NIRS-Inhaltsstoffanalyse Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger Stand und düngerechtliche Anforderungen

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

Feldtag Digitales Nährstoffmanagement
Köllitsch, 25.09.2020, Dr. Michael Grunert

Foto: Grunert, LfULG

Alle Analysen von Pflanzen-, Boden- und Wasserproben wurden in der BfUL Nossen durchgeführt.

Ausbringung flüssiger organischer Düngemittel – Anforderungen aus der DüV 2020 (kleine Auswahl)

längere Sperrzeiten, kaum noch Herbstausbringung möglich
=> Ausbringung im Frühjahr zu Weizen, Gerste, Raps
enge Zeitfenster, Verteuerung der Ausbringung
mehr Lagerkapazität, evtl. Separierung/Aufbereitung

Mengenbeschränkung im Herbst (60 N_{ges} bzw. 30 kg NH_4-N je ha)
=> Dosierung geringer Mengen ermöglichen (oder schnelleres Fahren)

Kenntnis der Inhaltsstoffe (N_{ges}, NH_4-N, P_{ges}, TS) in Nitratgebieten
und generell bei Gärresten (jeweils Analyse-Pflicht)
aber: Probenahme aufwändig und mit sehr großem Fehlerpotenzial verbunden
=> Suche nach Alternativen (NIRS?)

Aufbringung auf bestelltem Acker nur noch streifenförmig oder direkt in den Boden
(auf Grünland und mehrschnittigem Feldfutter ab 1.2.2025)

Einarbeitung auf unbestelltem Ackerland innerhalb von 4 h (ab 1.2.2025 innerhalb 1 h)

…..

Analysen mit NIR-Spektrometrie (NIRS)

- kontinuierliche Messungen an vorbeiströmenden Gütern mittels NIR-Sensoren (bzw. NIRS) sind in vielen Bereichen Stand der Technik
- im Agrarbereich NIRS seit vielen Jahren Routine bei der Bestimmung von Inhaltsstoffen in Ernteprodukten und Futtermitteln im Labor, auch für die Online-Analytik auf Maschinen (z.B. Feuchtebestimmung Erntegut am Feldhäcksler)

DLG-ANERKANNT "Feuchtemessung in Gras"

Quelle: www.dlg.org, 20.08.2020

Download Druckversion

Prüfbericht 7020

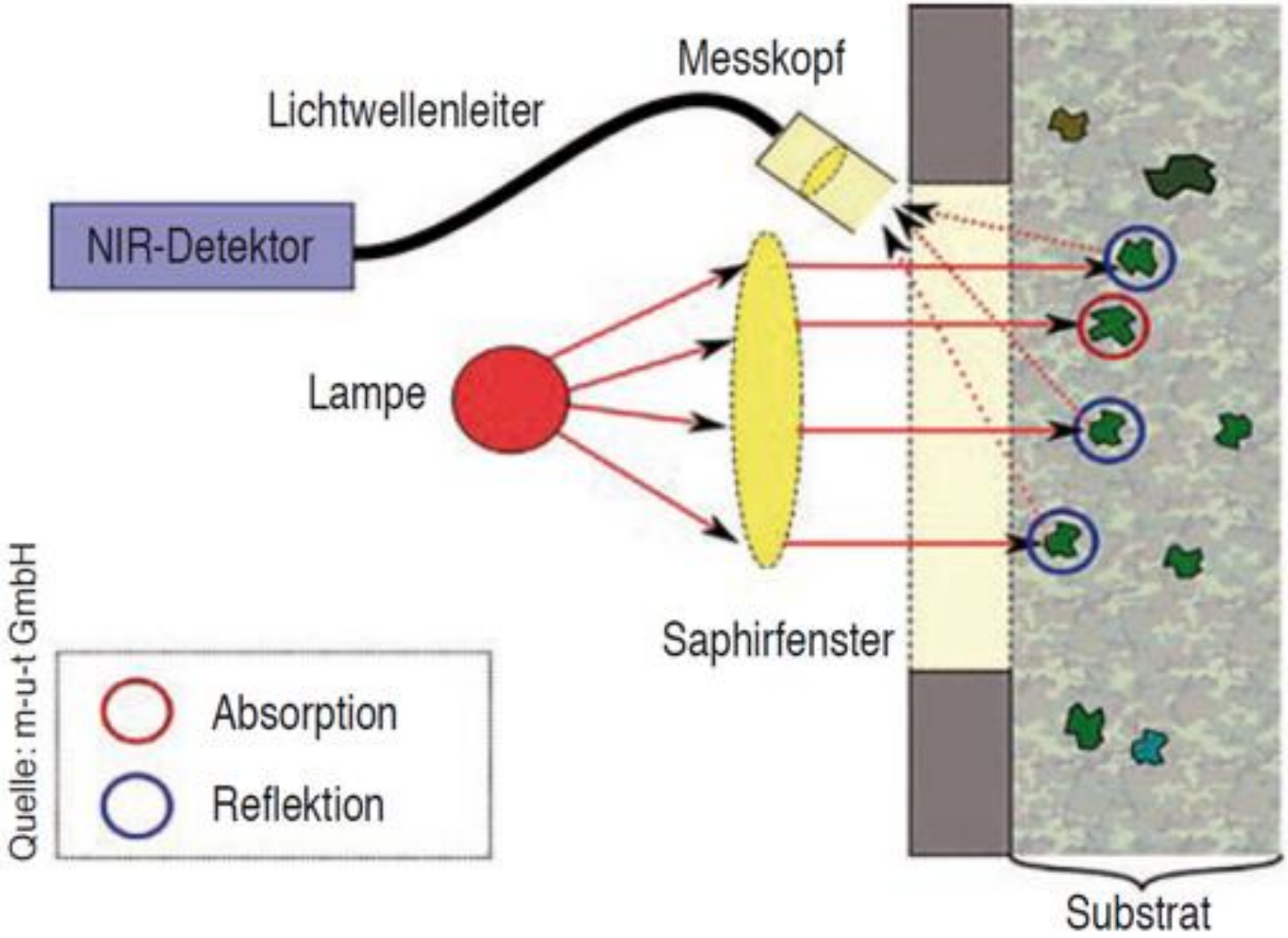
Prinzip:

- Spektrometrie bedeutet, dass ein Stoff beziehungsweise seine chemischen Bindungen zugeführte Energie wie Wärme, Licht oder andere elektromagnetische Wellenstrahlung teilweise aufnimmt, also absorbiert und teilweise reflektiert
- Energie wird in der Regel sofort emittiert (abgegeben)
- Absorption u. Emission erfolgen in Stoff-spezifischem Frequenzbereich des Lichts
- es entsteht eine messbare Farbverschiebung zwischen dem eingestrahlten und reflektierten beziehungsweise wieder emittierten Licht
- reflektiertes bzw. re-emittiertes Lichtspektrum des Guts wird detektiert, Messdaten werden mittels Kalibrierkurven in richtige Einheiten und Zahlenwerte überführt

Quelle: www.dlg.org am 11.08.2020

Funktionsschema einer NIR-Sensoreinheit

Quelle: m-u-t GmbH in www.dlg.org am 11.08.2020



NIRS zur Inhaltsstoffbestimmung in flüssigen Wirtschaftsdüngern

Ziele:

- online-Analyse bei der Ausbringung (evtl. auch bei der Beladung)
  Mindestvorgabe: N_{ges}, NH_4-N, P_{ges}, TS weiterhin sinnvoll u.a.: K_{ges}, S, …
- laufende Anpassung der Ausbringungsmenge nach den aktuellen Inhaltsstoffen, Ausgleich schwankender Gehalte und von Abweichungen zu Richtwerten
- Verwendung der Analyseergebnisse für Erfüllung von Aufzeichnungspflichten
- Einsatz für verschiedene Düngemittel (unterschiedliche Güllen und Gärreste)
- Wirtschaftlichkeit des Einsatzes

Vorteile:

- exakte Ausbringungsmenge des Nährstoffs, nach dem geregelt wird
- Vermeidung von Über-/Unterdüngung auf Teil-/Gesamtfläche, Verbesserung der Nährstoff-Effizienz
- Verwendung und Dokumentation aktueller Analyseergebnisse
- keine aufwändige Probenahme, keine Zeitverzögerungen (Analytik)
- Vermeidung der teilweise extremen Fehler der Beprobung von Gülle/Gärresten aus den Lagerbehältern (Homogenisierung, Probenahme, Probenteilung …)

Es gibt weitere Verfahren zur online-Analyse, meist noch im Entwicklungsstadium.

Nährstoffgehalte in Güllen

Nährstoffgehalte organischer Dünger aus konventionellem Landbau;
(Richtwerte des LfULG, Tab. 18 der „Datensammlung Düngerecht“):

Gruppe	Tierart	Einheit	TS-Gehalt	Nährstoffgehalt in der FM							
				N_t	NH_4-N	P	P_2O_5	K	K_2O	Mg	MgO
			[%]	[kg/t bzw. kg/m³]							
Gülle dünn[1)]	Rind	[m³]	4	1,90	0,90	0,33	0,76	2,21	2,65	0,25	0,42
	Schwein	[m³]	4	3,80	2,50	1,13	2,59	2,10	2,52	0,30	0,50
	Geflügel	[m³]	4	3,00	1,70	1,60	3,66	1,90	2,28	0,30	0,50
Gülle normal[1)]	Rind	[m³]	8	3,80	1,90	0,66	1,51	4,42	5,30	0,50	0,83
	Schwein	[m³]	8	7,50	4,90	2,25	5,15	4,20	5,04	0,60	1,00
	Rind, Schwein (50:50)	[m³]	8	5,70	3,40	1,46	3,34	4,31	5,17	0,55	0,91
	Geflügel	[m³]	8	6,00	3,30	3,10	7,10	3,80	4,56	0,60	1,00
Gülle dick[1)]	Rind	[m³]	12	5,70	2,80	0,99	2,27	6,61	7,93	0,75	1,25
	Schwein	[m³]	12	11,30	7,40	3,38	7,74	6,30	7,56	0,90	1,49
	Geflügel	[m³]	12	9,10	3,00	4,70	10,76	5,70	6,84	0,90	1,49
Gülle[1)]	andere	[m³]	12	7,00	4,20	3,00	6,87	6,00	7,20	0,60	1,00

- erhebliche Streuung von TS und Nährstoffgehalten; hinzu kommen:
- Unterschiede in Haltung, Fütterung, eingespeistes Wasser …
- bei Gärresten noch stärkere Streuung (Kosubstrate, Vergärungsverfahren …)
- drastische Unterschiede im Lagerbehälter (Absatzverhalten, Schwimmdecken …)
- mangelnde Homogenisierung vor Probenahme und Ausbringung

abweichende/schwankende N-Gehalte - Wirkung bei der N-Düngung

LANDESAMT FÜR UMWELT LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE | Freistaat SACHSEN

- stark schwankende u. von Richtwerten abweichende Nährstoffgehalte in Gülle/Gärrest
  je nach Fütterung, Haltungsform, Wassergabe, Kofermenten, Gärverfahren, Homogenisierung …

Daten/Ertragskurve aus WWeizen-N-Düngungsversuch Nossen, Ut4, Lö4b, Az63, im 9-jährigen Mittel:

N-Düngung Fehler	kg N/ha	Ertrag dt/ha	RP %	Erlös €/ha	N-Bilanz kg N/ha	angenomm. Flächenanteil
- 50 % N	84	87,6	12,4	1.555 (-191)	-93	35 %
optimal	144	94,4	13,7	1.746 (± 0)	-49	30 %
+ 50 % N	216	94,5	14,3	1.748 (+ 2)	+14	35 %
Gesamt	**144**	**92,1**	**13,5**	**1.680**	**-43**	**100 %**
Differenz	**±0**	**-2,3**	**-0,2**	**-66**	**+6**	

- mehr N: kaum positive Ertrags- ; negative Umweltwirkung
  weniger N: deutlich negative Ertrags/Qualitätswirkung
- abnehmende N-Effizienz, schlechtere Erträge, kleinräumig höhere N-Überschüsse, sinkende Wirtschaftlichkeit
- bei P- und K zeitlich zunehmende Aufspreizung der Gehalte im Boden,
  ähnliche Wirkungen wie beim N

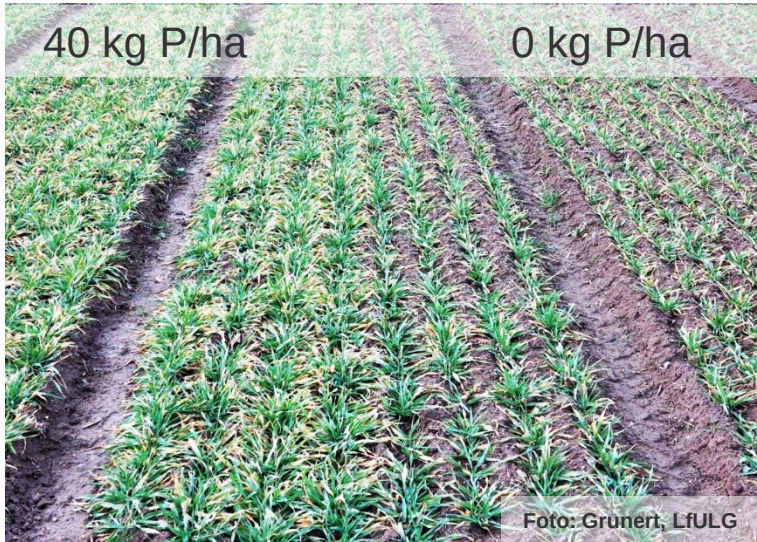
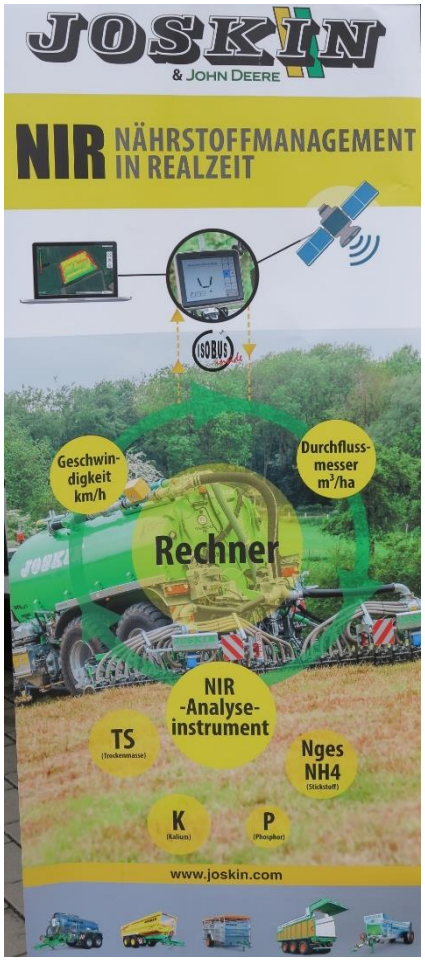


Foto: Grunert, LfULG

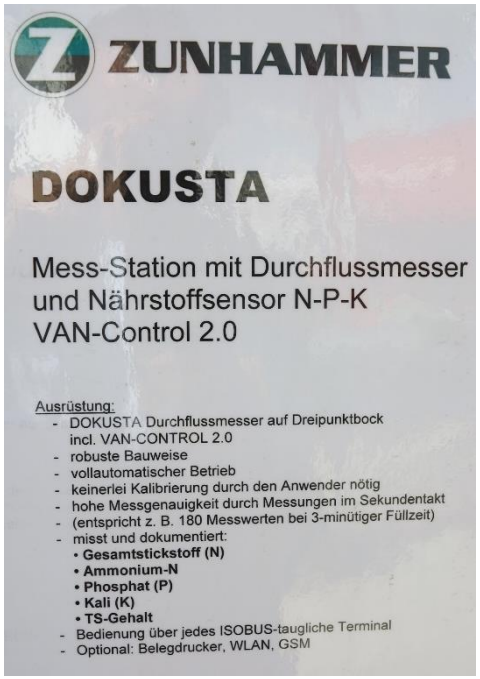
NIRS bei Gülle/Gärrest aktueller Stand in Deutschland

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN



- Bewerbung durch Anbieter
- Wie ist der Stand?
- Was geht oder geht nicht?
- Wofür einsetzbar?



Fotos: Grunert, LfULG

NIRS bei Gülle/Gärrest aktueller Stand in Deutschland

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

- Arbeiten laufen schon seit vor 2005
- DLG prüft Aggregate, erstellt Prüfberichte und DLG-Anerkennungen
  (dies bedeutet nicht die Freigabe als anerkanntes Verfahren im Düngerecht)
- bisher nur in wenigen Bundesländern Anerkennung nach Düngerecht
- sehr unterschiedliche Meinungen zu Anforderungen für eine Anerkennung
  (Messgenauigkeit im Vergleich zu Laboranalysen, Kalibrierung, welche Gülle/Gärreste …)
- seit 2019: Arbeitsgruppe für bundesweit einheitliches Kalibrier- und Prüfsystem für NIRS-Sensoren auf Ausbringgeräten flüssiger org. Düngemittel (VLK, VDLUFA, DLG)
- VDLUFA-Standpunktpapier zur NIRS-Anwendung bei Güllen
- Verfahren steht im „Bundesprogramm Nährstoffmanagement“, 2 Ausschreibungen:
  - Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Qualitätssicherung beim Einsatz von NIR-Sensoren
  - Einsatz von NIR-Sensoren zur Quantifizierung der Nährstoffgehalte in flüssigen Wirtschaftsdüngern
- Aggregate werden bereits in Praxis eingesetzt, Fragen zu Anerkennung und Verwendbarkeit der Ergebnisse

DLG-Prüfung von Sensoren zur mobilen Messung von Inhaltsstoffen an vorbeiströmender Gülle

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

- DLG-Anerkennung kann für einzelne Güllearten und Inhaltsstoffe vergeben werden
- für eine DLG-Anerkennung müssen mindestens die Anforderungen an die Messung des Gesamtstickstoffgehalts erfüllt werden
- Wenn die Anforderungen an Messung des gesamt-N erfüllt sind, können andere Inhaltsstoffe hinzu gewählt werden

DLG-Bewertungsschema	
++ = bestanden, sehr gut:	4/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart ≤ 10 % & keine > 20 % rel. Abweichung
+ = bestanden, gut:	4/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart ≤ 15 % & keine > 25 % rel. Abweichung
o = bestanden:	3/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart ≤ 25 % & keine > 35 % rel. Abweichung

Quelle: Rubenschuh, DLG, 5.3.2020

Anmerkung: Hier kommt - im Gegensatz zu Laboruntersuchungen - kein Probenahmefehler hinzu. Dieser wird teilweise auf 50 % geschätzt.

DLG-Anerkennung bedeutet keine Anerkennung im Sinne des Düngerechts!

DLG-Anerkennung für Inhaltsstoff-Messung in flüssigen Wirtschafts-düngern mit NIRS-Geräten Stand 12.08.2020

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

Produkt Hersteller	DLG-Prüf-bericht Nr.	Rindergülle					Schweinegülle					flüssiger Gärrest				
		TM	N_{ges}	NH_4-N	P_{ges}	K_{ges}	TM	N_{ges}	NH_4-N	P_{ges}	K_{ges}	TM	N_{ges}	NH_4-N	P_{ges}	K_{ges}
NutrientContentLab (NCL) 2.0 Kotte Landtechnik	7087	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X		X
EVO NIR ON LINE NIR ANALYZER und Kalibrationsmodell 101/905-191022	7057							X								
Nutriflow 3.0 Veenhuis	6981	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X		X
HarvestLab 3000 (SW 132-LKS 05/18) John Deere	6887												X	X		X
HarvestLab 3000 (SW 132-LKS 04/18) John Deere	6886						X	X		X						
KAWECO NIR Sensor mit dem Kalibrationsmodell 6.0.1	6867	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X		X
HarvestLab 3000 (SW 132-LKS 09/17) John Deere	6811	X	X	X	X	X										
HarvestLab 3000 (SW 51-LKS 08/17) John Deere	6809											X	X			
VAN-Control 2.0 Zunhammer	6801	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X		X

x = Anerkennung leer = nicht geprüft oder nicht bestanden => keine Anerkennung

Quelle: eigene Zusammenstellung auf Basis von www.dlg.org und www.deere.at am 12.08.2020

Diese Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit!

Eine DLG-Anerkennung bedeutet keine Anerkennung im Sinne des Düngerechts!

NIRS bei Gülle/Gärrest aktuelle Hürden in Deutschland

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

- vorhandene Kalibrationen decken nicht Bandbreite der möglichen Matrices ab
  (Fütterungsverfahren, Futtermischungen, Mischgüllen, Güllezusätze, ungeplante Verunreinigungen)
- Empfehlung, aber keine Verpflichtung zum Update der Kalibration (außer i. NRW)
- keine Verpflichtung zur regelmäßigen Funktionsprüfung,
  Durchführung der Funktionsprüfung nicht herstellerübergreifend standardisiert
- keine regelmäßige, unabhängige und standardisierte Qualitätssicherung
- Anerkennung der DLG gilt nur für die geprüfte Hardware + Kalibration
  - oft nicht für alle notwendigen Parameter (P!)
- unzureichende Klärung der Haftung:
  Verantwortung für falsche Messergebnisse liegt beim Anwender
- Anerkennung durch einzelne Bundesländer mit unterschiedlichen Anforderungen
- für die Düngebedarfsermittlung müssen die Nährstoffgehalte **vor** Beginn der Düngung vorliegen

Quelle: Lorenz, 5.3.2020

Foto: Grunert, LfULG

NIRS bei Gülle/Gärrest
Kennzeichnung nach Düngerecht

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

düngerechtliche Dokumentation von Nährstoffgehalten:

1. Inverkehrbringen/der Abgabe von Wirtschaftsdüngern (Verbringungsverordnung)
- Inverkehrbringer sichert deklarierte Nährstoffgehalte zu
- keine Untersuchungspflicht => hohe Eigenverantwortung beim Inverkehrbringer
- NIRS-Ergebnisse nicht verwendbar (keine anerkannte Methode, fehlende Werte)

2. beim Aufbringen von im eigenen Betrieb erzeugtem Wirtschaftsdünger (Düngeverordnung) Ermittlung der Nährstoffgehalte
- auf Grundlage von Daten der nach Landesrecht zuständigen Stelle (Richtwerte)
- Feststellung auf Grundlage wissenschaftlich anerkannter Messmethoden (vom Betriebsinhaber oder in dessen Auftrag)

3. in Sachsen in Nitrat-Gebieten Untersuchungspflicht (keine Verwendung von Richtwerten)
- NIRS nicht anwendbar (keine anerkannte Methode, fehlende Parameter)

Anwendbarkeit zur Dokumentation
und damit echte Ersparnis erst wenn:
- „anerkannte Messmethode“
- Anerkennung für alle Parameter bei Düngebedarfsermittlung (N, NH_4-N, P, TS)

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE | Freistaat SACHSEN

Umsetzung der Düngeverordnung (DüV)

Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten

Nach Düngeverordnung (DüV) vom 26. Mai 2017, geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 28. April 2020 (BGBl. I S. 846) bestehen nach § 10 und § 13a Absatz 2 DüV für den Betriebsinhaber Aufzeichnungspflichten.

Die Aufzeichnungen sind für sieben Jahre aufzubewahren und der nach Landesrecht zuständigen Stelle (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie - LfULG) auf Verlangen vorzulegen.

Nachfolgend sind die Mindestanforderungen nach der DüV 2020 an Aufzeichnungen und Dokumentationen aufgeführt.

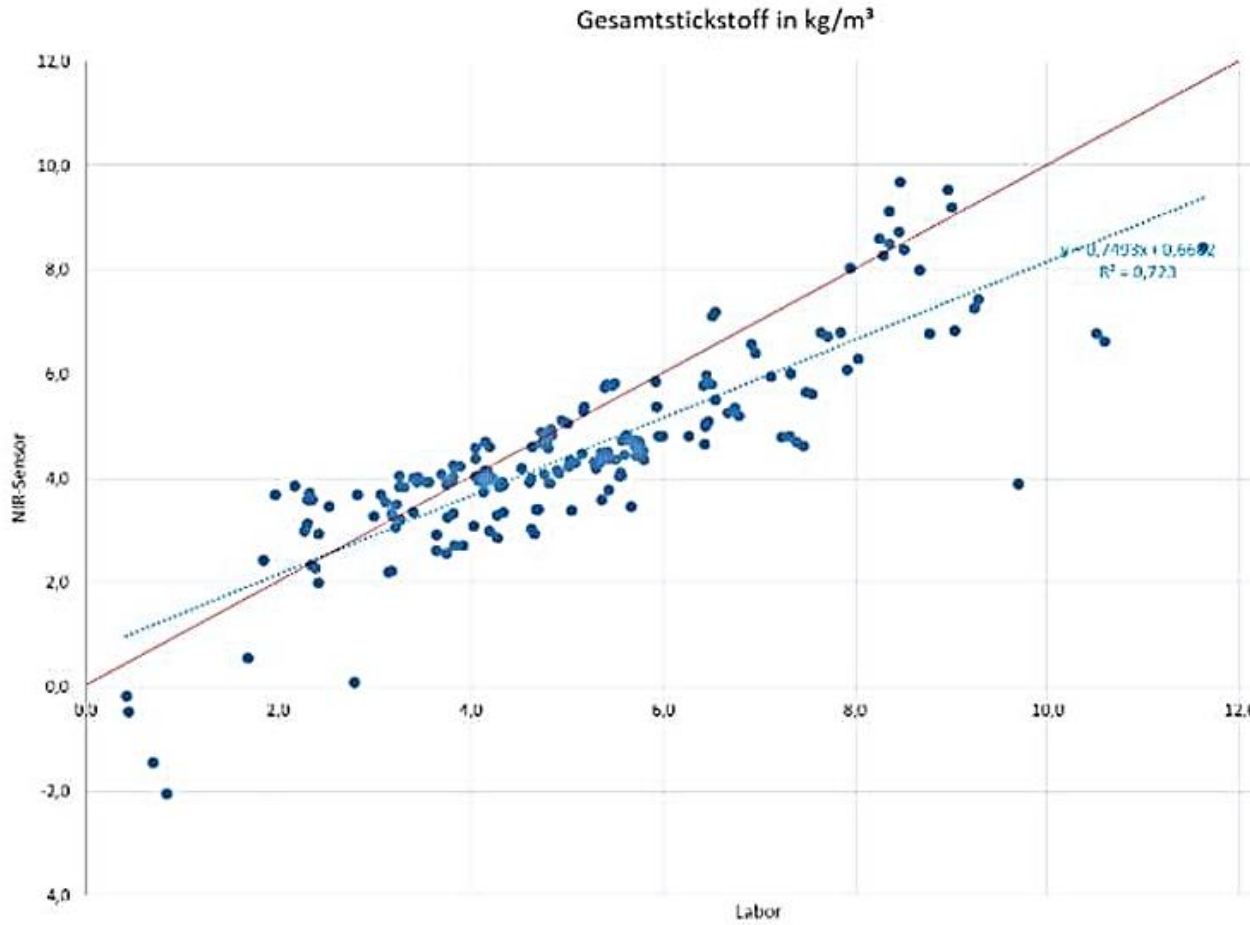
Für die sachgerechte Betriebsführung und ein effizientes Düngungsmanagement im landwirt-

NIRS zur Inhaltsstoffbestimmung in flüssigen Wirtschaftsdüngern

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

beispielhafte Darstellung von Analyseergebnissen auf gesamt-N
- durch Laboruntersuchungen (x-Achse)
- durch NIRS (y-Achse)
aus einem NIRS-Projekt
Quelle: Heinz, BZ Triesdorf, 05.03.2020



Probleme vor allem:

- bei Analyse P
- bei speziellen Güllen
- bei Mischgüllen

⇒ ungenaue Ergebnisse

⇒ keine Kalibrierungskurven

aktueller Stand der Einführung von NIRS in den Niederlanden

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

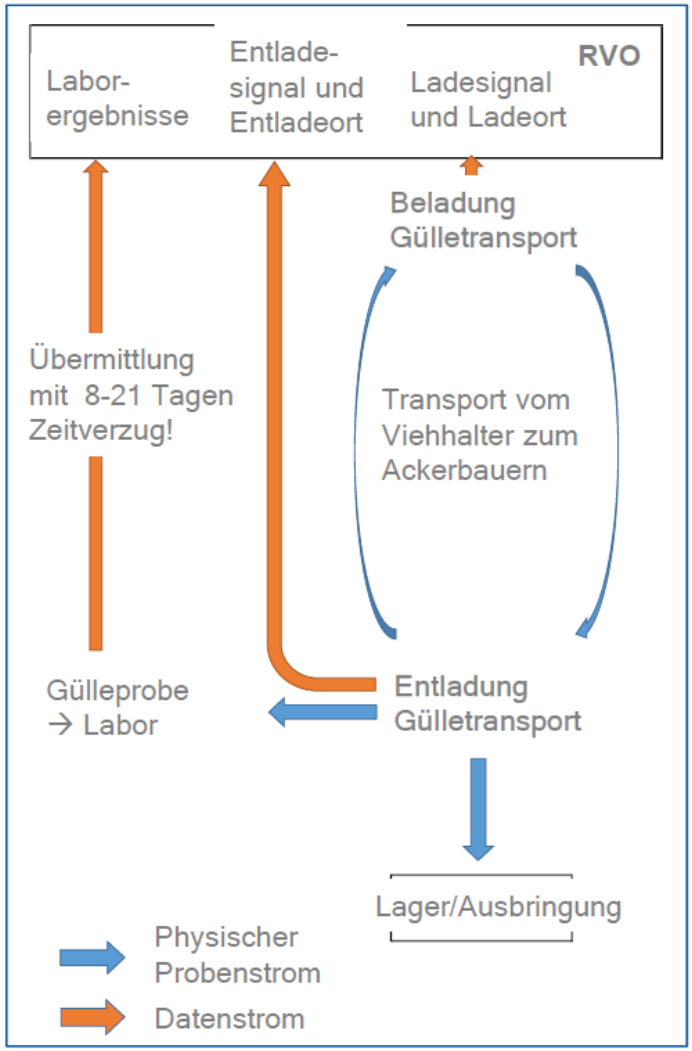
Freistaat SACHSEN

Heutiges Konzept mit Probenahmesystemen

Basis in NL ist die Beprobung und Analyse des Transportsektors

- Nur Analyse von N_{ges} + P_2O_5 vorgeschrieben
- AP05 NL als festgelegter Laborstandard
- WFSR Institut der Universität Wageningen bildet "Prüfreferenz" für die privaten Labore
- Ziel ist die betriebsbezogene Nährstoffbilanzierung mit limitierter Nährstoffausbringung / ha
- Mittelfristig soll eine schlagbezogene Bilanzierung erfolgen, dabei sollen Echtzeit-Methoden unterstützen

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland



BMEL Fachgespräch 05.03.2020 in Bonn 4

„NIRS Konsortium" seit 2018 (Behörden, Landwirtschaft, Hersteller, Labore)

Ziel:
- anerkanntes Analysesystem auf Basis NIRS für jeden Gülle-transport
- Messung auf jedem Trans-port-/Ausbring-ungsfahrzeug

Quelle: Grachtrup, m-u-t GmbH, 05.03.2020

NIRS zur Gülle/Gärrest-Analyse zu lösende Aufgaben (Auswahl)

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

- bundesweite Anerkennung der NIRS-Technologie als gleichwertiges Messverfahren
- Standardisierung bei der NIRS Anwendung
  - regelmäßige Wartung der Sensoren; evtl. fester Wartungsvertag
  - Zulassungsprozess für neue Kalibrationsmodelle
  - Sicherstellung, dass eine Gülle/Gärrest von der Messung und Dokumentation ausgeschlossen wird, wenn es dafür keine passende Kalibration gibt
  - möglichst bundesweit einheitliche Dokumentation der Messwerte
- Für welche Güllen/Gärreste werden noch Kalibrationen benötigt?
- evtl. Investitionsförderung
- deutsche Beteiligung an Festlegung eines EU-Standards für die Wirtschaftsdünger-Referenzanalytik
- …..

Quelle: ergänzt nach Lorenz 2020, Grachtrup 2020 u.a.

Foto: Grunert, LfULG

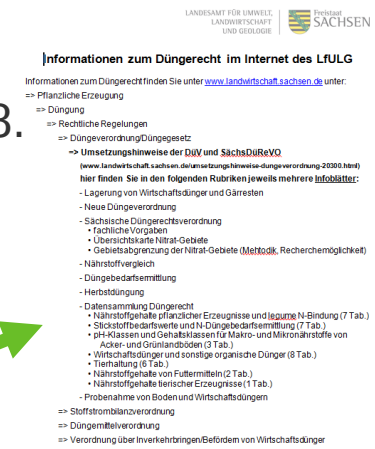
Informationen zum Düngerecht

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

Seit 1.5.2020 gilt die novellierte Düngeverordnung.
Es gilt weiter die Sächsische Düngerechtsverordnung vom 03.12.2018.

Derzeit sind bereits viele, teilweise falsche, Informationen im Umlauf.
Bitte nutzen Sie das Informationsangebot des LfULG.


LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE | Freistaat SACHSEN

Informationen zum Düngerecht im Internet des LfULG

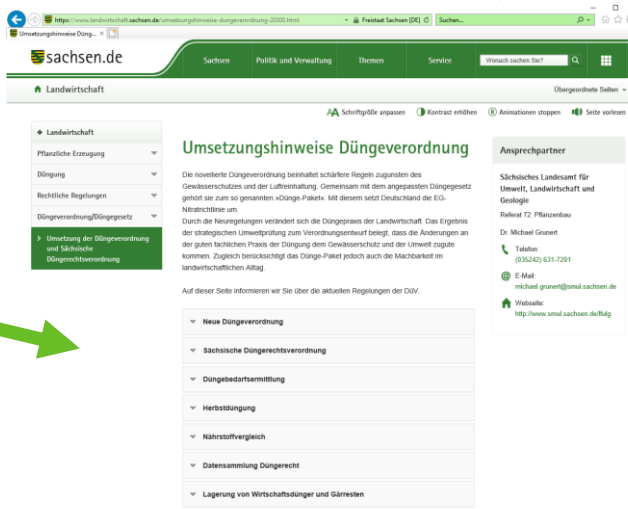
Informationen zum Düngerecht finden Sie unter www.landwirtschaft.sachsen.de unter:
=> Pflanzliche Erzeugung
=> Düngung
=> Rechtliche Regelungen
=> Düngeverordnung/Düngegesetz
=> Umsetzungshinweise der DüV und SächsDüReVO
(www.landwirtschaft.sachsen.de/umsetzungshinweise-dungeverordnung-20300.html)
hier finden Sie in den folgenden Rubriken jeweils mehrere Infoblätter:
- Lagerung von Wirtschaftsdünger und Gärresten
- Neue Düngeverordnung
- Sächsische Düngerechtsverordnung
  - fachliche Vorgaben
  - Übersichtskarte Nitrat-Gebiete
  - Gebietsabgrenzung der Nitrat-Gebiete (Mehrtodik, Recherchemöglichkeit)
- Nährstoffvergleich
- Düngebedarfsermittlung
- Herbstdüngung
- Datensammlung Düngerecht
  - Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse und legume N-Bindung (7 Tab.)
  - Stickstoffbedarfswerte und N-Düngebedarfsermittlung (7 Tab.)
  - pH-Klassen und Gehaltsklassen für Makro- und Mikronährstoffe von Acker- und Grünlandböden (3 Tab.)
  - Wirtschaftsdünger und sonstige organische Dünger (8 Tab.)
  - Tierhaltung (6 Tab.)
  - Nährstoffgehalte von Futtermitteln (2 Tab.)
  - Nährstoffgehalte tierischer Erzeugnisse (1 Tab.)
- Probenahme von Boden und Wirtschaftsdüngern

=> Stoffstrombilanzverordnung
=> Düngemittelverordnung
=> Verordnung über Inverkehrbringen/Befördern von Wirtschaftsdünger

Bearbeiter: Dr. Michael Grunert
Abteilung/Referat: Landwirtschaft/Pflanzenbau
E-Mail: michael.grunert@smul.sachsen.de
Telefon: 035242631-7201
Redaktionsschluss: 26.08.2019
Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg

siehe ausliegendes Infoblatt

- Düngung: https://www.landwirtschaft.sachsen.de/duengung-20165.html
- DüV: https://www.landwirtschaft.sachsen.de/umsetzungshinweise-dungeverordnung-20300.html
  auf dieser Seite auch Hinweise zur SächsDüReVO
- StoffBilV: https://www.landwirtschaft.sachsen.de/stoffstrombilanzverordnung-20315.html
- BESyD: https://www.landwirtschaft.sachsen.de/besyd
  aktuelle Version: V07 vom 10.08.2020



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Foto: Grunert

Dr. Michael Grunert (035242) 631-7201 michael.grunert@smul.sachsen.de