

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 84 (2022)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Bei NIRS genauer hingeschaut  
**Autor:** Hunger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082551>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Es ist ein alter, aber aktueller Wunsch, die genauen Nährstoffgehalte der ausgebrachten Gülle zu kennen. Bild: R. Hunger

## Bei NIRS genauer hingeschaut

**Der massive Anstieg der Mineraldüngerpreise wirkt sich auch auf den Wert der Hofdünger aus. Leider fehlen beim Einsatz von Hofdünger, insbesondere Gülle, die Kenntnisse über die genaue Nährstoff-Zusammensetzung. Wie sollen daher die effektiven Inhaltsstoffe erfasst und korrekt dokumentiert werden?**

**Ruedi Hunger**

Online-Messverfahren haben das Potenzial, die Erfassung und Dokumentation der Gülle-Inhaltsstoffe zu verbessern. Mindestens auf den ersten Blick. Ein genaueres Hinschauen ist mindestens nach Meinung der Projektverantwortlichen «Digi-Milch» an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (D) notwendig.

### Die Krux mit den Inhaltsstoffen

Der massive Anstieg der Mineraldüngerpreise erhöht den Wert der Hofdünger, umso exakter müssen Hofdünger ausgebracht werden und umso wichtiger ist die Kenntnis der Inhaltsstoffe. Der erhöhte Dokumentationsbedarf bzw. die vermehrte Aufzeichnungspflicht erfordern ihrerseits bessere Kenntnisse der Hofdü-

nger-Zusammensetzung. Doch ganz so einfach ist es nicht. Die Besonderheit von Gülle ist, dass die Inhaltsstoffe zum Teil Schwankungen\* unterworfen sind. Tabellenwerte (GRUD 2017 oder Wirz-Kalender) können diesen Schwankungen nicht gerecht werden. Auch regelmässige Laborproben können die Schwankungen nur teilweise abbilden. Gerade bei Proben kann es zudem zu erheblichen Probe-Entnahmefehlern kommen, welche dann ihrerseits das Resultat verfälschen.

### NIRS-Analysen als Lösung?

Vermehrt besteht daher das Interesse an Online-Messverfahren wie der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS). Um damit die Erfassung und gleichzeitig die Dokumen-

tation zu verbessern. NIRS-Sensoren liefern relativ gute Resultate, allerdings gibt es immer wieder Situationen, wo sie deutlich danebenliegen. Die Hersteller sind daher immer wieder mit Optimierungen gefordert, damit die Resultate – sprich Kalibrationen – genauer werden. Die Messung der Nährstoffe erfolgt herstellerabhängig entweder bei der Ausbringung oder bei der Befüllung. Dabei erfasst der Sensor kontinuierlich die Nährstoffe und ermittelt daraus einen Mittelwert. Bei der teilflächenspezifischen Ausbringung wird die Ausbringmenge anhand der erfassten bzw. berechneten Nährstoffe appliziert. Die Datenübertragung bis in ein Farm-Management-Informationssystem (FMIS) verläuft nicht immer reibungslos, da nicht

alle elektronischen Erfassungs- und Verarbeitungssysteme kompatibel sind. Für eine breite Anwendung muss also auch, oder insbesondere, die Dokumentation und die Datenaufarbeitung verbessert werden.

### Die NIRS-Technologie

Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) hat sich in den vergangenen Jahren an verschiedenen Stellen des landwirtschaftlichen Untersuchungswesens etabliert. NIRS-Technologie kommt unter anderem für die TS-Bestimmung bei Silomais und Grünfütter oder zur Inhaltsstoffbestimmung auf dem Futtermischwagen zum Einsatz. Weiter zur Erntezeitbestimmung von Silomais und zur Inhaltsstoffanalyse in der Total-Misch-Ration. Vielversprechend und mit hohen Erwartungen behaftet, bietet sich die NIRS-Technologie zur Inhaltsstoffbestimmung von Gülle und Gärresten an. Die NIR-Spektroskopie ist ein indirektes Messverfahren oder mit anderen Worten ein Schätzverfahren. Daher ist es naheliegend, dass die Kalibrierung der Geräte eine entscheidende Rolle spielt. Es ist daher zwingend, dass eine ausreichend (hohe) Zahl an repräsentativen Daten mit möglichst gleichmässiger Verteilung vorhanden ist. Weil die landwirtschaftlichen Hofdünger (Güllen) sehr unterschiedlich sind und ihre Zusammensetzung hoch komplex ist, braucht es vorab tausende von Messungen. Mittels dieser Messungen wird das System herstellerseitig «angelernet». Letztlich ist dies genau der entscheidende Punkt, denn Breite und Qualität dieser Messungen entscheiden über die Praxistauglichkeit.

### Methoden zur Erfassung der ausgebrachten Güllemengen

Gängige Methode der Gülledosierung	Neue Methode zur Gülledosierung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbringmenge festlegen (Tabellen- oder Laborwerte)</li> <li>• Fass füllen</li> <li>• Gülle auf dem Feld ausbringen</li> <li>• Zählung der Fässer mit Strichliste oder Fasszähler</li> <li>• Dokumentation in der Schlagkartei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applikationskarten erstellen (Satelliten-, Ertragsdaten, Bodenkartierung, Pflanzensensor)</li> <li>• Ausbringung nach Applikationskarte</li> <li>• Datenübertragung per Telemetrie oder USB-Stick</li> <li>• (Farmmanagementsystem FMIS)</li> </ul>
Das Potenzial der Hofdünger kann nicht ausgenutzt werden.	Das Potenzial der Hofdünger kann voll (besser) ausgeschöpft werden.

### Qualitätssicherung

Im Rahmen eines grösseren Projekts (Digi-Milch) hat die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft LfL NIRS-Sensoren zur Bestimmung der Gülleinhaltsstoffe im praktischen Einsatz getestet. Die Forschungs- und Prüfergebnisse der LfL wurden von Manuel Boppel (Institut für Landtechnik und Tierhaltung) an der Tagung «Landtechnik im Alpenraum» vom 30. März 2022 vorgestellt. Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass die verschiedenen Sensoren untereinander zum Teil erhebliche Abweichungen aufweisen. Speziell bei Phosphor kam es zu Abweichungen von bis zu 100 %. Es gibt aber auch Sensorresultate, die sehr nah an den Laborergebnissen sind. Bei verschiedenen, nicht homogenisierten (aufgerührten) Güllen veränderten sich in den Versuchen die Labor- und die NIRS-Werte fast parallel mit einem Unterschied von etwa 5 %. Das zeigt, dass die Sensoren Gehaltsänderungen während der Ausbringung sehr wohl erkennen können, auch wenn

die Analysen noch mit gewissen Fehlern behaftet sind. Verschiedene NIRS-Sensoren sind DLG-geprüft, damit besteht eine gewisse Gewähr, dass die Fehlerquellen in einem tolerierbaren Rahmen liegen. Allerdings, und das ist wichtig zu wissen, nur bei einer bestimmten Gülleart. Da es

**Sowohl bei der NIRS- als auch bei der Labor-Analyse muss die Gülle vorgängig homogenisiert, d. h. gerührt, werden, ansonsten gibt es immer Abweichungen.**

x verschieden Güllen und Zusammensetzungen gibt, muss dennoch die Kalibrierung optimiert werden. Deshalb schlägt das LfL vor, dass NIRS-Sensoren nach einer bestimmten Zeit (z. B. jährlich) nachgeprüft werden. Ein NIRS-Qualitätssicherungssystem würde das Vertrauen der Landwirtinnen und Landwirte in die relativ neue, aber im «Güllesektor» noch wenig verbreitete Technologie erhöhen.

### Interessenskonflikte und Konkurrenzdenken

Die NIRS-Messungen oder Analysen haben gegenüber anderen analytischen Verfahren (Labor) den grossen Vorteil, dass sie schnell ein Ergebnis liefern. Dadurch ist bzw. wäre die NIR-Spektroskopie eine direkte Konkurrenz zu den Untersuchungslabors, wo man wochenlang auf Resultate wartet. «Wäre» deshalb, weil wie erwähnt noch einige Ungenauigkeiten und damit auch Unsicherheiten bestehen. Selbst bei den Laborproben bestehen aber Unsicherheiten, weniger beim Analyseverfahren, als bei der Repräsentativität der



#### TOPCON AGRICULTURE LMS 20-NIR SENSOR MIT KALIBRATIONSMODELL V14.3.1

- ✓ **Inhaltsstoffe in Rindergülle:**  
TM, N<sub>Gesamt</sub>, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O
- ✓ **Inhaltsstoffe in Schweinegülle:**  
TM, N<sub>Gesamt</sub>, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- ✓ **Inhaltsstoffe in Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle:**  
TM, N<sub>Gesamt</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O
- ✓ **Inhaltsstoffe in flüssigem Gärrest:**  
TM, N<sub>Gesamt</sub>, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

DLG-Prüfbericht 7141

Eine DLG-Anerkennung bietet die Gewähr, dass die Inhaltsstoffe mit relativ hoher Genauigkeit erfasst werden. Bild: DLG



NIRS-Sensoren sollen keine Insellösung sein, sondern müssen bis zum Farmmanagementsystem (FMIS) vernetzt sein. Bild: R. Hunger

### «Schwingfest» der Moleküle

Das nahinfrarote Licht (NIR) erstreckt sich im Bereich der Wärmestrahlung über eine Breite von 800 nm bis 2500 nm (nm = Nanometer/ein Milliardstel Meter). Grundlage der NIR-Spektroskopie ist das Lambert-Beer'sche Gesetz, das die Abnahme der Strahlungsintensität von Licht durch ein absorbierendes Medium beschreibt. Einfallendes Licht wird zum Beispiel von Gülle und deren Inhaltsstoffen absorbiert, reflektiert oder durchgelassen werden. Da verschiedene Inhaltsstoffe bei unterschiedlichen Wellenlängen in Schwingung (in ein «Schwingfest» der Moleküle) versetzt werden und damit dem Licht Energie entziehen, kann damit die Konzentration der Inhaltsstoffe anhand der reflektierten Wellenlängen oder der durchgelassenen Wellenlängen bestimmt werden.

Quelle: Arbeitsgruppe Biogas Forum Bayern

Probe und bei der Genauigkeit, mit der die Proben vorher gezogen wurden.

### Wunschdenken oder Realität?

Die Umsetzung des Idealzustandes mit einem NIRS-Sensor muss noch mit einem «Jein» beantwortet werden. Die Kompatibilität ist noch fehlerhaft (Traktor eigenes Fass, Traktor Fremdfass). Nacharbeitung der Hersteller ist daher unbedingt notwendig. Eine korrekte Dokumentation ist eine fachrechtliche Anforderung und die muss klappen! Nur so kann das Potenzial ausgenutzt und das Vertrauen von

Lohnunternehmern und Landwirtinnen/Landwirten gewonnen werden.

Wer heute ein NIRS-System zur Gülleanalyse kaufen will, muss rund 20 000 Franken oder gar mehr auf den Tisch legen. Naheliegender, dass dann ein fehlerfreies System erwartet wird, andernfalls wird sich diese Technik nicht auf breiter Basis durchsetzen und es wird weiterhin wertvolles Potenzial verschenkt.

### Fazit

NIRS-Sensoren haben das Potenzial, die Hofdüngerausbringung effizienter und

bedarfsgerechter zu machen. Ein Qualitätssicherungssystem ist notwendig, damit deutliche Abweichungen vom Laborwert (Ausreisser) erkannt werden. Noch fehlt es an der Vernetzung unter den Herstellern. Zudem werden die Praktikerrinnen und Praktiker durch fehlende (und fehlerhafte) Darstellung in FMIS frustriert. Das bedeutet, dass langfristig Potenziale verschenkt werden. ■

\* Jahreszeitlicher Unterschied, Tierarten, Fütterung, zusätzlicher Wassereintrag, rühren oder nicht usw.



Rubin 10



Programm Hacktechnik



Zirkon 8/12 Saphir 9/10

Ihre Gebietsverkaufsleiter:

Andreas Rutsch, Mob. 079 6 06 00 05, Email: a.rutsch@lemken.com

Karl Bühler, Mob. 079 8 24 32 80, Email: k.buehler@lemken.com

**LEMKEN**  
The Agrovision Company