Abfrie-ren
Mischungen	Landsberger Gemenge	M Sept	50		1 - 2	GD FN (Früh-jahr)	0 - 20 40 - 60	40 - 60	hoch		O	+++	++	--
	ohne Legu-minosen	M Aug					0 - 40		untersch. (mittel)		+++	++	+++	un-tersch. (meist +)
	Legumino-senanteil < 30 %	M Aug					0 - 30				++	++	+++	
	Legumino-senanteil > 30 %	M Aug					0 - 20				+	++	+++	

Anmerkungen zur vorstehenden Tabelle:

Wenn die Zwischenfrüchte eine Stickstoff-Düngung im Herbst erhalten sollen, muss die Aussaat bis spätestens zum 15.09. stattgefunden haben und ein Düngebedarf ermittelt werden. Die Düngemittel müssen spätestens bis zum 01.10 ausgebracht werden. Falls die Zwischenfrüchte als ökologische Vorrangflächen genutzt werden, müssen zusätzlich die Vorgaben des Greenings beachtet werden (siehe auch Kapitel 2).

Zeichenerklärung

--- sehr ungünstig
 -- ungünstig
 - eher ungünstig
 O mittel

+ eher günstig
 ++ günstig
 +++ sehr günstig

niedrig = < 50 €/ha
 mittel = 50-100 €/ha
 hoch = > 100 €/ha

GD Gründung
 FN Futternutzung
 * in milden Wintern problematisch

Tab. 9.: Greeningfähige Zwischenfruchtmischungen für unterschiedliche Fruchtfolgen

Fruchtfolge	Vertrieb	Mischungsbezeichnung	Arten	Samenanteil (%)	kg/ha
Rüben	-	LLH-Eigenmischung (Mischung 6)	Ölrettich (resistent) Gelbsenf Ramtilkraut	40 40 20	19
	Freudenberger Terra Gold	TG 2-Rübenfit	Blaue Bitterlupine Sommerwicke Ölrettich nematodenreduzierend Phacelia Gelbsenf (resistent) Alexandrinerklee	1 2 31 11 25 30	27
	Freudenberger Terra Gold	TG 4-Bienenschmaus	Phacelia Ölrettich Kornblume Buchweizen Ringelblume Dill Gelbsenf Schwarzkümmel Borretsch Malve Koriander	55 2 2 8 3 7 6 11 1 2 3	10
Raps	-	LLH-Eigenmischung (Mischung 3)	Rauhafer Phacelia Ramtilkraut	20 50 30	22
	DSV	AquaPro	Phacelia Rauhafer Öllein Ramtilkraut Saflor Sonnenblume Sorghum	Ohne Leguminosen & Kreuzblütler	25

Fruchtfolge	Vertrieb	Mischungsbezeichnung	Arten	Samenanteil (%)	kg/ha
Mais	PH. Petersen Saaten-Union	Universal	Phacelia Rauhafer Alexandrin Klee Persischer Klee	49 27 18 6	25
	-	LLH-Eigenmischung (Mischung 1)	Inkarnatklee Phacelia	42 58	15

4.6 Sortenwahl

Wie bereits beschrieben haben Zwischenfrüchte vielfältige positive Effekte, spezielle Eigenschaften von Sorten machen den Zwischenfruchtanbau aber besonders interessant.

Nematodenbekämpfung

Die Verbreitung der Rübennekmatoden (Heterodera schachtii) auf Zuckerrübenschnägen hängt stark von der Anbauhäufigkeit der Zuckerrüben und den anderen Fruchtfolgegliedern ab. Grundsätzlich müssen Wirtspflanzen (Beta-Rüben, viele Kruziferen-Arten), Neutralpflanzen (Getreide, Gräser, Leguminosen) und resistente Pflanzen (spezielle Sorten von Senf und Ölrettich) unterschieden werden. In den letzten Jahren nahm der Anbau von tolerantanten bzw. resistenten Zuckerrübensorten in den Befallsregionen stark zu.

Da die Bekämpfung der Nematoden mit resistenten Ölrettich- und Senfsorten auf einem biologischen System (Wurzelausscheidung und Durchwurzelungsleistung) beruht, ist eine optimale Aussaat unerlässlich. Nur so kann mit dem Zwischenfruchtanbau eine

maximale Reduzierung von Rübennekmatoden erreicht werden. Die Reduzierungsleistung einer Sorte wird mit dem Pf/Pi-Wert, der für einen Vermehrungsfaktor steht, angegeben. Je geringer die Zahl (0,1 – 8), desto besser funktioniert die Nematodenbekämpfung. Eine ständig aktualisierte Gesamtübersicht und Beschreibung von Senf- und Ölrettichsorten hinsichtlich ihrer Nematodenreduzierung, Massebildung sowie Blüh- und Lagerneigung ist in der jährlich erscheinenden Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes zu finden.

Samenreife

Erreichen die Zwischenfrüchte die Samenreife können sie in der folgenden Sommerung zu einem Unkrautproblem werden. Neben den Samen können auch vegetative Teile der Zwischenfrucht (z.B. Rettich) Schwierigkeiten bereiten. Aus diesem Grund ist es wichtig den Aussattermin der Zwischenfruchtart anzupassen. Werden Senfsorten, die eine frühe Blühneigung besitzen, bereits im Juli gesät, ist die Blüte im August/September und das Erreichen der Samenreife im Oktober fast unaus-

weichlich. Das Gleiche gilt für andere „frühe“ Arten (bzw. Sorten) wie Ölrettich, Buchweizen und Phacelia. Auch hier liefert die Beschreibende Sortenliste entscheidende Informationen.



Abb. 10.: Samenbildung bei Ölrettich

Sollte ein Zwischenfruchtbestand oder auch nur eine Komponente der Mischung samenreif werden, empfiehlt sich die Beseitigung (Mulchen, Walzen) des oberirdischen Aufwuchses. Durch diese Maßnahme werden zwar positive Effekte wie Bodenbedeckung und N-Bindung stark herabgesetzt, das „Gefährdungspotenzial“ für die Folgekultur wird aber so gering wie möglich gehalten.

Biomasse/Futterproduktion

Je nach Fruchtfolgegestaltung und Bodengüte bzw. Wasserverfügbarkeit bestehen viele Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich des Anbaus von Zwischenfrüchten zur Futterproduktion. Die Vorgaben des Greenings (Kap. 2) schränken dabei sowohl die Artenwahl als auch Termine erheblich ein.

Nach früher Ernte der Vorfrucht (Getreide-GPS, Frühkartoffeln usw.) sind noch 3 bis 4 Monate Vegetation zu erwarten. Hier kann z.B. Einjähriges Weidelgras (Z1) gesät werden, welches nach ca. 10 Wochen die Siloreife erreicht. Aktuell empfohlene frühe Sorten sind in den jeweiligen LLH-Mischungs-

und Sortenempfehlungen in der Rubrik „Grünland und Futterbau“ auf der LLH-Homepage unter www.llh.hessen.de zu finden.

Werden die Zwischenfrüchte vor „spätsaatverträglichen“ Sommerungen wie dem Mais angebaut, kann auch noch im Frühjahr/Frühsummer eine Nutzung erfolgen. Als „Klassiker“ seien hier das Landsberger Gemenge oder andere Mischungen mit Welschem Weidelgras genannt. Wegen seiner relativen Vorzüglichkeit bei Aussaaten im Oktober/November haben sich ebenfalls Futtergrünroggen bzw. Winterroggen /-triticale als GPS vor Silomais regional durchgesetzt.

Zur Biomasseproduktion hat sich insbesondere bei Biogasanlagen der Anbau von Sommergetreide etabliert. Hier zeigen insbesondere Sommertriticale, Sommergerste und Hafer ihre Anbaueignung. Die züchterische Selektion für dieses Segment zeigt erste Erfolge, so dass in der Zukunft TM-Erträge von ca. 50 bis 70 dt/ha realisiert werden könnten.

Als Mischungspartner im Sommergetreideanbau werden zum Teil Ackerbohnen, Erbsen oder Wicken eingesetzt. Die Leguminosen sollen neben der N-Bindung vor allem für einen positiven Blühaspekt sorgen.



Abb. 11.: Ackerbohne als Zwischenfrucht

4.7 Beseitigung

Eine gezielte Beseitigung der Zwischenfrucht ist in der Regel nicht notwendig. Voraussetzung dafür ist jedoch eine Frostphase über Winter sowie der Anbau von „frostepfindlichen“ Kulturen. Im Winter 2015/2016 waren Buchweizen und Ramtillkraut bereits durch leichten Frost im Oktober abgestorben, Phacelia war regional hingegen durch fehlende Frostperioden im Dezember bis Februar auch zu Vegetationsbeginn noch nicht abgestorben.

Zur oberflächlichen Zerkleinerung der Zwischenfrucht kann ein Mulcher oder eine Walze eingesetzt werden. Beim Abwalzen lassen sich gute Arbeitserfolge erzielen, wenn der Boden bzw. die Pflanzen gefroren sind. Dies verhindert auch eventuelle Strukturschäden durch Befahren unter zu nassen Bodenverhältnissen. Beim Einsatz einer Cambridgewalze wird der Rotteprozess durch Zerquetschen der Pflanzenstängel beschleunigt. Messerwalzen zerkleinern zusätzlich das Pflanzenmaterial auf 10 - 15 cm Länge. Diese Art der Zerkleinerung benötigt wenig Energie bzw. Kraft und hat eine hohe Flächen-

leistung. Der Einsatz eines Mulchers hinterlässt den besten Arbeitserfolg, ist jedoch auch die kostenintensivste Variante.

Frieren Zwischenfrüchte sicher über den Winter ab, liegt das abgestorbene Pflanzenmaterial flach auf dem Boden, dann ist eine zusätzliche Zerkleinerung mit z. B. Schlegelmulchern nicht erforderlich. Für eine Bodenbearbeitung sollte der Boden ausreichend abgetrocknet sein. Gerade bei Bedeckung der Bodenoberfläche mit Zwischenfruchtresten kann dies vom Bearbeiter ausreichende Geduld erfordern.



Abb. 13.: Zwischenfruchtfläche nach Einsatz einer Messerwalze



Abb. 12.: Frühjahr 2016: Senfbestand abgefroren links, Phacelia nicht abgefroren rechts

Bei der Einarbeitung (Grubber, Scheibenegge) im Frühjahr empfiehlt sich unter Berücksichtigung der Bodenfeuchtigkeit in der Regel eine flache Bodenbearbeitung. Möglich ist auch eine erste Bearbeitung bei leichtem Bodenfrost.

Das grundlegend Ziel auf Flächen mit Zwischenfruchtanbau sollte die mechanische Zerkleinerung bzw. Einarbeitung der Reste des Pflanzenbestandes sein.

Der Einsatz von Totalherbiziden wie Glyphosat ist politisch und gesellschaftlich unerwünscht und auf vielen gemeindeeigenen Pachtflächen bereits verboten. Daher sollte auf deren Anwendung verzichtet werden. Dazu sind im Herbst zur Bekämpfung der Ausfallpflanzen, aber auch im Frühjahr zur Beseitigung von nicht abgefrorenen Zwischenfrüchten besondere Bodenbearbeitungsmaßnahmen zu beachten.

Im Herbst ist direkt nach der Ernte mit einem Grubber oder einer Scheibenegge eine flache Bodenbearbeitung durchzuführen, damit Ausfallpflanzen,

Ungräser und -kräuter zügig auflaufen können. Ca. 14 Tage nach der ersten Bodenbearbeitung ist eine zweite, möglichst flache, Bodenbearbeitung vorzunehmen. Dabei kann im selben Arbeitsgang bereits die Zwischenfrucht ausgesät werden. Trockene Bedingungen nach der Hauptfruchternte, wie im Jahr 2018, erschweren das Nachertemanagement und damit die Etablierung von Zwischenfrüchten. Aufgrund der fehlenden Feuchtigkeit im Boden keimen die Ausfallpflanzen nicht und das Samenpotenzial bleibt bestehen. Deshalb sollte unter diesen Bedingungen zum einen eine sehr wassersparende Bodenbearbeitung durchgeführt werden und zum anderen die Aussaat der Zwischenfrucht direkt nach der Ernte stattfinden, damit die noch vorhandene Bodenfeuchte genutzt werden kann.

Sobald der Boden im zeitigen Frühjahr befahrbar ist, muss die abgefrorene Zwischenfrucht in den Boden eingearbeitet wird. Evtl. ist eine weitere flache Bodenbearbeitung kurz vor der Aussaat der Folgekultur (z. B. Mais) notwendig.

Sollten in der Folgekultur Durchwuchszwischenfrüchte stehen, sind diese auch chemisch zu bekämpfen (siehe Tabelle 5).

Bei ÖVF-Zwischenfrüchten ist eine Bodenbearbeitung zur Einsaat der Folgekultur erst ab dem 16.02. möglich. Zuvor ist nur eine oberflächliche Bearbeitung der Flächen, ohne Eingriff in den Boden, erlaubt (Häckseln, Walzen, Schlegeln) zulässig. HALM-Zwischenfrüchte müssen bis zum 31.01. auf der Fläche verbleiben, ein Mulchen zur Verhinderung des Aussamens ist zuvor möglich. Zur Beseitigung von HALM-Zwischenfrüchten ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln gänzlich untersagt.

4.8 Wasserbedarf

Die Frage, die sich die meisten Landwirte stellen, wenn sie über den Anbau von Zwischenfrüchten nachdenken ist: Wie viel Wasser benötigt die Zwischenfrucht und hat das negative Auswirkungen auf die nachfolgende Sommerfrucht?

Es wurden einige Studien dazu durchgeführt u.a. in Ostdeutschland und Österreich. Dabei konnte festgestellt werden, dass die über den Winter abfrierenden Zwischenfrüchte den Bodenwasserhaushalt nicht negativ beeinflussen, auch nicht in Trockengebieten mit Jahresniederschlägen von 550 mm. Vergleicht man Brachen und Zwischenfruchtflächen, stand der Folgekultur eine vergleichbare Wassermenge zur Verfügung (Abb. 14).

Dafür verantwortlich ist die Mulchauflage, die zum einen für eine bessere Infiltration des Niederschlags und zum anderen für eine verminderte unproduktive Verdunstung sorgt. Eine Reduzierung auf die halbe Aussaatstärke der ZF bewirkte eine unzureichende Unterdrückung der Wintergerste (letz-

te Hauptfrucht) und benötigte dadurch dieselbe Wasserkapazität.

Bei winterharten Zwischenfrüchten, wie Winterroggen zur GPS-Nutzung, konnte festgestellt werden, dass der Bestand im Frühjahr die Wasserreserven deutlich beanspruchte.

Da es immer häufiger zu Vorsommertrockenheit kommt, fehlt das Wasser für die Folgekultur und kann z. B. eine verzögerte Entwicklung nach sich ziehen.

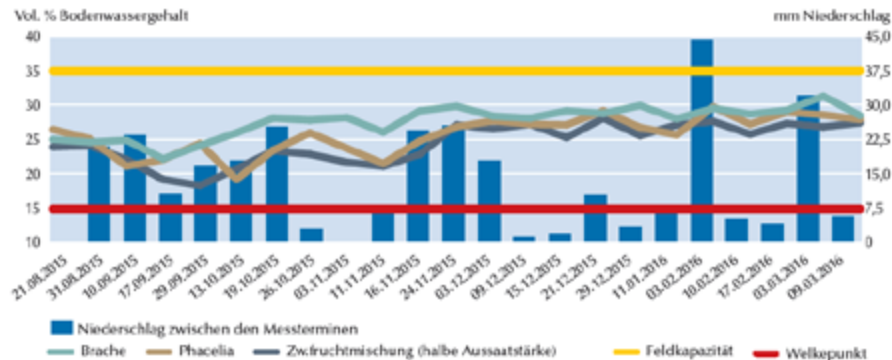


Abb. 14.: Bodenwasserergehalt (Vol. %) bei Zwischenfrüchten im Vergleich zur Brache von der Aussaat bis ins Frühjahr (Böttcher und Schmidt 2015)

5. Ergebnisse und Erkenntnisse

5.1 Ergebnisse der Streifendemonstrationen in Nordhessen

Für den Zwischenfruchtanbau vor Zuckerrüben sprechen vielerlei Gründe. Neben der Nematodenreduzierung und dem Erosionsschutz steht häufig auch die Aufnahme der N-Mengen, die als organischer Dünger zur Zwischenfrucht ausgebracht werden, im Vordergrund. Die Umsetzung der Zwischenfruchtaufwüchse im Folgejahr – also im Anbaujahr der Zuckerrübe – hat einen kontinuierlichen Nährstofffluss zur Folge. Mit zunehmendem Anbau von leguminosenhaltigen Zwischenfruchtmischungen stellt sich die Frage, wie sich dieses N-Angebot auf die innere Qualität der Zuckerrübe auswirkt.

Um diese Fragen aus der Sicht der Praxis zu bearbeiten bzw. zu beantworten, wurden in den Jahren 2010 bis 2012 Streifendemonstrationen mit mehreren Zwischenfrüchten bzw. Zwischenfruchtmischungen angelegt. Dabei wurden folgende Daten erhoben: N_{min} -Verlauf während des Zwischenfruchtwachstums (Herbst und Frühjahr) sowie der

weitere Verlauf während des Wachstums der Zuckerrübe. Die Aufwüchse der Zwischenfrüchte sind mit Quadratmeterschnitten (3 unechte Wiederholungen) ermittelt worden. Die Zuckerrübenernte und die anschließenden Ertrags- und Qualitätsuntersuchungen stellten jeweils den Abschluss eines Zyklus dar.

Im Jahr 2010 konnte die Zwischenfrucht nach einer Kompostdüngung bereits im Juli gesät werden, so dass sich sehr gute Zwischenfruchtbestände entwickeln konnten. Hier hat sich die alte Aussage: „Ein Tag im Juli ist so viel wert wie eine Woche im August und wie der ganze September!“ mehr als bestätigt.

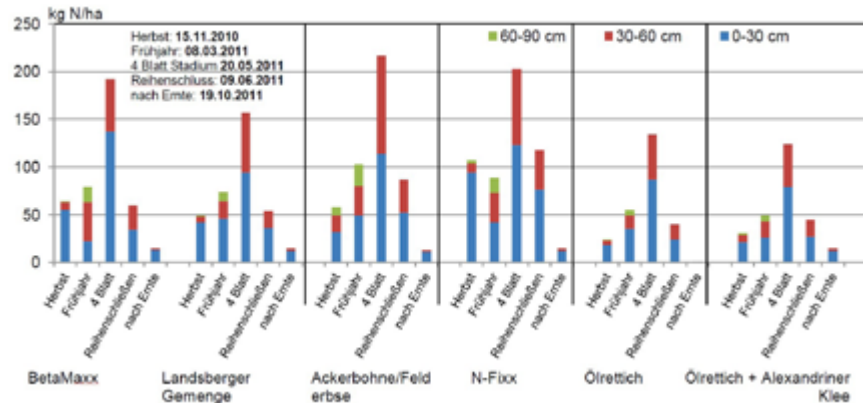


Abb. 15.: N_{min} -Verlauf der Zwischen- und Hauptfrucht - Herbst 2010 bis Ernte Zuckerrüben 2011, Hofgeismar

Durch die Kompostgabe und die damit verbundene „Stickstoffsperre“ konnten insbesondere die Leguminosen in der N-Fixx als auch die Ackerbohnen/Felderbsen-Mischung mit der Bindung des Bodenluftstickstoffs zur N-Fixierung beitragen. Dies wird insbesondere in der 0 - 30 cm Schicht bei N-Fixx mit über 90 kg N/ha deutlich. Der nematodenresistente Ölerrettich hingegen hat in 0-90 cm Bodenschicht nur 50 kg N/ha hinterlassen.

Anfang August 2011 wurden die Zwischenfruchtstreifen in Beberbeck angelegt. Ebenfalls nach einer Kompostgabe.

Hier war es die Eigenmischung aus Ackerbohne (100 kg/ha) und Felderbse (70 kg/ha), die über 100 kg N/ha in 0 - 90 cm bis zum Vegetationsende im Boden speichern konnte.

Die beiden leguminosenfreien Varianten Ölerrettich und Grünroggen haben die Boden-N_{min}-Werte auf ca. 10 kg N/ha gegenüber der Kontrolle mit ca. 40 kg N/ha deutlich reduziert.

Die N-Mengen, die im Boden als NO₃⁻ bzw. NH₄⁺ gemessen werden können, spiegeln aber nur einen Faktor wider. Die Wurzelmasse der Zwischenfrüchte wurde nicht gemessen. Der oberirdische grüne Pflanzenteil der Zwischenfrüchte wurde jeweils zum Vegetationsende geschnitten.

Im 3-jährigen Durchschnitt wurden dabei die Werte in Abbildung 16 ermittelt.

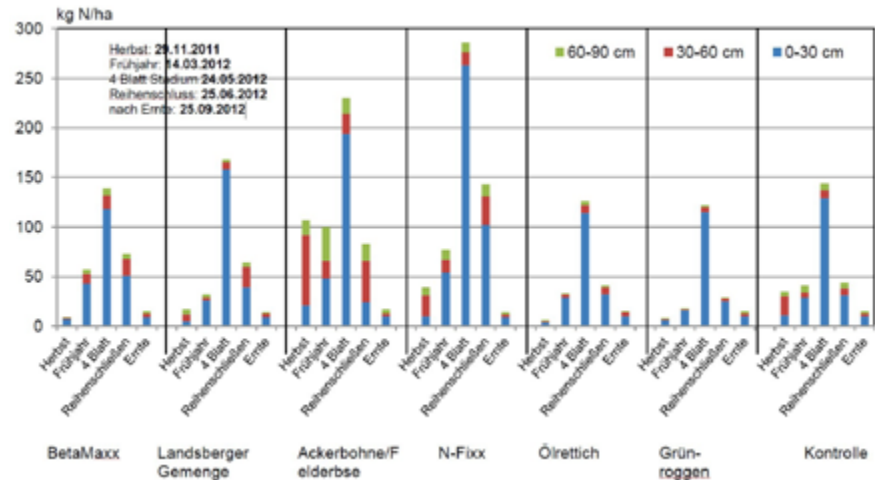


Abb. 16.: N_{min}-Verlauf der Zwischenfrucht und Hauptfrucht - Herbst 2011 bis Ernte Zuckerrüben 2012, Beberbeck

Die mehrjährigen ermittelten Frischmasseerträge liegen zwischen 250 und 400 dt/ha. Da die Trockensubstanz mit ca. 13 % aber eher konstant niedrig ist, werden „nur“ 30 bis 50 dt/ha Trockenmasse erreicht. Durch den hohen Anteil an Leguminosen steigt auch der N-Gehalt auf über 3,5 % in der Trockenmasse, so dass über 150 kg N/ha in den oberirdischen Aufwüchsen gespeichert werden können. Diese N-Menge kann bei entsprechend später Bodenbearbeitung (Frostgrubbern im Februar) effektiv vor der Auswaschung durch Winterniederschläge geschützt werden. In milden Wintern hat diese Mulchauflage darüber hinaus die Aufgabe als Futtergrundlage für das Bodenleben – insbesondere Regenwürmer – zu dienen.

Der N_{\min} -Verlauf unter den angebauten Zuckerrüben war je nach Ausgangsniveau durch die angebauten Zwischenfrüchte sehr heterogen. Der 4-Blatt-Termin wies in beiden Jahren und in allen Varianten den höchsten N_{\min} -Wert (zwischen 130 und 280 kg N/ha) auf.

Tab. 10.: Durchschnittliche oberirdische Zwischenfruchtaufwüchse in Nordhessen, 2010 bis 2012

Variante	Frischmasse dt/ha	TS %	Trockenmasse dt/ha	N in der TM %	N im Aufwuchs kg/ha
Ölrettich	254	13	30	2,1	67
BetaMaxx	304	13	37	2,6	96
Landsberger Gemenge	255	13	32	3,0	99
N-Fixx	322	12	39	3,6	140
Ackerbohne/Felderbse	389	13	50	3,7	183

Tab. 11.: Zuckerrübenerträge nach unterschiedlichen Zwischenfruchtvarianten, 2011 und 2012

Variante	Jahr	Ertrag relativ		BZE relativ	
		Einzel	Mittel	Einzel	Mittel
Landsberger Gemenge	2011	99	102	100	103
	2012	106		107	
Ölrettich	2011	94	100	94	101
	2012	106		108	
Ackerbohne/Felderbse	2011	103	104	102	101
	2012	106		100	
N-Fixx	2011	98	95	97	95
	2012	92		93	
BetaMaxx	2011	109	104	110	103
	2012	99		97	

Die ermittelten Erträge der Zuckerrüben schwanken keineswegs so stark wie die N_{\min} -Werte. Die starke Differenzierung zwischen den Erntejahren 2011 und 2012 macht eine Aussage schwierig.

Der Ertragsvorteil der Varianten mit höherem Anteil an Leguminosen geht zum Großteil durch die schlechteren Rübenqualitäten und Zuckerausbeuten wieder verloren. Dies wird durch den Amino-N von 10,20 mmol/1000g Rübe der Ackerbohne/Felderbse in 2012 besonders deutlich.

In vier Varianten, die 2013 angelegt wurden, sind zusätzlich die Rübenblätter untersucht worden. Bereits in den Vorjahren war bei der Zuckerrübenernnte aufgefallen, dass die Varianten, denen ein höheres N-Angebot während der Vegetation zur Verfügung stand, über mehr Blattmasse sowie dunklere und anscheinend gesündere Blätter verfügten.

Bei der Ermittlung über die Wiegung der Blattmasse auf 10 m² pro Variante konnten Unterschiede von fast 40 kg N/ha festgestellt werden.

Tab. 12.: Zuckerrübenqualitäten nach unterschiedlichen Zwischenfruchtvarianten, 2011 und 2012

Variante	Jahr	Zucker [%]		Amino-N [mmol/1000 g Rübe]		BZG [%]	
		Einzel	Mittel	Einzel	Mittel	Einzel	Mittel
Landsberger Gemenge	2011	18,10	18,07	5,75	6,78	16,45	16,37
	2012	18,03		7,81		16,29	
Ölrettich	2011	18,03	18,16	5,50	6,40	16,37	16,46
	2012	18,29		7,30		16,54	
Ackerbohne/Felderbse	2011	17,80	17,48	6,58	8,39	16,12	15,74
	2012	17,16		10,20		15,35	
N-Fixx	2011	17,73	17,88	5,33	6,26	16,11	16,20
	2012	18,02		7,18		16,28	
BetaMaxx	2011	18,07	17,57	7,03	7,98	16,37	16,08
	2012	17,06		8,93		15,79	

Tab. 13.: Zuckerrübenblatt 2013

Variante	FM kg/m ²	TM kg/m ²	% -Stickstoff in der TM	N-Menge kg N / ha
Ölrettich	3,15	0,42	2,01	84
BetaMaxx	4,07	0,57	1,89	108
N-Fixx	4,34	0,58	2,21	128
Ackerbohne/Felderbse	4,13	0,58	2,09	121

5.2 Zusammenfassende Erkenntnisse aus Demonstrationsanlagen und von Praxisflächen

Samenanteile

Die Vorgaben des Greening erlauben einen Samenanteil einzelner Zwischenfruchtarten von maximal 60 %. Dabei ist zu beachten, dass einige Zwischenfruchtarten durch ihre zügige Entwicklung andere Arten stark unterdrücken können. Gerade Mischungen mit Senf oder Ölrettich müssen darauf abgestimmt werden.

Auf Demonstrationsflächen dominierte Senf mit einem Samenanteil von 60 % in Mischungen so stark, dass die beiden anderen Mischungspartner Alexandrinerklee und Phacelia (jeweils 20 % Samenanteil) im Bestand kaum zu finden waren. In Abhängigkeit von Saatbett und Saattermin (bei frühem Saattermin) sollten Senf oder Ölrettich 50 % des Samenanteils der Mischung nicht überschreiten.



Abb. 17.: Mischung aus dominierendem Senf sowie Alexandrinerklee und Phacelia



Abb. 18.: Mischung mit Sonnenblumen und Phacelia

Blühpflanzen

Mit dem Anbau von Zwischenfrüchten kann man nicht nur seinem Boden etwas Gutes tun. Auch die Bevölkerung, die die Feldflur als Naherholungsgebiet nutzt, erfreut sich im Herbst an blühenden Zwischenfruchtbeständen.

Sonnenblumen, Erbsen, Wicken, Phacelia, Senf u. a. sind Zwischenfrüchte, die noch zur Blüte kommen und damit auch Bienen und andere Insekten anlocken. Das Aussamen sollte jedoch verhindert werden.



Abb. 19.: Mischung mit Erbsen

Leguminosen und Wasserschutzgebiete

In Wasserschutzgebieten (WSG) werden Zwischenfrüchte gezielt zur Bindung von Rest-N angebaut. Aus diesem Grund sind Leguminosen in Reinsaat hier nicht geeignet. Auch in Mischungen sollten sie nicht dominieren. Leguminosen fixieren über die Knöllchenbakterien zusätzlich Stickstoff aus der Luft und führen nicht zur erwünschten Absenkung der N_{\min} -Werte vor Winter. In den jeweils geltenden WSG-Verordnungen sind die Vorgaben für den Anbau von Leguminosen beschrieben.



Abb. 20.: Die Ernte der Vorfrucht und Verdichtungen können Spuren hinterlassen

Produktionstechnik der Vorfrucht

Eine sorgfältige Produktionstechnik ist Voraussetzung eines guten Zwischenfruchtbestandes. Schon bei der Ernte der Getreidevorfrucht ist auf eine gute Zerkleinerung und Verteilung des Strohs zu achten. Auch Fahrspuren und Verdichtungen müssen schon im Vorfeld vermieden werden bzw. durch eine Bodenlockerung vor der Zwischenfruchtaussaat aufgehoben werden.

Ausfallgetreide

Um den Druck durch Ausfallgetreide (v. a. Gerste) zu minimieren und eine gute Etablierung der Zwischenfruchtbestände zu gewährleisten, ist eine flache Stoppelbearbeitung und eine tiefere Bodenbearbeitung vor der Saat anzuraten.



Abb. 21.: Ölrettich mit Ausfallgerste

Ausfallraps

Im Hinblick auf Fruchtfolgekrankheiten wie Kohlhernie und Sklerotinia gilt der Bekämpfung von Ausfallraps besonderes Augenmerk. Ausgefallene Rapssamen müssen vor der Zwischenfruchtaussaat zum Keimen und Auflaufen gebracht werden, damit sich Raps nicht im Zwischenfruchtbestand etablieren kann.



Abb. 22.: Ausfallraps in abgestorbenem Zwischenfruchtbestand

Aussaatechnik

Einige landwirtschaftliche Betriebe haben in der Vergangenheit den Anbau von Zwischenfrüchten vermieden, da ihre Aussaat in einer arbeitsintensiven Zeit erfolgt. Die Drillsaat mit vorheriger Bodenbearbeitung birgt zweifellos das geringste Anbaurisiko und führt (in der Regel) zu guten Zwischenfruchtbeständen. Mit alternativen Aussaatverfahren können jedoch auch gute Bestände etabliert werden – bei gleichzeitig geringerem Zeit- und Kostenaufwand. Auf Flächen der Domäne Beberbeck wurde einige Jahre die Zwischenfruchtaussaat erfolgreich mit einem APV-Streuer auf dem Grubber durchgeführt.

Die kostengünstigste Variante über Schneckenkorn- oder Düngerstreuer birgt Risiken bei Trockenheit nach der Saat, bei anspruchsvollen Zwischenfruchtarten (z. B. Phacelia, Ackerbohnen) und hinsichtlich der Querverteilung.

Vorernte- und Mähdruschsaat wurden in einigen Betrieben getestet, haben sich aber (noch) nicht durchgesetzt.



Abb. 23.: Zwischenfruchtaussaat mit APV-Streuer auf dem Grubber, Domäne Beberbeck

Aussaattermin

Der Zeitpunkt der Aussaat hat einen entscheidenden Einfluss auf die Etablierung der Zwischenfruchtbestände. Leguminosen, leguminosenbetonte Mischungen, Buchweizen, Ramtillkraut, Sonnenblumen und Rauhafer sollten bis Mitte August gesät sein. Auch nematodenresistente Senf- und Ölrrettichsorten dürfen nicht zu spät gesät werden, um sich entsprechend entwickeln zu können.

Zwar erlauben die Greeningvorgaben eine Aussaat bis zum 01.10., pflanzenbaulich betrachtet ist das jedoch nicht sinnvoll. Die Abbildungen zeigen die Aufwüchse einer Mischung bestehend aus Phacelia, Alexandrinerklee und Rauhafer am 02.11.2015. Die drei Aussaattermine lagen zwischen Mitte August und Mitte September. Bei später Aussaat Mitte September entwickelte sich kein ausreichender Bestand mehr. Der mittlere Termin Ende August konnte sich im warmen Herbst 2015 noch gut entwickeln, das ist jedoch nicht in jedem Jahr gewährleistet.

Unterdrückung von Unkräutern und Ungräsern

Ein gut entwickelter Zwischenfruchtbestand kann dazu beitragen den Unkraut- und Ungrasdruck zu reduzieren. Dies ist auch im Hinblick auf das Resistenzmanagement im Pflanzenschutz vorteilhaft. Ein Vergleich zwischen Flächen mit gutem und ohne Zwischenfruchtbestand zeigte erhebliche Unterschiede im Besatz mit Ackerfuchschwanz.



Abb. 24.: Aussaat 12.08.



Abb. 25.: Aussaat 31.08.



Abb. 26.: Aussaat 21.09.

Viterra Universal (Phacelia, Alexandrinerklee, Rauhafer) am 02.11.2015



Abb. 27.: Mit gelungener Zwischenfrucht: Ackerfuchsschwanz 2 Pfl./m²



Abb. 28.: Ohne Zwischenfrucht: Ackerfuchsschwanz 117 Pfl./m²

Samenreife

Folgefrüchte sollen von den positiven Effekten des Zwischenfruchtanbaus profitieren. Einige Zwischenfruchtarten können jedoch Probleme bereiten, wenn sie zügig Samen bilden und aussamen. Buchweizen zählt zu diesen Arten und kann in Zuckerrüben nur schwer bekämpft werden.

Für Fruchtfolgen mit Zuckerrüben sollte Buchweizen deshalb als Mischungspartner ausscheiden. Auch Phacelia, Senf und Ölrettich können im Herbst noch Samen bilden. Ein rechtzeitiges Mulchen der Bestände ist dann entscheidend.



Abb. 29.: Buchweizen am 04.09.2015



Abb. 30.: Ölrettich am 13.11.2014

Abfrieren

Vor allem für Flächen, die im Frühjahr mit Zuckerrüben bestellt werden sollen, ist ein Abfrieren der Zwischenfrüchte wichtig. Ölrettich, der aufgrund seiner biologischen Nematodenbekämpfung oft vor Zuckerrüben angebaut wird, friert in milden Wintern nicht sicher ab. Auch der sogenannte Tiefen- oder Meliorationsrettich kann im Frühjahr wieder austreiben und Probleme bereiten. Ramtillkraut ist hingegen sehr kälteempfindlich. Bereits Temperaturen unter 4°C führen zum Absterben.

Stehen die ersten kalten Herbstnächte schon früh an, ist Ramtillkraut aus Sicht des Grundwasserschutzes eher kritisch zu sehen. Der Zeitraum für die Nährstoffbindung ist dann sehr eingeschränkt. Im schlechtesten Fall kann der in der Biomasse gespeicherte Stickstoff schon im Herbst mineralisiert werden. Aus diesem Grund sollte Ramtillkraut nur in Mischungen mit weiteren Zwischenfruchtarten ausgesät werden.



Ramtillkraut am 03.10.2015



Abb. 31.: Tiefenrettich am 11.02.2015

6. Kontaktpersonen und Adressen

Beratung Pflanzenbau des LLH

Herbert Becker
LLH Marburg
Hermann-Jacobsohn-Weg 1
35039 Marburg
Tel.: 06421 4056112
Mobil: 0171 3047257
E-Mail: herbert.becker@llh.hessen.de

Thomas Bickhardt
LLH Griesheim
Pfützenstraße 67
64347 Griesheim
Tel.: 06155 7980032
Mobil: 0160 4755190
E-Mail: thomas.bickhardt@llh.hessen.de

Stephan Brand
LLH Wächtersbach
Am Sportplatz 6
63607 Wächtersbach
Tel.: 06053 70690-76
Mobil: 0160 4715761
E-Mail: stephan.brand@llh.hessen.de

Karl-Heinrich Claus
LLH Petersberg
Kreuzgrundweg 1b
36100 Petersberg
Tel.: 0661 29110330
Mobil: 0160 90725736
E-Mail: karl-heinrich.claus@llh.hessen.de

Rainer Cloos
LLH Friedberg
Homburger Str. 17
61169 Friedberg
Tel.: 06031 837308
Mobil: 0160 4755184
E-Mail: rainer.cloos@llh.hessen.de

Rainer Even
LLH Fritzlar
Schladenweg 39
34560 Fritzlar
Tel.: 05622 79777158
Mobil: 0160 90753983
E-Mail: rainer.even@llh.hessen.de

Marc Fricke-Müller
LLH Witzenhausen
Am Sande 20
37213 Witzenhausen
Tel.: 05631 954893
Mobil: 0171 4192426
E-Mail: marc.fricke-mueller@llh.hessen.de

Friedrich Göge
LLH Korbach
Auf Lülingskreuz 60
34497 Korbach
Tel.: 05631 954893
Mobil: 0160 4715751
E-Mail: friedrich.goege@llh.hessen.de

Frank Hahn
LLH Fritzlar
Schladenweg 39
34560 Fritzlar
Tel.: 05622 79777156
Mobil: 0151 12621289
E-Mail: frank.hahn@llh.hessen.de

Dr. Thorsten Kranz
 Fachgebietsleiter
 LLH Petersberg
 Kreuzgrundweg 1b
 36100 Petersberg
 Tel.: 0661 29110333
 Mobil: 0160 5847143
 E-Mail: thorsten.kranz@llh.hessen.de

Philipp Möbs
 LLH Friedberg
 Homburger Str. 17
 61169 Friedberg
 Tel.: 06031 837305
 Mobil: 0160 4715750
 E-Mail: philipp.moebs@llh.hessen.de

Wilhelm Möller
 LLH Limburg
 Walderdorffstr. 10
 65549 Limburg a. d. Lahn
 Tel.: 06431 9098040
 Mobil: 0160 4755173
 E-Mail: wilhelm.moeller@llh.hessen.de

Dr. Marco Schneider
 Stellvertretender Fachgebietsleiter
 LLH Alsfeld
 Marburger Str. 69
 36304 Alsfeld
 Tel.: 06631 786124
 Mobil: 0151 14267882
 E-Mail: marco.schneider@llh.hessen.de

Landwirtschaftliche Biodiversitäts- beratung

Martina Behrens
 LLH Kassel
 Kölnische Straße 48 - 50
 34117 Kassel
 Tel.: 0561 7299-504
 Mobil: 0170 6623017
 E-Mail: martina.behrens@llh.hessen.de

Andrea Imhäuser
 - Rebhuhn-Projekt -
 LLH Kassel
 Kölnische Straße 48 - 50
 34117 Kassel
 Tel.: 0561 7299-354
 Mobil: 0151 65234159
 E-Mail: andrea.imhaeuser@llh.hessen.de

Grünlandberatung

Katharina David
 LLH Korbach
 Auf Lülingskreuz 60
 34497 Korbach
 Tel.: 05631 954875
 Mobil: 0160 4168708
 E-Mail: katharina.david@llh.hessen.de

Fachinformation Pflanzenbau, Grünland/Feldfutterbau

Dr. Anna Marie Techow
 LLH Bad Hersfeld
 Schlossstraße 1
 36251 Bad Hersfeld
 Tel.: 06621 9228699
 Mobil: 0172 2339789
 E-Mail: annamarie.techow@llh.hessen.de

Fachinformation Pflanzenbau Düngung, Boden

Dierk Koch
Am Versuchsfeld 11 - 13
34128 Kassel
Tel.: 0561 9888440
Mobil: 0171 3318802
E-Mail: dierk.koch@llh.hessen.de

Fachinformation Pflanzenbau Fachreferentin für wasserwirtschaft- liche Belange der Landwirtschaft

Dr. Sandra Kruse
Pfüthenstraße 67
64347 Griesheim
Tel.: 06155 7980021
Mobil: 01511 2621293
E-Mail: sandra.kruse@llh.hessen.de

Beratung Klimaschutz, Landwirt- schaft und Gartenbau

Lisa Fröhlich
Hermann-Jacobsohn-Weg 1
35039 Marburg
Tel.: 06421 4056108
Mobil: 0160 4755179
E-Mail: lisa.froehlich@llh.hessen.de

Marcel Phieler
Schlossstrasse 1
36251 Bad Hersfeld
Tel.: 06621 9228894
Mobil: 0160 91372542
E-Mail: marcel.phieler@llh.hessen.de

7. Tabellenverzeichnis

Tab. 1.: Förderrechtliche Angaben ohne Gewähr. Zuständig für die Agrarförderung ist die WI-Bank.	7
Tab. 2.: Zwischenfruchtanbau - Liste zulässiger Arten für Kulturpflanzmischungen	9
Tab. 3.: Durch HALM geförderte Maßnahmen.....	10
Tab. 4.: Vorgaben nach HALM-Richtlinie beim Anbau von Zwischenfrüchten	10
Tab. 5.: Bekämpfungsmaßnahmen bei Durchwuchsproblemen	16
Tab. 6.: Eignung von Zwischenfrüchten nach Fruchtfolge.....	17
Tab. 7.: Liste von Zwischenfrüchten und ihrer Schneckenanfälligkeit (Quelle: Werner Jossi, Agroscope, Zürich, 2015).....	19
Tab. 8.: Übersicht verschiedener Zwischenfruchtarten	21
Tab. 9.: Greeningfähige Zwischenfruchtmischungen für unterschiedliche Fruchtfolgen	25
Tab. 10.: Durchschnittliche oberirdische Zwischenfruchtaufwüchse in Nordhessen, 2010 bis 2012	34
Tab. 11.: Zuckerrübenenerträge nach unterschiedlichen Zwischenfruchtvarianten, 2011 und 2012	34
Tab. 12.: Zuckerrübenqualitäten nach unterschiedlichen Zwischenfruchtvarianten, 2011 und 2012	35
Tab. 13.: Zuckerrübenblatt 2013.....	35

8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.: Gute Bodengare unter einem Zwischenfruchtbestand	5
Abb. 2.: Beweidung mit Schafen (Foto: Pöhlmann)	8
Abb. 3.: Bodenbearbeitung zur Saat	11
Abb. 4.: Drillsaat einer Zwischenfrucht	12
Abb. 5.: Gesteigerte Mineralisationsrate, Quelle: Schnittstelle Boden, 2015	13
Abb. 6.: Mäusedruck in Zwischenfrucht	15
Abb. 7.: Sulfonylharnstoffeinsatz in Vorkultur, fehlend im Randbereich	15
Abb. 8.: Virusbefall an Rauhafer (Haferrote)	18
Abb. 9.: Abgestorbener Buchweizen in Zwischenfruchtmischung	20
Abb. 10.: Samenbildung bei Ölrettich	27
Abb. 11.: Ackerbohne als Zwischenfrucht	28
Abb. 12.: Frühjahr 2016: Senfbestand abgefroren links, Phacelia nicht abgefroren rechts	29
Abb. 13.: Zwischenfruchtfläche nach Einsatz einer Messerwalze	29
Abb. 14.: Bodenwassergehalt (Vol. %) bei Zwischenfrüchten im Vergleich zur Brache von der Aussaat bis ins Frühjahr (Böttcher und Schmidt 2015)	31
Abb. 15.: N_{min} -Verlauf der Zwischen- und Hauptfrucht - Herbst 2010 bis Ernte Zuckerrüben 2011, Hofgeismar	32
Abb. 16.: N_{min} -Verlauf der Zwischenfrucht und Hauptfrucht - Herbst 2011 bis Ernte Zuckerrüben 2012, Beberbeck	33
Abb. 17.: Mischung aus dominierendem Senf sowie Alexandrinerklee und Phacelia	36
Abb. 18.: Mischung mit Sonnenblumen und Phacelia	36
Abb. 19.: Mischung mit Erbsen	36
Abb. 21.: Ölrettich mit Ausfallgerste	37
Abb. 20.: Die Ernte der Vorrucht und Verdichtungen können Spuren hinterlassen	37
Abb. 22.: Ausfallraps in abgestorbenem Zwischenfruchtbestand	38
Abb. 23.: Zwischenfruchtaussaat mit APV-Streuer auf dem Grubber, Domäne Beberbeck	38
Abb. 24.: Aussaat 12.08.	39
Abb. 25.: Aussaat 31.08.	39
Abb. 26.: Aussaat 21.09.	39
Abb. 27.: Mit gelungener Zwischenfrucht: Ackerfuchsschwanz 2 Pfl./m ²	40
Abb. 28.: Ohne Zwischenfrucht: Ackerfuchsschwanz 117 Pfl./m ²	40
Abb. 29.: Buchweizen am 04.09.2015	40
Abb. 30.: Ölrettich am 13.11.2014	40
Abb. 31.: Tiefenrettich am 11.02.2015	41

Bildquellen und Urheberrecht

Copyright

Alle Rechte an Texten und Bildern (mit Ausnahme der besonders gekennzeichneten Bilder) liegen beim Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH).

Fotos LLH: Frank Hahn, Wilhelm Möller, Christina Schmidt, Jan Schrimpf, Dr. Marco Schneider.

Ein Nachdruck - auch auszugsweise - sowie Weitergabe mit Zusätzen, Aufdrucken oder Aufklebern ist nur mit Genehmigung des LLH gestattet.

HESSEN



Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Kölnische Straße 48 - 50
34117 Kassel
www.llh.hessen.de

