

Einsatz von N-Sensoren zur Optimierung der N-Düngung im Winterweizen

Auf Anfrage von verschiedenen Leitbetrieben wurden drei Demonstrationsflächen bestimmt, um den Stickstoffsensoren eines Herstellers zu testen. Stickstoffsensoren sollen Unterstützung bieten, die optimale Düngehöhe vor allem auf ungleichmäßigen Ackerflächen zu bestimmen. Der optische Yara-N-Sensor der Firma Agricon wurde auf dem Dach der Fahrerkabine montiert, arbeitet passiv und misst bei der Bestandesüberfahrt das von den Pflanzen reflektierte Sonnenlicht. Aus bestimmten Wellenlängenbereichen berechnet der Sensor einen sogenannten Vegetationsindex. Aus diesem Index wird der Nährstoffversorgungsgrad der Pflanzen abgeleitet und damit die N-Düngung ermittelt.

Untersucht wurde, ob die N-Düngung im Vergleich zur betriebsüblichen Düngung reduziert werden kann. Außerdem wurde ermittelt wie der Ertrag und der Rohproteingehalt beeinflusst werden.

Die drei Demoflächen wurden in betriebsübliche und Sensorvarianten unterteilt. Die gesamten Flächen wurden von dem N-Sensor gescannt, jedoch nur die Sensorvariante entsprechend gedüngt. Die betriebsübliche Variante wurde gescannt und dennoch betriebsüblich versorgt.

Die einzelnen Standorte zeigen folgende Ergebnisse:

Demonstrationsfläche 1:

Die 1. Demonstrationsfläche liegt in der Gemarkung Obergrenzebach. Entsprechend der Bodeneigenschaften wurde die Aufteilung der betriebsüblichen Parzelle und der Fläche, die über den N-Sensor gedüngt wurde, so gewählt, dass in beiden Varianten Bodenunterschiede vorhanden sind.



Abbildung 1: Demofläche 1 in Obergrenzbach

Die Startgabe wurde bei beiden Varianten betriebsüblich gesplittet, mit 60 und 20 kg N Kalkammonsalpeter, gegeben. Um den Zeitpunkt der zweiten und dritten Gabe zu bestimmen, wurde der Bestand mit der Nitrachek-Methodik begleitet. Die folgende Grafik zeigt die Messwerte.

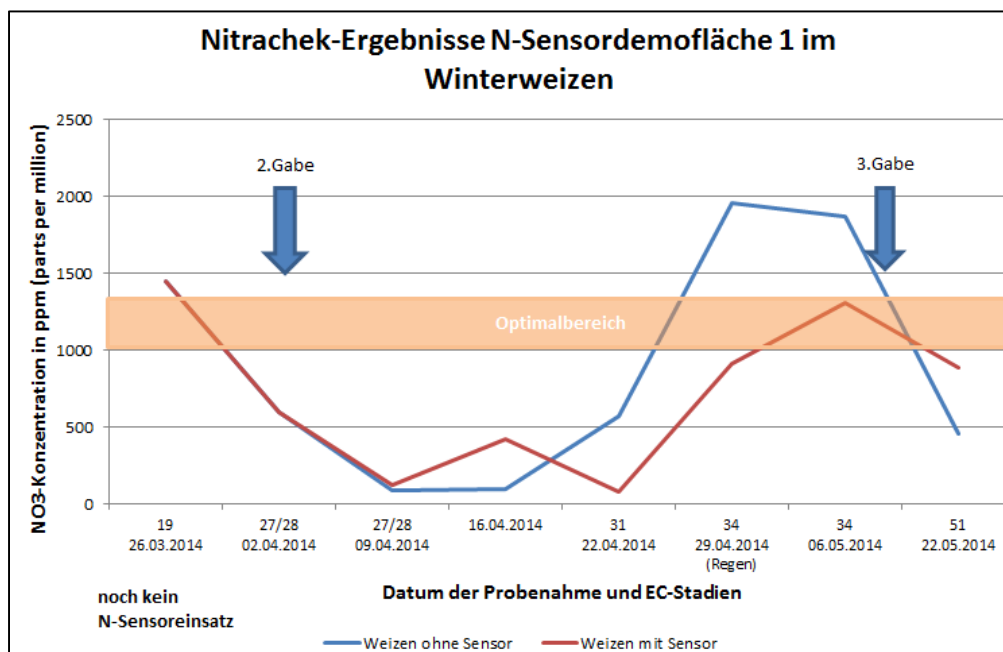


Abbildung 2: Messreihe der Nitrachekwerte, Demofläche 1

Die Kurven zeigen, dass der Dünger durch die anhaltende Trockenheit nach der 2. Gabe erst relativ spät umgesetzt wurde. Danach waren die Werte des Bestandes der betriebsüblichen Variante deutlich höher und auch übertersorgt im Vergleich zur N-Sensorvariante. Zur zweiten N-Gabe wurden über den N-Sensor folgende Stickstoffempfehlungskarte sowie relative Biomassekarten generiert.

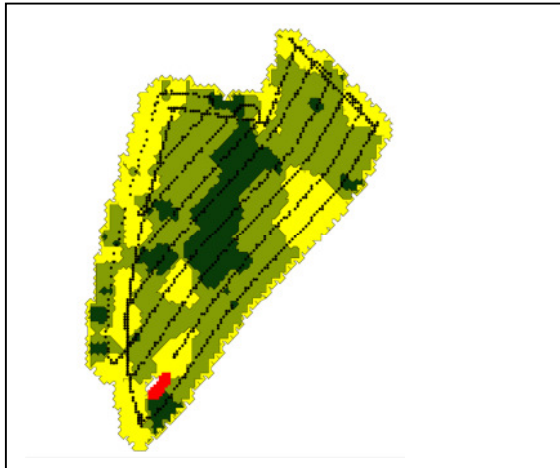


Abbildung 3: relative Biomassekarte zur 2. Gabe, Demofläche 1

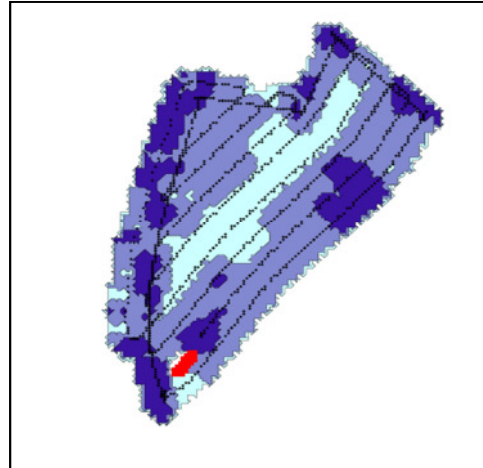


Abbildung 4: Stickstoffempfehlungskarte zur 2. Gabe, Demofläche 1

Die Karten (Abbildung 16 und 17) zeigen zur 2. Gabe deutliche Unterschiede im Nährstoffversorgungsgrad des Bestandes. Während betriebsüblich 82 kg N gesplittet in zwei Gaben gedüngt wurden, erhielt die N-Sensorvariante durchschnittlich lediglich 52 kg N/ha. Tabelle 1 stellt die Verteilung der N-Aufwandmengen über den N-Sensor zur 2. Gabe dar.

Tabelle 1: Verteilung der N-Aufwandmengen zur 2. Gabe, Demofläche 1

2.Gabe	
<i>N-Düngung [kg N/ha]</i>	<i>Anteil an Fläche [%]</i>
<50	10,7
50-60	64
>60	25,3

Nachdem die Nitratchekwerte bei beiden Varianten wieder abgefallen waren, wurde die 3. Gabe Mitte Mai gelegt. Die betriebsübliche Gabe erfolgte mit 40 kg N. Die Sensorvariante wurde zur 3. Gabe durchschnittlich mit 55 kg N gedüngt. Die Verteilung der N-Aufwandmengen ist in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Verteilung der N-Aufwandmengen zur 3. Gabe, Demofläche 1

3.Gabe	
<i>N-Düngung [kg N/ha]</i>	<i>Anteil an Fläche [%]</i>
<31	2,4
31-38	11,9
38-45	16,6
45-52	19,4
52-59	22,4
59-66	17,5
>66	9,4

Für die betriebsübliche Variante ergibt sich eine Gesamt-N-Düngung von 202 kg N/ha, während die N-Sensorvariante 187 kg N erhielt (siehe Tabelle 3). Wird bei beiden Varianten der Frühjahrs-N_{min}-Wert mit 23 kg N/ha angerechnet, wurden dem Pflanzenbestand 225 bzw. 210 kg N/ha zur Verfügung gestellt.

Tabelle 3: Gesamtaufwandmengen Demofläche 1 in kg N/ha

	Variante mit N-Sensor	Variante betriebsüblich
	<i>[kg N/ha]</i>	
1.Gabe	80	80
2.Gabe	52	82
3.Gabe	55	40
Gesamt	187	202

Der Ertrag lag bei beiden Varianten bei rund 98 dt/ha. Die betriebsübliche Variante hatte einen Rohproteingehalt von 11, die Sensorvariante von 12,3. Der Stickstoffentzug durch die Ernteprodukte lag entsprechend bei 172 bzw. 192 kg N/ha.

Um zu prüfen, ob die höheren N-Gabe zur 2. Gabe sich auf die Reststickstoffmengen im Boden nach der Ernte auswirken, wurde die Fläche differenziert beprobt. Es wurden über die N_{min}-Beprobung Bereiche mit höherem N-Einsatz und geringerem N-Einsatz beprobt.

Die Ergebnisse zeigen, dass der N_{min}-Wert bei der betriebsüblichen Variante mit 35 kg N am niedrigsten ist. Bei der N-Sensorvariante mit geringen N-Gaben zeigte sich ein Nachernte-N_{min} von 71 kg N/ha, bei hoher N-Gabe wurde mit 89 kg N/ha ein sehr ähnlicher N_{min} gemessen. Der N_{min} der betriebsüblichen Variante liegt, entsprechend der niedrigeren Gesamtdüngung (186 kg N), 20 kg niedriger als die N-Sensorvarianten (durchschnittlich 202 kg Gesamt-N).

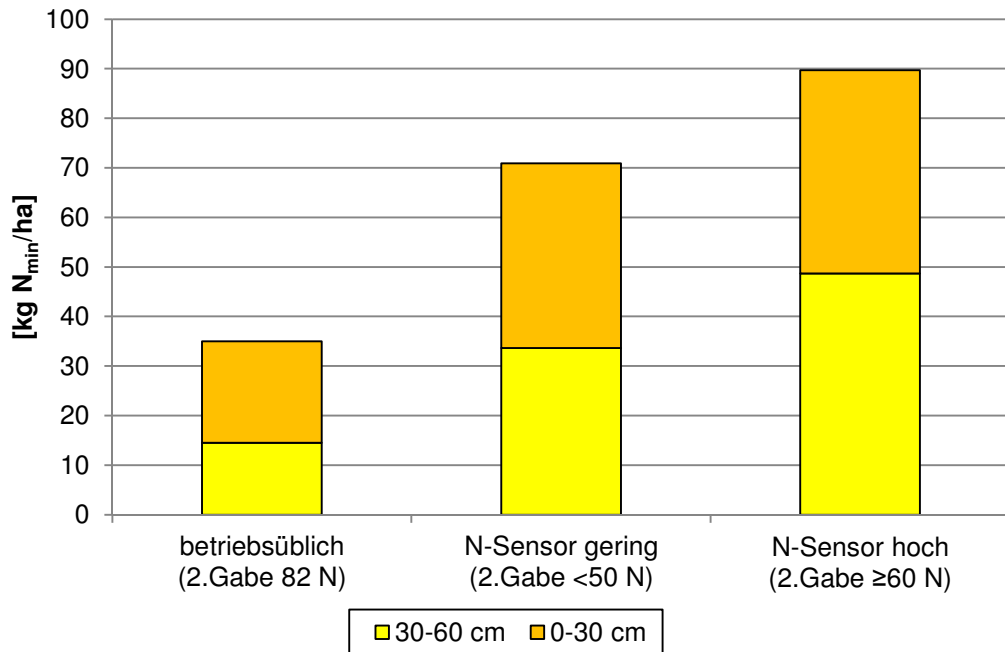


Abbildung 5: Nachernte-N_{min}-Werte der Versuchsvarianten, Demonfläche 1

Demonstrationsfläche 2:

Die zweite Demonstrationsfläche zur Sensortechnik liegt in der Gemarkung Gilsa. Mit einer Schlaggröße von rund 35 ha wurde eine Demonstrationsfläche mit einem hohen Anteil an ungleichmäßigen Bodeneigenschaften ausgewählt. Abbildung 19 zeigt die Anlage der Demovarianten. Zur 1. Gabe wurden beide Varianten noch gleich gedüngt. Gesplittet in drei Gaben sind auf der gesamten Fläche 127 kg N/ha gefallen. Zur 2. Gabe wurde auf Wunsch des Landwirts der Großteil der Fläche mit dem N-Sensor abgestreut.

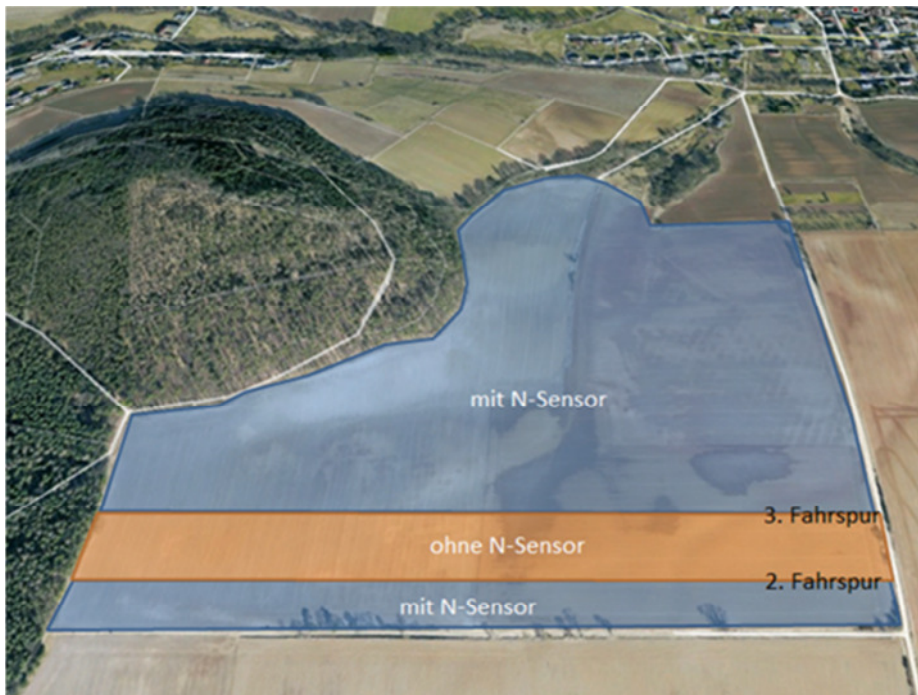


Abbildung 6: Demofläche 2 in Gilsa

Mit Hilfe von Nitrachek-Analysen wurden die optimalen Düngetermine der 2. Und 3. Gabe ermittelt (siehe Abbildung 20). Zu Beginn der Beprobung lagen die Nitrachek-Werte aufgrund der hohen Andüngung sehr hoch. Der abfallende Trend der Messwerte zeigte den Düngebedarf an. Beide Varianten lagen auf einem ähnlichen Niveau.

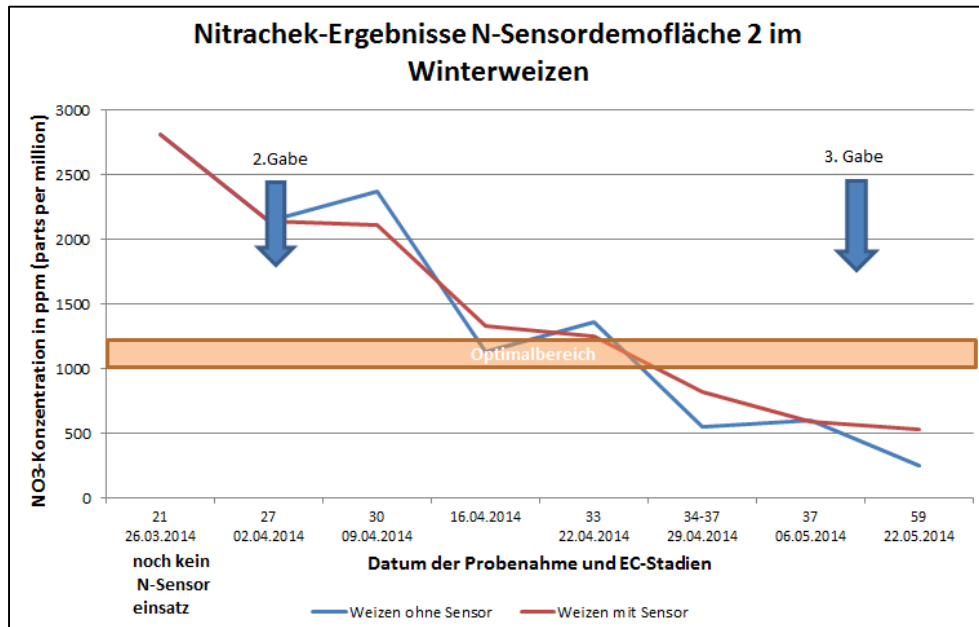


Abbildung 7: Messreihe der Nitrachekwerte, Demofläche 2

Die betriebsübliche Variante erhielt zur 2. Gabe 46 kg N Harnstoff. Die N-Sensorvariante wurde im Durchschnitt mit 42 kg N/ha gedüngt. Die Stickstoffempfehlungskarte und die relative Biomassenkarte zeigen deutliche Unterschiede im Pflanzenbestand. So variieren die Düngegaben in der Gesamtfläche von 2 kg N/ha im Minimum und maximal 76 kg N/ha.

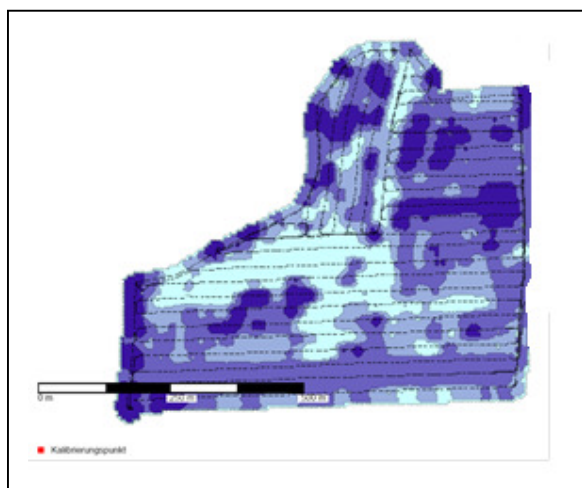


Abbildung 8: Stickstoffempfehlungskarte zur 2. Gabe, Demofläche 2

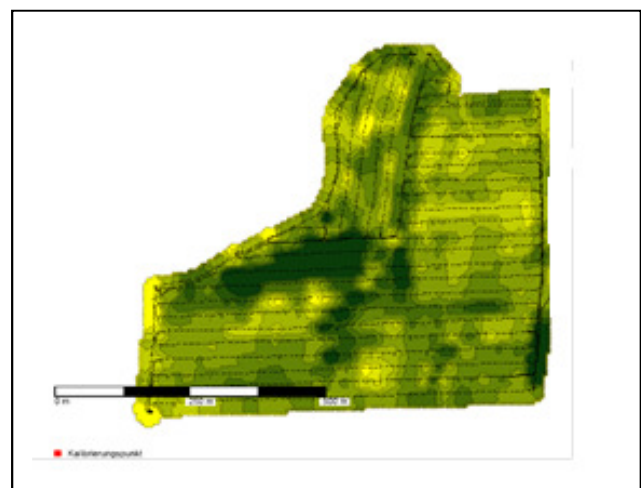


Abbildung 9: relative Biomassekarte zur 2. Gabe, Demofläche 2

Folgende Tabelle zeigt den Flächenanteil der N-Aufwandmengen für die Gesamtläche.

Tabelle 4: Verteilung der N-Aufwandmengen zur 2. Gabe, Demofläche 2

2.Gabe	
<i>N-Düngung [kg N/ha]</i>	<i>Anteil an Fläche [%]</i>
<30	13,8
30-40	23,7
40-50	36,7
>50	25,8

Die dritte Gabe wurde aufgrund der zu nassen Witterung nicht mit dem N-Sensor gedüngt und erst später mit 30 kg N/ha über Harnstoff abgestreut. Daher sind bei der Gesamtmenge an Stickstoff, die auf den Varianten der Demofläche gefallen sind, keine Unterschiede zu verzeichnen. Insgesamt sind auf beiden Varianten rund 200 kg N gefallen.

Der Ertrag lag bei beiden Varianten bei 95 dt/ha. Auch der Rohproteingehalt war bei beiden Varianten mit 10,8 identisch. Um zu prüfen, wie sich die unterschiedlichen N-Gaben im Bestand auf die Reststickstoffmengen im Boden nach der Ernte auswirken, wurde die Fläche differenziert beprobt. Es wurden über die N_{\min} -Beprobung die betriebsübliche Variante (2. Gabe = 46 N) und bei der Sensorvariante Bereiche mit geringerem N-Einsatz (2. Gabe <30 N) und mit höherem N-Einsatz (2. Gabe \geq 50 N) gemessen (siehe Abbildung 23). Der N_{\min} -Wert der betriebsüblichen Variante lag mit 37 kg/N ha zwischen den Sensorvarianten „hoher N-Einsatz“ und „niedriger N-Einsatz“. Bei geringem N-Einsatz wurden 42 kg N gemessen. Der Stickstoff konnte in den Bereichen mit hohem N-Einsatz sehr gut von den Pflanzen genutzt werden, sodass hier mit 25 kg N/ha der niedrigste Wert vorliegt. Durch die geringen Unterschiede zwischen betriebsüblicher und Sensor-Variante, konnte auf dieser Demofläche keine Wirkung durch den N-Sensoreinsatz gezeigt werden.

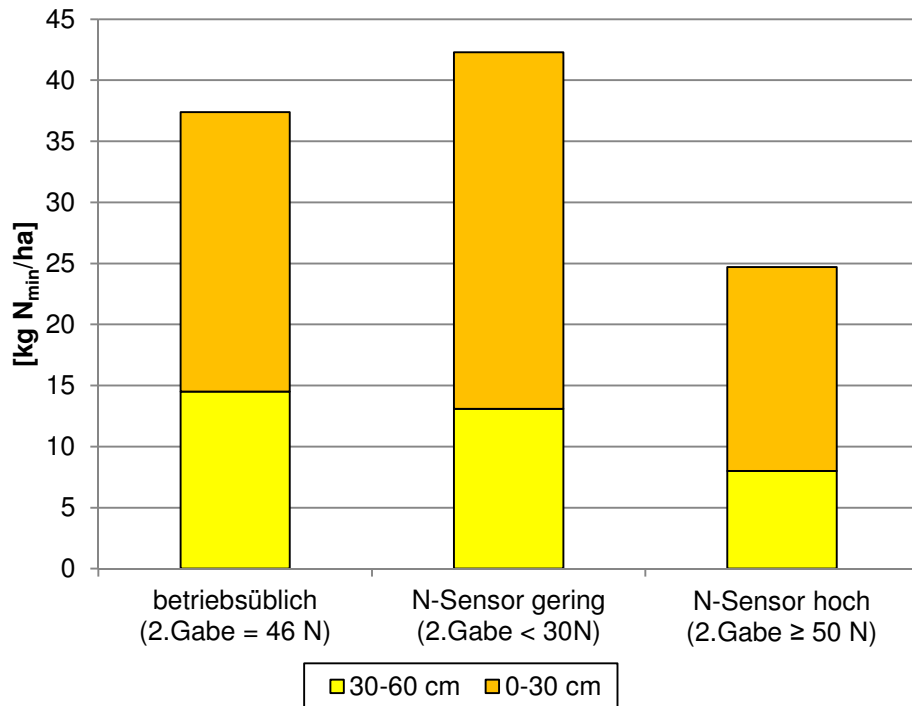


Abbildung 10: Nachernte-N_{min}-Werte der Versuchsvarianten, Demofläche 2

Demonstrationsfläche 3:

Die dritte Demonstrationsfläche wurde auf einem heterogenen Standort in der Gemarkung Römersberg angelegt. Abbildung 24 zeigt die Varianten der Versuchsfläche.



Abbildung 11: Demofläche 3 in der Gemarkung Römersberg

Zur 1. Gabe wurden beide Varianten betriebsüblich mit 70 kg N/ha Harnstoff angedüngt. Zur 2. und 3. Gabe wurde eine Variante mit und die betriebsübliche Variante ohne den N-Sensor

gedüngt. Mit Hilfe von Nitrachek-Analysen wurden die optimalen Düngetermine ermittelt. Durch die anhaltende Trockenheit waren die Nitrachek-Werte in diesem Bestand generell sehr niedrig. Dennoch sind Abwärtstrends in den Messreihen erkennbar, die die Notwendigkeit der nächsten Düngung anzeigen. Die 2. Gabe erfolgte entsprechend den Nitrachekwerten am 3. April, die 3. Gabe am 13. Mai (siehe Abbildung 25).

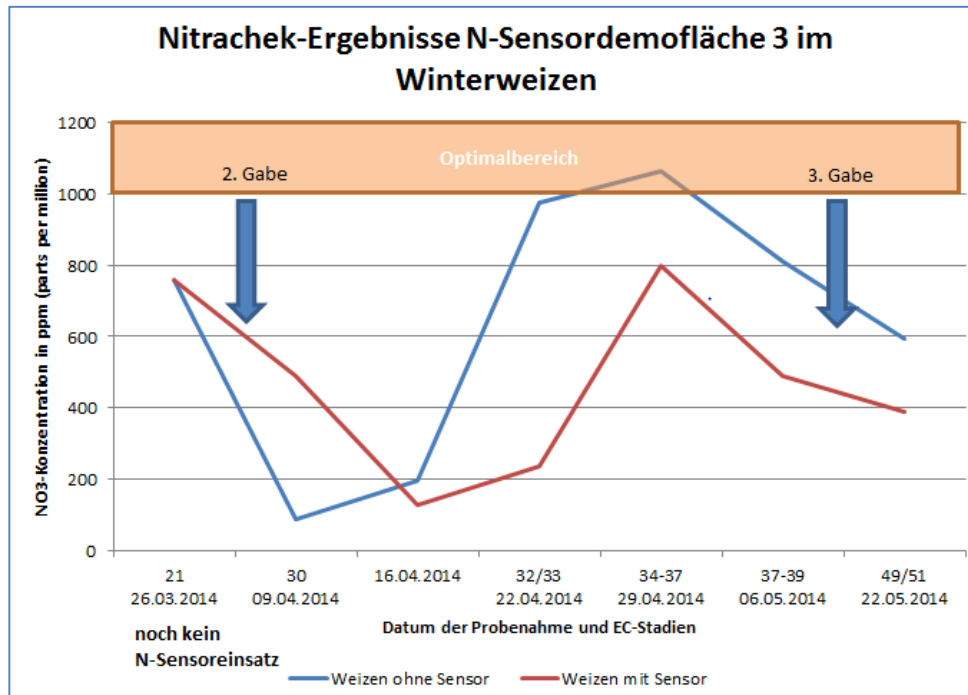


Abbildung 12: Messreihe der Nitrachekwerte, Demofläche 3

Die betriebsübliche Variante erhielt zur 2. Gabe (EC 30) 70 kg N, während die N-Sensorvariante im Durchschnitt 88 kg N/ha erhielt. Die folgenden Karten zeigen die heterogene Stickstoffempfehlungskarte und die relative Biomassenkarte der Demofläche 3 zur 2. Gabe.

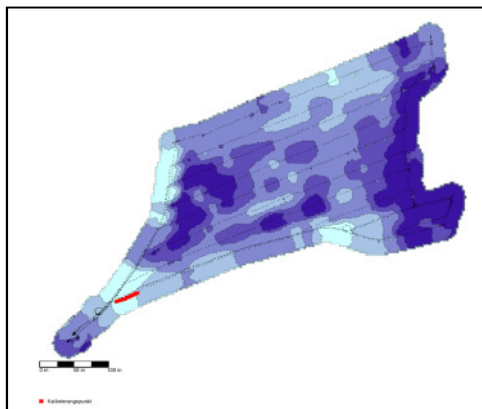


Abbildung 14: Stickstoffempfehlungskarte zur 2. Gabe, Demofläche 3

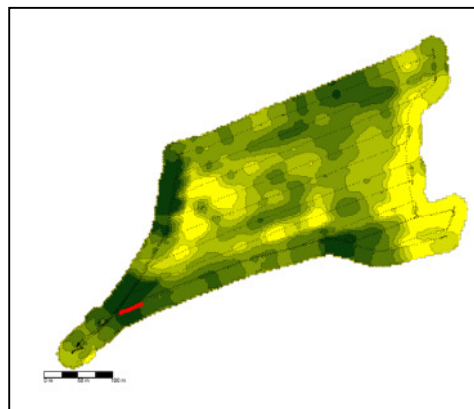


Abbildung 13: relative Biomassekarte zur 2. Gabe, Demofläche 3
 1/3 des Bestandes wurden in der Sensorvariante zwischen 45

und 119 kg N/ha gestreut. Tabelle 5 zeigt den prozentualen Flächenanteil der N-Aufwandmengen für die Sensorvariante.

Tabelle 5: Verteilung der N-Aufwandmengen zur 2. Gabe, Demofläche 3

2.Gabe	
<i>N-Düngung [kg N/ha]</i>	<i>Anteil an Fläche [%]</i>
<70	5,8
70-80	17,7
80-90	36,1
90-100	22,2
>100	18,2

Die 3.Gabe erfolgte zum EC-Stadium 37 mit Harnstoff. Der N-Tester zeigte mit einem Messwert von 664 einen Bedarf von 40 kg N/ha an. Betriebsüblich wurden dennoch 46 kg N/ha gestreut. In der N-Sensorvariante wurden durchschnittlich 44 kg N gestreut. Tabelle 6 zeigt den prozentualen Flächenanteil der N-Aufwandmengen für die Sensorvariante. Ein Großteil der Fläche (78%) wurden mit 30 – 50 kg N/ha gedüngt.

Tabelle 6: Verteilung der N-Aufwandmengen zur 3. Gabe Demofläche 3

3.Gabe	
<i>N-Düngung [kg N/ha]</i>	<i>Anteil an Fläche [%]</i>
<30	7,1
30-40	37,8
40-50	40,2
50-60	4,7
60-70	2,5
>70	7,6

Werden die Gesamtaufwandmenge je Variante miteinander verglichen, so zeigt Tabelle 7, dass über den N-Sensor insgesamt 8 % (202 kg N gegenüber 186 kg N) mehr Stickstoff gedüngt wurde.

Tabelle 7: Gesamtaufwandmengen Demofläche 3 in kg N/ha

	Variante mit N-Sensor	Variante betriebsüblich
	<i>[kg N/ha]</i>	
1.Gabe	70	70
2.Gabe	87,9	70
3.Gabe	44	46
Gesamt	202	186

Es zeigt sich, dass insbesondere die variierte Düngung mit dem N-Sensor zur 2.Gabe, die bei 18 % der Fläche bei über 100 kg N/ha lag, auch die Gesamtmenge erhöht hat. Wird bei beiden Varianten der Frühjahrs-N_{min}-Wert mit 14 kg N/ha angerechnet, wurden insgesamt 200 bzw. 216 kg N/ha vom Pflanzenbestand aufgenommen.

Der Ertrag lag bei beiden Varianten bei rund 100 dt/ha. Die betriebsübliche Variante mit 200 kg N/ha entspricht der Empfehlung zur Düngung nach N-Entzug von 193 kg N/ha. Demnach wurden infolge des N-Sensoreinsatzes etwa 20 kg N/ha über der N-Entzugsdüngempfehlung gedüngt.

Um zu prüfen, ob die höheren N-Gabe zur 2. Gabe sich auf die Reststickstoffmengen im Boden nach der Ernte auswirken, wurde die Fläche differenziert beprobt. Es wurden über die N_{min}-Beprobung Bereiche mit höherem N-Einsatz und geringerem N-Einsatz beprobt.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Nmin-Wert bei der betriebsüblichen Variante mit 38 kg N am niedrigsten ist. Bei der N-Sensorvariante mit geringen N-Gaben zeigte sich ein Nachernte-Nmin von 60 kg N/ha, bei hoher N-Gabe wurde mit 58 kg N/ha ein sehr ähnlicher Nmin gemessen. Der Nmin der betriebsüblichen Variante liegt, entsprechend der niedrigeren Gesamtdüngung (186 kg N), 20 kg niedriger als die N-Sensorvarianten (durchschnittlich 202 kg Gesamt-N).

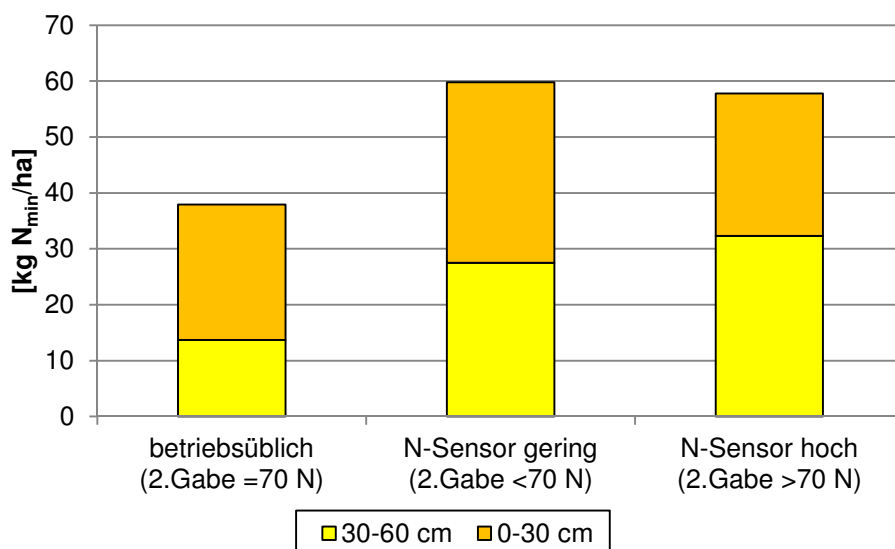


Abbildung 15: Nachernte-Nmin-Werte der Versuchsvarianten, Demofläche 3

Fazit:

Insgesamt lässt sich über den N-Sensoreinsatz auf den Demonstrationsflächen sagen, dass durch den N-Sensor keine Stickstoffeinsparungen erzielt werden konnten. Auch die Ernteerträge und -qualitäten wurden nicht verbessert. Bei dem Einsatz zur 3. Gabe war erkennbar, dass die Sensorflächen durch die differenzierte 2. Düngegabe bereits homogener

waren. Homogenität hat den Vorteil einer gleichmäßigeren Abreife im Bestand. Landwirte, die bereits seit mehreren Jahren N-Sensortechnik im Betrieb einsetzen, haben die Erfahrung gemacht, dass man sich langsam an die Technik herantasten muss um die optimalen Einstellungen für den Betrieb zu finden. Erst dann zeigen sich N-Effizienzsteigerungen.