Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt
Bühlstraße 10
37073 Göttingen
Tel.: 0551-54885-0
Fax:0551-54885-11
E-mail: kontakt@iglu-goettingen.de
I-Net:www.iglu-goettingen.de

Jahresbericht 2017

Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Maßnahmenraum

„Kassel Nord“

Vorgelegt durch:	Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt
Bearbeiter:	M.Sc. agr. Maximilian Henne
	M.Sc. agr. Jonas Rabe
	B.Sc. agr. Dominik Schmidt
Datum:	17.05.2018
Auftraggeber:	Städtische Werke Aktiengesellschaft, Kassel

HESSEN
Finanziert durch das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vertreten durch das Regierungspräsidium Kassel

Inhaltsverzeichnis

1 STAND DES PROJEKTS 1
2 DATENAKTUALISIERUNG 2
3 SITUATIONSANALYSE 3
3.1 Veränderung der Landnutzung 3
3.2 Fruchtartenverteilung 3
4 STAND DER UMSETZUNG DES BERATUNGSKONZEPTS 5
4.1 Kontakte im Gebiet 5
4.2 Multiplikatoren 5
4.3 Landwirtschaftliche Betriebe 6
4.4 Leitbetriebe 7
4.5 Hoftorbilanzen 8
5 AKTIVITÄTEN DER BERATUNG 11
5.1 Informationsaustausch und Abstimmung 11
5.2 Runder Tisch / Arbeitskreis 11
5.3 Informationsveranstaltungen 11
6 BERATUNGS- UND INFORMATIONSMATERIAL 14
6.1 Website 14
6.2 Falt- und Informationsblätter 15
6.3 Schriftliche Informationen 15
6.4 Feldbegehungen 16
6.5 HALM-Beratung 17
7 DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN 18
7.1 Reststickstoffgehalte 18
8 DEMONSTRATIONSVERSUCHE 22
8.1 Aussaattechnik zu Zwischenfrüchten 23
8.2 Düngung zu Qualitätsweizen bei hohen N_{min}-Werten 27
8.3 Rapsnacherntemanagement 31

9 SONSTIGE ERGEBNISSE 34

9.1 Wirtschaftsdüngeranalysen 34

9.2 Vegetationsbegleitende Untersuchungen 35

9.3 Düngerstreuer-Check 43

9.4 Stickstoff-Effizienz-Analyse 44

10 BEWERTUNG DES PROJEKTVERLAUFS 50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteile der Kulturen im Maßnahmenraum „Kassel Nord“ im Erntejahr 2016 (Kulturen unter 1% sind nicht dargestellt) 4

Abbildung 2: Beratungsleistung nach Betriebsebene 6

Abbildung 3: Beratungsleistung nach Flächenebene 6

Abbildung 4: Hoftorbilanzen 2015/2016 der Leitbetriebe 8

Abbildung 5: Bilanzsalden nach Betriebstypen für das Wirtschaftsjahr 15/16 (HE09: ökologischer Betrieb, HE08: Pflanzenbau-Viehhaltungsbetrieb, HE06: Pflanzenbauverbundbetrieb, HE05: Veredlungsbetrieb, HE04: Futterbaubetrieb HE01: Ackerbaubetrieb) 9

Abbildung 6: Hoftorbilanzen der Leitbetriebe von 2013 bis 2016 10

Abbildung 7: Informationsveranstaltung im Gasthaus „Zum Löwen“ in Hümme 13

Abbildung 8: Anzahl Aufrufe auf die Website www.wrrl-kassel-nord.de 14

Abbildung 9: Vergleich der N_{min}-Werte Herbst 2016 und Frühjahr 2017 19

Abbildung 10: N_{min}-Werte aus dem Herbst 2017 20

Abbildung 11: Lage der vier Aussaattechniken in der Demonstrationsfläche 23

Abbildung 12: Schlechter Feldaufgang der Zwischenfrucht in Fahrspuren des Mähdreschers in der Aussaattechnik Direktsaat 24

Abbildung 13: Ertrag der Zwischenfruchtvarianten Trio und EM am 15. November 2017, Angaben in Frischmasse (dt/ha). 25

Abbildung 14: Vergleich der N_{min}-Werte unter zwei Zwischenfruchtmischungen in zwei unterschiedlichen Aussaattechniken Anfang November mit dem N_{min}-Wert kurz nach der Aussaat 26

Abbildung 15: Bedarf durch N-Tester- und Nitrachek-Analysen 27

Abbildung 16: N_{min}-Werte der Dauerbeobachtungsfläche 28

Abbildung 17: Ertragsauswertung der Beratervariante 29

Abbildung 18: Versuchsaufbau des Rapsnacherntemanagementversuchs 31

Abbildung 19: Vergleich von flacher Bodenbearbeitung zur Variante „Bodenruhe“ am 7.09.2017 32

Abbildung 20: Vergleich aller drei Varianten am 05.10.2017 33

Abbildung 21: Mittelwerte der einzelnen Kategorien von untersuchten Wirtschaftsdüngern, Prozentzahlen geben jeweils den durchschnittlichen Ammoniumanteil vom Gesamt-N-Gehalt an 34

Abbildung 22: Beratervariante in Triticale 37

Abbildung 23: Verlauf N-Tester in Beratervariante Triticale 38

Abbildung 24: Lagerbildung bei Triticale. Zweite Fahrspur von links ist die Beratervariante . 39

Abbildung 25: Vergleich Kontrolle und Bakterien 40

Abbildung 26: Lage der Beratervariante in der Leitfläche 41

Abbildung 27: Mittelwerte der Ährengewichte aus der Referenzfläche (Standard) und der Beratervariante (flach) 42

Abbildung 28: Mittelwerte der Ährendichte aus der Referenzfläche (Standard) und der Beratervariante (flach) 42

Abbildung 29: „Technische Streifenkrankheit“: Sichtbarer Streufehler im Weizenbestand 43

Abbildung 30: Düngerstreuer-Check mit Prüfschalen auf dem Feld 44

Abbildung 31: N-Effizienz im Winterweizen 45

Abbildung 32: N-Effizienz in der Wintergerste 46

Abbildung 33: N-Effizienz im Silomais 47

Abbildung 34: N-Effizienz in Zuckerrüben 48

Abbildung 35: N-Effizienz beim Körnerraps 49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die bisher gewonnenen „Leitbetriebe“ 7

Tabelle 2: Informationsveranstaltungen im Jahr 2017 12

Tabelle 3: Übersicht der Mitteilungen aus dem Maßnahmenraum Kassel Nord 15

Tabelle 4: Übersicht Demonstrationsflächen und deren jeweilige Fragestellung 22

Tabelle 5: Zusammensetzung der Zwischenfruchtmischungen auf der Demonstrationsfläche 23

Tabelle 6: Aufteilung der Düngergaben 28

Tabelle 7: Übersicht Nmin-Messwerte 32

Tabelle 8: N-Düngung Beratervariante in Triticale 38

Tabelle 9: Ertragsparameter Beratervariante in Triticale 39

1 STAND DES PROJEKTS

Im Maßnahmenraum „Kassel Nord“ besteht die Zusatzberatung zur EG-Wasserrahmenrichtlinie seit 2013. Der vorliegende Jahresbericht dokumentiert nunmehr die Beratungstätigkeit im fünften Jahr der wasserschutzorientierten Zusatzberatung.

Das Beratungsangebot der Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (IGLU) wird von den Landwirten im Maßnahmenraum dankend angenommen. Neben den aktuell 44 Leitbetrieben, die eine Intensivberatung erfahren, ist die Zahl der sonstigen beratenen Betriebe stetig steigend. Neben dem bisherigen Schwerpunkt der Düngeberatung im Frühjahr sind in den vergangenen beiden Jahren auch die Themen Fruchtfolgegestaltung, Nacherntemanagement und Bodenbearbeitungsintensität im Kontext des gewässerschutzorientierten Ackerbaus in den Fokus gerückt. Nicht zuletzt die Erkenntnis, dass nicht allein die Höhe der Düngung im Frühjahr den Herbst-N_{min}-Wert, sondern ebenso die Vorgänge auf dem Acker nach der Ernte diesen beeinflussen, hat zu einem gestiegenen Beratungsbedarf geführt. Auch zur Einhaltung neuer gesetzlicher Rahmenbedingungen, wie dem Greening, ist die IGLU ein wichtiger Ansprechpartner für die Landwirte. Durch die besonderen Witterungsbedingungen im Frühjahr 2017 in Verbindung mit ungewöhnlich hohen N_{min}-Werten war zudem die Nachfrage nach vegetationsbegleitenden Untersuchungen und konkreten Düngeempfehlungen sehr viel höher als in den Vorjahren, sodass hier viele Beratungsstunden benötigt wurden. Dies führte zu einem sehr engen Austausch zwischen Landwirten und Zusatzberatern. Nicht zuletzt konnte dadurch auch Kontakt zu weiteren Betrieben hergestellt werden, mit denen es zuvor keine Zusammenarbeit gab. Neu im Jahr 2017 war außerdem die Durchführung von Informationsveranstaltungen auf Gemeindeebene als Ersatz für einen zentralen Informationsabend im Maßnahmenraum. Diese Idee wurde von Seiten der Leitbetriebe bei der Sitzung des runden Tischs geäußert und konnte erfolgreich umgesetzt werden. Auf allen Veranstaltungen waren trotz paralleler Veranstaltungen bzw. anstehenden Feldarbeiten viele Teilnehmer.

Die Zusammenarbeit mit den verschiedenen Akteuren war 2017 unterschiedlich. Zu Jahresbeginn gab es Uneinigkeit bei der allgemeinen Düngeempfehlung im ersten Rundbrief. Der WRRL-Berater des LLH hatte dieser nicht zugestimmt. Im weiteren Verlauf des Jahres, insbesondere bei den Feldrundfahrten, aber auch bei den Informationsveranstaltungen auf Gemeindeebene, stimmte der für den Maßnahmenraum zuständige LLH-Pflanzenbauberater den von IGLU gestellten Forderungen an die Landwirte vollständig zu und würdigte die von den Zusatzberatern geleistete Arbeit als sehr praxisnah und zielführend. Im folgenden Jahr soll die Abstimmung mit dem LLH enger werden, sodass die Beratungsempfehlungen in Zukunft übereinstimmen.

2 DATENAKTUALISIERUNG

Im September 2017 konnten uns die InVeKoS-Daten des Antragsjahres 2016 zur Verfügung gestellt werden. Auf dieser Grundlage ist eine Aktualisierung der Schlagskizzen der Leitbetriebe sowie die Auswertung der Nutzungsanteile (Kapitel 3) erfolgt.

3 SITUATIONSANALYSE

3.1 Veränderung der Landnutzung

Die Fruchtartenverteilung ist gegenüber 2015 weitestgehend gleich geblieben. Innerhalb der Wintergetreide kommt es fruchtfolgebedingt zu Schwankungen.

3.2 Fruchtartenverteilung

Den größten Anteil hatte 2016 das Wintergetreide mit 46%. Die zweitgrößte Kategorie fällt auf Grünland mit 17%. Silomais, Klee- und Feldgras bilden die Kategorie der Futterfrüchte mit 10%. Winterraps kommt ebenfalls auf 11% und bildet zusammen mit den Futterfrüchten den drittgrößten Anteil. Die Zuckerrübe stellt mit 4% die viertgrößte Kategorie gefolgt vom Sommergetreide mit 3%. Die restlichen 8 Prozent entfallen u.a. auf Brache (2%) Ackerbohne (1%) und Obst allgemein sowie Früchte mit weniger als 1% Anteil wie Kartoffeln (

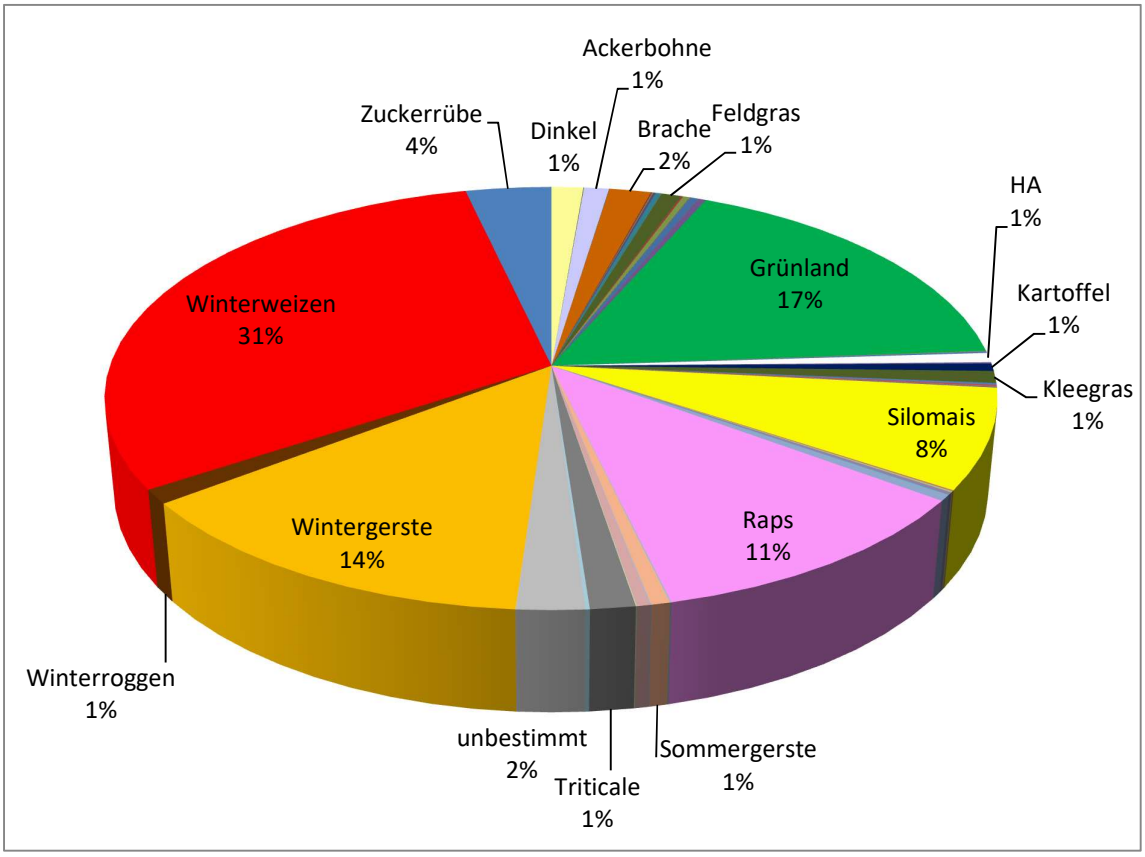

Abbildung 1: *Anteile der Kulturen im Maßnahmenraum „Kassel Nord“ im Erntejahr 2016 (Kulturen unter 1% sind nicht dargestellt)*

). Eine Besonderheit stellen die 2% als 993 codierten Flächen (unbestimmbare Nutzung) dar. Diese Flächen gehören zu Betrieben mit Betriebssitz außerhalb Hessens.

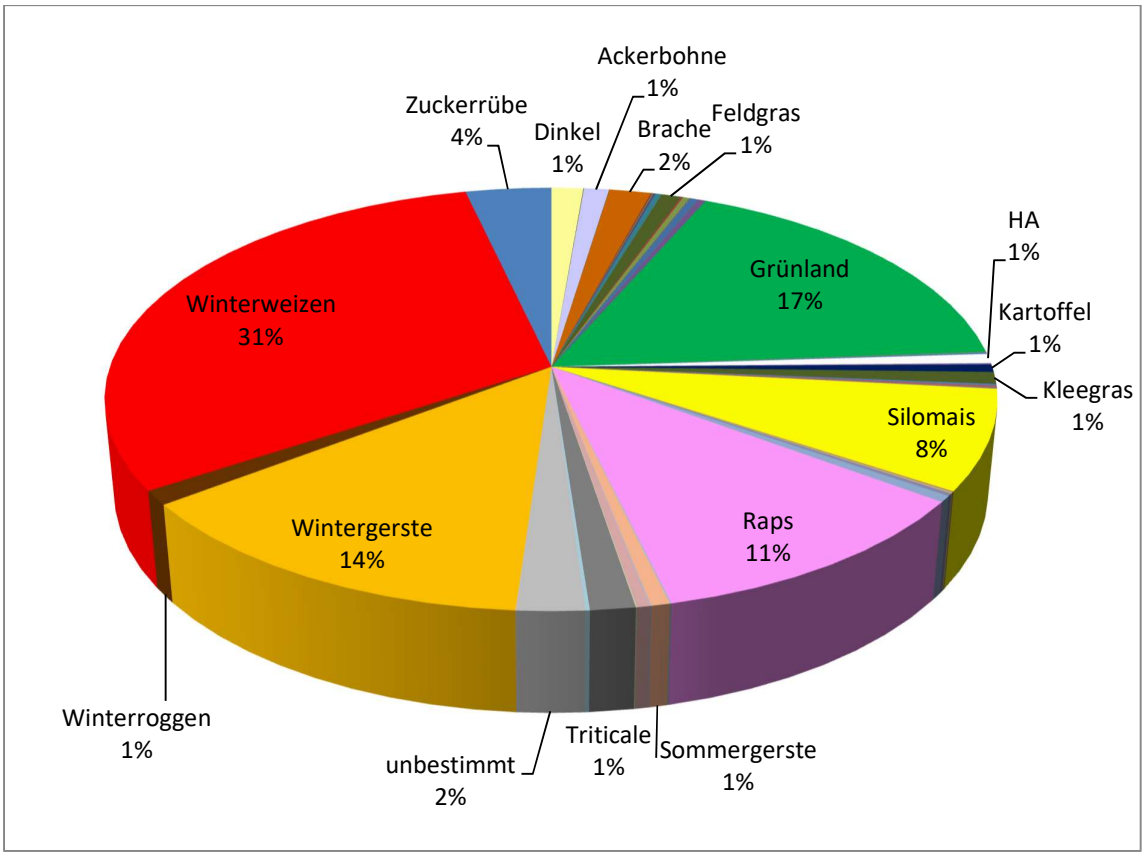

Abbildung 1: *Anteile der Kulturen im Maßnahmenraum „Kassel Nord“ im Erntejahr 2016 (Kulturen unter 1% sind nicht dargestellt)*

4 STAND DER UMSETZUNG DES BERATUNGSKONZEPTS

4.1 Kontakte im Gebiet

Die bestehenden Kontakte im Maßnahmenraum stellen einen wichtigen Faktor dar. Die Möglichkeit mit den regionalen Akteuren, wie z. B. dem Fachdienst Landwirtschaft des Landkreises Kassel, der Wasserbehörde, der WRRL- und Pflanzenschutzberater des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen, des Bauernverbandes sowie Maschinenring schnell wichtige Sachverhalte zu klären oder Absprachen zu treffen, erhöht die Effektivität der Beratungstätigkeit der IGLU und führt üblicherweise zu hoher Akzeptanz der transportierten Inhalte bei den Landwirten. Die genannten Akteure werden seitens der IGLU fortlaufend durch die Rundschreiben und Kurzmitteilungen informiert. Damit bleibt die Beratungstätigkeit der IGLU im Jahresverlauf präsent.

4.2 Multiplikatoren

Mit verschiedenen Beratern sowie Akteuren im vor- und nachgelagerten Bereich der Landwirtschaft besteht ein reger Austausch zu den von IGLU beratenen Themenfeldern. Eine Feldbegehung im Raps zum Jahresende erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Landtechnikhersteller FarmFacts, als ein Sensor zur Rapsdüngung vorgestellt wurde. Durch die Teilnahme der Zusatzberater an Feldtagen, wie dem traditionellen KWS-Feldtag auf dem Gut Winterbüren, werden auch regelmäßig fachliche Kontakte gepflegt.

4.3 Landwirtschaftliche Betriebe

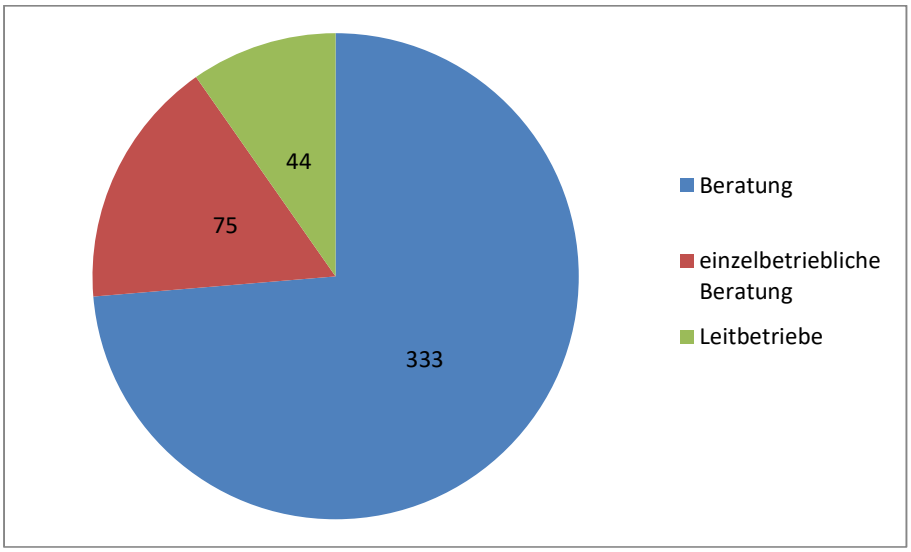

Abbildung 2: Beratungsleistung nach Betriebsebene

In der IGLU-Datenbank werden aktuell 452 landwirtschaftliche Betriebe geführt. In der Abbildung 2 ist die Anzahl der Landwirte nach Beratungsintensität im Maßnahmenraum dargestellt. Aus der Grafik geht hervor, dass wir etwa 25% aller Betriebe intensiv beraten (einzelbetriebliche Beratung und Leitbetriebe).

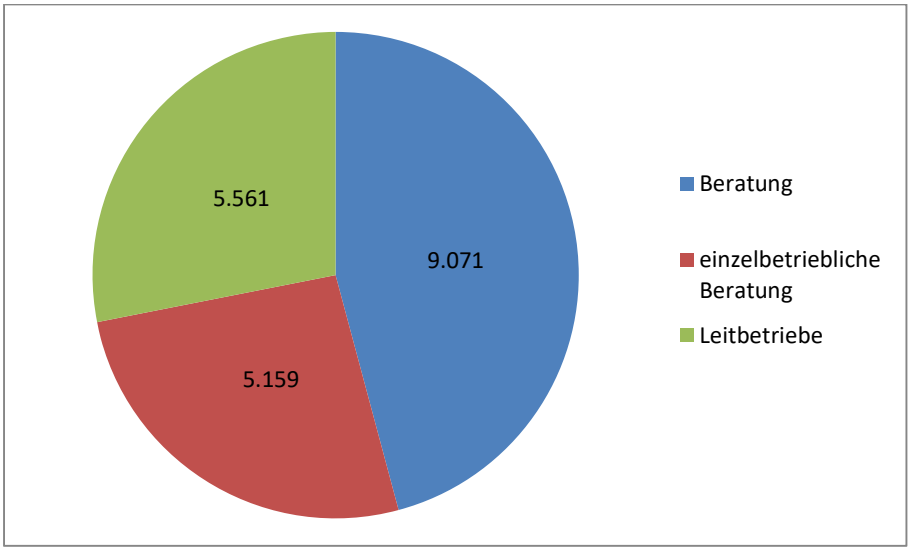

Abbildung 3: Beratungsleistung nach Flächenebene

In der Abbildung 3 ist die Intensität der Beratung auf Grundlage der Flächen dargestellt. Hieraus wird deutlich, dass die von und intensiv beratenen Betriebe (Leitbetriebe und einzelbetriebliche Beratung) mehr als die Hälfte der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche im Maßnahmenraum Kassel Nord umfasst.

4.4 Leitbetriebe

Die Auswahl der Leitbetriebe ist auf den Fokus des Vorbildcharakters mit entsprechender Flächenwirkung in der jeweiligen Gemarkung gelegt worden. Außerdem spiegeln die Leitbetriebe die typischen Betriebsstrukturen der Gemarkung wider. Bei den Leitbetrieben ist ein N_{min}-Monitoring etabliert, vegetationsbegleitende Untersuchungen zur Stickstoffversorgung der Bestände werden durchgeführt und die Hoftorbilanzen berechnet. Die vier Leitflächen eines Leitbetriebes sollen die betriebliche Fruchtfolge beinhalten, werden anhand der Frühjahrs- und Herbst-N_{min}-Beprobung bewertet sowie die Flächenbilanzen berechnet. In der Tabelle 1 sind die Leitbetriebe mit den entsprechenden Betriebstypen aufgelistet.

Tabelle 1: Übersicht über die bisher gewonnenen „Leitbetriebe“

Betriebstyp	Kategorie	Anzahl Betriebe
Ackerbaubetrieb	Leitbetrieb	13
Veredlungsbetrieb	Leitbetrieb	10
Futterbaubetrieb	Leitbetrieb	7
Pflanzenbauverbundbetrieb	Leitbetrieb	6
Pflanzenbau - Viehhaltungsbetrieb	Leitbetrieb	3
Betriebe des ökologischen Landbaus	Leitbetrieb	5

Im Vergleich zum Vorjahr ist ein Ackerbaubetrieb aus eigenem Wunsch als Leitbetrieb ausgeschieden, weil er seit 2017 fremd bewirtschaftet wird. Durch die Akquise konnte ein weiterer Ackerbaubetrieb als neuer Leitbetrieb gewonnen werden. Drei Betriebe sind durch die Umstellung von Ackerbau auf Betrieb des ökologischen Landbaus in den entsprechenden Betriebstyp gelangt. Die niedrigen Preise für Getreide und vor allem für Milch sind die Gründe zur Umstellung für den Betriebsleiter gewesen. Dies zeigt die aktuell schwierige wirtschaftliche Lage mancher Betriebe.

4.5 Hoftorbilanzen

Im Jahr 2017 konnten 42 Hoftorbilanzen aus dem Wirtschaftsjahr 2016 erstellt werden. Die Zusammenstellung aller Bilanzen ist in der Abbildung 4 ersichtlich.

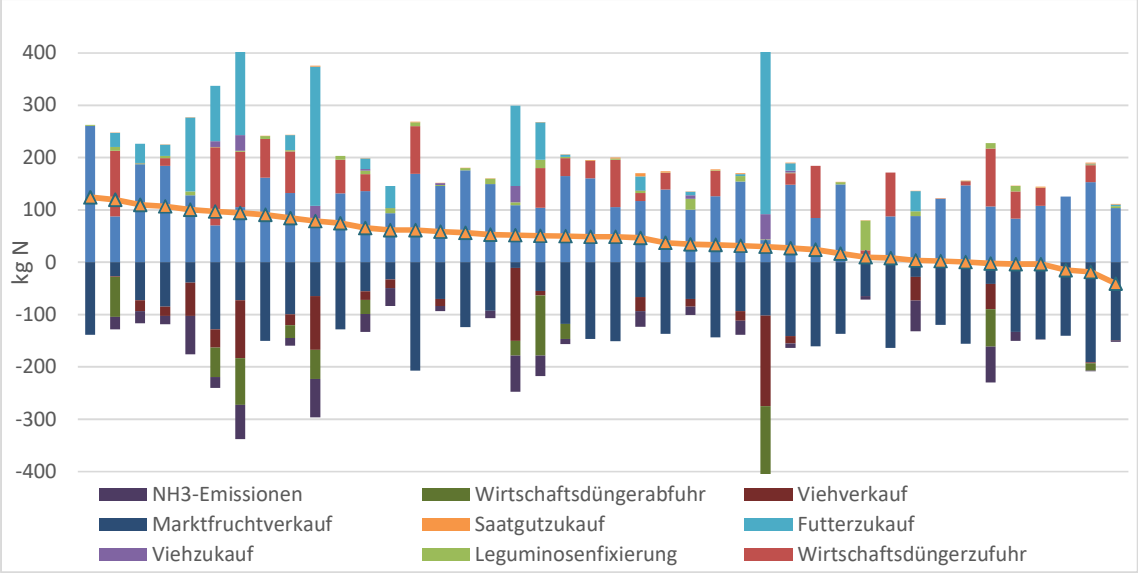

Abbildung 4: Hoftorbilanzen 2015/2016 der Leitbetriebe

Im Mittel aller 42 Betriebe sind 45,6 kg N/ha für das Bilanzjahr 2015/16 ermittelt worden. Im Vergleich zum Vorjahr liegt der Saldo auf einem gleichen Niveau (45,9 kg N/ha). Im Schnitt aller Betriebe werden 210 kg N/ha zugeführt und 165 kg N/ha abgeführt. In den Daten erkennt man, dass Betriebe mit hohen Zufuhren nicht automatische hohe Salden haben. Als Beispiel dafür kann man den Betrieb nehmen, welcher aus der Skala mit einem Futterzukauf von 443 kg N heraussticht. Dieser weist die höchste Zufuhr auf, jedoch hat er auch hohe Abfuhren über Viehverkauf und Wirtschaftsdüngerabgabe. Dadurch ergibt sich bei ihm ein Saldo von 30 kg N. Hohe Salden in einzelnen Jahren werden in den nächsten Jahren meistens ausgeglichen, dabei kann es sich um Düngervorräte oder nicht verkauftes Getreide handeln. Hierzu betrachtet man besser das gleitende Mittel über mehrere Jahre.

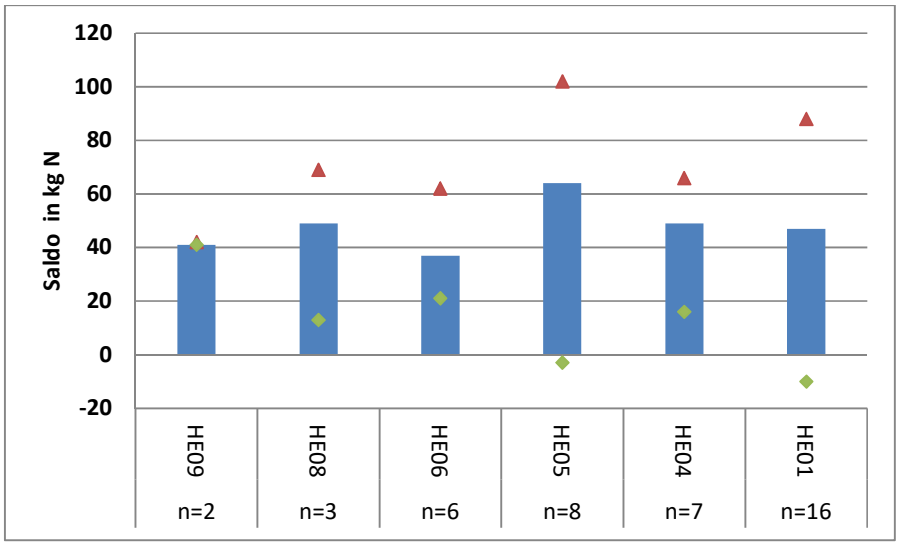

Abbildung 5: Bilanzsalden nach Betriebstypen für das Wirtschaftsjahr 15/16 (HE09: ökologischer Betrieb, HE08: Pflanzenbau-Viehhaltungsbetrieb, HE06: Pflanzenbauverbundbetrieb, HE05: Veredlungsbetrieb, HE04: Futterbaubetrieb HE01: Ackerbaubetrieb)

In Abbildung 5 sind die Hoftorbilanzsalden nach Betriebstypen differenziert dargestellt. Die Daten über ökologische wirtschaftende Betriebe und Pflanzenbau-Viehhaltungsbetriebe können in diesem Bilanzjahr höchstens als Tendenzanzeiger verwendet werden, denn die Anzahl der Bilanzen ist zu gering. Je nach Auflagen, denen der Biobetrieb unterliegt, kann die Zufuhr in den Betrieben stark variieren. Es lässt sich auch in der Spanne der Maximal- und Minimalwerte erkennen, denn diese nehmen mit Anzahl der Bilanzen stark zu. Den höchsten mittleren Saldo haben die Veredlungsbetriebe (64 kg N) und den niedrigsten die Pflanzbauverbundbetriebe (37 kg N). Dazwischen liegen die Ackerbaubetriebe (47 kg N) und die Futterbaubetriebe (49 kg N). Die Extremwerte, vor allem bei Veredlungs- und Ackerbaubetrieben zeigen jedoch auch, dass es starke einzelbetriebliche Unterschiede gibt. Mögliche Gründe hierfür wurden im letzten Absatz beschrieben. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Betriebstypen lassen sich vermutlich durch den Viehbesatz und den Anfall von organischen Stickstoff erklären. In der Düngeplanung müssen Wirtschaftsdünger geringer berücksichtigt werden als in der Bilanzierung. Somit steigt bei höheren organischen Stickstoffanfall der Bilanzsaldo. Um auf diesen Betrieben den Saldo zu senken, müssen diese ihre Organik effizienter einsetzen und den Mineraldüngereinsatz reduzieren. Eine Alternative dazu wäre die Abgabe von Wirtschaftsdüngern. Die Beratung behandelt dieses Thema schon seit Beginn, jedoch ist hier immer noch Potential nach oben gegeben. Einzelne Beispiele zeigen jedoch auch, dass Betriebe mit hohem Anfall an organischen Stickstoff durchaus niedrige Bilanzen aufweisen können, weil sie den organischen Dünger abgeben. Bei viehhaltenden Betrieben entstehen hohe Salden, wenn der organische Dünger durch unzureichende Lagerkapazität, Anrechnung und verlustreiche Ausbringtechnik nicht effizient eingesetzt wird.

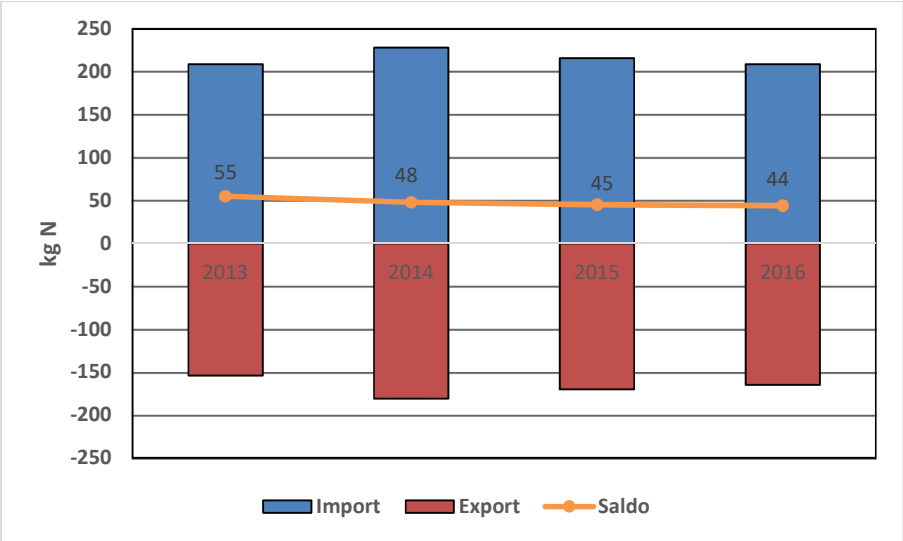

Abbildung 6: Hoftorbilanzen der Leitbetriebe von 2013 bis 2016

Die Bilanzsalden seit Beginn der IGLU-Beratung im Maßnahmenraum sind in Abbildung 6 dargestellt. Wie auch im letzten Jahr lässt sich ein leicht negativer Trend in den Bilanzsalden festhalten. Jedoch sind keine großen Änderungen wie von 2013 auf 2014 zu erkennen. Insgesamt befinden sich die Bilanzen auf einem vertretbaren und der Düngeverordnung konformes Niveau. Trotzdem haben rund ein Drittel der Betriebe Salden über 50 kg N und somit noch Verbesserungs- beziehungsweise Beratungspotential. Wie oben beschrieben, ist es bei solchen Betrieben auch oft eine Frage von Investitionen, beispielsweise um neue Technik oder Lagermöglichkeiten zu schaffen, die Bilanzen zu verbessern. Aufgrund der aktuellen wirtschaftlichen Lage spielt somit auch die Liquidität der Betriebe bei den Bilanzsalden eine Rolle.

5 AKTIVITÄTEN DER BERATUNG

5.1 Informationsaustausch und Abstimmung

Im Frühjahrs-Rundschreiben wurde wie üblich über die aktuellen N_{min}-Werte im Frühjahr 2017 informiert und die darauf basierenden Düngeempfehlungen der wichtigsten Kulturen herausgegeben. Diese allgemeinen Düngeempfehlungen wurden in der Vergangenheit vor dem Versand an die Landwirte im Maßnahmenraum mit dem zuständigen WRRL-Berater sowie dem regional zuständigen Pflanzenbauberater des LLH abgestimmt. Im Jahr 2017 wurden diese allgemeinen Düngeempfehlungen bedauerlicherweise aufgrund von Unstimmigkeiten seitens des LLH nicht befürwortet. Im Vorfeld der gemeinsamen Feldrundfahrten in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Ortsbauernverbänden kam es zu einem kurzen Informationsaustausch zu den aktuellen Gegebenheiten (z.B. Stand der Kulturen, N-Düngung und Witterung).

5.2 Runder Tisch / Arbeitskreis

Die Sitzung des Runden Tisches für das Jahr 2017 fand, aufgrund von Terminschwierigkeiten im Dezember 2017, am 21. Februar 2018 im Hotel Deutsche Eiche statt.

- Jahresablauf
- Düngeverordnung und Düngebedarfsermittlung
- Mitteilungen
- N_{min}-Monitoring
- Demonstrationsflächen
- Bisherige Beratungserfolge
- Ausblick für 2018

In 2017 waren die Herbst-N_{min}-Werte niedriger als 2016, trotzdem waren sie im Mittel zu hoch. Deshalb wurden die Werte vor dem Hintergrund der Witterung und anderer Ursachen diskutiert und vor allem „Ausreißer“ erörtert. Wie bereits letztes Jahr standen hier Effekte durch Bodenbearbeitung und Düngung im Vordergrund. Besonders auffällig war in diesem Jahr die starke Feuchtigkeit in der zweiten Hälfte des Jahres. Dadurch waren viele Feldfrüchte im Lager und konnten nicht vollständig geerntet werden. Auf den Leitflächen wurden mehrere Beratervarianten und Versuche dazu angelegt, um betriebsindividuellen Lösungen für die Landwirte zu erörtern.

5.3 Informationsveranstaltungen

Einige Informationsveranstaltungen, wie es sie in den vergangenen Jahren gab, wurden im Jahr 2017 nicht angeboten. Aufgrund des gekürzten Budgets wurde kein Infostand auf dem Herbstfest der Sababurg errichtet. Im Gegensatz zum Vorjahr wurden aber, wenn auch in geringerem Umfang als in den Jahren zuvor, Informationsschilder an frequentierten Feldwegen aufgestellt, um andere Landwirte und die Öffentlichkeit über die Beratungstätigkeit, De-

monstrationsversuche u.a. zu informieren. Im Jahr 2017 wurden drei Informationsveranstaltungen auf Gemeindeebene angeboten, die vergleichsweise gut besucht waren.

Tabelle 2: Informationsveranstaltungen im Jahr 2017

Ort	Datum	Teilnehmer
Espenau-Hohenkirchen	23.02.2017	16
Grebenstein	20.09.2017	13
Hofgeismar-Hümme	27.11.2017	14

Am 23. Februar 2017 fand die erste Informationsveranstaltung in Espenau-Hohenkirchen für die Landwirte der Gemeinden Calden, Espenau und Fuldatal statt. Hier wurden maßgeblich die Problematik der verstärkten Mineralisation im Herbst und die Besonderheit der hohen Frühjahrs-N_{min}-Werte 2017 diskutiert. Darauf basierend wurden Düngeempfehlungen gegeben. Außerdem wurden ganzheitliche Lösungsansätze zur Minderung der Herbstmineralisation aufgezeigt. In einer kontroversen Diskussion wurde die Bereitschaft der anwesenden Landwirte deutlich, aktiv an der Erprobung solcher Lösungsansätze mitzuwirken. Die lebhafte Debatte, auch mit einem anwesenden Bürgermeister, zeugte zudem von der politischen Brisanz der WRRL-Umsetzung im Maßnahmenraum Kassel Nord.

Am 20. September 2017 trafen sich Landwirte aus Grebenstein und Immenhausen zusammen mit den WRRL-Zusatzberatern der IGLU in Grebenstein. Unter den Teilnehmern war auch ein LLH-Pflanzenbauberater. Schwerpunkte in dieser Informationsveranstaltung waren Neuerungen und Konsequenzen der Düngeverordnung sowie die Präsentation von Versuchsergebnissen und Beratervarianten auf Leitflächen. Es wurden exemplarisch Betriebsdaten zur N-Effizienz einzelner Betriebe in den Leitkulturen mit dem Gebietsmittel verglichen. Dabei kamen deutliche Unterschiede heraus, die für entsprechende Diskussion sorgte. Eingehend wurde auf die schwierige Düngesaison 2017 zurückgeblickt. Wie in der vorherigen Veranstaltung im Februar, wurden abermals die Problematik der verstärkten Mineralisation im Herbst und mögliche Lösungsansätze thematisiert.

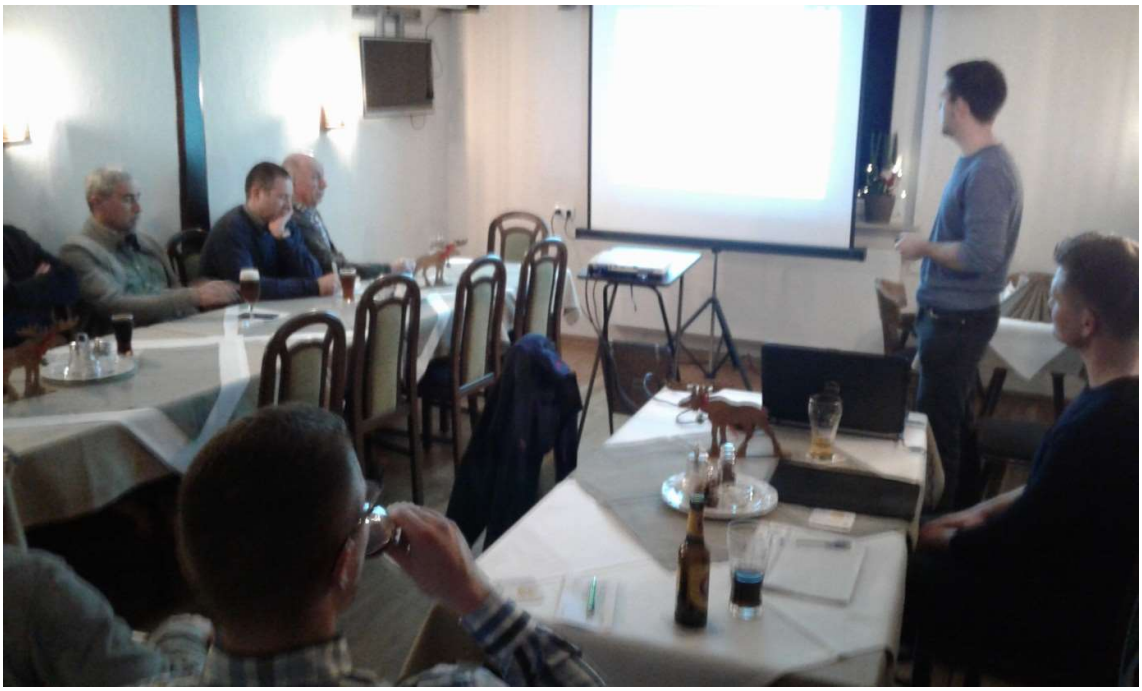

Abbildung 7: Informationsveranstaltung im Gasthaus „Zum Löwen“ in Hümme

Am 27. November 2017 wurde eine dritte Informationsveranstaltung für die nördlichen Gemeinden im Maßnahmenraum durchgeführt. In Hümme wurden die Landwirte aus den Gemeinden Hofgeismar und Trendelburg eingeladen. Der Bürgermeister von Liebenau sowie ein Vertreter von der unteren Wasserbehörde nahmen ebenfalls an der Veranstaltung teil. Die Präsentation war inhaltlich an jene in Grebenstein angelehnt. In Hümme wurden jedoch darüber hinaus die Herbst N_{min}-Werte aus 2017 und aktuelle Ergebnisse von Demonstrationsflächen präsentiert. Wie auch in Grebenstein, sorgten die grafische Darstellung der N-Effizienz und der Rückblick auf die diesjährige Düngesaison für eine rege Diskussion unter den Teilnehmern.

6 BERATUNGS- UND INFORMATIONSMATERIAL

6.1 Website

Seit dem Jahr 2013 existiert die Webseite für die WRRL-Zusatzberatung im Maßnahmenraum „Kassel Nord“. Die von der IGLU im Jahresverlauf erstellten Informationen (Einladungen, Rundschreiben, Kurzmitteilungen), aktuelle Termine und die Beschreibung der Demonstrationsversuche werden hier veröffentlicht.

Die monatlichen Aufrufe der Webseite sind in der Abbildung 8 ersichtlich. Das Interesse an der Webseite www.wrrl-kassel-nord.de ist im Vergleich zum Vorjahr etwas zurückgegangen, wenngleich auf hohem Niveau. Im Jahr 2017 wurde die Webseite von fast 7.000 Besuchern aufgerufen.

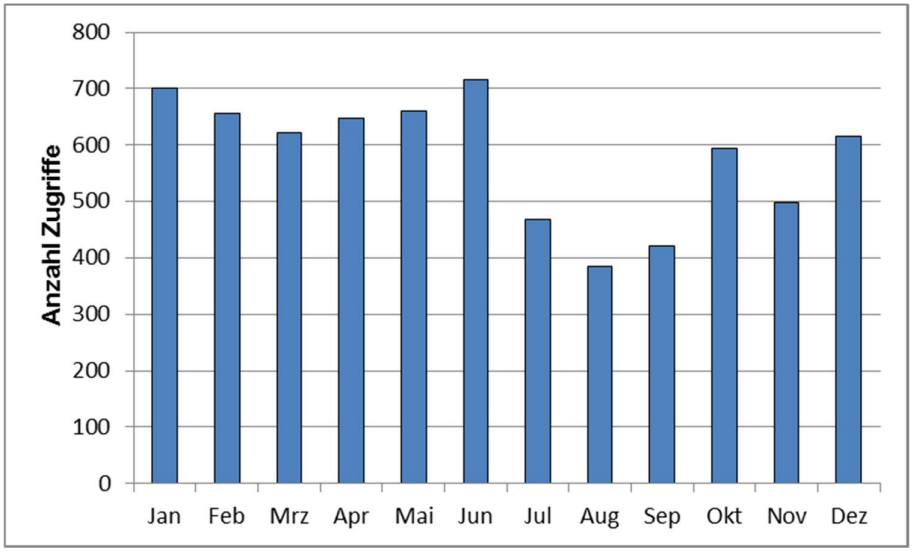

Abbildung 8: Anzahl Aufrufe auf die Website www.wrrl-kassel-nord.de

6.2 Falt- und Informationsblätter

Der Flyer des Maßnahenraumes „Kassel Nord“ wurde bereits im ersten Jahr der Zusatzberatung erstellt und informiert über die Beratungsinhalte und beinhaltet weitere nützliche Informationen für die Landwirte und Verbraucher. Der Flyer wird stets bei Veranstaltungen als Information für die Besucher ausgelegt.

6.3 Schriftliche Informationen

Im Jahr 2017 wurden vier Rundschreiben sowie vier Kurzmitteilungen verschickt. Die behandelten Themen und das Datum des Versandes sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Im Verteiler befinden sich inclusive der offiziellen 468 Adressen.

Tabelle 3: Übersicht der Mitteilungen aus dem Maßnahmenraum Kassel Nord

Mitteilung	Datum	Themen
Rundschreiben 01	08.03.2017	♦ N_{min}-Werte im Frühjahr 2017 ♦ Vergleich Herbst-N_{min} 2016 und Frühjahrs-N_{min} 2017 ♦ Stickstoffdüngung 2017 ♦ Unser Angebot an Sie
Rundschreiben 02	30.06.2017	♦ Herbstdüngung nach neuer Düngeverordnung ♦ Nacherntemanagement ♦ Zwischenfruchtanbau ♦ Grunddüngung und Kalkung
Rundschreiben 03	14.08.2017	♦ Düngebedarfsermittlung im Herbst ♦ Rapsbestellung und Begleitpflanzenanbau ♦ Bodenbearbeitung nach schwieriger Ernte
Rundschreiben 04	12.12.2017	♦ Witterung 2017 ♦ N_{min}-Werte im Herbst 2017
Kurzmitteilung 01	20.02.2017	♦ Rapsdüngung 2017
Kurzmitteilung 02	06.04.2017	♦ Anschlussdüngung Getreide
Kurzmitteilung 03	12.04.2017	♦ Maisdüngung
Kurzmitteilung 04	28.09.2017	♦ N-Effizienz im Raps

6.4 Feldbegehungen

Feldrundfahrten

Auch im Jahr 2017 sind diverse Feldrundfahrten bzw. Feldbegehungen im Maßnahmenraum durchgeführt worden, an denen die WRRL-Zusatzberater der IGLU teilnehmen konnten. In der Regel wurden diese durch die Ortsbauerverbände in Abstimmung mit dem LLH organisiert. An den Leitflächen bzw. Flächen die von uns beratend begleitet werden konnten die vegetationsbegleitenden Messungen besprochen und die Düngestrategie diskutiert werden. An folgenden Feldrundfahrten haben Vertreter der IGLU teilgenommen:

- Feldrundfahrt Schöneberg
- Feldrundfahrt Eberschütz/Sielen
- Feldrundfahrt Immenhausen
- Feldrundfahrt Ehrsten
- Feldrundfahrt Grebenstein

Zusätzlich zu den Feldrundfahrten der Ortsbauernverbände nahmen zwei WRRL-Zusatzberater an einem örtlichen Feldtag mit dem fachlichen Schwerpunkt der optimalen Verteilung und Qualität von mineralischen Düngemitteln teil. In einem anschaulichen Fachvortrag ging der externe Referent besonders auf die Aspekte Mensch, Technik, Umwelt und politische Rahmenbedingungen mit Bezug zur Düngung ein. Auswertungen ergaben, dass die Arbeitsqualität beim Düngerstreuen noch viel Optimierungsbedarf hat und jeder Landwirt seine Verantwortung in diesem Bereich noch stärker wahrnehmen sollte. In diesem Zusammenhang wurde auf die Sinnhaftigkeit (der von IGLU) angeboteten Düngerstreuerchecks hingewiesen.

Bei einem Feldtag des Demonetzwerkes Erbse-Bohne in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzdienst des RP Gießen wurden aktuelle Herausforderungen im Leguminosenanbau diskutiert. Die WRRL-Zusatzberater der IGLU verwiesen in diesem Zusammenhang auf den Einfluss der Stickstofffixierung in Bezug auf die Anforderungen der Maßnahmen zum Gewässerschutz. Insbesondere wurden dabei auch alternative Fruchtfolgekonzepte mit Leguminosen besprochen.

Feldbegehungen

Es erfolgten zwei, von IGLU organisierte Feldbegehungen, im Herbst 2017 im Maßnahmenraum Kassel Nord. Die erste fand am 10.11.2017 in Espenau-Mönchehof statt. Auf der Demonstrationsfläche wurden verschiedene Zwischenfruchtmischungen mit verschiedenen Aussaatverfahren etabliert und anhand ihres Aufwuchses sowie ihren entsprechenden Herbst-N_{min}-Werten beurteilt und diskutiert.

Am 27.11.2017 fand die zweite Feldbegehung auf einer Rapsfläche in Grebenstein-Schachten statt. Hier wurden mehrere Verfahren zur Aufwuchs-Bestimmung im Raps zu Vegetationsende verglichen. Ein N1-Betrieb stellte hierzu seine N-Sensortechnik von Farm-

Facts zur Verfügung und präsentierte diese auch auf der Feldbegehung. Anschließend an die Präsentation im Feld gab es im Feuerwehrhaus von Schachten eine Präsentation vom FarmFacts-Vertreter Patrik Spiesecke über deren Produkte und die Technik des N-Sensors. Es wurden Meinungen und Erfahrungen von den anwesenden Landwirten ausgetauscht. Daraus entstand eine rege Diskussion über den Düngebedarf von Pflanzen und die teilflächenspezifische Ausbringung von Düngern.

6.5 HALM-Beratung

Im Jahr 2017 erfolgte keine HALM-Beratung bei den Landwirten, da im Auftrag nicht enthalten.

7 DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

7.1 Reststickstoffgehalte

Die N_{min}-Werte beschreiben den Gehalt an mineralischem Stickstoff (Nitrat- und Ammonium-N) im Hauptwurzelraum des Bodens.

Auf Grundlage der Frühjahrs-N_{min}-Beprobung erfolgt die schlagspezifische Düngeplanung für die jeweiligen Leitflächen. Neben der Ertragserwartung spielen Faktoren wie z.B. Vorfruchteffekte durch Stickstoffnachlieferung aus Ernterückständen, hauptfruchtspezifische Stickstoffdüngezuschläge, organische Düngung im Herbst sowie langjährige organische Düngung eine wichtige Rolle, die es entsprechend zu berücksichtigen gilt.

Herbst 2016 und Frühjahr 2017

Die Herbst-N_{min}-Werte im Jahr 2016 lagen im Mittel über alle Flächen bei 74,5 kg N_{min}/ha. Die vergleichsweise hohen Werte der einzelnen Fruchtkategorien wurden bereits im Rundschreiben 03/2016 detailliert erläutert. Wie in den Jahren zuvor, wurden vorrangig auf Weizenflächen nach den Vorfrüchten Raps bzw. Mais hohe Herbst-N_{min}-Werte gemessen. Hohe N_{min}-Werte wurden wie in den Vorjahren bei den Vorfrüchten Mais und Raps festgestellt. Auffällig hoch waren aber auch die Herbst-N_{min}-Werte in der Fruchtkategorie „Getreide nach Getreide“. Vergleichsweise niedrige N_{min}-Werte wurden auf Getreideflächen nach Zuckerrübe und auf Flächen vor Sommerungen (Flächen ohne ZF bzw. Flächen mit ZF). Wie im Jahr zuvor lassen sich die tendenziell hohen Herbst-N_{min}-Werte durch eine unzureichende Anrechnung der langjährigen organischen Düngung sowie eine intensive Bodenbearbeitung (v.a. in der Fruchtkategorie Getreide nach Getreide) erklären. Hinzu kommt eine sehr trockene und heiße Witterungsphase im August und September 2016, welche die Mineralisation offensichtlich stark gefördert hat.

Die Frühjahrs-N_{min}-Beprobung ist Mitte Februar 2017 erfolgt. Dabei wurde der N_{min}-Gehalt auf 176 Leitflächen sowie auf Anfrage auch auf einigen weiteren Flächen gemessen. Der Mittelwert über alle Flächen lag bei 69,6 kg N/ha auf einem ungewöhnlich hohen Niveau. Im Gegensatz zu vorherigen Jahren war der Winter sehr trocken und phasenweise auch kalt. Dies führte zu fast unveränderten N_{min}-Werten im Frühjahr, verglichen mit dem vorangegangenen Herbst. Im Winter 2016/2017 war, anders als in den Wintern zuvor, eine ausgeprägte Vegetationsruhe gegeben, in der die Pflanzenbestände keinen Stickstoff aufgenommen haben. Unter den trockenen und kalten Bedingungen gab es offenbar auch kaum Umsetzungsprozesse des Stickstoffs im Boden. Aus diesem Grund wurde auf vielen Flächen ein vergleichbarer N_{min}-Wert im Frühjahr 2017 zum Herbst 2016 vorgefunden. Diese Situation mit hohen Frühjahres-N_{min}-Werten war außergewöhnlich. Bei der Berechnung der Mittelwerte sind Extremwerte jeweils nicht mit eigeflossen.

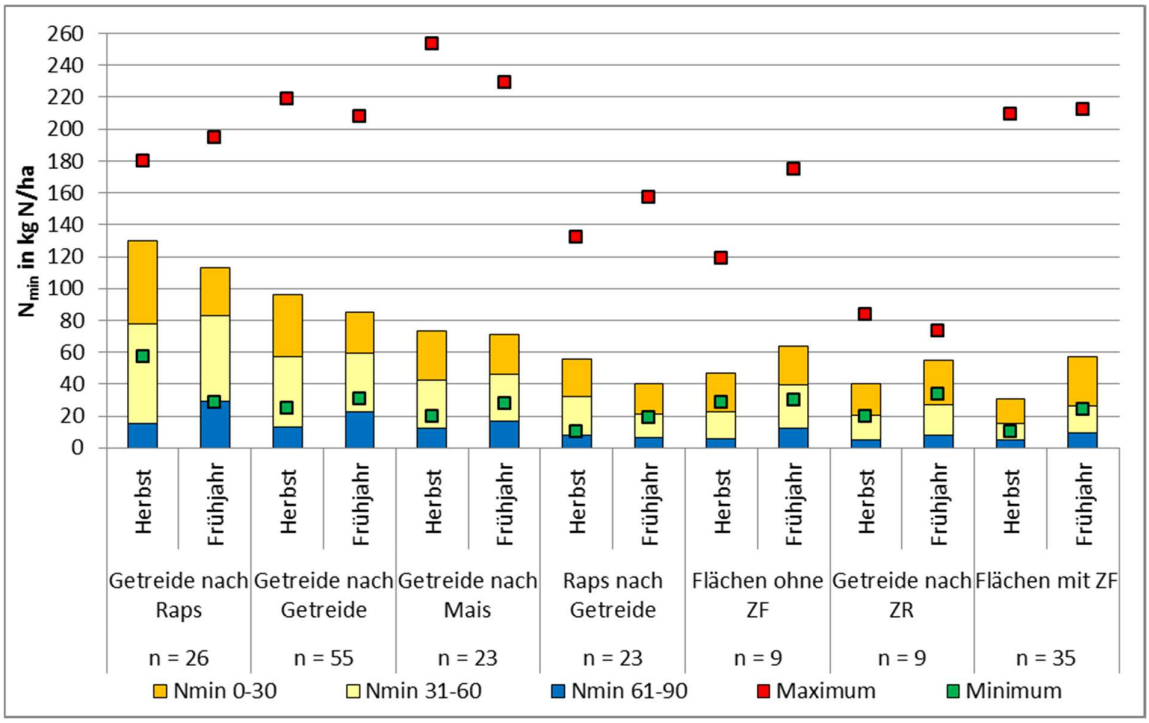

Abbildung 9: Vergleich der N_{min}-Werte Herbst 2016 und Frühjahr 2017

In Abbildung 9 sind die N_{min}-Werte vom Herbst 2016 und Frühjahr 2017 in den jeweiligen Fruchtkategorien gegenübergestellt. Flächen nach Zuckerrüben zeigten dabei eine leichte Zunahme des N_{min}-Wertes vom Herbst 2016 zum Frühjahr 2017. Vermutlich floss hier die Mineralisation des im Rübenblatt enthaltenden Stickstoffs mit ein. Auf Flächen, die für Sommerungen vorgesehen waren, war ebenfalls eine Zunahme im N_{min}-Wert zu beobachten. Oftmals wurde hier vor der N_{min}-Beprobung im Frühjahr schon eine Bodenbearbeitung durchgeführt, sodass die Mineralisation des bodenbürtigen Stickstoffs bzw. des in der Zwischenfrucht befindlichen Stickstoffs hier forciert wurde. In allen anderen Fruchtkategorien ist eine eher geringfügige Abnahme im N_{min}-Wert im Frühjahr 2017, verglichen zum Herbst 2016 erkennbar. Auf einigen Standorten hat eine marginale Verlagerung in tiefere Bodenschichten stattgefunden, so war eine leichte Zunahme in der unteren Schicht 60-90 cm nachweisbar. Durch die außergewöhnlich trockenen Bodenverhältnisse im Winter 2016/2017 ist aber nicht von einer nennenswerten Auswaschung des Stickstoffs auszugehen. Auf vielen Flächen gab es rechnerisch keine Sickerwasserbildung in den Monaten Dezember, Januar und Februar.

Herbst 2017

Im Herbst 2017 wurden auf 172 Leitflächen N_{min}-Proben gezogen. Im Mittel konnte ein N_{min}-Wert von 65 kg/ha ermittelt werden und liegen damit noch ca. 15 kg N/ha über dem erwünschten Wert von 50 kg N/ha. Im Vergleich lag der Mittelwert im Jahr 2016 bei 75 kg/ha. In der Bewertung der Ergebnisse konnten wir feststellen, dass die Spanne der Werte (8 bis 238 kg N_{min}/ha) sehr hoch ist. Die Anzahl der „Ausreißer“ ist im Vergleich zum Vorjahr 2016 (20 Flächen über 150 kg N_{min}/ha) auf sieben Flächen zurückgegangen. In der Abbildung 10 sind die N_{min}-Werte, nach den Fruchtarten geordnet, aufgeführt.

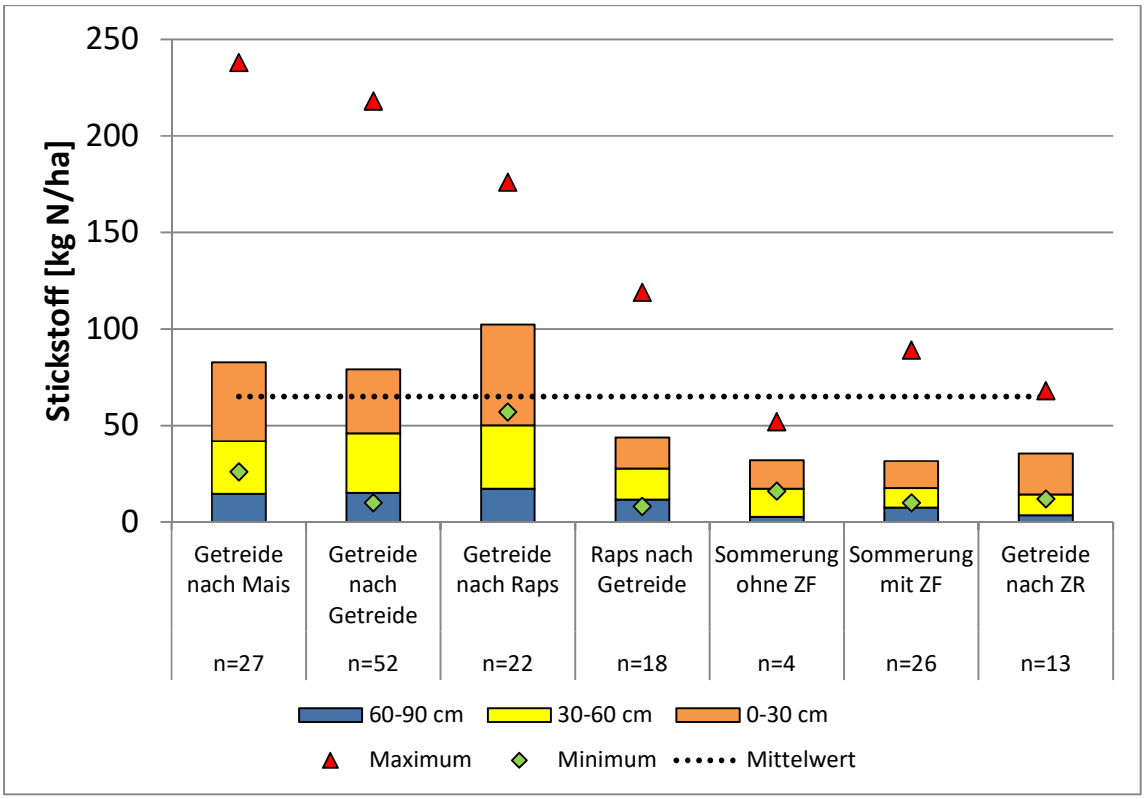

Abbildung 10: N_{min}-Werte aus dem Herbst 2017

Im folgenden Abschnitt werden die Kulturen einzeln beschrieben.

Im Mais wurden dieses Jahr Rekorderträge verzeichnet und trotzdem lag der Mittelwert in dieser Kultur bei 83 kg N_{min}/ha. Es ist die einzige Kultur, wo der Mittelwert im Vergleich zum Vorjahr um ca. 10 kg N_{min}/ha angestiegen ist. Langjährige Beobachtungen im Maßnahmenraum zeigen, dass der Mais durch seine lange Vegetationsperiode die Mineralisation in den Sommermonaten gut ausnutzen kann und somit bei langjähriger organischer Düngung unter seinem Entzug gedüngt werden kann. Zudem wird die Mineralisation von Zwischenfrüchten immer noch zu niedrig angerechnet. Es sind teilweise immer noch Düngermengen von über 200 kg N/ha üblich zu Mais. Dadurch lassen sich teilweise die hohen N_{min}-Werte erklären. Obwohl das Düngeniveau im Mais in den letzten Jahren spürbar zurückgegangen ist, ist der Durchschnitts-N_{min}-Wert immer noch zu hoch. Eventuell wird es im Jahr 2018 sinken durch die Vorgaben der neuen Düngeverordnung, weil die Höchstmenge an organischen Stickstoff auf 170 kg N/ha gesenkt wurde. Für die Beratung wird es trotzdem ein Kernpunkt sein, die Mineralisation von organischen Düngern und Zwischenfrüchten höher anzurechnen und die Düngermengen zu reduzieren. Die niedrigen Werte nach Mais beweisen, dass es möglich ist wasserschonend und ressourceneffizient zu arbeiten.

Das Stoppelgetreide ist mit einem Durchschnittswert von 79 kg N_{min}/ha fast 17 kg N_{min}/ha geringer als im Jahr 2016. Trotzdem ist der N_{min}-Wert immer noch als zu hoch einzustufen. Der Höchstwert von 218 kg N_{min}/ha ist durch einen vorangegangenen Grünlandumbruch zu erklären. Besonders im Stoppelgetreide ist der Schwankungsbreich am größten. Ursächlich für sehr hohe N_{min}-Werte über 100 kg N_{min}/ha sind hier vornehmlich die intensive Bodenbear-

beitung bei hohen Bodentemperaturen im Spätsommer sowie eine unzureichend umgesetzten N-Spätgabe in der Vorfrucht. In Verbindung mit einem fruchtbaren und tiefgründigen Standort ist das Risiko für zu hohe N_{min}-Werte im Herbst auf Flächen in dieser Kategorie am höchsten. Die Beratungsinhalte werden für das nächste Jahr wieder den Schwerpunkt auf die ertragsgerechte Düngung während des Frühjahrs legen und dann aber auch nach der Ernte auf die Stoppelbearbeitung, um diesen hohen Werten entgegenzuwirken.

Raps ist aus der Perspektive des Wasserschutzes differenziert zu betrachten. Zum einen ist er im Herbst eine der wenigen Kulturen, welche große Mengen Stickstoff (bis zu 100 kg N/ha) aufnehmen können und somit niedrige N_{min}-Werte auf den Flächen hinterlassen. Zum anderen hinterlässt er große Mengen Stickstoff durch die Erntereste auf der Fläche, welche teilweise schon vor Ernte im Boden mineralisiert werden. Dadurch weist die Kultur als Vorfrucht die höchsten Mittelwerte auf und als Folgefrucht sehr niedrige mit wenigen Ausreißern nach oben. Problematisch ist auch die Tatsache, dass es immer noch Standard in der Praxis ist, Weizen nach Raps zu bauen, obwohl dieser die hohen Stickstoffmengen, welche durch die Mineralisation des Rapsstrohs freiwerden, nicht aufnimmt. Hier gilt es in der zukünftigen Beratung stets Wert auf ein wasserschutzbetontes Nacherntemanagement, Fruchtfolgeumstellung und bedarfsgerechte Düngung zu legen, um dieser Problematik entgegen zu wirken. Zu diesem Zweck gab es dieses Jahr auch eine entsprechende Demonstrationsfläche (siehe Kapitel 8).

Bei den Sommerungen mit und ohne Zwischenfrucht, gibt es dieses Jahr nur noch vier Flächen ohne Zwischenfrucht und 26 mit Zwischenfrucht. Die Flächen ohne Zwischenfrucht wiesen dieses Jahr durch Bodenruhe und Ausfallgetreide niedrig bis moderate N_{min}-Werte auf. Die Flächen mit Zwischenfrüchten wiesen dieses Jahr einen Messbereich von 10 – 89 kg N_{min}/ha auf. Der Höchstwert ist durch einen mineralisationsstarken Standort und eine Güllegabe im Herbst zu erklären. Durch die feuchte Witterung im Herbst konnten Zwischenfruchtbestände teilweise erst spät oder schlecht etabliert werden. Der Schwerpunkt der Beratung wird im nächsten Jahr auf der Anrechnung der Zwischenfrüchte zu den nachfolgenden Kulturen liegen.

Bei der Zuckerrübe, welche eine ähnliche Vegetationszeit wie der Mais hat, sieht es anders aus. Hier findet man stets niedrige N_{min}-Werte, weil die Landwirte an einer hohen Zuckerausbeute interessiert sind und deswegen verhalten düngen. In dieser Kategorie ist der höchste N_{min}-Wert bei 68 kg N_{min}/ha und durch langjährige organische Düngung zu erklären.

Die besonders hohen Werte werden im Gespräch mit dem Landwirt diskutiert und die Ursachen dafür zusammen erörtert. Diese wurden dann auch im Rundschreiben 04 erläutert. Die große Spanne zwischen Minimal- und Maximalwerten zeigt noch immer das Potential was in der Bewirtschaftung liegt.. Das Thema der N-Effizienz gilt es jetzt in der Beratung aufzugreifen und durch verschiedene Themen wie beispielsweise Bodenbearbeitung und Fruchtfolgeerweiterung zu ergänzen. Es lässt sich festhalten, dass die Düngung, in jeglicher Form, nicht alleine für die hohen N_{min}-Werte auf den Flächen verantwortlich ist, sondern der Pflanzenbau im Gesamtpaket zu betrachten ist. Dabei gilt es klassische Fruchtfolgen und das gewohnte Bodenbearbeitungsschema zu hinterfragen und zunehmend integrierte Ansätze anzuwenden. Für das nächste Jahr wird der Schwerpunkt der Demonstrationsflächen auf dem Thema der N-Effizienz liegen.

8 DEMONSTRATIONSVERSUCHE

Die Anlage von Demonstrationsflächen verfolgt das Ziel, die Akzeptanz für grundwasserschonende Bewirtschaftungsverfahren oder erweiterte Fruchtfolgen zu erhöhen und Erfahrungen zu sammeln. Im Jahr 2017 konnten drei Demonstrationsflächen im Maßnahmenraum angelegt werden.

Diese Demonstrationsversuche sind im folgenden Abschnitt beschrieben. Die Tabelle 4 zeigt eine Übersicht der Demonstrationsversuche mit deren verbundenen Fragestellungen.

Tabelle 4: Übersicht Demonstrationsflächen und deren jeweilige Fragestellung

Thema	Fragestellung
Aussaattechnik von Zwischenfrüchten	Erweiterung der Fruchtfolge, Konservierung von Nährstoffen, Arbeitswirtschaft
Düngung zu Qualitätsweizen bei hohen N_{min}-Werten	Ausnutzung des N-Pools im Boden, zeitliche und räumliche Verfügbarkeit
Rapsnacherntemanagement	Vergleich von verschiedenen Nachernteverfahren zur Mineralisationsminderung

8.1 Aussaattechnik zu Zwischenfrüchten

In der Gemarkung Mönchehof wurde auf einer Fläche eines Leitbetriebs ein Demonstrationsversuch zu verschiedenen Aussaattechniken von Zwischenfrüchten angelegt. Es wurden dabei drei verschiedene Zwischenfruchtmischungen in vier unterschiedlichen Aussaattechniken bestellt. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 11 ersichtlich.

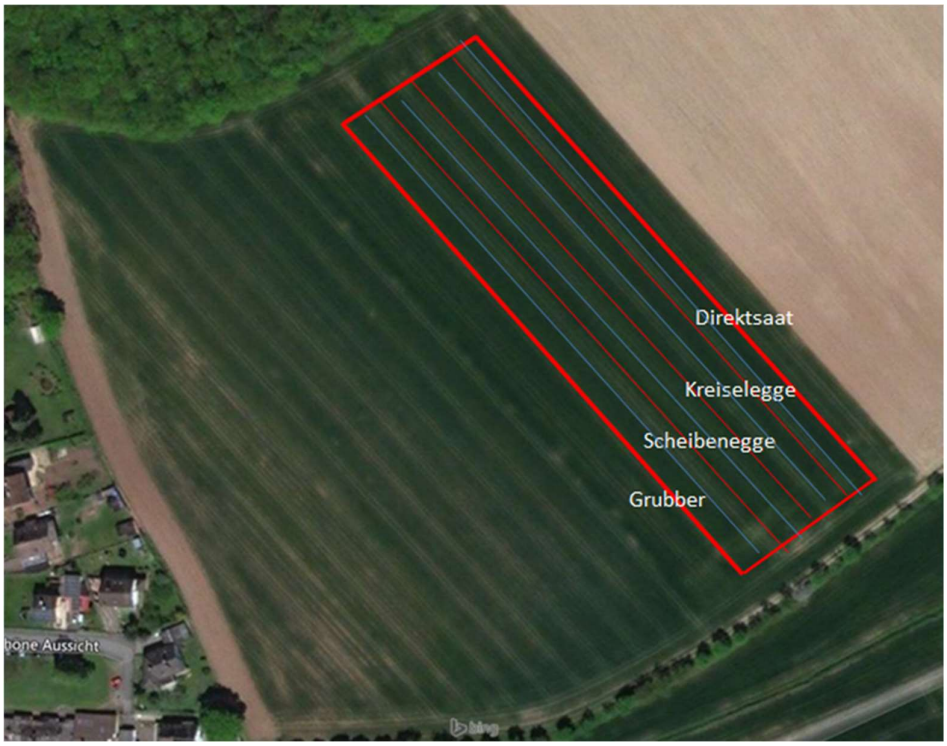

Abbildung 11: Lage der vier Aussaattechniken in der Demonstrationsfläche

Folgende Zwischenfruchtmischungen wurden bei jeder Aussaattechnik von links nach rechts ausgesät: Viterra Trio, Eigenmischung mit Leguminosen und Eigenmischung ohne Leguminosen. Die genaue Zusammensetzung der Zwischenfruchtmischungen zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Zusammensetzung der Zwischenfruchtmischungen auf der Demonstrationsfläche

Mischung	Arten
Viterra Trio	Alexandrinerklee, Ölrettich, Phacelia
Eigenmischung mit Leguminosen	Ackerbohne, Ölrettich, Peluschke, Phacelia, Sonnenblume
Eigenmischung ohne Leguminosen (EM)	Gelbsenf, Hafer, Phacelia, Ramtillkraut, Sonnenblume

Die Aussaat erfolgte am 25. August 2017. Am 01. September 2017 wurde eine N_{min}-Beprobung durchgeführt, um einen Mittelwert der Demonstrationsfläche zu erhalten. Dabei erfolgten in jeder zuvor angelegten Variante vier Einstiche. Im September und Oktober 2017 wurde die Demonstrationsfläche regelmäßig bonitiert. Infolge der Weizenernte unter sehr feuchten Bedingungen waren alle Fahrspuren der Erntefahrzeuge im Zwischenfruchtbestand sichtbar. Hier war der Feldaufgang schlechter und die Pflanzenentwicklung stark eingeschränkt. Besonders deutlich war dieses Phänomen in der Aussaattechnik Direktsaat (Abbildung 12).

Abbildung 12: Schlechter Feldaufgang der Zwischenfrucht in Fahrspuren des Mähdreschers in der Aussaattechnik Direktsaat

Mitte November erfolgte eine Beerntung des Zwischenfruchtaufwuchses in der gegrubberten und der Direktsaatvariante der beiden Zwischenfruchtvarianten Trio und EM. Diese Varianten unterscheiden sich optisch deutlich voneinander. Die übrigen Varianten wurden nicht beprobt, weil vorherige Bonituren keine Unterschiede ergeben haben. Dabei wurden jeweils an drei verschiedenen Stellen in jeder Variante eine Fläche von 0,36 m² bodennah geschnitten und der Aufwuchs gewogen.

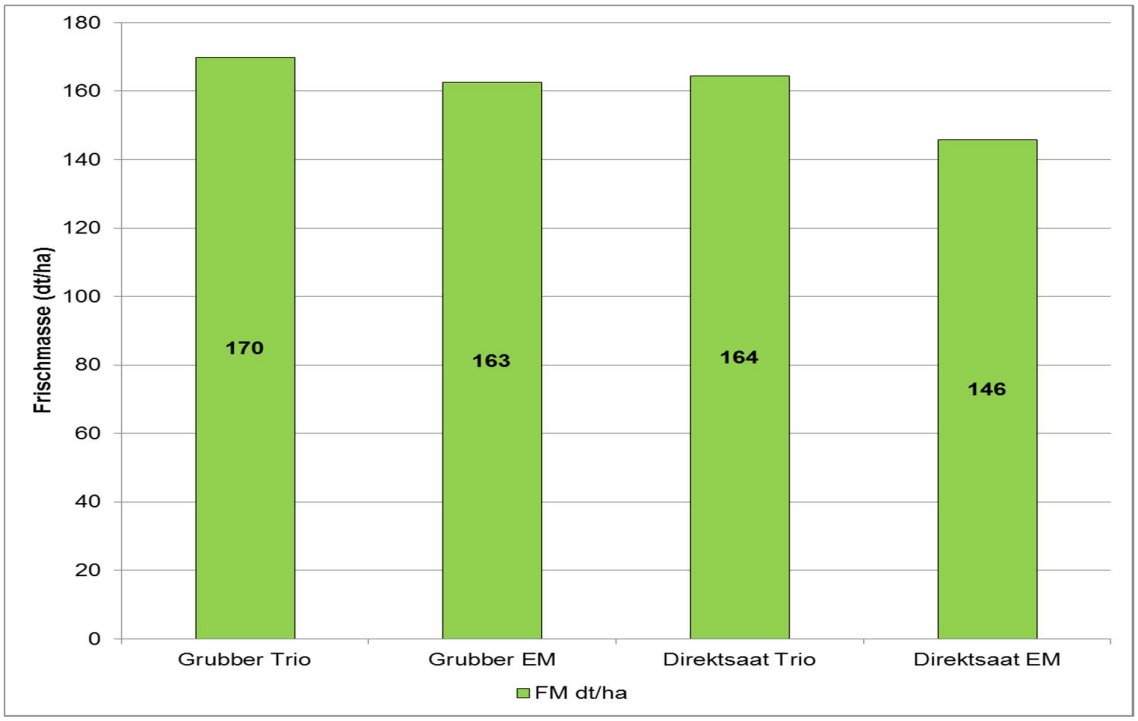

Abbildung 13: Ertrag der Zwischenfruchtvarianten Trio und EM am 15. November 2017, Angaben in Frischmasse (dt/ha).

Der Ertrag, gemessen an der Frischmasse in dt/ha, unterschied sich zwischen den einzelnen Varianten kaum (Abbildung 13) Die aufwändigere Mulchsaat mit vorherigem Grubbereinsatz hat hier also nicht zu einem besseren Zwischenfruchtaufwuchs geführt. Der Feldaufgang war optisch durch die Beseitigung der Fahrspuren der Ernte aber gleichmäßiger. Parallel zur Beerntung der Zwischenfrucht erfolgte eine N_{min}-Beprobung in den vier Varianten.

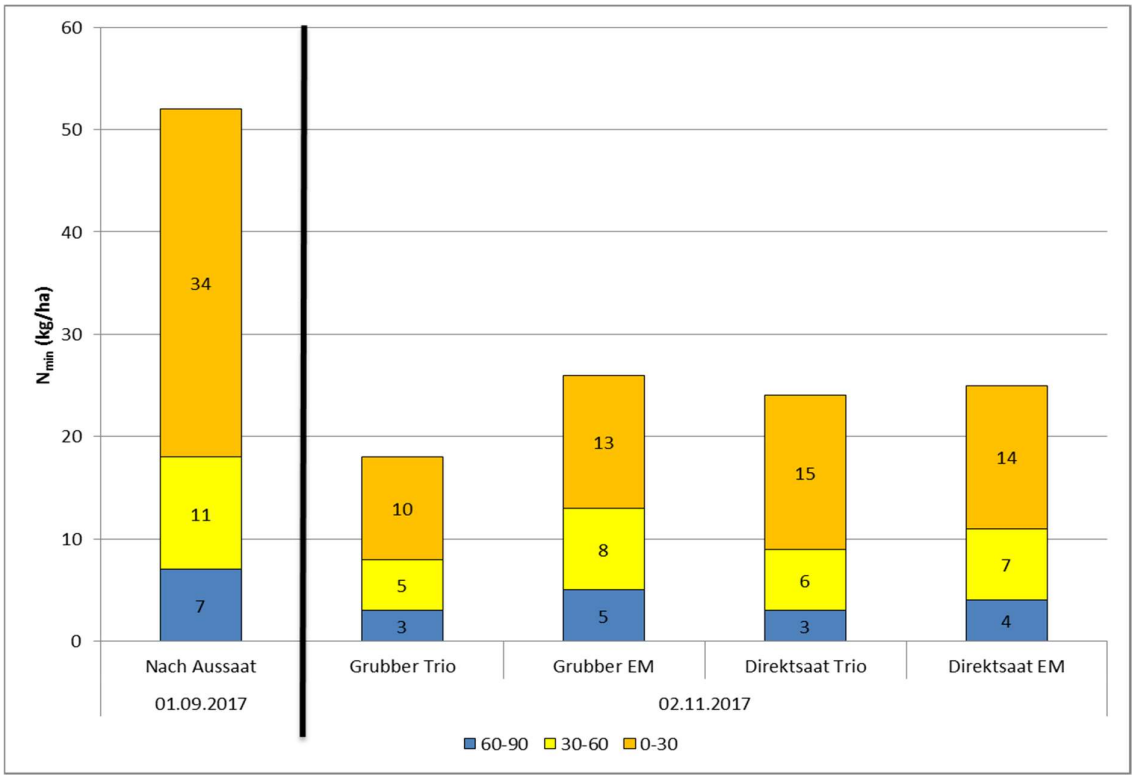

Abbildung 14: Vergleich der N_{min}-Werte unter zwei Zwischenfruchtmischungen in zwei unterschiedlichen Aussaattechniken Anfang November mit dem N_{min}-Wert kurz nach der Aussaat

Auch hier zeigt sich kein Einfluss der Aussaattechnik oder der verwendeten Zwischenfruchtmischung auf den N_{min}-Wert zu Vegetationsende (Abbildung 14). Alle vier beprobten Varianten haben den N_{min}-Wert deutlich reduzieren können auf unter 30 kg N_{min}/ha. Dies ist aus Sicht des Wasserschutzes ein sehr gutes Ergebnis.

Zusammenfassend lässt dieser Demonstrationsversuch erkennen, dass es durchaus möglich ist, mit nur einem Arbeitsgang (Direktsaat) einen leistungsfähigen Zwischenfruchtbestand nach der Getreideernte zu etablieren, der sowohl in der Ertragsleistung als auch in der N_{min}-Wert-Senkung überzeugen kann. Dabei ist es offenbar auch nicht ausschlaggebend, welche Zwischenfruchtmischung gewählt wird. Von den geprüften Zwischenfruchtmischungen eigenen sich beide gleichermaßen für die aufwändigere Mulchsaat wie für die schlagkräftige Direktsaat.

8.2 Düngung zu Qualitätsweizen bei hohen N_{min}-Werten

Zur Beobachtung der N-Verfügbarkeit auf Flächen mit hohem Frühjahrs-N_{min} wurde im Maßnahmenraum „Kassel Nord“ eine Dauerbeobachtungsfläche angelegt. Durch intensive Messtätigkeit wurde versucht die N-Dynamik von Boden und Pflanze zu erfassen. Bei diesem Bestand handelt es sich um einen Rapsweizen mit einem Frühjahrs-N_{min} Wert von 154 kg (55/73/25). Die rechnerische Düngeempfehlung für das Ertragsziel von 100 dt mit 13 % Protein lag demnach bei 42 kg Stickstoff.

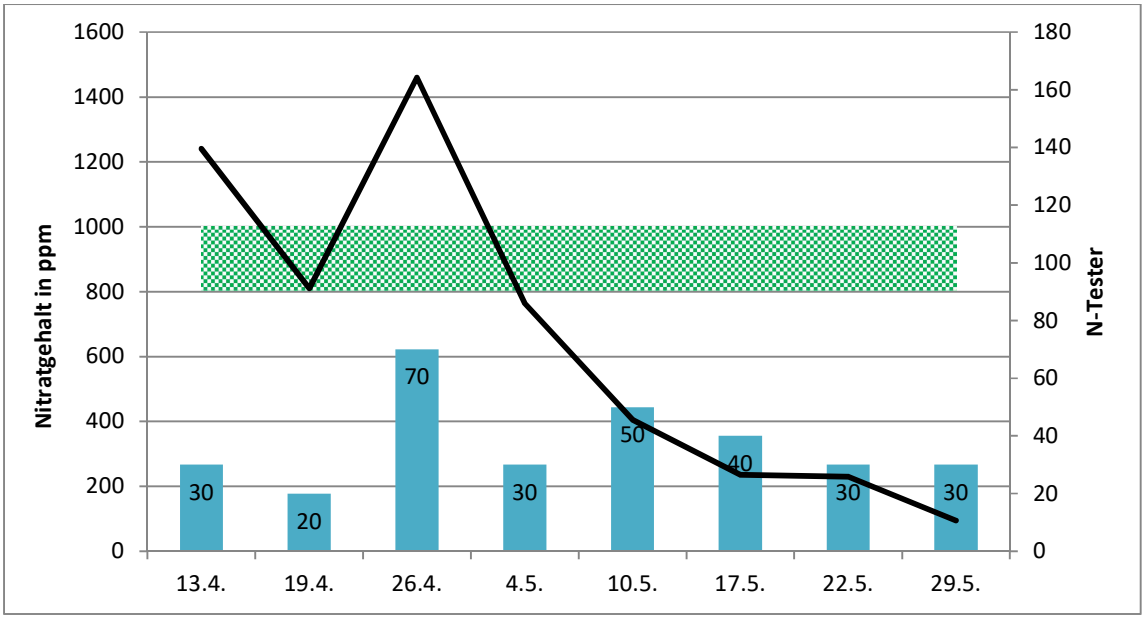

Abbildung 15: Bedarf durch N-Tester- und Nitrachek-Analysen

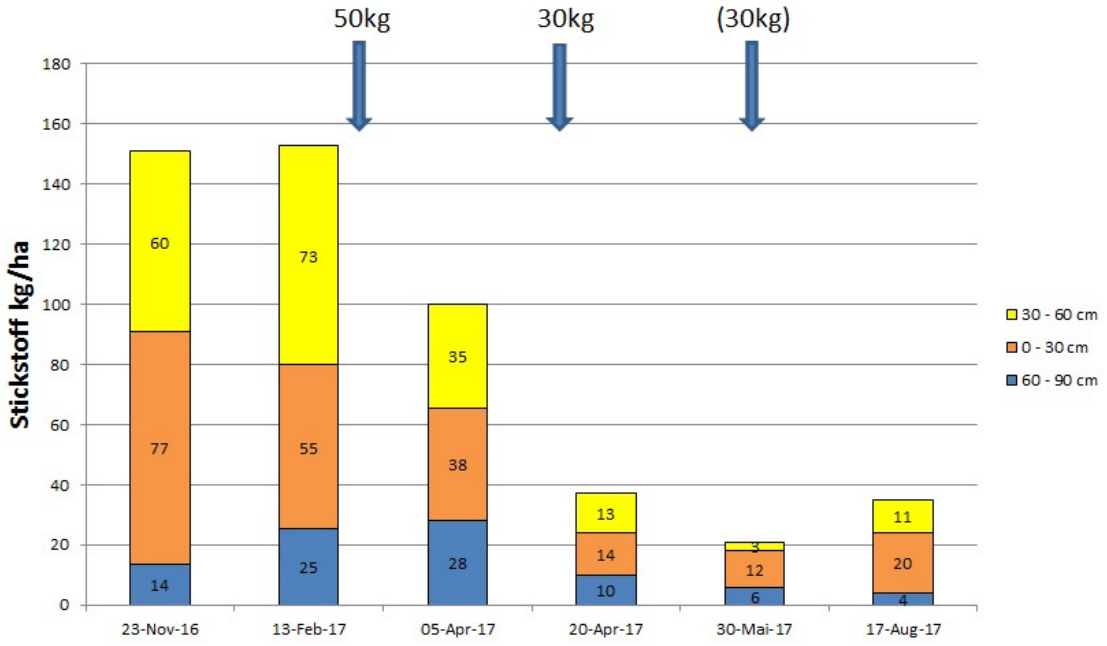

Abbildung 16: N_{min}-Werte der Dauerbeobachtungsfläche

Tabelle 6: Aufteilung der Düngergaben

	Betriebsübliche Variante	Beratervariante
1. Gabe (ASS)	50 kg N/ha	50 kg N/ha
2. Gabe (KAS)	27 kg N/ha	27 kg N/ha
3. Gabe (KAS)	35 kg N/ha	-
N-Düngung	**112 kg N/ha**	**77 kg N/ha**

Die Fläche wurde über die Schossphase hinweg mit Nitrachek und N-Tester Messungen begleitet (siehe Abbildung 15). Die Ergebnisse sind in Abbildung 16 aufgetragen. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde mit dem Landwirt die Düngestrategie (Tabelle 6) besprochen und festgelegt. Gegenüber der betriebsüblichen Variante wurde auf einer Teilfläche die letzte Gabe in Höhe von 35 kg N ausgelassen. Zusätzlich wurde die Fläche zwischen dem Frühjahrs- und Herbst-N_{min} mehrmals im Abstand von 14 Tagen auf die Stickstoffvorräte im Boden untersucht.

Zu Beginn des Jahres fällt auf, dass der Frühjahrs-N_{min} 2017 im Gegensatz zum Herbst N_{min} 2016 leicht angestiegen ist. Hier würde man einen Rückgang der Werte erwarten, jedoch bedingt durch die trockene Witterung im Winter 2016/17 kam es zu geringen Auswaschung und die Mineralisation muss überwogen haben so dass der Wert sich erhöht hat. Das Ziel der Demonstrationsfläche sollte eine Validierung der Anrechnungsfähigkeit der hohen Frühjahr N_{min}-Werte, wie man sie in diesem Jahr vermehrt gefunden hat, sein. Hierzu wurde der N_{min}-Wert voll in der Düngeplanung angerechnet. Der Landwirt führte trotzdem eine normale

Andüngung mit ca. 50 kg N/ha durch und düngte Mitte April nochmals 30 kg N. Zusätzlich führte er Ende Mai eine Qualitätsgabe mit nochmals 30 kg/ha durch, hierbei wurde jedoch ein Düngefenster angelegt. Damit wurde später die Notwendigkeit dieser Düngegabe geprüft. Der Verlauf der N_{min} zeigt ein Absinken der anfänglich sehr hohen N_{min}-Werte. Von 153 kg N_{min}/ha am 13. Februar sinkt der Wert bis zum 20. April auf 37 kg N_{min}/ha. Zusätzlich sind in diesem Zeitraum 80 kg N/ha in Form von Dünger appliziert worden. Das entspricht einer N-Aufnahme von ca. 200 kg N/ha ohne jegliche Einbeziehung von Mineralisation im Frühjahr, die theoretisch noch dazu kommt. Die Annahme, dass der Weizen in einem Zeitraum von 2 Monate knapp 200 kg N/ha aufgenommen hat, ist sehr unrealistisch zudem er zu diesem Zeitpunkt erst ins Strecken gerät und einen Großteil seines N-Bedarfs sich erst entwickelt. Am Ende vom April zeigte der N-Tester einen Bedarf von 70kg N an, dass lässt sich durch Wechselfröste erklären, die die Pflanzen aufhellen ließen. Trotzdem kann man feststellen, dass die Bedarfswerte ab Ende April steigen, sowohl N-Tester als auch die Nitrachek-Werte. Obwohl der Bedarf theoretisch schon gedeckt sein müsste, zeigen die vegetationsbegleitenden Untersuchungen ab diesem Zeitpunkt einen N-Bedarf an. Diese Tatsache wurde unterstützt durch die niedrigen N_{min}-Werte zu diesem Zeitpunkt. Zur Düngung am 29.5.2017 wurde eine Fahrgasse freigelassen, um die Notwendigkeit dieser Qualitätsgabe zu überprüfen.

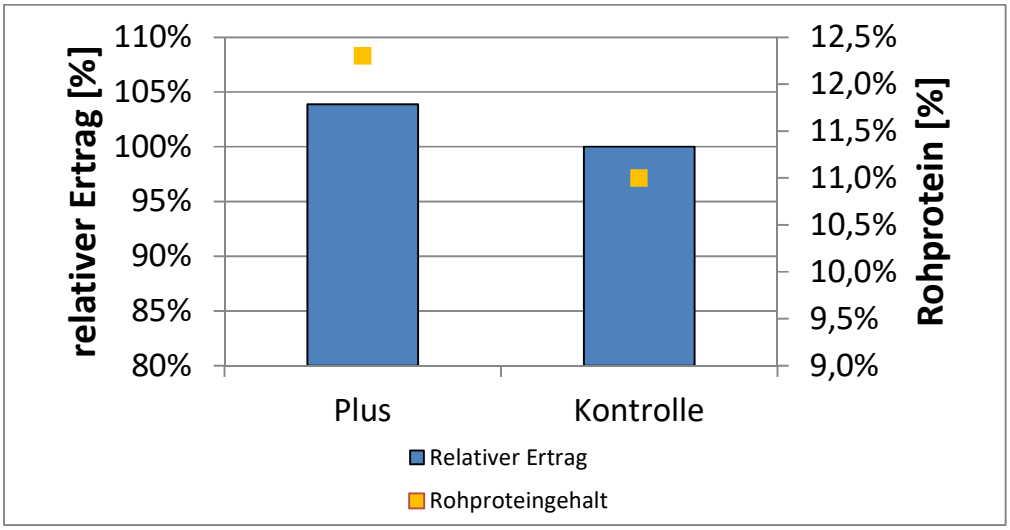

Abbildung 17: Ertragsauswertung der Beratervariante

Die Ergebnisse dieses Versuches finden sie in Abbildung 17. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die letzte Gabe ertragstechnisch nur gering auf den Ertrag auswirkt (4% Ertragszuwachs). Jedoch steigt der Rohproteingehalt um fast 1,5%, was den Unterschied ausmacht zwischen Qualitätsweizen und Futterweizen. Der Landwirt hat auf dieser Fläche einen Ertrag von 10t bei einem Rohproteingehalt von 11,8 % erzielt. Im Düngefenster hatte er lediglich einen Rohproteingehalt von 10,3 %. Die Nachernte-N_{min}-Ergebnisse auf der Fläche wiesen keine Unterschiede zwischen dem Düngefenster und der Kontrolle auf. Bei einem Ertrag von 10 t/ha bei 12% RP-Gehalt ergibt sich ein N-Bedarf von ca. 181 kg N/ha und bei einem 1:0,7 Korn-Stroh-Verhältnis kommen noch ca. 40 kg N dazu. Das entspricht einer N-Aufnahme von ca. 220 kg N/ha. Rechnerisch käme man auf einen N-Input von 264 kg N/ha (110 kg N durch

die Düngung und 154 kg N N_{min}), ohne jegliche N-Nachlieferung. Der Nachernte-N_{min} am 17.08.2017 lag bei 37 bzw. 39 kg N_{min}/ha. Es waren keine Unterschiede zwischen Beratervariante und dem Rest der Fläche zu verzeichnen.

Aus den Ergebnissen dieses Demonstrationsversuches sind wichtige Informationen über die Stickstoffdynamik im Boden zu entnehmen. Die Ergebnisse legen nahe, dass man sehr hohe N_{min}-Werte im Frühjahr nicht eins zu eins annehmen kann. Jedoch zeigt der Versuch auch, dass man den Frühjahrs-N_{min}-Wert zu einem Großteil anrechnen kann, denn der Landwirt hat mit einem Düngereinsatz von 110 kg N/ha einen Ertrag von 10 t/ha realisiert. Eine konventionelle Düngung hätte hierfür ca. 160-180 kg N/ha vorgesehen. Somit konnte durch die vegetationsbegleitende Beratung durch IGLU der Düngereinsatz reduziert werden, sodass einer potentiellen Umweltgefährdung durch überschüssigen Stickstoff durch zu hohe Düngermengen vorgebeugt werden konnte.

8.3 Rapsnacherntemanagement

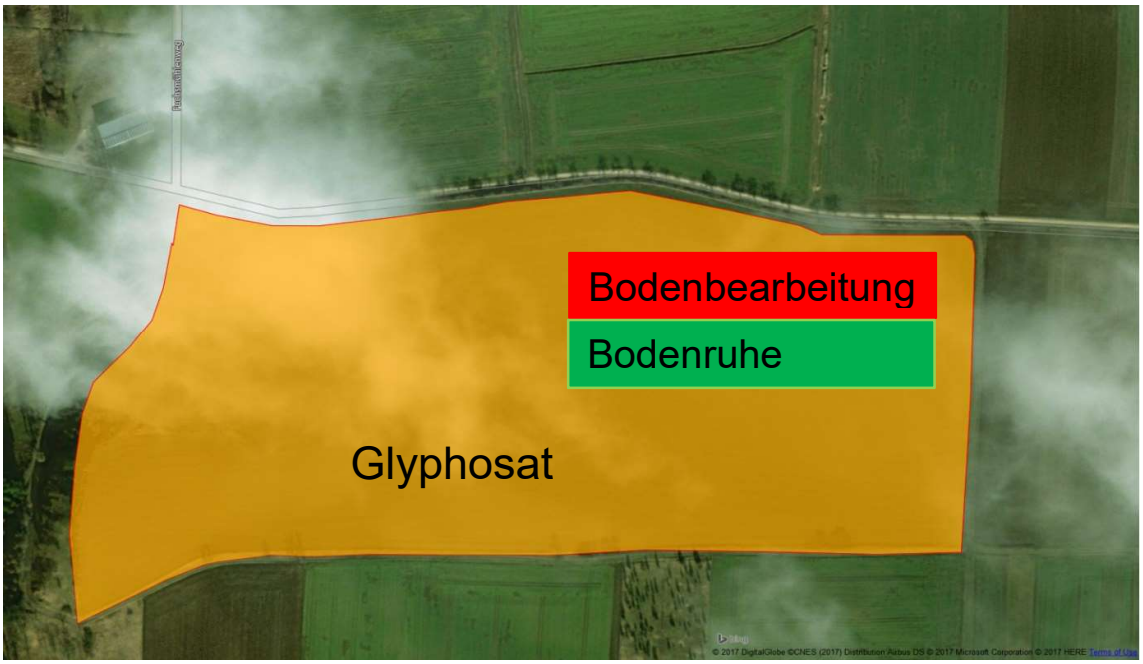

Abbildung 18: Versuchsaufbau des Rapsnacherntemanagementversuchs

Zur Abschätzung der Mineralisation nach Winterraps, welcher beträchtliche Mengen an Stickstoff als Ernterest auf dem Feld hinterlässt, wurde eine Versuchsfläche zu Rapsnacherntemanagement in Liebenau-Niedermeiser angelegt. Die Abbildung 18 zeigt den Versuchsaufbau. Aufgrund der schwierigen Witterungsverhältnisse im Spätsommer war die Versuchsfläche erste Anfang September befahrbar, was die Möglichkeiten der Versuchsvarianten auf drei Varianten begrenzt hat. Ursprünglich waren fünf Varianten geplant: Strohstriegel, flache Bodenbearbeitung (Scheibenegge), frühe Zwischenfrucht vor Weizen, Bodenruhe und tiefe Bodenbearbeitung (Grubber). Die Strohstriegel-Variante war durch den hohen Feldaufgang des Ausfallrapses überfällig und die frühe Zwischenfrucht konnte durch die hohe Bodenfeuchte nicht rechtzeitig gedrillt werden. Durch die bedingte Befahrbarkeit der Fläche und den steigenden Schädlingsdruck durch den Ausfallraps, griff der Landwirt zu einer Glyphosat-Behandlung. Damit verglichen wurde eine Bodenruhe, hier wurde kurz vor Saatbettzubereitung der Bestand gemulcht, und eine flache Bodenbearbeitung mit der Scheibenegge.

Tabelle 7: Übersicht Nmin-Messwerte

Datum	Variante	0-30 cm [kg N/ha]	30-60 cm [kg N/ha]	60-90 cm [kg N/ha]	Gesamt [kg N/ha]
01.09.2017	Nachernte	12	20	14	46
13.10.2017	Bodenruhe	8	3	1	12
13.10.2017	Bodenbearbeitung	59	18	18	95
13.10.2017	Glyphosat	40	10	20	70

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der N_{min}-Analyse aufgeführt. Am 1.09.2017 wurde die erste N_{min}-Probe gezogen. Die Glyphosat-Behandlung zeigte schnell den gewünschten Erfolg vermutlich aufgrund der hohen Feuchtigkeit.

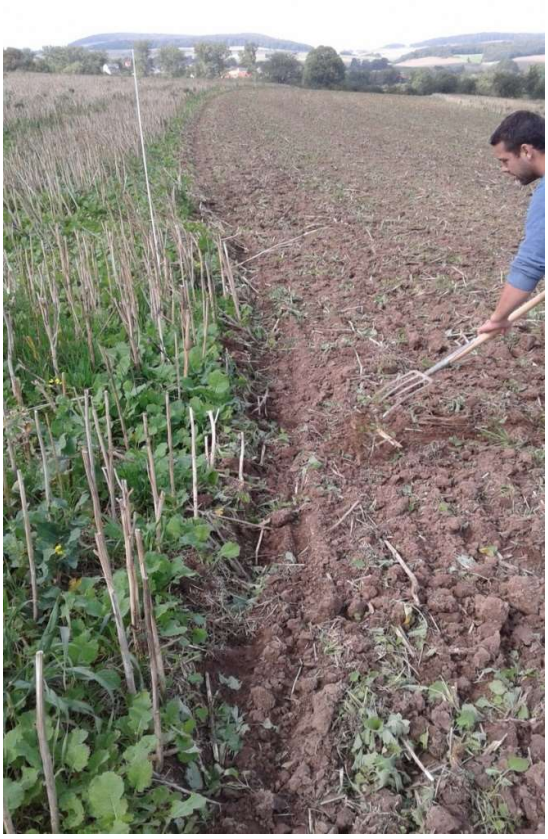

Abbildung 19: Vergleich von flacher Bodenbearbeitung zur Variante „Bodenruhe“ am 7.09.2017

Die Abbildung 19 zeigt den direkten Vergleich zwischen flacher Bodenbearbeitung und Bodenruhe. Die flache Bodenbearbeitung unterbricht die Ausfallvegetation effektiv. Der Eingriff in den Boden reichte hierbei von 5 bis 8 cm Bodentiefe.

Abbildung 20: Vergleich aller drei Varianten am 05.10.2017

Die Abbildung 20 zeigt die Fläche mit allen drei Varianten zum 5.10.2017 kurz vor der Aussaat des Weizens. Es war eine flächendeckende Vegetation in der Bodenbearbeitungsvariante zu erkennen. Die Variante „Bodenruhe“ sah fast unverändert aus, verglichen mit der vorherigen Bonitur. Auf der Glyphosat-Variante war noch immer keine Vegetation erkennbar. Am 13.10.2017 wurde jeweils eine N_{min}-Probe in jeder Variante gezogen. Es waren deutliche Unterschiede zwischen den Varianten zu erkennen. Wie zu erwarten, führte die Bodenbearbeitung zu den höchsten N_{min}-Werten im Vergleich zu beiden anderen Varianten. Bei der Glyphosat-Behandlung wurden jedoch nur 25 kg N/ha weniger mineralisiert als bei der Bodenbearbeitung. Der niedrigste Wert wurde unter der Variante „Bodenruhe“ beobachtet (12 kg/ha). Im Wasserschutz werden 50 kg N/ha zu Vegetationsende als Grenzwert angestrebt. Dies wurde hier nur mithilfe der Variante „Bodenruhe“ erreicht. Neben der Mineralisation muss man jedoch auch die Stickstoffverlagerung durch die Niederschläge in dem Versuchszeitraum festhalten. Bei Betrachtung der Messwerte vom 1.09. und 13.10. ist ein leichter Abwärtstrend der gemessenen Werte in 30-60 cm und 60-90 cm zu erkennen. Der sehr niedrige Wert ist wahrscheinlich durch eine Kombination durch Auswaschung im Unterboden und ein Auffangen des mineralisierten Stickstoffs im Oberboden zu erklären.

9 SONSTIGE ERGEBNISSE

9.1 Wirtschaftsdüngeranalysen

Im Jahr 2017 wurden 23 Wirtschaftsdüngerproben analysiert. Die Ergebnisse sind zusammengefasst in Abbildung 21 dargestellt. Wie schon in den Jahren zuvor ist die große Streuung der Nährstoffgehalte nicht nur zwischen den einzelnen Herkünften erheblich, sondern auch innerhalb. Besonders bei den Gärresten ist der jeweilige Substrateinsatz (Rohgülle, Silomais, Gras, Zuckerrüben Mist, Abfälle) der Biogasanlagen entscheidend für die spätere Nährstoffkonzentration im ausgebrachten Gärrest. Im Jahr 2017 ist auffällig, dass der NH_4-Anteil der flüssigen organischen Dünger im Mittel teilweise deutlich über 60 % liegt. Das ist mehr als nach neuer Düngeverordnung bei der Anrechenbarkeit im Ausbringungsjahr vorgeschrieben ist. Die Zusatzberatung sollte hier gezielt aufzeigen, dass im Maßnahmenraum Kassel Nord vorwiegend hoch wirksame organische Dünger ausgebracht werden, die auch entsprechend bei der Düngeplanung von den Betriebsleitern einzubeziehen sind, um später problematische N-Bilanzsalden zu vermeiden. Sowohl aus Sicht des Wasserschutzes, als auch für die notwendige Effizienzsteigerung beim Nährstoffeinsatz in den Betrieben ist die genaue Kenntnis der Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern entscheidend. Im Jahr 2018 wird das Angebot für Wirtschaftsdüngeranalysen deshalb ausgeweitet.

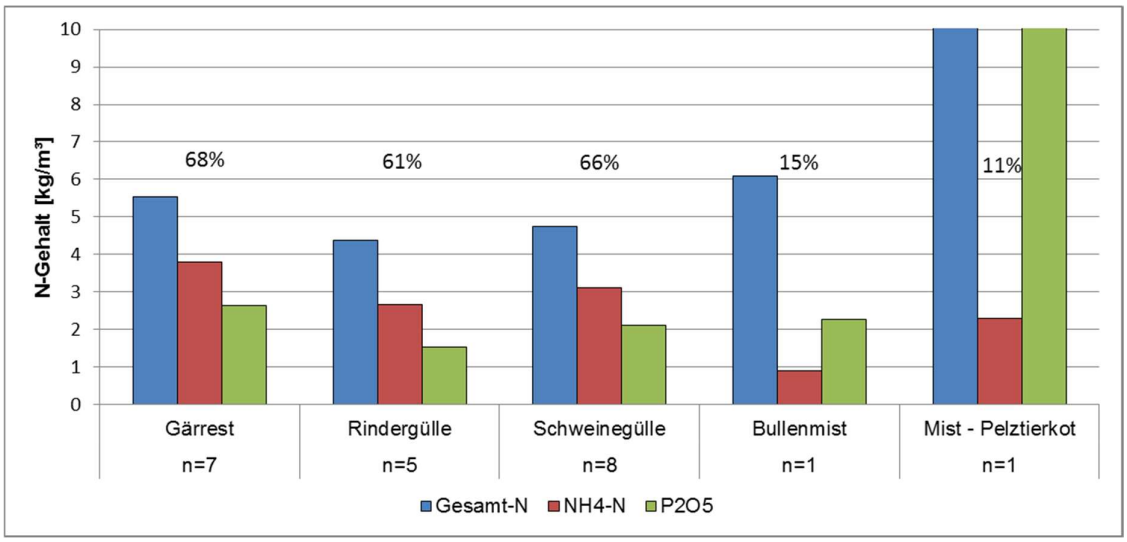

Abbildung 21: Mittelwerte der einzelnen Kategorien von untersuchten Wirtschaftsdüngern, Prozentzahlen geben jeweils den durchschnittlichen Ammoniumanteil vom Gesamt-N-Gehalt an

9.2 Vegetationsbegleitende Untersuchungen

Die von den Zusatzberatern angewendeten vegetationsbegleitenden Untersuchungen sind im folgenden Abschnitt näher beschrieben.

Späte N_{min}-Beprobung

Auf Flächen mit den Hauptfrüchten Zuckerrüben und Mais wurde auch im Jahr 2017 wieder die Möglichkeit einer späten N_{min}-Beprobung genutzt. Ergänzend zur Frühjahrs-N_{min} -Beprobung wird hierbei eine N_{min}-Probe direkt vor der Aussaat oder bis spätestens zum 4-6-Blatt-Stadium gezogen. Auf Basis der Analyseergebnisse wird dann die noch zu düngende Stickstoffmenge ermittelt. Hintergrund ist die zu erwartende Mineralisation aus Bodenvorrat bzw. Zwischenfruchtresten nach der Bodenbearbeitung im Frühjahr. Diese Mineralisation lässt sich mit der klassischen Frühjahrs-N_{min}-Beprobung nicht abbilden. Im Jahr 2017 wurde die späte N_{min}-Beprobung auf elf Maisflächen durchgeführt. Im Mittel wurden 70 kg N_{min}/ha gemessen. Die Ergebnisse sowie die daraus resultierende allgemeine Düngeempfehlung zum Mais sind in die Kurzmitteilung 03/2017 eingeflossen. Darüber hinaus wurden auf Anfrage fünf Zuckerrübenflächen beprobt, drei vor der Aussaat Ende März und zwei im Mai.

N-Tester und Nitrachek-Messung

Für Getreidebestände kann der N-Tester von Yara eingesetzt werden. Die Messung des Chlorophyllgehaltes wird dabei im wachsenden Bestand am jeweils jüngsten, vollentwickelten Blatt optisch durchgeführt. Anhand der Messwerte kann mithilfe einer Korrekturtabelle für Entwicklungsstadium und Sorteneigenschaften der aktuelle N-Düngebedarf des Getreidebestandes abgeleitet werden. Das Nitrachek-Verfahren kann in nahezu allen gängigen Kulturen verwendet werden. Hierbei wird der Nitratgehalt im Stängelsaft gemessen. Der Nitratgehalt gibt dabei Aufschluss über die aktuelle Pflanzenversorgung. Ist der Nitratgehalt zu niedrig (in Abhängigkeit der Kulturart und Entwicklungsstadium), ist eine N-Düngung anzuraten. Beim Nitrachek-Verfahren erfolgt vormittags eine Probennahme auf dem Feld, wo 30-40 Stängel aus jedem Bestand entnommen und der unterste Stängelabschnitt zur Analyse abgeschnitten werden. Im zweiten Schritt werden diese Proben im Büro ausgepresst und der Nitratgehalt im ausgepressten Pflanzensaft ermittelt. Diese Methode ist arbeitsaufwändiger als die Arbeit mit dem N-Tester. Eine Kombination beider Methoden lässt eine sichere Einschätzung des Versorgungszustandes der Pflanzen zu. Besonders im Frühjahr 2017 mit extremen Witterungsbedingungen war erst die Interpretation der Ergebnisse beider Messmethoden zielführend. Besonders Weizenbestände reagierten durch Verfärbung auf späte Nachtfröste im April oder einen vorherigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sensibel. Die ausschließliche Zuhilfenahme des N-Testers hätte hier zu vorschnellen und überhöhten N-Düngeempfehlungen geführt!

Die Ergebnisse beider Verfahren bieten dem Landwirt eine konkrete Hilfestellung bei der Terminierung und Bemessung der Stickstoffgaben zum Schossen bzw. Ährenschieben. Zudem können mit den Messungen Mineralisationsschübe, etwa aus einer vorangegangenen organischen Düngung, abgebildet werden.

Im Jahr 2017 wurden 214 Flächen in der Vegetation begleitet. Es wurden vorwiegend Getreidebestände untersucht. Im weiteren Vegetationsverlauf kamen auch Mais- und Zuckerrübenflächen hinzu.

YARA ImageIT und Frischmassebestimmung

ImageIT ist eine App der Firma YARA zur Ermittlung des Stickstoff-Düngebedarfs im Raps mit einem Smartphone. Hierbei wird der Rapsbestand mehrfach von oben fotografiert. Anhand der Fotos wird der Bodenbedeckungsgrad ermittelt, die Frischmasse errechnet und daraus resultierend die N-Aufnahme bzw. N-Sollwert berechnet.

Bei der Frischmassebestimmung mit der Rapool-Waage wird die N-Aufnahme vom Rapsbestand durch das Wiegen der Rapspflanzen von 1m² ermittelt. Auf der Waage ist der Zu- bzw. Abschlag zur geplanten N- Düngung direkt ablesbar.

Im Jahr 2017 ist auf 26 Rapsflächen die Frischmasse-Bestimmung zu Vegetationsende erfolgt. Die Ergebnisse konnten für die schlagspezifische Düngeempfehlung eingesetzt werden. Somit wurden entsprechend 26 vorläufige Düngeempfehlungen für die Düngesaison 2018 erstellt. Im Mittel der beprobten Bestände hat der Raps 70 kg Stickstoff vor Winter aufgenommen. Daraus resultiert ein Abschlag von 14 kg N/ha bei der allgemeinen Düngeempfehlung.

Angelegte Beratervarianten

Auf Flächen, auf denen im Jahr 2017 vegetationsbegleitende Messungen vorgenommen wurden, sind in diesem Jahr auf Wunsch einiger Landwirte bzw. in der Absprache zu der aktuellen N-Versorgung der Bestände Beratervarianten angelegt worden. Diese werden im folgenden Abschnitt genauer beschrieben.

1. N-Düngung bei hohen N_{min}-Werten und organischer Düngung

In der Gemeinde Fürstenwald ist ein Triticale-Bestand im Frühjahr zur ersten Gabe mit 85 kg N (anrechenbar) über Gärsubstrat gedüngt worden. Betriebsüblich wird ebenfalls recht zeitnah zur organischen Düngung die zweite Gabe mit 40 kg N über Piamon gegeben. Rechnerisch stehen dem Bestand somit bereits zum Beginn der Vegetation etwa 125 kg N zur Verfügung. Die offenen Fragen vom Betriebsleiter waren: Besteht eine Notwendigkeit einer 3. Gabe, trotz langjähriger organischer Düngung? Und ob die 1. und 2. Gabe als betriebstypische Düngestrategie im zeitigen Frühjahr zusammengelegt werden könnten. Um die Fragen zu klären, wurde die 2. Gabe auf einer Teilfläche ausgelassen um über die vegetationsbegleitenden Messungen die Düngestrategien zu bewerten und zu vergleichen (Abbildung 22).

Übersicht Beratervariante in Triticale

Abbildung 22: Beratervariante in Triticale

Die Düngung (1. und 2. Gabe) erfolgte bereits vor dem Beginn der vegetationsbegleitenden Messungen. In der Abbildung 23 ist der Verlauf der Düngeempfehlungen laut N-Tester-Messung aufgezeigt. Bis zur KW 17 liegt die Düngeempfehlung des N-Testers in der Beratervariante deutlich höher. Der einsetzende Regen in der KW 17 hat dazu geführt, dass der organische Stickstoff umgesetzt und von der Pflanze aufgenommen werden konnte. Da die

N-Empfehlung in der KW 18 und 19 auf einem vergleichbarem Niveau geblieben ist, ist in enger Absprache mit dem Landwirt die 3. Gabe ebenfalls in der KW 19 mit 40 kg N/ha erfolgt. Die Messungen in den Wochen bis zur KW 22 hatte sich die Düngung voll entfalten können.

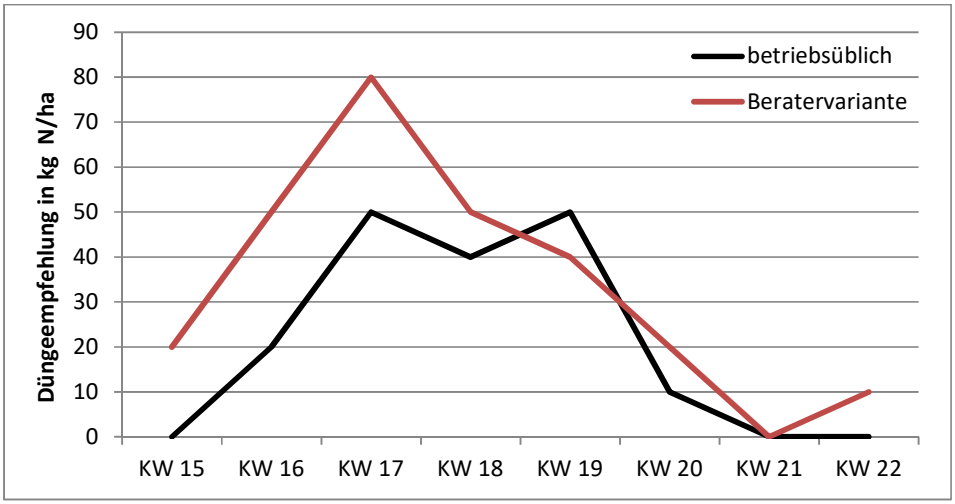

Abbildung 23: Verlauf N-Tester in Beratervariante Triticale

In Summe hat die betriebsübliche Variante 165 kg N/ha bzw. die Beratervariante 125 kg N/ha bekommen. Die Verteilung der N-Gaben ist in der Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 8: N-Düngung Beratervariante in Triticale

	Betriebsübliche Variante	Beratervariante
1. Gabe (Gärsubstrat)	85 kg N/ha (anrechenbar)	85 kg N/ha (anrechenbar)
2. Gabe (Piamon)	40 kg N/ha	Ohne Düngung
3. Gabe (KAS)	40 kg N/ha	40 kg N/ha
N-Düngung	165 kg N/ha	125 kg N/ha

Die Ernte erfolgte als Kerndrusch der zwei Teilflächen mit einem Mähdrescher mit Ertragserfassung. Aus beiden Erntemengen ist eine Probe für die Qualitätsanalyse genommen worden. In der

Tabelle *9* sind die Ertrags- und Qualitätsdaten der Teilflächen aufgetragen.

Tabelle 9: Ertragsparameter Beratervariante in Triticale

	mit 2. Gabe	ohne 2. Gabe
Ertrag Korn in dt/ha	80,1	80,0
Feuchtigkeit %	12,9	12,5
Proteingehalt %	13,7	14,4
hl-Gewicht	56,9	52,4

Hieraus wird deutlich, dass die Teilfläche mit Startgabe keine Vorteile im Ertrag erbracht hat. Der Proteingehalt der Teilfläche ohne Startgabe ist sogar leicht höher. Neben den Ertragsparametern war auf dem restlichen Schlag mit zweiter Gabe eine erhöhte Lagerbildung festzustellen (siehe Abbildung 24).

Abbildung 24: Lagerbildung bei Triticale. Zweite Fahrspur von links ist die Beratervariante

Mit den Ertragsdaten und Qualitätsparametern konnte dem Landwirt gezeigt werden, dass die zusätzliche mineralische Düngung im Frühjahr keine Vorteile bringt. Zusätzlich konnte aufgezeigt werden, dass die N-Düngung mit fast 170 kg N/ha nicht notwendig ist. Daher wird die mineralische Düngung ab sofort nicht mehr durchgeführt.

2. Einsatz N-Bakterien in Weizen

In der Gemarkung Ehrsten hat ein Leitbetrieb eine Düngervariante mit N-Bakterien im Winterweizen nach Zuckerrüben angelegt. Der Betrieb hat bereits langjährige Erfahrungen mit N-Bakterien. Bis jetzt wurden die Produkte jedoch nur über die Höchstgrenze der Düngung hinaus eingesetzt, das heißt sie wurden nur zusätzlich zur maximalen Düngung verwendet. Im Erntejahr 2017 wurde mit IGLU zusammen ein Versuch angelegt bei dem die letzte Qualitätsgabe im Weizen (ca. 30 kg N/ha) komplett durch den Einsatz von N-Bakterien ersetzt wurde. Der Weizenbestand war bis Mitte Mai bis dahin mit 130 kg N/ha geführt worden. Nach Anleitung des Herstellers sollen die Bakterien als Blattdüngung appliziert werden, um auf den Blättern atmosphärischen Stickstoff zu fixieren. Kurze Zeit nach Applikation zeigte die Beratervariante Mangelsymptome, wie Aufhellung und dünnere Reihen.

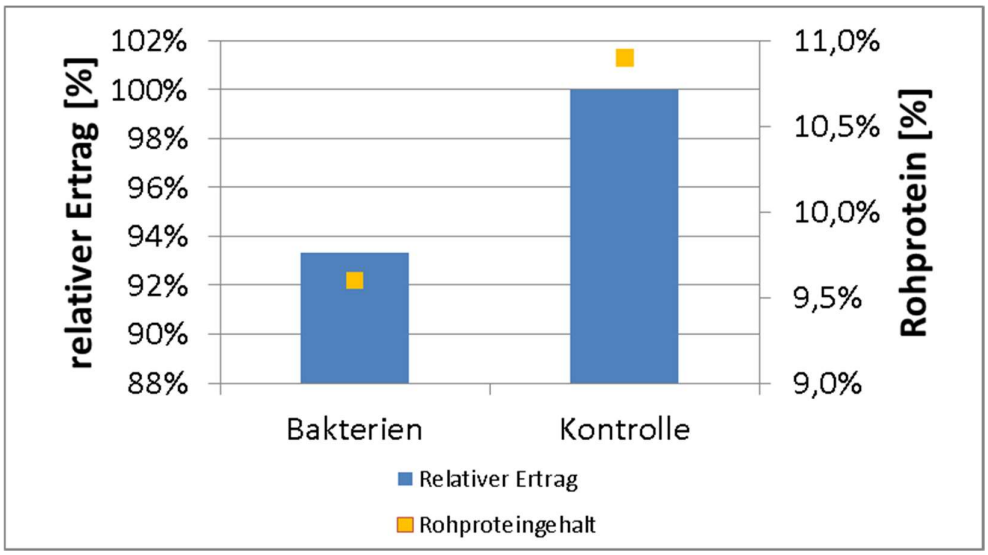

Abbildung 25: Vergleich Kontrolle und Bakterien

In Abbildung 25 sind die wichtigsten Ergebnisse der Handbeerntung dargestellt. Beerntet wurden die Varianten am 31.07.2017. Der relative Ertrag der Beratervariante war um 7% geringer als die Kontrollvariante. Ähnliches galt für den RP-Gehalt, dieser lag um 1,3% niedriger bei der Bakterienvariante.

Der Vergleich der Kontrollvariante zu der Bakteriendüngung mit einem Stickstoffäquivalent von 30 kg N/ha zeigte eine mangelnde Wirksamkeit der Bakterien in diesem Versuch. Dies belegten die frühen Mangelsymptome und die spätere Handbeerntung. Eventuell könnte es daran gelegen haben, dass durch die Vorsommertrockenheit die Bakterien auf den Blattoberflächen vertrocknet sind und dadurch keine Wirkung hatten.

3. Ertragseffekte bei Triticale durch flache Bodenbearbeitung nach Mais

In der Gemarkung Espenau wurde eine Beratervariante aus dem Herbst 2016 fortführend begleitet. Im Herbst 2016 war die Fragestellung, inwieweit eine flachere Bodenbearbeitung, verglichen mit der betriebsüblichen Strategie, die Mineralisation nach Silomais im Herbst mindern kann. Durch eine um 10 cm flachere Bodenbearbeitung (Scheibenegge statt Grubber) konnte der Herbst-N_{min}-Wert um etwa 15 kg N/ha gesenkt werden. Die Lage der beratervariante innerhalb der Leitfläche ist in Abbildung 26 ersichtlich.

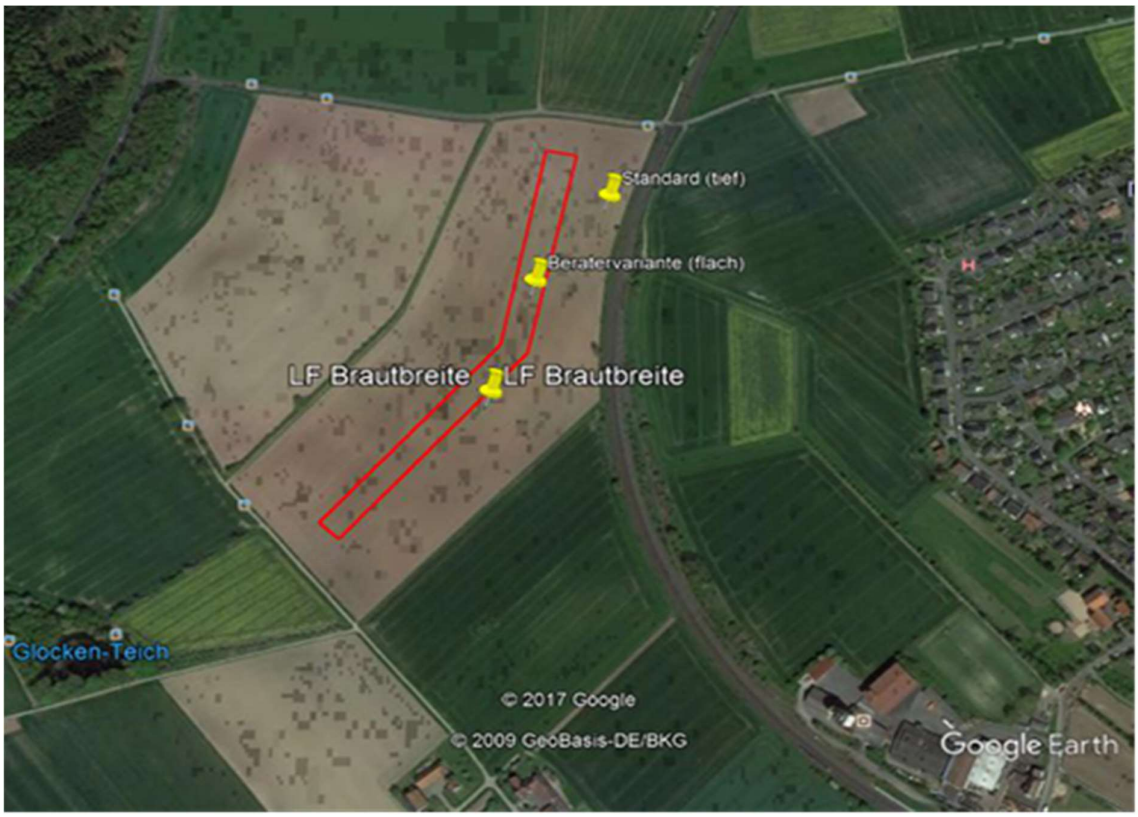

Abbildung 26: Lage der Beratervariante in der Leitfläche

Im Jahr 2017 war die weitergehende Fragestellung, ob die flachere Bodenbearbeitung zu vergleichbaren Erträgen mit der betriebsüblichen Strategie führt. Zu diesem Zweck erfolgte im August 2017 eine Handbeerntung des Triticale an jeweils vier verschiedenen Stellen in jeder Variante. Dabei wurden entlang eines Meters jeweils zwei Drillreihen Pflanzenmaterial entnommen. Es wurde die Ährendichte, das Ährengewicht sowie die Tausenkornmasse bestimmt. Die Ergebnisse von Ährengewicht und Ährendichte sind in den Abbildung 27 und Abbildung 28 dargestellt.

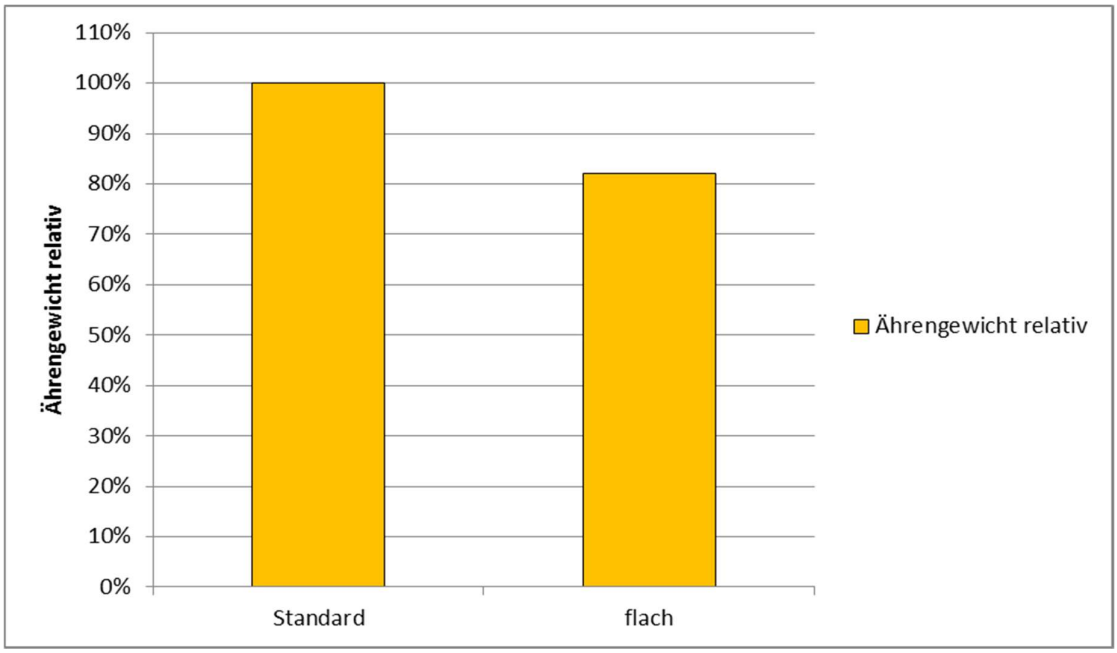

Abbildung 27: Mittelwerte der Ährengewichte aus der Referenzfläche (Standard) und der Beratervariante (flach)

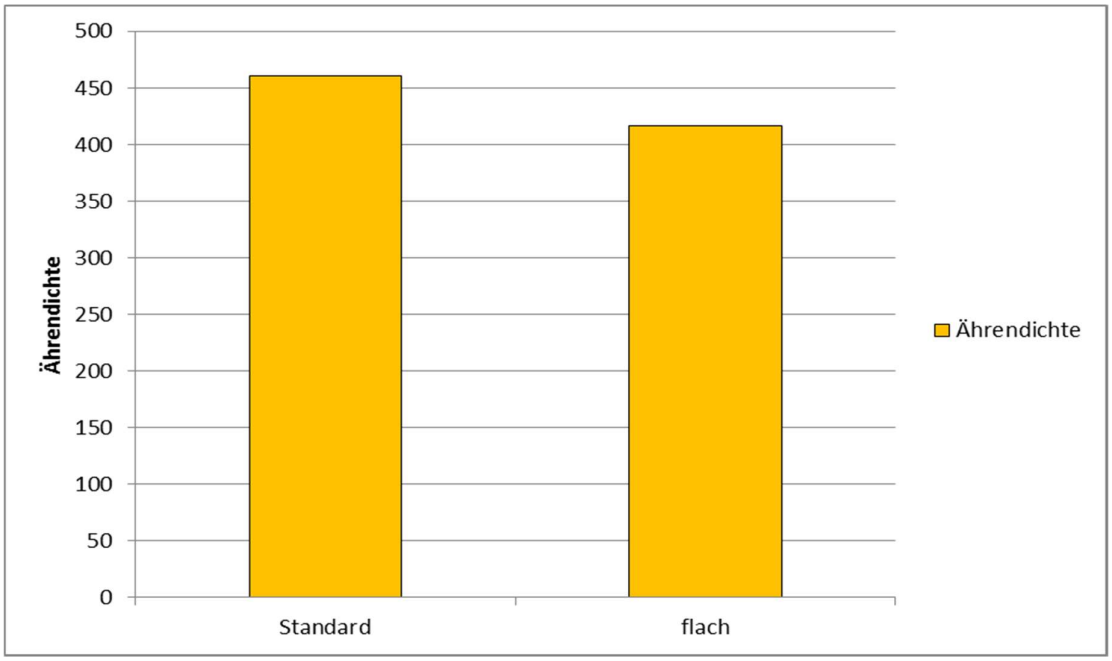

Abbildung 28: Mittelwerte der Ährendichte aus der Referenzfläche (Standard) und der Beratervariante (flach)

Beim ermittelten Ertrag zeigt sich, dass die Beratervariante einen 18 % geringeren Ertrag, ausgedrückt im Ährengewicht je Flächeneinheit, aufweist. Dieses Ergebnis war optisch vorher nicht absehbar, da der Bestand in beiden Varianten gleichmäßig und dicht war. Die Tau-

sendkornmasse (TKM) in der Beratervariante war mit 41,5 g nahezu gleich zu jener auf der Referenzfläche mit 42 g.

Es bleibt festzuhalten, dass die geringere Eingriffsintensität in den Boden zu einem Minderertrag beim Triticalebestand geführt hat. Bestandesdichte und Tausendkornmasse wurden durch die flachere Bodenbearbeitung nicht negativ beeinflusst. Auch war der optische Eindruck des Bestandes in beiden Varianten gleich. Der Unterschied im Ährengewicht ist u.U. auf die heterogenen Bodenverhältnisse der Leitfläche Brautbreite zurückzuführen. Es sollten ähnliche Versuche wiederholt werden, um zu klären, ob zukünftig bei intakter Bodenstruktur ohne Fahrspuren nach der Silomaisernte sehr flach gearbeitet werden kann, was dem Grundwasserschutz zuträglich ist.

9.3 Düngerstreuer-Check

Mit dem Düngerstreuer-Check wird die Querverteilung des Düngers überprüft. Erst bei einer Abweichung innerhalb der Arbeitsbreite über 25 % wird der Streufehler im Bestand durch die sogenannte „technische Streifenkrankheit“ mit dem Auge sichtbar (Abbildung 29). Meist liegen die Fehler in einem falsch eingestellten Schlepper oder Düngerstreuer. Oftmals wird der Düngerstreuer nicht waagerecht angebaut. Selbst unterschiedliche Luftdrücke in den Hinterreifen des Schleppers können gerade bei einem vollen Düngerstreuer lastbedingt zu gravierenden Abweichungen in der Querverteilung des Mineraldüngers führen. Eine ungleichmäßige Düngerverteilung führt zu Ertragsverlusten in den unterversorgten Zonen bzw. zur Gefahr einer N-Verlagerung in überversorgten Zonen.

Abbildung 29: „Technische Streifenkrankheit“: Sichtbarer Streufehler im Weizenbestand

Zur Überprüfung der Querverteilung werden Prüfschalen, verteilt über die Arbeitsbreite, in die Fläche platziert und während der Arbeit kontrolliert (Abbildung 30).

Abbildung 30: Düngerstreuer-Check mit Prüfschalen auf dem Feld

Nach der Überfahrt wird der in den Prüfschalen aufgefangene Dünger in die Messzylinder umgefüllt. Die Menge der in den Messzylindern befindliche Dünger zeigt nun die Querverteilung auf der Arbeitsbreite an. Sollte die Verteilung nicht gleichmäßig über alle Messzylinder sein, muss die Einstellungsparameter kontrolliert und ggf. nachgestellt werden. Nach dem justieren wird die Querverteilung erneut überprüft, um zu kontrollieren, ob die neue Einstellung das Streubild verbessert hat.

Im Jahr 2017 wurden neun Düngerstreuer auf die Verteilgenauigkeit überprüft. In den meisten Fällen war die Querverteilung nicht optimal, konnte aber mithilfe der WRRL-Zusatzberater der IGLU vergleichsweise schnell verbessert werden. Es reichten kleine Änderungen bei der Einstellung der Düngerstreuer bzw. ein veränderter Anbau am Schlepper, um ein gleichmäßiges Streubild mit guter Querverteilung zu erhalten. Die festgestellten Mängel in der Querverteilung waren den jeweiligen Landwirten im Vorfeld vom Schleppersitz aus nicht aufgefallen. Dieser Umstand verdeutlicht die Notwendigkeit, Düngerstreuer-Checks zu Beginn der Düngesaison für die Landwirte anzubieten. In den meisten Fällen lässt sich dadurch mit einem Zeitaufwand von etwa zwei Stunden eine relevante Umweltbeeinträchtigung vermeiden und für den Landwirt Geld sparen. Ungeachtet dessen ist die Nachfrage nach Düngerstreuer-Checks im Maßnahmenraum Kassel Nord sehr verhalten.

9.4 Stickstoff-Effizienz-Analyse

Nach fünf Jahren Wasserschutzberatung durch IGLU haben sich eine Menge auswertbarer Daten angesammelt. Jedes Jahr werden schlagbezogene Flächenbilanzen aufgenommen und die Leitflächen im Frühjahr und im Herbst auf mineralischen Stickstoff beprobt. Die Flächenbilanz ergibt sich aus der Düngung und dem abgefahren Erntegut. Aus den ermittelten Daten bilden wir die Düngereffizienz und die Stickstoffeffizienz. Die Düngereffizienz beschreibt die Verwertung des eingesetzten Düngers in den Ernteprodukten (Düngereffizienz

[%] = abgefahrener Stickstoff durch Erntegut / eingesetzter Stickstoffdünger [kg/ha]/[kg/ha]). Die Stickstoffeffizienz erweitert die Düngereffizienz um den Frühjahres N_{min}-Wert (Stickstoff-effizienz [%] = Frühjahres-N_{min}-Wert + abgefahrener Stickstoff durch Erntegut / eingesetzter Stickstoffdünger [kg/ha]/[kg/ha])

Die Werte werden für verschiedene Kulturen über den gesamten Beratungszeitraum und das Gebiet dargestellt in den Abbildungen Abbildung 31, 31, 32, 32 und 34. Die erste Abbildung zeigt die ausgewerteten Daten für Winterweizen 12% RP.

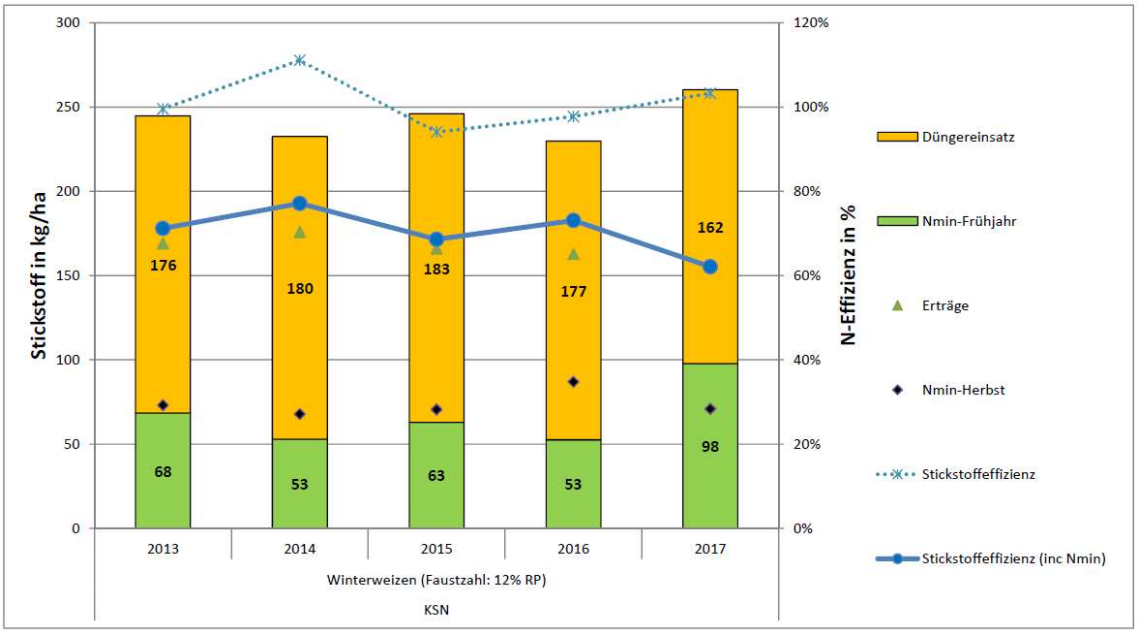

Abbildung 31: N-Effizienz im Winterweizen

Die Düngereffizienz liegt durchschnittlich bei 100%, abhängig von der jährlichen Witterung kann diese leicht schwanken (siehe Jahr 2014). Die Düngung war die von 2013-2015 stets auf einem ähnlichen Niveau, ähnlich verhält es sich mit dem Frühjahrs-N_{min}-Wert. Ein Ausreißer stellt das Jahr 2017 dar, in dem die N_{min}-Werte mit 98 kg N/ha sehr hoch waren. Durch die Beratung ist die Düngung in diesem Jahr von 180 auf 162 kg N/ha abgesunken. Das Ertragsniveau lag leicht niedriger als in den Vorjahren. Die Stickstoffeffizienz liegt zwischen 80-60%, im Jahr 2017 liegt sie bei den höchsten Frühjahrs-N_{min}-Werten am niedrigsten. Generell sind die Herbst-N_{min}-Werte nach Winterweizen stehts über 50 kg N/ha und damit zu hoch für den Wasserschutz. Man könnte es auf die mangelnde Stickstoffausnutzung von dem bodeneigenen Stickstoff zurückführen oder die teils übliche intensive Stoppelbearbeitung nach Getreide. In der Grafik sieht man darüber hinaus, dass in Jahren mit einem niedrigen N-Überschuss und einer hohen N-Effizienz nicht automatisch geringere Herbst-N_{min}-Werte darausfolgen. Wie in der Ertragsbildung hat die Witterung den größten Einfluss auf Mineralisierung und Auswaschung.

Die Stickstoffeffizienzen für Wintergerste verhalten sich ähnlich zu Winterweizen.

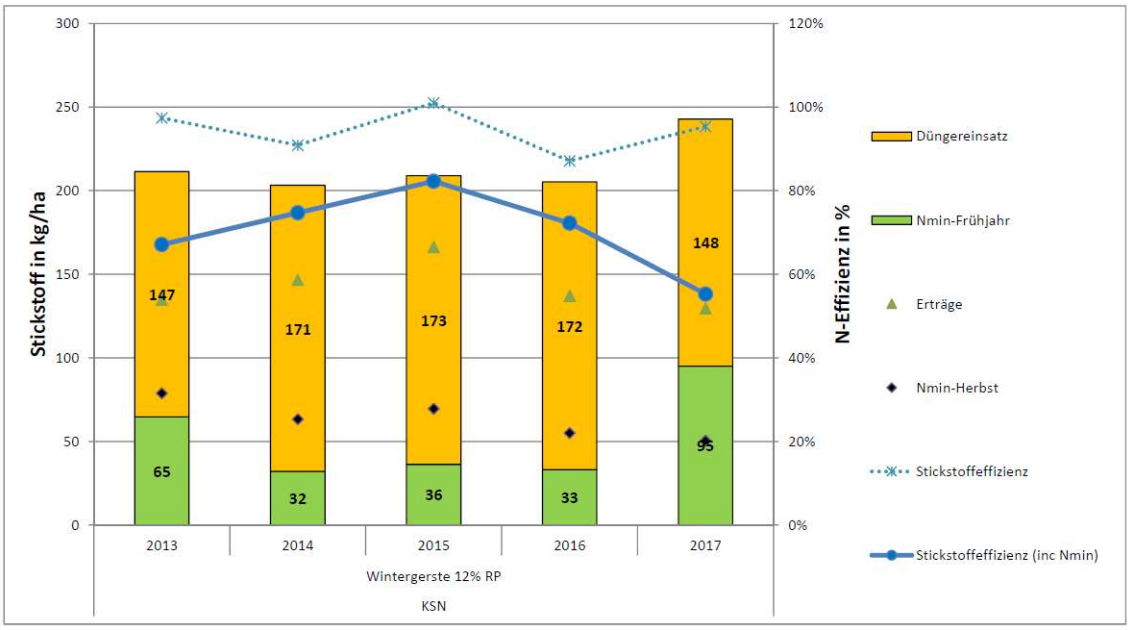

Abbildung 32: N-Effizienz in der Wintergerste

Bei Düngung so wie bei den Frühjahrs-N_{min}-Werten sieht man, dass in Jahren mit einem hohen Frühjahrs-N_{min}-Wert die Düngung reduziert wurde. Die Düngereffizienz schwankt zwischen 80-100%. Das Düngeniveau liegt bei ca. 170 kg N/ha bei 12% RP. Umso niedriger der Frühjahrs-N_{min}-Wert desto höher wird die Ausnutzung des mineralischen Bodenstickstoffs. Auch hier fällt auf, dass in dem Jahr mit der schlechtesten Stickstoffeffizienz der Herbst-N_{min}-Wert am niedrigsten liegt, im Vergleich zu den vier Jahren davor. Dafür sind wahrscheinlich die hohen Niederschläge nach der Ernte verantwortlich. Zudem nehmen die Zwischenfruchtflächen seit 2015 zu und diese wird oft nach der Wintergerste angebaut. Insgesamt sieht man, dass die Herbst-N_{min}-Werte auch für Wintergerste in allen Beratungsjahren über 50 kg N/ha liegen. Allerdings ist ein positiver Trend in den fünf Beratungsjahren zu erkennen.

Die Sommerungen Silomais und Zuckerrübe zeichnen sich durch höhere Stickstoffeffizienzen aus. Durch ihre verlängerte Vegetationsperiode können sie die Mineralisierung des Bodens besser ausschöpfen als Getreide.

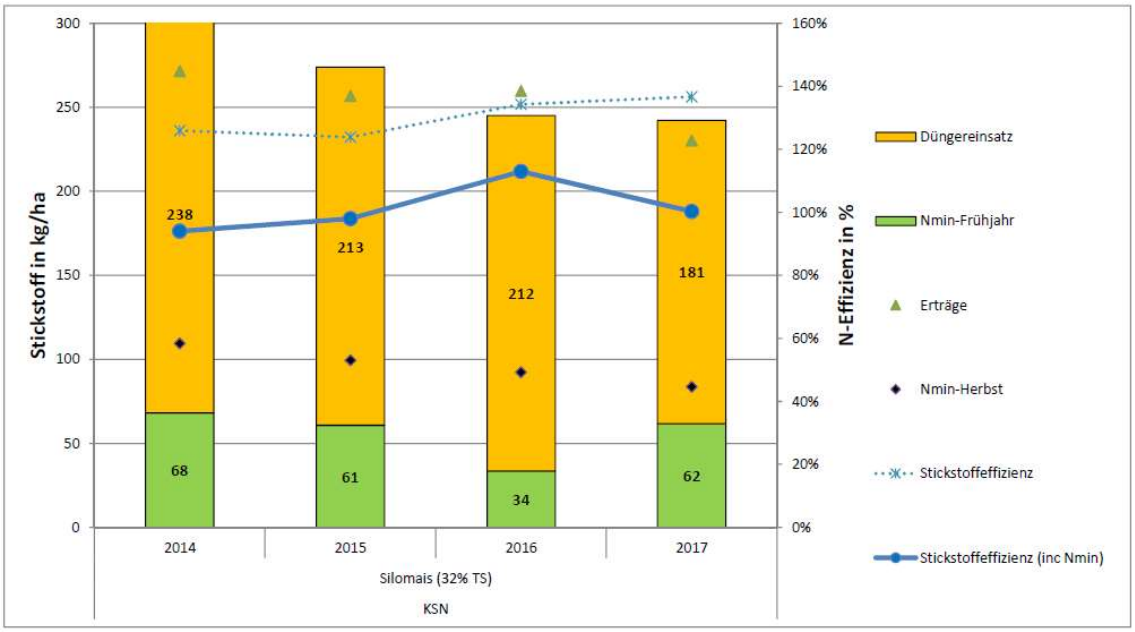

Abbildung 33: N-Effizienz im Silomais

Für Silomais ist das auffälligste die rückläufige Düngung im Verlaufe der Jahre. Vor allem die neue Anrechnung nach DüV von Biogärresten spielt eine große Rolle bei der Düngung von Mais. Im Jahr 2014 betrug die durchschnittliche Düngung noch ca. 240 kg N/ha. Bis 2017 ging diese auf 180 kg N/ha zurück. Hier wurde seitdem Begin der Beratung stetig auf die Überdüngung im Mais von seitens IGLU hingewiesen. Obwohl im Mais eine Stickstoffeffizienz von 100% erreicht wird, findet man auf den Referenzflächen im Mittel hohe Herbst-N_{min}-Werte. Über die vier Jahre ist ein positiver Trend in den Herbst-N_{min}-Werten zu erkennen. Jedoch sind die Werte immer noch weit über 50 kg N/ha, trotz der sehr guten Bilanzen durch die hohen Entzüge des Mais. Gründe hierfür könnten die Bodenbearbeitungsintensität nach der Ernte sein und die organische Düngung zum Mais die noch nach Räumen der Kultur mineralisiert wird.

Bei der Zuckerrübe ist eine niedrige Düngung vorgegeben, da es bei Überdüngung zu Abzügen bei den Erträgen durch erhöhte Amino-N-Verbindungen kommen kann.

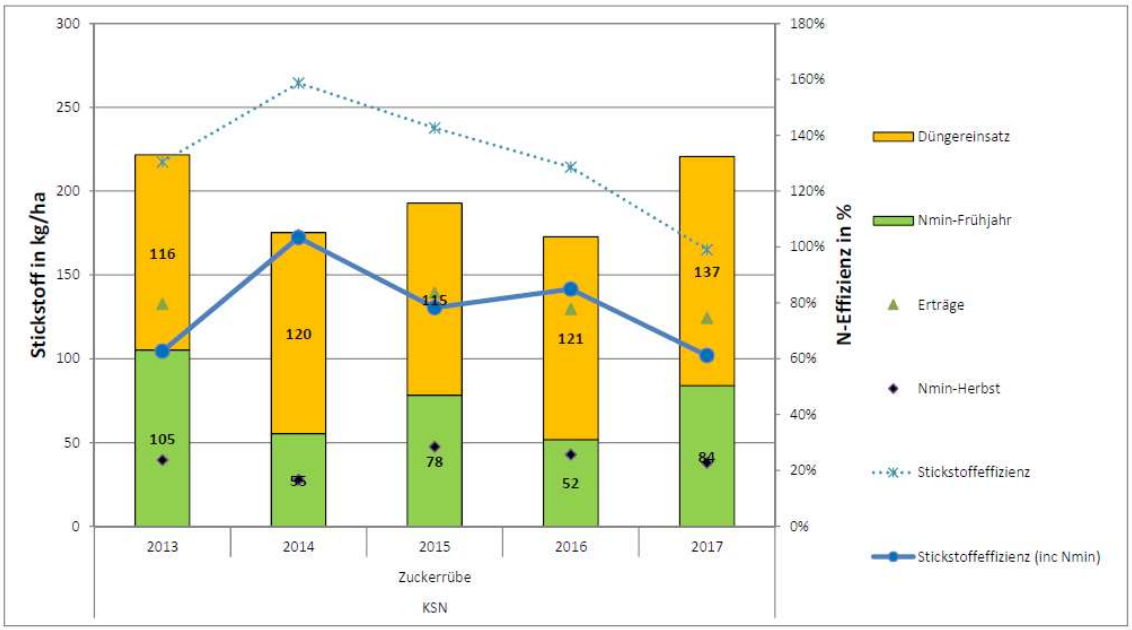

Abbildung 34: N-Effizienz in Zuckerrüben

Im Gegensatz zum Mais sind die Entzüge durch die Zuckerrübe gering und somit ist die N-Effizienz nicht ganz so gut. Es lässt sich festhalten, dass hohe Frühjahrs-N_{min}-Werte auch zu niedriger Stickstoffeffizienz führen, weil es dann zu einer vermutlichen Überdüngung kommt. Erfreulich sind die Herbst-N_{min}-Werte nach der Zuckerrübe, welche über den Beratungszeitraum seit 2013 unter 50 kg N/ha liegen.

Die niedrigste N-Effizienz weist der Körnerraps auf.

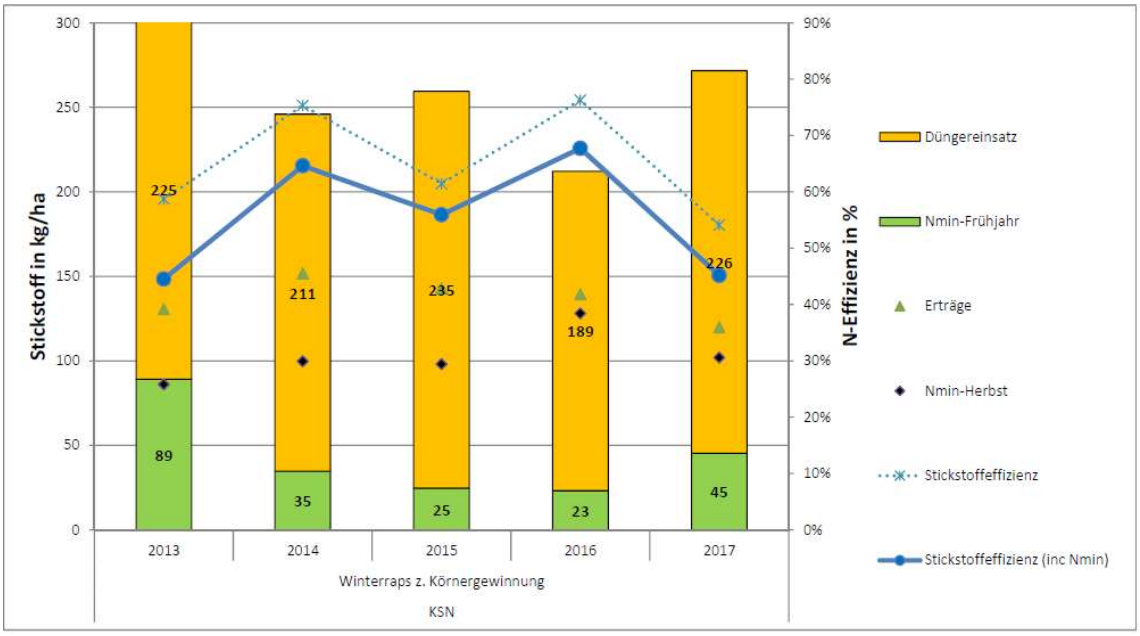

Abbildung 35: N-Effizienz beim Körnerraps

Der Raps weist das höchste Düngeniveau von allen Kulturen auf. Zudem weist er mit über 100 kg N/ha im Durschnitt ebenfalls die höchsten Herbst-N_{min}-Werte auf. Hierbei liegt die Düngereffizienz höchstens bei 80% über die fünf Jahre gesehen und geht teilweise bis auf 50% runter. Ebenso die Stickstoffeffizienz incl. Frühjahrs-N_{min}-Wert. Diese liegen unter Raps immer niedrig, so dass hier Dünger- und Stickstoffeffizienzen nahe bei einander liegen. Die schlechte Düngerverwertung lässt sich durch das Defizit zwischen benötigten Stickstoff und abgefahrenen Stickstoff in den Erntegütern erklären. Hier gibt es in klassischen Fruchtfolgen großen Bedarf an verändertet Nacherntemanagement um die schlechte N-Effizienz effektiv für den Wasserschutz zu kompensieren.

10 BEWERTUNG DES PROJEKTVERLAUFS

Die Zusatzberatung zur Wasserrahmenrichtlinie läuft nun bereits im fünften Jahr. Das Beratungsangebot der IGLU ist im Maßnahmenraum Kassel Nord geschätzt und entsprechend nachgefragt.

Besonders im Frühjahr warten viele Betriebe auf die allgemeine Düngeempfehlung, die im ersten Rundschreiben aus den gemessenen N_{min}-Werten hervorgeht. Darüber hinaus bestand im Frühjahr 2017 mit all seinen Besonderheiten (hohe Frühjahrs-N_{min}-Werte, ungünstige Witterung, heterogene Bestände) ein erheblicher Beratungsbedarf bei der Festlegung und Verteilung der späteren Düngergaben. Die Anfragen der Landwirte überstieg das Vorjahresniveau an dieser Stelle deutlich. Teilweise mussten besonders auf Leitflächen der Leitbetriebe zunächst knapp kalkulierte Düngeempfehlungen später nach oben korrigiert werden. Die ungünstige Witterung im April mit Trockenheit und Kälte führte zu einer stark eingeschränkten N-Verfügbarkeit auf vielen Ackerflächen. Mineralisch ausgebrachte Dünger gingen nicht in Bodenlösung, und auch die Wirkung organischer Dünger war eher schwach. In einigen Fällen konnte die später ergänzte N-Düngung jedoch nicht mehr in Ertrag umgesetzt werden. Dies führte teilweise zu Kritik an den Düngeempfehlungen sowie dem Umgang mit hohen N_{min}-Werten. Rückblickend war diese Kritik durchaus berechtigt. Aus Sicht des Wasserschutzes sowie nach guter fachlicher Praxis ist zwar die volle Anrechnung des Frühjahrs-N_{min}-Werts bei der Düngung richtig, jedoch müssen die Witterungsbedingungen entsprechend berücksichtigt werden. Den ungünstigen Vegetationsverlauf 2017 konnte man bei der Erstellung der Düngeempfehlungen im Februar 2017 natürlich nicht vorhersehen. Ungeachtet dessen war aber die Empfehlung einer oftmals sehr niedrig angesetzten und spät platzierten Startgabe in Folge der hohen Frühjahrs-N_{min}-Werte für die spätere Ertragsbildung und die N-Effizienz nachteilig. Die Erfahrungen des Jahres 2017 von Zusatzberatern und Leitbetrieben zeigen, dass eine Reduktion der N-Düngung bei den späteren N-Gaben zugunsten der Andüngung weitaus sinnvoller ist und das Ertragsrisiko infolge einer vorübergehenden Unterversorgung begrenzt. Auf der anderen Seite haben unsere Demonstrationsversuche auch anschaulich gezeigt, dass vielfach die Düngung durchaus reduziert werden konnte. Ein Beispiel hierfür ist die Dauerbeobachtungsfläche zu Qualitätsweizen (siehe Kapitel 8.2). Bei diesem Versuch konnte ein Ertrag von 10 t/ha mit einem Düngereinsatz von 110 kg N/ha realisiert werden. Bei einer Standarddüngung von 150-180 kg N/ha hätten hier hohe Überschüsse an mineralischen Stickstoff und dadurch eine eventuelle Belastung für das Grundwasser entstehen können. Die Bemühungen von IGLU werden weiterhin darin bestehen, Umweltbelange wie den Boden- und Wasserschutz bei hoher Produktivität des Ackerbaus zu fokussieren. Vor diesem Hintergrund war das Frühjahr 2017 eine große Herausforderung für die Wasserschutzberatung. Durch die intensive Begleitung vieler Getreideflächen konnte in vielen Fällen jedoch auch eine sehr hohe N-Effizienz erreicht werden, indem ein Großteil des gemessenen Frühjahrs-N_{min}-Wertes von den Pflanzen in Ertrag umgesetzt wurde und die Düngergaben reduziert werden konnten.

Erfolge konnten dafür in der Düngeberatung betreffend Sommerungen erreicht werden. Das Düngeniveau ist im Vergleich zu den Vorjahren leicht zurückgegangen und trotzdem wurden sehr hohe Erträge in diesem Jahr verzeichnet.

Aus den Beobachtungen der Vorjahre ging oft hervor, dass ein enger Zusammenhang zwischen Bodenbearbeitung und Mineralisation herrscht. Deshalb wurde in diesem Jahr ein besonderes Augenmerk auf Versuchsflächen gelegt, die den Zusammenhang weiter erörtern. Diese Versuche haben vielversprechende Ergebnisse geliefert und werden somit in den nächsten Jahren fortgesetzt.