

Umsetzung eines Internetdienstes zur nutzungs- und schlagspezifischen N-Düngeplanung unter Einbeziehung von Pilotbetrieben

Teilprojekt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Düngeberatung in ISIP auf der Basis von Pilotbetrieben

Az. 26236-34

Ein Verbundprojekt von
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-
Universität Kiel
Institut für Bodenkunde der Leibniz Universität Hannover
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Niedersachsen



Abschlussbericht

Landwirtschaftskammer Niedersachsen



Dr. Gerhard Baumgärtel
Marianne Fritzensmeier
Dorit Ebner

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Aufgabenbereiche der LWK	2
2.1	Erfassung der Monitoringdaten	3
2.2	Auswahl und Anlage der Referenzflächen	7
2.2.1	Standortangaben	7
2.2.2	Beschreibung der Düngesysteme	8
2.3	Auswahl und Anlage der Pilotflächen	10
2.3.1	Standortangaben	10
2.3.2	Beschreibung der Düngesysteme	11
2.4	Auswahl der Testflächen	12
3	Von den Ergebnissen zu den Empfehlungen	14
3.1	Ergebnisse Pilotflächen	16
3.1.1	2008	16
3.1.2	2009	20
3.1.3	2010	30
3.2	Ergebnisse Referenzflächen	34
3.2.1	2010	34
4	Umsetzungen der Empfehlungen in der Beratung	38
4.1	Darstellung der Ergebnisse in ISIP	38
4.1.1	2008	38
4.1.2	2009	40
4.1.3	2010	41
4.2	Weitere Öffentlichkeitsarbeit	43
4.2.1	Beteiligung weiterer Bundesländer und Darstellung der Ergebnisse in ISIP	45
4.2.2	Informationsveranstaltung vor Düngeexperten der Länderoffizialberatung	47
4.2.3	Präsentation des ISIP Modells auf den DLG-Feldtagen in Bockerode	48
4.2.4	DBU Statusseminar	48

5	Düngeempfehlungen im Internetportal ISIP 2011	50
6	Fazit und Ausblick	53

Anhang

1	Pilotflächen	57
1.1	Ableitung der Düngeempfehlungen unter Einbeziehung von N-Diff	57
1.1.1	Projektjahr 2008	57
1.1.2	Projektjahr 2009	60
1.2	Düngermengen, Düngetermine, Erträge und Qualitäten 2008-2010	61
2	Referenzflächen	71
2.1	Düngermengen, Düngetermine, Erträge und Qualitäten 2008-2010	71
3	Projektbesprechungen	74

1 Einleitung und Zielsetzung

Im Ackerbau stellt der Stickstoff den für Ertrag und Qualität der Kulturpflanzen bedeutendsten Nährstoff dar. Er wird den Kulturpflanzen dabei entweder in Form von Mineraldünger oder in organischer Form zugeführt. Trotz intensiver Forschungs- und Beratungsarbeit zur Verbesserung der Stickstoffnutzungseffizienz werden weiterhin unbefriedigend hohe N-Überschüsse erzielt (*Bach und Frede 2005*).

Im Rahmen der Novellierung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl I S. 221) sind Grenzwerte für N-Salden zur Bewertung des betrieblichen Nährstoffvergleiches für landwirtschaftliche Betriebe festgeschrieben worden. Im Durchschnitt der Jahre 2009, 2010 und 2011 und späteren Düngejahre soll der Überschuss im dreijährigen Schnitt weniger als 60 kg N/ha betragen.

Wegen dieser Vorgaben und nicht zuletzt auch wegen des ökonomischen Drucks im Bereich Düngung in der Landwirtschaft sucht die Beratung nach präziseren Orientierungswerten für die N-Nachlieferung, die sie der landwirtschaftlichen Praxis für eine optimierte Stickstoffdüngung an die Hand geben kann.

Wetterextreme der letzten Jahre wie z.B. lange Trockenphasen im Frühjahr oder ergiebige Niederschläge im Winterhalbjahr stellen die Pflanzenproduktion und insbesondere die Düngeberatung künftig vor große Herausforderungen. Derartige Witterungsereignisse können Mindererträge und verringerte Düngeerausnutzung bzw. daran nicht angepasste Düngermengen und damit erhöhte Stickstoffüberhänge bewirken. Werden diese letztendlich ausgewaschen, führen sie zur Belastung der Umwelt. Um dies in Zukunft zu verhindern, ist es wichtig, die Prognosemöglichkeiten zur N-Aufnahme der Pflanzen sowie zur N-Mineralisation im Boden während der Vegetation in das System zu integrieren.

Hauptziel ist die flächendeckende Umsetzung und Einführung einer nutzer- und schlagspezifischen Online-N-Düngeempfehlung im Weizenanbau über ISIP für die Modellregion Niedersachsen. Das Modell sollte so konzipiert werden, dass der Nutzer (Landwirt, Berater) mit einem für ihn minimalen Aufwand individuell auf ihn zugeschnittene und zeitlich an die aktuellen Bedingungen angepasste, qualitative und quantitative Hinweise zur Düngeplanung in Form von Grafiken, Kennwerten und Kommentaren erhält.

Die Laufzeit des Projektes begann zu Vegetationsbeginn 2008. Zusätzlich zu den Referenzflächen wurden seit 2008 von der Landwirtschaftskammer sogenannte Pilotbetriebe in das Projekt eingebunden und betreut. Im Gegensatz zu den Referenzflächen bestand auf den Betrieben die Möglichkeit, auf unterschiedlich bewirtschafteten Winterweizenschlägen in Großparzellen die Praxistauglichkeit des Modells zu überprüfen und der Praxis (Betriebsleitern) Informationen über effiziente Düngermengen und den geeigneten

Düngezeitpunkt zu vermitteln.

In der Vegetationsperiode 2010 wurden zusätzlich Testflächen in Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen eingebunden, um die Datenbasis und die praktische Nutzung der ISIP-Düngeempfehlung zu erweitern.

2 Aufgabenbereiche der Landwirtschaftskammer

Indem die Landwirtschaftskammer Düngeversuche auf den Versuchsfeldern anlegte und betreute, leistete sie einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung eines Internetdienstes für die schlagspezifische N-Düngeplanung über ISIP. Die Demonstration von betriebsüblicher Düngung im Vergleich zur modellgestützten Empfehlung erfolgte auf Praxisflächen in Pilotbetrieben.

Die Gesamtdauer des Projektes umfasste die Vegetationsperioden 2008, 2009, 2010 und 2011. Die Projektarbeiten wurden in dieser Zeit fachlich von Dr. Gerhard Baumgärtel, Marianne Fritzensmeier und Dorit Ebner (LWK Niedersachsen) koordiniert und betreut. Dadurch war eine zeitliche und inhaltliche Abstimmung aller Untersuchungsarbeiten auf den Referenz- und Pilotflächen sowie ein reibungsloser Datenaustausch zwischen den Gruppen und eine abgestimmte Weitergabe von Ergebnissen an das Internetportal ISIP (Informationssystem Integrierter Pflanzenbau) gewährleistet. Zahlreiche Treffen mit den Projektpartnern zu folgenden Themen waren notwendig:

- Auswertung der Messdaten, Vergleich Referenz- und Pilotstandorte
- Besprechung zur Darstellung des Projektes in ISIP
- Besprechung der Ernteergebnisse
- Vorbereitung des Workshops 2008
- Vorstellung der einzelnen Modell-Module der Projektpartner und deren Verknüpfung
- Vorstellung der Präsentationen der Projektpartner und Abstimmung der Vorträge zum Workshop 2008
- Workshop 2008 mit Betriebsleitern
- Vorbereitung des Workshops 2009
- Vorstellung der Präsentationen und Abstimmung der Vorträge zum Workshop 2009
- Workshop 2009 mit Betriebsleitern und Beratern
- Besprechung und Vorbereitung der Vegetation 2010

Die im Verlauf des Projektes von der Landwirtschaftskammer organisierten und vorbereiteten Treffen sind im Anhang (Tab. 22, S. 74) im Detail aufgelistet. Die jeweiligen Teilnehmer der Veranstaltungen können ebenfalls dort nachgelesen werden.

Grundlagen für die Düngeberatung bildeten in 2008 die Monitoringdaten aus Düngeversuchen von 4 Referenzflächen und 4 Pilotbetrieben. Im Jahr 2009 erfolgte die Erweiterung auf 5 Pilotbetriebe. 2010 wurden die Monitoringdaten der Düngeversuche um 7 Testflächen in Niedersachsen (4), Sachsen-Anhalt (1 Testfläche in Bernburg) und Thüringen (2 Testflächen in Buttstedt) erweitert. Eine weitere Testfläche in Nordrhein-Westfalen konnte in 2010 nicht mehr zur Verfügung gestellt werden.

Die Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer führten die Messungen auf den Referenzflächen und in den Pilotbetrieben durch und waren verantwortlich für die Koordination des Projektes. In Absprache mit den Projektpartnern wurden Beratungsempfehlungen zur Stickstoffdüngung abgeleitet und an die Betriebsleiter weitergegeben bzw. mit ihnen besprochen.

Die Verbreitung der Ergebnisse und Empfehlungen in der Praxis erfolgte durch Internet, Workshops, Presse, Vorträge sowie Feldtage und Feldrundfahrten. Dabei wurden die regionalen Pflanzenbauberater eingebunden.

2.1 Erfassung der Monitoringdaten

Tabelle 1: Messmethoden und deren Anwendung

Messmethode/ Erfassung	Gerät	Referenzflächen	Pilotflächen	Testflächen
Blattflächenindex	LAI 2000	X	X	
	Fotoapparat	X	X	X
Nitratgehalt	Nitrachek	X	X	
N-Tester	Yara	X	X	
EC- Stadium		X	X	X

Auf allen Versuchsstandorten (Referenz- und Pilotflächen) und für alle Varianten sind in den Projektjahren 2008 bis 2010 zur Vegetation Messungen zur Zusammenstellung eines Datenpools für alle Projektpartner durchgeführt worden. Sie stellen letztendlich die Basis für das Düngeempfehlungsmodell dar. Die einzelnen Messmethoden sind in Tabelle 1 aufgeführt. Mit Hilfe des Gerätes „LAI 2000“ der Firma LI COR wird der Blattflächenindex im Bestand gemessen (Abb. 1), der das Verhältnis zwischen Blattoberfläche zur Bodenoberfläche und damit die Bestandesdichte angibt. Daraus wird mit Hilfe des Modells die N-Aufnahme des

Pflanzenbestandes berechnet.



Abbildung 1: Messungen mit dem Gerät LAI 2000

Da diese Methode recht aufwendig und das Gerät teuer ist, sind Alternativen entwickelt worden. Den Bestand zu fotografieren ist wesentlich einfacher und zukünftig praktikabel für den Landwirt. Es reicht eine einfache Digitalkamera oder ein Fotohandy, um den Bestand von Vegetationsbeginn bis zum Bestockungsende einmal wöchentlich zu fotografieren. Dabei muss die Kamera senkrecht von oben in ca. 1m Abstand zum Bestand gehalten werden (Abb. 2 und 3). Mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogramms kann der Bedeckungsgrad leicht ermittelt werden, der zur Berechnung der N-Aufnahme des Pflanzenbestandes benötigt wird. In 2009 wurde die Methode getestet und in 2010 berechnete die Uni Kiel die N-Aufnahme der Testflächen komplett über die Fotografie.

Die Referenz- und Pilotflächen wurden von den Projektmitarbeitern parallel zu den in Tabelle 1 aufgeführten Messungen ebenfalls fotografiert, um die Vergleichbarkeit der verschiedenen Methoden zur Ermittlung des Bedeckungsgrades zu testen. Die Fotos der Testflächen lieferten die teilnehmenden Landwirte bzw. die Mitarbeiter der Landesanstalten.



Abbildung 2: Testfläche Koe3 zum Vegetationsbeginn am 30.03.10



Abbildung 3: Testfläche Koe3 zum Bestockungsende am 27.04.10

Die Stickstoffversorgung der Bestände auf den **Referenz-** und **Pilotflächen** wurden während der Vegetation wöchentlich mittels **Nitratmessungen** (Nitrachek-Methode) überprüft. Diese sogenannte Nitrachek-Methode ist eine in der Beratungsarbeit seit Jahren bekannte Messmethode, die in der Handhabung bereits vertraut ist und daher eine gute Vergleichsmöglichkeit für neue Modelle bietet.

Die Messung des Nitratgehaltes erfolgt dabei im verdünnten Pflanzensaft, der durch Quetschung der unteren Halmabschnitte gewonnen wird. Anhand der Verfärbung von Teststäbchen wird der Nitratgehalt dann mit Hilfe eines Photometers bestimmt (Abb. 4).



Abbildung 4: Ausrüstung Nitrachek

Eine Nitratkonzentration von 600-800 ppm Nitrat im Pflanzensaft wird dabei als ausreichend für eine optimale Versorgung der Pflanzen angesehen. Aufgrund ungewöhnlicher Witterungsverhältnisse in allen drei Versuchsjahren und zur Überprüfung der simulierten Werte im Feld wurde diese recht aufwendige Methode in den Versuchsjahren 2008 bis 2010 eingesetzt.



Abbildung 5: Messungen mit dem N-Tester

Zusätzlich erfolgte in den Vegetationsperioden 2008 und 2009 die wöchentliche Ermittlung des Chlorophyllgehaltes der Pflanzen mittels **N-Tester** der Firma Yara (Abb. 5). Die Bestandesdichten und Chlorophyllgehalte wurden von der Uni Kiel zusammen mit den Entwicklungsstadien zur Berechnung der N-Aufnahme der Pflanzen benötigt. 2010 waren diese Messungen nicht mehr notwendig, da die Methode der Bestandesfotografie diese ersetzte.

Die Ergebnisse der Blattflächenindexmessungen, die Fotos sowie die N-Tester-Werte wurden wöchentlich zur weiteren Bearbeitung nach Kiel weitergeleitet (zu den Ergebnissen siehe Bericht Universität Kiel).

2.2 Auswahl und Anlage der Referenzflächen

2.2.1 Standortangaben

Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen legte für das Teilprojekt „Düngeberatung in ISIP auf der Basis von Pilotbetrieben“ auf vier ihrer Versuchsfelder in Borwede, Hamerstorf, Poppenburg und Königslutter Versuchsvarianten in Winterweizen mit unterschiedlicher Stickstoffdüngung als Referenzflächen an. Lage und Standorteigenschaften der Versuchsflächen sind in der nachfolgenden Abbildung 6 sowie in Tabelle 2 dargestellt.

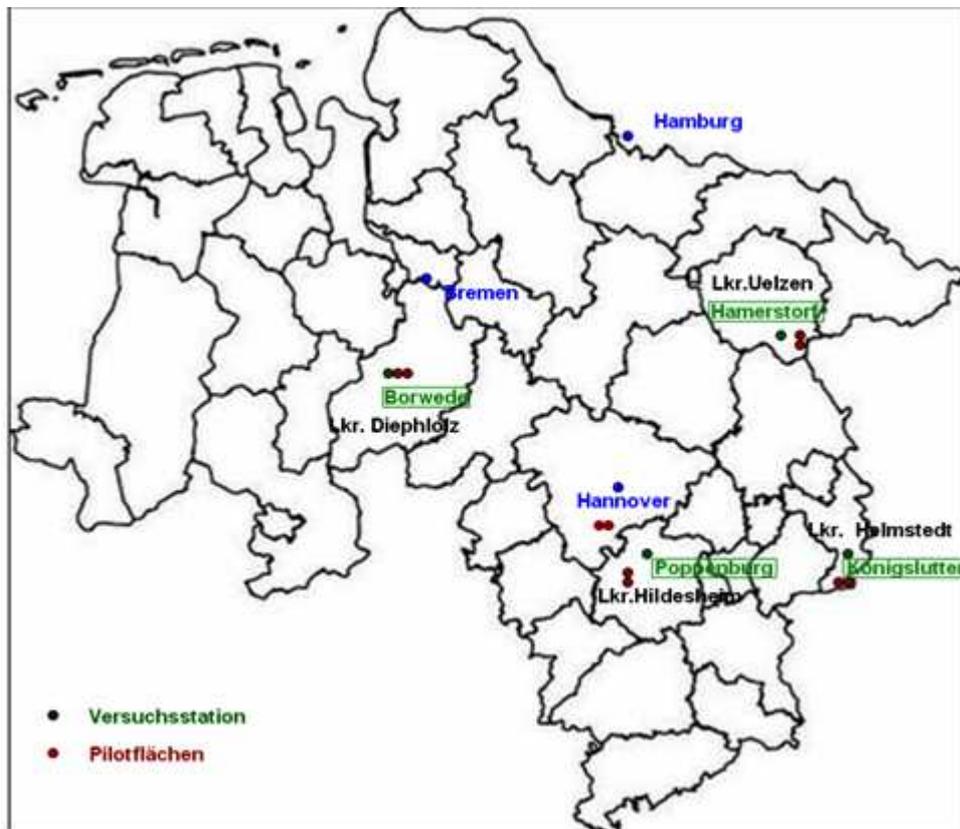


Abbildung 6: Lage der niedersächsischen Versuchsstandorte

Die Versuchsflächen sind über Niedersachsen verteilt und liegen in Regionen mit unterschiedlichen Bodentypen. In Hamerstorf handelt es sich um eine Fläche auf einem Sandstandort mit Beregnung. Die Fläche in Borwede liegt in einer Viehhaltungsregion und ist ein Sandlössstandort. Im Süden und Südosten Niedersachsens haben wir zwei Lössstandorte in einer klassischen Weizenregion gewählt.

Die Referenzflächen beinhalten die wichtigsten in der Praxis gängigen, so wie neuere zur Diskussion stehende Düngesysteme mit unterschiedlichen Düngermengen und Verteilungsmustern. In das Internetportal ISIP eingestellt, können die Monitoringdaten der Düngesysteme wie Bestandesdichte, N-Aufnahme der Pflanzen, N-Testerwerte, N-

Auswaschung, N-Mineralisation und Bodenfeuchte der landwirtschaftlichen Praxis wichtige Entscheidungshilfen hinsichtlich der N-Düngung geben.

Tabelle 2: Standortbeschreibung der Referenzflächen der LWK Niedersachsen

	Borwede	Hamerstorf	Poppenburg	Königslutter
Landkreis	Diepholz	Uelzen	Hildesheim	Helmstedt
Bodentyp	Pseudogley-Braunerde	Braunerde	Parabraunerde	Parabraunerde / Schwarzerde
Bodenart	IS3LoD	SI4D	L2Lo	L3Lo
Ackerzahl	55	40	89	81
Jahresniederschlag mm	725	622	669	620
Jahrestemperatur °C	8,4	8,8	8,7	8,4
Höhe über NN	40	52	95	70

Wie in den vorangegangenen Versuchsjahren wurde Winterweizen (Sorte „Esket“) auf den gleichen Referenzflächen mit den gleichen Vorfrüchten (in diesem Versuch jeweils Blattvorfrüchte) angebaut. Der Vorteil von statischen Referenzflächen ist, dass standortbedingte Einflüsse auf die N-Mineralisation im Boden ausgeschlossen werden können. Damit ist es möglich, jahresspezifische Einflüsse auf die N-Versorgung der Pflanzen abzuleiten sowie aktuelle Hinweise zum optimalen Düngezeitpunkt und zur optimalen Düngermenge zu geben.

2.2.2 Beschreibung der Düngesysteme auf den Referenzflächen

Tabelle 3: Düngesysteme für Winterweizen auf den Referenzflächen in den Jahren 2008 und 2009 (N-Düngemengen in kg/ha; Werte in Klammern incl. Nmin-Vorrat im Frühjahr)

Variante		Vegetationsbeginn	EC 30/31	EC 37	EC 55	Gesamt
1	ohne N	-	-	-	-	-
2	Sollwert	50	(100)	40	40	230
3	Sollwert frühjahrsbetont	70	(80)	40	40	230
4	Sollwert schossetont	30	(120)	40	40	230
5	Sollwert -50%	30	(50)	30	-	115

Die zentrale Variante im Winterweizen in Tabelle 3 ist die Variante „Sollwert“. Der von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen empfohlene Sollwert, d. h. das erforderliche Stickstoffangebot aus dem Boden und aus der Düngung, beträgt für Qualitätsweizen 230 kg N/ha. In den Varianten 3 und 4 wird im Verlauf der Vegetation die gleiche Stickstoffmenge anders verteilt angeboten. Die Parzellen „Ohne N“ und „Sollwert - 50%“ geben Hinweise auf die

standortspezifische N-Nachlieferung und die Ausnutzung des Düngerstickstoffs. Die Andüngung erfolgte in allen 3 Versuchsjahren mit Piamon (33 N/ 12 S) zur Sicherstellung einer optimalen Schwefelversorgung. Bei allen weiteren Maßnahmen wurde Harnstoff eingesetzt.

Bei der Berechnung der notwendigen N-Düngermenge zum Schossen im EC Stadium 30/31 wurde der Nmin-Wert, der im Frühjahr vor der ersten N-Düngung als Bodenvorrat gemessen wurde, berücksichtigt, indem er von der jeweiligen Düngermenge in Klammern abgezogen wurde. Zum Stadium 30/31 waren somit die Varianten 2, 3 und 4 auf einen Wert von 150 kg N/ha und die Variante „Sollwert – 50%“ auf den Wert von 75 kg N/ha aufgedüngt worden. Die N-Düngermenge zum Schossen in der frühjahrsbetonten Variante fiel damit im Vergleich zur schossbetonten Variante wesentlich niedriger aus. Es wurden also keine unterschiedlichen Düngermengen, sondern vielmehr unterschiedliche Verteilungsmuster miteinander verglichen.

Die Abschlussdüngung wird auf die EC-Stadien 37 und 55 aufgeteilt, in den Varianten 2, 3 und 4 mit je 40 kg N. In Variante 5 wird lediglich eine N-Düngergabe in Höhe von 30 kg N/ ha gegeben.

Tabelle 4: Düngesysteme für Winterweizen auf den Referenzflächen des Jahres 2010 (N-Düngemengen in kg/ha; Werte in Klammern incl. Nmin-Vorrat im Frühjahr)

	Variante	Vegetationsbeginn	EC 30/31	EC 37	EC 55	Gesamt
1	ohne N	-	-	-	-	-
2	Sollwert	60	(90)	40	40	230
3	Sollwert frühjahrsbetont	80	(70)	40	40	230
4	Sollwert schossbetont	40	(110)	40	40	230
5	Sollwert -50%	30	(50)	30	-	110
6	Modell (ab 2010)	Zeitpunkt und Menge auf Basis des Rechenmodells				

Der Versuchsplan wurde für die Vegetationsperiode 2010 modifiziert (Tabelle 4). Die Andüngung der Varianten 2 bis 4 wurde um 10 kg N/ha erhöht und die Schossergabe um diesen Wert reduziert. Damit wurde der in letzter Zeit häufiger aufgetretenen Frühjahrs-trockenheit entsprochen.

In 2010 wurde zusätzlich auf den 3 Standorten Hamerstorf, Poppenburg und Königslutter eine Modellvariante (6) auf Basis des ISIP-Rechenmodells angelegt. Damit konnten Zeitpunkt, Verteilung und N-Düngermenge im Gegensatz zu den im Versuchsplan mit den Ziffern 1 bis 5 bezeichneten Varianten flexibel bestimmt werden. Für die Variante „Modell“ wurden die Schlagdaten (Tab 14, S. 45) in das Rechenmodell eingegeben. Im Modell wurden die aktuelle und die für einen Zeitraum von zwei Wochen prognostizierte N-

Mineralisation, die N-Aufnahme des Pflanzenbestandes seit Vegetationsbeginn und die N-Auswaschung berücksichtigt. Die N-Düngeempfehlung für die Modellvariante richtete sich nicht nach vorgegebenen N-Düngermengen zu bestimmten EC Stadien, sondern nach den Ertragserwartungen. Die genauen Düngermengen der Variante 6 können für die drei Standorte im Anhang in den Tabellen 19 bis 21 (S. 71 – 73) eingesehen werden.

2.3 Auswahl und Anlage der Pilotflächen

Parallel zu den Referenzflächen wurden landwirtschaftliche Betriebe mit Pilotfunktion in das Projekt integriert. Auf den Flächen der sogenannten Pilotbetriebe sollte in enger Zusammenarbeit mit dem Betriebsleiter die Praxistauglichkeit des Projektes erkundet werden. Dazu war eine intensive Betreuung der Betriebe durch die Landwirtschaftskammer nötig, denn je besser die Erfahrungen der Betriebe in der Praxis mit der Online-Düngeberatung sind, desto größer ist die Außenwirkung, die durch Multiplikatorfunktion der Betriebe hervorgerufen wird.

Diese Pilotbetriebe wählte die Landwirtschaftskammer in den Regionen aus, in denen auch die Referenzflächen liegen (Abb. 6, S. 7). Im ersten Versuchsjahr wurden 4 Betriebe betreut. Im zweiten Versuchsjahr konnte ein weiterer Pilotbetrieb mit zwei Flächen in das Projekt eingebunden werden.

Auf den Referenzflächen werden in jedem Jahr die gleichen Feldfrüchte (im Projekt Weizen) mit den gleichen Vorfrüchten angebaut. Standortbedingte Einflüsse auf die N-Mineralisation im Boden können durch statische Referenzflächen ausgeschlossen werden. Damit wurde es möglich, jahresspezifische Einflüsse auf die N-Versorgung der Pflanzen abzuleiten, sowie aktuelle Hinweise zum optimalen Düngezeitpunkt und zur optimalen Düngermenge zu geben.

Auf den Betrieben bestand die Möglichkeit, Flächen mit der gleichen Frucht (im Projekt Weizen), aber doch einer sehr unterschiedlichen N-Nachlieferung zu finden. Deshalb wurden jeweils 2 Schläge mit Winterweizen ausgewählt, die sich sowohl in der Bewirtschaftung wie z. B. unterschiedliche Vorfrüchte, Bodenbearbeitung und Sorten als auch in den Standortgegebenheiten unterschieden.

2.3.1 Standortangaben

Die Pilotflächen (Tab. 5) liegen in der Nähe der Referenzstandorte, so können die Angaben zu Jahresniederschlägen, Jahrestemperatur und Höhe über NN von der jeweiligen Wetterstation übernommen werden.

Wie in 2.3 genannt, sind die Standorte mit der Bezeichnung Pop 3 und Pop 4 im Jahr 2009

im Projekt dazu gekommen, daher gibt es für diese Flächen in 2008 keine Angaben. Die Flächen rotieren meist innerhalb des Betriebes, die Bezeichnungen sind jeweils beibehalten worden und stehen für die Flächen im jeweiligen Betrieb.

Tabelle 5: Standortbeschreibung der Pilotflächen 2008 bis 2010 der LWK Niedersachsen

Jahr			2008	2009	2010
Betrieb	Landkreis	Fläche	Boden/ Ackerzahl	Boden/ Ackerzahl	Boden/ Ackerzahl
1	Nienburg	Bor 1	Pseudogley-/ 45	Auenboden/ 40	Auenboden/ 40
		Bor 2	Braunerde/ 43	Esch/ Auenboden/ 39	Esch/ Auenboden/ 39
2	Uelzen	Ham 1	Pseudogley- Braunerde/ 43	Pseudogley- Braunerde/ 41	Pseudogley- Braunerde/ 43
		Ham 2	Braunerde/ 30	Pseudogley- Braunerde/ 43	Braunerde/ 30
3	Hildesheim	Pop 1	Auenboden/ 84	Auenboden/ 84	Auenboden/ 79
		Pop 2	Parabraunerde/ 70	Auenboden/ 84	Auenboden/ 79
4	Hannover	Pop 3	kein Betrieb	Parabraunerde/ 83	Parabraunerde/ 92
		Pop 4	kein Betrieb	Parabraunerde/ 79	Parabraunerde/ 90
5	Helmstedt	Koe 1	Schwarzerde/ 100	Schwarzerde/ 98	Schwarzerde/ 100
		Koe 2	Schwarzerde (vergleyt)/ 84	Schwarzerde/ 98	Schwarzerde (vergleyt)/ 84

2.3.2 Beschreibung der Düngesysteme

In den o. g. 5 Betrieben wurden auf jeweils 2 ausgewählten Schlägen Versuche in Großparzellen angelegt. Auf den Parzellen wurden eine ungedüngte Variante, eine Düngungsvariante nach ISIP Empfehlungen (Modell) sowie eine Variante mit betriebsüblicher Düngung (Betrieb) angelegt.

Die Düngung zu Vegetationsbeginn wurde im Jahr 2008 von den Landwirten je Standort in den gedüngten Varianten (Modell und Betrieb) in gleicher Höhe und zum gleichen Zeitpunkt durchgeführt. Die Entscheidung lag dabei ausschließlich beim Landwirt. 2009 wurde die Höhe der ersten Düngergabe in der Modell-Variante von den Mitarbeitern der Landwirtschaftskammer auf der Basis der Nmin-Methode unter Berücksichtigung von Vorfrucht und Nmin zu Vegetationsbeginn festgelegt. 2010 erfolgte die Andüngung der Modell-Variante schließlich auf Basis des Rechenmodells.

Die Variante „Modell“ wurde im weiteren Verlauf der Vegetation vom Betriebsleiter nach Vorgaben der Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Niedersachsen gedüngt. Diese

Vorgaben wurden in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern im Vorfeld ermittelt und besprochen.

Die Düngung in der Betriebsvariante erfolgte in Höhe und Zeitpunkt ausschließlich nach den Vorstellungen der Landwirte.

Die ungedüngte Variante diente zur Kontrolle der Treffsicherheit der Modellprognosen und zur Abschätzung der N-Nachlieferung im Bestand. Um die Datenbasis zu erweitern und weitere Standorteigenschaften in die Modellierung mit einbeziehen zu können, fanden in den drei Varianten projektbegleitende Messungen zum Blattflächenindex mit dem Instrument LAI 2000, sowie Messungen mit dem Nitrachekgerät und dem N-Tester statt. Außerdem konnten die Nutzer aus den im Internetportal ISIP wöchentlich eingestellten Daten und Abbildungen Entscheidungshilfen für die N-Düngung erhalten.

Um den Erfolg der Düngeberatung zu dokumentieren, wurde in allen Varianten mit einem Kleinparzellenmähdrescher eine repräsentative Kleinparzelle geerntet. Von jeder Variante wurden neben dem Ertrag das Hektolitergewicht (hl-Gewicht) in kg und die Tausendkornmasse (TKM) in g sowie die Qualitätsparameter Fallzahl, Sedimentationswert und Proteingehalt ermittelt. Die Betreuung und Beerntung der Kleinparzellenversuche erfolgte durch Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

Im Anhang sind die Ergebnisse der Auswertungen für jede Pilotfläche in den Tabellen 9 - 18 auf den Seiten 61 – 70 dargestellt.

2.4 Auswahl der Testflächen

Nur auf der Basis einer breiten Datenmenge können die Algorithmen der Modellberechnung evaluiert werden und damit die Treffsicherheit der Modellberechnungen erhöhen.

Aus diesem Grund wurden in 2010 sieben Testflächen für den Datenpool zur Verfügung gestellt und um zwei weitere Bundesländer, Sachsen-Anhalt und Thüringen, erweitert (siehe Tab. 6).

Tabelle 6: Standortbeschreibung der Testflächen im Jahr 2010

	Bundesland	Landkreis	Fläche	Bodenart	Ackerzahl	nächste Wetterstation
1	Niedersachsen	Nienburg	Bor 3	lehmiger Sand	58	Bassum
2		Uelzen	Ham 3	lehmiger Sand	45	Hamerstorf
3		Hannover	Pop 5	Lehm	82	Poppenburg
4		Peine	Koe 3	Parabraunerde	85	Braunschweig
5		Hannover	Bockerode	schluffiger Lehm	80	Poppenburg
6	Sachsen-Anhalt	Bernburg	Bernburg	Schwarzerde	90	Bernburg
7	Thüringen	Sömmerda	Buttelstedt	Schwarzerde	77	Buttelstedt

Die Düngeempfehlungen für diese Flächen wurden ausschließlich von der Uni Kiel auf Basis der Modellberechnungen erstellt. Hierzu war die wöchentliche Ermittlung der Bestandesdichte von Vegetationsbeginn bis zum Bestockungsende notwendig. Diese erfolgte mit Hilfe der von den Landwirten bzw. Mitarbeitern der Landesanstalten im Bestand aufgenommenen Fotos (siehe Kapitel 2.1), die per Mail an die LWK Niedersachsen bzw. zur Uni Kiel gesendet wurden. Die Projektmitarbeiter der Landwirtschaftskammer koordinierten den Datenaustausch für die Testflächen zwischen den Projektpartnern.

Die in Tabelle 6 unter Nummer 1 bis 4 dargestellten Flächen sind Praxisschläge von Landwirten, die als Multiplikatoren in ihrer Region dienen sollten. Außerdem haben die Testflächen den Datenpool für die automatisierte Düngeempfehlung erweitert. Den Landwirten war freigestellt, ihre Schläge nach den Empfehlungen der Modellberechnung zu düngen. Die Düngeempfehlungen nach den Berechnungen der Uni Kiel konnten mehrfach erst zu einem Zeitpunkt geliefert werden, als die Praktiker ihre anstehende Düngung schon ausgebracht hatten. Grund dafür war die z. T. zeitraubende Zusammenstellung aller Daten und deren Übermittlung zwischen den Projektpartnern und zurück zum Landwirt. Eine Beerntung dieser Flächen war aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich.

Die Fläche Nummer 5 befand sich auf dem Demonstrationsfeld der Landwirtschaftskammer Niedersachsen anlässlich der Feldtage der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG).

Die Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau in Sachsen-Anhalt (LLfG)

stellte in Bernburg eine Versuchsfläche bereit, während die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) in Jena zwei Flächen in einem Praxisbetrieb im Kreis Sömmerda zur Düngung nach dem ISIP-Modell zur Verfügung stellen konnte. Beide Landesanstalten düngten die genannten Flächen exakt nach der Modellempfehlung.

Die Bearbeitung der Daten erfolgte an der Uni Kiel.

3 Von den Ergebnissen zur Empfehlung

Ausgehend von den bereits vorhandenen Einzelmodellen der jeweiligen Projektpartner soll für die N-Düngung auf den Pilotflächen im Projektverlauf (2008 bis 2010) ein Konzept für die Beratungsempfehlung entwickelt werden. Am Ende des Projekts steht die automatisierte Düngeempfehlung im Internet unter www.isip.de (siehe Abb. 7).

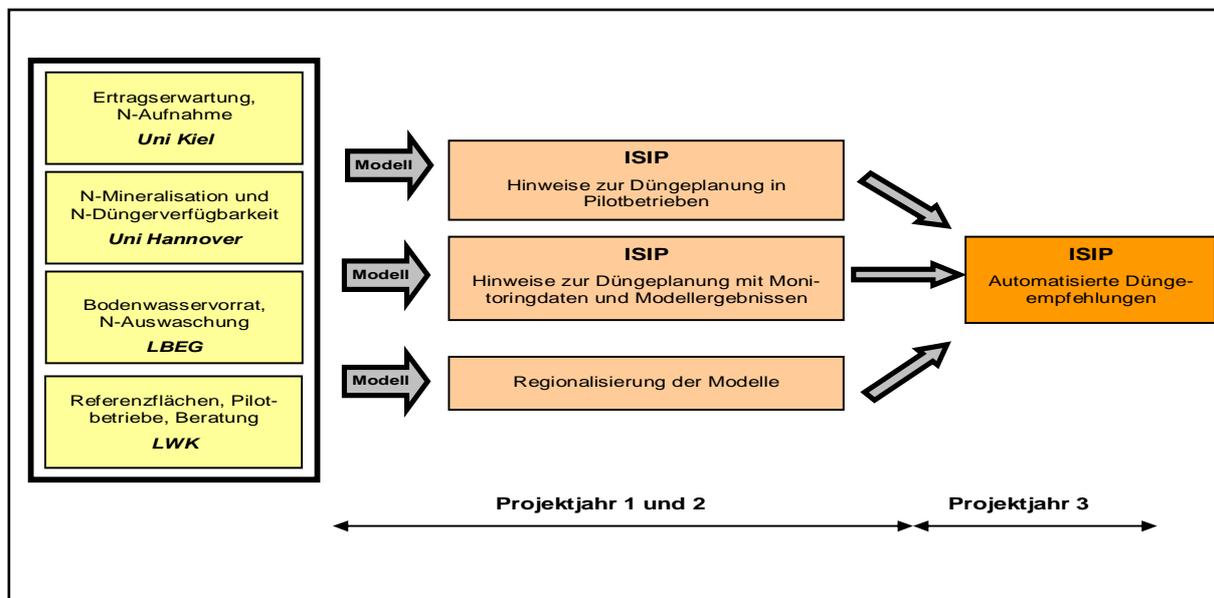


Abbildung 7: Fließdiagramm zur Projektstruktur 2008 bis 2010

Im ersten Projektjahr 2008 wurde der sogenannte N-Diff-Wert als Beratungsgrundlage herangezogen. Die N-Differenz dient als Hilfsgröße zur Bestimmung des N-Angebots des Bodens und setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{N_{min} \text{ Frühjahr}} \\
 & + \mathbf{N\text{-Düngung}} \\
 & + \mathbf{Mineralisation} \\
 & - \mathbf{N\text{-Aufnahme seit } N_{min} \text{ Frühjahr}} \\
 & - \mathbf{Auswaschung} \\
 & = \mathbf{N\text{-Diff}}
 \end{aligned}$$

Das aktuelle Stickstoffangebot besteht dabei aus dem Nmin-Vorrat des Bodens, der im Frühjahr gemessen wurde, der im Vegetationsverlauf ausgebrachten N-Düngung und dem von der Uni Hannover errechneten Mineralisationswert. Die Universität Kiel berechnete zunächst für jeden Standort die N-Aufnahme, die vom Aussattermin bis zum Vegetationsbeginn im Frühjahr erfolgt war. Dieser Wert wurde als Startwert bezeichnet. Ab dem Startwert wurde die N-Aufnahme des Getreides im Vegetationsverlauf aus den Messwerten des LAI 2000 und dem N-Tester berechnet, die dann zu jedem Messtermin vom aktuellen Stickstoffangebot abgezogen wurde, wie auch die vom LBEG (Landesanstalt für Energie, Bergbau und Geologie) wöchentlich berechnete Auswaschung. Als **Richtwert** für den **N-Diff-Wert** wurden **50 kg N/ha** angenommen. Voruntersuchungen der Uni Kiel haben gezeigt, dass die Nitratkonzentration im Bodenprofil für ein optimales Pflanzenwachstum nicht unter den genannten Bereich absinken sollte. Bei Unterschreiten des Wertes sollte eine Anschlussdüngung erfolgen, um den Pflanzen zur optimalen Entwicklung weiterhin ein ausreichendes N-Angebot zur Verfügung stellen zu können.

In der Düngesaison 2009 zeigte sich, dass der berechnete N-Diff-Wert als alleinige Entscheidungsgrundlage für die N-Düngeempfehlungen in Höhe und Zeitpunkt nicht zuverlässig genug war. Als Beispiel soll der Standort POP 3 genannt werden, auf dem der Richtwert sowohl zur 2. als auch zur 3. N-Gabe nicht näherungsweise erreicht wurde, so dass dort aufgrund des N-Diff-Wertes (>100) die N-Düngung im Vegetationsverlauf gleich Null gewesen wäre. Dabei konnte auf die Hinzuziehung weiterer Entscheidungskriterien wie Nitratek, N-Tester, optischer Eindruck und Sollwert zur Düngebedarfsermittlung nicht verzichtet werden. Daraus abgeleitet entstanden für jeden Standort sogenannte „Mindmaps“, auf die im Kapitel 3.1.1 näher eingegangen wird.

Im Jahr 2010 bestand der Unterschied zum Vorjahr darin, dass erstmals die Düngeempfehlungen zur 2. und 3. Gabe (Düngezeitpunkt und Düngermenge) für die Referenz-, Pilot- und Testflächen allein aufgrund der Modellrechnungen der Uni Kiel gegeben werden konnten. Im Vorfeld wurden die berechneten Düngeempfehlungen der Uni Kiel mit den aktuellen Messergebnissen (Blattflächenindex, N-Tester, Nitratek) auf den genannten Flächen abgeglichen. Zu diesem Zeitpunkt war es möglich, eine teilautomatisierte Beratungsempfehlung im Internet zu geben, die von interessierten Beratern und Betriebsleitern eingesehen werden konnte. Diese musste allerdings wie in den zwei vorangegangenen Jahren manuell eingegeben werden, da das Modell in 2010 noch nicht im Internetportal ISIP installiert war. In den folgenden Kapiteln wird auf die Düngestrategie und die Ergebnisse in den einzelnen Projektjahren an ausgewählten Beispielen eingegangen.

3.1 Ergebnisse Pilotflächen

Im folgenden Teil werden die Ergebnisse der einzelnen Projektjahre dargestellt und es wird geprüft, wie das Modell im Vergleich zur betriebsüblichen Düngung abgeschnitten hat.

3.1.1 2008

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Pilotflächen des Jahres 2008 aufgelistet. Blau hervorgehobene Werte bedeuten höhere Gesamtstickstoffmengen, Erträge oder Proteingehalte im Vergleich zum Betrieb. Die roten Zahlen dagegen weisen auf niedrigere Mengen bzw. Gehalte im Modell als in den Betrieben hin.

Im Versuchsjahr 2008 ergab sich die Situation, dass die Hälfte der nach ISIP gedüngten Varianten bessere Ergebnisse in Ertrag und Rohprotein erzielten als die Varianten der Pilotbetriebe. Zur Versuchsanlage und Beerntung auf den Pilotflächen siehe Kapitel 2.3.2.

Tabelle 7: N-Düngung in den Pilotbetrieben und Ergebnisüberblick im Jahr 2008

Betrieb	Landkreis	Schlag	Bodenart	Vorfrucht	Sorte	Nmin, kg/ha	N-Düngung, kg/ha		Überfahrten		Ertrag, dt/ha		Rohprotein; % TS		Grenzdiff. GD 5%
							Betrieb	ISIP	Betrieb	ISIP	Betrieb	ISIP	Betrieb	ISIP	
1	Diepholz	Bor 1	IS	ZR	Limes	76	180	200	4	4	112	114	13,0	13,2	7,8
		Bor 2	IS	Grasverm.	Winnetou	30	165	200	4	4	120	113	11,4	11,3	12,3
2	Uelzen	Ham 1	IS	KA	Dekan	37	205	215	4	4	117	125	10,7	11,1	11,3
		Ham 2	IS	KA	Dekan	29	205	215	4	4	97	91	11,5	12,5	44,6
3	Hildesheim	Pop 1	sL	RAW	Hermann	48	190	150	4	3	111	109	11,3	10,7	11,1
		Pop 2	L	WW	Cubus	60	205	200	4	4	111	108	11,1	10,8	9,2
5	Helmstedt	Koe 1	L	WW	Hermann	85	190	190	4	4	124	131	11,4	11,7	7,3
		Koe 2	L	ZR	Anthus	75	175	170	3	3	127	133	9,8	11,0	12,7
						55	189	193	3,9	3,8	115	116	11,3	11,5	

Dabei spielen nicht nur die Düngemenge eine Rolle, sondern auch deren Verteilung und der Zeitpunkt der Ausbringung. Am Beispiel der Pilotstandorte KOE 1 und BOR 1 wird auf die unterschiedliche Düngestrategie zwischen ISIP und Betrieb eingegangen.

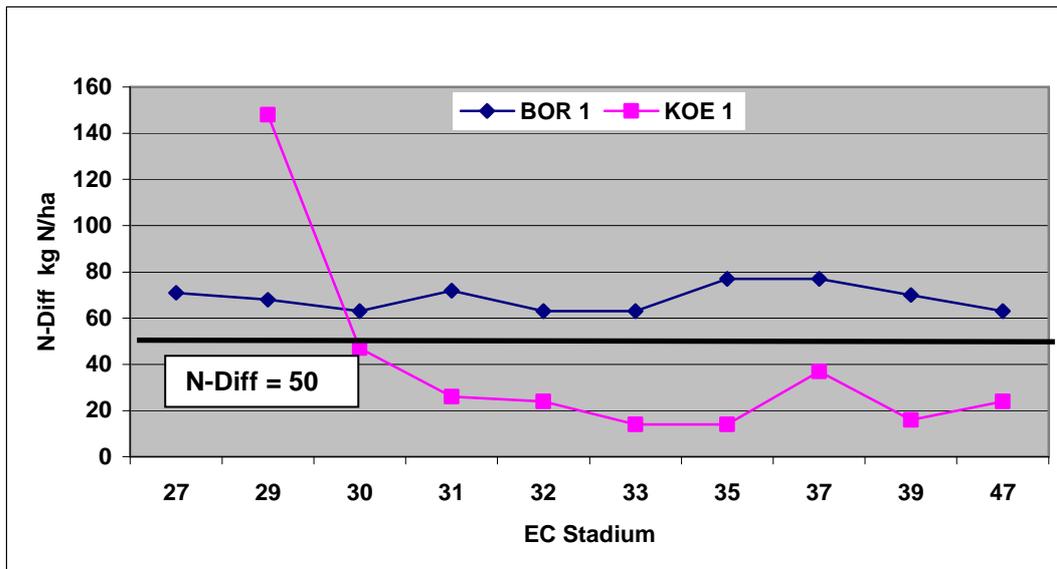


Abbildung 8: N-Diff im Vegetationsverlauf auf den Standorten BOR 1 und KOE 1 in 2008

Abbildung 8 zeigt die Veränderung der N-Diff-Werte im Verlauf der Vegetationsperiode auf den Standorten KOE 1 und BOR 1. Die dicke schwarze Linie gibt den Richtwert N-Diff = 50 an. Bewegen sich die N-Diff-Werte unterhalb dieser Linie, ist eine Düngung notwendig. Liegen sie über der Linie, steht den Pflanzen genügend Stickstoff zur Verfügung.

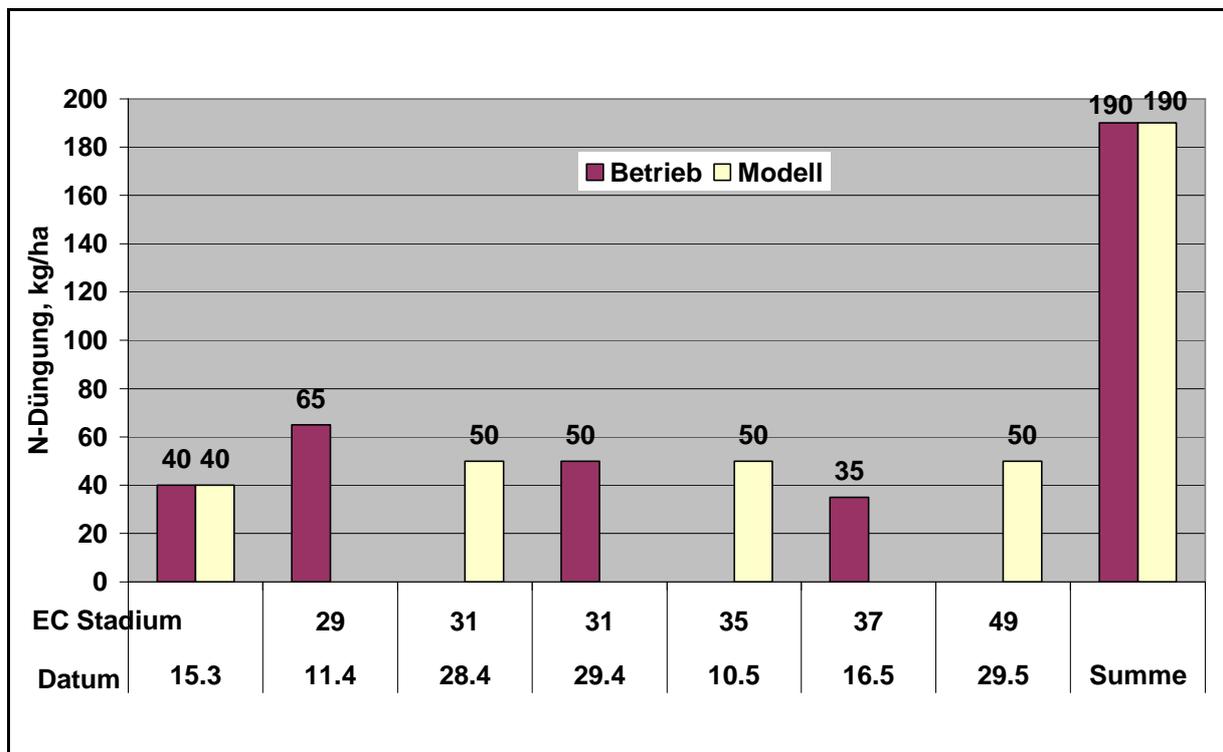


Abbildung 9: Düngungsvergleich Betrieb – ISIP in Termin und Mengenverteilung im Jahr 2008 auf dem Pilotstandort KOE 1

Wie aus der Abbildung 9 zu entnehmen ist, erfolgte auf dem Standort KOE 1 nach der einheitlichen Andüngung die Düngung nach dem ISIP-Modell zur Schossergabe, zur dritten Gabe und zur 4. Qualitätsdüngergabe immer später als die betriebsübliche Düngung. Tabelle 8 zeigt die N-Diff-Werte und die nach dem Modell gedüngte N-Menge zu den jeweiligen Düngungsterminen. Auf diesem Standort war es schwierig, eine Düngeempfehlung auf der Grundlage des N-Diff-Wertes zu geben, da dieser nahezu über den gesamten Düngungszeitraum unter 50 kg lag (siehe Abb. 8) und damit ein ständiger Stickstoffbedarf angezeigt wurde. Parallel durchgeführte Nitratmessungen und auch die visuelle Bestandeskontrolle zeigten ein anderes Bild, so dass auf dieser Fläche der jeweilige Düngungszeitpunkt nicht nur auf N-Diff-Werten basierte, sondern die Nitratwerte der Pflanzen und die visuelle Bestandesbeobachtung mit einbezogen wurden. Die einzelnen Düngergaben, die jeweils 50 kg N/ha betrug, orientierten sich am Richtwert für die Düngung im Winterweizen. Obwohl die Gesamt-N-Düngemenge in den Varianten Betrieb und Modell gleich ist, konnte die Strategie nach ISIP unter Einbeziehung von N-Diff bessere Ergebnisse in Ertrag und Protein erzielen. Die eher schossetzende Düngung zeigte auf diesem Standort Vorteile. Die gute Wasserspeicherkapazität der Lössböden zeichnete sich durch geringe Probleme mit der Frühjahrstrockenheit im Mai 2008 aus.

Tabelle 8: Düngeempfehlung KOE 1 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			15.03.2008	11.04.2008	29.04.2008	16.05.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	15.03.2008	28.04.2008	10.05.2008	29.05.2008	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	85	85	85	85	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	40	40	140	140	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		20	14	31	
Zwischensumme				145	239	256	
- Auswaschung		kgN/ ha		19	20	20	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		100	182	212	
= N-Diff		kgN/ ha		26	37	24	
Nitratck		ppm		1517	850	703	
tatsächlich gedüngt ISIP			40	50	50	50	190
tatsächlich gedüngt Betrieb			40	65	50	35	190

Auf leichteren Standorten ohne Beregnung muss die Verteilung stärker an die klimatischen Bedingungen angepasst werden. Es ist eine mehr frühjahrsbetonte Düngung anzustreben. Wie in Abbildung 10 zu sehen ist, ist der Betrieb dieser Strategie gefolgt, während in der ISIP Variante die 2. Düngegabe erst zum Schosserbeginn gegeben wurde. Die dritte Gabe und die Qualitätsdüngergabe erfolgten im Betrieb und in der ISIP-Variante zum gleichen Zeitpunkt, allerdings mit einer um 20 kg geringeren dritten N-Gabe im Betrieb. Trotz dieser Vorgaben erzielte die ISIP-Parzelle einen Mehrertrag von 2 dt/ha gegenüber der Betriebsvariante. Auch der Proteingehalt lag in der nach ISIP gedüngten Variante um 0,2% höher.

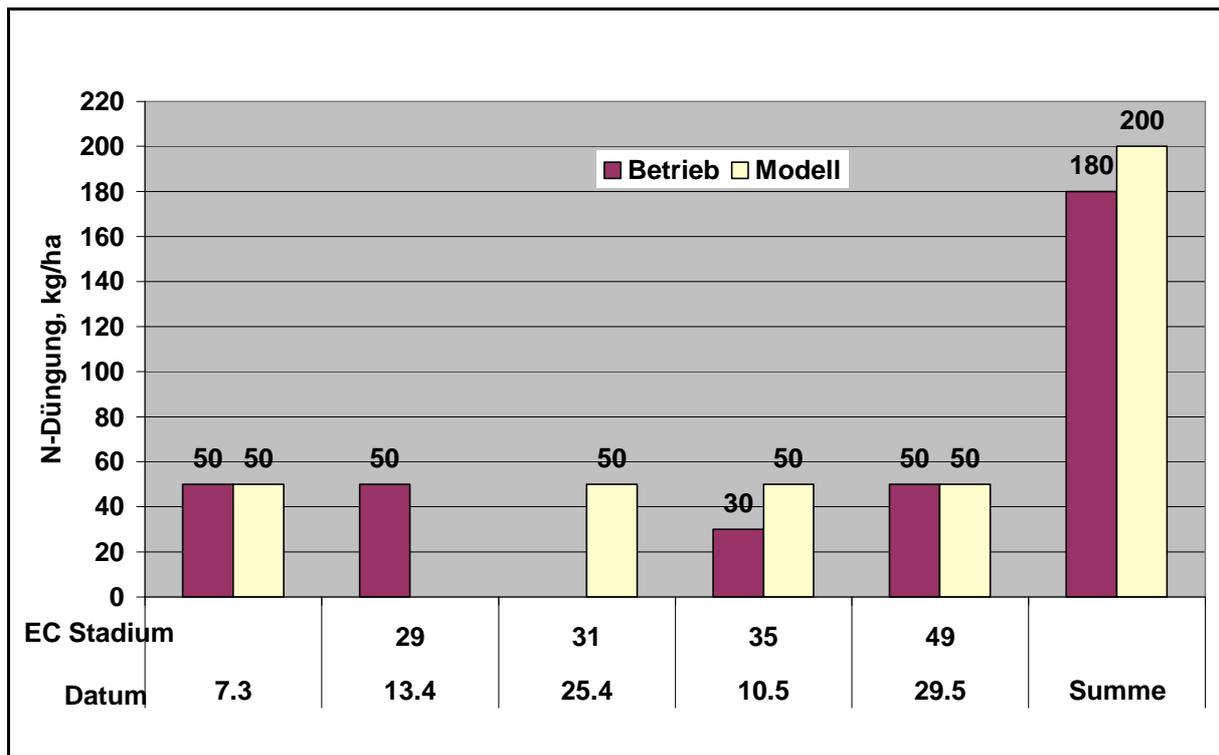


Abbildung 10: Düngungsvergleich Betrieb – ISIP in Termin und Mengenverteilung im Jahr 2008 auf dem Pilotstandort BOR 1

Auf diesem Standort erfolgte die Anschlussdüngung zufällig immer bei einem N-Diff von 63 kg N. Die N-Diff-Werte schwankten während der Düngeaison zwischen 77 und 63. Auch hier war eine Orientierung an weiteren Merkmalen, wie Nitrachekwerten und visuelle Bestimmung des Bestandes, notwendig, um den richtigen Dünungszeitpunkt zu finden. Wie oben bereits erwähnt, gilt der N-Diff-Wert als Hilfsgröße und kann je nach Bodenart durchaus kleinen Schwankungen unterliegen. Die Düngermenge zu allen Düngeterminen in Höhe von 50 kg N/ha ergab sich durch die Orientierung am Richt- bzw. Sollwert.

Tabelle 9: Düngeempfehlung BOR 1 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			07.03.2008	13.04.2008	10.05.2008	29.05.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	07.03.2008	25.04.2008	10.05.2008	29.05.2008	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	76	76	76	76	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	50	50	100	150	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		15	11	15	
Zwischensumme				141	187	241	
- Auswaschung		kgN/ ha		33	33	33	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		45	91	145	
= N-Diff		kgN/ ha		63	63	63	
Nitrachek		ppm		1507	1231	752	
tatsächlich gedüngt ISIP			50	50	50	50	200
tatsächlich gedüngt Betrieb			50	50	30	50	180

Im Anhang können die Tabellen 1 bis 7 (S.57 – 59) zur Ableitung der Düngeempfehlungen auf allen Standorten für das Jahr 2008 eingesehen werden.

Wie die Grenzdifferenzen in Tabelle 7 (S. 16) zeigen, sind die Ertragsdifferenzen statistisch nicht abgesichert. Unabhängig davon konnte jedoch schon im Versuchsjahr 2008 gezeigt werden, dass das Modell basierend auf der N-Diff-Berechnung zumindest mit der konventionellen Düngung mithalten konnte.

Da im Projektzeitraum das Wetter einige Kapriolen geschlagen hatte, wird im Folgenden der Witterungsverlauf der Versuchsjahre beschrieben. In 2008 war der **April** gekennzeichnet durch häufige Niederschläge und eine geringe Sonnenscheindauer (im Mittel 85 %). Das erste Aprildrittel brachte zudem noch einmal den Winter zurück. Damit lagen die Bodenfeuchten unter Wintergetreide im gesättigten Bereich. Nach dem niederschlagsreichen Vormonat war der **Mai** bei häufigem Hochdruckeinfluss deutlich zu trocken. Geringe Niederschläge, hohe Verdunstungsraten (im Mittel 145 %) und lange Sonnenscheindauer (um 145 %) führten dazu, dass die Bodenfeuchten unter Wintergetreide bis zum Monatsende in der Schicht bis 60 cm deutlich zurückgingen. Der Monat **Juni** zeichnete sich ebenfalls durch eine warme, sonnige und trockene Witterung mit hohen Verdunstungsraten (um 140 %) und langer Sonnenscheindauer (im Mittel 125 %) aus. Die Bodenfeuchten gingen daher unter Winterweizen am Ende des zweiten Monatsdrittels weiter zurück. Die Abreife des Getreides setzte frühzeitig ein, so dass Anfang August innerhalb einer Woche alle Versuchsstandorte geerntet werden konnten. (Deutscher Wetterdienst (DWD) Tobias Vogt, aus Fachverband Feldberegnung, Hinweise für die Feldberegnung Nr. 26, 2008)

Nach Vorlage der Auswertungen des Versuchsjahres 2008 konnten die Einzelmodelle der Projektpartner für die N-Mineralisation und die N-Aufnahme optimiert werden. Damit konnte die Genauigkeit des N-Diff-Wertes verbessert werden.

3.1.2 2009

Im Rahmen des Workshops zur Auswertung des zweiten Projektjahres in 2009 wurde die komplexe Ableitung einer Düngeempfehlung in Form von Mindmaps (Abb. 11 - 13; 16 - 19) veranschaulicht, die im Folgenden erläutert werden.

Zentraler Punkt der Düngeempfehlung war der N-Diff-Wert. Die Einflussfaktoren werden mit Pfeilen dargestellt. Die braun hinterlegten Symbole zeigen die Einflussfaktoren des Bodens: N_{min} im Frühjahr mit hohen oder niedrigen Werten und unterschiedlichen Verfügbarkeiten je nach Wurzeltiefe. Die Mineralisation wurde von den Kollegen des Bodenkundeinstituts der Uni Hannover berechnet. Die N-Aufnahme durch die Pflanzen (gelb gekennzeichnet) wurde von dem Projektpartner Uni Kiel mit Hilfe der LAI- und N-Tester-Messwerte berechnet und mit der Nitrachek-Methode überprüft. Die N_{min} Werte im Frühjahr, die Mineralisation und die N-Aufnahme der Pflanzen sind Faktoren, die den N-Diff-Wert beeinflussen, selbst aber nicht beeinflussbar sind. Nur mit der Düngung (grüne Farbe) kann der N-Diff-Wert direkt

beeinflusst werden. Die nicht beeinflussbaren Faktoren stehen auf der linken Seite, während die Kriterien für die Düngeentscheidung rechts dargestellt sind. Am Beispiel zweier Pilotstandorte KOE 1 und POP 3 soll auf die Entscheidungen zur Düngeempfehlung in ISIP eingegangen werden. Für jede Düngeempfehlung wurde ein Mindmap erstellt, also eine Gedankenkarte zur Planung und visuellen Darstellung unserer Düngeempfehlungen. Zusammenhänge und Beeinflussungen sind durch gegenseitige Verknüpfungslinien dargestellt.

Die Betriebsleiter waren angehalten, die Empfehlungen zeitnah auszuführen. Teilweise kam es jedoch zu Verzögerungen, weil die zusätzlichen Überfahrten mit anderen Betriebsabläufen koordiniert werden mussten.

Zum Zeitpunkt der Startgabe konnten noch keine Messungen vorgenommen werden, da noch zu wenig Pflanzenmasse vorhanden war. Damit konnte der N-Diff nicht berechnet und zur 1. N-Düngegabe für die Entscheidung herangezogen werden. Die Startgabe erfolgte somit in der Betriebs- und ISIP-Variante einheitlich nach der Nmin-Methode am 21.03.2009 mit 40 kg N/ha.

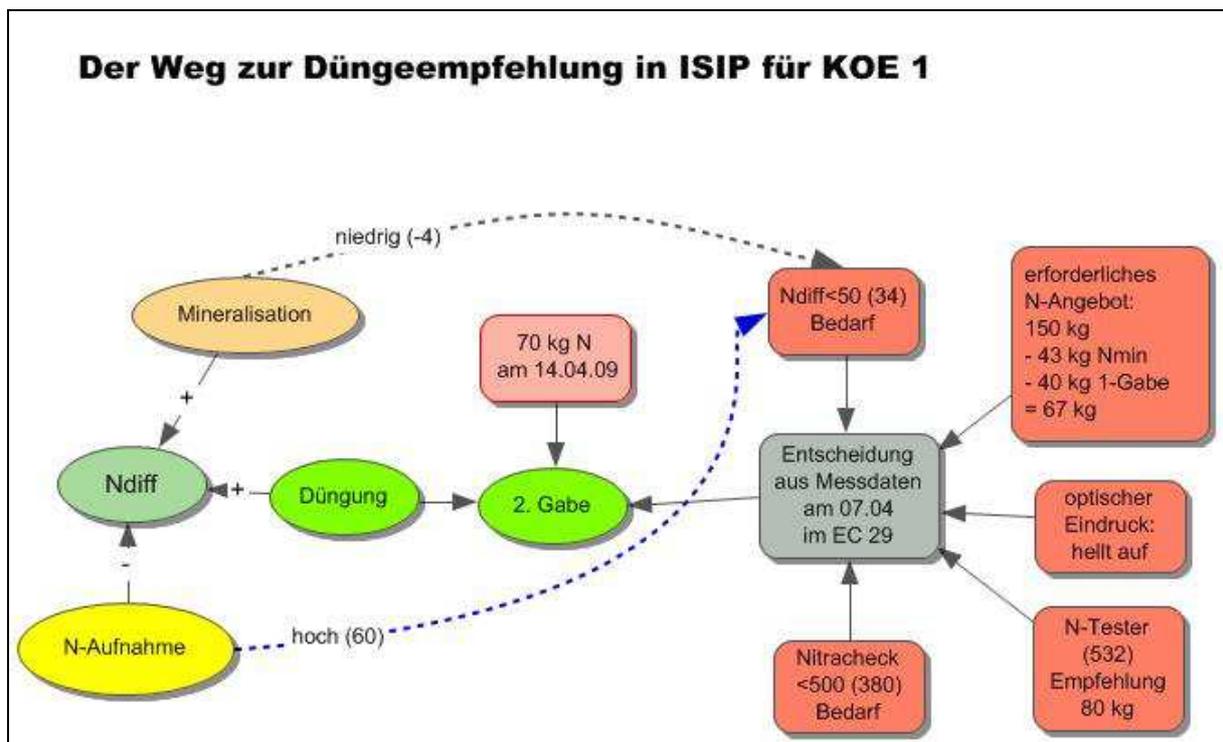


Abbildung 11: Entscheidungskriterien zur 2. N-Gabe am Beispiel der Pilotfläche KOE 1 in 2009

In der Abbildung 11 wird die Ableitung der 2. Düngegabe der Modell-Variante (ISIP) dargestellt. Wie anhand der Pfeile nachzuvollziehen ist, resultiert die „Entscheidung aus Messdaten am 07.04.2009“ im EC Stadium 29 aus 5 Kriterien: N-Diff-Wert, erforderliches N-Angebot zu diesem Stadium basierend auf der Düngebedarfsermittlung nach der Nmin-

Methode, optischer Eindruck, N-Tester und Nitrachek-Messwert. Alle Werte zeigen Bedarf an (s. roten Hintergrund in der Abbildung). Die geschwungenen Pfeile zeigen die Wechselwirkungen der Kriterien. So kann nachvollzogen werden, dass eine hohe N-Aufnahme der Pflanzen (60 kg N; blaue gestrichelte Linie) und eine geringe Mineralisation (- 4 kg N; schwarze gestrichelte Linie) den N-Diff-Wert unter den Richtwert von 50 kg N auf 34 kg fallen lassen. Die Berechnung des erforderlichen N-Angebotes nach der Nmin-Methode ergab eine N-Gabe in Höhe von 67 kg. Der optische Eindruck des Bestandes zeigte durch Aufhellungen ebenfalls Bedarf an. Der Nitrachekwert mit 380 ppm bestätigte dies. Der N-Tester gab für diesen Bestand eine Empfehlung von 80 kg N. Die Empfehlung zur 2. Düngergabe lautete 70 kg N/ha und orientierte sich damit an den Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der Nmin-Methode. Die empfohlene Düngermenge wurde am 14.04.09 vom Landwirt auf der Modellvariante ausgebracht.

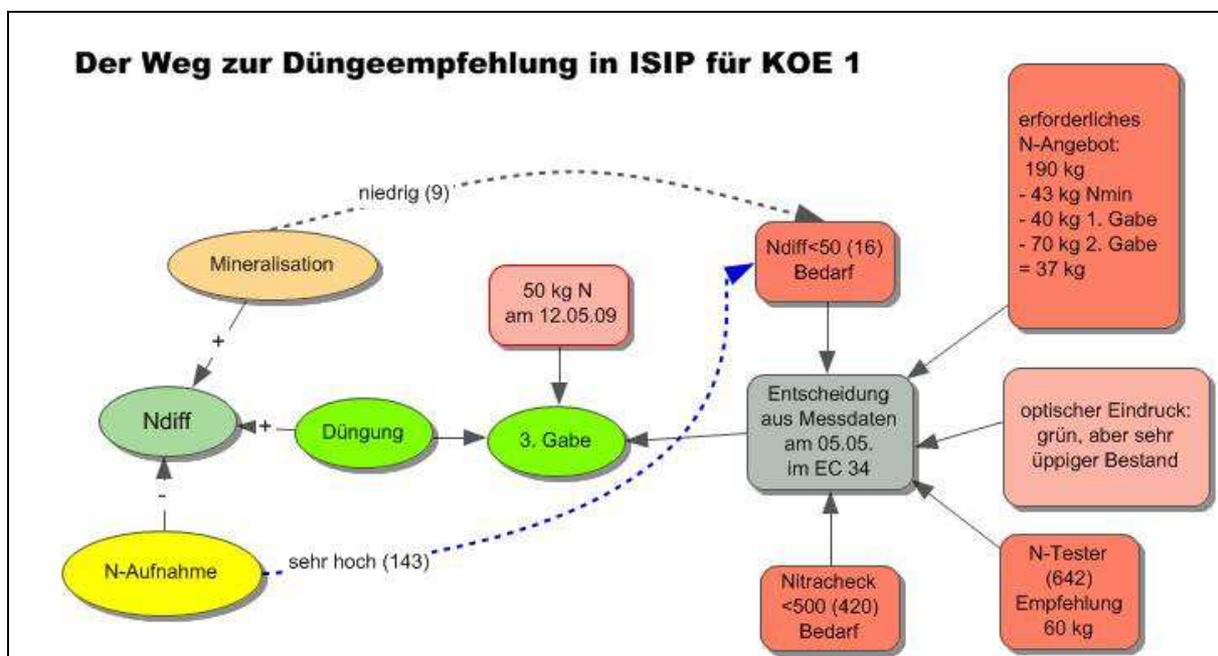


Abbildung 12: Entscheidungskriterien zur 3. N-Gabe am Beispiel der Pilotfläche KOE 1 in 2009

Abbildung 12 stellt die Entscheidungskriterien zur 3. N-Gabe vor. Wie in der vorangegangenen Darstellung basierte die „Entscheidung aus Messdaten am 05.05.09“ auf fünf Kriterien, die alle Düngbedarf (rot) anzeigten. Der N-Diff ist mit 16 kg N sehr niedrig, bedingt durch eine geringe berechnete Mineralisation in Höhe von 9 kg N und eine sehr hohe berechnete N-Aufnahme von 143 kg N. Die Berechnung des N-Angebotes nach der Nmin-Methode gab zu diesem Zeitpunkt eine Düngung in Höhe von 37 kg N/ha vor. Der optische Eindruck zeigte einen grünen, aber sehr üppigen Bestand, der auch aufgrund der hohen Ertragserwartung zu diesem Zeitpunkt eine Folgedüngung benötigte. Sowohl der Nitratwert (<500) als auch der N-Tester zeigten Bedarf an. Die Empfehlung der N-Tester-Messung betrug 60 kg N. Aufgrund der genannten Empfehlungen, des sehr niedrigen N-Diff-Wertes

und der hohen Ertrags expectation ergab sich auf diesem Standort für die Variante „Modell“ eine Düngeempfehlung von 50 kg N/ha, die am 12.05.09 appliziert wurde.

Messungen mit dem Instrument LAI 2000 konnten nur bis zum Entwicklungsstadium (EC 39) des Getreides korrekt durchgeführt und zur weiteren Verrechnung verwendet werden, weil mit dem Grannenspitzen das Verhältnis Blattoberfläche/Bodenoberfläche nicht mehr korrekt ermittelt werden konnte. Die N-Aufnahme wird dann falsch berechnet und erzielt abnehmende Werte. Zum Zeitpunkt der 4. N-Gabe fiel das Entscheidungskriterium N-Diff damit weg. Die Kriterien N-Diff und N-Tester sind in der Abbildung daher weiß hinterlegt. So basierte die „Entscheidung aus Messdaten am 26.05.09“ auf den 3 Kriterien Empfehlungen zur N-Düngung nach Nmin, optischer Eindruck im Bestand und Nitrachek (Abb. 13). Das erforderliche N-Angebot zu diesem Stadium, bei der eine Düngemenge von insgesamt 230 kg N/ha empfohlen wurde, gab eine Restdüngemenge von 27 kg N vor. Der optische Eindruck des Bestandes zeigte durch Aufhellungen des Weizens ebenfalls Bedarf an. Die Nitrachek-Messungen mit einem Wert unter 500 ppm bestätigten dies. Es ergab sich daraus die Düngeempfehlung von 30 kg N/ha zur 4. N-Gabe, die am 04.06.09 ausgebracht wurde.

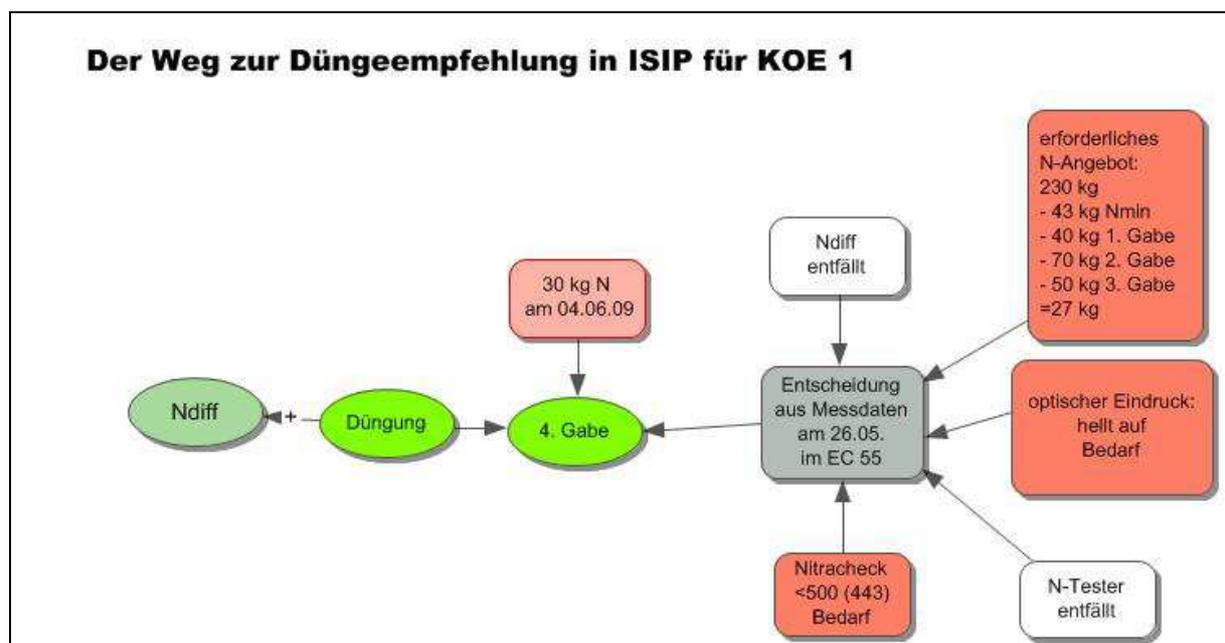


Abbildung 13: Entscheidungskriterien zur 4. N-Gabe am Beispiel der Pilotfläche KOE 1 in 2009

Auffallend für den Standort KOE 1 sind die zu jedem Düngezeitpunkt roten, auf Bedarf hinweisenden fünf Entscheidungskriterien. Im Fall der Pilotfläche KOE 1 handelte es sich um einen sehr dichten Stoppelweizenbestand mit einer außergewöhnlich hohen Ertrags expectation.

Der Düngungsvergleich auf der Pilotfläche KOE 1 ist in der Abbildung 14 dargestellt. Betrieb und Modell unterscheiden sich nur unwesentlich. Auffallend ist nur die um 8 Tage verzögerte

Applikation der 3. N-Gabe in der ISIP Parzelle. Bei der Betrachtung der Ernteergebnisse (Tab. 10, S. 29) zeigt sich, dass in der ISIP-Variante mit 5 kg mehr Stickstoff ein Mehrertrag von 5 dt/ha erreicht wurde. Die Empfehlungen nach N-Diff passten auf diesem Standort sehr gut. Auch wenn der Mehrertrag nicht statistisch abgesichert ist, zeigen die Ergebnisse doch, dass das Modell im Vergleich zur betriebsüblichen Düngung ebenso erfolgreich ist.

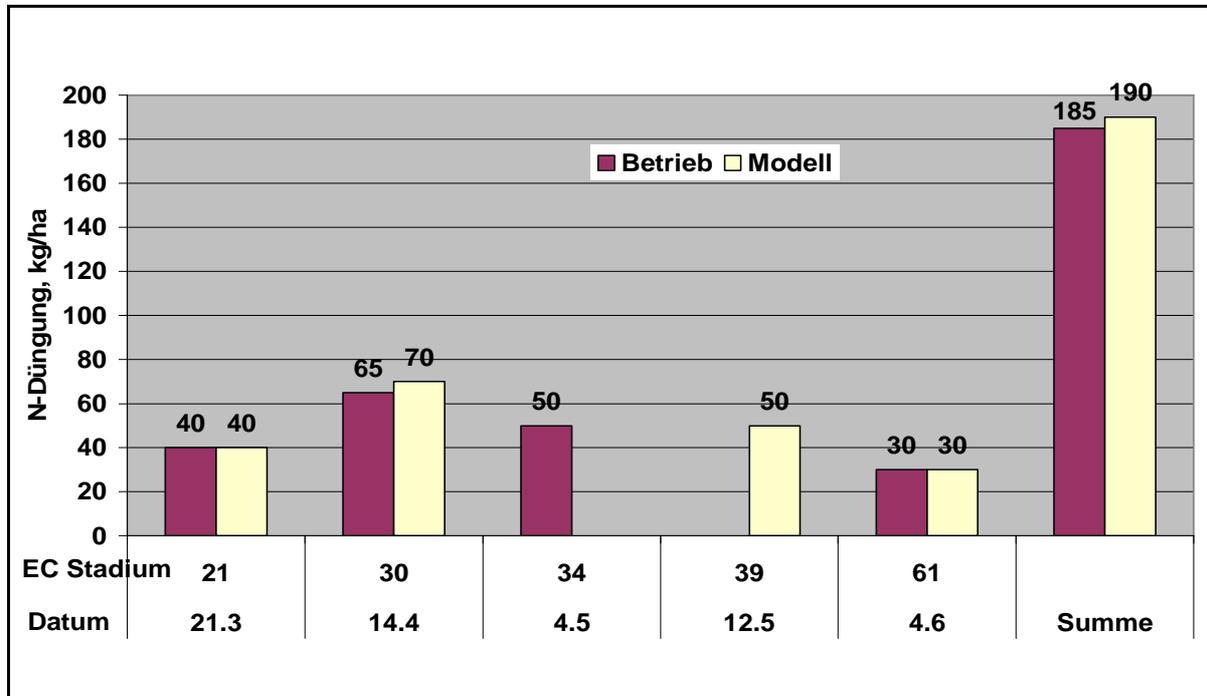


Abbildung 14: Düngungsvergleich Betrieb – ISIP in Termin und Mengenverteilung im Jahr 2009 auf dem Pilotstandort KOE 1

Auf anderen Standorten stellte sich der Weg zur Düngeempfehlung schwieriger dar, weil zu jedem Messzeitpunkt der N-Diff-Wert keinen Düngungsbedarf anzeigte, wie z. B. der Standort POP 3 in der Abbildung 15. Dies galt vor allem für die Lössstandorte POP 1, POP 3 und POP 4, für die die N-Diff-Werte zu allen Messterminen zwischen 76 und 140 und damit über dem Richtwert von 50 kg N lagen. Am Beispiel des Pilotstandortes POP 3 soll darauf näher eingegangen werden. Der Betrieb hatte die erste N-Düngegabe in Höhe von 60 kg N/ha nach den Empfehlungen zur N-Düngung nach der Nmin-Methode ausgebracht. Auf der ISIP-Variante wurde aufgrund des sehr hohen Nmin-Wertes im Frühjahr von 88 kg N und der guten Bestandesentwicklung ein Abschlag von 20 kg N/ha vorgenommen. Die Parzelle wurde daher nur mit 40 kg N/ha angedüngt. Die Düngung erfolgte zeitgleich am 22.03.2009. Messwerte konnten zu diesem frühen Zeitpunkt zur Entscheidungsfindung noch nicht herangezogen werden, da die Pflanzen dafür zu klein waren. In diesem Jahr konnten aber erstmalig Fotos auf den Pilotflächen von Vegetationsbeginn bis zum Bestockungsende von der Uni Kiel zur Berechnung der N-Aufnahme im frühen Stadium genutzt werden (siehe Kapitel 2.1).

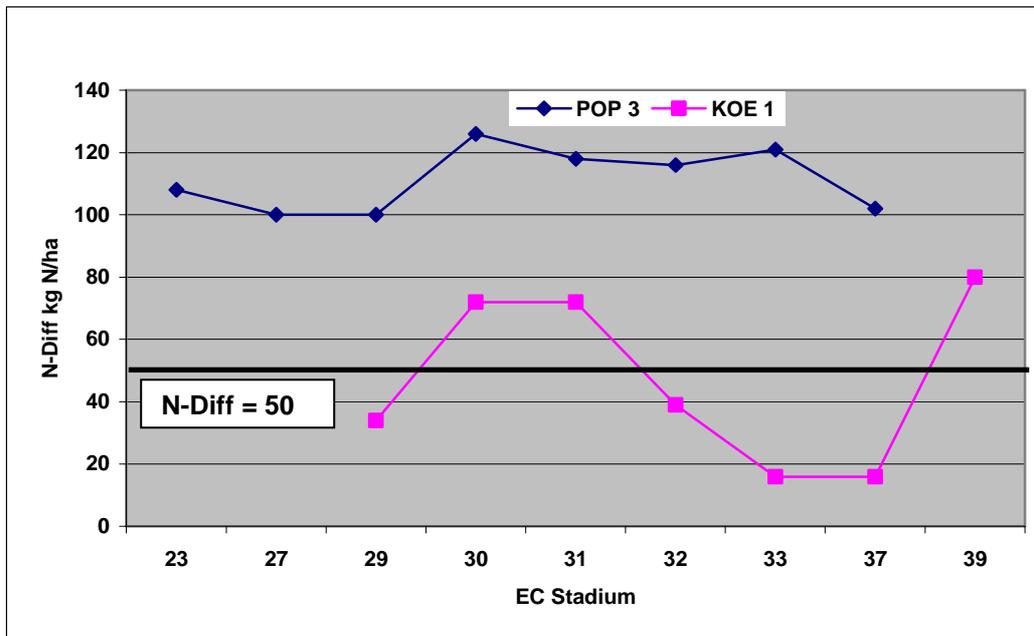


Abbildung 15: N-Diff im Vegetationsverlauf auf den Standorten POP 3 und KOE 1 in 2009

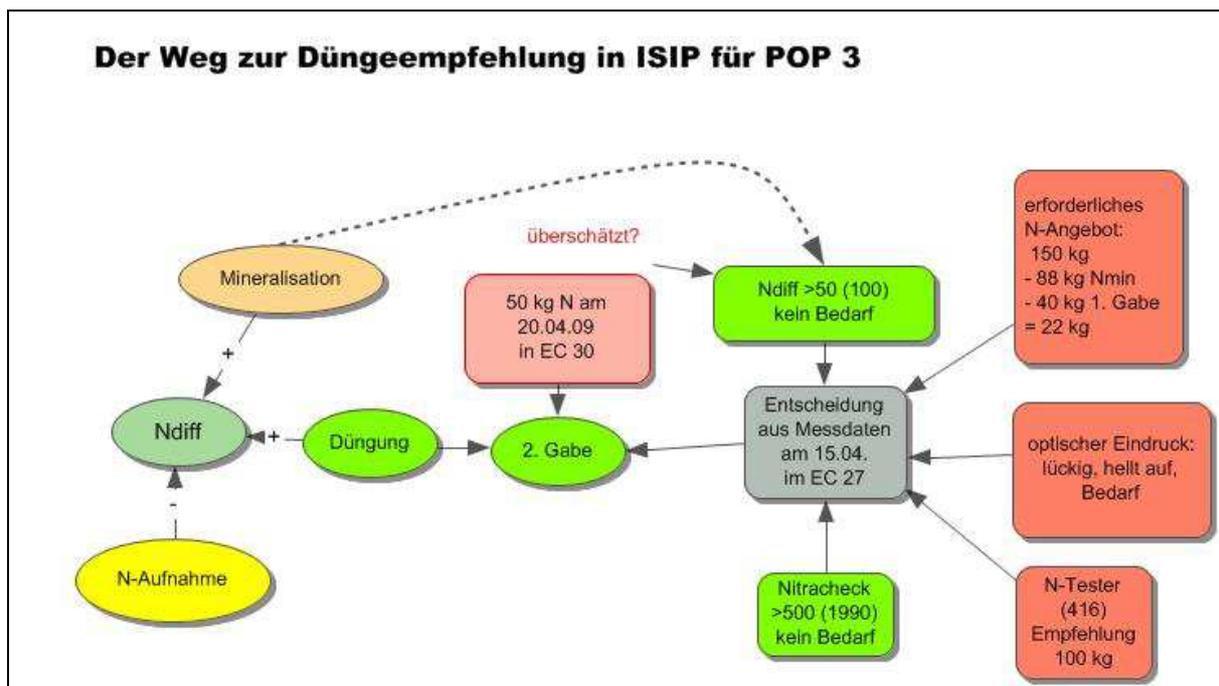


Abbildung 16: Entscheidungskriterien zur 2. N-Gabe am Beispiel der Pilotfläche POP 3 in 2009

Die Empfehlung zur 2. N-Gabe (Abb.16) basierte auf den bereits mehrfach genannten 5 Entscheidungskriterien vom 15.04. in EC 27. Der N-Diff-Wert zeigte mit 100 kg N/ha zu diesem Zeitpunkt keinen Düngbedarf an. Auch die Nitratgehalte in den Pflanzen lagen weit über dem Grenzwert von 500 ppm (1990 ppm). Beide Kästen sind grün hinterlegt, hier war kein Düngbedarf angezeigt. Die Düngungsempfehlung nach Nmin gab einen Bedarf von 22 kg N an, und auch der N-Tester zeigte Bedarf, allerdings mit 100 kg N unserer Meinung nach viel zu hoch. Letztendlich war der optische Eindruck des Bestandes für die Entscheidung

ausschlaggebend. Aufhellungen und zunehmende Lückigkeit deuteten auf Bedarf hin (rote Farbe). Am 20.04. erfolgte daher die Düngung in Höhe von 50 kg N/ha. Gründe für den sehr hohen N-Diff-Wert könnten zum einen eine zu hoch berechnete Mineralisation und zum anderen eine zu gering berechnete N-Aufnahme der Pflanzen sein.

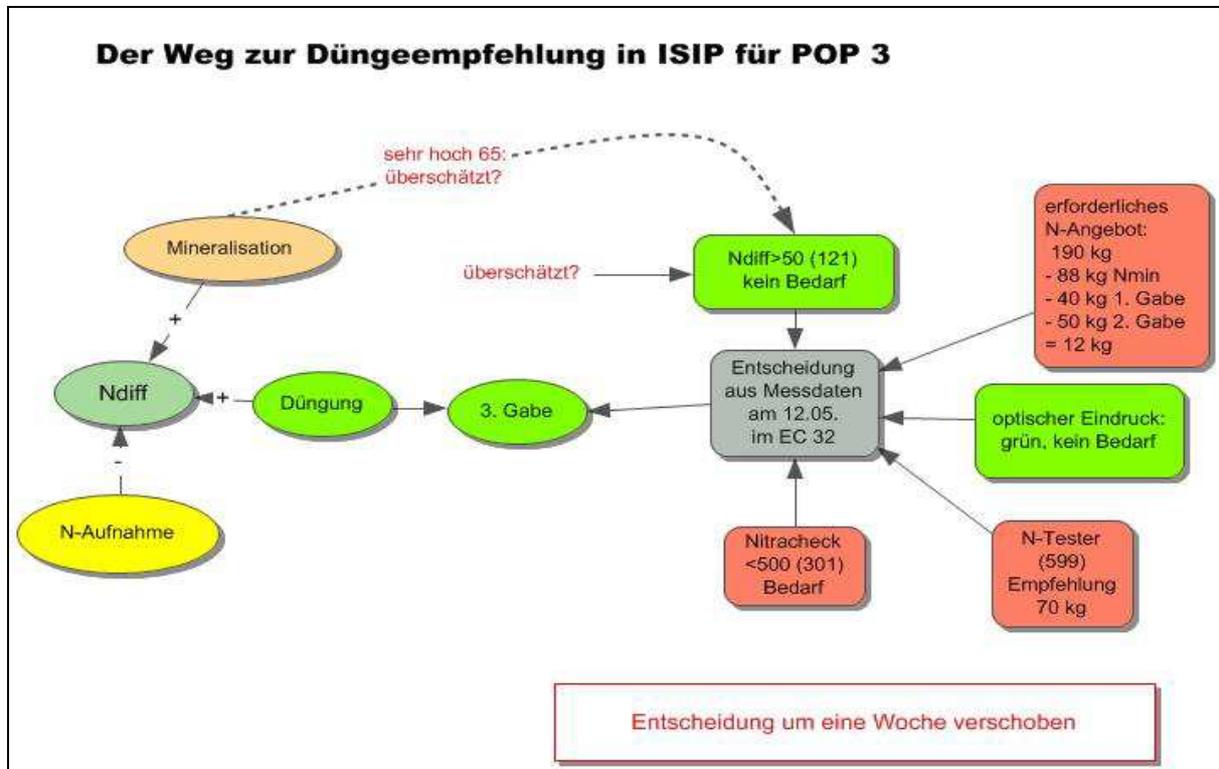


Abbildung 17: Entscheidungskriterien zur 3. N-Gabe am Beispiel der Pilotfläche POP 3 in 2009

Zum Zeitpunkt der anstehenden 3. N-Gabe (Abb.17) lag der N-Diff-Wert weiterhin mit 121 Kg N/ha ungewöhnlich hoch, begründet durch eine sehr hohe berechnete Mineralisation des Standortes von 65 kg N/ha (schwarz gestrichelte Linie). Die Vermutung lag nahe, dass dieser Wert überschätzt war und dadurch die Höhe des N-Diff-Wertes beeinflusst wurde. Der optische Eindruck vor Ort zeigte einen satt grünen Bestand, der ebenfalls keinen Bedarf erkennen ließ. Die Empfehlung nach der Nmin-Methode gab einen geringen Düngebedarf von 12 kg N/ha an. Die Nitrachek-Messung bestätigte mit einem Wert unter 500 ppm den Bedarf, wie auch der N-Tester, der eine Düngeempfehlung in Höhe von 70 kg N angab. Der optische Eindruck und der hohe N-Diff waren letztendlich ausschlaggebend für die Verschiebung der Düngeentscheidung um eine Woche.

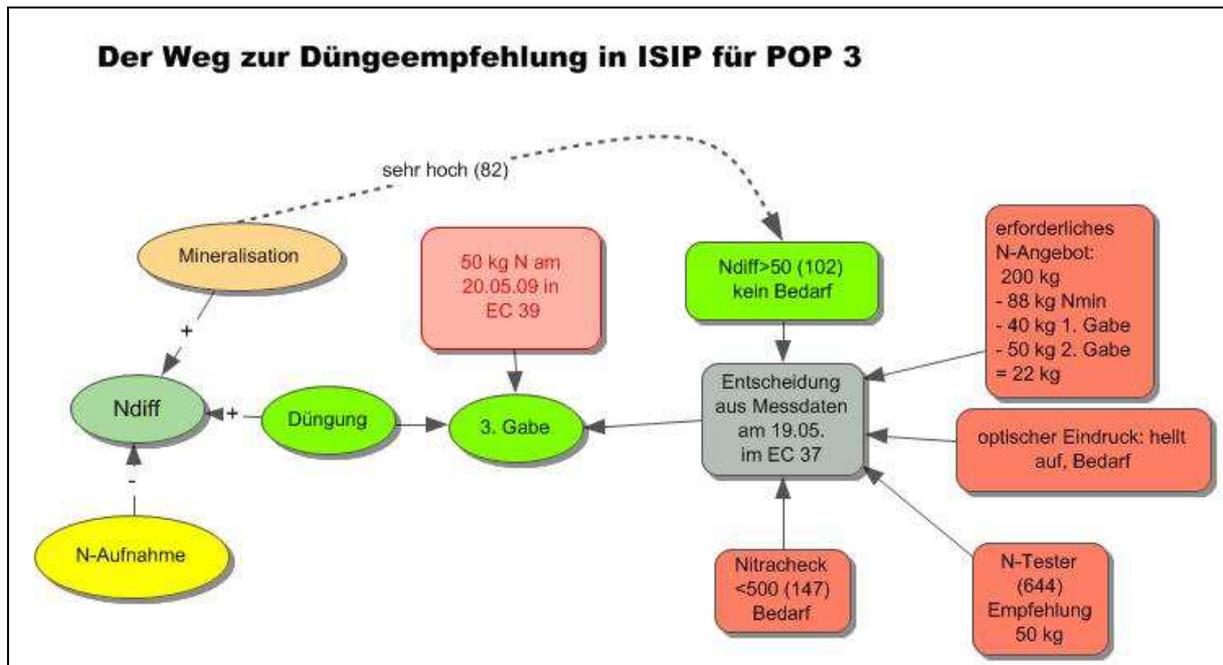


Abbildung 18: Entscheidungskriterien eine Woche später zur 3. N-Gabe am Beispiel der Pilotfläche POP 3 in 2009

Eine Woche später zeigte lediglich der N-Diff-Wert mit 102 kg N keinen Düngbedarf auf dieser Fläche, während alle anderen Entscheidungskriterien für eine Anschlussdüngung sprachen (Abb. 18). Das erforderliche N-Angebot in Höhe von 200 kg N gab eine Düngemenge von 22 kg vor. Die Düngung erfolgte am 20.05. im EC 37/39 mit 50 kg N/ha. Die Entscheidung dazu basierte hauptsächlich auf dem optischen Eindruck des Bestandes. Auch zu diesem Zeitpunkt konnte aus dem N-Diff nur die Empfehlung abgeleitet werden, dass keine Düngung erforderlich bzw. gleich Null war.

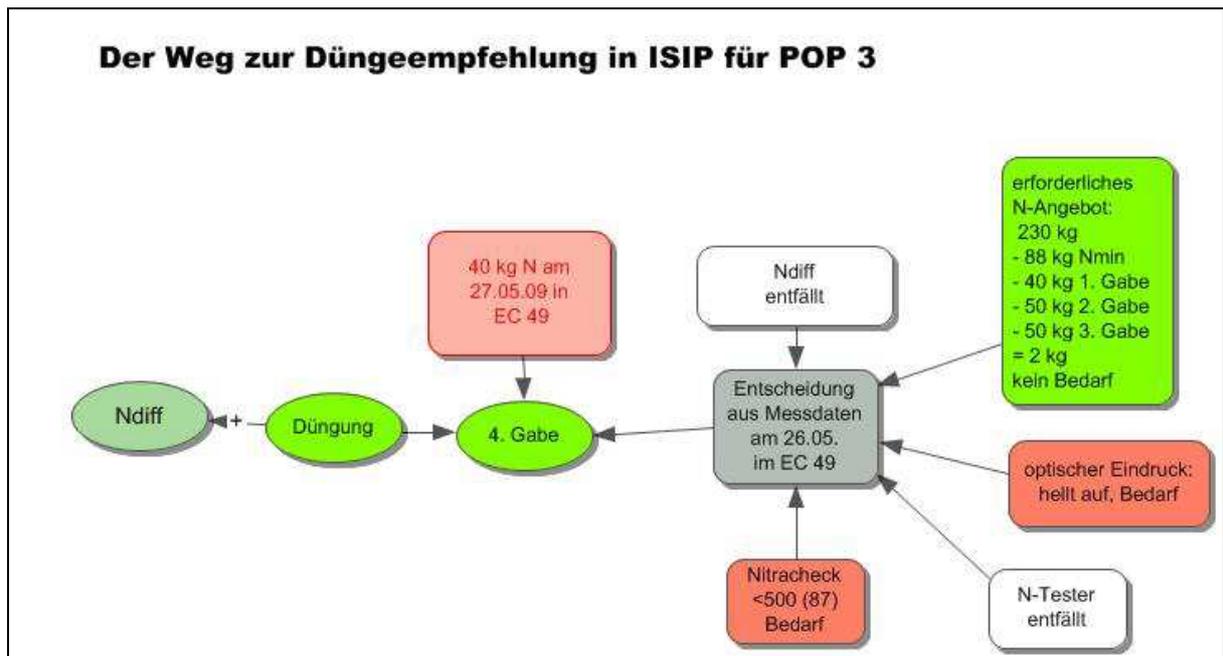


Abbildung 19: Entscheidungskriterien zur 4. N-Gabe am Beispiel der Pilotfläche POP 3 in 2009

Zur 4. Düngegabe (Abb. 19, S. 27) fielen die Entscheidungskriterien N-Diff und N-Tester aus mess-technischen Gründen weg (weiß hinterlegt). Das zu diesem Zeitpunkt erforderliche N-Angebot von 230 kg war mit der bereits erfolgten Düngung erreicht, so dass eigentlich kein Düngebedarf bestand. Die Entscheidung erfolgte daher auf der Basis von Nitratwert und optischem Eindruck. Beide zeigten Bedarf an und außerdem sollte die 4. Gabe die Weizenqualität verbessern. Aus diesen Gründen wurden am 27.05. nochmals 40 kg N gestreut.

Abbildung 20 fasst den Düngungsvergleich in Termin und Mengenverteilung für den Pilotstandort POP 3 zusammen.

In Tabelle 10 (S. 29) sind alle Standortangaben und Ergebnisse der 10 Pilotflächen für das Jahr 2009 dargestellt. Auf 7 Pilotflächen wurde nach dem ISIP Modell (rote Werte) weniger gedüngt als in der betriebsüblichen Variante. Im Ertrag dagegen konnte in 6 Fällen die ISIP Variante mit geringerem Düngeaufwand besser (blaue Werte) abschneiden. Dieser Erfolg lässt sich durch die Verbesserung der einzelnen Rechenmodelle und der damit verbundenen genaueren Empfehlung nach N-Diff erklären. Das gilt allerdings, wie in den oben dargestellten Abbildungen zu sehen ist, in 2009 nicht für die Fläche POP 3 sowie für die übrigen Lössstandorte in Südhannover. Hier mussten andere Entscheidungskriterien zur Düngeempfehlung zur Hilfe genommen werden, da das Modell N-Diff auf diesen Böden, wie oben bereits betont, nicht funktionierte.

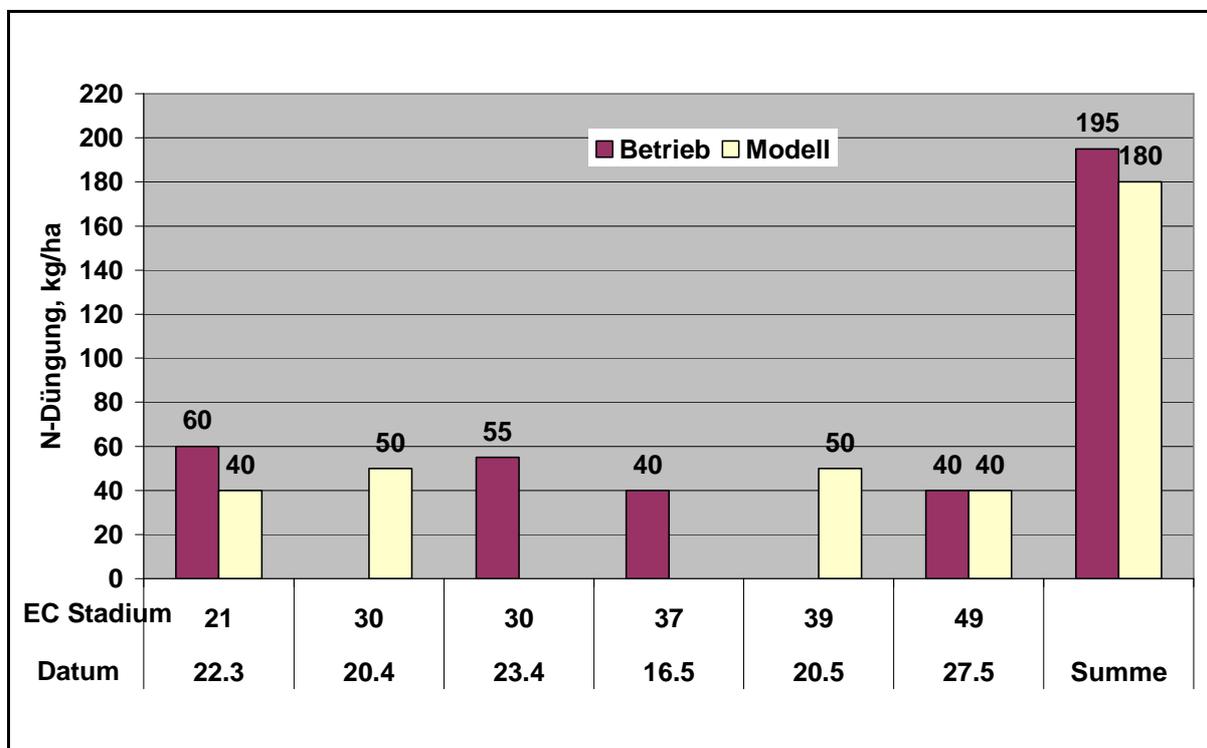


Abbildung 20: Düngungsvergleich Betrieb – ISIP in Termin und Mengenverteilung im Jahr 2009 auf dem Pilotstandort POP 3

Bei der Betrachtung der Durchschnittswerte aller 10 Pilotflächen in der untersten Spalte (blau), ist zu erkennen, dass in der ISIP Variante in 2009 mit einer Düngermenge von 176 kg N/ha 92,9 dt Weizen pro Hektar geerntet wurde. Im Vergleich dazu benötigten die Betriebe für einen Ertrag von 93,1 dt/ha eine Düngermenge von 189 kg N/ha, also 13 kg/ha Mehraufwand für 0,2 dt/ha Mehrertrag. Dabei muss noch berücksichtigt werden, dass durch die niedrigere Düngermenge auf drei Überfahrten in den ISIP Varianten verzichtet werden konnte.

Tabelle 10: N-Düngung, Kornerträge, Rohproteinwerte in den Pilotbetrieben im Jahr 2009

Betrieb	Landkreis	Schlag	Bodenart/ Ackerzahl	Vor- frucht	Sorte	Nmin. kg/ha	N-Düngung, kg/ha		Überfahrten		Ertrag, dt/ha		Rohprotein, % TS		Grenz- diff. GD 5%
							Betrieb	ISIP	Betrieb	ISIP	Betrieb	ISIP	Betrieb	ISIP	
1	Nienburg	Bor 1	IS/40	WW	Skalmeje	28	195	170	4	3	58	49	13,1	12,7	4,4
		Bor 2	IS/25	HA	Skalmeje	53	185	160	4	3	54	58	14,2	13,6	6,9
2	Uelzen	Ham 1	IS/45	GS	Dekan	35	200	200	4	4	85	86	12,7	12,3	4,4
		Ham 2	IS/25	ZR	Dekan	45	200	190	4	4	99	102	11,9	11,7	11,9
3	Hildesheim	Pop 1	L/85	WW	Toras	87	180	160	4	4	112	114	12,5	12,5	5,5
		Pop 2	L/84	ZR	Hermann	76	190	190	4	4	102	107	11,8	12,3	3
4	Hannover	Pop 3	L/80	ZR	Schamane	88	195	180	4	4	101	94	12,5	12	7,3
		Pop 4	L/80	WW	Hermann	74	185	170	3	4	91	91	10,8	10,4	2,3
5	Helmstedt	Koe 1	L/95	WW	Hermann	43	185	190	4	4	115	120	12	10	4
		Koe 2	L/95	ZR	Manhattan	79	170	150	4	3	114	108	10,8	10,7	2,3
						61	189	176	3,9	3,7	93,1	92,9	12,2	11,8	

Die Proteingehalte liegen in 8 von 10 Fällen in ISIP leicht unter dem Betriebsniveau. Hier wurden Unterschiede bis zu 0,5 % erzielt, was in der Qualitätsweizenerzeugung durchaus von Bedeutung sein kann. Für die Qualitätsweizenerzeugung ist ein hoher Rohproteinwert von 13 % entscheidend. Im Erntejahr 2009 gab es jedoch allgemein Probleme in der Erzielung hoher Proteingehalte. Hohe Erträge wirkten als „Verdünnungseffekt“. In 2009 wurden auf den Pilotflächen lediglich zwei Qualitätsweizensorten (A-Weizen) angebaut, auf dem Standort POP 1 die Sorte Toras und auf POP 3 die Sorte Schamane. Das Qualitätskriterium wurde hier aber weder im Betrieb noch im ISIP Modell erreicht. Zu diesem Zeitpunkt wurden in den einzelnen Modellen weder die Sorte noch Qualitätsbestimmungen berücksichtigt.

Das Wetter im Vegetationsjahr 2009 zeigte im Vergleich zum Jahr 2008 einen sehr warmen, trockenen und sonnigen **April** mit einer Sonnenscheindauer von 160 % und einer Verdunstung von 175 %. Mit Niederschlägen im Flächenmittel von nur 35 % kam es in einigen Regionen (z. B. BOR 1 + BOR 2 in Marklohe) zu Trockenstress im Getreide, teils auch zu Trockenschäden. Die Natur holte ihren Rückstand nach dem kalten Winter schneller wieder auf als erwartet. Auch im Monat **Mai** setzte sich zunächst die Trockenheit fort, bis

dann ab der 2. Maiwoche heftige Schauer und Gewitter auftraten, die regional zu sehr unterschiedlichen Niederschlagsmengen führten. Diese intensiven Niederschlagsereignisse setzten sich auch im **Juni** und **Juli** in einigen Regionen fort, wobei das östliche Niedersachsen stärker betroffen war als der Westen. Aufgrund der feuchten Witterung im Juli verzögerte sich die anstehende Ernte bei Getreide. Unsere Weizenversuche waren davon nicht betroffen. Die Ernte der Versuche erfolgte im **August**, der Sommermonat in 2009 mit den geringsten Niederschlägen (39 % vom vieljährigen Mittel) sowie einer Sonnenscheindauer von 120 %. (Deutscher Wetterdienst (DWD) Tobias Vogt, aus Fachverband Feldberechnung, Hinweise für die Feldberechnung Nr. 26, 2009)

3.1.3 2010

Im letzten Projektjahr wurden die Einzelmodelle der Projektpartner von der Uni Kiel zu einem automatisierten Gesamtmodell zusammengeführt. Die berechneten Düngeempfehlungen wurden an die Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer weitergeleitet und von diesen dann an die Betriebsleiter weitergegeben. Die Düngung der Modellvarianten auf den Pilotflächen erfolgte in diesem Jahr also ausschließlich nach der Modellberechnung. Problematisch war dabei, dass die Landwirte nicht selbst auf die Daten zugreifen konnten. So gab es eine Verzögerung zwischen Berechnung und Düngung von ca. einer Woche. Dadurch, dass aus arbeitstechnischen Gründen alle Standorte nur gleichzeitig gerechnet werden konnten, wurde man dem einzelnen Standort nicht unbedingt gerecht. Diese „Karenzzeit“ wird natürlich bei einer Online-Anwendung wegfallen.

Auf den Pilotflächen wurde weiterhin während der gesamten Düngesaison mit dem LAI 2000 Messgerät der Blattflächenindex bestimmt. Die Uni Kiel berechnete aus den ermittelten Werten die N-Aufnahme des Pflanzenbestandes und hat diese mit den automatisierten Daten aus dem Gesamtmodell verglichen. In diesem Jahr wurde im Vergleich zu 2008 und 2009 erstmals die jahresspezifische Ertragserwartung bei der Modellrechnung mit einbezogen. Damit sollte ein Fortschritt in der Treffsicherheit erzielt werden, denn durch dieses Vorgehen wird z.B. bei geringeren Ertragserwartungen die N-Aufnahme nach unten korrigiert und damit auch die empfohlene N-Düngung.

In der Ergebnistabelle (Tab. 11, S. 31) fällt auf, dass das N-Düngungsniveau und damit das N-Angebot nach Modell auf fast allen Standorten zwischen 10 kg N (KOE 2) und 50 kg N (POP 3 + POP 4) niedriger lag als in den betriebsüblichen Varianten. Lediglich auf den Standorten BOR1 + BOR 2 wurde im Modell ein um 5 kg höheres N-Angebot erzielt. Die relativ niedrigen Düngeempfehlungen für 2010 basierten auf einem hohen Mineralisationspotential verbunden mit unterdurchschnittlichen Ertragserwartungen aufgrund der verhältnismäßig geringen Sonneneinstrahlung im Mai 2010.

Tabelle 11: N-Düngung, Kornträge, Rohproteinwerte in den Pilotbetrieben im Jahr 2010

Betrieb	Landkreis	Schlag	Bodenart/ Ackerzahl	Vorfrucht	Sorte	Nmin. kg/ha	N-Düngung, kg/ha		N-Angebot, kg/ha		Überfahrten		Ertrag, dt/ha		Rohprotein, % TS		Grenz diff.
							Betrieb	Modell	Betrieb	Modell	Betrieb	Modell	Betrieb	Modell	Betrieb	Modell	
1	Nienburg	BOR 1	IS / 40	WW	JB Asano	23	155	160	178	183	3	3	56	49	14,2	13,3	4,6
		BOR 2	IS	WW	JB Asano	33	155	160	188	193	3	3	66	66	13,2	12,2	4,1
2	Uelzen	HAM 1	IS / 43	ZR	Dekan	38	215	180	253	218	4	3	90	89	15,1	12,2	9,6
		HAM 2	IS / 30	ZR	Julius	13	210	190	223	203	4	3	69	72	13,3	14,6	6,9
3	Hildesheim	POP 1	L / 79	ZR	Julius	49	170	155	219	204	3	3	109	107	11,6	11,2	6,7
		POP 2	L / 79	WW	Cubus	60	180	160	240	220	3	3	112	96	12,4	10,4	7,3
4	Hannover	POP 3	L / 92	WW	JB Asano	87	210	160	297	247	3	3	83	76	13,0	12,7	8
		POP 4	L / 90	ZR	JB Asano	76	205	155	281	231	3	3	98	93	13,5	13,2	5,2
5	Helmstedt	KOE 1	L / 102	ZR	Erasmus	48	150	150	198	198	3	3	81	92	11,6	11,9	4,1
		KOE 2	L / 84	WW	Smaragd	53	190	180	243	233	4	3	111	95	11,1	11,1	10,8
						48	184	165	232	213	3,3	3	87,5	83,5	12,9	12,28	

Werden die beiden Mittelwerte der Proteingehalte miteinander verglichen, bleibt festzustellen, dass die Modell-Variante im Mittel schlechtere Werte zeigt als die betriebsüblich gedüngte Variante. Die Qualitätsparameter waren im Modell bisher nicht berücksichtigt worden. Soll im Betrieb Qualitätsweizen erzeugt werden, kann auf die sogenannte Qualitätsdüngung im EC 39 nicht verzichtet werden. Das Jahr 2010 zeigte allerdings Grenzen der Spätdüngung auf, da die Ausnutzung des ausgebrachten Düngers aufgrund großer Trockenheit im Frühsommer schlecht war. Die Simulation der Bodenwassergehalte im Modell konnte schon frühzeitig Hinweise darauf geben.

Ein Rückblick auf das Vegetationsjahr 2010 zeigt ein Wetter der Extreme, das eine Vorhersage zur Ertragerwartung besonders erschwerte. Nach einem zu warmen, zu trockenen und sehr sonnenscheinreichen **April** mit hohen Verdunstungsraten folgte der **Mai**, der zu kühl (- 2,6 Grad), zu nass (130 %) und im Mittel recht sonnenscheinarm ausfiel. Die Vegetationsentwicklung wurde dadurch stark gebremst. Allerdings führte die nasse Witterung verbunden mit einer geringen Verdunstung zu einem deutlichen Anstieg der Bodenfeuchte. Der Winterweizen entwickelte sich im Mai auf allen Standorten wenn auch etwas verzögert sehr gut und vor allem ohne Krankheitsdruck. Der **Juni** zeigte ein ausgeprägtes Temperaturspektrum. Zu Monatsbeginn erlebten die Landwirte eine ausgeprägte „Schafskälte“ und am Monatsende Temperaturmaxima > 25 Grad. Dabei war es im westlichen und südlichen Niedersachsen mit Niederschlagswerten von im Mittel 35 % deutlich zu trocken. Die östlichen Regionen waren dagegen weniger stark betroffen, aber durch hohe Verdunstungsraten sanken auch hier die Bodenfeuchten im Monatsverlauf deutlich ab. Die Abreife des Winterweizens setzte daher auf einigen Standorten schon Ende Juni/Anfang Juli ein. Bodenbearbeitungsfehler traten unter diesen Verhältnissen besonders zu Tage. Der **Juli** geht dann mit + 3,5 Grad als zu warm in die Statistik ein. Sehr hohe Verdunstungsraten und Niederschläge in Höhe von 65 % des langjährigen Mittelwerts trugen weiterhin zu einer stark beschleunigten Abreife des Getreides bei. Die Weizenernte

verzögerte sich dann aber, weil nach der Hitzeperiode im Juli der **August** mit heftigen Gewittern und Starkregenfällen aufwartete. Auf vielen Standorten war die Ernte erst Ende August/Anfang September möglich und ging mit Qualitätseinbußen beim Weizen einher. (Deutscher Wetterdienst (DWD) Tobias Vogt, aus Fachverband Feldberegnung, Hinweise für die Feldberegnung Nr. 26, 2010)

Es konnte 2010 gezeigt werden, dass im Einzelfall gegenüber der Praxis bis zu 50 kg N/ha ohne signifikante Ertrags- und Qualitätsunterschiede eingespart werden konnten. Das lässt sich gut am Beispiel der Pilotfläche POP 4 darstellen (Tab. 11, S. 31). Die Kornerträge unterschieden sich auf dieser Fläche um 4,8 dt/ha zwischen den Varianten. Dabei erzielte die Betriebsvariante durch das höhere N-Angebot 97,9 dt/ha mit einem Proteingehalt von 13,5 %, während die ISIP Parzelle mit 93,1 dt/ha und einem Proteingehalt von 13,2 % mit einem um 50 kg N/ha geringerem N-Angebot nur unwesentlich schlechtere Ergebnisse zeigte. Besonders interessant sind hier die geringen Qualitätsunterschiede von 0,2 %.

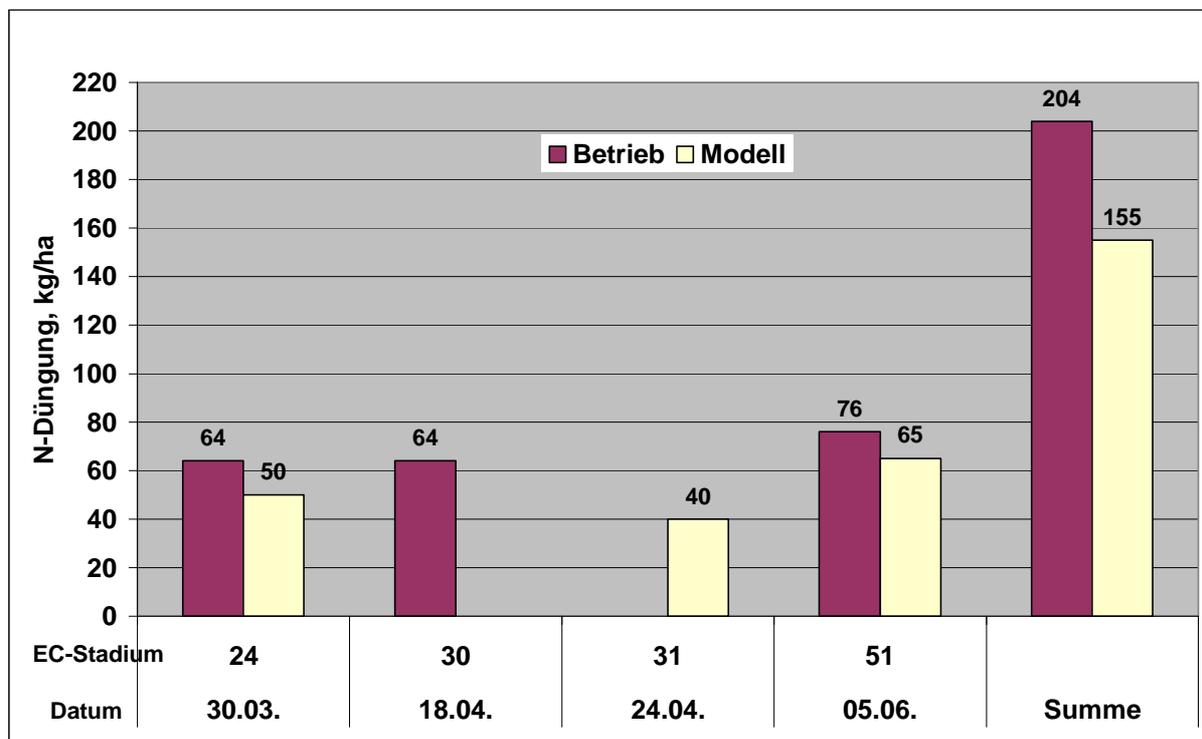


Abbildung 21: Düngungsvergleich Betrieb – ISIP in Termin und Mengenverteilung im Jahr 2010 auf dem Pilotstandort POP 4

Abbildung 21 zeigt den Düngungsvergleich Betrieb - ISIP in Termin- und Mengenverteilung. Die erste N-Düngergabe erfolgte in beiden Varianten zeitgleich mit 64 kg N/ha in der Betriebsvariante und unter Berücksichtigung des Nmin (51 kg N) mit 50 kg N/ha in der Modellvariante. Die zweite N-Düngergabe wurde vom Betrieb am 18.04. ausgebracht, die Düngung im Modell um eine Woche zeitversetzt am 24.04. Da das Niederschlagsoll im April nur zur Hälfte erfüllt wurde und die Verdunstungswerte bis zu 130 % höher ausfielen als in

„normalen“ Jahren, zeigte die zum späteren Zeitpunkt ausgebrachte N-Düngergabe in ISIP nicht die optimale Wirkung. Der Grund für die verspätete N-Düngergabe in der Modellvariante lag in 2010 auf vielen Flächen in der verzögerten Datenübermittlung an die Landwirte. Nach der vollständigen Implementierung des Modells im Internetportal ISIP wird es diese Zeitverluste nicht mehr geben und die N-Düngung kann zeitnah erfolgen. Die Abschlussdüngung erfolgte am 05.06. in EC 51 wiederum zeitgleich in beiden Varianten mit einer Düngermenge in Höhe von 76 bzw. 65 kg N/ha. Die Gesamtmenge lag im Betrieb bei 204 kg N und in der Modellvariante bei 155 kg N und damit um 49 kg N/ha im Gesamtangebot niedriger.

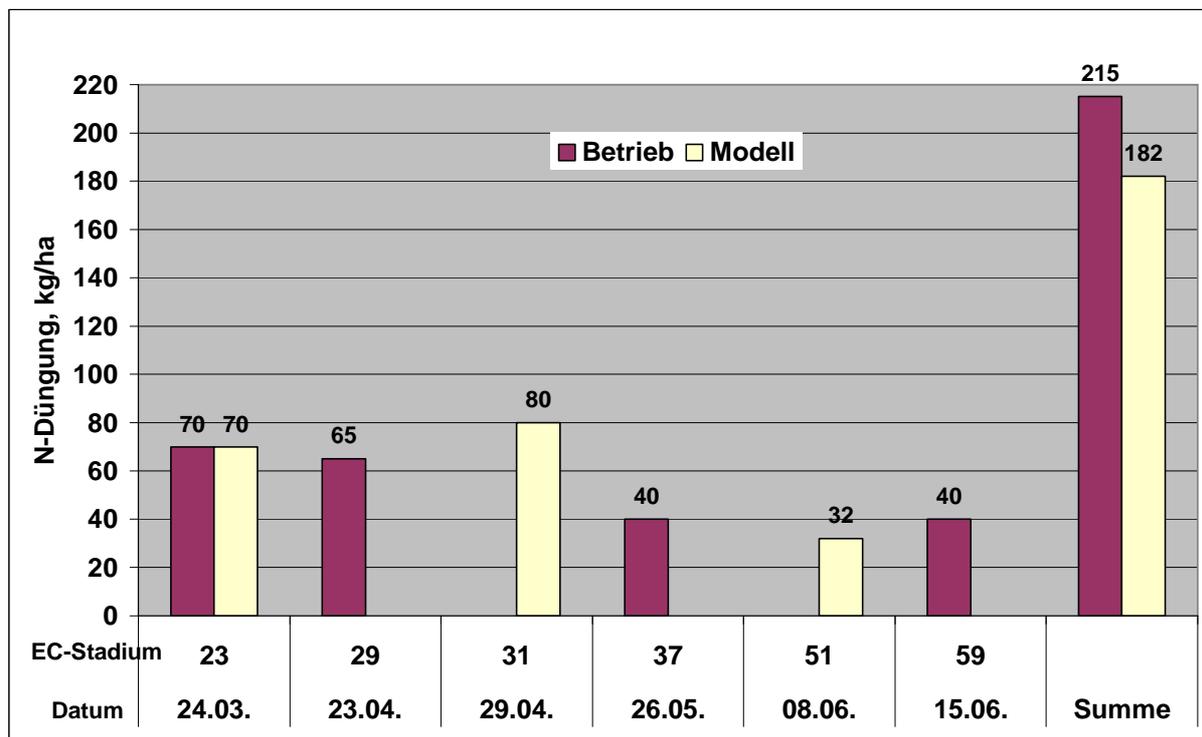


Abbildung 22: Düngungsvergleich Betrieb – ISIP in Termin und Mengenverteilung im Jahr 2010 auf dem Pilotstandort HAM 1

Auf dem Standort Uelzen (Tab. 11, S. 31) sehen die Ergebnisse für das Jahr 2010 ähnlich aus. Hier handelte es sich um zwei Flächen mit sandigen Bodenverhältnissen und Beregnung. Die Fläche HAM 1 wurde mit einer Gesamt-N-Düngermenge in Höhe von 215 kg in der Betriebsvariante gedüngt, während in der Modell-Variante insgesamt nur 180 kg N/ha ausgebracht wurden, also 35 kg weniger als im Betrieb. Verteilung und Zeitpunkt der Düngung zeigt Abbildung 22. Dabei fällt auf, dass die zweite und dritte Düngergabe im Modell jeweils eine bzw. zwei Wochen später ausgebracht wurden als im Betrieb. Die zweite N-Gabe war im Modell mit 80 kg N/ha sehr hoch berechnet worden und wurde auch in dieser Höhe als einmalige Gabe ausgebracht. Damit stand den Pflanzen im kalten und feuchten Mai ausreichend Stickstoff während der Schossphase zur Verfügung und die Ertragsbildung konnte aufgrund der kühlen Witterung optimal erfolgen. Der Ertrag in der Modellvariante lag

trotz des geringeren N-Angebots mit 89 dt/ha nur um eine Dezitonne niedriger als im Betrieb. Die dritte und letzte N-Gabe in EC 51 mit 32 kg N Anfang Juni konnte allerdings die Weizenqualität nicht optimal beeinflussen. Der Proteingehalt lag im Modell mit 12,2 % um 2,9 % niedriger als in der Betriebsvariante.

3.2 Ergebnisse Referenzflächen

Anders als in den Pilotbetrieben waren die Düngermengen und -termine auf den Referenzflächen einheitlich in einem Versuchsplan für alle Standorte vorgegeben (siehe Kapitel 2.2.2). Die Versuche auf den Referenzflächen dienten, wie bereits erwähnt, zunächst zur Eichung der Einzelmodelle der Projektpartner. Es handelte sich um Exaktversuche, in denen bestimmte Düngesysteme mit unterschiedlichen N-Verteilungsmustern miteinander verglichen wurden. Die Messergebnisse zur aktuellen Stickstoffversorgung des Weizens aus den Teilstücken mit frühjahrsbetonter bzw. schossbetonter N-Düngung konnten im Internetportal ISIP eingesehen werden und dienten der Praxis als Orientierungshilfe für die eigene Düngung.

Im Jahr 2010 konnte auf drei Referenzflächen (Hamerstorf, Poppenburg und Königslutter) eine weitere Düngevariante angelegt werden, in der auf Basis des Simulationsmodells (Kurzbezeichnung ISIP) gedüngt wurde. Erstmals konnte dabei die Ertragserwartung im Modell mit einbezogen und damit ein Fortschritt in der Treffsicherheit der Empfehlungen erwartet werden. Auf dem Standort Borwede konnte im Jahr 2010 aufgrund Platzmangels diese Variante nicht angelegt werden. Die folgende Tabelle 12, S. 35, zeigt die Kornerträge von Winterweizen der Varianten „ohne N, Sollwert (SW), SW frühjahrsbetont, SW schossbetont und SW-50 %“ im Vergleich zur Modellvariante.

Alle Ergebnisse und Angaben aus den Jahren 2008 bis 2010 zu Düngermengen, Ertrag, Qualitätseigenschaften sind im Anhang in den Tabellen 19 bis 21 auf den Seiten 71 – 73 dokumentiert.

3.2.1 2010

Im Jahr 2010 wurde zusätzlich auf Basis des ISIP-Rechenmodells eine Variante angelegt. Während in den drei Sollwert-Varianten vier Düngetermine und –mengen vorgegeben waren, berechnete das Modell nach ISIP grundsätzlich die N-Düngermengen für den 2. und 3. Termin. Die letzte Gabe wurde in diesem Jahr nicht gesplittet.

Tabelle 12: Düngung, Kornerträge, Rohproteinwerte auf den Referenzstandorten im Jahr 2010

Standort Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Düngung kg/ha	Nmin + N-Düngung kg/ha	Ertrag dt/ha	Rohprotein % in TM
Hamerstorf	18.03./22	26.04./31	17.05./37	10.06./55		Nmin 23 kg/ha	GD 5 %: 5,4	
ohne N	0	0	0	0	0	0	29,7	11,9
Sollwert	60	70	40	40	210	235	83,4	13,4
Sollwert frühjahrsbetont	80	50	40	40	210	235	83,1	12,7
Sollwert schossetont	40	90	40	40	210	235	80,6	13,7
Sollwert - 50%	30	30	30	0	90	115	73,7	10,9
ISIP (Modell)	60	95	(2.6./45) 45	0	200	225	81,5	12,2
Poppenburg	18.03./21	28.04./30	20.05./37	10.06./55		Nmin 77 kg/ha	GD 5 %: 2,7	
ohne N	0	0	0	0	0	0	62,0	8,7
Sollwert	60	15	40	40	155	230	97,8	12,5
Sollwert frühjahrsbetont	80	0	40	40	160	235	97,7	12,3
Sollwert schossetont	40	35	40	40	155	230	97,6	12,5
Sollwert - 50%	30	0	30	0	60	135	85,8	9,5
ISIP (Modell)	50	40	(1.6./39) 45	0	135	210	96,1	11,8
Königslutter	01.04./23	29.04./30	25.05./37	10.06./51		Nmin79 kg/ha	GD 5 %: 2,5	
ohne N	0	0	0	0	0	0	71,4	9,2
Sollwert	60	10	40	40	150	230	104,5	11,8
Sollwert frühjahrsbetont	80	0	40	40	160	240	105,9	11,9
Sollwert schossetont	40	30	40	40	150	230	105,6	12,2
Sollwert - 50%	30	0	30	0	60	140	92,1	9,7
ISIP (Modell)	40	50	(1.6./39) 65	0	155	235	105,3	12,2

Tabelle 12 gibt einen Überblick über Düngung, Erträge und Rohproteinwerte auf den Referenzflächen. In Hamerstorf erzielte die ISIP-Variante in 2010 einen Kornertrag von 81,5 dt/ha im Vergleich zu 83,4 dt/ha in der Sollwert-Variante. Die Andüngung erfolgte dabei zum gleichen Zeitpunkt und in gleicher Höhe wie in der Sollwert-Variante mit 60 kg N/ha. Die 2. Gabe erhielten alle Varianten wieder zum gleichen Zeitpunkt in EC 31, aber in unterschiedlicher Höhe je nach Andüngung. Die ISIP Parzelle wurde mit 95 kg N/ha gedüngt, die Sollwert-Variante mit 70 kg N/ha. Die 3. N-Düngung fiel am 02. Juni mit 45 kg N/ha in EC 45 geringfügig höher aus als die 3. Gabe auf der Sollwert-Parzelle mit 40 kg N/ha, die aber bereits am 17. Mai in EC 37 gedüngt worden war. Die ISIP-Variante hat damit in drei Gaben eine Gesamtdüngermenge in Höhe von 223 kg N/ha bekommen im Vergleich zu 233 kg N/ha auf der Sollwert-Variante. Dabei wurde bei nur drei Überfahrten eine Düngermenge von 10 kg N/ha eingespart. Es handelte sich dabei aber um einjährige Ergebnisse, die in weiteren Versuchsjahren überprüft werden müssen.

Auf Grund der extremen Wetter- und Erntebedingungen des Jahres 2010 gab es allgemein Probleme bei der Erreichung des Proteinwertes von 13 % zur Erzeugung von Qualitätsweizen. Auf den Referenzstandorten wurde einheitlich die Sorte Esket als A-Weizen angebaut. Im Versuchsjahr 2010 konnte lediglich auf dem „leichten“ Standort Hamerstorf in den Varianten Sollwert (13,4 %) und Sollwert schossbetont (13,7 %) der Qualitätsstandard erreicht werden (Tab.12, S. 35). Die Eiweißgehalte der ISIP-Variante liegen in Hamerstorf zwischen 0,5 % - 1,5 % niedriger als die Gehalte der Sollwertvarianten. Auf die sogenannte Spät- bzw. Qualitätsdüngung wurde auf diesem Standort in der ISIP-Variante verzichtet, während die Sollwertvarianten in Stadium 55 eine Spätgabe in Höhe von 40 kg N/ha erhielten. Mit dem um 10 kg niedrigeren Gesamt-N-Angebot in der ISIP-Variante konnte wohl ein nahezu gleicher Kornertrag wie in den Sollwert-Varianten erzielt werden, aber die Rohproteinwerte blieben mit dieser Düngermenge und -verteilung hinter den Vergleichswerten zurück.

In Poppenburg unterschieden sich die Sollwert-Varianten im Ertrag nur wenig (Tab. 12). Die ISIP-Parzelle erzielte einen Kornertrag von 96,1 dt/ha im Vergleich zu 97,8 dt/ha in der Sollwert-Variante. bei einem N-Angebot von 210 kg N/ha gegenüber 230 kg N/ha in der Sollwert Parzelle. Die erste N-Düngergabe erfolgte in allen Varianten gleichzeitig am 18.03. aber in unterschiedlicher Höhe. Unter Berücksichtigung eines Nmin-Wertes von 77 kg N/ha zu Vegetationsbeginn wurde die ISIP-Variante mit 50 kg N/ha angedüngt. Die Sollwert-Variante erhielt 60 kg N, während die frühjahrsbetonte Parzelle mit 80 kg N und die schossbetonte mit 40 kg N gedüngt wurden. Die 2. Gabe erfolgte am 28.04. in ISIP mit 40 kg N/ha in EC 30 und in der Sollwert-Variante mit 15 kg N. Die schossbetonte Parzelle hat aufgrund des hohen Nmin zu diesem Zeitpunkt keine N-Düngung bekommen. Die abschließende Düngergabe in der ISIP-Variante wurde am 01. Juni im EC 39 mit 45 kg N/ha gegeben. Im Vergleich dazu wurde die 3. Gabe in den übrigen Varianten gesplittet mit 40 kg N im EC 37 und 40 kg N im EC 55. In der Summe wurden in der ISIP-Parzelle 20 kg N weniger gedüngt als in den anderen Varianten und trotzdem ein Ertrag erzielt, der nur um 1,5 dt/ha niedriger lag als in den Vergleichsvarianten. Aufgrund der Trockenheit im Juni und Juli auf diesem Standort war die 4. Gabe in ihrer Wirkung vermindert. Während sich die Sollwert-Varianten auf dem Standort Poppenburg im Proteingehalt nur geringfügig um 0,2 % unterschieden, lagen die Werte in der ISIP-Variante um 0,5 % - 0,7 % unter den Proteinwerten der Sollwert-Varianten. Gründe für diese niedrigen Werte in der ISIP-Parzelle waren das um 20 kg N/ha niedrigere Gesamt-N-Angebot im Vergleich zu den Sollwertvarianten sowie die Stickstoffverteilung. In der ISIP-Variante fehlte die abschließende Qualitätsdüngung im EC 51/55. Das Modell erfüllte im Hinblick auf die Ertragserwartung die Voraussetzungen, während die Qualitätsparameter noch zu wenig berücksichtigt wurden.

In Königslutter sind die Ertragsunterschiede zwischen den Sollwert-Varianten ebenfalls minimal. In der ISIP-Variante konnten 105,3 dt/ha mit einem Gesamt-N-Angebot von 235 kg N/ha geerntet werden (Tab. 12, S. 35). Die 1. und 2. Gabe erfolgten in allen Varianten zeitgleich. Aufgrund des hohen N_{min} Wertes (79 kg N/ha) zu Vegetationsbeginn wurde die ISIP-Variante nur mit 40 kg N angedüngt, während die frühjahrsbetonte Variante mit 80 kg N doppelt so hoch gedüngt worden war. Im EC Stadium 30 erfolgte die 2. N-Gabe in Höhe von 50 kg. Die N-Gabe in den übrigen Parzellen lag mit 0 – 30 kg N wesentlich niedriger. Im feuchten und recht kühlen Mai stand dem Weizen damit in der ISIP-Variante ein N-Angebot von 170 kg zur Verfügung. Die nach unten korrigierte Ertragserwartung führte dann zu der 3. und letzten Düngegabe in EC 39 am 01. Juni in Höhe von 65 kg N/ha. Im Vergleich zu den Sollwert-Varianten mit der gesplitteten letzten Düngegabe hatte diese Düngeverteilung in 2010 zu keiner Ertragsminderung geführt. Auf dem Standort Königslutter erreichte der Proteingehalt der ISIP-Variante mit 12,2 % den gleichen Wert wie die schossetonte Variante (Tab. 12) und erzielte damit im Vergleich zu den anderen Varianten den höchsten Wert auf diesem Standort. Während bei der schossetonten SW-Variante die Abschlussdüngung in 2 Gaben zum EC 37 und EC 51 mit je 40 kg N/ha gesplittet wurde, berechnete das Modell eine Gabe von 65 kg N/ha im EC 39. Das Gesamt-N-Angebot unterscheidet sich in den Varianten nur unwesentlich und liegt mit 234 kg N in der Beratervariante um 5 kg N höher als die schossetonte Sollwert-Variante.

Auf allen drei Standorten mit einer ISIP-Variante zeigte die individuelle Düngeempfehlung in Abhängigkeit von der Ertragserwartung sehr gute Ergebnisse. Die Erträge der ISIP-Parzelle lagen auf den drei Standorten auf dem gleichen Niveau wie die übrigen Sollwert-Varianten. Die ISIP-Variante im Jahr 2010 konnte durchaus ertraglich mit den in der Beratung üblichen Varianten mithalten. Zusätzlich wurde auf allen drei Standorten eine Überfahrt eingespart.

Die Versuchsergebnisse in Tabelle 12 auf Seite 35 zeigen jedoch, dass zur Erzeugung von Qualitätsweizen die N-Verteilung und die N-Menge im Modell mehr Berücksichtigung finden müssen. Auf dem Standort Königslutter lag das ISIP-Modell mit 12,2 % auf gleicher Höhe mit den übrigen Sollwert-Varianten. Die letzte Düngemenge wurde in EC 39 in Höhe von 65 kg N/ha gegeben und lag damit um 20 kg N höher als auf den Standorten Hamerstorf und Poppenburg. In 2010 war auf allen Standorten die Wirkung der Abschlussdüngung in EC 51/55 aufgrund der Trockenheit im Juni/Juli herabgesetzt. Grundsätzlich zeigt der Standort Königslutter aber, dass zur Erzielung hoher Proteinwerte eine relativ späte und relativ hohe N-Gabe unerlässlich ist. Das Modell muss in dieser Hinsicht noch verbessert werden, um mit anderen Stickstoff-Verteilungsmodellen mithalten zu können.

4 Umsetzung der Empfehlungen in der Beratung

4.1 Darstellung der Ergebnisse in ISIP

Seit Projektbeginn im Jahr 2008 wurden die Ergebnisse im Internetportal ISIP veröffentlicht. Zunächst waren es gemessene bzw. berechnete Werte, in ISIP erzeugte grafische Abbildungen und Beraterkommentare, die als Orientierungshilfe zur Düngeentscheidung dienten. In 2009 führte die Erstellung grafischer Abbildungen mit Hilfe von Ampelfarben zu einer wesentlich verbesserten Entscheidungshilfe. Im Jahr 2010 wurden zum ersten Mal ausschließlich simulierte Werte in ISIP eingestellt, anhand derer Düngeempfehlungen gegeben wurden. Jedem Wert war ein Diagramm hinterlegt, das sowohl den zeitlichen Verlauf der aktuellen Werte wie auch der Erwartungswerte anzeigte und damit eine weitere Verbesserung des Modells erzielte.

4.1.1 2008

In dem Jahr 2008 stellte jedes Teilprojekt während der Düngesaison wöchentlich aktualisierte Abbildungen und Messwerte als Entscheidungshilfe hinsichtlich der Stickstoffdüngung für die landwirtschaftliche Praxis in ISIP ein (Abb. 23).

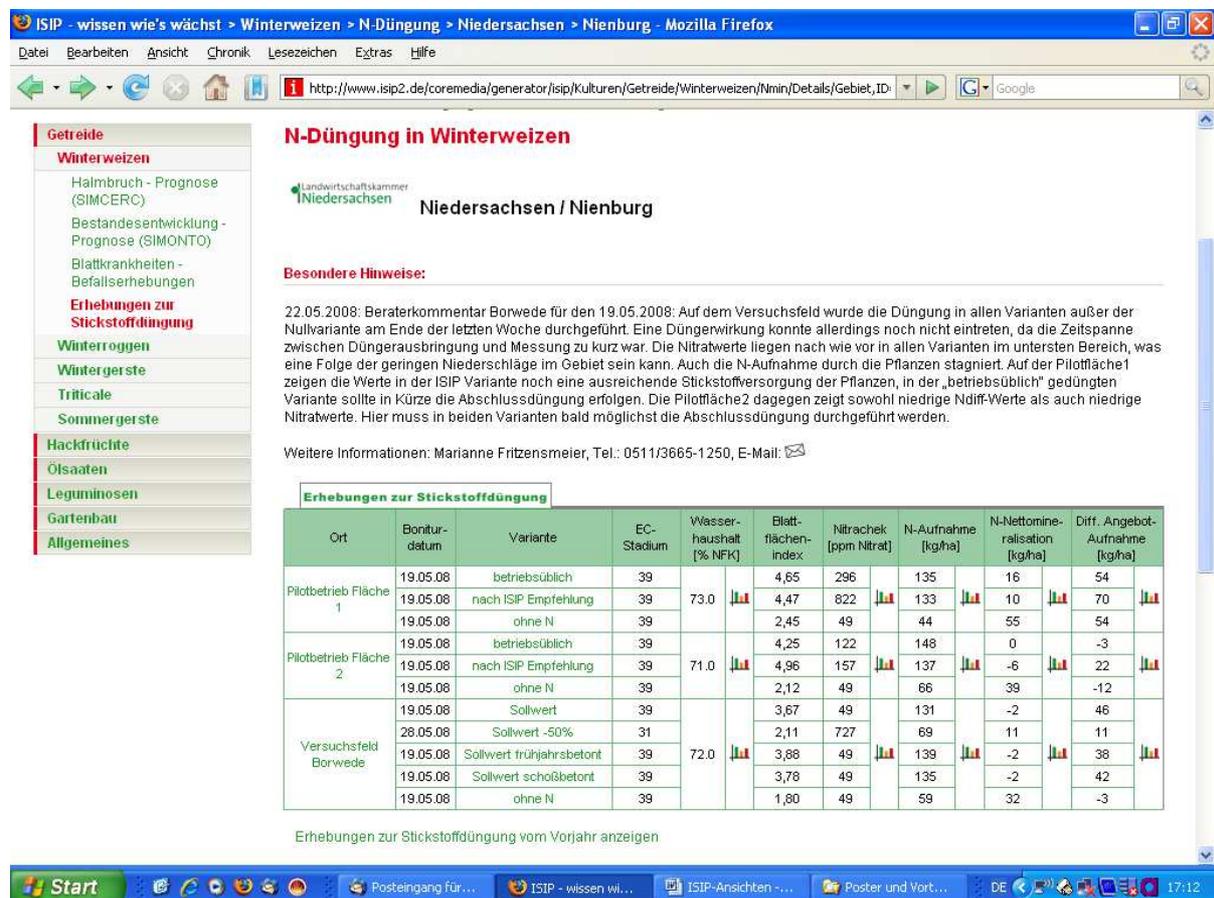


Abbildung 23: Bildschirmansicht des ISIP-N-Düngeportals

Die Pilotflächen und die Referenzflächen wurden den jeweiligen Bezirksstellen der Landwirtschaftskammer zugeordnet. Damit ergaben sich 4 Tabellenseiten für die Standorte Nienburg, Uelzen, Northeim und Braunschweig. Diesen Standorten waren im Jahr 2008 jeweils zwei Pilotflächen und eine Referenzfläche (hier Versuchsfeld) zugeordnet. In 2009 konnte der Standort Northeim um zwei Pilotflächen erweitert werden. In der Tabelle des ISIP- N-Düngeportals lassen sich neben dem Ort, Boniturdatum und den unterschiedlichen Varianten folgende wöchentlich aktualisierten Werte ablesen:

EC-Stadium, Wasserhaushalt, Blattflächenindex, Nitratgehalte in den Pflanzen, N-Aufnahme der Pflanzen von Vegetationsbeginn bis zum jeweils aktuellen Messdatum, N-Nettomineralisation und der N-Diff-Wert (N-Angebot – N-Aufnahme). Dabei wurde das EC-Stadium anhand der Entwicklung des Pflanzenbestandes wöchentlich vor Ort ermittelt. Der Wasserhaushalt in % nFK (nutzbare Feldkapazität) wie auch die Nettomineralisation konnten zu diesem Zeitpunkt bereits mit den Modellen der Projektpartner berechnet werden. Zur Nitratbestimmung in den Pflanzen siehe S. 5 im Bericht. Mit Hilfe des LAI 2000 wurde der Blattflächenindex gemessen. Diese Werte wurden von den Kollegen der Uni Kiel zur Berechnung der N-Aufnahme durch die Pflanzen benötigt. Der N-Diff-Wert konnte durch Bildung der Differenz aus dem **N-Angebot**, das sich aus N_{min} im Frühjahr (gemessen), der tatsächlichen N-Düngung (gemessen) und der N-Nettomineralisation zusammensetzte, und **N-Aufnahme** (N-Aufnahme durch die Pflanzen und Auswaschung (berechnet mit Wasserhaushaltsmodell, siehe Bericht LBEG)).

Die wöchentliche Eingabe der simulierten und gemessenen Werte der Modelle der Projektpartner in die Eingabemaske im Internet unter www.isip.de (Entscheidungshilfen → Winterweizen → N-Düngung → Niedersachsen auf Karte auswählen → Standort auswählen) erfolgte seit Projektbeginn durch Mitarbeiter der LWK Niedersachsen. Ebenfalls wöchentlich wurden für die Referenzstandorte und Pilotflächen Beraterkommentare verfasst, die für die Landwirte jeweils aktuelle Informationen zur Düngeplanung geben konnten. In den von Projektmitarbeitern der Landwirtschaftskammer verfassten Beraterkommentaren wurde in 2008 wöchentlich während der Düngeperiode neben den bekannten Nitrachek-Ergebnissen auf die sogenannten N-Diff-Werte (letzte Spalte) eingegangen, die wie bereits erwähnt in 2008 für die Düngeempfehlungen herangezogen wurden. Die Nitrachek-Ergebnisse und die Orientierung am Düngebedarf des Sollwertes dienten dabei häufig als Entscheidungshilfe und wurden daher zusätzlich zur Beratung herangezogen. In der ISIP Eingabemaske standen über alle Versuchsjahre pro Bezirksstelle wöchentlich immer nur 1000 Zeichen für den Beraterkommentar zur Verfügung. Das war für einen ausführlichen Kommentar zur sachgerechten Information und Beratung eindeutig zu wenig. So mussten die Ergebnisse mehrerer Pilotflächen zusammengefasst besprochen werden. Es konnte nicht auf jede Fläche explizit eingegangen werden, obwohl die einzelnen Standorte unterschiedliche

Voraussetzungen aufwiesen, z. B. in der Mineralisation, dem Entwicklungsstadium oder der zur Verfügung stehenden Niederschlagsmengen. Eine ausführliche Beratungsempfehlung für jede eingegebene Fläche in Form von Grafiken und Kommentaren wäre wünschenswert gewesen.

Der Diagramm Button jeweils neben der Ergebnisspalte hinterlegte eine grafische Darstellung der Entwicklung der jeweiligen Mess- bzw. Rechenwerte für die nächste Woche. In Abbildung 24 ist als Beispiel der zeitliche Verlauf der Differenz aus N-Angebot und N-Aufnahme (N-Diff) im Weizen zu sehen. Dargestellt werden die aktuellen Verläufe der drei Varianten „ohne N“, „betriebsüblich“ und „nach ISIP Empfehlung“. Die Darstellungen der Diagramme wurden im Jahr 2008 von ISIP erstellt und in das Portal eingestellt. Die Zahlenwerte der Tabelle pflegten die Projektmitarbeiter der Landwirtschaftskammer ein.

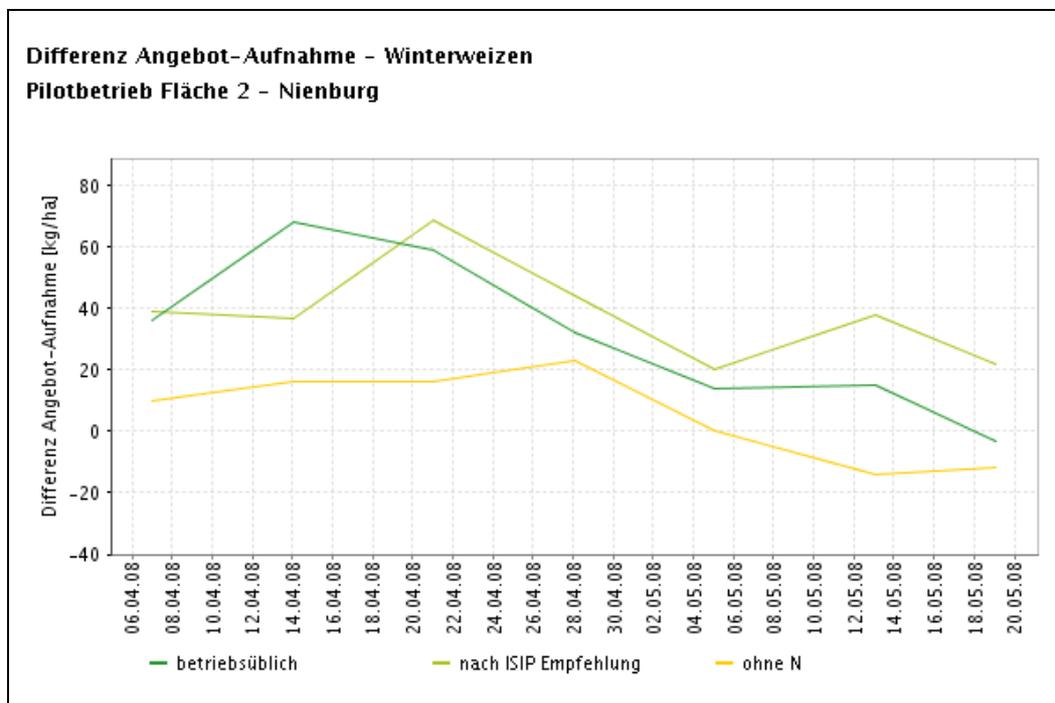


Abbildung 24: Grafische Darstellung des N-Diff-Verlaufs für die Pilotfläche BOR 2

4.1.2 2009

Wie bereits im Jahr 2008 waren die wöchentlich aktualisierten Messwerte im Internetportal ISIP in Tabellenform (vgl. Abb. 23) nachzulesen. An der äußerlichen Darstellungsform hatte sich in 2009 nichts verändert. Auch die Form der Beraterkommentare war gleich geblieben. 2009 wurde die grafische Darstellung der jeweiligen Mess- und Rechenwerte für z. B. Wasserhaushalt, N-Aufnahme und Netto-Mineralisation verbessert. Die Grafiken wurden von den jeweiligen Projektmitarbeitern erstellt, an das Internetportal ISIP weitergeleitet und dort dem entsprechenden Diagramm Button hinterlegt. Die Abbildungen geben Prognosen über die Entwicklung der genannten Modelle auf der Basis einer 14-tägigen Wetterprognose mit

einem „mittleren Wetter“. Als Beispiel ist in Abbildung 25 die grafische Darstellung des Wasserhaushalts mit Hilfe von Ampelfarben zu sehen. Im März und Dezember 2009 fanden jeweils Workshops der Projektpartner statt, auf denen mit den beteiligten Landwirten und Beratern der Landwirtschaftskammer u. a. die Form der Ergebnisdarstellung in ISIP in Hinblick auf die Praxisrelevanz diskutiert wurde. Dabei wurde die Darstellung mittels Ampelfarben als übersichtlich und schnell erfassbar gewertet.

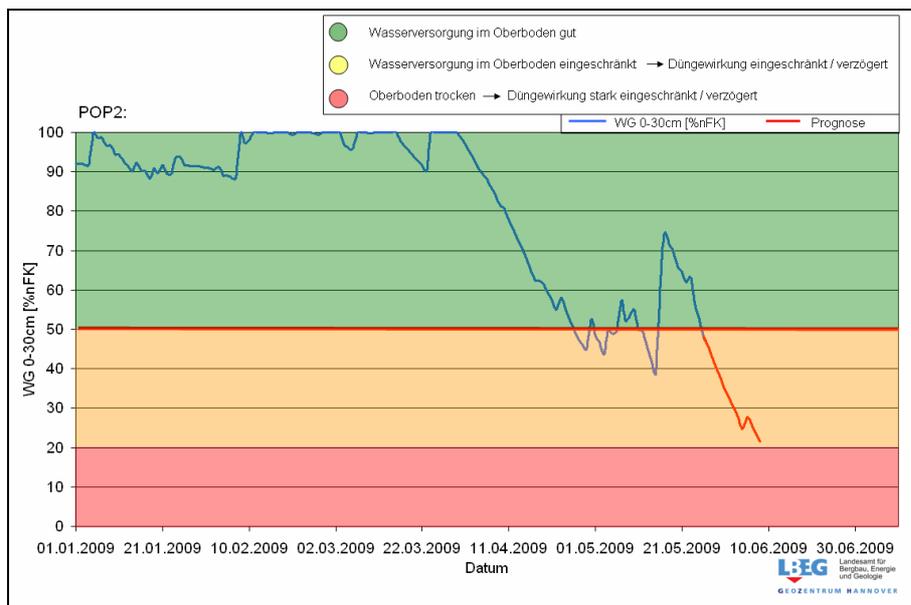


Abbildung 25: Darstellung des Wasserhaushalts in ISIP im Jahr 2009

4.1.3 2010

Im Jahr 2010 führte die Acker- und Pflanzenbauabteilung (CAU Kiel) die Teilmodelle zusammen, und erstellte damit auch die wöchentlichen Abbildungen zum Wasserhaushalt, zur Mineralisation und zur N-Aufnahme. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden zusätzlich die mittleren Verläufe der N-Aufnahme und der N-Mineralisation in den vergangenen 10 Jahren sowie die höchsten und niedrigsten Werte der N-Aufnahme bzw. N-Mineralisation dargestellt.

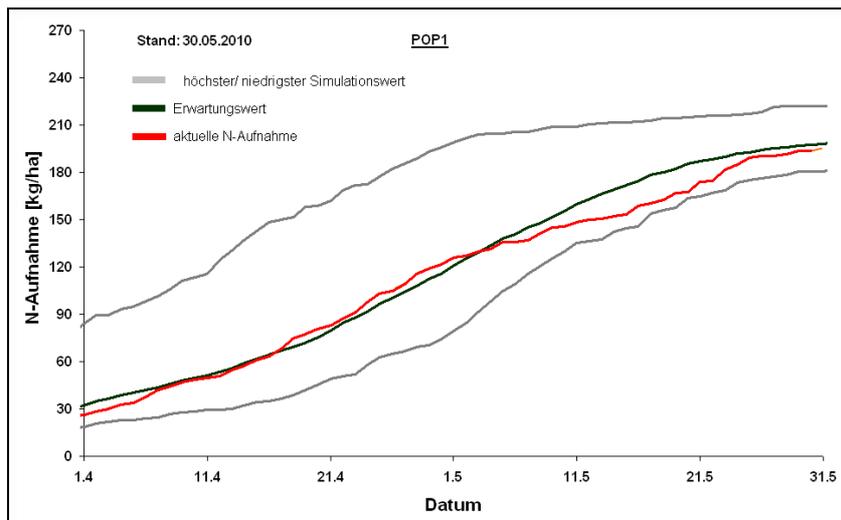


Abbildung 26: Darstellung der N-Aufnahme in ISIP im Jahr 2010

Die Abbildung 26 zeigt hierzu als Beispiel das Diagramm der N-Aufnahme auf dem Standort POP1. Das Diagramm wird per Mausklick auf das entsprechende Diagrammsymbol in der Tabelle geöffnet. Die rote Linie (aktuelle N-Aufnahme) liegt zu Beginn aufgrund des langen und kalten Winters unter dem Erwartungswert (schwarze Linie). Mit den steigenden Temperaturen im April nimmt die N-Aufnahme der Pflanzen zu, bis Anfang Mai kühles und regnerisches Wetter einsetzt und die N-Aufnahme auf niedriges Niveau (unter den Erwartungswert) absinkt. Liegen die aktuellen Simulationswerte für die N-Aufnahme über bzw. unter dem langjährigen Mittel werden in der Düngung Zu- bzw. Abschläge vorgenommen. So führt eine überdurchschnittliche N-Aufnahme zu einem Zuschlag bei der N-Düngung. Dabei ist anzumerken, dass die Anzahl der beprobten Flächen pro Bezirksstelle von einer (Referenzfläche) auf drei bzw. fünf (Referenzfläche + Pilotflächen) in den drei Versuchsjahren angestiegen ist.

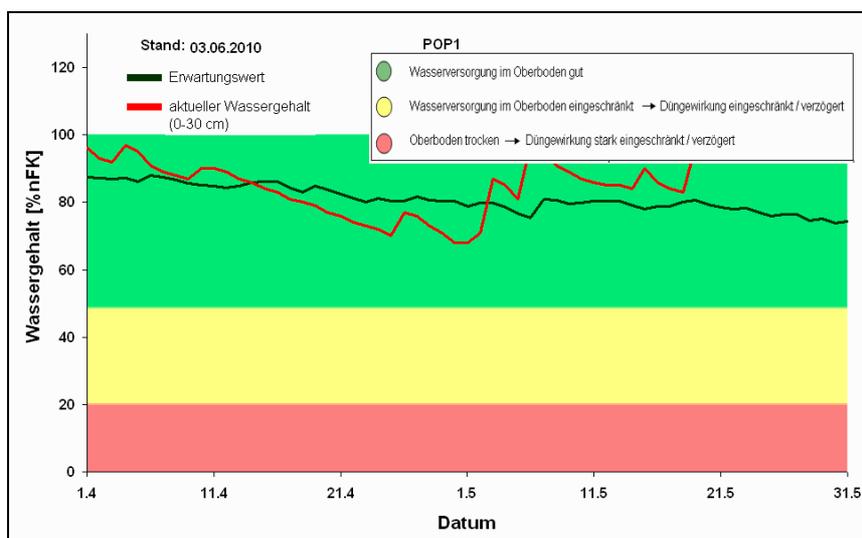


Abbildung 27: Darstellung des Bodenwasserhaushalts in ISIP im Jahr 2010

Die Abbildung 27 zeigt den Verlauf der Bodenwassergehalte für den Oberboden bis zum aktuellen Termin als Erwartungswert (dunkle Linie) und als aktuellen Wassergehalt (rote Linie) in % nutzbare Feldkapazität (nFK). Der Erwartungswert gibt den mittleren Bodenwassergehaltsverlauf der letzten 10 Jahre an.

Zusätzlich wurden im Jahr 2010 simulierte Daten von Standorten in Sachsen-Anhalt und Thüringen eingegeben, die ebenfalls durch entsprechende Abbildungen und Grafiken wie oben beschrieben näher erläutert wurden. Auf die Ausdehnung des Modells auf sogenannte „Testflächen“ in benachbarten Bundesländern wird in Kapitel 4.2.1 näher eingegangen.

4.2 Weitere Öffentlichkeitsarbeit

Die Tabelle 13 geben eine Übersicht zu Veranstaltungen und Vorträgen zum Thema Düngeberatung im Internetportal ISIP, die im Projektzeitraum 2008 – 2010 stattgefunden haben. In den Kapiteln 4.2.2 bis 4.2.4 wird auf einige dieser Veranstaltungen näher eingegangen.

Tabelle 13: Übersicht zu Veranstaltungen zum Thema Düngeberatung in ISIP

Datum	Veranstaltungsort	Besucher/ Teilnehmer	
18.06.2008	Feldtag auf dem Versuchsfeld Poppenburg	Ca. 500	Landwirte und Berater
04.11.2008	Dienstbesprechung der Pflanzenbauer (AG Düngung) in der Landwirtschaftskammer Niedersachsen	Ca. 20	Berater der Landwirtschaftskammer
02.03.2009	Workshop in der Landwirtschaftskammer Niedersachsen	13	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, D. Ebner (LWK) N. Engel, A. Krimphoff (LBEG) Dr. Sander (ISIP) <u>Pilotbetriebe:</u> St. Kraut (Betriebsleiter) Dr. Stadler (Betriebsleiter) Hr. Nichterlein (Verwalter) Dr. Werner (Betriebsleiter)
16.04.2009	Dienstbesprechung der Pflanzenbauer in der Landwirtschaftskammer Niedersachsen	Ca. 30	Berater der Landwirtschaftskammer
24.09.2009	Dienstbesprechung der Pflanzenbauer (AG Düngung) in der Landwirtschaftskammer Niedersachsen	Ca. 20	Berater der Landwirtschaftskammer

Datum	Veranstaltungsort	Besucher/ Teilnehmer	
11.12.2009	Workshop in der Landwirtschaftskammer Niedersachsen	14	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, D. Ebner (LWK) M. Fritzensmeier (LWK) N. Engel, A. Krimphoff (LBEG) Dr. Sander (ISIP) Dr. Hüwing (LWK) <u>Pilotbetriebe:</u> St. Kraut (Betriebsleiter) Dr. Stadler (Betriebsleiter) Hr. Nichterlein (Verwalter) Dr. Werner (Betriebsleiter)
20.04.2010	Arbeitskreis Düngernutzung und Nährstoffhaushalt der Bundesländer beim Verband der Landwirtschaftskammern	14	Düngereferenten der Länder aus den Landwirtschaftskammern und Landesanstalten
11.06.2010	Feldrundfahrt im Trinkwassergewinnungsgebiet Alfeld Süd	Ca. 25	Berater, Landwirte, Mitarbeiter aus Ingenieurbüros
15.-17.06. 2010	DLG-Feldtage in Bockerode, Niedersachsen	Ca. 2000	Landwirte, Berater, Landwirtschaftsschüler und Studenten
21.06.2010	Feldbegehung der Bezirksstelle Braunschweig in Velchelde	Ca. 35	Landwirte und Berater
24.06.2010	Statusseminar im DBU- Verbundprojekt in Osnabrück	Ca. 40	Mitarbeiter DBU, Projektteilnehmer, Berater, Landwirte
08.07.2010	Dienstbesprechung der Pflanzenbauer in der Landwirtschaftskammer Niedersachsen	Ca. 30	Berater der Landwirtschaftskammer
Juni 2010	Feldbegehung mit AGRAVIS auf Pilotstandort BOR	Ca. 25	Landwirte, Berater

4.2.1 Beteiligung weiterer Bundesländer und Darstellung der Ergebnisse in ISIP

2010 wurden erstmalig sogenannte „Testflächen“, die außerhalb von Niedersachsen lagen, in das Projekt einbezogen. Es handelte sich dabei jeweils um eine Fläche in Sachsen-Anhalt (Bernburg) und eine Fläche in Thüringen (Buttelstedt), die freundlicherweise von Mitarbeitern der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) bzw. der Thüringischen Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) betreut wurden. Eine ursprünglich geplante dritte Fläche auf den Versuchsfeldern der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen konnte nicht realisiert werden.

Die Aufgabe der LWK bestand darin, zunächst die in Tabelle 14 dargestellten erforderlichen Grunddaten für die Testflächen zu ermitteln und diese an die Projektpartner weiterzuleiten. Diese Daten wurden zur Simulation der N-Düngermengen und – termine benötigt. Dabei ist anzumerken, dass in den benachbarten Bundesländern (noch) keine hoch aufgelösten Bodenkarten vorliegen, so dass die Daten zum Mineralisationstyp und zur Bodentextur in verschiedenen Schichten nur schwer zu beschaffen waren. Da es sich bei den genannten Flächen allerdings um Versuchsflächen der Landwirtschaftsverwaltung handelt, konnten hier entsprechende Werte angegeben werden. In der landwirtschaftlichen Praxis wird die Datenbeschaffung zum Problem.

Während der Düngesaison wurden von Mitarbeitern der Landwirtschaftsverwaltungen in Sachsen-Anhalt und Thüringen wöchentlich Fotos von den Versuchsflächen für die Berechnung der aktuellen N-Aufnahme der Pflanzen zur Uni Kiel geschickt. Parallel dazu ermittelte die Uni Kiel unter Verwendung der in Tabelle 14 aufgeführten Standortdaten die N-Aufnahme der jeweiligen Weizenschläge mit dem Simulationsmodell und verglich sie mit den berechneten Werten.

Tabelle 14: Standortdaten zur Berechnung der N-Aufnahme

Standort	
Bezeichnung DENILI	
Größe Breitengrad Bodenbearbeitung (Pflug/ Mulch) organ. Düngung	
Hauptfrucht	2009/2010
Vorfrucht und Ertrag	2009
Vorfrucht und Ertrag	2008
Vorfrucht und Ertrag	2007
Sorte Aussaattermin Menge Körner/m ² TKG Keimfähigkeit	
Durchschnittsertrag des Schlages der letzten 5 Jahre / oder Ertragserwartung des Landwirtes	
Nmin zu Vegetationsbeginn (2010)	
1.Mineralisationstyp: Mineralisierungstyp 0: Schwarzerden Mineralisierungstyp 1: Lössböden Mineralisierungstyp 2: Sandböden humusreich Mineralisierungstyp 3: Sandböden sonstige	
2.Poolgrößen Nfast Nslow	
3. Bodentextur in verschiedenen Schichten: Bodentyp Klassenzeichen der Bodenschätzung/ Bodenart Ackerzahl / Bodenzahl Humusklasse	

Die simulierten Ergebnisse konnten ebenfalls wöchentlich im Internetportal ISIP unter dem jeweiligen Bundesland verfolgt werden und dienten den Mitarbeitern der Uni Kiel zur Überprüfung des Simulationsmodells.

Die Projektpartner konnten mit der Ausweitung der Testflächen in benachbarte Bundesländer das Modell nicht nur testen, sondern gleichzeitig weitere Aufmerksamkeit über die Grenzen von Niedersachsen und Schleswig-Holstein hinaus für eine online verfügbare N-Düngeplanung erzielen. Die Reaktionen der beteiligten Landwirtschaftsverwaltungen waren nach diesem Testjahr durchaus positiv und man wünscht sich von den Projektpartnern die

Ausweitung der Modellanwendung zunächst auf weitere Bundesländer und nicht zuletzt auch auf andere Kulturen wie z.B. Mais.

4.2.2 Informationsveranstaltung vor Düngeexperten der Länderoffizialberatung

Anlässlich der Frühjahrstagung des Verbandes der Landwirtschaftskammern am 20. April 2010 in Würzburg wurde die Möglichkeit genutzt, die Düngungsreferenten der Landwirtschaftskammern und Landesanstalten Deutschlands über das Verbundprojekt „Umsetzung eines Internetdienstes zur nutzungs- und schlagspezifischen N-Düngeberatung in ISIP auf der Basis von Pilotbetrieben“ zu informieren. Insgesamt haben 14 MitarbeiterInnen der Landwirtschaftskammern und Landesanstalten aus allen Bundesländern Deutschlands an der Sitzung des Arbeitskreises Düngeberatung und Nährstoffhaushalt teilgenommen, u. a. Dr. Wilfried Zorn (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Ackerbau und Düngung), Dr. von Wulffen (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt) und Dr. Erhard Albert (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat Pflanzenbau, Nachwachsende Rohstoffe).

Die Projektpartner zeigten in ihren Vorträgen alle wichtigen Aspekte des Projektes auf. Herr Dr. Baumgärtel (LWK Niedersachsen) erläuterte die Zielsetzung des Projekts und gab einen Überblick über die Aufgaben der Landwirtschaftskammer. Frau Lenßen (Landesamt Bergbau, Energie und Geologie) stellte das dort für das Projekt entwickelte Wasserhaushaltsmodell vor, und Herr Dr. Ringe (Leibniz Universität Hannover) informierte über das Mineralisationsmodell. Abschließend erläuterte Herr Prof. Dr. Kage (CAU Kiel) das Pflanzenwachstums- und Ertragsbildungsmodell. Dabei ging er vor allem darauf ein, wie das Gesamtmodell von Beratern und Landwirten zur N-Düngeplanung genutzt werden kann und welche Informationen geliefert werden. Er wies ausdrücklich darauf hin, dass das Modell nach der Implementierung im Internet ständiger Pflege und Weiterentwicklung bedarf, um bei sich ändernden Rahmenbedingungen aktuell zu bleiben. Das gilt zum Beispiel für die Züchtung neuer Sorten und damit verbundenen veränderten Eigenschaften. Wichtig für Prof. Kage zu erwähnen war, dass das Modell Düngeentscheidungen lediglich unterstützen kann und soll, diese aber nicht ersetzen kann. Herr Dr. Sander von ISIP (Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion) nahm in seinem Vortrag Stellung zur Verbesserung der zukünftigen Darstellungsmöglichkeit der Modellergebnisse. Er versprach außerdem die zukünftige Nutzung der Radarwetterdaten zum Niederschlagsgeschehen vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verbesserung der Aussagekraft der Wasserhaushaltsmodelle. Vielleicht ist die Erstellung von Applikationskarten, die aus den Berechnungsergebnissen in ISIP erstellt und mittels mobiles Internet auf das Handy des Landwirtes übertragen werden, damit er unmittelbar danach seine Düngeplanung realisieren kann, schon bald Wirklichkeit.

4.2.3 Präsentation des ISIP-Modells auf den DLG-Feldtagen in Bockerode

Auf den Feldtagen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG), die vom 15. – 17. Juni 2010 ca. 20 km südlich von Hannover auf dem Rittergut Bockerode stattfanden, konnten die Projektpartner den interessierten Besuchern das gemeinsame Projekt vorstellen. Auf der Versuchsfläche, die der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zur Verfügung stand, war dazu im Herbst des Vorjahres ein N-Düngungsversuch im Winterweizen angelegt worden mit unterschiedlichen N-Düngestrategien. Eine der Versuchspartzen (ISIP-Variante) wurde nach den Vorgaben des Simulationsmodells gedüngt. Die Vorgaben bezogen sich auf die N-Düngermenge, den Zeitpunkt der jeweiligen N-Düngung und die Ertragserswartung. Die von der CAU Kiel vorbereiteten 8 Poster wurden vor der nach dem ISIP-Modell gedüngten Parzelle aufgestellt und den interessierten Besuchern von Mitarbeitern der LWK Niedersachsen und Kollegen der CAU Kiel und der Leibniz Uni Hannover erläutert. Auf den Postern war der Aufbau der simulationsgestützten Düngeempfehlung nach dem ISIP-Modell anhand eines Beispiels zu sehen.

Das Publikum auf den Feldtagen setzte sich vielschichtig zusammen. Neben Landwirten, die aus allen Teilen Deutschlands und dem benachbarten Ausland angereist waren, waren Berater, Studenten und Wissenschaftler vor Ort. So konnten wir die Idee weit über Niedersachsen und Schleswig-Holstein hinaus exportieren. Es wurden Eindrücke von dem Projekt nach Österreich, Holland, Ukraine usw. mit genommen und dort an andere interessierte Personen weiter gegeben.

Die Besucher hatten von der ISIP-Parzelle einen guten Eindruck. Der Weizen stand dicht und zeigte eine satte, dunkelgrüne Farbe. Es entwickelten sich angeregte Diskussionen, auch vor dem Hintergrund, dass der nach dem ISIP-Modell gedüngte Weizen im Vergleich zu anderen Prüfgliedern trotz wesentlich geringerer N-Düngermengen einen guten Bestand zeigte. Da dieser Versuch ohne Wiederholungen angelegt war, sondern nur zur Demonstration der verschiedenen Düngestrategien, wurde auf eine Beerntung verzichtet. Aber auch der visuelle Eindruck von den unterschiedlich gedüngten Parzellen war für die Besucher eindrucksvoll.

4.2.4 DBU Statusseminar

Am 24. Juni 2010 fand in Osnabrück ein von der DBU und der Landwirtschaftskammer Niedersachsen organisiertes Statusseminar zum Verbundprojekt statt. Zu diesem Zeitpunkt waren zwei der vier Teilprojekte bereits abgeschlossen (Bodenkunde, Uni Hannover und LBEG, Hannover). Die Teilprojekte der CAU Kiel und der LWK Niedersachsen sollten noch ein weiteres Jahr bis Ende März 2011 laufen, um das Düngeempfehlungskonzept zu optimieren und praxisnah zu testen. An der Veranstaltung nahmen verschiedene Vertreter

der Officialberatungen aus mehreren Bundesländern (NRW, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein), zahlreiche Mitarbeiter von Universitäten und Fachhochschulen, Vertreter mehrerer Ingenieurbüros, sowie Landwirte von Praxis-Pilotbetrieben des Verbundprojektes teil.

Zunächst wurden den Teilnehmern die einzelnen Teilprojekte sowie das Düngeempfehlungskonzept vorgestellt. Danach entwickelte sich schnell eine angeregte Diskussion mit positiven Rückmeldungen aber auch einigen Verbesserungsvorschlägen. Zum Abschluss diskutierten alle Teilnehmer noch über weiteren Forschungsbedarf zur N-Düngung in anderen wichtigen Kulturen. Positiv hervorgehoben wurde die verständliche Darstellung der Abbildungen in den Ampelfarben grün, gelb, rot.

Um die Akzeptanz der Landwirte für das Düngeempfehlungsmodell in der Praxis zu steigern, wiesen mehrere Beteiligte auf die Möglichkeit hin, digitale Antragsdaten für landwirtschaftliche Zuschüsse (z. B. Flächendaten und/oder Vorfrüchte) in das Modell einzupflegen. Dadurch könnte eine deutliche Zeiteinsparung bei der Nutzung und Bedienung des Modells erfolgen. Einige Teilnehmer verwiesen auf mögliche Probleme mit dem Datenschutz. Dieses Argument konnte dadurch entkräftet werden, dass die Landwirt selbst entscheiden können, welche Daten sie einlesen lassen wollen.

Probleme ergeben sich nach wie vor hinsichtlich der verfügbaren Wetterdaten. Trotz zahlreicher Verbesserungen in den letzten Jahren, lässt sich die räumliche Verteilung der Niederschläge nicht genau genug bestimmen. In ISIP sind derzeit Niederschlagsdaten im schon recht engen 1 km-Raster hinterlegt, aber aufgrund der großen Bedeutung für die Entwicklung der Pflanzen ist die Genauigkeit zu gering. Eigene Niederschlagsmessungen durch den Landwirt können hier hilfreich sein und die Güte der Düngeempfehlungen ließe sich durchaus verbessern. Ebenso wünschenswert für eine gute Akzeptanz des Modells wäre eine 7-tägige Wetterprognose.

Das Düngeempfehlungsmodell kann bisher nur im Winterweizen angewendet werden. Dazu wurde angemerkt, dass die Düngung im Weizenanbau auf Lössflächen kein großes Problem darstelle, da die Stickstoffausnutzung auf diesen Böden in der Regel sehr gut, und die N-Auswaschung verhältnismäßig gering ist. Andere Fruchtarten müssten dringend zusätzlich bearbeitet werden. Bei einer Weizenanbaufläche von ca. 4 Millionen Hektar in Deutschland kann jedoch eine Düngereinsparung von nur 10 kg N/ha den gesamten Stickstoffdüngerverbrauch um 40000 t pro Jahr senken. Auch vermeintlich kleine Schritte können somit von großer Wirkung für die Umwelt sein.

Im weiteren Verlauf der Diskussion wurde von verschiedenen Seiten darauf hingewiesen, dass das Modell dringend auf andere Fruchtarten erweitert werden müsse, z. B. für Mais- und Raps. Für den Raps steht bereits in Grundzügen ein Düngungsmodell aus Frankreich

zur Verfügung. Im Maisanbau ist in dieser Hinsicht zur Zeit noch keine Modellplanung erfolgt, aber aufgrund der starken Ausdehnung der Maisanbaufläche im Zuge der gestiegenen Biomassenachfrage ist Handlungsbedarf notwendig. Außerdem sollten Fruchtfolgen im Anbau mit Energiepflanzen genauer untersucht und in das Modellkonzept einbezogen werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass auf dem Gebiet der Stickstoffdüngung sicherlich noch offene Fragen zu klären sind, aber mit dem entwickelten Düngeempfehlungsmodell ist ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung erfolgt.

5 Düngeempfehlungen im Internetportal ISIP 2011

Im Frühjahr 2011 konnte die erste Version des im Projekt entwickelten N-Düngemodells in ISIP installiert werden. Diese Version war in diesem Jahr noch in der Erprobung und daher nur für ausgewählte Berater und Landwirte zur Nutzung frei gegeben. Zusätzlich hatten einige andere Bundesländer im Vorfeld ihr Interesse an dem N-Düngemodell bekundet und mit eigenen Versuchsflächen bzw. Praxisschlägen an der Erprobung teilgenommen. Hierzu gehörten Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen und Sachsen.

Die LWK Niedersachsen hat auf 4 Versuchsfeldern (Hamerstorf, Höckelheim, Poppenburg und Borwede) in einem Weizenversuch jeweils eine ISIP-Variante mit 4-facher Wiederholung angelegt. Die Schlagdaten wurden in die Eingabemaske des Stickstoffdüngemodells eingegeben. Danach hat das Modell die jeweilige Stickstoffdüngergabe in Menge und Zeitpunkt berechnet und in eine abrufbare Textdatei überführt. Da das Modell aus technischen Gründen nicht vollständig zur ersten N-Gabe installiert war, musste diese „von Hand“ eingegeben werden. Berechnungsergebnisse waren erst zum Zeitpunkt der zweiten und dritten N-Gabe möglich. In Tabelle 15 ist die Eingabemaske, wie sie im Internetportal im Düngemodell erscheint, abgebildet. Die Daten zur Bodentextur mussten in der Erprobungsversion noch „von Hand“ eingegeben werden. In der zukünftigen Version, die ab 2013 offiziell im Internet für alle ISIP Nutzer zur Verfügung stehen wird, werden diese Daten ebenso wie der Klimatyp für alle Flächen im Gebiet der LWK Niedersachsen vom Modell automatisch abrufbar sein. Damit wird die Dateneingabe wesentlich vereinfacht und weniger zeitaufwendig. Alle anderen benötigten Angaben können der Schlagkartei entnommen werden. Das Modell berechnet zunächst den Gesamt-Stickstoffbedarf und ermittelt die Verteilung auf drei Gaben. Diese Angaben finden sich im unteren Teil der Eingabemaske. Mit dem Button „OK“ wird die Stickstoffbedarfsrechnung zur jeweiligen N-Gabe angestoßen und kann dann in Form einer Textdatei abgerufen werden.

Als Beispiel soll hier die Versuchsfläche aus Borwede vorgestellt werden, deren Schlagdaten in der folgenden Eingabemaske (Tab. 15) zu sehen sind.

Tabelle 15: Eingabemaske für Düngeempfehlungsmodell

Formularbeginn

Schlagname:	VF Borw ede
Gebiet:	Deutschland - Niedersachsen - Nienburg
Wetterstation:	Borw ede
Aussaatdatum:	2010 Oktober 6
Breitengrad [deg]:	52,8
Aussaatstärke [Körner/m ²]:	300
Vorfrucht:	Raps
Ertragserwartung [dt/ha]:	100
Ertrag erwartet auf:	Parzelle
Nmin im Frühjahr [kg N/ha]:	65
Weizenpreis [€/dt]:	20
Stickstoffpreis [€/kg N]:	1
Proteingehalt [%]:	12
Bodentextur 0-30:	Us
Bodentextur 30-60:	Us
Bodentextur 60-90:	Us
Bodentextur ab 90:	Us
Beregnung:	Nein
Grundwasseranschluss:	Nein
Klimatyp:	Continental_Wet
Sollwert 1.Gabe [kg N/ha]:	60
Sollwert 2.Gabe [kg N/ha]:	123
Sollwert 3.Gabe [kg N/ha]:	65

Bei der Neuanlage eines Schlages bzw. nach der Veränderung von Eingabeparametern sollten Sie zunächst die N-Verteilung auf die drei Gaben (Sollwert 1. Gabe, ...) berechnen. Danach können Sie dann ggf. die Mengen anpassen und alle Einträge mit "OK" bestätigen.

Gezeigt wird die Beratungsempfehlung zur dritten N-Gabe vom 24.05.2011:

Benutzereingaben:

(abrufbare Textdatei in ISIP)

Aussaatdatum: 06.10.2010

Vorfrucht: Raps

Mineralisationstyp: sonstige

Breitengrad: 52.8

Klimatyp: kontinental feucht

Weizenpreis: 20.00 (EUR/dt)

Stickstoffpreis: 1.00 (EUR/kg N)

Ertragserwartung: 91 (dt/ha)

Ertragschw. Parzelle: 100 (dt/ha)

Min. N zu VB: 65 (kg N/ha)

Proteingehalt: 12.0 (%)

Aufgrund von Vorfrucht, Mineralisationstyp, Ertragserwartung und des angestrebten Proteingehaltes wird ein N-Angebot („Sollwert“) von 247 (kg N/ha) empfohlen.

1.Gabe

Durch den Benutzer wurde das N-Angebot zur 1. Gabe um - 14 (kg N/ha) verändert.

Es wurde mit 60 (kg N/ha) angedüngt.

2.Gabe

Durch den Benutzer wurde das N-Angebot zur 2. Gabe um 14 (kg N/ha) verändert.

Es wurden 78 (kg N/ha) gedüngt.

3.Gabe

Unter Berücksichtigung der Bodenwasserverhältnisse und der derzeitigen Entwicklung des Bestandes wurde eine Prognose für den zu erwartenden N-Entzug errechnet (Szenario-rechnung).

Hierzu wurde standardisiertes Referenzwetter (kontinental feucht) herangezogen. Aufgrund der guten N-Nachlieferung des Bodens seit dem 01.03. wird die 3. Düngergabe reduziert.

Es wird ein durchschnittlicher N-Entzug erwartet.

Anhand der Zu- und Abschläge und unter Berücksichtigung der Auswaschung ergibt sich eine Modifikation von - 25 (kg N/ha). Es wird für die 3. Gabe eine Menge von 40 (kg N/ha) empfohlen, welche bis zum 02.06. (BBCH 39/51) erfolgen sollte.

Netto ergibt sich eine jahreszeitliche Modifikation von - 5 (kg N/ha).

Insgesamt wird eine Düngermenge von 178 (kg N/ha) errechnet, was einem N-Angebot (Düngung + Nmin) von 243 (kg N/ha) entspricht.

In der aktuellen Version werden für jeden Schlag ausführliche Grafiken erstellt zum BBCH, zur N-Aufnahme und N-Auswaschung, zum Blattflächenindex (BFI), zur Berechnungswürdigkeit und zu aktuellen Wetterdaten. Außerdem werden eine Ertragsprognose und das Ertragsniveau ausgegeben.

Das Jahr 2011 hat gezeigt, dass die vom Modell gerechnete Berechnung zu spät eingesetzt hatte, da hier erst ab dem BBCH 31 eine Berechnung vorgesehen war. Dieser Fehler wurde dadurch beseitigt, dass zusätzlich ein „Trockenstressindex“ in die Grafik aufgenommen wurde. Der dadurch neu entstandene Schwellenwert ist nicht fix, sondern vom Berechnungskontingent abhängig, so dass nun früher berechnet wird, wenn mehr Wasser zur Verfügung steht.

Einige Standorte konnten aufgrund defekter Wetterstationen bisher nicht gerechnet werden. Wie bereits mehrfach angesprochen, wird zukünftig auf die Wetterdaten des DWD zurückgegriffen werden können, so dass dieses Problem im nächsten Jahr nicht mehr auftreten wird.

Ergebnisse zur Beerntung der Versuchs- bzw. Praxisflächen lagen bis zum Abschluss dieses Berichts noch nicht vor. Alle noch ausstehenden Ergebnisse und Erfahrungen mit dem Modell in 2011 in der Praxis werden in den nächsten Monaten ausgewertet und in der nächsten Düngesaison berücksichtigt.

6 Ausblick und Fazit

In der Düngesaison **2008** erfolgte die Beratung der Landwirte auf der Grundlage des N-Diff-Wertes. Im Internetportal ISIP wurden die wöchentlich aktualisierten Messwerte (EC-Stadium, Wassergehalt, Blattflächenindex, Nitratgehalte in den Weizenpflanzen, N-Aufnahme der Pflanzen von Vegetationsbeginn bis zum jeweils aktuellen Messtermin, N-Nettomineralisation und der N-Diff-Wert (N-Angebot – N-Aufnahme)) mit Beraterkommentaren für insgesamt 8 landwirtschaftliche Flächen und 4 Referenzstandorte eingestellt. Grafische Darstellungen, die von ISIP erzeugt wurden, konnten unter dem entsprechenden Diagramm Button eingesehen werden und dienten der Entscheidungshilfe in der Düngplanung.

Das Projektjahr **2009** zeigte, dass der N-Diff-Wert nicht auf allen Flächen für die Stickstoff Düngberatung herangezogen werden konnte. Anhand von sogenannten Mindmaps, in die alle für die Düngempfehlung wichtigen Entscheidungsgrundlagen eingetragen wurden, haben die Mitarbeiter der LWK die Düngberatung auf 10 landwirtschaftlichen Flächen durchgeführt. Die grafischen Abbildungen in ISIP konnten in wesentlichen Details verbessert werden. Hierzu wurde die Ergebnisdarstellung mittels Ampelfarben im Hinblick auf die

Praxisrelevanz von Beratern und Landwirten als übersichtlich und schnell erfassbar gewertet.

Im Jahr **2010** wurden die Teilmodelle in der Acker- und Pflanzenbauabteilung der Uni Kiel zusammengeführt und weitere Informationen für den Nutzer in die Abbildungen aufgenommen. Die Grafiken stellen zusätzlich die mittleren Verläufe der N-Aufnahme und der N-Mineralisation in den vergangenen 10 Jahren sowie die höchsten und niedrigsten Werte der N-Aufnahme bzw. N-Mineralisation dar. Die Düngeempfehlungen konnten erstmalig allein auf der Grundlage der Modellrechnung erfolgen. Dabei zeigte sich, dass die Ertragsleistung auf den Parzellen, die nach der Modellrechnung gedüngt wurden, durchaus mit den Erträgen der konventionell gedüngten Flächen mithalten konnte. Dies galt dagegen nicht für die Proteinwerte in den ISIP-Varianten, die in der Regel niedriger lagen als in den übrigen Parzellen. Sowohl die Verteilungsmuster als auch die Höhe der N-Düngergaben zur Erzielung möglichst hoher Proteingehalte waren zu diesem Zeitpunkt im Modell noch nicht optimal berücksichtigt.

In der Düngeaison **2011** konnte die erste Version des im Projekt entwickelten und im Internetportal ISIP installierten N-Düngemodells für ausgewählte Berater und Landwirte zur Nutzung frei gegeben werden. Damit erhalten diese schlagspezifische Informationen und zeitlich an die aktuellen Bedingungen angepasste Hinweise zur Düngeplanung in Form von Grafiken, Wetterdaten, Kommentaren und nicht zuletzt zum optimierten Düngereinsatz im Internet.

Die vergangenen drei Projektjahre haben eine gute Datengrundlage für die benötigten Referenzdaten in Niedersachsen geschaffen, so dass das Modell nun in der Praxis einsatzfähig ist. Welche Verbesserungen in der Düngeberatung wird uns das Modell zukünftig bringen? Die N-Düngeberatungssysteme basieren derzeit auf der Nmin-Methode. Dabei wird die Höhe der erforderlichen Stickstoffdüngung nach Abzug des gemessenen Nmin-Vorrats zu Vegetationsbeginn vom sogenannten „Nmin-Sollwert“ berechnet.

Im Modell dagegen werden für jede zu düngende Fläche schlagspezifische Daten erfasst und unter Berücksichtigung der jahresspezifischen Ertragserwartung und N-Aufnahme, die vom Modell berechnet werden, ein Gesamt-N-Angebot (Sollwert) empfohlen. Dieses N-Angebot kann im Verlauf der Vegetation an die jahresspezifischen Gegebenheiten durch Zu- oder Abschläge vom Sollwert angepasst werden. Kann z. B. das standortspezifische Ertragsniveau aufgrund der Sommertrockenheit in 2010 nicht erreicht werden, gibt das Modell die Möglichkeit, die in der Praxis üblichen „Sicherheitszuschläge“ in Höhe von 20 bis 30 kg N zu reduzieren. Diese werden i. d. R. verabreicht, um die jahresspezifischen Unsicherheiten (Witterung) besser in den Griff zu bekommen. Liegen im Modell die aktuellen Simulationswerte für die N-Aufnahme über bzw. unter dem langjährigen Mittel werden Zu-

oder Abschläge in der Düngung vorgenommen. Das Modell bezieht außerdem die jahresspezifischen Bodenwasserverhältnisse, den Entwicklungsstand der Pflanzen, sowie die aktuelle N-Nachlieferung des Bodens mit ein. Damit kann der Düngeraufwand kurzfristig optimal den jahresspezifischen Ertrags Erwartungen und Witterungsverhältnissen angepasst werden.

Wie die Ernteergebnisse der Versuchsjahre zeigen, liegen die Kornerträge der nach dem Modell gedüngten Varianten auf ähnlichem oder gleichem Niveau wie die nach der Nmin-Methode gedüngten Parzellen. Hier konnte das ISIP-Modell überzeugen, während die Berücksichtigung der Qualitätseigenschaften im Weizen noch Probleme aufwirft. Vor allem die Proteingehalte liegen in den Ergebnissen generell unter den geforderten 13%. Soll das Modell für die Düngeberatung eine größere Bedeutung erlangen, muss in diesem Punkt eine Verbesserung des Modells erfolgen.

Die Nutzung des Modells durch die Praxis wird davon abhängen, ob es gelingt, die Internetseite klar und übersichtlich zu strukturieren, Unwichtiges weg zu lassen, und dafür die für den Praktiker interessanten Informationen kurz und verständlich aufzubereiten. In 2011 war die Darstellung der Düngeempfehlung in ISIP, wie sie beispielhaft auf den Seiten 56/57 für den Versuchsstandort Borwede dargestellt ist, noch nicht optimal. Das Eingabeformular benötigte in 2011 manuelle Eingaben für die Bodentextur und den Klimatyp. Diese Parameter sind für Praktiker nur schwer zu beschaffen und sollten daher möglichst im Programm hinterlegt sein. Wünschenswert ist auch eine strukturierte Ergebnisdarstellung mit Hervorhebungen wichtiger Details zum schnellen Erfassen der Entscheidungshilfen. Zunächst soll das Stickstoffdüngungsmodell in 2012 den Beratern zur Verfügung stehen, die auf den Betrieben mit dem Modell arbeiten und dabei interessierten Praktikern eine Einweisung in das Programm geben, bevor es ab 2013 von allen genutzt werden kann. Die Projektpartner sind zuversichtlich, dass in der Vegetation 2012 das Modell bzw. die Internetseite optimiert werden kann und damit einer breiten Nutzung ab 2013 nichts mehr im Wege steht. Die Vorstellung des Modells auf den DLG-Feldtagen in Bockerode im Juni 2010 hat gezeigt, dass das Interesse an einer Online-Düngeberatung in der Praxis groß ist und mit weitergehenden Vernetzungen die Möglichkeiten in diesem Bereich stärker genutzt werden.

Anhang

1 Pilotflächen

1.1 Ableitung der Düngeempfehlungen unter Einbeziehung von N-Diff

1.1.1 Projektjahr 2008

Tab. 1: Düngeempfehlung BOR 1 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			07.03.2008	13.04.2008	10.05.2008	29.05.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	07.03.2008	25.04.2008	10.05.2008	29.05.2008	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	76	76	76	76	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	50	50	100	150	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		15	11	15	
Zwischensumme				141	187	241	
- Auswaschung		kgN/ ha		33	33	33	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		45	91	145	
= N-Diff		kgN/ ha		63	63	63	
Nitratek		ppm		1507	1231	752	
tatsächlich gedüngt ISIP			50	50	50	50	200
tatsächlich gedüngt Betrieb			50	50	30	50	180

Tab. 2: Düngeempfehlung BOR 2 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			07.03.2008	13.04.2008	10.05.2008	30.05.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	07.03.2008	19.04.2008	10.05.2008	30.05.2008	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	30	30	30	30	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	50	50	100	150	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		3	-2	-3	
Zwischensumme				83	128	177	
- Auswaschung		kgN/ ha		14	15	15	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		31	93	150	
= N-Diff		kgN/ ha		38	20	12	
Nitratek		ppm		537	587	286	
tatsächlich gedüngt ISIP			50	50	50	50	200
tatsächlich gedüngt Betrieb			50	50	30	36	166

Tab. 3: Düngeempfehlung HAM 1 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			28.03.2008	22.04.2008	19.05.2008	04.06.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	28.03.2008	22.04.2008	09.05.2008	04.06.2008	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	37	37	37	37	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	65	65	115	215	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		6	-2	nicht ermittelt	
Zwischensumme				108	150	-	
- Auswaschung		kgN/ ha		32	34	34	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		28	74	112	
= N-Diff		kgN/ ha		48	42	-	
Nitratek		ppm		606	671	140	
tatsächlich gedüngt ISIP			65	50	50	50	215
tatsächlich gedüngt Betrieb			65	72	40	27	204

Tab. 4: Düngeempfehlung POP 1 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			07.03.2008	23.04.2008	13.05.2008	30.05.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	07.03.2008	23.04.2008	13.05.2008	-	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	48	48	48	48	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	55	55	105	153	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		17	18	32	
Zwischensumme				120	171	233	
- Auswaschung		kgN/ ha		13	13	13	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		48	108	171	
= N-Diff		kgN/ ha		59	50	49	
Nitratek		ppm		506	1323	503	
tatsächlich gedüngt ISIP			55	50	48	-	153
tatsächlich gedüngt Betrieb			55	50	48	39	192

Tab. 5: Düngeempfehlung POP 2 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			28.02.2008	13.04.2008	19.05.2008	30.05.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	28.02.2008	23.04.2008	19.05.2008	07.06.2008	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	60	60	60	60	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	67	67	117	165	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		6	11	24	
Zwischensumme				133	188	249	
- Auswaschung		kgN/ ha		18	19	19	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		45	114	143	
= N-Diff		kgN/ ha		70	55	87	
Nitratek		ppm		2066	123	273	
tatsächlich gedüngt ISIP			67	50	48	35	200
tatsächlich gedüngt Betrieb			67	59	48	30	204

Tab. 6: Düngeempfehlung KOE 1 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			15.03.2008	11.04.2008	29.04.2008	16.05.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	15.03.2008	28.04.2008	10.05.2008	29.05.2008	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	85	85	85	85	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	40	40	140	140	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		20	14	31	
Zwischensumme				145	239	256	
- Auswaschung		kgN/ ha		19	20	20	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		100	182	212	
= N-Diff		kgN/ ha		26	37	24	
Nitratek		ppm		1517	850	703	
tatsächlich gedüngt ISIP			40	50	50	50	190
tatsächlich gedüngt Betrieb			40	65	50	35	190

Tab. 7: Düngeempfehlung KOE 2 im Jahr 2008

Termin- Betrieb			31.03.2008	29.04.2008	16.05.2008	
Termin- ISIP		Maßeinheit	31.03.2008	10.05.2008	29.05.2008	
N-Angebot	Nmin Frühjahr	kgN/ ha	75	75	75	
	+ N-Düngung (bis Termin)	kgN/ ha	40	40	90	
	+ Mineralisation	kgN/ ha		34	46	
Zwischensumme				149	211	
- Auswaschung		kgN/ ha		20	20	
- N-Aufnahme seit Nmin Frühj		kgN/ ha		116	169	
= N-Diff		kgN/ ha		13	22	
Nitratek		ppm		110	49	
tatsächlich gedüngt			40	50	80	170
Betrieb			40	70	65	175

1.1.2 Projektjahr 2009

Tab 8: Entscheidungskriterien zur Ableitung der Düngeempfehlungen

Entscheidungs- kriterien/ Standort	Düngebedarf angezeigt ja/nein					gedüngte N-Menge kg /ha
	N-Diff	N-Tester	Nitrachek	opt. Eindruck	erforderliches N-Angebot kg/ha	
BOR 2	Nmin 53 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	60
2. Gabe	nein	ja	ja	ja	37	60
3. Gabe	nein	ja	ja	ja	60	40
HAM 1	Nmin 35 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	50
2. Gabe	ja	ja	ja	ja	65	70
3 Gabe	ja	ja	nein	ja	35	40
4. Gabe	keine Messdaten		nein	ja	35	40
HAM 2	Nmin 45 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	50
2. Gabe	ja	ja	ja	ja	55	60
3 Gabe	ja	ja	ja	ja	35	40
4. Gabe	keine Messdaten		ja	ja	40	40
POP 1	Nmin 87 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	40
2. Gabe	nein	ja	ja	nein	23	50
3 Gabe	nein	ja	ja	ja	23	40
4. Gabe	keine Messdaten		ja	nein	13	32
POP 2	Nmin 75 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	40
2. Gabe	ja	ja	nein	ja	35	40
3 Gabe	nein	ja	ja	ja	35	40
4. Gabe	nein	ja	ja	nein	35	40
5. Gabe	keine Messdaten		ja	nein	0	32
POP 3	Nmin 88 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	40
2. Gabe	nein	ja	nein	ja	22	50
3 Gabe	nein	ja	ja	ja	12	50
4. Gabe	keine Messdaten		ja	ja	2	40
POP 4	Nmin 75 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	40
2. Gabe	nein	ja	ja	ja	35	50
3 Gabe	nein	ja	nein	ja	25	40
4. Gabe	keine Messdaten		ja	ja	25	40
KOE 1	Nmin 43 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	40
2. Gabe	ja	ja	ja	ja	67	70
3 Gabe	ja	ja	ja	ja	37	50
4. Gabe	keine Messdaten		ja	ja	27	30
KOE 2	Nmin 80 kg					
1. Gabe	Messungen nicht möglich			ja	50	40
2. Gabe	nein	ja	ja	nein	30	50
3 Gabe	keine Messdaten		ja	ja	60	60

1.2 Düngermengen, Düngetermine, Erträge und Qualitäten 2008 - 2010

Tab. 9: Pilotfläche HAM 1

Standort HAM 1 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	6. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2008 Sorte Dekan	28.03./23	22.04./30	09.05./33	19.05./37	04.06./51			Nmin 37 kg/ha	GD 5% rel.: 11,3					
ohne N	0	0	0	0	0		0	0	37,7	30	48,6	381	60	12,5
nach ISIP	65	50	50	0	50		215	252	125,5	100	50,4	348	44	11,1
Betrieb	65	72	0	40	27		204	241	117,4	94	52,2	353	44	10,7
2009 Sorte Dekan	02.04./25	19.04./31	14.05./37	21.05./49	02.06./55	05.06./61		Nmin 35 kg/ha	GD 5% rel.: 4,4					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	41,9	49	41,4	454	48	11,6
nach ISIP	50	70	40	0	40	0	200	235	85,8	100	37,5	430	58	12,3
Betrieb	65	65	0	38	0	33	201	236	84,6	99	39,7	426	61	12,7
2010 Sorte Dekan	24.03./23	23.04./29	29.04./31	26.05./37	08.06./51	15.06./59		Nmin 38 kg/ha	GD 5% rel.: 9,6					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	52,7	59	45,9	349	40	10,7
nach ISIP	70	0	80	0	32	0	182	220	88,8	100	43,7	385	45	12,2
Betrieb	70	65	0	40	0	40	215	253	90,2	102	43,2	334	52	15,1
Mittel														
ohne N							0	0	44,1	46	45,3	395	49	11,6
nach ISIP							199	236	100,0	100	43,9	388	49	11,9
Betrieb							207	243	97,4	98	45,0	371	52	12,8

Tab. 10: Pilotfläche HAM 2

Standort HAM 2 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	6. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2008 Sorte Dekan	15.03./21	18.04./29	09.05./33	19.05./37	04.06./49			Nmin29 kg/ha	GD 5% rel.: 44,6					
ohne N	0	0	0	0	0		0	0	nicht beerntet					
nach ISIP	65	50	50	0	50		215	244	90,8	100	44,4	440	51	12,5
Betrieb	65	72	0	40	27		204	233	96,8	107	42,7	446	48	11,5
2009 Sorte Dekan	19.03./21	19.04./31	13.05./37	21.05./49	02.06./55	05.06./61		Nmin 45 kg/ha	GD 5% rel.: 11,9					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	47,1	46	43,8	365	29	9,3
nach ISIP	50	60	40	0	40	0	190	235	102,3	100	45,1	451	52	11,7
Betrieb	65	65	0	38	0	33	201	246	98,8	97	45,2	443	53	11,9
2010 Sorte Julius	18.03./13	20.04./24	29.04./29	26.05./35	08.06./51	15.06./59		Nmin 13 kg/ha	GD 5% rel.: 6,9					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	30,0	42	39,9	395	43	10,6
nach ISIP	70	0	90	0	32	0	192	205	72,1	100	44,0	408	58	14,6
Betrieb	65	63	0	40	0	40	208	223	69,0	96	43,0	409	56	13,3
Mittel														
ohne N							0	0	38,6	44	41,9	380	36	10,0
nach ISIP							199	228	88,4	100	44,5	433	54	12,9
Betrieb							204	234	88,2	100	43,6	433	52	12,2

Tab. 11: Pilotfläche BOR 1

Standort BOR 1 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	6. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger-menge kg/ha	Nmin + N-Düngung kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2008 Sorte Limes	07.03./21	13.04./29	25.04./31	10.05./35	29.05./49			Nmin 76 kg/ha	GD 5% rel.: 7,8					
ohne N	0	0	0	0	0		0	0	67,0	59	52,3	258	13	9,4
nach ISIP	50	50	50	50	50		200	276	114,0	100	52,1	300	29	13,2
Betrieb	50	50	0	30	50		180	256	112,3	99	47,8	339	29	13,0
2009 Sorte Skalmeye	18.03./21	19.03./21	14.04./27	25.04./30	22.05./39	27.04./49		Nmin 28 kg/ha	GD 5% rel.: 4,4					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	49,9	86	44,8	424	30	9,7
nach ISIP	0	50	0	70	50	0	170	198	58,1	100	34,3	479	46	13,6
Betrieb	56	0	30	70	0	40	196	224	54,2	93	32,1	469	52	14,2
2010 Sorte JB Asano	22.03./13	18.04./25	27.04./29	27.05./45	04.06./49			Nmin 23 kg/ha	GD 5% rel.: 4,6					
ohne N	0	0	0	0	0		0	0	14,8	30	45,1		30	11,3
nach ISIP	72	0	58	0	30		160	183	49,0	100	36,9		39	13,3
Betrieb	97	10	0	49	0		156	179	55,6	113	34,7		39	14,2
Mittel														
ohne N							0	0	43,9	58	47,4	341	24	10,1
nach ISIP							177	219	73,7	100	41,1	390	38	13,4
Betrieb							177	220	74,0	102	38,2	404	40	13,8

Tab. 12: Pilotfläche BOR 2

Standort BOR 2 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2008 Sorte Winntou	07.03./21	13.04./29	19.04./30	10.05./33	30.05./49		Nmin 30 kg/ha	GD 5% rel.: 12,3					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	48,7	43	50,9	228	6	8,6
nach ISIP	50	0	50	50	50	200	230	113,4	100	53,0	266	12	11,3
Betrieb	50	50	0	30	36	166	196	120,1	106	54,0	250	11	11,4
2009 Sorte Skalmeye	18.03./21	14.04./29	25.04./31	15.05./37	27.05./51		Nmin 53 kg/ha	GD 5% rel.: 6,9					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	24,7	50	41,2	409	35	11,3
nach ISIP	60	0	60	40	0	160	213	49,1	100	41,9	425	39	12,7
Betrieb	56	30	60	0	40	186	239	58,1	118	36,1	486	49	13,1
2010 Sorte JB Asano	22.03./21	17.04./29	27.04./30	27.05./49	04.06./51		Nmin 33 kg/ha	GD 5% rel.: 4,1					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	35,7	54	57,8	320	23	9,5
nach ISIP	72	0	58	0	30	160	193	66,2	100	45,1	368	33	12,2
Betrieb	97	10	0	49	0	156	189	66,4	100	41,3	364	41	13,2
Mittel													
ohne N						0	0	36,4	49	50,0	319	21	9,8
nach ISIP						173	212	76,2	100	46,7	353	28	12,1
Betrieb						169	208	81,5	108	43,8	367	34	12,6

Tab. 13: Pilotfläche POP 1

Standort POP 1 Variante	1. N-Dgg. Termin/E C Menge	2. N-Dgg. Termin/E C Menge	3. N-Dgg. Termin/E C Menge	4. N-Dgg. Termin/E C Menge	5. N-Dgg. Termin/E C Menge	6. N-Dgg. Termin/E C Menge	N- Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzah l s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2008 Sorte Hermann	07.03./21	23.04./31	13.05./35	30.05./39				Nmin 48 kg/ha	GD 5% rel.: 11,1					
ohne N	0	0	0	0			0	0	88,2	81	50,7	279	12	9,7
nach ISIP	55	50	48	0			153	201	109,4	100	47,8	322	15	10,8
Betrieb	55	50	48	39			192	240	110,8	101	47,5	339	15	11,3
2009 Sorte Toras	21.03./21	18.04./30	09.05./33	16.05./37	23.05./49	29.05./51		Nmin 87 kg/ha	GD 5% rel.: 5,5					
ohne N	0	0	0	0	0		0	0	87,1	76	49,3	419	30	9,3
nach ISIP	40	50	0	40	0	32	162	249	113,9	100	50,9	423	54	12,5
Betrieb	60	40	40	0	40	0	180	267	111,7	98	48,6	413	53	12,5
2010 Sorte Julius	23.03./23	24.04./29	22.05./37	03.06./39				Nmin 49 kg/ha	GD 5% rel.: 6,7					
ohne N	0	0	0	0			0	0	71,9	67	52,2	227	31	10,2
nach ISIP	60	54	0	39			154	203	106,8	100	50,3	319	39	11,2
Betrieb	60	60	50	0			170	219	109,2	102	50,4	295	47	11,6
Mittel														
ohne N							0	0	82,4	75	50,7	308	24	9,7
nach ISIP							156	218	110,1	100	49,7	355	36	11,5
Betrieb							181	242	110,6	101	48,9	349	38	11,8

Tab. 14: Pilotfläche POP 2

Standort POP 2 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	6. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2008 Sorte Cubus	28.02./21	13.04./30	23.04./31	19.05./35	30.05./39	07.06./49		Nmin 60 kg/ha	GD 5% rel.: 9,2					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	61,0	56	51,6	348	34	8,9
nach ISIP	67	0	50	48	0	35	200	260	108,3	100	50,0	410	46	10,8
Betrieb	67	59	0	48	30	0	204	264	111,0	102	48,8	415	48	11,1
2009 Sorte Hermann	22.03./21	14.04./29	27.04./31	08.05./32	23.05./39	29.05./51		Nmin 76 kg/ha	GD 5% rel.: 3,0					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	85,9	80	45,4	296	22	9,7
nach ISIP	40	40	0	40	40	32	192	268	107,2	100	45,8	339	24	12,3
Betrieb	50	47	14	40	40	0	191	267	101,6	95	41,2	327	22	11,8
2010 Sorte Cubus	18.03./23	15.04./30	24.04./31	22.05./35	03.06./39	09.06./49		Nmin 60 kg/ha	GD 5% rel.: 7,3					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	66,2	69	47,6	61	43	10,5
nach ISIP	70	0	54	0	35	0	159	219	96,0	100	43,8	61	45	10,4
Betrieb	70	60	0	50	0	28	208	268	112,4	117	41,3	61	59	12,4
Mittel														
ohne N							0	0	71,0	68	48,2	235,0	32,9	9,7
nach ISIP							184	249	103,8	100	46,6	270,1	38,2	11,2
Betrieb							201	266	108,3	105	43,8	267,7	42,9	11,8

Tab. 15: Pilotfläche POP 3

Standort POP 3 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	6. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2009 Sorte Schamane	22.03./21	20.04./30	23.04./30	16.05.1932	20.05./39	27.05./49		Nmin 88 kg/ha	GD 5% rel.: 7,3					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	79,2	85	53,8	379	29	9,9
nach ISIP	40	50	0	0	50	40	180	268	93,7	100	53,7	424	42	12,0
Betrieb	60	0	55	40	0	40	195	283	101,1	108	53,0	416	51	12,5
2010 Sorte JB Asano	30.03./24	18.04./31	24.04./31	05.06./49				Nmin 49 kg/ha	GD 5% rel.: 8,0					
ohne N	0	0	0	0			0	0	36,0	47	48,4	336	24	12,0
nach ISIP	70	0	40	50			160	209	76,3	100	51,7	334	38	12,7
Betrieb	70	65	0	72			207	256	82,8	109	53,8	341	41	13,0
Mittel														
ohne N							0	0	57,6	66	51,1	357,5	26,5	11,0
nach ISIP							170	239	85,0	100	52,7	379,0	40,0	12,3
Betrieb							201	270	92,0	108	53,4	378,5	46,0	12,8

Tab. 16: Pilotfläche POP 4

Standort POP 3 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2009 Sorte Hermann	22.03./21	20.04./30	23.04./30	16.05./37	27.05./49		Nmin 74 kg/ha	GD 5% rel.: 2,3					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	61,5	68	44,7	337	13	7,4
nach ISIP	40	0	50	40	40	170	244	90,8	100	45,3	372	19	10,4
Betrieb	65	50	0	72	0	187	261	91,2	100	44,9	372	21	10,8
2010 Sorte JB Asano	30.03./24	18.04./30	24.04./31	05.06./51			Nmin 51 kg/ha	GD 5% rel.: 5,2					
ohne N	0	0	0	0		0	0	66,2	71	50,2	347	29	11,0
nach ISIP	50	0	40	65		155	206	93,1	100	52,3	366	43	13,2
Betrieb	64	64	0	76		204	255	97,9	105	52,7	372	48	13,5
Mittel													
ohne N						0	0	63,9	69	47,4	342,0	21,0	9,2
nach ISIP						163	225	92,0	100	48,8	369,0	31,0	11,8
Betrieb						196	258	94,6	103	48,8	372,0	34,5	12,2

Tab. 17: Pilotfläche KOE 1

Standort KOE 1 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	6. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2008 Sorte Hermann	15.03./21	11.04./29	28.04./31	10.05./35	16.05./37	29.05./49		Nmin 85 kg/ha	GD 5% rel.: 7,3					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	0	98,9	75	50,9	301	10	8,3
nach ISIP	40	0	50	50	0	50	190	275	131,3	100	48,6	356	19	11,7
Betrieb	40	65	50	0	35	0	190	275	123,9	94	40,6	341	20	11,4
2009 Sorte Hermann	21.03./21	14.04./30	04.05./34	12.05./39	04.06./61			Nmin 43 kg/ha	GD 5% rel.: 4,0					
ohne N	0	0	0	0	0		0	0	74,9	62	40,6	335	10	8,0
nach ISIP	40	70	0	50	30		190	233	120,2	100	40,2	365	15	10,0
Betrieb	40	65	50	0	30		185	228	115,0	96	39,3	332	19	12,0
2010 Sorte Erasmus	26.03./13	23.04./25	30.04./29	08.06./49				Nmin 48 kg/ha	GD 5% rel.: 4,1					
ohne N	0	0	0	0			0	0	45,5	50				10,0
nach ISIP	60	0	55	35			150	198	91,8	100				11,9
Betrieb	40	50	0	60			150	198	81,3	89				11,6
Mittel														
ohne N							0	0	73,1	62	45,7	318,0	9,8	8,8
nach ISIP							177	235	114,4	100	44,4	360,5	17,0	11,2
Betrieb							175	234	106,7	93	39,9	336,5	19,5	11,7

Tab. 18: Pilotfläche KOE 2

Standort KOE 2 Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	5. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	TKM 86% TS g (abs.)	Fallzahl s	Sediwert Korn	Protein % in TM
2008 Sorte Anthus	31.03./23	29.04./30	10.05./32	16.05./37	29.05./39		Nmin 75 kg/ha	GD 5% rel.: 12,7					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	67,8	51	49,9	363	16	6,6
nach ISIP	40	0	50	0	80	170	245	133,4	100	51,4	353	37	11,0
Betrieb	40	70	0	65	0	175	250	127,0	95	49,2	373	29	9,8
2009 Sorte Manhatten	03.04./23	20.04./30	23.04./31	20.05./43	04.06./61		Nmin 79 kg/ha	GD 5% rel.: 2,3					
ohne N	0	0	0	0	0	0	0	78,9	73	45,5	322	10	6,4
nach ISIP	40	0	50	0	60	150	229	107,9	100	43,1	378	16	10,7
Betrieb	40	50	0	50	30	170	249	113,9	106	40,2	356	19	10,8
2010 Sorte Smaragd	22.03./22	14.04./29	23.04./30	03.06./51	08.06./55		Nmin 53 kg/ha	GD 5% rel.: 10,8					
ohne N	0	0	0	0		0	0	64,9	69				9,1
nach ISIP	60	0	65	0	55	180	233	94,6	100				11,1
Betrieb	40	65	50	35	0	190	243	110,6	117				11,1
Mittel													
ohne N						0	0	70,5	64	47,7	342,3	13,0	7,4
nach ISIP						167	236	111,9	100	47,2	365,5	26,5	10,9
Betrieb						178	247	117,2	106	44,7	364,5	24,0	10,6

2 Referenzflächen

2.1 Düngermengen, Düngetermine, Erträge und Qualitäten 2008 - 2010

Tab. 19: Referenzstandort Hamerstorf

Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + N-Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	Protein % in TM	TKM 86% TS g (abs.)
2008	27.02./21	04.04./27	16.05./37	30.05./51		Nmin 19 kg/ha	GD 5 % rel.: 7			
ohne N	0	0	0	0	0	0	20,9	20	10,4	36,3
Sollwert	50	90	40	40	220	230	104,2	100	12,6	43,4
Sollwert frühjahrsbetont	70	70	40	40	220	230	105,7	101	12,2	43,0
Sollwert schossetont	30	110	40	40	220	230	109,7	105	12,0	43,8
Sollwert - 50%	30	40	30	0	100	110	74,9	72	9,1	38,8
2009	12.03./23	09.04./27	11.05./37	25.05./51		Nmin 32 kg/ha	GD 5 % rel.: 6			
ohne N	0	0	0	0	0	0	27,5	31	10,6	36,5
Sollwert	50	68	40	40	198	230	88,1	100	10,3	41,3
Sollwert frühjahrsbetont	70	48	40	40	198	230	88,2	100	10,4	41,7
Sollwert schossetont	30	88	40	40	198	230	84,7	96	10,6	38,3
Sollwert - 50%	30	30	30	0	90	120	62,5	71	9,0	39,7
2010	18.03./22	26.04./31	17.05./37	10.06./55		Nmin 23 kg/ha	GD 5 % rel.: 5,4			
ohne N	0	0	0	0	0	0	29,7	36	11,9	38,0
Sollwert	60	70	40	40	210	235	83,4	100	13,4	40,0
Sollwert frühjahrsbetont	80	50	40	40	210	235	83,1	100	12,7	42,0
Sollwert schossetont	40	90	40	40	210	235	80,6	97	13,7	38,0
Sollwert - 50%	30	30	30	0	90	115	73,7	88	10,9	36,0
ISIP (Modell)	60	95	(2.6./45) 45	0	200	225	81,5	98	12,2	37,0
Mittel										
ohne N					0	0	26,0	29	11,0	36,9
Sollwert					209	232	91,9	100	12,1	41,6
Sollwert frühjahrsbetont					209	232	92,3	100	11,8	42,2
Sollwert schossetont					209	232	91,7	99	12,1	40,0
Sollwert - 50%					93	115	70,4	77	9,7	38,2

Tab. 20: Referenzstandort Poppenburg

Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + Düngung kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	Protein, % in TM	TKM 86% TS g (abs.)
2008	11.03./21	24.04./30	15.05./37	03.06./55		Nmin 52 kg/ha	GD 5 % rel.: 3,0			
ohne N	0	0	0	0	0	52	86,8	68	9,1	40,5
Sollwert	50	50	40	40	180	232	126,9	100	12,6	39,0
Sollwert frühjahrsbetont	70	30	40	40	180	232	125,8	99	12,3	42,2
Sollwert schossetont	30	70	40	40	180	232	127,1	100	12,2	40,6
Sollwert - 50%	30	0	30	0	60	112	112,4	89	9,8	41,5
2009	27.03./23	23.04./30	15.05./37	003.06./55		Nmin 62 kg/ha	GD 5 % rel.: 2,9			
ohne N	0	0	0	0	0	62	63,3	64	7,7	39,7
Sollwert	50	40	40	40	170	232	99,1	100	12,4	39,6
Sollwert frühjahrsbetont	70	20	40	40	170	232	98,6	99	12,3	41,8
Sollwert schossetont	30	60	40	40	170	232	100,5	101	12,6	37,8
Sollwert - 50%	30	30	0	0	60	122	84,4	86	9,3	40,7
2010	18.03./21	28.04./30	20.05./37	10.06./55		Nmin 77 kg/ha	GD 5 % rel.: 2,7			
ohne N	0	0	0	0	0	77	62,0	63	8,4	35,7
Sollwert	60	15	40	40	155	230	97,8	100	12,5	35,7
Sollwert frühjahrsbetont	80	0	40	40	160	235	97,7	100	12,3	35,8
Sollwert schossetont	40	35	40	40	155	230	97,6	100	12,5	35,0
Sollwert - 50%	30	0	30	0	60	135	85,8	88	9,5	37,4
ISIP (Modell)	50	40	(1.6./39) 45	0	135	210	96,1	98	11,8	35,3
Mittel						Nmin 52 kg/ha				
ohne N					0	64	70,7	65	8,4	38,6
Sollwert					168	231	107,9	100	12,5	38,1
Sollwert frühjahrsbetont					170	233	107,4	99	12,3	39,9
Sollwert schossetont					168	231	108,4	100	12,4	37,8
Sollwert - 50%					60	123	94,2	88	9,5	39,9

Tab. 21: Referenzstandort Königslutter

Variante	1. N-Dgg. Termin/EC Menge	2. N-Dgg. Termin/EC Menge	3. N-Dgg. Termin/EC Menge	4. N-Dgg. Termin/EC Menge	N-Dünger- menge kg/ha	Nmin + Düngung, kg/ha	Ertrag dt/ha	Ertrag (rel.)	Protein % in TM	TKM 86% TS g (abs.)
2008	31.03./23	28.04./32	20.05./37	03.06./51		Nmin 41 kg/ha	GD 5% rel.: 5,0			
ohne N	0	0	0	0	0	0	71,4	55	7,7	43,5
Sollwert	50	60	40	40	190	230	129,4	100	11,2	46,4
Sollwert frühjahrsbetont	70	30	40	40	180	220	128,0	99	11,2	45,1
Sollwert schossetont	30	80	40	40	190	230	130,9	101	10,8	43,9
Sollwert - 50%	30	0	30	0	60	100	93,9	73	8,2	43,6
2009	02.04./23	27.04./32	12.05./37	29.05./51		Nmin102 kg/ha	GD 5 % rel.: 4,7			
ohne N	0	0	0	0	0	0	94,6	77	9,1	41,4
Sollwert	30	20	40	40	130	232	123,0	100	12,0	41,6
Sollwert frühjahrsbetont	50	0	40	40	130	232	122,8	100	11,8	39,7
Sollwert schossetont	0	50	40	40	130	232	123,3	100	12,0	43,3
Sollwert - 50%	0	0	30	0	30	132	108,7	86	10,2	44,4
2010	01.04./23	29.04./30	25.05./37	10.06./51		Nmin79 kg/ha	GD 5 % rel.: 2,5			
ohne N	0	0	0	0	0	0	71,4	68	9,2	35,3
Sollwert	60	10	40	40	150	230	104,5	100	11,8	37,0
Sollwert frühjahrsbetont	80	0	40	40	160	240	105,9	101	11,9	36,6
Sollwert schossetont	40	30	40	40	150	230	105,6	101	12,2	38,8
Sollwert - 50%	30	0	30	0	60	140	92,1	88	9,7	39,6
ISIP (Modell)	40	50	(1.6./39) 65	0	155	235	105,3	101	12,2	35,2
Mittel						Nmin 61 kg/ha				
ohne N					0	0	79,1	67	8,7	40,1
Sollwert					157	231	119,0	100	11,7	41,7
Sollwert frühjahrsbetont					157	231	118,9	100	11,6	40,5
Sollwert schossetont					157	231	119,9	101	11,7	42,0
Sollwert - 50%					50	124	98,2	82	9,4	42,5

3 Projektbesprechungen

Tab.22: Übersicht der Projektbesprechungen der Jahre 2008 bis 2010

Datum / Ort	Teilnehmer	Thema / Gegenstand der Besprechung
03.06.2008 LWK in Hannover	Dr. Burgdorf (Bezst. Hannover) M. Fritzensmeier	Vorbesprechung Pflanzenbautag in Poppenburg
03.07.2008 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, F.Meyer-Schatz, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, M. Fritzensmeier (LWK) Dr. Müller, N. Engel (LBEG)	Erste Auswertung der Messdaten, erste Vergleiche Referenz- und Pilotstandorte
30.07.2008 Bodenkunde Institut Hannover	Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) N. Engel (LBEG) M. Fritzensmeier (LWK)	Besprechung zur Darstellung des Projektes in ISIP
25.09.2008 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, F. Meyer-Schatz, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, M. Fritzensmeier (LWK) Dr. Müller, N. Engel (LBEG) Dr. Sander (ISIP)	Besprechung der Ernteergebnisse
14.11.2008 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, M. Fritzensmeier, D. Ebner, L. Bornemann (Referendar) (LWK) Dr. Müller, N. Engel (LBEG)	Erste Abstimmung zur Vorbereitung des Workshops 2008 mit Landwirten
10.12.2008 Uni Kiel	A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) M. Fritzensmeier, D. Ebner (LWK) N. Engel (LBEG)	Vorstellung der einzelnen Modell- Module der Projektpartner und deren Verknüpfungen
18.12.2008 LWK in Hannover	Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) M. Fritzensmeier, D. Ebner (LWK) Dr. Schäfer, N. Engel, A. Krimphoff (LBEG)	Vorstellung der Präsentationen der einzelnen Projektpartner und Abstimmung der Vorträge aufeinander
16.01.2009 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann (IfBk) Dr. Baumgärtel, M. Fritzensmeier, D. Ebner (LWK) N. Engel (LBEG)	Vorbereitung des Workshops mit Landwirten
02.03.2009 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, D. Ebner (LWK) Dr. Sander (ISIP e.V.) N. Engel, A. Krimphoff (LBEG) S. Kraut, Dr. Stadler, Dr. Werner, T. Nichterlein (Betriebsl. Pilotbetriebe)	Workshop 2008

Datum / Ort	Teilnehmer	Thema / Gegenstand der Besprechung
01.10.2009 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, M. Fritzensmeier, D. Ebner (LWK) N. Engel, A. Krimphoff (LBEG)	Erste Abstimmung zur Vorbereitung des Workshops 2009 mit Landwirten
27.11.2009 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, M. Fritzensmeier, D. Ebner (LWK) N. Engel, A. Krimphoff (LBEG)	Vorstellung der Präsentationen der einzelnen Projektpartner und Abstimmung der Vorträge aufeinander zum Workshop 2009
11.12.2009 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk), M. Fritzensmeier, D. Ebner, L. Moser (LWK), Dr. Sander (ISIP e.V.) N. Engel, A. Krimphoff (LBEG) Dr. Stadler, H. Vogel (Betriebsleiter Pilotbetriebe) J. Milch als Vertreter d. Betriebes Heidebroek (Gevensleben)	Workshop 2009
12.02.2010 LWK in Hannover	Prof. Dr. Kage, A. Ratjen (Uni Kiel) Dr. Heumann, Dr. Ringe (IfBk) Dr. Baumgärtel, M. Fritzensmeier, D. Ebner (LWK) N. Engel (LBEG)	Besprechung und Vorbereitung der Vegetation 2010

LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
ifBk	Institut für Bodenkunde der Uni Hannover
LWK	Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Uni Kiel	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
ISIP	Informationssystem Integrierter Pflanzenbau