

Abschlussbericht der Operationellen Gruppe „Düngemanagement“

Im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP)

MR Dithmarschen GmbH



Gemüsebauberatungsring
Dithmarschen e.V.

Wir fördern den ländlichen Raum



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



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	II
A. Kurzdarstellung	1
I. Ausgangssituation und Bedarf.....	1
II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung	1
III. Mitglieder der OG.....	2
IV. Projektgebiet	2
V. Projektlaufzeit und -dauer	3
VI. Budget	3
VII. Ablauf des Vorhabens	4
VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse.....	6
B. Eingehende Darstellung.....	8
I. Verwendung der Zuwendung	8
II. Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn	8
III. Ergebnisse der OG in Bezug auf Zusammenarbeit und Mehrwert.....	9
IV. Detaillierte Beschreibung des Projektverlaufes	10
a) Projektverlauf.....	10
b) Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen	16
c) Schlussfolgerungen/Ausblick.....	17
V. (Geplante) Verwertung und Nutzung der Ergebnisse	20
VI. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit.....	21
VII. Nutzung des Innovationsbüro (Innovationsdienstleister, IDL).....	23
IX. Kommunikations- und Disseminationskonzept.....	23
C. Anhang.....	24
VIII. Wissenschaftliche Auswertung durch Dr. Hans-Siegfried Grunwaldt	24
a) Geest.....	24
b) Kalkmarsch	33
c) Kleimarsch	43
d) Presse	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Indikativer Zeitplan	4
Tabelle 2	Zeitplan der Projektumsetzung.....	5
Tabelle 3	Durchschnittliche Kopfgewichte im Kohl 2015.....	12
Tabelle 4	Durchschnittliche Kopfgewichte im Kohl 2016.....	12
Tabelle 5	Durchschnittliche Kopfgewichte im Kohl 2017.....	12
Tabelle 6	Durchschnittliche Kopfgewichte im Kohl 2018.....	13
Tabelle 7	Grunduntersuchung auf der Geest im Oberboden (0-30cm).....	25
Tabelle 8	Grunduntersuchung auf der Geest im Unterboden (30-60cm)	26
Tabelle 9	Phosphatwerte im Durchschnitt über die fünf Projektflächen der Geest	27
Tabelle 10	Nmin Mengen im Durchschnitt der fünf Projektflächen 0-90 cm Geest	29
Tabelle 11	Nmin Durchschnittswerte der fünf Geestflächen in kg N/ha, 0-90 cm Bodentiefe	31
Tabelle 12	Durchschnittswerte der Grunduntersuchung auf den Kalkmarschböden in 0-30 cm Bodentiefe	35
Tabelle 13	Durchschnittswerte im Unterboden der beprobten Kalkmarschflächen.....	35
Tabelle 14	Phosphatdurchschnittswerte der Kalkmarschflächen.....	36
Tabelle 15	Durchschnittliche Nmin Werte in kg N/ha und 0-90 cm Bodentiefe auf den Kalkmarschflächen	38
Tabelle 16	Nmin-Verlauf in Weizen und Ackerbohnen auf einer Kalkmarschfläche	39
Tabelle 17	Nmin Durchschnittswerte für die Fünf Kalkmarschflächen.....	41
Tabelle 18	Durchschnittswerte der Grunduntersuchung in 0-30 cm Bodentiefe auf den Flächen der Kalkmarsch.....	45
Tabelle 19	Durchschnittswerte der Grunduntersuchung des Unterbodens.....	45
Tabelle 20	Phosphatbilanz im Durchschnitt der fünf Kleimarschflächen	46
Tabelle 21	Nmin Durchschnittswerte in kg N/ha und 0-90 cm Bodentiefe der fünf Kleimarschflächen.....	48
Tabelle 22	Nmin Durchschnittswerte der einzelnen Jahre Kleimarsch	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lage der Netzbetriebe auf der Hohen Geest, Kleimarsch und Kalkmarsch (Bildquelle: GoogleEarth).....	3
Abbildung 2	Vermessungspunkte Bodenproben inkl. Analysewerten	6
Abbildung 3	Nitratwerte der Nullparzellen 2016-2018	13
Abbildung 4	Nitratwerte der konventionellen Düngung 2016-2018.....	14
Abbildung 5	Nitratwerte nach dem Nmin-Sollwert-System 2016-2018.....	14
Abbildung 2	Flyer EIP Fachtagung - Düngung.....	56
Abbildung 4	Flyer EIP-Fachtagung Stickstoffeffizienz in der Landwirtschaft.....	59

A. Kurzdarstellung

I. Ausgangssituation und Bedarf

Im Anbetracht geplanter neuer Verordnungen der EU, den Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie und der Nitratrichtlinie, der damit verbundenen Ausbringungsgrenze von 170 kg N / ha für Wirtschaftsdünger (tierischer und pflanzlicher Herkunft), einer verpflichtenden Hoftorbilanz, betrieblicher N_{min} – Analysen zur Korrektur der Düngebedarfsermittlung sowie der Erweiterung der guten fachlichen Praxis sollte ein System zum optimierten Düngemanagement geschaffen werden. Die Landwirte haben ihre Düngestrategien den Grundregeln der guten fachlichen Praxis weitgehend angepasst, sodass es beispielsweise auf Kohlanbaustandorten lediglich in Einzelfällen zu erhöhten Verlagerungen von Nitrat in das Grundwasser kommt. Doch die zu erwartende Begrenzung des Stickstoffeinsatzes erfordert auch hier eine weitere Optimierung des Düngeystems.

Dieses Optimierungssystem sollte Landwirten helfen, sowohl die Grenze von 170 kg N / ha aus Wirtschaftsdüngern einzuhalten als auch den gesamten Düngereinsatz weiter zu verbessern. Zu erwartende Ertragsverluste sollten durch verschiedene Maßnahmen aufgefangen werden. Es sollte geprüft werden, ob durch einhergehende Einsparungen die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe nachhaltig gesteigert werden kann.

Im Projekt soll die Ermittlung des N_{min} – Wertes unmittelbar nach der Ernte die N – Restmengen erfassen und ggf. sollten durch einzuleitende Maßnahmen die Auswaschungsverluste über Winter minimiert werden. Im Frühjahr sollte ein rechtzeitig ermittelter N_{min} – Wert die Planung der jährlich benötigten Düngermengen unterstützen.

II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung

Die Operationelle Gruppe (OG) hatte sich vorgenommen, im Rahmen des Innovationsprojektes „System zum optimierten Düngemanagement im Acker-, Futter- und Gemüseanbau an Schleswig – Holsteins Westküste“ auf den landwirtschaftlichen Betrieben Daten bezüglich der Düngung und des Bodens zu erfassen. Ziel war es, die Daten umfangreich auszuwerten und dadurch für die Praxisbetriebe Maßnahmen zu entwickeln, die einen Mehrwert schaffen. Gleichzeitig aber auch den für die Landwirtschaft wichtigen Gewässerschutz beachten, sowie den Natur-, Knick- und Artenschutz mit alltäglichen Betriebsabläufen zu fördern.

Im Teilbereich des Lagerkohls war das Ziel ein Referenzwertsystem zu entwickeln, mit welchem die Stickstoffdüngung über die Vegetationszeit hinweg verteilt werden kann. So sollte zum einen die Stickstoffzufuhr reduziert und zum anderen eine höchstmögliche Lagerqualität erreicht werden. Als Werkzeug wurde das Nmin-Sollwertsystem gewählt.

III. Mitglieder der OG

Landwirtschaftliche und gartenbauliche Unternehmen der Urproduktion

- Jan Henning Ufen, Gemüse- und Ackerbau
- Maren Dethlefs und Sebastian Kellermann, Milchvieh und Futterbau
- Jens Mohr, Ackerbau (Kartoffeln)
- Ute und Kay Clausen, Ackerbau und Schweine
- Matthis Janssen, Milchvieh und Futterbau

Forschungs- und Versuchseinrichtungen

- Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Gartenbaukompetenzzentrum, Dr. Kai-Uwe Katroschan

Beratungs- und Dienstleistungseinrichtungen

- Dr. Hans-Siegfried Grunwaldt
- Gemüsebauberatungsring e.V., Jan Rasper
- Maschinenring Dithmarschen GmbH, Thies Siebels (Lead-Partner)

IV. Projektgebiet

Den Mittelpunkt der OG bildeten die Mitglieder und zusätzlich die Betriebe des erweiterten Netzwerkes, bestehend aus anfangs 21 Betrieben. Die Betriebe stellten dem Projekt jeweils eine Fläche Ihres Betriebes zur Verfügung und haben die benötigten Daten erhoben. Verteilt waren die Betriebe auf die Naturräume Hohe Geest, Klei- und Kalkmarsch. Der Großteil der Flächen befanden sich im Kreis Dithmarschen, eine Fläche lag auf Nordstrand im Elisabeth-Sophien-Koog. Im Projektverlauf reduzierte sich die Anzahl der Netzwerkbetriebe auf 16.

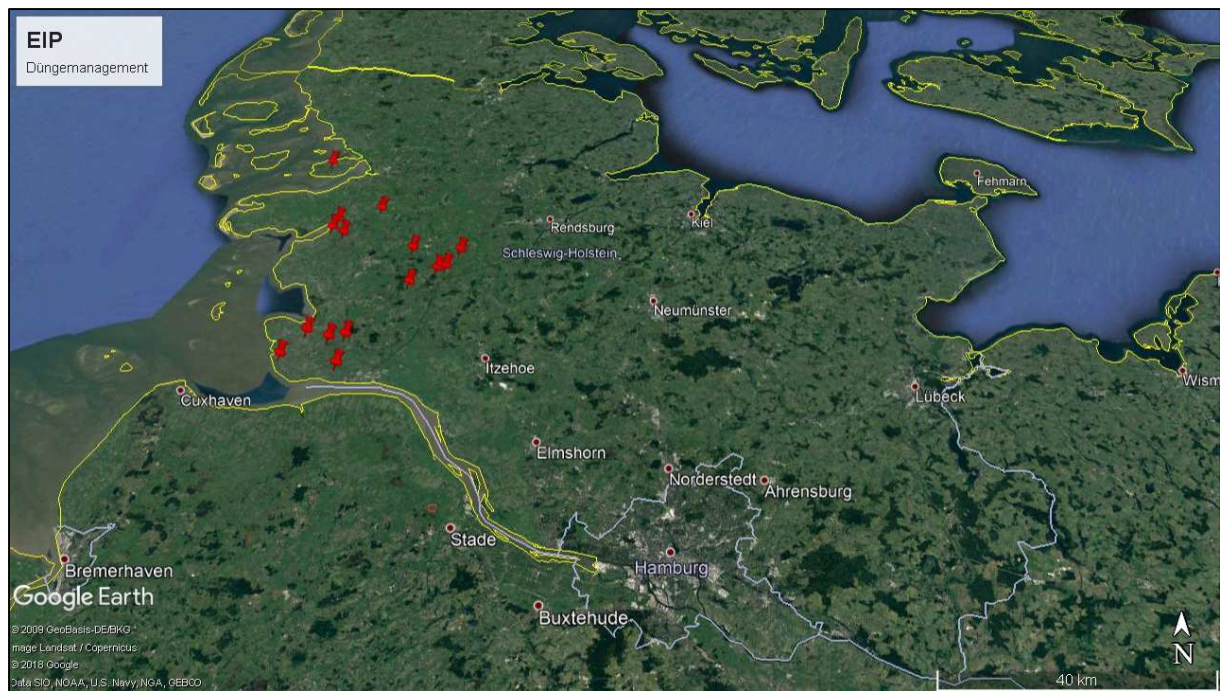


Abbildung 1 Lage der Netzbetriebe auf der Hohen Geest, Kleimarsch und Kalkmarsch (Bildquelle: GoogleEarth)

Für den Teilbereich Lagerkohl waren folgende Betriebe in das Projekt integriert:

- Torge Huesmann, Elpersbüttel
- Willy Ibs, Volsemenhusen
- Jochen Stamer (2015-2017), Friedrichskoog
- Christian Ufen, Kronprinzenkoog
- Jan Vollmert (2015-2016), Brunsbüttel
- Sönke Sponbiel (2016-2018), Kronprinzenkoog
- Thorsten Möller (2016-2018), Brunsbüttel

V. Projektlaufzeit und -dauer

Mit einem vorzeitigen Vorhabensbeginn startete das Projekt „Düngemanagement“ am 01. Juni 2015 und endete nach einer bewilligten Verlängerung am 31. Dezember 2018.

VI. Budget

Das bewilligte Budget lag bei 300.591,15 EUR. Es wurde im Projektverlauf auf 170.000 EUR abgesenkt.

VII. Ablauf des Vorhabens

Für den Ablauf des Projektes wurde ein indikativer Zeitplan erstellt. Einige Aktivitäten waren nicht präzise im Voraus zu planen und haben sich im Projektverlauf ergeben. Der Zeitplan konnte zu großen Teilen eingehalten werden. Probenahmen des Bodens, z.B. haben sich auf Grund der Witterung und damit verschobenen Kulturzeiten, auf einigen Betrieben verschoben. Der Zeitplan der Projektumsetzung ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 1 Indikativer Zeitplan

Maßnahme	2015				2016				2017				2018			
	2. Q.	3. Q.	4. Q.	1. Q.	2. Q.	3. Q.	4. Q.	1. Q.	2. Q.	3. Q.	4. Q.	1. Q.	2. Q.	3. Q.	4. Q.	
Erarbeitung Erfassungsbogen																
Entwicklung EDV-Basis für Datenanalyse																
Entwicklung Homepage																
Erfassung der Betriebsdaten																
Ziehen Bodenproben																
Erstellung individueller Kataloge und Datenanalyse																
Datenpflege																
Vorstöße im Bereich Technik																
Erstellung Online-Abfrage																
Öffentlichkeitsarbeit																
Gründung einer neuen ORGA.Struktur																
Abschlussgespräche in der OG, mit dem Netzwerk																

Tabelle 2 Zeitplan der Projektumsetzung

Maßnahme	2015				2016				2017				2018			
	2. Q.	3. Q.	4. Q.	1. Q.	2. Q.	3. Q.	4. Q.	1. Q.	2. Q.	3. Q.	4. Q.	1. Q.	2. Q.	3. Q.	4. Q.	
Erarbeitung Erfassungsbogen																
Entwicklung EDV-Basis für Datenanalyse																
Entwicklung Homepage																
Erfassung der Betriebsdaten																
Ziehen Bodenproben																
Erstellung individueller Kataloge und Datenanalyse																
Datenpflege																
Vorstöße im Bereich Technik																
Erstellung Online-Abfrage																
Öffentlichkeitsarbeit																
Gründung einer neuen ORGA.Struktur																
Abschlussgespräche in der OG, mit dem Netzwerk																

Versuchsaufbau Teilbereich Lagerkohl

Auf verschiedenen Marsch-Standorten (schwer, mittel, leicht) wurden in den Weißkohlbeständen Feldversuche angelegt, die immer nach dem gleichen Schema aufgebaut waren:

Variante 1: herkömmliche Düngung zu drei Termin, zur Pflanzung, vier Wochen später, acht Wochen später.

Variante 2: Düngung nach Nmin-Sollwertsystem, N-Düngung erfolgte erst nach Unterschreiten eines Nmin-Sollwerts von 100 kg Nitrat/ha.

Variante 3: Kontrolle ohne Aufwuchs und ohne N-Düngung.

Die Versuche wurden zweifach wiederholt.

Die Nmin-Gehalte wurden regelmäßig mittels NitraCheck (Nitrat-Schnelltest) ermittelt. Die Beprobungstiefe (0-30 cm, 31-60 cm, 61-90 cm) richtete sich danach, welche Tiefe die Pflanzenwurzeln tatsächlich erreichten.

Die Düngerarten waren trotz der unterschiedlichen Düngungszeitpunkte gleich, i.d.R. KAS und ASS, damit auch S- und Mg-Düngung auf gleichem Niveau stattfanden.

Eine Kernbeerntung erfolgte in praxisübliche Großkisten, dabei wurden die Köpfe gezählt und anschließend das Gewicht bestimmt. Diese Kisten wurden bis zum betriebsüblichen Vermarktungszeitpunkt gelagert.

VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Datenerhebung der Netzbetriebe konnte zu Beginn des Projektes erfolgreich durchgeführt werden. Jeder Betrieb hat dem Projekt ein bis zwei Flächen zur Verfügung gestellt. Diese Flächen wurden zum Start der Beprobung vermessen und es wurden feste Probepunkte für die Bodenproben eingemessen.

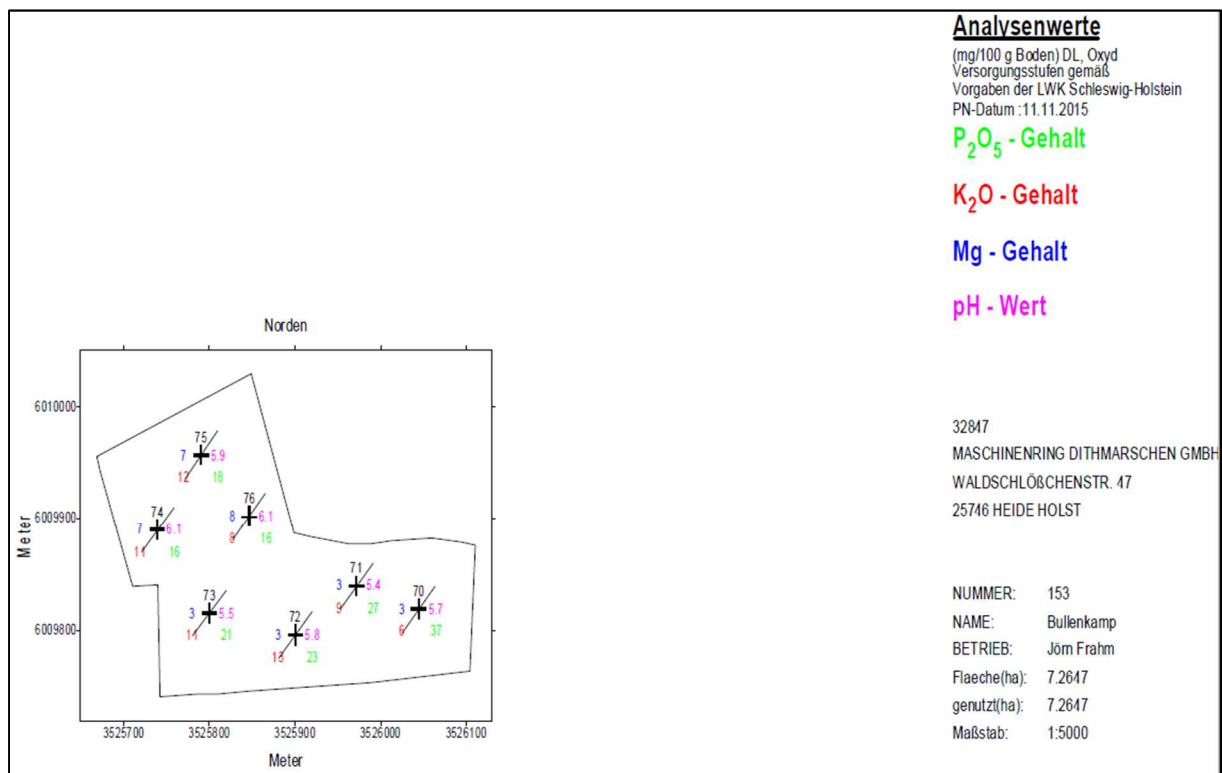


Abbildung 2 Vermessungspunkte Bodenproben inkl. Analysewerten

Die festgelegten Beprobungspunkte wurden für den gesamten Projektverlauf beibehalten. Es gab drei Untersuchungstermine für die Grunduntersuchung des Oberbodens (0-30cm) im Herbst 2015, Frühjahr 2016 und Herbst 2018. Jährlich zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte im Herbst wurden auf den Projektflächen von November 2015 bis Ende 2018 Nmin-Proben auf 0-90cm gezogen.

Zusätzlich wurden auf einem der Netzbetriebe im Jahr 2018 monatlich Nmin-Proben gezogen um eine Verlaufskurve zu erstellen. Die Betriebsleiter waren in die Terminfindung der Probeentnahme eingebunden und haben Ihre erhobenen Dünge- und Ernteaufzeichnungen zur Auswertung zur Verfügung gestellt.



Abbildung 3 Erläuterung der Bodenprobenergebnisse auf dem Feld

Die Auswertungen im Projekt wurden von Herrn Dr. Grunwaldt, in enger Rücksprache mit den Betriebsleitern durchgeführt. Die Netzbetriebe wurden nach den ersten Beprobungen in drei Gruppen Hohe Geest, Kleimarsch und Kalkmarsch aufgeteilt um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhalten. Für jeden Betrieb wurden anhand der betrieblichen Daten und der Analyseergebnisse Stickstoff- und Phosphatbilanzen erstellt. Diese Ergebnisse wurden mit den einzelnen Landwirten besprochen und es wurde geplant, welche Möglichkeiten sich für den Betrieb ergeben die Düngung an diese Situation anzupassen.

Die Landwirte haben im Verlauf des Projektes immer wieder, innerhalb der gesamten Gruppe, mit anderen Mitgliedern der Gruppe diskutiert und so neue Ansätze zum Beispiel im Bereich Düngung erarbeitet und getestet.

B. Eingehende Darstellung

I. Verwendung der Zuwendung

Die nachfolgende Tabelle entspricht den förderfähigen Ausgaben laut Kostenplan gemäß Ziffer 5 der Richtlinie.

Tabellen mit den Abrechnungsdaten

II. Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

b) Ausgangssituation

Zunächst war das Projekt unter dem Titel „System zum optimierten Düngemanagement an der Westküste“ geplant und eingereicht. Auf Grund von Überschneidungen zu dem Projekt „Nmin Dithmarscher Kohl“ wurden diese beiden Projekte zu dem Projekt „System zum optimierten Düngemanagement im Acker-, Futter- und Gemüseanbau an Schleswig-Holsteins Westküste - Förderung der Effizienz und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der bedarfsgerechten und kulturbegleitenden Düngung im Kohl“ zusammengefasst. Im Rahmen des EIP-Projektes kümmert sich der Gemüseanbauerverband Dithmarschen e.V. um die Optimierung der Stickstoffdüngung im Lagerkohlanbau.

Kopfkohl ist eine Kultur mit hohem Stickstoffbedarf und vergleichsweise langer Vegetationszeit. So liegt allein der Stickstoffentzug von Weißkohl bei Vollertrag bei rund 200 kg/ha N. Deshalb sind Marschböden schon seit frühen Zeiten bevorzugte Anbaustandorte und so hat sich der Anbau in Dithmarschen vor Jahrhunderten etabliert. Im neuen Geschäftsplan wurden die Ziele gemeinsam definiert und genügend Raum für Bearbeitung und Gestaltung des Projektes gelassen.

c) Projektaufgabenstellung

Als Projektziel wurde die Entwicklung eines Systems zur Optimierung der Düngestrategie definiert. In Anbetracht der geplanten neuen Verordnungen der EU wollte die OG ein System schaffen, welches das Düngemanagement optimiert. Dieses System sollte der Praxis helfen, sowohl die Grenze von 170 kg N / ha aus Wirtschaftsdüngern einzuhalten als auch den gesamten Düngereinsatz zielgerichteter zu planen. Dabei sollten Ertragsverluste durch verschiedene Maßnahmen aufgefangen oder durch Einsparungen relativiert werden.

Durch die dynamische Zusammenarbeit in der Operationellen Gruppe sollten alle Betriebe profitieren. Ein Düngungsreferenzsystem sollte nach dem Projekt allen Betrieben zur Verfügung stehen und das Düngemanagement vereinfachen.

Im Teilbereich des Lagerkohls war das Ziel ein Referenzwertsystem zu entwickeln, mit welchem die Stickstoffdüngung über die Vegetationszeit hinweg verteilt werden kann. So sollte zum einen die Stickstoffzufuhr reduziert und zum anderen eine höchstmögliche Lagerqualität erreicht werden. Als Werkzeug wurde das Nmin-Sollwertsystem gewählt.

III. Ergebnisse der OG in Bezug auf Zusammenarbeit und Mehrwert

a) Wie wurde die Zusammenarbeit im Einzelnen gestaltet?

Es wurden für einzelne Themen kleinere Arbeitsgruppen gebildet, Grundsatzentscheidungen wurden in Gesamtgruppentreffen besprochen. Zur besseren Auswertbarkeit der Ergebnisse wurden die Netzknetriebe in die Gruppen Hohe Geest, Klei- und Kalkmarsch eingeteilt.

- Hohe Geest
 - Grimm, Westerborstel
 - Sievers, Offenbüttel
 - Frahm, Wrohm
 - Peters, Bunsoh
 - Prochnow, Tensbüttel-Röst
- Kleimarsch
 - Janssen, St. Michaelisdonn
 - Möller, Brunsbüttel
 - Kellermann, St. Annen
 - Witt,
 - Claussen, Nordstrand
- Kalkmarsch
 - Feil, Kronprinzenkoog
 - Sponbiel, Kronprinzenkoog

- Wiborg, Karolinenkoog
- Ibs, Volsemenhusen
- Ufen, Karolinenkoog

Die Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt Düngung im Kohl gestaltete sich bereits zu Beginn des Projektes nicht reibungslos in Bezug auf die gemeinsame Datenauswertung für alle Projektteilbereiche. Die Gruppe, um Jan Rasper, den Verantwortlichen der Teilprojektes, traf sich zu AG-Sitzungen in Marne beim Gemüseanbauerverband.

b) Was war der besondere Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Projektes?

Durch die Zusammenarbeit in einer OG konnten die unterschiedlichen Sichtweisen und Kenntnisse, sowie die Erfahrungen der Mitglieder optimal zusammenfließen. In der dynamischen Arbeit der OG wurden schnell neue Lösungsansätze erarbeitet und es fand ein reger Austausch über die verschiedenen fachlichen Ebenen statt.

d) Ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projektes vorgesehen?

Einige Mitglieder des Netzwerkes arbeiten erfolgreich gemeinsam in dem neuen EIP-Projekt „Die Bodenbox“ zusammen.

IV. Detaillierte Beschreibung des Projektverlaufes

a) Projektverlauf

Das Projekt startete mit der Bodenprobenentnahme auf den 21 Netzkbetrieben. Die Betriebsleiter aller Betriebe waren aktiv an der Suche nach der geeigneten Testfläche auf Ihren Betrieb beteiligt.

Der Beprobungsrhythmus wurden auf allen Betrieben über die Projektlaufzeit eingehalten. Begonnen wurde auf den Betrieben mit der Nacherntebeprobung auf Grundnährstoffe (0-30cm), Nmin (0-90cm) und es wurde für jeden Fläche eine Schlämmanalyse durchgeführt. Zudem wurden durch die aktive Mitarbeit der Betriebsleiter die Daten über Düngung und Ernte gesammelt, sowie Witterungsdaten und Vorgeschichte der Flächen.

Es wurde ein erster Erfassungsbogen entwickelt, die Gruppe entschied, ihn nicht einzusetzen, da ein solcher Erfassungsbogen viel zu komplex sein müsste, um alle notwendigen Daten zu erfassen.

Ebenso hat die Gruppe bei der Auswertung der Ergebnisse der Bodenproben festgestellt, dass eine Fingerprobe, wie sie üblicherweise in einem Bodenprobenlabor durchgeführt wird, oft nicht die Bodenart der Fläche widerspiegelt. Zudem sei vielen Landwirten mit derart aufbereiteten Bodenprobenergebnisse nicht wirklich geholfen.

Durch die Schlämmanalyse dagegen hat der Betriebsleiter für die Projektfläche die genaue Bodenart erfahren und somit die Möglichkeit, gezielter auf seinen Boden einzuwirken. Damit kann er das Düngemanagement verbessern bzw. besser an die jeweiligen Gegebenheiten anpassen.

Die OG Düngemanagement hat die Bodenprobenergebnisse soweit aufbereitet, dass die Landwirte sie in Ihren Arbeitsablauf integrieren und das Düngemanagement flächenspezifisch anpassen können.



Abbildung 4 Landwirte des Netzwerks bei einer Feldbegehung

So haben beispielsweise die Betriebe Peters GbR, Frahm, Sievers und Grimm ihre Kalkung umgestellt und verwenden jetzt, den für die Bodenverhältnisse auf der Hohen Geest gut geeigneten, Dolomitenkalk. Der Dolomitenkalk ermöglicht den Betrieben die Kalkung für drei Jahre mit einer Gabe auszubringen, ohne, dass es auf der Fläche zu einer Überkalkung kommt.

Zudem bringt der Kalk eine günstige Magnesiumdüngung mit, die auf diesen Standorten positiv ist. Endgültige Ergebnisse liegen zu dieser Maßnahme nicht vor, da der Projektzeitraum mit drei Jahren zu kurz ist um solche Ergebnisse abbilden zu können.

Der Betrieb Sievers hat auf einer Teilfläche die Gülle im Strip Till Verfahren ausgebracht, mit dem Ergebnis, das die Pflanzen die Nährstoffe schnell zur Verfügung hatten und die Verluste durch Ausgasung deutlich reduziert worden sind.

Ergebnis Teilbereich Lagerkohl

Folgende Durchschnittsgewichte wurden ermittelt:

Tabelle 3 Durchschnittliche Kopfgewichte im Kohl 2015

2015	Sorte	Nmin 1	Nmin 2	Ø	konv. 1	konv. 2	Ø	Differenz g
Jochen Stamer	Zoltan	3,85	3,86	3,86	3,9	3,73	3,82	40
Willy Ibs	Lennox	3,4	3,57	3,49	3,22	3,445	3,33	160
Christian Ufen	Storema	3,1	3,18	3,14	2,89	3,03	2,96	180
Torge Huesmann	Zenon	4	3,9	3,95	4,3	4,1	4,2	-250
Jan Vollmert	Lennox	3,01	3,07	3,04	3,03	3,25	3,14	-100
Durchschnitt				3,50			3,49	10

Tabelle 4 Durchschnittliche Kopfgewichte im Kohl 2016

2016	Sorte	Nmin 1	Nmin 2	Ø	konv. 1	konv. 2	Ø	Differenz g
Jochen Stamer	Ancoma	4,53	4,23	4,380	4,22	4,26	4,240	140
Torge Huesmann	Storema	3,06	3,15	3,110	2,98	3,07	3,030	80
Jan Vollmert	Storema	2,2	2	2,100	1,97	2,09	2,030	70
Willy Ibs	Expect	2,89	3,25	3,060	2,77	2,97	2,870	190
Thorsten Möller	Impala	3,34	3,6	3,470	3,6	3,49	3,540	-70
Christian Ufen	Zenon	2,66	2,85	2,770	2,51	3,02	2,770	0
Sönke Sponbiel	Squadron	2,41	2,84	2,640	2,48	2,79	2,640	0
Durchschnitt				3,076			3,017	59

Tabelle 5 Durchschnittliche Kopfgewichte im Kohl 2017

2017	Sorte	Nmin 1	Nmin 2	Ø	konv. 1	konv. 2	Ø	Differenz g
Jochen Stamer	Storema	3,5	3,46	3,480	3,48	3,45	3,465	15
Torge Huesmann	Storema	2,99	2,98	2,985	3,1	2,847	2,974	11
Willy Ibs	Zoltan	2,95	2,74	2,845	2,99	2,85	2,920	-75
Thorsten Möller	Mucsuma	4,85	4,49	4,670	5	4,78	4,758	-88
Christian Ufen	Zenon	3,72	3,82	3,770	3,97	3,8	3,885	-115
Sönke Sponbiel	Storidor	2,65	2,52	2,585	2,52	2,54	2,530	55
Durchschnitt				3,389			3,422	-33

Tabelle 6 Durchschnittliche Kopfgewichte im Kohl 2018

2018	Sorte	Nmin 1	Nmin 2	Ø	konv. 1	konv. 2	Ø	Differenz g
Torge Huesmann	Lennox	3,41	3,55	3,480	3,33	3,28	3,305	105
Willy lbs	Lennox	2,27	2,42	2,345	2,48	2,33	2,405	-60
Thorsten Möller	Storema	3,23		3,230	3,52		3,520	-190
Christian Ufen	Lennox	4,35	4,79	4,570	4,77	4,85	4,810	-240
Sönke Sponbiel	Storema	2,25	2,48	2,365	2,4	2,36	2,380	15
Durchschnitt				3,198			3,284	-86

Die Stickstoffdüngung nach dem Nmin-Sollwertsystem konnte die Erträge in den Jahren 2015 und 2016 minimal erhöhen, in den extremen Witterungsjahren 2017 und 2018 dagegen waren die Erträge in den konventionell gedüngten Parzellen leicht erhöht. Über alle Versuche konnte durch die konventionelle Düngung der Ertrag um 50 g/Kopf erhöht werden, das entspricht 1 bis 2% des Gesamtertrages. Vor allem Beständen mit Nässe- oder Trockenstress zeigten Ertragsrückgänge. Hier förderte eine hohe N-Startdüngung eine rasche Anfangsentwicklung bevor Trocken- bzw. Nässestress zu Wuchdepressionen führte.

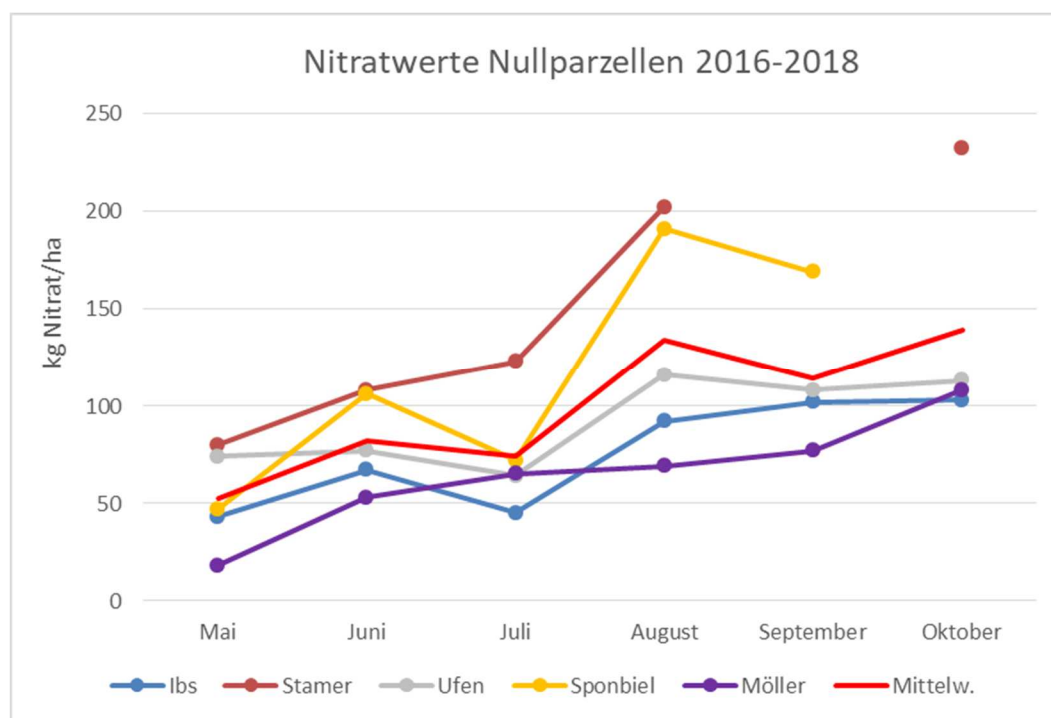


Abbildung 5 Nitratwerte der Nullparzellen 2016-2018

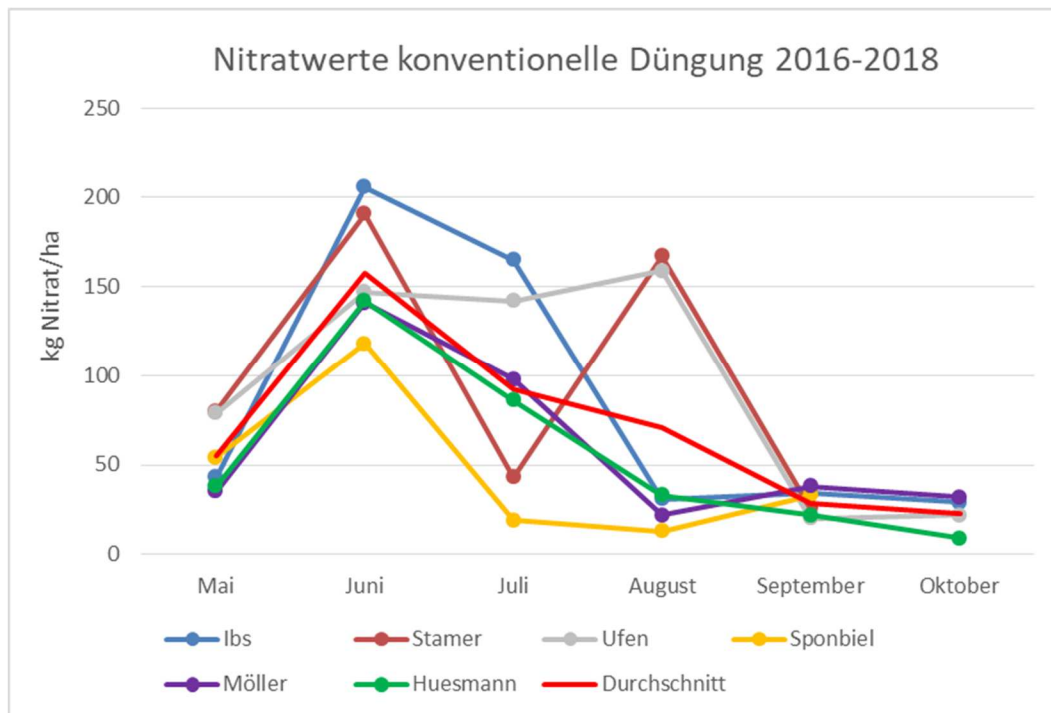


Abbildung 6 Nitratwerte der konventionellen Düngung 2016-2018

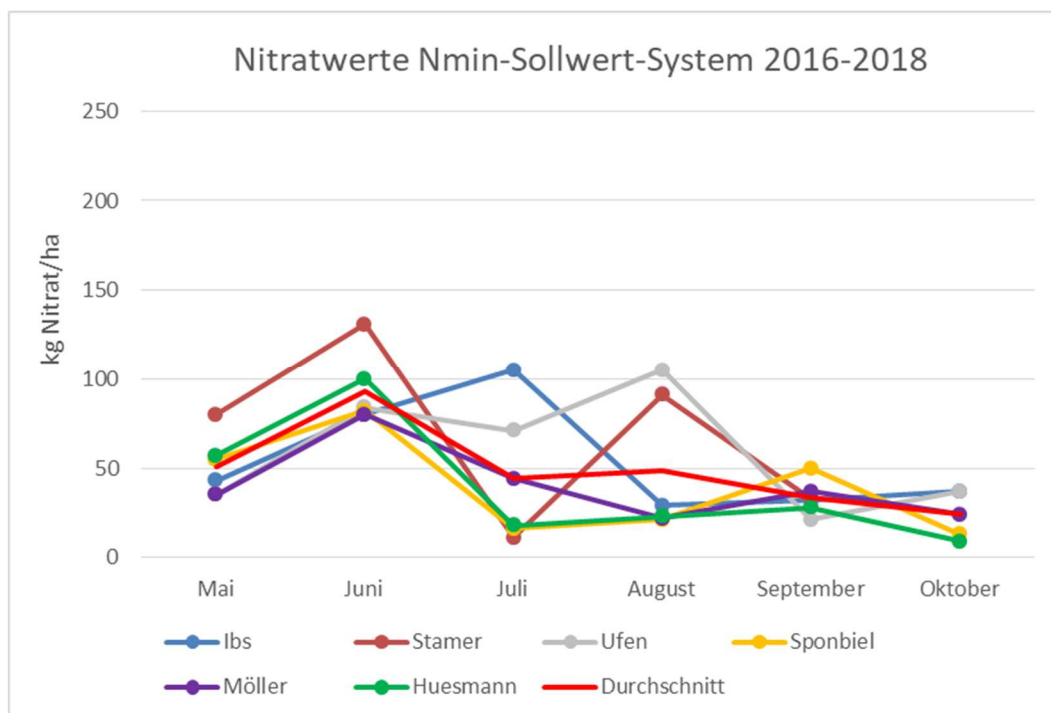


Abbildung 7 Nitratwerte nach dem Nmin-Sollwert-System 2016-2018

Die Nullparzellen zeigten im Schnitt eine Mineralisierung von 150 kg/ha Stickstoff je Hektar im durchwurzelten Horizont. Das reicht aus, um zusammen mit der N-Düngung den Bedarf von ca. 400 kg/ha N im gesamten Aufwuchs zu decken.

Allerdings zeigten sich große Unterschiede zwischen den Betrieben und zwischen den einzelnen Flächen. Der Nmin-Startwert gibt nur bedingt Auskunft über den weiteren Verlauf der N-Mineralisierung.

In den konventionell gedüngten Varianten zeigte sich ein rasanter Anstieg der Nmin-Werte im Juni bis zum Teil über 200 kg N/ha. Im Verlauf der Vegetation sanken die Werte durch N-Aufnahme der Pflanzen auf Werte deutlich unter 50 kg N/ha zur Ernte.

In den Nmin-Sollwert-Parzellen konnte durch eine reduzierte N-Anfangsdüngung der Anstieg des verfügbaren Nitrats gebremst werden. Allerdings konnten die Pflanzen die höheren N-Gaben im späteren Saisonverlauf nicht ausreichend in Ertrag umsetzen. Die Gefahr durch Auswaschung/Verlagerung und atmosphärische Verluste konnte jedoch verringert werden.

Die Nmin-Werte zur Ernte lagen auch hier deutlich unter 50 kg/ha N.

Fazit

Aus ertraglicher Sicht hat das Nmin-Sollwertsystem keine Vorteile gebracht. Allerdings zeigt der Verlauf der Nmin-Werte, dass der erhöhte Bedarf frühestens ab Mitte Juni besteht. Zur Pflanzung kann tatsächlich die N-Düngung reduziert werden.

Auf der anderen Seite wurden wichtige Erkenntnisse zum Thema Mineralisierung von Stickstoff gesammelt. So gab es Unterschiede bei der Mineralisationsrate zwischen den Flächen von über 100 kg/ha N! So kann auf einzelnen Flächen der Betriebe Stamer und Sponbiel je nach Witterungsverlauf empfohlen werden, auf die letzten Düngergaben ganz zu verzichten! Der Betrieb Sponbiel hat auf Grund dieser Erkenntnisse bereits reagiert und auf Weißkohlsorten umgestellt, die dieses hohe N-Angebot auch umsetzen können.

Andererseits haben verschiedene Flächen das für einen Höchstsertrag erforderliche Mineralisierungsziel von 110 bis 150 kg/ha nicht erfüllt. Hier müssen alle Faktoren auf den Prüfstand, die die Mineralisierung beeinflussen: Fruchtfolge, Art und Zeitpunkt der Bodenbearbeitung, Zwischenfruchtanbau usw. Auch der Anbau stickstoffeffizienter Sorten sollte in Betracht gezogen werden, auch wenn diese in Bezug auf die Lagerqualität mit den etablierten Sorten nicht ganz mithalten können.

Der Aufbau eines Nmin-Sollwert-Referenznetzwerk ist fehlgeschlagen, zu unterschiedlich sind die Nmin-Verläufe selbst auf augenscheinlich vergleichbaren Flächen.

Es ist aber deutlich geworden, wie wichtig es ist, den Verlauf und die Höhe der N-Mineralisierung auf den eigenen Flächen einschätzen zu können. Die Betriebsleiter sind gefordert vermehrt in eigene Nmin-Versuche zu investieren.

Der Gemüseanbauerverband hat deshalb beschlossen auf diesem Weg weiterzugehen und in Düngungsfenstern auf verschiedenen Betrieben in der Region die N-Mineralisierung zu ermitteln.

b) Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen

Es sollten auf landwirtschaftlichen Betrieben Daten bezüglich der Düngung und des Bodens erfasst werden, mit dem Ziel durch die Kombination mit auf dem Betrieb bereits vorhandenen Daten einen Mehrwert zu schaffen. Dieses Ziel hat die OG Düngemanagement in der Projektlaufzeit erreicht.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Kalkung der Flächen gelegt, da durch die Beprobung des Bodens Defizite aufgedeckt wurden. Allerdings ist es schwierig Ergebnisse zu den Auswirkungen der veränderten Kalkung darzustellen, da hierfür die Projektlaufzeit zu kurz war.

Geplant waren Vorstöße im Bereich der Technik, relativ zu Beginn des Projektes stellte sich heraus, dass mit dem geplanten Budget und die damit zu erreichende Probenzahl keine Vorstöße in diesem Bereich zu verwirklichen sind. Daher entschied sie die OG Düngemanagement bereits im frühen Projektverlauf kein Geld in den Versuch der Entwicklung zu stecken. Und reduzierte zum Ende hin sogar das Gesamtbudget mit durch diese Entscheidung.

Ebenso war der oben erwähnte ausführliche Anamnesebogen geplant. Dieser wurde entwickelt, konnte im Praxistest allerdings nicht überzeugen und wurde daher nicht in dieser ausführlichen Form genutzt. Einige Punkte dieses Bogens wurden zu Beginn des Projektes auf allen Betrieben abgefragt.

Die Online - Abfrage ist ebenfalls in anderer Form entstanden als ursprünglich geplant. Für die geplante Abfrage wäre eine sehr große Datenmenge erforderlich gewesen. Es kam zusätzlich das Problem auf, dass nach Ende der Projektlaufzeit die Datenerhebung auf den Betrieben nur auf freiwilliger Basis und ohne Kostenerstattung von den Landwirten geleistet werden könnten. Somit würden wichtige Daten, welche zur Pflege der Online-Abfrage benötigt würden fehlen.

Daher hat sich die OG Düngemanagement für eine abgewandelte Abfrage entschieden, die den Projektverlauf und die Projektlaufzeit abbildet und nach Beendigung des Projektes keine weiteren Daten benötigt, bzw. Kosten erzeugen.

Aufgrund dieser Abweichungen vom ursprünglichen Projektplan hat die OG Düngemanagement ihren Projektetat von anfangs 300.591,15 EUR im Projektverlauf auf 170.000 EUR gesenkt.

c) Schlussfolgerungen/Ausblick

Im Zeitraum 2015 bis 2018 wurden 16 ackerbaulich genutzte Projektflächen hinsichtlich des Düngemanagements untersucht. Naturräumlich liegen sie zu je einem Drittel auf der Heider Hohen Geest, in der Dithmarsch-Nordstrander Kalkmarsch sowie der Dithmarscher Kleimarsch. Sie unterscheiden sich in ihrem geologischen Ausgangsmaterial und bodenkundlichen Entwicklung mit entscheidendem Einfluss auf die physio-chemischen Eigenschaften der Böden, aber auch in ihrer Bewirtschaftung mit deutlichem Einfluss auf den Nährstoffhaushalt.

Die sandreichen Böden Hohen Geest sind stark wasser- und nährstoffdurchlässig, können aber irreversible Strukturschäden (plattrige Untergrundverdichtungen) bei nicht dem Bodenzustand und der Witterung angepasstem Befahren erfahren. Demgegenüber sind die Böden der Marsch durch besonders hohe Schluffgehalte und teilweise hohe Tongehalte gekennzeichnet. Dies fördert vor allem in den leichteren Kalkmarschen eine oberflächliche Verschlämmung. In den schweren Kleimarschen nimmt mit der Bodentiefe die Lagerungsdichte und Durchlässigkeit ab. Ein Befahren bei hoher Wassersättigung führt zu Bodenverdichtungen, die durch Quellungs-/ Schrumpfprozesse in Nässe-/ Trockenphasen rückgebildet werden können. Robuste, tief wurzelnde Pflanzen (Ackerbohne, Luzerne) vermögen verdichtende Bodenschichten zu durchdringen.

Kalk- und Magnesiumhaushalt stehen in enger Beziehung. Calcium und Magnesium unterliegen gleichermaßen der Auswaschung. Aufgrund einer positiven korrelativen Beziehung von pH-Werten und Magnesiumgehalten in den Geestböden, lassen sich beide über eine Aufkalkung mit reinem Dolomitkalk gleichzeitig in dem optimalen Bereich anheben. Durch den relativ reaktionsträgen Dolomitkalk lässt sich eine Überkalkung (Humusschonung, Spurenelementverfügbarkeit) vermeiden.

In den Kleimarschen liegen die Magnesiumgehalte im oberen C- bis D-Versorgungsbereich und in den Kalkmarschen überhöht im E-Versorgungsbereich. Da Calcium ein stärkeres Aggregierungsvermögen im Boden gegenüber dem Magnesium aufweist, ist ein weiteres Anheben des Mg-Versorgungsniveaus zu vermeiden. Zur Strukturstabilisierung an der Bodenoberfläche (Kalkmarsch) und im Bodenprofil (Kleimarsch) ist ein Halten (Kalkmarsch) bzw. Anheben (Kleimarsch) der pH-Werte auf 7,0-7,2 erforderlich. Eine notwendige stetige Nachlieferung von Calcium in die Bodenlösung ist nur über die Verwendung hochreaktiver calcitischer Kalke (Carbokalk, Kreidekalk, Faxe-Korallenkalk) erreichbar.

Der natürliche Kalk der Kalkmarschen besteht aus auflösungsschwachen Schnecken-/ Muschelschalenresten, die aus einer mehr oder weniger lange zurückliegenden Meeresablagerung stammen.

Der Phosphathaushalt der Böden ist einerseits durch Bewirtschaftungsmaßnahmen (Geest), andererseits durch Bodenausgangsmaterial und -entwicklung (Kalkmarsch, Kleimarsch) geprägt. Die Phosphatgehalte der Geestböden sind durch langjährige überhöhte mineralische und organische Düngung stark angehoben worden. Dies erfordert eine Anpassung der künftigen Phosphatgaben an die Düngeverordnung. Ein weitgehender Verzicht auf mineralisches Phosphat und eine Begrenzung der Gülle-/ Gärsubstratmengen zu der auf der Geest dominierenden Feldfrucht Silomais in viehstarken Betrieben erscheint unvermeidlich. Intensiver Feldgrasanbau könnte entlastend wirken. Gleichzeitig kommt einer Effizienzsteigerung der organischen Düngung (Strip-Till) Bedeutung zu.

Demgegenüber bereitet die mittlere P205-Versorgungsstufe D der Kalkmarschen und C der Kleimarschen keine Schwierigkeiten für die Phosphatdüngung. Eine leicht erhöhte Phosphatzufuhr bei Blatt- und Hackfrucht (Kohl, Zuckerrübe, Kartoffel) lässt sich in der Fruchtfolge nicht nur ausgleichen, sondern es besteht in viehlosen Betrieben auch die Möglichkeit, Gülle-/ Gärsubstrat aus viehstarken Betrieben einzusetzen.

Die Stickstoffdüngung erfordert in nahezu allen Betrieben der drei Naturräume eine verbesserte Anpassung an die Düngeverordnung. Vor allem Düngungsüberschüsse (= N aus mineralischer und organischer Düngung plus N_{min} zu Vegetationsbeginn im Frühjahr abzgl. Nährstoffbedarf/ Entzug der Kulturen) bewirken überhöhte Rest-N-Gehalte/ N_{min} nach der Ernte von mehr als 40 kg N/ha. Verluste über Winter hängen im Wesentlichen von der Niederschlagsmenge zwischen Ernte und Vegetationsbeginn im Folgejahr ab und steigen prozentual von der Kleimarsch über die Kalkmarsch bis zu den Geestböden an.

Bei Letzteren entstehen die Verluste durch Auswaschung, während bei den Marschböden durch Quellungsprozesse, Staunässe und Luftabschluss auch Verluste durch Denitrifikation auftreten. Neben dem Düngungsaufwand ist das N-Nachlieferungsvermögen der Böden bedeutsam. Während der Vegetationszeit durch Mineralisierung freigesetzter Stickstoff kann von späträumenden Feldfrüchten (Silomais, Kohl, Zuckerrübe) bis in den Herbst genutzt werden. Dagegen entzieht sich im Getreide- und Rapsanbau ab der Reifephase der Kultur der freigesetzte Stickstoff einer Nutzung.

Die N_{min}-Gehalte können in von Trockenheit geprägten Jahren beträchtlich sein und mit Niederschlägen in der zweiten Jahreshälfte bis zum Eintritt winterlicher Witterung erheblich ansteigen. Für die Bemessung der erforderlichen und nach DVO zulässigen Stickstoffdüngung sind der aus vorgegebenen Ertragserwartungen abgeleitete N-Sollbedarf, der N_{min}-Gehalt bis 90 cm Bodentiefe sowie das Nachlieferungspotential des jeweiligen Standortes erforderlich. Sofern keine eigene N_{min}-Erfassung erfolgt, sind aktuelle Vergleichswerte nach Naturraum und Anbauverhältnis heranzuziehen. Die N-Nachlieferung im Boden hängt von Naturraum-, Anbau- und Witterungsverhältnissen ab. Langjährige Gülleausbringung viehstarker Geestbetriebe bedingen ein hohes N-Nachlieferungsvermögen. Bei viehloser, getreidebetonter Bewirtschaftung ist die N-Freisetzung im Boden geringer, kann aber in stickstoffreichen Marschböden bei tiefgründiger Austrocknung erheblich sein. Dementsprechend schwankt die Stickstoffnachlieferung von Jahr zu Jahr in Abhängigkeit von den jahreszeitlich wechselnden Niederschlags- und Temperaturverhältnissen. Mit den schwankenden Erträgen (Nährstoffentzügen) und der kaum kalkulierbaren Nachlieferung ist eine Überdüngung bzw. Unterversorgung der Feldkulturen unvermeidlich. Das N-Nachlieferungspotential ließe sich über eine N-Bilanzierung abschätzen, indem auf Vergleichsflächen N_{min} zu Vegetationsbeginn und nach der Ernte bestimmt, der Nährstoffentzug aus dem Naturalertrag abgeleitet und der Düngungsaufwand herangezogen wird.

Dann errechnet sich die N-Nachlieferung wie folgt:

N-Nachlieferung =

Nmin-Herbst - [(Düngung min. & org. + Nmin-Frühjahr) – Entzug der Kultur]

Beispiel:

gegeben: Nmin-Herbst: 50

Düngung min. + org.: 230

Nmin-Frühjahr: 30

Entzug der Kultur: 240

Gesucht: N-Nachlieferung

N-Nachlieferung = 50 – [(230 + 30) – 240]

= 30 kg N/ ha im Boden freigesetzt

Nährstoffüberschüsse nach der Ernte im Boden können von Zwischenfrüchten genutzt werden. Doch nehmen diese vornehmlich den Stickstoff aus dem Oberboden auf, gleiches gilt für zeitig bestellte Winterfrüchte. Auf Marschböden reicht der Zeitraum zwischen Ernte und Wiederbestellung von Winterfeldfrüchten für einen Zwischenfruchtanbau im Allgemeinen nicht aus. Vor dem Anbau von Sommerfeldfrüchten könnte zwar die Vegetationszeit der Zwischenfrüchte ausgeweitet werden, dann müsste aber auf eine Pflugfurche unter günstigen Bedingungen im Herbst (Minutenböden) verzichtet werden.

V. (Geplante) Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

Die gewonnenen Erkenntnisse werden in aufbereiteter Form auf der Homepage des Maschinenring Dithmarschen veröffentlicht und sind somit jedem Nutzer zugänglich. Des Weiteren hat die Maschinenring Dithmarschen Tochter MR Agrarnetz sich für ein weiteres Projekt der EIP-Förderung beworben und eine Förderung erhalten. Dieses zweite Projekt „Die Bodenbox“ beschäftigt sich mit der Bodenkunde und versucht neue Wege zu gehen, um wissenschaftliche Inhalte interessant und prägnant zu vermitteln. Dieses Projekt ist im Ursprung aus der OG Düngemanagement entstanden. In der Zusammenarbeit der OG ist deutlich geworden, dass in dem Themenbereich der Bodenkunde der Wissenstand der Praktiker noch weiter verbessert werden kann.

In dieser Weise wird das Projekt weiter genutzt, auch wenn hier nicht die einzeln erhobenen Daten genutzt werden, sondern eher die Erkenntnis, dass es wichtig ist und immer wichtiger wird die Softskills der Landwirte weiter zu verbessern.

Im Projektverlauf hat sich gezeigt, dass einer der nachhaltigsten Wege des Wissenstransfers im direkten Kontakt mit der Praxis liegt, wie beispielsweise in Gruppenrunden, Flächenbegehungen, u.ä. Das geschriebene Wort in Berichten und Mails findet dagegen weit weniger Berücksichtigung. So hat eine Vielzahl von Veranstaltungsangeboten dazu geführt, dass der VRS Dithmarschen e.V., inspiriert durch Mitglieder die ebenfalls an dem Projekt der OG Düngemanagement mitgearbeitet haben, eine Veranstaltung zum Thema Kalk implementiert hat.

VI. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Aus den Ergebnissen des Projektes und den Diskussionen in den einzelnen Gruppen ist deutlich geworden, dass neben der termingerechten Ausbringung und Bemessung der Düngemittel, sowohl mineralischen als auch organischen Ursprungs, die Standortvariabilität, die oft sehr kleinräumig ist, von grundlegender Bedeutung für eine effiziente Nährstoffausnutzung ist.

Von nicht beeinflussbaren Faktoren wie der Witterung abgesehen, sind Kenntnisse über die variierenden Bodenzusammensetzungen, und die damit eng verbundene Nährstoffausnutzung und -nachlieferung, in der Praxis kaum vorhanden.

Auf dieser Grundlage war es nicht möglich während der Projektlaufzeit ein funktionierendes und finanzierbares System zum optimierten Düngemanagement zu entwickeln.

Die Projektergebnisse veranschaulichen, dass für die Anforderungen von Umweltauflagen und eine möglichst stetige Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen verstärkt zielgerichtete Bodenuntersuchungen unverzichtbar sind. Über eine Grunduntersuchung des Bodens auf pH, P205, K2O und Mg sowie ggf. Spurenelemente einschl. einer einmaligen Erfassung von Ton/Schluff/Sand und Organischer Substanz, auch des Unterbodens, lassen sich der Kalk-, Magnesium-, Phosphat- und Kaliumhaushalt den Anforderungen der Düngeverordnung und den Ansprüchen der Kulturpflanzen anpassen. Bodenstruktur, Humushaushalt und pH-Werte der Böden sind für die Nährstoffverfügbarkeit und ein ungestörtes Wachstum der Pflanzen von zentraler Bedeutung.

Hinsichtlich des Stickstoffs gilt es, die Stickstoffdynamik des Einzelstandortes zu berücksichtigen, und diese unterscheidet sich einerseits zwischen den Bodentypen der Hohen Geest und denen der Marsch sowie bei Letzteren zwischen Kalk- und Kleimarschen, und sie variiert nach den jeweiligen Witterungsverhältnissen und den angebauten Kulturen. Entsprechende Unterschiede sind auch gegenüber anderen Bodentypen des Landes zu erwarten. Dabei sind die Reststickstoffmengen nach der Ernte, die Nachlieferung aus dem Boden während der Vegetation sowie die Verluste über den Winter bis zu dem verfügbaren Stickstoff zu Vegetationsbeginn entscheidende Kennwerte, die in die Düngungsplanung und -abwicklung einfließen können. Es erweist sich als außerordentlich schwierig, das zu erwartende Ertragsniveau nach den Vorjahresernten (in den Jahren des Projektes unterdurchschnittlich) oder zu Vegetationsbeginn verlässlich einzuschätzen.

Es erscheint daher notwendig, die Düngung - soweit es die DVO noch zulässt - dem Vegetationsverlauf anzupassen, d.h. bei guter Vegetationsentwicklung mit ergänzender Düngung und bei beeinträchtigtem Wachstumsverlauf mit reduzierter. Schwer lösbar scheint bei den hiesigen Boden-, Anbau und Witterungsverhältnissen eine ausreichende Bindung von Reststickstoff. Zwischen- und Winterhauptfrucht entziehen ihn dem Unterboden nur unzureichend, es fehlt in der Kürze der Wachstumszeit vor Winter an ausreichendem Tiefenwachstum der Wurzeln. Eine frühzeitigere Bestellung der Winterfeldfrüchte bereitet pflanzenbauliche Probleme, die sich mit zunehmender Einschränkung des chemischen Pflanzenschutzes verstärken.

Die aus dem Projekt abgeleiteten Erkenntnisse können in die Tätigkeit regionaler Beratungsringe und des Maschinenringes einfließen. Erstrebenswert wären über deren Gebiet verteilte Bodenuntersuchungen, diese ermöglichen standörtliche Empfehlungen, die aussagekräftiger sind als landesübergreifende Darstellungen von Hauptnaturräumen (Geest, Hügelland, Marsch) in der landwirtschaftlichen Presse."

Ziel des nachfolgenden EIP Projektes ist es diese Kenntnisse für die Zukunft zu forcieren und Landwirte zu bestärken, diese kleinräumige Variabilität in die zukünftigen Bewirtschaftungskonzepte einfließen zu lassen.

VII. Nutzung des Innovationsbüro (Innovationsdienstleister, IDL)

Das Innovationsbüro ist die wichtigste Anlaufstelle für Lead-Partner und Operationelle Gruppen. Der Lead-Partner erhält Hilfestellung bei allen Fragen rund um die Abrechnung. Hilfestellung gibt es auch zur Einhaltung der Vorgaben der Publizitätspflicht und bei Fragen zur Umsetzung gesetzter Projektziele.

Die OG Düngemanagement wurde im Besonderen bei der Herausforderung der Zusammenlegung der zwei Projektideen Düngemanagement und Dithmarscher Kohl unterstützt.

Ebenso organisiert das Innovationsbüro Workshops für die Projektpartner, welche die Arbeit in den Gruppen voranbringt, ebenso aber auch die Vernetzung der Gruppen untereinander. Zudem werden die Gruppen durch das Innovationsbüro regelmäßig über Neuerungen und deutschlandweite und auch Europaweite Vernetzungstreffen informiert, wie zum Beispiel das Horizon 2020 Vernetzungstreffen der DSV in Kiel im Jahr 2018.

IX. Kommunikations- und Disseminationskonzept

Ein zentraler Baustein bei der Kommunikation der Ergebnisse sind die OG-Treffen und Flächenbesichtigungen und Profilgrabungen auf den Betrieben. Die Landwirte der Gruppen haben die gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse weiter in die Praxis getragen. Ergänzend zu dieser Verbreitungsweise wurden Veranstaltungen von der OG und in Zusammenarbeit mit anderen Projekten durchgeführt: die Veranstaltung „Ergebnisse, Maßnahmen, Möglichkeiten“ in Bunsow, die Fachtagung „Düngung 2020“ in Albersdorf, die Fachtagung in Zusammenarbeit mit den Projekten „Grünland“, „Heimische Eiweißpflanzen“ und „Milch-Futter und Fütterung“ in Rendsburg.

Es sind Publikationen im Bauernblatt erschienen, ebenso wie auf der Internetseite des Maschinenrings und des Innovationsbüros. Darüber hinaus haben sich OG-Mitglieder auf landes-, bundes- und EU-weiten EIP-Netzwerktreffen eingebracht. Beispielsweise ist das DSV-Netzwerktreffen in Frankfurt und die Horizon 2020 Veranstaltung in Kiel 2018 zu nennen.

C. Anhang

VIII. Wissenschaftliche Auswertung durch Dr. Hans-Siegfried Grunwaldt

a) Geest

i. Naturraum

Heider Hohe Geest

ii. Geologie

Moränenablagerungen der vorletzten Eiszeit (Saale – Warthe) mit Flugsandüberdeckung der letzten Nacheiszeit.

iii. Bodentyp

Podsolige Braunerden, Podsolierung durch Pflughorizont nicht sichtbar, Ortstein/ Orterde nicht erkennbar.

iv. Betriebsformen

Milchviehhaltung und Ackerbau mit Schwerpunkt Silomais, zwei Biogasanlagen

v. Körnung

Im Oberboden 6% T, 20% U, 74% S.

vi. Bodenart

Sand (S) bis schwach lehmiger Sand (l'S), zum Unterboden/ Untergrund wird der Boden etwas bindiger.

vii. Gehalt an organischer Substanz

Oberboden (0-30 cm): 3,2% (2,1-6,2%)

Unterboden (30-60 cm): 1,4% (0,8-2,5%)

Krumenmächtigkeit: 30-40 cm

viii. Humusqualität

C/N – Verhältnis: 13 (11 – 15)

Gesamtstickstoff: Oberboden (0-30 cm): 6250 kg N/ha

Unterboden (30-60 cm): 2700 kg N/ha

Die Ermittlung der Bodenart durch eine Schlämmanalyse und der organischen Substanz durch Bestimmung des organischen Kohlenstoffs im Labor ist einmalig – über einen sehr langen Zeitraum gültig – durchzuführen. Die Werte sind erforderliche Grundlage für die Beurteilung von Nährstoffversorgungsdaten.

ix. Austauschkapazität (geschätzt)

10 mval/ 100 g Boden

x. Bodenstruktur

Bewertet im Frühjahr 2016 und Herbst 2018: Oberböden überwiegend krümelig, sofern leicht verfestigt krümelig zerdrückbar, im Übergang zum Unterboden in 30 bis 50 cm Bodentiefe teilweise plattrige Strukturen, vom ersten zum zweiten Bewertungstermin Tendenz zu verstärkter Verdichtung, schränkt Wurzelraum ein. Zur Vermeidung irreversibler Verdichtungen ist ein Befahren bei angemessener Bodenfeuchte mit möglichst niedrigem Achsen- und Reifendruck ratsam. Vorteilhaft ist der Anbau tiefwurzelnder Zwischen- und Hauptfrüchte (Luzerne, Ackerbohnen). Hohe Druckbelastung der Böden bereitet die Silomaisernte im Spätherbst.

xi. Grunduntersuchung auf pH, P₂O₅, K₂O, Mg

Drei Untersuchungstermine im Herbst 2015, Frühjahr 2016 und Herbst 2018, im Oberboden (0-30 cm):

Tabelle 7 Grunduntersuchung auf der Geest im Oberboden (0-30cm)

	mg/ 100 g Boden			
	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Herbst 2018	5,8	33	15	10
Frühjahr 2016	5,5	32	12	5
Herbst 2015	5,5	33	9	6

Zwischen den Erhebungsterminen weisen die Phosphatwerte relativ geringe Unterschiede auf, dagegen die pH-, Kali- und Magnesiumwerte eine steigende Tendenz, vermutlich 2018 auch eine Folge des Dürresommers mit geringer Nährstoffaufnahme/ geringeren Erträgen. Die über eine Anbaufläche verteilten Analysendaten lassen sich auch in Karten der Versorgungszustände abbilden und für eine teilflächenspezifische Düngung nutzen. Für die Ermittlung des Nährstoffversorgungsgrades erscheint eine Bodenprobennahme im Herbst oder Frühjahr möglich, wenn diese nach der Ernte und vor der nächsten Düngung von Kalk, Phosphat, Kali und Magnesium erfolgt.

Die geringen Veränderungen während des Projektzeitraums zeigen, dass ein längerer Untersuchungsabstand von schätzungsweise 5 bis 6 Jahren angemessen erscheint.

Für die Bewertung des Nährstoffhaushaltes sind auch Gehalte in Unterböden bedeutsam.

Tabelle 8 Grunduntersuchung auf der Geest im Unterboden (30-60cm)

mg/ 100 g Boden			
pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
5,7	13	9	5

xii. Kalkung und Magnesiumdüngung

Diese beiden Düngemaßnahmen sind miteinander verbunden, da Calcium und Magnesium gleichermaßen der Auswaschung unterliegen. Gemäß Grunduntersuchung liegt die Magnesiumversorgung im niedrigen bis sehr niedrigen Versorgungsbereich. Die Kalkversorgung liegt mit im Mittel pH 5,5 an der unteren Grenze des optimalen Bereichs (5,5 – 6,0). Doch besteht zwischen den 5 Projektflächen (pH 5,2 bis 6,2) und innerhalb der Flächen (pH 4,9 bis 6,4) eine weite Spanne der pH-Werte. Bringt man die Mg-Werte zu den pH-Werten in Beziehung, zeigt sich eine enge positive Korrelation, d.h. mit sinkendem pH-Wert nimmt das verfügbare Magnesium stark ab (bis 3 mg Mg/ 100g Boden) und umgekehrt. So ist es ratsam, zur Verbesserung des Kalkzustandes der Böden und der Magnesiumversorgung der Kulturen einen magnesiumreichen Kalkdünger zu verwenden. Dies ist nach umfangreichen Aufkalkungsversuchen von Grunwaldt an der FH Kiel am besten mit reinem dolomitischem Kalk, der wenig calcitische Anteile enthält, zu erreichen. Bei Mischungen von calcitischen und dolomitischen Kalken wird die Magnesiumlöslichkeit herabgesetzt.

Gleiches erfolgt, wenn ein Kalk von Natur her aus calcitischen und dolomitischen Bestandteilen besteht. Aufgrund einer geringeren Reaktivität von Dolomit gegenüber Calcit besteht bei höheren Kalkgaben nicht die Gefahr einer Überkalkung (Humusschonung, Spurenelementverfügbarkeit). Es kann damit eine größere Aufwandsmenge für eine Fruchtfolge ausgebracht werden mit einer nachhaltigen pH- und Magnesiumwirkung.

xiii. Phosphatdüngung

Angaben in kg P205 je ha						
Jahr	Anbau	1 Nährstoffbedarf (Entzug)	2 Düngung			2-1 Nährstoffüberschuss
			min.	org.	Gesamt	
2015	4 x Silomais, 1 x GPS	89	37	105	142	+53
2016	4 x Silomais, 1 x WW	85	47	85	122	+37
2017	4 x Silomais, 1 x WW	81	28	97	125	+44
2018	2 x Silomais, 1 x ZR, 1 x SG, 1 x WR	76	12	70	82	+6

Nach den Richtwerten der Düngeverordnung sind die Phosphatwerte mit im Mittel 30 mg P205/ 100 g Boden überhöht und setzen Grenzen über die Zufuhr durch Mineral- und Wirtschaftseigene Düngung. Die Düngung basiert überwiegend auf der Ausbringung von Rindergülle und Gülle/ Silomaisgärs substrat und einer mineralischen Phosphat-Unterfußdüngung mit DAP 18/46 oder NP 20/20. Deren Menge wird sich künftig an der Phosphat-Versorgungsstufe und dem Bedarf der Kulturen ausrichten müssen. Für die Anbaujahre 2015 bis 2018 wurden anhand der Erträge sowie mineralischen und organischen Düngung Phosphatbilanzen errechnet.

Tabelle 9 Phosphatwerte im Durchschnitt über die fünf Projektflächen der Geest

Der P205-Düngungsüberschuss, der nicht 10 kg P205/ ha übersteigen sollte, wird im Wesentlichen durch die mineralische Unterfußdüngung zu Silomais verursacht. Um das Ausbringen von Gülle-/ Gärsubstrat möglichst hoch ansetzen zu können, erscheint ein weitgehender Verzicht auf mineralische Unterfußphosphatdüngung beim Silomais unerlässlich.

Das Phosphat von 0,7 dt 18/46 oder 1,5 dt 20/20 ist in etwa 15 m³ Rindergülle enthalten. Stattdessen lässt sich der frühzeitige Phosphatbedarf des Silomaises auch über eine Strip-Till-Ausbringung von Gülle/ Gärsubstrat decken. Eine erste Versuchsanwendung erbrachte keine Ertragsminderung.

xiv. Kalidüngung

Die Kaliwerte liegen im niedrigen bis mittleren Versorgungsbereich. Aufgrund der Auswaschungsgefahr bei niedrigem Tongehalt (geringe Austauschkapazität) ist eine Anhebung der Bodengehalte wenig zielführend. Die Kalidüngung ist an dem jeweiligen Bedarf der Kulturen auszurichten.

xv. Mineralischer Stickstoff im Boden – Nmin

Durch Ermittlung des mineralischen Stickstoffs (Nmin) im Boden sollen:

- Stickstoffverluste durch Auswaschung im Zeitraum „nach der Ernte im Herbst bis Vegetationsbeginn im Frühjahr“ abgeschätzt

im Frühjahr pflanzenverfügbarer mobiler, bei der Düngeplanung anrechenbarer Stickstoff bestimmt

- ungenutzte Reststickstoffmengen nach der Ernte im Boden erfasst sowie
- N-Bilanzen erstellt werden

Dazu wurden auf den Projektflächen von November 2015 bis Ende 2018 jährlich zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte im Herbst Bodenproben aus Tiefen von 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm entnommen und auf deren Nmin-Gehalt analysiert. Pro Fläche erfolgte über den gesamten Projektzeitraum die Beprobung an zwei mittels GPS gekennzeichneten Entnahmepunkten, die auf jeweils einer Hälfte der Projektfläche festgelegt waren. Die Analysenwerte der beiden Entnahmepunkte wiesen auf der Geest überwiegend relativ geringe Unterschiede auf, so dass deren Mittelwert das Gehaltsniveau auf den Ackerflächen angemessen widerspiegelt. Ergänzend wurden im Herbst 2017 auf den Projektflächen weitere Entnahmepunkte – bestätigend – beprobt. Die Vorgehensweise mit zwei Probenahmepunkten erscheint auf der Heider Hohen Geest zur Nmin-Ermittlung für einen Düngeplan der landwirtschaftlichen Praxis geeignet. Ein Reduzieren auf einem Punkt der Fläche sollte nicht erfolgen, um unplausible Werte zu erkennen und auszuschließen sowie unerwartete Ergebnisse wie das niedrige Gehaltsniveau im Frühjahr 2018 und die extrem hohen Rest-N-Werte im Herbst 2018 abzusichern.

Die Untersuchung einer Mischprobe aus einer Bodenentnahme an mehreren Punkten der Fläche ist auch möglich.

Tabelle 10 Nmin Mengen im Durchschnitt der fünf Projektflächen 0-90 cm Geest

Jahr	Frühjahr		Herbst	
	Bodentiefe cm	Nmin kg/ha	Bodentiefe cm	Nmin kg/ha
2015			0-30	23
			30-60	27
			60-90	17
			0-90	67
2016	0-30	14	0-30	21
	30-60	10	30-60	10
	60-90	6	60-90	11
	0-90	30	0-90	42
2017	0-30	24	0-30	26
	30-60	12	30-60	20
	60-90	6	60-90	16
	0-90	42	0-90	62
2018	0-30	10	0-30	71
	30-60	7	30-60	54
	60-90	4	60-90	26
	0-90	21	0-90	151

Sowohl im Frühjahr als auch im Herbst nehmen die Nmin-Gehalte mit der Bodentiefe ab. Bedingt durch die zum Oberboden ansteigenden Humusgehalte besteht dort auch ein höheres Wasser- und Nährstoffspeichervermögen, aber auch ein stärkeres N-Nachlieferungspotential durch Mineralisierung der relativ N-reichen organischen Substanz (C/N=13). Die Nmin-Gehalte im Herbst nach der Ernte weisen in den 4 Jahren eine weite Spanne von 42 bis 151 kg N je ha und 90 cm Bodentiefe auf, d.h. nur in dem Jahr 2016 wurde der angestrebte Wert von <40 kg N/ha erreicht. In den Rest-N-Mengen spiegelt sich das Ertragsniveau der Hauptfrucht Silomais in den betreffenden Jahren wider. Im Jahr 2016 war dieses mit im Mittel über 180 dt TS/ha überdurchschnittlich hoch, die Bestände entwickelten sich kontinuierlich bis zur Ernte im Spätherbst verbunden mit einer kontinuierlichen Nährstoffaufnahme. 2015 und 2017 lagen die Silomaiserträge auf mittlerem Niveau von 150 dt TS/ha und waren 2015 durch Vorsommertrockenheit und 2017 durch Übernässung der Böden in der zweiten Vegetationshälfte beeinträchtigt.

Nässe zu Vegetationsbeginn und extreme Sommertrockenheit führten 2018 zu einem sehr niedrigem Ertragsniveau bis unter 120 dt TS/ha, so dass durch einen erheblichen Düngungsüberschuss und starke Mineralisierung organischer Substanz der Nmin-Wert dreimal so hoch wie angestrebt (<40 kg N/ha) war. Bei den viehhaltenden Betrieben zeigt sich offenbar, dass sich nährstoffreiche organische Substanz aus langjähriger Gülleanwendung in den Böden angereichert hat und dadurch unter günstigen Witterungsbedingungen ein erhöhtes N-Nachlieferungspotential besteht. Hinsichtlich der Nmin-Werte nach der Ernte waren 2018 die Bedingungen auf einem Zuckerrübenschlag günstiger. Nach zwar beeinträchtigter Entwicklung im Sommer führten im August/September wieder einsetzende Niederschläge zu einem kontinuierlichen Wachstum der Kultur und stetiger Aufnahme des verfügbaren mobilen Stickstoffs zu einem niedrigen Rest-N-Niveau von knapp 30 kg N/ha, d.h. unter 40 kg N/ha. In den Jahren 2016 bis 2018 des Projektzeitraums wurden zu Vegetationsbeginn im Mittel der Betriebe 21 bis 42 kg N/ha und 90 cm Bodentiefe gefunden. Im Winter 2015/16 verringerte sich die Nmin-Menge um 37 kg/ha oder 55% und im Winter 2017/18 um 41 kg/ha oder 67%, und zwar auf besonders niedrige Werte in 30 bis 90cm Bodentiefe. Ein Vergleich der fünf Einzelflächen zeigt, dass mit steigendem Nmin-Gehalt im Herbst absolut und relativ höhere N-Verluste auftreten. Zwischen Nmin-Wert im Herbst und Nmin-Wert im Frühjahr besteht eine nur unwesentliche Beziehung. Dagegen veränderten sich die Gehalte von Herbst 2016 bis Frühjahr 2017 unwesentlich und wiesen den höchsten Wert zu Vegetationsbeginn auf. Während der milden Vorwinterperiode dürfte im Oberboden bereits Stickstoff durch Mineralisierung freigesetzt worden sein, während sich im Unterboden eine leichte Abnahme vollzog. Eine vergleichbare Entwicklung ist wohl auch für die Nmin-Werte zu Vegetationsbeginn 2019 zu erwarten. Die Veränderungsraten spiegeln sich in den korrespondierenden Niederschlagsmengen Dithmarschens von September bis Januar wider:

- 2015/16: 507 mm
- 2016/17: 259 mm
- 2017/18: 601 mm
- 2018/19: 320 mm

Mit ansteigendem Sickerwasser verstärken sich die Auswaschungsverluste. Diese lassen sich nur begrenzt einschränken. Für Zwischenfrüchte ist im Silomaisanbau die verbleibende Vegetationszeit sehr kurz und durch einen begrenzten Wurzeltiefgang wird überwiegend Stickstoff aus dem Oberboden aufgenommen, wie aus einem Versuchsansatz hervorging. Auch der Anbau von Winterfeldfrucht (Getreide, Raps) kann Stickstoff binden, auch hier vor allem aus dem Oberboden. Im Herbst 2018 wurde sichtbar, wie sich ein Winterweizen nach Silomais besonders intensiv entwickelte.

xvi. N-Bilanzen

Für die auf den fünf Projektflächen der Heider Hohen Geest in den Projektjahren angebauten Kulturen (überwiegend Silomais) wurden anhand

- aus Erträgen abgeleiteten N-Sollbedarfswerten (Entzüge),
- der mineralischen und organischen N-Düngung sowie
- der Nmin-Werte zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte im Spätsommer bis Herbst
- N-Bilanzen errechnet.

Vom Gülle-/ Gärsubstrat-Stickstoff wurden 70% angerechnet. Nicht erfassen und damit nicht berücksichtigen lassen sich N-Verluste während der Vegetationszeit durch Abdrift, Denitrifikation und Verlagerung. Für die einzelnen Jahre sind die Durchschnittswerte aus den Einzelwerten der fünf Kulturflächen in kg N je ha und 0-90 cm Bodentiefe angegeben:

Tabelle 11 Nmin Durchschnittswerte der fünf Geestflächen in kg N/ha, 0-90 cm Bodentiefe

1	2	3	4	5	6	7	8
Anbaujahr	N-Sollbedarfswert (Entzug)	N-Düngung min.+org.	Frühjahrs-Nmin	N verfügbar Düng. + Frühjahr-Nmin 3+4	N-Überschuss/Unterschuss 5-2	Herbst-Nmin	Nachlieferung aus Boden 7-6
2015	178	192	30	222	44	67	23
2016	206	161	30	191	-15	42	57
2017	187	165	42	207	20	62	42
2018	139	157	21	178	39	151	112

Die N-Sollbedarfswerte/Entzugswerte spiegeln das über die Jahre stark schwankende Ertragspotential des Silomaisanbaus auf der Heider Hohen Geest wider. Sommertrockenheit (2015), Nässe (2017) und Dürre (2018) begrenzten die Vegetationsentwicklung, während anhaltendes Wachstum bis in den Spätherbst im Jahr 2016 eine unerwartet hohe Ertragsbildung bewirkte. Bei außerdem leicht schwankenden Nmin-Werten von 20 bis 40 kg N/ha zu Vegetationsbeginn im Frühjahr sowie witterungsbedingt unterschiedlich starker Nachlieferung aus dem Boden – abgesehen vom Ausnahmejahr 2018 – von 20 bis 60 kg N/ha ist eine sichere Düngungskalkulation schwer zu bewerkstelligen. Die Höhe des Herbst-Nmin-Wertes ist durch den N-Überschuss aus Düngung und Frühjahrs-Nmin sowie der Nachlieferung durch Mineralisierungsprozesse im Boden bedingt. Ohne eigene Nmin-Ermittlung könnten zu Vegetationsbeginn in Anlehnung an die Messergebnisse des Projektes Nmin-Werte von 20 bis 30 kg N/ha nach niederschlagsreichen Wintermonaten und von 30 bis 40 kg N/ha nach mild-trockenem Winter in die Düngeplanung eingehen. Würden anhand der mittleren Nachlieferungsmengen des Bodens in den Jahren 2015 bis 2017 40 kg N/ha eingesetzt, ließe sich der Herbst-Nmin-Wert überwiegend auf unter 40 kg N/ha absenken. Doch derart niedrige Naturalerträge und hohe Nachlieferungsraten wie im Dürrejahr 2018 sind unkalkulierbar; die Düngungsmaßnahmen waren bereits abgeschlossen, als die wachstumshemmende Witterung einsetzte.

xvii. Zusammenfassung Geest

- Bodenart: S bis l'S; im Durchschnitt 6% T, 3% organische Substanz, C/N 13, Erfassung einmalig notwendig
- Grunduntersuchung auf pH P205, K20, Mg: kann in mehrjährigem Abstand im Zeitraum nach der Ernte bis folgender Düngungsmaßnahme erfolgen, wegen Schwankungsbreite nicht nur an einem Beprobungspunkt.
- Struktur: Irreversible plattige Verdichtung im Unterboden durch bodenangepasstes Befahren vermeiden, ggf. Ackerbohnen, Luzerne anbauen (robuste Tiefwurzler)
- Kalkung und Mg-Versorgung: pH und Mg-Gehalt in positiver korrelativer Beziehung, deshalb Kalkung mit calcitarmem, reinem Dolomitkalk
- Phosphat: überhöhte Gehalte durch langjährige Gülleausbringung viehstarker Milchviehbetriebe erfordert weitestgehenden Verzicht auf mineralisches Phosphat und reduzierten Gülleaufwand durch Strip-Till-Technik

- Nmin: Hauptaugenmerk ist auf möglichst geringe Rest-N-Mengen nach der Ernte zu richten; Nährstoffüberschüsse werden überwiegend ausgewaschen, Zwischenfrüchte und frühe Winterfeldfrüchte können N-Überschüsse im Oberboden binden
- N-Düngeplanung: benötigt Daten zu Ertragserwartung, Frühjahrs-Nmin und Nachlieferung des Bodens, Nmin-Werte aus eigener Frühjahrs Beprobung besser als Vergleichswerte aus Nitratmessnetz der Landwirtschaftskammer ergänzt durch Anhaltspunkte aus EIP-Projekt und diese besser als allgemeine Faustzahlen. Abschätzen der Nachlieferung ist witterungsbedingt extrem unsicher. Langjährige Gülleausbringung dürfte das Nachlieferungspotential erhöhen.

b) Kalkmarsch

i. Naturraum

Dithmarscher Marsch einschließlich Nordstrand, westliche Naturraumhälfte

ii. Geologie

Jüngere Ablagerung von Meeressedimenten nach der Großen Sturmflut von 1634, meist in Verbindung mit Landgewinnungsmaßnahmen und relativ kurzer Vorlandphase, Böden sind noch nicht kalkfrei/ nicht entkalkt, Kalk stammt von marinen Muschel-/ Schneckenschalen

iii. Bodentyp

Kalkmarsch

iv. Betriebsformen

Ackerbau mit dominierendem Getreide- und Kohlanbau, ein Betrieb mit Schweinehaltung

v. Körnung

Im Oberboden 18% T, 50% U, 32% S, mit großer Schwankungsbreite von 11 bis 31% Ton innerhalb der Feldschläge.

Kalkgehalt: 1,5 % CaCO_3 (0,5-1,9%)

vi. Bodenart

schluffiger Lehm (uL) bis toniger Schluff (tU)

vii. Gehalt an organischer Substanz

Oberboden (0 – 30 cm): 2,1% (1,6-3,4%)

im Unterboden (30 – 60 cm): 1,6% (0,9-3,0%)

Die Oberböden sind durch die Flugtiefe/ Bearbeitungstiefe von 30 cm vom Unterboden abgegrenzt mit einem farblichen Übergang bis zu einer Sturmflutschichtung im Untergrund.

viii. Humusqualität

C/N – Verhältnis: 8 (8 – 9)

Gesamtstickstoff: Oberboden (0-30 cm): 6100 kg N/ha

Unterboden (30-60 cm): 4200 kg N/ha

Die Ermittlung der Bodenart durch Schlämmanalyse und der organischen Substanz durch Bestimmung des organischen Kohlenstoffs im Labor ist einmalig – für einen sehr langen Zeitraum gültig – durchzuführen. Die Werte sind Grundlage für die Beurteilung von Nährstoffversorgungsdaten.

ix. Austauschkapazität (geschätzt)

18 mval/100g Boden

x. Bodenstruktur

Bewertet im Frühjahr 2016 und Herbst 2018: Die schluffreichen Oberflächen der Kalkmarschböden zeigten im Frühjahr 2016 nach einem nassen Winter eine starke Neigung zur Verschlammung. Die Pflughorizonte weisen eine überwiegend feinpolyedrische bis krümelige Struktur auf. Diese geht zum Unterboden in Abhängigkeit vom Tongehalt in Grobpolyeder- bis Bröckelstrukturen über. An drei von fünf Projektflächen waren in 40 bis 50 cm Bodentiefe Verdichtungen mit plattigen Strukturen und farblichen Anzeichen von Staunässe erkennbar. Gegenüber Frühjahr 2016 hatten sich die Strukturen bis Herbst 2018 verbessert. Die extreme Austrocknung im Sommer 2018 hatte sich nach den Quellungsprozessen im Winter 2017/2018 durch untergrundtiefe Schrumpfungsrissse günstig ausgewirkt. Um den Wurzeltiefgang nicht zu beeinträchtigen, ist auf ein Befahren bei angemessener Bodenfeuchte sowie auf möglichst geringem Achsen-/ Reifendruck zu achten. Auch ist der Anbau von Pflanzen, die die Verdichtungszone leichter durchdringen, förderlich. Anhand von Ackerbohnen ließ sich erkennen, dass deren Wurzeln schwache Schrumpfrisse nutzen können, um in die Tiefe zu gelangen. Für Zwischenfrüchte reicht die zwischen Ernte und Folgekultur verbleibende Vegetationszeit kaum aus, Bohnenuntersaat kam jedoch 2018 positiv zum Tragen. Hohe Druckbelastung der Böden bereitet die Kohlernte im Spätherbst.

xi. Grunduntersuchung auf pH, P₂O₅, K₂O und Mg

Drei Untersuchungstermine im Herbst 2015, Frühjahr 2016 und Herbst 2018 im Oberboden (0-30 cm):

Tabelle 12 Durchschnittswerte der Grunduntersuchung auf den Kalkmarschböden in 0-30 cm Bodentiefe

mg/ 100 g Boden				
	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Herbst 2018	7,1	30	19	57
Frühjahr 2016	7,2	30	15	50
Herbst 2015	7,2	32	19	51

Die Unterschiede von Herbst 2015 zum Frühjahr 2016 und auch zum Projektende im Herbst 2018 waren ausgesprochen gering. Das bedeutet, dass eine Probennahme nach der Ernte bis vor einer folgenden Kalk-, P₂O₅-, K₂O- und Mg-Düngung durchgeführt werden kann und Folgeuntersuchungen brauchen nicht kurzfristig, können mit einer Zeitspanne von 5 bis 6 Jahren durchgeführt werden. Innerhalb der Schläge besteht eine erhebliche Spanne der Werte, so dass eine teilflächenspezifische Düngung ratsam sein kann. Zugleich reicht es nicht aus, nur eine Probe auf den Feldstücken zu nehmen, vielmehr sind mehrere über die Fläche zu verteilen. Die über die Anbaufläche verteilten Analysendaten lassen sich auch in Karten der Versorgungszustände abbilden und für entsprechende Düngungsmaßnahmen nutzen. Für die Bewertung des Nährstoffhaushaltes sind auch Unterböden von Kalkmarschen von Bedeutung. Entstehungsbedingt sind Kalkmarschen nährstoffreich an Phosphat und nachlieferungsstark. In 30 – 60 cm Bodentiefe wurden folgende Durchschnittswerte ermittelt:

Tabelle 13 Durchschnittswerte im Unterboden der beprobten Kalkmarschflächen

mg/ 100 g Boden			
pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
7,2	23	13	59

xii. Kalkung und Magnesiumversorgung

Für eine Stabilisierung der Struktur der schluffreichen Kalkmarschen ist es erforderlich, dass die Bodenlösung zu jeder Zeit eine hohe Calciumverfügbarkeit aufweist. Die Calciumcarbonate im Boden stammen aus vor vielen Jahren sedimentierten Meeresmuschel- und Schneckenschalen, deren am leichtesten löslichen Anteile sich inzwischen zersetzt haben, so dass die Calcium-Nachlieferung in die Bodenlösung eingeschränkt ist. Deshalb ist es ratsam, zu kalkliebenden Kulturen hochreaktive Kalke auszubringen, auch um der Kohlhernie entgegenzuwirken.

Die Magnesium-Werte sind mit bis über 50 mg/ 100 g Boden extrem hoch. Und dieses überreichliche, noch aus der Meeresphase stammende Magnesium beeinträchtigt die Strukturstabilität, Calcium hat eine wesentlich größere Aggregierungsstärke. Jegliche Magnesiumzufuhr ist deshalb zu vermeiden. Somit sollten für eine Aufkalkung dolomitfreie, reine calcitische Kalke mit höchster Reaktivität verwendet werden, und das sind in Schleswig-Holstein Kreidekalke, der dänische Faxe-Korallenkalk sowie der Carbokalk aus der Zuckerrübenverarbeitung. Um eine oberflächliche Verschlammung möglichst gering zu halten, erscheint eine Ausbringung des Kalkes nach der Herbstbestellung auf die Bodenoberfläche ohne Einarbeitung vorteilhaft.

xiii. Phosphatdüngung

Die Phosphatgehalte lagen nach den bisherigen Richtwerten im mittleren Versorgungsbereich, übersteigen diesen nun aber nach heutigen, geänderten Vorgaben. Das dürfte für die viehlosen Betriebe dieser Kalkmarschgruppe kaum Schwierigkeiten bereiten, indem die Anforderungen durch Herabsetzung der mineralischen Phosphatzufuhr gewährleistet werden kann. In den Betrieben mit Schweinehaltung kann dies durch angepasste Güllezufuhr erfüllt werden. Auch eine begrenzte Übernahme von Rinder-/ Schweinegülle von viehhaltenden Betrieben durch viehlose Betriebe bereitet keine Schwierigkeiten. Für das Vegetationsjahr 2016 wurden anhand der Erträge sowie der mineralischen und organischen Düngung Phosphatbilanzen berechnet. Im Durchschnitt der fünf Projektflächen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Tabelle 14 Phosphatdurchschnittswerte der Kalkmarschflächen

Angaben in kg P205 je ha						
Jahr	Anbau	Nährstoffbe- darf (Entzug)	2 Düngung			Nährstoffüberschuss/ - unterschuss
			min.	org.	Gesamt	
2016	1 x Kohl 1 x Kartoffel 2 x WW 1 SW	77	50	10	60	-17

Dem hohen Versorgungsniveau trägt eine zurückhaltende Phosphatzufuhr Rechnung, so dass die Gehalte im Boden nicht weiter angehoben werden. Innerhalb der Fruchtfolge wird eine leicht erhöhte Phosphatzufuhr zu Blatt- und Hackfrucht durch verringerte bis verzichtete Phosphatgabe beim Anbau von Getreide mehr als ausgeglichen.

xiv. Kalidüngung

Die Kaliwerte liegen an der Grenze vom niedrigen bis mittleren Versorgungsbereich. Das bedeutet, dass anspruchsvolle Kulturen wie Raps, Kohl, Zuckerrüben und Kartoffeln ausreichend mit Kalium versorgt werden sollten.

xv. Mineralischer Stickstoff im Boden – Nmin

Durch Ermittlung des mineralischen Stickstoffs (Nmin) im Boden sollen:

- Stickstoffverluste durch Auswaschung und Denitrifikation im Zeitraum „nach der Ernte im Herbst, bis Vegetationsbeginn im Frühjahr“ abgeschätzt,
- im Frühjahr pflanzenverfügbarer mobiler, bei der Düngeplanung anrechenbarer Stickstoff bestimmt
- ungenutzte Rest-N-Mengen nach der Ernte im Boden erfasst sowie
- N-Bilanzen erstellt werden.

Dazu werden auf den Projektflächen von November 2015 bis Ende 2018 jährlich zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte im Herbst Bodenproben aus Tiefen von 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm entnommen und auf deren Nmin-Gehalt analysiert. Pro Fläche erfolgte über den gesamten Projektzeitraum die Beprobung an zwei mittels GPS gekennzeichneten Entnahmepunkten, die auf jeweils einer Hälfte der Projektfläche festgelegt waren. Die Analysenwerte der beiden Entnahmepunkte wiesen in der Kalkmarsch teilweise deutliche Unterschiede auf. Zur Absicherung dieser Ergebnisse wurden auf den Projektflächen ein bis mehrere Entnahmepunkte zusätzlich beprobt; dabei zeigte sich, dass in den Kalkmarschen wie in Kleimarschen durch auf engem Raum wechselnde Bodenunterschiede auch die Nmin-Werte mehr oder weniger stark über die Fläche variieren. Die angewendete 2-Punkte-Probenahme, ermöglicht gegenüber einer 1-Punkt-Probenahme, unplausible Werte zu erkennen und unerwartete Ergebnisse wie ein extrem niedriges Gehaltsniveau im Frühjahr 2018 und extrem hoher Rest-N-Wert im Herbst 2018 abzusichern. Vorteilhafter – wenn auch arbeitsaufwendiger – wäre die Untersuchung einer Mischprobe nach Bodenentnahme an mehreren über die Fläche festgelegten Punkten. Ein Vergleich von einer Mischprobe mit dem Durchschnittswert von Einzelproben ergab eine befriedigende Übereinstimmung.

Im Durchschnitt der fünf Kalkmarschen wurden folgende Nmin-Mengen je ha und 0-90 cm Bodentiefe ermittelt:

Tabelle 15 **Durchschnittliche Nmin Werte in kg N/ha und 0-90 cm Bodentiefe auf den Kalkmarschflächen**

Jahr	Frühjahr		Herbst	
	Bodentiefe cm	Nmin kg/ha	Bodentiefe cm	Nmin kg/ha
2015			0-30	26
			30-60	22
			60-90	22
			0-90	70
2016	0-30	20	0-30	38
	30-60	20	30-60	41
	60-90	13	60-90	35
	0-90	53	0-90	114
2017	0-30	50	0-30	34
	30-60	41	30-60	27
	60-90	44	60-90	22
	0-90	135	0-90	83
2018	0-30	13	0-30	46
	30-60	11	30-60	26
	60-90	7	60-90	20
	0-90	31	0-90	92

Die Nmin-Werte sind nach der Ernte überwiegend im Oberboden am höchsten, aber auch in den Unterböden noch beträchtlich. Im Frühjahr ist in den Jahren 2016 und 2018 eine deutliche Abnahme mit der Profiltiefe erkennbar, während sich der mobile Stickstoff im Jahr 2017 nahezu gleichmäßig auf das Profil verteilt. Im Herbst der beprobten Jahre übertreffen die N-Mengen mit einer Spanne von 70 bis 114 kg N/ha und 90 cm Bodentiefe den angestrebten Wert von <40 kg N/ha. Es dominiert der Anbau von Getreide, daneben werden Kohl, Zuckerrüben und Ackerbohnen angebaut. Dabei zeigt der Anbau von Zuckerrüben und Kohl die niedrigsten Rest-N-Mengen, der von Getreide höhere und von Ackerbohnen die höchsten Werte. In allen vier Jahren wurden unterdurchschnittliche, unter den Erwartungen liegende Getreideerträge erzielt, so dass ein Düngungsüberschuss den Rest-N im Boden wesentlich erhöhte. In den Jahren 2016 und 2018 bewirkten darüber hinaus trockene Sommer auch eine erhöhte Mineralisierung von N-reicher organischer Substanz (C/N=8) im Ober- und Unterboden. Dies konnte durch eine weitere Probenahme im November 2016 auf den Flächen, die im August/ September abgeerntet wurden, festgestellt werden.

Im Jahr 2017 wurden auf einer Fläche mit Ackerbohnen und einer mit Winterweizen über die gesamte Vegetationszeit Nmin-Bestimmungen durchgeführt mit folgenden Ergebnissen:

Tabelle 16 Nmin-Verlauf in Weizen und Ackerbohnen auf einer Kalkmarschfläche

	Bodentiefe	Kg Nmin/ha			
		25.04.2017	26.06.2017	19.09.2017	20.10.2017
Ackerbohne	0-30cm	52	36	33	38
	30-60cm	51	39	23	37
	60-90cm	40	45	22	38
	0-90cm	143	110	78	113
Winterweizen	0-30cm	172	24	26	36
	30-60cm	29	9	19	35
	60-90cm	23	23	6	31
	0-90cm	224	56	51	102

Es wird deutlich, wie im Vegetationsverlauf die Nmin-Werte durch die Nährstoffaufnahme bis zur Ernte im September, beim Winterweizen bereits zur beginnenden Abreife Ende Juni abnehmen, danach aber bis in den Spätherbst – besonders in den Unterböden wesentlich ansteigen. Zuckerrüben und Kohl zeigen sich weniger von Trockenphasen im Sommer betroffen, ihr Wurzelsystem geht stärker in die Bodentiefe und das Wachstum setzt sich unter stetiger Nährstoffaufnahme bis zur Ernte im Oktober fort.

Zu Vegetationsbeginn im Frühjahr wurden im Mittel der fünf Betriebsflächen 31 bis 135 kg N/ha und 0-90 cm Bodentiefe ermittelt. Im Winter 2015/16 verringerte sich die Nmin-Menge um 17 kg oder ein Viertel (-24%) auf 53 kg Nmin/ha und im Winter 2017/18 um 52 kg N/ha oder zwei Drittel (-63%) auf einen besonders niedrigen Wert von 31 kg N/ha. Dagegen stiegen die Werte von Herbst 2016 (114 kg N/ha) bis Frühjahr 2017 (135 kg N/ha) weiter an. Eine vergleichbare Entwicklung wird bis zum Vegetationsbeginn 2109 erwartet.

Die Veränderungsraten spiegeln sich in den korrespondierenden Niederschlagsmengen Dithmarschens vom September bis Januar wider:

- 2015/16: 507 mm
- 2016/17: 259 mm
- 2017/18: 601 mm
- 2018/19: 320 mm

Die überdurchschnittlichen Niederschläge im Herbst/Winter 2015/16 und 2017/18 bewirkten eine Auswaschung, aber auch Denitrifikation von mobilem Nitrat. Ein Vergleich der fünf Einzelflächen in diesen Winterperioden zeigt, dass mit steigendem Nmin-Gehalt im Herbst absolut und relativ höhere Nmin-Verluste auftreten. Zwischen Nmin-Wert im Herbst und Nmin-Wert im Frühjahr besteht eine nur unwesentliche Beziehung. Die Sommer- und Herbstmonate 2016 waren niederschlagsarm und mild, dies förderte die Mineralisierung von organischer Substanz im Ober- und Unterboden, so dass bei nur geringer Verlagerung überdurchschnittlich hohe Nmin-Werte im gesamten Bodenprofil zu Vegetationsbeginn 2017 vorhanden waren.

Stickstoffüberschüsse im Herbst lassen sich in der Marsch nur begrenzt nutzen und vor einem Verlust über Winter bewahren. Die Zeit zwischen häufig relativ später Ernte und früher Wiederbestellung von Winterfeldfrüchten (Getreide, Raps) reicht im Allgemeinen kaum für den Anbau von Zwischenfrüchten, diese binden auch überwiegend Stickstoff aus dem Oberboden. Gleiches gilt für Winterfeldfrüchte vor dem Winter. Vor Sommerfeldfrucht (Zuckerrübe, Kohl) könnte die Vegetationszeit von Zwischenfrüchten bis in den Wintereinbruch ausgeweitet werden. Das würde jedoch bedeuten, auf eine Pflugfurche unter günstigen Bodenverhältnissen im Herbst zu verzichten und sie stattdessen auf das Frühjahr zu verlagern. Hauptaugenmerk ist deshalb auf eine Reduzierung von Düngungsüberschüssen im Herbst zu richten.

xvi. N-Bilanzen

Für die auf fünf Kalkmarschflächen in den Projektjahren angebauten Kulturen (überwiegend Getreide) wurden anhand

- aus Erträgen abgeleiteten N-Sollbedarfswerten (Entzüge),
- der mineralischen und organischen N-Düngung sowie
- der Nmin-Werte zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte im Spätsommer bis Herbst
- N-Bilanzen errechnet.

Vom Gülle-/Gärsubstratstickstoff wurden 70% angerechnet. Nicht erfassen und damit nicht berücksichtigen lassen sich N-Verluste während der Vegetationszeit durch Abdrift, Denitrifikation und Verlagerung. Für die einzelnen Jahre sind die Durchschnittswerte aus den Einzelwerten der fünf Kulturflächen in kg N je ha und 0-90 cm Bodentiefe angegeben:

Tabelle 17 Nmin Durchschnittswerte für die Fünf Kalkmarschflächen

1	2	3	4	5	6	7	8
Anbaujahr	N-Sollbedarfswert	N-Düngung min.+org.	Frühjahrs-Nmin	N verfügbar Düng.+Frühjahr Nmin 3+4	N-Überschuss/Unterschuss 5-2	Herbst-Nmin	Nachlieferung aus Boden 7-6
2015	216	227	40	267	51	70	19
2016	197	190	53	243	46	114	58
2017	221	181	135	316	95	85	-10
2018	176	198	31	229	53	92	39

Die N-Sollbedarfswerte/Entzugswerte spiegeln für alle Projektjahre ein unterdurchschnittliches Getreideertragsniveau (<100 dt/ha Weizen = N-Bedarfswert <240 kg N/ha) wider. 2016 und 2018 beeinträchtigte Sommertrockenheit die Ertragsentwicklung, die feuchten Jahre 2015 und 2017 wirkten zwar günstiger, aber das langjährige Ertragsziel wurde auch nicht erreicht. Dementsprechend waren die N-Nährstoffüberschüsse durch Düngung einschließlich Frühjahrs-Nmin erheblich, die vornehmlich zu den hohen Herbst-Nmin-Werten beitrugen. Die „rechnerische“ Nachlieferung aus dem Boden durch Mineralisierung zeigte höhere Werte in den Trockenjahren 2016 und 2018 mit entsprechender Auswirkung auf den Herbst-Nmin-Wert. Demgegenüber errechnet sich für die Feuchtjahre 2015 und 2017 ein geringer bzw. negativer Nachlieferungswert. Die erhöhten Niederschläge in der jeweils zweiten Jahreshälfte dürften durch Quellungsprozesse/ Luftabschluss in den bindigen Böden N-Verluste durch Denitrifikation verursacht haben und mineralisierter N ging hierdurch verloren.

Aus den Ergebnissen der ausgewerteten Projektjahre, die durch extreme Witterungsverläufe (Trockenheit, Nässe) geprägt waren, sind Nmin-Werte zu Vegetationsbeginn schwer abzuschätzen und in die Düngeplanung aufzunehmen.

Bei "normalem" Witterungsverlauf dürften diese in einer Größenordnung von 40 bis 50 kg N/ha liegen, nach mildem Herbst/Winter erheblich darüber, nach starker Nässephase deutlich tiefer. Sofern keine eigene Nmin-Beprobung erfolgt, sollten Messergebnisse der Landwirtschaftskammer – unter Berücksichtigung von Region, Bodentyp und Vor-/Hauptfrucht – einbezogen werden. Dabei sind Ergebnisse von Praxisflächen denen von Versuchsfeldern vorzuziehen. Auch können Beratungsringe Nmin-Untersuchungen über ihren Bezirk verteilt durchführen und deren Ergebnisse ihren Mitgliedern zuleiten. Auch die Nachlieferung des Bodens ist schwer abzuschätzen, dürfte in Nässejahren nicht mehr als 20 kg N/ha betragen, aber unter günstigen Witterungsbedingungen auf 40 bis 60 kg N/ha ansteigen.

xvii. Zusammenfassung

- Bodenart: uL bis tU, im Durchschnitt 18% T, 50% U, 2% organische Substanz, C/N=8, 1,5% CaCO₃; Erfassung einmalig notwendig
- Grunduntersuchung auf pH, P₂₀₅, K₂₀, Mg: kann in mehrjährigem Abstand in Zeitraum nach der Ernte bis zu folgender Düngungsmaßnahme erfolgen, wegen großer Schwankungsbreite auf Fläche nicht nur an einem Beprobungspunkt.
- Struktur: Vermeidung von plattigen Unterbodenverdichtungen durch bodenangepasstes Befahren; starke Austrocknung mit tiefgründiger Schrumpfrissbildung kann Verdichtungen vermindern, bei Anbau von Ackerbohnen (robuster Tiefwurzler) gelangen Wurzeln durch feine Bodenrisse in den Untergrund.
- Kalkung und Mg-Versorgung: natürlicher Kalkvorrat (Muschel-/Schneckenschalenreste aus Sedimentation) ist ausflösungsschwach, deshalb Strukturstabilisierung durch hochreaktive Kalke: sehr hohe strukturbeeinträchtigende Mg-Gehalte erfordern Verzicht auf jegliche Mg-Zufuhr und die Verwendung Mg-armer bis -freier calcitischer Kalke (Kreide, Faxe-Korallenkalk, Carbokalk), Vermeidung von Verschlammung der ton-/schluffreichen Böden durch Kalkung im Herbst auf Bodenoberflächen nach Aussaat ohne Einarbeitung vorteilhaft.
- Phosphat: Gehalte im mittleren Versorgungsbereich ermöglichen eine dem Bedarf der Kultur angepasste Zufuhr, aufgrund überwiegender Mineraldüngung besteht Möglichkeit einer GÜllaufnahme aus viehstarken Betrieben, auch eine reduzierte Phosphatdüngung bei erhöhten Bodengehalten bereitet keine Schwierigkeiten.

- Kali: Bei Gehalten an der Grenze niedriger bis mittlerer Versorgungswerte ist Bedarf anspruchsvoller Kulturen zu beachten.
- Nmin: Hauptaugenmerk ist auf möglichst geringe Rest-N-Mengen nach der Ernte zu richten. Diese werden im Wesentlichen durch Nährstoffüberschüsse aus Düngung einschließlich Frühjahrs-Nmin verursacht. N-Verluste durch Auswaschung und Denitrifikation hängen von der Niederschlagsintensität ab. Auch die Nachlieferung im Boden wird durch Feuchtigkeitsverhältnisse im Frühjahr und Spätherbst beeinflusst.
- N-Düngeplanung: benötigt Daten zu Ertragserwartung, Frühjahrs-Nmin und Nachlieferung des Bodens; Nmin-Werte aus eigener Frühjahrsbeprobung besser als Vergleichswerte aus Nitratmeßnetz der Landwirtschaftskammer ergänzt durch Anhaltspunkte aus EIP-Projekt und diese besser als allgemeine Faustzahlen. Abschätzen der Nachlieferung ist witterungsbedingt recht unsicher. Nachlieferung aus Vegetationsrückständen getreidereicher Marschfruchtfolgen erscheint begrenzt.

c) Kleimarsch

i. Naturraum

Dithmarscher Marsch, östliche Naturraumhälfte

ii. Geologie

Ältere Ablagerungen von Meeressedimenten mit einer langanhaltenden Vorlandphase und langsamer Aufschlickung, östlich einer Linie: Marne – Wöhrden – Wesselburen – Lunden. Böden sind nach langer Bodenentwicklungsphase im Deichvorland und nach der Eindeichung entkalkt. Im Bodenprofil sind keine „Stör-Horizonte“. Böden mit extrem tonreichen Verdichtungszone sind Knickmarschen und mit überschlickten älteren humosen Geländeoberflächen Dwogmarschen. Sie sind nicht in das EIP-Projekt einbezogen.

iii. Bodentyp

Kleimarsch, kalkfreies Profil

iv. Betriebsformen

Ackerbau, mit dominierendem Getreide-, Raps- und Kohlanbau, zwei Betriebe mit Rinderhaltung, ein Betrieb mit Schweinehaltung

v. Körnung

Im Oberboden 25% T, 53% U, 22% S, mit großer Schwankungsbreite von 17 bis 36% Ton zwischen und innerhalb der Feldstücke.

vi. Gehalte an organischer Substanz

Oberboden (0-30 cm): 4,1% (2,9 bis 5,5%)

Unterboden (30-60 cm): 3,2% (2,1 bis 3,7%)

vii. Humusqualität

C/N Verhältnis = 10 (9-11)

Hohe Humusgehalte und enges C/N – Verhältnis bedingen große Gesamtstickstoffmengen im Bodenprofil:

- Oberboden: (0-30 cm): 9050 kg N/ha

- Unterboden: (30-60 cm): 7100 kg N/ha

Die Ermittlung der Bodenart durch eine Schlämmanalyse und der organischen Substanz durch Bestimmung des organischen Kohlenstoffs im Labor ist einmalig – über einen sehr langen Zeitraum gültig – durchzuführen. Die Werte sind Grundlage für die Beurteilung von Nährstoffversorgungsdaten.

viii. Austauschkapazität (geschätzt)

25 mval/100g Boden

ix. Bodenstruktur

Bewertet im Frühjahr 2016 und Herbst 2018: Die Oberböden weisen in Abhängigkeit vom Tongehalt fein- bis grobpolyedrische Strukturen auf, diese gehen zum Unterboden in größere Polyeder über. Unterhalb von 50 cm Bodentiefe Verdichtungsanzeichen mit teils plattigen Strukturen und farblichen Hinweisen auf Staunässe. Gegenüber Frühjahr 2016 hat die Sommertrockenheit durch untergrundtiefe Schrumpfrisse zum Herbst 2018 die Aggegierung im Ober- und Unterboden tendenziell verbessert. Um den Wurzelraum nicht zu beeinträchtigen, ist auf ein Befahren bei angemessener Bodenfeuchte und möglichst geringem Achsen- / Reifendruck zu achten, im Spätherbst beim Anbau von Kohl- und Zuckerrüben schwer einzuhalten. Zur Unterstützung der Selbstheilungskräfte durch Quellung/ Schrumpfung kann der Anbau von Ackerbohnen dienen. Für Zwischenfrüchte reicht die zwischen Ernte und Folgekultur verbleibende Vegetationszeit kaum aus. Auch eine regelmäßige Aufkalkung kann förderlich sein, indem stets freier Kalk im Boden vorhanden ist.

x. Grunduntersuchung auf pH, P₂O₅, K₂O, und Mg

Drei Untersuchungstermine im Herbst 2015, Frühjahr 2016 sowie Herbst 2018 im Oberboden (0-30 cm):

Tabelle 18 **Durchschnittswerte der Grunduntersuchung in 0-30 cm Bodentiefe auf den Flächen der Kalkmarsch**

mg/ 100g Boden				
	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Herbst 2018	6,7	21	23	28
Frühjahr 2016	6,4	20	16	27
Herbst 2015	6,6	19	18	28

Die Unterschiede der Werte vom Herbst 2015 über Frühjahr 2016 bis Herbst 2018 sind ausgesprochen gering, so dass die Probenahme nach der Ernte bis vor der folgenden Kalk-, P₂O₅-, K₂O- Düngung durchgeführt werden kann und die Untersuchungsergebnisse für einen längeren Zeitraum von 5 bis 6 Jahren ausreichend sein dürften. Aber es reicht nicht aus, nur einen Probeentnahmepunkt auf dem Feldschlag zu untersuchen. Innerhalb und zwischen den Feldern bestehen erhebliche Gehaltsunterschiede, so dass eine teilflächenspezifische Düngung angezeigt ist. Die über die Anbaufläche verteilten Analysendaten lassen sich in Karten der Versorgungszustände abbilden und für entsprechende Düngungsmaßnahmen nutzen.

In den Unterböden (30-60 cm) wurden den Oberböden vergleichbare Versorgungswerte gefunden, die in die Düngungsplanung einfließen können:

Tabelle 19 **Durchschnittswerte der Grunduntersuchung des Unterbodens**

mg/ 100g Boden			
pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
6,7	18	16	33

xi. Kalk- und Magnesiumdüngung

Für optimale Aggregatstrukturen ist freier Kalk in den Oberböden erforderlich, d.h. eine Aufkalkung der schweren, ton- und schluffreichen Böden auf pH 7,0 bis 7,2 ist anzustreben, auch um der Kohlhernie entgegenzuwirken. Die Magnesiumwerte liegen im Oberboden- und Unterboden im optimalen Versorgungsbereich und sollten nicht weiter erhöht werden. Calcium wirkt stärker aggregatstabilisierend als Magnesium.

Deshalb sollten für die Aufkalkung nach Aufkalkungsversuchen von Grunwaldt an der FH Kiel dolomitarme bis -freie calcitische Kalke mit höchster Reaktivität Verwendung finden. Dazu gehören Kreidekalke, der dänische Faxen- Korallenkalk und der Carbokalk aus der Zuckerrübenverarbeitung. Hinzu kommt, dass nach Untersuchungen von Grunwaldt Dolomitzalke im Gegensatz zu Calcitzalken oberhalb von pH 6,5 schlecht wirksam sind. Um die Bodenoberflächen vor Verschlammung zu schützen, erscheint eine Kalkausbringung nach der Aussaat von Wintersaaten auf die Bodenoberfläche ohne Einarbeitung vorteilhaft.

xii. Phosphatdüngung

Die Phosphate liegen im optimalen, mittleren Versorgungsbereich, so dass die Anpassung an die DVO über Mineral- und wirtschaftseigene Dünger keine Schwierigkeiten bereiten dürfte. Im Gegensatz zu den Kalkmarschen sind die bodeneigenen Phosphatreserven von Kleimarschen aufgrund ihrer langen Bodenentwicklungszeit wesentlich geringer.

Für das Anbaujahr 2016 wurden anhand der Erträge sowie mineralischen und organischen Düngung Phosphatbilanzen errechnet. Im Durchschnitt von fünf Projektflächen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Tabelle 20 Phosphatbilanz im Durchschnitt der fünf Kleimarschflächen

Angaben in kg P ₂ O ₅ je ha						
Jahr	Anbau	1 Nährstoff- bedarf (Entzug)	2 Düngung			2-1 Nährstoffüberschuss/ - unterschuss
			min.	org.	Gesamt	
2016	1 x Ackergras 1 x Kohl 3 x WW	88	31	55	86	-2

In den getreidebetonten Fruchtfolgen ist die Phosphatbilanz ausgeglichen, so dass kein Anstieg der Gehaltswerte im Boden zu erwarten ist.

xiii. Kaliumdüngung

Die Kaliwerte liegen im oberen niedrigen Versorgungsbereich. Somit ist bei der Kalidüngung anspruchsvoller Kulturen wie Kohl und Zuckerrüben auf deren Bedarf besonders zu achten.

xiv. Mineralischer Stickstoff – N_{min}

Durch Ermittlung des mineralischen Stickstoffs (N_{min}) im Boden sollen:

- Stickstoffverluste durch Auswaschung und Denitrifikation im Zeitraum „nach der Ernte im Herbst bis Vegetationsbeginn im Frühjahr“ abgeschätzt

- im Frühjahr pflanzenverfügbarer, mobiler, bei der Düngeplanung anrechenbarer Stickstoff bestimmt
- ungenutzte Rest-N-Mengen nach der Ernte im Boden erfasst sowie
- N-Bilanzen erstellt werden.

Dazu wurden auf den Projektflächen von November 2015 bis Ende 2018 jährlich zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte im Herbst Bodenproben aus Tiefen von 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm entnommen und auf deren Nmin-Gehalt analysiert. Pro Fläche erfolgte die Beprobung über den gesamten Projektzeitraum an zwei mittels GPS gekennzeichneten Punkten, die auf jeweils einer Hälfte der Projektfläche festgelegt waren. Die beiden Analysenwerte wiesen teilweise deutliche Unterschiede auf. Zur Absicherung dieser Ergebnisse wurden auf den Projektflächen ein bis mehrere Entnahmepunkte zusätzlich beprobt. Dabei zeigte sich, dass in Kleimarschen wie in Kalkmarschen durch auf engem Raum wechselnde Bodenunterschiede auch die Nmin-Werte über die Fläche mehr oder weniger stark variieren. Die angewendete 2-Punkte-Probenahme ermöglicht gegenüber einer 1-Punkt-Probenahme, unplausible Werte zu erkennen und unerwartete Ergebnisse wie ein extrem niedriges Gehaltsniveau im Frühjahr 2018 und besonders hohe Rest-N-Werte im Herbst 2018 abzusichern. Vorteilhafter – wenn auch arbeitsaufwendiger – wäre die Untersuchung einer Mischprobe nach Probenahme an mehreren über die Fläche verteilten Punkten. Ein Vergleich von einer Mischprobe mit dem Durchschnittswert von Einzelproben ergab eine befriedigende Übereinstimmung.

Im Durchschnitt von fünf Kleimarschproben wurden folgende Nmin-Mengen je ha und 0-90 cm Bodentiefe ermittelt:

Tabelle 21 Nmin Durchschnittswerte in kg N/ha und 0-90 cm Bodentiefe der fünf Kleimarschflächen

Jahr	Frühjahr		Herbst	
	Bodentiefe cm	Nmin kg/ha	Bodentiefe cm	Nmin kg/ha
2015			0-30	21
			30-60	25
			60-90	20
			0-90	66
2016	0-30	18	0-30	34
	30-60	14	30-60	29
	60-90	13	60-90	20
	0-90	45	0-90	83
2017	0-30	41	0-30	32
	30-60	39	30-60	16
	60-90	27	60-90	11
	0-90	107	0-90	59
2018	0-30	15	0-30	63
	30-60	15	30-60	49
	60-90	10	60-90	45
	0-90	40	0-90	157

In den vier beprobten Jahren übertreffen die Nmin-Mengen im Bodenprofil bis 90 cm den im Herbst angestrebten Wert von <40 kg N/ha deutlich mit einer weiten Spanne von 59 bis 157 kg N/ha.

In den Kleimarschen dominiert der Anbau von Getreide, daneben ist Kohl, Mais, Ackerbohne und Feldgras in der Fruchtfolge. Dabei zeigten über den Projektzeitraum der Anbau von Getreide die höchsten, von Kohl und Feldgras die niedrigsten Rest-N-Mengen nach der Ernte. Im Herbst 2018 wiesen alle Kulturen überhöhte Nmin-Werte auf. In allen Projektjahren wurden unterdurchschnittliche, unter den Erwartungen gebliebene Erträge erzielt, was sich in einem überhöhten Düngungsüberschuss niederschlägt. In den Jahren 2016 und 2018 erfolgte außerdem eine erhebliche Mineralisierung N-reicher organischer Substanz (C/N=10) in den sehr humusreichen Ober- und Unterböden. Dies konnte durch eine weitere Probenahme im November 2017 auf Flächen, die im August/September abgeerntet wurden, festgestellt werden (vergleiche Nmin Kalkmarschen).

In den Jahren 2016 bis 2018 wurden zu Vegetationsbeginn im Mittel der fünf Kleimarschflächen 40 bis 107 kg N/ha und 90 cm Bodentiefe ermittelt. Von Herbst 2015 bis Frühjahr 2016 verringerten sich die Nmin-Werte um 21 kg N/ha oder knapp ein Drittel (-31%) auf 45 kg N/ha und von Herbst 2017 auf Frühjahr 2018 um 19 kg N/ha und ebenfalls ein Drittel (-32%) auf 40 kg N/ha. Dagegen stiegen die Nmin-Werte von Herbst 2016 bis Vegetationsbeginn 2017 um 24 kg N/ha auf 107 kg N/ha an.

Die Veränderungsraten spiegeln sich in den korrespondierenden Niederschlagsmengen von September bis Januar in Dithmarschen wider:

- 2015/16: 507 mm
- 2016/17: 259 mm
- 2017/18: 601 mm
- 2018/19: 320 mm

Während des Winters 2015/16 blieben die Böden bei leichter oberflächlicher Verschlämmung weitgehend drainfähig, d.h. die Nmin-Verluste beruhten überwiegend auf Auswaschung und teils auf Denitrifikation. 2017 waren die Kleimarschen dagegen bereits im November weitgehend wassergesättigt und bis zum Ausgang des Winters stand verbreitet Wasser auf den Ackerflächen. Dies bewirkte eine starke Quellung im gesamten tonreichen Bodenprofil, und durch den dadurch bedingten Luftabschluss entstanden Nmin-Verluste durch Denitrifikation in einem anaeroben Milieu. Ein Vergleich der fünf Einzelflächen in den Winterperioden 2015/16 und 2017/18 zeigt, dass mit steigendem Nmin-Gehalt im Herbst zwar absolut und relativ größere Nmin-Verluste auftraten, aber zugleich auch leicht höhere Nmin-Werte im Frühjahr – mit einer Spanne von 30 bis 50 kg N/ha – ermittelt wurden. 2016 waren die Sommer- und Herbstmonate niederschlagsarm und mild. Dies förderte die Mineralisierung von organischer Substanz im Ober- und Unterboden, so dass bei nur geringer Verlagerung im Frühjahr 2017 überdurchschnittlich hohe Nmin-Werte im gesamten Bodenprofil vorhanden waren. Eine vergleichbare Entwicklung wird bis zum Vegetationsbeginn 2019 erwartet.

Stickstoffüberschüsse lassen sich in der Marsch nur begrenzt nutzen und vor einem Verlust über den Winter bewahren. Die Zeit zwischen häufig relativ später Ernte und früher Wiederbestellung von Winterfeldfrüchten (Getreide, Raps) reicht im Allgemeinen kaum für den Anbau von Zwischenfrüchten, diese binden auch überwiegend Stickstoff aus dem Oberboden. Gleiches gilt vor dem Winter für den Anbau von Winterfeldfrüchten. Vor Sommerfeldfrucht (Zuckerrübe, Kohl) könnte die Vegetationszeit der Zwischenfrüchte bis in den Wintereinbruch ausgeweitet werden. Das würde jedoch bedeuten, auf eine Pflugfurche unter günstigen Bodenverhältnissen (Minutenböden) im Herbst zu verzichten und sie stattdessen auf das Frühjahr zu verlagern. Hauptaugenmerk ist deshalb auf eine Reduzierung von Düngungsüberschüssen und Reststickstoff im Herbst zu richten.

xv. N-Bilanzen

Für die in den Projektjahren auf fünf Kleimarschflächen angebauten Kulturen (überwiegend Getreide, auch Kohl- und Feldgras) wurden anhand

- aus Erträgen abgeleiteten N-Sollbedarfswerten (Entzüge)
- der mineralischen und organischen N-Düngung sowie
- der N_{min}-Werte zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte im Spätsommer bis Herbst
- N-Bilanzen errechnet.

Vom Gülle-/Gärsubstratstickstoff wurden 70% angerechnet. Nicht erfassen und damit nicht berücksichtigen lassen sich N-Verluste während der Vegetationszeit durch Abdrift, Denitrifikation und Verlagerung.

Für die einzelnen Jahre sind die Durchschnittswerte aus den Einzelwerten der fünf Kulturflächen in kg N je ha und 0-90 cm Bodentiefe angegeben:

Tabelle 22 Nmin Durchschnittswerte der einzelnen Jahre Kleimarsch

1	2	3	4	5	6	7	8
Anbauja hr	N- Sollbedarfsw ert (Entzug)	N- Düngun g Min.+or g.	Frühjahr s- Nmin	N verfügbar Düng.+Frü hj.-Nmin 3+4	N- Überschu ss/ Unterschu ss 5-2	Herbs t- Nmin	Nachlieferu ng aus Boden** 7-6
2015	229	233	50	283	54	75	21
2016	221	251	45	296	75	83	8
2017 *	204	162	87	249	45	59	14
2018 *	215	205	40	245	30	157	127

* ohne Anbau von Ackerbohnen

** N-Mineralisierung abzgl. N-Verluste während Vegetation durch Denitrifikation, Verlagerung, Ammoniakverflüchtigen

In den Projektjahren wurden die Ertragserwartungen überwiegend nicht erfüllt – ein Sollbedarfswert von 240 kg N/ha entspricht einem Weizenertrag von 100 dt/ha. Unter Trockenheit litten in den Kleimarschen Hackfrüchte weniger als Getreide (2016,2018), aber stärker unter der Feuchte des regenreichen zweiten Halbjahres 2017. 2018 wirkte sich Nässe bis ins Frühjahr und anschließende Dürre bis in den Herbst ertragsbegrenzend aus. Insgesamt bestanden erhebliche N-Überschüsse aus der Düngung einschließlich Frühjahrs-Nmin, die sich entsprechend auf erhöhte Nmin-Werte im Herbst auswirken. Die „berechnete“ Nachlieferung des Bodens durch Mineralisierung war in den Jahren 2015 bis 2017 sehr niedrig. Hier dürfte eine Untererfassung vorliegen, indem in den tonreichen, schweren Böden unter niederschlagsreichen Bedingungen (Quellung, Verdichtung, Luftabschluss) Nitratstickstoff durch Denitrifikation verlorengeht. Demgegenüber bestanden 2018 günstige Mineralisierungsverhältnisse – der Boden wurde durch Schrumpfrissbildung bis in den Untergrund tiefgründig durchlüftet –und in den Ober- und Unterboden mit ihren hohen Gehalten an stickstoffreicher (C/N=10) organischer Substanz wurden erhebliche Stickstoffmengen freigesetzt, wodurch der Herbst-Nmin-Wert extrem stark anstieg.

Für den Anbau von Ackerbohnen lässt sich (bei Düngungsverzicht und symbiotischer N-Bindung) keine entsprechende N-Bilanz erstellen. Aber nach der Ernte 2017 wurde im Durchschnitt von zwei Anbauflächen ein vergleichbarer Herbst-Nmin-Wert von 59 kg N/ha ermittelt und im folgenden Frühjahr 2018 betrug der durchschnittliche Nmin-Wert nur 30 kg N/ha, d.h. der extrem niederschlagsreiche Herbst und Winter verhinderte – bei gleichzeitiger Denitrifikation – die Mineralisation von Vegetationsrückständen.

Aus den Ergebnissen der ausgewerteten Projektjahre, die durch extreme Witterungsbedingungen (Trockenheit, Nässe) geprägt waren, sind Nmin-Werte für den Vegetationsbeginn im Frühjahr schwierig abzuschätzen und dann in die Düngungsplanung aufzunehmen. Sofern keine eigene Nmin-Beprobung erfolgt, sollten Messergebnisse der Kammerberatung – unter Beachtung von Region, Bodentyp sowie Vor-/ Hauptfrucht – herausgezogen werden. Dabei sind Ergebnisse von Praxisflächen denen von Versuchsfeldern vorzuziehen. Auch können Beratungsringe Nmin- Untersuchungen über ihren Bezirk verbreitet durchführen und deren Ergebnisse ihren Mitgliedern für die Düngeplanung zuleiten. Die N-Nachlieferung im Boden ist für die Kleimarschen besonders schwierig einzuschätzen. In den schweren Böden können einerseits niederschlagsbedingt Denitrifikationsprozesse des N-Niveau erheblich verringern, andererseits Mineralisierungsprozesse dieses unter günstigen Feuchte-/ Temperaturverhältnissen stark erhöhen. Allgemeine Empfehlungen/ Vorgaben über die N-Freisetzung aus Vorfrüchten und Bodenvorräten sind mit Umsicht zu beachten, d.h. sind für Kleimarschen nicht ohne weiteres übertragbar. Es hat sich gezeigt, dass Ertragserwartung und Frühjahrs-Nmin-Werte einen Nährstoffüberschuss und die Reststickstoffmenge im Boden nach der Ernte wesentlich bestimmen und damit entscheidend für die Düngeplanung sind.

xvi. Zusammenfassung

- Bodenart: uL bis huL, im Durchschnitt 25% T, 53% U, 4% organische Substanz, C/N=10, Erfassung einmalig notwendig
- Grunduntersuchung auf pH, P205, K2O, Mg: kann in mehrjährigem Abstand in Zeitraum nach der Ernte bis zu folgender Düngungsmaßnahme erfolgen, aufgrund der Inhomogenität der Flächen nicht nur von einem Beprobungspunkt.

- Struktur: Vermeidung von plattrigen Unterbodenverdichtungen durch bodenangepasstes Befahren; starke Austrocknung mit tiefgründiger Schrumpfrissbildung kann Verdichtungen vermindern, durch Anbau von Ackerbohnen (robuste Tiefwurzler) gelangen Wurzeln durch feine Bodenrisse im Untergrund.
- Kalkung und Mg-Versorgung: Anhebung der pH-Werte der ton- und schluffreichen Böden auf 7,0 bis 7,2 zur Aggregatstabilisierung mit hochreaktiven magnesiumarmen bis magnesiumreichen Kalken (Kreidekalk, Faxe-Korallenkalk, Carbokalk), Mg-Werte liegen im optimalen bis hohen Versorgungsbereich und sollten nicht erhöht werden, Magnesium hat ein geringeres Aggregierungsvermögen als Calcium. Gegen Verschlämmung der ton- und schluffreichen Marschböden ist Kalkung im Herbst auf die Bodenoberfläche nach Aussaat ohne Einarbeitung vorteilhaft.
- Phosphat: Versorgungswerte im optimalen, mittleren Bereich, bereitet sowohl bei mineralischer oder organischer Düngung keine Schwierigkeiten; es besteht Möglichkeit einer Gülleaufnahme aus viehstarken Betrieben.

d) Presse

- i. Die letzten 20% in Angriff nehmen, Bauernblatt 13.08.2016

Düngung optimieren – die letzten 20% gilt es in Angriff zu nehmen

Die operationelle Gruppe „Düngemanagement“ hat sich zu einem Praxisgespräch getroffen

Auf dem Betrieb der Petrs GbR traf sich am 14. Juli die operationelle Gruppe (OG) „Düngemanagement“ mit den Landwirten des unterstützenden Netzwerkes. Ziel war es die Maßnahmen, die auf den Projektflächen in der nächsten Saison geplant sind, mit den Betriebsleitern zu diskutieren.

Unterstützt wurde der Lead Partner Maschinenring Dithmarschen hier von Experten die zu den unterschiedlichen Schwerpunkten allen Beteiligten zunächst einen Überblick gaben.

Die 20 anwesenden Landwirte wurden vorab von Frau Böger – Projektleiterin beim Maschinenring Dithmarschen – über den bisherigen Verlauf des Projektes sowie den aktuellen Sachstand in Bezug auf erste Ergebnisse informiert. Im Anschluss stellte Tim Blohm – Lohnunternehmen Anke und Tim Blohm – das Stripp Till System zur Ausbringung organischer Dünger vor. Das Unternehmen Blohm hat sich schon vor vielen Jahren der innovativen Ausbringungstechnik verschrieben. Im letzten Jahr hat das Unternehmen auf über 1000 ha die Strip Till Technik eingesetzt.

Die Vorteile, vor allem für die Schonung der Flächen liegen, durch die Verteilung des Gesamtgewichtes auf die Breite von 6m (beim Dreirad-Gerät) auf der Hand. Zusätzlich dazu wird jeder Bodenpunkt nur einmal, von einem der Räder überfahren. Dies ist für die Praktiker auch in Bezug auf die Befahrbarkeit der Flächen von Bedeutung. Da es im Bereich der Ausbringung organischer Dünger nur ein begrenztes Zeitfenster gibt, hat der Einsatz innovativer Technik für alle Beteiligten einen hohen Stellenwert. Die weiteren Argumente sind die schnellere und bessere Verfügbarkeit der Nährstoffe für die Pflanze. Auch der Einsatz auf Weizenflächen der Marsch wurde von den Anwesenden Betriebsleitern als gute Möglichkeit angesehen, effektiv Nährstoffe an die Pflanze zu bringen und im Bereich der Übermengen vorhandener Gülle entgegen zu wirken.

Im zweiten Vortrag stellte Herr Henze – Saaten Union - die Möglichkeiten in der Arbeit mit Zwischenfrüchten vor. Die Pflege der Bodenstruktur und des Bodenlebens steht hier im Vordergrund. „Die besten Mitarbeiter sind die Regenwürmer“ beschrieb Herr Henze sehr anschaulich die Aufgabe die die Betriebsleiter in Bezug auf ihre Flächen haben. Die Integration von Zwischenfrüchten in die Fruchtfolge hat viele Vorteile, die über die bessere Ausnutzung vorhandener Nährstoffe deutlich hinaus geht. So verbessert sich auch die Wasserhaltefähigkeit der Flächen. Eine Steigerung des Humusgehaltes um 0.5% ermöglicht eine gesteigerte Wasserhaltefähigkeit von 15-18 mm.

Die Teilnehmer diskutierten bei diesem Thema Schwerpunktmäßig über die Wirtschaftlichkeit. So wies Herr Peters (Peters GbR) darauf hin, dass die Erträge von Mais nur schwierig mit anderen Kulturen zu erreichen sein. Für den weiteren Projektverlauf werden hier auf ausgewählten Standorten individuelle Pläne für den Anbau von Zwischenfrüchten, aber auch Untersaaten, erarbeitet. Der Ansatz die Bodengesundheit zu verbessern, und damit die Ausbringung von Stickstoffdüngern zu reduzieren ist ein Ziel welches von den Landwirten sehr unterstützt wird.

Den Abschluss der Vortragsreihe bildete Herr Borowy – Vereinigte Kreidewerke Dammann. Er bestätigte in seinem Vortrag noch einmal die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen die im Rahmen des Projektes gezogen worden sind. Auf vielen Flächen ist der pH- Wert in einem guten Bereich.

„Aber es geht auch nicht um die guten 80%, wir müssen auf die 20% Optimierungspotential schauen“ so Herr Borowy. Der pH-Wert und damit verbunden die Struktur/Bearbeitungsfähigkeit des Bodens sind durch gezielte Kalkung zu verbessern. Dies gilt zum einen für den Zeitpunkt, aber vor allem für die ausgewählte Kalkart. So gibt es hier entscheidende Unterschiede in den Anforderungen der Bodentypen aus der Marsch und der Geest.

Abschließend wurden, in einer regen Diskussion, die vorgestellten Möglichkeiten von allen Beteiligten mit Blick auf die Praxistauglichkeit im Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Umsetzbarkeit und Anpassung an Betriebsabläufe analysiert.

Auch die Frage nach neuen Ideen und Anregungen für den weiteren Projektverlauf wurden mit innovativen Ansätzen beantwortet.

Eine intensive und konzentrierte Veranstaltung brachte neue Ansätze und bestätigte wieder einmal die Notwendigkeit eng mit den Praktikern zusammen zu arbeiten.

ii. EIP Fachtagung 24.02.2017

Am 24. Februar 2017 fand im Albersdorf die EIP Fachtagung Düngung 2020 statt:

Die Düngung optimal auf Boden, Pflanze und Technik abstimmen

Das EIP Projekt „Düngemanagement“ des Maschinenring Dithmarschen befasst sich mit dem Optimierungspotential der Düngung. Bei dieser Arbeit wurde zunehmend Informations- sowie Gesprächsbedarf der Praktiker festgestellt. Die Veranstaltung der Operationellen Gruppe Düngemanagement am 24. Februar im Albersdorf beschäftigte sich mit dem Thema „Düngung - Herausforderungen, Chancen, Innovationen“. Der Einladung folgten 80 Teilnehmer die sich in Fachvorträgen informierten und mit den Referenten diskutierten.



Abbildung 8 **Flyer EIP Fachtagung - Düngung**

Zu Beginn der Veranstaltung betonte Carola Ketelhodt vom Innovationsbüro in Rendsburg die Notwendigkeit mit vielen Ideen und Anregungen aus der praktischen Landwirtschaft die Zukunft aktiv zu gestalten. Dr. Uwe Schleuß vom MELUR gab einen Einblick in die gesetzlichen Vorgaben. Deutlich wurde hier, welche Neuerung die Landwirte zu erwarten haben, wenn die beschlossenen Änderungen des Düngegesetzes am 17. März 2017 auch im Bundesrat Zustimmung finden. Gegenüber der geltenden Rechtslage zeichnet sich bei der Düngerverordnung eine entscheidende Änderung ab – eine Düngedarfsermittlung ist zukünftig für jeden Schlag bzw. jede Bewirtschaftungseinheit durchzuführen. Der so ermittelte Bedarf an Stickstoffdüngern darf grundsätzlich nicht überschritten werden.

Der Boden muss funktionieren

Max Schmidt (Dipl. Ing. (FH) agrar) Kalk – und Bodenspezialist aus Süddeutschland betonte „Der Boden muss funktionieren. Dies ist die wichtigste Grundlage für die Erhaltung der Erträge und Qualitäten unter den neu zu erwartenden Vorgaben“. In seinem Vortrag ging er auf die Bedeutung der Kalkversorgung für die Bodenfruchtbarkeit ein. Die Versauerung des Bodens stelle die größte Gefahr für die Fruchtbarkeit der Böden dar.

Folge – die Böden verschlämmen, sind dicht gelagert, kalt und sauerstoffarm. In anschaulichen Versuchen zeigte der Spezialist die Entwicklung unterschiedlichster pH-Werte und die Auswirkungen wie zum Beispiel auf die Wasserhaltefähigkeit der mitgebrachten Bodenproben.

„Gesunde Ackerböden mit optimalen Erträgen erfordern eine regelmäßige Kalkdüngung nach Entzug und Auswaschungsverlusten.“ gab der Referent allen Teilnehmern zum Abschluss noch einmal mit auf den Weg.

Technische Innovation als Chancen

Der zweite Tagungsteil begann mit Henning Gerken von der Firma John Deere. Dieser befasste sich in seinem Vortrag „In ist was drin ist“ mit der Bestimmung der Inhaltsstoffe von Wirtschaftsdüngern in Echtzeit. „Gülle ist und bleibt ein wertvoller Wirtschaftsdünger“ betonte Henning Gerken. Die positiven Auswirkungen auf den Humusaufbau, das Bodenleben und die Bodenstruktur machten diesen Dünger so interessant. Für Praktiker sei die Heterogenität der Inhaltsstoffe oft noch ein Grund für die Zurückhaltung diesen Wirtschaftsdünger einzusetzen. Untersuchungen belegen, dass die Schwankungen bei den Messungen der Inhaltsstoffe massiv sind. So werden bei Stickstoff variierende Werte mit bis zu 10 kg/m³ Unterschied gemessen. Gerade in Bezug auf die steigenden Dokumentationsanforderungen ist es für den Praxiseinsatz von entscheidender Bedeutung diese Werte so genau wie möglich bestimmen zu können. Die Firma John Deere bietet hier mit der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) eine Möglichkeit die Inhaltsstoffe bei der Ausbringung zu bestimmen und die Menge über Zielwerte zu regeln.

Für den optimalen Einsatz der Mineraldünger stellte Ralf Petersen (Werksvertretung Tebbe und Rauch) abschließend die neusten technischen Möglichkeiten vor. Das Unternehmen Rauch bietet verschiedene Streuer, mit genauester EMC Mengenregelung für jede Wurfscheibenseite, optimal einstellbaren Grenzstreusystemen und erstaunlichen Teilbreitenschaltungen trotz Schleuderprinzip. Angebote wie GPS SectionControl und OptiPoint ermöglichen ein noch genaueres Streuen im Sinne der neuen Düngerverordnung. Ralf Petersen erläuterte weiterhin die grundsätzliche Fahrzeugbauweise von Tebbe, eine hohe Fertigungstiefe mit einigen Besonderheiten in Stabilität und Haltbarkeit.

Claus Timmermann vom Landesverband der Maschinenringe Schleswig - Holstein übernahm abschließend die Herausforderung die emotionale Podiumsdiskussion zu moderieren. Die Aussichten, die Schleuß am Vormittag aufzeigte, lösten bei vielen Teilnehmern „Gesprächsbedarf“ aus.

„Wenn ich ein schlechtes Erntejahr habe, verursacht durch Starkregen, dann darf ich im nächsten Jahr nur noch 170 kg Stickstoff streuen?“ war die Frage eines Teilnehmers an das Plenum. Dr. Uwe Schleuß weist noch einmal auf die individuelle Dokumentation hin. „Um betrieblichen Besonderheiten Rechnung zu tragen gibt es in einzelnen Punkten Abweichungsmöglichkeiten, zum Beispiel um durch Witterungsextreme gegebene Ertragsverluste in der Bilanzierung Rechnung tragen zu können.“ Dennoch lässt dieses Thema die Teilnehmer nicht los. Auch der Hinweis von Prof. Conrad Wiermann von der Fachhochschule Kiel „Wir alle können uns aufregen, aber die Fakten sind da. Wir müssen handeln und uns auf das vorbereiten was kommt.“ kann die Sorgen der Diskutierenden nicht mildern.

iii. Gemeinsame EIP Fachtagung 06.02.2018

Am 06. Februar 2018 veranstalteten die Projekte OG Grünland, OG Heimisches Eiweiß, OG Milch-, Futter und Fütterung und OG Düngemanagement gemeinsam eine EIP Fachtagung zum Thema Stickstoffeffizienz in der Landwirtschaft.



iv. Artikel zur Kopfkohllagerschau in Marne erschienen im Bauernblatt 2017
N-min Sollwert im Kohl – machbar oder sonderbar?

Der Kohlanbau in Dithmarschen hat eine lange und erfolgreiche Tradition. Aber Erfolg schützt bekanntlich nicht vor Tiefschlägen. Die Forderungen eines Nmin Sollwertes im Kohl stellt für viele Betriebe einen drohenden Einschnitt in den Anbau Ihrer Kultur dar. Aber ist das wirklich so? Ist das eine sonderbare - nicht praxisgerechte Herausforderung? Dieser Frage stellt sich der Gemüseanbauerverband aus Marne im Rahmen des EIP Förderprojektes „System zum optimierten Düngemanagement im Acker-, Futter- und Gemüsebau an Schleswig - Holsteins Westküste“

Kopfkohl ist eine Kultur mit hohem Stickstoffbedarf und vergleichsweise langer Vegetationszeit. Weiß- und Rotkohl wird in Dithmarschen vorrangig zur Lagerung angebaut. Lagerkohl stellt hohe Anforderungen an den Produzenten, da nur Kohl mit stabilem Zellgewebe und einem hohen Anteil an Chlorophyll auch nach monatelanger Lagerung mit vertretbarem Aufwand aufbereitet und verkauft werden kann. Voraussetzung ist ein harmonisches Wachstum der Pflanzen, d.h. eine gleichmäßige Entwicklung möglichst ohne Wachstumsstockungen bzw. Wachstumsschübe bis zur Ernte. Im Gegensatz zu vielen Ackerbaukulturen muss Gemüse im Wachstum geerntet werden, d.h. ein Nitratrest zum Zeitpunkt der Ernte ist für eine hohe Qualität zwingend erforderlich.

Durch die Novellierung der Düngeverordnung, aber auch wegen gesellschaftlicher Forderungen werden in Zukunft die Stickstoffgaben reduziert werden müssen. Beobachtungen zeigen jedoch, dass bei bloßer Reduzierung der N-Düngegaben ohne Umstellung der Düngestrategie die erforderliche Qualität zur Einlagerung häufig nicht erreicht wird.

Wie kann hier den Betrieben ein System an die Hand gegeben werden, die zu erwartenden Anforderungen zu erfüllen, ohne Ertragseinbußen und Lagerverluste zu befürchten?

Mit dieser Frage beschäftigt sich der Gemüseanbauerverband im Rahmen seiner Teilnahme an dem EIP Projekt „System zum optimierten Düngemanagement im Acker-, Futter- und Gemüsebau an Schleswig - Holsteins Westküste“ vom Maschinenring Dithmarschen.

Ziel ist es, ein Referentssystem zu entwickeln, mit welchen die reduzierte Stickstoffdüngung so über die Vegetationszeit hinweg verteilt werden kann, dass zum einen die Stickstoffzufuhr reduziert werden kann und zum anderen eine höchstmögliche Lagerqualität erreicht wird.

Auf den teilnehmenden Betrieben wurden unterschiedliche Düngestrategien getestet.

Um Erkenntnisse aus den Versuchen zu generieren ist eine Saison zu wenig – so viel steht fest. Ein Jahr macht den Kohl zwar fett, aber noch nicht das Projektergebnis. Es gibt Tendenzen die zeigen, dass entgegen der landläufigen Meinung eine Düngung zu späteren Zeitpunkten ohne Ertrags- und Qualitätsverluste möglich scheint. Auf den leichteren Standorten zeigte die Düngung nach N-min eher höhere Kopfgewichte, auf schweren Standorten niedrigere. Die Verträglichkeit der späteren Düngergaben hinsichtlich Blattverbrennungen war stets gegeben. Das lässt Vermutungen zu, dass die Vorgabe der Nmin-Sollwerte im Kohlanbau machbar sein kann. Dennoch ist die Ausarbeitung eines Referenzsystems zwingend erforderlich um die Wirtschaftlichkeit dieses Produktionszweiges nicht zu gefährden.

Die Beratung stellt gerade für die Herausforderungen der Zukunft eine wichtige Basis für die Betriebe dar. Hier wird das Know how gebündelt und die Möglichkeiten und Innovationen erkannt und bewertet. Für die Betriebe ist es ein großer Mehrwert, dass der Marner Beratungsring im Rahmen des EIP Projektes die Gelegenheit hat, das Referenzsystem zu erarbeiten. Eine solche Arbeit ist sowohl, zeit- als auch kostenintensiv. Daher kommt den Betrieben die Förderung des Ministeriums hier direkt zu gute. Im Gegenzug beteiligen sich die Projektbetriebe mit der Bereitstellung Ihrer Flächen, und der Bereitschaft neue Wege zu gehen. Eine klassische Win-Win Situation!

Nutzen Sie auf der diesjährigen Kohllagerschau in Marne die Gelegenheit sich über die Arbeit des Gemüseanbauerverband zu informieren. Hier bekommen Sie Einblicke über die unterschiedlichen Sorten, die Düngungsempfehlungen und die Ergebnisse aus einer Vielzahl an Versuchen, die auch über das Projekt hinaus, von dem Beratungsring durchgeführt werden.

Lead-Partner

Maschinenring Dithmarschen GmbH
Waldschlößchenstr.47
25746 Heide

Ansprechpartner

Thies Siebels, Maschinenring Dithmarschen
siebels@mr-dithmarschen.de

Christiane Meyer, MR Agrarnetz GmbH
meyer@mr-agrarnetz.de

Hannah Müller, MR Agrarnetz GmbH
mueller@mr-agrarnetz.de

Fotonachweise

Christiane Meyer und Rike Herzog