



# Abschlussbericht der Operationellen Gruppe „Nährstoffmanagement und Ertragssteigerung im ökologischen Marktfruchtanbau“

im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP)



Landwirtschafts-  
kammer  
Schleswig-Holstein



Wir fördern den ländlichen Raum



Landesprogramm ländlicher Raum: Gefördert durch die Europäische Union - Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)  
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete

# Abschlussbericht der Operationellen Gruppe „Nährstoffmanagement und Ertragssteigerung im ökologischen Marktfruchtanbau“

im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP)

## Gliederung

### A Kurzdarstellung

I. Ausgangssituation und Bedarf .....	1
II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung .....	2
III. Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG) .....	2
IV. Projektgebiet .....	4
V. Projektlaufzeit und -dauer .....	5
VI. Budget .....	5
VII. Ablauf des Vorhabens .....	5
VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	7

### B Eingehende Darstellung

I. Verwendung der Zuwendung .....	10
II. Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn .....	12
a) Ausgangssituation .....	12
b) Projektaufgabenstellung .....	12
III. Ergebnisse der OG in Bezug auf .....	13
a) Gestaltung der Zusammenarbeit .....	13
b) Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Projekts .....	14
c) Weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projekts .....	15
IV. Ergebnisse des Innovationsprojektes .....	15
a) Zielerreichung .....	15
b) Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen .....	16
c) Projektverlauf .....	17
d) Vorgehensweise und Ergebnisse .....	30

1. Teilprojekt: Demoanlagen auf den Praxisbetrieben .....	30
2. Teilprojekt: Exaktversuch in Bovenau .....	36
a. Zielsetzung.....	36
b. Standort.....	36
c. Methoden.....	37
i. Ertragserfassung und Biomassebildung.....	39
ii. Bodenstickstoff.....	40
iii. Stickstoffauswaschung.....	40
iv. Lachgasemissionen.....	41
v. Klimabilanzierung.....	42
d. Ergebnisse .....	43
i. Trockenmasseerträge und Unkrautunterdrückung	43
ii. Stickstoffbindung und Kohlenstoffakkumulation der Zwischenfrüchte .....	44
1. Stickstoffaufnahme .....	44
2. Kohlenstoff .....	46
iii. Stickstoffvorrat im Boden .....	47
iv. Nitratauswaschung .....	49
v. Lachgasemissionen.....	50
vi. Ertragswirksamkeit.....	52
vii. Klimabilanzierung.....	53
3. Teilprojekt: flexibler Exaktversuch auf dem Lindhof.....	55
a. Zielsetzung.....	55
b. Material und Methoden .....	55
c. Versuchsfaktoren und Ergebnisse.....	59
i. Phase I .....	59
ii. Phase 2 .....	67
e) Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP Zielen.....	80
f) Nebenergebnisse – „by-catches“ .....	81
g) Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben .....	81
<b>V. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis .....</b>	<b>81</b>
<b>VI. Verwertung und Nutzung der Ergebnisse .....</b>	<b>82</b>

<b>VII. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit .....</b>	<b>83</b>
<b>VIII. Administration und Bürokratie .....</b>	<b>83</b>
a) Bürokratischer Aufwand .....	83
b) Schwierigkeiten bei der Administration .....	84
c) Verbesserungsvorschläge .....	84
<b>IX. Nutzung des Innovationsbüros (Innovationsdienstleister, IDL) .....</b>	<b>84</b>
<b>X. Kommunikations- und Disseminationskonzept .....</b>	<b>85</b>

## A Kurzdarstellung

### I. Ausgangssituation und Bedarf

Zwischenfrüchte haben das Potenzial Nährstoffe aus der Bodenlösung aufzunehmen, zu speichern und diese nach ihrer Einarbeitung den Folgekulturen zielgerichtet zur Verfügung zu stellen. Der Anbau von Zwischenfrüchten kann damit wesentlich zu einer Verminderung von Nährstoffauswaschungen und von klimarelevanten gasförmigen N-Verlusten (Lachgas) beitragen. Zum einen kann so ein positiver Effekt im Hinblick auf den Umweltschutz erzielt werden, zum anderen können die Nährstoffe besser konserviert und pflanzenbaulich effizienter genutzt werden und somit zu einer Ertragssteigerung der Folgefrüchte beitragen. Wenn artenreiche Zwischenfruchtmischungen angebaut werden, die noch vor dem Winter Blüten bilden können, lassen sich zusätzlich positive Effekte für die Biodiversität erzielen.

Insbesondere ökologisch wirtschaftende Betriebe können von einem vermehrten Anbau von Zwischenfrüchten profitieren, da sich die Nährstoffe insbesondere in viehlos oder vieharm wirtschaftenden Bio-Betrieben auf Grund von beschränkten Zukaufmöglichkeiten in der Regel im Mangel befinden.

Die im Vergleich zum konventionellen Landbau oft höhere Bodenbearbeitungsintensität im Ökolandbau fördert die Mineralisation der organischen Bodensubstanz. Die so entstehenden Verluste lassen sich gerade auf viehlos wirtschaftenden Öko-Betrieben aufgrund geringerer Ernterückstandslieferungen durch Öko-Getreide nur schwer ausgleichen. Zwischenfrüchte liefern viel organische Substanz und sind wichtige Werkzeuge für eine auch aus Klimaschutzaspekten positive Humusbilanz. Die zusätzliche positive Auswirkung auf die Biodiversität ist im Ökolandbau ebenfalls erwünscht. Bei der Integration blütenreicher Mischungen, die ggf. auch zur Samenbildung kommen, sind jedoch die landwirtschaftlichen Belange zu berücksichtigen (Durchwuchs in Folgekulturen).

In der Praxis wird das Potenzial von Zwischenfrüchten von den Bio-Betrieben bisher nur wenig genutzt. Es überwiegen oftmals die Bedenken im Hinblick auf Kosten und Arbeitswirtschaft sowie auf die Problematik eines möglichen Durchwuchses in der Folgekultur. Zudem werden in der Praxis meist abfrierende Zwischenfruchtvarianten angebaut, um das Durchwuchsrisiko zu vermindern. Gerade diese Varianten bergen jedoch die Gefahr von Nährstoffverlusten im Januar und Februar nach dem Abfrieren in Verbindung mit einer frühzeitigen Mineralisierung.

## II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung

Ziel des Projektes war es, Zwischenfrucht-Mischungen zu entwickeln, im Anbau zu erproben und gemeinsam mit den Mitgliedern der OG zu bewerten. Das Projekt untergliederte sich hierfür in drei Teilbereiche:

- Auf Flächen von zehn Praxisbetrieben in den Naturräumen Marsch, Geest und Hügelland wurden verschiedene Zwischenfruchtvarianten auf Demoflächen angelegt und bewertet.
- Im Exaktversuch wurden auf einer Fläche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein verschiedene Zwischenfruchtvarianten in eine sechsfeldrigen Fruchtfolge integriert. Die Aufwüchse wurden beprobt und analysiert, Stickstoffverluste erfasst und die Erträge der folgenden Hauptkulturen wurden parzellenscharf erhoben und vergleichend ausgewertet.
- Im flexiblen Exaktversuch auf dem Versuchsgut Lindhof der CAU Kiel wurden weitere Aspekte wie ein vorgezogener Saatzeitpunkt, alternative Zwischenfruchtarten und Gemengepartner sowie reduzierte Saatstärken untersucht und zusätzlich der Wert verschiedener Arten für eine futterbauliche Nutzung ausgewertet.

Die Betreuung und Durchführung der Praxis- und Exaktversuche wurde im Rahmen der Projektzuwendung finanziert und lag im Aufgaben- und Verantwortungsbereich der Landwirtschaftskammer und der Universität Kiel. Der Deutsche Verband für Landschaftspflege stand beratend für die Fragestellung zur Integration von „Biodiversitätseffekten“ in den Zwischenfruchtanbau zur Verfügung. Die Projektbegleitung durch den DVL erfolgte antragsgemäß im Rahmen bestehender Arbeitsverhältnisse, so dass für die Arbeiten des DVL im Rahmen des EIP-Projektes keine zusätzlichen Kosten entstanden.

## III. Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG)

### Landwirtschaftliche und gartenbauliche Unternehmen der Urproduktion:

- Landwirt Lars Hadenfeld, Steinfeld
- Landwirt Rolf Winter (Gut Wulksfelde), Tangstedt
- Landwirt Georg Lutz (Gut Wulfsdorf), Ahrensburg
- Landwirt Dag Frerichs (Gut Schierensee), Schierensee

- Landwirt Johannes Baasch (Buchenhof), Altwittenbek
- Landwirt Ernst-Friedemann von Münchhausen (Gut Rosenkrantz), Schinkel
- Landwirt Detlef Hack (Lämmerhof), Panten
- Landwirt Ole Peters (Ulmenhof), Reußenköge
- Landwirt Claus Dührsen & Söhne GbR, Norddeich
- Landwirtin Thoma Ketelsen (Dirkshof), Reußenköge

Da die Landwirtin Thoma Ketelsen während des Versuchszeitraums schwer verunglückte, schied sie vorzeitig aus der OG aus. Die Anlage von Demoparzellen konnte daher nur bis zur Zwischenfruchtsaison 2015/2016 auf den Flächen des Dirkshofs erfolgen. Das Mitglied der OG Claus Dührsen & Söhne GbR konnte auf weiteren Flächen mit ähnlichen Standortbedingungen die Anlage zusätzlicher Parzellen übernehmen.

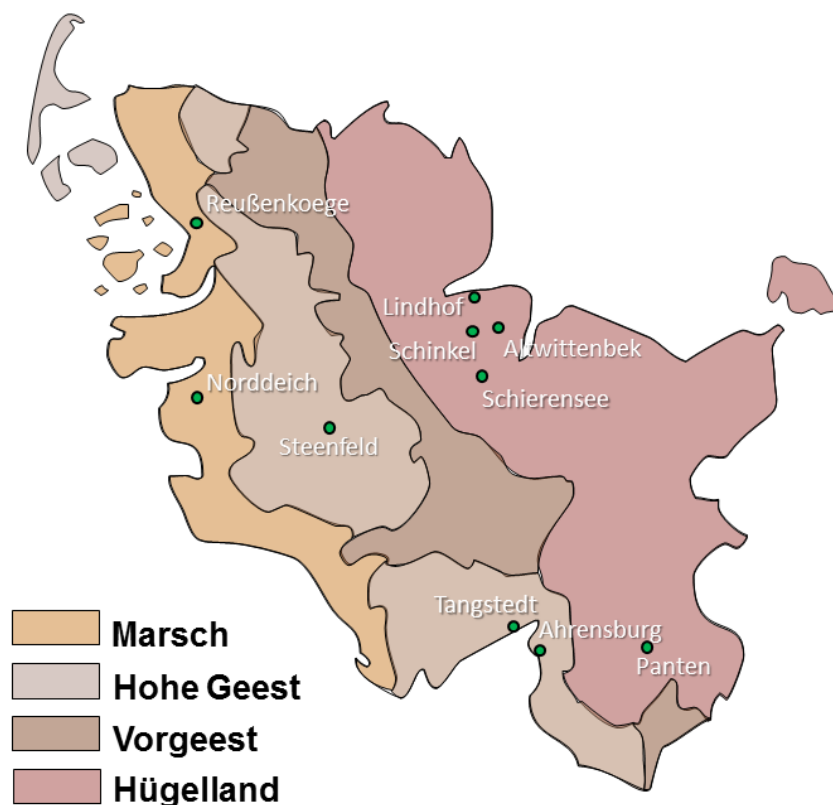
#### Forschungs- und Versuchseinrichtungen:

- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau (Dr. Ralf Loges)

#### Verbände, Vereine, landwirtschaftliche Organisationen und Körperschaften des öffentlichen

##### Rechts:

- Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. DVL (Dr. Helge Neumann)
- Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (Lead-Partner)



**Abbildung I:** Lage der Praxisbetriebe mit den Demoanlagen der Zwischenfruchtvarianten in den Naturräumen Marsch, Geest und Hügelland

#### IV. Projektgebiet

Zehn Praxisbetriebe bildeten den Kern der Operationellen Gruppe „Nährstoffmanagement und Ertragssteigerung im ökologischen Marktfruchtanbau“. Alle Betriebe wirtschaften ökologisch, haben den Betriebsschwerpunkt Ackerbau und arbeiten entweder viehlos oder vieharm. Die räumliche Lage der Betriebe war über alle Naturräume in Schleswig-Holstein verteilt. Drei Betriebe befanden sich im Naturraum Marsch (Ulmenhof, Dirkshof, Dührsen GbR), drei Betriebe befanden sich im Naturraum Geest (Gut Wulksfelde, Gut Wulfsdorf, Hadenfeld) und vier Betriebe befanden sich im Naturraum Östliches Hügelland (Gut Rosenkrantz, Buchenhof, Gut Schierensee, Lämmerhof). Durch die Lage der Betriebe wurde den naturräumlichen Gegebenheiten im Land Schleswig-Holstein Rechnung getragen (Abbildung I).



## V. Projektlaufzeit und -dauer

Der offizielle Beginn der Projektlaufzeit war der 01.10.2015. Mit einem vorzeitigen Vorhabenbeginn startete das Projekt am 01. Juni 2015. Reguläres Projektende war nach dreijähriger Laufzeit der 31. Mai 2018. Einem Antrag der OG auf kostenneutrale Verlängerung des Projektzeitraumes um weitere sechs Monate wurde von Seiten des MELUND zugestimmt. Gründe für die notwendige Verlängerung waren:

- Einbeziehen einer dritten Anbausaison zur Bewertung der Druschergebnisse der Folgefrüchte im Sommer 2018
- Anregung der Landwirte, individuelle Interviews zur Bewertung der Zwischenfruchtvarianten zu führen und auszuwerten
- Ein Engpass im Labor des Projektpartners CAU verzögerte die Auswertbarkeit der Analysedaten

## VI. Budget

Das bewilligte Budget lag bei 375.173,60 €. Insgesamt wurden 331.051,17 € verausgabt.

## VII. Ablauf des Vorhabens

Für den Ablauf des Projektes wurde ein indikativer Zeitplan erstellt. Dieser ist in Tabelle I dargestellt. Der Zeitplan konnte in diesem Projekt weitgehend eingehalten werden. Die tatsächliche Umsetzung des Zeitplans einschließlich der Verlängerung des Projektzeitraums ist in Tabelle 2 aufgeführt. Eine ausführliche Schilderung des Projektablaufs folgt in Kapitel IV. c).

**Tab. 1: Indikativer Zeitplan**

Maßnahme	3/15	4/15	1/16	2/16	3/16	4/16	1/17	2/17	3/17	4/17	1/18	2/18
Datenaufnahme, Anlage der Demo-Versuchspartellen auf den Praxisbetrieben	erfüllt	erfüllt	erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt	
Datenerhebung, Analyse und Auswertung der Praxisbetriebe		erfüllt	erfüllt	erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt
Datenaufnahme, Abbilden der Fruchtfolge, Anlage der Exaktversuchspartellen	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	
Datenanalyse und Auswertung der Exaktversuche		erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Analyse und Vergleich von Praxisbetrieben und Exaktversuchspartellen			erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Entwicklung von standortangepassten betriebsindividuellen Strategien						erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Workshop/Feldtage Öffentlichkeitsarbeit	erfüllt			erfüllt		erfüllt		erfüllt		erfüllt		erfüllt

**Tab. 2: Umsetzung des Zeitplans**

Maßnahme	3/15	4/15	1/16	2/16	3/16	4/16	1/17	2/17	3/17	4/17	1/18	2/18	3/18	4/18
Datenaufnahme, Anlage der Demo-Versuchspartellen auf den Praxisbetrieben	erfüllt	erfüllt	erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt			
Datenerhebung, Analyse und Auswertung der Praxisbetriebe		erfüllt	erfüllt	erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Datenaufnahme, Abbilden der Fruchtfolge, Anlage der Exaktversuchspartellen	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt			
Datenanalyse und Auswertung der Exaktversuche		erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Analyse und Vergleich von Praxisbetrieben und Exaktversuchspartellen			erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Entwicklung von standortangepassten betriebsindividuellen Strategien						erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Workshop/Feldtage Öffentlichkeitsarbeit	erfüllt			erfüllt		erfüllt		nicht erfüllt		erfüllt		erfüllt	erfüllt	erfüllt

 erfüllt  
 nicht erfüllt

Eine Abweichung vom ursprünglichen indikativen Zeitplan ergab sich aus der kostenneutralen Verlängerung des Projektes, sowie aus der Absage eines Treffens der OG im Frühjahr 2017. Der geplante Workshop im Frühjahr 2017 fand nicht statt, da die landwirtschaftlichen Betriebe sich aufgrund der Witterung und der anstehenden Arbeiten in der Frühjahrsbestel-

lung dafür aussprachen das Treffen abzusagen und beschlossen, die Inhalte und Bewertung der Zwischenfruchtvarianten beim OG-Treffen im Herbst 2017 zu vertiefen.

## VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse

### Demoanlagen auf den Praxisbetrieben

Auf Praxisschlägen der zehn landwirtschaftlichen Betriebe wurden in enger Begleitung durch die Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Lars Wollenberg und Björn Ortmanns jeweils 3 Demoflächen zu je 0,5 ha durch den Betrieb angelegt und mit den zur Verfügung gestellten Zwischenfruchtmischungen angesät. Es kamen jeweils eine abfrierende Variante (Gelbsenf mit Sommerwicke), eine winterharte Variante (Winterrübsen mit Winterwicke), eine in die Vorfrucht etablierte Untersaat (Deutsches Weidelgras und Weißklee) und eine Blümmischung zum Einsatz. Die Blümmischung wurde zusammen mit dem DVL zusammengestellt. Sie enthält Pflanzenarten, die ein zusätzliches Nahrungsangebot im Herbst für blütenbesuchende Insekten und im Winter für samenfressenden Feldvogelarten zur Verfügung stellen sollen. Die Artbestandteile der Blümmischung waren:

*4,6 % Gelbsenf, 1,7 % Leindotter, 2,3 % Rübsen, 33 % Futtererbse, 6,9 % Inkarnatklee, 27,5 % Winter-Wicke, 12,5 % Echter Buchweizen, 2,1 % Phacelia, 9,2% Öllein/Lein.*

Bei der Anlage der Demoflächen auf den Praxisbetrieben handelte es sich nicht um wissenschaftliche Exaktversuche, sondern es ging darum, die Anbaueignung unter Praxisbedingungen im jeweiligen Naturraum zu untersuchen und gemeinsam mit den Praktikern zu bewerten. Zentraler Aspekt bei der Bewertung der Zwischenfruchtvarianten auf den Betrieben waren daher die Interviews, die nach Ablauf der drei Anbaujahre mit den Betriebsleitern geführt wurden. Aus den Interviews mit den Praxisbetrieben lassen sich folgende Einschätzungen aus Sicht der praktischen ökologischen Landwirtschaft zusammenfassen:

- Betriebe im Naturraum Marsch bevorzugen die betriebstypische Variante Untersaat. Untersaaten gelingen auf den schweren, späten Standorten zuverlässig und bieten als Ansaatmischung mit legumen Begleitpartnern eine gute Luftstickstoffbindung. Die Varianten der Stoppelzwischenfrüchte (abfrierend und winterhart) bilden aufgrund der späten Zwischenfruchtaussaaten und der frühzeitig abnehmenden Tageslängen keinen sicheren Masseaufwuchs.
- Betriebe im Naturraum Geest bevorzugen die Variante der winterharten Zwischenfrüchte, bzw. die vorgezogene Ausbringung der Zwischenfrucht als Untersaat. Das Risiko der

Nährstoffauswaschung bei abfrierenden Zwischenfrüchten wird von den Betrieben auf Geeststandorten am stärksten wahrgenommen, winterharte Zwischenfrüchte dagegen gelingen auf den leichteren, wärmeren Standorten eher und führen zu einer besseren N-Fixierung und Bindung von Luftstickstoff durch den Leguminosenanteil. Ob die winterharten Zwischenfrüchte als Untersaat oder als Stoppelzwischenfrucht ausgebracht werden, hängt flächenspezifisch vom Unkrautdruck (Möglichkeit zur Stoppelbearbeitung) und der Fruchtfolge ab (Drahtwurmrisko im Kartoffelbau) ab.

- Auf Standorten im Naturraum Östliches Hügelland wurde keine der Varianten eindeutig bevorzugt. Die bessere N-Aufnahmeleistung und die geringere Auswaschungsgefahr bei winterharten Zwischenfrüchten wurde von allen Betriebsleitern im Interview genannt. Die Entscheidung, ob eine abfrierende oder winterharte Zwischenfruchtvariante oder eine Blümmischung gewählt wird, oder ob die Zwischenfrucht alternativ als Untersaat etabliert wird, wird betriebsindividuell und einzelflächenbezogen auf Grundlage der in Teil B, Kap. IV d) angeführten Gesichtspunkte getroffen. Neben produktionstechnischen Aspekten spielen ebenfalls die Erfahrungen und Neigungen des Betriebsleiters eine Rolle (z.B. Imagetransfer durch die Anlage von Blühflächen).

### Exaktversuch in Bovenau

In den Ergebnissen des durchgeführten mehrjährigen Parzellenversuches in Bovenau zeigte sich, dass insbesondere beim Körnerleguminosenanbau mit höheren Stickstoff-Verlusten in der Nachernteperiode zu rechnen ist. Hier führte der nachgestellte Anbau von Zwischenfrüchten zu einer nennenswerten Minimierung der umweltrelevanten N-Austräge in Form der Nitratauswaschung und Lachgasemissionen. Die Wahl von nicht winterharten Zwischenfrüchten stellt sich unter den norddeutschen Witterungsbedingungen diesbezüglich als unvorteilhaft heraus. Eine vorzeitige Mineralisierung des zuvor gebundenen Stickstoffs aus den abgestorbenen Pflanzenbestandteilen führte bereits im Februar-März zu einer frühzeitigeren Stickstoff-Freisetzung und somit zu unerwünschten Stickstoff-Verlusten. Unter Berücksichtigung aller Untersuchungsparameter zeigte die winterharte Untersaat-Zwischenfrucht das größte Potenzial für einen erfolgreichen Stickstoff-Transfer über den Winter. Die im Verhältnis ausgeprägtere Wurzelbildung einer Gras- bzw. Klee gras-Untersaat wirkt hier zusätzlich begünstigend. Der gleichzeitig höhere Kohlenstoff-Eintrag kann sich langfristig positiv auf die Bodenhumusgehalte auswirken und hat demzufolge einen verminderten Einfluss auf die systemaren Treibhausgasemissionen.

### Flexibler Exaktversuch auf dem Lindhof

Da es sich beim Exaktversuch in Bovenau um einen statischen Dauerversuch handelt, war die Anzahl der dort zusätzlich zu den auf den OG-Betrieben prüfbaren Zwischenfruchtvarianten begrenzt. Vor diesem Hintergrund wurden im flexiblen Exaktversuch auf dem Lindhof alternative Zwischenfruchtarten/ und –mischungen im Vergleich zu den Basismischungen des Projektes und des Bovenauer Versuches getestet. In diesem Zusatzversuch wurden des Weiteren folgende Faktoren mit Relevanz für Biomassebildung und Wirtschaftlichkeit des Zwischenfruchtbaus geprüft. a) Reduktion der Aussaatstärke, b) Intensität der Bodenbearbeitung, c) Applikation von Wirtschaftsdüngern und d) futterbauliche Nutzung vor Winter bzw. vor dem Umbruch im Frühjahr. Folgende wichtige praxisrelevante Ergebnisse wurden erzielt:

1. Die kostensparende Reduktion der Zwischenfruchtaussaatmengen um 33% gegenüber den Saatgutanbieterangaben führten unter den N-reduzierten Bedingungen des Öko-Landbaus zu keiner geringeren Biomassebildung.
2. Eine Intensivierung der Bodenbearbeitung führte zu einer sicheren aber teureren Etablierung sowie zu einer größeren Biomassebildung. Durch die größere Biomassebildung wurde allerdings keine zusätzliche Reduktion der Auswaschungsverluste erzielt. Die größere N-Aufnahme der Zwischenfrüchte nach intensiverer Bodenbearbeitung ist im Wesentlichen auf eine durch die intensivere Bodenbearbeitung gesteigerte N-Mineralisation zurückzuführen. Will man die Zwischenfruchtaufwüchse allerdings futterbaulich oder in einer Biogasanlage verwerten, zahlen sich die durch intensivierte Bodenbearbeitung gesteigerten Aufwuchsleistungen aus.
3. Eine futterbauliche Nutzung der Zwischenfrüchte erlaubt bei begrenzter Wirtschaftsdünger-Lagerkapazität die Applikation von Wirtschaftsdüngern zur Zwischenfrucht. Wirtschaftsdüngung wird von Zwischenfrüchten durch höhere Biomassebildung bzw. höhere potentiell erntbare Futtererträge verwertet. Im Exaktversuch durchgeführte Futterqualitätsuntersuchungen erbrachten mit im Schnitt 17% der TM Rohprotein und bei vielen Arten mit 6,5 MJ/NEL je kg TM sehr hohe Grundfutterqualitäten in einem Futter, dessen Anbau keine Hauptfruchtfläche beansprucht und mit keinen nennenswerten N-Auswaschungen belastet ist und klimafreundlich dem Boden zusätzliche organische Substanz zuführt.

## Eingehende Darstellung

### I. Verwendung der Zuwendung

Die folgenden Tabellen entsprechen den förderfähigen Ausgaben laut Kostenplan gemäß Ziffer 5 der Richtlinie.

**Tab. 3: Laufende Ausgaben der Zusammenarbeit der OG in €**

	<b>Budget</b>	<b>Abgerufene Mittel</b>	<b>Rest-Mittel</b>
Personalausgaben für den/die Leiter bzw. die MA einer OG	<b>I</b> 45.974,25 €	32.522,31 €	13.451,94 €
Verwaltungspauschale in Höhe von 15% der zuwendungsfähigen Pers.-Ausgaben für 5.1.1	<b>II</b> 6.896,14 €	4.878,33 €	2.017,81 €
Ausgaben für Öffentlichkeitsarbeit der gesamten OG einschließlich Veranstaltungsausgaben	<b>III</b> 7.400,00 €	642,97 €	6.757,03 €
<b>Zwischensumme 1</b>	<b>60.270,39 €</b>	<b>38.043,61 €</b>	<b>22.226,78 €</b>

**Tab. 4: Laufende Ausgaben für die Durchführung des Innovationsprojekts**

	Budget	Abgerufene Mittel	Rest-Mittel
Personalausgaben, soweit sie in unmittelbarem Zusammenhang mit der Durchführung des Projektes entstanden und nachgewiesen sind (auch Dienstleister)	<b>IV</b>		
	250.503,28 €	235.547,56 €	14.955,72 €
Ausgaben für die Arbeit von Forschern im Kontext des Innovationsprojekts, Untersuchungen, Analysen und Tests, einschließlich Nutzungskosten für Maschinen und Geräte soweit sie für das Innovationsprojekt beschafft werden	<b>V</b>		
	26.385,62 €	24.441,88 €	1.943,74 €
Ausgaben für Aufwandsentschädigungen und Nutzungskosten, die landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Unternehmen der Urproduktion bei der Umsetzung von Innovationsprojekten auf einzelbetrieblicher Ebene entstanden und nachgewiesen sind	<b>VI</b>		
	4.993,34 €	4.056,85 €	936,49 €
	<b>VII</b>		
Reisekosten der Projektpartner	5.768,51 €	5.797,86 €	- 29,35 €
	<b>VIII</b>		
Ausgaben für Material, Bedarfsmittel und dergleichen	25.708,80 €	23.220,11 €	2.488,69 €
Ausgaben für die Anschaffung von kleinen/geringfügigen Investitionsgütern bis zu einem Anschaffungswert von 410,00 €			
	- €		
Innovative Investitionsausgaben für Maschinen, Instrumente und Ausrüstungsgegenstände einschl. der dafür erforderlichen baulichen Anlagen			
	- €		
<b>Zwischensumme 2</b>	<b>313.359,55 €</b>	<b>293.064,26 €</b>	<b>20.295,29 €</b>

**Tab. 5: Zusammenfassung des Budgets, sowie der abgerufenen und verbleibenden Mittel**

Differenz lt. Bescheid u. Auflistung v. 14.05.18	1.543,66 €		
<b>Zwischensumme 1</b>	<b>60.270,39 €</b>	<b>38.043,61 €</b>	<b>22.226,78 €</b>
<b>Zwischensumme 2</b>	<b>313.359,55 €</b>	<b>293.064,26 €</b>	<b>20.295,29 €</b>
<b>J. Abzug MELUND</b>	<b>-56,70 €</b>	<b>-56,70 €</b>	
<b>Insgesamt</b>	<b>375.116,90 €</b>	<b>331.051,17 €</b>	<b>42.522,07 €</b>

verbleibende Mittel

44.065,73

Stand 20.3.2019

## II. Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

### a) Ausgangssituation

Die politisch und gesellschaftlich gewünschte Ausweitung des ökologischen Landbaus hängt neben der persönlichen Einstellung der Betriebsleiter auch maßgeblich von der Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens ab. In Studien wurde belegt, dass in keinem anderen deutschen Bundesland die Ertragsunterlegenheit des ökologischen Marktfruchtbaus gegenüber der konventionellen Wirtschaftsweise so ausgeprägt ist wie in Schleswig-Holstein.

Der Anbau von Zwischenfrüchten kann zu stabileren Ertragsleistungen in den Bio-Fruchtfolgen führen und damit die Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens positiv beeinflussen. Zwischenfrüchte wirken humusmehrend, fördern das Bodenleben und die Bodenstruktur, Leguminosenanteile in Zwischenfruchtmischungen binden Luft-Stickstoff, schnellwachsende Nicht-Leguminosen nehmen große Stickstoffmengen auf, die ansonsten durch Auswaschung gefährdet wären. Je nach Anbau und Mischung können durch Zwischenfrüchte zudem positive Effekte für die Biodiversität erzielt werden. Erhöhte Humusbildung erhöht zudem die Bodenfruchtbarkeit und bindet klimafreundlich zusätzliches CO<sub>2</sub> im Boden.

Dennoch werden Zwischenfrüchte von ökologisch wirtschaftenden Ackerbaubetrieben in Schleswig-Holstein nicht standardmäßig angebaut. Die Betriebe scheuen die Kosten für den Kauf von Saatgut und die Mehrarbeit bei der Ausbringung der Zwischenfrüchte. Aufgrund der ggf. späten Druschfruchternte kommt es nach der Aussaat oft zu inhomogenen und teilweise schwachen Aufwuchsleistungen. Dieser Effekt wird durch die im Vergleich zu anderen Bundesländern schneller abnehmenden Tageslängen ab Mitte September noch verstärkt. Phytosanitäre Aspekte (Angst vor Durchwuchs in den Folgekulturen) spielen ebenfalls eine Rolle. Aus diesem Grund werden von Bio-Betrieben überwiegend nicht winterharte Zwischenfrüchte angebaut, die jedoch nach einem frühen Abfrieren keinen Stickstoff mehr aufnehmen können und die zuvor gebundenen Nährstoffe durch eine zeitige Mineralisierung im Frühjahr freisetzen können, ohne dass dieser von der Folgekultur genutzt werden kann.

### b) Projektaufgabenstellung

Ziel des Projektes war es, geeignete Zwischenfrucht-Mischungen für Fruchtfolgen des ökologischen Landbaus zu entwickeln, im Anbau zu erproben und gemeinsam mit den Mitgliedern der OG zu bewerten. Das Projekt untergliederte sich hierfür in drei Teilbereiche:



- Auf zehn Praxisbetrieben in den Naturräumen Marsch, Geest und Hügelland wurden Zwischenfruchtvarianten auf Demoflächen angelegt und bewertet. Auf den Flächen wurden ebenfalls die Aufwüchse beprobt (Massezuwachs, Gemengepartner) und Boden-  $N_{\min}$ -Werte im Herbst und im Frühjahr erhoben.
- Im Exaktversuch „Bovenau“ wurden auf einer Fläche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein über 3 Anbaujahre verschiedene Zwischenfruchtvarianten in eine sechsfeldrige Fruchtfolge integriert. Die Aufwüchse wurden beprobt und analysiert. Es wurden für die Fragestellung relevante Parameter erhoben und ausgewertet (Boden- $N_{\min}$ , N-Auswaschung, Treibhausgasemissionen, ober- und unterirdische Biomassebildung). Die Zwischenfruchtaufwüchse wurden beprobt, fraktioniert und analysiert und die Ertragswirkung auf die Folgekultur wurden bestimmt.
- Im flexiblen Exaktversuch auf dem Versuchsgut „Lindhof“ der CAU Kiel wurden weitere Aspekte wie ein vorgezogener Saatzeitpunkt (Etablierung der Zwischenfrucht als Untersaat), alternative Gemengepartner, die ggf. auch eine Futternutzung der Zwischenfrucht ermöglichen sowie reduzierte Saatstärken erprobt und ausgewertet.

### III. Ergebnisse der OG in Bezug auf

#### a) Gestaltung der Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit der Mitglieder der OG erfolgte regelmäßig per Telefon- oder E-Mail-Kontakt von dem Projektpartner LK SH. So konnten stets zeitnah neue Entwicklungen oder anstehende Veränderungen (z.B. Ausscheiden eines OG-Mitglieds oder Verlängerungsantrag) an alle Mitglieder kommuniziert werden. Die Praxisbetriebe wurden regelmäßig per Mail mit Informationen über die Anlage der Zwischenfrucht-Demoparzellen auf den Betrieben versorgt. Es gab Rückmeldungen von den Betrieben, sowie Austausch zum Umgang mit anstehenden Düngemaßnahmen oder Nutzungen der Zwischenfruchtaufwüchse, so dass die Projektpartner stets einen Überblick über die Situation vor Ort gewinnen konnten. Persönlich wurden die Praxisbetriebe mindestens zweimal jährlich bei den Aufwuchsbeprobungen und  $N_{\min}$ -Untersuchungen besucht, so dass weitere Fragen geklärt werden konnten. Seitens der Betriebsleiter der Praxisbetriebe wurde überwiegend der Kontakt aufgenommen, wenn Probleme auftauchten oder Maßnahmen im Betrieb anstanden, die einen Einfluss auf die Demoplanen haben könnten.

Persönliche Treffen gab es weiterhin auf den Meetings und Workshops der OG. Diese halbjährlichen Treffen waren allerdings teilweise sehr schwach besucht, so dass der gewünschte Austausch der Betriebe untereinander nicht in dem Maße stattfinden konnte, wie es erwünscht war. Einen engen persönlichen Austausch gab es in der Projektlaufzeit vor allem zwischen den Projektpartnern LK SH und CAU, zumal die Mitarbeiter der CAU Matthias Böldt und Ralf Loges die Betreuung der Exaktversuche maßgeblich begleitet, gesteuert und ausgewertet haben. Auch bei der Betreuung der Praxisbetriebe haben die Partner eng zusammengearbeitet.

Die Zusammenarbeit in der OG hat sich damit als erfolgreich erwiesen. Der persönliche Kontakt zu den Praxisbetrieben und der enge Austausch zwischen den Partnern LK SH und CAU haben maßgeblich zu diesem Erfolg beigetragen. Das Angebot der von der OG organisierten Arbeitstreffen ist nicht in dem Umfang von den Praxisbetrieben wahrgenommen worden, wie es wünschenswert gewesen wäre. Der Kontakt der Betriebe zu den Projektpartnern, aber auch der Praxisbetriebe untereinander per E-Mail oder per Telefon konnte dies jedoch zum großen Teil ausgleichen.

## **b) Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Projekts**

Die Arbeit der OG hat vor allem davon profitiert, dass die Praxisbetriebe motiviert waren und ein starkes Interesse an den Ergebnissen und der Einschätzung der verschiedenen Zwischenfruchtstrategien an den Tag legten. Viele Ideen und Sichtweisen der Landwirte, ihre Erfahrungen und betrieblichen Hintergründe fanden daher Eingang in den Projektverlauf. Dass sich Betriebsleiter von Standorten innerhalb, aber auch zwischen den verschiedenen Naturräumen zu den Varianten ausgetauscht haben, hat die Zusammenarbeit inhaltlich wesentlich bereichert. Weiterhin suchten die Landwirte aktiv den Kontakt zu den Partnern LK SH und CAU, so dass das Bottom-Up-Prinzip als wesentlicher Aspekt der Zusammenarbeit innerhalb einer OG, gewährleistet war. Die Projektpartner übernahmen damit oft die Rolle des Bündlers von Informationen, bereiteten diese auf und stellten sie den Landwirten wiederum zur Verfügung. Die „Win-win-Situation“ in der Zusammenarbeit von Praxis, Verbänden und Wissenschaft und Forschung konnte in dem Projekt deutlich herausgestellt werden.

### **c) Weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projekts**

Eine weitere formale Zusammenarbeit der Mitglieder der OG ist bislang nach Abschluss des Projektes nicht vorgesehen. Die Praxisbetriebe stehen weiterhin im engen Austausch untereinander zum Thema Zwischenfrüchte. Die Projektpartner LK SH und CAU sind einerseits weiterhin Ansprechpartner für die Betriebe, wirken vor allem aber auch als Multiplikatoren der Ergebnisse und tragen diese entsprechend weiter in ihren Veröffentlichungen, Forschungsvorhaben und in ihrer Beratungstätigkeit. Damit wird es einen weiteren Austausch der Mitglieder der OG zum Thema Zwischenfrüchte geben, der jedoch nicht den verbindlichen Charakter einer Arbeitsgruppe haben wird.

## **IV. Ergebnisse des Innovationsprojektes**

### **a) Zielerreichung**

Die zum Projektstart gesetzten inhaltlichen Ziele des EIP-Projektes wurden erreicht und es konnten zahlreiche praxisrelevante neue Erkenntnisse generiert werden. Obwohl die Witterungsbedingungen im dreijährigen Projektzeitraum sehr unterschiedlich und oft auch schwierig waren, konnte mit den Demoanlagen eine klare betriebsindividuelle Einschätzung der Praxisbetriebe getroffen und die Aspekte für die Standorteignung der einzelnen Varianten beschrieben werden. Der Anspruch einer statistischen Auswertung der Aufwuchsbeprobungen auf den Praxisbetrieben über die einzelnen Naturräume bestand nicht, da nicht nur die Witterung, sondern auch der betriebsindividuelle Umgang mit den Zwischenfruchtkulturen stark differierte (Düngung, Nutzung der Aufwüchse). Vielmehr zählte hier die individuelle Bewertung der Landwirte auf Grundlage ihrer Erfahrung und des betrieblichen Hintergrundes. Ziel war es, gemeinsam mit den Betrieben ein Bild davon zu erarbeiten, welche der in den Exaktversuchen erarbeiteten Zwischenfruchtstrategien auf welchen Standorten sinnvoll umgesetzt werden können, um Nährstoffe zu konservieren und für die Folgekulturen verfügbar zu machen.

Der wissenschaftliche Exaktversuch auf der Versuchsfläche der LK SH, der von Matthias Böldt (CAU) intensiv begleitet und ausgewertet wurde, erbrachte statistisch signifikante Ergebnisse, so dass fundierte Aussagen zur Nährstoffdynamik, aber auch zu den Umweltauswirkungen in Abhängigkeit der Zwischenfruchtstrategie getroffen werden können. Der „flexible Exaktversuch“ auf dem Lindhof, bei dem alternative Zwischenfruchtarten getestet wur-

den, sowie Zwischenfruchtvarianten bei reduzierter Saatstärke und bei vorgezogenem Saatzeitpunkt etabliert wurden, ermöglicht es ebenfalls, wissenschaftlich belegte Aussagen in Bezug auf Kostenreduktionspotentiale bei der Etablierung und in Bezug auf eine wirtschaftliche Verwertung von Zwischenfruchtaufwachsen zu treffen. Durch das Verzahnen der Arbeitsgebiete der OG-Mitglieder Praxis (Betriebsleiter), Beratung (DVL und LK SH) und Wissenschaft und Forschung (CAU) konnte ein umfassendes Bild von den verschiedenen Strategien erfasst und die praktische Umsetzbarkeit bewertet werden.

## **b) Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen**

### Klimatische und Witterungseinflüsse

Die Witterungsverläufe in den Projektjahren variierten sehr stark. Dies schränkt die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus den drei Anbaujahren stark ein. Dieser Einfluss zieht sich durch alle drei im Projekt betrachteten Bereiche: Demoanlagen auf Praxisbetrieben, Exaktversuch in Bovenau und flexibler Exaktversuch auf dem Lindhof. So waren im Winter 2015/2016 mit mehr als 400 mm Niederschlag im Zeitraum von Oktober bis März deutlich höhere Niederschlagsmengen zu verzeichnen als in den Folgejahren, so dass die Sickerwassermenge und die daran gekoppelten Auswaschungsverluste in dieser Anbausaison deutlich höher waren als im Durchschnitt der Jahre. Der Zwischenfruchtanbau im Spätsommer und Herbst 2016 zeichnete sich durch einen sehr warmen September und Oktober aus, so dass die abfrierenden, teilweise aber auch die winterharten Zwischenfruchtvarianten in die Blüte und anschließend teilweise auch in Samenreife gerieten. Auf einigen Praxisbetrieben wurden aus phytosanitären Gründen (Durchwuchsgefahr in den Folgejahren bei Samenreife der Zwischenfrüchte) die Zwischenfrüchte im Oktober nach Rücksprache mit den Projektpartnern gemulcht, so dass die Ergebnisse der Aufwuchsbeobachtungen im Frühjahr nicht sinnvoll verwertet werden konnten. Im Spätsommer 2016 und 2017 kam es während und nach der Druschfruchternte zu starken Niederschlägen, so dass die Zwischenfrüchte auf den Praxisbetrieben zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten ausgesät wurden. Auch im Exaktversuch in Bovenau wurden zur Zwischenfruchtsaison 2017/ 2018 die Zwischenfrüchte erst im September ausgedrillt. Zusätzlich zu den Witterungseinflüssen erschwerten im Exaktversuch Bovenau technische Probleme mit der Drillmaschine ein sauberes Vorgehen bei der Aussaat. Die Zwischenfrüchte gingen unterentwickelt in den Winter, so dass unter Berücksichtigung der Kosten-Nutzen-Relation die wissenschaftliche Begleituntersuchung deutlich reduziert wurde, da eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen der Vorjahre nicht zu erwarten war.

### Technische und organisatorische Einflüsse

Dadurch, dass die Anlage der Demoparzellen auf den Praxisbetrieben mit betriebseigener und nicht mit standardisierter Versuchstechnik durchgeführt wurde, kam es zu deutlichen Abweichungen in den Anlagen.

Hinzu kommt, dass auch die betrieblichen Ziele im Hinblick auf die Nährstoffverwertung von Wirtschaftsdünger (Düngung der ZF) oder auf eine gewünschte Nutzung der Zwischenfruchtaufwüchse eine wichtige Rolle spielen. Nach Rücksprache mit den Projektpartnern wurden die Aufwüchse in einem Fall vorzeitig umgebrochen oder in einem anderen Fall mit Schafen beweidet. Auch Erfahrungen (positive wie negative), die die Betriebsleiter bereits vor dem Projekt mit Zwischenfrüchten gemacht hatten, beeinflussten den Umgang mit den Kulturen. Aufgrund von Bedenken zweier Betriebsleiter im Hinblick auf die Durchwuchsproblematik in den Folgekulturen wurde im Herbst 2016 den Betrieben das vorzeitige Mulchen bzw. die Einarbeitung der Bestände ermöglicht, was ebenfalls zu einer stark eingeschränkten Auswertbarkeit der Aufwuchsbeprobungen führte (s.o.).

### **c) Projektverlauf**

#### **Juni 2015 bis September 2016**

##### Teilbereich Demoflächen auf Praxisbetrieben

Die Praxisbetriebe des Innovationsprojekts wurden am 29.6.2015 zu einer Auftaktveranstaltung auf dem Lindhof-Versuchsgut der CAU eingeladen. Neben der Vorstellung des Projekts ging es auch um die Möglichkeit, von den Betriebsleitern Ideen aufzunehmen und mit den Projektpartnern zu diskutieren.

Am 3. Juli wurde vom Projektpartner Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Saatgut bestellt, welches direkt an die teilnehmenden Praxisbetriebe ausgeliefert wurde. Die Betriebe haben nach der Getreideernte auf jeweils drei Teilschlägen Demoanlagen mit den verschiedenen Zwischenfrucht-Ansaatmischungen angelegt, um dort einzelne Aspekte des Zwischenfruchtanbaus im Zusammenhang mit den naturräumlichen Gegebenheiten abzubilden. In Zusammenarbeit mit dem Projektpartner DVL wurde eine Saatmischung mit vielfältigem Blütenangebot entwickelt, die ebenfalls auf den Praxisbetrieben zum Einsatz kommt. Allen Betrieben wurde die Möglichkeit eingeräumt, den Versuch um eine weitere Parzelle mit betriebstypischer Zwischenfruchtstrategie zu ergänzen, die ebenfalls beprobt werden sollte.

Nach der Ernte der Hauptkulturen und nach Aussaat der Zwischenfrüchte wurden alle Praxisbetriebe in der Zeit von November 2015 bis Februar 2016 mindestens zweimal besucht. Beim ersten Betriebsbesuch wurden die genauen Daten und Koordinaten der Versuchsflächen aufgenommen und es wurden die Bedingungen der Zwischenfrucht-Aussaat dokumentiert (Ernte der Hauptfrucht, Düngung, Bodenbearbeitung zur Zwischenfrucht). Bewertet wurden in den Zwischenfruchtvarianten die Mängel im Auflauf, der Bodendeckungsgrad, die Wüchsigkeit und die Bestandsanteile der Kulturpflanzen und ggf. der Begleitpflanzen. In einer Beprobung der Aufwüchse wurden die Trockenmasse der Aufwüchse und die jeweiligen Nährstoffgehalte ermittelt. Zusätzlich wurden durch Fraktionierung der geernteten Biomasse die Ertragsanteile der Zwischenfrucht, des Gemengepartners und der nicht angesäten Arten bestimmt. Bei einem zweiten Betriebsbesuch wurden in allen Zwischenfruchtvarianten auf den Versuchsbetrieben jeweils vier  $N_{\min}$ -Proben gezogen und analysiert. Erste Ansätze und Tendenzen in den Ergebnissen konnten bei einem Treffen der Operationellen Gruppe am 24.5.2016 in den Räumen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein vorgestellt und mit den Teilnehmern diskutiert werden.

Da eine nach vorhergehender Zwischenfrucht differenzierte Ertragserfassung auf den Praxisbetrieben nicht möglich war, wurden in der ersten Juli-Hälfte auf allen Praxisbetrieben Biomasse-Aufwüchse aus der Hauptkultur entnommen und gewogen. Damit konnte zumindest eine erste Abschätzung des Vorfruchtpotenzials der Zwischenfrucht-Varianten in der Praxis vorgenommen werden. Das Saatgut zur Aussaat der Zwischenfrüchte stand auf den Praxisbetrieben rechtzeitig zum Beginn der Getreideernte bereit. Die Mischungspartner und -verhältnisse wurden nach Rücksprache der Projektpartner beibehalten, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen.

Die Ernte der Hauptkulturen erfolgte auf den Praxisbetrieben spät, da die Witterung zur Erntesaison schwierig und die Zeitfenster für die Ernte der Druschfrüchte wegen anhaltender Regenfälle meist kurz waren. Infolgedessen wurden auf den Praxisbetrieben die Zwischenfrüchte meist erst in der zweiten Augusthälfte ausgesät. Es wurden erneut Demoanlagen auf den Praxisbetrieben mit jeweils drei Versuchsvarianten und optional der betriebstypischen Strategie in den Naturräumen Marsch, Geest und Hügelland angelegt. Auf dem Betrieb Ketelsen (Naturraum Marsch) konnte wegen eines Unfalls der Betriebsleiter keine Anlage erfolgen. Zum Ausgleich und nach Absprache mit den Projektpartnern wurde eine zweite Demofläche auf dem Betrieb Dührsen GbR nach der Frühkartoffelernte angelegt. Der warme Witterungsverlauf beschleunigte die Entwicklung der Bestände auf den Betrieben.

### Teilbereich Exaktversuch in Bovenau

Auf der Versuchsfläche in Bovenau standen, angelegt als Großparzellen zur Ernte 2015 die Kulturen Sommerweizen, Sommertriticale, Erbsen, Hafer, Sommergerste (+ Untersaat Rotkleegras), Rotkleegras. In allen sechs Versuchsblöcken sind jeweils 32 Versuchspartzellen (8 x 4,5 m) per GPS eingemessen worden. In die stehenden Hauptfrüchte Sommertriticale und Erbsen wurden am 4. Juni auf jeweils vier Einzelpartzellen bereits die Zwischenfruchtvarianten „Deutsches Weidelgras“ und „Deutsches Weidelgras + Weißklee“ als Untersaaten etabliert worden. Die Untersaaten blieben nach der Ernte als kostengünstig etablierte überwinterte Zwischenfruchtvariante stehen.

Die Hauptkulturen wurden zwischen dem 11. und dem 21. August abgeerntet. Am 20. August wurden nach den Hauptfrüchten Triticale und Erbse in die gekreiselte Fläche auf jeweils vier Einzelpartzellen die weiteren Zwischenfrüchte und Zwischenfrucht-Mischungen (Gelbsenf, Gelbsenf-Sommerwicke, Winterrübsen, Winterrübsen-Winterwicke) ausgedrillt. Zusätzlich wurden mit derselben Wiederholung folgende Kontrollvarianten: a) mit Selbstbegrünung ohne jegliche Bodenbearbeitung bzw. b) ohne Beikrautaufwuchs (freigehalten durch regelmäßige Stoppelbearbeitung) angelegt. Letztere Variante simuliert auf Versuchspartzellen eine der Standardvorgehensweisen landwirtschaftlicher Betriebe, die den Zeitraum zwischen zwei Hauptkulturen zur mechanischen Wurzelunkrautbekämpfung nutzen.

Begleitend zu den Kulturmaßnahmen wurden die Hauptkulturen und die Zwischenfrüchte bonitiert und über  $N_{\min}$ -Beprobungen der Bodenreststickstoffgehalt nach der Ernte festgestellt. Nach der Ernte der Hauptkulturen wurden auf den Zwischenfruchtpartzellen Lachgashauben aufgebaut, mit denen seit Mitte August wöchentlich die Lachgas- und Methan-Emissionen der jeweiligen Zwischenfruchtvarianten gemessen wurden. Nach dem Auflaufen der ZF-Bestände wurden Netzbeutel mit wurzelfreiem Boden eingebracht, durch deren regelmäßige Beprobung der Zuwachs und das Absterben der Humus-relevanten Wurzeln vergleichend bestimmt werden konnte. In der letzten Septemberwoche wurden erste Zuwachsbeprobungen der Zwischenfrüchte durchgeführt.

Die wöchentlichen Lachgas-Messungen wurden bis zur Aussaat der Folgekultur fortgeführt. Weiterhin wurden im wöchentlichen Rhythmus mit Hilfe von keramischen Saugkerzen die Nitrat-Stickstoffgehalte in der Bodenlösung ermittelt um auf deren Basis die Nitratauswaschung der Zwischenfruchtvarianten vergleichen zu können. Alle zwei Wochen wurde der  $N_{\min}$ -Gehalt in allen Zwischenfruchtvarianten beprobt. Alle vier bis sechs Wochen wurden die Inhalte der in den Boden eingebrachten Netzbeutel analysiert, um den Zuwachs bzw. das

Absterben der humusrelevanten Wurzeln zu bestimmen. An vier Terminen in dem Zeitraum von November 2015 bis Februar 2016 wurden Zuwachsbeprobungen in allen Varianten durchgeführt, um die Masse und die Zusammensetzung der Aufwüchse zu ermitteln und um den Stickstoffgehalt in den Aufwüchsen zu messen.

Im November 2015 wurde ergänzend zu der beschriebenen Versuchsbehandlung auf Unterpflanzen der Zwischenfruchtaufwuchs von der Fläche entfernt, um eine potentielle Nutzung der Zwischenfrüchte mit späterer Rückführung der Nährstoffe in Form von Gärrest zu simulieren. Die Applikation des Stickstoff-Äquivalents in Form eines Gärrestes aus einer reinen NaWaRo-Anlage erfolgte kurz vor der Aussaat der Folgekulturen Hafer und Erbse.

Im März 2016 wurden die zu prüfenden Zwischenfruchtvarianten umgebrochen und die Marktfrüchte Erbse bzw. Hafer als Folgekulturen angesät. In der Periode zwischen Aussaat und Ernte wurden weiterhin wöchentlich die Lachgasemissionen, zweiwöchentlich die Boden-N<sub>min</sub>-Gehalte und in regelmäßigen Abständen der Zuwachs an Sprossmasse bzw. die N-Aufnahme der beiden Marktfrüchte in Abhängigkeit der vorgestellten Zwischenfrucht untersucht.

Ende August 2016 wurden die Hauptkulturen Erbse und Hafer gedroschen und die Ertragsdaten parzellenscharf erfasst. Analysen des Erntegutes auf N-Gehalte sowie auf weitere Qualitätsparameter wurden durchgeführt. Eine abschließende N<sub>min</sub>-Beprobung der einzelnen Parzellen in der Tiefe 0-90 cm beendete das erste Versuchsjahr.

Bei einer Begehung der Versuchsfläche in Bovenau im Rahmen eines offenen Feldtags der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein am 27.6.2016 informierten sich die Teilnehmer über die Anlage des Versuchs und über die erzielten und zu erwartenden Ergebnisse. Die abreifenden Haferparzellen zeigten unabhängig von der Zwischenfruchtsaatmischung eine deutlich bessere Entwicklung im Vergleich zu den Kontrollparzellen ohne Zwischenfrucht.

Zum Start des 2. Versuchsjahres wurden im August auf den geräumten Flächen der Wintertriticale und der Erbse am 22.08.2018 die Ansaat der zu prüfenden Zwischenfruchtvarianten für das zweite Untersuchungsjahr vorgenommen. Die Versuchsanlage wurde dabei in einem identischen Design wie im Vorjahr angelegt und beprobt.



Aus den Ergebnissen des Zwischenfruchtanbaus 2015/16 ließen sich bereits folgende Erkenntnisse gewinnen:

- Die Körnerleguminose als Vorfrucht birgt über Winter ein umweltrelevantes Stickstoffauswaschungsrisiko von über  $100 \text{ kg NO}_3\text{-N ha}^{-1}$  in sich
- Zwischenfrüchte schaffen es die systemaren N-Verluste signifikant zu mindern
- Die als Alternative zum klassischen Zwischenfruchtanbau zu prüfenden Gras- bzw. Klee gras-Untersaaten zeigen jeweils die geringsten N-Auswaschungs-Verluste auf
- Der absterbende Gelbsenf neigt unter den klimatischen Bedingung Schleswig-Holsteins gegenüber den winterharten Zwischenfrüchten zu höheren N-Verlusten, da die abgestorbene Biomasse bereits im Spätwinter mineralisiert und auswaschungsrelevanten Stickstoff freisetzt.

#### Teilbereich flexibler Exaktversuch auf dem Lindhof

Auf dem Versuchsgut Lindhof der CAU wurden jeweils Mitte August der Jahre 2015, 2016 und 2017 neben den auf den OG-Mitgliedsbetrieben angelegten Zwischenfruchtsaatmischungen Exaktversuche angelegt, in denen unter anderem der Einsatz alternativer Zwischenfruchtarten und Mischungen für die in den beiden anderen Versuchsansätzen getesteten Verfahren zur Zwischenfruchtetablierung geprüft wurden. Ein Fokus der Versuche stellte die alternative Bewertung des potentiell erntbaren Zwischenfruchtaufwuchses für eine futterbauliche Nutzung bzw. in einer Biogasanlage dar. Es wurden jeweils auf Unterparzellen sowohl Beprobungen des Herbst- und des Frühljahraufwuchses durchgeführt. Hiermit wurde der Gedanke der OG-Mitglieder aufgegriffen gleichzeitig einen finanziellen Wert der Zwischenfrüchte zu generieren bzw. durch die Nutzung der Zwischenfrüchte variabel einsetzbare Wirtschaftsdüngemittel zu generieren, die in Stickstoffmangelsituationen in anderen Fruchtfolgegliedern zur Stabilisierung der Erträge eingesetzt werden konnten. Gleichzeitig würde durch eine Nutzung des Aufwuchses typischer nicht winterharter Zwischenfrüchte die im Bovenauer Exaktversuch beschriebene Problematik entschärft, wonach aus dem in der Regel Ende Dezember abgestorbenen Zwischenfruchtaufwuchs bereits ab Januar umweltrelevantes Nitrat ausgewaschen werden kann. Zusätzlich wurden in diesem Versuch jeweils auch die Leguminosenkomponenten Sommer- und Winterwicke der beiden Stoppelsaatmischungen auf ihre potentielle Aufwuchs- und Luftstickstoffbindeleistung als Reinbestand untersucht. Weiterhin wurden Einzelarten getestet, die über ihr Blühverhalten das Potential für die Erhöhung der biotischen Biodiversität zeigten. Folgende Bestände wurden etabliert: Inkarnatklee als Alternative zu Winterwicke; Erbse und Ackerbohne als Alternative zu Som-

merwicke; Einjähriges Weidelgras, Rauhafer, Ölrettich bzw. Sommerfutterraps als Alternative zu Gelbsenf und Winterfutterraps als Alternative zu Winterrüben. Im dritten Projektjahr 2017 wurden zusätzlich weitere gängige Zwischenfrüchte, wie Grünroggen, Welsches Weidelgras und das Landsberger-Gemenge in das Versuchsdesign aufgenommen. Als Kontrolle diente jeweils ein Gemenge aus Deutschem Weidelgras und Weißklee, das bereits jeweils Mitte Mai in den Vorfruchtbestand Winterdinkel per Untersaat mit Pneumatikstreuer in Kombination mit Beikrautstriegel kostengünstig ausgebracht wurde. Die jeweilige Anlage der Untersaaten bzw. Stoppelfrüchte erfolgte zeitlich synchron zum Exaktversuch in Bovenau. Parallel zu einer Anlage der Versuchsvarianten mit Saatstärken nach Standardempfehlungen wird der Effekt einer Reduzierung der Aussaatstärken auf 2/3 der empfohlenen Saatstärken getestet. Auch die drei Saadmischungen, die auf den Praxisbetrieben getestet wurden, sowie eine Untersaat-Variante (Deutsch Weidelgras mit/ ohne Weißklee) waren in den Exaktversuch in der empfohlenen wie auch der reduzierten Saatstärke integriert. Bei der Beprobung Ende November zeigte sich kein signifikant negativer Effekt der Einsparung von Saatgut auf die Leistung der Bestände. Die getesteten Arten Rauhafer, jähriges Weidelgras und Inkarnatklee stellten in Bezug auf ihre Leistungen gute Alternativen zu den standardmäßig getesteten Arten dar. Der Umstand, dass sämtliche Versuchsvarianten auf dem Lindhof im Gegensatz zu denen in Bovenau nach einem abtragenden Getreide gesät wurden, führte zu einer Abweichung der Rangierung der Varianten in Bezug auf die gebildete Biomasse. Der niedrigere Stickstoffstatus der Fläche des Lindhofes führte zu einem deutlich besseren Abschneiden der Leguminosen haltigen Saadmischungen im Vergleich zu den Reinsaaten ohne Leguminosen, die nicht zur Bindung von Luftstickstoff befähigt sind und unterstreicht damit das Potential Leguminosen enthaltender Zwischenfruchtmischungen als zusätzliche Inputquelle für Stickstoff in den Betrieb.

Ein Ziel des ergänzenden Versuches auf dem Versuchsgut Lindhof war die Prüfung alternativer Zwischenfruchtarten insbesondere im Hinblick auf den optimierten Einsatz auf Betrieben, auf denen neben Marktfrucht- auch Futter- bzw. Gemüsebau betrieben wird. Sowohl für Futterbau- als auch Gemüsebaubetriebe kommen wegen der im Vergleich zum Marktfruchtanbau oft späteren Etablierung der Folgekultur (Silomais bzw. Gemüse) Zwischenfruchtarten zum Tragen, die eine hohe Biomassebildung in der ersten Frühjahrshälfte leisten können. Allerdings wird auf den Futterbaubetrieben zusätzlich besonderer Wert auf hohe Futterqualität gelegt. Bei der Beprobung der erntbaren Sprossmasse in der 2. Aprilhälfte zeigten folgende winterfeste Arten gute Ertragsergebnisse: Winterwicke, Inkarnatklee, Winterfutterraps aber auch das Einjährige Weidelgras, welches in jedem der 3 Versuchsjahre den Winter

unerwartet produktiv überstanden hat. Wie im Bovenauer Exaktversuch stellten sich die als Alternative zum klassischen Zwischenfruchtanbau zu prüfenden Gras- bzw. Klee-gras-Untersaaten als besonders interessant dar, da diese im Gegensatz zu klassischen Stoppel-zwischenfrüchten sowohl eine Nutzung im Herbst und zusätzlich eine Ende April ermöglichen.

## **September 2016 bis September 2017**

### Teilbereich Demoflächen auf Praxisbetrieben

Der Herbst 2016 und der Winter 2016/2017 zeichneten sich durch einen mild-warmen Witterungsverlauf im September und Oktober sowie durch vergleichsweise geringe Winter-Niederschlagsmengen aus. Durch die warmen Temperaturen bis in den Oktober hinein konnten sich die Kulturen gut entwickeln. Aus Gründen der Feldhygiene haben zwei Betriebe die nicht winterharten Varianten vorzeitig gewalzt bzw. gemulcht, bevor der Gelbsenf in die Samenbildung ging. Im Dezember und Januar wurden auf den Betrieben in allen Varianten Bodenproben gezogen und der  $N_{\min}$ -Gehalt analysiert (Herbst  $N_{\min}$ ). Bis ins Frühjahr 2017 hinein wurden auf allen Demoanlagen der Praxisbetriebe die Biomasse-Aufwüchse beprobt, sowie Frühjahrs- $N_{\min}$ -Proben gezogen.

Ein Treffen der Operationellen Gruppe war für das Frühjahr 2017 geplant, konnte dann aber wegen Absagen mehrerer Teilnehmer (verzögerte Frühjahrsbestellung) nicht sinnvoll durchgeführt werden. Auf Wunsch der Praxisbetriebe wurde der Workshop auf den Herbst 2017 verschoben.

Vor der Getreideernte 2017 wurden auf den Praxisbetrieben erneut Biomasse-Aufwüchse aus den Hauptkulturen entnommen und gewogen, um die Auswirkung der Zwischenfrucht-Varianten auf den Ertrag der Folgekultur standortabhängig abschätzen zu können. Die Getreideernte 2017 erfolgte ähnlich wie in 2016 unter schwierigen Bedingungen. Trotz der zunächst frühzeitig beginnenden Abreife konnten die Kulturen wegen des zu Ende Juli einsetzenden dauerhaften Regens nicht, bzw. nur unter widrigen Bedingungen geerntet werden. Die Aussaat der Zwischenfrüchte erfolgte daher auch in 2017 spät in der zweiten August-Hälfte. Es wurde keine Veränderung an den Mischungspartnern und Verhältnissen vorgenommen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen der Vorjahre zu ermöglichen.

### Teilbereich Exaktversuch in Bovenau

Die zweite Zwischenfruchtperiode 2016/17 wurde praktisch deckungsgleich zum ersten Versuchsjahr angelegt, um eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Jahren zu gewährleisten. Im August 2016 startete mit der parzellenscharfen Bestellung der Zwischenfrüchte nach den Hauptkulturen Erbse und Triticale das zweite Versuchsjahr. Der Umfang und die Intensität der beprobten Parameter auf die C- und N-Dynamik ist mit dem ersten Versuchsjahr identisch. D.h., es wurden fortlaufend im regelmäßigen Turnus der ober- und unterirdische Zuwachs, die Lachgasemissionen, die Boden-N<sub>min</sub>-Gehalte und die Nitratfracht der verschiedenen Zwischenfruchtvarianten vergleichend untersucht. Dafür wurden wie in 2015 dauerhaft Saugkerzen, statische Klimagas-Messkammern und Wurzelnetzbeutel in den Parzellen installiert.

Die Fragestellung einer Bergung der Zwischenfrüchte im November für eine bioenergetische Nutzung wurde wieder aufgegriffen. Hierfür wurde durch einen Vollernter ein Teil der Zwischenfruchtbestände vor dem Winter abgefahren. Eine Rückführung des Nährstoffäquivalents erfolgte Ende März zur Bestellung der Hauptkulturen Erbse und Hafer. Durch diese Maßnahme wurde vor dem Winter zusätzlich Stickstoff von der Fläche entzogen, um diesen dann nährstoffäquivalent möglichst ertragssteigernd wieder zur Folgefrucht zu applizieren. Die Sommerungen wurden, ebenfalls identisch zum ersten Versuchsjahr, fortlaufend wöchentlich auf die Lachgasemissionen, Boden-N<sub>min</sub>-Gehalte und das Sprosswachstum hin untersucht. Das zweite Versuchsjahr wurde mit der parzellenenscharfen Ernte der Hauptkulturen zu Ende August erfolgreich beendet.

Ausgewählte Ergebnisse aus dem ersten Versuchsjahr des Projektes konnten im Rahmen eines Vortrages auf der „14ten Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau“ im März 2017 präsentiert werden. In der anschließenden Diskussion mit dem Fachpublikum zeigte sich, dass die Gefahr umweltrelevanter Nährstoffverluste, bspw. durch Nitratauswaschungen, insbesondere nach dem Anbau von Körnerleguminosen ein aktuelles Thema in der Praxis darstellt. Der im EIP-Projekt fokussierte Lösungsansatz des standortabhängigen Einsatzes von Zwischenfrüchten (Vergleich: Untersaat, winterhart, nicht-winterhart) wurde positiv aufgenommen. Die dargestellten Ergebnisse zu den Lachgasverlusten und Nitratauswaschungen aus dem Parzellenversuch in Bovenau führten zu anschließend kontroversen Diskussionen. Auch die ersten Auswertungen der Ergebnisse aus dem zweiten Versuchsjahr wiesen einen ähnlichen Trend auf wie im ersten Jahr. Daher behielten die bereits im Vorjahr getroffenen Aussagen weiterhin ihre Gültigkeit.

### Teilbereich flexibler Exaktversuch auf dem Lindhof

Auch im zweiten Versuchsjahr wurden neben den im Versuch in Bovenau getesteten Arten folgende Kulturen auf dem Lindhof etabliert: Inkarnatklee alternativ zu Winterwicke; Erbse und Ackerbohne alternativ zu Sommerwicke; Einjähriges Weidelgras, Rauhafer, Ölrettich bzw. Sommerfutterraps alternativ zu Gelbsenf sowie Winterfutterraps und Winterfutterroggen alternativ zu Winterrüben. Ergänzend wurde erneut der Effekt einer Reduktion der Saatstärken auf 2/3 der von Saatguthändlern empfohlenen Mengen getestet. Bei der ersten Beprobung der erntbaren Sprossmasse in der 2. Novemberhälfte zeigten sowohl Futtererbsen, Sommerwicke, Rauhafer und Einjähriges Weidelgras gute Ergebnisse und Futterqualitäten.

Diese wurden allerdings von der Klee grasuntersaat, welche zudem sehr kostengünstig etabliert werden konnte, ertraglich übertroffen. Wie in 2015 zeigten Winterwicke, Winterroggen und Inkarnatklee im Herbst nur mäßige (nicht im Herbst futterbaulich nutzbare) Aufwüchse. Dennoch sind diese Zwischenfrüchte sehr interessant, da deren Hauptzuwachs im zeitigen Frühjahr liegt und deren Beprobung im Frühjahr 2016 hohe Erträge lieferte. Bei dieser Beprobung zeigte sich die Klee gras-Untersaat als besonders interessant, da diese sowohl eine Nutzung im Herbst und zusätzlich eine Ende April ermöglichte.

Bei der Neuanlage des Versuches Mitte August 2017 wurde der Versuch um Welsches Weidelgras und sog. Landsberger-Gemenge als weitere Produktionsalternativen ergänzt. Anstelle des bearbeiteten Faktors der Saatstärke wurden die Faktoren a) Wirtschaftsdüngung sowie b) Intensität der Bodenbearbeitung (Stoppelbearbeitung versus Pflugfurche) ins Versuchsprogramm des dritten Projektjahres aufgenommen. Ziel war es, die umweltfreundliche Zwischennutzung von Wirtschaftsdüngern in Zwischenfruchtsystemen mit Abfuhr zu testen bzw. zu prüfen ob der Mehraufwand einer intensiven Bodenbearbeitung durch gleichzeitig reduzierten Unkrautdruck bzw. Mehrerträge bei der Zwischenfruchtnutzung gerechtfertigt ist.

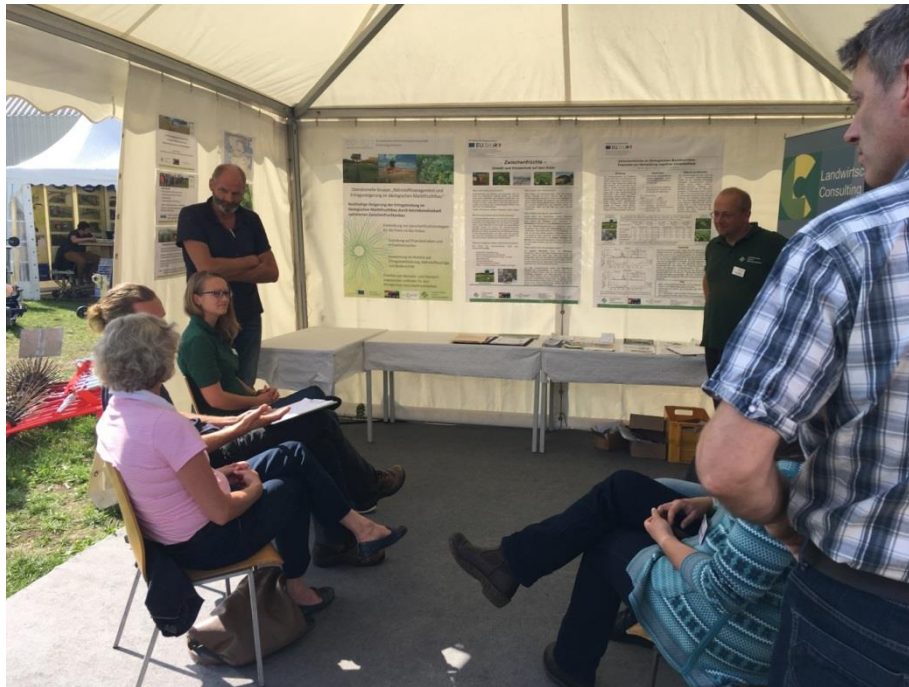
## **September 2017 bis zum Projektende im November 2018**

### Teilbereich Demoflächen auf Praxisbetrieben

Nach der Druschfruchternte 2017 wurden erneut auf den Praxisbetrieben Demoflächen mit den vom Projekt vorgegebenen Zwischenfruchtmischungen angesät. Der Praxisbetrieb Kettelsen (Reußenköge), dessen Demoanlage wegen einer Unfalls der Betriebsleiter bereits im Winter 2016/17 auf den Betrieb Dührsen GbR an einer anderen Stelle der Fruchtfolge übertragen wurde, schied ganz aus dem Projekt aus, da der Betrieb vollständig eingestellt wurde und die Flächen anderweitig verpachtet wurden. Der Betrieb Dührsen GbR hatte auch zur Herbstaussaat der Zwischenfrüchte in 2017 die Demoanlage übernommen.

Bis ins Frühjahr 2018 hinein wurden auf allen Demoanlagen der Praxisbetriebe die Biomasse-Aufwüchse beprobt, sowie Herbst- und Frühjahrs- $N_{\min}$ -Proben gezogen. Am 1.11.2017 fand ein Treffen der Operationellen Gruppe auf dem Versuchsbetrieb Lindhof der CAU statt. Die Teilnehmer tauschten sich über ihre Erfahrungen im Projekt, insbesondere über die Vorzüge und Bedenken im Hinblick auf die winterharten Zwischenfrüchte aus. Im Anschluss an das Treffen konnten die Teilnehmer sowohl die Demoanlagen, als auch den flexiblen Exaktversuch besichtigen.

In den Monaten Juli bis September 2018 wurden Interviews mit den Praxisbetrieben durchgeführt, in denen ein Rückblick auf den Zwischenfruchtanbau im Rahmen des Projekts in den vergangenen 3 Jahren gehalten wurde. Es wurden neben den Fragen zur Umsetzung des Projekts auch weitere tangierende Fragen gestellt, um betriebs- und standortspezifische Rückmeldungen zu Düngung, möglichen Nutzungen der Aufwüchse und zur Einarbeitung insbesondere der winterharten Zwischenfrüchte zu bekommen. Am 1.9.2018 fand das Abschluss-treffen der Operationellen Gruppe auf der landwirtschaftlichen Ausstellung NORLA in Rendsburg statt. Björn Ortmanns erläuterte den Teilnehmern den Projektverlauf und die bis dahin vorliegenden Ergebnisse (Abb. 2).



**Abb. 2: Abschlusstreffen des EIP Zwischenfrüchte im Ökologischen Marktfruchtanbau am 01.09.2018 auf der NORLA**

#### Teilbereich Exaktversuch in Bovenau

Die dritte und letzte Zwischenfruchtperiode 2017/18 wurde deckungsgleich zu den zwei vorangegangenen Jahren angelegt. Aufgrund technischer Probleme bei der Bestelltechnik kam es hierbei allerdings zu einem, im Vergleich zu den Vorjahren, zeitlich verzögerten Drilltermin von August in den September. Dies und die hohe Niederschlagsverteilung im Herbst 2017 sorgten für einen stark verringerten Feldaufgang der Zwischenfrüchte. Die Gesamttrockenmassebildung der Zwischenfrüchte fiel daher gegenüber den Vorjahren stark zurück. Eine wissenschaftliche Begleituntersuchung wurde daher im dritten Jahr, unter Berücksichtigung der Kosten-Nutzen-Relation, aufgrund der erwartbaren schlechten Vergleichbarkeit zu den Vorjahren nicht in der vorherigen Intensität weitergeführt. Dennoch wurde sich innerhalb des Projektgruppe dazu entschlossen, den Versuch hinsichtlich der Ertragswirkung auf die Folgefrucht weiter zu beobachten, um auch den Einfluss eines Extremwetterjahres in die Ergebnisdiskussion mit den landwirtschaftlichen Praxispartnern einfließen lassen zu können. Die parzellenscharfe Ansaat der nachgestellten Sommerkulturen im Frühjahr 2018 wurde daraufhin abermals erfolgreich durchgeführt und anschließend im Juli beerntet.

### Teilbereich flexibler Exaktversuch auf dem Lindhof

Das Trockenjahr 2018 hat die Rolle die Futterzwischenfrüchte zur Absicherung des Winterfutturvorrates unterstrichen. Da sowohl das Dauergrünland als auch der Mais aufgrund der Extremtrockenheit deutliche Ertragsdefizite aufzeigten, waren ab Mitte Juli Zwischenfrüchte wie das im flexiblen Exaktversuch auf dem Lindhof getestete Einjährige Weidelgras, das Landsberger Gemenge bzw. das Welsche Weidelgras in der breiten Praxis gefragt. Viele Anfragen von Landwirten mussten und konnten auf Basis der Versuchsergebnisse des EIP-Projektes beantwortet werden. Die Versuchsergebnisse des 3. Projektjahres kamen dort gerade rechtzeitig. Folgende Bestände wurden im flexiblen Exaktversuch auf dem Lindhof in der Saison 2017/2018 getestet:

- als Reinsaaten: Inkarnatklee, Winterwicke, Grünerbse, Sommerwicke, Einjähriges Weidelgras, Welsches Weidelgras, Rauhafer, Sommerfutterraps sowie Winterfutterraps und Winterfutterroggen
- als Gemenge: Landsberger Gemenge (bestehend aus Welschem Weidelgras, Winterwicke und Inkarnatklee), jeweils mit und ohne Zumischung von Winterfutterroggen.

Bei der Beprobung der erntbaren Sprossmasse Ende April zeigten folgende winterfeste Arten gute Ergebnisse in Bezug auf Ertrag und Futterqualität: Winterwicke, Inkarnatklee, Winterfutterraps aber auch das Einjährige Weidelgras, welches ebenfalls wieder den Winter unerwartet produktiv überstanden hat. Wie im Bovenauer Versuch zeigten sich die als Alternative zum klassischen Zwischenfruchtanbau zu prüfenden Gras- bzw. Klee-Gras-Untersaaten als besonders interessant, da diese sowohl eine Nutzung im Herbst und zusätzlich eine Ende April ermöglichen. Anstelle des bearbeiteten Faktors der Saatstärke wurden in 2017/2018 die Faktoren a) Wirtschaftsdüngung sowie b) Intensität der Bodenbearbeitung (Stoppelbearbeitung versus Pflugfurche) ins Versuchsprogramm des dritten Projektjahres aufgenommen. Die im Versuch getestete Nutzung der Zwischenfrüchte zeigte sich als wirtschaftlich profitables Element der Futtererzeugung gerade für Betriebe mit beschränkter Anbaufläche. Der Mehraufwand einer intensiven Bodenbearbeitung zahlte sich zum einen durch reduzierten Unkrautdruck und zum anderen durch Mehrerträge bei der Zwischenfruchtnutzung aus. Herbstgülle zeigte sich durch genutzte Zwischenfrüchte wie Welsches Weidelgras, Landsberger Gemenge und Einjährigem Weidelgras gut verwertet und entlastet den Zwang sonst entsprechend höhere Güllelagerkapazität über Winter vorhalten zu müssen. Da für die neu in die Exaktversuche aufgenommen Versuchsvarianten Bodenbearbeitung und Wirtschafts-



düngung kein weiteres Projektjahr als Wiederholung möglich war, wurde die Alternative geprüft, typische Zwischenfruchtsaatmischungen, die sowohl eine Herbst- als auch eine Frühjahrsnutzung zuließen (Einjähriges Weidelgras, Welsches Weidelgras und Landsberger-Gemenge) jeweils mit und ohne Wirtschaftsdüngung und jeweils alternativ nach intensiver und extensiver Bodenbearbeitung auf einem weiteren Versuchsstandort in Schleswig-Holstein mit abweichenden Bedingungen anzulegen. Der auf die Aktivitäten der OG im Bereich Zwischenfruchtbau aufmerksam gewordene Landwirt Markus Rohweder aus Buchholz erklärte sich bei einem Besuch der Exaktversuche auf dem Lindhof spontan bereit, die genannten zentralen Varianten als Versuchsanlage auf seinem Betrieb parallel zum Lindhof im August 2017 anzulegen. Obwohl dieser Standort ebenfalls im östlichen Hügelland, allerdings bei Lübeck gelegen ist, ist als Besonderheit anzusprechen, dass dieser Betrieb konventionell bewirtschaftet wird und so die gleichen Saatmischungen und Versuchsbehandlungen im gleichen Kalenderjahr in einer komplett anderen Umwelt getestet werden konnten.

Der um die Varianten Wirtschaftsdüngung und Bodenbearbeitung zur Bestellung der Zwischenfrüchte im letzten Projektjahr ergänzte Zwischenfrucht-Exakt-Versuch weckte unerwartet großes Interesse bei konventionell wirtschaftenden Kollegen. Grund hierfür ist das Cross-Compliance-Auflagen und die neue Düngeverordnung Zwischenfruchtbau als Greening-Maßnahme bzw. aufgrund der Einschränkungen bei der Ausbringung von Gülle im Herbst als interessante Alternative darstellen. Denn über Zwischenfrüchte lässt sich Herbstgülle sinnvoll nutzen und in Jahren angespannter Grundfutterverfügbarkeit stellen Zwischenfrüchte eine kostengünstige Futterquelle dar. Zahlreiche Besuchergruppen auf dem Lindhof haben sich von den Leistungen futterbaulich genutzter Zwischenfrüchte inspirieren lassen.

Als abschließendes Besuchergruppen-Highlight ist der gemeinsame Besuch dreier französischer EIP-OG-Gruppen Ende November 2018 zu nennen, die sich vom intensiven Zwischenfruchteinsatz auf dem Lindhof haben überzeugen können (Abb. 3).



**Abb. 3: Gemeinsamer Besuch dreier französischer EIP-OG-Gruppen am 27. 11.2018 auf dem Lindhof, Besichtigung des großflächigen Zwischenfruchtanbaus von Jährigem Weidelgras, welches noch bis Ende November mehrfach beweidet wurde**

#### **d) Vorgehensweise und Ergebnisse des Projekts**

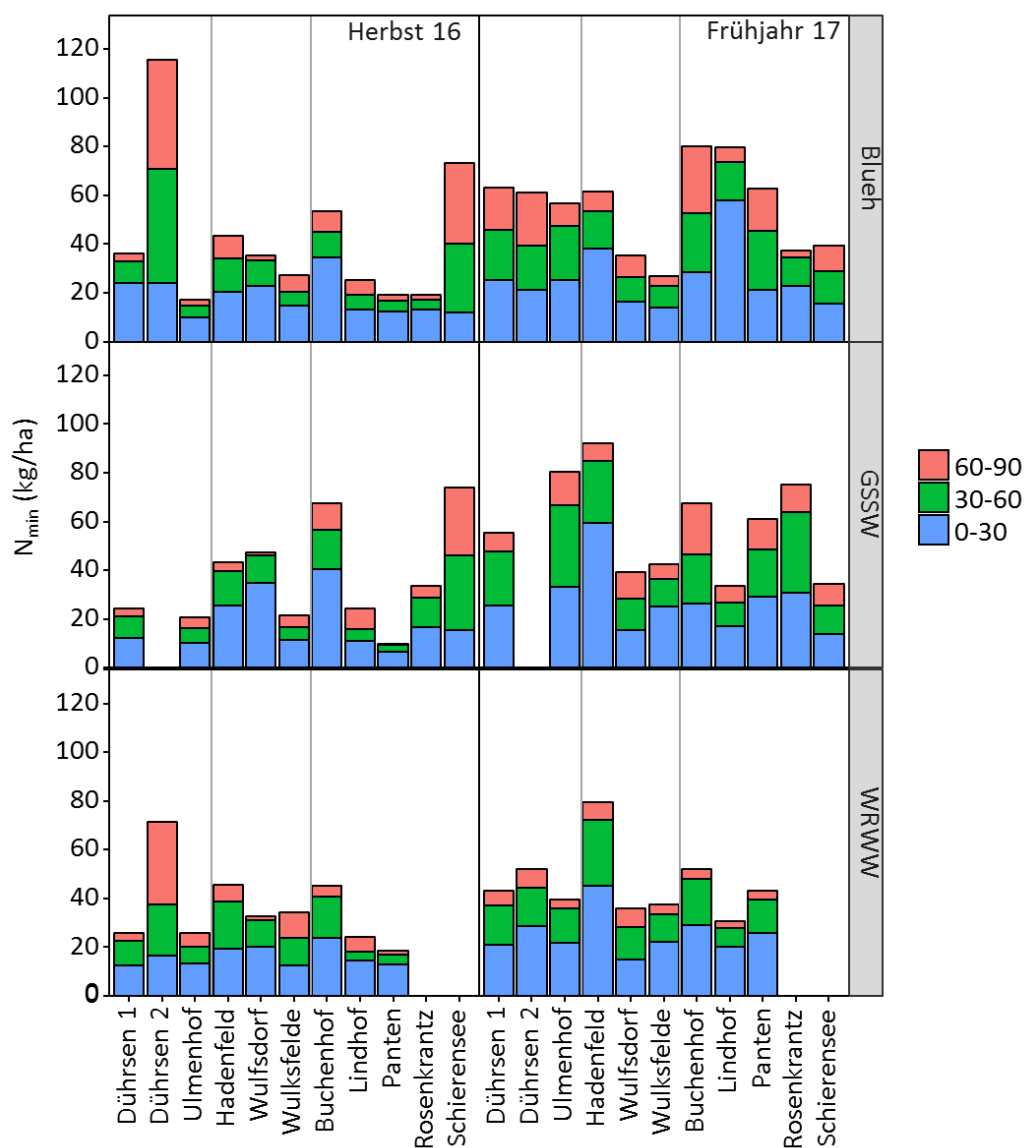
##### **I. Teilprojekt: Demoanlagen auf den Praxisbetrieben**

Auf Praxisschlägen der zehn landwirtschaftlichen Betriebe wurden in enger Begleitung durch die Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Lars Wollenberg und Björn Ortmanns jeweils 3 Demoflächen zu je 0,5 ha durch den Betrieb angelegt und mit den zur Verfügung gestellten Zwischenfruchtmischungen angesät. Es kamen jeweils eine abfrierende Variante (Gelbsenf mit Sommerwicke), eine winterharte Variante (Winterrübsen mit Winterwicke) und eine Blümmischung zum Einsatz. Die Zusammenstellung der Blümmischung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem DVL (Tab. 6). Es wurden im Herbst die Aufwüchse der einzelnen Varianten beprobt, fraktioniert und analysiert. Weiterhin wurden im Herbst und im Frühjahr jeweils  $N_{\min}$ -Proben (0-90 cm) gezogen, um die Auswaschungsgefahr auf den unterschiedlichen Standorten im Zusammenhang mit den Zwischenfruchtvarianten zu bewerten (Abb. 4). In der Variante „Blümmischung“ wurden zudem die Anteile an bestandsbildenden Arten dokumentiert (Abb. 5).

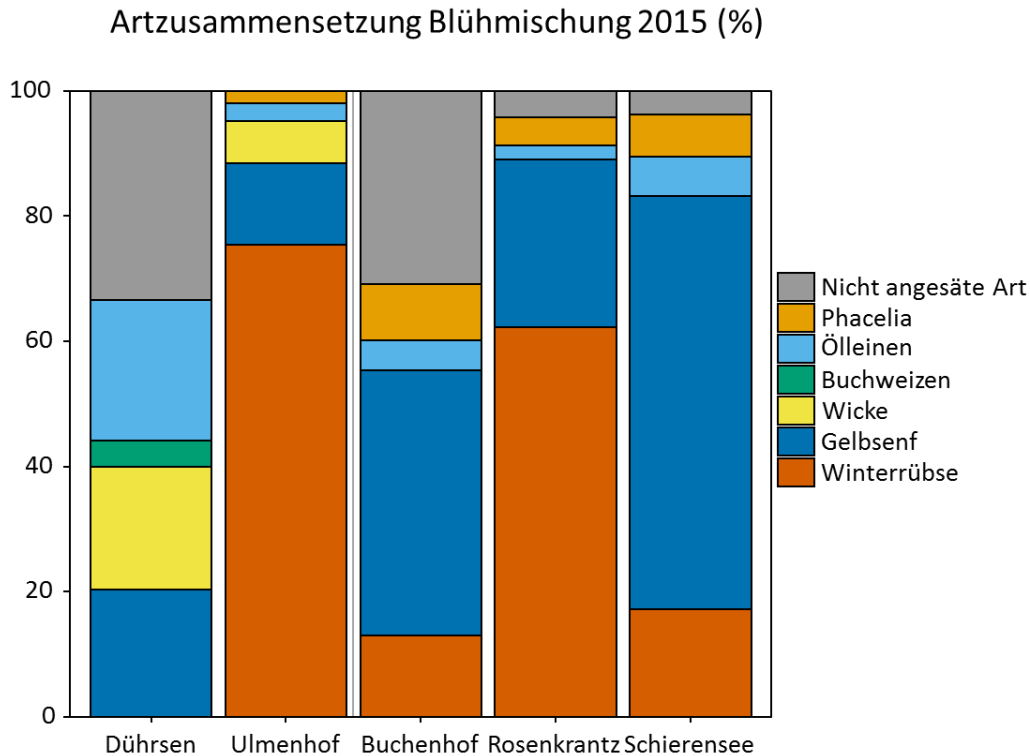
**Tab. 6: Pflanzenarten und Mischungsanteile in der Blümmischung**

Pflanzenart	Anteil der Mischung (%)
Gelbsenf	4,6
Leindotter	1,7
Rübsen	2,3
Futtererbse	33
Inkarnatklee	6,9
Winter-Wicke	27,5
Echter Buchweizen	12,5
Phacelia	2,1
Ollein/Lein	9,2

### N<sub>min</sub> der Bodentiefe 0-90 cm



**Abb. 4: Herbst- und Frühjahrs-N<sub>min</sub>-Werte der Praxisbetriebe in den verschiedenen Varianten. Tendenziell liegen die Frühjahrs-N<sub>min</sub>-Werte in der winterharten Variante niedriger als in den abfrierenden Varianten. Statistisch abgesichert ist dieser Zusammenhang jedoch nicht.**



**Abb. 5: Die Artzusammensetzung der Blümmischung variierte stark zwischen den einzelnen Betrieben. Ein signifikanter Zusammenhang im Hinblick auf den Standort/ Naturraum konnte nicht hergestellt werden (Beispiel Auswertung 2015)**

Da es sich bei den auf den Praxisbetrieben angelegten Demoflächen nicht um wissenschaftliche Exaktversuche mit einer definierten Anzahl an Wiederholungen handelte, sondern die Anbaueignung unter Praxisbedingungen im jeweiligen Naturraum untersucht und von den Praktikern bewertet werden sollte, war eine statistische Auswertung der Ergebnisse nicht vorgesehen, und sie war aufgrund der breiten Streuung der Werte auch nicht möglich. Zentraler Aspekt bei der Bewertung der Zwischenfruchtvarianten auf den Betrieben waren daher die Interviews, die nach Ablauf der drei Anbaujahre mit den Betriebsleitern geführt wurden.

Folgende Tendenzen lassen bei den Analyse-Ergebnissen der Beprobungen auf den Praxisbetrieben erkennen:

- Der Trockenmassezuwachs liegt bei der abfrierenden Variante (Gelbsenf mit Sommerwicke), aber auch bei der Blühvariante tendenziell höher als bei der winterharten Variante.

- Eine gesicherte Aussage zur Vorzüglichkeit der winterharten Variante gegenüber der abfrierenden Variante in Bezug auf die Boden-N<sub>min</sub>-Gehalte lässt sich auf Grundlage der Analysen nicht treffen.
- Die Blütmischung zeigt insbesondere im auswertbaren Zeitraum Herbst 2016 eine hohe Diversität an bestandsbildenden Blütenpflanzen.

Diese Tendenzen sind aufgrund der breiten Streuung der Werte nicht statistisch abgesichert.

Aus den Interviews mit den Praxisbetrieben lassen sich folgende Einschätzungen der einzelnen Zwischenfruchtvarianten aus Sicht der praktischen ökologischen Landwirtschaft zusammenfassen:

#### Abfrierende Variante (Gelbsenf mit Sommerwicke)

- + Zuverlässiges Abfrieren, leichte Einarbeitung, phytosanitärer Vorteil
- + Hohe Massebildung
- Höhere N-Verluste nach dem Abfrieren möglich
- Folgekultur wird als sichtbar schwächer wahrgenommen

#### Winterharte Variante (Winterrüben mit Winterwicke)

- + beste N-Fixierung, geringste N-Verluste erwartet
- + Folgekultur steht sichtbar besser da
- Weniger Massebildung, weniger üppig
- Phytosanitäre Bedenken, konsequentes Einarbeiten notwendig

#### Blütmischung

- + positiver Beitrag zur Biodiversität (Nahrungsangebot und Rückzugsraum für Insekten, Vögel, Niederwild)
- + gut für das Image der Landwirtschaft
- Weniger Massebildung, keine aufrechte Struktur
- Keine gute Bodendeckung, Gefahr der Verunkrautung, phytosanitäre Bedenken

#### Betriebstypische Variante Untersaat

- + kräftiger sicherer Aufwuchs („gelingt immer“), höchste N-Fixierungsleistung
- + Variante ist vor Winterung möglich
- Keine Stoppelbearbeitung möglich (phytosanitäre Bedenken)
- Keine zusätzliche Arbeitsspitze für Aussaat der Zwischenfrucht

In Zusammenhang mit dem Standort lassen sich aus den Interviews folgende Tendenzen ableiten:

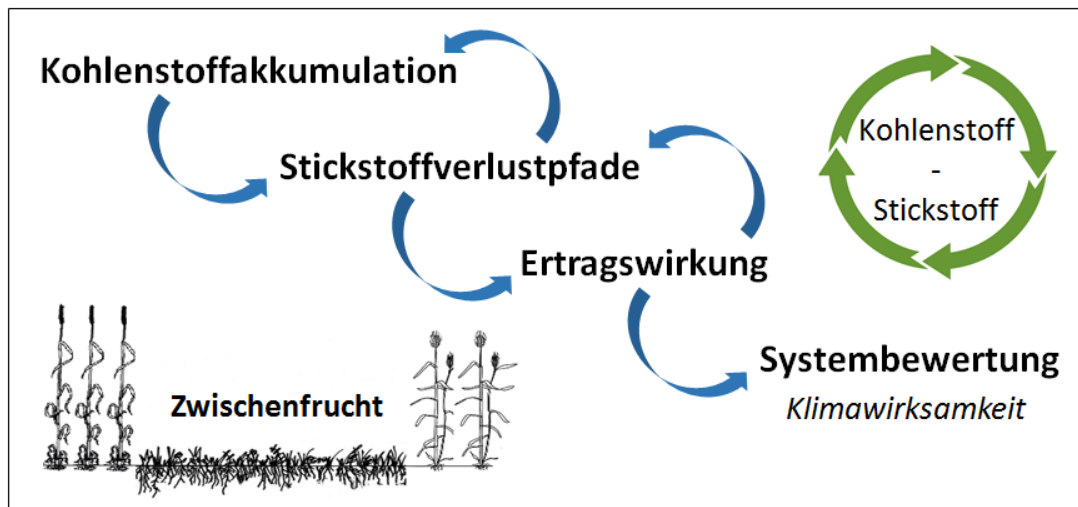
Betriebe im Naturraum Marsch bevorzugen die betriebstypische Variante Untersaat. Untersaaten gelangen auf den schweren, späten Standorten zuverlässig und bieten die höchsten N-Fixierungsleistungen. Die Varianten der Stoppelzwischenfrüchte (abfrierend und winterhart) bilden aufgrund der späten Zwischenfruchtaussaaten und der frühzeitig abnehmenden Tageslängen keinen sicheren Masseaufwuchs.

Betriebe im Naturraum Geest bevorzugen die Variante der winterharten Zwischenfrüchte, bzw. die vorgezogene Ausbringung der Zwischenfrucht als Untersaat. Das Risiko der Nährstoffauswaschung bei abfrierenden Zwischenfrüchten wird von den Betrieben auf Geeststandorten am stärksten wahrgenommen, winterharte Zwischenfrüchte dagegen gelangen auf den leichteren, wärmeren Standorten eher und führen zu einer besseren N-Fixierung und Bindung von Luftstickstoff durch den Leguminosenanteil. Ob die winterharten Zwischenfrüchte als Untersaat oder als Stoppelzwischenfrucht ausgebracht werden, hängt flächenspezifisch vom Unkrautdruck (Möglichkeit zur Stoppelbearbeitung) und der Fruchtfolge ab (Drahtwurmrisko im Kartoffelbau) ab.

Auf Standorten im Naturraum Östliches Hügelland wurde keine der Varianten eindeutig bevorzugt. Die bessere N-Fixierungsleistung und die geringere Auswaschungsgefahr bei winterharten Zwischenfrüchten wurde von allen Betriebsleitern im Interview genannt. Die Entscheidung, ob eine abfrierende oder winterharte Zwischenfruchtvariante, eine Blütmischung oder Alternative Zwischenfrucht-Untersaat gewählt wurde entschied sich betriebsindividuell und einzelflächenbezogen auf Grundlage der oben angeführten Aspekte. Neben produktionstechnischen Aspekten spielen ebenfalls die Erfahrungen und Neigungen des Betriebsleiters eine Rolle (Imagetransfer durch die Anlage von Blühflächen).

## 2. Teilprojekt: Exaktversuch in Bovenau

(Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Pflanzenbau- und Pflanzenzüchtung)



### a. Zielsetzung

Der Fokus des durchgeführten Versuches lag auf der vergleichenden Untersuchung von winterharten, abfrierenden und als Untersaaten etablierten Zwischenfruchtkulturen hinsichtlich der systemaren Stickstoff (N)-Verluste und der Kohlenstoff (C)-Akkumulation. Der Einfluss einer unterschiedlichen Fruchtfolgegestaltung der Zwischenfrüchte fand zusätzlich Berücksichtigung.

Es wurden folgende Annahmen getestet:

1. Abfrierende Zwischenfrüchte weisen gegenüber winterharten Zwischenfrüchten höhere systemare Stickstoffverluste auf.
2. Eine als Untersaat etablierte Zwischenfrucht reduziert die Stickstoffverluste am effektivsten.
3. Winterharte Zwischenfrüchte haben den höchsten Kohlenstoffeintrag zu Folge.

### b. Standort

Der Versuchsstandort lag in der Nähe des Ortes Bovenau im Naturraum „Vorgeest“ in Schleswig-Holstein. Im dargestellten Bodenprofil sind deutlich die typischen Merkmalsausprägungen einer Braunerde zu erkennen (Abb. 6). Insbesondere die typisch scharfe Abgrenzung des humusangereicherten Oberbodens ( $A_h$ -Horizont) ist im Vergleich zu dem stark sandigen Unterboden gut erkennbar. Braunerden sind allgemein aus eiszeitlichen, sandigen Ablagerun-



gen entstanden und gelten hinsichtlich der Nährstoffverlagerungen als auswaschungsgefährdete Standorte.



Koordinaten 54.32 N, 9.80 O  
 Bodenart sandiger Lehm (Sl2)  
 Bodentyp Norm-Braunerde  
 Ø Jahrestemperatur 8,8° C  
 Ø Jahresniederschlag 826 mm

**Abb. 6: Bodenprofil der Versuchsfläche (Tiefe 1,50 m)**

**Tab. 7: Bodeneigenschaften der Versuchsfläche zum Versuchsbeginn 2015**

Bodentiefe (cm)	Leh			pH	dB (g cm <sup>-3</sup> )	N <sub>tot</sub> (%)	C <sub>org</sub> (%)	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
	Sand	m (%)	Ton						5	K <sub>2</sub> O (mg 100g <sup>-1</sup> )	Mg
0 - 30	79	16	6	5,5	1,5	0,14	1,4	10	16	11	2,9
30 - 60	80	15	5	-	1,6	0,09	1,1	12	12	8	3,4
60 - 90	86	9	5	-	1,5	0,02	0,3	15	5	5	3,9

### c. Methoden

Der Versuch wurde in den Jahren 2015-2018 auf einer Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in der Nähe des Ortes Bovenau angelegt. Die gesamte Fläche wurde seit 2013 über zwei Jahre mit einem Rotklee-Gras-Bestand auf eine zukünftig ökologische Bewirtschaftungsweise umgestellt. Im Jahr 2014-2015 wurde eine für einen viehlos wirtschaftenden Öko-Ackerbaubetrieb typische 6-gliedrige Fruchtfolge mit den Kulturen „Sommerweizen – Wintertriticale – Erbse – Hafer – Dinkel (+ Klee-Gras-Untersaat) – Klee-Gras“ etabliert. Jede Kultur wurde dabei als Großparzelle (68 x 18 m) angelegt. In drei aufeinander-

folgenden Versuchsjahren wurde nach den Vorfürchten Erbse und Wintertriticale jeweils eine randomisierte, einfaktorielle Blockanlage mit sechs Zwischenfruchtvarianten angelegt (n=4 Wiederholungen; Parzellengröße 8 x 4,5 m). Die Varianten wurden in Reinsaat als Gelbsef (abfrierend, Stoppelsaat), Winterrübsen (winterhart, Stoppelsaat) und Deutsches Weidelgras (winterhart, Untersaat in die Vorfrucht) angelegt. Zusätzlich wurden Zwischenfrucht-Mischungen mit einem legumen Gemengepartner als weitere Varianten gewählt und die Mischung mit jeweils der Hälfte der empfohlenen Ansaatstärke der Reinsaaten ausgedrillt. Als Kontrollen dienten Parzellen in Schwarzbrache (zweimalige Minimalbodenbearbeitung im Herbst) und Selbstbegrünung.

**Tab. 8: Versuchsfaktoren**

Versuchsfaktor	Faktorstufe	Kürzel	Saatstärke (kg ha <sup>-1</sup> )	Frost- toleranz	Bodenbear. vor Ausaat
Vorfrucht	Wintertriticale	TR	95		
	Erbse	ER	260		
Zwischenfrucht	Gelbsef	GS	20	-	+
	Gelbsef + Sommerwicke	GSSW	10 + 50	-	+
	Winterrübsen	WR	12	+	+
	Winterrübsen + Winterwicke	WRWW	6 + 30	+	+
	Dt. Weidelgras ( <i>Untersaat</i> )	DW	20	+	-
	Dt Weidelgras + Weißkl. ( <i>Untersaat</i> )	DWWK	10 + 3	+	-
	Selbstbegrünung	SG	-	+	-
	Schwarzbrache	SB	-		+
Folgefrucht	TR - Zwischenfrucht - Erbse	ERB	260		
	ER - Zwischenfrucht - Hafer	HAF	180		

Die untersuchten Anbaujahre gliedern sich jeweils in zwei Untersuchungsperioden: „Periode 1“ erstreckt sich von der Zwischenfrucht-Aussaat Ende August bis zum Umbruch im März des Folgejahres; „Periode 2“ umfasst den Zeitraum der Aussaat der Folgefrucht bis zur Druschernte im Spätsommer (Hafer nach Erbse; Erbse nach Wintertriticale). Die Zwischenfrüchte wurden im März umgepflügt. Eine aktive Düngung von außen fand auf den Flächen nicht statt. Insgesamt sollte in der Versuchsanordnung die wirtschaftsweise eines viehlosen Öko-Ackerbaubetriebes simuliert werden. Es wurden die Parameter Lachgasemissionen, Nitratauswaschung, mineralischer Bodenstickstoff, die N- und C-Aufnahme in der ober- und unterirdischen pflanzlichen Biomasse und die Ertragswirkung auf die Folgefrucht vergleichend untersucht.



**Abb. 7: Zwischenfrüchte und Erntetechnik**

*A: Deutsches Weidelgras, B: Winterrübsen, C: Gelbsenf, D: Ernte der Folgefrucht Hafer*

### **i. Ertragserfassung und Biomassebildung**

Die oberirdische Biomasse der Zwischenfrüchte wurde im Winterhalbjahr monatlich auf einer Fläche von 0,5 m<sup>2</sup> mit einer Schere bodennah beerntet. Das so gewonnen Pflanzenmaterial wurde daraufhin in seine Artenbestandteile nach den Fraktionen Hauptzwischenfrucht, Gemengepartner, Vorfruchtdurchwuchs und nicht angesäte Arten sortiert. Die Wurzelbildung und -masse der Zwischenfrüchte wurde mittels Wurzelsäckchen im 4-6 Wochenintervall periodisch erfasst und zur Abschätzung der unterirdischen maximalen Biomasseproduktion über den Betrachtungszeitraum aufaddiert („ingrowth core“ Methode). Die Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte im Spross und Wurzeln wurden anschließend laboranalytisch bestimmt. Zum Zeitpunkt der Druschernte der Vor- bzw. Folgefrucht wurde die oberirdische Biomasse sowie der Kornertrag der Hauptkulturen durch Handbeprobung und einem Parzellenmähdrescher erfasst und auf seine Nährstoffgehalte untersucht.



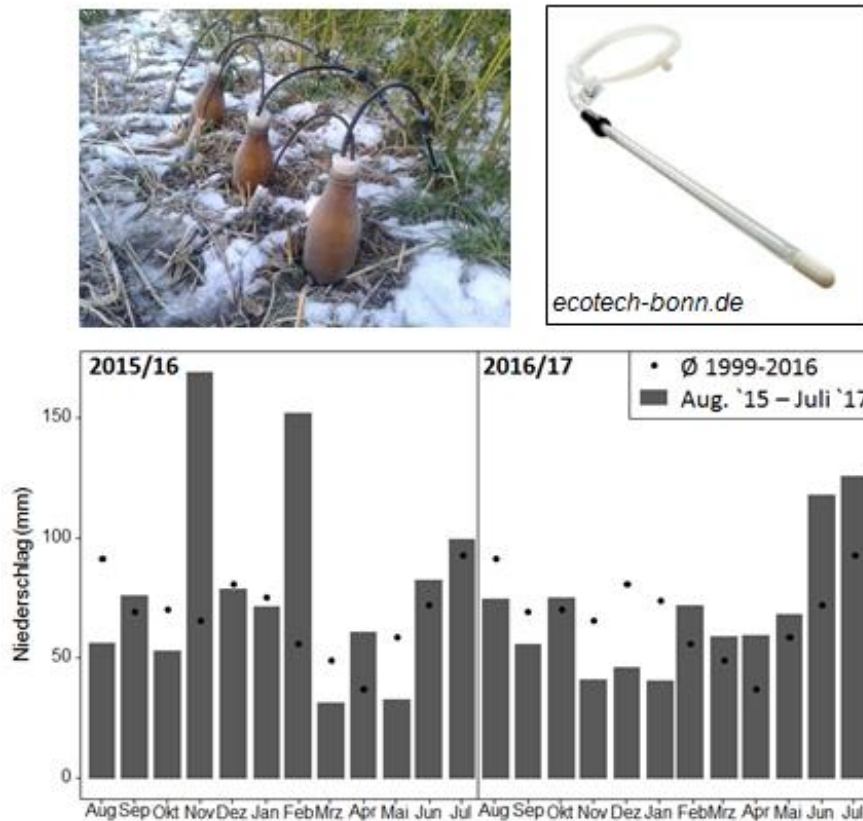
**Abb. 8: Erfassung der ober- und unterirdischen Biomasse**  
A: Oberirdisch - Schere, B – D: Unterirdisch - Wurzelsäckchen

### ii. Bodenstickstoff

Zur Überprüfung des pflanzenverfügbaren Bodenstickstoff-Vorrates in Form von Nitrat und Ammonium wurden monatlich über das gesamte Anbaujahr aus dem Oberboden (0-30 cm) mit einem Pürckhauer-Bohrstock parzellenscharf Bodenproben entnommen, welche anschließend auf die  $N_{\text{MIN}}$ -Gehalte (Nitrat, Ammonium) hin bestimmt wurden. Für eine bessere Abschätzung der N-Verlagerung in tiefere Bodenschichten wurden jeweils im `August – November – März – August` zusätzliche Proben in den Tiefen 0-30, 30-60 und 60-90 cm gezogen.

### iii. Stickstoffauswaschung

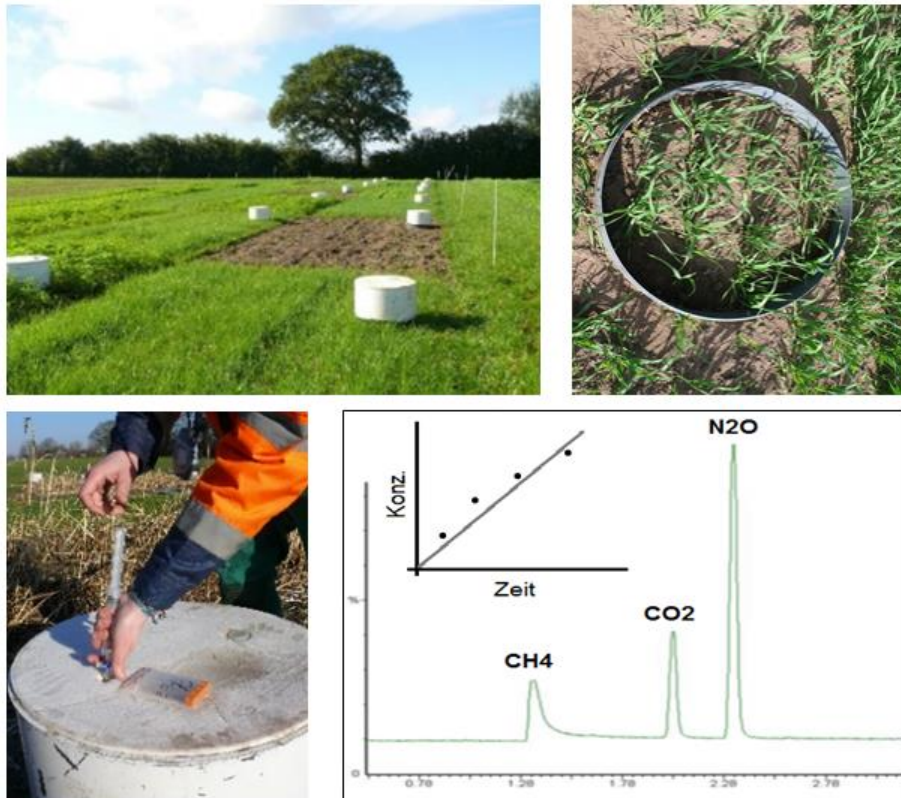
Das Sickerwasser wurde mittels keramischer Saugkerzen in der Zwischenfruchtperiode wöchentlich gezogen und auf seine Stickstoffkonzentrationen hin untersucht. Anschließend konnte, unter Berücksichtigung der täglichen Niederschlagsmengen und der Bodentextur, mittels einer modellierten klimatischen Wasserbilanz die Nitratfrachten bzw. gesamten ausgewaschenen N-Verluste berechnet werden. Die zugrunde gelegten Wetterdaten wurden von einer sich auf dem Nachbarschlag befindlichen DWD-Wetterstation „Ostenfeld“ (Stations-Nr. 6105) bezogen.



**Abb. 9: Sickerwassergewinnung mittels Saugkerzen und Sammelflaschen, Niederschlagsverteilung am Versuchsstandort**

#### iv. Lachgasemissionen

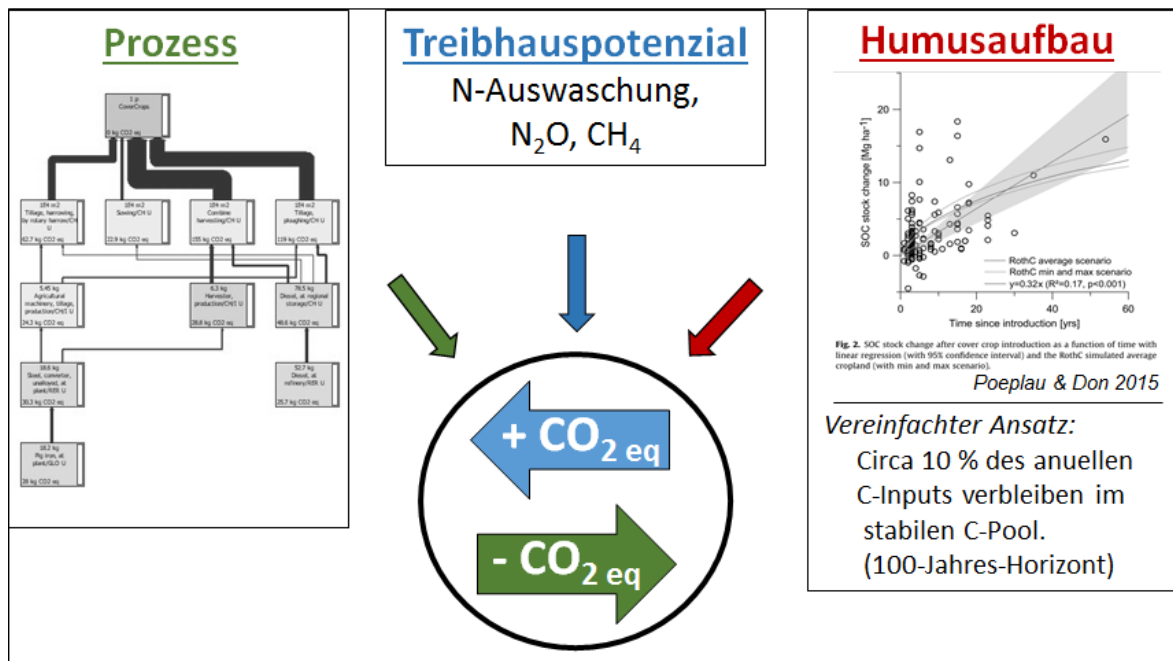
Die bodenbürtigen Treibhausgase wurden wöchentlich in der Zwischenfrucht- sowie Folgefruchtperiode mittels statischer Messkammern bestimmt. Dabei wurde jeweils für eine Stunde Rundhauben ( $h = 40 \text{ cm}$ ,  $d = 60 \text{ cm}$ ) auf im Feld dauerhaft fest installierte Bodenringe gesetzt. Anschließend wurde nach 0, 20, 40, und 60 Minuten eine Gasprobe aus der Haubenatmosphäre gewonnen und in vakuumierte Glasröhrchen überführt. Die Gasproben wurden daraufhin gaschromatographisch auf die Konzentrationen der Treibhausgase Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und Methan ( $\text{CH}_4$ ) hin bestimmt.



**Abb. 10: Gasprobengewinnung mittels Rundhauben zur Bestimmung der bodenbürtigen Treibhausgase, Chromatogramm einer Gasprobe**

#### v. Klimabilanzierung

Um die gesamten untersuchten Parameter in einem Schema zusammenführen und bewerten zu können, wurde eine Treibhausgasbilanz erstellt. Hier werden alle dem Zwischenfruchtanbau zuordenbaren und relevanten Emissionen erfasst und für eine allgemeine Vergleichbarkeit in CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>eq) umgerechnet. Das heißt es wurden zuerst alle beim Anbau entstehenden prozessbasierten Treibhausgase als Werte aus bereits existierenden Datenbanken (Ecoinvent v3, Agroscope) sowie anderweitig publizierten Studien zusammengestellt und aufsummiert. Hier gehen beispielsweise die bei der Saatguterzeugung, Bestellung, Bodenbearbeitung, Unkrautbekämpfung und Ernte entstandenen CO<sub>2</sub>-Verluste ein. Ergänzt werden die Ergebnisse dann mit dem im Feld gemessenen relevanten Messgrößen. So werden hier die direkten bodenbürtigen Emissionen wie Methan (1 kg CH<sub>4</sub> = 28 kg CO<sub>2</sub>eq) und Lachgas (1 kg N<sub>2</sub>O = 265 kg CO<sub>2</sub>eq) sowie die indirekten Lachgasemissionen (kg N-Fracht \* 0,0075 = kg N<sub>2</sub>O), welche sich aus den Nitratauswaschungsverlusten ergeben, einberechnet. Ergänzend wurde anschließend, unter der literaturgestützten vereinfachten Annahme, dass circa 10 % des organischen Kohlenstoffeintrags über die Zwischenfrüchte sich dauerhaft im stabilen Boden-C-Pool anreicherten, das Potenzial der Zwischenfrüchte als Kohlenstoffsenke berücksichtigt.

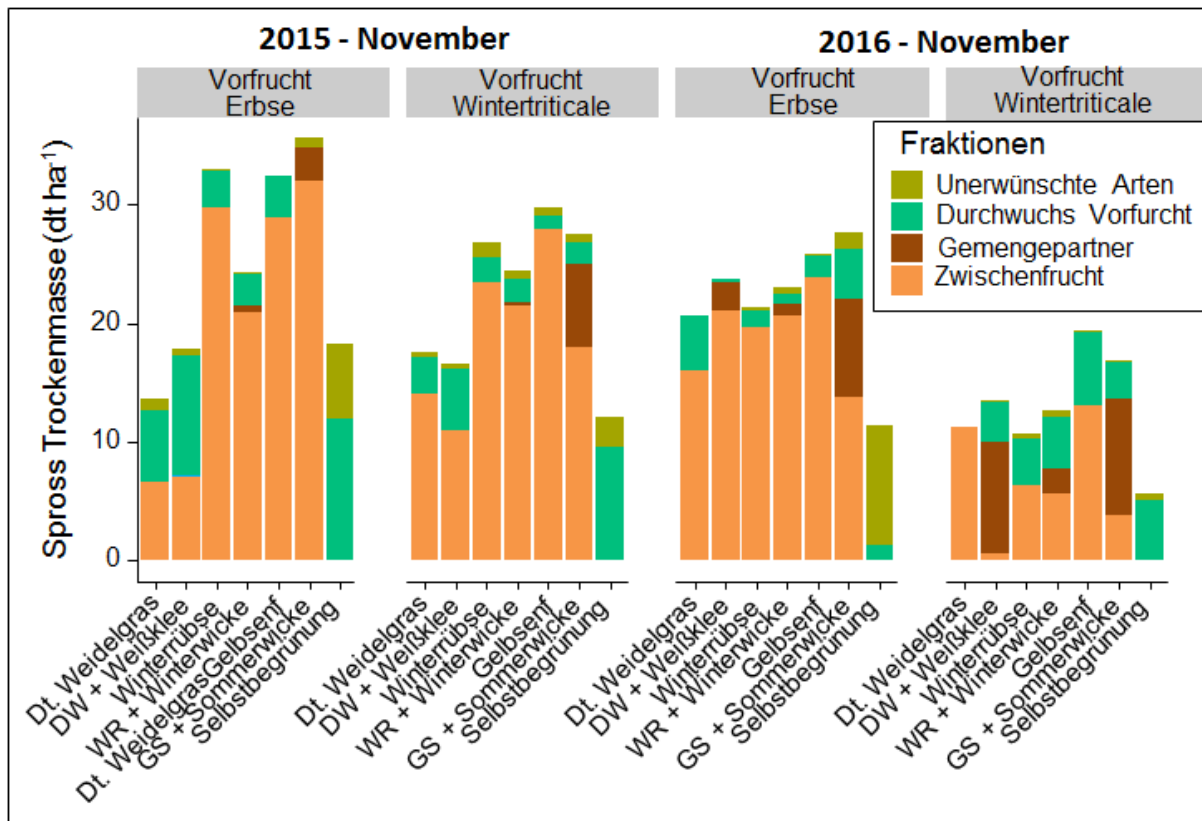


**Abb. 11: Schematische Darstellung der Eingangsgrößen der Klimabilanz**

## d. Ergebnisse

### i. Trockenmasseerträge und Unkrautunterdrückung

Insbesondere im ökologischen Ackerbau ist für die Auswahl und Akzeptanz der Zwischenfrüchte das Potenzial der Unkrautunterdrückung ein wichtiger Parameter. Eine gute Bestandesetablierung und ein schneller Reihenschluss erhöhen dabei die Konkurrenzfähigkeit der Zwischenfrüchte gegenüber unerwünschten Arten. In unserem Versuch ist im ersten Jahr die Untersaat aufgrund einer gehemmten Frühentwicklung mit einem unterentwickelten Bestand in die Zeit nach der Druschernte gegangen, so dass in der Folge der Durchwuchs des Druschausfalls sich hier stärker etablieren konnte. Insgesamt zeigten die Zwischenfrüchte ein gutes Unkrautunterdrückungspotenzial, wobei sich die als Stoppelsaat angesäten Varianten hier als vorteilhafter darstellten. Alle Zwischenfrüchte realisierten eine unter ackerbaulich Gesichtspunkten notwendige Trockenmasse von über einer Tonne im Herbst, wobei die nicht winterharten Gelbsenf-Varianten tendenziell die höchsten oberirdischen Trockenmasseerträge realisierten. Die Sommerwicke in den Ansaatmischungen zeigte sich in der Bestandeszusammensetzung im Vergleich als stabilster Begleitpartner.



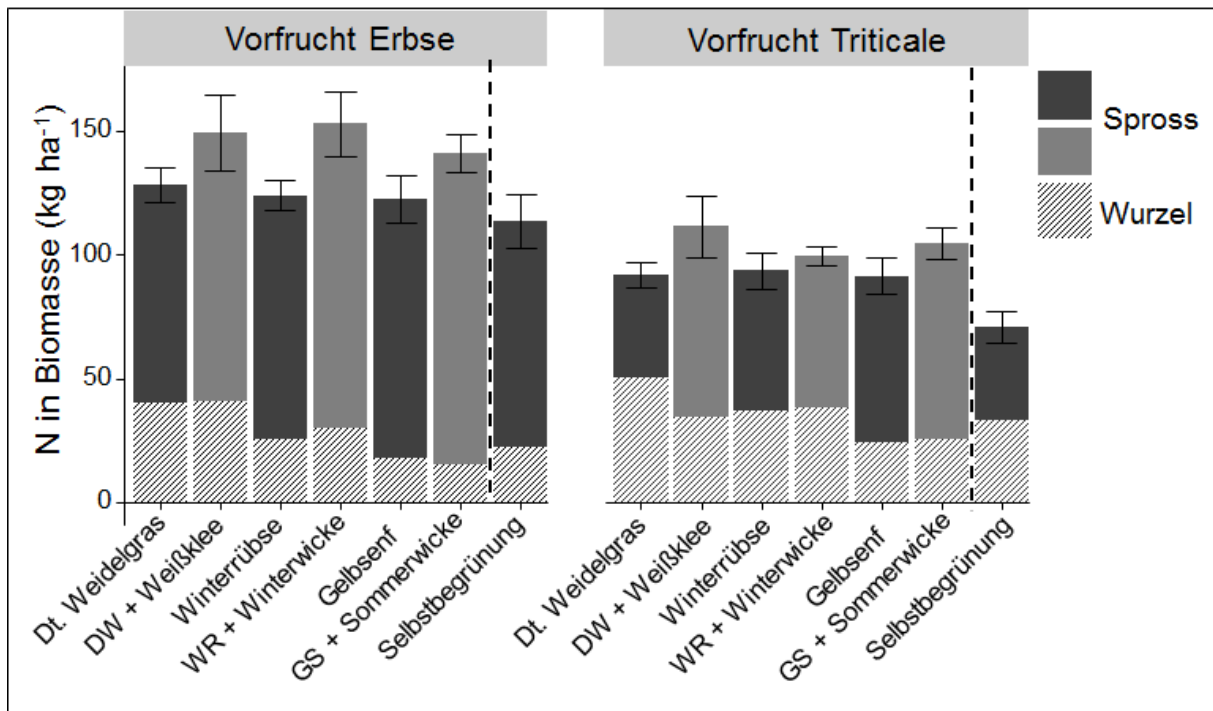
**Abb. 12: Bestandeszusammensetzung der Zwischenfrüchte im November**

## ii. Stickstoffbindung und Kohlenstoffakkumulation der Zwischenfrüchte

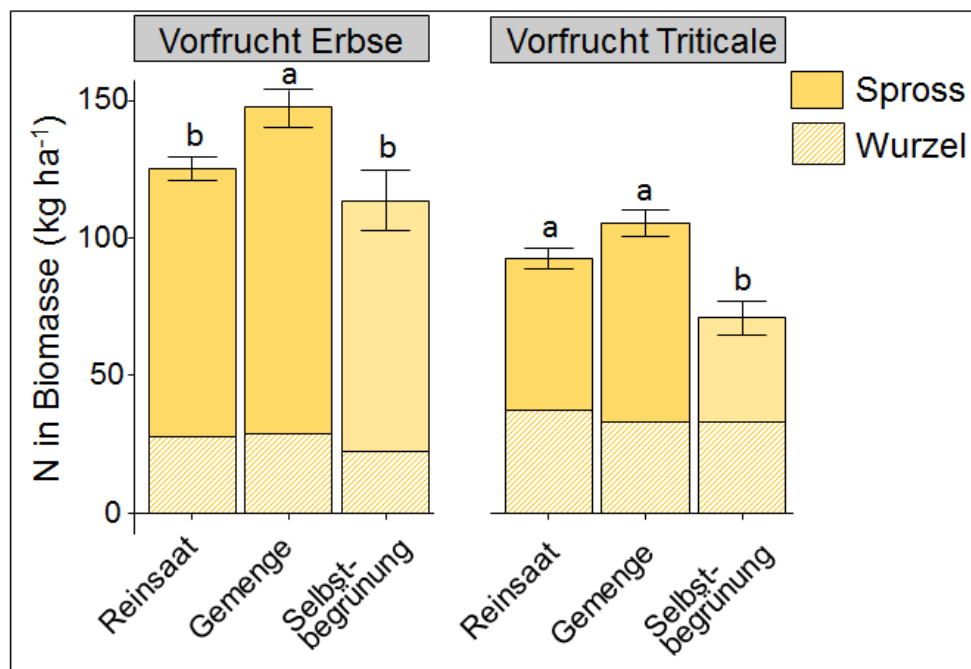
### I. Stickstoffaufnahme

Die maximalen Stickstoff-Aufnahmen der Zwischenfrüchte zeigten, unter Berücksichtigung der N-Bindung in den Wurzeln, unabhängig von der Vorfrucht hohe Werte von über 100 kg N ha<sup>-1</sup> (Abb. 13). Zwischen den Varianten gab es hier keine statistisch absicherbaren Unterschiede. Allerdings konnte ein signifikanter Vorfruchteffekt festgestellt werden. Die vorangestellte Körnerleguminose Erbse führt durch eine gesteigerte N-Nachlieferung in der Nachernteperiode zu insgesamt höheren N-Aufnahmen in der Zwischenfrucht-Biomasse. Nur hier konnten auch die Ansaatmischungen gegenüber den Reinsaaten mit durchschnittlich 20 kg N ha<sup>-1</sup> eine signifikant erhöhte N-Aufnahme realisieren (Abb. 14). Bei Betrachtung des Wurzel-Spross-Verhältnisses wies die Gras-Untersaat eine hohe N-Bindung in den Wurzeln auf, wohingegen der Gelbsenf sich stärker oberirdisch ausprägte.





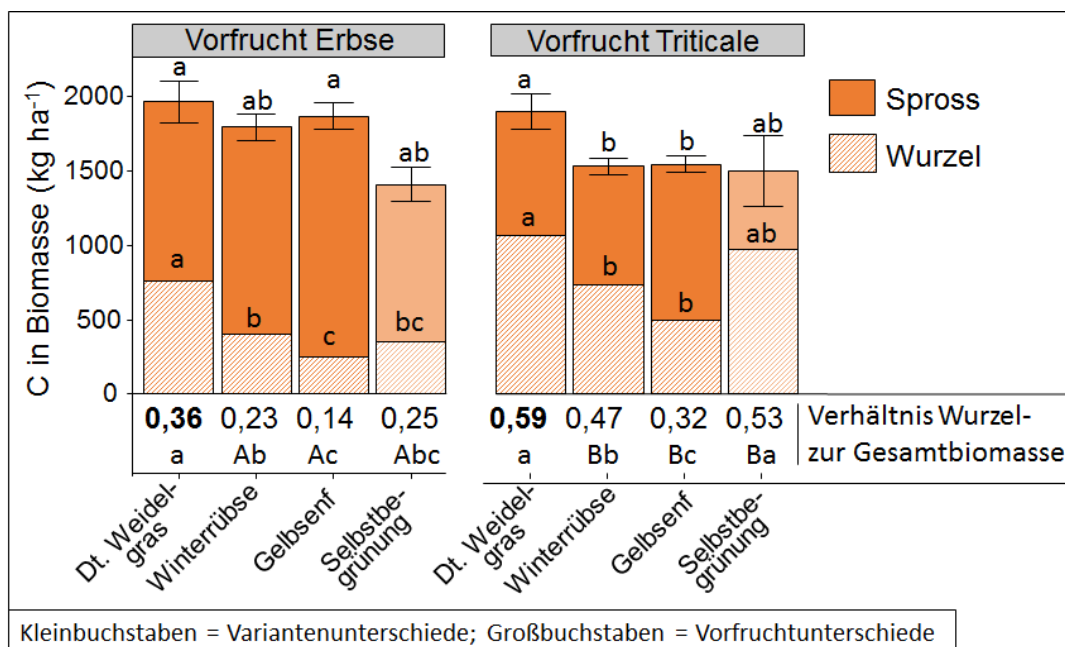
**Abb. 13: Maximale ober- und unterirdische N-Aufnahme der Zwischenfrüchte.** Gemittelt über die Jahre 2015/16 und 2016/17



**Abb. 14: Vergleich der N-Aufnahmen der Zwischenfrucht-Reinsaaten gegenüber den Gemengen.** Gemittelt über die Jahre 2015/16 und 2016/17

## 2. Kohlenstoff

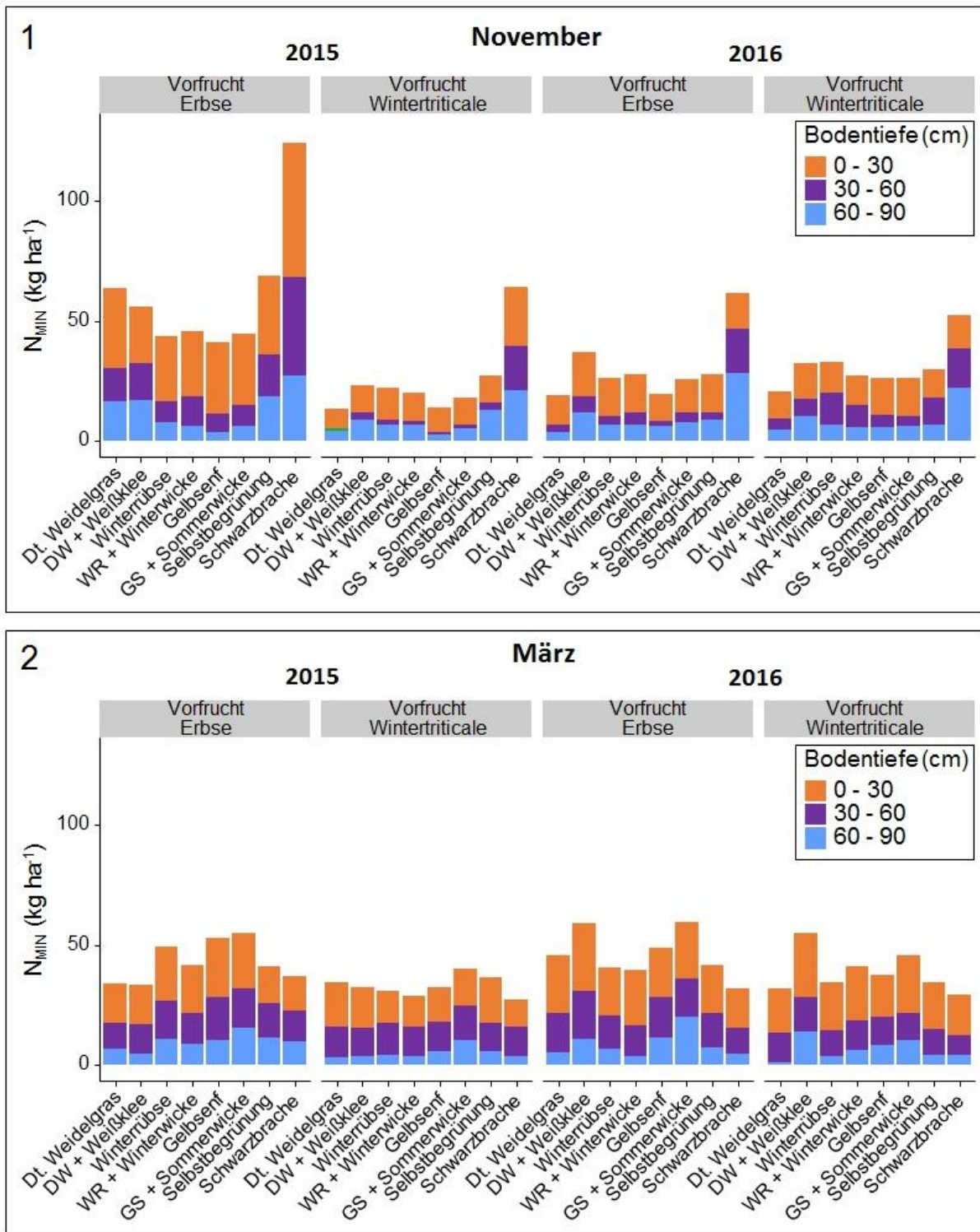
Neben der N-Bindung ist der Anteil des organisch gebundenen Kohlenstoffs in der Biomasse eine wichtige Kenngröße für die Bewertung von Zwischenfrüchten. Die Nutzung der Zwischenfrüchte als Gründünger hat eine steigernde Wirkung auf den Boden-Humusgehalt. In unserem Versuch zeigte sich unter Berücksichtigung der ober- und unterirdischen C-Bindung in den Zwischenfrüchten, dass in allen Varianten über  $1,5 \text{ t C ha}^{-1}$  akkumuliert werden konnte. Beachtenswert ist hier die Angleichung der gesamten C-Menge in Abhängigkeit der Vorfrucht, welche hier durch eine Veränderung des Wurzel-Spross-Verhältnisses verdeutlicht werden kann (Abb. 15). In der Fruchtfolge mit der vorangestellten abtragenden Getreidevorfrucht und einem daraus resultierenden geringeren N-Input neigten die Zwischenfrüchte allgemein zu einer höheren Wurzelbildung. Diese resultierte in einer Verdoppelung der Wurzelbiomasse bzw. Wurzel-C-Mengen. Generell zeigten die winterharten Zwischenfrüchte im Zuge einer verlängerten Vegetationsperiode gegenüber dem Gelbsenf ein signifikant höheres Wurzelbildungsvermögen an. Die Untersaaten konnten im Winterhalbjahr dabei am meisten Kohlenstoff akkumulieren (signifikant nach Wintertriticale). Hierbei bleibt allerdings unberücksichtigt, dass bereits der Anbauzeitraum der Untersaaten innerhalb der Vorfruchtperiode einen vorgelagerten C-Eintrag zu Folge hat.



**Abb. 15: Maximale ober- und unterirdische C-Akkumulation der Zwischenfrüchte.** Gemittelt über die Jahre 2015/16 und 2016/17

### iii. Stickstoffvorrat im Boden

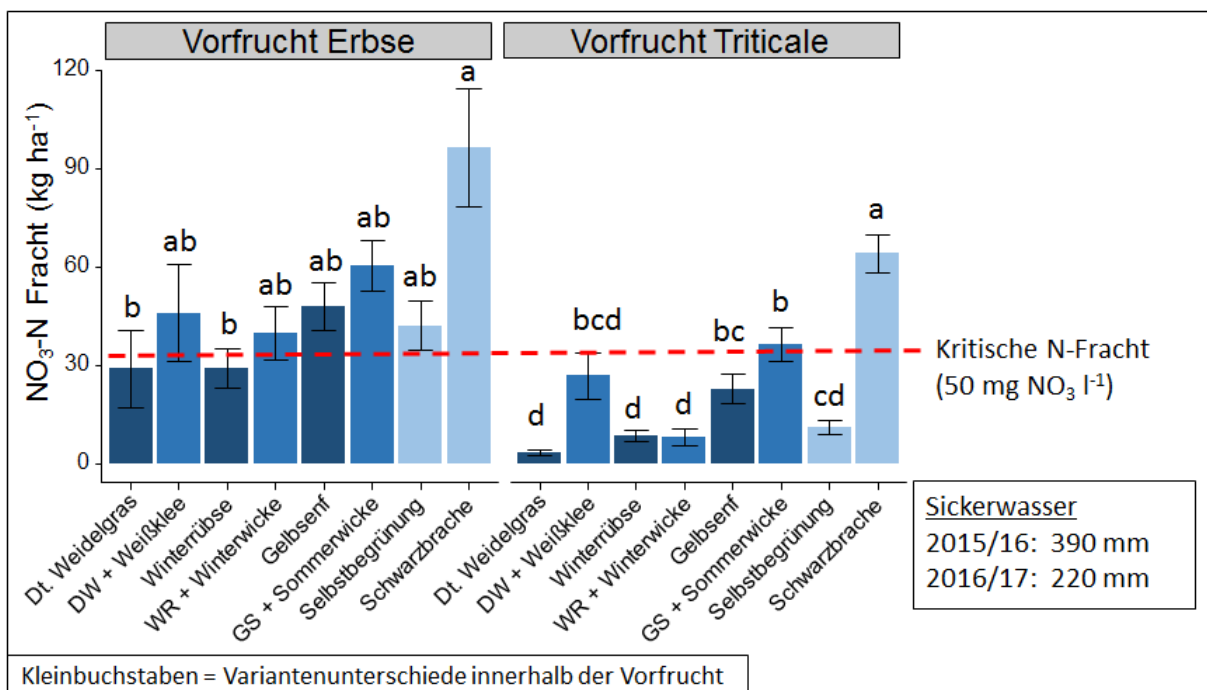
Die Boden- $N_{\text{MIN}}$ -Werte (Nitrat + Ammonium) im Herbst waren über alle Zwischenfrucht-Varianten nach der Körnerleguminosen-Vorfrucht am höchsten. Insbesondere die Werte in der Schwarzbrache nach der Erbse zeigen deutlich die hohen Mineralisierungsraten in der Nachernteperiode und dass daraus resultierende erhöhte N-Verlustpotenzial beim Körnerleguminosenanbau. Insgesamt konnten die Zwischenfrüchte gegenüber der Kontrolle Schwarzbrache die  $N_{\text{MIN}}$ -Werte bis zum November um 60 % signifikant senken und somit die potenzielle N-Auswaschungsfahr um über die Hälfte verringern. Die winterharten Zwischenfrüchte zeigten in beiden Jahren im Herbst gegenüber dem Gelbsenf bereits eine gesteigerte Verlagerung des mineralischen Bodenstickstoffs in die tiefer Schicht 30-90 cm (Abb. 16-1). Gleichzeitig stellten die Zwischenfrüchte zum Umbruchszeitpunkt im März der Folgekultur etwas mehr pflanzenverfügbaren Stickstoff zur Verfügung als die Kontrollvariante Schwarzbrache (Abb. 16-2). Innerhalb der Zwischenfrüchte führte der Gelbsenf im Frühjahr zu einem höheren Bodenstickstoffvorrat.



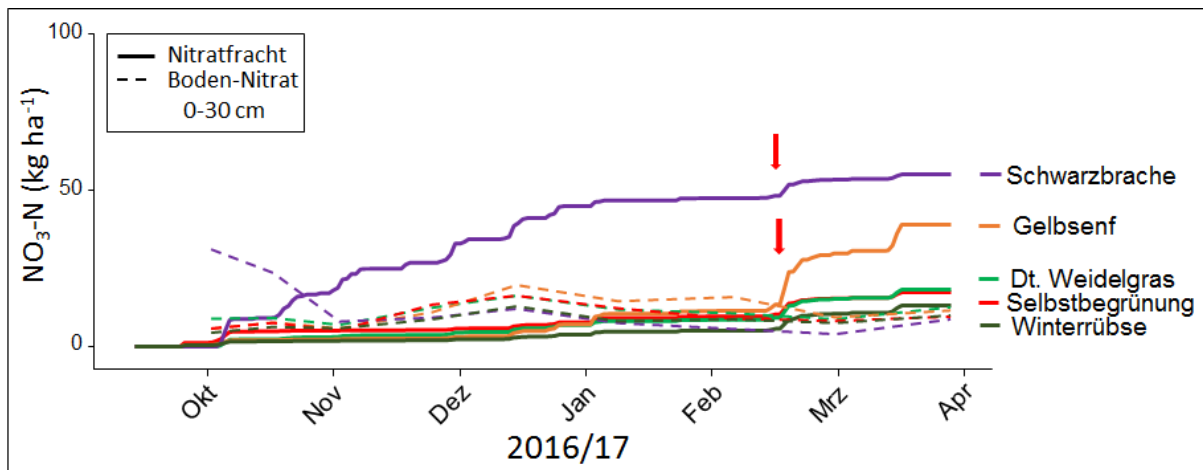
**Abb. 16: Boden- $N_{\text{MIN}}$ -Werte Anfang November und Ende März verschiedener Zwischenfrüchte**

#### iv. Nitratauswaschung

Die Nitrat-Auswaschungsverluste waren unter der Schwarzbrache gegenüber allen anderen Varianten vorfruchtunabhängig signifikant erhöht (Abb. 17). Demgegenüber konnten die Zwischenfrüchte die Nitrat-Verluste hier insgesamt um circa 64 % verringern. Unter Berücksichtigung der N-Bindung in der pflanzlichen Biomasse, den Boden- $N_{MIN}$ -Werten und Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser im Verlauf des Winterhalbjahres zeigte sich, dass bei den nicht-winterharten Zwischenfruchtvarianten ein Teil des zuvor gebundenen Stickstoffs bereits wieder im Februar-März mineralisiert und anschließend ausgewaschen wurde (Abb. 18). Innerhalb der Zwischenfrüchte wiesen daher die Gelbsenvarianten die höchsten Nitratverluste auf (signifikant nach Wintertriticale). Im Vergleich zu den Reinsaaten führten die Zwischenfrucht-Gemenge tendenziell zu höheren N-Auswaschungsverlusten. Obwohl vergleichsweise hohe N-Aufnahmen bis zum Herbst durch die Zwischenfrüchte realisiert werden konnten (Abb. 13), wurden die Nitratfrachten nach der Erbsen-Vorfrucht allgemein nicht unter dem nach EU-Wasserrahmenrichtlinie bestehenden kritischen Grenzwert von 50 mg  $NO_3$  l<sup>-1</sup> gehalten. Hier wird deutlich, dass der Anbau von Körnerleguminosen unter den hiesigen klimatischen Bedingungen sich durchaus als problematisch darstellen kann.



**Abb. 17: Berechnete Nitratfrachten der Zwischenfrüchte.**  
Gemittelt über die Jahre 2015/16 und 2016/17

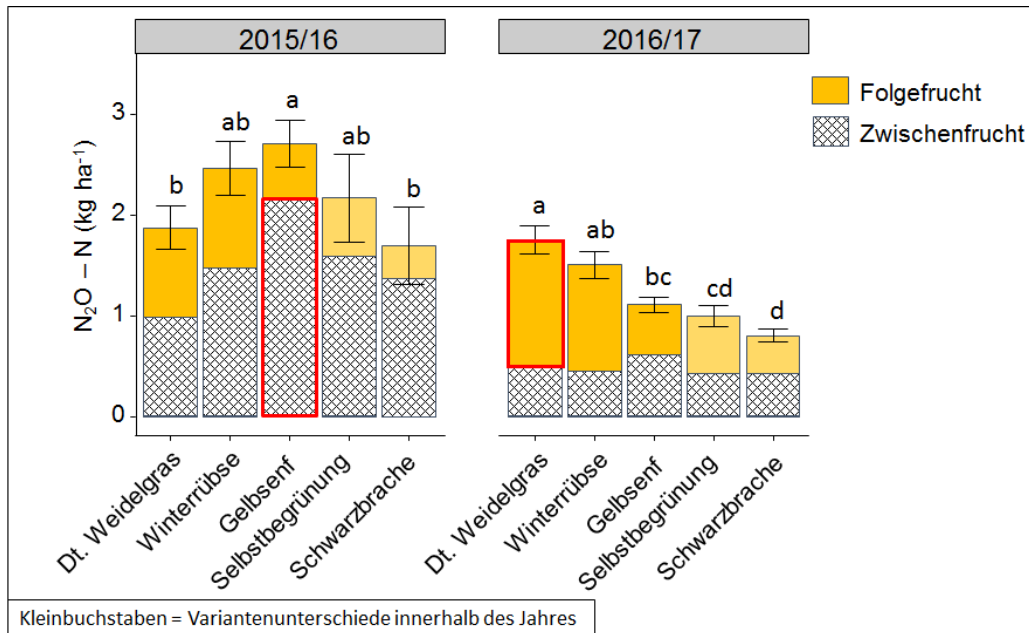


**Abb. 18: Verlauf der aufsummierten Nitratfrachten und der Boden-Nitratgehalte einzelner Zwischenfrüchte im Winterhalbjahr 2016/17.**

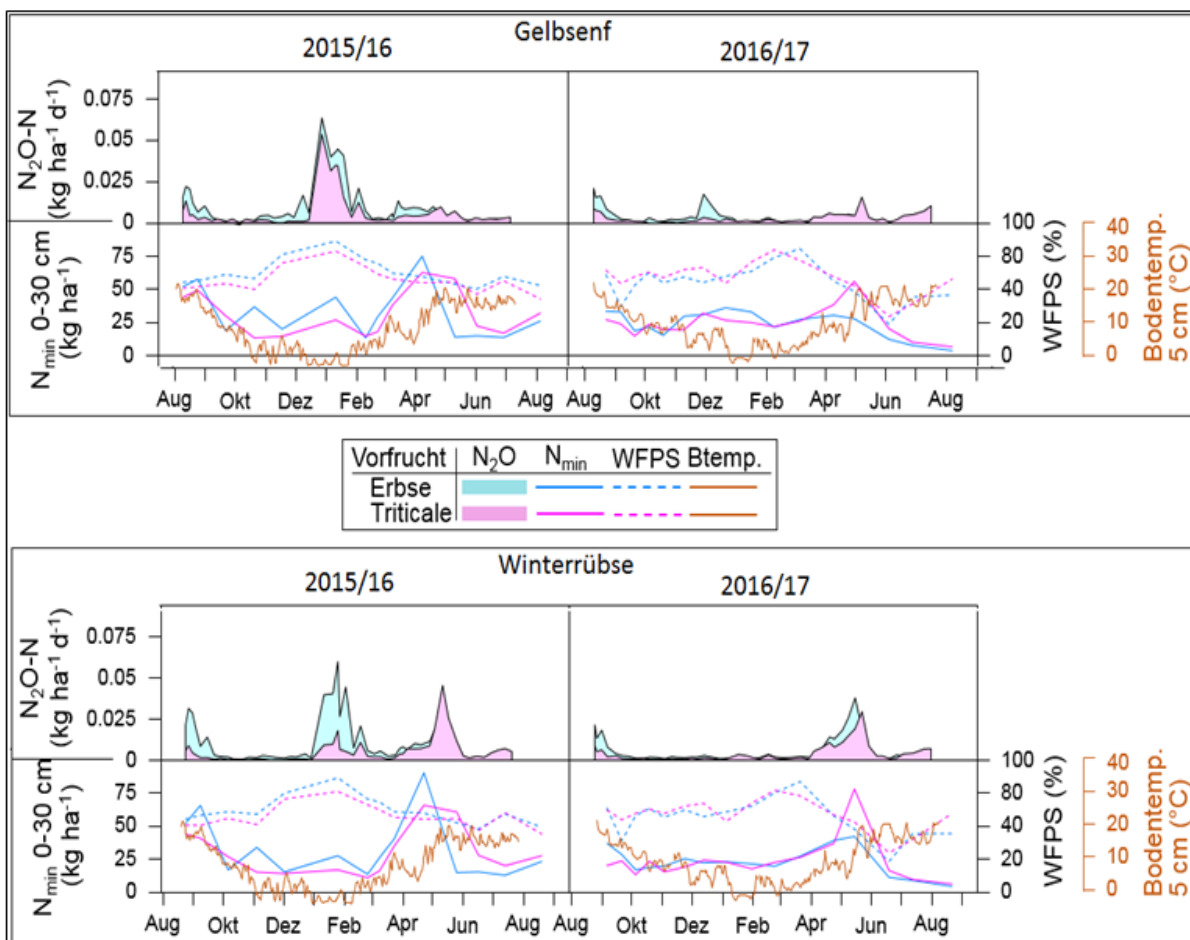
Gemittelt über die Vorfrüchte Erbse und Wintertriticale

#### v. Lachgasemissionen

Die Lachgasemissionen sind stark von abiotischen Einflüssen wie Frost-Tau-Ereignissen, Bodenwassergehalt, -temperatur und -nitratgehalte abhängig. Dabei spielen diese Faktoren je nach Jahreszeit und Witterungsbedingungen eine unterschiedlich starke Rolle. Bei Betrachtung der Lachgas-Flussraten im Jahresverlauf zeigten sich daher starke Unterschiede zwischen den Untersuchungsjahren und -perioden (Abb. 19). So dominierten im Jahr 2015/16 anteilig die Lachgasverluste während der Zwischenfruchtperiode, welche sich vor allem durch Emissionsspitzen aufgrund häufiger Frost-Tau-Wechsel im Dezember und Januar erklären lassen (Abb. 20). Im zweiten Untersuchungsjahr 2016/17 überwogen wiederum die Emissionen während des Anbaus der Folgefrucht. Hier wiesen die Parzellen der winterharten Zwischenfrüchte die höchsten Lachgasverluste auf. Allgemein emittierten die nicht-winterharten Zwischenfrüchte am meisten Lachgas im Winterhalbjahr. Auf den Flächen nach der Erbsen-Vorfrucht waren insgesamt höhere Emissionen nachweisbar. Unter umweltrelevanten Aspekten sind im untersuchten Anbausystem allerdings die Lachgasemissionen im Vergleich zu den hohen Nitrat-Auswaschungsverlusten als eher nachrangig zu bewerten.



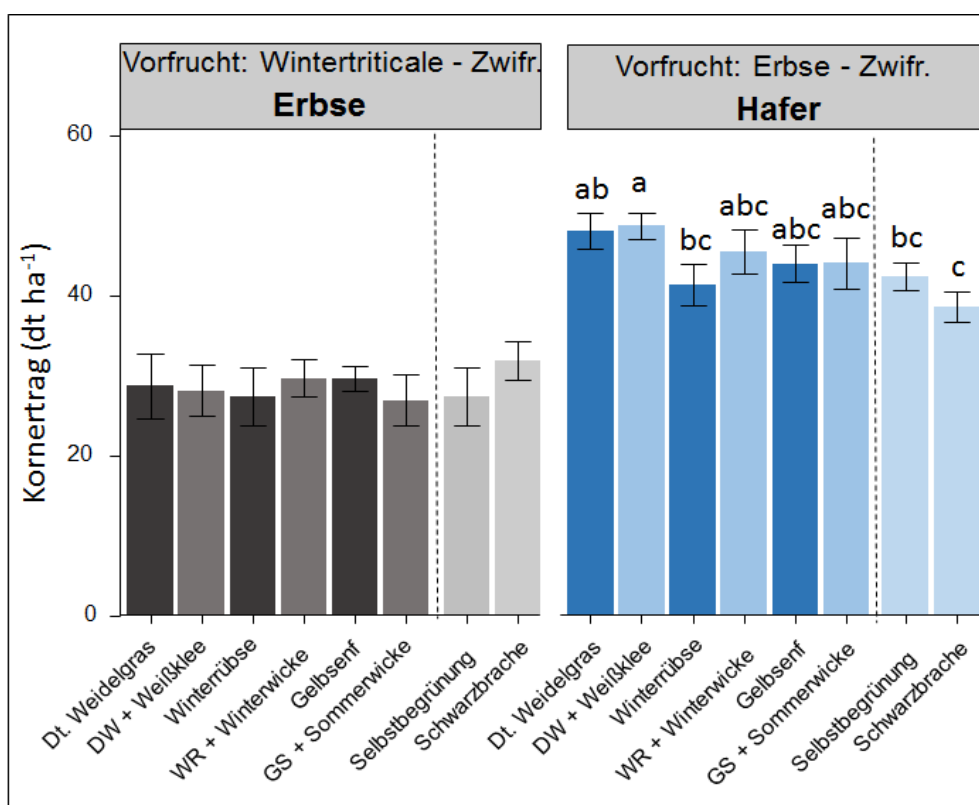
**Abb. 19: Lachgasverluste in der Zwischenfrucht- und Folgefruchtperiode.**  
Gemittelt über die Vorfrüchte Erbse und Wintertriticale



**Abb. 20: Verläufe der Lachgas-Flussraten, Boden-Nitratgehalte, der Bodentemperatur und des wassergefüllten Porenraums der Zwischenfrüchte Gelbsenf und Wintererüben.**

## vi. Ertragswirksamkeit

Eine positive Ertragswirkung der Zwischenfrüchte auf die nachgebaute Kulturen ist unter ökonomischen Gesichtspunkten ein zentraler Faktor bei der Entscheidung für den Einsatz der Winterbegrünung. Im vorliegenden Versuch sind die Erträge der Getreidefolgefrucht Hafer als am aussagekräftigsten anzusehen. Eine direkte Wirkung auf die Erbsenerträge ist, aufgrund der überlagerten Effekte durch die pflanzeigene N-Fixierung der Körnerleguminosen, nicht eindeutig zuweisbar. Eine signifikante Ertragswirkung der Zwischenfrüchte auf die Getreide-Folgefrucht (Erbsen - Zwischenfrucht - Hafer) konnte bei der Einzelbetrachtung der drei Erntejahre 2016 - 2018 nicht eindeutig statistisch belegt werden. Im Mittel aller Jahre hatten die Untersaat-Zwischenfrüchte allerdings die höchsten Hafererträge zu Folge und konnten gegenüber der Kontrolle Schwarzbrache die Ernterträge um circa 20 % ( $10 \text{ dt ha}^{-1}$ ) signifikant steigern (Abb. 21). Eine aufgrund bestehender Konkurrenzbedingungen vermutbare, ertragsreduzierende Wirkung der Untersaat gegenüber der Deckfrucht (Erbsen und Wintertriticale) konnte in keinem der drei untersuchten Jahre festgestellt werden.

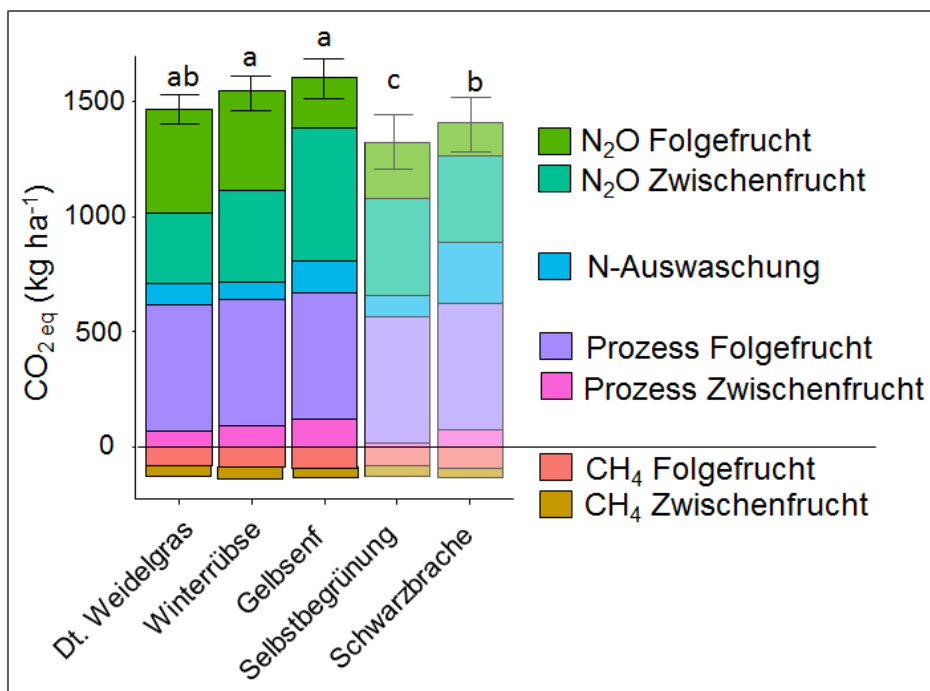


**Abb. 21. Kornerträge in Abhängigkeit der Vor- und Zwischenfrucht.**  
Gemittelt über die Jahre 2016 – 2018



## vii. Klimabilanzierung

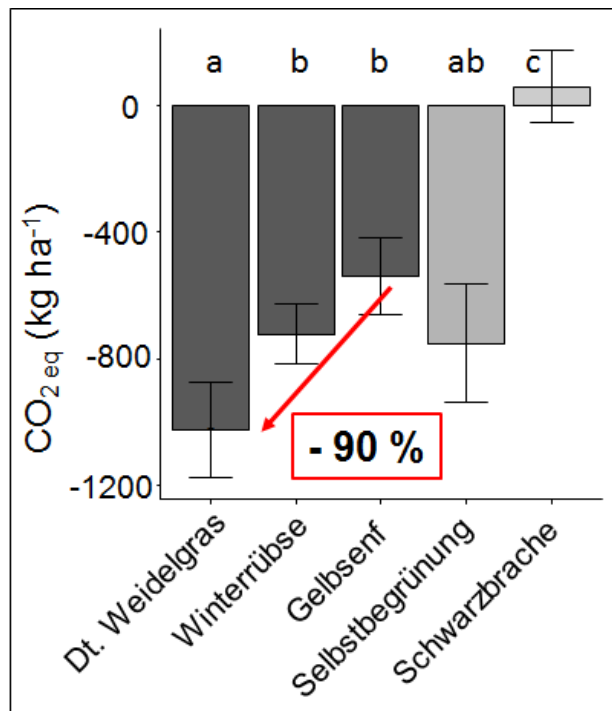
Bei Betrachtung der über die Faktoren Anbaujahr und Vorfrucht gemittelten Gesamtemissionen, die sich aus den prozessbasierten und im Feld gemessenen Treibhausgasemissionen zusammensetzen (Abb. 11), zeigen sich keine eindeutigen Unterschiede zwischen den Zwischenfrüchten. Allerdings weisen die als Stoppelsaat angesäten Varianten gegenüber den Kontrollen signifikant erhöhte Werte auf (Abb. 22). Die Unterschiede bei den Gesamtemissionen ergeben sich hier maßgeblich durch die direkten Lachgasverluste und die indirekt eingehenden Stickstoffauswaschungen.



**Abb. 22. Flächenbezogene Treibhausgasemissionen der Zwischenfrucht- und Folgefruchtperiode ohne C- Sequestrierung**

Gemittelt über die Anbaujahre und Vorfrüchte

Unter Berücksichtigung der Kohlenstoffspeicherung als Bilanzgröße ergibt sich ein deutlicheres Bild. Allgemein führte die Winterbegrünung zu einer zusätzlichen systemaren Kohlenstoffakkumulation und somit zu einer Treibhausgasminderung. Dabei zeigte sich, dass der erhöhte C-Eintrag durch die Untersaaten (Abb. 15) und eine gekoppelte gesteigerte Biomasse- bzw. C-Bindung bei der Folgefrucht, zu einer vergleichsweise positiveren Kohlenstoffsenke führt. So wurde durch die Untersaaten, mit insgesamt einer Tonne CO<sub>2</sub>eq, eine signifikant höhere Treibhausgasminderung erreicht (Abb. 23). Insbesondere gegenüber den nicht-winterharten Zwischenfruchtvarianten ergab sich ein um 90 % erhöhte Treibhausgasminderung.



**Abb. 23: Flächenbezogene Treibhausgasemissionen der Zwischenfrucht- und Folgefruchtperiode inklusive C-Sequestrierung**  
Gemittelt über die Anbaujahre und Vorfrüchte

### **3. Teilprojekt: Flexibler Exaktversuch auf dem Lindhof**

(Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Pflanzenbau- und Pflanzenzüchtung)

#### **a. Zielsetzung**

Ziel des Flexiblen Zwischenfrucht-Exaktversuches auf dem Lindhof war es Zusatzfaktoren mit Relevanz für Biomassebildung und Wirtschaftlichkeit des Zwischenfruchtbaus zu prüfen, die sich aus Kapazitätsgründen auf den OG-Mitgliedsbetrieben bzw. im Rahmen des statischen Dauerversuchs in Bovenau nicht integrieren und prüfen ließen. Bei diesen Zusatzfaktoren handelte es sich um zusätzliche Zwischenfruchtarten bzw. Saatmischungen bzw. um Maßnahmen mit Relevanz für die Wirtschaftlichkeit des Zwischenfruchtbaus wie: a) Reduktion der Aussaatstärke, b) Intensität der Bodenbearbeitung, c) Applikation von Wirtschaftsdüngern und d) eine alternative futterbauliche Nutzung vor Winter bzw. vor dem Umbruch im Frühjahr. Es ist also ein Ergänzungsversuch, der flexibel an in den beiden anderen Teilprojekten entstehende Fragestellungen angepasst werden konnte.

#### **b. Material und Methoden**

Die Versuche wurden auf dem seit 1994 ökologisch bewirtschafteten Versuchsgut Lindhof der CAU jeweils Mitte August der Jahre 2015, 2016 und 2017 in unmittelbarer Nähe zu den großflächig angelegten OG-Zwischenfruchtsaatmischungen angelegt.

Der Lindhof liegt geographisch direkt in der Nähe der Ostseeküste im Naturraum „Östliches Hügelland“ in Schleswig-Holstein. Die vorherrschende Bodenart ist sandiger Lehm. Am Standort fallen im Jahr im langjährigen Mittel 783 mm Niederschlag und die Jahresmitteltemperatur beträgt 9°C. Die Zwischenfrüchte wurden jeweils nach abtragendem Wintergetreide ausgesät, somit ist hier eine direkte Vergleichbarkeit zur Versuchsvariante „nach Triticale“ des Standortes Bovenau gegeben. Die jeweilige Anlage der Untersaaten bzw. Stoppelfrüchte erfolgte zeitlich synchron zum Exaktversuch in Bovenau.

Ein Fokus der Versuche auf dem Lindhof stellte die alternative Bewertung des potentiell erntbaren Zwischenfruchtaufwuchses für eine futterbauliche Nutzung bzw. Nutzung in einer Biogasanlage dar. Es wurden jeweils auf Unterparzellen sowohl Beprobungen des Herbst- und des Frühlahaufwuchses durchgeführt. Bei der Versuchsumsetzung wurde der Gedanke der OG-Mitglieder aufgegriffen gleichzeitig einen finanziellen Wert der Zwischenfrüchte zu generieren bzw. durch die Nutzung der Zwischenfrüchte variabel einsetzbare Wirtschaftsdüngemittel zu generieren, die in Stickstoffmangelsituationen in anderen Fruchtfolgegliedern zur Stabilisierung der Erträge eingesetzt werden konnten. Durch solch eine Nutzung des

Aufwuchses typischer nicht winterharter Zwischenfrüchte würde gleichzeitig die für den Bovenauer Exaktversuch beschriebene Problematik entschärft, wonach aus dem in der Regel Ende Dezember abgestorbenen Zwischenfruchtaufwuchs bereits ab Januar umweltrelevantes Nitrat ausgewaschen werden kann. Zusätzlich wurden im Gegensatz zum Versuch in Bovenau auch die Leguminosenkomponenten Sommer- und Winterwicke aus den OG-Stoppelzwischenfruchtmischungen als Reinsaat auf ihre potentielle Aufwuchs- und Luftstickstoffbindeleistung untersucht.



**Abb. 24 : Flexibler Zwischenfruchtversuch auf dem Lindhof 2015-16**

*Links: Herbstbeprobung November 2015, rechts: Frühjahrsbeprobung 15. April 2016*

Ausgehend von einer Basisversuchsanlage im August 2015 entwickelten sich die Versuchsanlagen auf Basis von neu gewonnenen Erkenntnissen aller 3 Teilprojekte flexibel weiter. Im Laufe des Projektzeitraums wurden zusätzliche interessante Arten- und Mischungen aufgenommen, während solche mit nicht zufriedenstellenden Leistungen eingestellt wurden.

In Bezug auf die geprüften Faktoren lassen sich dennoch zwei generelle Phasen in der Versuchsanlage erkennen, wobei im Gegensatz zum Versuch in Bovenau immer das Ertrags- und Qualitätspotential für eine eventuelle Nutzung im Vordergrund stand.

Phase 1 (Versuchsperioden 2015/16 und 2016/17): Prüfung zusätzlicher Zwischenfruchtarten in Kombination mit der Prüfung des Effektes der Reduktion der Aussaatstärken auf 2/3 der empfohlenen Saatstärken.

Phase 2 (Versuchsperiode 2017/18): Prüfung weiterer zusätzlicher Zwischenfruchtarten in Kombination mit der Prüfung des Effektes der Intensität der Bodenbearbeitung und einer möglichen Applikation von Wirtschaftsdüngemitteln zu den Zwischenfrüchten. Ausgewählte Zwischenfruchtarten/ -mischungen wurden parallel auch auf einem konventionell bewirt-

schafteten Vergleichsstandort mit in gleicher Weise variiertes Bodenbearbeitung und Wirtschaftsdüngung getestet.

Aufgrund der unterschiedlichen Faktorkombinationen beider Phasen werden im Folgenden die Ergebnisse getrennt dargestellt. Zur besseren Übersicht werden die jeweils untersuchten Versuchsfaktorkombinationen den im jeweils darauffolgenden Abschnitt präsentierten Ergebnissen vorangestellt.

#### Ertragserfassung und Biomassebildung:

Die erntbare Sprossmasse der Zwischenfrüchte wurde zu zwei alternativen potentiellen Erntezeitpunkten Ende November und Ende April auf einer Fläche von 0,5 m<sup>2</sup> mit einer Schere auf einer Schnitthöhe von 5 cm beerntet. Das so gewonnene Pflanzenmaterial wurde daraufhin in seine Artenbestandteile in die Fraktionen: Hauptzwischenfrucht, Gemengepartner, Vorfruchtdurchwuchs und nicht angesäte Arten sortiert. Die gewonnenen Proben wurden zur Ertragsbestimmung gewogen und danach 24 Stunden lang bei 65 °C im Trockenschrank getrocknet. Die getrockneten Proben wurden erneut gewogen, um die Trockenmasse zu bestimmen und anschließend mit einer Zentrifugalmühle (Firma Tecator, Typ Cyclotec 1093) gemahlen. Nach dem Mahlen betrug die maximale Teilchengröße 1 mm, da dies dem Siebmaschendurchmesser der Mühle entspricht. Jeweils etwa 2 g der gemahlten Proben wurden in eine Quarzglaszuvette gefüllt, um mithilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS-Verfahren) deren Inhaltsstoffe zu ermitteln (NIRS-Gerät 5000, Fa. Foss). Im Versuch wurden mithilfe der Nahinfrarotspektroskopie die Parameter Rohproteingehalt (= Stickstoffgehalt x 6,25), Energiegehalt (NEL) und NDF-Gehalt (Neutral Detergent Fiber) sowie die enzymlösliche organische Substanz (ELOS) bestimmt. Die Eichung des NIRS-Gerätes beruht auf folgender Referenzanalytik:

Der Stickstoffgehalt der Proben wurde mit dem VarioMAX-CN-Analyser (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau, Deutschland) nach dem Prinzip der katalytischen Rohrverbrennung nach Dumas ermittelt. Aus diesem Wert lässt sich dann der Rohproteingehalt durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 errechnen (KIRCHGEßNER, 2004).

Die enzymlösliche organische Substanz, die ein Maß für die Verdaulichkeit des Materials darstellt und Teil der Formel zur Berechnung des Energiegehalts ist, lässt sich mit der Formel:

„ELOS = TM – A – G“ errechnen, wobei TM dem Trockenmassegehalt der Probe in %, A dem Aschegehalt der Probe in % und G dem Glühverlust in % entspricht. Zuvor wurde das

zu analysierende Material mit einer Pepsin-Salzsäure-Lösung und im Anschluss mit einer Zellularlösung behandelt (VDLUFA, 2012).

Nach der Durchführung dieser Analysen sind alle Parameter bekannt um den Energiegehalt zu berechnen. Zuerst wird die metabolisierbare Energie (ME) mit der Gleichung der GfE (2008) errechnet:

$$\text{ME [MJ/kg TM]} = 5,51 + 0,00828 \text{ ELOS [g/kg TM]} - 0,00511 \text{ XA [g/kg TM]} + 0,02507 \text{ XL [g/kg TM]} - 0,00392 \text{ ADForg [g/kg TM]}$$

Aus dieser ergibt sich dann mit der Gleichung von WEIßBACH et al. (1996) die Netto-Energie-Laktation:

$$\text{NEL [MJ/kg TM]} = \text{ME [MJ/kg TM]} (0,46 + 12,38 \text{ ME [MJ/kg TM]} / (1000 - \text{XA [g/kg TM]}))$$



**Abb. 25 : Flexibler Zwischenfruchtexaktversuch auf dem Lindhof 2016-17**

*Links: Anf. November 2016, rechts: nach Frühjahrsbeprobung den Kühen zur Beweidung freigegeben 15. April 2016*

## c. Versuchsfaktoren und Ergebnisse

### i. Phase I

Zielsetzung: Prüfung einer erweiterten Palette verschiedener Zwischenfruchtarten und -saatmischungen bei jeweils empfohlener und reduzierter Saatstärke und Bewertung des Wertes bei ökoeffizienter Nutzung (Versuchsperioden 2015/16 und 2016/17).

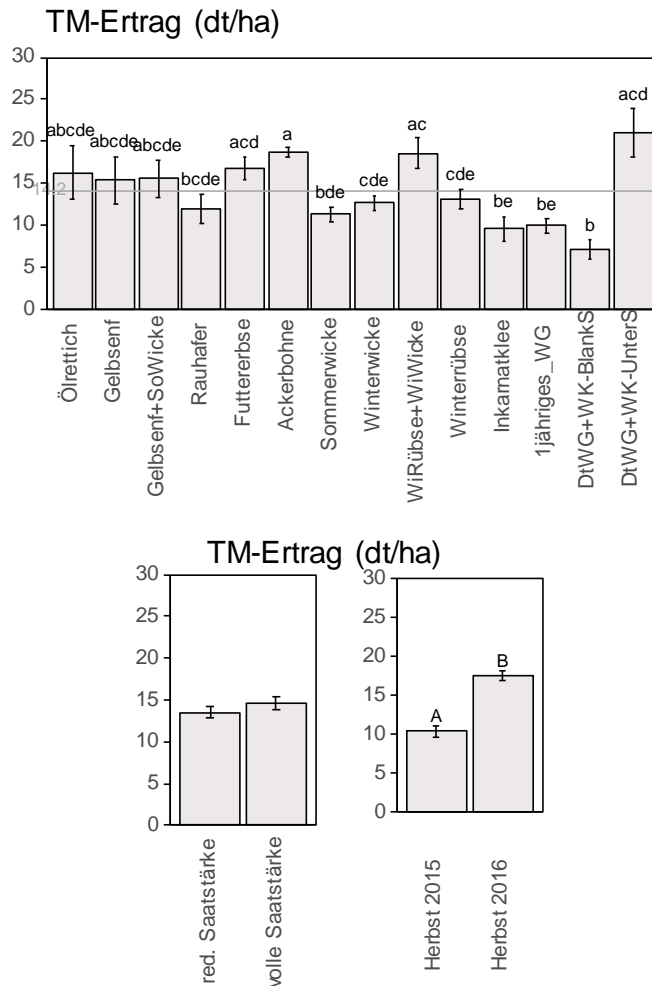
#### Versuchsvarianten der Faktorkombination Zwischenfruchtart x Saatstärke des Flexiblen Exaktversuches in Phase I 2015/16 + 2016/17

Zwischenfruchtart	Saatstärke voll kg/ha	Saatstärke reduziert kg/ha	Winterhärte
Jähriges Weidelgras	40	27	nein
Rauhafer	110	74	nein
Futtererbse (Leguminose)	160	106	nein
Ackerbohne (Leguminose)	210	140	nein
Inkarnatklee (Leguminose)	40	27	ja
Sommerwicke (Leguminose)	100	67	nein
Winterwicke (Leguminose)	80	55	ja
Gelbsenf (Kreuzblütler)	20	13	nein
Ölrettich (Kreuzblütler)	22	15	nein
Winterrübsen (Kreuzblütler)	12	8	ja
OG-Gemenge Gelbsenf + Sommerwicke	10 + 40	7 + 27	nein
OG-Gemenge Winterrübsen + Winterwicke	6 + 40	4 + 27	ja
Gemenge Deutsches Weidel- gras + Weißklee (Etabliert als Blanksaat)	25 + 4	17 + 2,5	ja
OG-Gemenge Deutsches Weidelgras + Weißklee (Etabliert als Untersaat)	20 + 3	15 + 2	ja

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Untersuchungen aus Phase I in Form von Hauptfaktoren dargestellt, d.h. bei der Darstellung der erzielten Leistungen der Zwischenfruchtart bzw. Saatmischung würde über die Faktoren Versuchsjahr und Saatstärke gemittelt. Auch für die Darstellung des Jahreseffektes und des Effektes der Saatmischung wurde über die jeweils anderen Faktoren gemittelt. Die alternativ bei Herbst- und Frühjahrsernte erzielten Ergebnisse sind getrennt dargestellt. Signifikante Unterschiede zwischen Faktorstufen sind durch

unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet. Sind in einzelnen Darstellungen keine unterschiedlichen Buchstaben angegeben, lagen zwischen den jeweiligen Faktorstufen keine signifikanten Unterschiede vor.

Ertragsleistung im Herbst:



**Abb. 26: Erntbarer Sprossertrag im Herbst in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saadmischung, Saatsstärke und Versuchsjahr**

Abb. 26 zeigt den erntbaren Sprossertrag im Herbst in Abhängigkeit der Faktoren Zwischenfruchtart/ -Saadmischung, Saatsstärke und Versuchsjahr. Ohne zusätzlich Wirtschaftsdüngung wurden im Mittel der Versuchsvarianten erntbare Sprosserträge von ca. 15 dt TM /ha erzielt. Diese Erträge sind ohne die zusätzlich gebildete, auf dem Feld verbleibende, nicht erntbare, aber hoch humuswirksame Stoppel- und Wurzelbiomasse gerechnet und insgesamt als zufriedenstellend einzuschätzen, speziell, wenn man in Betracht zieht, dass die Zwischenfrüchte jeweils nach abtragendem Getreide am Ende der Fruchtfolge angebaut wurden. Die tiefwurzelnden Kreuzblütler Ölrettich, Gelbsenf und Winterrüben zeigen sowohl in Reinsaat als auch im Gemenge mit Wicken erfreuliche Erträge. Überraschend positiv sind die Erträge von



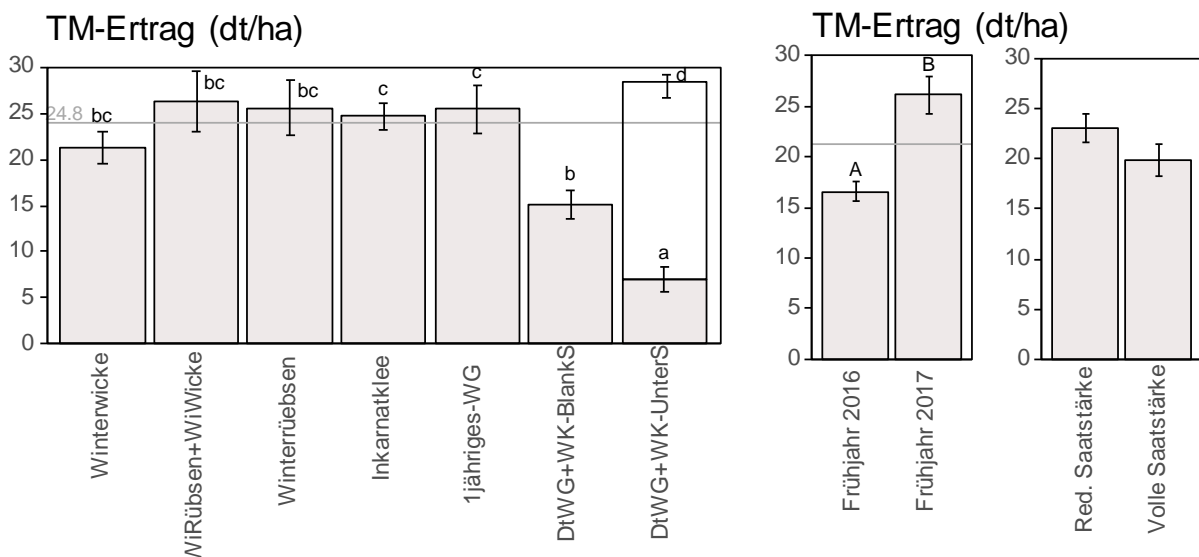
Futtererbsen und Ackerbohnen, hier scheint die Luftstickstoffbindung dieser Arten die Basis für die vergleichsweise hohen Erträge zu sein. Spitzenreiter allerdings ist das Gemenge aus Weißklee und Deutschem Weidelgras, welches in beiden Jahren bereits Mitte Mai als Untersaat kostengünstig in das abtragende Getreide gesät werden konnte und zu dessen Bestellung keine zusätzliche Bodenbearbeitung notwendig war. Die den günstigeren Witterungsbedingungen des Herbstes 2016 führten im Vergleich zu 2015 zu höheren Herbstserträgen.



**Abb. 27 : Alternative Zwischenfrüchte im Flexiblen Exaktversuch Lindhof**

Links: Ölrettich Anf. November 2016, rechts: Inkarnatklee Ende April 2016

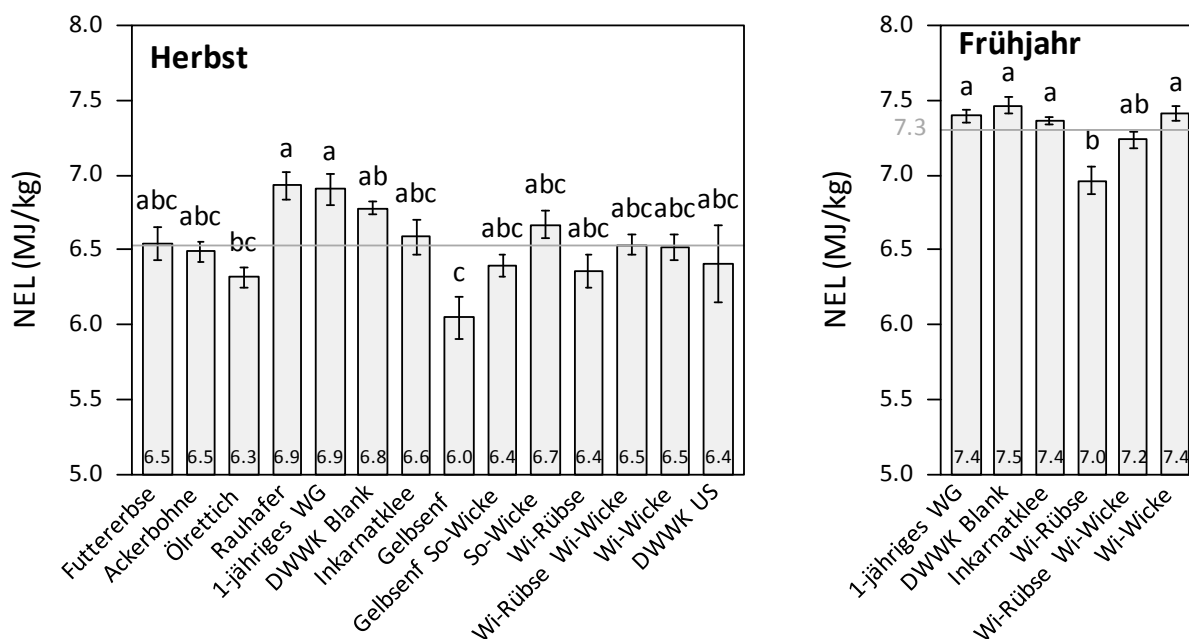
Ertragsleistung im Frühjahr:



**Abb. 28: Erntbarer Sprossertrag im Frühjahr in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saatmischung, Saatstärke und Versuchsjahr** (graue Säulen = Frühjahrsertrag, der weiße Teil der Säule der Variante „Dt. Weidelgras + Weißklee aus Untersaat“ stellt den zusätzlichen bereits im Herbst abgeernteten Ertrag dar)

Abb. 28 zeigt den erntbaren Sprossertrag im Frühjahr in Abhängigkeit der Faktoren Zwischenfruchtart/-Saatmischung, Saatstärke und Versuchsjahr. Ohne zusätzlich Wirtschaftsdüngung wurden im Mittel der Versuchsvarianten erntbare Sprosserträge von ca. 25 dt TM /ha erzielt. Mit Ausnahme der Variante Dt. Weidelgras + Weißklee aus Untersaat handelt es sich um Erträge von Unterparzellen, die nicht bereits im Herbst geerntet worden sind. Diese Erträge haben sich auf Unterparzellen ergeben, die im Herbst nicht genutzt worden sind und über Winter bis Ende April weiterwachsen konnten. Im Gegensatz dazu musste die Variante Dt. Weidelgras + Weißklee aus Untersaat aufgrund ihrer großen Biomassebildung bereits im Herbst geerntet werden, da das Risiko bestand, dass diese unter Umständen über Winter etwaig unter sehr hohen Schneehöhen erstickt wäre. Ob nun für den Einzelbetrieb Herbst- oder Frühjahrsernte in Frage kommt muss sich jeweils individuell zeigen. Im Regelfall haben alle winterharten Varianten im Frühjahr einen deutlichen Zuwachs erfahren. Für die hier nicht aufgeführten nicht-winterharten Arten ergab sich mit Ausnahme des jährigen Weidelgrases die Option der Frühjahrsernte nicht, da diese wie erwartet ausgewintert waren. Überraschend war die tatsächliche Winterhärte des jährigen Weidelgrases. Speziell der im Gegensatz zu anderen Leguminosen im Frühjahr früh startende Inkarnatklee legte erstaunliche Zuwachsraten im frühen Frühjahr an den Tag. Die Variante „Dt. Weidelgras + Weißklee aus Blanksaat“ konnte nicht überzeugen. Hier ist zu bedenken, dass diese Variante im Gegensatz zu den klassischen Zwischenfrüchten ein Wurzel- und Stoppelsystem aufbauen muss, welches mehrere Nutzungen erlaubt und für das der Bestand enorme Energiereserven aufwenden muss, die bei der Ertragsbildung des Primäraufwuchses fehlen. Die Schwestervariante „Dt. Weidelgras + Weißklee aus Blanksaat“ hat dieses bereits über Sommer unter der Deckfrucht erledigt. Letztere Variante musste aus oben genannten Gründen bereits im Herbst genutzt werden, die hervorragende Gesamtleistung dieses Bestandes setzt sich somit als Summe aus Frühjahrs- und Herbstaufwuchs zusammen.

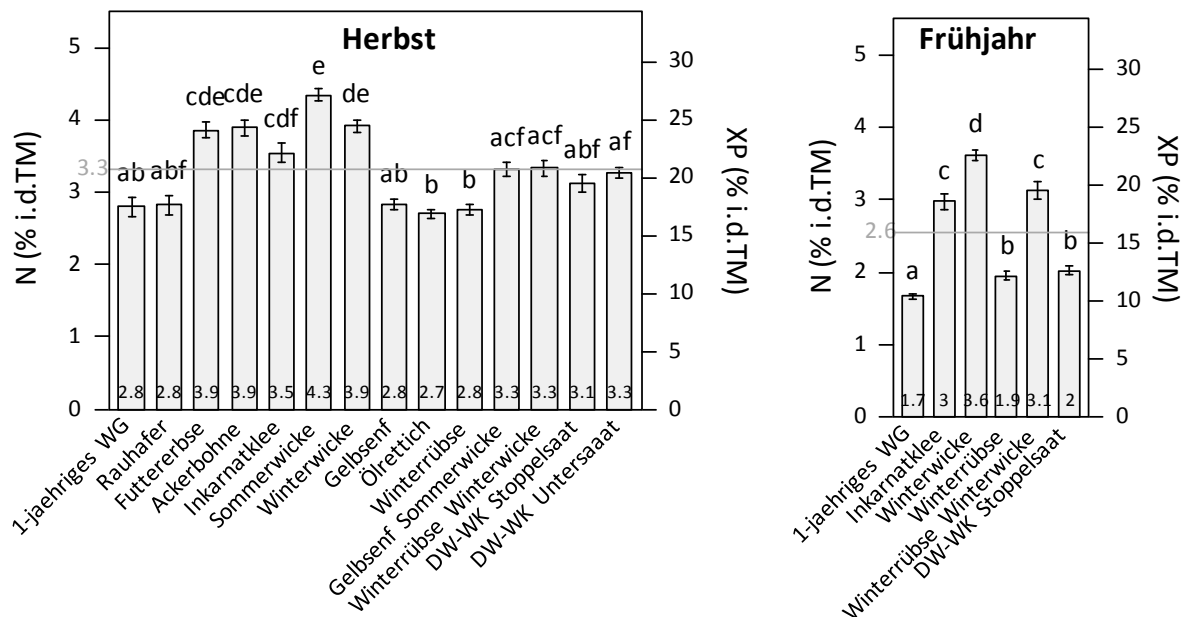
In Phase I erzielte Futterqualitäten im Vergleich Frühjahr und Herbst:



**Abb. 29: Nettoenergie-Konzentration im erntbaren Sprossertrag im Vergleich Herbst und Frühjahr in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saatmischung**  
(im Mittel über 2 Saatstärken und 2 Versuchsjahre)

Abb. 29 zeigt als wichtigen Futterqualitätsparameter die Nettoenergie-Konzentrationen der Zwischenfrüchte in Phase I im Vergleich Frühjahr und Herbst. Im Herbst wurden im Mittel der Zwischenfruchtbestände sehr hohe Nettoenergie-Konzentrationen von 6,5 MJ/NEL erzielt. Deutlich unter diesem Mittelwert lagen die nicht auf Futterqualität gezüchteten Kreuzblütler Ölrettich, Gelbsenf und Winterrüben, die für eine Nutzung als Grundfutter ausscheiden aber durchaus in Biogasanlagen verwertet werden könnten. Rauhafer und jähriges Weidelgras sowie Sommerwicke zeigten mit Futterqualitäten von 6,6 bis 6,9 MJ NEL je kg TM Futterenergiekonzentrationen, die nicht von herkömmlichen Grassilagen erreicht werden können. Ende April wiesen die im Versuch verbliebenen winterharten Zwischenfrüchte extrem hohe NEL-Konzentrationen auf, die mit im Schnitt 7,3 MJ/NEL nahe an maximal erzielbare Energiekonzentrationen gelangen. Als Weide angeboten würden diese Bestände die Nettoenergiekonzentrationen von Total-Misch-Rationen schlagen. Würde man diese Bestände silieren, müsste man sich allerdings infolge unvermeidbarer Silierverluste (hervorgerufen durch Zuckerabbau) auf geringere NEL-Gehalte einstellen. Trotzdem würden diese Bestände bei optimalem Ernteverlauf Spitzensilagen ergeben.

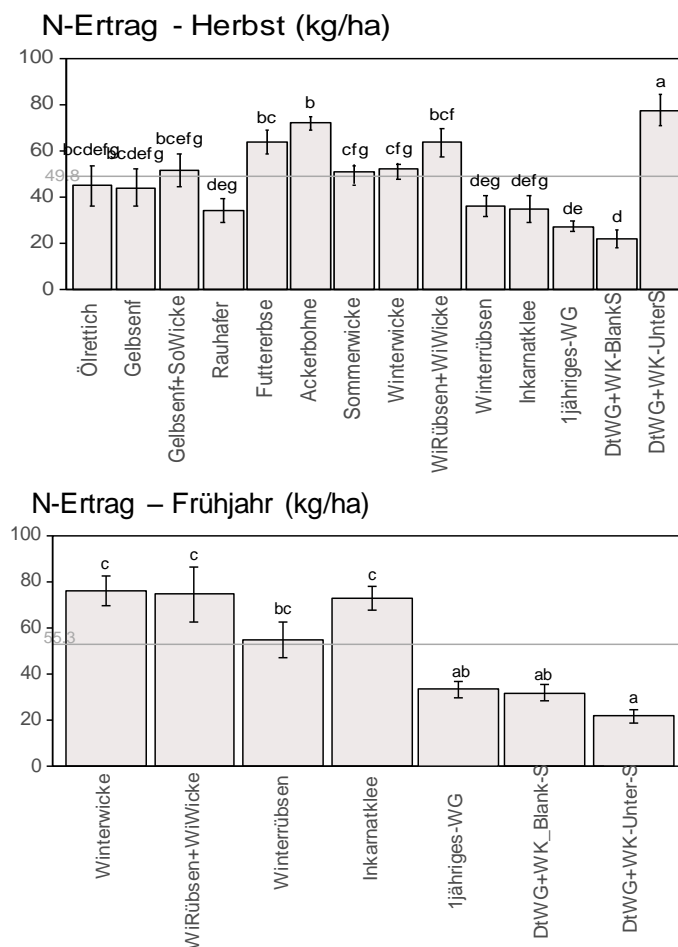
In Phase I erzielte Rohprotein-Gehalte und N-Konzentrationen im Vergleich Frühjahr und Herbst:



**Abb. 30: Rohprotein-Gehalte und N-Konzentrationen im erntbarer Sprossertrag im Vergleich Herbst und Frühjahr in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saatmischung (im Mittel über 2 Saatstärken und 2 Versuchsjahre)**

Abb. 30 zeigt die Rohproteingehalte der erntbaren Sprossmasse der Zwischenfrüchte der Phase I im Vergleich Frühjahr und Herbst. Im Herbst wurden im Mittel der Zwischenfruchtbestände sehr hohe Rohproteingehalte von im Mittel 20,3 % RP in der TM erzielt. Deutlich unter diesem Mittelwert lagen die Nicht-Leguminosen-Reinsaaten. Höchste Gehalte wurden von Leguminosen-Reinsaaten erzielt, während konsequenterweise Mischbestände auch die erwarteten mittleren Gehalte aufwiesen. Zusammenbetrachtet mit ihren guten NEL-Konzentrationen ergeben Mischbestände ein hochwertiges ausgewogenes Futter. Im Gegensatz zu den Energiekonzentrationen fallen die zur Frühjahrsernte festgestellten Rohproteingehalte niedriger aus als im Herbst, wobei speziell die im Versuch verbliebenen winterharten Nichtleguminosen und Gemenge in der Höhe der Rohproteingehalte eingebüßt haben. Die erzielten Rohproteingehalte der letztgenannten Bestände sind als eher unbefriedigend zu bewerten.

### In Phase I erzielte N-Erträge im Vergleich Frühjahr und Herbst:



**Abb. 31: Stickstofferträge unterschiedlicher Zwischenfrüchte im Vergleich Herbst und Frühjahr (im Mittel über 2 Saatstärken und 2 Versuchsjahre)**

Abb. 31 zeigt die potentiellen Stickstofferträge in der erntbaren Sprossmasse verschiedener Zwischenfrüchte der Versuchsphase I im Vergleich Frühjahr und Herbst. Im Herbst wurden im Mittel der Zwischenfruchtbestände N-Erträge im Bereich fast 50 kg N/ha erzielt. Doch die Streubreite ist groß, dieses ist dem niedrigen N-Nachlieferungstatus der Versuchsflächen nach jeweils abtragender Hauptfrucht geschuldet. Deshalb zeigen Bestände mit Leguminosen in der Saadmischung im Regelfall deutlich höhere N-Erträge als klassische nichtlegume Zwischenfrüchte. Hier zeigt sich der Vorteil der N-Selbstversorgung über Luftstickstoffbindung. Eine Ausnahme bildet der Inkarnatklée, der eine spätsaatverträgliche Zwischenfrucht ist und der generell auf einen Frühstart im frühen Frühjahr geeicht ist. Als beste Nichtleguminose schnitt im Herbst die nicht winterfesten tiefwurzelnden Kreuzblütler Gelbsenf und Ölrettich mit einem potentiellen N-Ertrag von ca. 42 kg N/ha ab. Bei diesen Arten liegt die Überlebensstrategie auf einem maximalen Wachstum vor Winter mit dem Ziel noch zu blühen und

Samen zu produzieren. Gleichzeitig wiesen Futtererbse und Ackerbohne N-Erträge im Bereich 63-72 kg N/ha auf. Die Differenz von ca. 20 kg N/ha muss aus der N<sub>2</sub>-Fixierung der Körnerleguminosen stammen. Spitzenreiter bei den Herbst-N-Erträgen ist die Dt. Weidelgras/Weißklee-Untersaat bzw. die es aufgrund der frühen Etablierung schon im Mai auf N-Erträge im Herbst nahe 80 kg /ha gebracht hat. Da Ackerbohne und Futtererbse über Winter abgefroren sind und die Dt. Weidelgras/Weißklee-Mischung aus Untersaat im Herbst abgeerntet wurde, zeigten andere Leguminosen im Frühjahr höhere N-Erträge. Die für ein frühes Frühjahrswachstum bekannten Leguminosen Inkarnatklee und Winterwicke erbringen im Frühjahr ähnlich hohe N-Erträge wie die Körnerleguminosen im Herbst. Da etwaig nach dem Absterben von nicht winterharten Zwischenfrüchten im Spätwinter Nitratauswaschungsverluste ausgelöst werden können, empfehlen sich für Betriebe mit später Frühjahrsbestellung (z.B. vor Silomais oder Feldgemüse) vor allen Dingen die Zwischenfrüchte Inkarnatklee und Winterwicke, gerade dann, wenn Ziel des Zwischenfruchtanbaus ein deutlicher Zusatz N-Input über N<sub>2</sub>-Fixierung ist. Gleiche Frühjahrs-N-Erträge werden auch vom Gemenge „Winterrüben + Winterwicke“ erzielt. Winterrüben haben die N-Aufnahme im Spross von knapp 40 kg N/ha im Herbst über Winter und zeitiges Frühjahr auf über 55 kg N/ha gesteigert und damit den in der Biomasse gespeicherten Stickstoff verlustlos über den Winter gerettet.

Der Versuch unterstreicht die breite Palette der Eigenschaften verschiedener Zwischenfruchtarten. Je nachdem ob N konserviert und vor Auswaschung geschützt werden soll bieten sich Nichtleguminosen an. Je nach Wahl der Zwischenfruchtleguminose können entweder schon im Herbst oder vor spät gesäten Frühjahrskulturen größere Mengen von Luftstickstoff eingebracht werden. Gemenge aus Leguminose und Nichtleguminose unterstreichen ihre Rolle als Universalwerkzeug. Bei N-Mangel übernimmt die Leguminose und sammelt Luftstickstoff, bei N-Überschuss kann dieses in der Biomasse der Nichtleguminose gespeichert werden.

## ii. Phase 2:

Zielsetzung: 1. Untersuchung des Einflusses einer unterschiedlichen Bodenbearbeitungsintensität und einer variierten Wirtschaftsdüngung vor der Etablierung der Zwischenfrüchte auf Zuwachs- und Ertragsleistung einer um weitere Arten und –saatmischungen erweiterten Palette verschiedener Zwischenfrüchte (Versuchsperiode 2017/18).

2. Prüfung des Einflusses der Anbauintensität (Ökologisch versus konventionell auf die Leistungsfähigkeit dreier ausgewählter Zwischenfrüchte in Abhängigkeit von Bodenbearbeitungsintensität und Wirtschaftsdüngung vor der Etablierung der Zwischenfrüchte.

Folgende Bestände wurden im flexiblen Exaktversuch auf dem Lindhof in der Saison 2017/2018 getestet:

- als Reinsaaten: Inkarnatklee, Winterwicke, Grünerbse, Sommerwicke, Einjähriges Weidelgras, Welsches Weidelgras, Rauhafer, Sommerfutterraps sowie Winterfutterraps und Winterfutterroggen
- als Gemenge: Landsberger Gemenge (bestehend aus Welschem Weidelgras, Winterwicke und Inkarnatklee), jeweils mit und ohne Zumischung von Winterfutterroggen.

Wie in den Vorjahren wurde die Saatmischung Gemenge Deutsches Weidelgras + Weißklee alternativ etabliert: a) zeitgleich als Blanksaat und b) bereits im Mai als Untersaat in den Vorfruchtbestand Wintertriticale.

Als Standort für die neue Versuchsanlage diente wie in Phase I das ökologisch bewirtschaftete Versuchsgut Lindhof mit den oben beschriebenen Standortbedingungen. Die Versuchsperiode 2017/18 war wie oben beschrieben durch extrem nasse Bedingungen von der Ernte der Vorfrucht bis hin zum Wachstum im zeitigen Frühjahr gekennzeichnet. Die Etablierung des Versuches war witterungsbedingt erst in der letzten Augustdekade möglich, was gemäß des folgenden alten Sprichwortes „Ein Tag im Juli sorgt für den gleichen (Zwischenfrucht-)Zuwachs wie eine Woche im August oder der ganze September“ keine Spitzenerträge versprechen konnte. Es handelt sich aber um das typische Zwischenfruchtanbaurisiko im nördlichsten Bundesland Schleswig-Holstein. Schleswig-Holstein ist im Bundesvergleich durch die späteste Getreideernte und ab Mitte September den kürzesten Tageslängen gekennzeichnet und weist damit generell die ungünstigen Bedingungen für einen erfolgreichen Stoppel-Zwischenfruchtbau auf. Um eine Lösung für letztgenannte Schwierigkeit zu finden, diente auch in diesem Versuchsteil das zudem kostengünstig ohne zusätzliche Bodenbearbeitung als

Untersaat etablierte Gemenge von Deutschem Weidelgras und Weißklee als alternative Versuchsvariante.

## Versuchsvarianten der Faktorkombination Zwischenfruchtart x Saatstärke des Flexiblen Exaktversuches in Phase 2 2015/16 + 2016/17

### I. Faktor Zwischenfruchtart:

Zwischenfruchtart	Saatstärke voll kg/ha	Prüfung in Kombination mit Herbstgülle	Winterhärte
Jähriges Weidelgras	36	ja	nein
Rauhafer	110	ja	nein
Futtererbse (Leguminose)	130	nein	nein
Inkarnatklee (Leguminose)	30	nein	ja
Sommerwicke (Leguminose)	100	nein	nein
Winterwicke (Leguminose)	65	nein	ja
Gelbsenf (Kreuzblütler)	15	nein	nein
Winterrübsen (Kreuzblütler)	12	ja	ja
Welsches Weidelgras	30	ja	ja
Grünroggen	120	ja	ja
Landsberger Gemenge: Welsches Weidelgras+ Inkarnatklee + Winterwicke	25+ 15 +10	ja	ja
Landsberger Gemenge mit Grünroggen: Welsches Weidelgras+ Inkarnatklee + Winterwicke + Grünroggen	15+ 15 +10+30	ja	ja
Gemenge Deutsches Weidelgras + Weißklee (Etabliert als Blanksaat)	25 + 4	ja	ja
OG-Gemenge Deutsches Weidelgras + Weißklee (Etabliert als Untersaat)	20 + 3	nein	ja

### 2. Faktor Bodenbearbeitung zur Zwischenfruchtbestellung:

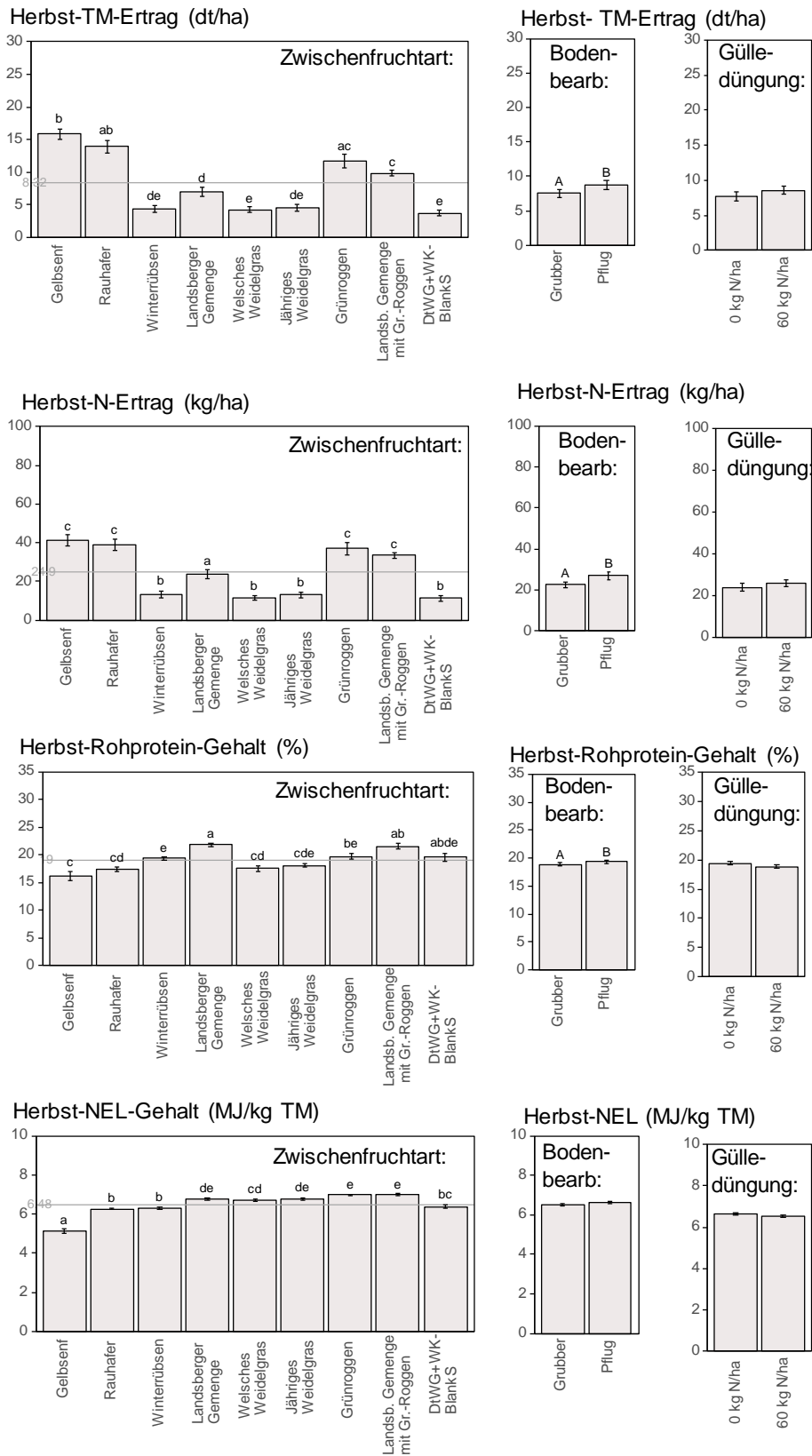
- a. wendend = hohe Intensität, gepflügt auf 25 cm
- b. nicht wendend = geringe Intensität, gegrubbert auf 15 cm

### 3. Faktor Düngung zur Zwischenfruchtbestellung:

- a. keine Wirtschaftsdüngung im Herbst
- b. Herbstdüngung mit 25 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle entspricht: N: 60 kg/ha (NH<sub>4</sub>-N: 24 kg/ha)



## Ertragsleistung im Herbst 2017:



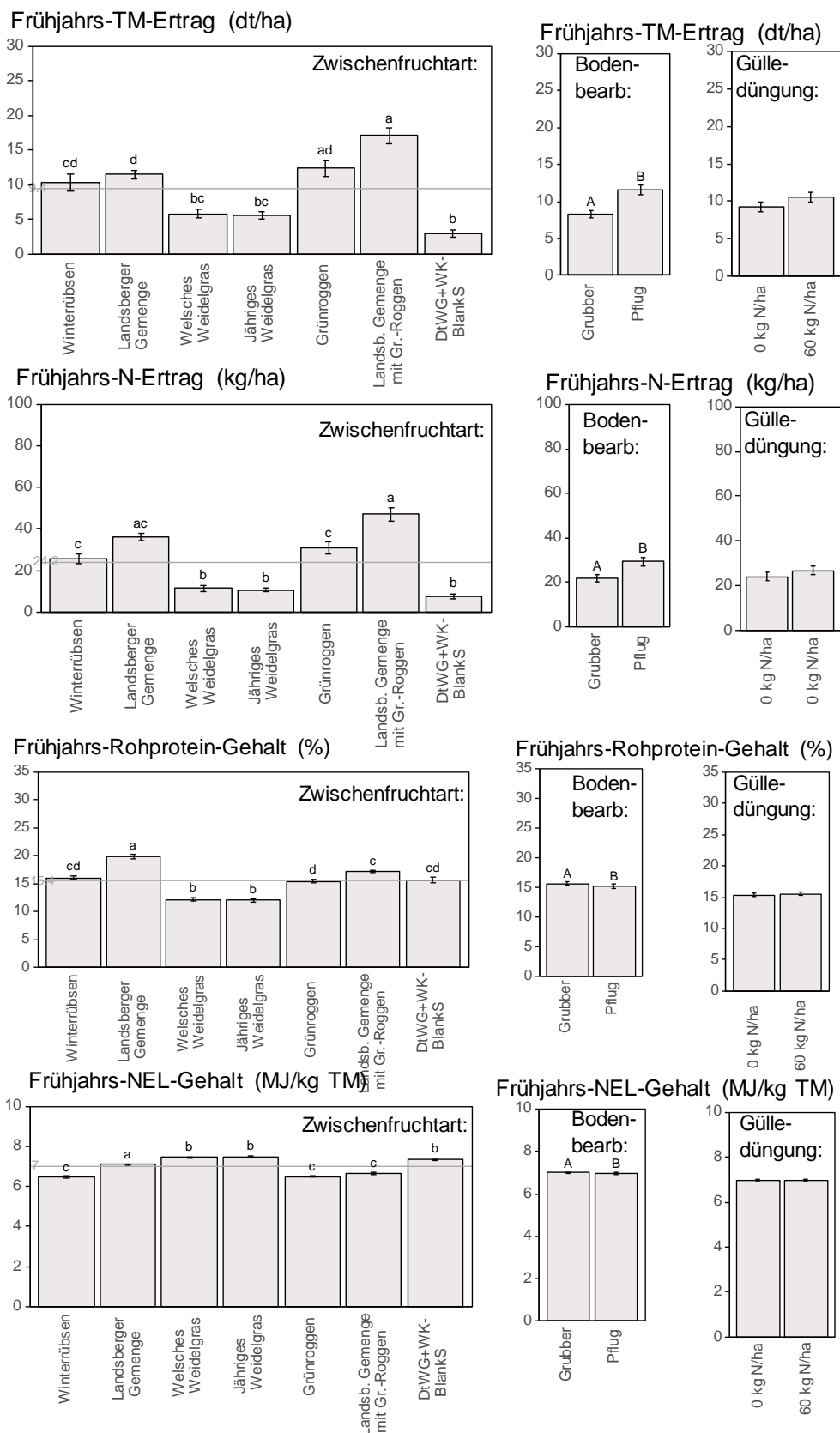
**Abb. 32: Ertragsleistung und Futterqualität im Herbst 2017 in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saatmischung, Bodenbearbeitung und Wirtschaftsdüngung**

Abb. 32 zeigt für den alternativen Erntezeitpunkt Herbst 2017 die Ertragsleistung und Futterqualität in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saatmischung, Bodenbearbeitung und Wirtschaftsdüngung. Infolge der witterungsbedingten späten Versuchsetablierung wurden ähnlich der ersten Versuchsperiode 2015/16 im Mittel der Versuchsvarianten nur potentiell erntbare Sprosserträge im Bereich von 4 bis 16 dt TM /ha erzielt. Diese Erträge sind ohne die zusätzlich gebildete auf dem Feld verbleibende, nicht erntbare, aber hoch humuswirksame Stoppel- und Wurzelbiomasse gerechnet und auch wenn man in Betracht zieht, dass die Versuche jeweils nach abtragendem Getreide am Ende der Fruchtfolge angebaut wurden als nicht zufriedenstellend einzuschätzen. Gelbsenf, Rauhafer, Grünroggen und das Landsberger-Gemenge mit Grünroggen zeigten erfreuliche Erträge. Alle als Blanksaat etablierten Bestände mit Weidelgräsern enttäuschten. Die aufwändigere Bodenbearbeitung mit dem Pflug führte zu dichteren, unkrautärmeren und leicht ertragreicheren Beständen. Die vor der Bestellung eingesetzte extensive trockensubstanzreiche schwer umsetzbare Öko-Rindergülle zeigte keine signifikanten Effekte, allenfalls tendenziell gesteigerte Erträge. Die potentiell erntbaren Stickstofferträge folgten den niedrigen Trockenmasse-Erträgen. Gelbsenf, Rauhafer, Grünroggen und das Landsberger-Gemenge mit Grünroggen erreichten N-Erträge im Bereich 35-40 kg N/ha. Alle anderen Bestände lagen deutlich darunter. Die die Boden-N-Mineralisation stimulierende intensivere Bodenbearbeitung führte zu höheren N-Erträgen, Gölledüngung blieb ohne Effekt.

Die Zwischenfrüchte erzielten im Herbst im Mittel der Arten und Mischungen sehr hohe Rohproteingehalte von über 19 % RP in der TM. Hier muss allerdings im Vergleich zu Phase I gesagt werden, dass nur wenige Leguminosen-Reinsaaten in diese Betrachtung eingingen. Trotzdem wies sich die erwartete Richtung, Leguminosen-enthaltende Bestände zeigen höhere RP-Gehalte als solche ohne. Intensivere Bodenbearbeitung führte zu höheren RP-Gehalten, Gölledüngung blieb ohne Effekt.

Die Herbst-Nettoenergie-Konzentrationen von knapp 6,5 MJ/NEL, der hier betrachteten Zwischenfrüchte liegen auf ähnlich hohem Niveau wie die in Phase I. Deutlich unter diesem Mittelwert lag der nicht auf Futterqualität gezüchtete Kreuzblütler Gelbsenf, der für eine Nutzung als Grundfutter ausscheidet. Die Faktoren Gölledüngung und Bodenbearbeitung blieben ohne Effekt auf die Ausprägung der NEL-Gehalte.

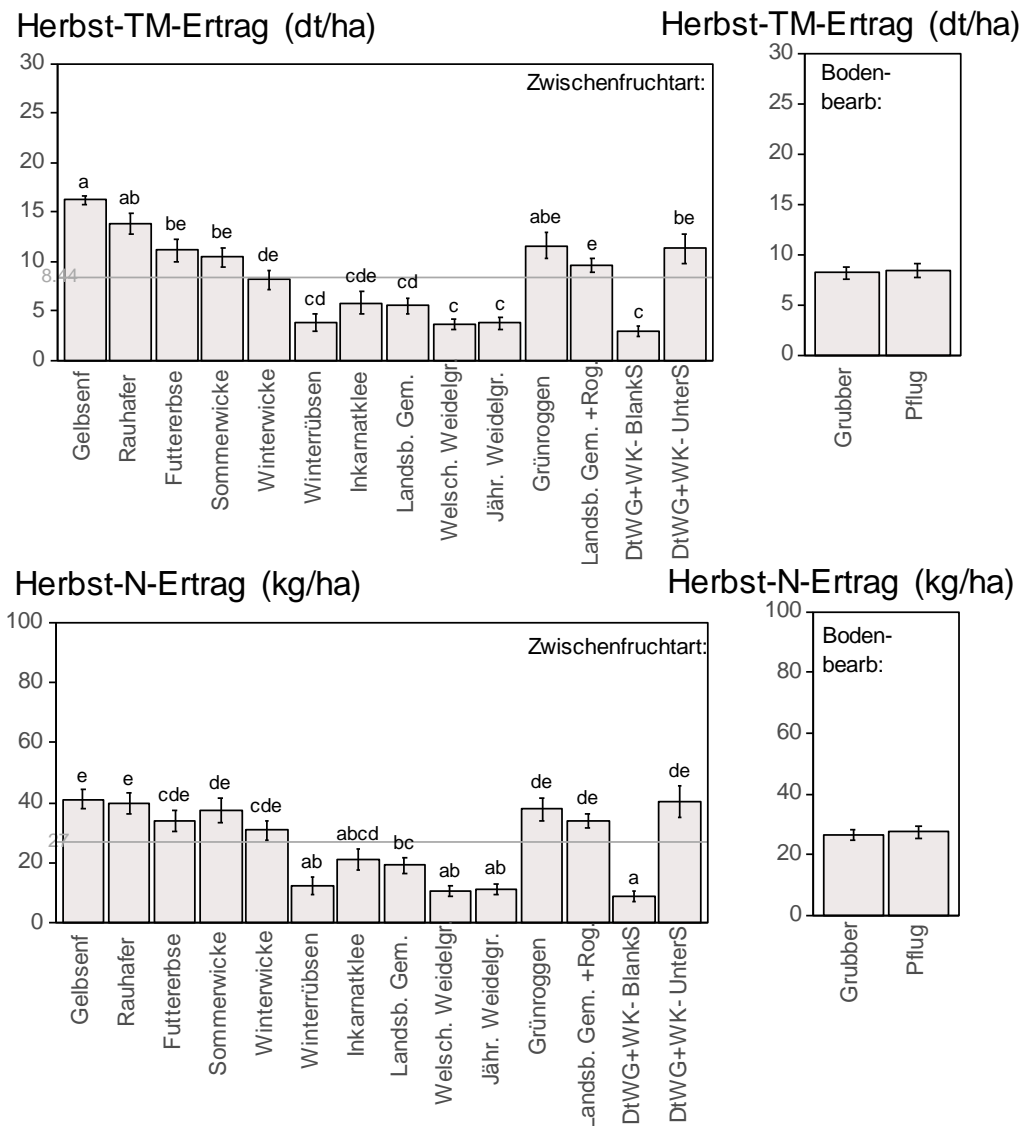
### Ertragsleistung im Frühjahr 2018:



**Abb. 33: Ertragsleistung und Futterqualität im Frühjahr 2018 in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saatmischung, Bodenbearbeitung u. Wirtschaftsdüngung**

Abb. 33 zeigt für den alternativen Erntezeitpunkt Frühjahr 2018 die Ertragsleistung und Futterqualität in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saatmischung, Bodenbearbeitung und Wirtschaftsdüngung. Infolge der witterungsbedingten späten Versuchsetablierung Ende August wurden im Mittel der Versuchsvarianten ähnlich der Herbstbeprobung nur potentiell erntbare Sprosserträge im Bereich von 4 bis 20 dt TM /ha erzielt. Die N-Aufnahme der Bestände war also praktisch unverändert. Die aufwändigere Bodenbearbeitung mit dem Pflug führte auch im Frühjahr zu dichteren, unkrautärmeren und leicht ertragreicheren Beständen. Die vor der Bestellung im August eingesetzte trockensubstanzreiche schwer umsetzbare Öko-Rindergülle zeigte im Frühjahr keine signifikanten Effekte.

Die Rohproteingehalte der erntbaren Sprossmasse der Zwischenfrüchte im Frühjahr 2018 sind mit durchschnittlich 15 % RP in der TM als zufriedenstellend anzusprechen und liegen wie in Phase I deutlich unter den Herbstgehalten (19% RP). Wie in Phase I erhöhten sich die Nettoenergie-Konzentrationen im Frühjahr von knapp 6,5 MJ/NEL im Herbst auf 7 MJ/NEL im Frühjahr und unterstreichen die hervorragenden Futterqualitäten wenn z.B. im Frühjahr vor einer Bestellung von spätgesäten Frühjahrskulturen abgeweidet werden soll.



**Abb. 34: Ertragsleistung im Herbst 2017 in Abhängigkeit von Zwischenfruchtart/-Saatmischung und Bodenbearbeitung**

Abb. 34 zeigt für den alternativen Erntezeitpunkt Herbst 2017 die Ertragsleistung und Futterqualität einer erweiterten Palette an Zwischenfruchtarten und –Saatmischungen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung. Diese Grafik dient dem Zweck noch einmal das Potential zu unterstreichen welches Leguminosen als Zwischenfrüchte als zusätzliche N-Quelle für den Ökolandbau besitzen. Trotz später Saat und geringem Wurzeltiefgang erzielen Sommerwicke und Futtererbse N-Erträge, die auf gleichem Niveau wie die der nicht-legumen Arten Ölrettich, Rauhafer und Grünroggen lagen. Wie in den anderen Projektversuchen zeigte das winterharte Gemenge aus Dt. Weidelgras und Weißklee, welches kostengünstig als Untersaat etabliert wurde auch im Herbst 2018 sein hohes TM- und N-Ertragspotential.



**Abb. 35: Flexibler Zwischenfruchtexaktversuch auf dem Lindhof 2017-18**

Oben links: Anlage d. beiden Bodenbearbeitungsintensitäten Aug. 2017, oben rechts Anf. Oktober 2017,  
unten links: Bestände zur Frühjahrsbeprobung Ende April 2018 unten rechts EIP-OG-  
Zwischenfruchtfläche Lindhof Anf. Oktober 2017



**Abb. 36: Alternative Zwischenfrüchte im Exaktversuch Lindhof April 2018**

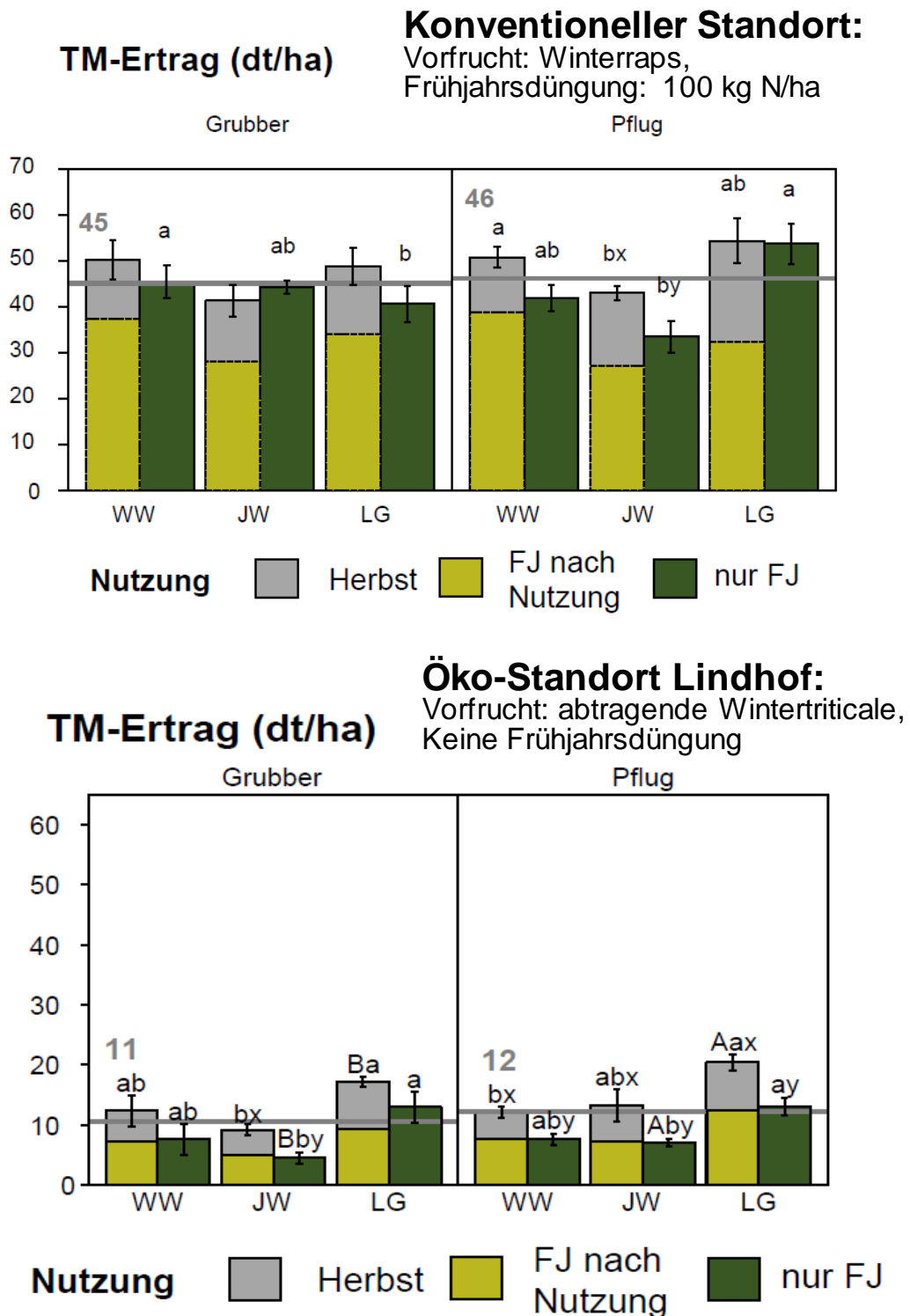
Oben links: Landsberger Gemenge, linke Bildhälfte ohne rechte Bildhälfte mit Herbstgülleapplikation  
oben rechts Landsberger Gem. = Winterwicke + Inkarnatkl. + Welsches Weidelgras (Detailansicht),  
unten links: Kreuzblütler: linke Parzellenhälfte: Gelbsenf (abgestorben), rechte Parzellenhälfte: Wi-Rübsen  
unten rechts Grasartige: linke Parzellenhälfte: Grünroggen, rechte Parzellenhälfte Welsches Weidelgras

Zusatzbetrachtung: Prüfung des Einflusses der Anbauintensität (ökologisch versus konventionell) auf die Performance dreier ausgewählter Zwischenfrüchte in Abhängigkeit von Bodenbearbeitungsintensität und einer Wirtschaftsdüngung zur Etablierung der Zwischenfrüchte.

Da für die neu in die Exaktversuche aufgenommen Versuchsvarianten Bodenbearbeitung und Wirtschaftsdüngung kein weiteres Projektjahr als Wiederholung möglich war, wurde die Alternative geprüft, typische Zwischenfruchtsaatmischungen, die sowohl eine Herbst- als auch eine Frühjahrsnutzung zu lassen (Einjähriges Weidelgras, Welsches Weidelgras und Landsberger-Gemenge) jeweils mit und ohne Wirtschaftsdüngung und jeweils alternativ nach intensiver und extensiver Bodenbearbeitung auf einem weiteren Versuchsstandort in Schleswig-Holstein mit abweichenden Bedingungen anzulegen. Der auf die Aktivitäten der OG im Bereich Zwischenfruchtbau aufmerksam gewordene Landwirt Markus Rohweder aus Buchholz erklärte sich bei einem Besuch der Exaktversuche auf dem Lindhof spontan bereit, die genannten zentralen Varianten als Versuchsanlage auf seinem Betrieb parallel zum Lindhof im August 2017 anzulegen. Obwohl dieser Standort ebenfalls im östlichen Hügelland, allerdings bei Lübeck gelegen ist, ist als Besonderheit anzusprechen, dass dieser Betrieb konventionell bewirtschaftet wird und so die gleichen Saatmischungen und Versuchsbehandlungen im gleichen Kalenderjahr in einer komplett anderen Umwelt getestet werden konnten.

Der Intensitätsunterschied äußert sich wie folgt: am konventioneller Standort war die Vorfrucht konventioneller Winterraps, dessen Stickstoffnachlieferung ähnlich hoch wie die der Körnererbsen am Versuchsstandort Bovenau einzuschätzen ist. Es besteht also ein deutlicher Unterschied im Vergleich zur Vorfrucht einer abtragenden Wintertriticale am Öko-Standort Lindhof. Trotz identischer Herbsdüngungsvariante von 60 kg N /ha beinhaltete die konventionelle Rindergülle mit über 50% deutlich höhere Ammonium-N Gehalte, welches diese im Vergleich zur extensiven Rindergülle am Standort Lindhof reaktiver machte.

Um das Ertragspotential von Zwischenfrüchten im Frühjahr komplett ausnutzen zu können wählte der Landwirt des konventionellen Standortes eine Frühjahrsandüngung von 100 kg N/ha Mineral-N, während auf dem Lindhof keine zusätzliche N-Applikation im Frühjahr appliziert wurde. Abb. 37 zeigt im Vergleich die erzielten Ertragsleistungen, alternativ im Herbst und im Frühjahr, so wie oben schon einmal für den Lindhof dargestellt. Dieser Unterversuch beinhaltete allerdings eine weitere Zusatzvariante der zweifachen Nutzung sowohl im Herbst als auch im Frühjahr. Das bedeutet das ähnlich der Bewirtschaftung der Saatmischung Dt. Weidelgras + Weißklee sowohl eine Herbst- als auch eine Frühjahrsnutzung durchgeführt wurde.



**Abb. 37: Trockenmasserträge dreier Zwischenfrüchte** (Welsches Weidelgras (WW), Jähriges Weidelgras (JW) und Landsberger Gemenge (LG)) **im Vergleich zweier Bewirtschaftungsintensitäten** (öko versus konventionell) **und dreier Nutzungssysteme** (Nutzung im Herbst versus Frühjahr versus zweimalige Nutzung im Herbst plus Frühjahr) (im Mittel Herbst-Düngungsstufen).



In Abb. 37 ist der Vergleich der Trockenmasseerträge dreier Zwischenfrüchte (Welsches Weidelgras (WW), Jähriges Weidelgras (JW) und Landsberger Gemenge (LG)) im Vergleich zweier Bewirtschaftungsintensitäten (öko versus konventionell) und dreier Nutzungssysteme (Nutzung im Herbst versus Frühjahr versus zweimalige Nutzung im Herbst plus Frühjahr) dargestellt. Die deutlich höhere N-Nachlieferung im Herbst führt am konventionellen Standort im Falle der Herbstnutzung zu doppelt so hohen Zwischenfruchterträgen als am Öko-Standort. Über intensive Frühjahrsdüngung gelingt es auf dem konventionellen Standort Ende April vor dem Umbruch zur Folgefrucht Mais ein Ertragspotential von 45 dt TM/ha zu realisieren, ohne dafür zusätzliche Hauptfruchtfutterfläche in Anspruch zu nehmen. Diese Ertragsleistung entspricht der Hälfte eines typischen konventionellen Dauergrünlandertrages. Für den konventionellen Standort bringt die zweimalige Schnittnutzung im Herbst und im Frühjahr keinen echten Ertragsvorteil gegenüber der reinen Frühjahrsnutzung. Im Gegensatz dazu erhöht die zweimalige Nutzung auf dem Ökostandort Lindhof die dortigen bescheidenen Erträge. Eine solche Nutzung könnte am Standort Lindhof aus einer Herbst- und Frühjahrsbeweidung bestehen. Bei an beiden Standorten sorgfältig durchgeführter Stoppelbearbeitung mit dem Grubber führte eine noch intensivere Bodenbearbeitung mit dem Pflug im Schnitt aller Erntevariationen nur zu einem sehr bescheidenden Mehrertrag von 1 dt TM/ha, welcher nicht die höheren Mehrkosten des Pflugeinsatzes deckt. Dieser Zusatzversuch zeigt, dass der in diesem EIP-Projekt herausgearbeitete große Vorteil einer futterbaulichen Nutzung von Zwischenfrüchten ein praktisch noch höheres Potential im konventionellen Landbau besitzt. Ohne zusätzliche mit hohen Pachtpreisen belastete Hauptfruchtfläche in Anspruch nehmen müssen, besitzen Zwischenfrüchte ein enorm hohes Ertrags- und Futterqualitätspotential. Während im Ökolandbau Leguminosen eine entscheidende Rolle in der Ertragsbildung von Zwischenfrüchten spielen, werden diese infolge der deutlich höheren N-Verfügbarkeit im konventionellen Landbau von den nicht-legumen Bestandekomponenten zurückgedrängt, dieses zeigt wie nachfolgendes Foto der identischen Saadmischung welches Zeitgleich an beiden Standorten aufgenommen wurde.

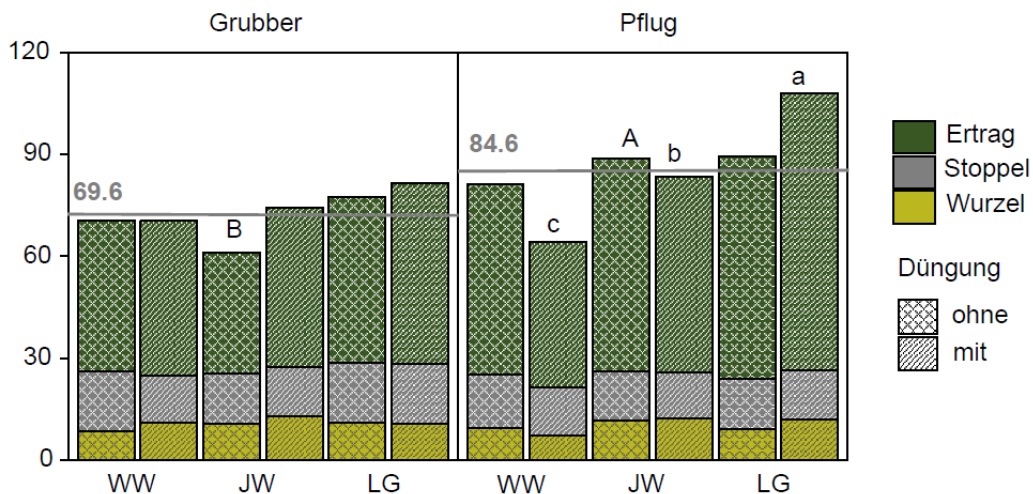


**Abb. 38: Landsberger Gemenge zum Zeitpunkt der Ernte Ende April 2018  
Gleiche Saatmischung unterschiedliche Bewirtschaftung**

Links: konventionell nach Rapsvorfrucht dominiert, Welsches Weidelgras setzt sich durch  
Rechts: ökologisch nach abtragendem Getreide, Wi-Wicke und Inkarnatklee dominieren

## Stickstoffaufnahme im Herbst

### N-Aufnahme im Herbst (kg/ha)



**Abb. 39: N-Aufnahme dreier Zwischenfrüchte (Welsches Weidelgras (WW), Jähriges Weidelgras (JW) und Landsberger Gemenge (LG) im Herbst 2017 am konventionellen Versuchsstandort) im Vergleich zweier Düngungsintensitäten (0 kg N/ha versus 60 kg N/ha appliziert als Rindergülle) und zweier Bodenbearbeitungsintensitäten (Grubber versus Pflug)**

Wie am Standort Bovenau wurde auch auf dem konventionellen Vergleichsstandort das N-Aufnahmepotential unterschiedlicher Zwischenfrüchte durch Beprobung der erntbaren und nicht erntbaren Biomasse festgestellt. Abb. 39 zeigt die N-Aufnahme dreier Zwischenfrüchte (Welsches Weidelgras (WW), Jähriges Weidelgras (JW) und Landsberger Gemenge (LG) im

Herbst 2017 am konventionellen Versuchsstandort im Vergleich zweier Düngungsintensitäten (0 kg N/ha versus 60 kg N/ha appliziert als Rindergülle) und zweier Bodenbearbeitungsintensitäten (Grubber versus Pflug). Weidelgras-basierte Zwischenfrüchte zeigen nach konventionellem Raps durch entsprechend umweltrelevanter N-Freisetzung im Herbst ein enormes N-Aufnahme-Potential im Bereich von ca. 70 bis 85 kg N/ha, wovon ca. 30 kg N/ha im nicht erntbaren Material Wurzel und Stoppeln gespeichert sind, und nach der Ernte humusbildend am Standort zurückbleiben. Die intensivere Bodenbearbeitung führte zwar zu höheren Gesamt-N-Aufnahmen, wie oben gezeigt führte diese allerdings zu keinen höheren TM-Erträgen. Die höhere N-Aufnahme der Zwischenfrüchte nach Pflug muss auf eine stimulierte Mineralisation von Boden-Stickstoff zurückgeführt werden.

Die Zwischenfruchtperiode 2018/19 war nicht mehr offizieller Bestandteil des hier beschriebenen EIP-Projektes. Trotzdem wurden für das Projekt kostenneutral Demobestände auf dem Lindhof angelegt. Im Gegensatz zu den vorangegangenen Perioden war 2018 durch eine für Schleswig-Holstein frühe Getreideernte gekennzeichnet, die wie sonst nur in südlichen Bundesländern üblich eine Bestellung der Zwischenfrüchte Anfang August zuließen. In Kombination mit einer Wirtschaftsdüngung von 60 kg N/ha wurden auf dem Lindhof erneut u. A. jähriges Weidelgras angelegt. Dieses entwickelte sich, wie (bei früher Anlage) erhofft und konnte mehrfach genutzt werden, wie nachfolgende Bilder beweisen.

Über Winter 2018/2019 waren futterbaulich genutzte Zwischenfruchtbestände auf Basis von Weidelgräsern der Rettungsring für zahlreiche Trockenheits-geschädigte Landwirte, die ansonsten 2018 nicht genügend Futterreserven für das Wirtschaftsjahr 2019/20 hätten aufbauen können.



**Abb. 40: 4 Nutzungen innerhalb eines Jahres durch Zwischenfruchtbau 2017/18**

*Oben links: Winterweizen geerntet 8 August 2018,*

*oben rechts Zwischenfrucht Einjähriges Weidelgras Nutzung durch Schnitt Ende September 2018,*

*unten links: Zwischenfrucht Einjähriges Weidelgras Nutzung durch Weide Ende November 2018,*

*unten rechts: Zwischenfrucht Einjähriges Weidelgras Nutzung durch Weide Anfang März 2019 vor dem Umbruch zur Folgefrucht Ackerbohnen*

### e) Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP Zielen

Das EIP-Projekt „Nachhaltige Ertragssteigerung im ökologischen Marktfruchtanbau durch betriebsindividuell optimierten Zwischenfruchtanbau“ lässt sich unmittelbar dem EU-Schwerpunkt „Ressourcen und Umwelt“ zuordnen, da es sich gleichzeitig um eine Steigerung der Effizienz des Ressourceneinsatzes, sowie um die Reduktion negativer Effekte auf die Umwelt, bzw. die weltweit gefährdete Ressource Boden bemüht. Durch die gezielte Ausrichtung des Projektes auf ökologisch wirtschaftende Betriebe und deren Herausforderungen in Bezug auf die Erzielung ausreichender und stabiler Erträge hat das Projekt einen direkten Bezug auf die EIP-Fokusgruppe „Ökologische Landwirtschaft“. Die Ergebnisse insbesondere des Teilbereichs „Exaktversuch Bovenau“ generieren wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnisse im Hinblick auf die Vorzüglichkeit winterharter Zwischenfruchtvarianten gegenüber abfrierenden Varianten. Der flexible Exaktversuch auf dem Lindhof und die Tendenzen, die aus den Interviews der Landwirte herausgearbeitet werden konnten, zeigen, dass die ange-

nommenen Strategien nach ggf. vorzunehmenden betriebsindividuellen Anpassungen auf den Betrieben in der Praxis umsetzbar sind.

#### f) Nebenergebnisse – „by-catches“

Der interdisziplinäre Ansatz der Zusammenarbeit von landwirtschaftlicher Praxis, von Wissenschaft und Forschung und von Beratung und Umweltschutz/ Landschaftspflege bot allen Beteiligten die Möglichkeit, neue Aspekte und Sichtweisen in ihre Tätigkeit einfließen zu lassen. So ist während der Projektlaufzeit ein enges Netzwerk zwischen den Mitgliedern der OG entstanden, auf deren Ressourcen die Partner auch zukünftig zurückgreifen können. Der Blick der Praktiker auf Aspekte wie Feldhygiene oder die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der Zwischenfruchtaufwüchse bereicherte die Zusammenarbeit und ergänzte Fragestellung des Projektes sinnvoll.

#### g) Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Das unterschiedliche Zwischenfruchtmanagement der Praxisbetriebe im Hinblick auf Bodenbearbeitungs- und Saattechnik, auf mögliche Düngungs- und Nutzungsaspekte oder die Abtötung der Aufwüchse erschwerte die Vergleichbarkeit der Strategien zwischen aber auch innerhalb der Naturräume. Die Ergebnisse der Aufwuchsbeprobungen waren teilweise nicht sinnvoll auswertbar.

Die technisch und witterungsbedingte späte Aussaat der Zwischenfrüchte im Sommer 2017 auf der Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Bovenau führte dazu, dass sich die Zwischenfruchtbestände vor dem Herbst nicht mehr entwickeln konnten, so dass das Beprobungs- und Analyseprogramm in der Zwischenfruchtsaison 2017/2018 im Rahmen des Exaktversuchs in Bovenau stark eingeschränkt werden musste. Es konnte somit im dritten Projektjahr keine Fortschreibung der Messreihen in diesem Teilbereich des Projektes erfolgen.

### V. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Auf Grundlage der Projektergebnisse können differenzierte und fundierte Aussagen zu den Vor- und Nachteilen verschiedener Zwischenfruchtstrategien getroffen werden. Ökologisch wie auch konventionell wirtschaftenden Betrieben können hiermit Informationen an die Hand gegeben werden, auf Grundlage derer sie ihren Zwischenfruchtanbau einordnen können. Sie können ihre betriebsindividuellen Besonderheiten erkennen und haben die Möglich-

keit, ihre eigene Zwischenfruchtstrategie zu überdenken und standortspezifisch anzupassen oder ganz neu zu gestalten. Betriebe, die bislang ohne Zwischenfrüchte wirtschaften, bekommen die Vorzüge eines Zwischenfruchtanbaus vor Augen geführt und werden motiviert, zumindest Teilaspekte des Projektes zu berücksichtigen und ggf. (wieder) in den Zwischenfruchtanbau einzusteigen.

Der um die Varianten Wirtschaftsdüngung und Bodenbearbeitung zur Bestellung der Zwischenfrüchte im letzten Projektjahr ergänzte Zwischenfrucht-Exakt-Versuch weckte unerwartet großes Interesse auch bei konventionell wirtschaftenden Kollegen. Grund hierfür ist, dass Cross-Compliance-Auflagen den Zwischenfruchtanbau als wirtschaftlich nicht zu aufwändige Greening-Maßnahme anerkennen. Des Weiteren führte die neue Düngeverordnung dazu, dass neben früh gesättem Winterraps und Wintergerste keine weitere Ackerkultur im Herbst begüßt werden darf. Einzige Ausnahme sind Zwischenfrüchte, da sich über Zwischenfrüchte Herbstgülle sinnvoll nutzen lässt und in Jahren angespannter Grundfutterverfügbarkeit Zwischenfrüchte eine kostengünstige Futterquelle darstellen. Zahlreiche Besuchergruppen auf dem Lindhof haben sich von den Leistungen futterbaulich genutzter Zwischenfrüchte im Laufe der Projektlaufzeit inspirieren lassen. Vergleichbare Versuche gab es in den letzten Jahren in Schleswig-Holstein nicht. Infolge der verschärften Gesetzesauflagen hat der Zwischenfruchtanbau im abgeschlossenen Halbjahr Herbst/Winter2018/2019 eine massive Ausdehnung erhalten. Die Projektergebnisse kamen also gerade zur rechten Zeit.

## VI. Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Projektes werden bereits jetzt von ökologisch wie auch konventionell wirtschaftenden Landwirten nachgefragt. Zudem verwerten auf ökologischen Anbau spezialisierte Ackerbauberater, aber auch die Berater der Anbauverbände des ökologischen Landbaus die Erkenntnisse, die sich aus dem Projekt ergeben haben. Ebenso können aber auch die konventionell wirtschaftenden Betriebe von den Erfahrungen aus dem Projekt profitieren. Die Partner des Projekts Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, die CAU und der Deutsche Verband für Landschaftspflege DVL haben sich in der Zusammenarbeit mit den Praxisbetrieben neue Kompetenzen im Bereich des Zwischenfruchtanbaus erarbeitet. Sie stellen die gewonnenen Erkenntnisse in den eigenen Netzwerken als Multiplikatoren für die Praxis, aber auch dem vor- und nachgelagerten Bereich der landwirtschaftlichen Produktion, den Beratern und den verbundenen Wirtschaftsunternehmen in den Bereichen Pflanzenbau, Düngung und Pflanzenzüchtung zur Verfügung.

In Erweiterung zur direkten Kommunikation mit der Praxis erschienen mehrere Fachartikel im Laufe des Projektes, beispielsweise im Bauernblatt. Weiterhin wurden die Ergebnisse auf zahlreichen Veranstaltungen und Tagungen präsentiert. Hierzu gehörten wissenschaftliche Fachtagung, Workshops innerhalb der nationalen EIP-Netzwerke und Transfertreffen mit Projektträgern außerhalb der EIP-Strukturen.

## VII. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Aufbauend auf die Ergebnisse des Exaktversuchs auf der Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Bovenau erarbeitet Matthias Böldt seine Promotion an der CAU im „Fachgebiet Ökologischer Landbau“ zu den im EIP-Projekt entwickelten Fragestellungen. Die Inhalte seiner geplanten Arbeit gehen thematisch weiter in die Tiefe und versucht die funktionalen Zusammenhänge zwischen Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf näher zu beleuchten. Sie befassen sich unter anderem mit der Einordnung und dem Vergleich der aus den Feldversuchen gewonnenen Erkenntnisse in Relation zu vergleichbaren Studien, die Möglichkeiten der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anbausysteme und Standorte und die Einordnung der quantifizierten umweltrelevanten Parameter auf betrieblicher und ökosystemarer Ebene.

Auf dem Abschlusstreffen der OG am 1. September 2018 wurde von den Betriebsleitern der Praxisbetriebe angeregt, eine umfassende Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen des Zwischenfruchtanbaus zu erarbeiten. Hier könnte einerseits aufbauend auf die Erkenntnisse aus dem Projekt eine monetäre Bewertung des Zwischenfruchtanbaus aus Sicht der Betriebe erfolgen, indem die Ertragswirksamkeit, sowie die Auswirkungen auf die Qualitäten der Folgefrüchte bewertet werden. Andererseits ginge es aber auch darum, die möglichen positiven Folgewirkungen auf die Volkswirtschaft zu benennen und zu ermitteln (Klimarelevanz/ Klimaschutz, Vermeiden von Folgekosten für die Trinkwasseraufbereitung, wenn N-Auswaschung vermieden wird).

## VIII. Administration und Bürokratie

### a) Bürokratischer Aufwand

Der bürokratische Aufwand für das EIP-Projekt wird als mittel eingeschätzt. Für die OG war es von großem Vorteil, dass die Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein als Lead-Partner für vier weitere EIP-Projekte fungierte, so dass sich bei der administrativen Betreuung Syner-

gieeffekte ergaben. So konnte eine angestellte Verwaltungskraft die Abwicklung aller fünf EIP-Projekte begleiten und den verantwortlichen Mitarbeitern zuarbeiten.

### **b) Schwierigkeiten bei der Administration**

Die halbjährlichen Abrechnungsintervalle werden als problematisch angesehen. Dadurch ist es notwendig, dass die Projektpartner mögliche Sachkosten, aber vor allem auch die Personalkosten stets für bis zu sechs Monate vorfinanzieren müssen. Dieser Umstand schließt weniger finanzstarke Organisationen und Einrichtungen von der Mitarbeit in EIP-Projekten aus. Als aufwändig wurden auch die Vorgaben für die Vergabe von Aufträgen und die Beschaffung von Sachmitteln empfunden. Insbesondere bei der Beschaffung von speziellen Betriebsmitteln wie ökologisch erzeugtem Saatgut konnten kaum drei Anbieter ausfindig gemacht werden, die überhaupt dazu bereit waren, die entsprechenden Mengen zu liefern. Bei den halbjährlichen Ausschreibungen von Bio-Saatgut für die Hauptkulturen und die Zwischenfrüchte kamen teilweise auch nach mehrfachem Nachhaken keine Antworten von den potenziellen Lieferanten. Dies verzögerte die Bestellung von Saatgut in einigen Fällen.

### **c) Verbesserungsvorschläge**

Aufgrund des geringen Umfangs an Saatgut (zumindest in den Hauptkulturen) wäre es sinnvoller gewesen, die Saatgutlieferungen über den gesamten Projektzeitraum hinweg einmalig auszuschreiben.

Es wäre sinnvoll, zumindest die Personalkosten anteilig für den laufenden Abrechnungszeitraum vorzuschießen, um auch weniger finanzstarken Organisationen die Teilnahme an EIP-Projekten zu ermöglichen.

## **IX. Nutzung des Innovationsbüros (Innovationsdienstleister, IDL)**

Die Zusammenarbeit mit dem Innovationsdienstleister war eng und vertrauensvoll. Das Innovationsbüro hat stets zeitnah auf unsere Anfragen reagiert und kompetent auf alle Nachfragen in Bezug auf Abrechnungen, Dokumentationen und Veröffentlichungen geantwortet. Es unterstützte das Projekt durch Vorlagen und Handlungsanweisungen für die Ausschreibung von Sachmitteln und Dienstleistungen. Es organisierte den Rahmen und koordinierte die Vorstellung von EIP-Projekten bei Messen und Veranstaltungen. Es trug wesentlich zur Vernetzung und zum Austausch der EIP-Projekte im Land Schleswig-Holstein sowie auf nationaler Ebene bei.



## X. Kommunikations- und Disseminationskonzept

Ein zentraler Baustein in der Kommunikation, wie auch in der Außendarstellung des Projektes waren die Treffen der Operationellen Gruppe. So fand kurz nach Beginn des Projektzeitraums am 29.6.2015 das Auftakttreffen der OG auf dem Lindhof statt. Weitere Treffen, bei denen jeweils eine Rückschau auf die vergangene Zwischenfruchtsaison gehalten wurde, und bei denen die jeweils gemachten Erfahrungen mit den Betriebsleiterinnen und Betriebsleitern diskutiert wurden, fanden am 24.5.2016 und am 1.11.2017 statt (s. auch Kap. VIII „Ablauf des Vorhabens“). Am 1.9.2018 wurde auf der Norddeutschen Landwirtschaftsausstellung NORLA das Abschlusstreffen der OG durchgeführt. Hier wurden die bisherigen Ergebnisse der Projektbereiche der Öffentlichkeit vorgestellt. Mit den anwesenden Betriebsleitern wurde Rückschau auf das Gesamtprojekt gehalten, offene Fragen besprochen, sowie mögliche Folgeprojekte eruiert. Projektbegleitend und auch nach Abschluss des Projekts wurden die Projekthalte und Ergebnisse in mehreren Artikeln im landwirtschaftlichen Wochenblatt „Bauernblatt“ veröffentlicht.

Auf folgenden weiterführenden Veranstaltungen wurde das EIP-Projekt der Öffentlichkeit inhaltlich vorgestellt:

04.09.2015	EIP-Infoveranstaltung auf der NORLA Landwirtschaftsmesse 2015 (Rendsburg)
24.11.2015	Veranstaltung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein zum Sachkundenachweis Pflanzenschutz für Bio-Betriebe
27.06.2016	Feldtag der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein auf der Versuchsfläche in Bovenau
02.09.2016	Vorstellen von Ergebnissen auf dem 3. EIP-Agrar-Forum Schleswig-Holstein (Rendsburg)
22.-23.11.2016	EIP-Workshop für Operationelle Gruppen (Bonn)
27.02.2017	Ergebnispräsentation auf der Tagung „Perspektiven für den Ökolandbau“ (Rendsburg)
07.-10.09.2017	Vorstellen von Ergebnissen des EIP-Projektes auf der NORLA 2017 im Bio-Zelt der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

- 26.-27.09.2017      Veranstaltung EIP Agri + Horizon 2020 (Kiel, Lindhöft)
- 05.-06.03.2018      EIP-Workshop für Operationelle Gruppen (Weimar)
- 30.08.-02.09.2018      Vorstellen von Ergebnissen des EIP-Projektes auf der NORLA 2018 im  
Bio-Zelt der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Auf folgenden wissenschaftlichen Tagungen und Veranstaltungen wurden Ergebnisse des EIP-Projektes, insbesondere des Exaktversuchs in Bovenau und des flexiblen Exaktversuchs auf dem Lindhof vorgestellt:

- 07.-10.03.2017      14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (Freising-  
Weihenstephan)
- 29.-30.05.2018      2. International Symposium on Soil Organic Matter Management in  
Agriculture (Braunschweig)
- 30.08.-01.09.2018      62. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau  
(Kiel)
- 26.-28.09.2018      61. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V.  
(Kiel)
- 05.-08.03.2019      15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (Kassel)

Leadpartner Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (Dr. Mathis Müller)

Rendsburg, den 24.05.2019

### Lead-Partner:

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Grüner Kamp 15-17

24768 Rendsburg

### Ansprechpartner:

Dr. Mathis Müller, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein,

E-Mail: [mmueller@lksh.de](mailto:mmueller@lksh.de)

Björn Ortmanns, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein,

E-Mail: [bortmanns@lksh.de](mailto:bortmanns@lksh.de)

Dr. Ralf Loges & Matthias r, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,

E-Mail: [rloges@gfo.uni-kiel.de](mailto:rloges@gfo.uni-kiel.de)

Dr. Helge Neumann, Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. DVL

E-Mail: [hneumann@gfo.uni-kiel.de](mailto:hneumann@gfo.uni-kiel.de)

### Fotonachweis:

Matthias Böldt, Dr. Ralf Loges, Björn Ortmanns