

# Etablierung grundwasserschonender Anbauverfahren für die Landwirtschaft und den Gartenbau

5 Jahre Modellbetrieb – eine (erste) Bilanz

Wasser- und  
Ressourcen-  
schutz

## Dem Stickstoff auf der Spur



## Dem Boden Beachtung schenken



## Grundwasser-schonender Wirtschaftsdüngereinsatz



## Zwischenfrucht-anbau



## Gezielte Düngung im Gemüsebau



## Zierpflanzenbau



Getreide, Halmfrucht

Hackfrucht

Gemüse

Mais

Zierpflanzenbau

› Foto Titelseite: Peter Gräßler

# Vorwort



Die Landwirtschaft in NRW ist breit aufgestellt. Sie reicht von den Ackerbaustandorten in der Köln-Aachener Bucht und der Soester Börde zu den viehintensiven Regionen am Niederrhein mit Milchvieh- und Schweinehaltung bis hin zu den ausgeprägten Verdichtungsregionen des Münsterlandes.

Hier findet sich auch der Schwerpunkt der Biogasproduktion. Weiter östlich in Ostwestfalen-Lippe finden sich sowohl höher gelegene Ebenen, aber auch stark erosionsgefährdete Flächen im Hügelland. Ferner hat sich das Zentrum des Zierpflanzenbaus in der Region um Straelen entwickelt.

Schwerpunkte des Gemüsebaus befinden sich in der Region „Voreifel“ und am Niederrhein. Jede Region hat ihre speziellen Herausforderungen bezüglich der Verbesserung der Gewässer- und Grundwasserqualitäten.

Die Modellbetriebe wurden eingerichtet, um die zahlreichen Verbesserungsreserven zum Wasserschutz in NRW aufzudecken und schneller in der Praxis zu verbreiten. Dieses betrifft unter anderem die Erhöhung der Nährstoffeffizienz zur Verringerung der Oberflächen- und Grundwasserbelastung. Stickstoff als wesentlicher Motor zum Wachstum erhält dabei eine besondere Beachtung, zumal ein Großteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf mit Nitrat belasteten Grundwasserkörpern liegt (siehe Karte S. 7). Eingerichtete Saugplatten an ausgewählten Standorten beobachten das Sickerwasser. Es sollen Zusammenhänge zur Höhe der Nährstoffverluste durch Düngung, Pflanzenarten und Bodenbearbeitung ermittelt werden. Ziel ist die Verbesserung der Grundwasserqualitäten.

Nebeneffekte sind die Verbesserung der Kreislaufwirtschaft, Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Beobachtung des Humusaufbaus, der beträchtliche Mengen CO<sub>2</sub> im Boden speichern kann, und Reaktionsmöglichkeiten der Landwirte auf die Erwärmung des Bodens im Zuge des Klimawandels. Wie reagieren auf verstärkte Sommertrockenheit? Und im Winter?

Die letzten Jahre gab es keine Frostgare mehr, 2019/20 fiel der Winter in vielen Regionen von NRW gänzlich aus. Als Folge mineralisierten die Böden fast den ganzen Winter über und setzen Nährstoffe frei. Diese im Kreislauf zu bewahren, vor Auswaschung zu schützen, um sie in der folgenden Vegetationsperiode zu nutzen, ist eine wichtige zukunftsorientierte ressourcenschonende Aufgabe.

Dem Ministerium für Umwelt Landwirtschaft und Verbraucherschutz in NRW danken wir für das entgegengebrachte Vertrauen und die finanzielle Unterstützung. Das versetzt uns in die Lage, mit den Landwirten gemeinsame Strategien und Anregungen zu entwickeln. Damit wollen wir die gesellschaftlichen Anforderungen im Konsens mit der Landwirtschaft umsetzen.

*Das Modellberaterteam aus NRW*

# Inhalt

1	<b>Modellbetriebsberater in NRW</b>	6	
2	<b>Lage der Modellbetriebe und Saugplattenanlagen</b>	7	
3	<b>Dem Stickstoff auf der Spur</b>	8 - 11	
	a. Saugplatten und Wetterstationen auf ausgewählten Modellbetrieben		
	b. Bisherige Empfehlungen aus den ersten zwei Sickerwasserperioden		
	c. Schwerpunkte der Nährstoffreduzierung in viehhaltenden Betrieben		
	d. Schwerpunkte der Nährstoffreduzierung in Gemüsebaubetrieben		
4	<b>Grundwasserschonender Wirtschaftsdüngereinsatz</b>	12 - 31	
	a. Nährstoffverluste durch gezielte Ausbringung verringern		
	b. Einsparpotenziale durch gezielte Gülleplatzierung		
	I. Unterfussdüngung im ökologischen Maisanbau		
	II. Unterfussdüngung im ökologischen Gemüsebau – Weißkohl		
	III. Unterfussdüngung im konventionellen Maisanbau		
	IV. Einsatz von Gärresten bei Kartoffeln		
	c. Anwendung der NIRS-Technik zur bedarfsgerechten Ausbringung		
	d. Ausgleich durch unterschiedliche Nährstoffverteilung im Güllesilo durch NIRS		
	e. Cut & Carry – neue Düngestrategien im ökolog. Gemüsebau – Wirtschaftsdünger ersetzen		
5	<b>Gezielte Düngung im Gemüsebau</b>	32 - 33	
	a. Kastenstreuer mit Teilbreitenschaltung zur Düngerreduzierung		
	b. Demoversuche zur Reduzierung des Düngeraufwandes durch Streifenablage		
6	<b>Zwischenfruchtanbau – ein wesentliches Glied zur Reduzierung der Nährstoffverluste</b>	34 - 43	
	a. Stickstoffbindung durch Zwischenfruchtanbau		
	b. Auswirkung unterschiedlicher Mulchtermine auf die N <sub>min</sub> -Werte		
	c. Reduktion von Nährstoffverlusten durch Zwischenfrüchte und Optimierung des Anbaus		
	d. Gemengeanbau in Streifensaart – Bio-Strip		
	e. Untersaaten im (ökologischen) Maisanbau		
7	<b>Dem Boden Beachtung schenken - Bodenbearbeitung</b>	44 - 53	
	a. Bodenverdichtungen erkennen und gezielt beseitigen		
	b. Mechanische Unkrautregulierung und Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes		
	c. Erosionsschutz durch Mulchsaat		
	d. Digitale Landwirtschaft – das Bodenpotenzial erkennen?		
8	<b>Zierpflanzenbau – Entwicklung eines Exaktgießwagens zur Steigerung der Nährstoff- und Wassereffizienz</b>	54 - 55	
9	<b>Ausblick</b>	56 - 57	
	<b>Impressum</b>	59	

Verzeichnis der Abkürzungen:

- CO<sub>2</sub>: Kohlenstoffdioxid • N: Stickstoff • ZF: Zwischenfrucht • NO<sub>3</sub>: Nitrat • NH<sub>4</sub>: Ammonium
- LUFA: Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
- NIRS: Nahinfrarotspektroskopie, damit können Inhaltsstoffe der Gülle quantifiziert werden
- N<sub>min</sub>: Ist der mineralisch verfügbare Stickstoff im Boden, ermittelt durch eine Analysemethode bei der LUFA
- WRRL: Wasserrahmenrichtlinie
- UF: Unterfuss, dabei erfolgt die Düngerablage unterhalb des Samenkorns
- P: Phosphor; P<sub>205</sub>: Phosphat • DAP: Diammonphosphat
- RTK: Real Time Kinematic: Verfahren zur Vermessung mit 1-2 cm Genauigkeit, z. B. bei Feldarbeiten, werden in Echtzeit berechnet
- m<sup>3</sup>: Kubikmeter • rel.: relativ • K: Kalium • cm: Zentimeter • ha: Hektar • FM: Frischmasse (Ertrag)
- GPS: Global Positioning System, globales Navigations satellitensystem

# Modellbetriebsberater in NRW

Im Sommer 2014 wurden die Modellbetriebe eingerichtet. Seit dieser Zeit haben sich folgende Beraterinnen und Berater in den Modellbetrieben an der Fortentwicklung einer grundwasserschonenden Produktion engagiert.

## BezReg Köln:

Georg Ebbeler 2014 - 2016 †  
Marco Breuer seit 2017



## BezReg Düsseldorf:

Anna Bossmann, geb. Janßen 2014 - 2019  
Andreas Bergmann seit 2020 - 0,6 AK  
Jonas Seegers seit 2020 - 0,4 AK



## BezReg Münster:

Stefan Schulte-Übbing seit 2014, ab 2018 - 0,5 AK  
Michael Gersmann seit 2018 - 0,5 AK



## BezReg Arnsberg:

Regina Kassau 2014 - 2016  
Matthias Koch seit 2017



## Öko-Betriebe NRW-weit:

Pascal Gerbaulet seit 2014



## Zierpflanzenbau:

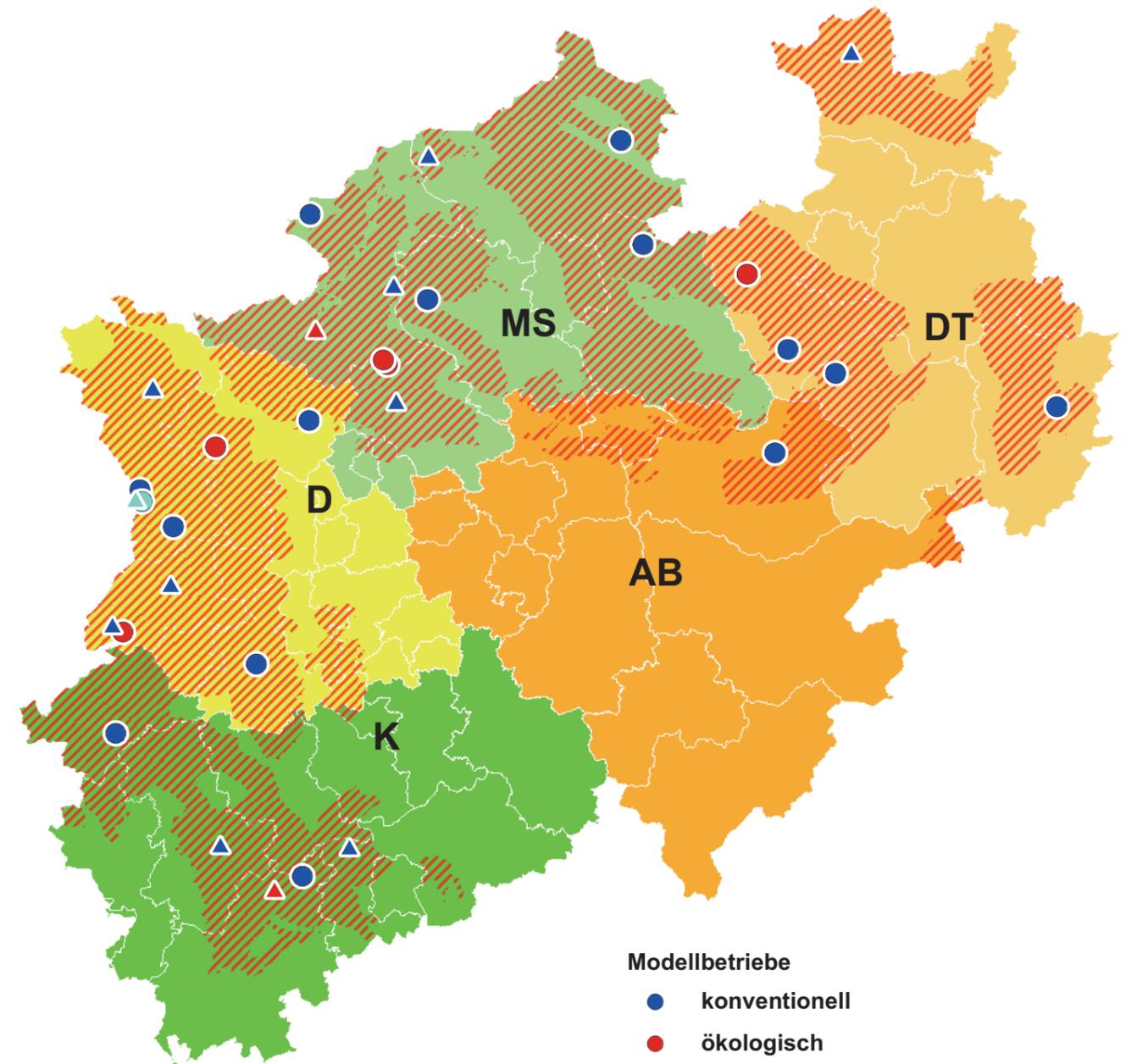
Klaus Karl seit 2014 - 0,55 AK



## Koordination im FB 61, Standort Köln-Auweiler:

Uwe Kalthoff seit 2014

# Lage der Modellbetriebe und Saugplattenanlagen



### Modellbetriebe

- konventionell
- ökologisch
- Zierpflanze

### Saugplattenstandorte

- ▲ konventionell
- ▲ ökologisch
- ▲ Zierpflanze

roter Grundwasserkörper

Quelle: Geobasis LWK NRW, 09.03.2020

### 3 | Dem Stickstoff auf der Spur

#### a. Saugplatten und Wetterstationen auf ausgewählten WRRL-Modellbetrieben

Wie viel Stickstoff (N) mit dem Sickerwasser die durchwurzelbare Bodenschicht verläßt und ins Grundwasser eingetragen wird, ist bisher weitgehend nur aus kontrollierten Forschungsbedingungen, zum Beispiel Lysimeterversuchen, bekannt. Bis eine angepasste Bewirtschaftung die Grundwasserwerte beeinflusst, kann es bis zu 25 Jahre dauern. Bisher fehlten Praxisversuche mit direkteren und zeitlich schnelleren Ergebnissen. Aus diesem Grund wurden in 12 Wasserrahmenrichtlinien (WRRL) - Modellbetrieben Saugplatten installiert. Seit der Sickerperiode 2017/18 werden die N-Konzentrationen und Verlagerungen im Sickerwasser nun unter Praxisbedingungen erfasst und ausgewertet.

Dazu wurden, beraten anhand von Rammkernbohrungen und Bodenprofilen des Geologischen Dienstes NRW, Saugplatten in 80-115 cm Tiefe in die Ackerflächen eingebaut. Die ausgewählten Ackerflächen liegen in nitratbelasteten Grundwasserkörpern verteilt über NRW.

Die Saugplatten sammeln mit leichtem Unterdruck Sickerwasser im Boden, das in neutralen Glasflaschen aufgefangen und regelmäßig von der LUFA auf Nitratkonzentrationen untersucht wird. Wetterstationen an allen Standorten mit Sensoren für Bodenfeuchte- und -temperaturmessungen ergänzen die Datenreihen. Dazu sammeln die Landwirte zudem alle Bewirtschaftungs- und Düngedaten.

Mit den Messungen sollen genauere Informationen über die Ursachen von N-Verlusten gewonnen werden, um Maßnahmen zu deren Reduktion entwickeln zu können. So werden unter anderem die Auswirkungen der verschiedenen Böden, der N-Düngung, des Wirtschaftsdüngereinsatzes, der ackerbaulichen Maßnahmen, der Witterung mit Temperaturverläufen und Niederschlägen sowie der angebauten Früchte auf den N-Gehalt des Sickerwassers analysiert. Dadurch können deutlich schneller Aussagen zum grundwasserschonenden Wirtschaften getätigt werden.

Auf der Grundlage der ermittelten Ursachen von N-Verlusten sollen mit den Modellbetriebsleitern praktische Lösungen zur Reduzierung erarbeitet und diese an andere Landwirte weitergegeben werden.



Bodenprofil



Bodenprofilaufnahme



Einschlammung der Tensiometer

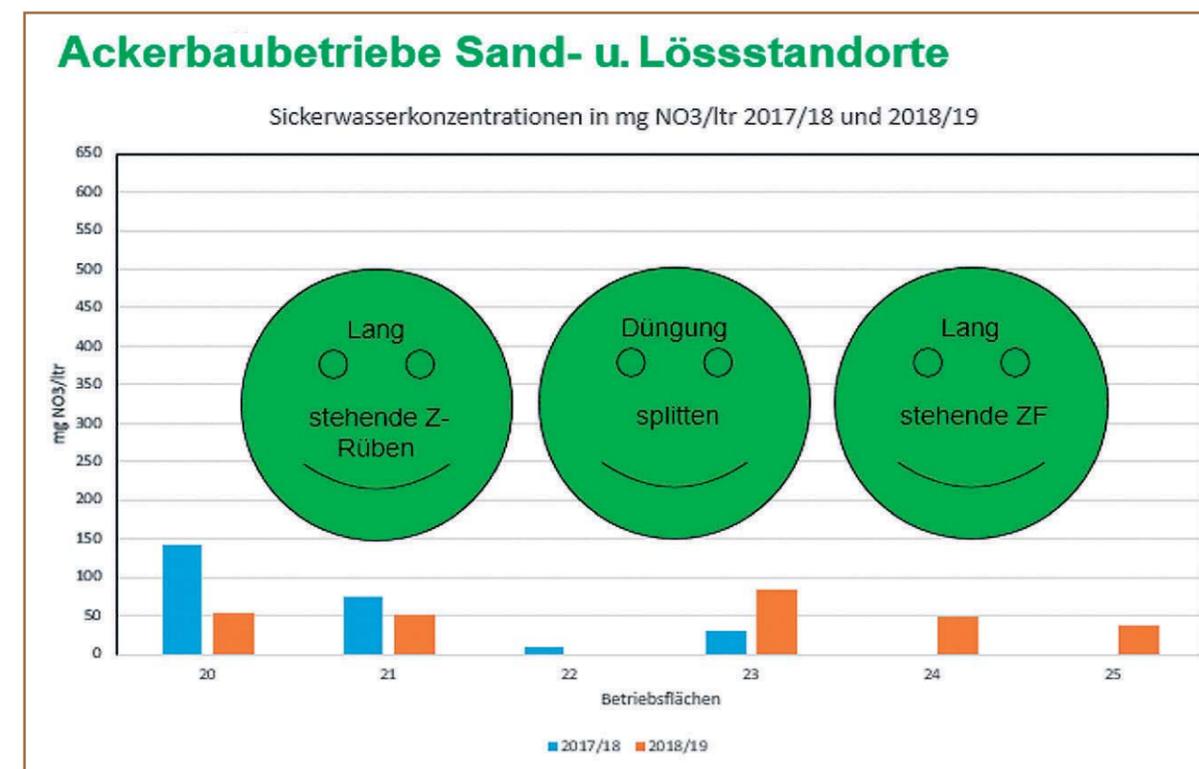
#### b. Bisherige Empfehlungen aus den ersten zwei Sickerwasserjahren 2017/18 und 2018/19:

Bemerkung: Die Sickerwasserwerte sind keine Grundwasserwerte. Auf dem Weg ins Grundwasser wird teilweise durch organische Substanzen und teilweise – je nach Region – durch Pyritabbau die Nitratkonzentration im Sickerwasser reduziert. Die Sickerwasserkonzentrationen liegen deshalb über den Konzentrationen, die ins Grundwasser gelangen. Dennoch sind sie ein wichtiger Anhaltspunkt für erste Analysen und Bewirtschaftungsempfehlungen.

Bisher stehen in den Modellbetrieben mit Saugplattenanlagen zwei Beobachtungsjahre für erste Schlussfolgerungen zur Verfügung. Danach bieten sich den Landwirten wirksame Werkzeuge, um die Nährstoffauswaschungen in das Grundwasser zu reduzieren. Die Zwischenfrüchte werden in vielen Regionen ein wesentliches Glied darstellen, um die 50 mg NO<sub>3</sub>/Liter zu erreichen bzw. zu unterschreiten.

Früh gesäte abfrierende Zwischenfrüchte binden den Stickstoff sehr schnell, setzen ihn allerdings beim Abfrieren auch schnell wieder frei, so dass je nach Witterung auch erhebliche Anteile noch ausgewaschen werden können.

Winterharte Mischungen nehmen den Stickstoff durch langsamere Entwicklung nicht so schnell auf, binden den Stickstoff jedoch lange und können der Folgefrucht hohe Anteile zur Verfügung stellen.



Die Kombination von winterharten und abfrierenden Zwischenfrüchten scheint auf vielen Standorten eine vorteilhafte Kombination darzustellen. Eine schnelle Stickstoffbindung verringert die Auswaschung. Und die abfrierenden Zwischenfrüchte stellen nach den Frösten den winterharten Früchten ihren Stickstoff zur Aufnahme zur Verfügung.

N-Reste und N-Nachlieferung (z. B. aus dem Boden oder den Zwischenfrüchten) sind für die Folgekultur bei der Düngplanung zu berücksichtigen.

- Bereits die richtige Fruchtfolgewardahl kann die N-Verluste deutlich reduzieren.
- Dem Boden muss bei der Verringerung der Nährstoffverluste mehr Beachtung geschenkt werden.
- In Regionen mit hohem Wirtschaftsdüngereinsatz kann der mineralische Düngeraufwand durch verschiedenen Maßnahmen deutlich reduziert werden; die Nährstoffeffizienz wird gesteigert.



› Saugplatten, Wirtschaftsdünger, Reduzierung mineralischer Dünger

### c. Schwerpunkte der Nährstoffreduzierung in viehhaltenden Betrieben (Konventionell)

**Folgende Schwerpunkte in der Viehhaltung** (werden teilweise im Folgenden beschrieben) scheinen zur Reduzierung der Nährstoffverluste und damit zur Verbesserung Grundwasserqualitäten geeignet zu sein:

- Emissionsarme Ausbringung begleitet von der Reduzierung des mineralischen Düngeraufwandes.
- Ausbringsschwerpunkt im späten Frühjahr, wenn die Böden im oberen Bereich abgetrocknet sind. Dann reduziert sich die Verlagerung in den Untergrund.
- Untersaaten als Erosionsschutz und zur Nährstoffbindung nach Aberntung der Hauptfrucht.
- Düngung der Zwischenfrucht nur da, wo die Nmin-Werte bei Aussaat niedrig sind und der Boden weniger nachliefert.
- Intensives Zwischenfruchtmanagement im Herbst mit Anrechnung der N-Nachlieferung.
- Einsatz der NIRS-Technik zur bedarfsgerechten Düngung mit Wirtschaftsdüngern.
- Erhöhung der Lagerkapazitäten, um den optimalen Ausbringungszeitpunkt zu gewährleisten.
- Lagerabdeckung zur Emissionsminderung.
- (extrem) stark reduzierte Fütterung zur Reduzierung des Nährstoffanfalls.
- Chancen beim Tierwohl nutzen, um in sehr viehintensiven Regionen den Nährstoffanfall zu reduzieren.
- In Getreide die Frühjahrsgabe mit Wirtschaftsdünger anstelle von mineralischem Dünger ausführen. Dieser wird schnell aufgenommen und verwertet. Um die Emissionen zu verringern, werden aktuell in einigen Modellbetrieben Tests mit angesäuertem Wirtschaftsdünger ausgeführt.



Einweisung von Uwe Kalthoff (LK) durch Dr. Wessel Bothe (Fa. Ecotech) in Funktionsweise



Saugplatten und Sammelschachteinbau



Unterdruckregelung mit Sammelflaschen des Sickerwassers für die zwei Saugplattenanlagen



Saugplatte



Vorbereitung Tensiometereinbau

### d. Schwerpunkte der Nährstoffreduzierung in Gemüsebaubetrieben (Konventionell)

**Folgende Schwerpunkte im Gemüsebau** (werden teilweise im Folgenden beschrieben) scheinen zur Reduzierung der Nährstoffverluste und damit zur Verbesserung der Grundwasserqualitäten geeignet zu sein:

- Neupflanzungen vom Gemüse immer unter Berücksichtigung der aktuellen Nmin-Gehalte.
- Gabensplitting zur Auswaschungsverminderung der Nährstoffe auf leichteren Böden.
- Bei Folgekulturen die Mineralisierung der Vorkultur berücksichtigen.
- Die Erntereste im Herbst durch eine gute Anbauplanung minimieren. Wenn möglich winterharte Zwischenfrüchte anbauen, die den durch Mineralisierung freigesetzten Stickstoff binden. Die Zwischenfrüchte so spät wie möglich einarbeiten, ZF-Management wo möglich.
- Breitverteilung durch Reihendüngung ersetzen. Keine Fahrgassen düngen.
- Bewässerungsmengen an Boden, Feldkapazitäten und Durchwurzelungstiefe anpassen.
- Wintergemüse möglichst lang stehen lassen.
- Fruchtfolge-Management

Uwe Kalthoff



Tensiometer im Boden verbunden mit Wetterstation im Hintergrund Sammelstation des Sickerwassers



Saugplatte eingeschlämmt kurz vor Einbau



Stechzylinder für bodenphysikalische Untersuchungen



Sickerwasserführende und luftführende Schläuche verbinden eingebaute Saugplatten mit Sammelstation



Seitenstrang für Saugplatteneinbau

Tensiometer messen Bodenfeuchtigkeit und Temperatur

#### Fazit

„Auf der Grundlage der ermittelten Ursachen von N-Verlusten sollen mit den Modellbetriebsleitern praktische Lösungen zur Reduzierung erarbeitet und diese an andere Landwirte weitergegeben werden.“



## 4 Grundwasserschonender Wirtschaftsdüngereinsatz

In NRW wird relativ viel Wirtschaftsdünger eingesetzt. In den intensiven viehhaltenden Regionen des Münsterlandes erfolgt neben der eigenen Verwertung auch eine Ausfuhr der Nährstoffüberschüsse aus den anfallenden Wirtschaftsdüngern in weniger gut versorgte Regionen. Grenznahe Regionen im Rheinland erhalten zudem Nährstoffe aus den Niederlanden. Aufgrund des hohen Einsatzes dieser wertvollen Dünger ist es erforderlich, sich der verlustarmen Ausbringung, bedarfsgerechten Verteilung und zeitgerechten Anwendung zur Verringerung der Luft- und Grundwasserbelastung mit ausgasenden oder ausgewaschenen Nährstoffen zu widmen.

### a. Nährstoffverluste schon bei der Ausbringung reduzieren - Sofortige Einarbeitung, Ausbringung über Schleppschlauch, Schleppschuh und Schlitzgerät

Im Jahr 2016 wurde im Rahmen einer Masterarbeit u.a. auf einem Modellbetrieb der Einfluss von unterschiedlichen Applikationstechniken im Getreide auf die Ammoniakemissionen bei flüssigen Wirtschaftsdüngern dargestellt. Fazit des praktischen Versuchs in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Agrarwirtschaft der Fachhochschule Soest war ein typischer Verlauf der Ammoniakemissionen in den ersten Stunden nach der Gülleausbringung.

Der Schleppschlauchverteiler wies die höchsten Ammoniakverluste und der Scheibeninjektor die niedrigsten Verluste auf. Der Schleppschuhverteiler lag zwischen den beiden Verfahren. Auf den Modellbetrieben wurde das Thema der geringeren Ammoniakverluste und der damit verbundenen erhöhten N-Effizienz auch hinsichtlich der Novellierungen der Düngeverordnung aufgegriffen. Verglichen wurden die Techniken Schleppschlauch, Schleppschuh und Schlitzgerät.



**Schleppschlauch:**  
Die Gülle läuft aus dem Schlauch oberflächlich auf den Boden. Wichtig ist, dass die Schläuche bodennah und schleppend gefahren werden (Arbeitsbreite bis 36 m).



**Schleppschuh:**  
Jeder Auslauf ist mit einer federbelasteten Kufe versehen. Je nach Bodenart ergeben sich unterschiedlich ausgeprägte Schlitze. Die Gülle läuft durch einen entsprechend geformten Auslauf in diese Schlitze, dadurch sind diese Ablagestreifen schmäler und haben im Vergleich zur oberflächlichen Ablage des Schleppschlauchs eine geringere Oberfläche (Arbeitsbreite bis 30m).

**Schlitzgerät:**  
Der Schlitz wird unter allen Bedingungen mittels Scheibenschar geformt. Die Gülle läuft in den Schlitz hinein und kann schnell versickern (Arbeitsbreite bis 15m).



Die Schlitztechnik stößt hinsichtlich der Arbeitsbreiten an ihre Grenzen, sodass durch die Bestände zwischen den Fahrgassen gefahren werden muss. Dies in Kombination mit den hohen Gewichten der Ausbringtechnik hebt den Vorteil der geringeren Ammoniakausgasung oftmals wieder auf.

Für die landwirtschaftlichen Betriebe und Lohnunternehmer ist der Schleppschuh auch hinsichtlich seines breiten Einsatzspektrums vom Einsatz im Getreide und stehenden Mais bis hin zum Grünland eine gute Möglichkeit, flüssige organische Düngemittel mit geringen Ammoniakverlusten und somit erhöhter Effizienz auszubringen.

Eine weitere Beschreibung der unterschiedlichen Gülleausbringetechniken finden Sie auch im Internet auf unserer Homepage der Landwirtschaftskammer NRW unter folgendem Link:  
<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/technik/index.htm>

Matthias Koch und Michael Gersmann  
Fotos: Regina Kassau

### Fazit

„Der Schleppschuh ist ein guter Kompromiss mit geringeren Ausbringungsverlusten dank bodennahe Ausbringung. Eine höhere Flächenleistung und geringerer Bodendruck als bei der Schlitztechnik präferieren dieses Verfahren auf Ackerstandorten“



## b. Einsparpotentiale durch gezielte Gülleplatzierung nutzen

Wirtschaftsdünger sind wichtige Nährstoffquellen, die regional gesehen in unterschiedlichen Kapazitäten zur Verfügung stehen. Insbesondere in veredlungsintensiven Gebieten ist aus Sicht des Wasserschutzes eine effizientere Nutzung der Nährstoffe wichtig um die Auswaschungen zu reduzieren ohne dabei Abstriche an der Bodenqualität eingehen zu müssen.

Bei der Gülleausbringung zum Maisanbau soll der Stickstoff, der in der Gülle enthalten ist, pflanzenverfügbar in den Boden eingebracht werden. Hierbei ist folgendes zu beachten:

- Die effizienteste Methode ist die Einarbeitung direkt am Ausbringfahrzeug. Hier gibt es verschiedenste Techniken, die es ermöglichen, die Gülle direkt ohne Luftkontakt in den Boden zu bringen. So können die Ausgasungsverluste (= N-Verluste) nahe zu gegen Null reduziert werden. Dazu eignen sich Grubber, Kreuzscheibeneggen oder Strip-Till - Geräte am Ausbringfahrzeug.
- Beim Mais kann die klassische mineralische Unterfußdüngung ersetzt werden. Dazu muss die Gülle zielgerichtet über beispielsweise ein Strip-Till - oder einem anderen Gülleunterfuß-Gerät unter das noch zu legende Maiskorn platziert werden. Entscheidend ist hierbei die Präzision!

### Ableitung der optimalen Injektions-Tiefe von der mineralischen Unterfußdüngung:

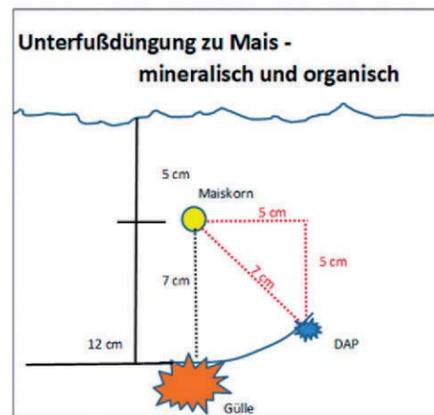


Abb.: Dr. Ludger Laurenz

**Bei Gülle-Strip-Till die 12-cm-Regel beachten ( 5 + 7 = 12)**

Die Keimwurzeln müssen das Nährstoffdepot erreichen können!



Strip-Till

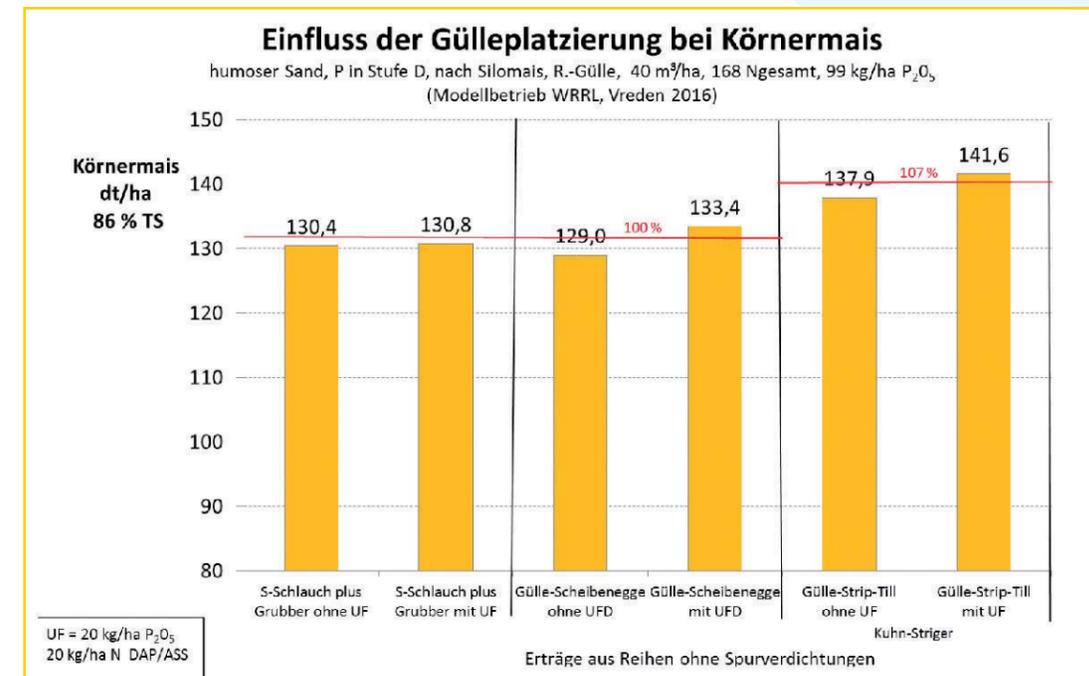


Bodenstruktur bei Strip-Till

Bei diesen Verfahren kommt es auf wenige Zentimeter an. Sollte das Maiskorn bei der Ablage eine zu große Entfernung zum vorher platzierten Düngerdepot (Gülleband) erhalten, kommt es zu Mindererträgen und verminderter Nährstoffausnutzung. Eine Faustformel ist hier die 7 cm Regel, diese besagt, dass das Düngedepot nicht weiter als 7 cm vom Maiskorn entfernt sein darf, optimal sind 4 - 5 cm. Der Zusatz von Nitrifikationshemmstoffen verbessert die Effizienz. Das verlängert die Ammoniumphase und beugt Auswaschungsverlusten unter jungem Mais vor.

Auf eine ergänzende oder vorsorgliche mineralische N- bzw. P-Unterfuß-Düngung kann dabei vollständig verzichtet werden.

- Auf eine bodenschonende Bearbeitung und eine Reduzierung von Bodenverdichtungen sollte geachtet werden. Dies hat insbesondere in trockenen Jahren aufgrund einer besseren Durchwurzelung hohe Vorteile auf Qualität und Ertrag.



Stefan Schulte-Übbing



Strip-Till



Einsatzgerät Strip-Till

### Fazit

#### Gewässerschonend:

- Effizientere Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers
- kaum Ausgasungsverluste
- weniger N-Auswaschung durch Nitrifikationshemmer
- exaktere Platzierung des Wirtschaftsdüngers (direkt unter der Pflanze)
- weniger bis keine Gefahr von oberirdischem Abfluss (Erosion)



## b. I. Grundwasserschonender Wirtschaftsdüngereinsatz

### Unterfußdüngung im ökologischen Landbau - Maisanbau

Grundsätzlich bedeutet pflugloser Anbau unter ökologischer Bewirtschaftung immer eine ganzflächige Bearbeitung. Die Unkrautregulierung steht an erster Stelle. Deshalb wird diese Unterfußdüngung „pfluglos“ und nicht „Strip-Till“ genannt. Vor und auch nach der Depotdüngung muss eine ganzflächige flache Bodenbearbeitung durchgeführt werden um den Grundstein für eine erfolgreiche Unkrautunterdrückung zu legen.

Auf dem Modellbetrieb wurden betriebsübliche 20 m<sup>3</sup> zur Saat und 30 m<sup>3</sup> vor dem letzten Hacken Ende Juni ausgebracht. Versuchsweise wurde ein Teil des Schlages nicht gepflügt und 20 m<sup>3</sup> vor Saat per Strip-Till-Technik ausgebracht. Das Landsberger Gemenge als Vorfrucht wurde geerntet. Nachdem die Grasnarbe durch das einmalige Fräsen und dreimalige Kreiseln fast abgestorben war, wurde die Gülle eingebracht. Die Gülle wurde per RTK auf 13 cm abgelegt, 7 cm Abstand zwischen Korn und Gülleoberkante wurden eingehalten, so dass die Keimwurzeln das Band erreichen können, Ätزشäden aber vermieden werden. Nachdem die Gülle eingezogen war und ein weiterer Kreiselgang erfolgte, wurde der Mais drei Tage später auf 6 cm Tiefe exakt über das Gülleband gelegt und angewalzt. Das Wetter war optimal, dies ist für ein Gelingen dieses Anbausystems im ökologischen Landbau eine wichtige Voraussetzung.

Nach dem Abflämmen und erstem Hackgang wurden knapp einen Monat später 30 m<sup>3</sup> Rindergülle mit Schleppschräuchen ausgebracht und unverzüglich mit der Rollhacke eingearbeitet. Es folgte der dritte und letzte Hackgang 14 Tage später, am 03. Juli. In der Unterfuß-Variante konnte der letzte Arbeitsgang eingespart werden. Der Unkrautdruck im flach bearbeiteten Acker war um ein vielfaches geringer als in der gepflügten Variante, da keine neuen Unkrautsamen hochgeholt und die Altverkrautung durch die Bodenbearbeitung abgetötet wurden.

Es läßt sich zusammenfassen: der pfluglos bestellte Mais konnte erst 10 Tage „verspätet“ gesät werden. Dennoch holte er den Zeitnachteil im Vegetationsverlauf auf und brachte den gleichen Ertrag (104 % rel.TS), mit weniger Stickstoff (95 % rel.)- die Ausnutzung des Stickstoffs, in diesem Falle 100 kg Gesamt-N über Gülle, war verbessert. Die Kaliumaufnahme und der Kolbenenertrag waren um 20 % höher als in der Standardvariante.

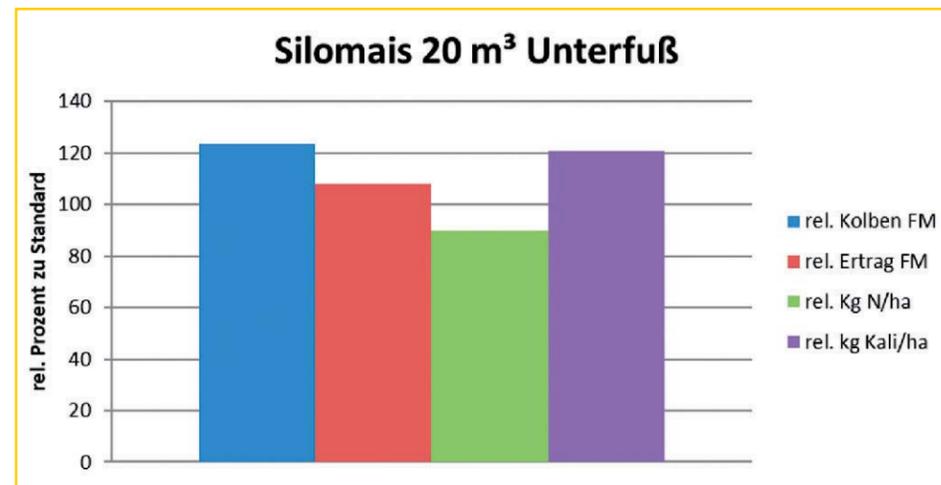


Abbildung: Effekte der Unterfußdüngung im Vergleich zu breit verteilt unter Pflug. Relativ in %.



Fotos: Für den erfolgreichen pfluglosen Umbruch ist ein ganzflächiges ultraflaches Unterschneiden der Grasnarbe unabdingbar, hier Umkehrfräse nach Landsberger Gemenge vor Silomais Unterfuß.

„Landsberger Gemenge ist eine in Leguminosen-Gras-Gemengensaat ausgebrachte Grünfütterkultur.“



### Im Folgejahr mit Tiefenlockerung

Nach dem ersten Probejahr wurde 2018 die gesamte Fläche pfluglos bestellt, die Gülle breit verteilt (Schleppschuh) oder Unterfuß ausgebracht (Kuhn Striger), mit und ohne Tiefenlockerung. Argument für diese Demoanlage war es, dass nach ein- oder mehrjährigem Futterbau oftmals eine Lockerung stattfinden soll und ob diese mit der Unterfußtechnik gut zu kombinieren ist. Beim Vergleich 2018 zeigte sich, dass sich in den Varianten mit breit verteilter Gülle durch die Tiefenlockerung 11 - 39 % mehr Ertrag erzielen ließen, wohingegen bei der Unterfußdüngung durch die Tiefenlockerung 4 - 13 % weniger Ertrag die Folge waren. Der Depoteffekt der Gülle wurde durch die Lockerung sehr wahrscheinlich aufgehoben, da die Lockerungszinken durch die Güllespur gezogen sind. Eine Bearbeitung quer zur Gülleausbringung wäre hier der bessere Weg, der aber nicht unbedingt praxistauglich ist. Des Weiteren konnten wir feststellen, dass der Mais, der die Nährstoffe breit verteilt zur Verfügung gestellt bekommen hatte, auch ein besser aufgestelltes Wurzelsystem vorweisen konnte, welches im Jahr 2018 bei dem Trockenstress von Vorteil war.

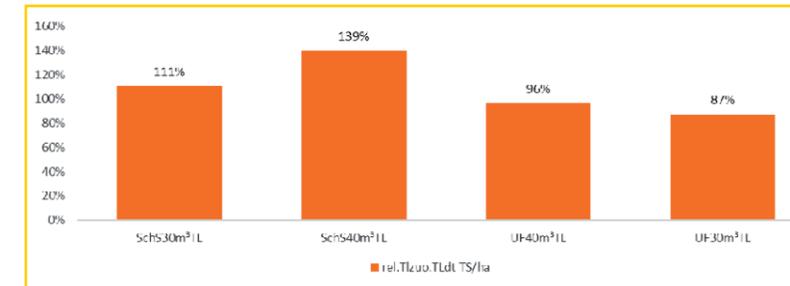


Abbildung: TS-Ertrag rel. zu ohne Tiefenlockerung bei 30 und 40 m<sup>3</sup> Schleppschuh / Unterfuß.

### Resümee

Der Mehrertrag in den Jahren 2017 (8 %) und 2018 (7 %) kann nicht das Argument für eine Unterfuß-Düngung sein. Gerade die trockenen Jahre lassen oftmals üblich bestellten Mais aufgrund des besseren Wurzelsystems besser erscheinen. Aber es sind die Begleiteffekte: Geringerer Unkrautdruck durch geringeres Samenpotential, bessere Tragfähigkeit des Bodens zur Düngung und Saat, wassersparende Bodenbearbeitung, höherer Ausnutzung der Nährstoffe und Stabilisierung dieser im Boden, weniger Nährstoffe für die Begleitflora und Verminderung der gasförmigen Verluste! Die Ergebnisse präsentieren einen Eindruck eines!! Standortes. Das System Unterfuß ist an anderen Standorten weitaus überzeugender. Und im herkömmlichen Futterbau wird Unterfuß vorwiegend aufgrund der verbesserten Phosphorversorgung der Maispflanze und des vollkommenen Verzichts auf mineralische P-Unterfußdüngung eingesetzt. Da wir auf dem Projektbetrieb zudem die Demoanlagen auf langjährig organisch gedüngten Schlägen mit hohen P-Gehalten durchgeführt haben und der Mais generell sehr spät (Mitte Mai) gelegt wird, blieben die große Effekte daher aus.

Pascal Gerbaulet



## b. II. Unterfußdüngung im ökologischen Landbau

### Weißkohl: Gärs substrat unter Fuß

Als Gemüsebaubetrieb mit über 80 % Hackfruchtanteil ist dieser abhängig von der Zufuhr organischer Düngemittel. Davon erfolgt ein großer Teil in Form von Gärs substrat. Spinat und Weißkohl stehen in der Fruchtfolge hinter dem Klee gras. Der Spinat wird aus dem Klee gras und ausgebrachtem Gärs substrat (100 kg Gesamt-N) ernährt. Zur Weißkohlpflanzung wird dann erneut Gärs substrat mit 35 m<sup>3</sup>/ha per Schleppschlauch und direkter Einarbeitung mit dem Grubber ausgebracht (160 kg Gesamt-N).

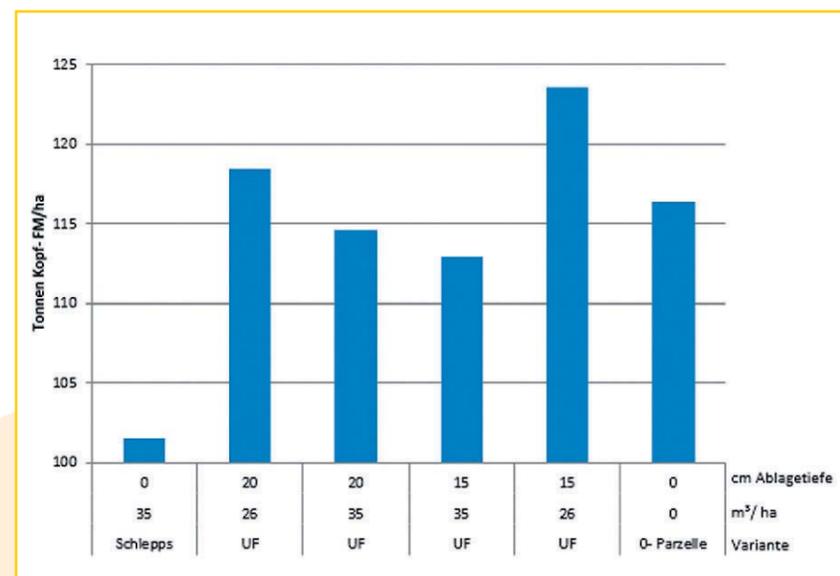
Zu dem Gärs substrat kommt die Wirkung der Erntesterne aus dem Spinat, sowie die Nachlieferung aus organischen Düngern und dem Boden. In der Nullparzelle wurde nach Spinat nicht mehr gedüngt. Dennoch konnte ein Ertrag von über 100 t FM/ha erzielt werden. Deshalb kann von einer Nachlieferung aus dem Boden von über 8 kg N/Woche ausgegangen werden. Insgesamt entzog der Weißkohl in der ungedüngten Variante 150 kg N/ha. Dies zeigt aber auch, dass an solch einem Standort die Aussagekraft einer Demoanlage zur Düngung gering ausfällt, weil der Boden hohe Mengen an Nährstoffen nachliefern kann. In allen Unterfuß-Varianten wurde – auch mit 75 % der Düngemenge – mindestens der betriebsübliche Ertrag erreicht.

Neben der Verhinderung von gasförmigen Verlusten kann die Unterfuß-Düngung folgende Effekte haben bzw. erzielen:

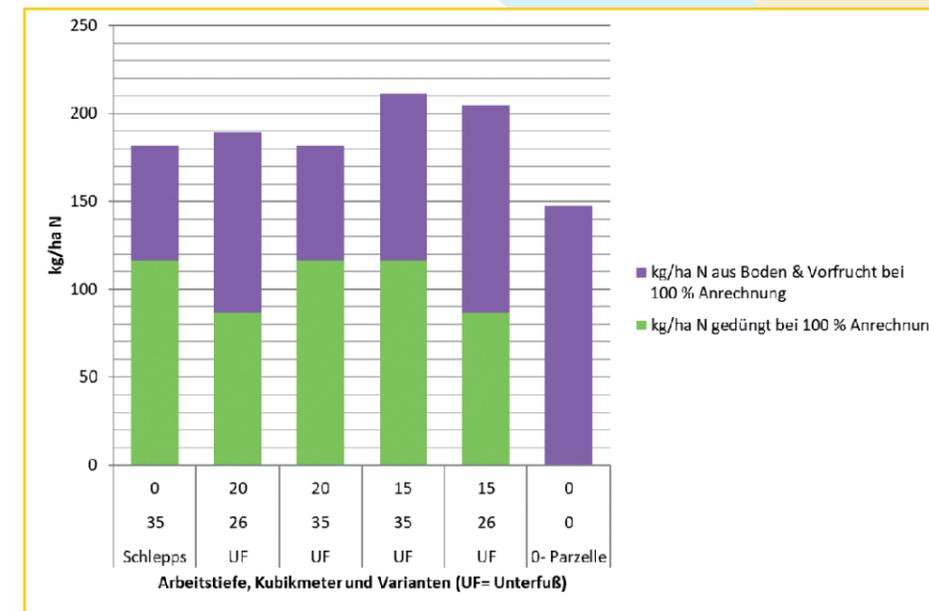
- Das Reservoir im Boden dient als Flüssigkeitsdepot und verlängert somit die Ausdauer bei Trockenstress.
- Den Pflanzen wird die vermehrte Aufnahme von Ammonium ermöglicht. Dies geht schneller und energiesparender als den Umweg über das Nitrat.
- Es bilden sich feinere Wurzeln aus.
- Außerdem hat die Ablage im Band den Vorteil, dass der konzentrierte Düngeranfall die Mineralisierung verlangsamt und Verlagerungen verhindert. Die Stickstofffreisetzung erfolgt langsam „passend“ zum Entzug der Pflanze.
- Die einfachere Aufnahme von Grundnährstoffen aufgrund der Absenkung des pH-Wertes im Bereich der Rhizosphäre sowie die ausbleibende Düngung von Beikräutern durch die streifenweise Ausbringung sind weitere Effekte, die ein besseres Pflanzenwachstum begünstigen.

In den Demoparzellen wurde das Gärs substrat 2 Tage vor Pflanzung Anfang Juli per GPS mit einem Strip-Till-Gerät auf einen Reihenabstand von 75 cm in den Tiefen 15 und 20 cm abgelegt. Die Ausbringmengen lagen bei betriebsüblich 35 m<sup>3</sup> und 26 m<sup>3</sup> (120 kg Gesamt-N), also 75 % des Bedarfs. Neben den vier Unterfußvarianten wurden zwei Referenzflächen mit dem Schleppschlauch sowie eine Nullparzelle ohne Düngung angelegt.

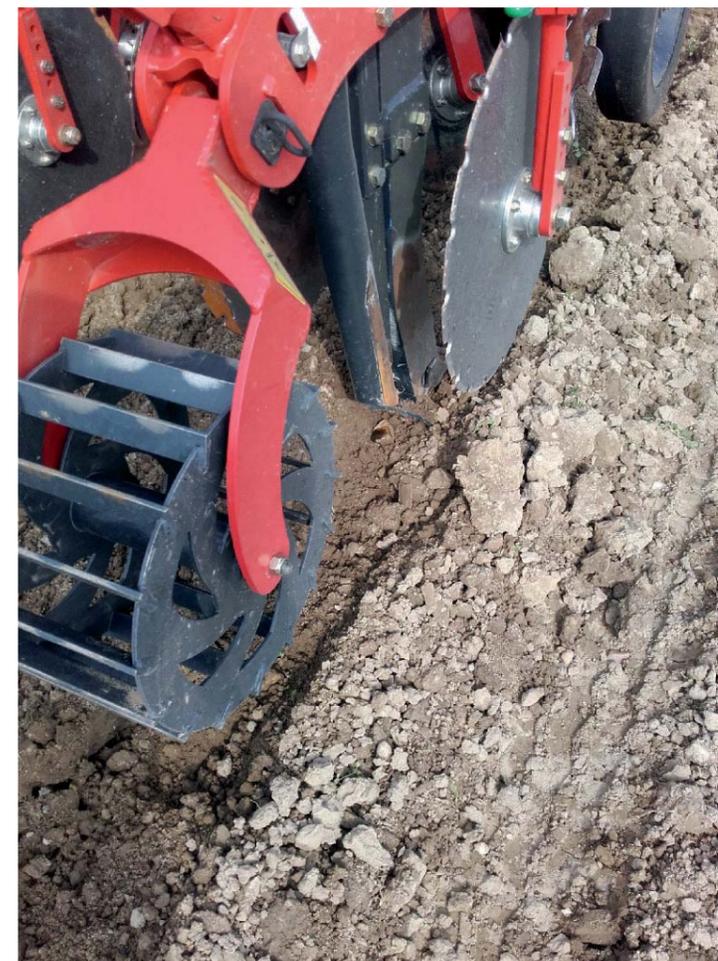
Am 08.07. wurde dann per GPS direkt auf das Gärs substrat-Band gepflanzt, der Weißkohl wird auf einer anderen Fläche vorgezogen und weist somit schon eine Größe von mehr als 30 cm auf, ein damit starkes Wurzelsystem garantiert von Anfang an eine hohe Nährstoffaufnahme. Die tiefe Pflanzung, die dieses System benötigt, macht eine tiefe Ablage des Düngers von 15 bzw. 20 cm von Fräsoberkante nötig, Der Abstand der Wurzel zum Band beträgt somit ca. 5 bzw. 10 cm. Die Fläche wurde betriebsüblich beregnet und bearbeitet. Am 2. November erfolgte die Ertragsermittlung in den Streifen.



Tab. 1: FM-Kopferträge – Ertrag in den Varianten 20 bzw. 15 cm Tiefe Unterfuß.



Tab. 2: Aufgenommene N-Mengen und deren rechnerischen Herkunft aus Boden/Vorfrucht oder Düngung.



Strip-Till im Einsatz

### Schlussfolgerungen

In der Tab. 1 sind die ermittelten FM-Kopferträge abzulesen. Es zeigt sich, dass die 26 m<sup>3</sup>-Varianten die Nährstoffe sehr effizient nutzen, eventuell sogar einen Mehrertrag aus weniger N realisiert haben.

Die aufgenommene Menge an Stickstoff und die errechnete Herkunft ist Tab. 2 zu entnehmen:

Die Varianten Schleppschlauch und Unterfuß auf 20 cm abgelegt haben 180 kg N / ha aufgenommen, die flacherabgelegten Varianten über 200 kg N/ha. Es konnten Kopfgewichte von 5 - 6 kg im Durchschnitt erzeugt werden. Die Nmin-Ergebnisse zeigten auch in diesem Jahr, dass der Weißkohl die Fähigkeit besitzt, die Böden leer zu hinterlassen, wenn nicht im Überschuss gewirtschaftet wird! Mit der Unterfußdüngung wird ein Depot angelegt, aus dem der Weißkohl zehren kann.

Auf den guten Ackerbaustandorten wird aber ausreichend nachgeliefert und die Wurzeln des Weißkohls besiedeln sehr schnell den gesamten Horizont. Dieses Verfahren wird - wie im Maisanbau - auf den leichten Sandböden punkten können und Vorteile bieten.

Pascal Gerbaulet

### Fazit

„Die Unterfußdüngung im ökolog. Landbau scheint die Nährstoffeffizienz zu erhöhen. Weisskohl nutzt zudem in der späteren Entwicklung die Nachlieferung aus dem Boden. Er hat die Fähigkeit, bei richtiger Nährstoffdosierung niedrige Nmin-Werte zu hinterlassen und somit die Nährstoffauswaschung ins Grundwasser sehr gering zu halten.“



## b. III. Unterfußdüngung im konventionellen Anbau

### Wirtschaftsdünger im Mais

Auf den Modellbetrieben werden im Münsterland und Ostwestfalen mehrere Demoanlagen zum Thema Wirtschaftsdünger unter Fuß angelegt. Bei diesen Demos geht es darum, weitere Erfahrungen über dieses Thema zu sammeln und diese auf Feldbegehungen mit interessierten Landwirten auszutauschen und die Vorteile dieser Systeme schneller in die Praxis zu übertragen.

#### Definition Wirtschaftsdünger unter Fuß:

Man spricht von „Wirtschaftsdünger unter Fuß“, wenn die Reihen von Kulturpflanzen genau auf Gülle- oder Gärrestbändern ausgesät (eventuell auch gepflanzt oder abgelegt) werden.

Oft wird in Verbindung mit dem Thema Wirtschaftsdünger unter Fuß sehr schnell von Strip-Till gesprochen. Strip-Till ist aber ein ganz eigenes Bodenbearbeitungssystem bei dem Bodenlockerung und Bearbeitung nur in Streifen erfolgt (siehe Foto). Zwischen den Streifen (den späteren Maisreihen) findet keine Bodenbearbeitung statt.



Abbildungen: Strip-Till Demoflächen

Ziel der „Wirtschaftsdünger unter Fuß“-Düngung ist es, den anfallenden organischen Dünger emissionsarm, mit hoher Nährstoffeffizienz und möglichst verlustarm einzusetzen und den mineralischen Unterfußdünger zu ersetzen. Dadurch kann die aufgewandte Gesamtdüngermenge zumindest in Höhe der mineralischen Unterfußdüngung bzgl. N und P reduziert werden.

Damit dies gelingt, muss äußerst präzise gearbeitet werden. Denn das abgelegte Maiskorn hat nur eine begrenzte Nährstoffreserve im eigenen Korn. Sobald diese aufgebraucht ist, muss sich die Maispflanze aus der Umgebung mit Nährstoffen versorgen. Mit der eigenen Kraft schiebt die Pflanze eine Keimwurzel aus dem Saatkorn und diese ist auf der Suche nach externen Nährstoffen und Wasser. Im Idealfall findet sie diesen in 7 cm Entfernung platziert. Das kann der klassische mineralische Unterfußdünger sein oder eben Wirtschaftsdünger/Gärsubstrat wie in diesem Verfahren. Sollte der Dünger zu weit entfernt sein, verkümmert die Pflanze oder hat eine Wachstumsdepression. Dünger, der zu nah an das Korn gelegt wurde, verursacht an der Keimwurzel Verätzungen. Daher ist es so wichtig den Dünger, egal ob Wirtschafts- oder Mineraldünger, so exakt wie möglich zu platzieren. Diese exakte Platzierung mit Wirtschaftsdünger gelingt mit den Strip-Till Geräten. Da beim klassischen Strip-Till der Boden unbearbeitet ist, bietet dieser Boden den Geräten den nötigen festen Untergrund um die exakte Höhenführung zu gewährleisten.

Die Vorteile vom Strip-Till-Verfahren kommen auch in Kombination mit konventioneller ganzflächiger Bodenbearbeitung zum Tragen. Auch nach einer ganzflächigen Bodenbearbeitung können die Wirtschaftsdünger unter Fuß gelegt werden. Hierbei ist dann darauf zu achten, dass die Bodenbearbeitung nicht zu intensiv erfolgt. So kann z.B. eine ganzflächige Bodenbearbeitung mit einer Scheibenegge erfolgen, wenn diese eine gute Rückverfestigung schafft. Auch Geräte zur Untergrundlockerung können vor den klassischen Strip-Till Geräten gefahren werden. Wichtig ist jedoch immer die Rückverfestigung. So gehört hinter einer tiefen Bodenbearbeitung eine Kreiselegge mit dementsprechender Walze zur Rückverfestigung, da die klassischen Strip-Till Geräte einen festen Untergrund brauchen um diese exakte Ablage zu gewährleisten. Sollte der Boden allerdings zu intensiv gelockert werden, wie oft nach einer Pflugfurche geschehen, stoßen diese Geräte an Ihre Grenzen.

Aus diesem Grund probieren wir auf den Modellbetrieben diverse andere Techniken und zum Teil auch Prototypen wie Gülle-scheibeneggen mit GPS-Schaltung für die Ablage der Gülle- oder Gärrestbänder aus. Auch verwenden wir Güllegrubber, mit denen wir durch spezielle Anordnung der Zinkenreihen den Wirtschaftsdünger breit und auch direkt unter Fuß auf 37,5 bzw. 75 cm Breite ablegen können (siehe Foto).



Foto: Zwischenfrucht  
links: vor Güllegrubber,  
rechts: nach Güllegrubber

Diese Maschinen ermöglichen uns über das spezialisierte Strip-Till Gerät hinaus für beide Systeme (Strip-Till und Wirtschaftsdünger unter Fuß) Demoanlagen auf den Modellbetrieben anzulegen. Bei diesem Systemvergleich fließen dann auch weitere Faktoren mit in die Varianten ein. Unter anderen mit folgenden Fragestellungen:

Wie funktioniert der Maisanbau nach abgefohrenen oder winterharten Zwischenfrüchten? Wieviel N muss aus der Zwischenfrucht für die Folgefrucht angerechnet werden? Ist der Einsatz einer Messerwalze erforderlich? Welche Lösungen gibt es, wenn der Wirkstoff Glyphosat wegfallen sollte? Welche Zwischenfruchtmischungen eignen sich besonders gut?



## Die Vor- und Nachteile von Wirtschaftsdünger unter Fuß auf einen Blick:

### Strip-Till

- Verringerung von Erosion (Wind und Runoff), im Strip-Till-System durch höheren Bodenbedeckungsgrad, no-Till-Bereiche zwischen den Pflanzenreihen.
- Sehr geeignet für sandige, sich schnell erwärmende Böden.
- In erosionsgefährdeten Gebieten.
- Geringere Emissionen, höhere Nährstoffeffizienz.
- Auf schweren Böden stößt das System an Grenzen.
- Schlechtere Erwärmung der Böden im Frühjahr.
- Erhält die Bodenfeuchte.

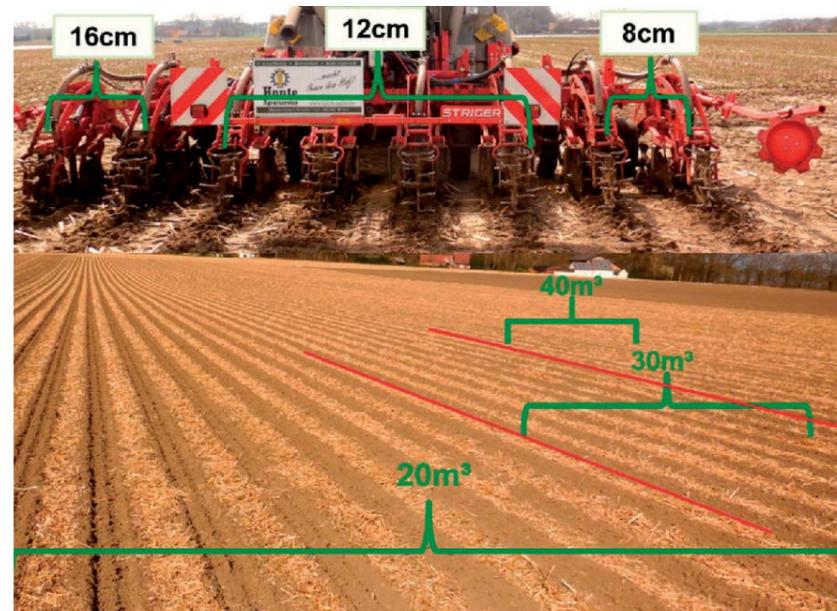
### Wirtschaftsdünger unter Fuß und Strip-Till

- Verbesserte N-Effizienz (geringere NH<sub>3</sub>-Verluste).
- Lockwirkung für die jungen Wurzeln durch die NH<sub>4</sub> Ernährung der Depotdüngung sowie das konzentrierte Phosphorangebot.
- Einsparung bzw. Verzicht von mineralischen Unterfußdünger.
- Entlastung der N- und P-Salden.
- Moderne GPS-, Ausbringungs- und Aussaattechnik sind Voraussetzung, damit die zukünftigen Pflanzenreihen auch genau über dem vor oder während der Saat ausgebrachten Gülle- oder Gärrestband stehen.
- Häufiges Überfahren mit hohen Radlasten und hohem Zugkraftbedarf bedingt durch geringe Arbeitsbreiten.



Exakte Wirtschaftsdüngerablage

**Wichtig:**  
Genaue Tiefenablage des Wirtschaftsdüngers.  
Der optimale Abstand zwischen Gülleband und Saatkorn sollte ca. 7 cm betragen.



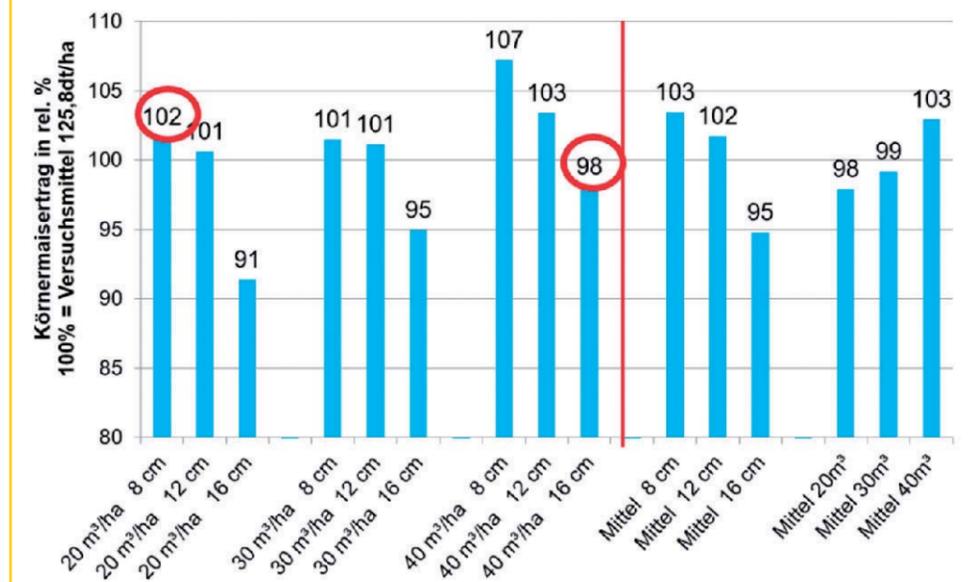
Anordnung für den Demonstrationsversuch



Prüfung exakte Ablage

Michael Gersmann, Matthias Koch,  
Stefan Schulte-Übbing

### Ergebnisse – 3 Standorte im Münsterland



Ergebnisse des Demonstrationsversuchs: Unterschiedliche Mengen und Ablagetiefen

### Fazit

„Strip-Till und/oder Unterfussdüngung von Wirtschaftsdünger erhöht die Nährstoffeffizienz. Kann Erosion verringern und den mineralischen Düngeraufwand an N und P reduzieren. Dazu ist jedoch eine präzise Düngung und Saatablage erforderlich.“



› Wirtschaftsdünger unter Fuß in Anlehnung an Strip-Till, Ackerbau, Mais, Effizienzsteigerung, Einsparung mineralischen Düngers

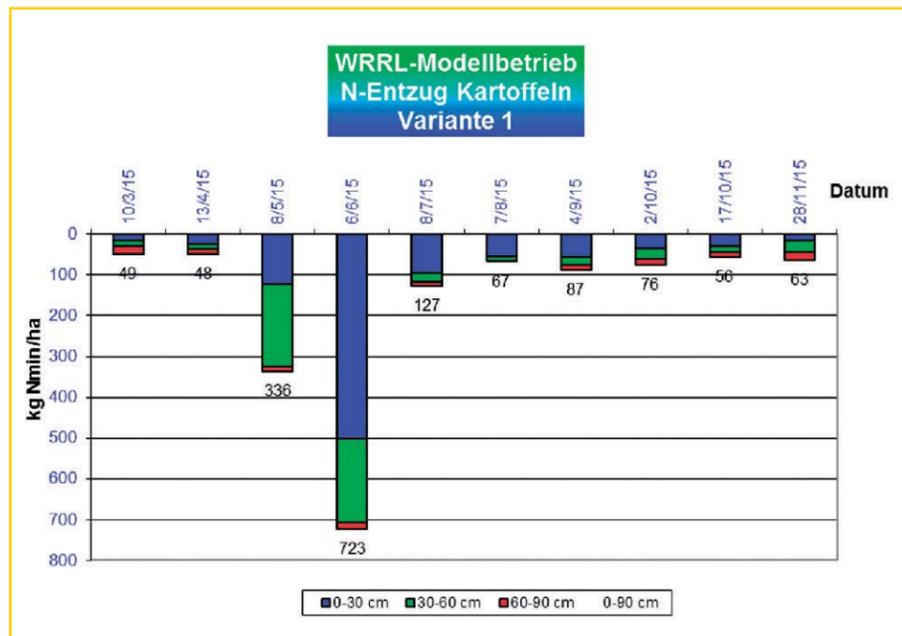
## b. IV. Einsatz von Gärresten bei Kartoffeln

Bedingt durch die Kartoffelrodung wird die Stickstoffmineralisation im Boden verstärkt angeregt. Dies hat in der Regel hohe N<sub>min</sub>-Werte zur Folge. Im Kreis Kleve stehen große Mengen an organischen Düngern zur Verfügung, die in der Regel zur Kartoffelfeldüngung eingesetzt werden. Mit der Demonstrationsanlage auf zwei Modellbetrieben wurde versucht, Wirtschaftsdünger als Depotdünger einzusetzen. Auf eine reine Mineraldünger-Variante wurde verzichtet. Ziel ist es, Verfahren zu entwickeln, die die Stickstoffeffizienz erhöhen und die erntebedingten Stickstoffauswaschungsverluste reduzieren.

### Folgende Varianten wurden getestet:

1. Strip-Till: Gärrestband 22 cm tief abgelegt
2. Strip-Till flache Ablage: Gärrestband 18 cm tief abgelegt
3. Einarbeitung des Gärrestes mit Güllegrubber
4. Breitflächige Ausbringung des Gärrestes, anschließend eingegrubbert

Am 24.04.15 wurde der Gärrest ausgebracht und am 29.04.15 die Kartoffeln gepflanzt. Die N<sub>min</sub>-Probenahme erfolgte im Damm. Bei den Strip-Till-Varianten konnte so auch das Gülleband getroffen werden. Durch das Anlegen des Damms und der Bodenbewegung kam es zu einem Mineralisierungsschub (N-Peak) bei der dritten und vierten Probe in der zweiten Schicht (30-60 cm). Der Stickstoff scheint sich nicht verlagert zu haben, da die Werte in der dritten Schicht (60-90 cm) nicht angestiegen sind.



Nmin Verlauf Versuchsglied 1 Variante 1 - Gärrest mit Strip-Till

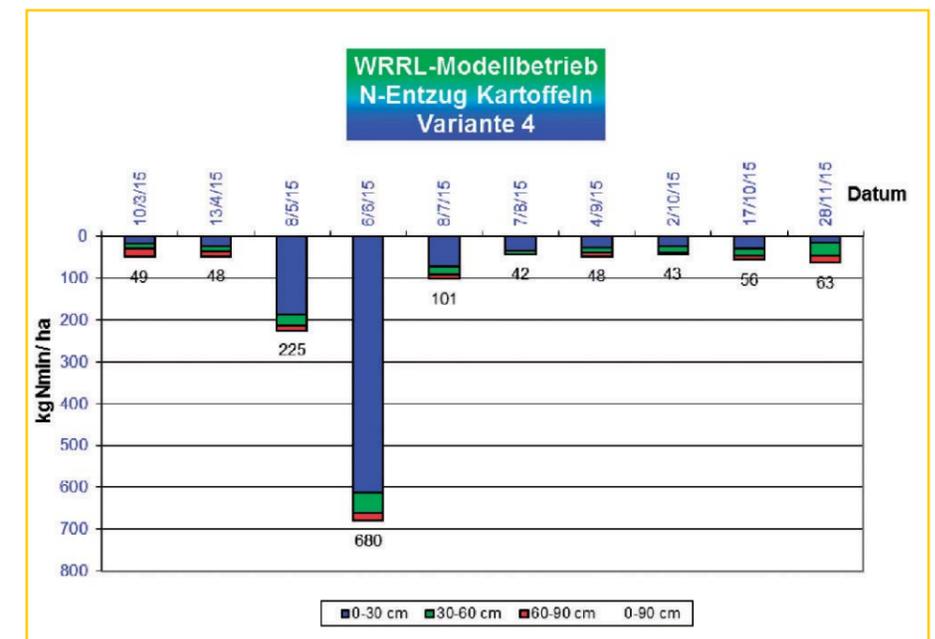


Die Variante 4 zeigt die Ausbringung des Gärrestes, der breit verteilt und drei Stunden später durch einen Grubber in ca. 20 cm Tiefe eingearbeitet wurde. Es fand eine Durchmischung nur in der ersten Schicht (0 - 30 cm) statt. Die Erträge der einzelnen Varianten wurden mit Proberodungen in vierfacher Wiederholung ermittelt. Die ertragsreichste Variante war die Einarbeitung mit dem Güllegrubber. Die Strip-Till Variante mit reduzierter Ablage von 18 cm scheint tendenziell einen höheren Ertrag zu erbringen als die Variante Gärrestband 22 cm tief abgelegt. Nach der Ernte am 12. Oktober wurde Feldgras gesät, das sich aufgrund der warmen Spätherbstwitterung gut entwickelte. Die sonst typische starke Erhöhung der N<sub>min</sub> Werte nach der Ernte konnte dieses Mal bei keinem Versuchsglied beobachtet werden.

Aufgrund der Versuche mit Kartoffeln in Rheinland-Nord und -Süd ergeben sich für den Wasserschutz folgende Feststellungen:

- Eine Strip-Till-Düngung mit organischem Dünger in ca. 18 cm Ablagetiefe ist ohne Ertragsverluste und höhere N<sub>min</sub> Werte im Boden möglich. So kann der organische Dünger zusätzlich auf Kartoffelflächen eingesetzt und verwertet werden.
- Die Begleitung der Kultur mit N<sub>min</sub>-Proben vor geplanten weiteren Düngungen ist wichtig. Aufgrund der hohen N<sub>min</sub>-Werte konnte in dem Jahr auf eine sonst betriebsübliche Nachdüngung in Höhe von 60 - 70 kg N/ha verzichtet werden.
- Die niedrigen N<sub>min</sub>-Werte zur Sickerwasserperiode resultieren nicht nur aus der im Vergleich zur betriebsüblichen geringeren Düngung, sondern auch aus der sich gut entwickelten Feldgrasnachfrucht.
- Wenn möglich sollte immer nach Kartoffeln eine (ggfs. winterharte) Zwischenfrucht angebaut werden. Durch die Ernte wird der Boden stark zur Mineralisation angeregt, diese Nährstoffe sollten in der kurz nach der Ernte beginnenden Sickerperiode vor der Auswaschung zumindest teilweise bewahrt werden.

Anna Bossmann,  
Georg Ebbeler †



Nmin Verlauf Variante 4: Gärrest breit verteilt und anschließend eingegrubbert



### Fazit

„Wirtschaftsdünger zu Kartoffeln kann regionale Überschüsse auf mehr Flächen verteilen helfen, um Transportentfernungen zu reduzieren. Eine N<sub>min</sub>-Probe zur Nachdüngung kann den Düngeraufwand reduzieren helfen. Nach der Ernte sollten winterharte Zwischenfrüchte die durch die Bodenbewegung erhöhte Nährstoffreisetzung binden helfen und gegen Auswaschung schützen.“



### c. Anwendung der NIRS-Technik zur bedarfsgerechten Ausbringung NIRS-Technik in Modellbetrieben der WRRL

Für die 2014 eingerichteten Modellbetriebe in NRW Mitte wurden bereits Ende 2014 zur Erprobung zwei NIRS-Andockstationen angeschafft, die zwischen Güllesilo und Güllefass angeschlossen werden. Ebenso wurde ein Güllefass mit NIRS-Sensor ausgestattet. Die Sensoren sollen die Nährstoffgehalte von N, P, K in der Gülle bzw. dem Gärsubstrat kontinuierlich beim Befüllen bestimmen können und auch die Trockenmasse. Aus Sicht der Wasserrahmenrichtlinie bieten sie die Chance, die Nährstoffgehalte in der Gülle zu bestimmen, die Wege der Nährstoffe in andere Betriebe zu dokumentieren und ebenso eine gezielte Düngung nach Bedarf zu gewährleisten.



Andockstation zwischen Güllebehälter und Güllefass zur Bestimmung der Inhaltsstoffe

Erste Tests in 2015 führten zu folgenden Verbesserungsvorschlägen seitens der WRRL-Modellbetriebe an die Herstellerfirmen:

- Erhöhung der Messgenauigkeit durch mehr Probehinterlegungen
- Einbau eines Durchflussmessers zur Mengenermittlung
- Erhöhung der Messintervalle je Zeiteinheit
- Schaffung einer Dokumentationsmöglichkeit der Messergebnisse
- Andockstation transportfreundlicher gestalten

Probenahme an der Andockstation



Im Frühjahr 2017 wurde im Kreis Kleve die DLG-Prüfung durchgeführt. 15 verschiedene Güllen und Gärreste wurden mit allen 4 auf dem Markt befindlichen Sensoren beprobt und die Proben zur Ermittlung von Vergleichsergebnissen an 10 verschiedene Labore gesandt. Die Probenahmebetriebe waren Modellbetriebe, ergänzt durch weitere Betriebe, die von der Modellbetriebsberaterin Vor-Ort für die DLG koordiniert wurden. Die Ergebnisse der DLG-Prüfung wurden im Herbst auf der Agritechnica veröffentlicht.

Die NIRS-Technik der DLG-zertifizierten Hersteller sind in NRW zur Dokumentation im Rahmen der DüV zugelassen.

### Die NIRS-Technik eröffnet viele Möglichkeiten:

- Nährstofffrachten können ermittelt und Nährstofftransporte dokumentiert werden
- Der Einsatz ist sinnvoll in „Flaschenhälsen“, wie z. B. Güllebörsen oder Biogasanlagen
- Messungen können auch bei der Ausbringung erfolgen. Dies kann zur gezielten Düngung bei aufnehmenden Betrieben angewandt werden. Damit wird sich die Akzeptanz bei aufnehmenden Ackerbaubetrieben für Gülle und Gärreste erhöhen
- Die NIRS-Messungen sind genauer als eine einmalige Probenahme aus dem Güllesilo, da laufende Messungen erfolgen und Inhaltsschwankungen erfasst werden.
- Die Messungen sind nicht manipulierbar, da in der Andockstation im verplombten Teil die Messung mit Datenspeicherung erfolgt, Programmzugriffe können seitens der Hersteller festgestellt werden



Andockstation zwischen Güllebehälter und Güllefass



DLG-Test-der NIRS-Technik: Sammlung der Proben, die anschließend im Kühlwagen bis zur Übergabe bei den Untersuchungsanstalten gelagert wurden.

Anna Bossmann, Uwe Kalthoff



### Fazit

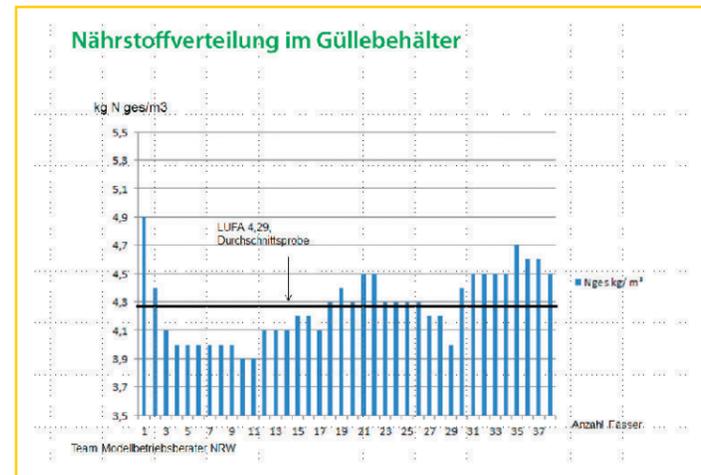
„Düngung mit dem NIRS-Sensor ermöglicht eine exaktere bedarfsgerechte Düngung und verringert damit die Auswaschungsverluste. Zudem lassen sich Mengen genau zuordnen.“



### d. Mit NIRS unterschiedliche N-Verteilung im Güllesilo bei der Ausbringung egalisieren

Ein Demoversuch aus den Modellbetrieben WRRL NRW zeigt in der folgenden Abbildung, dass trotz mehrstündiger Homogenisierung im Vorfeld und während der Ausbringung, die Nährstoffgehalte der Mastschweinegülle im Silo zwischen den einzelnen Tankwagen stark schwanken. Hierzu wurde eine Andockstation mit dem NIRS-Sensor an dem Güllesilo angeschlossen, jeder LKW wurde über den NIRS-Sensors beprobt.

Die Laborprobe, die der Landwirt praxisunüblich bestehend aus mehreren Teilproben pro Fass gezogen und als Mischprobe zum Labor eingesandt hatte, stimmte mit 4,29 kg N/ha in etwa mit dem gewogenen Mittelwert der NIRS-Werte überein.

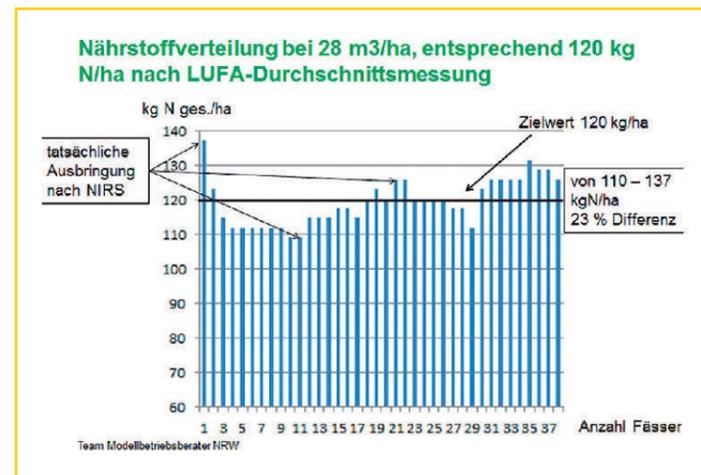


Nährstoffverteilung im Güllebehälter

Die Grafik zeigt die Stickstoffverteilung in einem Güllebehälter nach mehrstündigen und kontinuierlichen Rühren. Beprobte durch einen NIRS-Sensor an einer Andockstation.

Quelle: Modellbetriebe der WRRL, NRW

Wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt, sind bei einem Zielwert des Landwirtes von 120 kg N/ha 28 m³/ha im Durchschnitt erforderlich. Nimmt man den höchsten Wert, gemessen durch den NIRS-Sensor mit 4,9 kg N/m³, dann wären es nur 24 m³/ha im Gegensatz zum niedrigsten Wert 3,9 kg N/m³ mit 30 m³/ha. Folglich ergibt sich eine Differenz von 110 bis 137 kg N/ha das entspricht 23 %. Diese Düngedifferenzen können durch NIRS ausgeglichen werden. In der Praxis bei weniger Rührleistung oder schlechterer Verteilung im Güllesilo nehmen die Schwankungen noch deutlich zu, wie andere Messergebnisse zeigen.



Anna Bossmann, Uwe Kalthoff

#### Fazit

„NIRS-Technik ermöglicht gezielte, bedarfsgerechte Düngung.“



### e. Cut & Carry

#### Neue Düngestrategien im ökologischen Gemüsebau – Wirtschaftsdünger ersetzen

Eine große Herausforderung ist die ausreichende Nährstoffversorgung im ökologischen Gemüsebau, gerade im Hinblick auf die neue DüV. Der Zukauf von zulässigen Stickstoffdüngern ist teuer und die Leguminosenflächen im Betrieb sind begrenzt. In einer Demoanlage auf einem der sieben ökologisch wirtschaftenden Modellbetriebe erfolgten Praxisbeispiele zur Düngung über „Cut & Carry“. Auf dem Modellbetrieb werden ca. 8-10 % der Flächen mit Klee angebaut. Dieser Stickstoff wird in einer Biogasanlage zwischen gespeichert und zu den benötigten Kulturen als Gärsubstrat ausgebracht. Diese Lösung ist eine sehr effektive Speicherform, bei der nur wenig Stickstoff im Kreislauf verloren geht. Da jedoch neben dem Kleeschnitt auch Wirtschaftsdünger in der Biogasanlage vergoren wird, erhöht sich der Phosphorgehalt im Gärsubstrat im Vergleich zum reinen Kleeschnitt. Damit können auch ökologisch wirtschaftende Betriebe bezüglich Phosphat in Konflikt mit der DüV geraten.

Bei „Cut & Carry“, wird der Kleeschnitt vom „Geberfeld“ zum „Nehmerfeld“ transferiert, der Stickstoff wird abgefahren und der benötigten Kultur zur Verfügung gestellt. Der geringe Phosphatanteil verursacht keine Konflikte. In umfangreichen Versuchen mit der Uni Bonn über das Leitbetriebe-Projekt wurde diese Methode über Jahre untersucht und festgestellt, dass

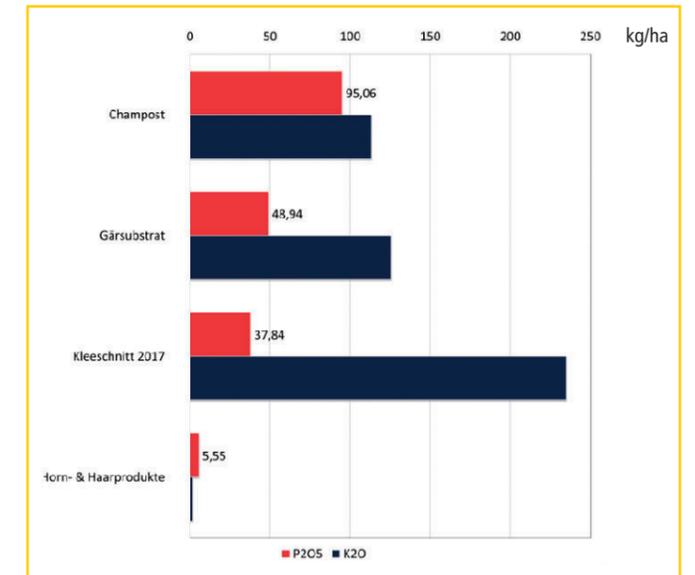
1. eine Wirkung des Stickstoffs im Anwendungsjahr von bis zu 80 % möglich ist,
2. die Lachgasemissionen gegenüber dem Mulchen des Klee-grases reduziert werden und
3. die Fixierungsleistung erhöht wird.

Die Demoanlage zeigte, dass

1. Cut & Carry technisch umsetzbar ist und
2. ertraglich mit alternativ zur Verfügung stehenden Düngemitteln mithält.

Cut & Carry kann somit eine echte Alternative sein. In nachstehender Abbildung ist ersichtlich welche Inhaltsstoffe der 2. Kleeschnitt, der in der Demo genutzt wurde, im Vergleich zu anderen Düngemittel aufweist.

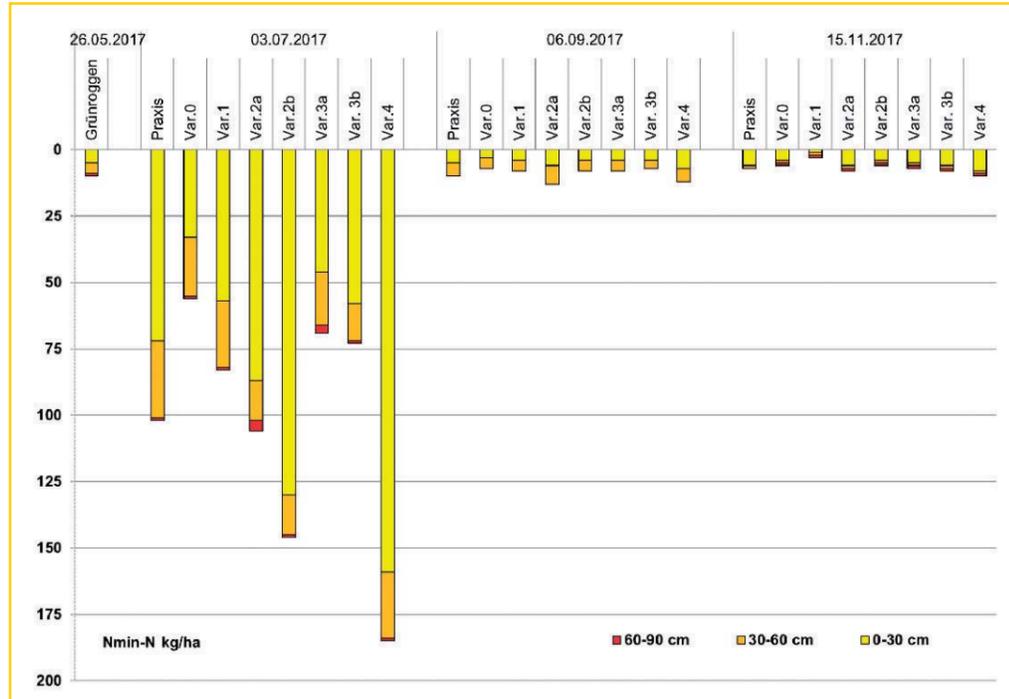
Der Vergleich von Kleeschnitt mit anderen auf dem Betrieb eingesetzten Düngemitteln in kg/ha bei 100 kg N/ha Ausbringung zeigt die Vorzüglichkeit vom eigenen Kleeschnitt für Cut & Carry.



Die Varianten (siehe auch Abbildungen nächste Seite):

- Var. 0: Nullparzelle ohne Düngung
- Var. 1: 140 kg N Gärsubstrat + 120 kg über Haarmehlpellets
- Var. 2a: 140 C&C + 120 kg Haarmehlpellets
- Var. 2b: 140 C&C + 190 kg über Haarmehlpellets
- Var. 3a: 200 C&C
- Var. 3b: 200 C&C + 100 kg über Haarmehlpellets
- Var. 4: 400 C&C

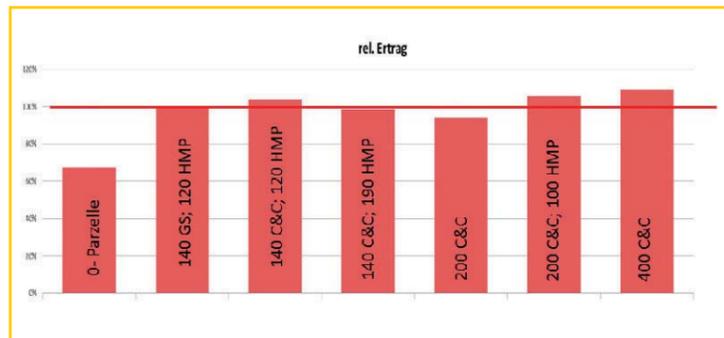
e. Cut & Carry



Nmin in kg/ha zu verschiedenen Zeiten

In allen Varianten wurde die Sprossmasse mit einer Umkehrfräse auf 15-20 cm eingearbeitet und dann am 03.06. Weißkohl gepflanzt. Auf dem Betrieb wird der Weißkohl sehr spät gepflanzt, so dass die Pflanzen schon durchaus 25 cm aufweisen und ab Pflanztermin Stickstoff aufnehmen. In der Nullparzelle wurde die gleiche Bearbeitung durchgeführt aber nicht gedüngt

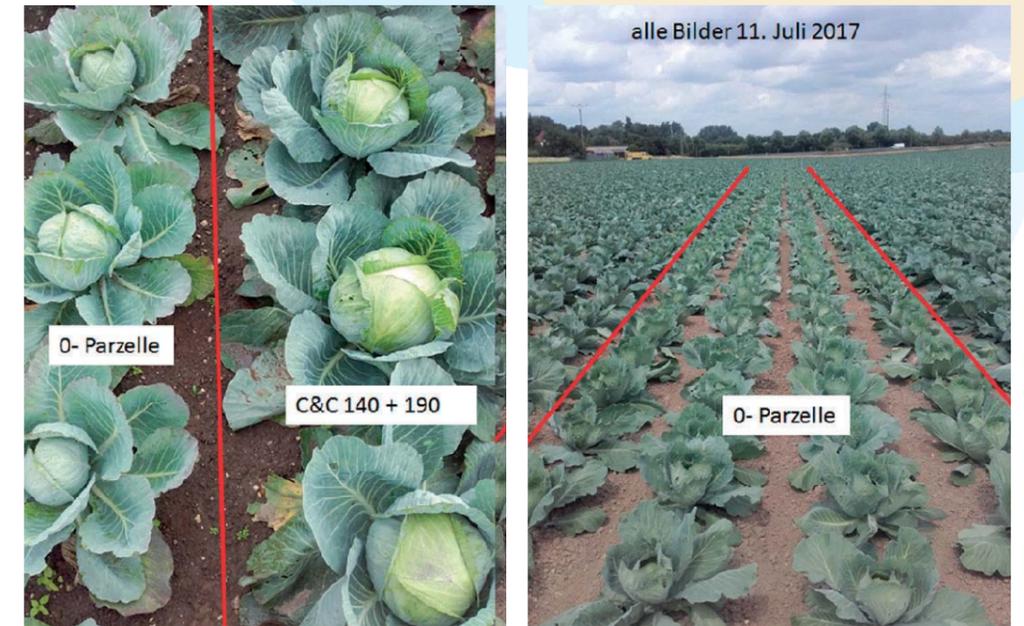
Umso interessanter, dass in der Var. 4 keine erhöhten Nmin-Werte fest zu stellen waren, trotz dessen, dass doppelt so viel Stickstoff ausgebracht wie von der Pflanze aufgenommen wurde. Wieviel N aus der Sprossmasse mineralisiert, hängt maßgeblich vom C/N-Verhältnis ab, dies sollte < 15 liegen. Je enger das Verhältnis, desto schneller der Umsatz in der Kultur und desto geringer der Rest-Nmin im Herbst, also weniger Belastung für das Grundwasser.



Kopf Ertrag in FM relativ zur Praxis (140 kg GS + 120 HMP) in den jeweiligen Varianten von links nach rechts (0; 1; 2a; 2b; 3a; 3b; 4). Es kann somit über Kleespross eine Düngung stattfinden und es bleiben hohe Rest-Nmin-Werte aus.



Aufgenommene N-Mengen der Varianten aufgeteilt in Kopf und Umblatt



Das Foto zeigt Nullparzelle am 11.07. im Vergleich zur „Cut & Carry“-Variante mit 140 kg/N über Sprossmasse zzgl. 190 kg/N über Haarmehlpellets

Im Foto links von Nullparzelle: 140 kg/N über Gärsubstrat, rechts von Nullparzelle: 140 kg/N über Kleespross

Schlussfolgerung:

1. Industriekohl besitzt die Eigenschaft, die Böden leer zu ziehen und direkt aus der Mineralisierung zu leben. Insofern sind die Nährstoffauswaschungen sehr gering.
2. Alle Varianten, bis auf die Nullparzelle, haben 100 % Ertrag relativ zur Praxis (35 m³ Gärsubstrat) erreicht. Es kann somit 1. über den Kleespross eine Ernährung stattfinden und 2. bleiben hohe Rest-Nmin-Werte aus.
3. Wieviel N aus der Sprossmasse mineralisiert, hängt maßgeblich vom C/N-Verhältnis ab. Dies sollte < 15 liegen. Je enger das Verhältnis, desto schneller der Umsatz in der Kultur und desto geringer der Rest-Nmin im Herbst, also weniger Belastung fürs Grundwasser.
4. In einer Nmin-Messung im März 2019 waren in den Varianten Unterschiede zu finden: in 0-30 cm konnten in der 400-er Variante 60 kg mehr Stickstoff gefunden werden. Das bedeutet, dass in 2018 zwar N-Überschüsse erzeugt, aber innerhalb der Sickerwasserperiode nicht ausgewaschen wurden. Dennoch sollte insbesondere bei Cut & Carry der ausgebrachte Stickstoff zum Entzug passen.
5. Das System ist für Teilflächen bzw. bestimmte Düngungstermine interessant, praktikabel und mit dem Wasserschutz vereinbar ohne hohe P-Überschüsse zu erzeugen.
6. Bei frischem Material kann auf Standardtechnik wie Häckselkette und Kompoststreuer des Lohnunternehmers zurückgegriffen werden, ist also für jeden Betrieb einfach umzusetzen, wenn Schnitttermin zum Düngetermin passt.
7. Cut & Carry kann zumindest zum Teil in Hackfruchtfolgen den Betriebskreislauf schließen und den Anbau von Klee gras wieder interessant machen.
8. Neben der reinen N-Wirkung hat dies auch positive Effekte auf Humusbilanz, N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung und Reduktion von Emissionen (im Vergleich zum Mulchen). Für einen Hektar zu düngende Fläche muss eine doppelt so große Fläche an Klee gras bereitgestellt werden, bei reinen Kleesaaten wie im Modellbetrieb kann auch mit 1,5 ha kalkuliert werden. Die Kosten sind mit ca. Euro 3,00 / kg/N für Bergung und Ausbringung anzusetzen.

Pascal Gerbaulet

Fazit

„Mit Cut & Carry kann innerbetrieblich preiswert und phosphatarm gezielt gedüngt werden.“



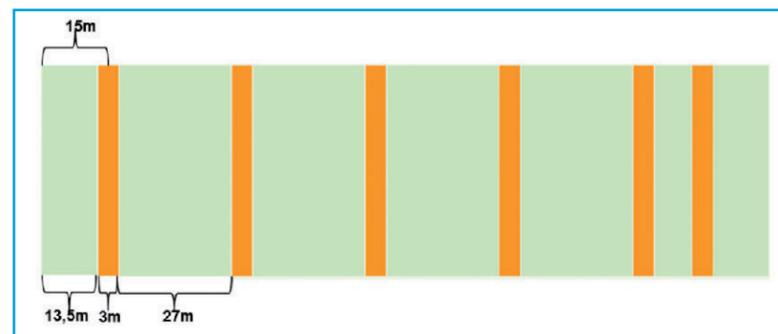
## 5 Gezielte Düngung im Gemüsebau

Im Gemüsebau erfolgt die Ernte im vegetativen Zustand der Pflanze. Zu dieser Zeit hat die Pflanze noch einen hohen Nährstoffbedarf und viel Zuwachs. Zudem enthalten die Erntereste erhebliche Mengen an nicht kalkulierbarem Stickstoff, die bei der Einarbeitung der Folgefrucht zur Verfügung stehen können. Der Zeitpunkt der Nachlieferung ist aber nicht genau zu bestimmen.

Aus diesem Grund ist ein wesentliches Augenmerk bereits auf die Reduzierung der Düngung zu legen. In der Reihenablage des Düngers scheint eine Menge Potenzial zu stecken, zumal die meisten Gemüsepflanzen mit ihren Wurzeln oft weder die gesamte Fläche noch entsprechende Tiefen erfassen.

### a. Kastenstreuer umgerüstet mit Teilbreitenschaltung für den Gemüsebau

Auf Gemüsebaubetrieben kommen noch oft Kastenstreuer zum Einsatz. Diese werden in Kombination mit einer Kreiselegge vor dem Pflanzen eingesetzt, um im Vorfeld eine Düngergabe durchzuführen. Der Kastenstreuer eines WRRL-Modellbetriebs wurde individuell umgebaut, um die Düngerablege zu optimieren. Er ist nun mit sechs elektrisch schaltbaren Teilbreiten ausgestattet, mit deren Hilfe die Fahrgassen nicht mehr gedüngt und Überlappungen verringert werden können. Erste Praxiserfahrungen konnte mit dem modifizierten Kastenstreuer bereits gemacht werden. Durch die im ersten Einsatzjahr noch händisch zu betätigende Teil-



Beispielfeld mit eingezeichneten Fahrgassen.  
Das Feld hat eine Breite von 230 m und eine Länge von 160 m.

Die Kosten der Umrüstung beliefen sich auf ca. € 5.000,-. Im Praxiseinsatz zeigten sich bisher bei den Pflanzen keine Unterschiede zwischen Düngung mit bzw. ohne Fahrgassen. Für den Grundwasserschutz wäre die Umrüstung eine gute Möglichkeit kurzfristig Dünger (Nährstoffe) einzusparen und so Auswaschung zu verringern.



#### Ausblick:

Sollten sich der praktische Einsatz des modifizierten Kastenstreuers bewähren, so sollte ein weiterer Einsatz in Wasser-Kooperationen und Gemüsebaubetrieben erfolgen, um dieses Verfahren breiter in der Praxis zu streuen.

Anna Bossmann



breitenabschaltungen unterliefen manchmal Fehler, so dass einige Fahrgassen unbeabsichtigt wieder mitgedüngt wurden. Aus diesem Grund erfolgte eine GPS unterstützte Weiterentwicklung, um die Teilbreiten automatisch zu steuern.

Die Beispielfläche im Modellbetrieb hat eine Größe von 3,68 ha. Alle 30 m werden Fahrgassen angelegt. Damit werden bei acht Fahrgassen á 3 m Breite und 160 m Länge 0,38 ha (3840 m<sup>2</sup>) nicht mehr gedüngt. Rein rechnerisch eine Einsparung von 10-13 % an Dünger.

Je geringer die Abstände der Fahrgassen sind, desto größer ist das Einsparpotenzial.

#### Fazit

„Durch einfachen Umbau lässt sich der Düngeraufwand bereits deutlich reduzieren.“



### b. Demoversuche zur Reduzierung des Düngeraufwandes durch Streifenablage

In einem WRRL-Modellbetrieb mit intensivem Gemüsebau laufen Bestrebungen, den Düngeraufwand mit Hilfe der Reihenablage zu reduzieren. Die Pflanzmaschine für Salat und Kohl wurde individuell so umgebaut, dass während der Pflanzung ein Düngeband an der Pflanzreihe abgelegt wird. Die Versuche wurden von Georg Ebbeler † in 2015 geplant und bis 2016 begleitet. Von ihm stammen auch die ersten Ergebnisse.

Ziel des Umbaus war es, den Dünger möglichst platziert im Band neben der Pflanzreihe und damit in Wurzelnähe abzulegen. Die Düngeraufnahme zwischen den Reihen ist bei dem begrenzten Wurzelwachstum der Salatpflanzen oft nicht vollständig. Die zusätzlichen Anbauten wurden zwischen Gemüsebauern, Modellbetriebsberater und einer Landmaschinenfirma realisiert. Ebenso wurden Informationen mit Herrn Dr. Weinheimer, dem Leiter des Lehr- und Versuchsbetriebes Queckbrunnerhof für Gemüsebau des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz zur Optimierung der Reihendüngung ausgetauscht. Dort werden ebenso Versuche zur Reihendüngung durchgeführt. Danach soll das Düngeband idealerweise 5 cm neben und 5 cm unter die Pflanze abgelegt werden sollte. Die 5 cm tiefe Ablage konnte bisher noch nicht zufriedenstellend umgesetzt werden, es laufen aber weitere Optimierungsbestrebungen. Eine Ablage des Düngebandes neben die Pflanzreihe konnte durch Schlauchleitungen realisiert werden, die den Dünger vom Düngetank neben das Pflanzschar leiten (siehe Abbildungen).



Schlauchleitung zur Ablage des Düngebandes



Düngeband neben der Pflanzreihe

In den Versuchen wurde die Düngung zu Kopfsalat und Romana um 10 %, 20 % und 50 % und zu Blumenkohl um 30 % reduziert und jeweils mit der breitflächigen Düngung verglichen. Parallel wurden in einem zweiwöchigen Rhythmus Nmin-Proben in der Pflanzreihe und zwischen den Reihen auf 90 cm Tiefe gezogen. Zur Ernte wurden aus jeder Variante zufällig 10 Pflanzen gewogen und dokumentiert.

#### Ergebnisse:

Bisher war das Wetter in den letzten Jahren sehr trocken. Fast ständig musste bewässert werden. Überdurchschnittlich hohe Nmin-Werte über den ganzen Sommer führten zu guten Zuwächsen in allen Varianten. Sowohl in den Salaten als auch beim Blumenkohl zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Varianten. Sogar die um 50 % reduzierten Varianten erreichten oft die gleichen Gewichte wie die betriebsüblich gedüngten Pflanzen.

Der Modellbetriebsleiter ist von der Reihendüngung überzeugt. Die Technik ist für ihn vielversprechend und ein wichtiger Schritt, die Düngemengen im Gemüsebau zu reduzieren. Insofern ist er auch sehr interessiert an der Weiterentwicklung der Pflanzmaschine, bei der die Reihendüngung integriert ist.

Marco Breuer

#### Fazit

„In den Demoplanen wird die Streifenablage weiter untersucht. Auch in anderen Bundesländern wird daran gearbeitet. Bisherige Ergebnisse sind vielversprechend, dass eine deutlich geringere Grunddüngung trotzdem eine gute Ernte zulässt.“

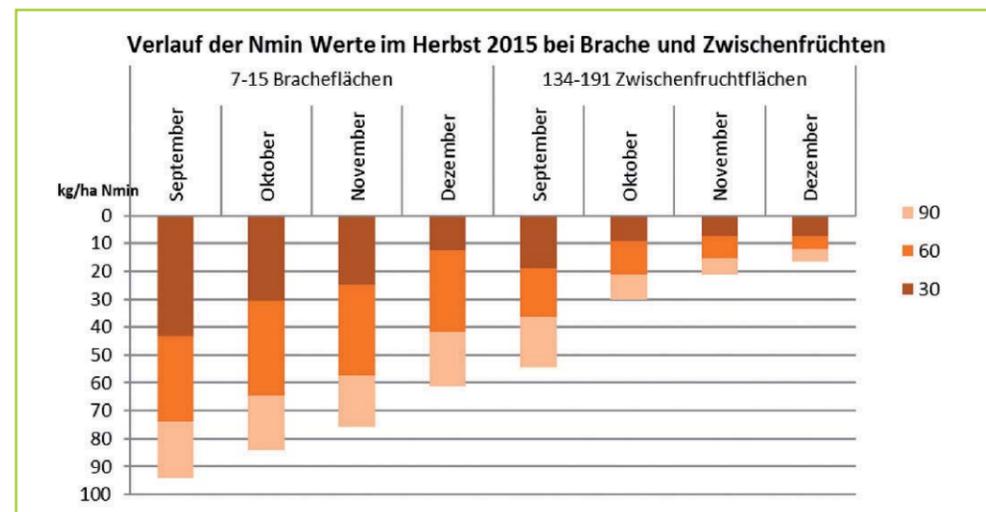


## 6 Anbau von Zwischenfrüchten

### a. Stickstoffbindung durch Zwischenfruchtanbau

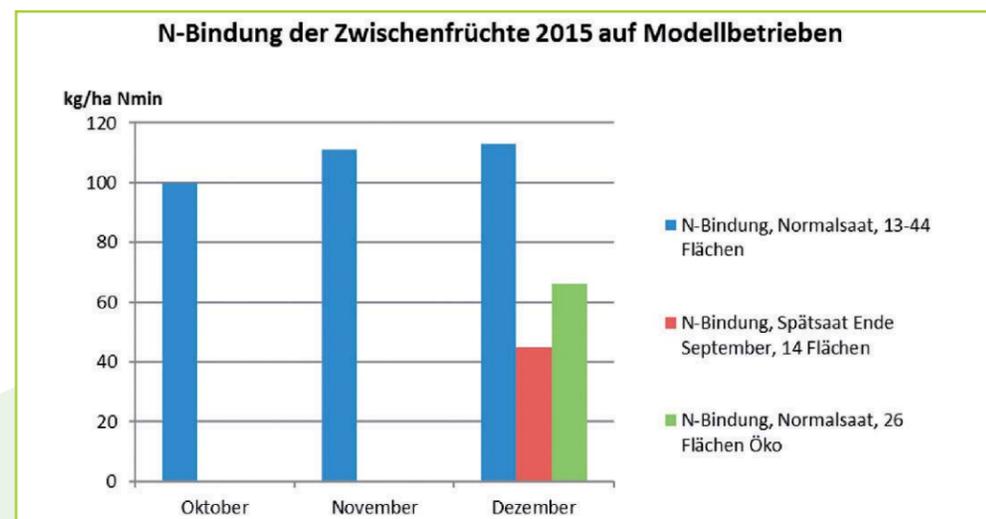
Auf ausgewählten Demoflächen werden auf allen Modellbetrieben Zwischenfrüchte angebaut und durch kontinuierliche Nmin-Beprobungen sowie teilweise einer Messung des Aufwuchses begleitet. In der nachstehenden Abbildung sind die Entwicklungen der Nmin-Werte als Durchschnitt über alle Modellbetriebsflächen im Herbst auf den Brache- und Zwischenfruchtflächen aufgeführt. Auffällig sind die hohen Nmin-Werte von durchschnittlich über 90 kg N/ha in der Bodenschicht von 0-90 cm auf den Bracheflächen im September. Diese nehmen zwar im Herbstverlauf ab, unterliegen jedoch der Verlagerung in tiefere Bodenschichten durch Niederschläge über Winter.

Nmin-Werte bei den Zwischenfrüchten liegen auf einem niedrigeren Niveau im Vergleich zu den Bracheflächen. Bis zum Dezember vermochten sie nahezu den gesamten Stickstoff aus der Fläche aufzunehmen und die Auswaschungen zu verringern.



Verlauf der mittleren Nmin-Werte im Herbst auf Brache- und Zwischenfruchtflächen

Der nachfolgenden Abbildung ist zu entnehmen, dass die Zwischenfrüchte bei einer Saat im Sommer über 100 kg N/ha aus dem Boden aufzunehmen vermögen, bei Spätsaat sind es immerhin noch ca. 40 kg N pro Hektar. Die niedrigeren Werte bei den Öko-betrieben sind auf die späteren Saatzeitpunkte, einer in der Regel fehlenden „Andüngung“ sowie auf die nur beschränkte Auswahl an Zwischenfruchtmischungen zurückzuführen. Teilweise sind auch Leguminosen zur N-Bindung angebaut worden. Gerade im ökologischen Anbau sind die Zwischenfrüchte sehr wichtig und dienen dazu, den im Boden freigesetzten Stickstoff oder den Luftstickstoff mit Hilfe der Knöllchenbakterien für die Folgefrucht zu binden.



N-Bindung von Zwischenfrüchten (Mittelwerte)

Der Zwischenfruchtanbau ist ein wesentliches Instrument, um die WRRL-Wasserschutzziele zu erreichen. Bereits diese einfachen oben genannten Zusammenhänge zeigen die Bedeutung:

- Zwischenfrüchte bewahren die Nährstoffe vor der Auswaschung während der Sickerperiode
- Sie erhöhen die Bodenfruchtbarkeit und das Bodenleben
- Der Zwischenfruchtaufwuchs enthält oft 100 kg N, dieser kann bei entsprechender Einarbeitung im Frühjahr mindestens zur Hälfte angerechnet werden und den Düngeraufwand im Folgejahr reduzieren helfen. Zudem hat die organische Masse einen positiven Einfluss auf die Nachlieferung.
- Nebenbei hat die mögliche Mineraldüngereinsparung positive Klimaziele, da die synthetische N-Bindung einen hohen Energieaufwand benötigt.

Uwe Kalthoff



### Fazit

„Zwischenfrüchte sorgen für Sickerwasser mit weniger Nährstoffanreicherungen und können die Nährstoffe in der nächsten Vegetationsperiode zur Verfügung stellen.“



› Zwischenfrüchte, Acker- u Gemüsebau, Nährstoffbindung, Einsparung mineralischer Dünger

## b. Auswirkungen unterschiedlicher Mulchtermine auf die Nmin-Werte

Auf vielen landwirtschaftlichen Betrieben im Rheinland ist es nach wie vor gängige Praxis die Zwischenfrüchte bereits im Dezember zu mulchen, um so ein Aussamen zu vermeiden. Um den Landwirten die Folgen für den Wasserschutz deutlich zu machen, wurde auf zwei Modellbetrieben im südlichen Rheinland ein Demovorhaben mit Zwischenfrüchten angelegt.

Bei betriebsüblichen Saatterminen und betriebsüblicher Düngung sollte jeweils die Hälfte des Zwischenfruchtbestandes im Dezember gemulcht werden und die andere Hälfte bis zur Aussaat der Folgefrucht stehen bleiben. Eine Nmin-Beprobung erfolgte monatlich und im November wurde auf beiden Flächen Probeschnitte des Aufwuchses herausgenommen.

### Demofläche 1:

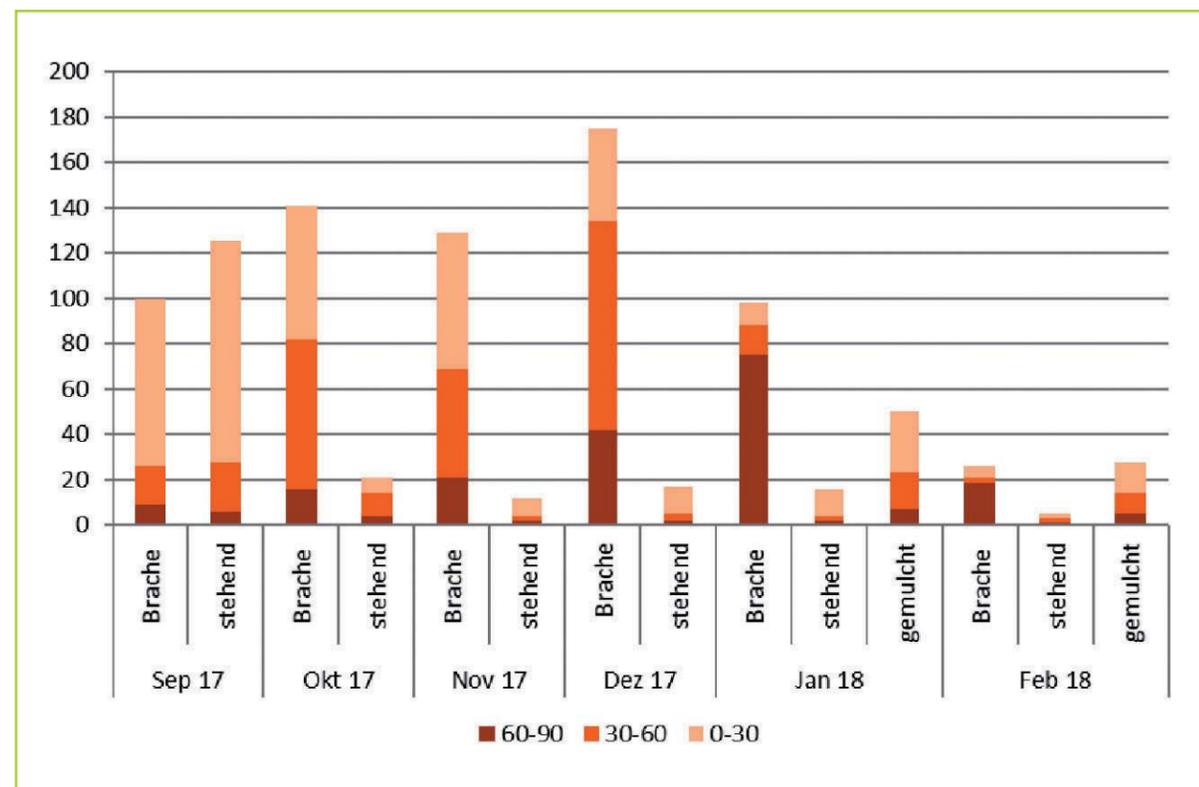


Abb.1: Nmin-Verlauf Demofläche 1

Ausgesät wurde eine Mischung aus Ölrettich und Ramtilkkraut im September. Gedüngt wurde organisch im Rahmen der 30/60-Regelung nach DVO.

- Wie den Nmin-Werten in Abbildung 1 zu entnehmen ist, zeigt sich im September die Düngung im stehenden Bestand durch einen hohen Anteil N in den oberen 30 cm. Ab Oktober lässt sich erwartungsgemäß ein deutlicher Unterschied der Brache zu der bewachsenen Fläche erkennen.
- Der Probeschnitt, der im November gemacht wurde, wies einen Gehalt von 3,81 % N in der TS aus, was umgerechnet 117 kg/ha N entspricht. Dies findet sich auch in der Differenz des Nmin-Gehaltes zwischen der Brache und dem Aufwuchs im November wieder.
- Ebenfalls erkennbar ist, dass der Stickstoff in der Brache zunehmend in die unteren 60-90 cm verlagert wird, bis er ab dem Jahreswechsel langsam, vermutlich durch Auswaschung bei den starken Niederschlägen, abnimmt.
- Im Dezember wurde die Hälfte des Zwischenfruchtbestandes gemulcht. Bereits ab Januar ist der Effekt erkennbar. Während im stehenden Bestand der Nmin-Wert weiterhin niedrig ist, steigt er im gemulchten Bestand bereits an. Vor allem in den oberen 30 cm nimmt der N-Gehalt zu.
- Je wärmer der Witterungsverlauf zu dem Zeitpunkt des Mulchens und danach ist, umso mehr N wird freigesetzt werden. Aus Sicht des Wasserschutzes wäre es sinnvoll, die Bestände erst kurz vor der Folgefrucht zu bearbeiten.
- Bei Zwischenfrüchten, die aus phytosanitären Gründen angebaut werden, sollten die Landwirte einen guten Kompromiss zwischen Wasserschutz – möglichst späte Einarbeitung – und phytosanitären Erfordernissen finden. Gegebenenfalls die Folgefrucht bzw. die Kultur so wählen, dass sie freigesetzten Stickstoff aufnehmen kann.



Abb. 2: Zwischenfrucht-Demoanlage

### Fazit

„Zu frühes Mulchen zersetzt die Zwischenfrüchte und setzt die Nährstoffe bereits in der Sickerperiode wieder frei.“

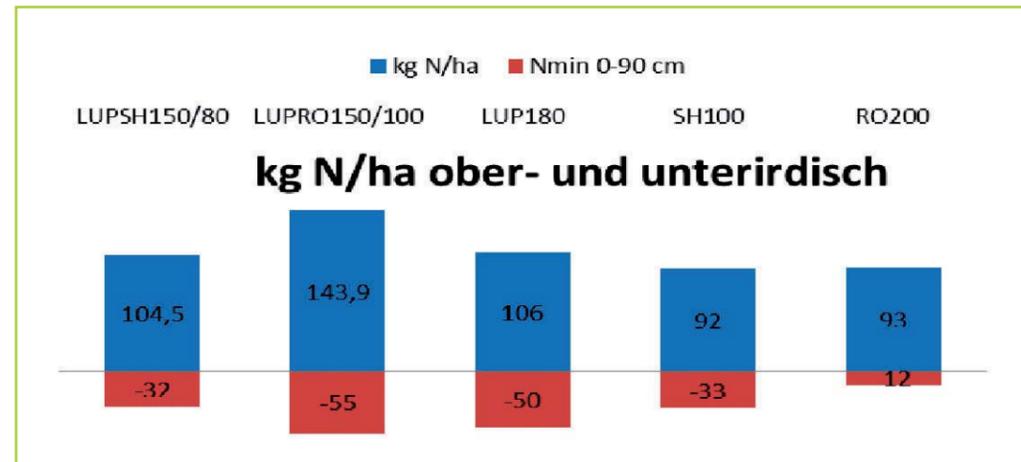


› Zwischenfrüchte, Acker- u Gemüsebau, Nährstoffbindung, Einsparung mineralischer Dünger

### c. Reduktion von Nährstoffverlusten aus Zwischenfrüchten & Optimierung des Anbaus

Seit Gründung der Modellbetriebe im Jahr 2014 bis zum derzeitigen Zeitpunkt werden auf einem ökologischen Modellbetrieb mit Gemüsebau umfangreiche Demoanlagen zu Zwischenfrüchten angelegt. Wir gingen folgenden Fragestellungen nach:

- 2014 - 2016: Verluste abfrierender Zwischenfrüchte, Einfluss einer Bearbeitung
- 2017 - 2018: Gemengeanbau mit nichtlegumen Mischungspartnern zur Nmin-Reduktion
- 2018 - 2020: Gemengeanbau als Bio-Strip zur Verbesserung des Standraum-Verhältnisses

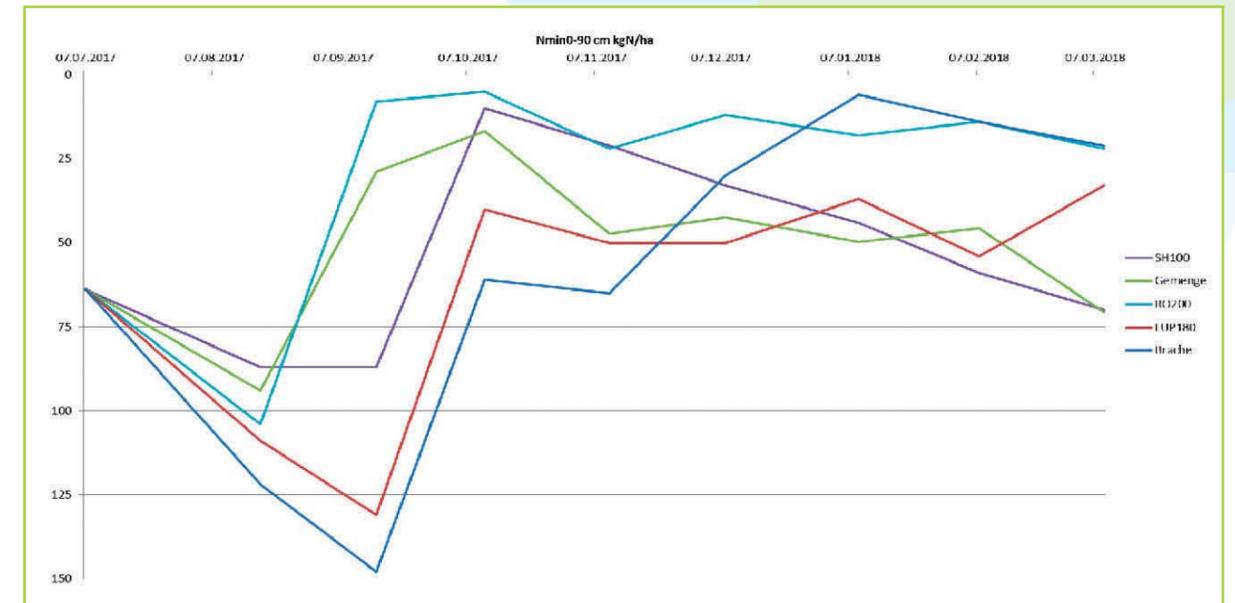


kg N/ha in der oberirdischen Pflanzenmasse für Lupine (LUP) und Mischungspartner Sandhafer (SH) oder Roggen (RO)

#### Ergebnisse zusammengefasst:

- Je enger das C : N-Verhältnis der Zwischenfrucht, desto schneller erfolgt die Mineralisierung nach der Einarbeitung
- Ein Ausschlag des Nmin-Wertes war nur unter der Lupine festzustellen, hier zeigten sich die größten Verluste in der gemulchten Variante:
  - Sind also Leguminosen als Zwischenfrucht und der Wasserschutz vereinbar?
  - Grundsätzlich liegt es nicht an der Kultur als Solche, sondern an der Stellung in der Fruchtfolge.
  - Ist der Boden leer und gelingt es den Stickstoff über Winter zu halten, so kann einer Leguminose als Zwischenfrucht nichts entgegen sprechen.
  - In den letzten Jahren zeigte die Lupine sehr deutlich, dass sie den Stickstoff im Boden bis auf wenige Kilos, die sie braucht bis die „Stickstoff- Fabrik“ steht, komplett unberücksichtigt lässt. Sie gehört somit eindeutig auf einen leeren Boden, sprich mit niedrigen Rest-Nmin-Werten
- Lupinen mit den Mischungspartnern Sandhafer oder Grünroggen im Gemenge angebaut, fixieren den Bodenstickstoff und speichern bis zu 175 kg oberirdisch. Die Bitterlupine als Reinsaat hatte 187 kg N oberirdisch eingelagert, im Boden konnten Anfang Oktober aber noch 130 kg Nmin (0-90 cm) gemessen werden!
- Gemenge können eine Lösung sein können, wenn Rest-Nmin vorliegt und eine fixierende Kultur etabliert werden soll. Jedoch muss noch ein wenig am Mischungsverhältnis gefeilt werden oder aber jeder Pflanzenart ausreichend Standraum durch abgesetztes oder streifenförmiges Säen gegeben werden. Die Erfahrungen zu diesem Verfahren (Bio-Strip) sind im Artikel „BioStrip“ nachzulesen.
- Grundsätzlich lassen sich aber nur N-Mengen bis ca. 60 kg mit einem winterharten Gemengepartner auffangen. Wenn höhere Herbst- Nmin- Werte zu erwarten sind, sollte lieber ein Zwischenfruchtgemenge angebaut werden, welches höhere Mengen speichern kann und nicht zusätzlich fixiert! (siehe Abb.)
- Der winterharte Grünroggen mit 200 kg im Juli gesät kann eine erstaunliche Wurzelmasse bilden und trotz Wuchshöhe von nur 35 cm vor Winter den Boden leer ziehen. Verluste waren über Winter keine zu beobachten und auch die Nmin-Werte bleiben bis März bei unter 30 kg im Gegensatz zur abfrierenden Variante, z. B. Sandhafer.
- In Gemüsefruchtfolgen mit spät räumenden Kulturen und hohen Rest-Nmin-Werten ergeben sich viele Fragestellungen zur Stickstofffixierung. Welche Verfahren und Zwischenfrüchte sind notwendig, um die Nährstoffverluste zu reduzieren. Diesen Fragen wird auch weiterhin nachgegangen.

Pascal Gerbaulet



Nmin-Verläufe 0-90 cm Juli 2017 - März 2018 unter Gemengen (Mittelwert), Brache, Lupine, Sandhafer, Grünroggen



Ackerbohne gemulcht



Lupine geschnitten nach Messerwalze



Mulcher im Einsatz



Messerwalze im Einsatz

#### Fazit

„Gemenge aus abfrierenden Leguminosen und einem winterharten Gemengepartner können eine Lösung sein, wenn erhöhte Herbst-Nmin-Werte vorliegen und zusätzlich Stickstoff fixiert werden soll.“

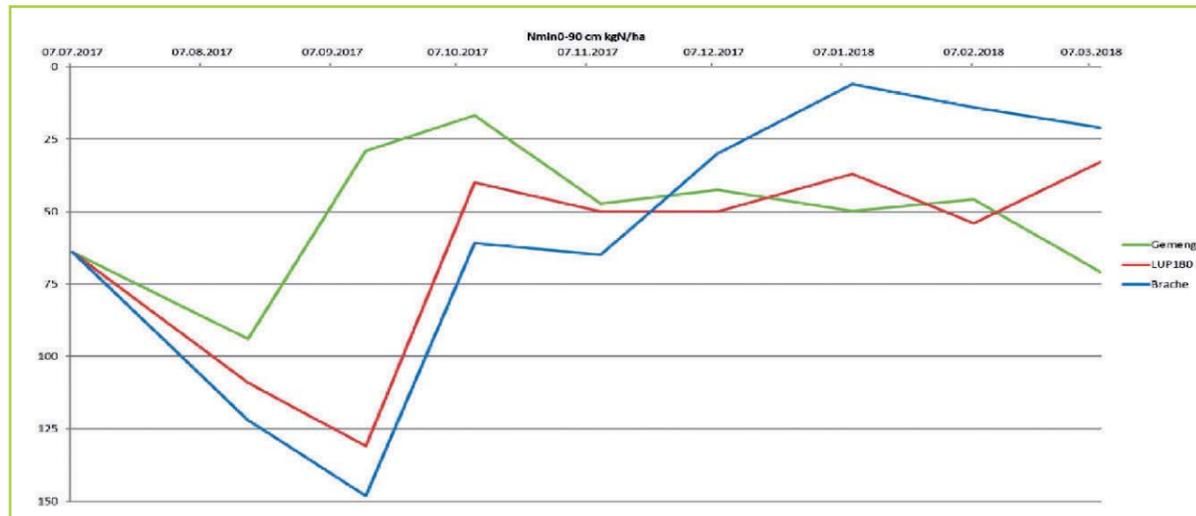


## d. Gemengeanbau in Streifensaart: Bio-Strip

Um jeder Kultur ihren Raum zu geben sind wir daher in den Jahren 2018 - 2020 dazu übergegangen, diese Kulturen in Streifen anzubauen. Durch Umbauten an der Maschine kann mit einem zweiten Sätank und Gebläse die andere Kultur gleichzeitig über eine Auswahl an Scharen auf die gewünschte Saattiefe ausgebracht werden. Die Kulturen können abwechselnd angelegt werden oder aber so, dass sie dort liegen, wo im nächsten Jahr die Hauptkultur steht. Zum Beispiel bei einem Gemenge Sandhafer und Lupine zu Mais könnten alle 75 cm 3 Reihen Lupinen stehen und dazwischen zwei Reihen Sandhafer.

Im Frühjahr könnte dort, wo die Lupine steht, Gülle per Strip-Till eingebracht und der Mais gelegt werden, der Sandhafer im Zwischenraum bleibt liegen und bildet im besten Falle eine unkrautunterdrückende Mulchschicht. Dies ist auch mit Phacelia (P-Aufschluss) und Sandhafer als Kombination denkbar. Im Gemüsebau haben wir hier auf Bitterlupine zweireihig auf 24 cm Abstand gesetzt, als Speicherkultur steht im Zwischenraum Grünroggen.

Beides wird im Frühjahr umgebrochen und der Kohl auf 0,75 cm Abstand gepflanzt. Die Nmin-Ergebnisse haben gezeigt, dass erstens die Böden im Vergleich zur Reinsaat tendenziell besser und früher entleert werden und dass zweitens bei einem winterharten Gemengepartner die Mineralisierung aus der abfrierenden Masse später einsetzt.



Nmin 0-90 cm kg/ha Juli 2017 - März 2018; Gemenge zu Lupine- Reinsaat und Brache

Die Abbildung verdeutlicht, dass zwar durch Gemenge und GPS-Saat die Vorwinter Nmin-Werte verbessert werden, dennoch steigen auch bei den Gemengen in Bio-Strip-Saat mit Leguminosen im Frühjahr die Werte an.

Die Probleme vor Winter bezüglich überschüssigem Stickstoff sind behoben, für die langfristige Speicherung im Frühjahr sind die Getreidearten als Gemengepartner dann in ihrer Entwicklung augenscheinlich aber zu langsam. Hier besteht weiterhin Untersuchungsbedarf.

Pascal Gerbaulet



Bio-Strip Bitterlupine und Sandhafer als GPS- Saat, 18 Tage nach Saat am 21.08.2018



Bio-Strip Bitterlupine und Grünroggen als GPS-Saat 2 Monate nach Saat am 05.10.2018

### Fazit

„Der Gemengeanbau in Streifensaart läßt jeder Zwischenfrucht mehr Wachstumsmöglichkeiten und senkt die Konkurrenz zwischen den Partnern. Gemenge sind Erfolg versprechend. Die richtige Kombination der Gemengepartner, insbesondere winterharte mit hohem Bindungsvermögen an freigesetzten Nährstoffen, ist noch zu verbessern.“



› ökologisch: Gemengeanbau, Zwischenfrüchte, Nährstoffbindung, winterharte Zwischenfrüchte, Pflanzenkonkurrenz

### e. Untersaaten im (ökologischen) Maisanbau

Untersaaten im Mais werden kritisch gesehen, der Erfolg ist jedes Jahr aufs Neue ungewiss. Eine starke Beschattung durch den schnell wachsenden Mais und Wasserkonkurrenz lassen die Untersaaten in trockenen Jahren schlecht entwickeln. Aber gerade auf leichten Standorten ist die Untersaat im Mais unerlässlich um Nährstoffe nach der Ernte zu halten und zu speichern. Für die Aussaat einer Zwischenfrucht nach der Maisernte ist es in normalen Jahren zu spät. Alleine die Bodenbearbeitung zur Etablierung einer solchen Zwischenfrucht mineralisiert oftmals mehr Stickstoff, als die Kultur noch im Oktober und November aufnehmen kann. Als Untersaat werden oftmals Gräser genutzt, wir haben in den Projektjahren 2018 und 2019 neben Gräsern auch Getreide und Kruziferen getestet.

In den Rekordsommern mussten sich die Untersaaten behaupten. Die Demoanlagen wurden auf leichtesten Sanden mit 18 - 20 BP ohne Beregnung angelegt. Die Ausbringung erfolgte in 2018 (19.06.) sowie 2019 (01.07.) mit dem letzten Hackgang mit Rollhacke und Pralltellern. Angelegt und bis ins nächste Jahr auswertbar waren:

- |                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| 1. Deutsches und Welsches Weidelgras | 20 kg/ha(DWWW) |
| 2. Einjähriges Weidelgras            | 20 kg/ha (EW)  |
| 3. Welsches Weidelgras               | 20 kg/ha (WW)  |
| 4. Deutsches Weidelgras (nur 2018)   | 20 kg/ha (DW)  |
| 5. Grünroggen                        | 100 kg/ha (GR) |
| 6. Waldstaudenroggen                 | 100 kg/ha (WR) |
| 7. Sandhafer (nur 2018)              | 60 kg/ha (SH)  |

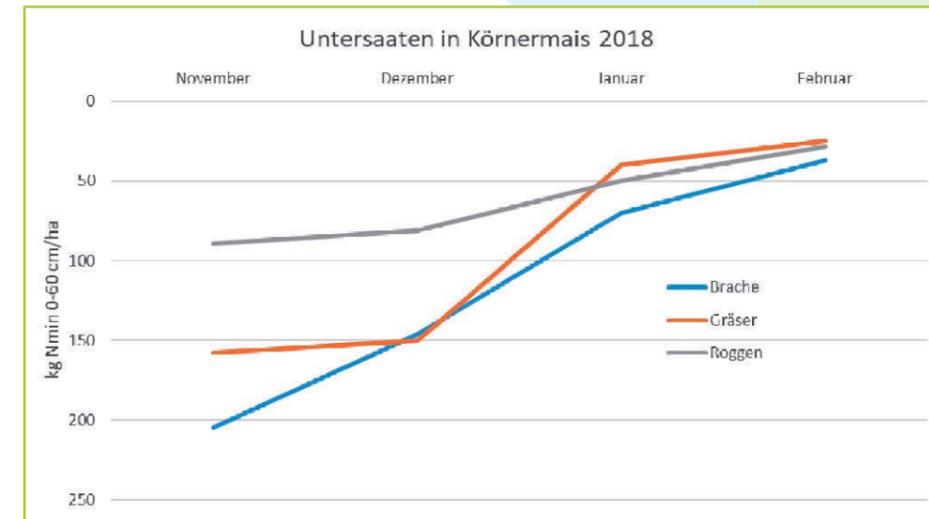
Die Varianten Winterrübsen und Winterraps mit je 5 kg / ha konnten sich in beiden Jahren nicht behaupten, nur wenige Samen keimten und nur vereinzelte Pflanzen überlebten. Es konnten 2018 über alle Varianten 15 - 55 kg Stickstoff im oberirdischen Pflanzenteil eingelagert und der Nmin bis zur Sickerwasserperiode (ca. 15.01.2019) um 60 - 80 kg auf 0 - 60 cm verringert werden. 2019 setzte die Sickerwasserperiode bereits Anfang November ein, bis dahin konnte der Nmin um 15- 30 kg gesenkt werden, die Aufwüchse im März 2019 zeigten aber, dass N-Mengen bis 68 kg aufgenommen wurden (Waldstaudenroggen), die Gräser konnten maximal 27 kg aufnehmen (Welsches Weidelgras).



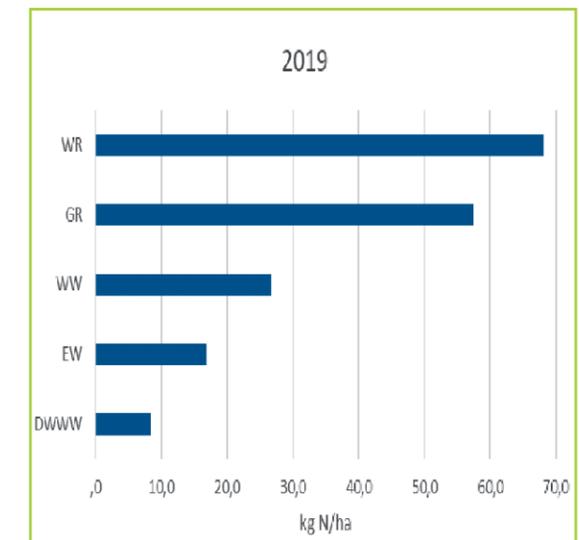
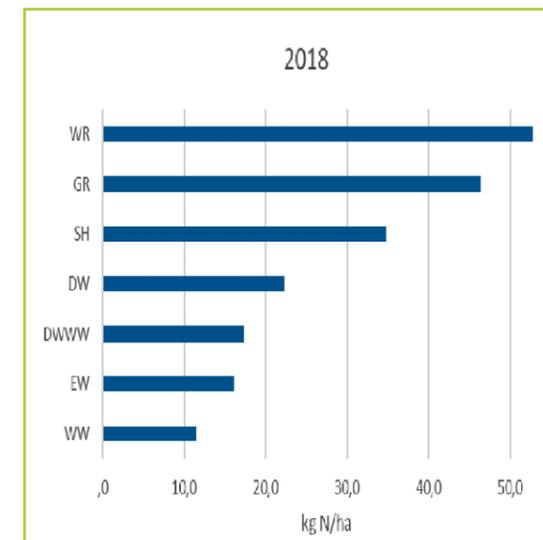
Waldstaudenroggen am 12.12.2018 , links Grünroggen & rechts Sandhafer

Beide Jahre haben gezeigt, dass selbst augenscheinlich schwache Untersaaten zur Ernte noch relativ viel Stickstoff bis ins Frühjahr hinein binden können und alleine durch die Bodenruhe und Durchwurzelung Mineralisierung und Auswaschung gebremst werden. Die Sommerungen sind hierbei ungeeignet, da sie frühzeitig den Stickstoff wieder frei geben und vor Winter in die Samenreife kommen können. Die winterharten Gräser zeigen die beste Eignung für Untersaaten in Mais, wobei Grünroggen und Waldstaudenroggen die dreifache N-Menge aufnahmen wie die Gräser. Im Schnitt der beiden Jahre nahmen die Gräser im Mittel 17 kg auf, der Grünroggen 57 und der Waldstaudenroggen 68 kg N/ha.

Pascal Gerbaulet



Nmin 0 - 60 cm kg/ha:  
November 2018 bis  
Februar 2019,  
Sickerwasser ab Anfang  
Januar 2019



N-Aufnahme kg/ha: Untersaaten 2018 und 2019, jeweils gemessen im Frühjahr (einjährige Messungen aus Demoanlagen ohne Wiederholung und statistische Absicherung)



#### Fazit

„Untersaaten binden den Stickstoff spät abgeernteter Kulturen. Sie stabilisieren den Boden bei der Ernte. Zudem sind sie erosionsmindernd.“



# 7 | Dem Boden mehr Beachtung schenken

Der Boden ist Produktionsstandort für die Landwirtschaft. Seine Beschaffenheit sollte erhalten oder verbessert werden. Durch die Herausforderungen der Zeit und die Ansprüche der Gesellschaft gefordert, sollte dem Boden wieder mehr Beachtung geschenkt werden.

## a. Bodenverdichtungen hemmen Wurzelwachstum und verschlechtern Trockenresistenz

Bei dem Demovorhaben stellte sich die Frage, ob sich eine intensive Bodenlockerung vor der Maisausaat positiv bemerkbar macht und ob nach einer intensiven Lockerung das Verfahren Strip-Till oder Gülle-Unterfußdüngung noch anwendbar ist. Dazu wurde ein Schlag, der eine einheitliche Zwischenfrucht aufwies und diese auch einheitlich über den ganzen Schlag im Vorjahr angebaut wurde, ausgesucht. Als Varianten standen die normale Standard Gülleausbringung mit einem Schleppschlauchverteiler und der anschließenden Güllelinearbearbeitung über eine Scheibenegge und das Verfahren Gülle-Strip-Till zur Verfügung. Der Schlag als solches wurde so vorbereitet, dass quer zur Saatrichtung mit einem Tiefenhaken und einer angehängten Kreiselegge (Bild) der



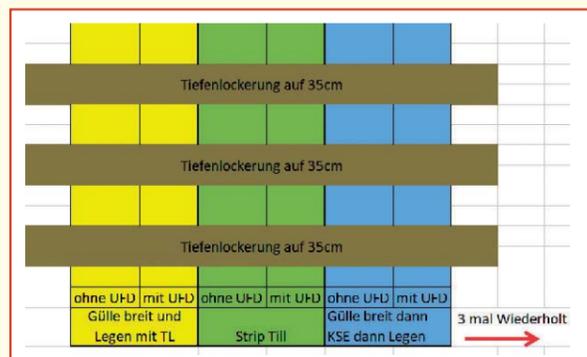
Boden alle 15 m um eine Breite von 15 m und einer Tiefe von 35 cm tief gelockert und anschließend wieder rückverfestigt wurde. Der Tiefenhaken war ein Dolomid von der Firma Lemken und die Kreiselegge ebenso von Lemken. Der Dolomid zeichnet sich dadurch aus, dass dieser mit einem relativ schlankem Stiel nach unten geht und unten ein Flügelschar montiert ist. Durch diese Bauform wird die gesamte Bodenschicht von 35 cm einfach nur um ca. 5 - 10 cm angehoben und wieder fallen gelassen. Dies hat den Vorteil, dass die Bodenschichtung vorhanden bleibt, der Boden in der kompletten Schicht lediglich einmal in sich gebrochen wird. Dadurch werden eventuell vorhandene Sperrschichten, wie zum Beispiel eine Pflugsohle, aufgebrochen. Damit ist sie für die Pflanzenwurzeln wieder durchdringbar.

Die angehängte Kreiselegge ist wichtig für die Rückverfestigung, damit ein weiteres Befahren der Fläche möglich ist und der kapillare Anschluss gewährleistet bleibt. Die Gülle wurde nach der Bodenlockerung in Saatrichtung in den folgenden drei Varianten eingearbeitet:

Variante 1: Gülle breit ausgebracht mit Schleppschlauchverteiler und mit einer Kurzscheibenegge eingearbeitet. Anschließend in einem zweiten Arbeitsschritt wurde der Mais gelegt.

Variante 2: Gülle breit ausgebracht mit einem Schleppschlauchverteiler und mit einer Kreiseleggenkombination (Tiefenlockerer vor der Kreiselegge und einem Maislegegerät nach der Kreiselegge), eingearbeitet und gleichzeitig der Mais mit gelegt.

Variante 3: Gülle mit einem Strip-Till Gerät der Firma Kuhn ausgebracht. Anschließend in einem zweiten Schritt wurde der Mais gelegt.



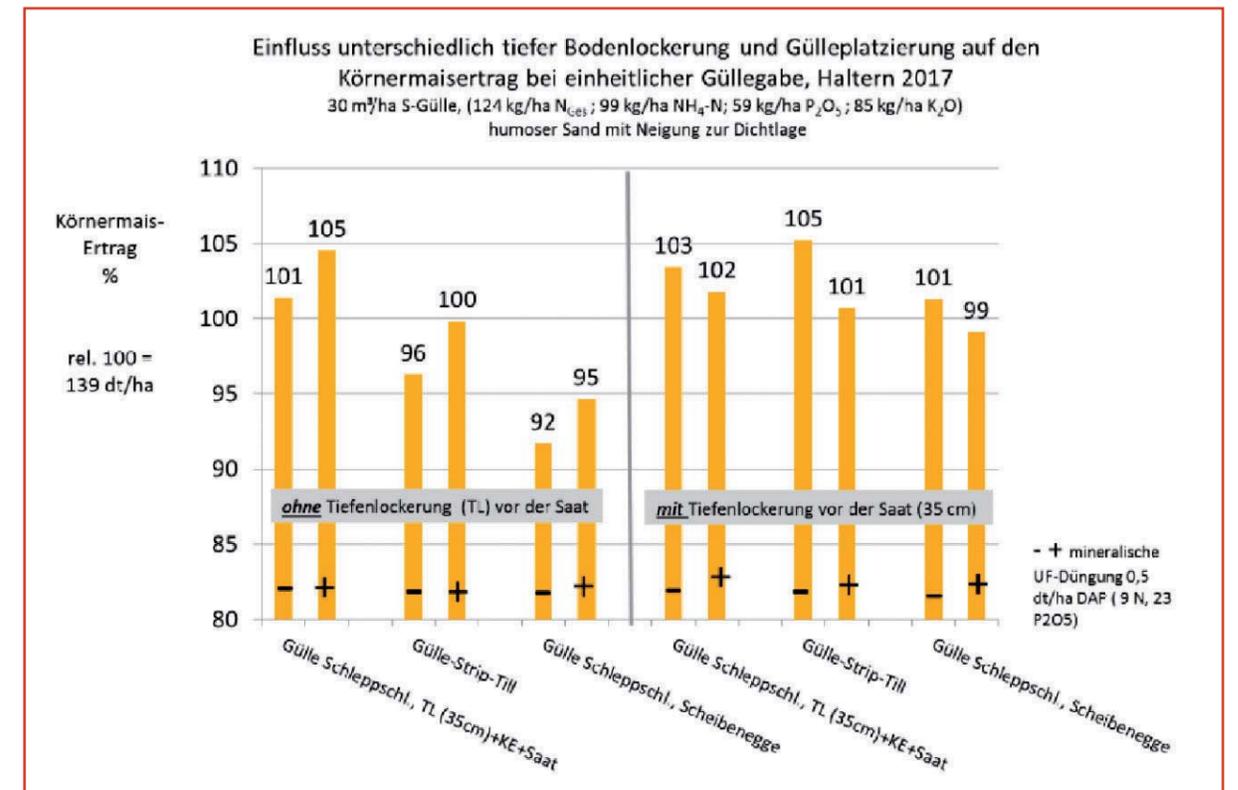
Plan der Demoanlage

Jede Variante wurde noch zusätzlich geteilt in eine Untervariante mit Unterfußdünger und ohne Unterfußdünger. Alle drei Varianten wurden dreifach in der Breite und dreifach in der Länge wiederholt.

Die Varianten mit einer guten Tiefenlockerung zeichneten sich durch deutlich höheren Wuchs und weniger Trockenstress aus. Im Bild ist rechts eine Variante mit Tiefenlockerung im Vorfeld und links ohne Tiefenlockerung zu sehen. Diese Wuchsunterschiede während der Vegetation zeigten sich auch in den Beerntungsergebnissen. Die Beerntung wurde per Hand durchgeführt. Dazu wurde aus jeder Pазelle 5m<sup>2</sup> Kolben per Hand herausgeerntet und diese über einen Standdrescher ausgedroschen. Als Parameter wurde die Erntemasse feucht ermittelt und der TS-Gehalt jeder Pазelle. Die Ergebnisse in der unten stehenden Grafik zeigen, dass die Tiefenlockerung in jeder Variante positive Effekte im Ertrag gebracht hat. Die Unterfußdüngung hat in den nicht gelockerten Varianten einen zu vernachlässigenden positiven Effekt im Ertrag gebracht, aber in den tiefengelockerten Varianten eher einen negativen Effekt auf den Ertrag. Die positiven Ertragseffekte der Tiefenlockerung lassen sich auf die bessere Durchwurzelung des Bodens zurückführen.



Wuchsunterschiede in der Vegetation bei unterschiedlicher Bodenlockerung



Einfluss verschiedener Bodenlockerung

Bei den Bodenprofilen, die während der Ernte vor den Varianten ausgehoben wurden, konnten eindeutige Durchwurzelungsunterschiede erkannt werden. Das ist bei gleichen Böden auf dem gleichen Feld gut zu erkennen (siehe Fotos). Durch das ungehinderte Durchdringen der vorherigen Sperrschichten wurde ein deutlich größerer Nährstoff- und Wasserraum erschlossen, der im trockenen Jahr 2017 deutliche Auswirkungen zeigte.

Die Bodenlockerung schaffte zusätzlich – positiv für den Wasserschutz – geringere Rest-Nmin-Werte nach der Ernte aufgrund des höheren Entzuges bei der für alle Varianten gleichen Düngung.

Stefan Schulte-Übbing



Ohne Tiefenlockerung



Mit Tiefenlockerung

### Fazit

„Bodenverdichtungen hemmen die Tiefendurchwurzelung. In Trockenjahren bedeutet dieses deutliche Ertragsminderungen.“



› Tiefenlockerung, Ertrag, Durchwurzelung, Nährstoffverluste

## b. Mechanische Unkrautregulierung und Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes – eine Variante für weniger chemischen Pflanzenschutz

### Erfahrungen aus den konventionellen Modellbetrieben

Striegel und Hacke halten Einzug in konventionelle Betriebe. Aus den mehrjährigen Erkenntnissen der ökologisch wirtschaftenden Betriebe zu dieser Thematik konnte profitiert werden. Nachdem im Trockenjahr 2018 erste Erfahrungen mit Striegeln und Hacken im Mais gewonnen wurden, wurde auch im Jahr 2019 eine umfangreiche Demoanlage angelegt. Es wurden rein mechanische aber auch Kombinationsvarianten mit Pflanzenschutz und Mechanik gegenübergestellt. Aufgrund der einfachen Umsetzung mit nur wenigen Arbeitsgängen im Jahr 2018 waren wir sehr euphorisch an die Thematik herangegangen, wurden aber in 2019 wieder auf den Boden der Tatsachen zurückgeholt.

Im Gegensatz zu 2018 (zweimal Striegeln + einmal Hacken) musste in der rein mechanischen Variante zwei Mal blind gestriegelt und drei Mal gehackt werden. Die Varianten Kombination Pflanzenschutz und Hacke wurden zwei Mal gehackt.

In allen Varianten mit mechanischer Unkrautbekämpfung traten folgende Probleme auf: Die Abstände der Maisreihen innerhalb der Maschinenbreite lagen zwischen 61 und 89 cm. Anschlüsse lagen trotz RTK bei bis zu 110 cm. Aufgrund dieser ungleichen Reihenabstände konnte nur sehr langsam gehackt werden, da immer wieder der Versatz des Verschieberahmens der kammergeführten Hacke neu im Bordrechner eingegeben werden musste. Folglich konnte die Fingerhacke nicht erfolgreich arbeiten.

Die Fingerhacke ist während der ersten Hackgänge essentiell, um die Ungras- und Unkrautbekämpfung innerhalb der Maisreihe erfolgreich durchzuführen. Die Nullparzelle wurde ziemlich schnell von Melde und Gänsefuß überwachsen und der Mais fiel diesem Konkurrenzdruck zum Opfer. Dies zeigt wiederum wie empfindlich der Mais auf Konkurrenz reagiert, er hat ein „Unkrautgedächtnis“. Erstaunlicherweise gut stellte sich die Variante eines Voraufbauherbizids und Hacke dar. Die Stärke zeigt sich besonders bei der Bekämpfung der Faden-Fingerhirse. Diese wurzelt nur flach aber ist mit Herbiziden nur unter optimalen Bedingungen zu bekämpfen. Hier scheint die Hacke eine gute Möglichkeit für die nachträgliche Bekämpfung der Hirse zu sein. Die Varianten mit dem betriebsüblichen Nachaufbauherbizid zeigten Stärken bei Melde und Gänsefuß, aber leider keine gute Wirkung gegen Hirse. Auch hier war die Hacke ebenfalls positiv gegen die Hirse. Augenscheinlich war in 2019 genau wie im Jahr 2018, dass die Varianten mit voller Aufwandmenge Pflanzenschutz nicht so vital waren, wie ohne chemischen Pflanzenschutz oder der Kombination aus Pfl.-Schutz und Hacke. Dieses bestätigte auch ein Foto aus der Luft. (siehe Foto Drohnenaufnahme).



Drohnenaufnahme der Demofläche

1. Nullparzelle
2. Striegel und Hacke
3. Voraufbau Herbizid und Hacke
4. Nachaufbau Herbizid (betriebsüblich)
5. Halbe Menge Nachaufbau und Hacke

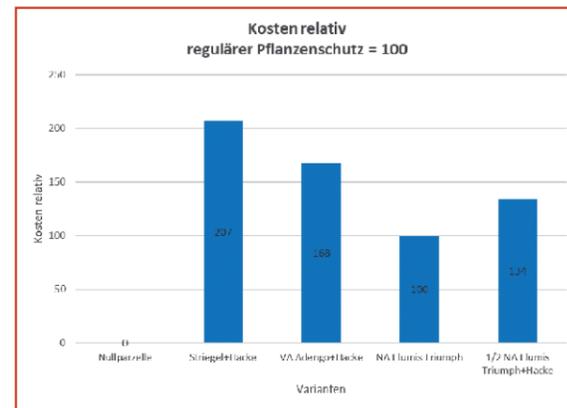
Diese Aufhellung ist aber plausibel, da Pflanzenschutz immer einen Einfluss auf die Kulturpflanzen ausübt, im positiven wie auch im negativen Sinn. Doch aus Sicht des Ertrages ist ein eventueller negativer Effekt hinnehmbar, da die Demoanlagen zeigen, dass die rein mechanische Unkrautregulierung hinsichtlich Kosten und der Arbeitszeit nicht darstellbar sind. Zukünftig kann die Kombination von Pflanzenschutz (evtl. Bandspritze) und Mechanik eine mögliche Alternative darstellen, auch in Zusammenhang mit dem Einhacken von Gülle in den stehenden Mais. Nicht zu vergessen sind Probleme mit der Zerstörung von Oberflächenstrukturen (Wind- und Wassererosion) und negative Effekte auf das Niederwild.

## Fazit:

Für den Einsatz der mechanischen Unkrautbekämpfung muss auf Vieles geachtet werden. Trotz modernster Technik muss zukünftig noch mehr Wert auf die Aussaatgenauigkeit gelegt werden. Die Kombination aus mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung ist nicht „mal eben“ gemacht. Auch die ökonomische Seite ist nicht zu vergessen (siehe Abb. Kosten)!

Die Kosten verdoppelten sich bei dem Vergleich reine Unkrautbekämpfung und betriebsüblich Pflanzenschutz. Die Wahl des Voraufbauherbizids oder die Halbierung der Aufwandmengen senkten die Kosten für den Pflanzenschutz, doch das zweimalige Hacken verursachte Kosten, die weit höher sind, als die Miteinsparung. Neben den reinen Kosten ist auch der knappe Faktor Arbeitszeit mit einzukalkulieren. Im Mittel der Jahre 2018 und 2019 wurde gegenüber dem betriebsüblichen Pflanzenschutz das zehnfache an Arbeitszeit benötigt. Bei Flächenleistungen mit der Hacke von 1,5 bis 2,0 ha/h stoßen Betriebe mit einem hohen Anteil von Mais in der Fruchtfolge arbeitszeitlich an ihre Grenze. Es können dann nicht die optimalen Termine für die gesamte Fläche erfasst werden. Ein Artikel über einen Feldtag zu einer der Demoanlagen erschien im Wochenblatt 27/2019 auf S. 22.

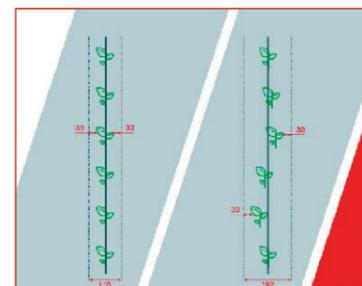
### Kosten relativ Hackdemo Delbrück 2019



Aufgrund von Wirkstoffwegfall, immer weniger Neuzulassungen und dem Wirtschaften in wassersensiblen Gebieten mit leichten Böden und hohem Grundwasserstand, werden wir uns auf den Modellbetrieben weiter mit diesem Thema auseinandersetzen. Dabei werden neue Technologien ins Auge gefasst, wie z.B. das Bandspritzen als absetziges Verfahren, denn der optimale Hacktermin ist nicht der optimale Termin für die Herbizide. Section Control verschafft hierfür in Keilbereichen eine enorme Sicherheit hinsichtlich Pflanzenverluste beim Hacken und ganzflächiger Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln.

Auch werden wir uns weiter mit der Technik auseinandersetzen in puncto Kameraführung der Hacken bei unterschiedlichen inter-row Abständen (siehe Abbildung unten). In dem Zusammenhang steht dann auch die automatische Arbeitsbreitenanpassung der

Hackwerkzeuge bei unterschiedlichen Abständen der Reihen innerhalb der Maschinenbreite (siehe Abbildung). Die bedeutsamsten Parameter sind und bleiben neben dem ökologischen Nutzen die Erfassung der Kosten und der Arbeitszeit.



Unterschiedliche inter-row Abstände und automatische Arbeitsbreitenanpassung der Hackwerkzeuge (Quelle Steketee)



Im Bild links: Nullparzelle; im Bild rechts: Bearbeitung 2x Blindstriegeln und 3x Hacken



Mais wird gehackt

## In Kürze zusammengefasst sollte Folgendes beachtet werden:

- Späte Saat bzw. gute Startbedingungen, der Mais muss schnell aufaufen, so dass er dem Unkraut davon wächst
- Frohwüchsige Sorten mit guter Jugendentwicklung bevorzugen, 15 - 20 % stärkere Aussaatstärke (11 - 12 Korn/m<sup>2</sup>)
- Unkrautpotential so gering wie möglich halten, d.h. gute, sorgfältige Bodenbearbeitung; keine Erzeugung von Samenpotential in Fruchtfolge
- Frühzeitiger Umbruch für ausreichende Bearbeitung vor Saat (falsches Saatbett), Erntereste müssen gut eingearbeitet werden keimende Unkräuter können gut bekämpft werden, Altverunkrautung mit starkem Wurzelsystem wird gerade in der Reihe zum Problem
- Gleichmäßige Bearbeitung für ein ebenes Saatbett, gute Rückverfestigung und Aufarbeiten von Spuren für ein gleichmäßiges und sauberes Arbeiten der Regulierungswerkzeuge
- Bei der Aussaat bzw. schon bei der Gülleausbringung Unterfuß: genauen Anschluss fahren (RTK), halben Reihenabstand zum Rand lassen und Saatkorn tief und gut angedrückt ablegen

Sind all diese Punkte beachtet und umgesetzt worden steht der erfolgreichen Regulierung nichts mehr im Wege:

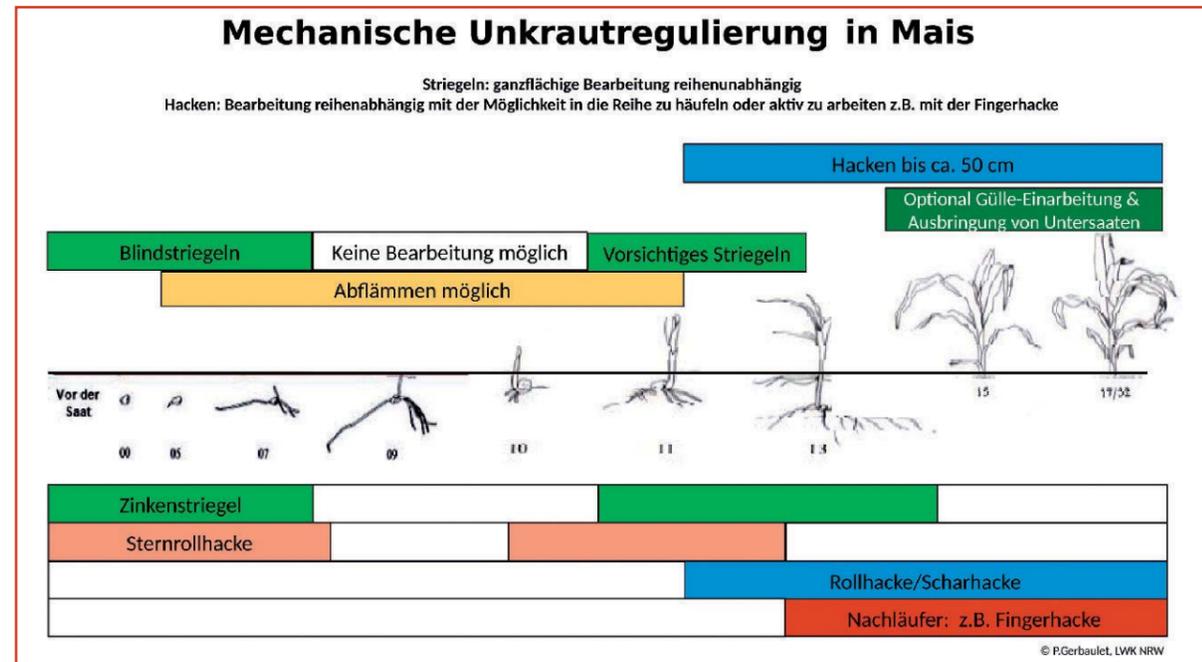
### Die Arbeitsgänge in Kürze

#### Blindstriegeln

Nach Saat vor Auflauf des Maises kann der erste Striegelgang mit dem Zinkenstriegel oder der Sternrollhacke (Rotary Hoe) gefahren werden. Hierbei kann reihenunabhängig mit starkem Zug und hoher Geschwindigkeit gefahren werden. Falls es noch keine Unkräuter im Fädchenstadium gibt, ist es besser noch 1 - 2 Tage zu warten. Eine Kontrolle des Maiskeimlings ist unbedingt notwendig. Der Keimling muss sich 3 - 4 cm unter der Bodenoberfläche befinden und der Striegel auf diese Höhe eingestellt werden. Grundsätzlich hat man ein Zeitfenster von 3 - 6 Tagen für den Blindstriegelgang. Es kann bei kühler Witterung und verzögertem Auflauf des Maises auch nötig sein zwei Striegelgänge vorzunehmen. Der Einsatz von Regulierungstechnik richtet sich immer nach dem Stadium der Unkräuter (Fädchen- oder schon Keimblatt-Stadium).

### Nachauflauf-Striegeln

Spitzt der Mais, so ist Vorsicht geboten und es kann keine Regulierung bis zum 1. Blatt vorgenommen werden. Anschließend kann wieder gestriegelt werden, hierbei muss aber nun sehr vorsichtig gearbeitet werden. Der Striegel wird nur schwach auf Zug mit wenig Druck gefahren. Die Geschwindigkeit muss dem Mais angepasst werden, er darf zu diesem Stadium nicht verschüttet oder schräg gestellt werden. Die Sternrollhacke kann schon früher ab dem Spitzten des Mais eingesetzt werden und bringt ansonsten immer dann Vorteile, wenn der Zinkenstriegel z.B. auf verschlammten oder verkrusteten Böden nicht eindringen kann. Bei leichten Böden muss die Sternrollhacke immer mit Stützrädern gefahren werden, um ein zu tiefes Eindringen zu verhindern, welches Kulturverluste zur Folge hätte.



### Hacken

Nach zwei bis drei Striegelgängen steht der Mais nun im 3-4 Blatt-Stadium und der erste Hackgang wird vorgenommen. Es kann grundsätzlich gehackt werden sobald die Reihe sichtbar ist oder auch „blind“, wenn per RTK gelegt und dann auch reguliert wird. Ein früher Hackeinsatz ist aber immer nur dann notwendig, wenn durch den Effekt des Striegeln der Unkrautdruck in der Reihe nicht ausreichend eingedämmt werden konnte oder aber eine Lockerung unabdingbar ist (z.B. Verschlämung). Bei trockenen Bedingungen und unkrautarmen Flächen kann durchaus mit zwei Striegel- und zwei Hackgängen oder auch weniger erfolgreich gearbeitet werden. Beim Hacken stehen uns Roll- und Scharhacke als Standardwerkzeuge zur Verfügung. Die Rollhacke wird von schwach häufelnd zu stark häufelnd verstellt, so dass mit dem letzten Hackgang die letzten Unkräuter verschüttet und der Mais angehäufelt wird. Ab dem 4-Blatt-Stadium verträgt der Mais das Anhäufeln sehr gut.

Die Scharhacke kann mit Nachläufern wie Fingerhacke, Torsionszinken oder Häufelkörpern ausgestattet werden um in der Reihe zu arbeiten, dies erfordert aber genaues Fahren und eine aktive Steuerung der Hacke, da sehr nah an der Kultur gearbeitet wird. Bei der Rollhacke kann ohne aktive Steuerung (Kamera, Ultraschall, Handlenkung etc.) eine hohe Flächenleistung generiert werden, da nicht so nah an der Kultur gearbeitet wird. Während wir beim Striegel und der Sternrollhacke reihenunabhängig unterwegs sind, empfiehlt es sich bei den Hacken immer die gleiche oder halbe Arbeitsbreite wie bei der Saat zu fahren um keine Probleme bei den Anschlussreihen zu bekommen. Beim letzten Hackgang, die Rahmenhöhe bestimmt die letzte Durchfahrt, kann Gülle eingearbeitet und eine Untersaat ausgebracht werden.

Pascal Gerbault,  
Michael Gersmann,  
Matthias Koch

### Fazit

„Mit mechanischer Unkrautregulierung zum richtigen Zeitpunkt läßt sich Pflanzenschutzmittel einsparen und Unkraut erfolgreich bekämpfen. Ebenso wird die Nährstoffversorgung aus der Bodennachlieferung angeregt, Bodenfeuchtigkeit kann besser gehalten werden.“



### c. Erosionsschutz durch Mulchsaat

Die Region Ostwestfalen ist eine durch den Teutoburger Wald und Eggegebirge geprägte Landschaft. Besonders in den Kreisen Paderborn und Höxter sind teils sehr hängige Ackerflächen mit geringen Bodenmächtigkeiten und schweren Böden vorzufinden (Foto 1 und 2). Hier hat sich schon seit vielen Jahren auf einigen Flächen die nicht wendende Bodenbearbeitung der Mulchsaat etabliert. Die Vorteile liegen in der verbesserten Bodeneigenschaft durch die sich über Jahre einstellende Krümelstruktur mit mehr Bodenleben und verbesserter Tragfähigkeit.

Diese verbesserten bodenbiologischen- und chemischen Eigenschaften ermöglichen eine Verringerung von Wind- und Wassererosion. Dies ist besonders auf den Fotos zu erkennen, die nach einem Starkregenereignis vom 20. auf den 21. Mai 2019 entstanden sind. An der Wetterstation in Warburg wurden 50 mm für diesen kurzen Zeitraum in der Nacht gemessen wovon bis zu 30 mm in nur 15 Minuten berichtet wurde. Der Zeitraum vor diesem Ereignis war, wenn überhaupt, nur vereinzelt von sehr geringen Niederschlägen geprägt. Zu sehen ist zu diesem Zeitpunkt auf Foto 3 eine bestellte Maisfläche, die gepflügt wurde.

Demgegenüber steht eine Mulchsaatfläche (Fotos 4 und 5) mit einer Auflage an organischen Ernteresten und ganzen Pflanzen einer vorhergehenden Zwischenfrucht. Beide Flächen sind um den 20. April mit Mais bestellt worden.



Foto 1 und 2:  
Topografie in vielen Teilen  
Ostwestfalens

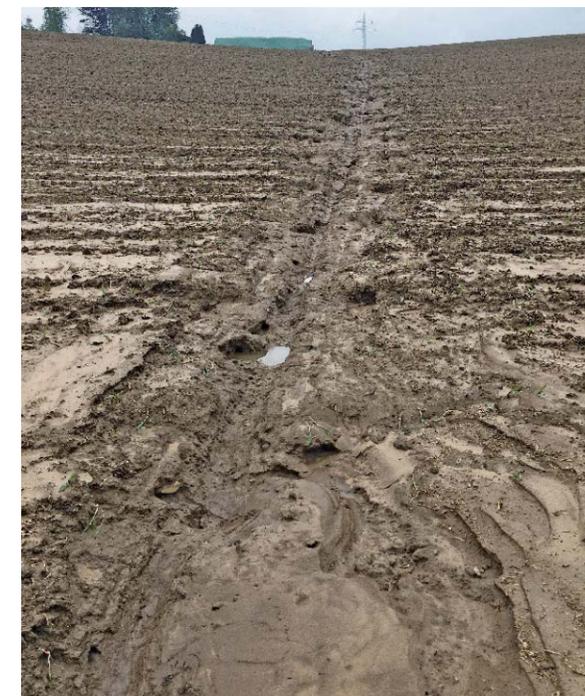


Foto 3:  
Fließrinne einer gepflügten Fläche  
nach Starkregen am 21. Mai 2019



Foto 4: Mulchsaatfläche nach Starkregen am 21. Mai 2019



Foto 5: Fließrinne im Tal der Mulchsaatfläche von Foto 4 nach Starkregen am 21. Mai 2019

Ebenfalls entstand zum selben Zeitpunkt ein Foto (6) einer Fläche, die in Teilbereichen sehr hängig ist. Hier wurde Mais nach Grünroggen GPS am 15. Mai in Mulchsaat bestellt, so dass der Acker beim Starkregenereignis vom 20. Mai auf den 21. Mai mit gerade einmal fünf Tagen nach der Saat noch sehr frisch da lag. Dennoch waren keine Schäden festzustellen, obwohl hangabwärts bestellt wurde, was bei diesem Schlag nicht zu vermeiden ist, da er zu allen Seiten geneigt fällt.



Foto 6: Mulchsaatfläche nach Starkregen am 21. Mai 2019

Auch am 15. Oktober ereilte besonders die Region der Stadt Brakel ein erneutes Starkregenereignis. Hier waren besonders die gerade erst bestellten Winterweizenflächen von Wassererosion betroffen.

In den folgenden Jahren wird auf einem der ostwestfälischen Modellbetrieben, der schon seit vielen Jahren in Mulchsaat wirtschaftet, das Bodenbearbeitungssystem Strip-Till (die nicht mehr ganzflächige, sondern nur noch streifenförmige Bodenlockerung) nicht nur im Mais, sondern auch im Getreide erprobt. Und dies nicht nur vor dem Hintergrund der Starkregenereignisse in der Vergangenheit und der damit verbundenen Erosionsproblematik, sondern auch vor dem Hintergrund Humusaufbau, Wasserspeicherung, Bodenleben und dem System „Immergrün“ bzw. „plant in green“.

Matthias Koch

### Fazit

„Mulchsaat ist eine bewährte Methode um Erosion zu verringern oder zu vermeiden. Eine Aufgabe der näheren Zukunft wird der Erhalt der Mulchsaat sein, falls der Wirkstoff Glyphosat wegfallen sollte“



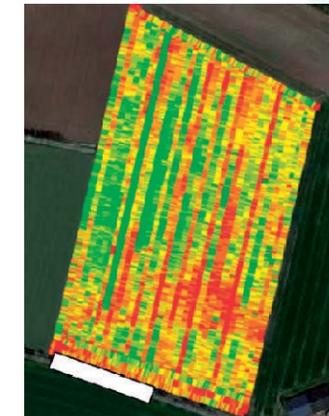
## d. Digitale Landwirtschaft – das Bodenpotenzial erkennen

### Applikationskarten und Ertragskartierung – Auf dem Weg zum Precision Farming

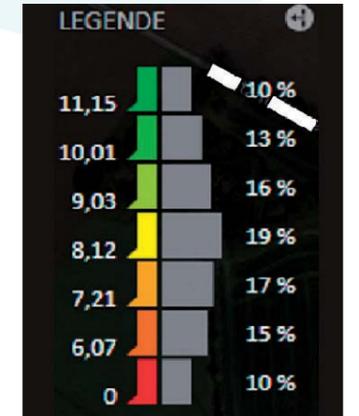
Auf den Modellbetrieben werden die Erträge der Großflächendemoanlagen generell für die Auswertungen gewogen. Auf einigen Betrieben ermöglicht uns die moderne Technik aber auch die Erträge mit Messsystemen in den Erntefahrzeugen zu ermitteln. Beim Mais erfolgt dies auch mit Hilfe des NIRS-Sensors.

Wie so eine Ertragskarte aussehen kann, zeigen die nebenstehenden Abbildungen.

Die Erntemenge (hier im Getreide) wurde in kleinen Rastern sehr genau erfasst und am aktuellen Standort (online in Sekundenbruchteilen) im Mähdescher verbucht. Der Ertragskartierung auf dem Weg hin zum Precision Farming kommt eine ganz bedeutende Rolle zu, da sich aus ihr spätere Konsequenzen für die Düngung, den Pflanzenschutz und der Aussaat ergeben.



Ertragskartierung Getreide



Legende Ertragskartierung

Damit die Ertragskartierung so genau wie möglich funktioniert, muss der Ertrags- und Feuchtesensor im Mähdescher kalibriert werden. Dies kann über einen Abgleich mit der Verwiegung eines Korntankinhalts mittels Waage erfolgen. Dann muss der Kalibrierungswert manuell im System eingegeben werden. Die Kalibration kann aber auch bei neueren Systemen automatisch erfolgen. Im Korntank eingebaute Gewichtssensoren gleichen ständig das dort vorhandene tatsächliche Gewicht mit dem Ertrags- und Feuchtesensor ab. Mit Hilfe der Legende können die unterschiedlichen Ertragspotenziale der Fläche erkannt werden.

Aktuell gibt es auf dem Markt einige Anbieter für die Erstellung von Biomassekarten mittels Drohne oder GPS und Bodenuntersuchungen. Ertragskarten, Biomasse- und Bodenuntersuchungskarten sollen zukünftig so übereinandergelegt werden, dass wir auf den Modellbetrieben teilflächenspezifisch düngen, säen und auch Pflanzenschutzmittel ausbringen können. Mit Hilfe der erhobenen Daten können Aussaat- und Düngekarten erstellt werden. Der Vorteil bei diesem Offline-Verfahren ist, dass sich Landwirte im Vorhinein Gedanken über Dünge-, Pflanzenschutz- und Aussaatmengen machen können.

Anders ist der Fall bei Online-Messsensoren z.B. für die Düngung. Über den aktuellen Chlorophyllgehalt wird der Stickstoffbedarf der Pflanzen ermittelt und die Applikationsmengen während der Maßnahme geregelt. Eine Kombination aus beiden Verfahren (Ertragskarten, Biomasse- und Bodenuntersuchungskarten auf der einen Seite und Online-Messsysteme auf der anderen Seite) ist denkbar und deren Realisierung wird aktuell verfolgt.

Matthias Koch

### Fazit

„Die Präzisionslandwirtschaft kann für Lohnunternehmen und größere landwirtschaftliche Betriebe ein gangbarer Weg sein, um durch automatische Datenerfassungen und -verarbeitung die Nährstoffeffizienz zu erhöhen und Umweltaspekte stärker zu berücksichtigen. Die Technik kann aber nur unterstützen, die Fachkenntnisse des Landwirtes sind dabei gegebenenfalls noch stärker gefordert.“



# 8 | Zierpflanzenbau – Entwicklung eines Exaktgießwagens zur Steigerung der Nährstoff- und Wassereffizienz

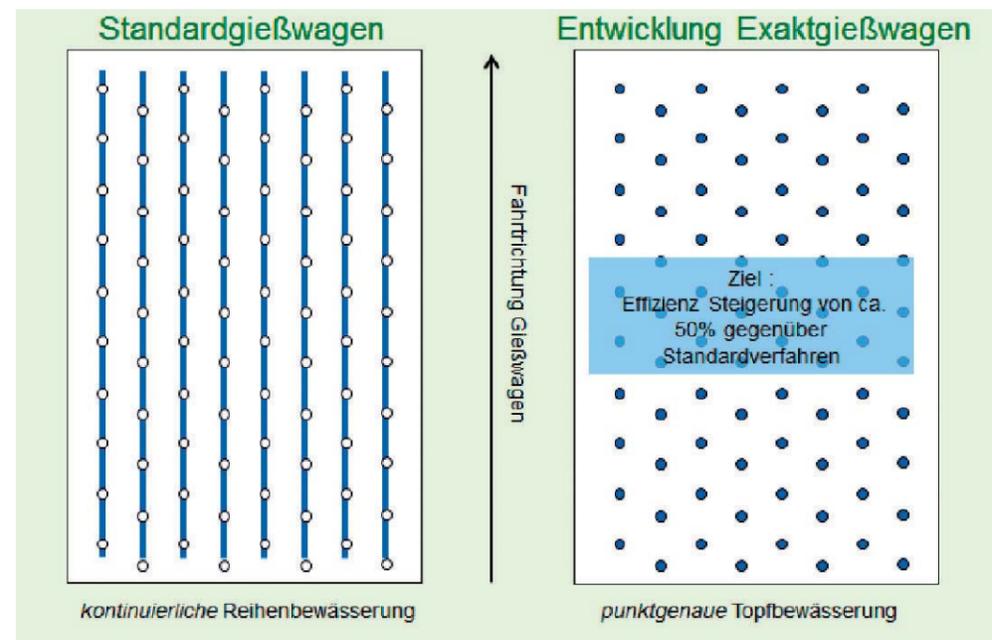
## Ausgangssituation:

Die Bewässerung der Freilandkulturen im Zierpflanzenbau wird durch verschiedene Bewässerungstechniken bewerkstelligt.

Heutzutage gängige Bewässerungen erfolgen per Rundregner oder permanent wassergebenden Standardgießwagen. Je nach Kultursystem können neben der Bewässerung auch wasserlösliche Flüssigdünger dosiert beigemischt werden. Rundregner haben eine sehr windanfällige Wasserverteilung. Beide Verfahren bewässern nicht nur die Töpfe, sondern auch die Zwischenräume auf der Stellfläche.

Ziel der Projektarbeiten in den Modellbetrieben mit Zierpflanzenbau ist die Entwicklung von Bewässerungsverfahren, mit denen deutlich geringere Aufwendungen an Wasser und Dünger verbunden sind. Aktuell wird daran gearbeitet, ausschließlich die jeweiligen Kulturpflanzen mit punktgenauer Topfbewässerung zu gießen. Drainverluste aus den Kulturgefäßen in die Stellfläche sollen zudem durch optimale Wasserdosierung möglichst auf „Null“ reduziert werden.

Hierdurch wird der Eintrag von Stickstoff in das Grundwasser minimiert werden, die Ressource Wasser effizient eingesetzt und Energie eingespart werden.



## Entwicklung der Prototypen eines „Exaktgießwagens“:

Die Idee, ein Bewässerungsverfahren zu entwickeln, welches das Gießwasser und den zu verabreichenden Dünger ausschließlich in den jeweiligen Kulturtopf appliziert (Impulsgießwagen) wurde in der Vergangenheit bereits verfolgt, scheiterte jedoch an seiner schwierigen technischen Umsetzung.

Im vorliegenden Projekt wird ein neues technisches Konzept erarbeitet und umgesetzt, welches für große Topfgrößen bzw. sogenannte Container schon exakt funktioniert und einen Einspareffekt an Wasser und Dünger von ca. 50 - 70 % je nach Ausnutzung der Kulturfläche erzielt. Weiterhin konnten auch Einsparpotentiale bzgl. des Stromverbrauchs für die Pumpen von ca. 40 % erreicht werden.

Zurzeit wird ein weiterer Gießwagen für die Kultur von gängigen kleineren Topfgrößen entwickelt und laufend optimiert. Besondere Herausforderungen hierbei sind

1. das präzise rationale Ausrichten der Töpfe auf der Kulturfläche. Das Raster wird durch den Gießwagen vorgegeben.
2. das Sicherstellen der impulshaft benötigten, großen Wassermenge je Bewässerungsvorgang um eine Gleichverteilung zu erreichen.

Klaus Karl



## Fazit

„Mit der neuen Konzeption eines Exaktgießwagens werden Wasser- und Düngeraufwand deutlich reduziert werden. Nebenbei erfolgen Stromeinsparungen durch geringeren Pumpeneinsatz. Der Gießwagen für Containerware ist quasi vor Abschluss, der größere Gießwagen für kleinere Töpfe in der Entwicklungsphase.“



## 9 | Ausblick

Mit den Modellbetrieben, die über NRW verteilt in den belasteten Grundwasserkörpern liegen, erhalten wir stetig neue Anregungen für umweltschonendere Wirtschaftsweisen aus der Praxis. Soweit diese mit den Zielen und Aufgaben der Wasser-Rahmenrichtlinie übereinstimmen, versuchen wir nach einer abgestimmten Prioritätenliste, diese umzusetzen und deren Ergebnisse durch Veranstaltungen und Veröffentlichungen in der Praxis zu verbreiten.

Aktuell sind wir nun im dritten **Trockenjahr** in Folge. Im bevölkerungsreichsten Bundesland könnte das zur Verfügung stehende Wasser zukünftig knapper werden, wenn der Trend anhält. Nachfrage nach Wasser im Land besteht bei über 17 Mio. Verbrauchern, Industrie, Bergbau und aufgrund des Klimawandels in zunehmendem Maße in der Landwirtschaft zur Qualitäts- und Ertrags-sicherung. Seit zwei Jahren arbeiten wir mit einigen Modellbetrieben an der Verbesserung der Wassereffizienz und der Verringerung möglicher nährstoffreicher Auswaschungen aus dem Oberboden. Bewässerungsmengen, wassersparende Lösungen, gute Verteilung wird getestet, ebenso die Wirtschaftlichkeit, um den Landwirten Lösungen im gesellschaftlichen Konsens bieten zu können.

Glyphosat steht vor dem Zulassungsende. Um die **Mulchsaat** mit ihren Vorteilen trotzdem zu erhalten, arbeiten wir mit den Betrieben an alternativen Lösungen. Diese sind für die Landwirte in den erosionsgefährdeten Gebieten dringend erforderlich, zumal die scheinbar zunehmenden Starkniederschläge die Erosionsrisiken erhöhen.

Die **Präzisionslandwirtschaft** mit thematischen Karten, nährstoffgerechter Düngung, Sensortechnik ist in vieler Munde. In welcher Form und für welche Betrieb diese geeignet ist, werden wir in den Modellbetrieben testen. Die Aufzeichnungspflichten können eventuell an die Daten der Präzisionslandwirtschaft gekoppelt werden. Dies würde bedarfsgerechtes Wirtschaften eventuell erleichtern und gleichzeitig die Landwirte im Büro entlasten.



Demoanlage Tröpfchenbewässerung bei Kartoffeln (Foto: Thomas Schorn, Euskirchen)



Gezielte Düngung im Gemüsebau

An den **Saugplattenstandorten** werden wir weiterhin das Sickerwasser prüfen, um Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftung, Düngung, eventuell auch Bewässerung herzustellen um grundwasserschonendere Wirtschaftsweisen zu identifizieren und publik zu machen.

Der **Boden** als wesentlicher Produktionsstandort rückt dabei bei den Modellbetriebsleitern zunehmend in den Vordergrund, die Bewahrung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit wird als notwendiger erachtet, um die Zukunftsaufgaben zu lösen. Nährstoffe zu erhalten, Auswaschungen verringern, sich für den Klimawandel zu rüsten hängt eben stark vom Boden und dessen Behandlung ab.

In den **Veredlungsstandorten** in NRW arbeiten wir mit den Modellbetrieben an einer effizienteren und umweltgerechteren Ausbringung und Nutzung des vorhandenen wertvollen Naturdüngers. Die steigende Effizienz des Wirtschaftsdüngers erfordert parallel eine Reduzierung des mineralischen Düngers. Wie hoch diese Reduktion sein kann, testen wir in den Modellbetrieben.

In Verbindung mit den **Zwischenfrüchten** wird es sicher möglich werden, die Nährstoffverluste ins Grundwasser in den Sickerperioden deutlich zu reduzieren, obwohl steigende Bodentemperaturen im Winter die Mineralisierung nicht mehr zum Stillstand kommen lassen, wie z. B. im nicht vorhandenen Winter 2019/20 und davor.

Zu all dem wollen die Modellbetriebe Anregungen geben, Probieren, Lösungen erarbeiten und bei der Umsetzung helfen. In diesem Sinne wünschen wir uns, Ihnen mit Hilfe dieser Zusammenstellung erste Hilfestellungen und Ausblicke geben zu können und die Weichen zu stellen in Richtung **Wasserschutz**, aber auch **Ressourcenschutz**, **Klimaschutz** und **Nachhaltigkeit**.



## Etablierung grundwasserschonender Anbauverfahren für die Landwirtschaft und den Gartenbau

## Impressum

Erfahrungen aus 5 Jahren Modellbetrieben der Wasserrahmenrichtlinie in Nordrhein-Westfalen

Herausgeber:	Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Redaktion:	Uwe Kalthoff Fachbereich 61 - Landbau, Nachwachsende Rohstoffe  Gartenstraße 11 50765 Köln-Auweiler  Telefon: 0221 5340-528 E-Mail: <a href="mailto:wasserschutz@lwk.nrw.de">wasserschutz@lwk.nrw.de</a> <a href="http://www.landwirtschaftskammer.de">www.landwirtschaftskammer.de</a> <a href="http://www.wasserschutz-nrw.de">www.wasserschutz-nrw.de</a>
Autoren:	Anna Boßmann Marco Breuer Georg Ebbeler † Pascal Gerbaulet Michael Gersmann Uwe Kalthoff Klaus Karl Regina Kassau Matthias Koch Stefan Schulte-Übbing
Fotos:	LK NRW, vornehmlich Modellbetriebsberater; Titelfoto und Foto Seite 58: Peter Gräßler, LK NRW
Layout:	Hamm-Design  Juli 2020

**Modellbetrieb Schmale**  
Wasserschonende Maßnahmen für Landwirte  
Demonstrationsversuche

Landwirtschaft & Gartenbau

**Modellbetrieb Schmale**  
Wasserschonende Maßnahmen für Landwirte  
Demonstrationsversuche

Landwirtschaft & Gartenbau

Landwirtschaftskammer  
**Nordrhein-Westfalen**

Klimawandel, Frühjahrstrockenheit, strengere Auflagen im Pflanzenbau und Pflanzenschutz – Dies sind nur einige wenige Schlagwörter, mit denen die Landwirtschaft aktuell stark konfrontiert wird. In dieser Demoanlage soll nachvollzogen werden, in wie weit es möglich ist höhere bzw. gleichbleibende Erträge im Mais zu generieren. Denn diese dienen nicht nur unserer Lebensmittelversorgung, sondern sind zugleich positiv für unsere Umwelt durch mehr Nährstoffeffizienz. Dieser anspruchsvollen Aufgabe stellen wir uns hier mit dem Thema: teilflächenspezifische Aussaat (Präzisionslandwirtschaft), hoch effiziente Düngung am Bedarf der Pflanzen und der Sorten.

**Aussaatkarte**

- Sehr Hoch
- Hoch
- Mittel
- Niedrig
- Sehr Niedrig

Legende

- Sehr hoch: 9,0 Km<sup>2</sup>
- Sehr niedrig: 6,5 Km<sup>2</sup>
- Fläche: 7,6 Km<sup>2</sup>
- Ohne Aussaatkarte: 8,0 Km<sup>2</sup>

Eigenschaften		Dauerhafte stark überlebensfähige Pflanzen	
Sorte	Ertragsleistung	Sorte	Ertragsleistung
... (table continues with many rows of crop data)	...	...	...