

BeSt-SH: Digitalisierung in der Landwirtschaft, Teil 8

## Nährstoffkreisläufe

Nährstoffe wie Stickstoff- und Phosphorverbindungen sind ein häufig diskutierter Aspekt, wenn es um eine ressourcenschonende Zukunft, rechtliche Rahmenbedingungen und nicht zuletzt ökonomische Wertschöpfung geht. Doch wie könnte eine Erfassung und Dokumentation dieser Stofffrachten aussehen, um letztendlich auch sinnvoll im Produktionsmanagement genutzt zu werden? Und wo sind die geeigneten Orte und Zeiten, um repräsentative Werte zu erhalten? Oder steht das alles schon in Tabellen? Diese Fragestellungen werden im Projekt BeSt-SH aufgeworfen und nachfolgend erörtert.

Mit Nährstoffkreisläufen hat sich jeder Landwirt (unweigerlich) schon einmal beschäftigt; vorneweg der Stickstoff, aber auch Phosphor wird in der landwirtschaftlichen Produktion an vielen Stellen gebraucht und fällt an anderen wieder an. So schön ideal wie im Lehrbuch oder in der Abbildung sind die Nährstofffrachten meist aber nicht. Wer weiß schon, wie viel Stickstoff in Form von Protein genau vom Maisfeld Achterkamp abgefahren wird; wie viel davon in der TMR für die Gruppe der laktierenden Kuhgruppe IV landet

und dann wieder über den Flüssigmist auf einem anderen Feld ausgebracht wird? Im digitalen Experimentierfeld erfolgt genau diese Untersuchung.

### Genau und transparent – aber wie(viel)?

Betrachten wir den typischen Stickstoffkreislauf für einen Milchviehbetrieb einmal genauer:

- A) Kühe nehmen Stickstoff aus (meist selbst angebautem) **Grundfutter** und (meist zugekauftem) **Kraftfutter** auf, geben ihn über die
- B) **Milch** sowie
- C) feste, flüssige und gasförmige **Ausscheidungen** wieder ab. Der Fleischansatz sollte bei ausgewachsenen Milchkühen keine Rolle spielen, für heranwachsende und erst recht für Masttiere aber schon. Der Flüssigmist ist je nach Verfahren und Zeitraum noch gasförmigen Verlusten ausgesetzt, bis er wieder auf den
- D) **Böden** der Anbauflächen ausgebracht wird. Dort wird er nur zu einem Teil von den aufwachsenden Pflanzen aufgenommen und eine sehr große zeitliche Pufferung und Vermischung anderer Stickstoffquellen findet statt. →



Online-NIR-Messung beim Maishäckseln. Direkt am Auswurf kann neben der Qualität auch über GPS die Teilfläche dokumentiert werden.

Foto: Prof. Yves Reckleben

# Meine Mais-Empfehlung für Ihre Region



**Axel von Schrader**  
Mobil: 01 62 / 4 28 43 25

**Jetzt bestellen und mind. 5 € pro Einheit sparen! \***

**KWS JOHANINIO**  
S 210 / K 230

**BENEDICTIO KWS**  
S 230 / K 230

**KWS BERNARDINO**  
S 240 / ca. K 230

[www.kws.de/mais](http://www.kws.de/mais)

ZUKUNFT SÄEN  
SEIT 1856



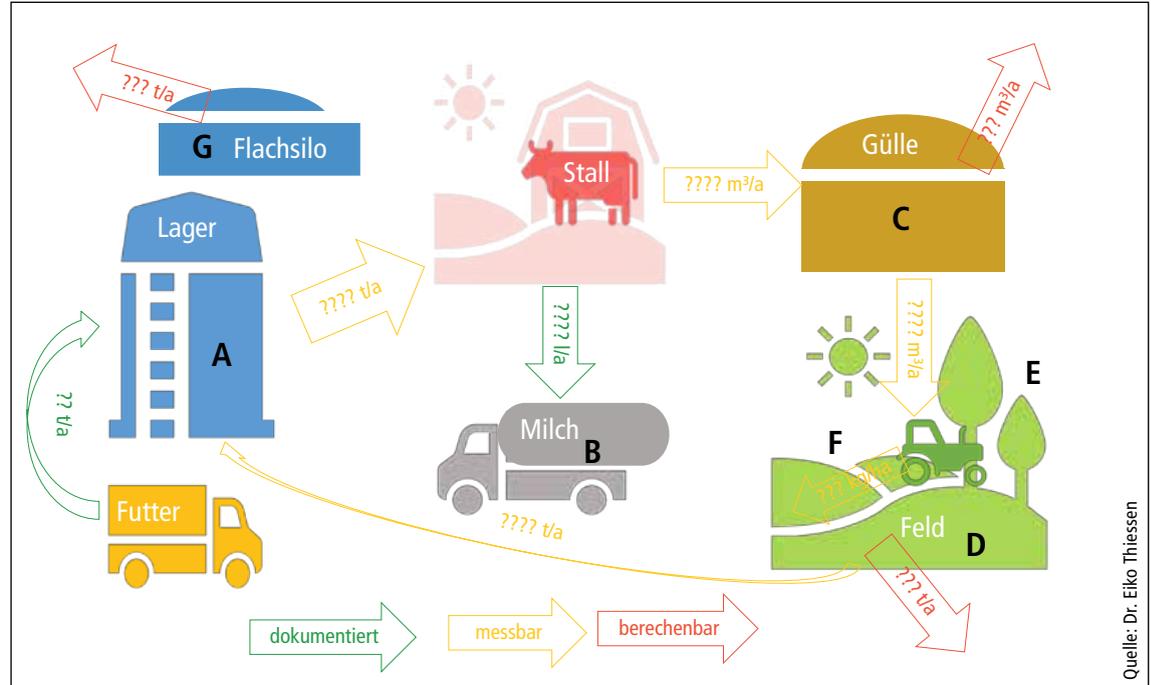
\* Bei Bestellung bis zum 15.01.2021: 5 Euro Rabatt pro Einheit (1 Einheit = 50.000 Körner) auf den Sortenpreis + Mengenvorteil.

- E) Über die **Pflanzenernte** findet wieder eine Stickstoffentnahme statt, an welcher sich zuvor die Stickstoffgabe durch Produktionsverfahren (organische und mineralische
- F) **Düngung**, Zwischenfrüchte) orientiert. Nur über einen sehr langen Zeitraum lässt sich im Mittel eine Bilanz aufstellen, in die auch die Im- oder Emissionen mit eingehen.
- G) Bei der **Lagerung** dieses Grundfutters, zum Beispiel in Flachsilo, kommt es erstens zu einer starken, aber inhomogenen Vermischungen der Herkünfte und zweitens zu einem zeitlichen zunehmenden Lagerverlust, bis die Nährstoffe wieder auf dem Futtertisch landen.

Die Stickstofffrachten liegen erst einmal im Dunkeln; können an geeigneter Stelle im Kreislauf jedoch mehr oder weniger einfach und exakt bestimmt werden. Der Zukauf von Futter ist sicherlich gut belegt und auch die Inhaltsstoffe, sprich Nährstoffe, sind offen deklariert. Eine Ermittlung der Masse kann während der Ernte über eine Fuhrwerkswaage oder den Feldhäcksler mit Ertragserfassung erfolgen; die Inhaltsstoffe sind prinzipiell entweder bei Ernte oder Einlagerung zugänglich (siehe weiter unten). Die Futterrationen werden meist exakt zugewogen und verteilt, lediglich den Futterresten wird weniger Aufmerksamkeit gewidmet, ebenso den Einstreuensorgungen; diese fallen aber wohl stickstoffmäßig kaum ins Gewicht. Es bleiben die in Masse und Inhaltsstoffen gut dokumentierte Milchabfuhr sowie die Gülleentsorgung, welche spätestens beim Ausbringen mengenmäßig erfasst wird und dort auch inhaltsstoffspezifisch messbar wäre (auch unten näher erklärt). Die Emissionen – entweder gasförmig bei der Wirtschaftsdüngerentstehung, -lagerung und -ausbringung oder über den Boden sowie flüssige Auswaschung – sind selbst im Forschungsbereich nur schwer quantifizierbar und können bestenfalls als Differenz zu den anderen Stickstofffrachten berechnet werden.

All die Fragezeichen an den Pfeilen in der Abbildung – sprich die damit verbundenen Nährstofffrachten – gilt es, mit betriebsspezifischen Zahlen zu füllen. Doch wozu eigentlich? Einerseits, um sein eigenes Nährstoffmanagement zu optimieren; Nährstoffe kosten Geld, bringen Leistung und werden letztendlich zum marktfer-

**Abbildung: Typischer Nährstoffkreislauf am Beispiel des Stickstoffes. Wie sehen die Zahlen wohl auf einem bestimmten Betrieb aus? (die Buchstaben finden sich im Text)**



Quelle: Dr. Eiko Thiessen

tigen Produkt. Und andererseits, um den steigenden Anforderungen an die rechtlich vorgeschriebene Dokumentationspflicht zu genügen und wahrscheinlich deren Grenzen auch auszureizen. Für Letzteres sind nur die Stellen A) Zukauf und F) Feldapplikation transparent zu halten; um Fragestellungen rund um das Management zu beantworten, aber auch alle anderen Stellen.

Hier wäre also eine Transparenz für den Betreiber in der Form wünschenswert, dass für jeden Vorgang die Menge – Masse zum Beispiel in t oder Volumen in m<sup>3</sup> – und die Nährstoffkonzentration – beispielsweise in g N/kg oder kg N/m<sup>3</sup> – bestimmt werden. Dabei spielt natürlich der Trockenmasseanteil eine große Rolle, da Wasser selbst nur zur Menge beiträgt.

### Beispielrechnung für den Überblick

Eine Beispielrechnung soll die Genauigkeiten etwas näherbringen: Eine Ladung von 20 t Maishäckselgut wird eingelagert. Die Frischmasse wird mit der Fuhrwerkswaage auf 50 kg genau erfasst, also etwa 0,25 % relativer Fehler. Die Trockenmasse (zirka 350 g/kg) durch Bestimmung einer Probe weist einen etwas größeren relativen Fehler auf – sagen wir zirka 2 % –, spiegelt aber nur die entnommene Probe wider. Die gesamte Ladung mag ein Variati-

on der Trockenmasse von 4 % haben. Der in der Trockenmasse analysierte Stickstoffgehalt ergibt sich überschlägig aus dem Rohprotein von typischerweise 80 g/kg TS zu 13 g N/kg TS und unterliegt auch wieder natürlichen Schwankungen in der Wagenladung, welche

ja meist auch von einer heterogenen Feldfläche stammt – typischerweise mit einer Variation von etwa 5 %. Hinzu kommt noch die Unsicherheit bei der Laborbestimmung von zirka 6 %. Summa summarum ergibt diese Ladung eine Stickstofffracht von 90 kg N im Mittel,



Sensorik für die Nährstoffanalyse an einem Rohr beim Durchlauf von Flüssigmist. Theoretisch kann jede Sekunde ein Nährstoffwert ermittelt werden. Foto: Rainer Kock

kann jedoch vor allem wegen der Probenahme auch gut 10 bis 20 % davon abweichen.

### Wie Licht ins Dunkel bringen?

Prinzipiell kann man drei Methoden unterscheiden, um die Nährstoffkreisläufe mit Daten zu füllen und transparent zu machen:

1. Schätzwerte oder auch Tabellenwerte (etwa vom KTBL, von der Landwirtschaftskammer, VDLufa-Durchschnittswerte, DLG-Tabellen und so weiter). Die Frage ist, ob diese Werte den eigenen Betrieb widerspiegeln. Sie sind zwar in einer Vielzahl von Studien und unterschiedlichen Verfahrensvarianten ermittelt worden, geben für den eigenen Betrieb aber bestenfalls einen Mittelwert an und können die Heterogenitäten in Raum und Zeit nicht abbilden.

2. Probenahme und Laboranalyse. Dieses Verfahren liefert sogenannte Referenzwerte beziehungsweise ist der Goldstandard für alle anderen Methoden und liefert die genauesten und umfassendsten Ergebnisse für diese Probe. Ob die Probe jedoch repräsentativ ist, steht auf einem anderen Blatt geschrieben: Ist es eine Mischprobe von verschiedenen Silostellen, war das Güllelager gut aufgerührt – viele Faktoren beeinflussen die Repräsentativität der Probe. Im obigen Beispiel ist gut vorstellbar, dass die Heterogenität beim Befüllen mit einer Häckselbahn entlang des Feldes sich etwa von hinten nach vorne (trockenes Jahr) im Häckselwagen wiederfindet und somit einer Stichprobe – wenn sie nicht im wahrsten Sinne des Wortes von hinten nach vorne durchgestochen wird – verborgen bleibt.

3. Sensorik – meist online. Sie spielt ihre großen Stärken gerade in dieser Repräsentativität aus, wenn sie an geeigneter Stelle eingesetzt wird: Es wird je nach Sensortyp auch nur ein Bruchteil des gesamten Stoffstromes gemessen, aber dafür kontinuierlich. So wird zum Beispiel das gesamte Erntegut an einer Stelle im Häcksel gebündelt und liegt dort auch gut vermischt vor, sodass vom Lager das gesamte Gut vermessen wird. Auch könnte bei der Entnahme kurz vor der Fütterung der Nährstoffgehalt des ansonsten sehr heterogenen Futtersilos bestimmt werden. Viele Sensortypen, wie NIRS, beruhen auf indirekten Methoden und haben bes-

tenfalls eine relative Genauigkeit von zirka 10 %, was sich erst einmal wenig anhört. Berücksichtigt man aber die starke Heterogenität der Substrate (mit einer Variation von deutlich über 10 %), dann kann die Sensorik einen repräsentativeren und vor allem schnelleren Überblick der Nährstoffe liefern als eine Probenahme. Die Messung durch die Sensorik kann nämlich an geeigneter Stelle, wo der Substratstrom gut vermischt vorliegt, im Verfahrensprozess automatisiert werden. Hingegen ist die Probenahme gerade von mehreren repräsentativen Stellen häufig schwer machbar. Somit wäre in unserem Beispiel von oben die Ungenauigkeit bei der Bestimmung der Stickstofffracht vom Feld ins Lager ähnlich oder sogar geringer, als wenn eine Probenahme jeder Wagenladung stattfinden würde.

Ähnlich sieht es für die flüssigen Wertstoffe aus: Der Wirtschaftsdünger aus dem Stall könnte auch mit einer Onlinesensorik auf Stickstoff und Phosphor gemessen werden, bevor er im Lager landet. So könnten auch aufgrund der erfassten Variationen über die Fütterungstage Rückschlüsse auf die Fütterung beziehungsweise Futtermittelverwertung gezogen werden. Wie beim Futtersilo lässt sich das Wirtschaftsdüngerlager nur schwer repräsentativ beproben; bei der Entnahme oder spätestens Applikation auf dem Feld liegt hier jedoch auch wieder eine Stelle vor, an der das zumindest über den Rohrquerschnitt homogene Material online zum Beispiel mit NIRS vermessen werden kann und so etwa in der Pflanzenproduktion bedarfsgerecht appliziert wird. Das Prinzip des Messens vorher und nachher ermöglicht aber auch Abschätzungen der Lagerverluste, ob auf dem Silo oder im Lager.

Wie das auf konkreten Betrieben wirklich aussieht, ist unter anderem Bestandteil des Experimentierfeldes „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ und wird in diesem Rahmen bei Vorliegen der Ergebnisse in Zukunft präsentiert.

In einem Folgeartikel wird es in Kürze darum gehen, welche digitalen Chancen sich aus der neuen Düngeverordnung für die landwirtschaftlichen Betriebe in Schleswig-Holstein ergeben.

Dr. Eiko Thiessen  
Christian-Albrechts-Universität  
zu Kiel  
Tel.: 04 31-880-37 90  
ethiessen@ilv.uni-kiel.de

## Schwerpunktthemen im Dezember 2020

[Ausgabe 49/2020](#)

### Sortenversuche Kartoffeln

Erscheinungstermin: 5.12.2020

Anzeigenschluss: 24.11.2020

[Ausgabe 50/2020](#)

### Sortenempfehlung Silomais

Erscheinungstermin: 12.12.2020

Anzeigenschluss: 1.12.2020



[Ausgabe 51/2020](#)

### Sonderseiten Weihnachtsgrüße

Erscheinungstermin:

19.12.2020

Anzeigenschluss:

8.12.2020

### Beratung für gestaltete Anzeigen:

Susanne Reimers 04331 / 1277 - 824

Nele Mewes 04331 / 1277 - 825

E-Mail: [anzeigen@bauernblatt.com](mailto:anzeigen@bauernblatt.com)

### Außendienst

#### Schleswig-Holstein und Hamburg:

Julia Schröder 04331 / 1277 - 871

Mobil 01515 / 1060538

E-Mail: [julia.schroeder@bauernblatt.com](mailto:julia.schroeder@bauernblatt.com)

Leonie Kopischke 04331 / 1277 - 827

Mobil 0171 / 4 76 32 97

E-Mail: [leonie.kopischke@bauernblatt.com](mailto:leonie.kopischke@bauernblatt.com)

**bauern  
blatt**

**[bauernblatt.com](http://bauernblatt.com)**