Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Vorabveröffentlichung der Ernte- und Herbst-N_{min}-Werte 2019 -

aus den Wasserschutz- und ergänzenden Untersuchungen in Pflanzenbauversuchen der LWK Niedersachsen

Foto: Andreas Wicke, 2019

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Stand: Februar 2020

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Inhalt

1) Ernte-N_{min}-Werte im Versuchsjahr 2019 ... 4

2) Bodenwasserhaushaltsbilanzierung (BOWAB) ... 5

3) N_{min}-Werte nach Silomais und Körnermais ... 8

Langfristige Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung (Thülsfelde, 644) ... 8

Grundwasserschutzorientierter Zwischenfruchtanbau - Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus Zwischenfrüchten an die darauffolgende Hauptfrucht Silomais (Wehnen, 645) ... 9

Stickstoffnachlieferung auf humusreichen Standorten im Silomaisanbau (Wettmar, Ihlow, Feldhausen 916) ... 11

Organische N-Düngung im Körnermais auf verschiedenen Ackerbaustandorten (Cramme, Göttingen 917) ... 14

Landessortenversuche Silo- und Körnermais (LS 35 und 36) ... 16

4) N_{min}-Werte nach Wintergerste ... 18

Langfristige Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung (Thülsfelde, 644) ... 18

Auswirkungen der Düngung mit verschiedenen Misten auf die N-Dynamik im Boden (Wehnen, 461) ... 19

Einfluss der mineralischen, organischen und organisch-mineralischen N-Düngung auf die Stickstoffdynamik des Bodens Ackerbauregionen Niedersachsens (Schickelsheim, 491b) .. 21

Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung und unterschiedlich eingesetzter Gärreste (Borwede, 622) ... 23

5) N_{min}-Werte nach Sommergerste ... 24

Langfristige Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung (Thülsfelde, 644) ... 24

Auswirkungen verschiedener N-Düngestrategien und der Einfluss von Beregnungsgaben (mit und ohne Beregnung) (Hamerstorf, 227) ... 26

6) N_{min}-Werte nach Winterweizen ... 27

Einfluss der mineralischen, organischen und organisch-mineralischen N-Düngung auf die Stickstoffdynamik des Bodens Ackerbauregionen Niedersachsens (Schickelsheim, 491b) .. 27

Regionalspezifische Strategien zur grundwasserschutzorientierten N-Düngung im Winterweizen (Poppenburg, Königslutter, Otterndorf, Borwede, Hamerstorf, 612) ... 29

7) N_{min}-Werte nach Winterroggen ... 35

Vergleich von Fruchtfolgestrategien – Konventionelle Saatstärke und geringe Saatstärke mit Untersaat (Hamerstorf, 643) ... 35

Vergleich von organischer und mineralischer N-Düngung und Auswirkungen auf die N_{min}-Werte (Wehnen, 649) ... 39

8) N_{min}-Werte nach Winterraps ... 41

Einfluss der mineralischen, organischen und organisch-mineralischen N-Düngung auf die Stickstoffdynamik des Bodens Ackerbauregionen Niedersachsens (Schickelsheim, 491b) .. 41

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

9) N_{min}-Werte nach Kartoffel 45

Vergleich unterschiedlicher N-Düngungsverfahren und Auswirkungen auf die N_{min}-Werte (Hamerstorf, 462) 45

10) Zusammenfassung –Ernte-N_{min}-Werte zeigen Tendenzen 47

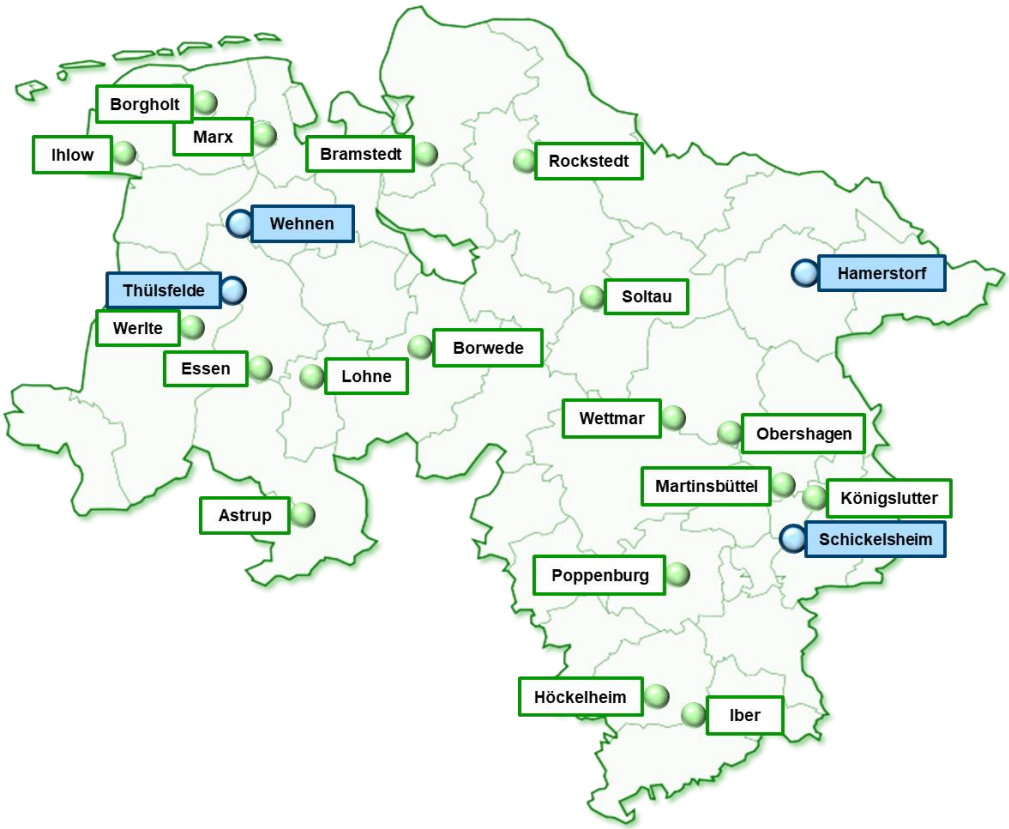
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

1) Ernte-N_{min}-Werte im Versuchsjahr 2019

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 (blau gekennzeichnet), finanziert im Rahmen der landesweiten Aufgaben im kooperativen Trinkwasserschutz gem. § 28 NWG aus der Wasserentnahmegebühr des Landes Niedersachsen, und aus Pflanzenbauversuchen (grün gekennzeichnet) mit grundwasserschutzorientierten Fragestellungen vor Veröffentlichung des Jahresberichtes 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.

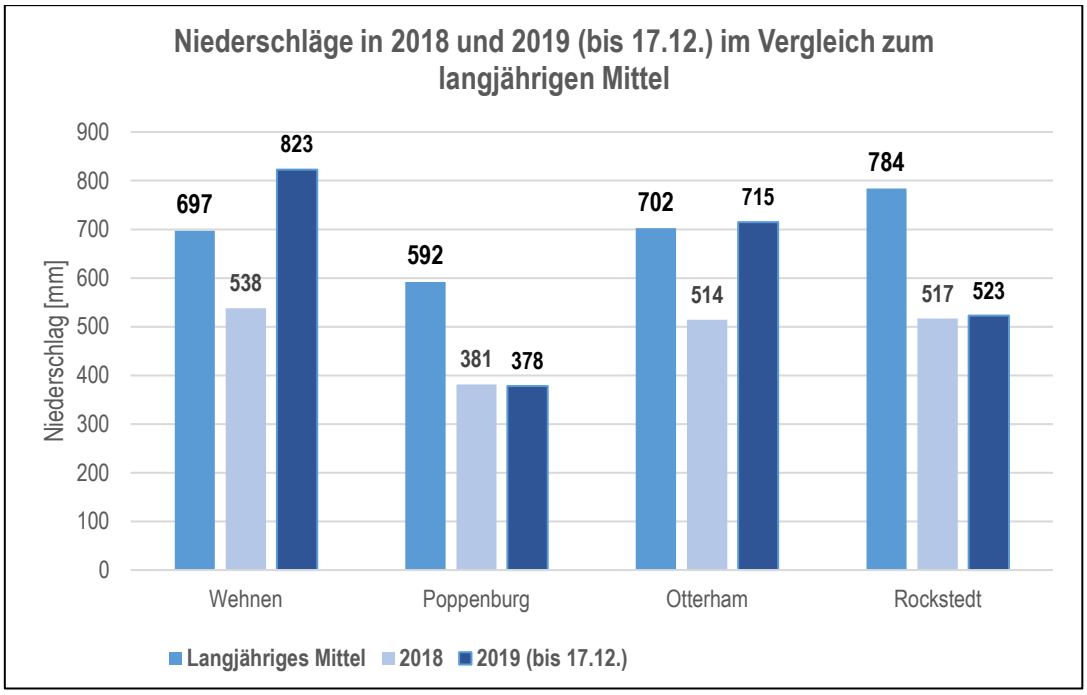
Alle Angaben zu den Standorteigenschaften der jeweiligen Versuche, sowie zu weiteren Versuchsergebnissen (Erträge, Qualitäten, N_{min}-Werte, N-Bilanzen) werden im ausführlichen Versuchsbericht 2019 veröffentlicht.

Versuchsstandorte 2019



Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Bei der Interpretation der Ergebnisse in 2019 ist zu beachten, dass landesweit und regional die Trockenheit in 2018 unterschiedlich ausgeprägt war, was sich auch im Versuchsjahr 2019 teilweise auf die Erträge auswirkte. Auch in 2019 war es teilweise sehr trocken, sodass dies in einigen Versuchen zu Mindererträgen führte, da häufig nicht die gesamte gedüngte N-Menge von den Pflanzen aufgenommen werden konnte. Anders als im Vorjahr trat allerdings bereits Anfang Oktober an einigen Standorten Sickerwasser auf [*2)Bodenwasserhaushaltsbilanzierung (BOWAB)*]. In 2019 waren die Niederschläge dennoch regional sehr unterschiedlich verteilt. Im Vergleich mit dem langjährigen Mittel fiel an einigen Versuchsstandorten in 2019 teilweise nur halb so viel Niederschlag (z.B. Poppenburg oder Rockstedt). An Standorten wie Wehnen oder Otterham hingegen lag der Jahresniederschlag auf oder über dem Niveau des langjährigen Mittels.



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 Sickerwasserspende und damit den errechneten optimalen Termin zur N_{min}-Probenahme im Herbst ermitteln zu können, wird im Rahmen der Landesweiten Aufgaben § 28 NWG regelmäßig u.a. für die Wasserschutzversuche an den Versuchsstandorten Wehnen, Thülsfelde, Hamerstorf und Schickelsheim eine Bodenwasserhaushaltsbilanzierung durchgeführt, deren Ergebnis online zur Verfügung steht.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Standort (Vers.Nr.)	BKR	Ernte-N_{min}				Bodenart	Standort-spezifische Feldkapazität [9 dm]	Datum BOWAB	Aktueller Bodenwasser-gehalt	Beginn der Sickerwasser-bildung am	Angefallene Sickerwasser-menge [mm]	Fehlende Wassermenge bis Feld-kapazität
		Kultur 2018/2019	*N-Düngung Bzw. Versuchs-variante*	*N_{min} [kg/ha]*	*Datum*							
Hamerstorf (643)	46	Winterroggen (konv)	N-Bedarfswert - 20 %	15	04.08.19	Su2	188 mm	15.12.19	> 188 mm	19.10.19	78	**0 mm**
Thülsfelde (644)	50	Wintergerste	N-Bedarfswert	26	19.07.19	fS	156 mm	15.12.19	153 mm	02.10.19	125	**3 mm**
Wehnen (645)	50	Mais (Block 1)	N-Bedarfswert	16	24.09.19	fSms	147 mm	15.12.19	146 mm	02.10.19	172	**1 mm**
Wehnen (649)	50	Winterroggen	160 kg N/ha	24	06.08.19	fSms	147 mm	15.12.19	146 mm	02.10.19	174	**1 mm**
Schickelsheim (491b)	45	Winterraps	180 kg N/ha	62	05.08.19	Ut3	298 mm	15.12.19	> 298 mm	04.11.19	49	**0 mm**
Dinklage (BDF033-L)	47	Mais	N-Bedarfswert	-	-	fSms	149 mm	15.12.19	> 149 mm	vor 11.10.2019	125	**0 mm**
Glissen (BDF049-L)	46	Winterroggen ZF	N-Bedarfswert	81	29.08.19	fSms	148 mm	15.12.19	> 148 mm	04.10.2019	135	**0 mm**
Meinersen (BDF056-L)	46	Winterroggen	N-Bedarfswert	-	-	mSfs	134 mm	15.12.19	134 mm	07.10.2019	88	**0 mm**
Hohenzethen (BDF064-L)	9	Zuckerrüben	N-Bedarfswert	-	-	Sl2	182 mm	15.12.19	175 mm	10.12.2019	2	**7 mm**

Im Versuchsjahr 2019 konnte durch ein regenreiches Ende im September und Anfang Oktober an fast allen Wasserschutzversuchsstandorten die Feldkapazität erreicht werden. Anders als im Vorjahr konnte auch auf dem schweren Lehmstandort in Schickelsheim durch ausreichend Niederschläge der Zeitpunkt der Sickerwasserspende erreicht werden (*webcode: 01034202*).

Der Bodenwasserhaushalt ist ein wichtiges Element für die 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].

Mit wenigen Eingangsparametern ist es möglich,

- den Bodenwassergehalt (im Boden gespeichertes Wasser und pflanzenverfügbares Wasser),
- den Wassergehalt in % der Feldkapazität,
- die fehlende Wassermenge bis Feldkapazität (Beginn der Sickerwasserspende 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 2019 - Welche Eingangsparameter werden benötigt?

- Standortinformationen (Hochwert – Rechtswert)
- Bodendaten (Horizontierung, Bodenart, Lagerungsdichte, Skelettanteil, Humusgehalt)
- Fruchtfolge (Aussaat- und Erntedaten)

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

- Angaben zum Bodenwassergehalt an Tag X (Startwassergehalt; Wassergehalt oder Trockenmasse in Gew.-%)
- Ggf. Angaben zur Beregnungsmenge
- Ggf. Niederschlagsdaten
- Ggf. Entwicklung der angebauten Kultur (EC)

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.

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).

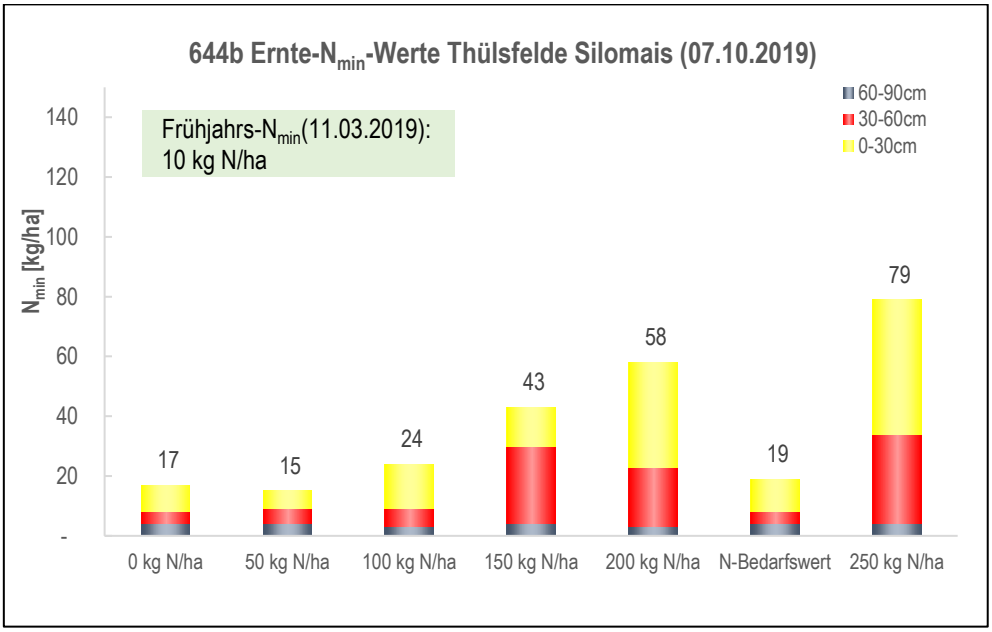
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

3) N_{min}-Werte nach Silomais und Körnermais

Silomais-Versuchsstandorte 2019: Thülsfelde, Wehnen, Ihlow, Wettmar, Feldhausen, Bassum, Werlte, Lohne Wietmarschen, Rockstedt, Poppenburg, Soltau, Bad Gandersheim, Königslutter, Astrup, Essen

Langfristige Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung (Thülsfelde, 644)

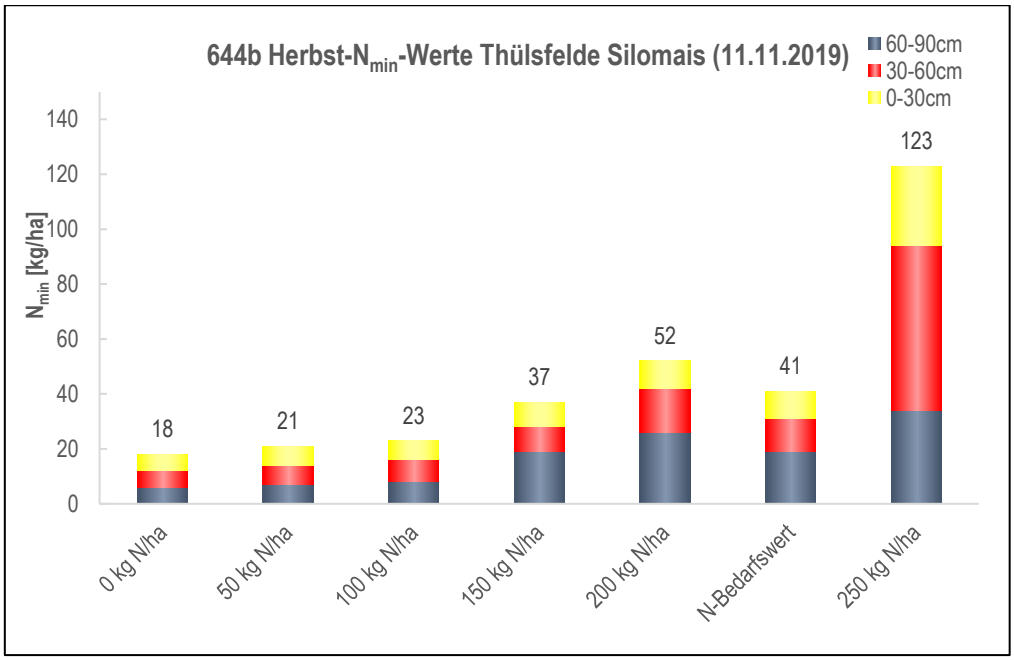
Am Versuchsstandort **Thülsfelde (644)**, einem schwach tonigen Sand, werden seit 1995 in einer festen, mineralisch gedüngten N-Düngestaffel sowie in einer Vergleichsvariante mit organisch-mineralischer N-Bedarfswertdüngung in drei Versuchen Ernte- und Herbst-N_{min}-Proben gezogen. Dabei wird zwischen einer Fruchtfolge mit ergänzenden Sickerwasseruntersuchungen (644a), einer konventionellen Fruchtfolge (644b) und einer grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge (644c) unterschieden. Im Jahr 2019 wurde Silomais in der konventionellen Fruchtfolge in unterschiedlichen N-Düngungsstufen angebaut. In der Fruchtfolge mit ergänzenden Sickerwasseruntersuchungen (644a) wurde Wintergerste, in der grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge (644c) Sommergerste 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.



In dem Versuch (644b) wurde am 11.03.2019 ein Frühjahrs-N_{min}-Gehalt von 10 kg N_{min}/ha ermittelt. In der Variante ohne N-Düngung der konventionellen Fruchtfolge lag der Ernte-N_{min}-Wert bei 17 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. 5 - 9 kg N_{min}/ha). In der mit 150 kg N/ha gedüngten Variante lag der Ernte-N_{min}-Wert bei 43 kg N_{min}/ha. Bei einer N-Düngung über den N-Bedarf hinaus stiegen auch die N_{min}-Werte an und lagen in der mit 200 bzw. 250 kg N/ha gedüngten Variante mit 58

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

bzw. 79 kg N_{min}/ha höher. In der nach N-Bedarfswert gedüngten Variante lag der ein N_{min}-Wert in 2019 bei 19 kg N_{min}/ha.



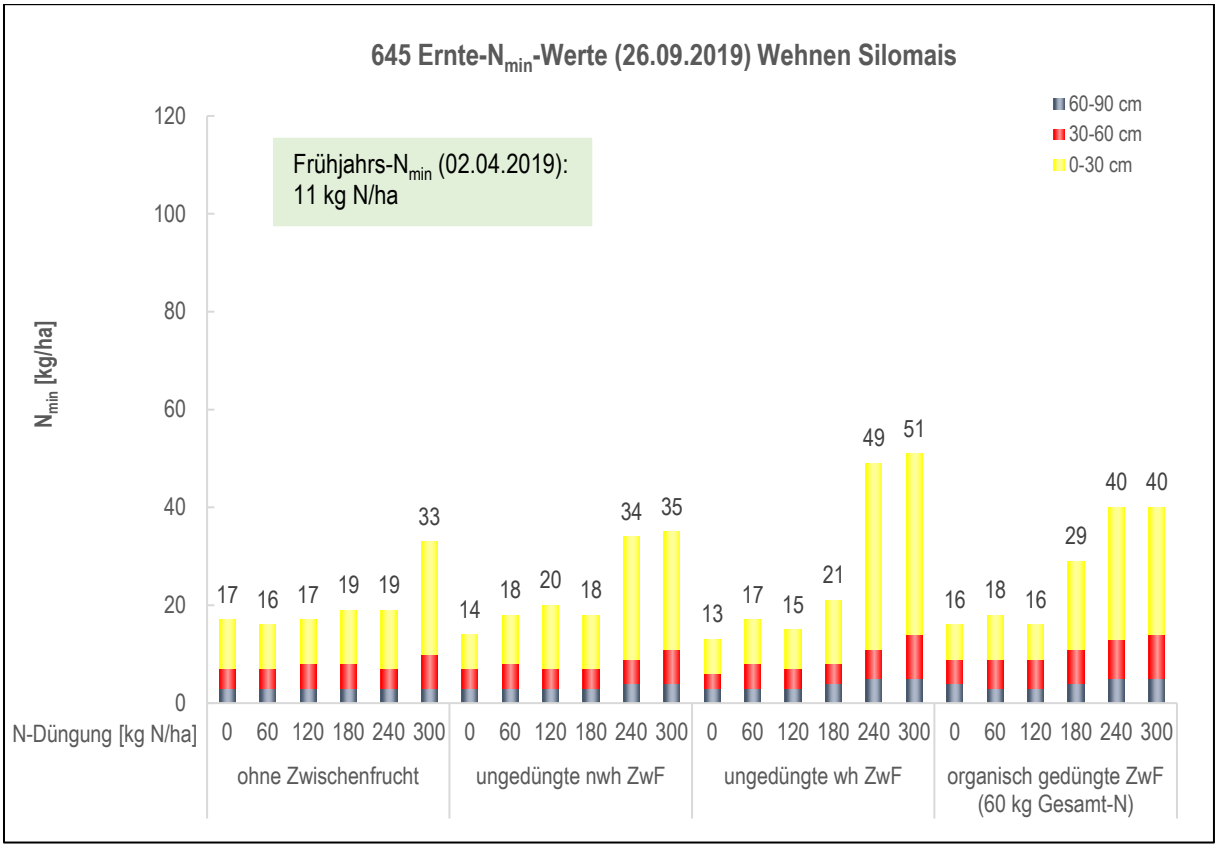
In dem Versuch (644b) wurde zusätzlich am 11.11.2019 eine N_{min}-Probe gezogen, um den Verlauf und die weitere Entwicklung der N-Dynamik im Boden zu erfassen. Am Standort in Thülsfelde gab es bereits zur Ernte des Silomais Anfang Oktober das erste Sickerwasser. Dies wird auch an den gemessenen Herbst-N_{min}-Werten deutlich, denn ein großer Teil des nach der Ernte im Boden vorhandenen Stickstoffs ist nun in die Bodenschicht 60 – 90 cm verlagert worden. Insgesamt sind die N_{min}-Werte in fast allen Varianten gleich hoch, wie direkt nach der Ernte. Lediglich in der nach N-Bedarfswert und der mit 250 kg N/ha gedüngten Variante stiegen die Werte auf 41 bzw. 123 kg N_{min}/ha an. Neben der Frühjahrs-, Ernte- und Herbst-Beprobung wird am Standort in Thülsfelde auch monatlich in der nach N-Bedarfswert gedüngten Variante der N_{min}-Vorrat im Boden ermittelt. Um weitere Aussagen zur N-Dynamik im Boden treffen zu können, bleiben diese Werte aus dem Jahr 2020 abzuwarten, die im ausführlichen Versuchsbericht im Rahmen der landesweiten Aufgaben veröffentlicht werden.

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 2018/2019 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

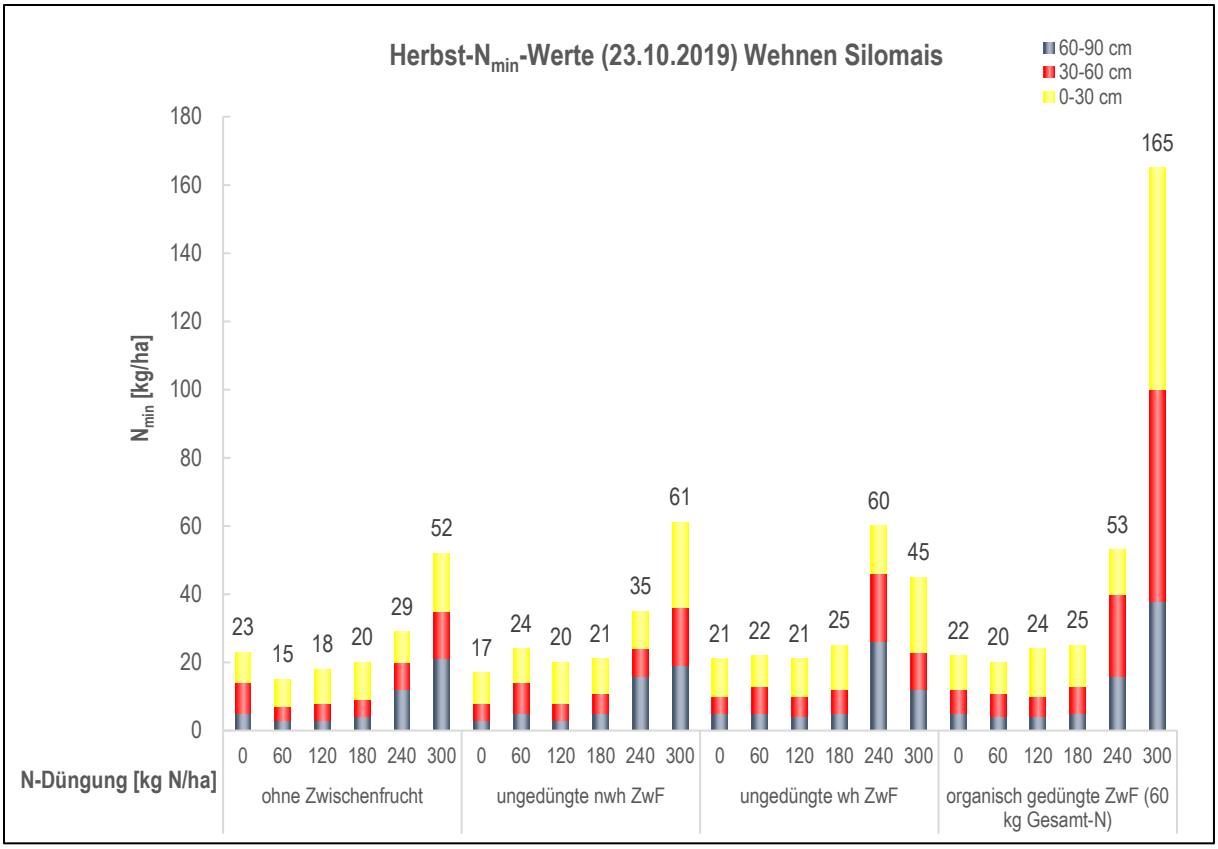
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

ist eine Mischung aus Winterraps, Winterrübsen und Markstammkohl. Die vierte getestete Variante ist eine Kontrollvariante ohne vorangegangene Zwischenfrucht. So ergeben sich im Versuch insgesamt 24 Varianten.



Im Frühjahr wurde ein N_{min}-Wert (02.04.2019) von 11 kg N_{min}/ha gemessen. 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 180 kg N/ha auf einem insgesamt niedrigen Niveau unter 30 kg N_{min}/ha. Das Niveau der Ernte-N_{min}-Werte war in der Variante ohne vorangegangene Zwischenfrucht mit einer Spanne zwischen 16 (60 kg N/ha) und 33 kg N_{min}/ha (300 kg N/ha) am niedrigsten. In den Varianten mit einer vorangegangenen Zwischenfrucht stiegt der Ernte-N_{min}-Wert bei einer N-Düngung oberhalb von 180 kg N/ha leicht an. Der höchste N_{min}-Werte wurde dabei in der mit 300 kg N/ha ungedüngten Variante (ungedüngte wh Zwischenfrucht) mit 51 kg N_{min}/ha gemessen.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Zusätzlich zu der N_{min}-Beprobung direkt nach der Ernte wurde zu Beginn der Sickerwasserspende am 23.10.2019 der N_{min}-Werte Variantengenau ermittelt. Dabei kam es in den Varianten, die oberhalb des N-Düngebedarfs des Mais gedüngt wurden (mehr als 240 kg N/ha) zu zum Teil deutlichen Nachmineralisierungseffekten und führte zu hohen auswaschungsgefährdeten Stickstoffgehalten im Boden nach der Ernte. Auffallend ist dabei die Variante mit einer vorangegangen org. gedüngten Zwischenfrucht und einer N-Düngung zum Silomais von 300 kg N/ha, denn hier steigt der N_{min}-Wert im Herbst auf 165 kg N_{min}/ha.

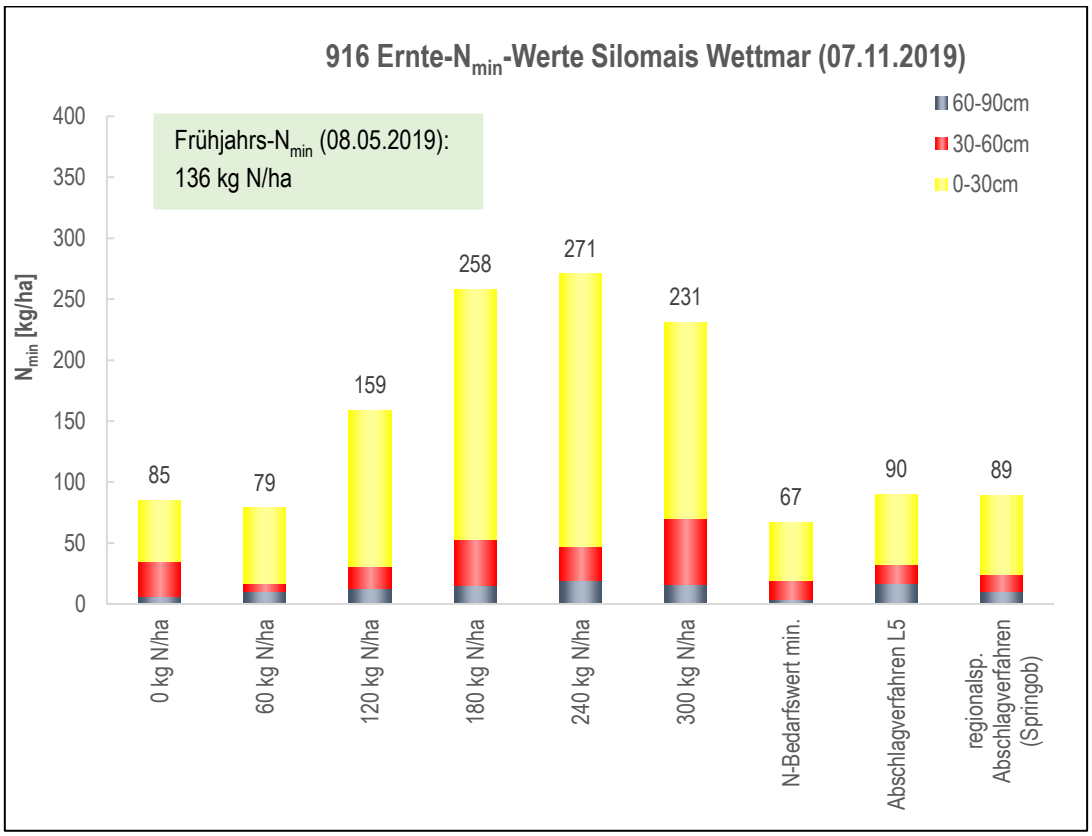
Die Ergebnisse zeigen, wie auch schon in den Vorjahren, dass sich bei einer N-Düngung oberhalb des N-Bedarfswerts beim Silomais und bei einer zusätzlichen N-Nachlieferung durch die vorangegangene Zwischenfrucht die auswaschungsgefährdeten Reststickstoffgehalte im Herbst im Boden deutlich erhöhen.

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

An den Versuchsstandorten in **Wettmar, Feldhausen 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 Sickerwasserspende zu vermeiden. Neben der N-Bedarfswert-

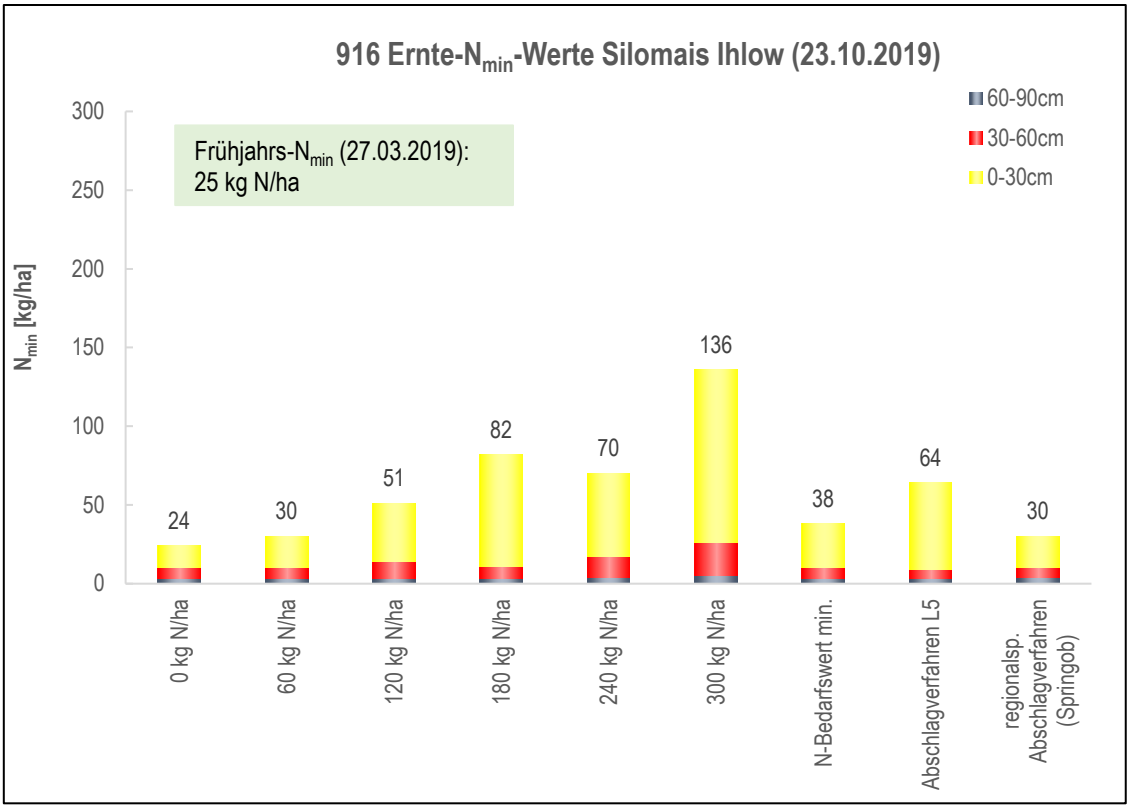
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Düngung werden Abschläge entsprechend des landesweiten Modells „L5“ und eine regionalspezifische Beratervariante untersucht. An den Standorten in Wettmar und Ihlow sind die Versuche in 2019 das letzte Jahr angelegt, da dann für jeden Standort Ergebnisse von mind. drei Versuchsjahren vorliegen. Der Versuchsstandort Feldhausen wurde in 2019 erstmalig mit aufgenommen, um Ergebnisse an einem weiteren humusreichen Standort zu erhalten.



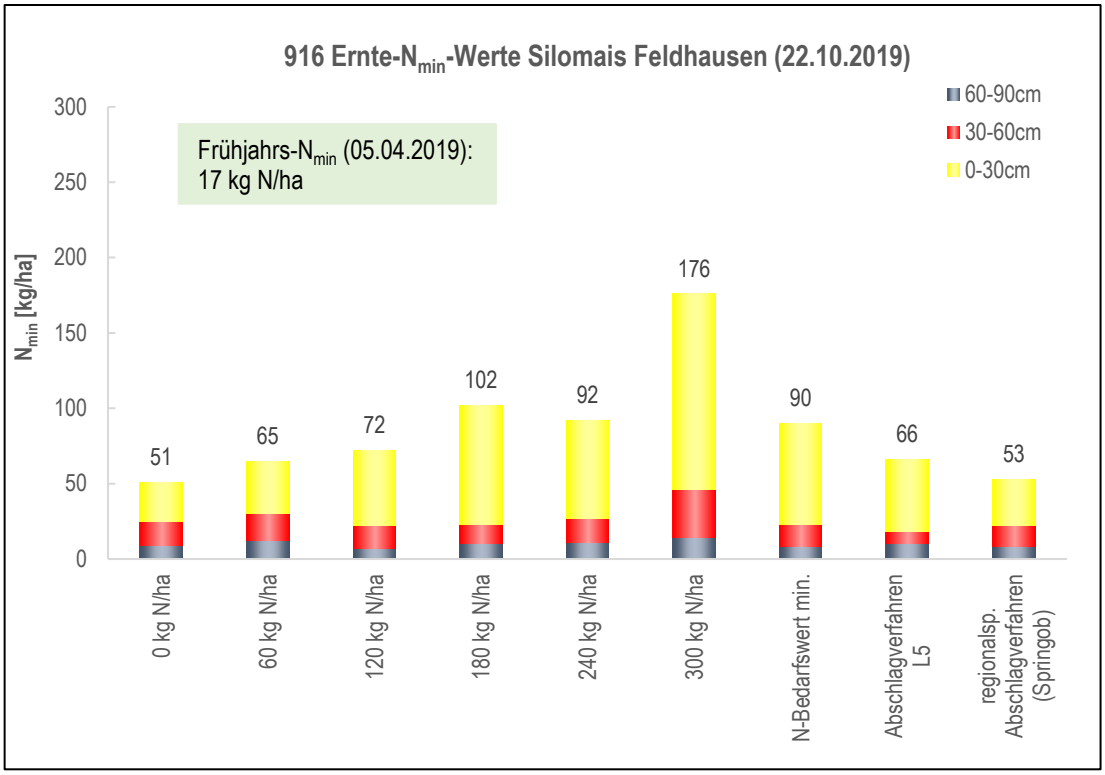
Am Versuchsstandort Wettmar konnte im Versuchsjahr 2017 aufgrund der Nässe keine Beerntung und N_{min}-Beprobung stattfinden. 2018 konnte aufgrund eines Wildschadens keine Beerntung durchgeführt werden. In 2019 liegen die Ernte-N_{min}-Werte auf einem sehr hohen Niveau und nehmen mit steigender N-Düngungshöhe zu. In der Variante ohne N-Düngung und der mit 60 kg N/ha gedüngten Variante lagen die N_{min}-Werte bei 85 bzw. 79 kg N_{min}/ha. Ab einer N-Düngungshöhe von 120 kg N/ha stiegen die N_{min}-Werte stark an. Der Frühjahrs-N_{min}-Wert von 136 kg N/ha kam damit im Versuchsjahr 2019 voll zur Wirkung, sodass die Variante 60 kg N/ha und die nach N-Bedarfswert gedüngte Variante die niedrigsten Reststickstoffgehalte nach der Ernte hinterließen. Zudem fällt auf, dass der überwiegende Anteil in der Bodenschicht 0-30 cm ermittelt wurde, was auf ein „Düngungsüberangebot“ schließen lässt. So hinterließen die für diese Standorte überdüngten Varianten extrem hohe N_{min}-Werte von teilweise weit über 200 kg N_{min}/ha. Deutlich wird, dass gerade auf Böden mit einer hohen Nachlieferungsrate ein aus Sicht des Wasserschutzes N-Düngeabschlag wichtig ist, um die Reststickstoffgehalte nach der Ernte vor Beginn der Sickerwasserspende zu reduzieren.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Am Versuchsstandort in Ihlow lag der Frühjahrs-N_{min}-Wert am 27.03.2019 mit 25 kg N_{min}/ha (0 – 90 cm) auf einem niedrigen Niveau. Die N_{min}-Werte nach der Ernte (23.10.2019) variierten in der N-Düngestaffel bis 120 kg N/ha und den Beratervarianten zwischen 24 und 64 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 82 auf 136 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 2019 und auch aus den vorherigen Versuchsjahren 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.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Am Versuchsstandort in Feldhausen wurde am 05.04.2019 ein Frühjahrs-N_{min}-Wert 17 kg N_{min}/ha (0 - 90 cm) gemessen und lag damit, ähnlich wie in Ihlow auf einem niedrigen Niveau. Die N_{min}-Werte nach der Ernte (22.10.2019) variierten in der N-Düngestaffel zwischen 51 und 176 kg N_{min}/ha. Hier zeichnet sich ausgehend von einem recht hohen Ausgangsniveau (51 kg N_{min}/ha bei N-Düngung von 0 kg N/ha) deutlich der Einfluss der Höhe der N-Düngung auf den N_{min}-Wert ab. Bei N-Düngung nach N-Bedarfswert wurde ein N_{min}-Wert von 90 kg N_{min}/ha gemessen und bei weiteren Abschlägen konnten auch moderate N_{min}-Werte zur Ernte erzielt werden. Da es sich um die ersten Ergebnisse auf diesem Standort handelt, bleiben für weitere Aussagen, neben den Erträgen weitere Versuchsjahre abzuwarten.

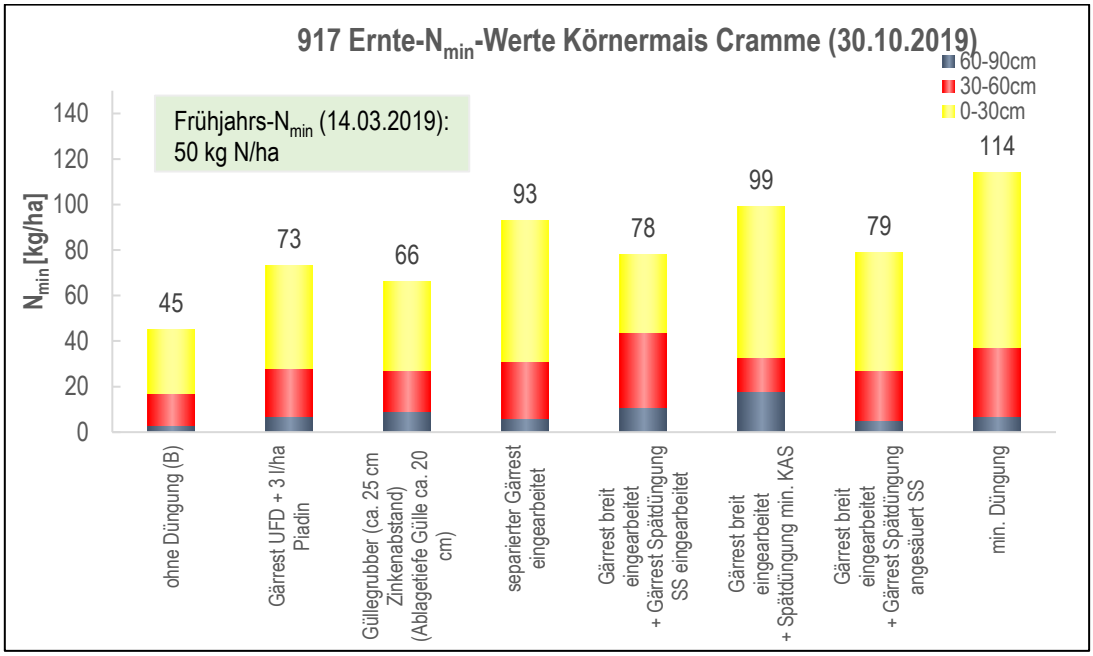
Organische N-Düngung im Körnermais auf verschiedenen Ackerbaustandorten (Cramme, Göttingen 917)

Im Versuchsjahr 2019 wurde erstmalig ein Versuch zur organischen N-Düngung im Körnermais auf verschiedenen Ackerbaustandorten in Cramme und Göttingen angelegt. Hier wurde zum Zeitpunkt nach der Ernte Ende Oktober an beiden Standorten eine N_{min}-Beprobung durchgeführt. Die Ergebnisse der Erträge und die N_{min}-Gehalte müssen unter den besonderen Bedingungen des Jahres 2019 betrachtet werden.

Bei dem Standort in Cramme handelt es sich um einen schweren Lehmstandort mit der Ackerzahl 94. Die Vorfrucht war Zuckerrübe. Der Körnermais wurde am 02.05.2019 ausgesät. Der Frühjahrs-N_{min}-

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

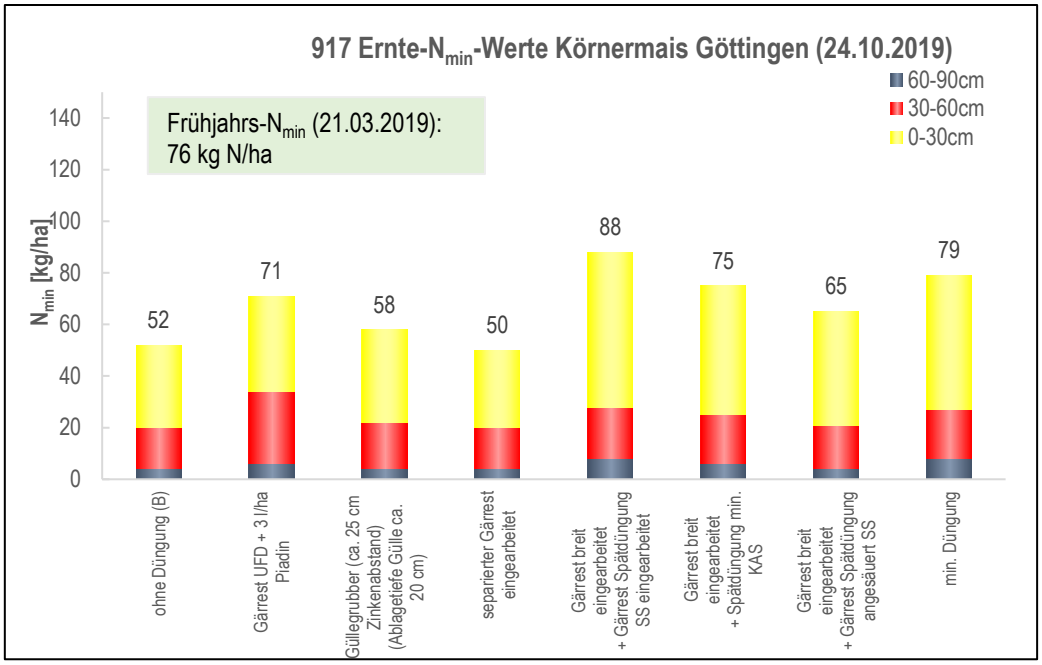
Wert lag am 14.03.2019 bei 50 kg N_{min}/ha. Der Körnermais wurde am 29.10.2019 geerntet und die Ernte-N_{min}-Werte am 30.10.2019 variantenscharf ermittelt.



Auf Grund der lang anhaltenden Trockenheit am Standort Cramme wurde der zur Verfügung stehende Stickstoff nicht in gewohntem Maße aufgenommen. Die N_{min}-Werte nach der Ernte liegen zwischen 45 kg N_{min}/ha (ohne N-Düngung) und 114 kg N_{min}/ha (min. Düngung nach N-Bedarf). Die hohen N_{min}-Werte könnten auf die ab Oktober angestiegene Bodenmineralisation, nachdem entsprechende Niederschläge gefallen sind, zurückgeführt werden. Zu diesem Zeitpunkt hat der Mais keinen Stickstoff mehr aufgenommen.

Am Standort in Göttingen, einem lehmigen Schluff und der Ackerzahl 80 wurde der Mais am 25.04.2019 ausgesät. Bei der Vorfrucht Winterweizen lag der Frühjahrs-N_{min}-Wert bei 76 kg N_{min}/ha. Der Versuch wurde am 24.10.2019 beerntet und die Ernte-N_{min}-Werte Variantengenau ermittelt.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Die N_{min}-Werte nach der Ernte liegen zwischen 50 kg N_{min}/ha (separierter Gärrest eingearbeitet) und 88 kg N_{min}/ha (Gärrest breit und mit KAS Spätdüngung). Am Standort Göttingen fielen während der Vegetation regelmäßig Niederschläge, die insgesamt einen um 20 dt/ha höheren Kornertrag bewirkten als am Standort in Cramme und gleichzeitig auch die N_{min}-Werte dadurch minderten.

An beiden Standorten waren die N_{min}-Werte in der Bodenschicht 0 – 30 cm am höchsten. Insbesondere die hohen Werte der Mineraldüngervariante belegt am Standort Cramme, dass der leicht verfügbare Stickstoff nicht von der Pflanze umgesetzt wurde. Die Erträge beider Versuche werden nach der Datenauswertung im ausführlichen Abschlussbericht 2019 im Rahmen der landesweiten Aufgaben veröffentlicht.

Landessortenversuche Silo- und Körnermais (LS 35 und 36)

Im Versuchsjahr 2019 wurde wie auch im vergangenen Jahr, aufgrund der Nachfrage nach Ernte-N_{min}-Werten zu Mais (Silomais gelb; Körnermais grün), in den Landessortenversuchen (LSV) an insgesamt 10 Standorten in Niedersachsen 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.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Standort	Ackerzahl	Bodenart	Frühjahrs-N_{min} (0 -90 cm)	Ernte-N_{min} (0 -90 cm)	Ernte-N_{min} Datum
			[kg N_{min}/ha]		
Bassum (DH)	47	*Sandiger Lehm*	76	**78**	13.09.2019
Werlte (EL)	41	*Sand*	22	**43**	13.09.2019
Lohne-Wietmarschen (NOH)	36	*Schluffiger Sand*	85	**43**	04.09.2019
Rockstedt (BRV)	37	*Lehmiger Sand*	9	**60**	25.09.2019
Poppenburg (HI)	85	*Lehm*	177	**165**	10.09.2019
Soltau (SFA)	27	*Sand*	28	**38**	18.09.2019
Bad Gandersheim (GAN)	80	*Lehmiger Schluff*	42	**24**	30.09.2019
Königslutter (HE)	64	*Sandiger Lehm*	52	**46**	10.09.2019
Astrup (OS)	52	*Lehmiger Sand*	29	**88**	30.10.2019
Essen (CLP)	40	*Sand*	55	**146**	17.10.2019

Die Ernte-N_{min}-Werte variieren insgesamt zwischen 88 und 146 kg N_{min}/ha im Körnermais und 24 und 165 kg N_{min}/ha beim Silomais. Deutlich wird dabei der Einfluss des Standortes und damit auch unter anderem des Nachlieferungspotentials. Dabei ist zu erwähnen, dass die Erträge im Schnitt knapp 10 % unter dem Durchschnitt der letzten Jahre lagen. Besonders auf den leichteren Standorten wie z.B. in Lohne, Werlte oder Rockstedt konnte aufgrund der Trockenheit kein Optimalertrag erzielt werden. Dennoch lagen die N_{min}-Werte nach der Ernte in einem moderaten Bereich zwischen 43 und 60 kg N_{min}/ha. Auf den leichteren Standorten, bei denen zusätzlich regionstypisch eine Beregnung erfolgte, konnten gute Erträge erzielt und gleichzeitig auch niedrige N_{min}-Werte nach der Ernte erreicht werden (u.a. in Soltau 38 kg N_{min}/ha). Auffallend sind hingegen die zum Teil extrem hohen Reststickstoffgehalte auf den schweren und mineralisationsfreudigen Standorten wie Poppenburg oder Essen. Hier wurden N_{min}-Werte von über 100 kg N_{min}/ha nach der Ernte gemessen. Dieses ist nicht grundsätzlich auf eine nicht bedarfsgerechte N-Düngung zurückzuführen.

Diese Ergebnisse zeigen, dass der genauen Einschätzung der standörtlichen N-Nachlieferung eine hohe Bedeutung zukommt. Zusätzliche Methoden zur besseren Abschätzung der standörtlichen N-Nachlieferung sind auf diesen Standorten erforderlich bzw. werden in Wasserschutzgebieten bereits als wichtiges Beratungsinstrument angewandt, um die Rest-N_{min}-Gehalte nach der Ernte zu senken.

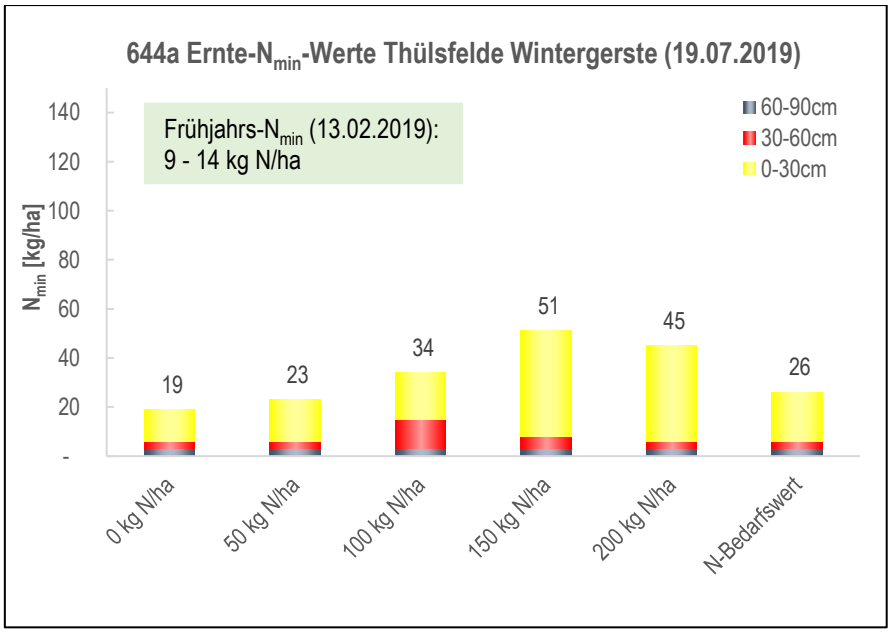
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

4) N_{min}-Werte nach Wintergerste

Wintergerste-Versuchsstandorte 2019: Thülsfelde, Wehnen, Schickelsheim, Borwede

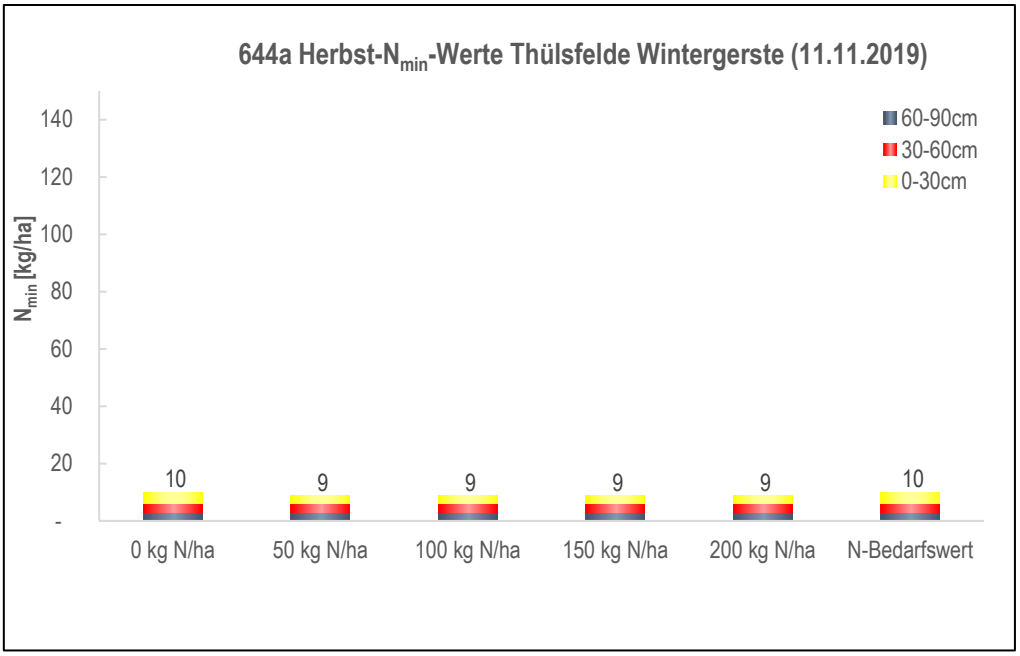
Langfristige Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung (Thülsfelde, 644)

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 2019 wurde in der Fruchtfolge mit ergänzenden Sickerwasseruntersuchungen (644a) Wintergerste 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.



Im Teilstück a (644a) wurde am 13.02.2019 wie für den Standort sehr üblich niedrige Frühjahrs-N_{min}-Gehalte zwischen 9 und 14 kg N_{min}/ha ermittelt. In der Variante ohne N-Düngung lag der Ernte-N_{min}-Wert bei 19 kg N_{min}/ha. In der mit 150 kg N/ha gedüngten Variante lag der Ernte-N_{min}-Wert bei 51 kg N_{min}/ha, ähnlich wie die mit 200 kg N/ha gedüngte Variante mit 45 kg N_{min}/ha nach der Ernte. Die Steigerung der N-Düngung bildet sich im Versuchsjahr 2019 in der Wintergerste deutlich im N_{min}-Wert nach der Ernte ab.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

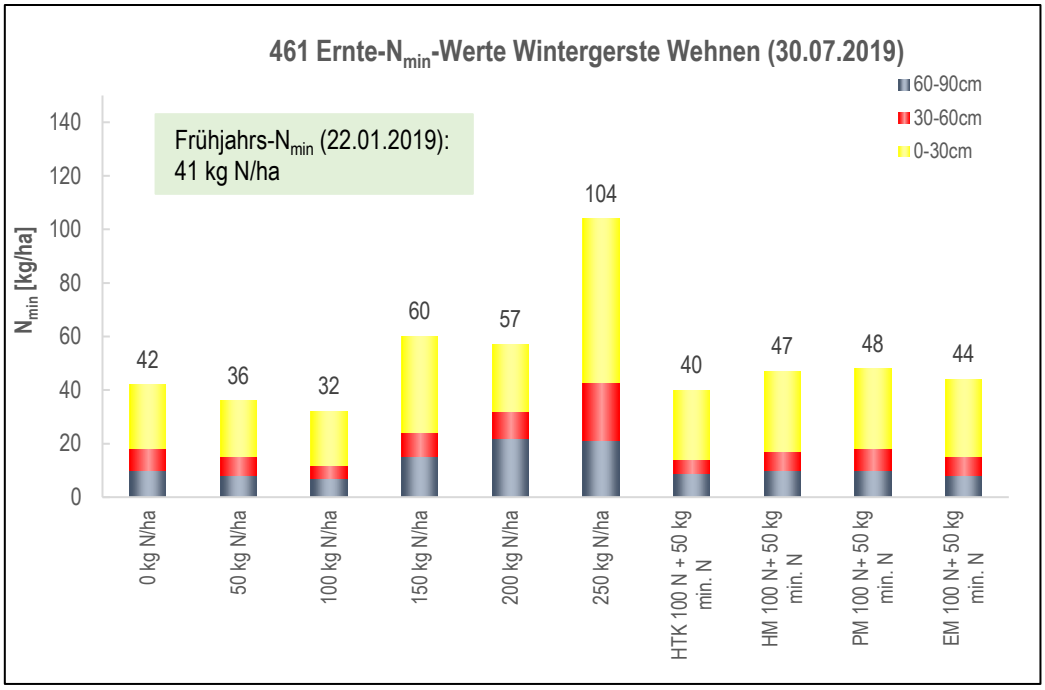


Zusätzlich zu den N_{min}-Werten direkt nach der Ernte wurde eine weitere N_{min}-Beprobung am 11.11.2019 durchgeführt. Dabei wird deutlich, dass zu diesem Zeitpunkt bereits der gesamte Stickstoff in tiefere Bodenschichten, unterhalb der durchwurzelbaren Zone verlagert wurden, d.h. dass bis auf 9 – 10 kg N_{min}/ha der gesamte Stickstoff ausgewaschen wurde. Am Standort in Thülsfelde trat im Versuchsjahr 2019 bereits am 02.10.2019 das erste Sickerwasser auf. Da es sich beim Standort in Thülsfelde um einen leichten Sandstandort handelt, der über Winter mehrmals ausgewaschen wird, bleiben, um Aussagen zur Auswaschung treffen zu können, die Sickerwasseruntersuchungen des LBEG abzuwarten.

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

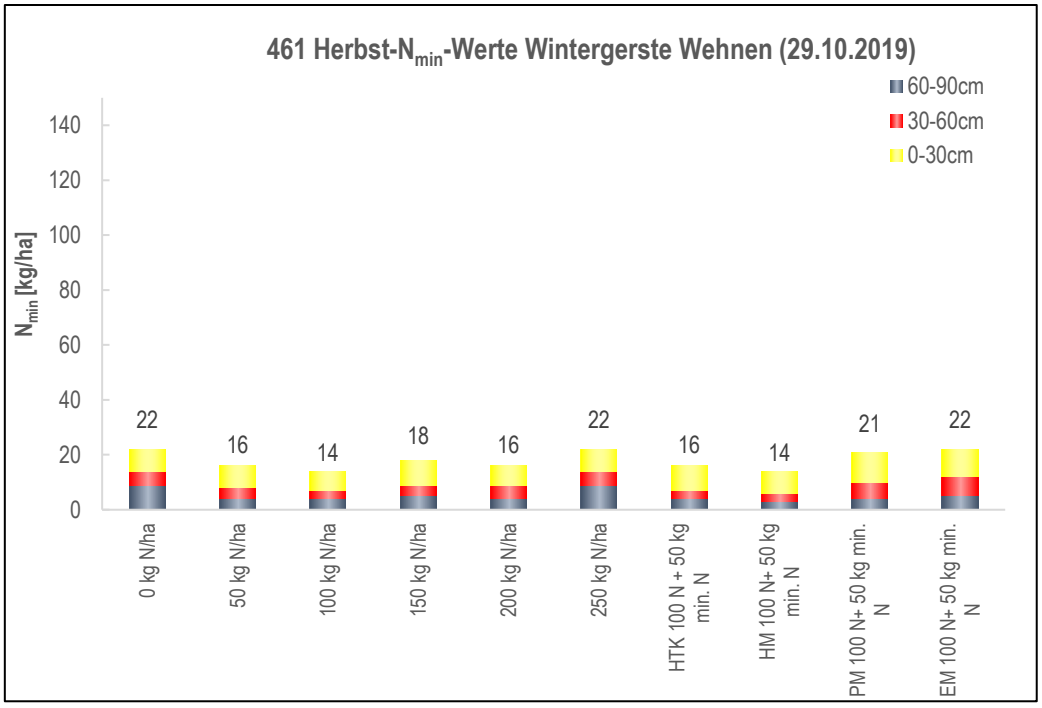
In dem am Standort Wehnen langjährig angelegten Versuch zur N-Düngung mit unterschiedlichen Festmisten (mit 60 kg N/ha mineralischer Ergänzung) im Vergleich zu einer mineralischen N-Düngestaffel wurde 2019 Wintergerste angebaut. Im Frühjahr wurde der N_{min}-Gehalt des Bodens untersucht, dieser lag am 22.01.2019 bei 41 kg N_{min}/ha.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Die Ernte-N_{min}-Werte in der N-Düngestaffel variieren zwischen 32 und 104 kg N_{min}/ha. Dabei liegen die Gehalte bis zu einer N-Düngungshöhe von 100 kg N/ha unterhalb von 45 kg N_{min}/ha. Ab einer N Düngungshöhe von 150 kg N/ha stieg der ermittelte Ernte-N_{min}-Gehalt auf 60 kg N_{min}/ha bis 104 kg N_{min}/ha in der stark überdüngten Variante mit 250 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) wurde ein Ernte-N_{min}-Wert von 40 kg N_{min}/ha und der mit Entenmist (EM) gedüngten Variante von 44 kg N_{min}/ha. In den mit Hähnchenmist (HM) und mit Putenmist (PM) gedüngten Varianten lagen die N_{min}-Werte mit 47 bzw. 48 kg N_{min}/ha auf einem ähnlichen Niveau wie die anderen getesteten Festmiste.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Zusätzlich zu den Nmin-Werten direkt nach der Ernte wurden am 29.10.2019 N_{min}-Werte erfasst, die in der Regel den Zeitpunkt der Sickerwasserspende erfassen sollen. Am Versuchsstandort in Wehnen kam allerdings schon Anfang Oktober zur Sickerwasserspende, sodass die niedrigen N_{min}-Werte in allen Varianten, die zwischen 14 und 22 kg N_{min}/ha lagen, auch auf eine mögliche Auswaschung zurückzuführen sein können. Um genauere Aussagen treffen zu können, können bei der Interpretation die Sickerwasseruntersuchungen des LBEG aus den Wasserschutzversuchen herangezogen werden. Diese und auch die Erträge bleiben abzuwarten, um genauere Aussagen zur N-Aufnahme der Wintergerste treffen zu können.

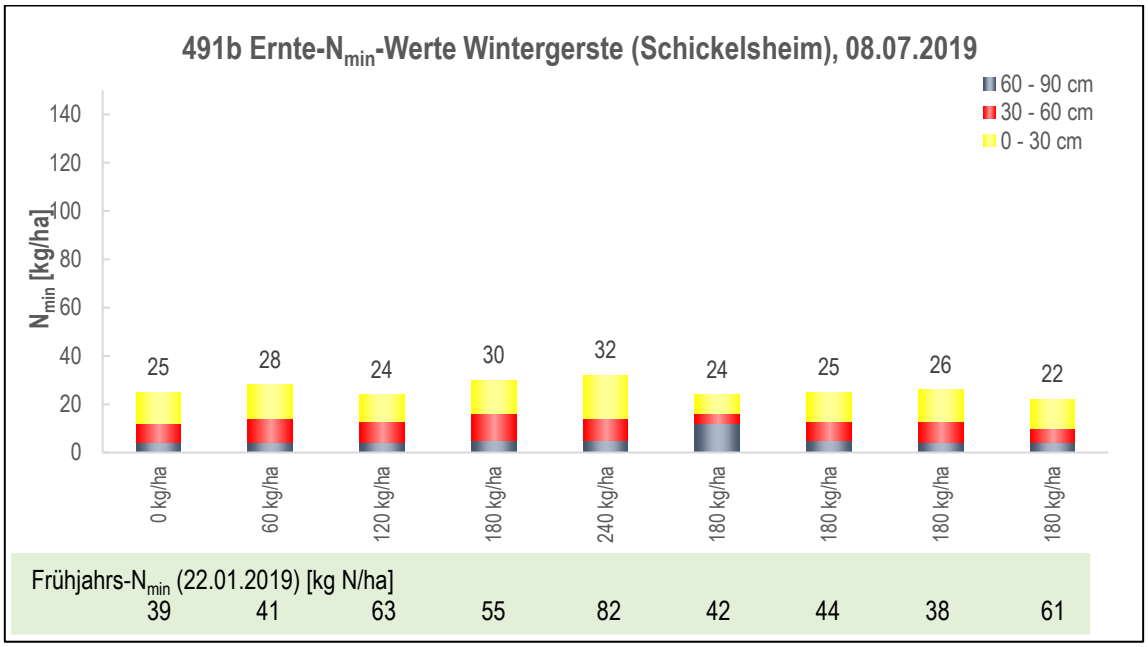
Einfluss der mineralischen, organischen und organisch-mineralischen N-Düngung auf die Stickstoffdynamik des Bodens Ackerbauregionen Niedersachsens (Schickelsheim, 491b)

Ein Versuch zur Untersuchung der mittel- und langfristen Auswirkungen der organischen Düngung auf die N-Dynamik im Boden in einer Ackerbauregion in Niedersachsen wurde im Herbst 2017 am Versuchsstandort in Schickelsheim mit der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen und Wintergerste *siehe auch Kapitel 6) und 8)* (jeweils mit fester Stickstoff-Düngestaffel; unter einer Fruchtart – 2019- mit begleitenden Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG) stationär, randomisiert in vierfacher Wiederholung, neu angelegt. Aufgrund der sehr nassen Witterung konnte die geplante Fruchtfolgerotation nicht auflaufen. Stattdessen wurde im Frühjahr 2018 einheitlich über alle Parzellen Sommerweizen ausgesät und die feste N-Düngestaffel angelegt. Aufgrund der Trockenheit im Sommer 2018 wurde die stark erschwerte Probenahme der Ernte N_{min}-Werte auf die nach N-Bedarfswert gedüngten Variante beschränkt. In 2018/2019 trat kein Sickerwasser auf. In 2019 konnten alle Kulturen

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

wie geplant mit fester N-Düngestaffel und zusätzlichen Varianten mit organischer Düngung (separierte Schweinegülle (SGü) sowie Hühnertrockenkot (HTK) und jeweils eine Variante mit mineralischer Ergänzung in Höhe des N-Bedarfswertes – in den Kulturen Winterraps und Winterweizen getestet werden. Um den P-Bedarf der Fruchtfolge nicht zu überschreiten wird, wurde in der Wintergerste keine Varianten mit organischer Dünung angelegt.

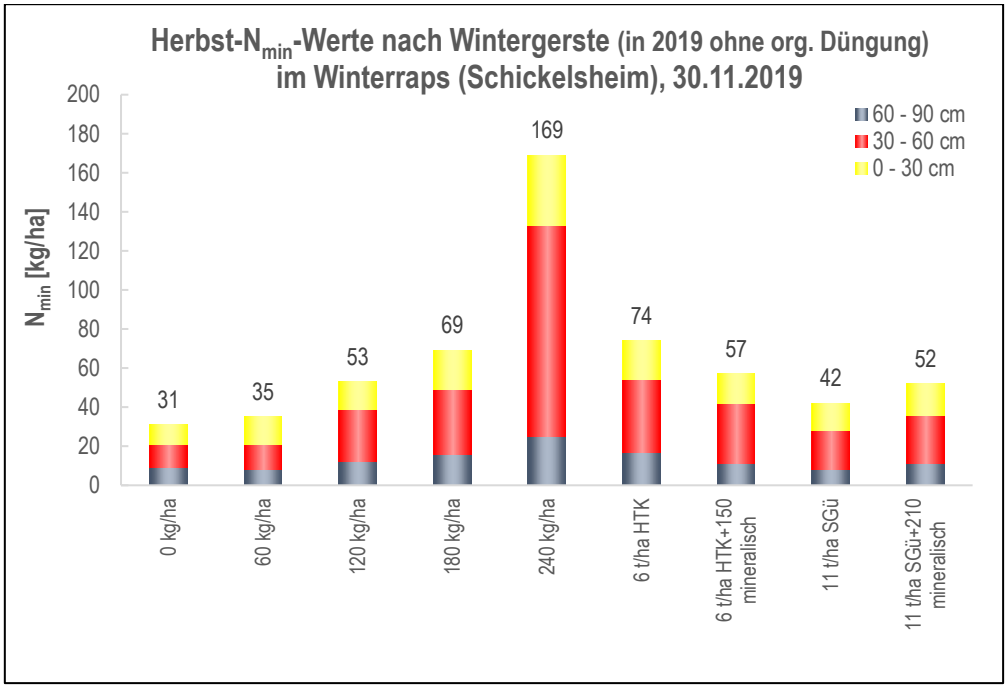
Die in der Wintergerste im Frühjahr variantenscharf ermittelten Stickstoffgehalte im Boden spiegeln die zur Vorfrucht gedüngte N-Staffel wieder: So werden in der Nullparzelle 39 kg N/ha und in der stark überdüngten Variante der festen N-Staffel 82 kg N/ha gemessen. In 2019 wurden aufgrund der hohen Nährstoffgehalte der eingesetzten organischen Nährstoffträger keine Varianten in der Wintergerste angelegt, um den P-Bedarf der Rotation nicht zu überschreiten. Daher wurde die Variante 180 kg N/ha mehrfach wiederholt.



Die N_{min}-Gehalte nach der Ernte der Wintergerste sind in allen Varianten mit weniger als 30 kg N/ha auf sehr geringen Niveau. Wie im Winterweizen werden die Ausgangswerte des mineralischen Stickstoffgehalt im Boden zur Ernte reduziert. Die N-Staffel findet sich nach der Ernte zunächst nicht in den Messergebnissen wieder. Es sind keine Unterschiede zwischen den rein mineralisch gedüngten Varianten zum Termin Ernte (Probenahme am 08.07.2019) messbar. Die geringen Unterschiede sind vermutlich auf die sehr trocknen Bedingungen zur Ernte zurückzuführen. Im Vergleich zu den anderen Versuchsblöcken am Standort Schickelsheim (Winterweizen und Winterraps) sind die ermittelten Frühjahrs-N_{min}-Gehalte in den unterschiedlich hoch gedüngten Varianten in der Wintergerste am geringsten.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

In 2019 konnte die Wintergerste aufgrund der für diese Kultur besseren Niederschlagsverteilung ihr Ertragspotential voll ausschöpfen. Diese Faktoren zusammengenommen, führen vermutlich zu den aus Wasserschutzsicht besten/ niedrigsten Reststickstoffgehalten im Boden an diesem Standort.



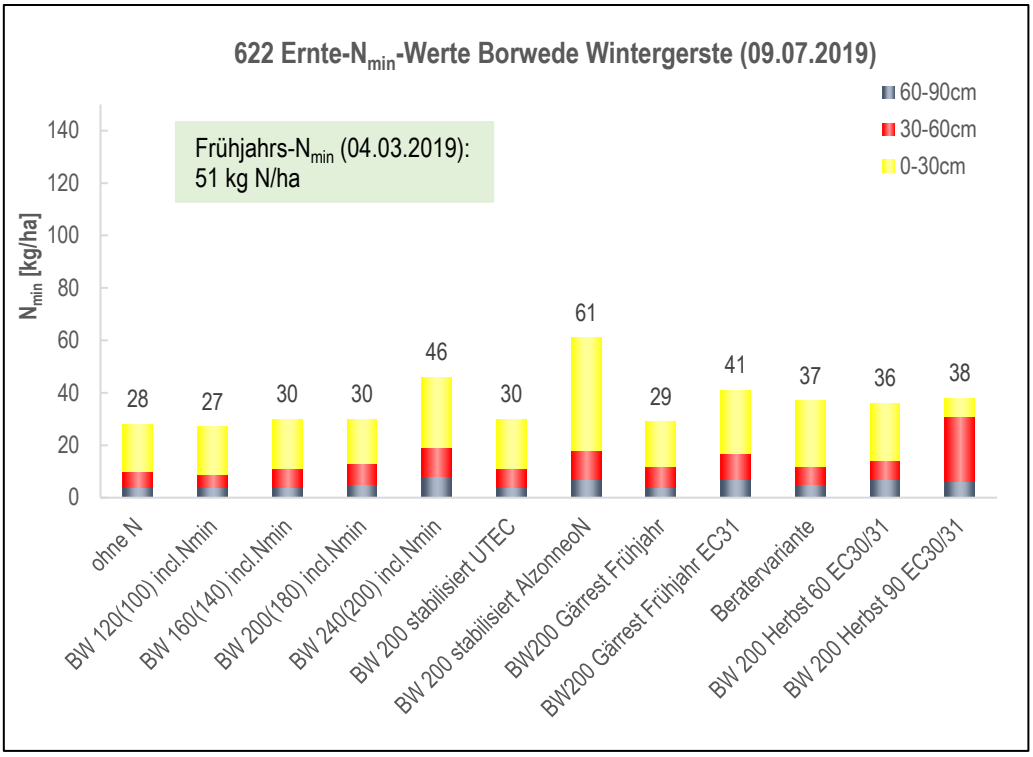
Bis zur N-Zufuhr in Höhe von 60 kg N/ha bleiben die N_{min}-Werte im Herbst mit 35 kg N_{min}/ha niedrig, steigen aber mit zunehmender N-Düngung ab 180 kg N/ha an, was für die Vorfrucht Wintergerste typisch ist. Die deutlich überdüngte Variante (N-Angebot rd. 400 kg N/ha aufgrund eines sehr hohen Frühjahrsgehaltes) weist mit 169 kg N_{min}/ha den höchsten Wert auf. Die für das Frühjahr 2020 vorgesehenen organisch/organisch-mineralisch gedüngten Varianten zeigen im Herbst nach einheitlicher N-Düngung (180 kg N/ha) N_{min}-Werte zwischen 42 und 74 kg N_{min}/ha auf. Am Versuchsstandort Schickelsheim wird deutlich, dass die N-Düngung einen wesentlich größeren Einfluss auf die Herbst-N_{min}-Werte hat, als auf den mineralischen N-Bodenvorrat direkt nach der Ernte.

Insgesamt sind am Standort in Schickelsheim weitere Versuchsjahre für eine Beurteilung der langfristigen N-Nachlieferung aus organischer Düngung erforderlich. Die begleitenden Sickerwasseruntersuchungen des LBEG werden weitere Ergebnisse zur tatsächlichen Auswaschung von Nitrat liefern.

Auswirkungen unterschiedlicher N-Düngung und unterschiedlich eingesetzter Gärreste (Borwede, 622)

Am Versuchsstandort in Borwede werden neben einer festen N-Düngestaffel auch Gärreste mit unterschiedlichen Ausbringzeiten und –arten untersucht. Am 04.03.2019 wurde ein Frühjahrs-N_{min}-Gehalt von 51 kg N_{min}/ha ermittelt.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Nach der Ernte am 09.07.2019 wurde variantengenau der Reststickstoffgehalt im Boden ermittelt. Dieser variiert in den Varianten am Standort in Borwede lediglich zwischen 27 und 61 kg N_{min}/ha. Dabei gibt es kaum Unterschiede im Reststickstoffgehalt bei der Höhe der N-Düngung. Lediglich die Variante nach N-Bedarfswert mit stabilisiertem N-Dünger liegt mit 61 kg N_{min}/ha etwas höher. Um genauere Aussagen zur Pflanzenverfügbarkeit der N-Düngung treffen zu können bleiben die Ergebnisse der Erträge und Proteingehalte abzuwarten, diese werden in einem gesonderten Bericht online veröffentlicht.

5) N_{min}-Werte nach Sommergerste

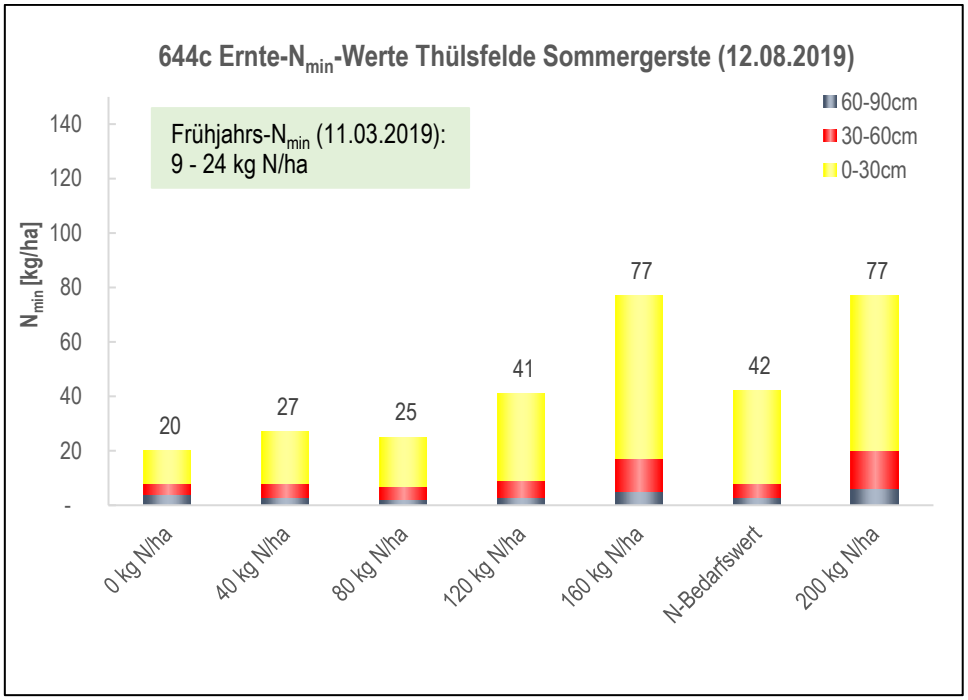
Sommergerste-Versuchsstandorte 2019: Thülsfelde, Hamerstorf

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 2019 wurde in der grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge (644c) Sommergerste 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

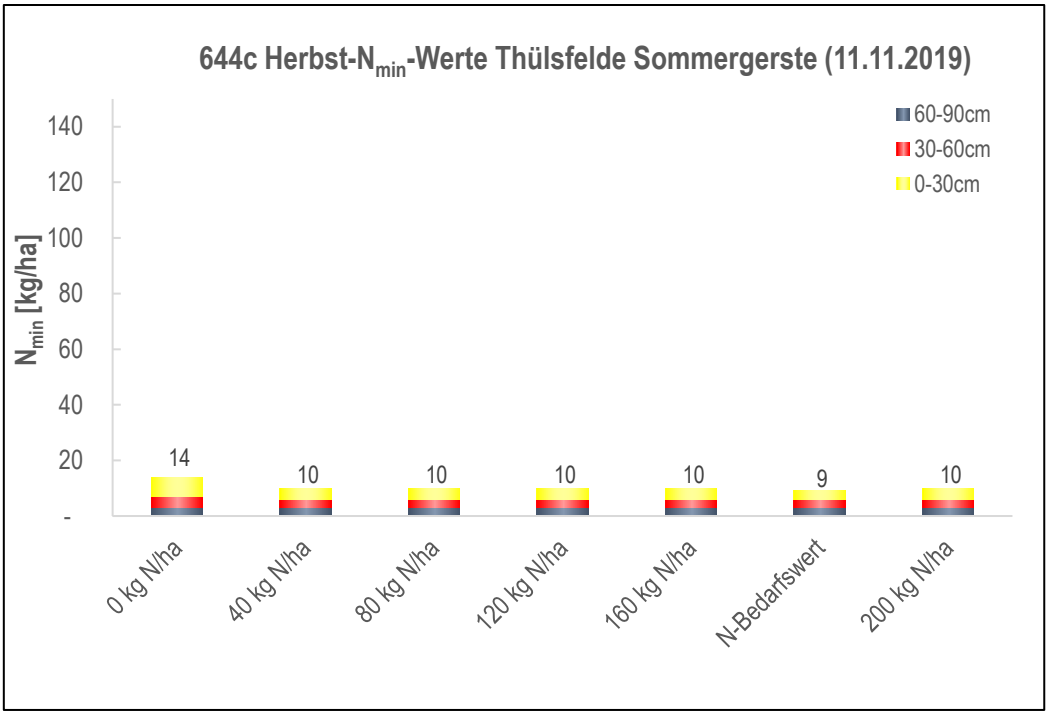
einen Langzeitversuch handelt, der an diesem Standort bereits seit 1995 mit gleicher N-Düngung der einzelnen Versuchsvarianten durchgeführt wird. In den unter N-Bedarfswert gedüngten Parzellen kommt es zu Aushagerungseffekten.

Ergebnisse im Teilstück mit der Variante 644c:



Im Teilstück c (644c) wurde am 11.03.2019 ein Frühjahrs-N_{min}-Gehalt zwischen 9 und 24 kg N_{min}/ha ermittelt. Am 12.08.2019 wurden zusätzlich die N_{min}-Werte nach der Ernte ermittelt. In der Variante ohne N-Düngung lag dieser im Vergleich mit 20 kg N_{min}/ha am niedrigsten. Bis zu einer N-Düngung von 80 kg N/ha konnte kein signifikanter Anstieg der Ernte-N_{min}-Werte festgestellt werden (Fehlergrenze ca. 5 – 7 kg N_{min}/ha). In der mit 120 kg N/ha gedüngten Variante lag der Ernte-N_{min}-Wert bei 41 kg N_{min}/ha, ähnlich hoch wie der Wert in der nach N-Bedarfswert (130 kg N/ha) gedüngten Variante, bei der ein N_{min}-Wert von 42 kg N_{min}/ha ermittelt wurde. In der mit 160 kg N/ha und mit 200 kg N/ha gedüngten Variante wurde eine signifikant höherer Reststickstoffgehalt nach der von 77 kg N_{min}/ha festgestellt.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

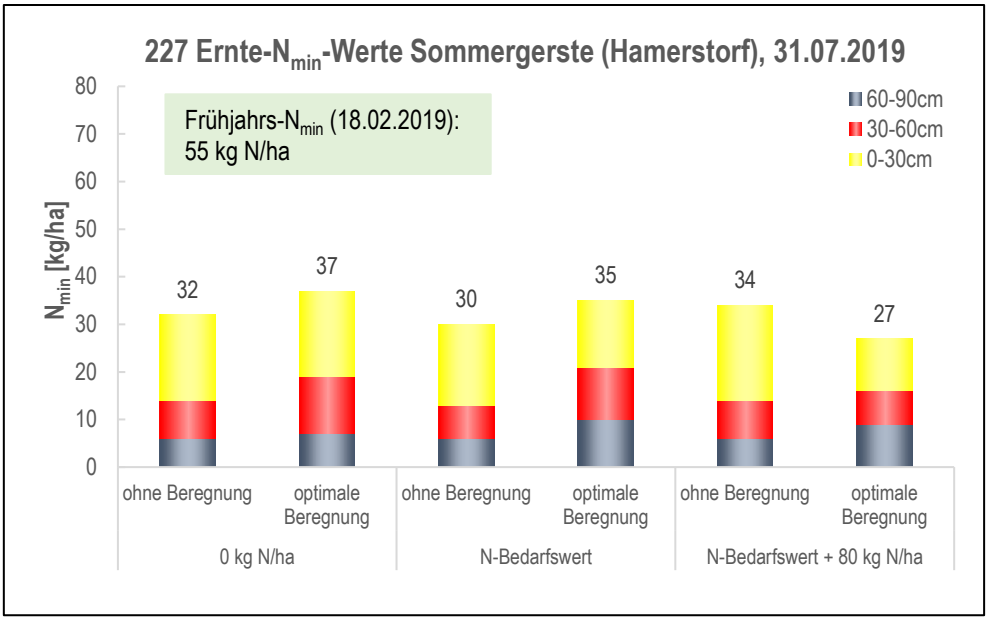


Zusätzlich zu den N_{min}-Werten direkt nach der Ernte wurde eine weitere N_{min}-Beprobung am 11.11.2019 durchgeführt. Dabei wird deutlich, dass zu diesem Zeitpunkt bereits der gesamte Stickstoff in tiefere Bodenschichten, unterhalb der durchwurzelbaren Zone verlagert wurden, d.h. dass bis auf 9 – 14 kg N_{min}/ha der gesamte Stickstoff ausgewaschen wurde, wie auch im Teilstück A unter Wintergerste. Am Standort in Thülsfelde trat im Versuchsjahr 2019 bereits am 02.10.2019 das erste Sickerwasser auf. Da es sich beim Standort in Thülsfelde um einen leichten Sandstandort handelt, der über Winter mehrmals ausgewaschen wird, bleiben, um Aussagen zur Auswaschung treffen zu können, die Sickerwasseruntersuchungen des LBEG abzuwarten.

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.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Der Frühjahrs-N_{min} war am 18.02.2019 vergleichsweise zu den Vorjahren mit 55 kg N_{min}/ha recht hoch. Dies kann auf die Trockenheit im Vorjahr zurückgeführt werden, da der größte Anteil des Stickstoffs (36 kg N_{min}/ha) in der untersten Bodenschicht (60 – 90 cm) vorzufinden war. Die Ernte-N_{min}-Werte vom 31.07.2019 variieren im Vergleich der Varianten nur wenig zwischen 27 und 37 kg N_{min}/ha, was innerhalb der Fehlergrenze der N_{min}-Probenahme liegt. Anders als im Vorjahr, in dem die Beregnung die Reststickstoffgehalte nach der Ernte aufgrund der Trockenheit deutlich reduzieren konnten hatte die Beregnung keinen wesentlichen Einfluss auf die Ernte-N_{min}-Gehalte. Dennoch bleiben die am Versuchsstandort Hamerstorf ermittelten Aufwuchsmengen und die Ertragsbildung abzuwarten.

6) N_{min}-Werte nach Winterweizen

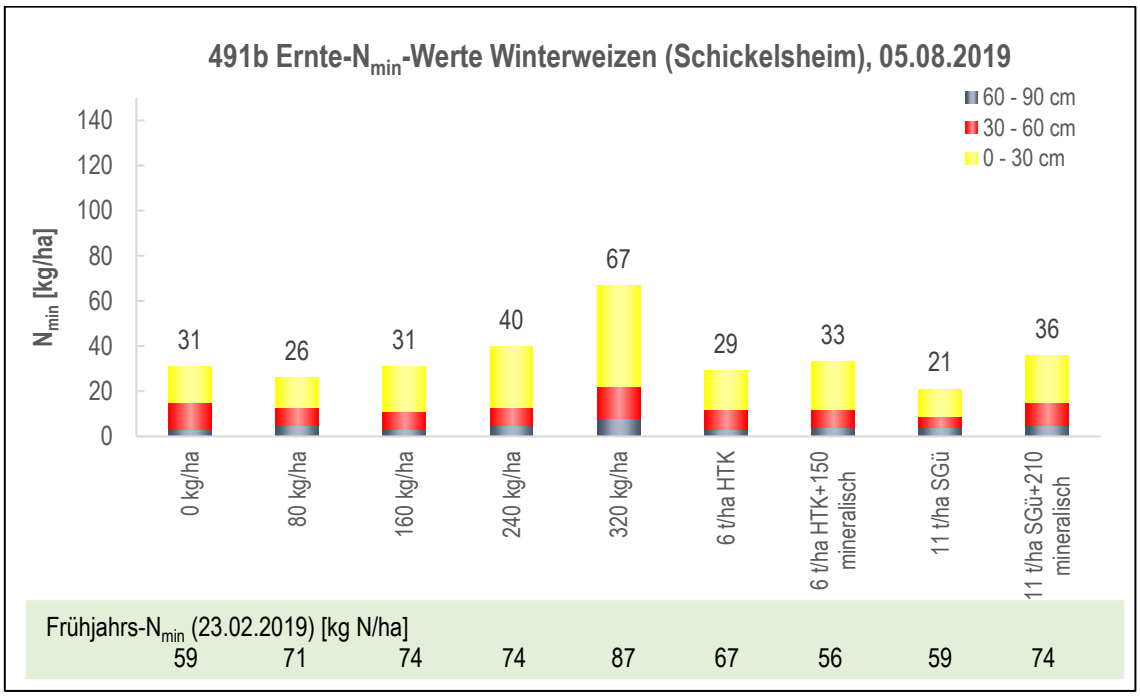
Sommer- und Winterweizen-Versuchsstandorte 2019: Schickelsheim, Hamerstorf, Borwede, Otterndorf, Otterham, Höckelheim, Poppenburg

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 langfristen Auswirkungen der organischen Düngung auf die N-Dynamik im Boden in einer Ackerbauregion in Niedersachsen wurde im Herbst 2017 am Versuchsstandort in Schickelsheim mit der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen und Wintergerste *siehe auch Kapitel 4) und 8)* (jeweils mit fester Stickstoff-Düngestaffel; unter einer Fruchtart – 2019- mit begleitenden Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG) stationär, randomisiert in vierfacher Wiederholung, neu angelegt. Aufgrund der sehr nassen Witterung konnte die geplante Fruchtfolgerotation nicht auflaufen. Stattdessen wurde im Frühjahr 2018 einheitlich über alle Parzellen Sommerweizen ausgesät und die feste N-Düngestaffel angelegt. Aufgrund der Trockenheit im Sommer

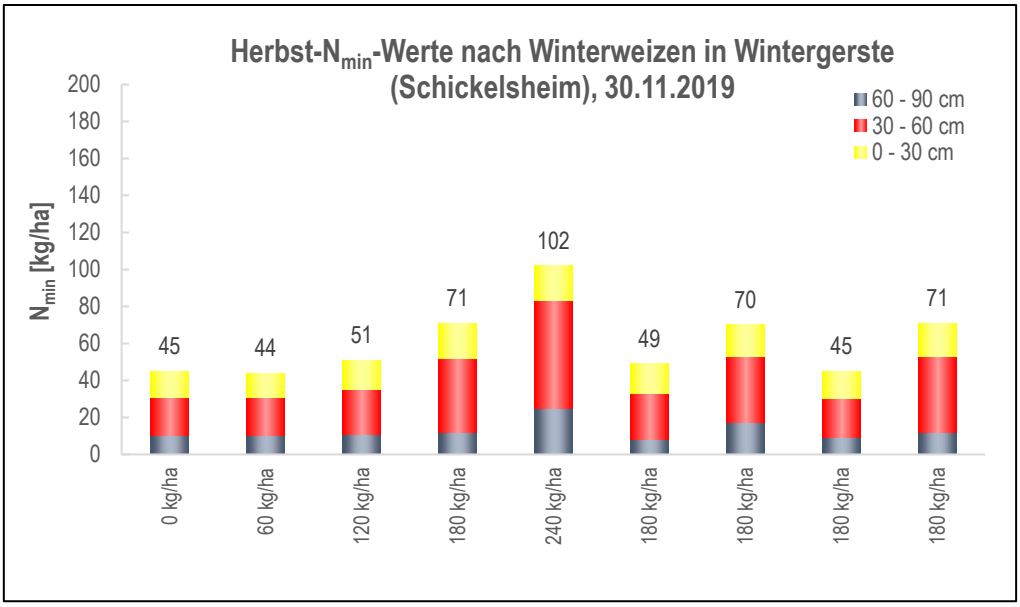
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

2018 wurde die stark erschwerte Probenahme der Ernte N_{min}-Werte auf die nach N-Bedarfswert gedüngten Variante beschränkt. In 2018/2019 trat kein Sickerwasser auf. In 2019 konnten alle Kulturen wie geplant mit fester N-Düngestaffel und zusätzlichen Varianten mit organischer Düngung (separierte Schweinegülle (SGü) sowie Hühnertrockenkot (HTK) und jeweils eine Variante mit mineralischer Ergänzung in Höhe des N-Bedarfswertes – in den Kulturen Winterraps und Winterweizen getestet werden. Um den P-Bedarf der Fruchtfolge nicht zu überschreiten wird, wurde in der Wintergerste keine Varianten mit organischer Dünung angelegt.



In den variantenscharf ermittelten Frühjahrs-N_{min} Werten wurde in der überhöht gedüngten Variante der Vorfrucht Sommerweizen ein relativ hoher Startgehalt von 87 kg N_{min}/ha gemessen, was jedoch für den Standort in Schickelsheim nicht untypisch ist. Zum Termin "nach-Ernte" am 05.08.2019 sind die Reststickstoffgehalte bis zur N-Düngung in Höhe von 160 kg N/ha auf relativ niedrigem Niveau. Im Vergleich zu den Frühjahrswerten haben die Gehalte um über 20 kg N/ha in allen Varianten abgenommen. Ab einem N-Angebot von über 300 kg N/ha (N-Zufuhr plus Frühjahrs N_{min}-Werte in Höhe von 59 bis 87 kg N/ha) und damit Überschreitung des N-Bedarfswertes steigen die N_{min} Gehalte im Boden bis auf 67 kg N_{min}/ha an. Die organisch und organisch-mineralisch gedüngten Varianten weisen zu diesem Termin ähnlich geringe Gehalte wie die in gleicher Höhe mineralisch gedüngten Varianten im Boden auf.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Zum Termin späten N_{min} Probenahme zu Beginn Sickerwasserperiode/Ende Vegetation am 30.11.2019 steigen die Reststickstoffgehalte in allen Varianten mit Steigerung der Stickstoffdüngung zunächst gering, ab 180 kg N/ha Zufuhr deutlich bis auf den höchsten ermittelten N_{min}-Wert von 102 kg N/ha an. Die Zunahme des N_{min}-Gehaltes in der Tiefe 30-60 cm zu diesem Termin zeigt die beginnende Verlagerung in tiefere Bodenschichten an.

Auch aufgrund der hohen Frühjahrs-Stickstoffgehalte wird das Optimum 2019 bei einer N-Zufuhr von 222 kg N/ha erreicht. In der mit 240 kg N/ha Variante nimmt der Ertrag bereits wieder ab. Das erhöhte N-Angebot konnte nicht mehr in Ertrag umgesetzt werden. Nach dem trockenen Sommer kommt es mit zunehmender Bodenfeuchte zu Mineralisation von Stickstoff.

Inwieweit diese Reststickstoffgehalte am Standort Schickelsheim mit sehr gutem Wasserspeichervermögen 2019/2020 der Auswaschung unterliegen, und wie sie sich auf die Nitratfracht auswirken, wird über die begleitenden Sickerwasseruntersuchungen des LBEG ermittelt und dokumentiert

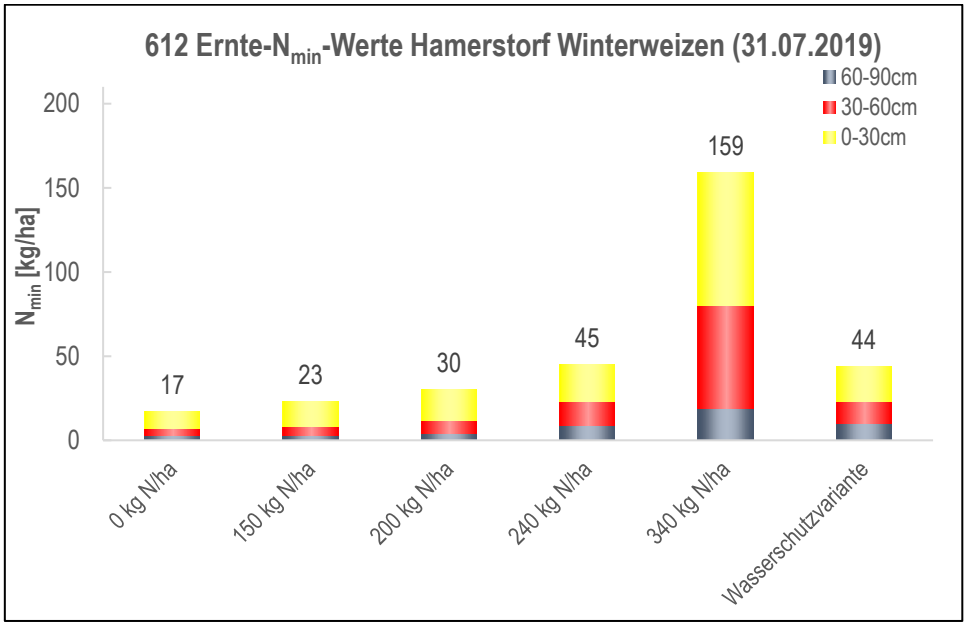
Regionalspezifische Strategien zur grundwasserschutzorientierten N-Düngung im Winterweizen (Poppenburg, Königslutter, Otterndorf, Borwede, Hamerstorf, 612)

In einem Pflanzenbauversuch zur N-Düngung von Winterweizen wurden in 2019 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-Düngestaffel sind inklusive Frühjahrs-N_{min}-Gehalt. Genauere Erläuterungen zu den einzelnen regionalspezifischen Varianten werden im ausführlichen Jahresbericht 2019 veröffentlicht.

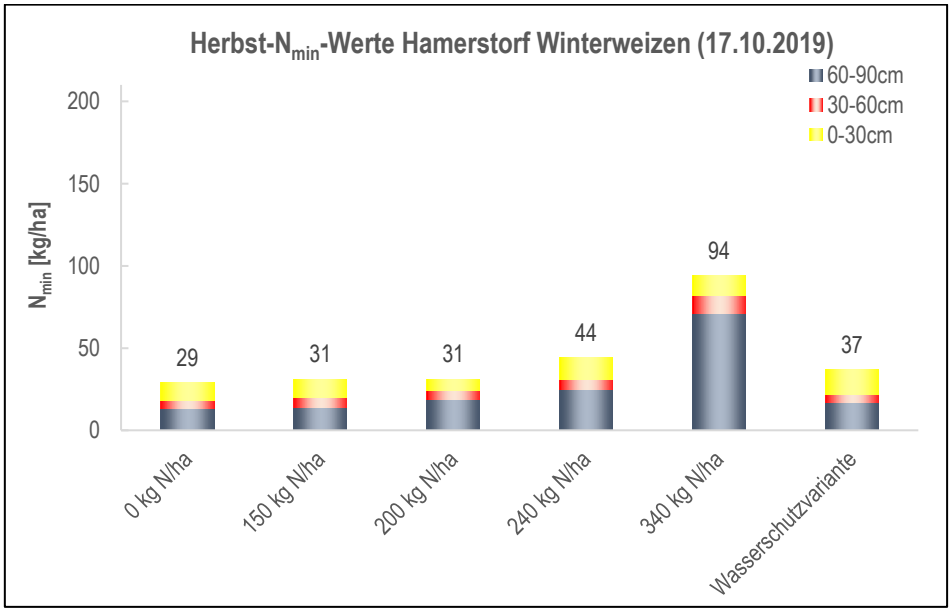
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Hamerstorf, Blattweizen

Am Versuchsstandort Hamerstorf (schwach lehmiger Sand, AZ 25) wurde ein Frühjahrs-N_{min}-Wert von 12 kg N_{min}/ha ermittelt. Nach der Ernte lagen die N_{min}-Werte am 31.07.2019 zwischen 17 und 45 kg N_{min}/ha. Es sticht dabei lediglich deutlich die Variante heraus, in der der Blattweizen ein N-Angebot von 340 kg N-Angebot Variante hatte. In der ungedüngten Kontrolle wurde 17 kg N_{min}/ha gemessen. Zwischen den Varianten zeigen sich nur geringe Unterschiede. Auch die Wasserschutzvariante hatte einen für den Standort typischen N_{min}-Wert nach der Ernte von 44 kg N_{min}/ha.



Zum Termin der späten N_{min}-Probenahme zu Beginn Sickerwasserperiode/Ende Vegetation am 17.10.2019 steigen die Reststickstoffgehalte nicht weiter an und entsprechen fast den Gehalten direkt nach der Ernte. Auffallend ist die in allen Varianten verlaufene Verlagerung des Stickstoffs in die tiefere Bodenschicht 60 – 90 cm. So waren allein in der dritten Bodenschicht in der mit 340 kg N/ha gedüngten Variante 71 kg N_{min}/ha im Boden vorhanden.

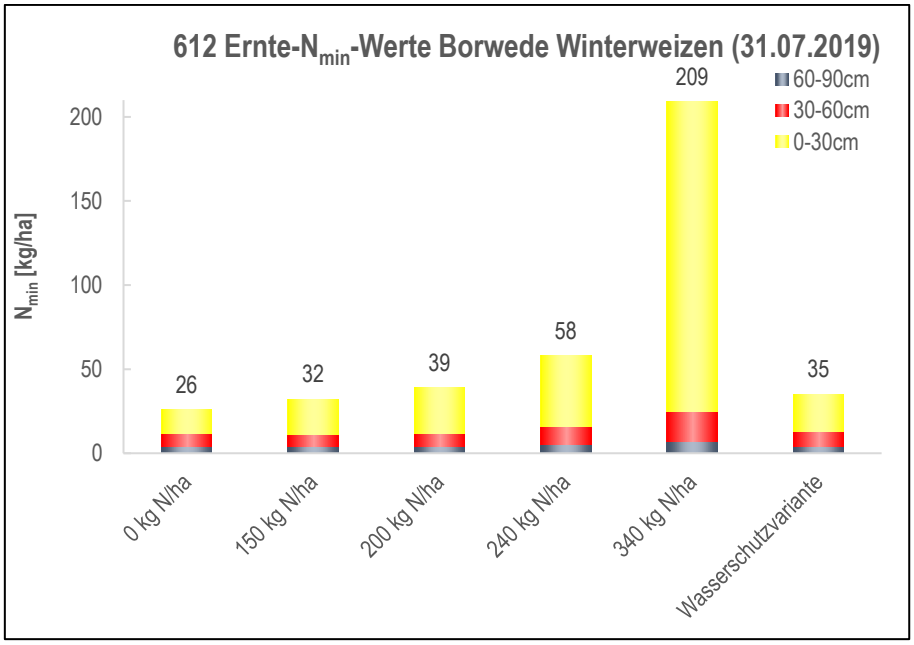


Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Inwieweit diese Reststickstoffgehalte am Standort Hamerstorf 2019/2020 der Auswaschung unterliegen, und wie sie sich auf die Nitratfracht auswirken, kann über die begleitenden Sickerwasseruntersuchungen des LBEG am Standort im Wasserschutzversuch (643) ermittelt und dokumentiert werden.

Borwede, Blattweizen

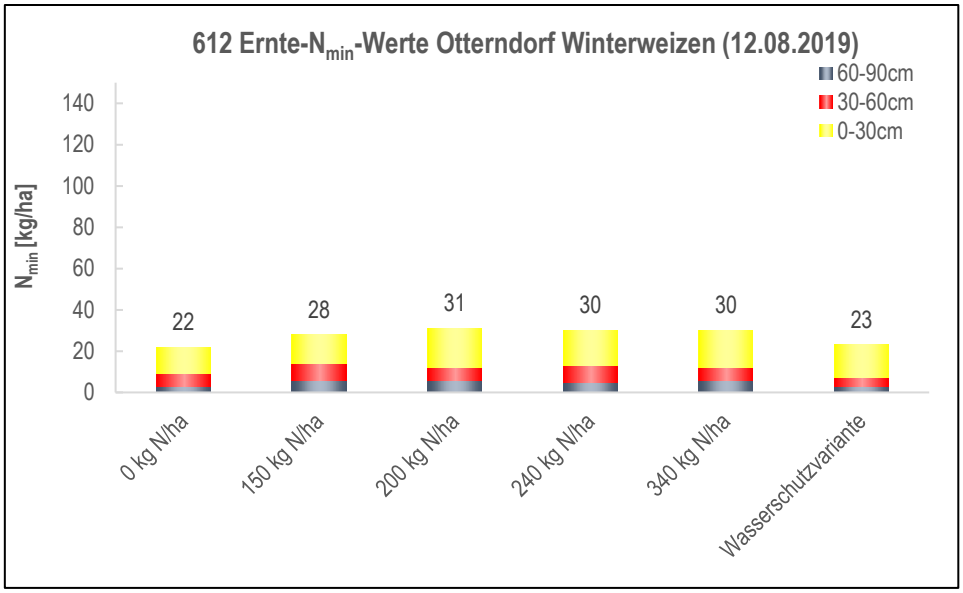
Am Versuchsstandort Borwede (lehmiger Schluff, AZ 55) wurde ein Frühjahrs-N_{min}-Wert von 26 kg N_{min}/ha ermittelt. Nach der Ernte lagen die N_{min}-Werte am 31.07.2019 zwischen 26 und 209 kg N_{min}/ha. In der ungedüngten Kontrolle wurde ein N_{min}-Wert von 26 kg/ha gemessen. Ähnlich wie am Standort Hamerstorf lagen die N_{min}-Werte nach der Ernte in einem normalen bis niedrigen Bereich, lediglich die stark überhöht gedüngte Variante (N-Angebot 340 kg N/ha) hatte einen extrem hohen Reststickstoffgehalt zur Folge.



Otterndorf, Blattweizen

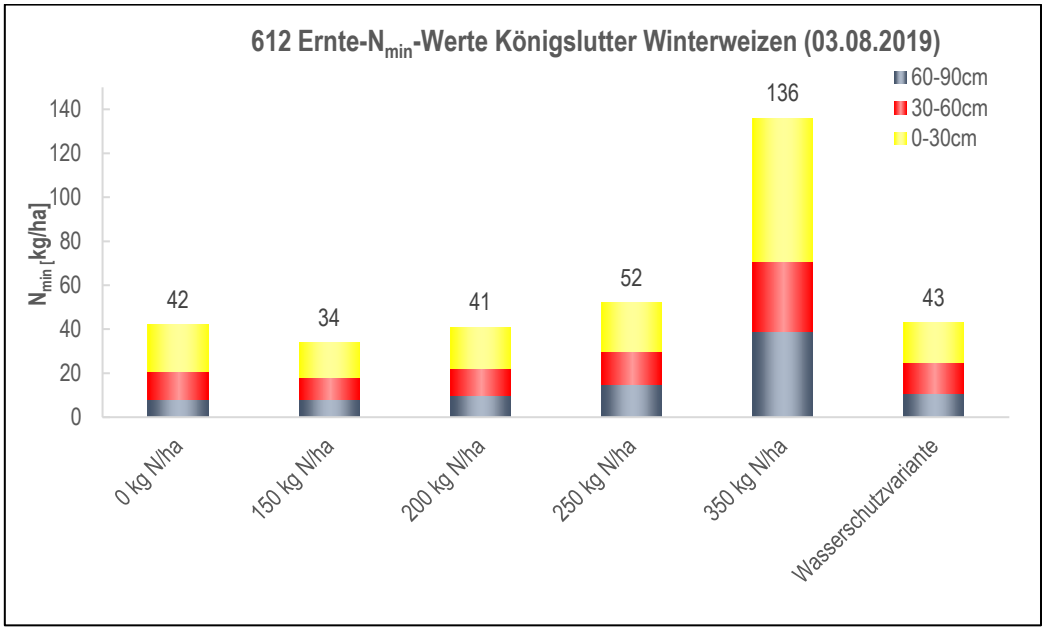
Am Versuchsstandort Otterndorf (Marsch (lT), AZ 70) lagen die N_{min}-Werte nach der Ernte (12.08.2019) zwischen 22 und 31 kg N_{min}/ha. In der ungedüngten Kontrolle wurde ein N_{min}-Wert von 22 kg/ha gemessen, ähnlich wie in der Wasserschutzvarianten mit 23 kg N_{min}/ha. Alle anderen Varianten lagen mit 28, 30 oder 31 kg N_{min}/ha relativ dicht beieinander.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Königslutter, Stoppelweizen

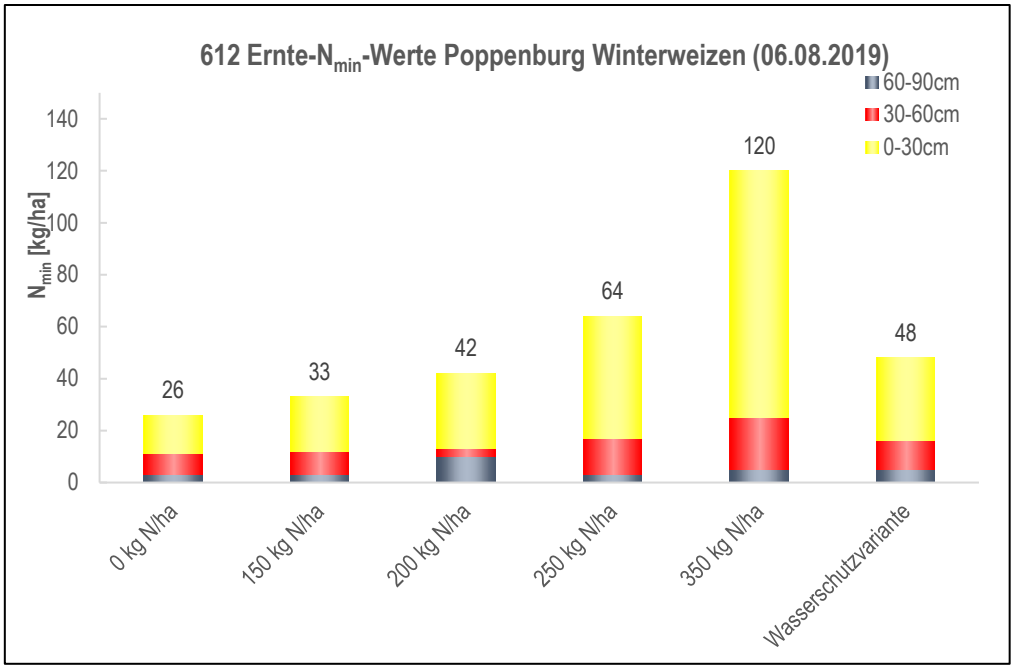
Am Versuchsstandort Königslutter (Lehm, AZ 80) lagen die N_{min}-Werte nach der Ernte (03.08.2019) zwischen 34 und 136 kg N_{min}/ha. In der ungedüngten Kontrolle wurde ein N_{min}-Wert von 42 kg N_{min}/ha gemessen, ähnlich wie in der Wasserschutzvarianten mit 43 kg N_{min}/ha. Auffällig ist auch hier, wie im Blattweizen an den Standorten in Hamerstorf und Borwede der deutlich erhöhte N_{min}-Werte nach der Ernte in der überhöht gedüngten Variante (N-Angebot 350 kg N/ha).



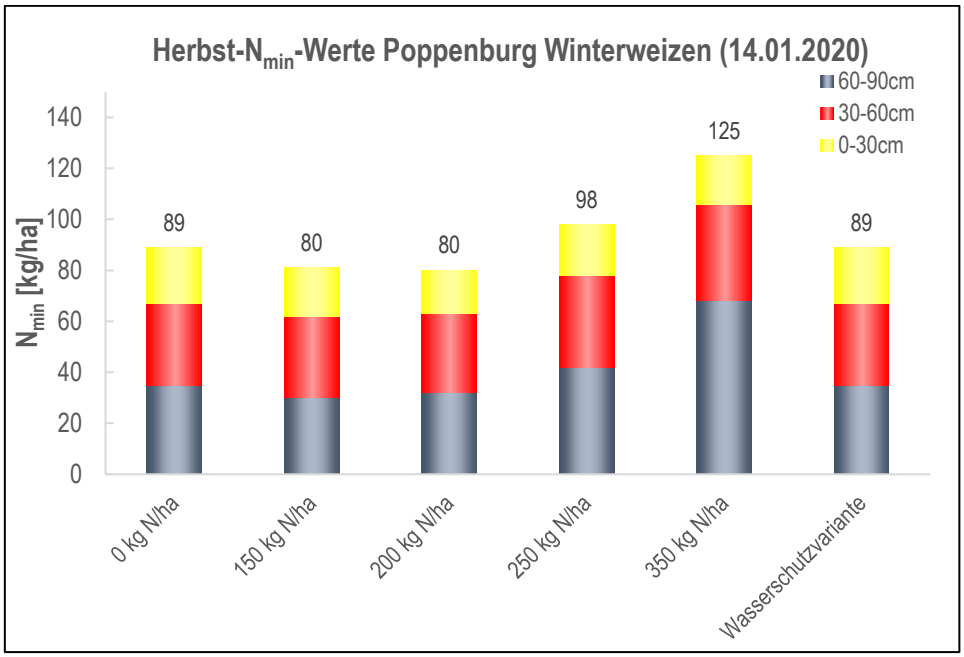
Poppenburg, Stoppelweizen

Am Versuchsstandort Poppenburg (Lehm, AZ 85) wurden am 06.08.2019 die Stickstoffgehalte nach der Ernte ermittelt und lagen zwischen 26 und 120 kg N_{min}/ha. In der ungedüngten Kontrolle wurde der niedrigste N_{min}-Gehalt von 26 kg N_{min}/ha gemessen. Eine Düngung über den N-Bedarfswert hinaus, ließ auch die N_{min}-Gehalte stark ansteigen. Die N_{min}-Werte lagen zwischen 64 und 120 kg N_{min}/ha. Die Wasserschutzvariante hinterließ einen moderaten N_{min}-Wert von 48 kg N_{min}/ha.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Zusätzlich zu dem Termin nach der Ernte wurde Anfang Januar eine N_{min}-Probe gezogen, um die Nachlieferung des Standortes zum einen und die Nachmineralisation nach der Ernte der hinterbliebenen N-Düngungsstufen zum anderen zu erfassen. Aufgrund der Trockenheit am Standort Poppenburg im Versuchsjahr 2019 konnte das Ertragspotential nicht ausgeschöpft werden, die beginnende Feuchtigkeit im Herbst und die milde Witterung führten zur Mineralisierung und ergaben daher recht hohe Reststickstoffgehalte zwischen 80 und 125 kg N_{min}/ha Anfang 2020. Auffällig ist zudem, dass ein großer Anteil des Stickstoffs bereits in der tieferen Bodenschicht 30 – 90 cm vorhanden ist.



Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Zusammenfassung aller Standorte (Versuchsnr.: 612) und Vergleich im langjährigen Mittel (MW)

Im Winterweizen erfolgen die N_{min}-Untersuchungen nach der Ernte zu Blatt- und Stoppelweizen auf Sand-, Lehm und Marschstandorten in jeweils drei unterschiedlichen N-Düngungsstufen:

- ohne N-Düngung (nur N_{min})
- Düngung nach N-Bedarfswert
- überhöhte Düngung (N-Düngung nach Bedarf + 100 kg N/ha).

Die z.T. geringeren Erträge auf Praxisflächen konnten auch 2019 in den Exaktversuchen nicht widergefunden werden. Die Erträge im Blattweizen lagen bei 100,5 dt (Mittel 3 Standorte), im Stoppelweizen bei 115,1 dt (Mittel 4 Standorte). Auf dem Standort in der Marsch lag die N-Abfuhr (Ertrag 137 dt/ha und Proteingehalt 11,9 %) bei 261 kg N/ha und damit über der N-Abfuhr der Vorjahre. Die hohen N_{min}-Werte nach der Ernte 2018 führten zu einem höheren mittleren N_{min}- Niveau nach der Ernte (MW). Im Erntejahr 2019 wurden z.T. etwas geringere N_{min}-Werte in den Varianten ‚ohne N' und ‚Bedarfswert' im Vergleich zum MW gemessen. Dieses ist vor allem auf den Lehmstandorten sowohl beim Blatt- als auch beim Stoppelweizen deutlich erkennbar. Anders als auf dem Sandstandort, hier lagen die N_{min}-Werte bereits in der nach Bedarf gedüngten Variante etwas höher als im Mittel der Jahre. Im Blattweizen (Lehm- und Sandstandort) sanken die Ernte-N_{min}-Werte in 2019 in den ‚überhöht gedüngten' Varianten z.T. deutlich im Vergleich zum Vorjahr ab, liegen aber dennoch über dem langjährigen Mittelwert. Anders als im Stoppelweizen (Lehm) und im Blattweizen (Marsch), bei denen die überhöht gedüngten' Varianten etwas geringer als im Mittel der Jahre ausfielen.

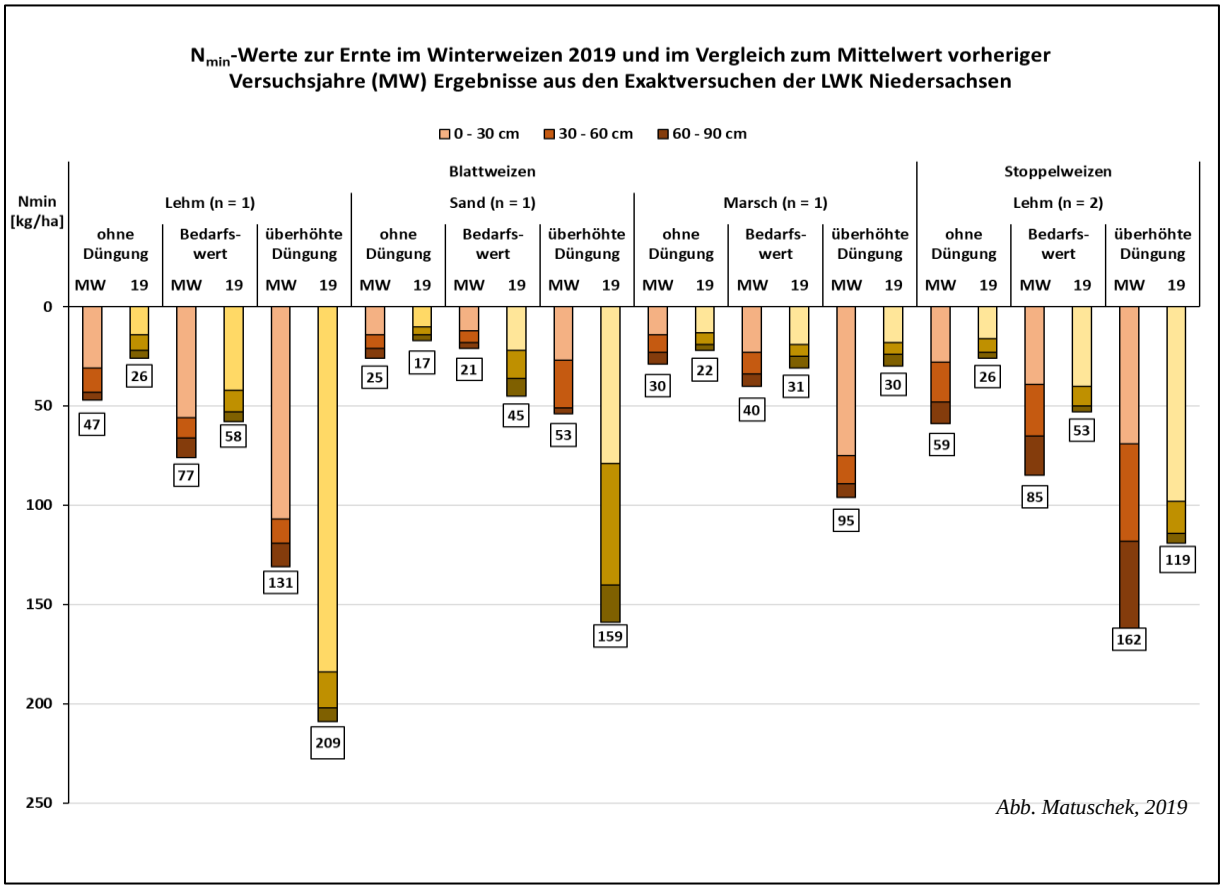


Abb. Matuschek, 2019

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

In den deutlich überdüngten Varianten mit 320 kg N/ha lagen die Ernte-Nmin-Werte meist deutlich höher als in den mit 240 kg N/ha gedüngten Varianten. Das lässt darauf schließen, dass bei Überschreitung der bedarfsgerechten N-Düngung hohe Reststickstoffgehalte nach der Ernte und weitergehend evtl. Stickstoffauswaschungen die Folge sind.

Auch in diesem Jahr wurde auf allen Flächen der größte Anteil des im Boden vorhandenen Stickstoffs in der obersten Bodenschicht (0 – 30 cm) gemessen. Dieses deutet darauf hin, dass sowohl ungenutzter Stickstoff aus der letzten N-Gabe im Boden verblieben als auch zusätzlicher Stickstoff durch Mineralisierung gebildet worden ist.

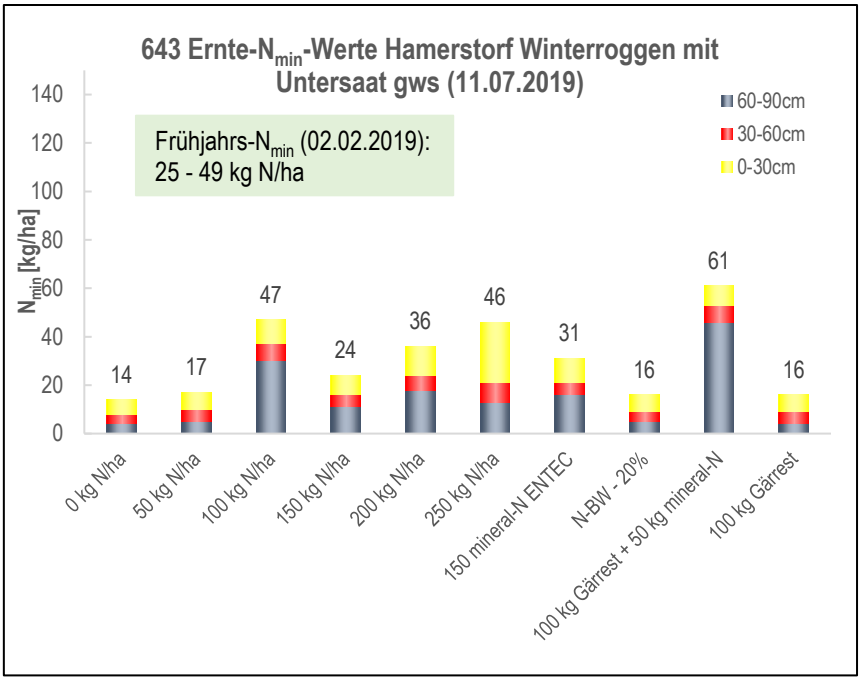
7) N_{min}-Werte nach Winterroggen

Roggen-Versuchsstandorte 2019: Hamerstorf, Wehnen

Vergleich von Fruchtfolgestrategien – Konventionelle Saatstärke und geringe Saatstärke mit Untersaat (Hamerstorf, 643)

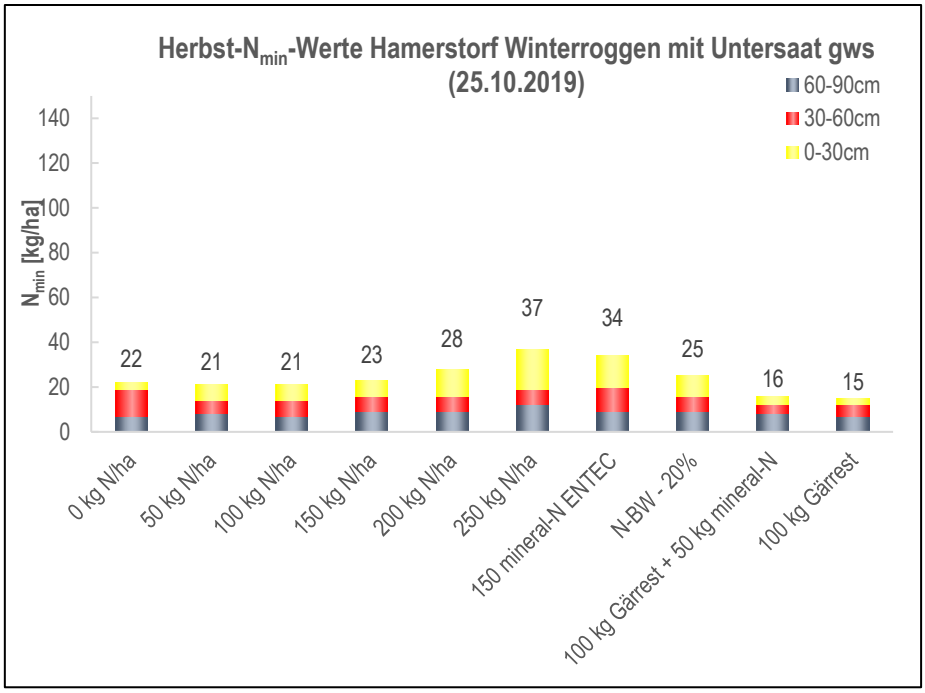
Am Versuchsstandort in **Hamerstorf (643)** wird eine konventionelle mit einer grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge bei unterschiedlich hohen N-Düngungsstufen verglichen. Neben der mineralischen N-Düngestaffel werden eine organische, organisch-mineralische und eine Variante mit stabilisierten N-Dünger geprüft. In einigen Varianten werden begleitende Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG durchgeführt. In 2019 wurde in der konventionellen Fruchtfolge Winterroggen in einer Saatstärke von 200 Körner/m², in der grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge Winterroggen in einer Saatstärke von 150 Körner/m² mit einer Untersaat (Welsches Weidelgras) 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 2019 wurde der Versuch insgesamt zwei Mal am 28.05.2019 bis 21.06.2019 mit je 30 mm Wassergabe beregnet.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



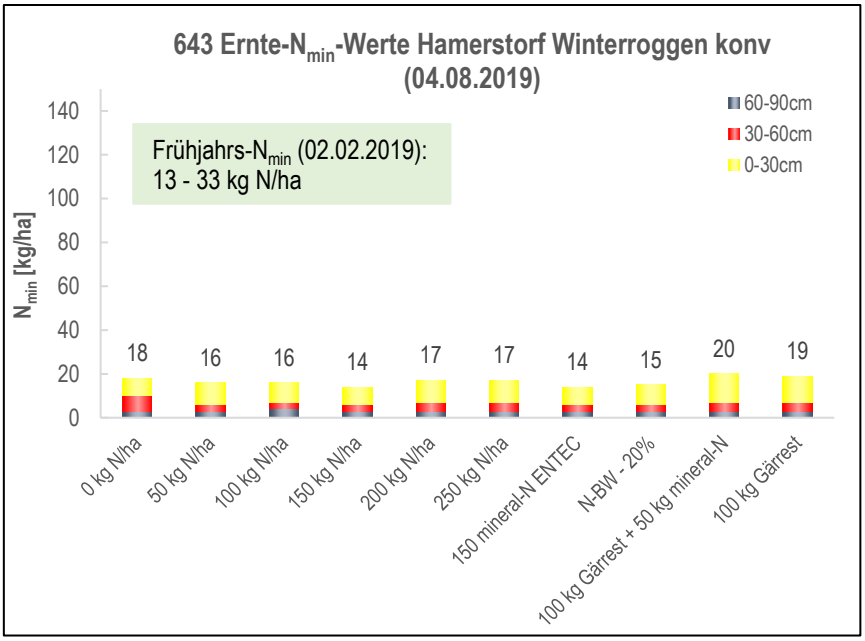
Die in der grundwasserschutzorientieren Fruchtfolge im Frühjahr gemessenen N_{min}-Werte lagen zwischen 25 und 49 kg N_{min}/ha (02.02.2019). Zusätzlich zu den N_{min}-Werten im Frühjahr und zur Ernte wurde am 27.05.2019 pro Varianten eine Spät-Frühjahrs-N_{min}-Probe gezogen. Hier wurden sehr geringe N_{min}-Werte zwischen 9 und 27 kg N_{min}/ha gemessen. Die Ernte-N_{min}-Werte wurden am 11.07.2019 ermittelt. Diese unterschieden sich innerhalb der Varianten auf einem Niveau zwischen 14 und 61 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. Die mit 100 kg N/ha gedüngte Variante allerdings, war mit 47 kg N_{min}/ha etwas höher als die Reihenwerte der N-Düngestaffel. Der N_{min}-Wert in der nach N-Bedarfswert minus 20% gedüngten Variante war mit 16 kg N_{min}/ha sehr niedrig, passt damit gut in die Verlaufskurve der N-Steigerung. Auffällig ist, dass sich ein großer Teil des Stickstoffs, wenn der N_{min}-Wert in den höher gedüngten Varianten etwas höher lag, in der unteren Bodenschicht (60 – 90 cm) befindet.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

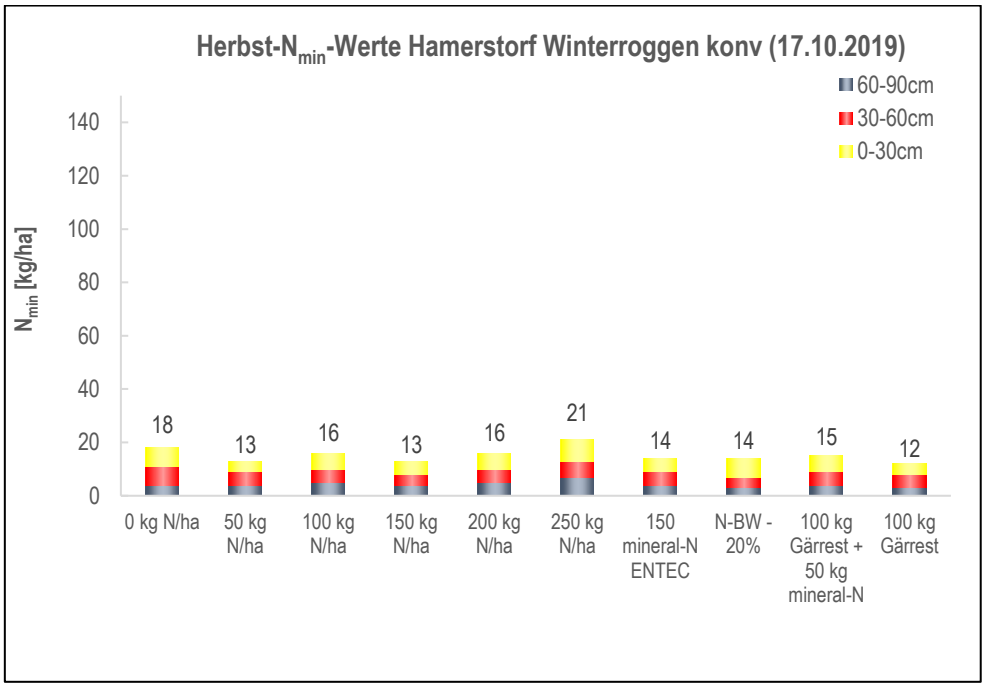


Am Standort in Hamerstorf wurde zusätzlich am 25.10.2019 ein Herbst-N_{min}-Wert ermittelt. Dieser lag ähnlich niedrig wie in der konventionellen Fruchtfolge mit Werten über alle Varianten zwischen 15 und 37 kg N_{min}/ha. Anders ist allerdings die Veränderung über den Zeitraum der Probenahme, denn in der grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge nimmt der N_{min}-Wert vom Zeitpunkt nach der Ernte bis zum Herbst leicht zu. Dabei unterscheidet sich die Höhe des N_{min}-Wertes in einigen Varianten deutlich vom Wert direkt nach der Ernte. So nimmt der N_{min}-Wert in der Variante 9 (100 kg Gärrest + 50 kg min. N) deutlich von 61 auf 16 kg N_{min}/ha an. Am Auswaschungsgefährdeten Sandstandort in Hamerstorf wird daher ersichtlich, dass es bis zum Termin der N_{min}-Probenahme Mitte Oktober bereits zur Verlagerung des Stickstoffs im Boden in tiefere Bodenschichten kam. Um eine genauere Aussage zur Auswaschung treffen zu können, bleiben die Ergebnisse der Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG abzuwarten.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Die in der konventionellen Fruchtfolge im Frühjahr gemessenen N_{min}-Werte lagen im Vergleich zur grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge auf einem ähnlich niedrigen Niveau zwischen 13 und 33 kg N_{min}/ha (02.02.2019). Die Ernte-N_{min}-Werte wurden am 04.08.2019 ermittelt. Diese lagen vermutlich aufgrund des engeren Aussaatstärke und der voraussichtlich besseren Erträge als in der grundwasserschutzorientieren Fruchtfolge auf einem deutlich niedrigeren Niveau zwischen 14 und 20 kg N_{min}/ha. Dabei ist kein Unterschied in den Düngungsvarianten deutlich.



Auch in der konventionellen Fruchtfolge wurde zusätzlich am 17.10.2019 ein Herbst-N_{min}-Wert ermittelt. Dieser lag über alle Varianten zwischen 12 und 21 kg N_{min}/ha und hat damit keine Abweichungen (im Rahmen der Fehlergrenze der N_{min}-Probenahme) zum gemessenen Wert direkt nach

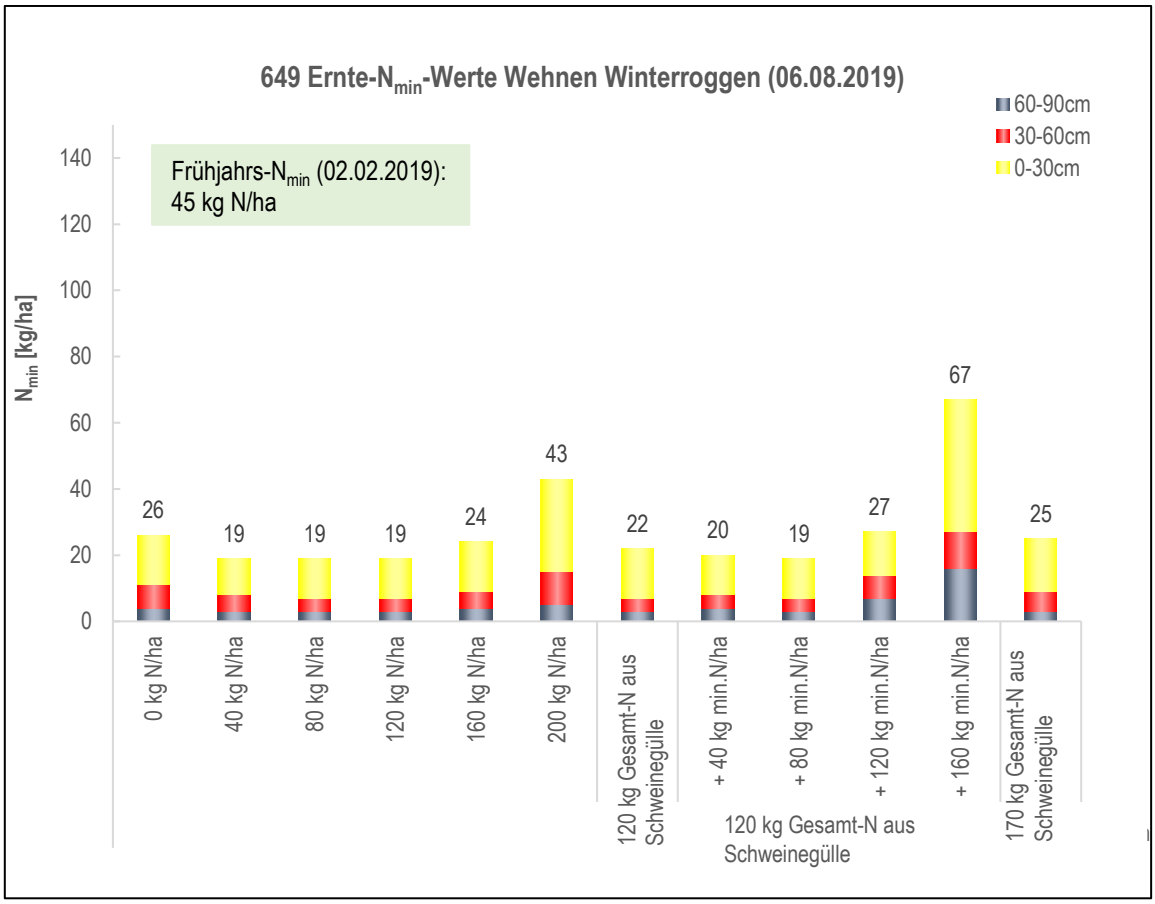
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

der Ernte. 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.

Die schwierigen Bodenverhältnisse aufgrund des sehr trockenen Jahres 2018 erschwerten in beiden Fruchtfolgen die Aussaat des Winterroggens. Daher ist neben der Betrachtung der N_{min}-Werte auch die Auswertung der Erträge abzuwarten, um Aussagen zur Stickstoffaufnahme der Pflanzen und weitergehend auch zum Unterschied zwischen der konventionellen und grundwasserschutzorientierten Fruchtfolge treffen zu können.

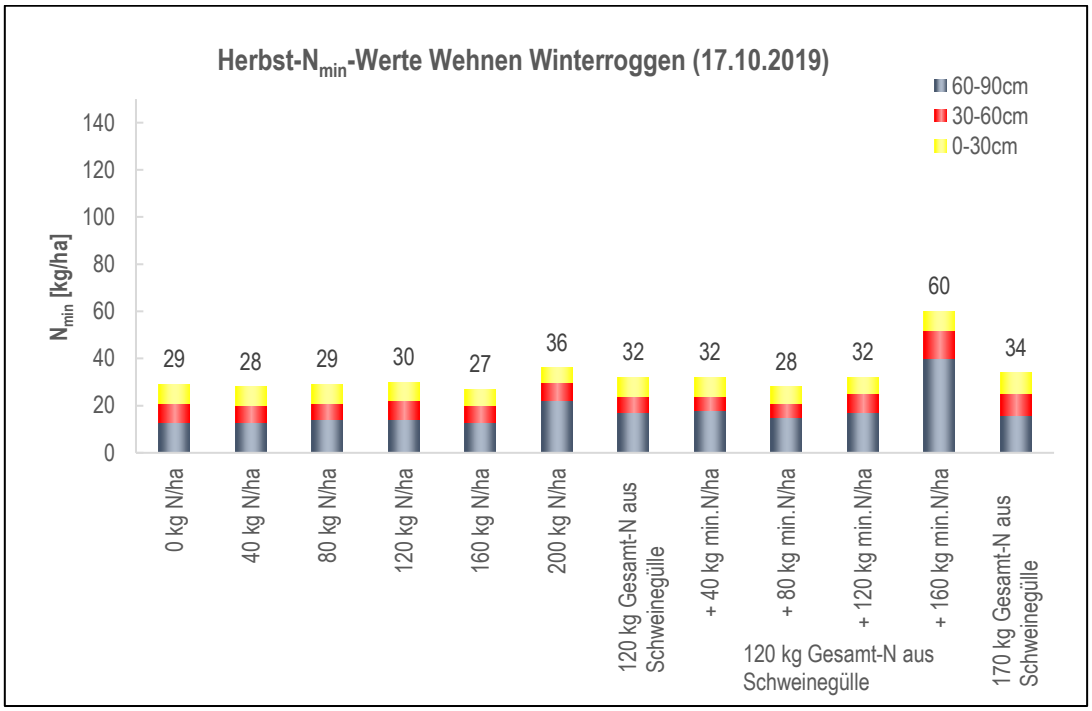
Vergleich von organischer und mineralischer N-Düngung und Auswirkungen auf die N_{min}-Werte (Wehnen, 649)

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 2019 wurde Winterroggen nach Silomais angebaut.



Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Am Standort in Wehnen wurde ein Frühjahrs-N_{min}-Wert von 45 kg N_{min}/ha gemessen. Die Ergebnisse der Ernte-N_{min}-Untersuchungen zeigen insgesamt für Winterroggen typisch niedrige N_{min}-Werte nach der Ernte zwischen 19 und 67 kg N_{min}/ha. Dabei schwanken die N_{min}-Werte bei der mineralischen N-Düngestaffel zwischen 19 kg N_{min}/ha (N-Düngung 40, 80. 120 kg N/ha) und 43 kg N_{min}/ha (N-Düngung 200 kg N/ha). Bei den rein organischen gedüngten Varianten waren die N_{min}-Werte nach der Ernte insgesamt mit 22 kg N_{min}/ha (N-Düngung 120 kg Gesamt-N aus Schweinegülle) und 25 kg N_{min}/ha (N-Düngung 170 kg Gesamt-N aus Schweinegülle) niedrig. In den kombinierten Varianten aus mineralischer und organischer N-Düngung lagen die Ernte N_{min}-Werte zwischen 19 kg N_{min}/ha (N-Düngung mit 120 kg Gesamt-N/ha aus Schweinegülle in Kombination mit einer mineralischen Ergänzungsdüngung von 80 kg N/ha) und 67 kg N_{min}/ha (N-Düngung 120 kg Gesamt-N/ha aus Schweinegülle in Kombination mit einer überhöhten mineralischen Ergänzungsdüngung von 160 kg N/ha).



Am Standort in Wehnen wurde zusätzlich am 17.10.2019 ein Herbst-N_{min}-Wert ermittelt. Dieser lag über alle Varianten zwischen 27 und 60 kg N_{min}/ha. Dabei unterscheidet sich die Höhe des Nmin-Wertes nicht von den Werten direkt nach der Ernte. Allerdings wird deutlich, dass es bis zum Termin der N_{min}-Probenahme Mitte Oktober bereits zur Verlagerung des Stickstoffs im Boden in tiefere Bodenschichten kam. 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.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

Auch im Versuchsjahr 2019 zeigt sich, dass der Winterroggen in der Regel niedrige N_{min}-Werte nach der Ernte hinterlässt und damit für den Wasserschutz eine sehr gut geeignete Zwischenfrucht in der Rotation ist, um niedrige N_{min}-Werte zu erzielen.

8) N_{min}-Werte nach Winterraps

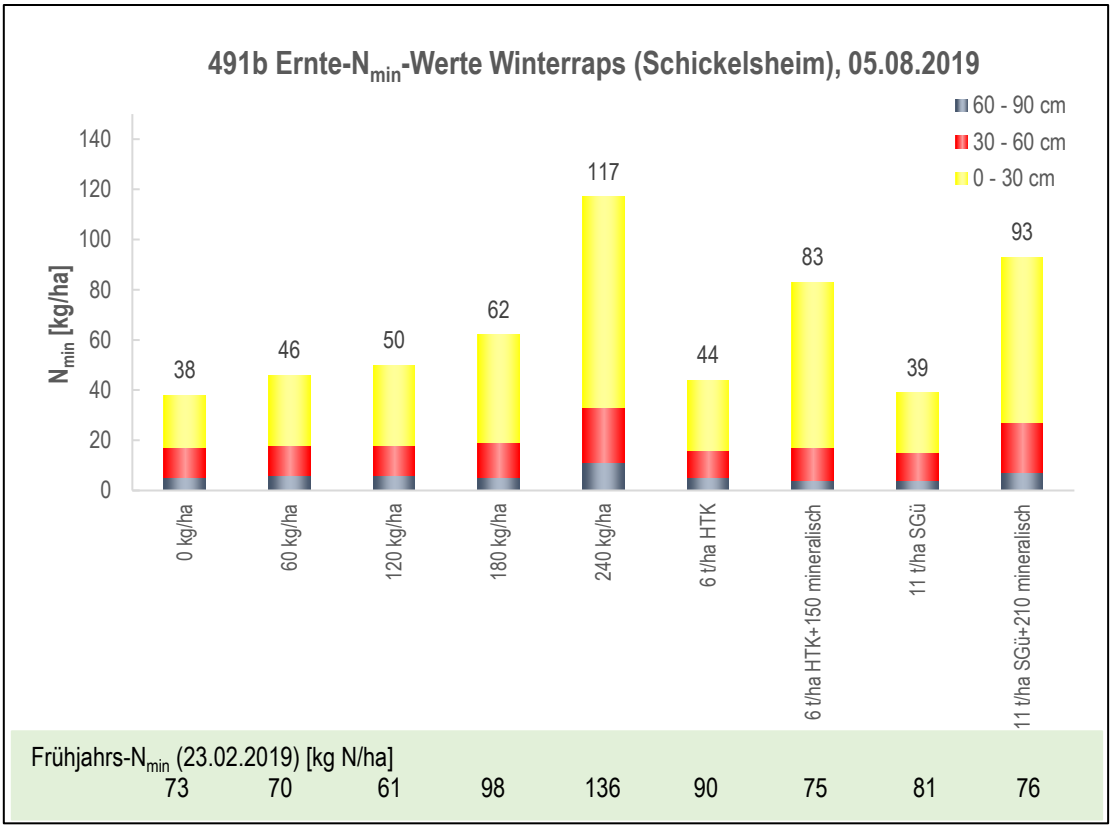
Raps-Versuchsstandorte 2019: Schickelsheim (LK Helmstedt)

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 langfristen Auswirkungen der organischen Düngung auf die N-Dynamik im Boden in einer Ackerbauregion in Niedersachsen wurde im Herbst 2017 am Versuchsstandort in Schickelsheim mit der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen und Wintergerste (jeweils mit fester Stickstoff-Düngestaffel; unter einer Fruchtart – 2019- mit begleitenden Sickerwasseruntersuchungen durch das LBEG) stationär, randomisiert in vierfacher Wiederholung, neu angelegt. Aufgrund der sehr nassen Witterung konnte die geplante Fruchtfolgerotation nicht auflaufen. Stattdessen wurde im Frühjahr 2018 einheitlich über alle Parzellen Sommerweizen ausgesät und die feste N-Düngestaffel angelegt. Aufgrund der Trockenheit im Sommer 2018 wurde die stark erschwerte Probenahme der Ernte N_{min}-Werte auf die nach N-Bedarfswert gedüngten Variante beschränkt. In 2018/2019 trat kein Sickerwasser auf. In 2019 konnten alle Kulturen wie geplant mit fester N-Düngestaffel und zusätzlichen Varianten mit organischer Düngung (separierte Schweinegülle (SGü) sowie Hühnertrockenkot (HTK) und jeweils eine Variante mit mineralischer Ergänzung in Höhe des N-Bedarfswertes – in den Kulturen Winterraps und Winterweizen getestet werden. Um den P-Bedarf der Fruchtfolge nicht zu überschreiten wird, wurde in der Wintergerste keine Varianten mit organischer Dünung angelegt.

Die variantenscharf im Frühjahr ermittelten N_{min} Gehalte im Boden liegen im Versuch mit Winterraps auf dem höchsten Niveau. In der Nullparzelle werden 73 kg N_{min}/ha und in der Variante mit der höchsten N-Zufuhr der Frühjahrs-Spitzenwert von 136 kg N_{min}/ha ermittelt.

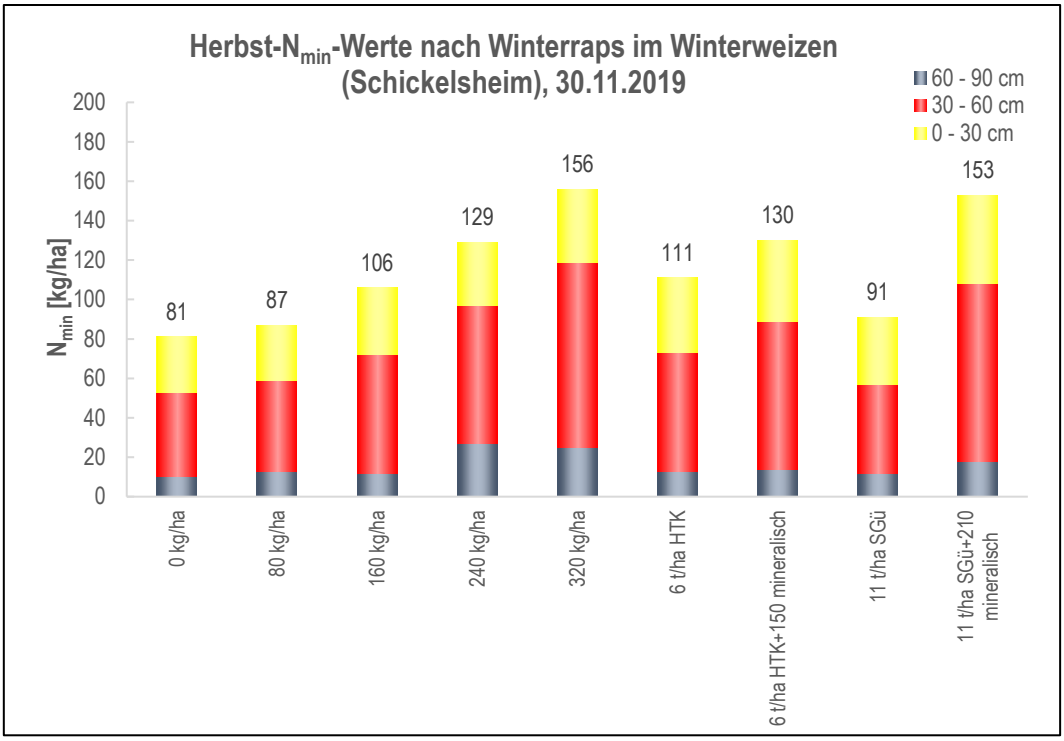
Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Zum Zeitpunkt „Probenahme nach der Ernte“ sind die N_{min}-Gehalte im Boden unter Winterraps bis zur Höhe der N-Zufuhr 120 kg N/ha bis in Höhe des N-Bedarfswertes auf relativ niedrigem Niveau bzw. sind geringer als die im Frühjahr ermittelten Werte. Ab einer N-Zufuhr von über 180 kg N/ha steigen die Reststickstoffgehalte im Boden sowohl in den mineralisch als auch mineralisch-organisch gedüngten Varianten stark bis auf 117 kg N_{min}/ha an. In den Varianten mit rein organischer Stickstoffdüngung (92 kg Gesamt N/ha aus HTK) zur Ableitung der Mineraldüngeräquivalente nimmt der mineralische Stickstoffgehalt im Boden um die Hälfte auf 44 kg N_{min}/ha Hühnertrockenkot (HTK) bzw. mit einer N-Düngung aus separierter Schweinegülle (N-Zufuhr 34 kg Gesamt-N/ha) auf 39 kg N_{min}/ha zu diesem Termin ab.

(Weitergehende Auswertungen s. Versuchsbericht 2019)

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

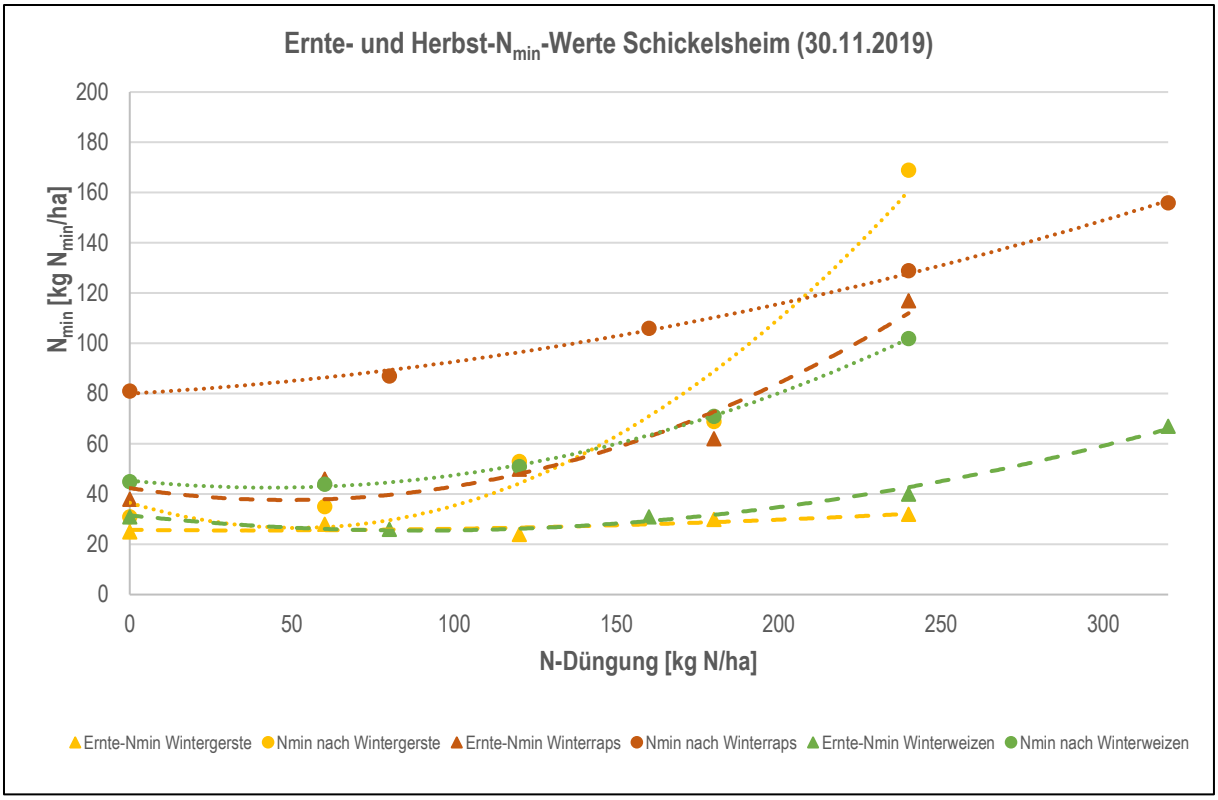


Zum späteren Probenahmetermin „Beginn Sickerwasserperiode/Ende Vegetation“ am 30.11.2019 ergeben sich Veränderungen:

Die N_{min} Gehalte im Boden nehmen im Vergleich zu den N_{min}-Werten direkt nach der Ernte mit steigender N-Düngung stetig zu und liegt bei der Variante mit einer überhöhten N-Düngung von 320 kg N/ha bei 156 kg N_{min}/ha. Dabei liegen die mineralisch und org.-min. gedüngten Variante auf einem gleichen Niveau. Auffällig ist hier, dass das Gesamtniveau der Reststickstoffgehalte gestiegen ist, sodass es zu Mineralisationsprozessen im Boden gekommen sein muss Dieser Effekt ist für eine Vorfrucht Winterraps aufgrund der hohen Ernterückstände (Blatt- und Wurzelmasse) typisch.

Der Winterraps verzeichnete 2019 aufgrund der Trockenheit Mindererträge, sodass eine Berechnung des Optimalertrages/ der optimalen N-Düngung nicht errechnet werden konnte. In der Variante „nur HTK“ in Höhe der von rd. 90 kg N-Frühjahrs-N_{min} plus 92 kg N-Zufuhr/ha hat im Vergleich auch zu den anderen Varianten mit organischer Düngung und zusätzlicher mineralischer Ergänzung auf eine N-Zufuhr in Höhe von 180 kg Gesamt-N/ha eine stärkere Nachmineralisation stattgefunden.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.



Die Abbildung zeigt die Ernte- und Herbst-N_{min}-Werte der einzelnen Kulturen in Abhängigkeit von der Höhe der N-Düngung und damit auch einen Vergleich der beiden Beprobungszeitpunkte der jeweiligen Kulturen Wintergerste (gelb), Winterweizen (grün) und Winterraps (rot) der festen N-Düngestaffel am Versuchsstandort Schickelsheim.

Zum Termin Ernte liegen alle drei Kulturen auf relativ niedrigem Niveaus. Lediglich im Winterraps, der aufgrund der Sommertrockenheit Ertragseinbußen hatte, spiegelt sich die Zunahme der N- Düngung zunächst nicht in erhöhten Reststickstoffgehalten nach der Ernte im Boden wieder.

Bei Betrachtung der Entwicklung zum Ende der Vegetation am 30.11.2019 (es trat in 2018/2019 kein Sickerwasser auf) werden in allen drei Kulturen Mineralisationseffekte deutlich, die mit zunehmender N-Düngung auch erhöhte Reststickstoffgehalte im Boden bedingen. Dies ist vor allem nach Wintergerste zu beobachten. Die N_{min}-Werte nach Winterraps liegen dabei auf dem für Raps typisch hohen Niveau. da das gesamte Blatt auf dem Feld verbleibt. In 2019/2020 kann das LBEG unter diesem Versuchsblock anhand der Auswertungen der weitergehenden Untersuchungen zeigen, in wieweit sich dieses auf den Nitratgehalt im Sickerwasser ausgewirkt hat.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

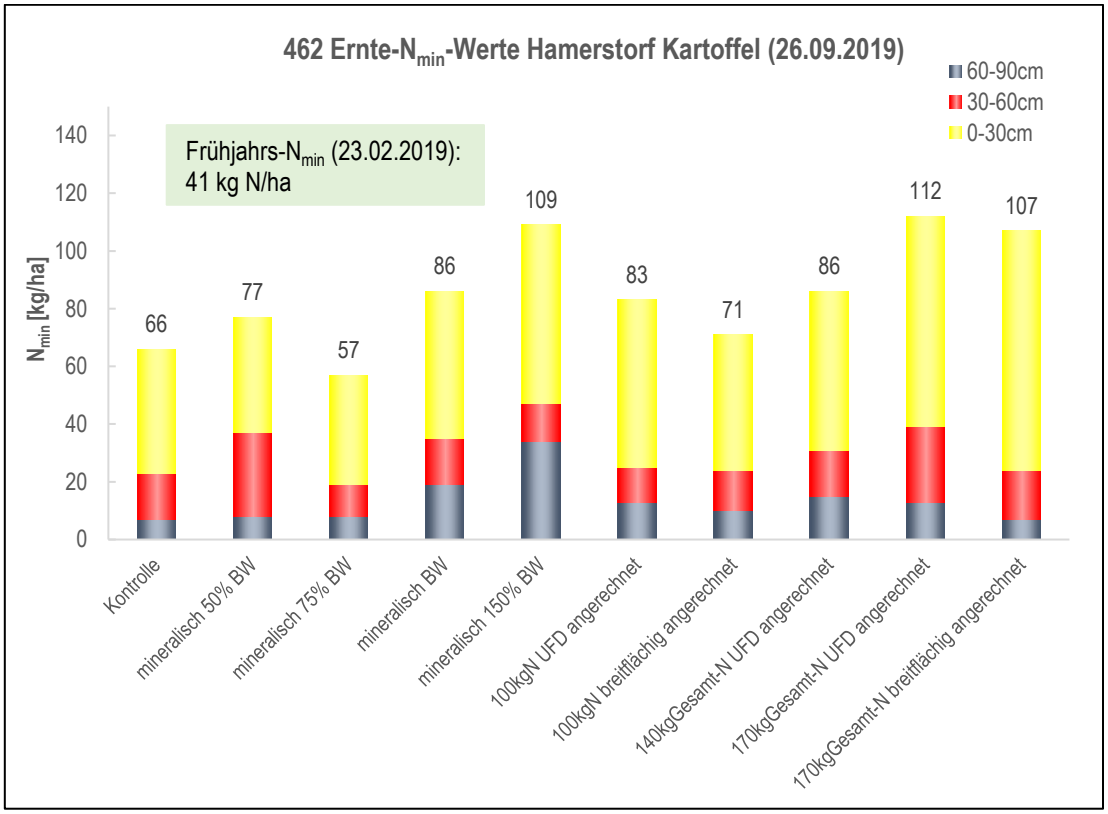
9) N_{min}-Werte nach Kartoffel

Kartoffel-Versuchsstandorte 2019: Hamerstorf (LK Uelzen)

Vergleich unterschiedlicher N-Düngungsverfahren und Auswirkungen auf die N_{min}-Werte (Hamerstorf, 462)

Für den Versuch mit 10 Varianten zur Ableitung der Stickstoff- Mineraldünger-Äquivalente in Kartoffeln war 2019 in Hamerstorf ebenfalls das erste Versuchsjahr. In den mineralisch gedüngten Varianten wurde Stickstoff in Höhe des Bedarfswertes und in Höhe von 50, 75% und 150% des Bedarfswertes gedüngt. Abzüglich des N_{min}-Wertes von 41 kg N/ha wurden dementsprechend 139 kg N/ha (Bedarfswert), 94 kg N/ha (75%), 49 kg N/ha (50%) und 229 kg N/ha (150%) gedüngt.

In den Varianten mit organischer Düngung wurde der Gärrest sowohl breitflächig als auch mit Unterfußdüngung (UFD) ausgebracht. Die Düngung staffelte sich hierbei von 100 über 140 bis zu 170 kg Gesamt-N. Abzüglich des N_{min}-Wertes wurden in den jeweiligen Varianten 12,17 und 20 m^3/ha Gärrest ausgebracht.



Die Reststickstoffgehalte im Boden zum Nach-Ernte-Termin am 26.09.2019 liegen insgesamt auf einem relativ hohen Niveau. Bereits in der Null-Variante wurde ein Ernte-N_{min}-Wert von 66 kg N/ha ermittelt.

Mit steigender Düngung steigen auch die Rest-N_{min}-Gehalte im Boden an. In der nach Bedarfswert gedüngten Variante lag der nach der Ernte ermittelte N_{min}-Wert bei 86 kg N_{min}/ha Die mineralische

Düngung in Höhe von 75% des Bedarfswertes stellt sich hierbei nicht linear da. Der Reststickstoffgehalt ist sogar geringer als in der Kontrolle, die gar nicht gedüngt wurde.

Ab einer N-Zufuhr von über 180 kg N/ha steigen die Reststickstoffgehalte im Boden sowohl in den mineralisch als auch organisch gedüngten Varianten bis auf 109 kg N/ha an. Es zeigen sich auch in der mit 170 kg Gesamt-N/ha organisch gedüngten Variante erhöhte N_{min}-Werte von 107 und 112 kg N/ha. In den Varianten mit dem breitflächigen Ausbringungsverfahren wurden um 5 bzw. 12 kg N/ ha höhere N_{min}-Werte als bei der Ausbringung des Gärrestes mit UFD gemessen.

Beim Vergleich der ermittelten Reststickstoffgehalte im Boden der mit Gärrest im Unterfußverfahren gedüngten Variante (140 kg N-Gesamt + 41 kg N_{min}/ha) und der nach N-Bedarfswert mineralisch gedüngten Variante (139 kg N/ ha + 41 kg N_{min}/ha) zeigte sich 2019 ein identischer Ernte-N_{min}-Wert von 86 kg N/ha. Um die Wirkung der Gärreste im Vergleich zur Mineraldüngung abschätzen zu können, bleibt die Auswertung der Erträge und Qualitäten sowie der N-Entzug durch die Pflanzen abzuwarten. Insgesamt liegen die Reststickstoffgehalte nach Kartoffel auf (typisch) hohem Niveau. Daher ist eine Begrünung über Winter aus Wasserschutzsicht eine effektive Maßnahme, um den Stickstoff über Winter zu konservieren.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

10) Zusammenfassung – Ernte- und Herbst-N_{min}-Werte zeigen Tendenzen

Die Versuche mit gestaffelten, festen N-Düngungsstufen zeigen, dass bei einer N-Düngung über den N-Bedarfswert hinaus, oftmals hohe Reststickstoffgehalte nach der Ernte im Boden die Folge sind. Dabei zeigen sich kulturartenspezifische Unterschiede.

In 2019 wurde wieder deutlich, dass die Witterung einen entscheidenden Einfluss auf Stickstoffgehalte im Boden und die Erträge hat. Die Herbst- N_{min}-Gehalte lagen dabei auf vielen Standorten deutlich höher als die gemessenen Werte direkt nach der Ernte, was auf unterschiedliche Einflüsse wie die Nachmineralisation aufgrund der milden Witterung oder der durch die Trockenheit bedingten Festlagerung im Boden zurückzuführen sein kann. Die genaue Ursache ist dabei nur schwer zu erfassen und noch nicht letztendlich geklärt.

Um das Risiko einer Nitratauswaschung zu minimieren, bietet die Begrünung über Winter gute Voraussetzungen. Zusätzlich sollte das N-Nachlieferungspotenzial der eigenen Standorte unbedingt bei der Düngeplanung berücksichtigt werden. Hier zeigen die auf unterschiedlichen Standorten ermittelten Rest-N_{min}-Gehalte u.a. im Mais, dass weiteres Potential zur Stickstoffreduzierung vorhanden ist. Auch die Fruchtartenwahl kann die Reststickstoffgehalte im Boden nach der Ernte positiv beeinflussen, so zeichnete sich Winterroggen durch niedrige N_{min}-Werte aus. Nach Kartoffel oder Winterraps sind oftmals hohe N_{min}-Werte vorhanden. Durch die jeweiligen Versuche kann der Einfluss der Bewirtschaftung auf die N_{min}-Gehalte unter Berücksichtigung der jahresspezifischen Witterung dargestellt werden.

- Bei N-Düngung über den N-Bedarfswert sind oftmals hohe Reststickstoffgehalte nach der Ernte im Boden die Folge.
- Winter-, Sommergerste und Winterroggen hinterließen in 2019 die geringsten Reststickstoffgehalte nach der Ernte. Kartoffel und Winterraps dagegen die höchsten.
- Im Winterweizen konnten etwas geringere N_{min}-Werte als in 2018 gemessen werden. Diese liegen dennoch über dem langjährigen Mittelwert, was maßgeblich auf die Jahreswitterung zurückzuführen ist. Besonders hohe Herbst-N_{min}-Werte zeigten sich bei den über den N-Bedarf hinaus gedüngten Varianten (320 kg N/ha).
- Witterung hatte auch in 2019 Einfluss auf Erträge und N_{min}-Werte.
- Der Standort und das entsprechende Mineralisierungspotential sollten bei der Düngeplanung unbedingt berücksichtigt werden.

Die Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche wird finanziert durch das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.