

Vorabveröffentlichung der Ernte-N_{min}-Werte 2018 - aus den Wasserschutz- und ergänzenden Untersuchungen in Pflanzenbauversuchen der LWK Niedersachsen



Foto: Dirk Brandt, 2017

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Stand: November 2018

Inhalt

1) Ernte-N_{min}-Werte im Versuchsjahr 2018.....	3
2) Bodenwasserhaushaltsbilanzierung (BOWAB)	4
3) N_{min}-Werte nach Silomais	7
<i>Grundwasserschutzorientierter Zwischenfruchtanbau - Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus Zwischenfrüchten an die darauffolgende Hauptfrucht Silomais (Wehnen, 645).....</i>	
	7
<i>Vergleich von organischer und mineralischer N-Düngung und Auswirkungen auf die N_{min}-Werte (Wehnen, 649).....</i>	
	8
<i>Stickstoffnachlieferung auf humusreichen Standorten im Silomaisanbau (Wettmar, Ihlow, 916).....</i>	
	9
<i>Landessortenversuche Silo- und Körnermais (LS 35 und 36).....</i>	
	11
4) N_{min}-Werte nach Sommergerste	12
<i>Auswirkungen verschiedener N-Düngestrategien und der Einfluss von Beregnungsgaben (mit und ohne Beregnung) (Hamerstorf, 227).....</i>	
	12
5) N_{min}-Werte nach Sommer- und Winterweizen.....	13
<i>Einfluss der mineralischen, organischen und organisch-mineralischen N-Düngung auf die Stickstoffdynamik des Bodens Ackerbauregionen Niedersachsens (Schickelsheim, 491b)..</i>	
	13
<i>Regionalspezifische Strategien zur grundwasserschutzorientierten N-Düngung im Winterweizen (Hamerstorf, Borwede, Otterndorf, Otterham, Höckelheim, Poppenburg, 612)</i>	
	13
<i>Auswirkungen der Düngung mit verschiedenen Misten auf die N-Dynamik im Boden (Wehnen, 461).....</i>	
	19
<i>Ertragswirkung unterschiedlicher N-Düngungsstrategien bei unterschiedlicher Ausbringtechnik (Werlte, 414).....</i>	
	20
6) N_{min}-Werte nach Winterroggen	21
<i>Langfristige Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung (Thülsfelde, 644).....</i>	
	21
7) N_{min}-Werte nach Kartoffel	24
<i>Vergleich von Fruchtfolgestrategien – frühe Sorte mit Zwischenfrucht und späte Sorte (Hamerstorf, 643).....</i>	
	24
8) Zusammenfassung - Deutlicher Einfluss der Witterung auf N_{min}-Werte	26

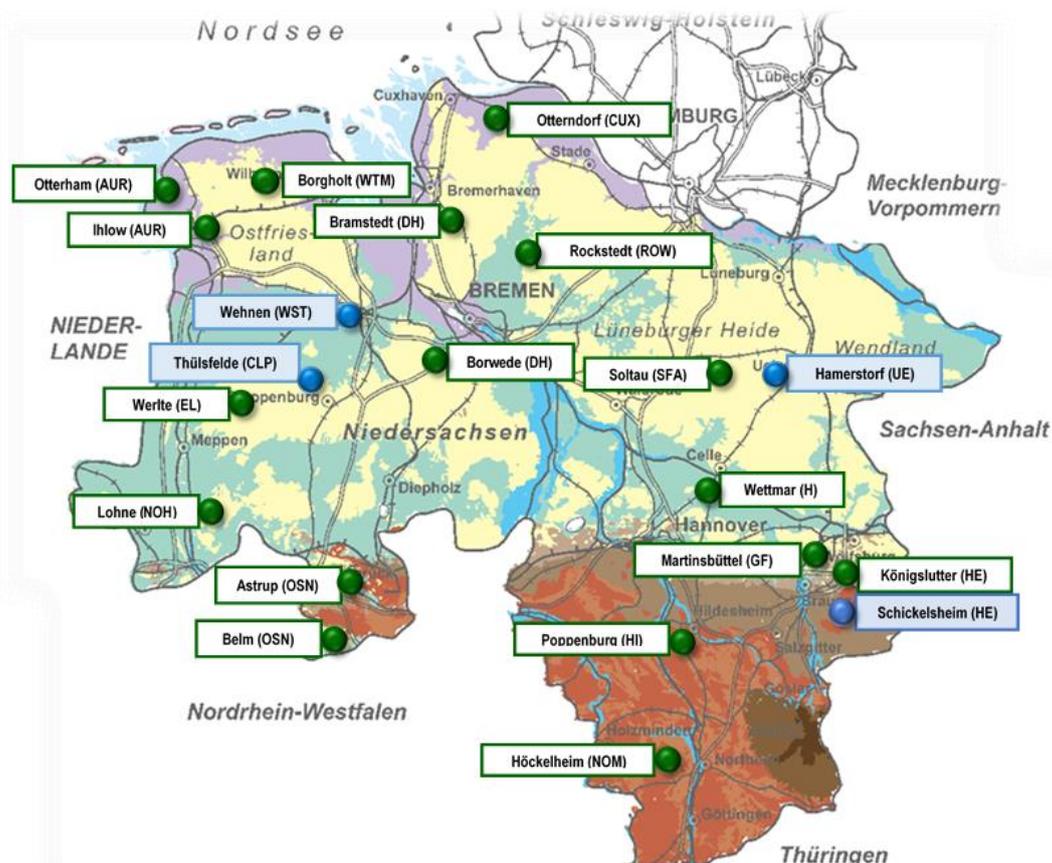
1) Ernte- N_{\min} -Werte im Versuchsjahr 2018

Die Reststickstoffgehalte im Boden direkt nach der Ernte und zu Beginn der Sickerwasserperiode geben Hinweise auf die potentielle Nitratauswaschung und Hinweise zur Beurteilung der vorangegangenen Bewirtschaftung bzw. den Erfolg von Maßnahmen zum Grundwasserschutz, wie beispielsweise reduzierte N-Düngung oder Zwischenfruchtanbau. Seit 2016 werden die N_{\min} -Werte direkt nach der Ernte und wenn möglich zu Beginn der Sickerwasserspende (Herbst- N_{\min} -Wert) aus den Wasserschutzversuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, finanziert im Rahmen der landesweiten Aufgaben im kooperativen Trinkwasserschutz gem. § 28 NWG aus der Wasserentnahmegebühr des Landes Niedersachsen, und aus Pflanzenbauversuchen mit grundwasserschutzorientierten Fragestellungen vorab online veröffentlicht. Je nach Fragestellung variiert die Anzahl der Standorte und Varianten. Da in den Wasserschutzversuchen der Zusammenhang zwischen der Höhe der N-Düngung und N-Dynamik im Boden bzw. N-Austrag untersucht wird, ist hier der Untersuchungsumfang deutlich höher als in den Versuchen mit pflanzenbaulichen Fragestellungen wie z.B. Beregnung.

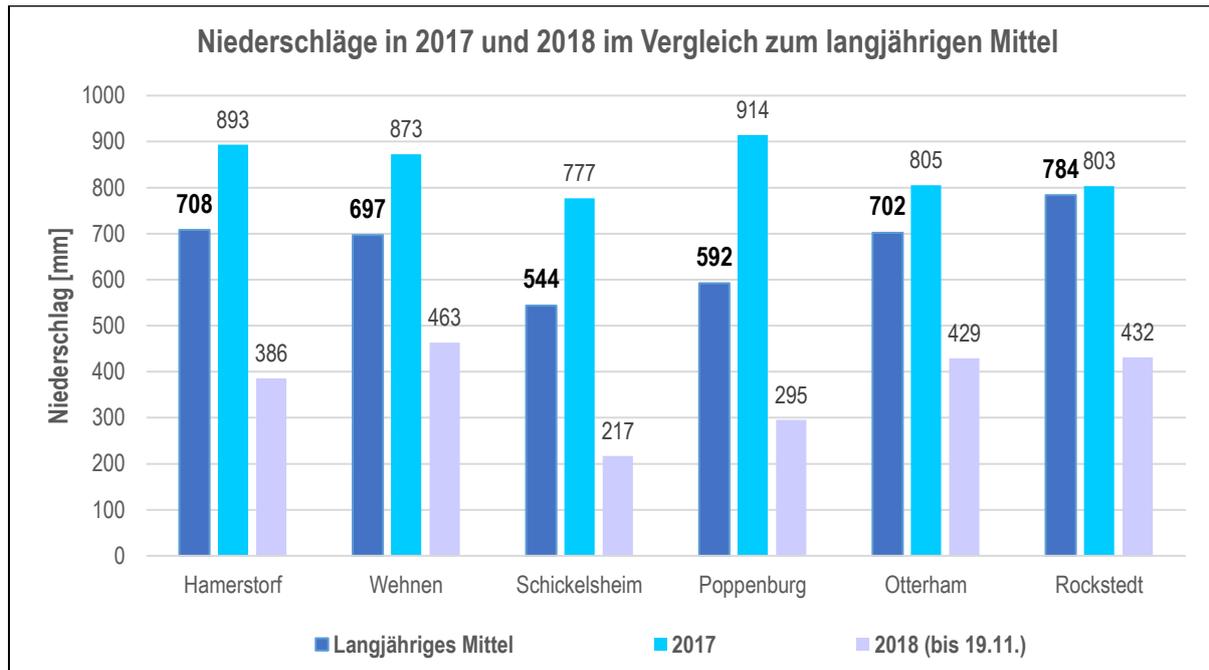
Um den weiteren Verlauf der N-Verlagerung im Boden zu beobachten, werden zusätzlich zum Ende der Vegetationsperiode N_{\min} -Werte ermittelt, die dann über eine Aktualisierung in den Bericht eingepflegt werden.

Alle Angaben zu den Standorteigenschaften der jeweiligen Versuche, sowie zu weiteren Versuchsergebnissen (Erträge, Qualitäten, N_{\min} -Werte, N-Bilanzen) werden im ausführlichen Versuchsbericht 2018 veröffentlicht.

Versuchsstandorte 2018



Bei der Interpretation der Ergebnisse in 2018 ist zu beachten, dass aufgrund landesweit und regional unterschiedlich ausgeprägter Trockenheit kein Sickerwasser bis zum Auswertungszeitpunkt auftrat. Zudem hat die Trockenheit in fast allen Versuchen zu Mindererträgen geführt, sodass häufig nicht die gesamte gedüngte N-Menge von den Pflanzen aufgenommen werden konnte. Im Vergleich mit dem langjährigen Mittel fiel an einigen Versuchsstandorten in 2018 teilweise nur halb so viel Niederschlag. Daher sind an vielen Standorten, anders als im Versuchsjahr 2017 in dem schon z.T. vor der Ernte der Hauptfrucht Sickerwasser vorhanden war, hohe Reststickstoffmengen im Boden verblieben.



Der N_{\min} -Probenahme-Termin nach der Ernte konnte an einigen Versuchsstandorten aufgrund der extremen Trockenheit der Böden nicht durchgeführt werden. Daher kommt bei einer Interpretation der Ergebnisse der Standortfrage eine noch höhere Bedeutung zu.

Sollte es auch im Winter keine ergiebigen Niederschläge geben, muss auch Ausgangs des Winters mit hohen N_{\min} -Werten gerechnet werden. Die hohen Reststickstoffgehalte im Boden sollten dann bei der N-Düngung der Folgefrucht unbedingt beachtet werden, um Nitratausträge auch im Folgejahr nach der Ernte 2019 zu vermeiden.

2) Bodenwasserhaushaltsbilanzierung (BOWAB)

Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) hat ein Modell zur Bodenwasserhaushaltsbilanzierung (kurz BOWAB für BODenWAsserBilanzierung) entwickelt, mit dem der Bodenwasserhaushalt tagesaktuell zu ermitteln ist. Um den Zeitpunkt des Beginns der Sickerwasserspense und damit den errechneten optimalen Termin zur N_{\min} -Probenahme im Herbst ermitteln zu können, wird im Rahmen der Landesweiten Aufgaben § 28 NWG regelmäßig für die

Wasserschutzversuche an den Versuchsstandorten Wehnen, Thülsfelde, Hamerstorf und Schickelsheim eine Bodenwasserhaushaltsbilanzierung durchgeführt, deren Ergebnis online zur Verfügung steht.

Standort (Vers.Nr.)	BKR	Ernte-N _{min}				Bodenart	Standort- spezifische Feldkapazität	Datum BOWAB	Aktueller Bodenwasser- gehalt	Fehlende Sickerwasser- menge bis Feldkapazität
		Kultur	N-Düngung	N _{min} [kg/ha]	Datum					
Hamerstorf (643)	46	Kartoffel	N-Bedarfswert – 20%	129	31.08.2018	Su2	154 mm	13.11.2018	127 mm	27 mm
Thülsfelde (644)	50	Winter- roggen	N-Bedarfswert	34	06.08.2018	Su2	158 mm	13.11.2018	109 mm	49 mm
Wehnen (645)	50	Winter- roggen	N-Bedarfswert	22	24.07.2018	fSms	147 mm	13.11.2018	107 mm	40 mm
Wehnen (649)	50	Silomais	180 kg N/ha	44	10.09.2018	fSms	147 mm	13.11.2018	111 mm	36 mm
Schickelsheim (491b)	45	Sommer- weizen	180 kg N/ha	29	20.06.2018	Ut3	290 mm	13.11.2018	186 mm	104 mm

Durch die regional sehr geringen Niederschläge in 2018 fehlt im November (13.11.2018) an allen sandigen Standorten noch ca. 30 – 50 mm Niederschlag zur Erreichung der Feldkapazität. Auf dem schweren Lehmstandort in Schickelsheim werden noch über 100 mm Niederschlag zur Erreichung der Sickerwasserspense benötigt (webcode: 01034202).

Der Bodenwasserhaushalt ist ein wichtiges Element des Landschaftshaushaltes und damit auch der Bewirtschaftung des Bodens. Durch das Bodenwasser werden Wachstum, Qualitäts- und Ertragsbildung, Stickstoffmineralisation, Düngewirkung und Nährstoffverfügbarkeit, Auswaschungsgefährdung löslicher Stoffe, aber auch Bearbeitbarkeit und Befahrbarkeit des Bodens gesteuert (Müller et al. 2012). Infolge des prognostizierten Klimawandels mit zunehmenden Wetterextrema ist es zwingend notwendig, eine Zusatzbewässerung am aktuellen Bedarf der Kulturen auszurichten und die Beregnung optimal, effizient und ressourcenschonend durchzuführen (Engel et al. 2013).

Mit wenigen Eingangsparametern ist es möglich,

- den Bodenwassergehalt (im Boden gespeichertes Wasser und pflanzenverfügbares Wasser),
- den Wassergehalt in % zur Feldkapazität,
- die fehlende Wassermenge bis Feldkapazität (Beginn der Sickerwasserspense à Terminierung der N_{min}-Probenahme) sowie
- die tägliche Sickerwasserrate, anhand derer die Verlagerungstiefe von Nährstoffen abgeschätzt werden kann,

zu ermitteln. Alternativ wird auch eine Beregnungsempfehlung (Zeitpunkt und Menge) gegeben.

Sickerwasserprognose für die Wasserschutzversuche 2018 - Welche Eingangsparameter werden benötigt?

Die Eingangsparameter können standortspezifisch manuell erfasst werden oder zum Teil aus dem NIBIS® Kartenserver (Bodeninformationen) bzw. ISIP (Wetterdaten) übertragen werden. Kann kein

Wassergehalt angegeben werden, geht das Modell als Startwert von einer Sättigung im März aus (Müller et al. 2012). Je mehr Daten vorhanden sind, desto genauer kann die Berechnung des Modelles erfolgen.

Folgende Eingangsparameter werden für die Berechnung mit BOWAB benötigt:

- Standortinformationen (Hochwert – Rechtswert)
- Bodendaten (Horizontierung, Bodenart, Lagerungsdichte, Skelettanteil, Humusgehalt)
- Fruchtfolge (Aussaat- und Erntedaten)
- Angaben zum Bodenwassergehalt an Tag X (Wassergehalt oder Trockenmasse in Gew-%)
- ggf. Angaben zur Berechnungsmenge
- Niederschlagsdaten
- ggf. EC-Stadien

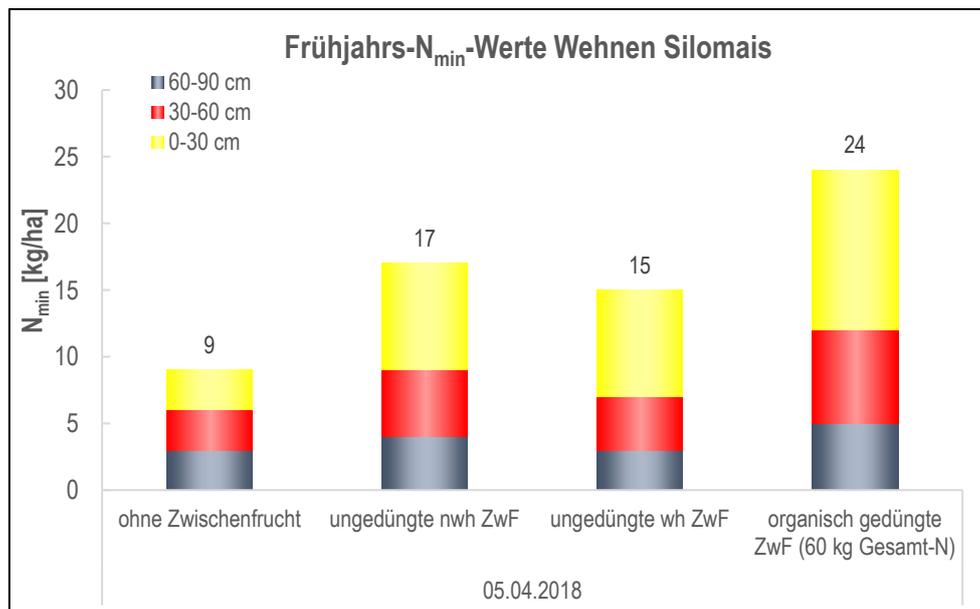
Zu finden ist BOWAB im NIBIS® Kartenserver unter „Fachanwendungen“ - „Bodenwasserhaushalt“ (https://www.lbeg.niedersachsen.de/boden_grundwasser/landwirtschaft/bereitstellung_von_daten_zum_boden_wasserhaushalt_isip/bereitstellung-von-daten-zum-bodenwasserhaushalt-mit-bowab-746.html).

3) N_{\min} -Werte nach Silomais

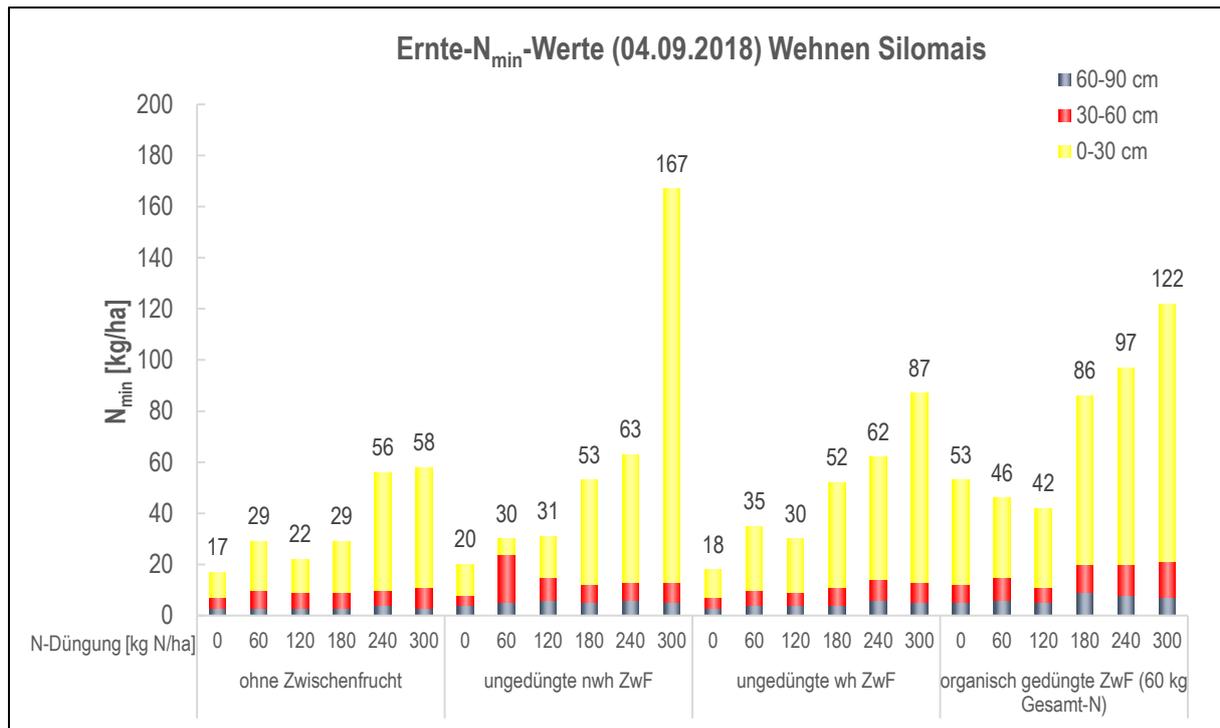
Silomais-Versuchsstandorte 2018: Wehnen, Ihlow, Borgholt, Lohne-Wietmarschen, Rockstedt, Essen, Werlte, Borwede, Astrup, Königslutter

Grundwasserschutzorientierter Zwischenfruchtanbau - Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus Zwischenfrüchten an die darauffolgende Hauptfrucht Silomais (Wehnen, 645)

Am Versuchsstandort **Wehnen**, einem leichten Sandstandort, werden seit 2012 in einer festen, mineralisch gedüngten N-Düngestaffel im Silomais Ernte- N_{\min} -Proben gezogen. Im Spätsommer 2017/2018 wurden vor Mais unterschiedliche Zwischenfruchtvarianten angelegt. Neben einer organisch (Schweinegülle) gedüngten nicht winterharten Zwischenfrucht (ZwF), werden auch eine ungedüngte nicht winterharte (nwh) Zwischenfrucht und eine winterharte (wh) Zwischenfrucht getestet. Die nicht winterharte Zwischenfrucht besteht aus einer Senf-Ölrettich Mischung, die winterharte Zwischenfrucht ist eine Mischung aus Winterraps, Winterrüben und Markstammkohl. Die vierte getestete Variante ist eine Kontrollvariante ohne vorangegangene Zwischenfrucht. So ergeben sich im Versuch insgesamt 24 Varianten.



Zum Zeitpunkt der Frühjahrs- N_{\min} -Beprobung (05.04.2018) lag der N_{\min} -Wert zwischen 15 (ungedüngte wh Zwischenfrucht) und 24 kg N_{\min} /ha (organisch gedüngte Zwischenfrucht).

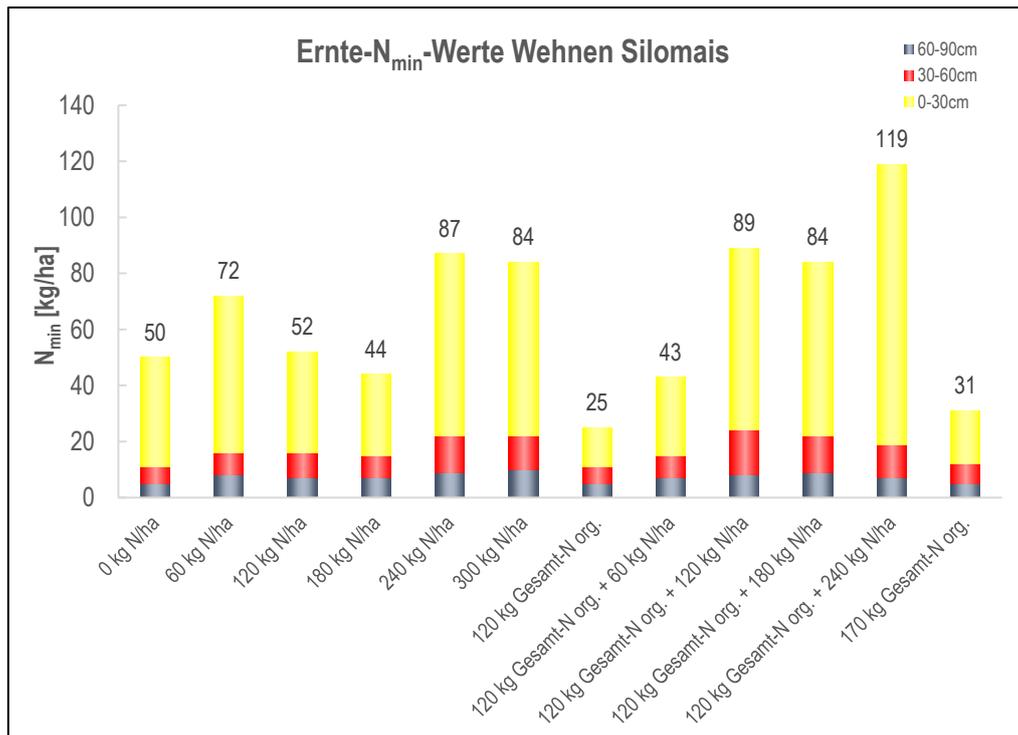


Bei der Nachernte-Beprobung im September lagen die N_{min}-Werte in allen Varianten, unabhängig von der vorangegangenen Zwischenfrucht, bis zur N-Düngungshöhe im Bereich von 120 kg N/ha auf einem insgesamt niedrigen Niveau unter 50 kg N_{min}/ha. Das Niveau der Ernte-N_{min}-Werte war in der Variante ohne vorangegangene Zwischenfrucht mit einer Spanne zwischen 17 (0 kg N/ha) und 58 kg N_{min}/ha (300 kg N/ha) am niedrigsten. In den Varianten mit einer vorangegangenen Zwischenfrucht stieg der Ernte-N_{min}-Wert bei einer N-Düngung oberhalb von 180 kg N/ha deutlich an. Bei einer deutlichen Zunahme der N-Düngung (300 kg N/ha) verdrei- bis vervierfachte sich der N_{min}-Wert. Der höchste N_{min}-Werte wurde dabei in der mit 300 kg N/ha ungedüngten Variante (ungedüngte nwh Zwischenfrucht) mit 167 kg N_{min}/ha gemessen.

Die Ergebnisse zeigen, wie auch schon in den Vorjahren, dass sich bei einer N-Düngung oberhalb des N-Bedarfswerts beim Silomais und bei einer zusätzlichen N-Nachlieferung durch die vorangegangene Zwischenfrucht die auswaschungsgefährdeten Reststickstoffgehalte im Herbst im Boden erhöhen.

Vergleich von organischer und mineralischer N-Düngung und Auswirkungen auf die N_{min}-Werte (Wehnen, 649)

Seit 2014 wird am Versuchsstandort in **Wehnen (649)** ein Wasserschutzversuch mit ergänzenden Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG durchgeführt. Dabei werden die Auswirkungen mineralischer und organischer Düngung in unterschiedlicher Höhe auf die Nitratkonzentration im Sickerwasser, die N-Dynamik im Boden, sowie Erträge und Qualitätsparameter untersucht. Im Versuchsjahr 2018 wurde Silomais nach Winterroggen angebaut.

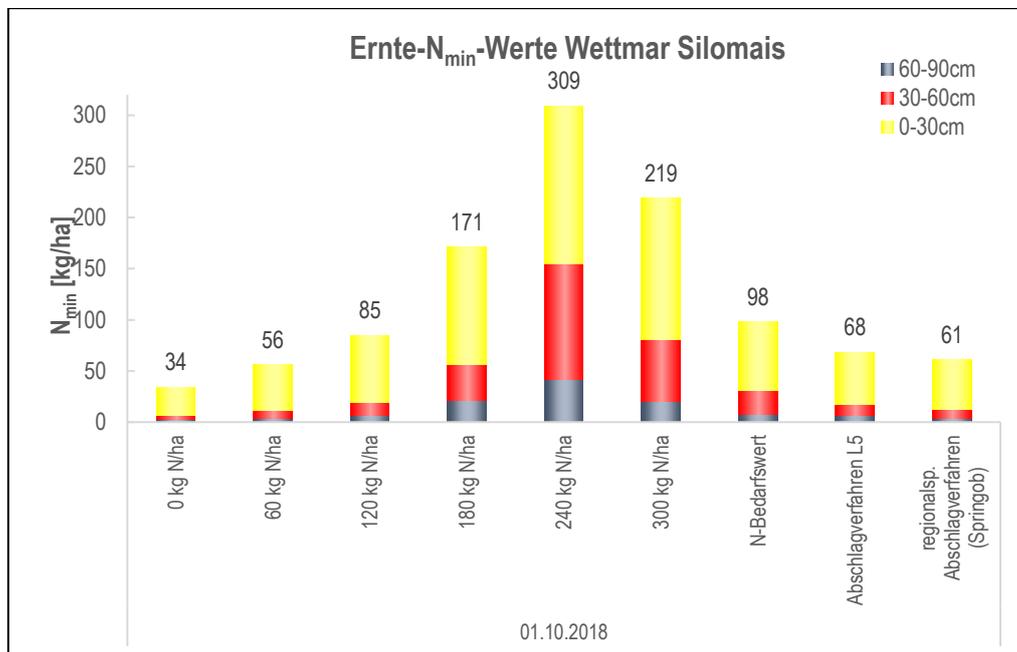


Am 05.04.2018 wurde ein Frühjahrs- N_{\min} -Wert von 29 kg N_{\min} /ha gemessen. Die Ergebnisse der Ernte- N_{\min} -Untersuchungen zeigen, dass im Versuchsjahr 2018 aufgrund der langanhaltenden Trockenheit und der damit verbundenen schlechteren Aufnahme durch die Pflanzen, besonders viel Stickstoff in der obersten Bodenschicht 0 – 30 cm verblieben ist. Dabei schwanken die N_{\min} -Werte bei der mineralischen N-Düngestaffel zwischen 44 kg N_{\min} /ha (N-Düngung 180 kg N/ha) und 87 kg N_{\min} /ha (N-Düngung 240 kg N/ha). Bei den rein organischen gedüngten Varianten waren die N_{\min} -Werte nach der Ernte insgesamt mit 25 kg N_{\min} /ha (N-Düngung 120 kg Gesamt-N aus Schweinegülle) und 31 kg N_{\min} /ha (N-Düngung 170 kg Gesamt-N aus Schweinegülle) am niedrigsten. In den kombinierten Varianten aus mineralischer und organischer N-Düngung lagen die Ernte N_{\min} -Werte zwischen 43 kg N_{\min} /ha (N-Düngung mit 120 kg Gesamt-N/ha aus Schweinegülle in Kombination mit einer mineralischen Ergänzungsdüngung von 60 kg N/ha) und 119 kg N_{\min} /ha (N-Düngung 120 kg Gesamt-N/ha aus Schweinegülle in Kombination mit einer überhöhten mineralischen Ergänzungsdüngung von 240 kg N/ha). Um eine genauere Interpretation des verbliebenen gedüngten Stickstoffs vorzunehmen, bleiben die Ergebnisse der Erträge und die Ermittlung des N-Entzugs durch die Pflanzen sowie die Ergebnisse der Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG abzuwarten.

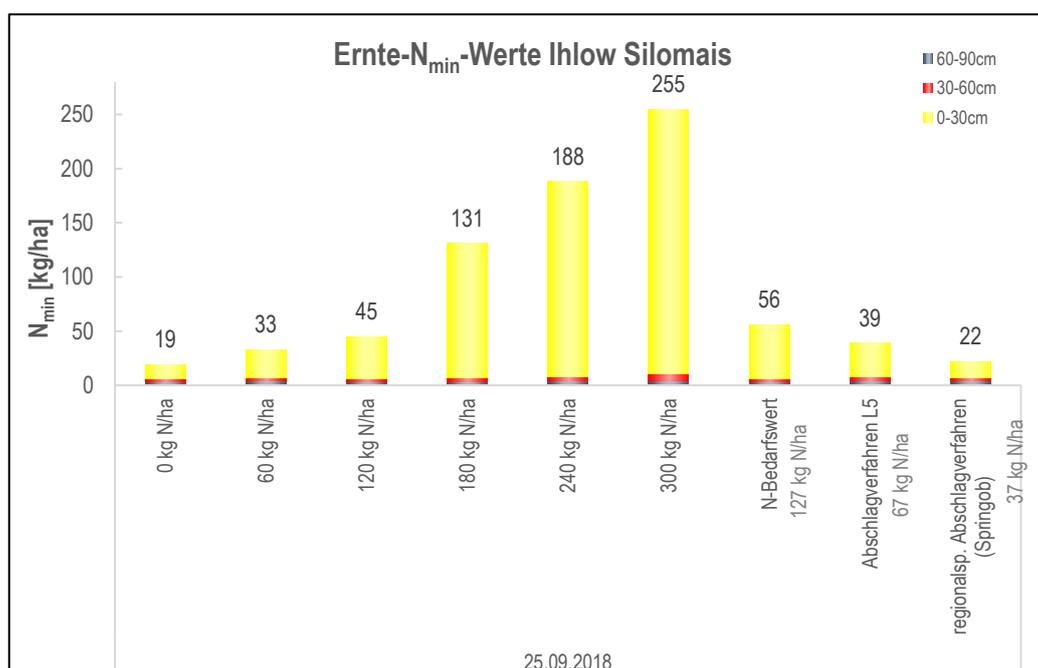
Stickstoffnachlieferung auf humusreichen Standorten im Silomaisanbau (Wettmar, Ihlow, 916)

An den Versuchsstandorten in Wettmar und Ihlow werden N-Düngestrategien auf humusreichen Standorten (> 8 % Humus) mit höherer N-Nachlieferung getestet. Dabei werden neben einer festen N-Düngestaffel, Varianten mit Abschlägen in der Höhe der N-Düngung untersucht, mit dem Ziel die N-Nachlieferung dieser Standorte besser einschätzen zu können und hohe Reststickstoffgehalte nach der

Ernte bzw. zu Beginn der Sickerwasserspense zu vermeiden. Neben der N-Bedarfswert-Düngung werden Abschläge entsprechend des landesweiten Modells „L5“ und eine regionalspezifische Beratervariante untersucht.



Am Versuchsstandort Wettmar konnte im Versuchsjahr 2017 aufgrund der Nässe keine Beerntung und N_{min}-Beprobung stattfinden. 2018 konnte aufgrund eines Wildschadens keine Beerntung durchgeführt werden. Die Ernte-N_{min}-Werte nahmen mit steigender N Düngungshöhe zu. Ab einer N-Düngungshöhe von 120 kg N/ha stiegen die N_{min}-Werte stark an. Der überwiegende Anteil wurde in der Bodenschicht 0-30 cm ermittelt. Optisch waren in 2018 Trockenschäden feststellbar, so dass auch hier vermutet werden kann, dass nicht der gesamte gedüngte Stickstoff in Ertrag umgesetzt werden konnte.



Am Versuchsstandort in Ihlow (13,74% C_{org}) lag der Frühjahrs-N_{min}-Wert am 12.04.2018 mit 93 kg N_{min}/ha (0 - 90 cm) auf hohem Niveau. Die N_{min}-Werte nach der Ernte (25.09.2018) variierten in der N-Düngestaffel bis 120 kg N/ha und den Beratervarianten zwischen 19 und 56 kg N_{min}/ha und waren damit auf relativ niedrigem Niveau. Ab einer N-Düngungshöhe von 180 kg N/ha (exkl. N_{min}) stieg der N_{min}-Gehalt von 131 auf 255 kg N_{min}/ha bei einer deutlich überhöhten N-Düngung (300 kg N/ha) an. Bei N-Düngung nach N-Bedarfswert und weiteren Abschlägen wurden niedrigere N_{min}-Werte zur Ernte erzielt. Die Ergebnisse der N_{min}-Untersuchungen direkt nach der Maisernte 2018 im Versuch zur Anpassung der Maisdüngung auf humusreichen Standorten bestätigen, dass auf diesen Standorten eine überhöhte N-Düngung einen Anstieg der Ernte-N_{min}-Werte zur Folge hat. Auffällig ist im sehr trockenen Versuchsjahr 2018 der hohe Reststickstoffgehalt in der obersten Bodenschicht 0 – 30 cm. Es bleibt aufzuwarten, welchen Einfluss die Witterung und die Reduzierung der N-Düngung auf die Erträge hatte.

Landessortenversuche Silo- und Körnermais (LS 35 und 36)

Im Versuchsjahr 2018 wurde erstmals, aufgrund der Nachfrage nach Ernte-N_{min}-Werten zu Mais (Silomais gelb; Körnermais grün), in den Landessortenversuchen (LSV) N_{min} nach der Ernte ermittelt. Untersucht wurde dabei die Sorte Benedicto KWS. Die N-Düngung erfolgte an allen Standorten nach N-Bedarfswert mit den entsprechenden standortspezifischen Düngeabschlägen.

Standort	Ackerzahl	Bodenart	Frühjahrs-N _{min} (0 -90 cm)	Ernte-N _{min} (0 -90 cm)	Erträge
			[kg N _{min} /ha]		
Borgholt (WTM)	25	<i>Sand</i>	31	65	Nicht beerntet
Lohne-Wietmarschen (NOH)	36	<i>Schluffiger Sand</i>	49	99	Trockenschäden
Rockstedt (BRV)	37	<i>Lehmiger Sand</i>	59	116	Trockenschäden
Essen (CLP)	40	<i>Sand</i>	63	127	Trockenschäden
Werlte (EL)	41	<i>Sand</i>	114	98	Trockenschäden
Borwede (OL)	48	<i>Lehmiger Sand</i>	25	121	Trockenschäden
Astrup (OS)	52	<i>Lehmiger Sand</i>	36	30	Trockenschäden
Königslutter (HE)	64	<i>Sandiger Lehm</i>	38	59	Nicht beerntet

Der Ertrag der Sorte Benedicto KWS lag im Versuchsjahr im Durchschnitt aller LSV bei 226 dt TM/ha, darunter fallen allerdings nur die Versuche, in denen es im Ertrag keine wesentlichen Abweichungen von der Grenzdifferenz der Erträge gab. Aufgrund der Trockenheit kam es in allen Versuchen, in denen ergänzende N_{min}-Untersuchungen vorgenommen wurden, zu Ertragseinbußen durch Trockenschäden, was bei der Interpretation der N_{min}-Werte berücksichtigt werden muss. Teilweise konnte der Versuch

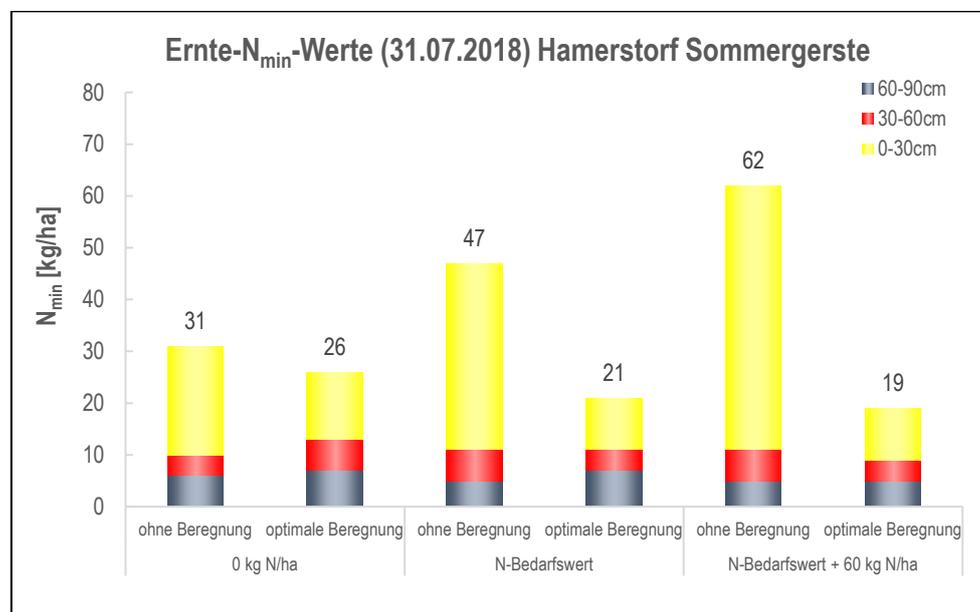
auch nicht beerntet werden. Die Ernte- N_{\min} -Werte variieren insgesamt zwischen 30 und 127 kg N_{\min} /ha im Körnermais und 65 und 116 kg N_{\min} /ha beim Silomais.

4) N_{\min} -Werte nach Sommergerste

Sommergerste-Versuchsstandorte 2018: Hamerstorf

Auswirkungen verschiedener N-Düngestrategien und der Einfluss von Beregnungsgaben (mit und ohne Beregnung) (Hamerstorf, 227)

In einem Beregnungsversuch am Standort in **Hamerstorf** (227) wird neben dem N-Düngungseinfluss (3 Düngungsstufen, davon ungedüngt, N-Bedarfswert und N-Bedarfswert + 60 kg N/ha) auch der Einfluss der Beregnungsintensität (ohne und mit optimaler Beregnungsgabe) untersucht.



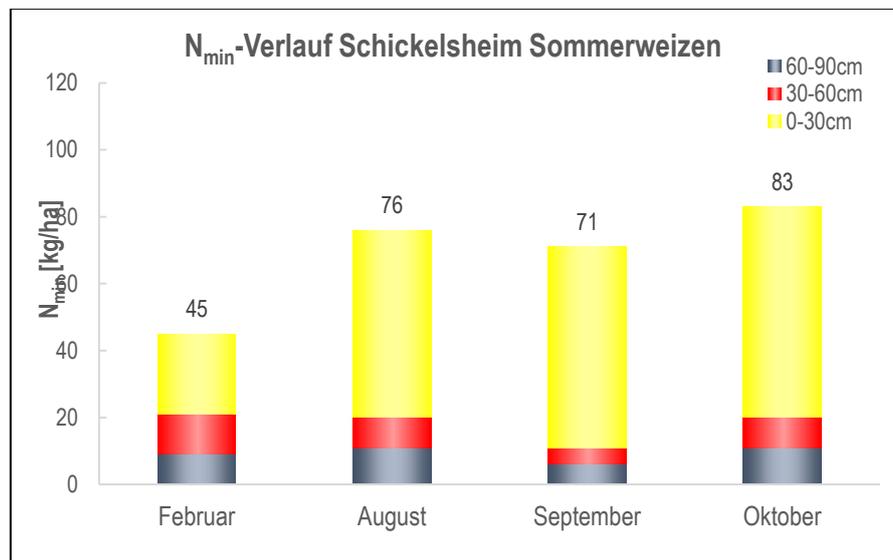
Der Frühjahrs- N_{\min} lag in 2018 bei 18 kg N_{\min} /ha. Die Ernte- N_{\min} -Werte vom 31.07.2018 variieren zwischen 19 und 62 kg N_{\min} /ha. Die Varianten mit einer Beregnung haben niedrigere Reststickstoffgehalte nach der Ernte (20 – 25 kg N_{\min} /ha) im Vergleich zu den Varianten ohne eine Beregnung (31 – 62 kg N_{\min} /ha) hinterlassen. Im Anbaujahr 2018 fiel in Niedersachsen zu wenig Niederschlag, sodass ein guter Ertrag in vielen Fällen nicht generiert werden konnte. Hingegen konnte eine Beregnung wie am Versuchsstandort Hamerstorf den Aufwuchs und die Ertragsbildung begünstigen. Im Vergleich zu den Vorjahren konnte die Beregnung 2018 die Höhe der Ernte- N_{\min} -Werte reduzieren bzw. hinterließen die nicht beregneten Varianten höhere Rest- N_{\min} -Gehalte.

5) N_{\min} -Werte nach Sommer- und Winterweizen

Sommer- und Winterweizen-Versuchsstandorte 2018: Schickelsheim, Hamerstorf, Borwede, Otterndorf, Otterham, Höckelheim, Poppenburg

Einfluss der mineralischen, organischen und organisch-mineralischen N-Düngung auf die Stickstoffdynamik des Bodens Ackerbauregionen Niedersachsens (Schickelsheim, 491b)

Ein Versuch zur Untersuchung der mittel- und langfristigen Auswirkungen der organischen Düngung auf die N-Dynamik im Boden in einer Ackerbauregion in Niedersachsen wurde im Herbst 2017 am Versuchsstandort in Schickelsheim neu angelegt. Aufgrund der sehr nassen Witterung, konnte die geplante Fruchtfolgerotation von Winterraps, Winterweizen und Wintergerste nicht auflaufen und stattdessen wurde im Frühjahr 2018 einheitlich über alle Parzellen Sommerweizen ausgesät. Aufgrund der Trockenheit im Sommer 2018 wurde die Probenahme der Ernte N_{\min} -Werte auf die nach N-Bedarfswert gedüngten Variante beschränkt.



Im Frühjahr (23.02.2018) wurde ein N_{\min} -Wert von 45 kg N_{\min} /ha ermittelt. Im Verlauf nach der Ernte lagen die N_{\min} -Werte zwischen 71 und 83 kg N_{\min} /ha. Dabei ist der überwiegende Anteil des Stickstoffs in der obersten Bodenschicht (0 – 30 cm) enthalten. Auffällig ist, dass der N_{\min} -Wert von August bis Oktober leicht zunimmt, was auf beginnende Mineralisation-Effekte aufgrund abnehmender Hitze und leichten Regenschauern im Herbst zurückgeführt werden könnte.

Regionalspezifische Strategien zur grundwasserschutzorientierten N-Düngung im Winterweizen (Hamerstorf, Borwede, Otterndorf, Otterham, Höckelheim, Poppenburg, 612)

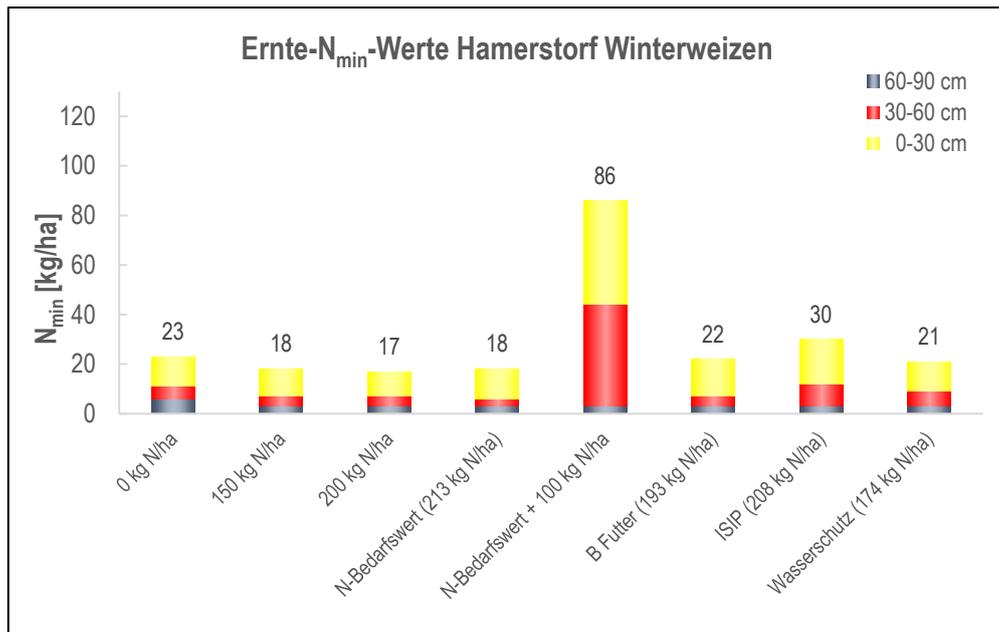
In einem Pflanzenbauversuch zur N-Düngung von Winterweizen wurden in 2018 an verschiedenen Standorten neben einer festen N-Düngestaffel auch unterschiedliche, regionalspezifische Varianten (u.a. Wasserschutzvariante, Qualitätsvariante, Beratervariante) zur grundwasserschutzorientierten N-Düngung angelegt. Die Auswirkungen einer reduzierten und überhöhten N-Düngung auf den Ernte N_{\min} -

Wert wurde ebenso untersucht wie die einer ungedüngten Variante. Die Varianten der N-Düngestaffeln sind inklusive Frühjahrs- N_{\min} -Gehalt.

Standort	Wasserschutzvariante
Winterweizen mit Blattvorfrucht	
Borwede (LK Diepholz)	Reduktion der N-Düngung um 30 kg; Kürzung bei der 3. Gabe <i>Qualitätsvariante:</i> Spätgabe aufgeteilt (40 kg (EC 47) + 30 kg (EC 59)) <i>Beratervariante:</i> N1 (+ 30 kg); N2 (+ 10 kg); N3 (- 40 kg)
Hamerstorf (LK Uelzen)	Reduktion der N-Düngung um 49 kg; N2 (- 29 kg); N3 (- 20 kg); <i>Beratervariante:</i> N2 +N 3 mit HAST + Nitrifikationshemmer
Otterndorf (LK Cuxhaven)	Eine Gabe (EC 23): 204 kg N über Alzon 25/6 <i>Qualitätsvariante:</i> Spätgabe aufgeteilt (40 kg (EC 51) + 30 kg (EC 59))
Otterham (LK Aurich)	Keine Wasserschutzvariante
Winterweizen mit Getreidevorfrucht	
Poppenburg (LK Hildesheim)	Reduktion um 20 kg N; N1 über ssA statt ASS (-18 kg), keine Spätgabe <i>Qualitätsvariante:</i> N4 (+20 kg S)
Königslutter (LK Helmstedt)	Reduktion der N-Düngung um 24 kg N; 2 Gaben Alzon neo-N (100 kg N) in EC 25 und EC 33
Höckelheim (LK Northeim)	Reduktion der N-Düngung um 49 kg; N2 (- 9 kg); N3 (keine Gabe); N4 (60 kg); <i>Qualitätsvariante:</i> N4 (+20 kg S)

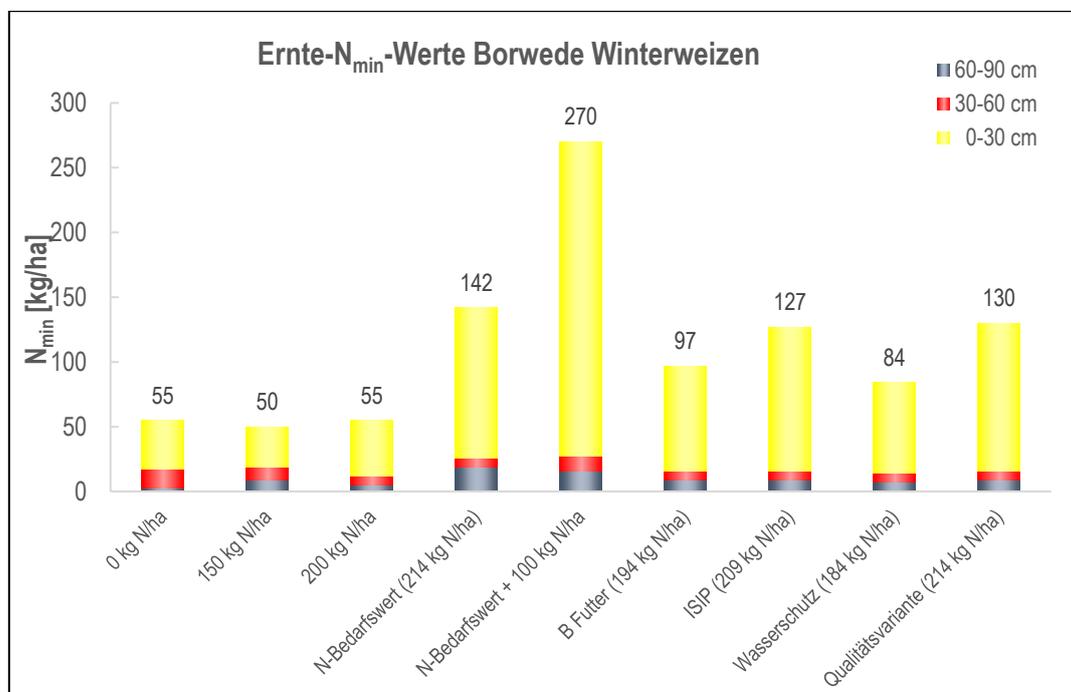
Hamerstorf, Blattweizen

Am Versuchsstandort Hamerstorf (schwach lehmiger Sand, AZ 25) wurde ein Frühjahrs- N_{\min} -Wert von 17 kg N_{\min} /ha ermittelt. Nach der Ernte lagen die N_{\min} -Werte am 31.07.2018 zwischen 17 und 86 kg N_{\min} /ha, wobei in etwa 50 Prozent in der obersten Bodenschicht von 0 - 30 cm zu finden waren. In der ungedüngten Kontrolle wurde 23 kg N_{\min} /ha gemessen. Zwischen den Varianten zeigen sich nur geringe Unterschiede. Einzig die überhöht gedüngte Variante (Bedarfwert + 100 kg N/ha) fiel durch einen deutlich höheren N_{\min} -Wert auf.



Borwede, Blattweizen

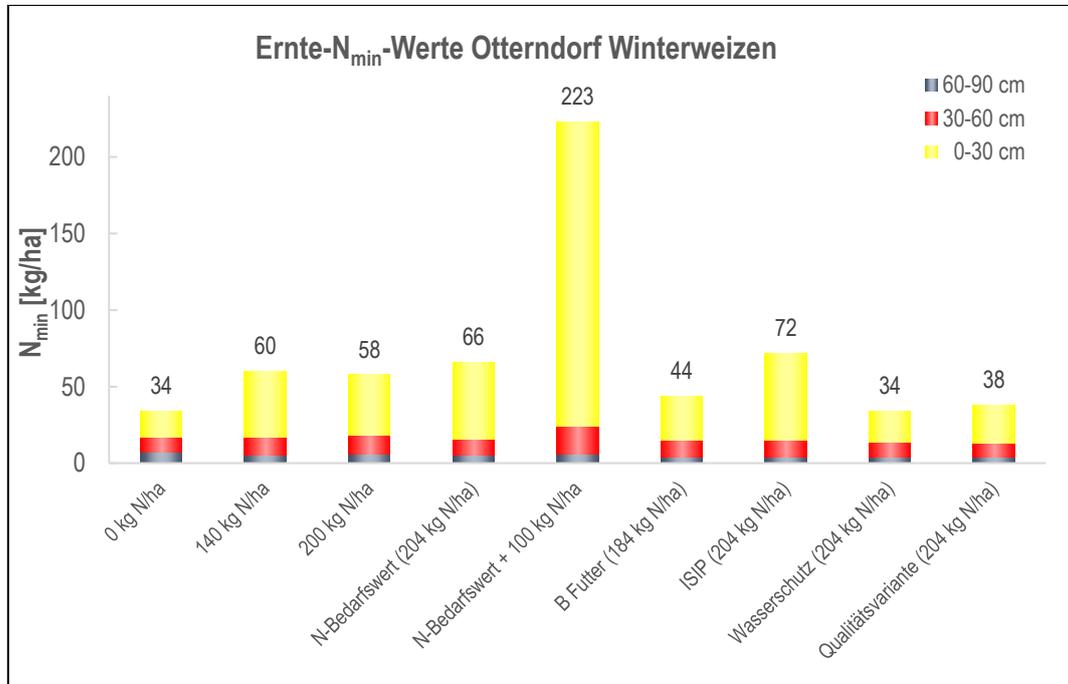
Am Versuchsstandort Borwede (lehmgiger Schluff, AZ 55) wurde ein Frühjahrs- N_{\min} -Wert von 26 kg N_{\min} /ha ermittelt. Nach der Ernte lagen die N_{\min} -Werte am 14.08.2018 zwischen 50 und 270 kg N_{\min} /ha. In der ungedüngten Kontrolle wurde ein N_{\min} -Wert von 55 kg/ha gemessen. Bei den hohen N_{\min} -Werten einiger Varianten befand sich der Stickstoff fast ausschließlich in der obersten Bodenschicht. Eine Stickstoffgabe von mehr als 50 kg N/ha am bzw. nach dem 22.05.2018 (BBCH 47) führte in diesem Jahr zu erhöhten N_{\min} -Werten.



Otterndorf, Blattweizen

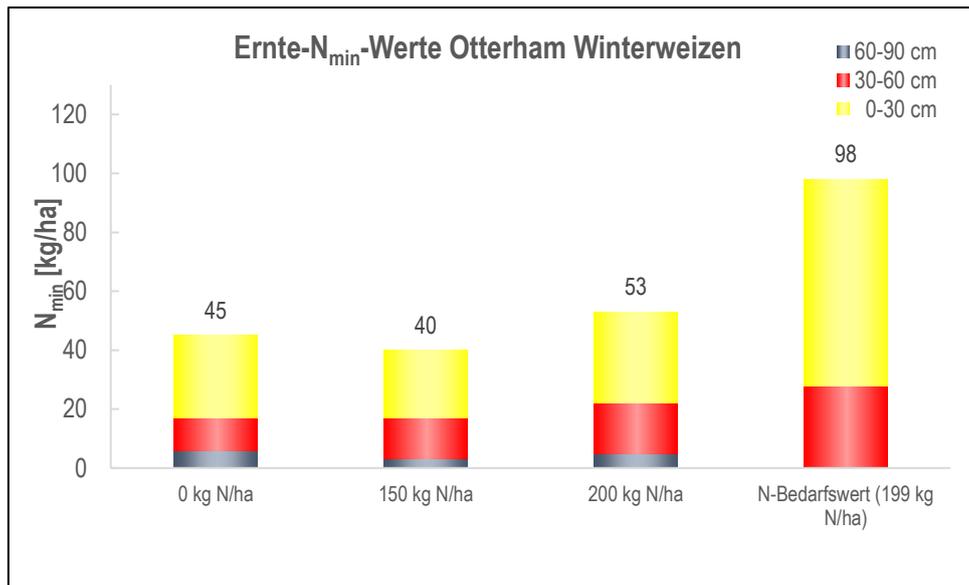
Am Versuchsstandort Otterndorf (Marsch (IT), AZ 70) wurde ein Frühjahrs- N_{\min} -Wert von 36 kg/ha ermittelt. Nach der Ernte lagen die N_{\min} -Werte am 01.08.2018 zwischen 34 und 223 kg N_{\min} /ha. In der

ungedüngten Kontrolle wurde ein N_{\min} -Wert von 34 kg/ha gemessen. Der hohe N_{\min} -Wert von 223 kg/ha ist auf die stark überhöhte Düngung (N-Bedarfswert + 100 kg N/ha) zurückzuführen. Alle anderen Varianten lagen relativ dicht beieinander. Die Wasserschutzvariante (34 kg N_{\min} /ha) führte im Vergleich zur N-Bedarfswert-Variante (66 kg N_{\min} /ha) zu geringeren Ernte- N_{\min} -Werten. Der Stickstoff war auch hier hauptsächlich in der obersten Bodenschicht 0 - 30 cm zu finden.



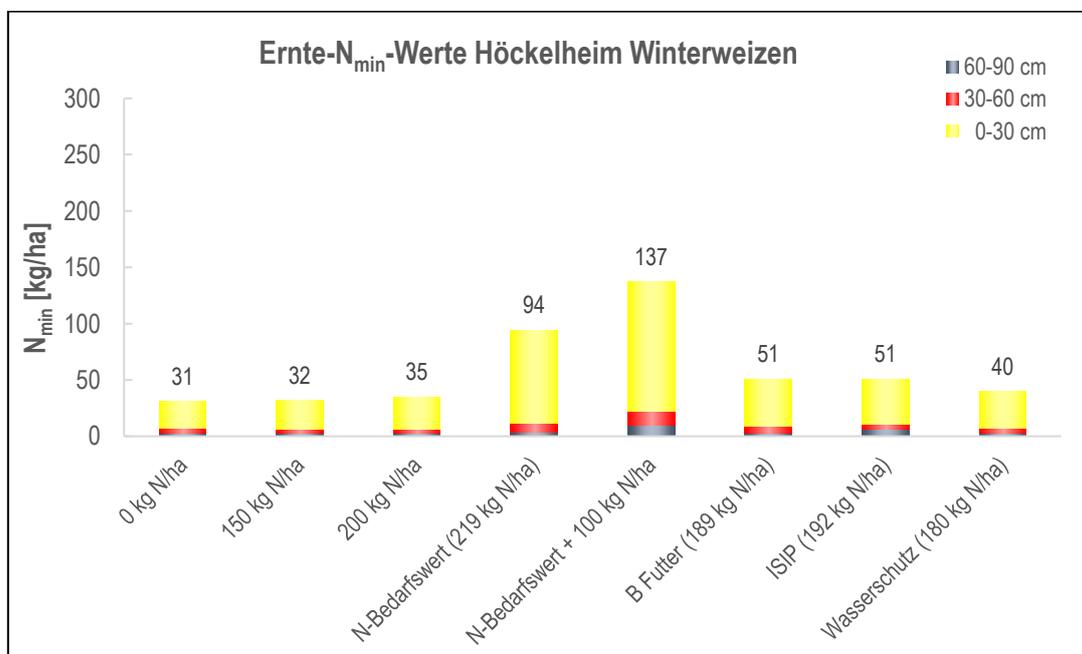
Otterham, Blattweizen

Am Versuchsstandort Otterham (Marsch (uT), AZ 85) wurde ein Frühjahrs- N_{\min} -Wert von 41 kg N_{\min} /ha ermittelt. Nach der Ernte lagen die N_{\min} -Werte am 09.08.2018 zwischen 40 und 98 kg N_{\min} /ha. In der ungedüngten Kontrolle wurde ein N_{\min} -Gehalt von 45 kg N_{\min} /ha gemessen. In der nach N-Bedarfswert gedüngten Variante wurde ein deutlich höherer N_{\min} -Wert von fast 100 kg N_{\min} /ha ermittelt. Hier konnte der gedüngte Stickstoff nicht in Ertrag umgewandelt werden. In allen beprobten Varianten waren in etwa 50 Prozent des Stickstoffs in der obersten Bodenschicht 0 - 30 cm zu finden, wobei mit steigender N-Menge auch der N_{\min} -Gehalt zunahm. Aufgrund der Trockenheit und der schwierigen Bedingungen wurde die N_{\min} -Probenahme auf einige Varianten reduziert.



Höckelheim, Stoppelweizen

Am Versuchsstandort Höckelheim (schluffiger Lehm, AZ 75) wurde ein Frühjahrs- N_{\min} -Wert von 31 kg N_{\min} /ha ermittelt. Nach der Ernte lagen die N_{\min} -Werte am 01.08.2018 zwischen 31 und 137 kg N_{\min} /ha, wobei die hohen Werte ab einer N-Düngung von über 200 kg N/ha gemessen wurden. Auch die nach N-Bedarfswert gedüngte Variante lag 2018 mit fast 100 kg N_{\min} /ha auf einem sehr hohen Niveau. In der ungedüngten Kontrolle lag ein N_{\min} -Gehalt von 31 kg/ha vor. Der überwiegende Teil des Stickstoffs wurde in der Bodenschicht 0 - 30 cm festgestellt.

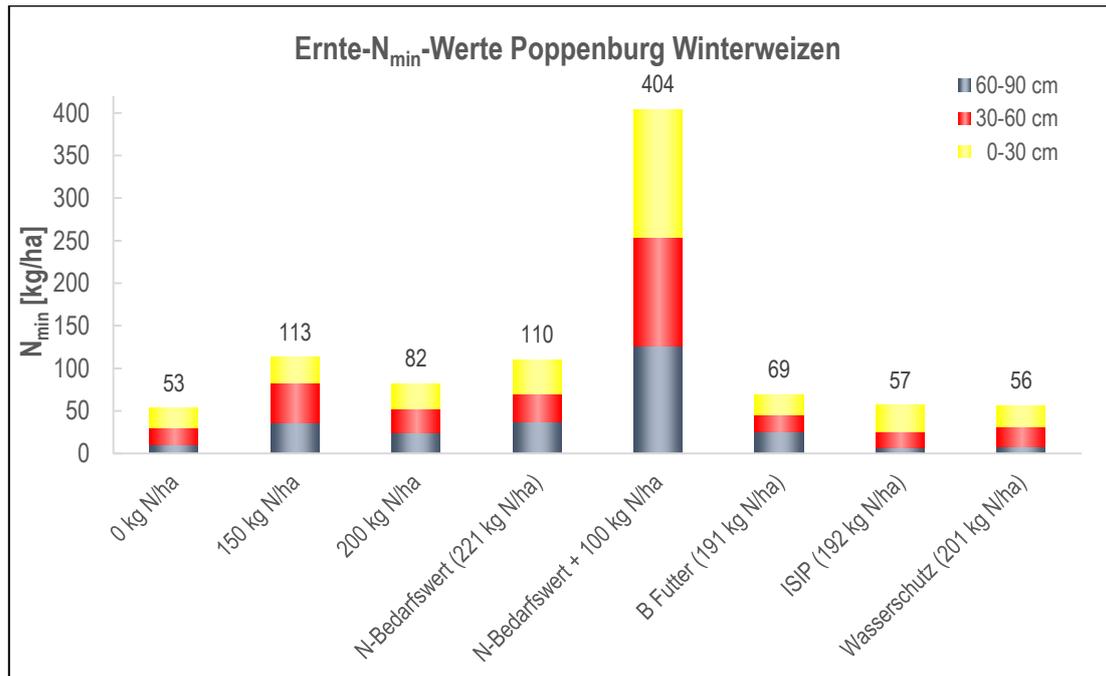


Königsutter, Stoppelweizen

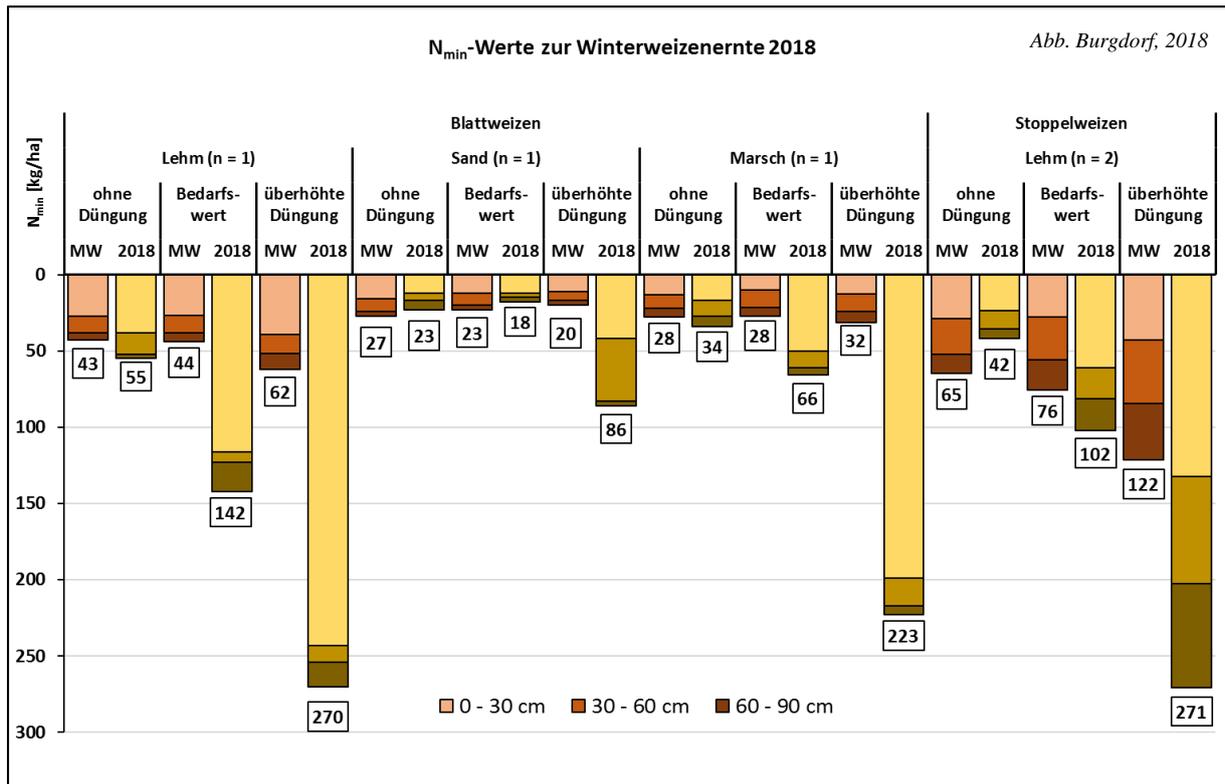
Am Versuchsstandort Königsutter (Lehm, AZ 80) konnte aufgrund der Trockenheit keine N_{\min} -Probenahme nach der Ernte durchgeführt werden.

Poppenburg, Stoppelweizen

Am Versuchsstandort Poppenburg (Lehm, AZ 85) wurde ein Frühjahr- N_{\min} -Wert von 29 kg N_{\min} /ha ermittelt. Nach der Ernte lagen die N_{\min} -Werte am 26.07.2018 zwischen 53 und 404 kg N_{\min} /ha. In der ungedüngten Kontrolle wurde ein N_{\min} -Gehalt von 53 kg N_{\min} /ha gemessen. Der Stickstoff war hauptsächlich in den beiden Bodenschicht 0 - 30 cm und 30 - 60 cm vorhanden. Eine Düngung über den N-Bedarfswert hinaus, ließ auch die N_{\min} -Gehalte stark ansteigen. Die N_{\min} -Werte lagen in etwa zwischen 82 und 110 kg N_{\min} /ha auch bei einer nach N-Bedarfswert gedüngten Variante sowie einer reduzierten Düngung.

**Vergleich im langjährigen Mittel (MW)**

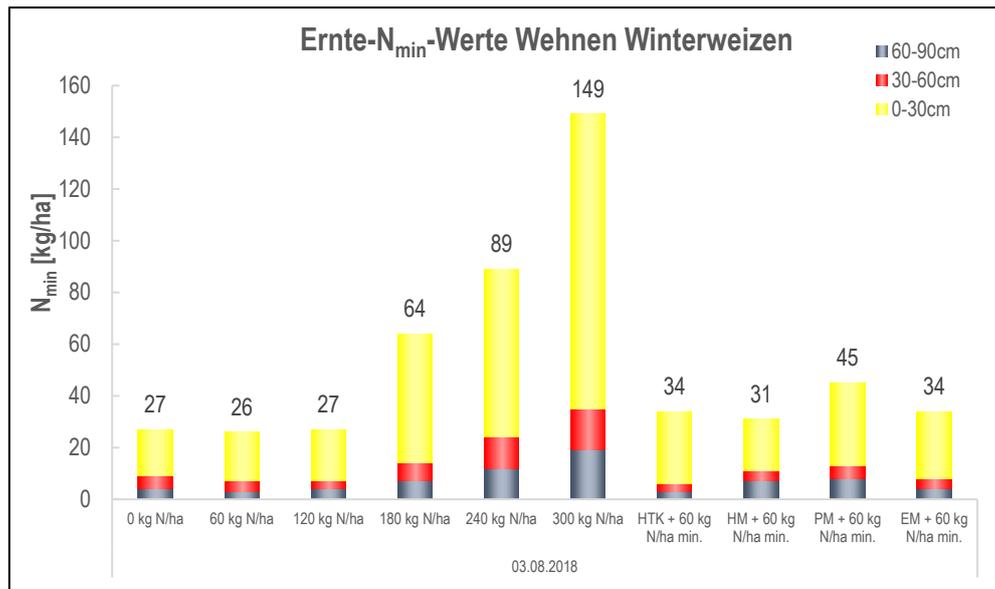
Auf allen untersuchten Standorten wurde in der überhöht gedüngten Variante ein starker Anstieg der N_{\min} -Werte zu Winterweizen in 2018 in der Bodenschicht 0-30 cm festgestellt (bis zu 243 kg N_{\min} /ha). Auch bei der nach N-Bedarfswert gedüngten Variante konnte ein Anstieg der Reststickstoffgehalte nach der Ernte beobachtet werden. Dies deutet darauf hin, dass der in der letzten Gabe gestreute Stickstoff nicht mehr zur vollen Ertragswirkung kam und N-Mengen – fast ausschließlich in der Bodenschicht 0 – 30 cm - ungenutzt im Boden blieben.



Im Vergleich zum langjährigen Mittel liegt der N_{min}-Wert zum Teil deutlich über den Werten aus 2015 bis 2017. Auffällig ist, dass der Effekt der Trockenheit sich besonders in den überdüngten Varianten und auf den schweren Standorten sehr hohe Rest-N_{min}-Gehalte bewirkte und die N_{min}-Werte überproportional angestiegen sind.

Auswirkungen der Düngung mit verschiedenen Misten auf die N-Dynamik im Boden (Wehnen, 461)

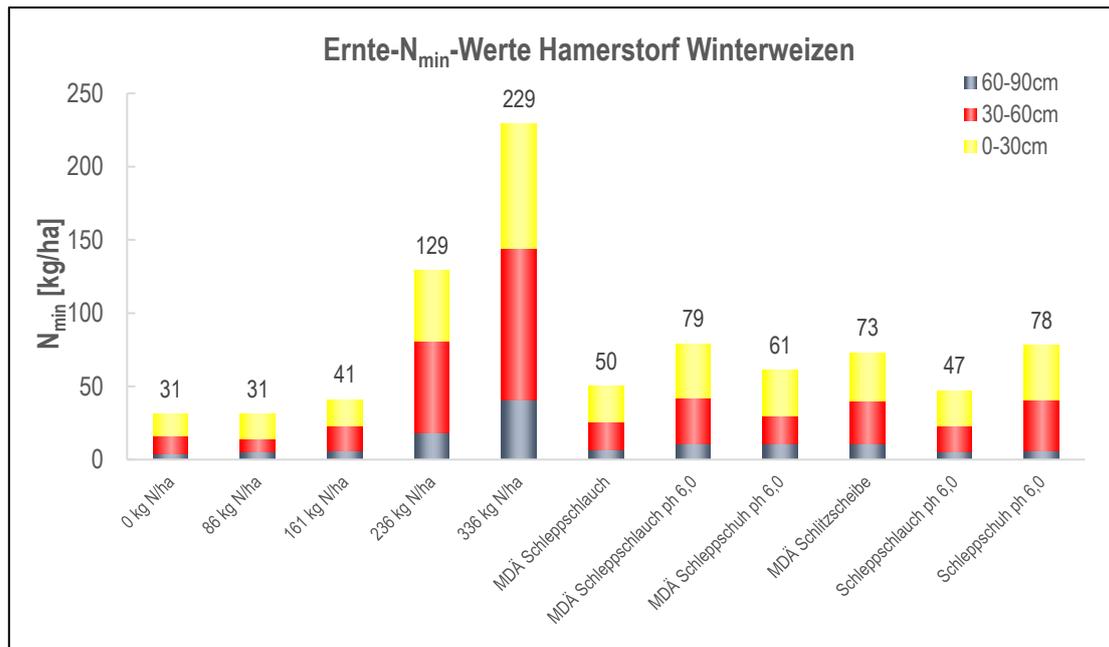
In dem am Standort Wehnen langjährig angelegten Versuch zur N-Düngung mit unterschiedlichen Festmistern (mit 60 kg N/ha mineralischer Ergänzung) im Vergleich zu einer mineralischen N-Düngestaffel wurde 2018 Winterweizen angebaut. Im Frühjahr wurde der N_{min}-Gehalt des Bodens untersucht, dieser lag am 30.01.2018 bei 28 kg N_{min}/ha.



Bis zu einer N-Düngungshöhe von 120 kg N/ha unterschieden sich die Ernte-N_{min}-Gehalte (Probenahme 03.08.2018) mit Gehalten zwischen 26 und 27 kg N/ha nicht. Ab einer N Düngungshöhe von 180 kg N/ha stieg der ermittelte Ernte-N_{min}-Gehalt auf 64 kg N_{min}/ha bis 149 kg N_{min}/ha in der stark überdüngten Variante mit 300 kg N/ha an. In den mit 100 kg Gesamt-N/ha aus Festmist und mit 60 kg N/ha mineralisch über KAS ergänzten Düngungsvarianten liegen die Unterschiede zwischen den Varianten im Bereich der Fehlergrenze. In der mit Hühnertrockenkot (HTK) und der mit Entenmist (EM) gedüngten Variante liegen die Ernte-N_{min}-Gehalt bei 34 kg N_{min}/ha. In der mit Hähnchenmist (HM) gedüngten Variante wurde der niedrigste Wert mit 31 kg N_{min}/ha erreicht. Putenmist (PM) wies mit 45 kg N_{min}/ha den höchsten N_{min}-Gehalt der organisch gedüngten Variante auf.

Ertragswirkung unterschiedlicher N-Düngungsstrategien bei unterschiedlicher Ausbringtechnik (Werlte, 414)

In einen N-Düngungsversuch in Werlte (414) wird die Ertragswirkung einer Gärrestdüngung zu Winterroggen mit unterschiedlicher Ausbringungstechnik und Ansäuerung (pH 6) bei einer kombinierten organisch-mineralischen Düngung im Hinblick auf N-Dynamik im Boden und Auswirkungen auf den Ertrag untersucht.



Der im Frühjahr gemessenen N_{\min} -Werte lag bei 14 kg N_{\min} /ha. Die Ernte- N_{\min} -Werte wurden am 23.07.2018 ermittelt. Dabei nimmt in der N-Düngestaffel der N_{\min} -Wert ab einer Höhe der N-Düngung über den N-Bedarfswert hinaus überproportional zu. Bei der deutlich überdüngten N-Düngung liegt dieser bei 229 kg N_{\min} /ha. Die N_{\min} -Werte der kombinierten Varianten aus organischer und mineralischer Düngung lagen in einem Bereich zwischen 47 kg N_{\min} /ha und 79 kg N_{\min} /ha. Anders als in den anderen Weizenversuchen, ist nach der Ernte des Winterweizens am Standort in Werlte auch ein Anteil des Stickstoffs im Boden in der zweiten Bodenschicht 30 – 60 cm vorhanden, was auf die Beregnung und der damit verbundenen Verlagerung zurückzuführen ist.

Zusammenfassung Winterweizen:

Abschließend muss anhand der Erträge ermittelt werden, ob in allen Versuchen Ertragsminderungen zu den teilweise sehr hohen Rest- N_{\min} -Gehalten, auch in den nach N-Bedarfswert gedüngten Varianten, führten.

6) N_{\min} -Werte nach Winterroggen

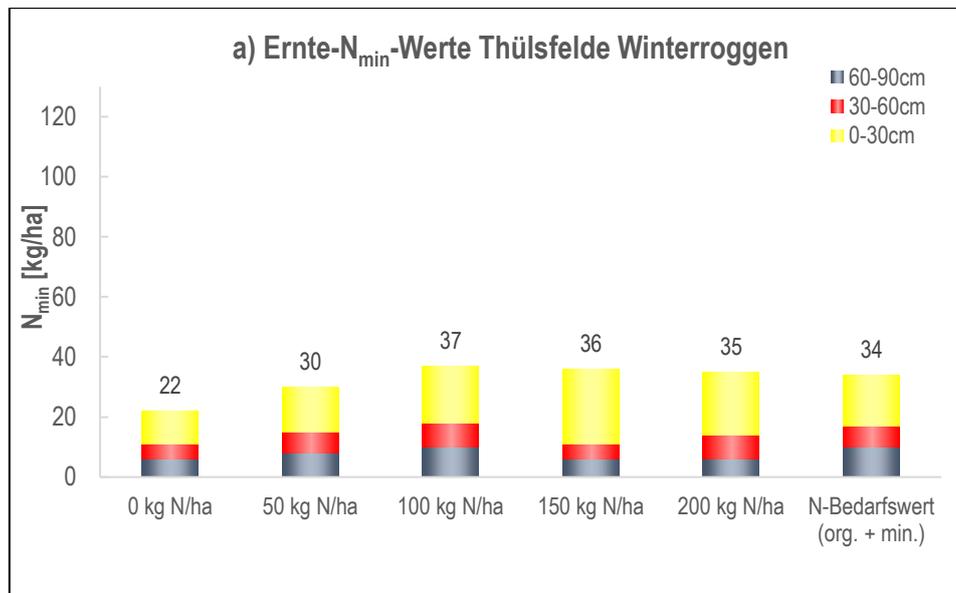
Roggen-Versuchsstandorte 2018: Thülsfelde

Langfristige Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung (Thülsfelde, 644)

Am Versuchsstandort **Thülsfelde (644)**, einem schwach tonigen Sand, werden seit 1995 in einer festen, mineralisch gedüngten N-Düngestaffel sowie in einer Vergleichsvariante mit organisch-mineralischer N-Bedarfswertdüngung in drei Versuchen Ernte- und Herbst- N_{\min} -Proben gezogen. Dabei wird zwischen einer Fruchtfolge mit ergänzenden Sickerwasseruntersuchungen (644a), einer konventionellen Fruchtfolge (644b) und einer grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge (644c) unterschieden. Im Jahr

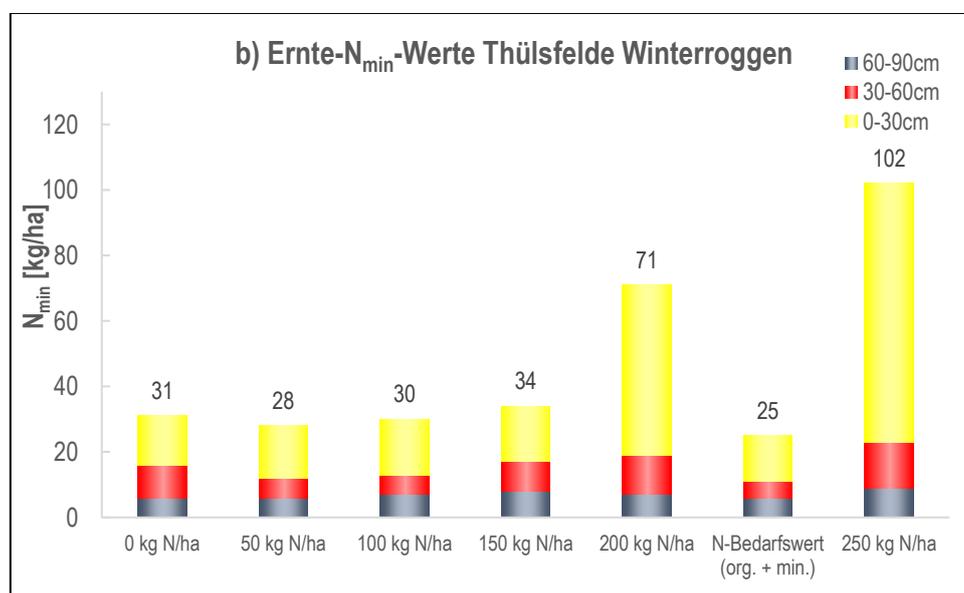
2018 wurde Winterroggen in unterschiedlichen N-Düngungsstufen angebaut. Bei der Beurteilung der Ergebnisse der N_{\min} -Untersuchungen am Versuchsstandort Thülsfelde muss berücksichtigt werden, dass es sich hier um einen Langzeitversuch handelt, der an diesem Standort bereits seit 1995 mit gleicher N-Düngung der einzelnen Versuchsvarianten durchgeführt wird. In den unter N-Bedarfswert gedüngten Parzellen kommt es zu Aushagerungseffekten.

Ergebnisse im Teilstück mit der Variante 644a:



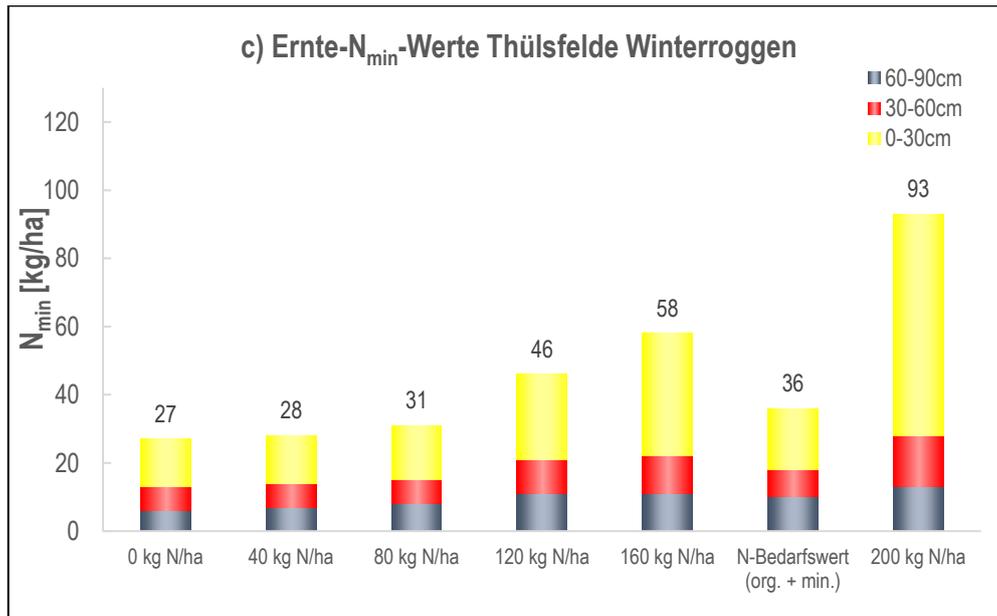
Im Teilstück a (644a) wurde am 08.03.2018 ein Frühlings- N_{\min} -Gehalt von 14 kg N_{\min} /ha ermittelt. In der Variante ohne N-Düngung der Fruchtfolge mit Sickerwasseruntersuchungen lag der Ernte- N_{\min} -Wert bei 22 kg N_{\min} /ha. Bis zu einer N-Düngung von 200 kg N/ha konnte kein signifikanter Anstieg der Ernte- N_{\min} -Werte festgestellt werden (Fehlergrenze ca. 10 – 15 kg N_{\min} /ha). In der mit 150 kg N/ha gedüngten Variante lag der Ernte- N_{\min} -Wert bei 36 kg N_{\min} /ha, ähnlich wie die nach N-Bedarfswert (127 kg N/ha) gedüngte Variante, zu dieser Variante lag der N_{\min} -Wert bei 34 kg N_{\min} /ha.

Ergebnisse im Teilstück mit der Variante 644b:



Im Teilstück b (644b) wurde am 08.03.2018 ein Frühjahrs- N_{\min} -Gehalt von 11 kg N_{\min} /ha ermittelt. In der Variante ohne N-Düngung der konventionellen Fruchtfolge lag der Ernte- N_{\min} -Wert bei 31 kg N_{\min} /ha. Bis zu einer N-Düngung von 150 kg N/ha konnte kein signifikanter Anstieg der Ernte- N_{\min} -Werte festgestellt werden (Fehlergrenze ca. 10 – 15 kg N_{\min} /ha). In der mit 150 kg N/ha gedüngten Variante lag der Ernte- N_{\min} -Wert bei 34 kg N_{\min} /ha, ähnlich wie die nach N-Bedarfswert (127 kg N/ha) gedüngte Variante, bei der ein N_{\min} -Wert von 25 kg N_{\min} /ha ermittelt wurde. In der mit 200 bzw. 250 kg N/ha gedüngten Variante lag der Ernte- N_{\min} -Wert mit 71 bzw. 102 kg N_{\min} /ha deutlich höher.

Ergebnisse im Teilstück mit der Variante 644c:



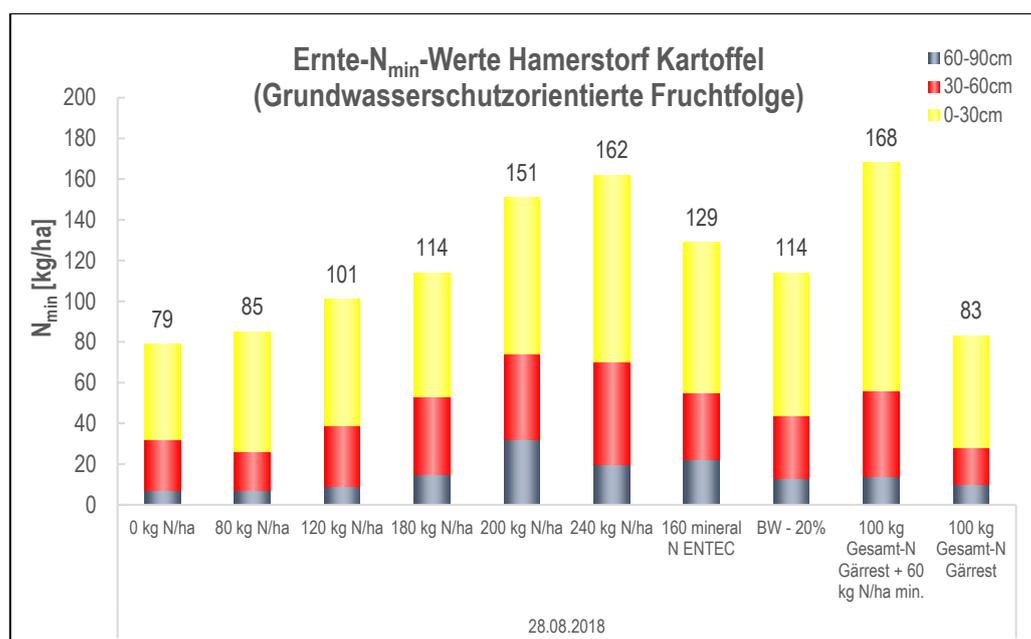
Im Teilstück c (644c) wurde am 08.03.2018 ein Frühjahrs- N_{\min} -Gehalt von 14 kg N_{\min} /ha ermittelt. Die N_{\min} -Werte nach der Ernte sind ähnlich wie in den anderen Versuchen (Teilstück a und b). Dabei lag der N_{\min} -Wert in der Variante ohne N-Düngung bei 27 kg N_{\min} /ha. Bis zu einer N-Düngung von 80 kg N/ha konnte kein signifikanter Anstieg der Ernte- N_{\min} -Werte festgestellt werden (Fehlergrenze ca. 10 – 15 kg N_{\min} /ha). In der mit 120 kg N/ha gedüngten Variante lag der Ernte- N_{\min} -Wert bei 46 kg N_{\min} /ha, ähnlich hoch wie der Wert in der nach N-Bedarfswert (127 kg N/ha) gedüngten Variante, bei der ein N_{\min} -Wert von 36 kg N_{\min} /ha ermittelt wurde. In der mit 160 kg N/ha gedüngten Variante lag der Ernte- N_{\min} -Wert mit 58 kg N_{\min} /ha etwas höher. In der mit 200 kg N/ha überdüngten Variante wurde eine signifikant höherer Reststickstoffgehalt nach der Ernte von 93 kg N_{\min} /ha festgestellt.

7) N_{\min} -Werte nach Kartoffel

Kartoffel-Versuchsstandorte 2018: Hamerstorf (LK Uelzen)

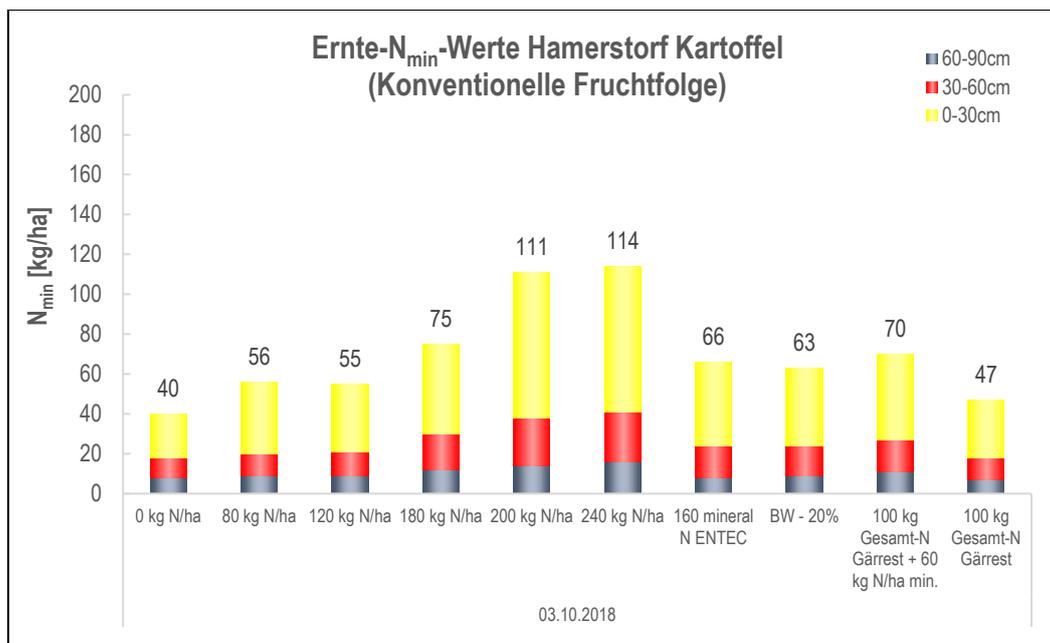
Vergleich von Fruchtfolgestrategien – frühe Sorte mit Zwischenfrucht und späte Sorte (Hamerstorf, 643)

Am Versuchsstandort in **Hamerstorf (643)** wird eine konventionelle mit einer grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge bei unterschiedlich hohen N-Düngungsstufen verglichen. Neben der mineralischen N-Düngestaffel werden eine organische, organisch-mineralische und eine Variante mit stabilisierten N-Dünger geprüft. In einigen Varianten werden begleitende Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG durchgeführt. In 2018 wurde in der konventionellen Fruchtfolge Kartoffel, in der grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge eine frühe Kartoffel mit anschließender Zwischenfrucht getestet. Bei dem Standort in Hamerstorf handelt es sich um einen Sand mit der Ackerzahl 29. Der Versuchsstandort Hamerstorf ist zudem ein Beregnungsstandort, im Versuchsjahr 2018 wurde der Versuch aufgrund der Trockenheit im Zeitraum vom 30.05.2018 bis 27.07.2018 insgesamt sieben Mal mit je 32 mm beregnet.



Die in der grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge im Frühjahr gemessenen N_{\min} -Werte lagen zwischen 9 und 18 kg N_{\min} /ha (14.03.2018). Die Ernte- N_{\min} -Werte wurden am 28.08.2018 ermittelt. Dabei lagen diese auf einem insgesamt sehr hohen Niveau zwischen 79 und 168 kg N_{\min} /ha. Die Steigerung der N-Düngung bildet sich deutlich ab, denn mit zunehmender N-Düngung nahm auch der Reststickstoffgehalt im Boden nach der Ernte zu. In der ungedüngten Variante wurde ein N_{\min} -Wert von 79 kg N_{\min} /ha ermittelt. Der N_{\min} -Wert in der nach N-Bedarfswert minus 20% gedüngten Variante mit 114 kg N_{\min} /ha passt zudem in die Verlaufskurve der N-Steigerung. Auffällig ist, dass sich der überwiegende Stickstoff in der obersten Bodenschicht (0 – 30 cm) befindet. Kartoffeln hinterlassen in

der Regel hohe Reststickstoffgehalte nach der Ernte, daher wird in der grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge eine anschließende Zwischenfrucht angebaut, um durch eine ganzjährige Begrünung den Stickstoff bis zu Beginn der Sickerwasserspense zu fixieren. Die Zwischenfrucht soll einen Großteil der Reststickstoffmengen binden, daher bleiben die Herbst- N_{\min} -Werte zum Vegetationsende abzuwarten, um eine abschließende Bewertung der Wasserschutzvariante vornehmen zu können. Daneben ist auch die Auswertung der Erträge abzuwarten, da die frühe Sorte einen geringeren Knollenansatz zeigte.



Die in der konventionellen Fruchtfolge im Frühjahr gemessenen N_{\min} -Werte lagen im Vergleich zur grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge etwas höher zwischen 18 und 28 kg N_{\min} /ha (14.03.2018). Die Ernte- N_{\min} -Werte wurden am 08.10.2018 ermittelt. Diese lagen vermutlich aufgrund des deutlich späteren Erntetermins und der voraussichtlich besseren Erträge als in der grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge auf einem deutlich niedrigeren Niveau zwischen 40 und 114 kg N_{\min} /ha. Auch hier nahm mit zunehmender N-Düngung der Reststickstoffgehalt im Boden nach der Ernte zu. In der mit 100 kg Gesamt-N aus Gärrest gedüngten Variante lag der N_{\min} -Wert bei 47 kg N_{\min} /ha. Der geringste N_{\min} -Wert ist mit 40 kg N_{\min} /ha unter der ungedüngten Variante ermittelt worden. Die höchsten N_{\min} -Werte von 111 und 114 kg N_{\min} /ha wurden in den mit 200 und 240 kg N/ha überdüngten Varianten ermittelt.

„Die Frühkartoffel blieben im Jahr 2018 niedersachsenweit i.d.R. von witterungsbedingten Einbußen weitgehend verschont. Anders sieht es bei der Haupternte aus. Bei den mittleren und späten Kartoffelsorten führten die langanhaltende Hitze und Trockenheit zu deutlich Mengen- und Qualitätseinbußen, soweit nicht durch Beregnung gegengesteuert werden konnte. (L&F Red. BMEL, 05. Oktober 2018)“

8) Zusammenfassung - Deutlicher Einfluss der Witterung auf N_{\min} -Werte

- Die Trockenheit hat Einfluss auf die Ernte- N_{\min} -Werte, bisher hat kaum Stickstoffverlagerung stattgefunden.
- Ein Großteil des hinterbliebenen Stickstoffs befindet sich in der obersten Bodenschicht (0 – 30 cm)
- Ohne Niederschläge und aufgrund der fehlenden Wassermengen bis zur Feldkapazität ist auch im Frühjahr mit hohen N_{\min} -Werten zu rechnen.
- Eine Begrünung im Herbst konnte den N_{\min} -Wert reduzieren. Eine Zwischenfrucht kann bis zu 100 kg N/ha binden und den Stickstoffgehalt im Boden dadurch deutlich reduzieren.
- Die N_{\min} -Werte im Frühjahr müssen in der Düngebedarfsermittlung berücksichtigt werden.
- Aufgrund der anhaltenden Trockenheit ist in vielen Regionen Niedersachsens das Ertragsniveau bei Raps, Getreide und Grünland deutlich niedriger als in den Vorjahren. Vor diesem Hintergrund wurde aktuell vom Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML) ein Erlass herausgegeben, wie mit den Mindererträgen im Nährstoffvergleich und bei der Düngebedarfsermittlung im Frühjahr 2019 umzugehen ist (*webcode: 01034061*).
- Um den weiteren Verlauf der N-Verlagerung im Boden zu beobachten, werden zusätzlich zum Ende der Vegetationsperiode N_{\min} -Werte ermittelt.