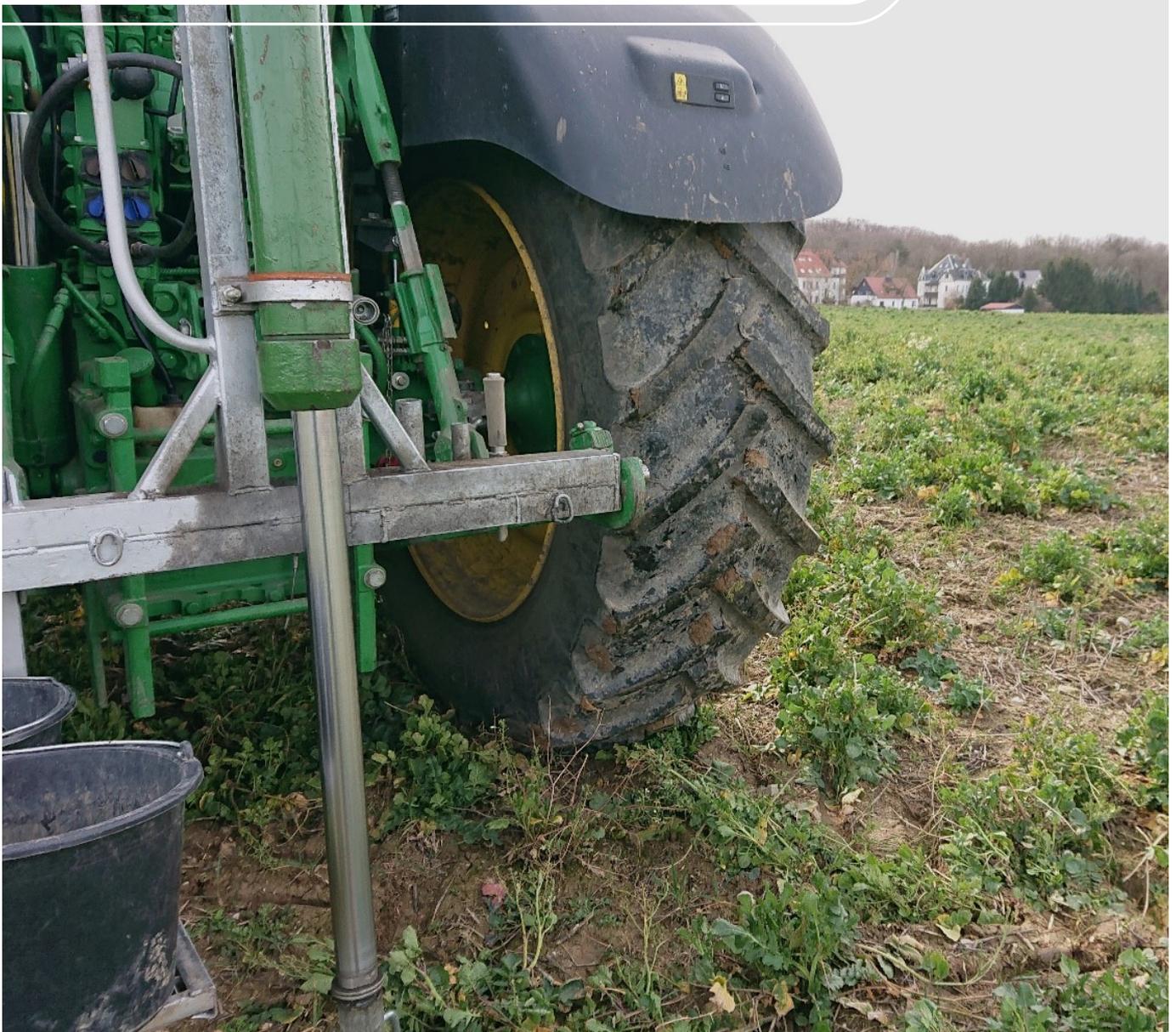


Aussage von N_{\min} - Untersuchungen im Frühjahr



Landwirtschaftlicher Gewässerschutz Präzision und Aussagefähigkeit von N_{min}-Untersuchungen im Frühjahr 2020

Markus Theiß, Dr. Wilfried Schliephake; AgUmenda GmbH Leipzig

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	6
2	Material und Methoden	7
2.1	Vorgehen bei der Bodenprobenahme	7
2.2	Hinweise zu den beprobten Flächen	9
2.3	Wetterdaten	10
2.4	Erstellung der Potenzialkarten	11
3	Ergebnisse	13
3.1	Winterraps-Fläche 1 (AI-Standort im Landkreis Nordsachsen).....	13
3.2	Fazit zu den untersuchten Rapsschlägen	17
3.3	Winterweizen - Fläche 6 (D-Standort im Landkreis Meißen)	17
3.4	Fazit zu den Weizenschlägen	19
3.5	Mais- Fläche 9 (Lö-Standort im Landkreis Leipzig).....	20
3.6	Fazit zu den Maisflächen	22
4	Fazit	23
Anhang		24
A 1	N _{min} -Ergebnisse Winterraps - Schlag-Nr. 1.....	24
A 2	N _{min} -Ergebnisse Winterraps - Schlag-Nr. 2.....	25
A 3	N _{min} -Ergebnisse Winterraps - Schlag-Nr. 3.....	26
A 4	N _{min} -Ergebnisse Winterraps - Schlag-Nr. 4.....	27
A 5	N _{min} -Ergebnisse Winterweizen - Schlag-Nr. 5	28
A 6	N _{min} -Ergebnisse Winterweizen - Schlag-Nr. 6	29
A 7	N _{min} -Ergebnisse Winterweizen - Schlag-Nr. 7	30
A 9	N _{min} -Ergebnisse Winterweizen - Schlag-Nr. 8	31
A 10	N _{min} -Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 9 (1. Probenahme termin).....	32
A 11	N _{min} -Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 9 (2. Probenahme termin).....	33
A 12	N _{min} -Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 10 (1. Probenahme termin).....	34
A 13	N _{min} -Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 10 (2. Probenahmetermin).....	35
A 14	N _{min} -Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 11 (1. Probenahmetermin).....	36
A 15	N _{min} -Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 11 (2. Probenahmetermin).....	37
A 16	N _{min} -Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 12 (1. Probenahmetermin).....	38
A 17	N _{min} -Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 12 (2. Probenahmetermin).....	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ungemischte Bodenprobe auf dem Bodensieb.....	8
Abbildung 2: Gesiebte Bodenprobe	8
Abbildung 3: Übersicht zu den Niederschlägen und mittleren Temperaturen von drei Stationen des LfULG in der Zeit von April 2019 bis März 2020	10
Abbildung 4: Erstelltes Geotiff von einem Beprobungsschlag (Winterraps) mit den standardmäßig im Programm vorgegebenen fünf Zonen	11
Abbildung 5: Potenzialkarte mit Probepunkten für den Rapsschlag	14
Abbildung 6: Wassergehalt der Proben in den jeweiligen Potenzialzonen in den zwei Bodentiefen auf dem Schlag	14
Abbildung 7: N_{\min} -Beträge der jeweiligen Probenpunkte einschließlich der in den Mischproben ermittelten N_{\min} -Werte sowie den aus den entsprechenden Einzelproben berechneten Mittelwerten	15
Abbildung 8: Summe der N_{\min} -Gehalte und der in den dazugehörigen Bereichen im Herbst in der Rapsbiomasse eingebundene N-Menge.....	16
Abbildung 9: Beziehung zwischen der im Herbst in der Rapsbiomasse eingebundenen N-Menge und den an den Probepunkten ermittelten N_{\min} -Gehalten	16
Abbildung 10: Mittlere N_{\min} -Beträge in den Potenzialzonen der vier untersuchten Rapsschläge	17
Abbildung 11: Probepunkte und Potenzialzonen auf dem Weizenschlag	18
Abbildung 12: Wassergehalte der jeweiligen Bodenschicht in den drei Potenzialzonen	18
Abbildung 13: N_{\min} -Beträge der jeweiligen Probenpunkte, einschließlich der in den Mischproben ermittelten N_{\min} -Werte sowie aus den entsprechenden Einzelproben berechneten Mittelwerten.....	19
Abbildung 14: Mittlere N_{\min} -Beträge in den Potenzialzonen der vier untersuchten Weizenschläge.....	20
Abbildung 15: Potenzialzonen der zukünftigen Maisfläche.....	20
Abbildung 16: Wassergehalt des Bodens an den Probepunkten (Mittelwert beider Probenahmetermine).....	21
Abbildung 17: N_{\min} -Beträge der jeweiligen Probenpunkte, einschließlich der in den Mischproben ermittelten N_{\min} -Werte sowie den aus den entsprechenden Einzelproben berechneten Mittelwerten zum ersten Probenahmetermine.....	21
Abbildung 18: Mittlere N_{\min} -Beträge von allen zukünftigen Maisflächen und den Probenahmetermenen	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: realisierte Probenahmetermine.....	7
Tabelle 2: Schlagkenndaten	9
Tabelle 3: Bewirtschaftung der Flächen	9

Abkürzungsverzeichnis

BKR	Boden-Klima-Raum (nach Roßberg et al. 2007)
DüV	Düngeverordnung
LKS	Landwirtschaftliche Kommunikations- und Service-GmbH
MP	Mischprobe
MW	Mittelwert
sig.	signifikant

1 Aufgabenstellung

Die Nutzung schlagspezifischer Ergebnisse der N_{\min} -Untersuchung führt zu einer präziseren Düngebedarfsberechnung und damit im Nitratgebiet zu einer Minimierung von N-Überhängen und der damit verbundenen Verringerung von Nitratausträgen über Winter. Zwar werden nach DüV lediglich Beprobungen zu den jeweiligen Fruchtarten in einer Bewirtschaftungseinheit vorgeschrieben. Eine kleinräumige Beprobung kann allerdings zu einer wesentlich besseren Aussage führen, zumal wenn es sich um heterogene Standorte handelt. Deshalb gibt es die Empfehlung, große Schlageinheiten in kleine Raster (etwa 10 ha) zu unterteilen. Ein wichtiger Aspekt für die Aussagefähigkeit ist dann allerdings, nach welchen Verfahren die Einteilung der Raster erfolgt und wie sich die gewonnenen Ergebnisse bei der späteren N-Düngung umsetzen lassen.

Für die Untersuchungen wurden zwölf heterogene Schläge (je vier Raps- und Weizenschläge sowie Maisflächen) im Nitratgebiet ausgewählt und georeferenzierte N_{\min} -Beprobungen vorgenommen. Die Zonierung der zu beprobenden Ackerflächen erfolgte mithilfe des Online-Werkzeuges CLAAS Crop View. Jeder Schlag wurde damit in drei Potenzialzonen eingeteilt.

2 Material und Methoden

2.1 Vorgehen bei der Bodenprobenahme

Die N_{\min} -Beprobung erfolgte im Bereich von jeweils fünf Probenpunkten der jeweiligen Zone, die je nach Situation über den Schlag verteilt waren. Bei Raps und Weizen wurde die Beprobung im Februar vor der ersten N-Düngergabe vorgenommen. Auf den späteren Maisflächen wurden zwei Probennahmetermine sowohl im Februar, als auch etwa vier Wochen später im März, realisiert (Tabelle 1).

Die Beprobung erfolgte in einer Tiefe von 0-60 cm in zwei Schichten (0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm) mit mindestens 12 Einstichen. Ziel war eine Bodenmenge von etwa 1200 g je 30 cm Schicht. Je Schlag ergab sich daraus eine Mindestzahl von 180 Einstichen.

Tabelle 1: realisierte Probenahmetermine

Schlag	Angebaute Kultur	Probenahmetermine
1 - 4	Winterraps	31.01.20; 06.02.20; 12.02.20; 06.02.20
5 - 8	Winterweizen	07.02.20; 12.02.20; 14.02.20; 18.02.20
9 - 12	ZwF vor Mais	21.02.20; 24.02.20; 20.02.20; 13.02.20 (1. Beprobung)
9 - 12	ZwF vor Mais	17.03.20; 17.03.20; 20.03.20; 20.03.20 (2. Beprobung)

Die Bodenproben wurden nach der Entnahme bis zur weiteren Bearbeitung (Herstellung von Mischproben) kühl gelagert (4 – 6 °C). Bei mehr als 24 h Zwischenlagerung wurden sie im Gefrierschrank bei -18 °C eingefroren.

Jede Probe wurde grob gekrümelt und gemischt und durch ein 8 x 8 mm Sieb gedrückt und dann noch einmal intensiv gemischt (Abbildung 1 und 2). Von der Gesamtprobe wurden jeweils 220 g Boden abgenommen und für die Herstellung von Mischproben genutzt (eine je Potenzialzone und eine über alle drei Zonen). Die Bodenproben wurden im Labor des LKS untersucht.



Abbildung 1: Ungemischte Bodenprobe auf dem Bodensieb



Abbildung 2: Gesiebte Bodenprobe

2.2 Hinweise zu den beprobten Flächen

Angaben zu den beprobten Schlägen finden sich in Tabelle 2 und zur Bewirtschaftung in Tabelle 3.

Tabelle 2: Schlagkenndaten

Schlagnummer	Flächen-größe (ha)	Durchwurzel-bare Bodentiefe	Bodenart	Acker-zahl	BKR	Bemerkung
1	42,8	80 bis 110 cm	schluffiger Ton bis lehmiger Ton	60 bis 80	104	heterogener als BK 50
2	36,2	50 bis 80 cm	lehmiger Sand bis schluffiger Sand	26 bis 38	108	
3	17,8	100 bis 110 cm	toniger Schluff bis Schluff	70 bis 80	108	kleine Teilbereiche schlechter als BK 50
4	24,6	90 bis 100 cm	sandiger Schluff bis Schluff	60 bis 80	108	
5	32,6	50 bis 90 cm	schluffiger Sand bis sandiger Schluff	50 bis 70	108	Teilbereiche schlechter als BK 50
6	49,3	70 bis 100 cm	sandiger Lehm	48 bis 56	108	
7	65,0	45 bis 90 cm	Sand bis Ton	25 bis 60	104	
8	22,1	110 cm	toniger Schluff	80 bis 90	108	
9	18,5	90 cm	sandiger Schluff	60 bis 80	108	
10	30,3	60 bis 90 cm	sandiger Schluff	60 bis 80	108	
11	55,6	110 cm	toniger Schluff	80 bis 90	108	
12	49,0	80 cm	schluffiger Sand	45 bis 70	108	Teilbereiche besser als BK 50

(BKR 104 = diluviale Böden des ostdeutschen Tieflandes, BKR 108 = Lößübergangslagen Ost)

Tabelle 3: Bewirtschaftung der Flächen

Schlagnummer	Landkreis	Abkürzung	angebaute Kultur	organische Düngung im Herbst (kg N _{ges} /ha)	angebaute Vorfrucht	organische Düngung Vorfrucht (kg N _{ges} /ha)
1	Nordsachsen	AL	Winterraps	-	-	
2	Meißen	D_1	Winterraps	ohne	Winterweizen	ohne
3	Meißen	Lö_1	Winterraps	ohne	Weizen	ohne
4	Mittelsachsen	Lö_2	Winterraps	nein	Weizen	ohne
5	Nordsachsen	Lö_3	Winterweizen	ohne	Zuckerrüben	ohne
6	Meißen	D_2	Winterweizen	ohne	Winterraps	58 kg N _{ges}
7	Nordsachsen	D_3	Winterweizen	ohne	Winterraps	60 kg N _{ges}
8	Meißen	Lö_4	Winterweizen	ohne	Zuckerrübe	ohne
9	Leipzig	D_4	Brache Mais	ohne	Winterweizen	ohne
10	Leipzig	D_5	Brache Mais	ohne	Winterweizen	ohne
11	Leipzig	Lö_5	ZF vor Mais	60 kg N _{ges}	Winterweizen	ohne
12	Nordsachsen	Lö_6	ZF vor Mais	60kg N _{ges}	Winterweizen	ohne

2.3 Wetterdaten

Einfluss auf die N_{\min} -Dynamik haben das Ertragsgeschehen, die N-Freisetzung und die Nitratverlagerung: Geprägt wird dies insbesondere durch die Niederschläge und den Temperaturverlauf. Für die N_{\min} -Situation ausgangs des Winters 2019/20 war zu beobachten, dass sowohl bei den Niederschlägen als auch den Temperaturen im Jahr 2019 deutliche Abweichungen von den langjährigen Summen- bzw. Mittelwerten auftraten (Abbildung 3). An den drei hier aufgeführten Stationen des LfULG waren im Zeitabschnitt April 2019 bis März 2020 die Niederschlagsmengen lediglich im Oktober 2019 und im Februar 2020 deutlich über den langjährig gemessenen Mengen. Zu beobachten war an allen Stationen über dem Zeitabschnitt ein deutliches Niederschlagsdefizit. Die Temperaturen lagen insbesondere im Winter 2019/20 deutlich über den langjährigen Mittelwerten.

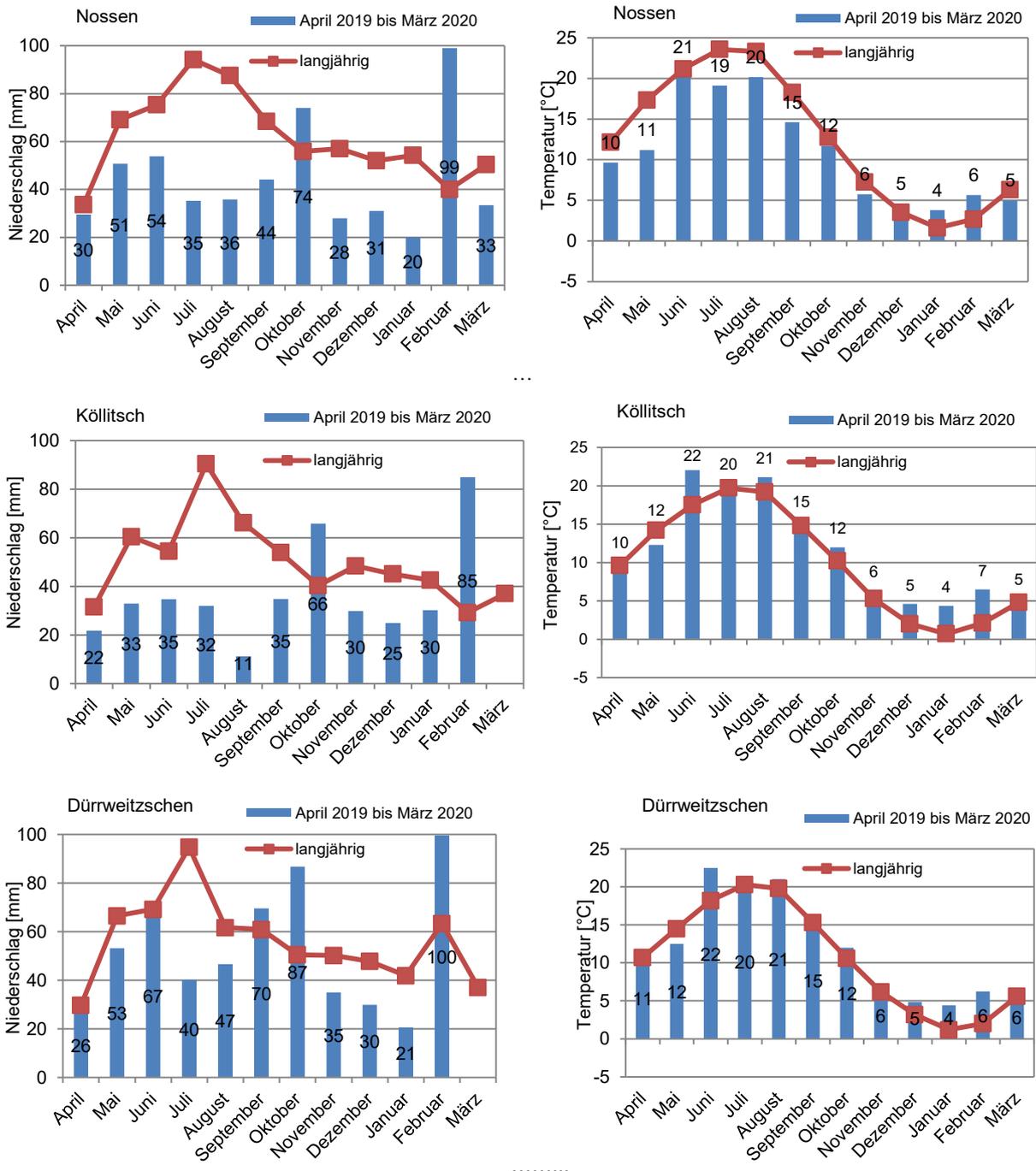


Abbildung 3: Übersicht zu den Niederschlägen und mittleren Temperaturen von drei Stationen des LfULG in der Zeit von April 2019 bis März 2020

2.4 Erstellung der Potenzialkarten

Für die Erstellung der Potenzialkarten wurde eine marktübliche Plattformanwendung genutzt. Es handelt sich um die Anwendung CLAAS „CropView“ auf der Plattform von 365FarmNet. Möglich ist damit eine recht unkomplizierte Erstellung von Potenzialkarten. Interessierten Landwirten werden diese zur weiteren Nutzung im Betrieb zur Verfügung gestellt.

Die Basis unserer Potenzial- oder Managementzonenkarten sind Satellitenbilder (Sentinel) aus den Jahren 2016-2019 von den in der Abreife befindlichen Kulturen. Durch Kenntnis der Fruchtart und der Erntetermine lassen sich oft geeignete Satellitenaufnahmen finden. Dieser Entscheidung ging eine Validierung einzelner Schläge anhand von anderen Abreifekarten, N-Sensordaten, Ertragsdaten und Bodenkarten (EM38) voraus. Effekte wie Wolken, Wolken-schatten, Feldversuche, Schlagteilung, verschiedene Sorten, starke Verunkrautung, blühende Bestände, Schädlingsbefall usw. machen aber immer eine manuelle Überprüfung der erstellten Karten nötig.

Nach dem Einlesen der Schlaggrenzen unter Verwalten und Schläge Importieren lässt sich die Anwendung nach der Aktivierung unter Planen „Cropview“ öffnen. Durch die Selektion nach Schlagnummer oder -name kann sehr schnell der gewünschte Schlag isoliert werden. Danach lässt sich der Zeitraum der zu berücksichtigenden Bilder auswählen. Das Wissen um die Fruchtfolge erleichtert hierbei die Auswahl. Nach Vergabe eines Dateinamens wird die Karte erstellt. Nach kurzer Zeit erscheint dann die Potenzialkarte (vgl. Abbildung 4). Wenn die Werte über 10% nach oben oder unten variieren, lässt sich vermuten, dass der Schlag eine entsprechend hohe Heterogenität aufweist.

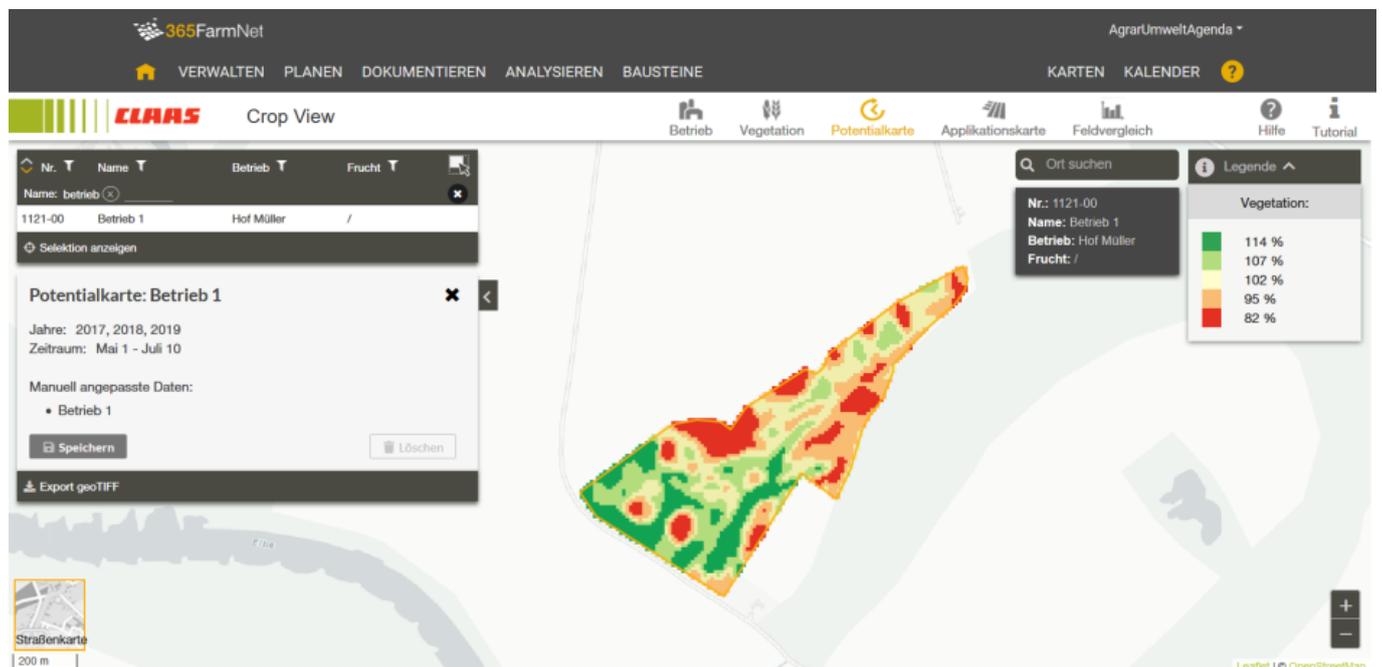


Abbildung 4: Erstelltes Geotiff von einem Beprobungsschlag (Winterraps) mit den standardmäßig im Programm vorgegebenen fünf Zonen

Der wichtigste Teil ist die Überprüfung der Vorauswahl der jeweils drei Karten pro Jahr auf Repräsentativität. Dabei hat sich gezeigt, dass die Vorauswahl oftmals unbefriedigend war. Nach der Überprüfung wurden oft nur zwei, in Einzelfällen auch nur ein, charakteristisches Satellitenbild pro Jahr ausgewählt. Die Überarbeitung der erstellten Geotiffs (Rasterformat) erfolgte mit der Gis-Software QGIS. Nach der

Vektorisierung wurden die jeweiligen Schläge nach der Methode „Natürliche Grenzen“ in drei Potenzialzonen eingeteilt.

Die Festlegung der Probepunkte in den Zonen (niedrig / mittel / hoch) erfolgte manuell im QGIS. Für die Auswahl muss das DGM Höhenmodell berücksichtigt werden, um Effekte wie Senken oder Kuppen zu erkennen.

Festzustellen ist, dass dieser Weg der Erstellung keine praxistaugliche Lösung für den landwirtschaftlichen Alltag darstellt, da in den Betrieben oft das Wissen im Bereich Geodatenverarbeitung fehlt. Für die Umsetzung des Projektes ließ sich jedoch gut mit dieser Anwendung arbeiten.

3 Ergebnisse

Nachfolgend sollen die Ergebnisse der Untersuchungen exemplarisch an je einer Raps-, Weizen- und Maisfläche vorgestellt werden. Weiterhin erfolgt eine schlagübergreifende Bewertung je Fruchtart. Die Rohdaten für alle beprobten Schläge können dem Anhang 1 bis 16 entnommen werden.

Dargestellt werden jeweils die für die Interpretation der Ergebnisse wichtigen Fakten. Neben den erstellten Potenzialkarten dienen die im Labor von den Bodenproben ermittelten Wassergehalte zur Beurteilung der Bodenunterschiede. Unterschiede ausgangs des Winters geben Auskunft über die natürliche Wasserhaltefähigkeit, die im engen Zusammenhang mit der Ertragsfähigkeit (u.a. Ton-, Humusgehalt) in den jeweiligen Potenzialzonen steht.

Die eigentliche Frage, die mit diesem Projekt geklärt werden sollte, war, in welchem Umfang die Bodenheterogenität bzw. das davon geprägte Ertragspotenzial Einfluss auf die Höhe der N_{\min} -Mengen unter Raps, Weizen und den späteren Maisflächen hat. Bei Letzterem war jeweils eine Zwischenfrucht angebaut.

Für die Auswertung der N_{\min} -Ergebnisse blieben die in den jeweiligen Schichten ermittelten Werte unberücksichtigt. Entscheidend für die Aussagefähigkeit der Beprobung in den Potenzialzonen ist die Summe des N_{\min} in 0-60 cm Bodentiefe. Auf den Rapsschlägen wurden, neben den N_{\min} zur Beschreibung der möglichen Differenzierung, die vor dem Winter im Bereich der Probenpunkte vorhandene Biomasse und der damit bereits aufgenommene Stickstoff erfasst. Genutzt wurden dafür vorhandene Satellitenkarten der vier Rapsschläge.

3.1 Winterraps-Fläche 1 (AI-Standort im Landkreis Nord-sachsen)

■ Heterogenität des Bodens

Der Rapsschlag weist deutliche Bodenunterschiede auf. Nahe an der Elbe gelegen handelt es sich um einen alluvial geprägten Standort mit recht kleinräumigen Bodenunterschieden. Wie aus der Potenzialkarte (Abbildung 5) ersichtlich, finden sich selbst im schluffreichen Hohertragsbereich Inseln mit sandigem Bodenmaterial, die aufgrund des geringen Wasserspeichervermögens sowohl durch geringe Ertragsfähigkeit als auch, in feuchten vegetationslosen Perioden, durch einen erhöhten Nährstoffaustrag gekennzeichnet sind. Die im Februar ermittelten Wassergehalte (Abbildung 6) belegen deutlich die großen Bodenunterschiede und die damit verbundene Wasserhaltefähigkeit. Im Mittel beträgt der Unterschied zwischen dem Bereich mit schwachem und dem mit hohem Potenzial in der Bodenschicht von 0-60 cm etwa 70 mm Niederschlag.

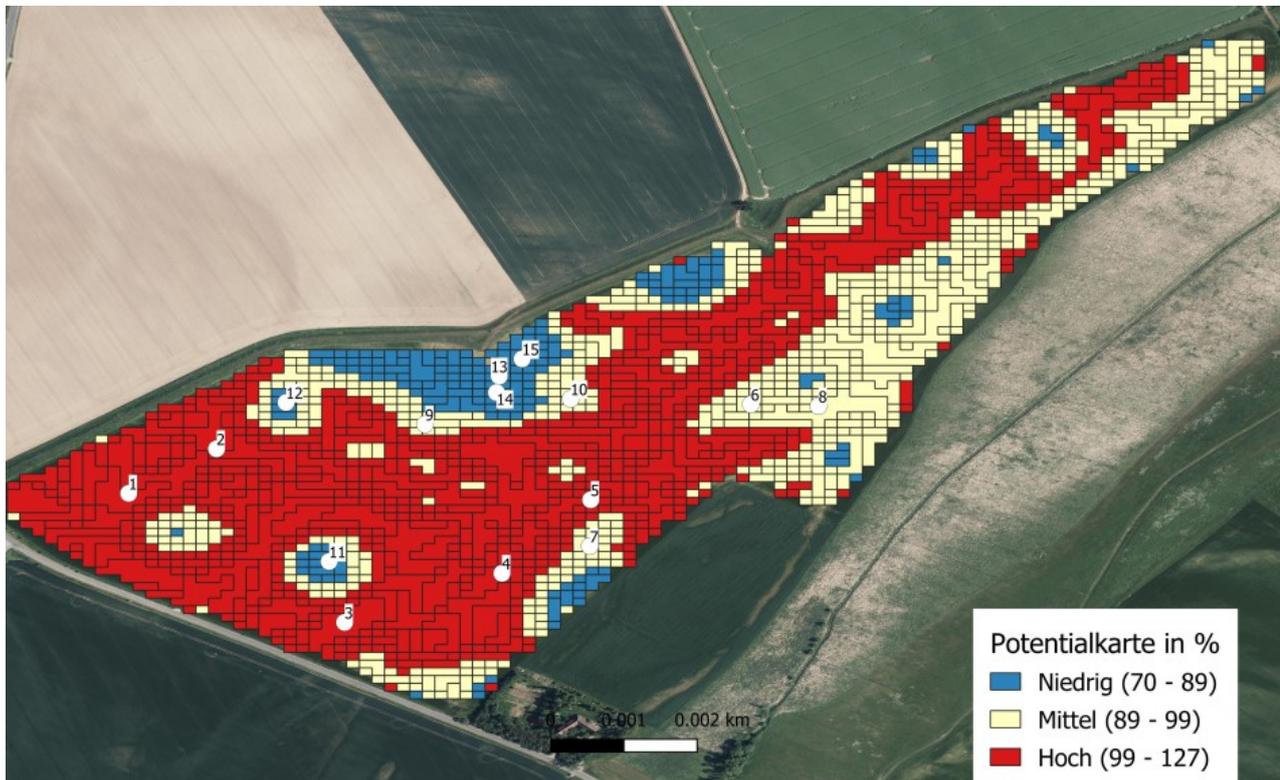


Abbildung 5: Potenzialkarte mit Probepunkten für den Rapsschlag

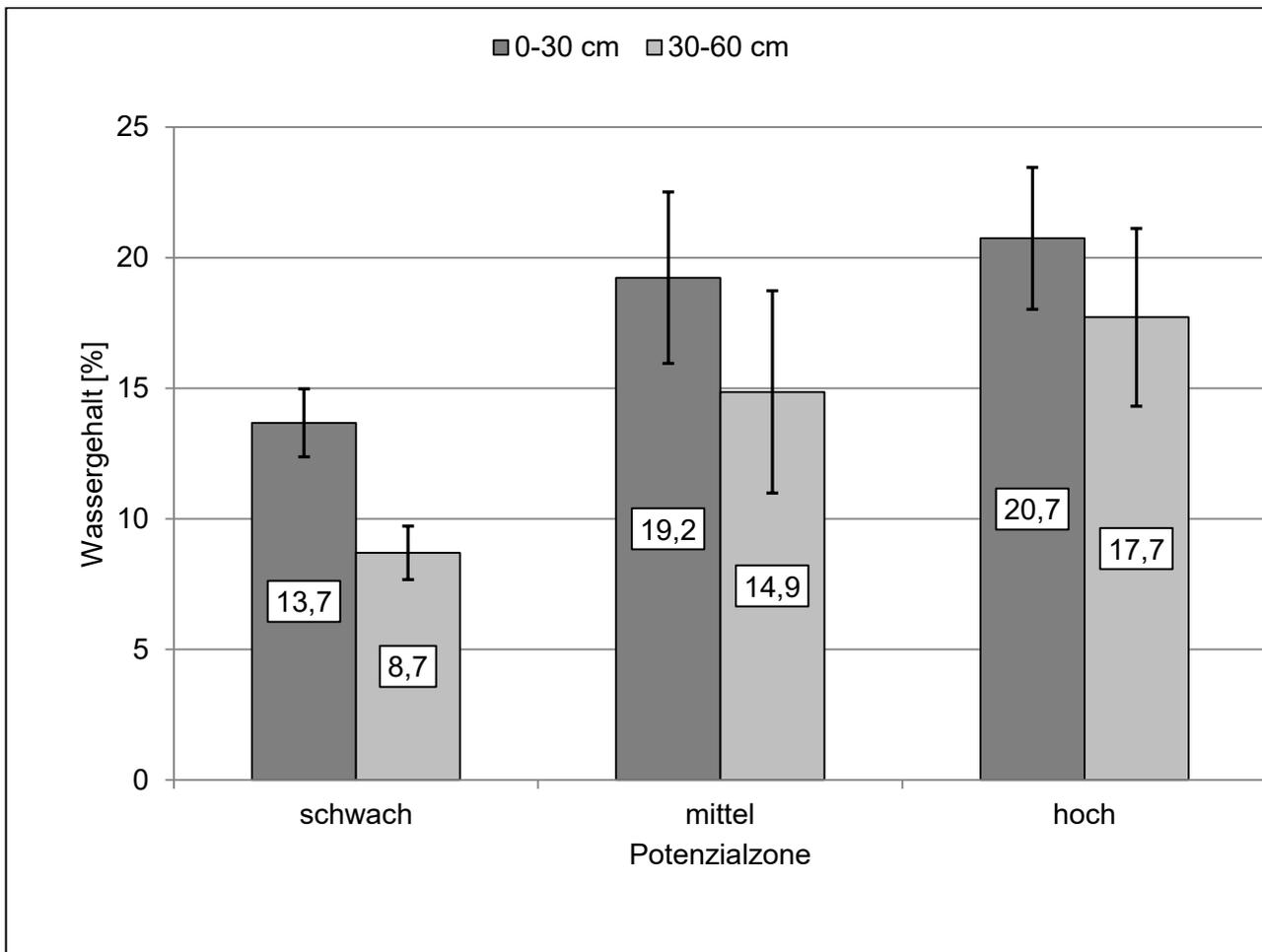


Abbildung 6: Wassergehalt der Proben in den jeweiligen Potenzialzonen in den zwei Bodentiefen auf dem Schlag

■ N_{\min} in den Potenzialzonen

Einen Überblick für die in der Summe der beiden erfassten Bodentiefen erzielten Werte gibt Abbildung 7. Während im Bereich der fünf Probenpunkte mit schwachem Potenzial relativ einheitliche N_{\min} -Werte vorlagen, streuen die Werte in den beiden übrigen Zonen beachtlich. Im Mittel der jeweiligen Zonen ergeben sich die in Abbildung 8 dargestellten Verhältnisse. Festzustellen ist, dass die schwache Zone signifikant von den übrigen beiden abfällt, zwischen diesen beiden selbst aber kein gesicherter Unterschied besteht.

Aus Abbildung 7 wird aber auch deutlich, dass die für die Probenpunkte je Zonen bzw. insgesamt berechneten Mittelwerte im Vergleich zu den in den jeweiligen Mischproben im Labor ermittelten Werten sehr gut übereinstimmen. Das deutet bereits daraufhin, dass sich bei anteilmäßig gleicher Erfassung der vorhandenen Bodenbereiche und guter Homogenisierung der Proben aussagefähige N_{\min} -Werte erzielen lassen. Kritisch zu betrachten ist allerdings die beachtliche Streuung der gefundenen Werte in den mittleren und hohen Potenzialbereichen. Eine Ursache könnte die oft schwierige ungleichmäßige Etablierung eines Rapsbestandes auf den trockenen, alluvial geprägten Standort im Herbst 2019 in Nord-sachsen sein.

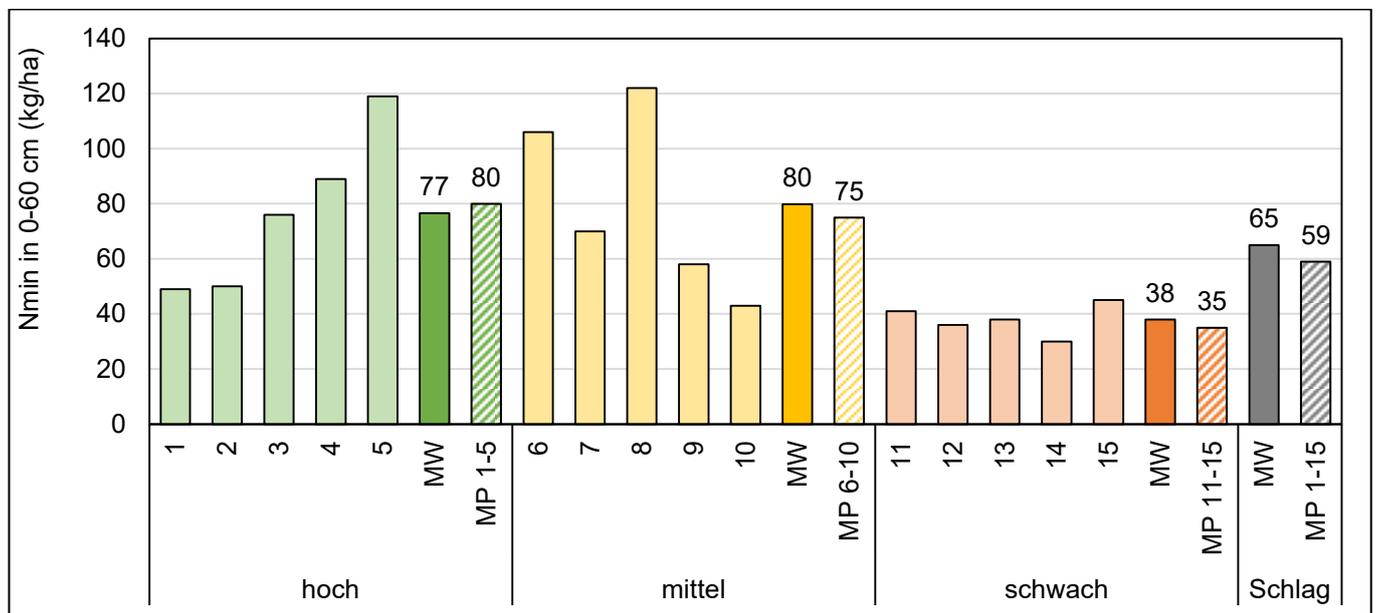


Abbildung 7: N_{\min} -Beträge der jeweiligen Probenpunkte einschließlich der in den Mischproben (MP) ermittelten N_{\min} -Werte sowie den aus den entsprechenden Einzelproben berechneten Mittelwerten (MW)

Aus einer für den Schlag vorliegenden Satellitenkarte wurde für die im Bereich der Probenpunkte ermittelten Indices die bis zum Winter in die Biomasse eingebundenen N-Mengen kalkuliert. Sie zeigen deutliche Unterschiede innerhalb des Ackerschlags. In der Summe von N_{\min} -Beträgen der Probenpunkte und der N-Aufnahme in diesem Bereich (400 m^2) ergeben sich letztendlich nur leichte, nichtsignifikante Unterschiede (Abbildung 8). Es zeigt sich für diesen Standort, dass allerdings in der schwachen Zone der meiste Stickstoff in der Biomasse eingebunden war, im mittleren und hohen Potenzialbereich entsprechend weniger. Die beachtlichen Streuungen im N_{\min} lassen sich dann auch erklären. Denn im Bereich hoher Biomasse bzw. N-Aufnahme durch den Raps im Herbst finden sich im Februar im Boden die niedrigsten N_{\min} -Beträge und umgekehrt (Abbildung 9).

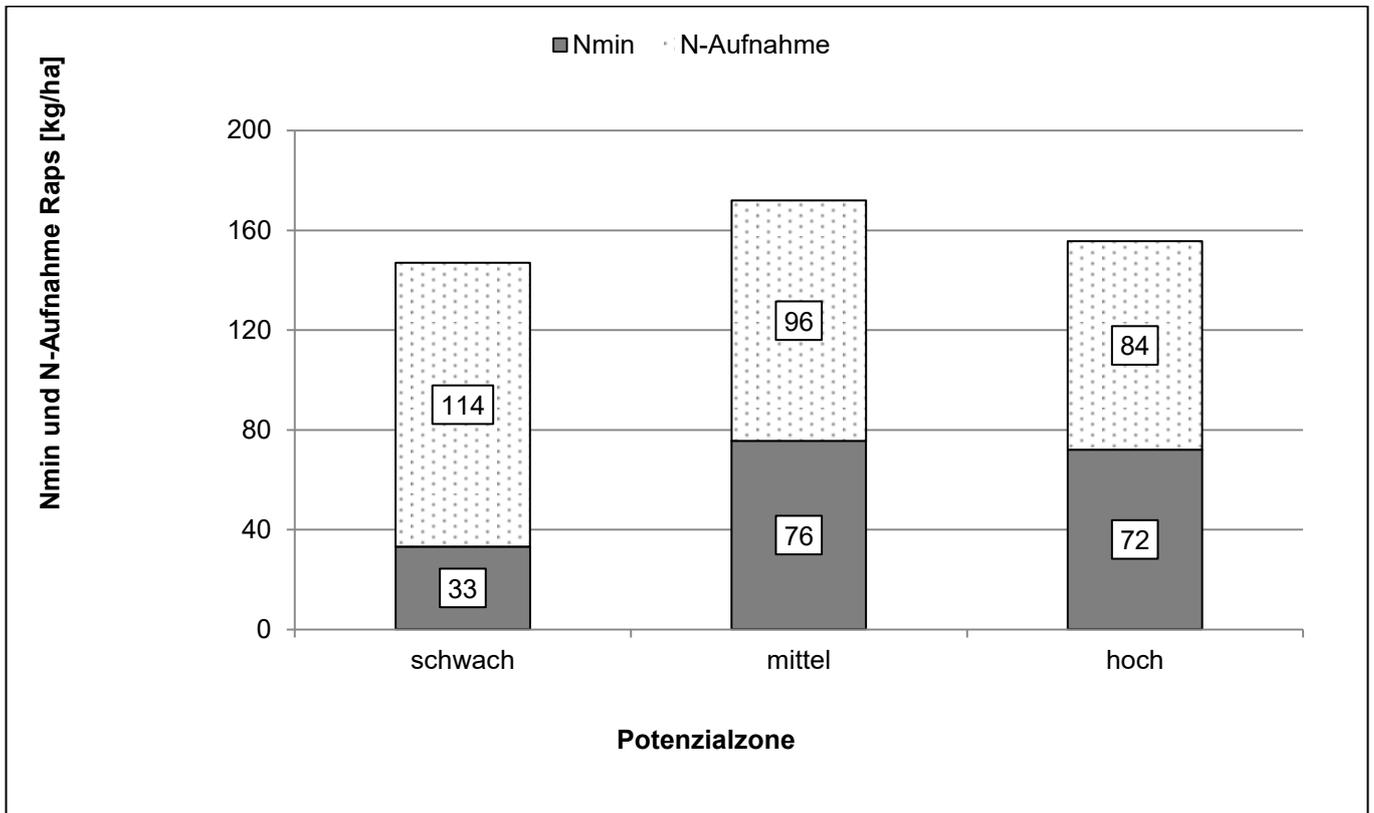


Abbildung 8: Summe der N_{\min} -Gehalte und der in den dazugehörigen Bereichen im Herbst in der Rapsbiomasse eingebundene N-Menge

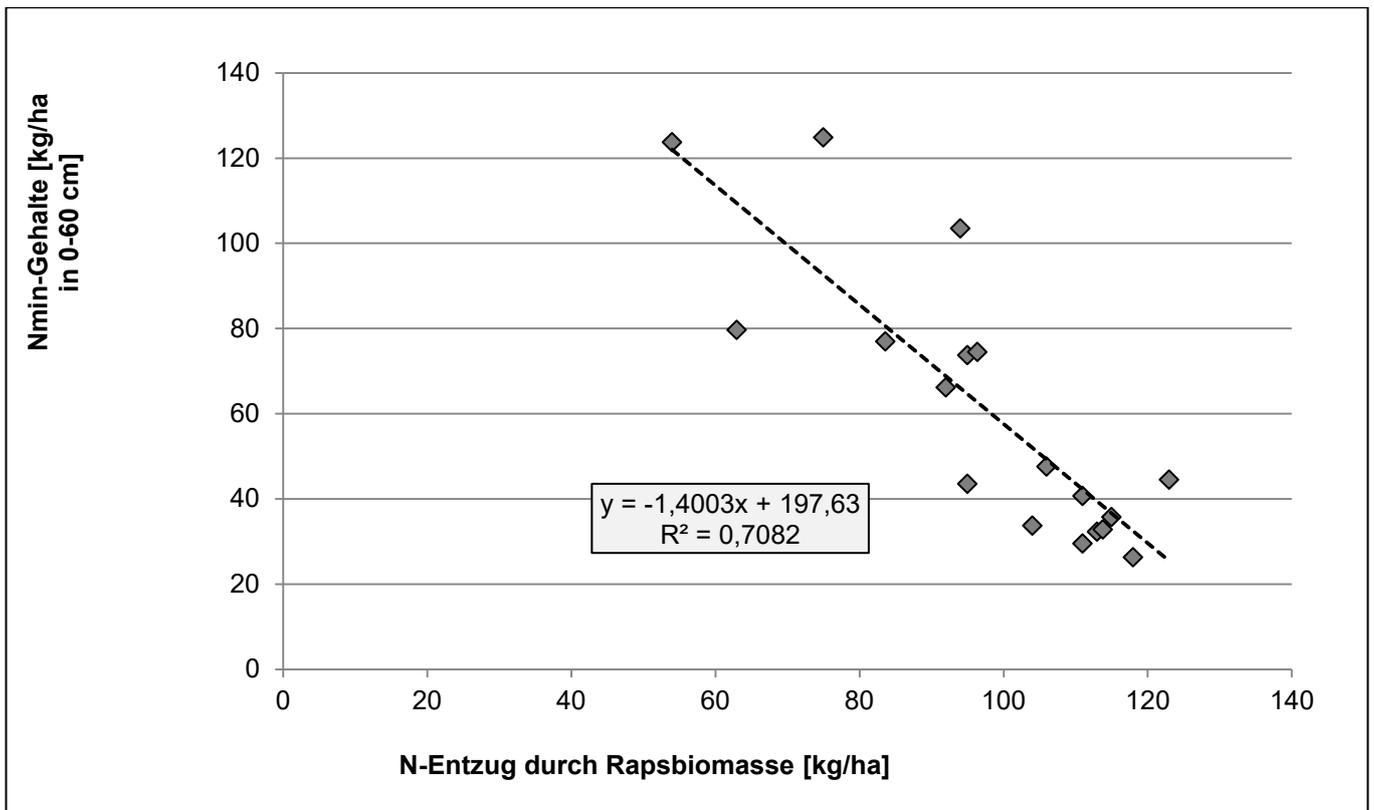


Abbildung 9: Beziehung zwischen der im Herbst in der Rapsbiomasse eingebundenen N-Menge und den an den Probestellen ermittelten N_{\min} -Gehalten

3.2 Fazit zu den untersuchten Rapsschlägen

Beim Raps wurden ein alluvialer, ein leichter diluvialer und zwei Lössstandorte untersucht. In Abbildung 10 sind die Mittelwerte der jeweiligen Zonen der vier untersuchten Standorte für die von den beiden Laboren ermittelten Werte dargestellt. Dabei zeigte sich, dass die Differenzierung der N_{\min} -Werte entsprechend der Potenzialzonen nicht immer deutlich ausgeprägt war.

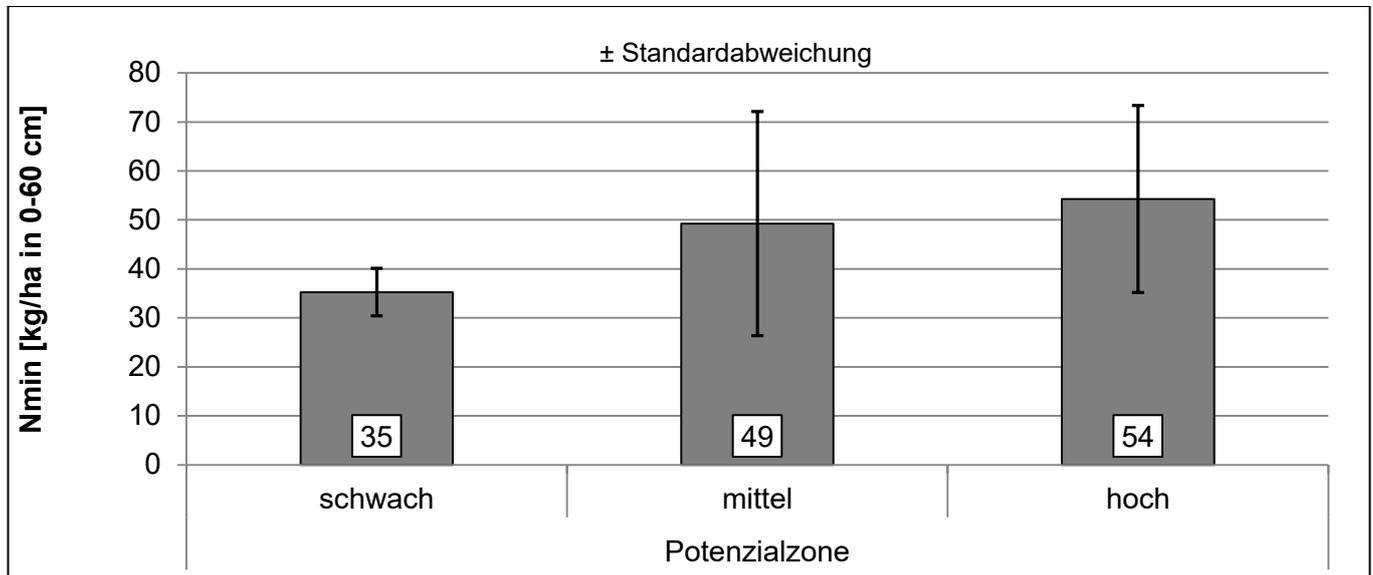


Abbildung 10: Mittlere N_{\min} -Beträge in den Potenzialzonen der vier untersuchten Rapsschläge

Bei der Beurteilung des Einflusses der unterschiedlichen Potenzialzonen auf den N_{\min} beim Raps sind die bereits im Herbst im Bestand aufgenommenen N-Mengen einzubeziehen. So ließen sich beispielsweise die deutlichen N_{\min} -Unterschiede in den Potenzialzonen am eingangs beschriebenen Schlag 1 erklären. Die Unterschiede sollten bei hohem N_{\min} -Ausgangsniveau im Herbst und schwacher Vorwinterentwicklung des Rapses deutlicher ausgeprägt sein.

3.3 Winterweizen - Fläche 6 (D-Standort im Landkreis Meißen)

■ Heterogenität des Bodens

Beim vorgestellten Weizenschlag handelt es sich um einen besseren D-Standort (D5) im Landkreis Meißen. Insbesondere in trockenen Jahren zeigt sich die in Abbildung 11 dargestellte Zonierung. Zum Zeitpunkt der Probennahme waren am angebauten Weizenbestand keine Differenzierungen erkennbar. Die an den Bodenproben der drei Teilbereiche festgestellten Wassergehalte weisen sowohl im Oberboden als auch für die Bodentiefe von 30-60 cm deutliche Unterschiede auf (Abbildung 12).



Abbildung 11: Probenpunkte und Potenzialzonen auf dem Weizenschlag

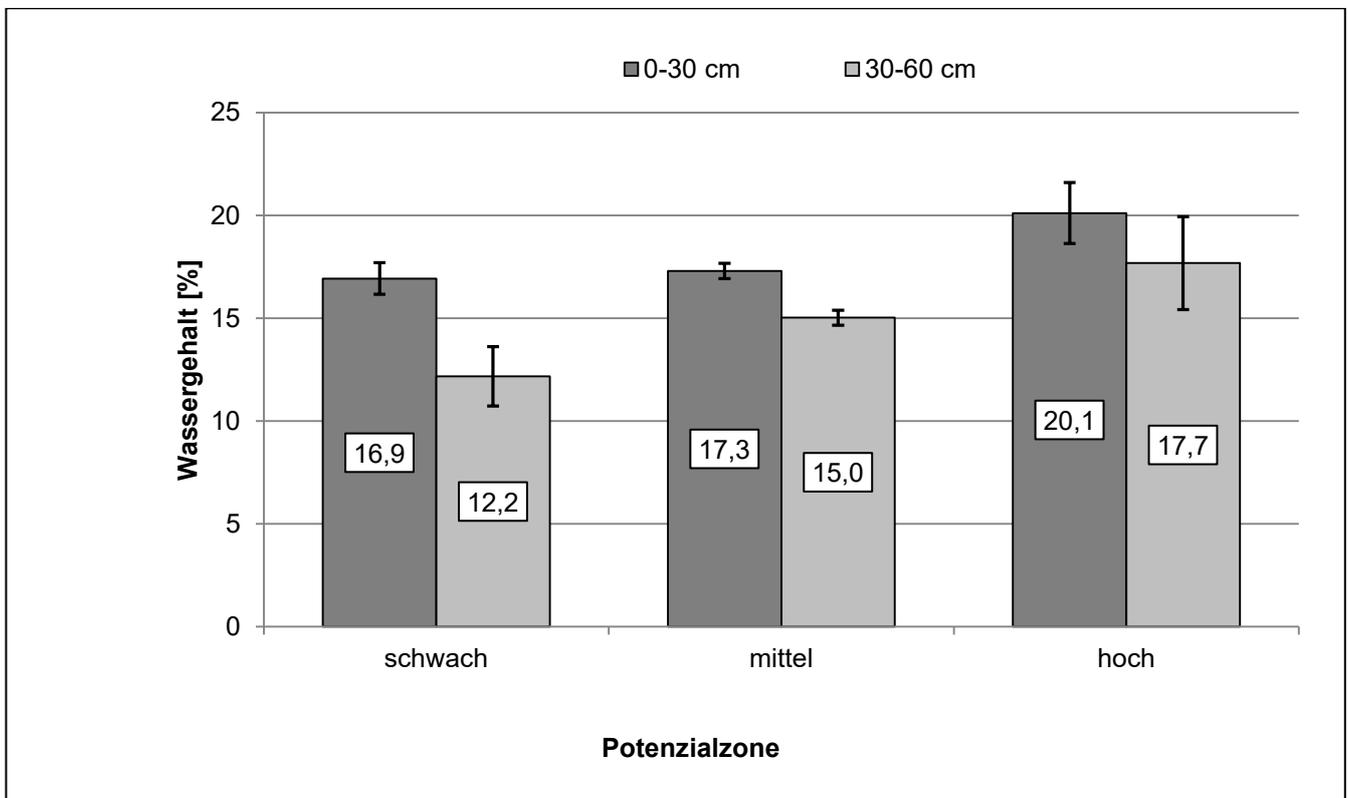


Abbildung 12: Wassergehalte der jeweiligen Bodenschicht in den drei Potenzialzonen

■ N_{\min} in den Potenzialzonen

Die Unterschiede im N_{\min} an den jeweiligen Probenpunkten werden in Abbildung 13 dargestellt. Die Streuung der Einzelergebnisse nimmt auch hier vom schwachen zum hohen Potenzial zu. Die berechneten Mittelwerte stimmen sehr gut mit den, an den erstellten Mischproben ermittelten, Laborwerten überein.

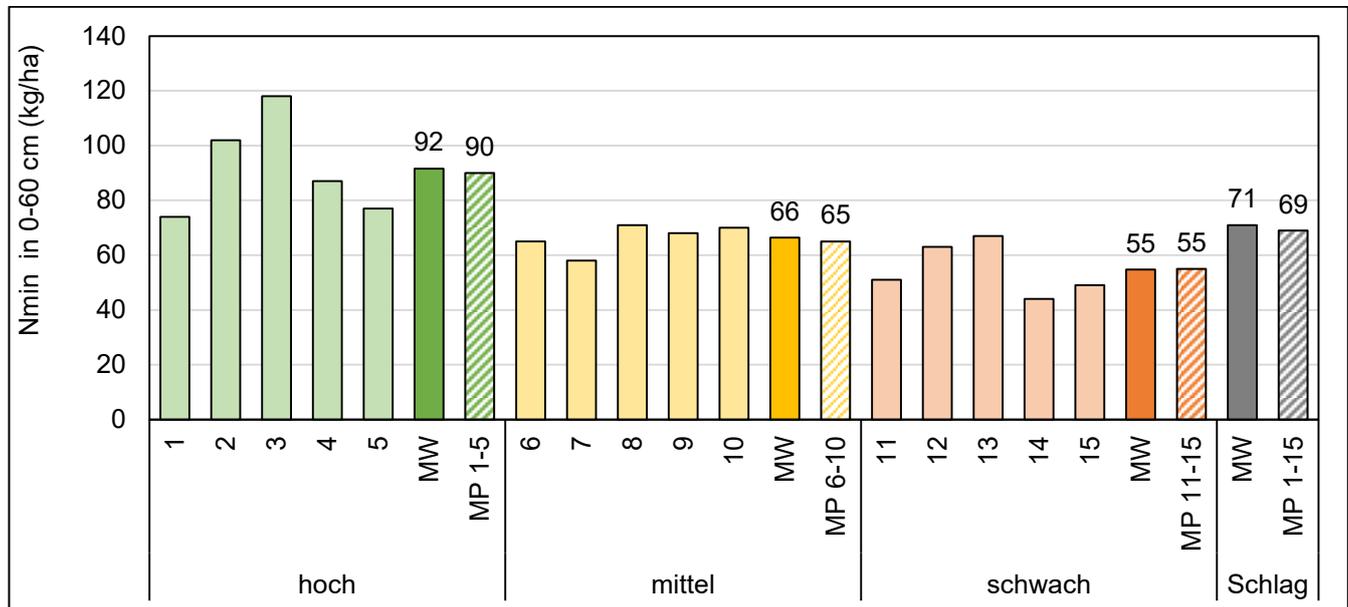


Abbildung 13: N_{\min} -Beträge der jeweiligen Probenpunkte, einschließlich der in den Mischproben (MP) ermittelten N_{\min} -Werte sowie aus den entsprechenden Einzelproben berechneten Mittelwerten (MW)

3.4 Fazit zu den Weizenschlägen

Der Weizen mit einer im Vergleich zum Raps verhaltenen Vorwinterentwicklung und der damit verbundenen geringen N-Aufnahme weist zumeist deutliche Unterschiede im N_{\min} in den verschiedenen Potenzialzonen auf. Dass die Differenzierung nicht deutlicher ist, hängt eng mit dem in den letzten zwölf Monaten geringen Niederschlägen zusammen. Insbesondere für die beiden Löss-Standorte mit den verhalten gedüngten und relativ spät geernteten Zuckerrüben war zudem bis zum Zeitpunkt der Probenahme keine entsprechende N-Freisetzung zu erwarten. Anders sieht das nach Leguminosen oder bei mit organischen Düngern bedachten Maisflächen aus. Zwischen den vier Weizenstandorten gab es beachtliche N_{\min} -Unterschiede. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse (Abbildung 14) lässt dann jedoch beachtliche Unterschiede zwischen den Zonen erkennen.

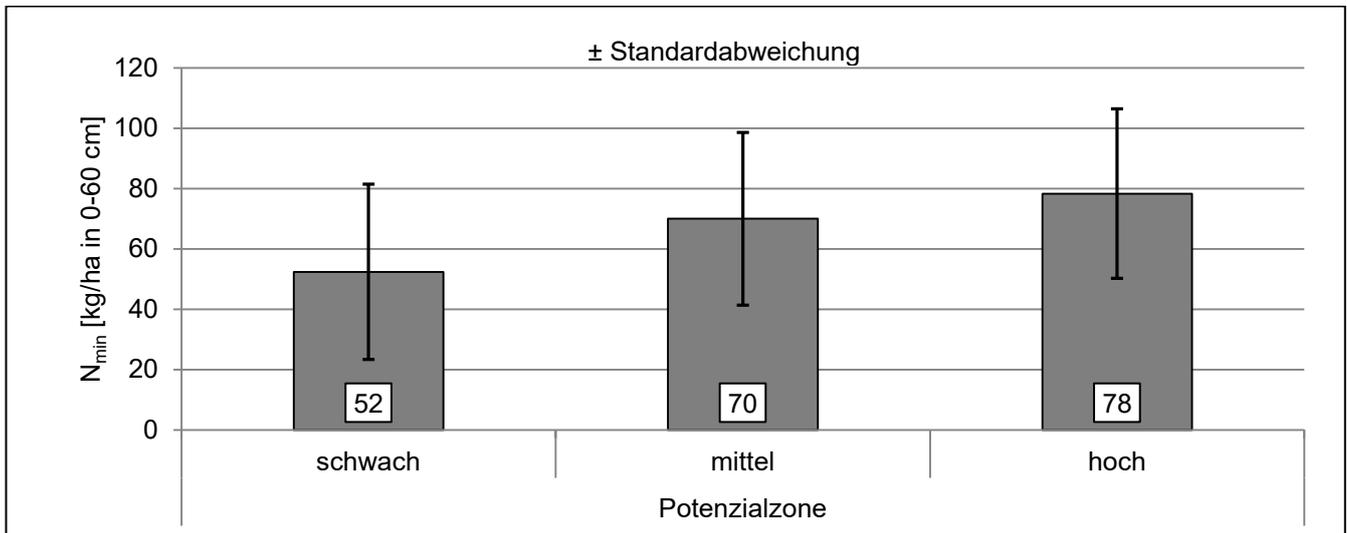


Abbildung 14: Mittlere N_{\min} -Beträge in den Potenzialzonen der vier untersuchten Weizenschläge

3.5 Mais - Fläche 9 (Lö-Standort im Landkreis Leipzig)

■ Heterogenität des Bodens

Die Potenzialkarte vom Schlag 9 im Landkreis Leipzig weist eine entsprechende Differenzierung auf (Abbildung 15). Unter den schwach entwickelten Zwischenfrüchten waren allerdings die Wassergehalte im Boden der schwachen und der mittleren Zone identisch (Abbildung 16). Dargestellt sind hier die Mittelwerte der zwei Bodenprobennahmen. Zwischen den beiden Terminen hatten sich keine bemerkenswerten Veränderungen ergeben.



Abbildung 15: Potenzialzonen der zukünftigen Maisfläche

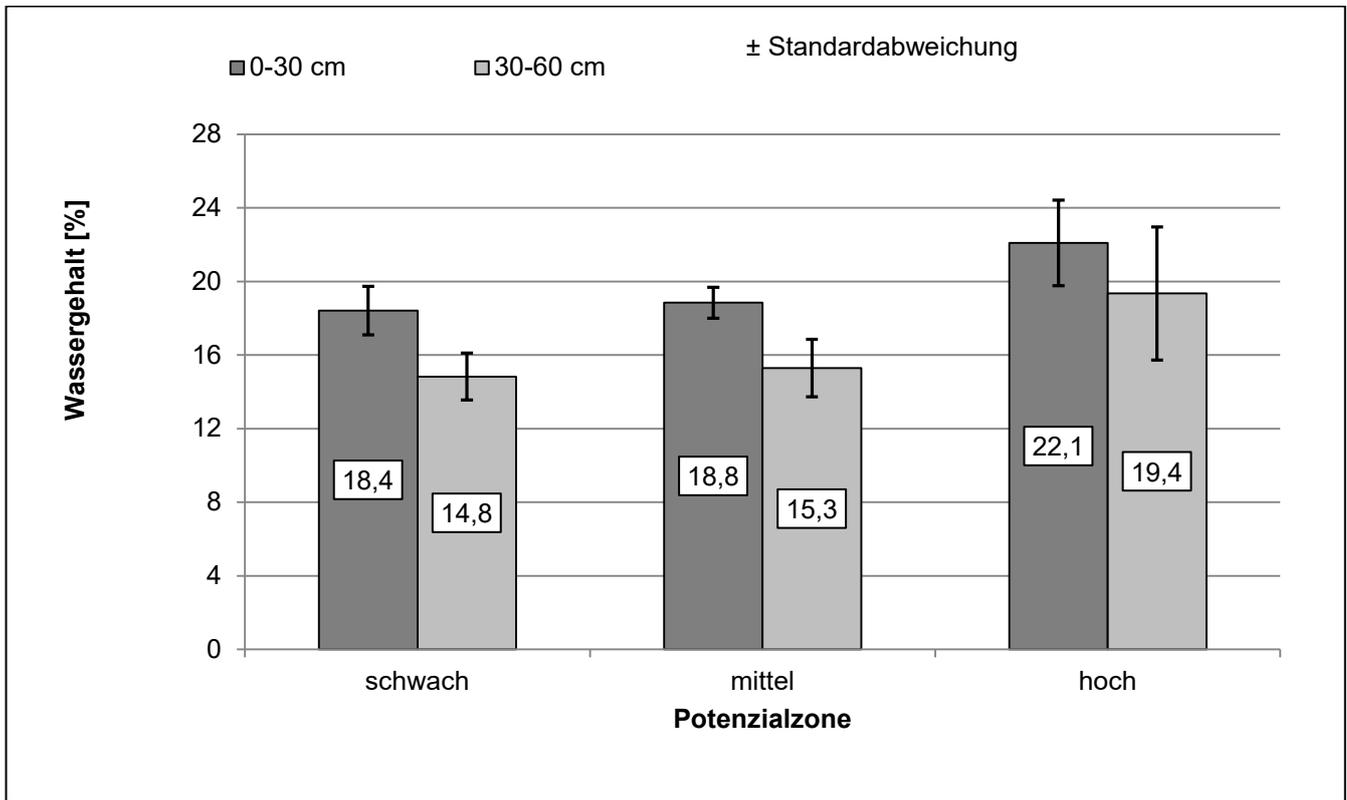


Abbildung 16: Wassergehalt des Bodens an den Probenpunkten (Mittelwert beider Probenahmetermine)

N_{min} in den Potenzialzonen

In der Abbildung 17 sind die N_{min}-Ergebnisse von der Probenahme zum ersten Termin zusammengefasst. Die Einzelwerte in den Potenzialzonen streuen insbesondere in der hohen Zone beachtlich. Zwischen den Probenahmetermine traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probenahmetermine (Abstand 30 Tage). Die Daten vom zweiten Termin sind Anhang 10 zu entnehmen.

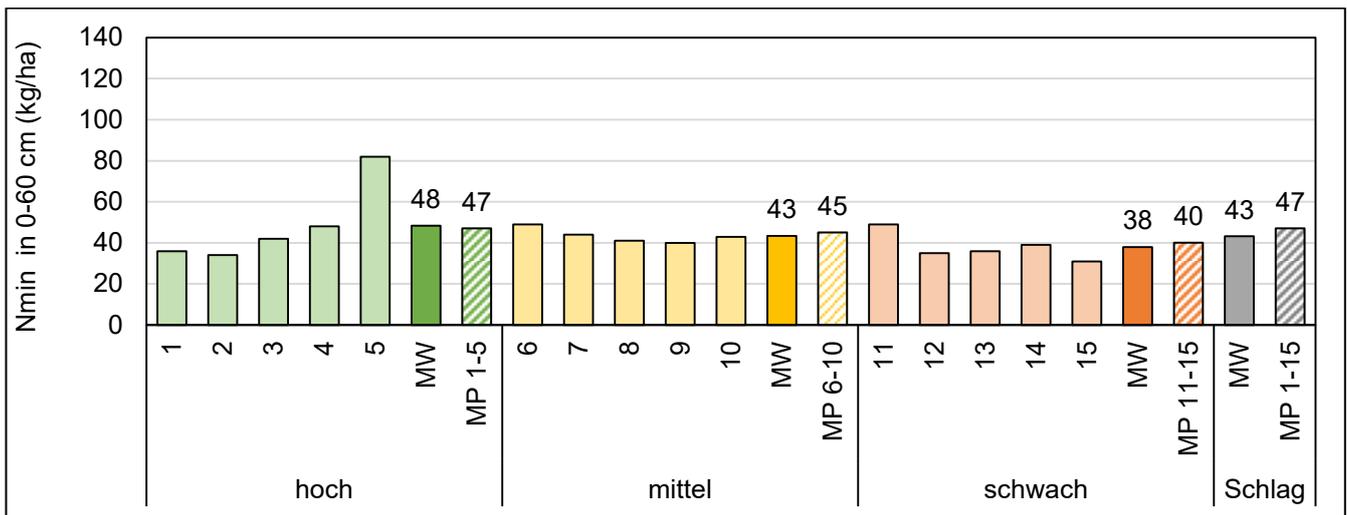


Abbildung 17: N_{min}-Beträge der jeweiligen Probenpunkte, einschließlich der in den Mischproben ermittelten N_{min}-Werte sowie den aus den entsprechenden Einzelproben berechneten Mittelwerten zum ersten Probenahmetermin

3.6 Fazit zu den Maisflächen

Auf den vier zukünftigen Maisflächen wurden im Herbst auf drei Schlägen Zwischenfrüchte angebaut und auf einem Schlag befand sich Ausfallraps. Die Bestände waren sehr unterschiedlich entwickelt. Die Unterschiede im N_{\min} zwischen den Potenzialzonen blieben wie beim Raps nicht ausgeprägt (Abbildung 18). Dazu beigetragen hat sicher der vorhandene Bewuchs. Unter den spezifischen Jahresbedingungen gab es zwischen den zwei Terminen bei den Probenahmen keine wesentlichen N_{\min} -Veränderungen. Ungeachtet dessen bleibt die Empfehlung, dass die N_{\min} -Beprobung möglichst eng zum vorgesehenen Düngungstermin liegen sollte. Unter anderen Standort- und Jahresbedingungen kann allerdings auch nach Zwischenfrüchten eine stärkere Differenzierung des N_{\min} entsprechend der Potenzialzonen möglich sein.

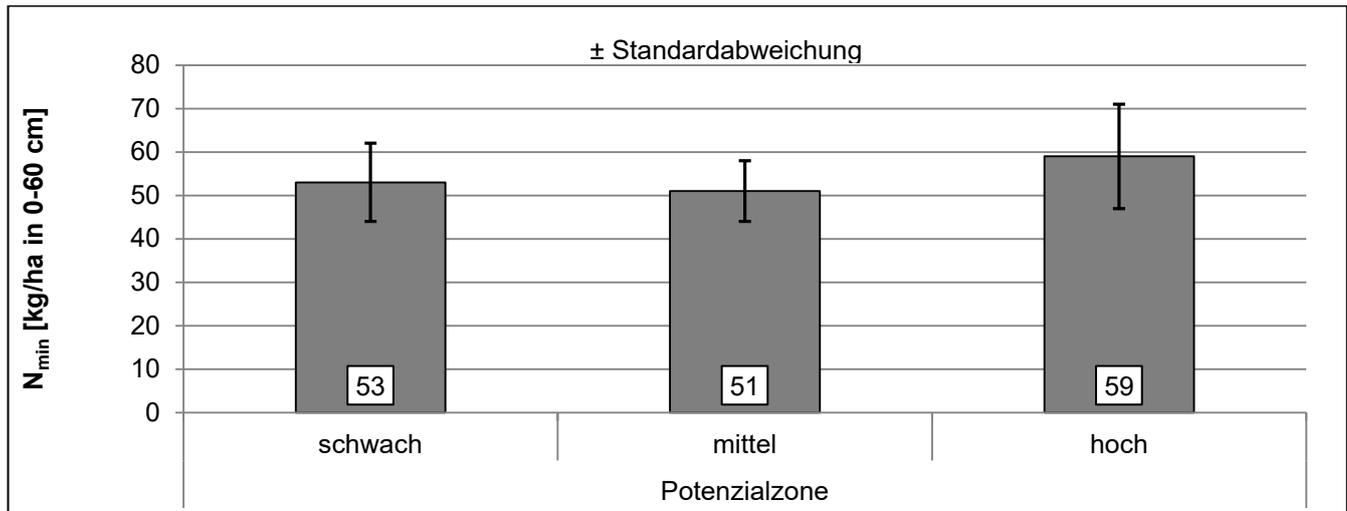


Abbildung 18: Mittlere N_{\min} -Beträge von allen zukünftigen Maisflächen und den Probenahmeterminen

4 Fazit

Die Heterogenität der 12 untersuchten Standorte war unterschiedlich ausgeprägt. Die Einteilung der einzelnen Flächen in Potenzialzonen erfolgte auf der Basis der Anwendung CLAAS „CropView“, die Daten des Satelliten „Sentinel“ nutzt, die im Verlauf der Vegetation ab 2015 vorliegen. Ein Automatismus für die Erstellung ist allerdings nicht angezeigt. Es hat sich gezeigt, dass ohne Kenntnis der spezifischen Bewirtschaftungsbedingungen die Aussagefähigkeit der Zonen begrenzt ist. Die für die Untersuchungen erarbeiteten Karten mit den Potenzialzonen erwiesen sich anhand der Bodenwassergehalte bzw. des optischen Eindrucks bei der Probennahme zumeist plausibel.

Bei Raps und nach Zwischenfrüchten vor dem Maisanbau deuteten sich nur leichte N_{\min} -Unterschiede zwischen den Zonen an. Die vorhandenen Unterschiede werden hier oft durch die im Verlauf der Vorwinterentwicklung und der dabei erfolgten N-Aufnahme nivelliert. Beim Weizen zeigten sich hingegen beachtliche Unterschiede. Dies steht erst einmal mit der geringen N-Aufnahme in Verbindung. Die Differenzierung sollte allerdings nach Vorfrüchten mit hoher organischer Düngung oder Leguminosen und anderen Niederschlagsverhältnissen über Winter noch ausgeprägter sein. Höhere Niederschläge über Winter dürften insbesondere in den schwachen Zonen zu mehr Nitratausträgen geführt haben.

Gezeigt hat sich, dass die Grundlage für aussagefähige N_{\min} -Ergebnisse eine repräsentative Beprobung der jeweiligen Flächen ist. Bei ausreichender Kenntnis der Heterogenität der Flächen und deren gleichmäßiger Erfassung bei der Beprobung führt dies bereits zu aussagefähigen N_{\min} -Werten. Boden- und Potenzialkarten stellen ein gutes Hilfsmittel dar. Eine starre Beprobung beispielsweise im 10 ha-Raster führt nicht automatisch zu besseren Untersuchungsergebnissen, sondern bedeutet für die Betriebe einen hohen Aufwand (Arbeitszeit, Laborkosten, ggfs. Kosten für Dienstleister), bringt jedoch außer Wiederholung von Werten, die dann gemittelt werden, keinen höheren Nutzen.

Betriebe, welche flächeneinheitlich düngen, genügt ein repräsentativer mittlerer N_{\min} -Wert mit etwa 20 Einstichen für den jeweiligen Ackerschlag. Dabei ist zu beachten, dass vorhandene Heterogenität anteilmäßig in die Beprobung mit einfließt. Bewährt haben sich feste georeferenzierte Probenpunkte. Für ihre Einrichtung sind Potenzialkarten ein gutes Hilfsmittel. Auf nachlieferungsstarken Schlägen / Vorfrüchten bzw. bei regelmäßiger organischer Düngung ist bei entsprechender Tiefgründigkeit des Bodens eine Beprobung bis in 90 cm Bodentiefe anzuraten.

Unter den oft trockenen Bedingungen in großen Teilen Sachsens ist eine Stickstoffdüngung nach Potenzialzonen (Ertragszonen) sinnvoll. Dazu ist in jedem Fall eine Beprobung getrennt nach Zonen angezeigt. Werden Sensoren genutzt, welche die Biomasse bzw. N-Ernährungszustand erfassen, so ist im Verlauf der Vegetation eine entsprechende Reaktion beim N-Düngereinsatz auf die Unterschiede im N_{\min} -Gehalt gegeben. Zu empfehlen ist aber hier, bei starker Heterogenität der Fläche und unter trockenen Standortbedingungen, Offsetkarten, Overlay- oder Factormaps, die das Ertragspotenzial berücksichtigen, bei der Ausbringung des Stickstoffdüngers zu hinterlegen.

Anhang

A 1 N_{min}-Ergebnisse Winterraps - Schlag-Nr. 1

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	49
	2	50
	3	76
	4	89
	5	119
	1 bis 5	80
mittel	6	106
	7	70
	8	122
	9	58
	10	43
	6 bis 10	75
niedrig	11	41
	12	36
	13	38
	14	30
	15	45
	11 bis 15	35
Gesamtfläche	1 bis 15	59

A 2 N_{min}-Ergebnisse Winterraps - Schlag-Nr. 2

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	45
	2	46
	3	45
	4	31
	5	35
	1 bis 5	40*
mittel	6	34
	7	33
	8	32
	9	33
	10	41
	6 bis 10	35*
niedrig	11	32
	12	37
	13	34
	14	30
	15	38
	11 bis 15	35
Gesamtfläche	1 bis 15	38

A 3 N_{min}-Ergebnisse Winterraps - Schlag-Nr. 3

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	60
	2	60
	3	79
	4	57
	5	57
	1 bis 5	71
mittel	6	50
	7	52
	8	53
	9	59
	10	51
	6 bis 10	47
niedrig	11	31
	12	44
	13	38
	14	38
	15	47
	11 bis 15	37
Gesamtfläche	1 bis 15	55

A 4 N_{min}-Ergebnisse Winterraps - Schlag-Nr. 4

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	35
	2	35
	3	44
	4	41
	5	32
	1 bis 5	38
mittel	6	27
	7	29
	8	29
	9	32
	10	30
	6 bis 10	30
niedrig	11	26
	12	30
	13	30
	14	27
	15	34
	11 bis 15	30
Gesamtfläche	1 bis 15	29

A 5 N_{min}-Ergebnisse Winterweizen - Schlag-Nr. 5

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	89
	2	129
	3	105
	4	120
	5	115
	1 bis 5	111
mittel	6	119
	7	80
	8	79
	9	145
	10	129
	6 bis 10	105
niedrig	11	104
	12	99
	13	93
	14	72
	15	90
	11 bis 15	89
Gesamtfläche	1 bis 15	102

A 6 N_{min}-Ergebnisse Winterweizen - Schlag-Nr. 6

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	74
	2	102
	3	118
	4	87
	5	77
	1 bis 5	90
mittel	6	65
	7	58
	8	71
	9	68
	10	70
	6 bis 10	65
niedrig	11	51
	12	63
	13	67
	14	44
	15	49
	11 bis 15	55*
Gesamtfläche	1 bis 15	69

* berechneter Wert, da Probe im Labor nicht zweifelsfrei zugeordnet werden konnte

A 7 N_{min}-Ergebnisse Winterweizen - Schlag-Nr. 7

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha Labor LKS)
hoch	1	91
	2	44
	3	57
	4	79
	5	30
	1 bis 5	55
mittel	6	59
	7	54
	8	48
	9	58
	10	48
	6 bis 10	25
niedrig	11	22
	12	35
	13	24
	14	13
	15	24
	11 bis 15	37
Gesamtfläche	1 bis 15	50

A 9 N_{min}-Ergebnisse Winterweizen - Schlag-Nr. 8

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	74
	2	54
	3	49
	4	52
	5	55
	1 bis 5	55
mittel	6	34
	7	48
	8	41
	9	48
	10	45
	6 bis 10	41
niedrig	11	40
	12	42
	13	42
	14	39
	15	36
	11 bis 15	39
Gesamtfläche	1 bis 15	46

A 10 N_{min}-Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 9
(1. Probenahme termin)

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	36
	2	34
	3	42
	4	48
	5	82
	1 bis 5	47
mittel	6	49
	7	44
	8	41
	9	40
	10	43
	6 bis 10	45
niedrig	11	49
	12	35
	13	36
	14	39
	15	31
	11 bis 15	40
Gesamtfläche	1 bis 15	47

A 11 N_{min}-Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 9
(2. Probenahme termin)

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	43
	2	34
	3	56
	4	46
	5	59
	1 bis 5	46
mittel	6	36
	7	36
	8	39
	9	34
	10	43
	6 bis 10	37
niedrig	11	48
	12	42
	13	31
	14	33
	15	29
	11 bis 15	35
Gesamtfläche	1 bis 15	40

A 12 N_{min}-Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 10
 (1. Probenahmetermin)

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	71
	2	72
	3	61
	4	64
	5	60
	1 bis 5	64
mittel	6	45
	7	54
	8	47
	9	59
	10	58
	6 bis 10	56
niedrig	11	58
	12	62
	13	67
	14	75
	15	44
	11 bis 15	50
Gesamtfläche	1 bis 15	53

A 13 N_{min}-Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 10 (2. Probenahmetermin)

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	94
	2	76
	3	77
	4	85
	5	78
	1 bis 5	84
mittel	6	51
	7	55
	8	70*
	9	68
	10	63
	6 bis 10	63
niedrig	11	58
	12	70
	13	73
	14	81
	15	68
	11 bis 15	71
Gesamtfläche	1 bis 15	70

* berechneter Wert, da NH₄-N-Wert nicht plausibel

A 14 N_{min}-Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 11
(1. Probenahmetermin)

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	84
	2	50
	3	47
	4	52
	5	60
	1 bis 5	56
mittel	6	57
	7	65
	8	43
	9	53
	10	42
	6 bis 10	52
niedrig	11	67
	12	56
	13	59
	14	56
	15	47
	11 bis 15	52
Gesamtfläche	1 bis 15	59

A 15 N_{min}-Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 11 (2. Probenahmetermin)

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	30
	2	56
	3	41
	4	44
	5	52
	1 bis 5	49
mittel	6	57
	7	59
	8	46
	9	44
	10	77
	6 bis 10	58
niedrig	11	52
	12	38
	13	47
	14	41
	15	37
	11 bis 15	38
Gesamtfläche	1 bis 15	46*

* berechneter Wert, da NH₄-N-Wert nicht plausibel

A 16 N_{min}-Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 12
(1. Probenahmetermin)

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
hoch	1	56
	2	73
	3	60
	4	54
	5	60
	1 bis 5	61
mittel	6	53
	7	52
	8	52
	9	48
	10	51
	6 bis 10	50
niedrig	11	57
	12	55
	13	64
	14	54
	15	68
	11 bis 15	58
Gesamtfläche	1 bis 15	59

A 17 N_{min}-Ergebnisse Mais - Schlag-Nr. 12
(2. Probenahmetermin)

Potenzialzone	Probepunkt	N _{min} 0-60 cm (kg/ha)
mittel	6	45
	8	21
	9	24
	10	34
niedrig	11	41

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
(LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: +49 351 2612-0

Telefax: +49 351 2612-1099

E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

Autoren:

Markus Theiß, Dr. Wilfried Schliephake; AgUmenda GmbH

Naumburger Straße 48

04229 Leipzig

Telefon: 0152 5424 9344

Telefax: +49 32221-322243

E-Mail: info@agumenda.de

Redaktion:

Silke Peschke

Abteilung Landwirtschaft/Referat:

Koordinierung, Fachrecht, Verfahrensökonomie

01683 Nossen, Waldheimer Str. 219

Telefon: +49 35 242 631 7103

Telefax: +49 35 242 631 7199

E-Mail: Silke.Peschke@smul.sachsen.de

Fotos:

AgUmenda GmbH

Redaktionsschluss:

01.07.2020

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de