

Abschlussbericht

EIP-Agrar NRW Projekt

Nährstoffmanagement und langfristig gesicherte Ertragssteigerung in ökologischen Marktfruchtbetrieben mittels einer neuen Öko-Düngeplanung und angepasster Öko-Standard-Bodenproben-Untersuchungen

Kurztitel: EIP-Nährstoffmanagement



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete unter Beteiligung des Landes
Nordrhein-Westfalen

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
A Kurzdarstellung	4
I. Ausgangssituation und Bedarf	4
II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung	4
III. Mitglieder der OG	5
IV. Projektgebiet	5
V. Projektlaufzeit und –dauer	5
VI. Budget	5
VII. Ablauf des Vorhabens	6
VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse	8
B Eingehende Darstellung	10
I. Verwendung der Zuwendung	10
II. Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn	10
III. Ergebnisse der OG	11
IV. Ergebnisse des Innovationsprojektes	13
V. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis	32
VI. Verwertung und Nutzung der Ergebnisse	33
VII. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit	34
VIII. Nutzung Innovationsdienstleister	34
IX. Kommunikations- und Disseminationskonzept	34
C Literaturverzeichnis	37
D Anhänge	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Mineralisch gelöster Stickstoff in der Bodenlösung unter verschiedenen Zwischenfrüchten	16
Abbildung 2 Auftragsformular Mineralboden für den Ökolandbau	17
Abbildung 3 NDICEA Szenario. Betrieb: Schanzenhof.....	20
Abbildung 4 NDICEA Szenario. Betrieb: Mühlenhof	20
Abbildung 5 NDICEA Szenario. Betrieb: Bollmann.....	21
Abbildung 6 Kumulative Stickstoffverfügbarkeit/ Aufnahme. Betrieb Bollmann	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Ablauf des Vorhabens	7
Tabelle 2 Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Menge an mineralisch gelösten Stickstoff im Boden	14
Tabelle 3 Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Trockenmasse, die Stickstoffaufnahme und das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff im Spross	15
Tabelle 4 Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Stickstoffaufnahme in den Spross und das CN-Verhältnis	16

A Kurzdarstellung

I. Ausgangssituation und Bedarf

In der ökologischen Landwirtschaft stagnieren die Erträge der Kulturpflanzen. Dadurch können die Betriebe nicht optimal ökonomisch und ökologisch wirtschaften. Ursachen liegen vor allem im Nährstoffmanagement, da im ökologischen Landbau ausschließlich organische Düngemittel und Leguminosen zur Nährstoffversorgung eingesetzt werden. Diese Dünger wirken in der Regel langfristig und die konkrete Düngewirkung zu der gedüngten Kultur ist schwer abschätzbar. Dadurch ist die Kalkulation der optimalen Düngemengen schwierig.

Es gibt keine einheitliche Düngeplanung für Ökobetriebe in Nordrhein-Westfalen. Es existieren verschiedene Ansätze in anderen Ländern (NDICEA in den NL) oder Bundesländern (BEFU/ BESYD in Sachsen) und in NRW (Nährstoffvergleich), die zusammengeführt und für den ökologischen Ackerbau in NRW anzupassen sind.

Um die Düngeplanung optimieren zu können ist es nötig die Bodenuntersuchungen anzupassen. Die Standard-Bodenuntersuchung erfasst nur leicht pflanzenverfügbare Nährstoffe, nicht aber die Nachlieferung aus dem Boden oder organischer Dünger. Diese Bodenuntersuchungen sind sinnvoll und müssen ganzheitlich für den Ökolandbau angepasst werden. Bereits bestehende Labore (z.B. EUF, Balzer, Kinsey) beruhen auf nicht statistisch abgesicherten Versuchsergebnissen in unseren Klimaten, haben häufig keine ausreichenden Laborkapazitäten und es bedarf umfangreichen Expertenwissen, um die Ergebnisse zu interpretieren. Aus den Ansätzen der genannten Labore ließe sich zusammen mit der LUFA NRW ein Paket erstellen, welches einfach und regional umsetzbar wäre. Dieses Öko-Standard-Bodenprobenpaket soll in die Düngeplanung einfließen.

II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung

Ziel ist es, in ökologischen Ackerbaufruchtfolgen eine genauere Abschätzung verfügbarer Nährstoffe aus Düngern und der Nachlieferung aus dem Boden zu erarbeiten. Dafür wird eine konkrete Düngeplanung zu Berechnung der Düngemengen mit im ökologischen Landbau zugelassenen Düngern standortangepasst und schlagbezogen entwickelt und für die Beratung bereitgestellt. Damit sollen Nährstoffe effizienter in sicheren Ertrag umgesetzt und Verluste vermieden werden. Das bestehende Programm „Nährstoffvergleich“, welches bis April 2020 den rechtlichen Anforderungen entsprach, der LWK NRW ist nicht für die Düngeplanung gedacht und geeignet und gibt eine Nährstoffbilanz des Betriebes an. Das neue Programm soll die Fixierleistung der Leguminosen, Speicherleistung und Nachlieferung von Zwischenfrüchten, Nachlieferung aus organischen Düngern in Folgejahren sowie hinterlegte Ertragswerte und Inhaltsstoffe in Ernteprodukten aus dem Ökolandbau in NRW berücksichtigen. Außerdem liefert das neue Öko-Standard-Bodenprobenpaket wichtige Kennzahlen für die Öko-Düngeplanung. Zusätzlich soll das Stickstoffkalkulationsprogramm NDICEA aus den Niederlanden an NRW angepasst werden und helfen, die Stickstoff- und Humusentwicklung im Boden bei der Düngeplanung zu berücksichtigen.

Die Bedeutung von Zwischenfrüchten als Stickstoffsенke zur Reduzierung der Nitratverlagerung über Winter ist mittlerweile allgemein akzeptiert. Ungelöst waren jedoch aus Sicht von Beratung und Praxis folgende Fragen:

- Wie hoch sind die N-Verluste (flüssig und gasförmig) aus der Sprossmasse der Zwischenfrüchte über Winter?
- Welchen Beitrag kann der „Restspross“ nach Winter potentiell zur Stickstoffversorgung der Nachfrucht leisten?
- Wie beeinflusst eine Bearbeitung der Zwischenfrucht die N-Dynamik?

III. Mitglieder der OG

- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, sowie LUFA Nordrhein-Westfalen
 - FB 53, Ökologischer Land- und Gartenbau, Jan-Malte Wichern: Leadpartner, Koordination, Leitung OG, Betreuung der Betriebe, Datenerhebung und –auswertung, Berichtswesen
 - FB 12, Finanzen, Allgemeine Verwaltung, Melanie Eilers: Administration, Verwaltung
 - FB 8, LUFA NRW, Dr. Martin Müller, Sabine Kittelmann: Literaturrecherche, Aktionsformular Öko-Bodenprobenpaket
- Fachgebiet Agrarökologie und Organischer Landbau (AOL) (ehemals Institut für Organischen Landbau (IOL)) der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Ansprechpartner Christoph Stumm
Durchführung und Auswertung der Zwischenfruchtversuche
- Louis Bolk Instituut, Bart Timmermans
Unterstützung bei der Anpassung von NDICEA an NRW
- Praxisbetriebe
Datenbereitstellung, Versuchsanlage, Mitarbeit in OG
 - Bioland Finke's Hof
 - Biohof Wilhelm Bollmann
 - Mühlenhof, Hermann Künsemöller
 - Schanzenhof, Ruth Laakmann

IV. Projektgebiet

Nordrhein-Westfalen

V. Projektlaufzeit und –dauer

Durchführungszeitraum: 01.01.2017 – 15.06.2020

Bewilligungszeitraum: 01.01.2017 - 31.12.2020

VI. Budget

Bewilligt: 456.049,30 €

Verwendet: 446.211,32 €

VII. Ablauf des Vorhabens

Operationelle Gruppe

2017

Zum Auftakt des Projektvorhabens fand am 01.03.2017 ein Treffen mit den Verbundpartnern statt. Es wurde den Projektpartnern das Projekt mit seinen einzelnen Arbeitspaketen vorgestellt. Die Projektpartner gaben fachlichen Input und konnten ihre Vorstellung zur Umsetzung der Pakete einbringen. Darüber hinaus wurde für die Vertretung des Projektes in der Öffentlichkeit ein Poster erstellt, auf dem die Mitglieder der OG, der Projekthintergrund, die Ziele und das geplante Vorgehen beschrieben wird.

2018

Zu Beginn 2018 fand am 27.02.2018 das jährliche Treffen der Projektpartner auf dem Schanzenhof in Alpen statt. Neben dem Rückblick auf das Jahr 2017 wurde von Bart Timmermans (LBI) das Programm NDICEA und die damit gerechneten Szenarien der Projektbetriebe vorgestellt. Für eine optimale Validierung haben Frau Fischer (ehemalige Projektleitung) und Herr Timmermans Mitte 2017 die Betriebe besucht und zusammen die Daten hinterleuchtet und genauer in das Programm eingepflegt.

2019

In 2019 hat die Projektleitung das Projekt nach außen vertreten und präsentiert. Nachstehend die Veranstaltungen:

Teilnahme der Projektleitung an diversen weiteren Treffen zum Thema Nährstoffmanagement im Ökolandbau, um dort Erfahrungen und Wissen sowie Problemstellungen mit anderen Fachexperten aus Deutschland auszutauschen

In den Monaten Juli bis November wurde intensiv am 5. Änderungsantrag gearbeitet. Dieser wurde eingereicht und am 05.12.2019 genehmigt. Er beinhaltet unter anderem eine Verlängerung des Projektes bis 15.06.2020.

Alle Mitglieder der OG des Projekts sowieso einige weitere Beteiligte aus dem Themenbereich kamen am 02. Dezember 2019 zu einem abschließenden Treffen auf dem Schanzenhof in Alpen zusammen, da die Urproduzenten und das Louis Bolk Institut nicht in der Phase der Projektverlängerung beteiligt waren.

2020

In den Monaten April bis Juni wurde intensiv am Abschlussbericht gearbeitet. Außerdem wurde das Projekt auf diversen Veranstaltungen vertreten (s. Punkt B IX.).

Tabelle 1: Ablauf des Vorhabens

	OG	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7
Bedarfsgerechtes Nährstoffmanagement Arbeitsplan und Aufgaben nach Arbeitspaketen	Leitung der OG (Kommunikation/Vernetzung)	Literaturrecherche	Dünger- & Bodenuntersuchungen	Versuchswesen	Öko-Standard-Bodenproben-Paket	Anpassung des NDICEA-Programms auf NRW	Öko-Düngeberechnungstool	Betriebsbegleitung
Jan 17	x	x						
Feb 17	x	x						x
Mrz 17	x							
Apr 17	x	x	x					
Mai 17	x	x					x	
Jun 17	x	x	x	x	x	x	x	x
Jul 17	x	x	x	x	x	x	x	x
Aug 17	x	x						
Sep 17	x			x	x		x	
Okt 17	x	x		x			x	x
Nov 17	x	x	x	x	x			x
Dez 17	x							x
Jan 18	x	x			x			
Feb 18	x	x				x		
Mrz 18	x	x	x					
Apr 18	x							
Mai 18	x		x				x	
Jun 18	x					x		
Jul 18	x					x		x
Aug 18	x					x		x
Sep 18	x			x			x	
Okt 18	x	x			x			
Nov 18	x		x					x
Dez 18	x					x		
Jan 19	x	x		x				
Feb 19	x					x	x	
Mrz 19	x				x			
Apr 19	x					x		
Mai 19	x	x						x
Jun 19	x				x			
Jul 19	x	x	x	x	x	x	x	x
Aug 19	x	x	x	x	x	x	x	x
Sep 19	x			x				
Okt 19	x					x		
Nov 19	x		x		x			
Dez 19	x	x				x		x
Jan 20	x	x		x		x	x	
Feb 20	x	x		x		x	x	
Mrz 20	x			x	x	x	x	
Apr 20	x			x	x	x	x	
Mai 20	x			x	x	x	x	
Jun 20	x			x	x	x	x	

VII. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse gegliedert in den jeweiligen Arbeitspaketen, werden im Folgenden zusammengefasst.

AP 1 Literaturrecherche

Nach ausgiebiger Literaturrecherche wurde der Fokus für die Parameter des Standard-Bodenproben-Pakets auf Phosphor gelegt. Phosphor ist ein essenzielles Nährelement und für die Erzielung ausreichender Erträge ist Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen entscheidend. Daher lag der Fokus auf Untersuchungsmethoden des pflanzenverfügbaren bzw. des nachlieferbaren Phosphors.

In der Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 sind für die Untersuchung von Phosphat im Boden ausschließlich im § 3 Absatz 6 in Verbindung mit § 4 Absatz 4 Satz 1 Nummer 2 die CAL-, DL- und EUF-Methoden aufgeführt. Die Untersuchungsmethode Phosphor in CAL wurde bei der LUFA NRW zwischen 1999 und 2018 über 1,7 Millionen Mal angewandt. Renommiertere Institutionen wie z.B. das Thünen-Institut haben im Rahmen von Forschungsprojekten ausschließlich Phosphor in CAL beauftragt. Somit ergibt sich die Phosphoruntersuchung nach der CAL-Methode weiterhin als Standarduntersuchung für das Öko-Standard-Bodenprobenpaket. Allerdings werden weiterhin nur die leicht löslichen Fraktionen bestimmt.

AP 3 Versuchswesen

Das Potenzial von Zwischenfrüchten vor Winter große Mengen Stickstoff aufzunehmen und diese vor der Auswaschung zu bewahren ist bekannt und konnte in Versuchen unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus in Nordrhein-Westfalen bestätigt werden. Dennoch ist das Management von Zwischenfrüchten zur Stickstoffkonservierung über Winter und gleichzeitigen bedarfsgerechten Mineralisierung für die Folgefrucht eine große Herausforderung. Sie hängt hauptsächlich von der Winterhärte, dem C/N-Verhältnis sowie von Temperatur und Niederschlag über Winter ab (Sieling 2019).

Die Ergebnisse in diesem EIP-Projekt zeigten einen klaren Vorteil bei der Minimierung der N-Verluste über Winter, wenn die Zwischenfrüchte nicht mechanisch bearbeitet werden. Hohe Stickstoffverluste aus der Sprossmasse über Winter v.a. bei abfrierenden Zwischenfrüchten und weite C/N-Verhältnisse in den Sprossresten deuten auf ein relativ geringes Stickstoffnachlieferungspotential für die Folgefrüchte hin. Nur nach winterharten Zwischenfrüchten wie Inkarnatklee, Winterrüben und Grünroggen konnte eine tendenziell gesteigerte N-Mineralisierung im Frühjahr beobachtet werden.

AP 4 Öko-Standard-Bodenprobenpaket

Das Öko-Standard-Bodenprobenpaket ermöglicht eine übersichtliche Auswahl der wichtigsten Kenngrößen der Böden, um Aussagen über die Versorgung dieser treffen zu können und mit gezielten Maßnahmen reagieren zu können.

Es wurden geeignete Parameter in Absprache mit der LUFA NRW ausgewählt und in ein entsprechendes Auftragsformular umgesetzt (siehe Anhang).

Neben bekannten Untersuchungen der LUFA NRW ist es außerdem möglich die Phosphorfreisetzungsrates zu untersuchen zu lassen. Hierfür wird ein Teil der eingereichten Bodenprobe zur LUFA Nord-West geschickt.

Ebenfalls neu ist das Kalium-Magnesium-Verhältnis.

Folgende Methoden zur Untersuchung der Phosphor-Verfügbarkeit durch biologische Aktivität können bei der LUFA NRW nicht angeboten/ untersucht werden:

- P-Na-Acetat
- P-Milchsäure
- P-Zitronensäure

AP 5 NDICEA

Es ist eine Version für NRW in deutscher Sprache verfügbar.

Implementierung der Wetterdaten aus NRW der Jahre 2014 – 2019 für die acht ausgewählten Regionen. Diese wurden nach ihrer Relevanz für die Landwirtschaft in NRW ausgewählt und sollen möglichst repräsentativ sein.

Durch die Zusammenarbeit mit den Wasserrahmenrichtlinien NRW konnten von 30 landwirtschaftlich genutzten, sowohl ökologisch als auch konventionell bewirtschafteten, Flächen Szenarien statistisch ausgewertet werden. Folgende Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

- Generell stellt NDICEA die Verläufe der Stickstoffverfügbarkeit in Böden gut dar
- Die durchschnittliche Übereinstimmung zwischen gemessenen und kalkulierten Nmin-Werten lag bei ~ 65 %

Mögliche Gründe für die Abweichung:

- Zeitpunkt und Tiefe der Bodenbearbeitung fehlen
- Zwischenfruchtspeicherleistung- und Mineralisierung
- Trägheit auf schweren Standorten

→ Anpassung der Bodentemperatur

Fazit der Auswertung:

- Ursachen für Ungenauigkeiten müssen behoben werden
- Kein Einfluss der Betriebsstruktur auf die Genauigkeit
- Anpassung an deutsche Werte im Entzug sowie bei Düngemitteln notwendig
- Potenzial, um als Beratungstool eingesetzt zu werden, ist vorhanden

AP 6 Düngeberechnungstool

Das Düngeberechnungstool liegt als Excel-Datei vor. Diese ist in der Lage schlagbezogen die Düngedarfsermittlung (DBE) nach Düngeverordnung (DüV) für Stickstoff und Phosphor zu berechnen. Darüber hinaus kann schlagbezogen die Düngung eingegeben werden. Es wird angezeigt, wie viel kg N und P₂O₅ ausgebracht werden können und wie viel Differenz zur Obergrenze nach DBE besteht. Wenn die geplante Düngung die Obergrenze für N oder P überschreitet, leuchtet das jeweilige Feld automatisch rot auf und gibt eine Warnung.

B Eingehende Darstellung

I. Verwendung der Zuwendung

s. Schlussnachweis

II. Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

a) Ausgangssituation

Im ökologischen Landbau liegt eine andere Sichtweise zur Pflanzenernährung zugrunde als die konventionelle Vorstellung. Die Folge ist eine unterschiedliche Düngepraxis (Friedel, 2008). Der ökologische Landbau zeichnet sich unter anderem, im Vergleich zum konventionellen Landbau, durch den Verzicht auf leicht lösliche, mineralische Düngemittel zur Nährstoffversorgung der Pflanzen aus. Als Folge sind die Gehalte an leicht löslichen Nährstoffen im biologischen Landbau geringer (Diez et al., 1991). Durch die Düngung des Bodens und des Bodenlebens mit organischen Stoffen werden die Pflanzen indirekt ernährt (Tönshoff, 2016). Im Gegensatz zu den Mineraldüngern ist die (Stickstoff-) Wirkung organischer Dünger weit komplexer und schwieriger zu prognostizieren. Die Humus- und Stickstoffwirkung charakterisieren die organischen Düngemittel. Eine gute Humuswirkung weist kurzfristig (im Jahr der Anwendung) oftmals auf eine schwache N-Wirkung hin und umgekehrt (Gutser et al., 2010). Diese Komplexität in der Wirkung der organischen Düngemittel und die Abschätzung der konkreten Düngemengen für die angebaute Kultur ist schwierig. In Zukunft muss auf den Betrieben deutlicher auf ein umfassendes Nährstoffmanagement geachtet werden. Für Phosphor ergibt sich durch den verstärkten Anbau von Marktfrüchten in Ackerbauregionen eine gesunkene P-Versorgung, während in Veredlungsregionen eine sehr hohe P-Versorgung der Böden vorliegt. Hier gilt es eine bedarfsgerechte P-Düngung durch Weiterentwicklung der P-Düngeempfehlung zu finden. Eine Möglichkeit bietet die P-Freisetzungsrates als Ergänzung der Bestimmung des P-Gehaltes nach der CAL-Methode (Zorn und Schröter, 2017). Weitere Hilfsmittel sind regelmäßige Bodenuntersuchungen und die Nährstoffbilanzierungen (Kolbe, 2015). Vor dem Hintergrund, dass Ökobetriebe ihre Erträge nicht mit den Ergebnissen der klassischen Standardbodenuntersuchung in Einklang bringen können, scheinen auf den Ökolandbau abgestimmte Bodenuntersuchungen erforderlich zu sein (Tönshoff, 2016). Bereits bestehende Labore (z.B. EUF, Balzer, Kinsey) mit alternativen Untersuchungsmethoden zu denen nach VD-LUFA beruhen auf nicht statistisch abgesicherten Versuchsergebnissen in hiesigen Klimaten, haben häufig keine ausreichenden Laborkapazitäten, sind wesentlich teurer und es bedarf umfangreichen Expertenwissens, um die Ergebnisse zu interpretieren. Aus den Ansätzen der genannten Labore ließe sich zusammen mit der LUFA NRW ein Paket erstellen, welches einfach und regional umsetzbar wäre. Ein weiterer Punkt im ökologischen Nährstoffmanagement ist das Fehlen einer einheitlichen Düngeplanung für Ökobetriebe in NRW. Es existieren bereits verschiedene Ansätze in anderen Ländern (NDICEA in den NL), Bundesländern (BEFU in Sachsen) oder im konventionellen Landbau in NRW (NPMax).

Der Fachbereich Ökologischer Land- und Gartenbau der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen als Beratungsunternehmen hat daraufhin federführend die notwendigen Arbeitsschritte für das hier beschriebene Projekt ausgearbeitet, die erforderlichen Partner zusammengeführt und das Projekt als Leadpartner beantragt und durchgeführt.

Dafür konnten insgesamt vier ökologische Acker- und Gemüsebaubetriebe in NRW, das Fachgebiet Agrarökologie und Organischer Landbau der Universität Bonn, das Louis Bolk Instituut in den Niederlanden und die LUFA NRW gewonnen werden.

b) Projektaufgabenstellung

Die Aufgabenstellung im Projekt bestand darin, mögliche Parameter, die im Boden gemessen werden können, zu ermitteln und mit der LUFA auf Durchführbarkeit zu prüfen. Bereits bestehende Laborangebote sollten bewertet und ebenfalls auf Durchführbarkeit geprüft werden. Darüber hinaus sollten durch Literaturrecherche Daten für den ökologischen Landbau gesucht werden. Diese sollten Ertrags- und Entzugsdaten von Acker- und Gemüsekulturen umfassen, um sie für die Anpassung von NDICEA und das neue Düngerechnungstool einzusetzen. Weiter sollten während der Projektlaufzeit begleitend Dünger- und Bodenproben auf den beteiligten Betrieben gezogen werden, um Ableitungen für das Öko-Standard-Bodenproben-Paket treffen zu können und die Dünger hinsichtlich ihrer Wirkung bewerten zu können. Zwei Exaktversuche sollten die Bewertung einzelner zu messender Parameter unterstützen. Der Zwischenfruchtversuch der Universität Bonn sollte eine Empfehlung für angebaute Zwischenfrüchte, hinsichtlich ihrer Fähigkeit Stickstoff vor Winter zu speichern und im Frühjahr der Nachfrucht zur Verfügung zu stellen, geben. Der Schwerpunkt des Düngungsstrategieversuches am Versuchsstandort der LWK NRW Köln-Auweiler lag durch regelmäßige Nmin-Beprobung auf der Validierung des Stickstoffkalkulationsprogramms NDICEA. Die Aufgabe lag darin, mit Hilfe des Louis Bolk Instituts und den beteiligten Betrieben das Programm zu testen und an NRW anzupassen. Dafür sollten pro Betrieb von zwei Schlägen die Schlaghistorie erfasst und durch die gezogenen Bodenproben die Genauigkeit der Stickstoff- und Humuskalkulation bewertet werden. Ziel war die Identifizierung von etwaigen Schwachstellen und die Rücksprache über diese mit dem LBI. In das neue Düngerechnungstool sollten die aus der Literaturrecherche und den Versuchen gewonnenen Daten berücksichtigt werden, um abschließend eine für einzelne Hauptnährstoffe schlagspezifische Düngeempfehlung abzuleiten. Die Aufgabe in der Betriebsbetreuung bestand im regelmäßigem Austausch mit den Betriebsleitern über die aktuelle auf dem Betrieb stattfindenden Düngestrategien, die Absprache der Nmin-Beprobungspläne, sowie der jährlichen Datenerfassung der Schläge für NDICEA.

III. Ergebnisse der OG

a) Zusammenarbeit in der OG

Die beteiligten Partner der Operationellen Gruppe arbeiteten sehr kooperativ, zielorientiert und in hohem Maße motiviert und gruppenspezifisch zusammen. Alle beteiligten Betriebe hatten ein großes Interesse, das Nährstoffmanagement auf ihrem Betrieb zu optimieren. Eine enge Einbindung der Betriebsleiter war durch das hohe Interesse der Aktualität der bearbeiteten Themen im Louis Bolk Institut und an der Universität Bonn im Rahmen des Projekts gegeben. Das Louis Bolk Institut brachte viel Wissen über das Stickstoffkalkulationsprogramm NDICEA, die Wirkung von organischen Düngemitteln und die enge Zusammenarbeit in der Erarbeitung von den betriebsspezifischen Kalkulationen mit. Die Versuche der Universität Bonn zu dem im Ökolandbau sehr wichtigen Thema, dem Zwischenfruchtanbau, spielen auf allen beteiligten Betrieben eine große Rolle. So gelangen ein reger Austausch und Diskussionen.

Es fanden drei Projekttreffen statt bei denen alle Mitglieder der OG anwesend waren. Das erste Treffen diente dem gegenseitigen Kennenlernen sowie der Vorstellung des Projektvorhabens und der Abstimmung der einzelnen Arbeitsschritte.

Zu Beginn des zweiten Projektjahres fand ein weiteres Treffen statt, um einen ersten Zwischenbericht abzugeben und das weitere Vorgehen mit allen Beteiligten abzustimmen. Im Dezember 2019 fand das abschließende Treffen statt, da die Betriebe und das Louis Bolk Instituut nicht in der Projektverlängerungsphase beteiligt waren. Auf diesem Treffen wurden die bis dahin gesammelten Ergebnisse präsentiert und diskutiert. Außerdem wurden seitens der Betriebe letzte Anmerkungen und Wünsche für die finalen Ergebnisse gegeben.

Die Datenerfassung auf den Betrieben war sehr wichtig und wurde von der Projektleitung und dem jeweiligen Betrieb gewissenhaft zum Ende jedes Projektjahres durchgeführt. Darüber hinaus fand auf jedem Betrieb ein Treffen mit einem Mitarbeiter des LBI und der Projektleitung statt, um die aufgenommenen schlagspezifischen Betriebsdaten zu konkretisieren und in NDICEA anzupassen.

Um das Programm NDICEA bestmöglich an NRW anzupassen, fanden regelmäßige Treffen zwischen der Projektleitung und dem LBI statt. Hierbei wurden die bisher gesammelten Erfahrungen mit dem Programm intensiv besprochen und das weitere Vorgehen geplant. Die mit NDICEA erstellten Szenarien wurden regelmäßig per Mail ausgetauscht, um weitere Erkenntnisse zu gewinnen.

Die Treffen zwischen der LUFA NRW und der Projektleitung dienten vor allem zur Abklärung der Untersuchungsmöglichkeiten im Rahmen des neuen Öko-Standard-Bodenproben-Paketes. Dabei wurde der LUFA NRW das Ziel erläutert und im Gegenzug wurden der Projektleitung die Möglichkeiten seitens der LUFA dargestellt. Es fand ein regelmäßiger Austausch, sowohl schriftlich als auch telefonisch, statt, um gegenseitig auf den aktuellen Stand zu bleiben.

Mit der Universität Bonn fanden Treffen außerhalb der großen OG-Treffen statt, um sich über die Ergebnisse aus den Versuchen auszutauschen. Außerdem wurden gemeinsam Feldtage/ -begehungen durchgeführt, um diese Ergebnisse den Landwirten zu präsentieren.

b) Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Projektes

Der Mehrwert des Formates einer OG lag besonders an der Zusammensetzung der Beteiligten aus der Praxis, Beratung, Universität und Forschung. Es wurde viel diskutiert und ein gemeinsames Ziel erarbeitet. Die Arbeit in der Wissenschaft und Forschung wurde so maßgeblich von der Praxis beeinflusst und die Ergebnisse konnten dort konstruktiv umgesetzt werden.

c) Weitere Zusammenarbeit der OG nach Abschluss des Projektes

Die LWK NRW und das LBI arbeiten im Rahmen des von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung geförderten Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft-Projekt „Nutri@ÖkoGemüse“ weiter zusammen. Aufbauend auf den Ergebnissen dieses Projektes ist es dort unter anderem das Ziel der beiden Partner, das Programm NDICEA neu zu programmieren und an Bedingungen in ganz Deutschland anzupassen.

IV. Ergebnisse des Innovationsprojektes

a) Zielerreichung

Die Ergebnisse der Arbeitspakete 1 und 2 finden sich zum größten Teil in den Ergebnissen der Arbeitspakete 4 und 6 wieder, weil diese zur Recherche- und Analysezwecken dienten. Die abgeänderte Literaturrecherche (siehe B c)) von Herrn Dr. Martin Müller (LUFA NRW) zum Thema „Methoden zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphors in Böden“ ist eine 31 seitige Arbeit. Sie ist dem Anhang zu entnehmen. Aus ihr wurden Untersuchungsmethoden für das Öko-Standard-Bodenproben-Paket übernommen (s. AP 4).

Zwischenfruchtversuche

Die Zwischenfruchtversuche der Abteilung Agrarökologie und Organischer Landbau der Universität Bonn haben folgendes ergeben:

Alle nicht-legumen Zwischenfrüchte nahmen den mineralisch gelösten Stickstoff vor Winter 2017 weitestgehend auf und bewahrten ihn damit vor der Verlagerung in tiefere Bodenschichten (Tab. 1). Dies bestätigt die zahlreichen Untersuchungen (u.a. Thorup-Kristensen 1994, Grüner et al. 2007) zur Bedeutung von Zwischenfrüchten für die Reduzierung der Nitratverlagerung über Winter. In der unkrautfrei gehaltenen Kontrolle und den beiden Kleearten wurden bei hohen Niederschlagsmengen von November bis Januar erhebliche Mengen Nitrat in tiefere Bodenschichten, z.T. bereits bis unterhalb die Beprobungstiefe von 90 cm, verlagert. Die Menge an mineralischem Stickstoff v.a. in der oberen Bodenschicht stieg am 21. März auf dem Wiesengut in den meisten Varianten deutlich an, mit Ausnahme der Kontrolle, des Grünroggens und des Inkarntklee. Auf dem zweiten Standort ist dies zum gleichen Zeitpunkt nicht zu beobachten. Einen Zusammenhang mit dem Rückgang der Stickstoffmengen im Spross über Winter (vgl. Tab. 2) ließ sich anhand der hier analysierten Parameter nicht herstellen. Nach Winter wurde in allen Varianten, mit Ausnahme der Winterrübsen auf dem Standort Niederkrüchten, z.T. deutlich weniger Stickstoff in den Sprossresten wiedergefunden (Tab. 2) als bei der Zeiternte im November. Dabei lag der Rückgang bei allen Kulturen im Blatt meist deutlich über dem im Stängel. Besonders hoch war der Unterschied auf dem Wiesengut in der Blattmasse des Sandhafers. Die geringste Differenz wurde beim abfrierenden Ölrettich festgestellt. Auf dem Standort Niederkrüchten waren die Verluste deutlich moderater. Auffallend ist, dass der relative Rückgang der Stickstoffmengen im Spross in beiden Versuchen weitaus höher ausfiel als der relative Verlust an Trockenmasse. Dies könnte nach Ergebnissen von Schliephake (2003) durch direkte Auswaschung von Nitrat und organischen Verbindungen aus der Pflanze nach Frosteinwirkung erklärbar sein.

Tab. 2: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Menge an mineralisch gelösten Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ in kg/ha) im Boden auf einem Praxisbetrieb in Niederkrüchten und dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef über Winter 2017/18.

Standort/Datum	cm	KO	PH	GR	SH	IK	PK	WR	ÖR	GD
Wiesengut	0-30	25,1	14,4	19,5	17,7	20,0	24,6	12,8	13,7	8,7
	23.11. 30-60	41,4	4,9	4,5	5,8	14,6	15,9	4,4	5,0	n.n.
	60-90	33,6	4,4	3,1	4,0	22,8	26,6	2,9	2,1	17,8
23.1.	0-30	17,5	20,3	20,5	31,0	15,3	40,6	19,1	20,6	14,5
	30-60	11,5	8,7	7,3	10,8	10,1	22,4	6,3	5,5	6,5
	60-90	15,2	5,4	5,0	6,9	4,0	12,0	3,7	4,1	9,0
21.3.	0-30	19,5	37,1	15,4	48,0	18,9	39,5	37,9	42,8	23,1
	30-60	12,7	14,5	4,7	19,4	4,3	26,5	9,7	10,6	7,9
	60-90	11,0	5,6	3,3	13,6	3,8	25,6	3,9	19,8	n.s.
Niederkrüchten	0-30	20,0	11,0	14,2	15,9	13,8	21,6	13,3	10,8	7,2
	21.11. 30-60	110,1	30,8	12,7	15,9	104,4	88,7	15,1	6,5	38,9
	60-90	40,4	22,5	16,4	14,2	44,3	46,2	15,0	6,3	n.n.
25.1.	0-30	9,8	11,6	14,4	24,3	9,9	18,6	10,4	14,9	5,1
	30-60	4,1	5,9	4,3	9,7	5,7	7,2	4,7	6,5	n.s.
	60-90	12,8	5,5	6,9	8,0	8,4	14,5	4,8	5,0	9,2
6.3.	0-30	22,6	11,2	18,1	10,6	25,0	23,9	14,7	14,8	n.s.
	30-60	19,1	2,7	5,8	3,5	5,6	6,2	3,9	3,3	n.s.
	60-90	25,4	3,8	6,4	3,8	6,4	6,1	4,3	4,2	n.s.

PH - Phacelia, GR - Grünroggen, SH - Sandhafer, IK - Inkarnatklée, PK - Perserklee, WR - Winterrüben, ÖR - Ölerrettich, GD - Grenzdifferenz $\alpha = 0,05$, Tukey-Test, n.n. - nicht normalverteilt, n.s. - nicht signifikant

Um die potentielle Stickstoffnachlieferung aus den Zwischenfrüchten für die Folgekultur abschätzen zu können, wurde das C/N-Verhältnis auf dem Standort Wiesengut getrennt nach Blatt und Stängel analysiert. Während in der Blattmasse, in der im Mittel vor Winter etwas mehr als die Hälfte des Stickstoffs gespeichert wurde, das C/N-Verhältnis bei ca. zehn lag, wurden in den Stängeln nach Winter Werte bis über 30 erreicht. Mit Ausnahme der Winterrüben wurde das C/N-Verhältnis besonders im Stängel über Winter weiter. Diese Entwicklung war in etwas geringerem Umfang auf dem Standort Niederkrüchten am gesamten Spross festzustellen. Die Ergebnisse unterstützen die Beobachtungen der Praxis, wonach die Sprossreste der meisten untersuchten (v.a. abfrierenden) Zwischenfrüchte nur einen vglw. geringen Beitrag zur Stickstoffnachlieferung im zeitigen Frühjahr für die Nachfrucht leisten können, bzw. im Extremfall sogar Stickstoff immobilisieren.

Tab. 3: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Trockenmasse, die Stickstoffaufnahme und das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff im Spross vor und nach Winter 2017/18 auf einem Praxisbetrieb in Niederkrüchten und dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef (auf letzterem Standort erfolgte die Analyse getrennt nach Blatt und Stängel).

Standort/Parameter	Datum	PH	GR	SH	IK	PK	WR	ÖR	GD	
Wiesengut										
TM (dt ha ⁻¹)	Stängel	23.11.	21,4	3,8	20,3	4,8	7,4	11,1	22,2	5,9
		21.03.	20,7	5,7	17,2			2,4	18,6	7,3
	Blatt	23.11.	8,3	15,0	15,1	8,5	6,5	13,1	10,7	4,5
		21.03.	7,9	10,3	9,1			5,8	10,3	n.s.
N im Spross (kg ha ⁻¹)	Stängel	23.11.	51,8	11,4	40,5	9,6	20,7	16,2	42,3	21,2
		21.03.	45,2	14,1	24,7			8,8	31,9	17,3
	Blatt	23.11.	40,6	60,0	58,9	43,5	38,5	51,7	56,2	15,4
		21.03.	32,7	37,2	20,9			23,2	43,0	21,1
C/N-Verhältnis	Stängel	23.11.	16,2	14,8	22,5	21,5	15,6	28,5	21,7	8,5
		21.03.	20,9	18,1	31,4			11,6	25,5	5,2
	Blatt	23.11.	8,4	11,4	11,7	9,3	8,0	11,4	8,4	1,5
		21.03.	9,2	12,7	17,3			10,1	9,8	2,4
Niederkrüchten										
TM (dt ha ⁻¹)		29.11.	30,2	26,6	36,9		14,7	34,9	36,5	4,8
		06.03.	29,4	28,2	32,4		11,2	33,1	36,5	11,6
N im Spross (kg ha ⁻¹)		29.11.	122,3	95,4	111,9		61,8	118,6	134,2	29,2
		06.03.	70,8	72,9	75,3		12,7	121,6	97,3	68,5
C/N-Verhältnis		29.11.	9,5	11,6	13,7		10,2	12,0	10,4	2,0
		06.03.	12,5	12,7	16,9		12,4	11,0	11,2	2,3

PH - Phacelia, GR - Grünroggen, SH - Sandhafer, IK - Inkarnatklée, PK - Perserklée, WR - Winterrüben, ÖR – Örettich, GD - Grenzdifferenz $\alpha = 0,05$, Tukey-Test, n.n. - nicht normalverteilt, n.s. - nicht signifikant, Fehlstellen in der Tabelle sind durch niedrige und damit nicht schneidbare Bestandeshöhen zu erklären.

Im Versuchsjahr 2018/19 nahmen die Zwischenfrüchte vor Winter bis zu 120 kg N/ha in die Sprossmasse auf (Tab. 3). Bei winterharten Arten, bei denen das Längenwachstum vor Winter eher gering ist, erfolgte die N-Aufnahme dabei hauptsächlich durch die Blätter. Das CN-Verhältnis in diesen war bei allen Zwischenfrüchten vglw. eng, das C/N-Verhältnis im Stängel war jedoch v.a. bei abfrierenden Zwischenfrüchten sehr weit (> 30).

In nicht bearbeiteten Zwischenfruchtbeständen lagen die N-Verluste aus der Sprossmasse zwischen 10 und 55%, dabei traten die geringsten Verluste bei Kruziferen und die höchsten bei Leguminosen auf. Wurden die Zwischenfrüchte mit einer Messerwalze bearbeitet, erhöhten sich die Verluste z.T. dramatisch, bspw. wurden bei Lupine 90% des vor Winter aufgenommenen Stickstoffs im Februar nicht mehr wiedergefunden. Die Stickstoffverluste waren geringfügig niedriger, wenn der gewalzte Spross direkt nach der Bearbeitung flach eingearbeitet wurde.

Die Veränderungen des C/N-Verhältnisses im Stängel waren über Winter relativ gering, nur bei Lupine und Sandhafer wurde das C/N-Verhältnis über Winter noch weiter, bei Sandhafer geschah dasselbe auch in den Blättern.

Tab. 4: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Stickstoffaufnahme in den Spross (getrennt nach Stängel und Blättern) und das CN-Verhältnis vor und nach Winter 2018/19 sowie nach unterschiedlicher Bearbeitung auf Wiesengut in Hennef (Tukey-Test, GD $\alpha=0.05$).

Date	Parameter	PH	ÖR	WR	SH	GR	LU	IK	GD
15.11.2018	Stängel (kg N ha ⁻¹)	44.7	39.2		53.7		38.3	43,6	n.s.
	Blätter (kg N ha ⁻¹)	45.7	41.6	73.7	47.9	76.2	84.0	75,7	19.8
22.02.2019	Stängel (kg N ha ⁻¹)	38.5	38.8	7.3	36.6		28.3		23.0
	Blätter (kg N ha ⁻¹)	27.8	33.6	55.7	30.3	57.1	26.2	*66.6	24.7
	gewalzt (kg N ha ⁻¹)	26.0	38.4	15.0	45.9	36.1	10.9	33.8	14.1
	eingearb. (kg N ha ⁻¹)	50.2	33.2		60.6		29.1		14.6
15.11.2018	Stängel CN	38.8	38.3		36.9		22.1	17,9	7.4
	Blatt CN	15.7	14.0	19.0	15.5	19.9	10.6	9.1	3.2
22.02.2019	Stängel CN	36.5	37.6	12.2	47.0		30.3		9.8
	Baltt CN	12.2	11.2	13.4	25.3	19.6	10.6	*13.1	4.2

PH - Phacelia, ÖR - Ölrettich, WR - Winterrübsen, SH - Sandhafer, GR – Grünroggen, LU - Lupinen und IK - Inkarnatklee * = Gesamtsprossmasse von IK, eine Trennung in Stängel und Blatt war nicht möglich

Der Nmin-Gehalt in der oberen Bodenschicht (0-30 cm) war im September nach der Ernte der Ackerbohnen mit bis zu 80 kg N/ha sehr hoch (Abb. 1). Alle Zwischenfrüchte nahmen jedoch bis November den verfügbaren Stickstoff auf, so dass eine Nitratauswaschung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle vermieden werden konnte.

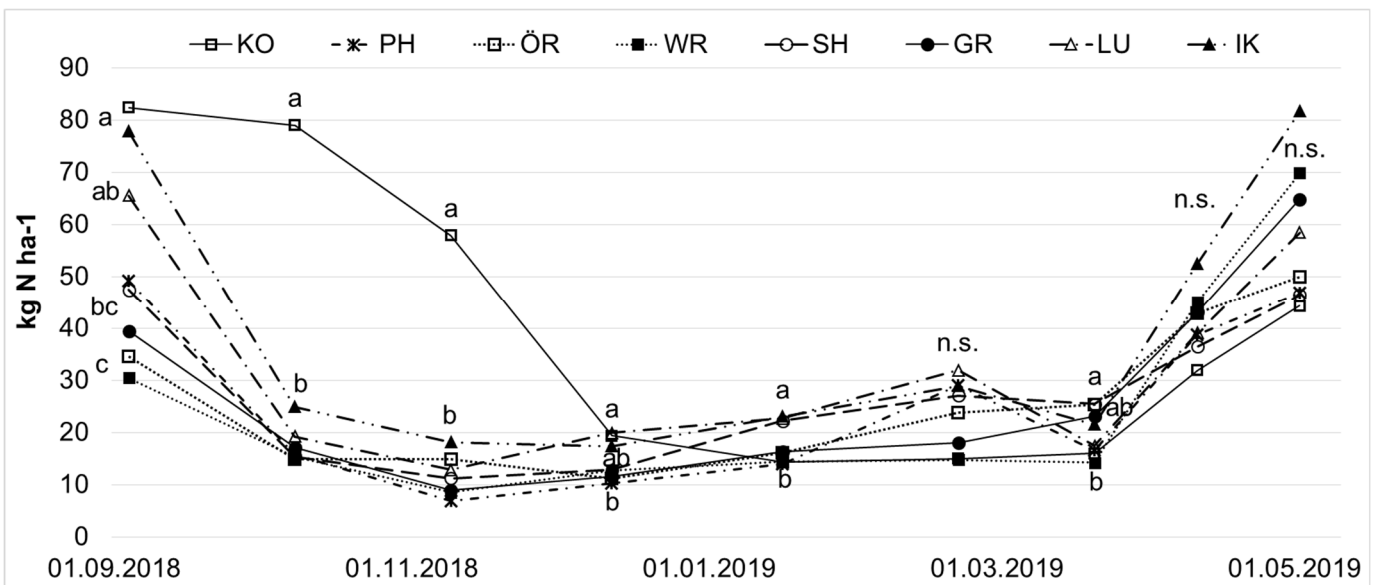




Abbildung 1: Mineralisch gelöster Stickstoff in der Bodenlösung (NO₃-N, NH₄-N in kg/ha) in 0-30 cm unter verschiedenen Zwischenfrüchten (KO – Kontrolle, PH - Phacelia, ÖR - Ölrettich, WR - Winterrübsen, SH - Sandhafer, GR - Grünroggen, LU - Lupine und IK - Inkarnatklee) auf dem Wiesengut in Hennef (Tukey-Test, GD $\alpha=0.05$).

Die einsetzende Mineralisierung ist im Frühjahr ab April erkennbar. Ein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Zwischenfrüchten konnte nicht nachgewiesen werden. Eine tendenziell höhere Mineralisierung wurde nach den winterharten Zwischenfrüchten Inkarnatklee, Winterrübsen und Grünroggen Anfang Mai beobachtet.

Öko-Standard-Bodenproben-Paket



Ihr Partner für
Untersuchung und Beratung



Aktion:

>> Aktionsformular Mineralboden für Öko-Landbau

Auftraggeber: / Kd.-Nr.

Kostenträger: / Kd.-Nr.

Durchschrift: / Kd.-Nr.

E-Mail

Durchschrift an Kostenträger: ja
 nein

E-Mail

Je Probe sind ca. 1 kg Boden erforderlich

Untersuchungsparameter	Gebühr ¹ Je Probe	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
LUFA-Probennummer (bitte nicht ausfüllen)					
Probenbezeichnung:					
Kulturart					
Bodenart					
Bemerkung zur Probe:					
Standard Mineralboden (CAL) (pH [CaCl ₂], P ₂ O ₅ , K ₂ O, Mg)	10,00 €	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Humus Gesamter-organischer-Kohlenstoff (TOC)	13,50 € ² / 18,00 €	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamtstickstoff (N _t)	13,50 € ² / 18,00 €	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C/N - Verhältnis TOC/N _t **		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K/Mg - Verhältnis***		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spurenelement-Paket* (Bor, Kupfer, Mangan, Zink) (In CAT)	12,00 € ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calcium (in Natriumformiat-Lösung) ³	12,00 € ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eisen	9,00 € ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Phosphor-Freisetzungsrate ⁴	23,50 €	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamtpaket (enthält alle oben aufgeführten Untersuchungen)	93,50 €	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges	Auf Anfrage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹ Zzgl. werden pro Gebührenbescheid 1,77 € Auslagen für die Auftragsbearbeitung und die jeweils gültige gesetzliche Mehrwertsteuer berechnet. Es gilt die zum Zeitpunkt der Auftragserteilung geltende Fassung der Gebührenordnung.

² Gebühr nur in Verbindung mit einer Standarduntersuchung

³ Hausmethode

⁴ In Unterauftragsvergabe; Ergänzend zur herkömmlichen CAL-Methode. Gibt an, ob der Standort hoch, mittel oder gering Phosphor nachliefert.

* Gebühr für Einzeluntersuchung auf Anfrage

** CN-Verhältnis gebührenfrei, wenn Untersuchung für TOC und Nt beauftragt.

*** K Mg-Verhältnis gebührenfrei, wenn Untersuchung Standard Mineralboden (CAL) beauftragt.

Datum

Unterschrift Auftraggeber

mineralboden_uf_raseln_2020_03 - Blanko

Abbildung 2: Auftragsformular Mineralboden für den Ökolandbau – Öko-Standard-Bodenproben-Paket

Das Aktionsformular Mineralboden für den Öko-Landbau (Öko-Standard-Bodenproben-Paket) wurde in Zusammenarbeit mit der LUFA NRW erarbeitet und erstellt (s. Abb. 2). Im Vergleich zum bisherigen Auftragsformular für die Mineralbodenuntersuchung bei der LUFA NRW wurden die für den Ökolandbau wichtigen Parameter herausgearbeitet und übernommen. Dazu zählt die Standard Mineralbodenuntersuchung in CAL (Calcium-Acetat-Lactat-Lösung), welche die wichtigen Parameter pH-Wert, P_2O_5 , K_2O und Mg enthält. Es wurde sich bewusst für die Untersuchungsmethode in CAL entschieden, da die CAL-Methode durch zahlreiche Feld- und Dauerdüngungsversuche bundesweit abgesichert ist. Darüber hinaus kann der Auftraggeber an zweiter Stelle direkt den wichtigen Faktor Humus auswählen und untersuchen lassen. Im Ökolandbau spielt nicht nur der häufig untersuchte Nmin-Wert eine Rolle, sondern ebenfalls die Berücksichtigung des gesamten Stickstoffpools im Boden. Außerdem ist der Gesamtstickstoff für die Kenngröße des C/N-Verhältnisses entscheidend. Das C/N-Verhältnis ergibt sich aus der Analyse des Humus und des Gesamtstickstoffs. Es ist für die Verfügbarkeit des Stickstoffs ein wichtiger Faktor. Das K/Mg-Verhältnis wurde zusätzlich aufgenommen, weil die Kalium- und Magnesiummengen die jeweilige Aufnahme des anderen Elementes beeinflussen und somit der Pflanze nicht jederzeit zugänglich sein kann. Die Spurenelemente sowie Calcium und Eisen sind für die Ernährung der Pflanze und einem gesunden Boden ebenfalls ein wichtiger Faktor, den es zu kennen gilt. Eine weitere neue Untersuchung ist die Phosphor-Freisetzungsrates, die in Zusammenarbeit mit der LUFA Nord-West als Unterauftragsvergabe, untersucht werden kann. Diese präzisiert den Phosphordüngebedarf in Ackerböden und dient als ergänzende Zusatzmethode zu Phosphor in CAL. Die Einstufung erfolgt in niedriger, mittlerer oder hoher Fähigkeit des Bodens pflanzenverfügbares Phosphat freizusetzen (Müller, 2020). Abschließend kann das Gesamtpaket aus allen aufgeführten Untersuchungen ausgewählt werden, um den Ablauf zu verkürzen und sicherzustellen, dass keine Untersuchung vergessen auszuwählen wird, wenn der Auftraggeber alle Informationen über seinen Boden haben möchte.

NDICEA

Das Programm NDICEA ist in deutscher Sprache verfügbar. Es sind für NRW acht Regionen hinterlegt, für die Wetterdaten von 2014-2019 abgerufen werden können. Um einschätzen zu können, wie genau das Programm für Betriebe in NRW rechnet, wurde Ende 2018 in Kooperation mit dem FB 61 „Landbau und nachwachsende Rohstoffe“ der LWK NRW und den Wasserrahmenrichtlinien (WRRL) eine Validierung vorgenommen.

Für die Validierung standen die Daten von 30 Flächen beziehungsweise „Szenarien“, die das Modell berechnet, zur Verfügung. Dazu zählen die acht Flächen der Projektbetriebe. Die Zusammensetzung aller Szenarien bestehen aus zehn konventionell und 20 ökologisch bewirtschafteten Flächen. Damit das Modell möglichst genau kalkulieren kann, wurden die Flächenbewirtschaftungsdaten von 2013 bis August 2018 eingepflegt. Die Flächen gehören zu Betrieben mit sehr unterschiedlichen Strukturen. Es waren sowohl tierhaltende als auch viehlose Betriebe sowie Acker-, Futter- und Gemüsebaubetriebe vertreten.

Um die Genauigkeit des Modells zu beurteilen, wurden die kalkulierten Nmin-Werte mit den auf den Flächen tatsächlich gemessenen Nmin-Werten verglichen. Für die Validierung entscheidend sind dabei die Werte ab Januar 2016 bis August 2018. Die Daten von 2013 bis Ende 2015 dienen der Einspielung des Modells. NDICEA berechnet den Nmin-Gehalt für den Oberboden (0-30 cm) und den Unterboden (30-60 cm) separat, sodass jeweils für diese Schichten gemessene Nmin-Werte eingegeben wurden. Die Nmin-Messungen fanden 4-wöchig statt, mit Ausnahme weniger Flächen.

Bei diesen wurden die mindestens für die Validierung notwendigen sechs gemessenen Nmin

Werte eingegeben (Beginn Bodenleben, Kulturbeginn, 4-6 Wochen nach der Saat bzw. Pflanzung, Ernte, 4 Wochen nach Ernte und Ende Bodenleben).

Die Validierung wurde in zwei Schritte aufgeteilt. Zuerst wurde die prozentuale Übereinstimmung zwischen den vorhergesagten und tatsächlich gemessenen Nmin-Werten berechnet. Der Grenzwert lag bei 66,67 % (2/3 Mehrheit). Wenn diese Grenze erreicht beziehungsweise übertroffen wurde, konnte das Szenario als „moderat“ oder „gut“ eingestuft werden. Wurde dieser Grenzwert nicht erreicht, war das Szenario „unzureichend“ genau. Für den Oberboden hat das Modell bei 15 von 30 Flächen eine Genauigkeit von mindestens 66,67 % erreicht. Damit sind genau 50 % als moderat einzustufen. Im Unterboden sind 16 von 30 Flächen und somit 53,33 % als moderat zu werten. Außerdem wurde der RMSE (Root Mean Square Error) als Maß für die durchschnittliche Abweichung der Kalkulationen von gemessenen Werten hinzugezogen. Dieser lag im Durchschnitt aller Flächen im Oberboden bei 32,18 und im Unterboden bei 25,42.

Da sowohl die prozentuale Übereinstimmung der kalkulierten und der gemessenen Werte, als auch der RMSE nicht überzeugen konnten, wurden mögliche Ursachen für die Abweichungen gesucht.

Ein möglicher, nicht statistisch unterlegter Grund für die Abweichungen sind die ungenauen Wetterdaten. Zurzeit wird Nordrhein-Westfalen in acht frei wählbare Regionen aufgeteilt und die Wetterdaten von einer dort liegenden Station abgerufen. In Abbildung 1 ist zu erkennen, dass NDICEA für das trockene Jahr 2019 von deutlich höheren Nmin-Werten im Boden ausgeht, obwohl der Niederschlag an dem Standort nachweislich fehlte. Darüber hinaus ist es nicht möglich, Zeitpunkt und Tiefe der Bodenbearbeitung in das Programm einzugeben. Da die Bodenbearbeitung die Mineralisierung maßgeblich beeinflusst, ist dies ein wichtiger Punkt. In Abbildung 4 ist erkennbar, dass 2019 nach einem notwendigen Rapssumbruch auf Grund von Fraßschäden, der berechnete Nmin-Wert deutlich unter dem gemessenen Wert liegt. Es entsteht der Eindruck, dass das Modell die Wirkung von Zwischenfrüchten nicht ausreichend berechnet. Ebenfalls ist der Abbildung 4 zu entnehmen, dass die Untersaat im Mais 2017/18 mehr Stickstoff lieferte als das Programm berechnete. Der letzte zentrale Punkt ist die fehlende Berücksichtigung von gemessenen Nmin-Werten, die in das Programm eingegeben wurden. Das Modell stellt die Werte im Vergleich zu den berechneten Werten zwar grafisch dar, bezieht sie jedoch nicht ein. Es wäre sinnvoll, wenn das Programm mit einem Startwert, der im Boden gemessen wurde, beginnt.

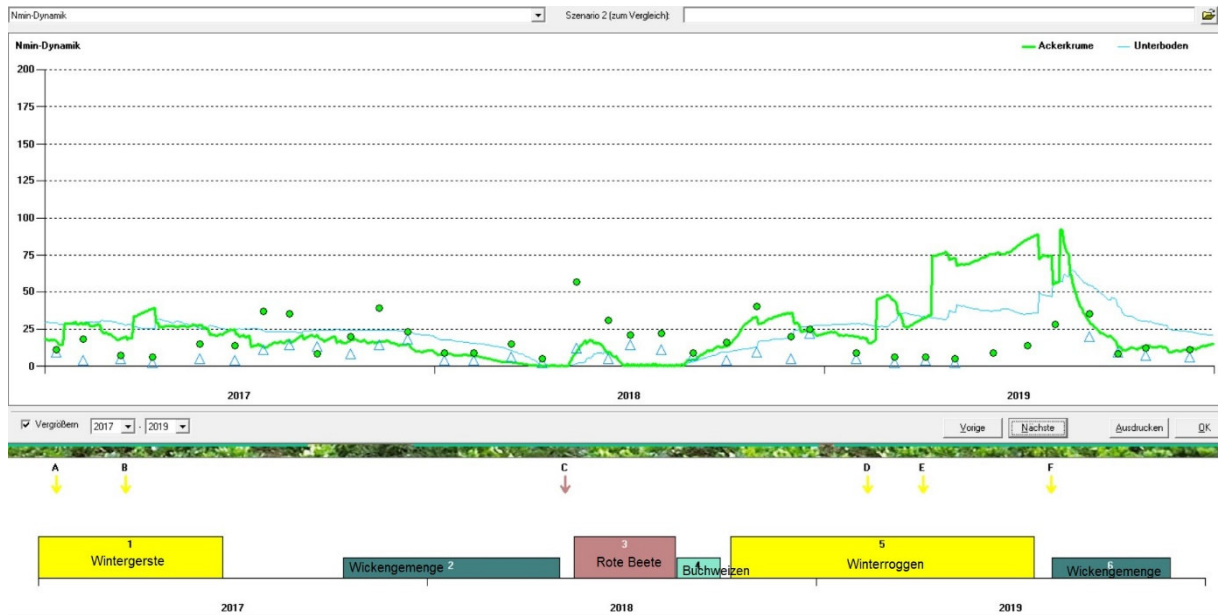


Abbildung 3: NDICEA Szenario. Nmin [kg/ ha] über die Projektlaufzeit 2017-2019. Ackerkrume = 0-30 cm / Unterboden = 30-60 cm. Betrieb: Schanzenhof

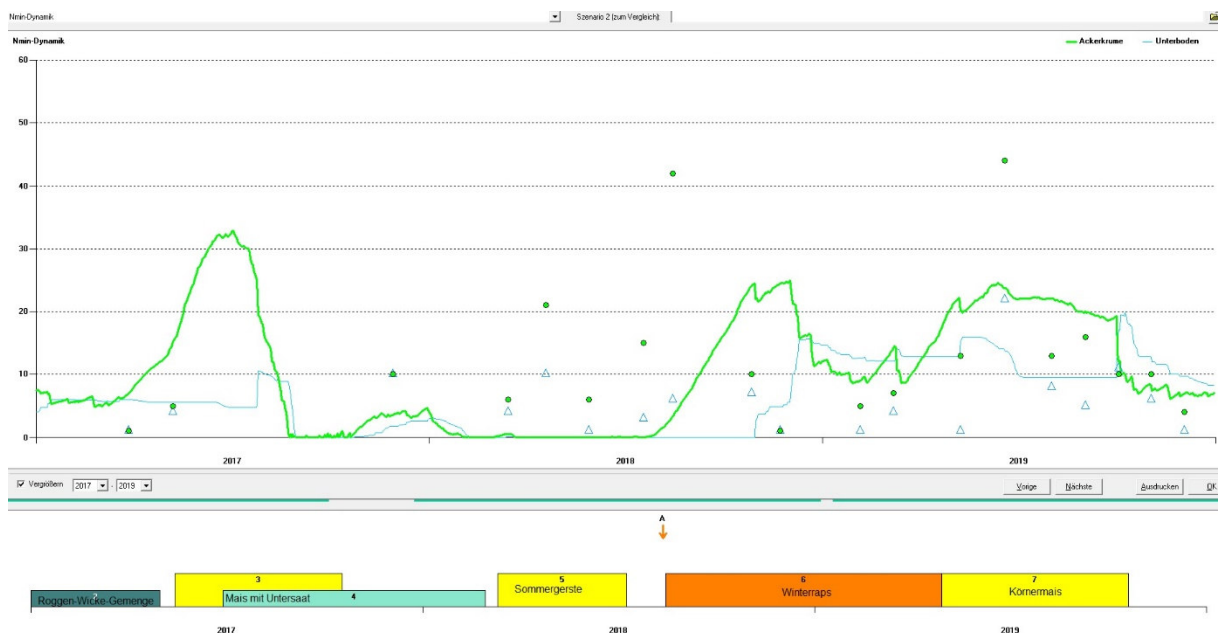


Abbildung 4: NDICEA Szenario. Nmin [kg/ ha] über die Projektlaufzeit 2017-2019. Ackerkrume = 0-30 cm / Unterboden = 30-60 cm. Betrieb: Mühlenhof

Ein Beispiel zum Einsatz von NDICEA in der Beratung nach Behebung der Schwachstellen funktionieren zeigen die in Abbildungen 3 und 4. Die Nmin-Dynamik ist mit wenigen Ausnahmen gut berechnet. Die Tendenz der berechneten Werte stimmt überein, d.h. wenn die gemessenen Werte steigen, steigen die Berechneten. Die Höhe der Nmin-Gehalten ist zum Teil unterschiedlich. Da die gemessenen Werte fast immer höher ausfallen und in Abbildung 4 zu erkennen ist, dass in Abhängigkeit von den Erträgen der Kulturen, die Stickstoffverfügbarkeit mehr als ausreichend war, ist diese zu geringe Kalkulation der Nmin-Werte nicht entscheidend.

Ein Ansatz für die Nutzung in der Beratung wäre daraufhin die Höhe der Stickstoffgaben mit dem Betrieb zu diskutieren, da NDICEA hier ein Einsparungspotenzial für die Stickstoffdüngung sieht. Besonders der Einsatz von Keratindüngern, die sowohl teuer und aufgrund ihrer Herkunft als kritisch angesehen werden, sind ggf. in dieser Fruchtfolge reduzierbar.



Abbildung 5: NDICEA Szenario. N_{min} [kg/ ha] über die Projektlaufzeit 2017-2019. Ackerkrume = 0-30 cm / Unterboden = 30-60 cm. Betrieb: Bollmann

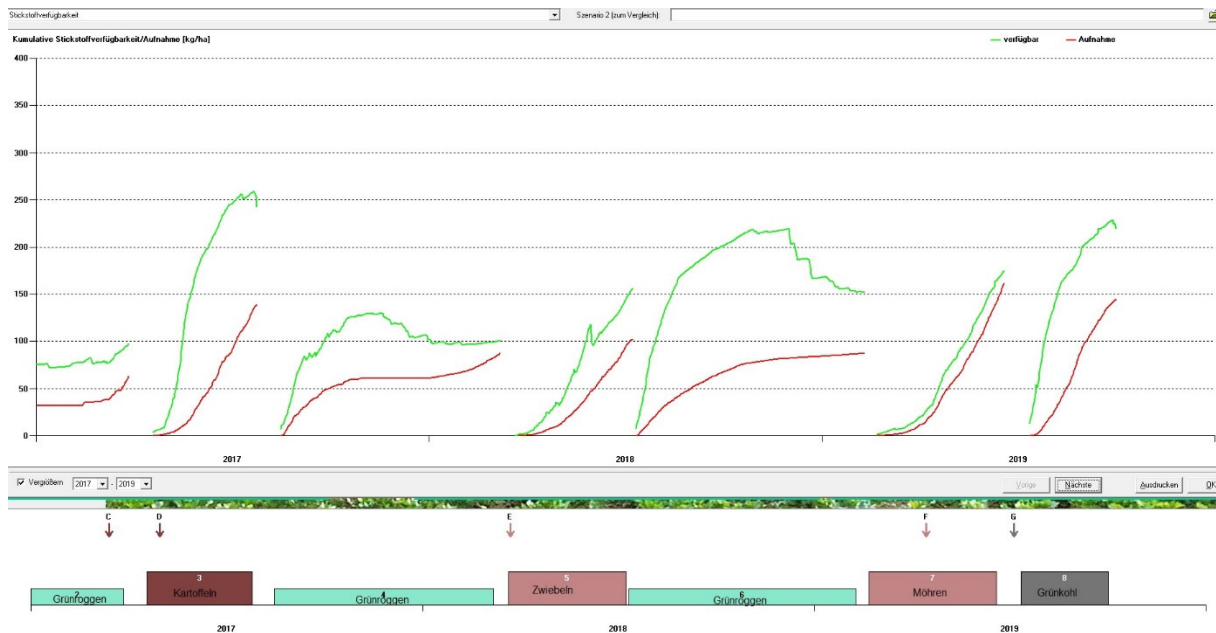


Abbildung 6: Kumulative Stickstoffverfügbarkeit/ Aufnahme [kg/ha] von NDICEA für den Projektzeitraum 2017-2019 berechnet. Betrieb Bollmann

Der Zwischenfruchtversuch der Universität Bonn wurde ebenfalls in NDICEA eingepflegt um dem LBI zur Verfügung gestellt, um weitere Schlüsse ziehen zu können und das Programm noch besser an NRW anzupassen.

Düngerechnungstool

Das Düngerechnungstool wurde in Abstimmung mit den Beratern des FB 53 sowie den Landwirten und in Zusammenarbeit mit dem FB 61 als Excel-Datei konzipiert (Screenshots sind dem Anhang zu entnehmen). Auf dem ersten Arbeitsblatt ist die Düngedarfsermittlung (DBE) schlagbezogen für Stickstoff zu ermitteln. Dabei sind die angebaute Kultur, der dazugehörige Ertrag, Nmin-Wert, Standort, org. Düngung des Vorjahres sowie die Zwischen- oder Vorfrucht anzugeben. Das nächste Arbeitsblatt ermittelt für jeden Schlag die DBE für die maximal zugelassene Düngemenge an Phosphor. Dabei überträgt sich automatisch der in der DBE für Stickstoff angelegte Schlag mit Namen, Größe, angebaute Kultur sowie dem Ertrag. Ergänzend muss der P_2O_5 -Wert der letzten Bodenuntersuchung angegeben werden, um die Düngungsempfehlung für Phosphor zu ermitteln. Die eigentliche Düngplanung wird auf dem dritten Arbeitsblatt berechnet. Hier trägt sich automatisch der Schlagname, die Größe, die angebaute Kultur sowie die in den ersten beiden Schritten ermittelten Obergrenzen der Stickstoff- und Phosphordüngung. Als nächstes soll die erste geplante Düngung eingetragen werden, in dem der Dünger ausgewählt wird, für den Standardwerte hinterlegt sind. Alternativ kann ein eigener Dünger mit den gemessenen Inhaltsstoffen eingepflegt werden. Daran anschließend wird die geplante Düngemenge in t oder m^3 eingegeben. Das Programm berechnet automatisch die kg N/ ha, pflanzenverfügbare kg N/ ha sowie die Menge an P_2O_5 , die mit dem Dünger ausgebracht wird. Sollte eine zweite oder dritte Düngung geplant sein, kann diese in den folgenden Zeilen nach dem gleichen Prinzip eingetragen werden. Am Ende des Arbeitsblattes werden alle Mengen an N und P, die mit den Düngungen ausgebracht werden, addiert. Sollte die Obergrenze für N und P überschritten werden, wird das Feld der Summe als Hinweis rot markiert. Dann müssen die Mengen, die zuvor eingetragen und geplant waren, angepasst werden. Es wird erkennbar, ob die Düngung nach N oder P begrenzt ist und wie viel Differenz zur berechneten Obergrenze bleibt. Dies kann für jeden Schlag durchgeführt werden. Am Ende werden die Mengen von N und P, die mit den Düngungen anfallen, zusammengerechnet, sodass der Landwirt zusätzlich eine Bilanz erhält.

Die folgenden Arbeitsblätter dienen der Hintergrundberechnung und spielen für die aktive Berechnung und den Anwender keine Rolle. Das Arbeitsblatt „Datenblatt org. Dünger“ ist wichtig, da dort die eigenen Dünger samt Inhaltsstoffen eingetragen werden können, damit sie auswählbar sind und in die Berechnung einfließen.

b) Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen

Im Arbeitspaket 3 wurden die fünf Varianten des Düngestrategieversuchs am Versuchsstandort Köln-Auweiler in das Programm NDICEA eingegeben. Die eingesetzten Düngemittel sind nicht in der Form in NDICEA hinterlegt. In Zusammenarbeit mit dem Louis Bolk Instituut wurden vorhandenen Dünger so gut wie möglich angepasst, um den im Versuch verwendeten Düngern zu entsprechen. Die Ergebnisse zwischen den vom Programm kalkulierten Nmin-Werten und den tatsächlich gemessenen sind ungenau.

In allen Varianten gab es Differenzen zwischen den beiden Werten. Eine exakte, statistische Auswertung fand nicht statt, da als Schlussfolgerung und in Absprache mit dem LBI die im Versuch eingesetzten organischen Dünger, die in der Praxis in NRW ebenfalls eingesetzt werden, zuerst für das Programm erstellt werden sollen. Dafür werden unter anderem die Daten des Düngestrategieversuches genutzt.

Für das Öko-Standard-Bodenproben-Paket (AP 4) stellt die Untersuchung der Parameter pH-Wert, P_2O_5 , K_2O und Mg in DL (Doppellactat-Lösung) eine Alternative zur CAL-Methode dar, für die es nur in wenigen Regionen Deutschlands (nicht in NRW) Erfahrungen und Feldversuche gibt. Bei der ganzheitlichen Bodenuntersuchung nach BALZER wird die Phosphorverfügbarkeit durch die CAL oder DL Methode und ergänzend in Essigsäure (Na-Acetat) und Citronensäure untersucht. Hierbei soll leicht löslicher und für die Pflanzen noch zugänglicher Phosphor untersucht werden. Diese Methoden sind bei der LUFA NRW leider nicht anerkannt bzw. umsetzbar.

Im Arbeitspaket 6, Düngeberechnungstool, wurde entgegen der ersten Idee eine neue Excel-Datei erstellt, statt auf den in der Vergangenheit viel angewandten Nährstoffvergleich der LWK NRW aufzubauen. Der Nährstoffvergleich erstellt eine Bilanz über die Nährstoffzufuhr- und abfuhr des gesamten Betriebes, unter Berücksichtigung von der Fläche, Ertrag und Zu- und Abfuhr von organischen und mineralischen Düngemitteln. Daraus lässt sich keine Ableitung des Düngedarfs der Pflanzen ermitteln. Anstelle des Nährstoffvergleichs wurde eine neue Excel-Datei erstellt, die in Punkt B IV. a) erläutert wird.

c) Projektverlauf

AP 1 Literaturrecherche

2017

Die Literaturrecherche, insbesondere im Bereich „Parameterauswahl Bodenproben“ in Vorbereitung auf die Zusammenarbeit mit der LUFA NRW, wurden im ersten Quartal des ersten Projektjahres intensiv betrieben. Ergebnisse dieser Recherche wurden von der neuen Projektleitung gesichtet und erweitert. Anknüpfend an die gelaufene Literaturrecherche wurde diese, insbesondere im Monat August, vorbereitend auf das Treffen mit der LUFA NRW am 06. September 2017, weitergeführt. Der Fokus lag weiterhin auf der „Parameterauswahl Bodenproben“. Für die Anpassung des Programms NDICEA an die Gegebenheiten in Deutschland fanden in den folgenden Monaten weitere Literaturrecherchen statt, um typische Pflanzenerträge und Düngemittel, mit ihren Inhaltsstoffen einpflegen zu können. Diese Arbeit war nicht abgeschlossen und darum weiter fortlaufend.

2018

Der Fokus der Literaturrecherche lag in 2018 auf den verschiedenen Möglichkeiten zur Untersuchung von Phosphor. Es sollte damit ein Überblick der Untersuchungsmethoden verschafft werden. Für das „Öko-Bodenprobe-Paket“ in Frage kommende Methoden sollten darauf basierend getestet werden.

Da sich die Thematik der verschiedenen Untersuchungsmethoden, deren Aussagekraft und Umsetzbarkeit jedoch als deutlich schwieriger als angenommen darstellte und weder von Frau Kittelmann (LUFA NRW) als auch von Frau Fischer bewältigt werden konnte, sollte die Fortführung dieser Aufgabe an einen Fachspezialisten (Chemiker) mit langjähriger Erfahrung in diesem Bereich übertragen werden. Für die Anpassung des Programms NDICEA an die Gegebenheiten in Deutschland fanden in den Monaten weitere Literaturrecherchen statt, um typische Pflanzenerträge und Düngemittel mit ihren Inhaltsstoffen einpflegen zu können.

2019

Für eine weitere Literaturrecherche war die Fachexpertise eines Chemikers notwendig. Diese hätte erst ausführlich mit der Bewilligung des 5. Änderungsantrags vom 05.12.2019 von Herrn Dr. Müller (LUFA NRW) gestartet werden können. Auf Grund einer Krankheit von Herrn Dr. Müller war es ihm jedoch nicht möglich, diese in dem Zeitraum zu erstellen.

2020

Die geplante Literaturrecherche von Herrn Dr. Müller (LUFA NRW) konnte nicht durchgeführt werden (siehe 2019). Er hat dem Projekt jedoch seine 31-seitige Arbeit zu dem Thema „Methoden zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphors in Böden“ zur Verfügung gestellt, welche er im Februar 2020 letztmalig überarbeitete. Daraus resultierend konnten Untersuchungsmethoden für Phosphor im Öko-Standard-Bodenproben-Paket gefunden werden.

AP 2 Dünger- und Bodenuntersuchungen

2017

Für das Jahr 2017 wurde ein Beprobungsplan für alle im Projekt berücksichtigten Flächen erstellt. Er orientiert sich an den vom Louis Bolk Institut benötigten Daten für NDICEA. In ihm wurden unter anderem die regelmäßig durchgeführten Nmin- sowie Düngerproben berücksichtigt. Grundbodenproben wurden im April gezogen. Diese lagerten im Kühlhaus bis die Parameter des neuen Bodenprobepaketes feststanden und diese dahingehend untersucht werden konnten.

Im November 2017 fand ein Vergabeverfahren für die Probenahme von Nmin-Proben auf den landwirtschaftlichen Betrieben der Projektpartner Künsemöller und Bollmann statt. Die Zuschläge wurden den Probennehmern Stratmann im Kreis Bielefeld/Gütersloh (Betrieb Künsemöller) und Dillmann im Kreis Hamminkeln (Betrieb Bollmann) erteilt. Seitdem konnten auf den dortigen Flächen Nmin-Proben gezogen und im Anschluss von der LUFA NRW untersucht werden. Die Projektpartner Finke und Schanzenhof sind beide Modellbetriebe der Wasserrahmenrichtlinien (WRRL) in Nordrhein-Westfalen. In diesem Rahmen werden auf einem Teil der landwirtschaftlich genutzten Flächen regelmäßige Nmin-Beprobungen durchgeführt. Auf beiden Betrieben wurden für das EIP-Projekt Nährstoffmanagement jeweils Flächen ausgesucht, die im Rahmen der WRRL in der Dauerbeprobung sind. Die Auswahl fand aufgrund der dort wachsenden Kulturen während der Projektlaufzeit statt. Um Doppelbeprobungen zu vermeiden, fand eine Absprache des zuständigen WRRL-Beraters und der EIP-Projektleitung über den Beprobungsplan der jeweiligen Flächen statt.

Die Ergebnisse der Nmin-Beprobungen durch die WRRL wurden der Projektleitung des EIP-Projekts, nach Einverständnis der Betriebsleitungen des Schanzenhofs und Finkes Hofes, zu Verfügung gestellt. Diese gemeinsame Absprache hat neben der Kosteneinsparung die Vorteile, dass dem EIP-Projekt sehr viel mehr Ergebnisse von Nmin-Proben zu Verfügung standen und die Flächen der Landwirte einer geringeren Belastung ausgesetzt waren. Aus diesem Grund fand für die Probenahme auf diesen Betrieben keine Ausschreibung statt.

2018

In 2018 lief die Nmin-Probennahme auf allen Betrieben weiter nach Beprobungsplan. Im April 2018 wurden auf allen Projektbetrieben erneut Grundbodenproben gezogen. Diese wurden von der LUFA NRW, ebenso wie die im April 2017 gezogenen Proben, im April 2018 untersucht. Angewandt wurden dabei die herkömmlichen Untersuchungsmethoden der LUFA. Die Untersuchungen wurden insbesondere im Interesse der Landwirte durchgeführt, damit sie aktuelle Informationen über ihre Böden vorliegen haben. Es wurden von allen gezogenen Proben Rückstellmuster einbehalten, um weitere Untersuchungen durchführen zu können. Diese weiteren Untersuchungen der zurückgestellten Bodenproben konnte erst nach der im AP 1 durchgeführten Recherche beauftragt werden. Dafür erfolgte eine enge Zusammenarbeit mit der LUFA NRW. Darüber hinaus wurde von dieser Seite bereits Kontakt zu anderen Laboren aufgenommen und dortige Untersuchungsmethoden abgefragt. Eine Bewertung dieser konnte nach obiger Literaturrecherche abschließend stattfinden.

2019

Die Nmin-Probennahme lief bis zum 31.12.2019 auf allen Betrieben nach dem Beprobungsplan ab. Die Werte wurden für abschließende Validierungen von NDICEA genutzt. Die Ergebnisse und abschließenden Untersuchungen der zurückgestellten Bodenproben sollte in 2020 erfolgen.

2020

Die zurückgestellten Bodenproben wurden in Absprache mit der LUFA mit einem Entwurf des neuen Auftragsformulars des Öko-Standard-Bodenproben-Pakets zur LUFA NRW geschickt und analysiert.

AP3 Versuchswesen

2017

Zur Planung des bereits angelegten Exaktversuchs „Düngungsmittelstrategieversuch“ in Köln-Auweiler traf sich der Versuchsbeirat am 12.01.2017. Darüber hinaus fand eine Feldbegehung der Flächen am 01.03.2017 in Auweiler statt. Ein laufender Austausch mit Versuchsleitung und -anstellern vor Ort und die damit einhergehende Versuchsbegleitung über die Abläufe, wie Boden- und Nmin-Beprobungen, Bodenbearbeitung, Pflanzungs- und Erntetermine fanden durchgängig statt. Zur Versuchsauswertung und -validierung des Versuchsjahrs 2017 und zur Planung des Exaktversuchs „Düngemittelstrategieversuch“ (2018) in Köln-Auweiler traf sich der Versuchsbeirat am 16.11.2017.

Parallel dazu liefen die von der Universität Bonn durchgeführten Exaktversuche zum Zwischenfruchtanbau und wurden intensiv durch Mitarbeiter des Instituts für Organischen Landbau betreut. Zwischen der dortigen Versuchsleitung und der Projektleitung des EIP-Projekts fand ein regelmäßiger Austausch statt.

Nach der Ernte 2017 wurden durch das Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Abt. Agrarökologie & Organischer Landbau der Universität Bonn

auf drei Standorten (Versuchsbetrieb Wiesengut, Leitbetriebe Mühlenhof und Finke's Hof) Feldversuche zum Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Stickstoffdynamik über Winter angelegt. Getestet wurden dabei sowohl winterharte als auch abfrierende Arten in unterschiedlich nährstoffreichen Umwelten im Vergleich zu einer vegetationsfreien Kontrolle. Nach der ersten Zeiternte zum Vegetationsende wurde ein Teil der Parzellen geschnitten, um den Einfluss einer Bearbeitung mit der Messerwalze auf die Umsetzungsprozesse zu überprüfen. Zur Darstellung der Nitratverlagerungsprozesse erfolgte seit Oktober 2017 monatlich die Bestimmung des im Boden mineralisch gelösten Stickstoffs. Um die gasförmigen Verluste über Winter nach der von Badawi et al (2011) entwickelten Methode zu ermitteln, wurde der Spross der Zwischenfrüchte Ende November 2017 geschnitten und artifiziell auf der Versuchsfläche in Gitterboxen gelagert. Diese befanden sich direkt über geschlossenen Behältern, in denen die Regenmenge erfasst und die mit ihr ausgewaschene Stickstoffmenge bestimmt wird. Gemeinsam mit den Nährstoffgehalten der Zwischenfrüchte vor und nach Winter können mit diesen Werten die gasförmigen Stickstoffverluste bilanziert werden. Um die Umsetzungsprozesse möglichst genau voraussagen zu können, wurde der Spross der verschiedenen Zwischenfruchtarten bei der Bestimmung der C/N-Gehalte in Blatt und Stängel getrennt. Die im Frühjahr 2018 zu erwartende Nährstofffreisetzung aus den Zwischenfruchtresten wurde durch Ertragshebungen der Nachfrüchte validiert.

2018

Die Begleitung des Düngungsmittelstrategieversuchs im Versuchszentrum der LWK NRW in Köln-Auweiler fand wie im Jahr 2017 beschrieben fortlaufend statt.

Versuche der Universität Bonn: Im Versuchsjahr 2018 wurden in den vier im Herbst 2017 gesäten Zwischenfruchtversuchen die Stickstoffverluste über Winter ermittelt. Um die Aufnahme und Umsetzungsdynamik im Kreislauf Pflanze-Boden möglichst vollständig abbilden zu können, wurden dabei auf allen Standorten monatlich Nmin-Proben gezogen.

2019

Die Begleitung des Düngungsmittelstrategieversuchs im Versuchszentrum der LWK NRW in Köln-Auweiler fand wie im Jahr 2017 beschrieben fortlaufend statt.

Im Versuchsjahr 2019 wurden die Zwischenfruchtversuche auf fünf Standorten weiter intensiviert und die Reinsaaten um Mischungsvergleiche für die Praxis erweitert. Die bewährte Methodik der vergangenen Versuchsjahre (monatliche Nmin-Probennahme und Erfassung der Sprossmasse vor und nach Winter, getrennt nach Blatt und Stängel) wurde zur genaueren Bestimmung der Stickstoffdynamik durch Abbau- und Auswaschungsversuche ergänzt. Zur Validierung der Ergebnisse wurden im Herbst 2019 Zwischenfruchtversuche auf vier Standorten angelegt. Dabei wurden die bestehenden Varianten um weitere Mischungsvergleiche ergänzt. Bei der Untersuchung der Stickstoffdynamik wurde die bewährte Methodik der vergangenen Versuchsjahre (monatliche Nmin Probennahme und Erfassung der Sprossmasse vor und nach Winter, getrennt nach Blatt und Stängel) besonders im Bereich der Abbau- und Auswaschungsversuche erweitert. Die Abbauversuche mit eingearbeiteten Litterbags werden jetzt zusätzlich monatlich beprobt und die Auswaschungsversuche wurden mit zwei simulierten Frost-Tau-Zyklen weiterentwickelt.

2020

Die Begleitung des Düngungsmittelstrategieversuchs im Versuchszentrum der LWK NRW in Köln-Auweiler fand wie im Jahr 2017 beschrieben fortlaufend statt.

Die im Versuchsjahr 2019 angelegten Zwischenfruchtversuche wurden auf allen Standorten final beprobt und die Proben im Labor untersucht. Die Ergebnisse wurden ausgewertet und mit den Vorjahren verglichen und verrechnet. Die Versuchsreihe wurde damit für das Projekt beendet.

AP 4 Öko-Standard-Bodenproben-Paket

2017

In diesem Arbeitspakt sollten laut Meilensteinplanung im ersten Halbjahr 2017 keine Arbeiten erfolgen. Für die Entwicklung eines Öko-Standard-Bodenprobe-Pakets fand am 06. September 2017 ein erstes Treffen der Projektleitung mit der LUFA NRW, vertreten durch Herrn Dr. Christoph Kliebisch, kaufmännischer Leiter LUFA NRW, und der Projektmitarbeiterin Tanja Iken, statt. Hierbei wurden zunächst grundlegende Fragen zur Abrechnung der anfallenden Arbeit von Frau Iken im Rahmen des Projekts geklärt. Anschließend wurden erste Vorschläge der Projektleitung zu den Untersuchungsparametern, basierend auf der vorangegangenen Literaturrecherche, gemacht. Diese wurden von Frau Iken aufgenommen, um sie aus fachlicher Sicht auf ihre Durchführbarkeit zu prüfen. Eine erste Rückmeldung ihrerseits ergab, dass viele der vorgeschlagenen Parameter nicht durch die LUFA NRW untersucht werden können, da die Untersuchungsverfahren nicht in den Richtlinien der VD LUFA enthalten sind. Zur Klärung des weiteren Vorgehens fand ein erneutes Treffen mit der LUFA NRW am 13. November 2017 statt. Diesmal nahm auch die Laborleitung, Herr Dr. Müller und Frau Liesen, teil.

2018

Mit Frau Sabine Kittelmann, verantwortliche Mitarbeiterin der LUFA NRW für das EIP-Projekt seit dem 01.01.2018 (s. u. personelle Änderungen), fand ein Arbeitstreffen statt, in dem ihr die Hintergründe und Ziele des Projekts erläutert wurden. Nach ihrer Einarbeitungszeit wurde mit ihr gemeinsam im zweiten Halbjahr 2018 intensiv geprüft, welche Untersuchungsmethoden bei der LUFA NRW, zusätzlich zu den vorhandenen, möglich sind.

2019

Entsprechend des AP 1 und 2

2020

Aus der Literaturrecherche (AP 1) und der Zusammenarbeit mit der LUFA NRW (Frau Kittelmann) konnte ein neues Auftragsformular für das Öko-Standard-Bodenproben-

Paket entwickelt werden. Neben dem wichtigen Aspekt der Auswahl der Untersuchungsmethoden, war auch die Übersichtlichkeit ein wichtiger Faktor.

AP 5 Anpassung des NDICEA Programms auf NRW

2017

Die Einarbeitung von Tageswetter-, Boden- & Dünger-Daten aus NRW erfolgte zu Beginn von 2017. Zur Erfassung der Tageswetterdaten wurden von insgesamt sieben Wetterstationen, die in NRW verteilt liegen, die Daten abgerufen:

- Ostwestfalen: Wetterstation: Rhaden-Varl (A)
- Östliches Münsterland: Wetterstation: Greven (D)
- Westliches Münsterland: Wetterstation: Borken (G)
- Ruhr-Hellweg: Wetterstation: Werl (F)
- Nördlicher Niederrhein: Wetterstation: Geldern (I)
- Südlicher Niederrhein: Wetterstation: Düsseldorf (K)
- Kölner Bucht: Wetterstation: Köln/Bonn (P)

Bei der Auswahl der Standorte wurde eine möglichst gleichmäßige Verteilung dieser geachtet. Nicht berücksichtigt wurden bisher die Regionen „Sauerland“ und „Siegerland“, da dort der Anteil der Grünlandflächen überwiegt und der Acker- bzw. Gemüsebau eine untergeordnete Bedeutung hat.

Erste konkrete Planungen mit dem Programm NDICEA für die im Projekt betrachteten landwirtschaftlichen Flächen wurden Ende 2017 umgesetzt.

Am 03. und 04. Juli 2017 fand die geplante Feldbegehung mit dem Louis Bolk Institut statt. Gemeinsam mit Bart Timmermans wurden am 03. Juli die Projektbetriebe Künsemöller, Mühlenhof, und Schreiber/Laakmann, Schanzenhof, angefahren. Einem ausführlichen Gespräch mit den Betriebsleitern folgte die Begehung der Flächen, auf denen die regelmäßigen Nmin- und Bodenproben für das Projekt gezogen wurden. Dort wurden die Bestände genau aufgenommen und jeweils Bodenprofile ausgehoben und analysiert.

Das Verschaffen eines solch genauen Bildes, insbesondere des Bodens, war für das Louis Bolk Institut zur genaueren Kalibrierung des Programms besonders wichtig. Am 04. Juli erfolgte das Prozedere auf den Betrieben Finke und Bollmann. Abschließend wurde das Versuchszentrum der LWK NRW in Köln-Auweiler besucht, um die Bodenprofile und Bestände des Düngungsstrategieversuchs zu begutachten. Am folgenden Tag, 05.07.2017, wurden bei einem gemeinsamen Treffen beim Louis Bolk Institut in Driebergen, NL, die zuvor aufgenommenen Daten aufgenommen und erstmalig in NDICEA eingefügt.

2018

Im ersten Halbjahr 2018 fanden zwei weitere Arbeitstreffen mit dem Louis Bolk Institut statt. Dabei wurden insbesondere die Szenarien der Fruchtfolgen der Projektbetriebe

weiter validiert. Teils bestanden Unstimmigkeiten zwischen den tatsächlich gemessenen Nmin-Werten auf den Projektflächen und den Berechnungen des Programms NDICEA. Um diesen Abweichungen weiter nachzugehen und ggf. Hintergrundrechnungen anzupassen, wurden die Projektbetriebe erneut von der Projektleitung gemeinsam mit dem Louis Bolk Instituut besucht. Dabei wurden die entsprechenden Fruchtfolgen auf den Projektflächen genau besprochen, Ungenauigkeiten in Bezug auf die Erntemenge, Aussaat- und Erntedatum geklärt und die bereits vorhandenen NDICEA-Szenarien durchgesprochen. Damit konnte die Berechnung einiger Szenarien in NDICEA verbessert werden. In anderen Szenarien gab es weiterhin Unstimmigkeiten, die nur durch eine exaktere Anpassung von NDICEA behoben werden können.

Parallel dazu wurden LWK NRW-hausintern, zusätzlich zum EIP-Projekt weitere Daten von anderen Betrieben in NDICEA eingegeben und die statistischen Abweichungen der Szenarien zu den gemessenen Nmin-Proben ausgewertet. Auch hier wurden Schwachstellen identifiziert, an denen das Programm ungenau bzw. mit starken Abweichungen rechnet.

Diese zusätzliche Validierung und Auswertung bringt im weiteren Arbeitsverlauf den Vorteil, gezielter an der Verbesserung von NDICEA NRW zu arbeiten. Zu den ermittelten Schwachstellen gehörten beispielsweise eine ungenaue Berechnung der N-Verfügbarkeit auf schweren Böden, die Wirkung der Düngemittel, Entzüge der Pflanzen oder die Zwischenfruchtspeicherleistung und -mineralisierung.

Die Wetterdaten aus dem vergangenen Jahr 2017 wurden in die NRW-Version NDICEA eingefügt.

2019

Die gemessenen Wetterdaten der Messstationen für das Jahr 2018 wurden in NDICEA ergänzt.

Auf den in der OG-Leitung erwähnten Treffen zum Austausch über das Nährstoffmanagement im Ökolandbau wurde unter anderem viel über Problematiken diskutiert, die sich bei der Validierung von NDICEA als Schwachstellen in den Berechnungen erwiesen (z.B.: die Nährstoffaufnahme, -speicherung und -verfügbarkeit im Zwischenfruchtanbau, die Wirkung der Düngemittel). Diese Themen sind sehr komplex und umfangreich, sodass sie in diesem EIP-Projekt nicht mehr bearbeitet werden können und NDICEA dahingehend nicht weiter angepasst werden kann.

Die Bearbeitung dieser Themen wird im oben genannten Folgeprojekt „Nutri@ÖkoGemüse“ fortgeführt. Auf diesen Weg kann an der Weiterentwicklung von NDICEA ziel führend gearbeitet werden.

Am 22. Oktober 2019 fand ein Treffen mit Vertretern aus dem Düngereferat der LWK NRW, dem Louis Bolk Instituut, sowie der Projektleitung des BLE-Projektes „Nutri@ÖkoGemüse“, statt. Es wurde sich über die identifizierten Schwachstellen in der Berechnung und der Benutzeroberfläche ausgetauscht und über Lösungsansätze diskutiert. Darüber hinaus wurden die Einsatzmöglichkeit bzw. Einbindung von NDICEA nach der Neuprogrammierung, beispielsweise im Düngportal NRW, besprochen.

Es wurde deutlich, dass die bisher erstellten Szenarien aus den zwei Referenzflächen je Betrieb im EIP-Projekt Nährstoffmanagement, sowie dem Düngestrategieversuch in Köln-Auweiler bis Ende 2019 vervollständigt werden sollen, um die Datengrundlage zu

erhöhen. Außerdem soll im Austausch mit der Universität Bonn der Zwischenfruchtversuch des Projektes in NDICEA eingepflegt werden, um weitere Erkenntnisse über die Nährstoffaufnahme,- speicherung und –verfügbarkeit im Zwischenfruchtanbau zu gewinnen. Dies soll bei der Neuprogrammierung berücksichtigt werden. Am Standort Auweiler ist ein ackerbaulicher Düngemittelversuch ab Sommer 2020 geplant. Dieser soll ebenfalls in NDICEA eingegeben werden, um den voraussichtlichen Stickstoff- und Humusaufbau im Boden berechnen zu lassen und auf Plausibilität zu prüfen. Diese Daten sind für eine weitere Anpassung von NDICEA hilfreich.

2020

Am 03.03.2020 fand ein Treffen am Louis Bolk Instituut in AJ Bunnik, NL, mit Geert-Jan van der Burgt, Bart Timmermanns (beide LBI), sowie Rachel Fischer (LWK NRW), die als Projektkoordinatorin des BLE-Projektes „Nutri@ÖkoGemüse“ fungiert sowie der Projektleitung Jan-Malte Wichern statt. Es ging im Kern um die Neuprogrammierung des Programms NDICEA. Die Projektleitung konnte wichtige Erkenntnisse und Ergebnisse sowie Erfahrungen aus der Arbeit mit dem Programm beitragen.

Im Mai 2020 wurden die Wetterdaten 2019 der acht Regionen in NRW auf den Server geladen und sind in NDICEA verfügbar.

Der Zwischenfruchtversuch der Universität Bonn wurde mit den Daten aus den Projektjahren in NDICEA erstellt, um die Nährstoffaufnahme-, speicherung und –verfügbarkeit der unterschiedlichen Zwischenfrüchte im Programm besser evaluieren zu können.

AP 6 Düngeberechnungstool

2017

In diesem Arbeitspakt sollten laut Meilensteinplanung im ersten Halbjahr 2017 keine Arbeiten erfolgen.

Im zweiten Halbjahr 2017 wurden für das Öko-Düngeberechnungstool erste Entwürfe zur Datenerfassung des Düngemanagements auf den Betrieben erarbeitet. Diese Datenerfassung wurden auf Praxisbetrieben, auch durch Berater, erprobt und optimiert und darauf aufbauend für das Berechnungstool entwickelt.

2018

Die bereits entwickelte Excel-Datei zur Datenerfassung auf den Betrieben wurde weiter angewandt. Aufgrund des häufigen krankheitsbedingten Ausfalls der Projektleiterin von Dezember 2017 bis August 2018 wurde diese in dem Zeitraum nicht weiterentwickelt bzw. auf die Nutzbarkeit validiert.

2019

Die bereits entwickelte Excel-Datei zur Datenerfassung auf den Betrieben wird weiter angewandt.

Für das neue Öko-Düngeberechnungstool (siehe inhaltliche Änderungen) gab es im September zwei Treffen mit Kollegen der LWK NRW aus dem Fachbereich 53 (Ökolandbau) und 61 (Landbau/ Düngereferat). Ziel war ein fachlicher Austausch über den Umfang des Tools, sowie die Datengrundlagen und die Abklärung des rechtlichen Rahmens mit Bezug auf die Düngeverordnung 2020. Die Arbeiten am Öko-Düngeberechnungstool gingen voran, sodass eine erste Datei erstellt und diese mit den erhobenen Daten aus dem Projekt getestet werden konnte. Weitere Justierungen und Absprachen mit den Kollegen blieben notwendig.

Auf dem OG-Treffen im Dezember (siehe Leitung der OG) wurde von den Landwirten der Wunsch deutlich, das Tool auf Excel-Basis zu erstellen, damit es für die Landwirte besser zu bedienen ist. Auch Berater begrüßten diesen Vorschlag.

2020

Das Düngeberechnungstool wurde als Excel-Datei im Juni 2020 fertiggestellt.

AP 7 Betriebsbegleitung

2017

Eine kontinuierliche Betriebsbegleitung fand in 2017 statt. Aktuelle Informationen über die Bewirtschaftung der Fläche wurden zwischen Betriebs- und Projektleitung ausgetauscht, da davon unter anderen die Probennahme auf den Flächen abhängig war.

Auf Basis der erfassten Daten und mit Hilfe des Programms NDICEA wurden im Herbst 2017 erste Düngeplanungen durchgeführt.

In dem Programm NDICEA wurden in den Monaten Oktober bis Dezember 2017 die erfassten Daten der im Projekt aufgenommenen landwirtschaftlichen Flächen eingespeist. Damit wurden erste Stickstoffberechnungen durchgeführt und gemeinsam mit dem Louis Bolk Instituut und den Projektbetrieben validiert.

2018

Auch in 2018 fand eine kontinuierliche Betriebsbegleitung statt. Die Informationen über die Bewirtschaftung der Flächen wurden zwischen Betriebs- und Projektleitung ausgetauscht. Hiernach wurde die Probennahme auf der Fläche ausgerichtet. Im Februar 2018 kamen alle Betriebsleiter zu einem Treffen der OG zusammen (siehe OG-Leitung).

2019

Wie in 2017 und 2018 fand eine kontinuierliche Betriebsbegleitung statt, bei der die Informationen über die Schlagbewirtschaftung ausgetauscht wurden, damit die Probennahme koordiniert werden konnte.

Mit Ende des Jahres 2019 endete die Betriebsbegleitung. Zum Abschluss wurden auf allen Betrieben die Schlagdaten der Beprobungsflächen für das Jahr 2019 aufgenommen und in die Schlagkarteien sowie in NDICEA eingegeben.

d) Beitrag der Ergebnisse zu förderpolitischen EIP Zielen

Die Europäische Innovationspartnerschaft "Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft" (EIP Agrar) verfolgt das Ziel, Innovationsprozesse zu fördern und den Innovationstransfer in die Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft sowie den Gartenbau zu verbessern. Die geförderten Projekte sollen im Sinne einer nachhaltigen Landwirtschaft (oder Forstwirtschaft oder Gartenbau) möglichst konkrete und zielorientierte Lösungsansätze im Zusammenspiel aus Praxis, Beratung und Wissenschaft erarbeiten. Erwünscht ist neben der intensiven Mitwirkung von landwirtschaftlichen (gartenbaulichen oder forstwirtschaftlichen) Unternehmen ebenfalls die Beteiligung von wissenschaftlichen Einrichtungen.

Das hier dargestellte Projekt erfüllt die oben genannten Kriterien in vollem Umfang. Mit Mitspielern aus Praxis (beteiligte Betriebe), Beratung (LWK NRW), sowie der Wissenschaft (LBI und AOL) wurde daran gearbeitet, dass Nährstoffmanagement auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben zu verbessern. Ziel war es, das Beratungsangebot durch Zwischenfruchtversuche des AOL und ein neu entwickeltes Düngeberechnungstool zu unterstützen. Dabei helfen das Nährstoffangebot im Boden besser abschätzen zu können soll das angepasste Stickstoffkalkulationsprogramm NDICEA des LBI und ein für den Ökolandbau angepasstes Bodenprobenpaket. Die Daten für die Validierung der Maßnahmen lieferten die Betriebe, die außerdem gute Hinweise aus der Praxis geben konnten. Somit wurde das Ergebnis aus einem gut abgestimmten Zusammenspiel aus den Partnern der OG erreicht.

e) Nebenergebnisse

keine

f) Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

keine

V. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Mehrere Ergebnisse sind für die Praxis von Nutzen. Zum einen zeigen die Zwischenfruchtversuche des AOL der Universität Bonn, welche Zwischenfrüchte auf den verschiedenen Standorten entsprechende Mengen an Stickstoff vor Winter aufnehmen können, wie hoch die Verluste sind und wie viel Stickstoff im Frühjahr für die Folgekultur zur Verfügung steht. Damit hat sowohl die Beratung als auch der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Praxis feste Größen, an denen sich standortspezifisch orientiert werden kann.

Das Öko-Standard-Bodenproben-Paket listet alle wichtigen Parameter, die für die Grundbodenuntersuchung eines Ökobetriebes von Bedeutung sind, übersichtlich auf. Das Formular erleichtert es Beratung und Landwirten die richtigen Parameter auszuwählen und alle wichtigen Informationen über den Boden zu erhalten.

Im Zusammenspiel mit der LUFA Nord-West kann der Phosphordüngebedarf genauer bestimmt und somit die Düngeempfehlung angepasst werden. Das Stickstoffkalkulationsprogramm NDICEA hat bei der Anpassung an NRW einige Schwachstellen offenbart. Jedoch kann es schon genutzt werden, um sich einen groben Verlauf der Stickstoff- und Humusmengen im Boden anzeigen zu lassen und gegebenenfalls die Fruchtfolge fachlich zu hinterfragen und umzustellen. Das Düngeberechnungstool ist für die Beratung und den Landwirt nützlich, da es anhand der aktuell gültigen DüV die maximal zu düngende Menge des jeweiligen Düngers schlagbezogen berechnet, übersichtlich darstellt und der Landwirt somit weder gegen die N- noch P-Obergrenze verstößt.

VI. Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

Die abgeänderte Literaturrecherche von Herrn Dr. Müller (Methoden zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphors in Böden) wird hausintern verwendet und ist z.B. für das neu angelaufene EIP-Projekt „Alternative Phosphordünger (P-Rezyklate) zur Ertragssteigerung von Leguminosen und Getreide im Ökologischen Landbau“ von Relevanz.

Die Ergebnisse der Zwischenfruchtversuche des AOL der Universität Bonn werden ihrerseits veröffentlicht und Folgeversuche mit erweiterten und aufbauenden Fragestellungen angelegt. Das Öko-Standard-Bodenprobenpaket wird aktiv vom Fachbereich 53 Ökologischer Land- und Gartenbau der LWK NRW gezielt beworben. Die Ergebnisse der Validierung des Stickstoffkalkulationsprogramms NDICEA fließen in das Projekt „Nutri@ÖkoGemüse“ ein, um das Wissen für die Neuprogrammierung nutzen zu können und die identifizierten Schwachstellen zu verbessern. NDICEA wird weiterhin kostenlos im Internet zur Verfügung stehen (<http://www.ndicea.nl/>). Das Düngeberechnungstool ist vornehmlich für die Beratung gedacht, weil der Landwirt in der Regel die verpflichtenden Nährstoffbilanzen und Düngebedarfsermittlungen für Stickstoff und Phosphor bei der LWK NRW rechnen lässt. Somit liegen den Beratern alle wichtigen Informationen, die für das Düngeberechnungstool benötigt werden, vor und es kann eine schlagbezogene Düngeempfehlung berechnet werden.

VII. Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Die eigenen Versuche im Rahmen des EIP-Projektes "Nährstoffmanagement und langfristig gesicherte Ertragssteigerung im ökologischen Marktfruchtbetrieben mittels einer neuen Öko-Düngeplanung und angepasster Öko-Standard-Bodenproben-Untersuchungen" bestätigen, dass v.a. nichtlegume Zwischenfrüchte hohe Mengen Stickstoff vor Winter aufnehmen und damit vor der Verlagerung mit dem Sickerwasser bewahren können. Hohe Stickstoffverluste aus der Sprossmasse über Winter und weite CN-Verhältnisse in den Sprossresten, beides v.a. in abfrierenden Zwischenfrüchten deuten auf ein relativ geringes Stickstoffnachlieferungspotential dieser Zwischenfrüchte für die Folgekultur hin. Für die Zusammenstellung von Mischungen für die Praxis sollten geeignete Partner aus winterharten und abfrierenden Zwischenfrüchten auf Praxisbetrieben erprobt werden, die aufgrund der Ergebnisse im EIP-Projekt "Nährstoffmanagement" erwarten lassen, dass sie sich bestmöglich hinsichtlich Nährstoffaufnahme vor Winter und -nachlieferung für die Folgefrucht im Frühjahr ergänzen. Im Rahmen des EIP-Projektes "Nährstoffmanagement" wurden die gasförmigen Verluste mit den Bilanzierungsmethoden nach Schliephake (2003) und Badawi et al. (2011)

indirekt ermittelt. Eine direkte Messung der gasförmigen Stickstoffemissionen ist derzeit auf dem Feld kaum möglich.

Die dazu existierende Technik wird bislang primär unter Laborbedingungen eingesetzt, eine Anpassung für Feldmessungen würde eine deutliche Weiterentwicklung bedeuten und die Datenlage erheblich verbessern.

V.III Nutzung Innovationsdienstleister (IDL)

Der IDL in NRW war ein guter, zuverlässiger und wichtiger Begleiter während der Projektlaufzeit, da dort die Fragen und Probleme, die auch in den anderen EIP-Projekten auftraten, gebündelt bearbeitet und in der Regel beantwortet werden konnten. Darüber hinaus nahm der IDL immer wieder eine Vermittlerrolle zwischen Projektnehmer und Prüfbehörde ein. Der IDL war eine große Hilfe im Zuge der Mittelabrufe und des Änderungsantrages. Auf stattgefundenen OG-Treffen konnten hilfreiche Anregungen der IDL für die Arbeit der OG einfließen.

IX: Kommunikations- und Disseminationskonzept

Die Verbreitung von Projektergebnissen war in den verschiedenen Arbeitspaketen unterschiedlich sinnvoll und möglich. Für das Öko-Standard-Bodenproben-Paket und das Düngeberechnungstool waren die Endergebnisse wichtig und für die Dissemination geeignet. Hier war es nicht sinnvoll oder möglich Zwischenergebnisse zu präsentieren oder zu verbreiten.

Gleichwohl konnten die Zwischenergebnisse der Zwischenfruchtversuche der Universität Bonn nach eines jeden Versuchsjahres vorläufig präsentiert werden. Zusätzlich wurde auf verschiedenen Veranstaltungen und Berichten das Stickstoffkalkulationsprogramm NDICEA sowie das gesamte Projekt vorgestellt. Im Folgenden wird eine Übersicht gegeben, wo und in welcher Form das Projekt in der Öffentlichkeit bereits präsentiert wurde:

2017

13. September: jährliche Feldbegehung im Versuchszentrum Gartenbau in Köln-Auweiler mit der Vorstellung des Düngemittelstrategieversuches

05. Oktober: EIP-Austauschtreffen in Wien

18. Oktober: Gemeinsamer Feldtag mit den Wasserrahmenrichtlinien (WRRL) und Leitbetriebe NRW auf dem Betrieb Finke. Vorstellung des Projekts im Allgemeinen und der Versuche zum Zwischenfruchtanbau.

28. November: Vortrag zur Vorstellung der Tätigkeiten im Rahmen des Projektes auf dem Fachbeiratstreffen Ökolandbau NRW.

2018

04.10.2018: „Innovationen in der Landwirtschaft fördern“ in Straelen. Dort wurde das EIP-Projekt durch eine kurze PowerPoint-Präsentation der Projektleitung und in einer Posterausstellung vorgestellt.

24./ 25.10.2018: Austauschtreffen mit belgischen und niederländischen EIP-Partnern und –Organisatoren. Intensiver Austausch mit anderen EIP-Projektleitern und –Mitarbeitern sowie Innovationsdienstleistern über die Durchführung und Schwerpunkte von Projekten in den Niederlanden und Belgien, aber auch mit anderen deutschen Bundesländern statt.

2019

05. Februar: Bioland Wintertagung in Möhnesee. Umfangreicher Vortrag, gemeinsam mit Bart Timmermans, Louis Bolk Instituut, vorbereitet. Insbesondere wurde das Programm NDICEA vorgestellt und diskutiert.

21. Februar: Vorstellung des Projektes und insbesondere NDICEA im Fachgebiet Ökologischer Landbau der Universität Kassel-Witzenhausen.

05.-08. März: 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Christoph Stumm hatte einen Beitrag, in dem er die bisher gewonnenen Erkenntnisse der Zwischenfruchtversuche an der Uni Bonn präsentierte.

06. Juni: Austauschtreffen für eine engere Zusammenarbeit über die Ländergrenzen hinweg dem niederländischen Innovationsdienstleister Kees Anker in Straelen. Dort wurde das EIP-Projekt Nährstoffmanagement durch die ehemalige Projektleiterin Frau Fischer kurz als positives Beispiel der Zusammenarbeit dargestellt.

25. Oktober: Tagung zu Innovationen in der Land- und Ernährungswirtschaft, veranstaltet vom Zentrum für ländliche Entwicklung (ZeLE), auf Haus Düsse. Vorstellung des EIP-Projekts Nährstoffmanagement von Jan-Malte Wichern mithilfe eines Posters als Kurzvortrag.

07. November: Feldtag zum Thema Zwischenfrüchte auf dem Wiesengut der Universität Bonn. Christoph Stumm (INRES) hat in diesem Rahmen den Versuch des Projektes zu diesem Thema vorgestellt, im Feld die unterschiedlichen Varianten gezeigt und die Ergebnisse der Vorjahre präsentiert.

05. Dezember: Gemeinsame Feldbegehung des EIP-Projekts und den Wasserrahmenrichtlinien auf dem Betrieb Finke in Borken. Dort präsentierte Christoph Stumm ebenfalls den Versuch zu den Zwischenfrüchten am dortigen Standort.

2020

12. März: 11. Wintertagung ökologischer Landbau an der Universität Hohenheim. Dort wurde das EIP-Projekt in einer Posterausstellung vorgestellt.

Beiträge in der Fachliteratur:

ÖKOmenischer Gärtnerbrief 2017, Ausgabe 05/17 - „Düngestrategien neu Durchdenken – Nährstoffflüsse optimieren“

Fachmagazin für die ökologischen Landbau bioland, März 2020 – „Nährstoffbedarf in Fruchtfolgen – Erprobtes Modell zur Stickstoffplanung“

Das Öko-Standard-Bodenproben-Paket wird von der LUFA NRW für Öko-Betriebe angeboten und von den Beratern des Öko-Teams der LWK NRW beworben. Das Düngeberechnungstool soll vornehmlich in der Beratung der LWK NRW eingesetzt werden, um das Nährstoffmanagement auf den Bio-Betrieben zu optimieren. Das Stickstoffkalkulationsprogramm NDICEA ist weiterhin in verschiedenen Sprachen frei im Internet herunterzuladen (<http://www.ndicea.nl/>). An einer neuen Version wird gearbeitet. Somit werden die Ergebnisse die das Projekt hervorgebracht in der Zielsparte verteilt und eingesetzt.

Ort, Datum

Unterschrift Projektleitung

Literaturverzeichnis

Badawi, A., Hartl, W., Erhart, E., Albert, R., Wanek, W. & Watzka, M., 2011: Verluste der oberirdischen Biomasse von abfrostenden Begrünungspflanzen durch Ausgasung vor der Einarbeitung in den Boden. 14. Gumpensteiner Lysimeter-tagung 2011, 235-238

Diez, T., Beck, T., Borchert, H., Capriel, P., Krauss, M. und Bauchhenss, J., 1991: Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschaftenden Betriebsschlägen, 2. Mitteilung Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 68, S. 409-444.

Friedel, J. K., 2008: Aktive Nährstoffmobilisierung und ihre Bedeutung für die Düngepraxis im Biologischen Landbau, Umweltökologisches Symposium des Ifz Raumberg-Gumpenstein, S. 35-39.

Grüner, A., Köppen D., & Vágó I., 2007: Lysimeterversuch zum Nitrataustrag mit dem Sickerwasser in unterschiedlichen Bodennutzungssystemen, Pflanzenbau-wissenschaften, 11 (1), 12-19.

Gutser, R., Ebertseder, T., Schraml, M., & Schmidhalter, U., 2010: Stickstoffeffiziente und umweltschonende organische Düngung. KTBL-Schrift, (483), 31-50.

Kolbe, H., Schließer, I., & M., Schuster 2007: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Mais und Kartoffeln, Zwischenfrüchte im Ökolandbau, Schriftenreihe des LfULG, Heft 27/2010.

Kolbe, H., 2015: Wie ist es um die Bodenfruchtbarkeit im Ökolandbau bestellt: Nährstoffversorgung und Humusstatus? In: Bodenfruchtbarkeit - Grundlage erfolgreicher Landwirtschaft (BAD Tagungsband 2015), Bundesarbeitskreis Düngung (BAD), Frankfurt/Main, S. 89-123.

Müller, M., 2020: Methoden zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphors in Böden, interner Bericht, nicht veröffentlicht.

Schliephake, W., 2003: Verminderung von Nährstoffverlusten durch effiziente Nährstoffverwertung bei differenzierter Bewirtschaftung“, Schriftenreihe der sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 9.

Sieling, K., 2019: Improved N transfer by growing catch crops - a challenge, Journal für Kulturpflanzen, 71 (6). 145-160, DOI: 10.5073/JfK.2019.06.01

Thorup-Kristensen, K., 1994: The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops, *Fertilizer Research*, 37(3), 227–234.

Tönshoff, C., 2016: Bewertung der Bodenfruchtbarkeit im Ökolandbau: Erprobung einfacher Methoden hinsichtlich ihrer praktischen Anwendbarkeit und Aussagekraft in der Beratung, interner Bericht, nicht veröffentlicht.

Zorn, W. und Schröter, H., 2017: Neue Methoden ermitteln Phosphorversorgung. In: *Getreide Magazin* 01/2017 (23. Jg), S. 50-54.

D Anhänge

1. Düngeberechnungstool (hier Screenshots, Excel-Datei als eigenständiges Dokument anbei)

Düngeberechnungstool - Excel

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Bedarfsermittlung für Stickstoff

Düngejahr: **2020** Name des Betriebes: **Beispielbetrieb 1**
 Betriebsnummer: **2020**

Muss ausgefüllt werden! Datum der Bedarfsermittlung: **Stand 03.06.2020**
 Die Berechnung wurde nach den Angaben und Auskünften des Auftraggebers durchgeführt. Eine Haftung für die Vollständigkeit und Richtigkeit kann durch die Landwirtschaftskammer nicht übernommen werden. Die Verantwortung für die Richtigkeit der Daten trägt allein der Auftraggeber.
 Fehlerhafte Düngedarfsermittlungen können mit einem Bußgeld und CC-Prämienkürzung geahndet werden.

Gesamtsumme kg N: **3327,3**

Betriebsinformationen						Berechnung					
Kultur	Schlag/ Bewirtschaftungs- einheit	Größe ha	Ertrags- niveau nach DüV Ø dt/ha	Ertrags- niveau 5 Jahre Ø Betrieb dt/ha	N-Bedarfs- wert kg N/ha	Zu- oder Abschlag Ertrags- differenz kg N/ha	Abschlag Nmin-Probe/ Richtwert kg N/ha	Abschlag Standort/ Humus kg N/ha	Abschlag org. Düngung der Vorjahre kg N/ha	Abschlag Vorfrucht/ ZF kg N/ha	maximal zu gebende N-Menge kg N/ha
					Tab. 2	Tab. 3		Tab. 6	4(1) Punkt	Tab. 7	Σ Felder der "Berechnung"
Winterweizen A, B	Am Hof	15,00	80	55	230	-38	-32	0	-12	-10	139
Kartoffel	Neben der Scheune	7,30	450	400	180	-10	-47	0	-12	-10	101
Körnermais	An der großen Wiese	5,00	90	75	200	-23	-53	0	-12	-10	103

DBE N DBE P Planung org. Düngung Tabellen DüV Datenblatt Kulturen Datenblatt org. Düngern Hinweise leeres Arbeitsblatt 1 lee ...

Düngeberec

Datei DBE Start Einfügen Seitenlayout Formeln Daten Überprüfen Ansicht Entwicklertools Add-Ins Inquire Power Piv

Ausschneiden Kopieren Format übertragen Zwischenablage Schriftart Ausrichtung Zahl Bedingte Formatierung

H14 fx =WENN(S14<>"";S14;"")

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1											
2	Bedarfsermittlung für Phosphat						Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen				
3	Düngejahr: 2020			Name des Betriebes:		Beispielbetrieb 1					
4				Betriebsnummer:		2020					
5	Muss ausgefüllt werden!			Datum der Bedarfsermittlung:							
6	§3(6) "Auf Schlägen, bei denen die Bodenuntersuchung [...] ergeben hat, dass der Phosphatgehalt im Durchschnitt (gewogenes Mittel) 20 mg Phosphat je 100 g Boden nach dem Calcium-Acetat-Lactat-Extraktionsverfahren [...] überschreitet, dürfen phosphathaltige Düngemittel höchstens in Höhe der voraussichtlichen Phosphatabfuhr aufgebracht werden[...]" Die Berechnung wurde nach den Angaben und Auskünften des Auftraggebers durchgeführt. Eine Haftung für die Vollständigkeit und Richtigkeit kann durch die Landwirtschaftskammer nicht übernommen werden. Die Verantwortung für die Richtigkeit der Daten trägt allein der Auftraggeber. Fehlerhafte Düngebedarfsermittlungen können mit einem Bußgeld und CC-Prämienkürzung geahndet werden. Die Einhaltung der berechneten Obergrenzen für Stickstoff und Phosphat garantieren nicht für jeden Betriebstyp auch die Einhaltung der N- und P-Kontrollwerte, die im Nährstoffvergleich errechnet werden.							Summe P ₂ O ₅ (kg)	1369		
7								Entzug:		Stand:	03.06.2020
8	Kultur	Schlag/ Bewirtschaftungs- einheit	Größe (ha)	Ertrags- niveau 5 Jahre Ø Betrieb (dt/ha)	Erntereste abgefahren (von Kultur aus Spalte A)	P ₂ O ₅ Gehalt im Boden (mg) nach CAL- Methode	Bodenart	Gehalts- klasse P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ Entzug kg/ha	P ₂ O ₅ Empfehlung kg/ha	
9											
10	Winterweizen A, B	Am Hof	15,00	55	Nein	25	IS, sU	D	44	22	
11	Kartoffel	Neben der Scheune	7,30	400	Nein	17	IS, sU	C	56	56	
12	Körnermais	An der großen Wiese	5,00	75	Nein	20	IS, sU	D	60	30	
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											

DBE N **DBE P** Planung org. Düngung Tabellen DüV Datenblatt Kulturen Datenblatt org. Düngern Hinweise leer

Düngerechnungstool

Start | Einfügen | Seitenlayout | Formeln | Daten | Überprüfen | Ansicht | Entwicklertools | Add-Ins | Inquire | Power Pivot

Ausschneiden | Kopieren | Format übertragen

Arial | 10 | F | K | U | ...

Zwischenablage | Schriftart | Ausrichtung | Zahl

V16 | =WENNFEHLER(WENN(R16="";"";S16*AI16);"")

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Dokumentation der Düngung

Düngejahr: **2019** | Name des Betriebes: **Beispielbetrieb**

Betriebsnummer: **2020**

Datum der Bedarfsermittlung:

Gesamt errechnete Menge kg Npflanzenverfügbar durch die Düngung (§3(5)) | 2347 | Stand: 0.06.2020

Gesamt errechnete Menge kg P₂O₅ durch die Düngung | 1805

Düngebedarfsberechnung für Stickstoff und Phosphat-Entzug in kg | 3327,3 | 1369

Kultur	Schlag/ Bewirtschaftungs- einheit	Größe ha	maximal zu gebende N- Menge in kg N/ha	P ₂ O ₅ Entzug pro ha	Dünger 1	Menge	Dünger 1 kg N/ha	Dünger 1 pflanzenverfügbare kg N/ha	Dünger 1 enthaltene gesamt kg P ₂ O ₅ /ha	
Winterweizen A, B	Am Hof	15,00	139	44	Eigene Gülle 2020	20	m ³	80	48	36
Kartoffel	Neben der Scheune	7,30	101	56	Eigene Gülle 2020	15	m ³	60	36	27
Körnermais	An der großen Wiese	5,00	103	60	Biogasgülle, aus Kleegrass 9% TS*	19	m ³	94	57	58,9

DBE N | DBE P | **Planung org. Düngung** | Tabellen DüV | Datenblatt Kulturen | Datenblatt org. Düngern | Hinweise | leeres Arbeitsbl

Düng												
Datei DBE Start Einfügen Seitenlayout Formeln Daten Überprüfen Ansicht Entwicklertools Add-Ins Inquire Pow												
Einfügen Ausschneiden Kopieren Format übertragen Zwischenablage Schriftart Ausrichtung Zahl Beding Formatiert												
X8												
	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9	Dünger 2	Menge		Dünger 2 kg N/ha	Dünger 2 pflanzenverf ügbare kg N/ha nach §3(5)	Dünger 2 enthalten gesamt kg P ₂ O ₅ /ha	Dünger 3	Menge		Dünger 3 kg N/ha	Dünger 3 pflanzenverf ügbare kg N/ha nach §3(5)	Dünger 3 enthalten gesamt kg P ₂ O ₅ /ha
10												
11	Eigene Gülle 2020	20	m ³	80	48	36		1				
12	Haarmehlpellets*	0,3	t	42	27,3	3	Hühnertrockenkot	0,7	t	18	10,71	14,07
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												

Düngerechnungstool - Excel										
Datei DBE Start Einfügen Seitenlayout Formeln Daten Überprüfen Ansicht Entwicklertools Add-Ins Inquire Power Pivot Entwurf										
G18 t										
Mindestwirksamkeit N nach Anlage										
organischer Dünger	N (kg/m³, t)	NH ₄ -N (kg/m³, t)	P2O5 (kg/m³, t)	3 Düv %	Spalte2	Spalte1	Anteil NH4 %	gültige Mindestwirksamkeit nach §3(5) %	anzurechnende N	(kg/m³, t)
2 Gerstenmulchstroh	5	0	0	3	0 Bodenhilfsstoff	t	0,00	0,00	0,00	0,00
3 Weizenmulchstroh	5	0	0	3	0 Bodenhilfsstoff	t	0,00	0,00	0,00	0,00
4 Triticalemulchstroh	5	0	0	3	0 Bodenhilfsstoff	t	0,00	0,00	0,00	0,00
5 Mulchstroh für Erdbeeren	5	0	0	0	0 Bodenhilfsstoff	t	0,00	0,00	0,00	0,00
6 Hafermulchstroh	5	0	0	3	0 Bodenhilfsstoff	t	0,00	0,00	0,00	0,00
7 Roggenmulchstroh	5	0	0	3	0 Bodenhilfsstoff	t	0,00	0,00	0,00	0,00
8 Silagesickersaft	1,5	0	0	0	0 pflanzl. WD	m³	0,00	0,00	0,00	0,00
9 PPL (Potato Protein Liquid)	22,6	0	12	55	55 pflanzl. WD	m³	0,00	55,00	12,43	12,43
10 Kartoffelschlempe	4,1	0,1	4,8	0	0 pflanzl. WD	m³	2,44	2,44	0,10	0,10
11 Grünschnittkompost	7,1	0,2	3,1	3	3 pflanzl. WD	t	2,82	3,00	0,21	0,21
12 Biogasgülle, aus Klee gras 9%	4,93	2,99	3,1	60	60 sons. org. Dünger	m³	60,65	60,65	2,99	2,99
13 Biogasgülle (Hauptbestandt	5,35	2,78	2,4	60	60 sons. org. Dünger	m³	51,96	60,00	3,21	3,21
14 Biogasgülle, aus Rindergülle	4,59	2,65	1,54	60	60 sons. org. Dünger	m³	57,73	60,00	2,75	2,75
15 Biogasgülle, aus Schweinegül	5,69	4,36	1,46	60	60 sons. org. Dünger	m³	76,63	76,63	4,36	4,36
16 Champost	6,9	0,2	4,1	10	10 sons. org. Dünger	t	2,90	10,00	0,69	0,69
17 Grün-/Biomkompost	9,8	0,6	5,1	5	5 sons. org. Dünger	t	6,12	6,12	0,60	0,60
18 Haarmehlpellets*	140	0	10	65	65 sons. org. Dünger	t	0,00	65,00	91,00	91,00
19 Vinasse 60% TS*	35,02	4,12	2,09	55	55 pflanzl. WD	m³	11,76	55,00	19,26	19,26
20 Vinasse Extrakt 30*	14,5	1,45	0	55	55 pflanzl. WD	m³	10,00	55,00	7,98	7,98
21 Schweinejauche	2,4	2	0,8	90	90 tierische WD	m³	83,33	90,00	2,16	2,16
22 getrockneter Hühnerkot	32	10,7	27,7	60	60 tierische WD	t	33,44	60,00	19,20	19,20
23 Ziegenmist	8	0	6	25	25 tierische WD	t	0,00	25,00	2,00	2,00
24 Schweinemist	7,4	0	6,5	30	30 tierische WD	t	0,00	30,00	2,22	2,22
25 Kälbergülle	3,5	2,5	2,2	60	60 tierische WD	m³	71,43	71,43	2,50	2,50
26 Kaninchenmist	18	0	19	30	30 tierische WD	t	0,00	30,00	5,40	5,40
27 Hühner trockenkot	25,5	9,9	20,1	60	60 tierische WD	t	38,82	60,00	15,30	15,30
28 Mastschweinegülle 5% TS, N	3,3	2,3	2,1	70	70 tierische WD	m³	69,70	70,00	2,31	2,31
29 Mastschweinegülle 5% TS St	3,8	2,7	2,5	70	70 tierische WD	m³	71,05	71,05	2,70	2,70
30 Hühnermist 60 % TS	29,9	10	22	30	30 tierische WD	t	33,44	33,44	10,00	10,00
31 Entenmist	4	0	3	30	30 tierische WD	t	0,00	30,00	1,20	1,20
32 Bullengülle 7% TS	3,8	2,2	1,8	60	60 tierische WD	m³	57,89	60,00	2,28	2,28
33 Bullengülle 10% TS	4,7	2,6	2,2	60	60 tierische WD	m³	55,32	60,00	2,82	2,82
34 Hühner- und Hähnchenmist	18,1	7,6	12,5	30	30 tierische WD	t	41,99	41,99	7,60	7,60
35 Gänsemist	8	0	6	30	30 tierische WD	t	0,00	30,00	2,40	2,40

	organischer Dünger	N (kg/m³)	NH4-N (kg/t)	P2O5 (kg/t)	Mindestwert	Spalte2	Spalte1	Anteil NH4 %	gültige Mindestwert	anzurechnen
34	Hühner- und Hähnchenmist	18,1	7,6	12,5	30	tierische WD	t	41,99	41,99	7,60
35	Gänsemist	8	0	6	30	tierische WD	t	0,00	30,00	2,40
36	Ferkelgülle	4,5	3,2	2,4	70	tierische WD	m³	71,11	71,11	3,20
37	Rindermist	5,6	0	2,9	25	tierische WD	t	0,00	25,00	1,40
38	Rinderjauche	1,5	1,1	0,3	90	tierische WD	m³	73,33	90,00	1,35
39	Putenmist	19,1	0	18,1	30	tierische WD	t	0,00	30,00	5,73
40	Schafsmist	10	0	6,9	25	tierische WD	t	0,00	25,00	2,50
41	Sauengülle 4% TS	3,9	3	2,3	70	tierische WD	m³	76,92	76,92	3,00
42	Sauengülle 2% TS	2,8	2,2	1,2	70	tierische WD	m³	78,57	78,57	2,20
43	Pferdemist	4,9	0	3,2	25	tierische WD	t	0,00	25,00	1,23
44	Milchvieh-/Jungviehgülle 8%	3,9	2,2	1,7	60	tierische WD	m³	56,41	60,00	2,34
45	Milchvieh-/Jungviehgülle 6%	3,2	1,9	1,4	60	tierische WD	m³	59,38	60,00	1,92
46	Milchvieh-/Jungviehgülle 10%	4,5	2,4	2,1	60	tierische WD	m³	53,33	60,00	2,70
47	Mischjauche	2,5	1,8	0,9	0	tierische WD	m³	72,00	72,00	1,80
48	Mischgülle 7% TS	4,9	3,3	2,5	0	tierische WD	m³	67,35	67,35	3,30
49	Mischgülle 4% TS	4	3	1,8	0	tierische WD	m³	75,00	75,00	3,00
50	Eigene Gülle 2020	4	2	1,8	60	tierische WD	m³	50,00	60,00	2,40
51								0,00	0,00	0,00
52								0,00	0,00	0,00
53								0,00	0,00	0,00
54								0,00	0,00	0,00
55								0,00	0,00	0,00
56										
57										
58										
59										
60	*Quelle: N-Expert 4.5.0									
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										

2. Öko-Standard-Bodenproben-Paket als eigenständiges Dokument anbei
3. Literaturrecherche von Dr. Müller (LUFA NRW) „Methoden zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphors in Böden“ als eigenständiges Dokument anbei
4. Artikel über NDICEA, Fachmagazin für die ökologischen Landbau bioland, März 2020 – „Nährstoffbedarf in Fruchtfolgen – Erprobtes Modell zur Stickstoffplanung“ als eigenständiges Dokument anbei