

Einsatz von NIRS bei der Gülleausbringung

Um ökologische Ziele zu erreichen, wird die Ausbringung von Nährstoffen in der Landwirtschaft seitens des Gesetzgebers immer stärker reglementiert. Dadurch sind Landwirte weiter gefordert, reduzierte Nährstoffmengen noch effizienter zu verteilen. Ein geeignetes Verfahren könnte die Nahinfrarotspektroskopie sein, deren Chancen und Risiken unsere Experten beim Einsatz erläutern.

Tobias Jorissen, Silke Becker, Guido Recke, Hochschule Osnabrück, und Christine Henseling, Siegfried Behrendt, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung

Die NIRS (Nahinfrarotspektroskopie) ist eine optische Analyse­methode, die in der Landtechnik immer mehr Anwendung findet. Eine Einsatzmöglichkeit ist die Nährstoffanalyse in flüssigen Wirtschaftsdüngern. Bei der NIRS wird Licht auf eine Gülleprobe gerichtet und in Abhängigkeit der Nährstoffzusammensetzung werden verschiedene Wellenlängen reflektiert oder absorbiert. Die Genauigkeit der Messungen wird dabei im Wesentlichen von Kalibrationsmodellen bestimmt, die in Abhängigkeit je nach verwendeter Gülle unterschiedlich valide sind.

Eine bundesweite Regelung zum Einsatz von NIRS liegt bis dato nicht vor. Hingegen ist es möglich, von der DLG nach einer Gebrauchswertprüfung eine entsprechende Anerkennung zu erhalten. Die DLG hat

ein vierstufiges Bewertungsschema, welches in Abhängigkeit der relativen Abweichungen der NIRS-Messwerte zu den Labormessungen differenziert. Gemäß dem Bewertungsschema ist (vereinfacht) nach einem ausreichend großen Probenumfang ein „sehr gut bestanden“ bei einer relativen Abweichung von $\leq 10\%$ gegeben. Bis $\leq 15\%$ relativer Abweichung ist ein „gut bestanden“ erreichbar. Ein „bestanden“ ist mit einer Abweichung von bis zu $\leq 25\%$ möglich. In jeder Stufe werden ein bis zwei Wertausreißer in einem bestimmten Maß toleriert.

Im Rahmen des Experimentierfelds Agro-Nordwest fanden in 2021 und 2022 verschiedene Versuche zum Einsatz von NIRS zur Gülleausbringung statt. In Zusammenarbeit mit der Fa. Kotte aus Rieste wur-

den auf zwei Praxisbetrieben in Nordwestdeutschland verschiedene Gül­len getestet. Die Fa. Kotte erhielt für ihre NIRS-Technik „Josef Kotte NutrientContentLab (NCL) 2.0“ durch den Prüfbericht 7087 in 2020 eine DLG-Anerkennung bei der Messung von Schweinegülle, Rindergülle und flüssigen Gärresten

Neben den Praxisforschungen auf dem Feld wurden zur Anwendung von NIRS-Technik eine Fokusgruppe (moderierte Gruppendiskussion) sowie Interviews mit Nutzern und Experten durchgeführt. Hierbei war das Ziel, mit den Teilnehmern herauszuarbeiten, wie die Technologie aus Sicht der Praxis zu bewerten ist, welche Chancen und Hemmnisse bestehen. Insgesamt nahmen an der Fokusgruppe und den Interviews 12 Landwirte und Lohnunternehmer teil. Ergänzend hierzu fanden vier Experteninterviews statt.

Ergebnisse aus den Feldversuchen

Im Folgenden werden Ergebnisse des Einsatzes von NIRS bei der Gülleausbringung in den Kulturen Winterweizen, Mais und Kartoffeln in 2021 auf den landwirtschaftlichen Flächen von Michael Seelmeyer und Stephan Künne gezeigt. Ausgebracht wurden zweimal Schweinegülle (A und B) und zweimal Rindergülle (A und B). Hierfür wurde ein Pumptankwagen mit hydraulischem Pumptrieb der Fa. Kotte verwendet. Verbaut war die NIRS-Technik an der waagerechten Druckleitung oberhalb des Fasses.

Die NIRS-Untersuchungen waren Teilversuche von übergeordneten Versuchen, die unterschiedliche Ansätze im Düngemanagement hatten. Demzufolge waren die



Die Nahinfrarotspektroskopie analysiert Nährstoffe in flüssigen Wirtschaftsdüngern.

Foto: Jorissen



Verbaute NIRS-Technik an waagerechter Druckleitung oberhalb des Fasses

Fotos: Fa. Kotte

Probennahmen unter Praxisbedingungen auf dem Acker. Die aufgenommenen Gülle auf den Betrieben wurden im Fass homogenisiert und ein NIRS-Wert ermittelt. Zeitgleich wurden Gülleproben für Laboranalysen bei der LUFA Nord-West genommen. Bei den Analysen wurden neben der Trockensubstanz (TS) die Nährstoffgehalte von Stickstoff (N), Ammonium (NH₄-N), Phosphat (P₂O₅) und Kalium (K₂O) als weitere Parameter erfasst.

Bei Betrachtung der Ergebnisse der fünf Parameter der vier analysierten Gülle wird ersichtlich, dass die NIRS-Messungen die LUFA-Analysen zumeist unterschätzen. Im Gesamtmittel betragen die relativen Abweichungen 21 %. Vergleichsweise niedrig ist die Abweichung bei Rindergülle B mit 16 %, vergleichsweise hoch bei Rindergülle A mit 26 % (Abb. 2: Analyse der Trockensubstanz (TS) und Nährstoffgehalte). Die Abweichungen der NIRS-Messungen zu den LUFA-Analysen betragen im Mittel bei Schweinegülle A 22 % und bei Schweinegülle B 25 % (Abb. 1: Analyse der Trockensubstanz (TS) und Nährstoffgehalte).

Die niedrigsten Abweichungen zwischen NIRS- und LUFA-Werten war bei TS (14 %), N (18 %) und K₂O (18 %). Vergleichsweise hoch waren die Abweichungen bei NH₄-N (30 %) und P₂O₅ (23 %). Die hohen Abweichungen bei NH₄-N ergeben sich überwiegend aus den Analysen bei Schweinegülle B (48 %) und Rindergülle A (41 %). Deutlich geringer sind vor allem die NH₄-N-Abweichungen bei Schweinegülle A (12 %) und Rindergülle B (21 %).

Die Streuungen bei den NIRS-Messungen sind im Mittel höher als bei den LUFA-Analysen. Lediglich bei Rindergülle B und dem Parameter TS bei Rindergülle A sind die Standardabweichungen der LUFA Wer-

te höher als bei den Messungen mit NIRS. Bei Schweinegülle A weisen sowohl die NIRS-Messungen als auch die LUFA-Analysen geringe Standardabweichungen auf.

Einschätzungen aus Sicht der Nutzer

Um die Anforderungen der Nutzer im Hinblick auf die NIRS-Technologie bei der Ausbringung verschiedener Güllearten zu

erheben, wurde den Teilnehmern der Fokusgruppe und den Interviewpartnern zunächst ein Nutzungsszenario vorgestellt: NIRS-Sensoren werden direkt an dem Güllefass angebracht, mit dem die Gülle auf dem Feld ausgebracht wird. Dadurch können die teils beträchtlichen Schwankungen der Inhaltsstoffe direkt ermittelt werden. Mit den Sensoren kann die Gülle in Echtzeit hinsichtlich ihrer Gehalte gemessen werden. Die erstellten Daten können mit Applikationskarten abgeglichen

Abb. 1: Analyse der Trockensubstanz (TS) und Nährstoffgehalte bei Schweinegülle im Versuchsjahr 2021

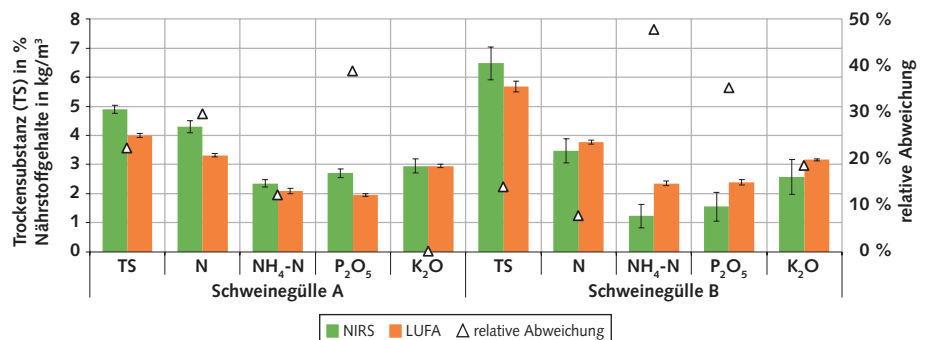
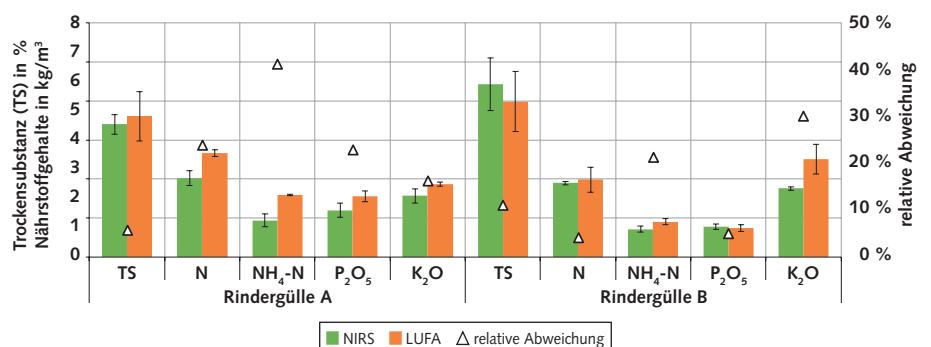


Abb. 2: Analyse der Trockensubstanz (TS) und Nährstoffgehalte bei Rindergülle im Versuchsjahr 2021



werden, auf denen ackerflächenspezifisch und in Differenzierung nach Art des Schlag es die Düngebedarfe abgebildet sind.

Aus den Diskussionen mit Landwirten, Lohnunternehmern und weiteren Praxisakteuren lässt sich ableiten, dass die Vorteile der NIRS-Technik vor allem in der Echtzeit-Messung der Inhaltsstoffe gesehen werden. So entsteht ein Informationsgewinn über verfügbare und ausgebrachte Inhaltsstoffe. Dies erlaubt eine effektivere Verteilung der nutzbaren Nährstoffmengen im Acker und eine bessere Passung zwischen dem festgestellten Nährstoffbedarf des Bodens und dem ausgebrachten Düngemittel. In dieser Hinsicht versprechen sich die befragten Landwirte auch wirtschaftliche Vorteile. Zum einen können hierdurch Düngemittel eingespart werden, zum anderen kann eine optimierte Pflanzenversorgung zu einer besseren Entwicklung der Bestände führen. Ökologische Vorteile bestehen aus Sicht der Befragten vor allem darin, dass bei einer gezielten Ausbringung der Nährstoffe die Belastung von Böden, des Grundwassers und angrenzender Gewässer reduziert werden kann.

Als ein zentrales Defizit des Sensors, das seine Etablierung hemmt, werden die bisher in einigen Bereichen noch ungenauen Messwerte genannt. Für eine Verbesserung der Messwerte spielt die Optimierung

der Datenbanken, die der Kalibrierung zugrunde liegen, eine wesentliche Rolle. Ein wichtiger Schritt wäre dabei der Aufbau einer deutschlandweiten, herstellerübergreifenden Datenbank – so das Ergebnis der Befragungen. Des Weiteren wird von den Befragten angemerkt, dass die Investitionskosten für den Sensor zum jetzigen Stand – insbesondere für kleinere und mittlere Betriebe – zu hoch sind. Auch die mangelnde Kompatibilität der NIRS-Sensoren zu anderen technischen Systemen stellt ein Hemmnis dar. Genannt wurde hier das Fehlen von Hardware- sowie Software-Schnittstellen, insbesondere bei Geräten verschiedener Hersteller. Voraussetzung dafür, dass die NIRS-Technologie in der landwirtschaftlichen Praxis eine weitere Verbreitung finden kann, ist der ökonomische Nutzen für die Betriebe. Um eine Basis für die Entscheidungsfindung zu schaffen und Landwirten und Lohnunternehmern den ökonomischen Nutzen zu demonstrieren, sind aus Sicht der Befragten ökonomische Analysen und Modellrechnungen erforderlich.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die hier vorgestellten NIRS-Ergebnisse stimmen im Wesentlichen mit denen des DLG-Prüfberichts 7087 überein: präzisere Messungen bei TS, mittlere Abweichungen bei N sowie K₂O und mäßiger Messungen

bei NH₄-N. Im Vergleich zu den herangezogenen Analysen im DLG-Prüfbericht war im Rahmen der hier vorgestellten Ergebnisse der Probenumfang von Güllen geringer. Weiterhin wurde kein Gärrest analysiert.

Von hoher Praxisrelevanz dürften die Messunterschiede bei N sein, da bei diesem Nährstoff seitens des Düngerechts klare Beschränkungen bestehen. Am Beispiel einer fiktiv ausgebrachten Güllemenge von 25 m³/ha mit NIRS, mit einem laborbestätigten N-Gehalt von 4 kg/m³, aber einer möglichen Abweichung von 20 %, werden nicht 100 kg N/ha, sondern 120 kg N/ha gedüngt. Ist die Gülledüngung, wie in tierstarken Regionen Nordwestdeutschlands, Haupt- oder wesentlicher Bestandteil der N-Versorgung von (v. a.) Mais oder weiteren Kulturen, besteht die Möglichkeit einer Überdüngung, die durch nachfolgende Gaben schwer korrigiert werden kann. Solche Situationen könnten verstärkter auftreten, wenn die Gülleaushbringung durch einen Dienstleister mittels NIRS erfolgt. Hier benötigt die Landwirtschaft klare Regelungen.

Vonseiten der Praxisakteure werden Potenziale der NIRS-Technologie im Bereich der teilflächenspezifischen Düngung gesehen. Als zentrale Hürde für die Implementierung in den Betrieben werden die schwankenden Messwerte genannt. Für die weitere Entwicklung der Technologie ist daher vor allem die Verbesserung der Messgenauigkeit des NIRS-Sensors ein erfolgskritischer Faktor (Abb. 3). Um eine möglichst breite Grundlage für die Kalibrierung zu erhalten, sollte geprüft werden, inwiefern der Aufbau einer herstellerübergreifenden Datenbank ein zielführender Ansatz sein kann und wie die Rahmenbedingungen hierfür gestaltet werden sollten. <<

Die Forschungen im Projekt Agro-Nordwest werden durch Mittel des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft und des Projektträgers Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefördert. Ein großer Dank geht an die Landwirte Michael Seelmeyer und Stephan Künne sowie Kotte Landtechnik für ihre Unterstützung bei den Praxisversuchen. Weitere Informationen sind zu finden unter www.agro-nordwest.de.

Dr. agr. Tobias Jorissen
Landwirtschaftliche Betriebswirtschaftslehre
Hochschule Osnabrück
t.jorissen@hs-osnabrueck.de

Abb. 3: Bildschirmfoto des Traktorterminals bei der Ausbringung von Rindergülle im Winterweizen in 2021

