

DLG-Prüfbericht 7273

Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH & Co. KG

NIR Control dual

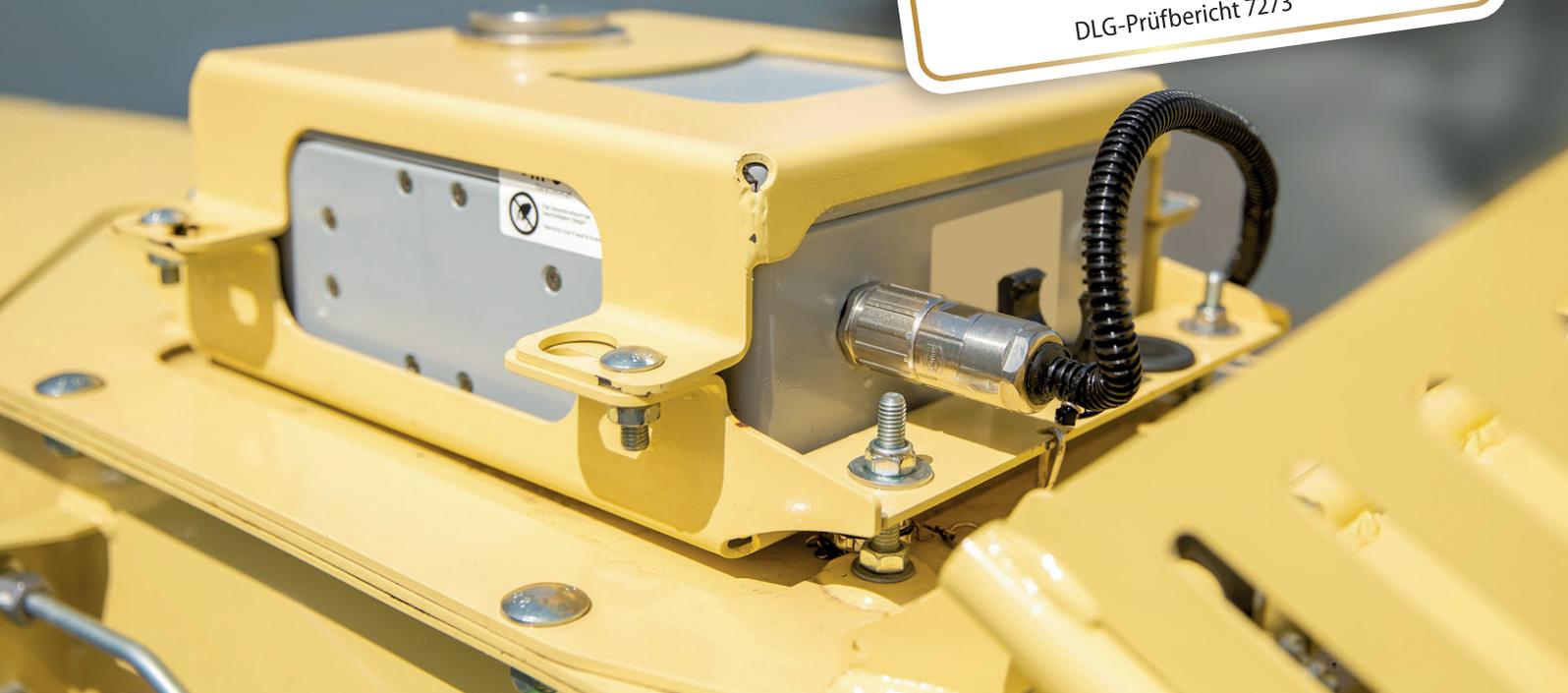
mit Kalibrationsmodell 14.3.1

Inhaltsstoffe in Rindergülle, in Schweinegülle, in Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle und in flüssigem Gärrest



**KRONE NIR CONTROL DUAL
MIT KALIBRATIONSMODELL 14.3.1**

- ✓ Inhaltsstoffe in Rindergülle:
TM, N_{Gesamt}, NH₄-N, P₂O₅, K₂O
 - ✓ Inhaltsstoffe in Schweinegülle:
TM, N_{Gesamt}, NH₄-N, P₂O₅
 - ✓ Inhaltsstoffe in Mischgülle aus
Rinder- und Schweinegülle:
TM, N_{Gesamt}, P₂O₅, K₂O
 - ✓ Inhaltsstoffe in flüssigem Gärrest:
TM, N_{Gesamt}, NH₄-N, P₂O₅
- DLG-Prüfbericht 7273



Ein Prüfzeichen „DLG-ANERKANNT in Einzelkriterien“ wird für landtechnische Produkte verliehen, die eine umfangsreduzierte Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien erfolgreich absolviert haben. Die Prüfung dient zur Herausstellung besonderer Innovationen und Schlüsselkriterien des Prüfgegenstands. Der Test kann Kriterien aus dem DLG-Prüfrahmen für Gesamtprüfungen enthalten oder sich auf andere wertbestimmende Merkmale und Eigenschaften des Prüfgegenstandes fokussieren. Die Mindestanforderungen, die Prüfbedingungen und -verfahren sowie die Bewertungsgrundlagen der Prüfungsergebnisse werden in Abstimmung mit einer DLG-Expertengruppe festgelegt. Sie entsprechen den anerkannten Regeln der Technik sowie den wissenschaftlichen und landwirtschaftlichen Erkenntnissen und Erfordernissen. Die erfolgreiche Prüfung schließt mit der Veröffentlichung eines Prüfberichtes sowie der Vergabe des Prüfzeichens ab, das fünf Jahre ab dem Vergabedatum gültig ist.

Die DLG-Prüfung zur „**Präzision von NIR Sensoren zur Bestimmung von Inhaltsstoffen in vorbeiströmendem Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und flüssigen Gärresten aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen**“ wurde am „**Krone NIR Control dual mit dem Kalibrationsmodell V14.3.1**“ durchgeführt.

Die Messungen zur Inhaltsstoffbestimmung in flüssigen Wirtschaftsdüngern fanden in Rinder- und Schweinegülle, Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle sowie in flüssigem Gärrest aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen statt. In jeder Gülleart wurden auf landwirtschaftlichen Betrieben fünf verschiedene Praxisgülle mit dem geprüften Sensor auf ihre Gehalte an Trockenmasse (TM in Gew. %), Gesamtstickstoff (N_{Gesamt} in kg/m^3), Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$ in kg/m^3), Phosphorpentoxid (P_2O_5 in kg/m^3) und Kaliumoxid (K_2O in kg/m^3) untersucht und beprobt. Die genommenen Proben wurden von insgesamt fünf verschiedenen, akkreditierten Fachlaboren mit amtlich anerkannten, vorzugsweise nasschemischen Verfahren analysiert. Für jeden Inhaltsstoff und jede Wirtschaftsdüngerart wurden die Mittelwerte aus den Ergebnissen der Laboranalysen berechnet. Zur Bewertung wurden die Differenzen zwischen dem vom NIR-Sensor ermittelten Wert und dem Mittelwert der Labore als relative Messabweichung ermittelt. Die Präzision des Sensors wurde zudem bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten überprüft.

Andere Kriterien wurden nicht geprüft.



KRONE NIR CONTROL DUAL MIT KALIBRATIONSMODELL 14.3.1

- ✓ **Inhaltsstoffe in Rindergülle:**
TM, N_{Gesamt} , $\text{NH}_4\text{-N}$, P_2O_5 , K_2O
- ✓ **Inhaltsstoffe in Schweinegülle:**
TM, N_{Gesamt} , $\text{NH}_4\text{-N}$, P_2O_5
- ✓ **Inhaltsstoffe in Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle:**
TM, N_{Gesamt} , P_2O_5 , K_2O
- ✓ **Inhaltsstoffe in flüssigem Gärrest:**
TM, N_{Gesamt} , $\text{NH}_4\text{-N}$, P_2O_5

DLG-Prüfbericht 7273

Beurteilung – kurz gefasst

Aufgrund der erzielten Ergebnisse wird dem „Krone NIR Control dual“ mit dem Kalibrationsmodell V14.3.1 das DLG-Prüfzeichen „DLG-ANERKANNT in Einzelkriterien“ bei der Messung von Inhaltsstoffen in flüssigen Wirtschaftsdüngern für die in Tabelle 1 aufgeführten Parameter verliehen.

Tabelle 1:

Anerkannte Parameter – Ergebnisse im Überblick

DLG-QUALITÄTSPROFIL	
Inhaltsstoff	Bewertung*
Rindergülle	
Trockenmasse (TM)	✓
Gesamtstickstoff (N _{Gesamt})	✓
Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N)	✓
Phosphorpentoxid (P ₂ O ₅)	✓
Kaliumoxid (K ₂ O)	✓
Schweinegülle	
Trockenmasse (TM)	✓
Gesamtstickstoff (N _{Gesamt})	✓
Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N)	✓
Phosphorpentoxid (P ₂ O ₅)	✓
Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle	
Trockenmasse (TM)	✓
Gesamtstickstoff (N _{Gesamt})	✓
Phosphorpentoxid (P ₂ O ₅)	✓
Kaliumoxid (K ₂ O)	✓
Flüssiger Gärrest aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen	
Trockenmasse (TM)	✓
Gesamtstickstoff (N _{Gesamt})	✓
Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N)	✓
Phosphorpentoxid (P ₂ O ₅)	✓

* Bewertungsbereich: Anforderung erfüllt (✓) / Anforderung nicht erfüllt (✗)

Das Produkt

Anmelder

Maschinenfabrik
Bernard Krone GmbH & Co. KG
Heinrich-Krone-Straße 10,
48480 Spelle

Produkt:

Krone NIR Control dual
mit Kalibrationsmodell V14.3.1

Beschreibung und Technische Daten

Das „Krone NIR Control dual“ ist ein für die Inhaltsstoffanalyse von organischen Substanzen, wie z.B. tierischem Wirtschaftsdünger

und Gärsubstraten entwickeltes Nah-Infrarot-Messsystem. Der „Krone NIR Control dual“ wird dafür in das vorhandene Rohrsystem der Pumpstation oder des Gülletankwagens integriert. Um eine fehlerfreie Funktionalität des Sensors zu gewährleisten, sind bei der Installation die vom Hersteller vorgegebenen Einbaulagen zu beachten.

Darüber hinaus bietet der Hersteller auch eine Anwendungsapplikation für die Bestimmung der Inhaltsstoffanalyse in Futter beim Anbau am Auswurfkrümmer

von KRONE Feldhäckslern an. Für die Anwendung am Feldhäcksler hat der Krone NIR Control dual mit dem Kalibrationsmodell 'Mais 08 V3.0.1' eine DLG Anerkennung bei der Trockenmassebestimmung in Mais (siehe DLG-Prüfbericht 7222).

Die Daten können georeferenziert erfasst werden und lassen sich einfach zum Beispiel über den Agrirouter in eine Farm Management Software, wie z.B. Next machine management, senden. Durch die Kombination von Ertrags- und Nährstoffkarten mit

Saat- und Düngekarten, können Landwirte und Agronomen ihre Planungen für die nächste Saison verbessern.

Verfahren der Nah-Infrarot Messung

Die Funktion eines NIR-Sensorsystems ist in Bild 2 dargestellt. Das vorbeiströmende Gut ist vom eigentlichen Sensor durch ein NIR-durchlässiges Saphirglas getrennt. Das Gut wird mit einer NIR-Lichtquelle mit Nahinfrarotlicht mit bekanntem Spektrum bestrahlt und das reflektierte bzw. re-emittierte Lichtspektrum des Guts detektiert. Zur Kompensation von temperaturabhängigen Verschiebungen des Spektrums führt das System regelmäßige Weiß- und Dunkelreferenzierungen durch.

Über eine Auswerteeinheit werden die Messdaten aufbereitet und im Microcomputer mithilfe entsprechender, für die zu bestimmenden Kenngrößen hinterlegten Kalibriermodellen in Messwerte mit Einheitenangaben umgerechnet. Der Messvorgang erfolgt kontinuierlich an dem vorbeiströmenden Wirtschaftsdünger. Im Messmodus werden sekundlich

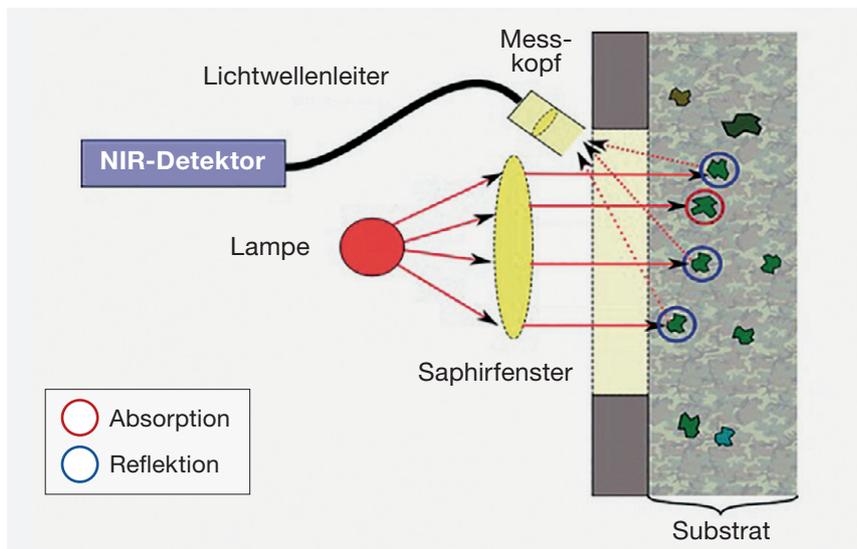


Bild 2: Funktionsprinzip und Systemaufbau „Krone NIR Control dual“

Tabelle 2: Messbereich „Krone NIR Control dual“ mit dem Kalibrationsmodell V14.3.1

	Wertebereich
TM [%]	0,5 – 11,00
N_{Gesamt} [kg/m³]	0,5 – 9,00
NH₄-N [kg/m³]	0,0 – 4,00
P₂O₅ [kg/m³]	0,0 – 6,00
K₂O [kg/m³]	0,5 – 7,00

Messwerte ausgegeben. Je nach Bedarf können Mittelwerte für anwenderbestimmte Zeitintervalle oder Live-Werte in Echtzeit angezeigt werden.

Der Hersteller gibt für das im System verwendete Kalibrationsmodell die in Tabelle 2 dargestellten Messbereiche an.

Die Methode

Die DLG-Prüfung „Präzision von NIR Sensoren zur Bestimmung von Inhaltsstoffen in vorbeiströmendem Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und flüssigen Gärresten“ hat das Ziel, die Genauigkeiten von mobilen Sensoren in Verbindung mit entsprechenden Kalibrationsmodellen bei der Bestimmung von Inhaltsstoffen in vorbeiströmenden, flüssigen Wirtschaftsdüngern im Vergleich zur Laboranalyse mit amtlich anerkannten Methoden festzustellen.

Ein wesentlicher Vorteil der NIR-Messtechnik gegenüber den herkömmlichen Verfahren zur Bestimmung der Inhaltsstoffe in flüssigen Wirtschaftsdüngern über Probenahme und Laboranalyse besteht in den sofort verfügbaren Messwerten und in der permanenten Messung der Inhaltsstoffe über das komplette geförderte Dängervolumen.

Der Anwendungsbereich beschränkt sich in der DLG-Prüfung auf Substrate, die nach dem Düngegesetz (DünG) als Wirtschaftsdünger beschrieben sind, also auf Rindergülle, Schweinegülle, Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle und flüssige Gärreste aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen.

Die DLG-Prüfung wird für die Messung der nachfolgenden Inhaltsstoffe angeboten:

- Trockenmassegehalt (TM in % Gew.)
- Gesamtstickstoffgehalt (N_{Gesamt} in kg/m^3)
- Ammoniumstickstoffgehalt ($\text{NH}_4\text{-N}$ in kg/m^3)
- Phosphatgehalt (Phosphorpentoxid; P_2O_5 in kg/m^3)
- Kaliumgehalt (Kaliumoxid; K_2O in kg/m^3)

Um einen möglichst weiten Einsatzbereich abzudecken, wird in der Prüfung angestrebt, bei jeder Substratart ein möglichst vielfältiges Spektrum zu verwenden:

- Rindergülle: 4 % TM – 9 % TM, nach Möglichkeit Milchvieh + Bullenmast
- Schweinegülle: 2 % TM – 7 % TM, nach Möglichkeit Sauenhaltung + Mastschweine
- Mischgülle aus Rinder- (R) und Schweinegülle (S): Konzentrationsreihe aus
10 % R : 90 % S – 30 % R : 70 % S – 50 % R : 50 % S – 70 % R : 30 % S – 90 % R : 10 % S
- Flüssiger Gärrest aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen: 5 % TM – 8 % TM

Die DLG-Anerkennung kann für einzelne Güllearten und einzelne Inhaltsstoffe vergeben werden. Um eine DLG-Anerkennung zu erfahren, müssen mindestens die Anforderungen an die Messung des Gesamtstickstoffgehalts (N_{Gesamt}) erfüllt werden. Wenn die Anforderungen an die Messung des Gesamtstickstoffgehalts erfüllt sind, können andere Inhaltsstoffe frei hinzu gewählt werden.

Das Verfahren

Je Wirtschaftsdüngerart (Rindergülle, Schweinegülle, Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle, flüssiger Gärrest aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen) werden fünf einzelne, möglichst unterschiedliche Proben auf verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben gemessen und beprobt. Hierfür wird aus dem zuvor aufgerührten Güllelager eine Teilmenge von 3 m^3 bis 5 m^3 in einen Zwischentank gepumpt.

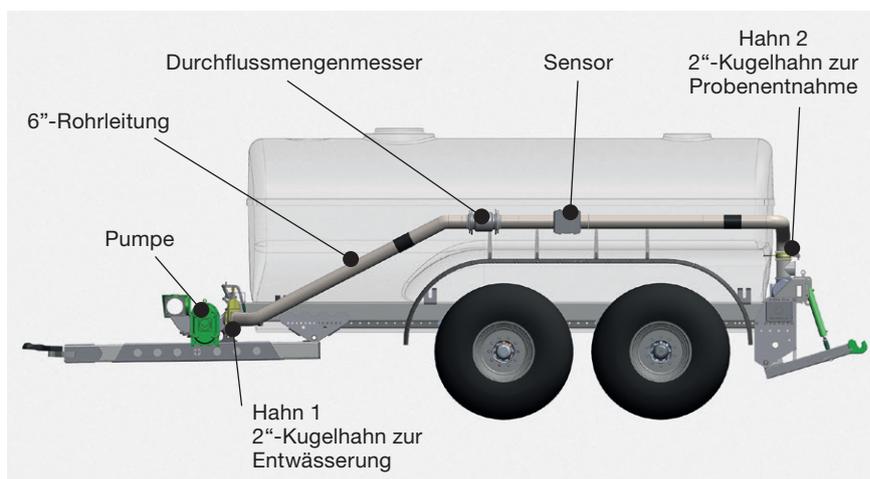


Bild 3:
Schematischer Aufbau des DLG-Messsystems

Am Zwischentank sind eine Pumpe und ein praxisübliches Rohrleitungssystem verbaut. An der Rohrleitung sind ein oder mehrere zu prüfende Sensoren und ein Bypass zur Probenentnahme angebracht (siehe Bild 3). Zur Kontrolle der Fließgeschwindigkeiten kann im Bedarfsfall ein Durchflussmengenmesser installiert werden.

Für die Prüfung und die repräsentative Probenahme wird in einer Vorlaufphase der aufgenommene Wirtschaftsdünger durch stetiges Umpumpen im geschlossenen Kreislauf intensiv homogenisiert. Nach dieser Vorlaufphase werden die Messwerte des Sensors dokumentiert. Bei Aufrechterhaltung des Umpumpens im geschlossenen Kreislauf werden dann Teilproben für die Referenzanalysen über den Bypass entnommen. Um einen möglichen Einfluss auf die Sensorwerte zu ermitteln, wird anschließend die Fließgeschwindigkeit variiert und die Messwerte erneut dokumentiert.

Die genommenen Gülleproben werden eindeutig gekennzeichnet, eingefroren und gefroren zwischengelagert. Mit der Referenzanalyse werden fünf geeignete Labore beauftragt. Jedes Labor erhält dafür von jeder Gülle Teilproben. Die Analysen im Labor müssen mit amtlich anerkannten, vorzugsweise nasschemischen Methoden durchgeführt werden.

Aus den Laborergebnissen wird für jede Wirtschaftsdüngerart und jeden Inhaltsstoff das arithmetische Mittel als Referenzwert berechnet. Die Bewertung zur Genauigkeit basiert auf den relativen Abweichungen vom Sensorwert im Vergleich zum Referenzwert.

Die Testergebnisse im Detail

Die Versuche wurden gemeinsam mit der Landwirtschaftlichen Lehranstalt Triesdorf durchgeführt. Bei den Messungen wurden Durchflussmengen von 6 m³/min bis 9 m³/min eingestellt. Die unterschiedlichen Durchflussmengen zeigten keinen Einfluss auf die Messwerte des Sensors.

Tabelle 3 zeigt die Einzelergebnisse.

Aufgrund der erzielten Ergebnisse wird dem mobilen „Krone NIR Control dual“ mit dem Kalibrationsmodell V14.3.1 das Prüfzeichen „DLG-ANERKANNT in Einzelkriterien“ verliehen für die Messungen von:

- Inhaltsstoffe in Rindergülle: TM, N_{Gesamt}, NH₄-N, P₂O₅, K₂O
- Inhaltsstoffe in Schweinegülle: TM, N_{Gesamt}, NH₄-N, P₂O₅
- Inhaltsstoffe in Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle: TM, N_{Gesamt}, P₂O₅, K₂O
- Inhaltsstoffe in flüssigem Gärrest aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen: TM, N_{Gesamt}, NH₄-N, P₂O₅

Tabelle 3: Einzelergebnisse

Typenbezeichnung	Krone NIR Control dual mit Kalibrationsmodell V14.3.1	Bewertung*
Einbaulage (Neigung)		
	90°	
Einbauposition		
	waagrechte 6“ Rohrleitung (siehe Herstellerangaben)	
Rindergülle		
	TM in % Gew.	+
	N _{Gesamt} in kg/m ³	○
	NH ₄ -N in kg/m ³	○
	P ₂ O ₅ in kg/m ³	○
	K ₂ O in kg/m ³	++
Schweinegülle		
	TM in % Gew.	++
	N _{Gesamt} in kg/m ³	○
	NH ₄ -N in kg/m ³	○
	P ₂ O ₅ in kg/m ³	○
	K ₂ O in kg/m ³	-
Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle		
	TM in % Gew.	○
	N _{Gesamt} in kg/m ³	++
	NH ₄ -N in kg/m ³	-
	P ₂ O ₅ in kg/m ³	○
	K ₂ O in kg/m ³	+
Flüssiger Gärrest aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen		
	TM in % Gew.	○
	N _{Gesamt} in kg/m ³	+
	NH ₄ -N in kg/m ³	+
	P ₂ O ₅ in kg/m ³	○
	K ₂ O in kg/m ³	-

DLG-Bewertungsschema:

- ++ = bestanden, sehr gut (4/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart ≤ 10 % und keine > 20 % rel. Abweichung)
- + = bestanden, gut (4/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart ≤ 15 % und keine > 25 % rel. Abweichung)
- = bestanden (3/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart ≤ 25 % und keine > 35 % rel. Abweichung)
- = nicht bestanden

Das System aus „Krone NIR Control dual“ mit dem Kalibrationsmodell V14.3.1 der Firma Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH konnte im DLG-Test zeigen, dass es bei der Messung von Trockenmasse (TM), Gesamtstickstoff (N_{Gesamt}), und Phosphat (P_2O_5) in den geprüften Güllearten Rindergülle, Schweinegülle und Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle sowie flüssigem Gärrest aus Rinder- oder Schweinegülle mit nachwachsenden Rohstoffen den Anforderungen an die Messgenauigkeiten für eine DLG Anerkennung genügt. Darüber hinaus erfüllt das System die DLG Anforderungen für Ammoniumstickstoff (NH_4-N) in Rinder- und in Schweinegülle sowie in flüssigem Gärrest und außerdem für Kaliumoxid (K_2O) in Rindergülle sowie in Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle.

Ein wesentlicher Vorteil der NIR-Messtechnik gegenüber den herkömmlichen Verfahren zur Bestimmung der Inhaltsstoffe in flüssigen Wirtschaftsdüngern über Probenahme und Laboranalyse besteht in den sofort verfügbaren Messwerten und in der permanenten Messung der Inhaltsstoffe über das komplette geförderte Düngervolumen.



Im Bereich der DLG-Facharbeit beschäftigt sich der DLG-Ausschuss für Technik in der Pflanzenproduktion unter anderem mit der Ausbringung von flüssigen und festen Wirtschaftsdüngern. Merkblätter und Schriften dieser ehrenamtlichen Facharbeit sind unter <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/technik-in-der-pflanzenproduktion/> kostenlos im PDF-Format erhältlich. In der „DLG-Kompakt“-Reihe ist dort auch die Ausgabe 8/2019 mit dem Titel „Nährstoffgehalte in Gülle online mit Sensoren bestimmen“ erhältlich, die unter Federführung der DLG-Prüfungskommission Düngetechnik im DLG-Testzentrum entstanden ist.

Weitere Informationen

Prüfungsdurchführung

DLG TestService GmbH, Standort Groß-Umstadt
Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf –
Pflanzenbau und Versuchswesen, 91746 Weidenbach
Die Prüfungen werden im Auftrag des
DLG e.V. durchgeführt.

DLG-Prüfrahmen

DLG-Anerkannt in Einzelkriterien
„Mobile Sensoren zur Bestimmung von Inhaltsstoffen
in vorbeiströmender Gülle“ (Stand 09/2020)

Fachgebiet

Landwirtschaft

Mitglieder der zuständigen

DLG-Prüfungskommission „Düngetechnik“

Dr. Horst Cielejewski, Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen, Bad Sassendorf

Dr. Harm Drücker, Landwirtschaftskammer
Niedersachsen, Oldenburg

Prof. Dr. Nils Fölster, Fakultät Ingenieurwissen-
schaften und Informatik, Osnabrück

Prof. Dr. Hans-W. Griepentrog, Institut für Agrar-
technik, Stuttgart-Hohenheim

Dr. Fabian Lichti, Landesanstalt für Landwirtschaft
Bayern, Freising

Frank Reith, Mittelforsthof, Groß-Umstadt

Sven Schneider, Lohnunternehmung, Brensbach

Peter Seeger, Hof Seeger, Otzberg

Bereichsleiter

Dr. Ulrich Rubenschuh*

Prüfingenieur(e)

Dipl.-Ing agr. Georg Horst Schuchmann

Fotos und Grafiken

DLG und Krone

* Berichterstatter

DLG. Offenes Netzwerk und fachliche Stimme.

Die DLG e.V. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1885 von Max Eyth gegründet, ist eine Fachorganisation der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Leitbild ist der Wissens-, Qualitäts- und Technologietransfer zur Förderung des Fortschritts. Dabei fungiert die DLG als offenes Netzwerk und fachliche Stimme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Als eine der führenden Organisationen ihrer Branche organisiert die DLG internationale Messen und Veranstaltungen in den Kompetenzfeldern Pflanzenbau, Tierhaltung, Land- und Forsttechnik, Energieversorgung und Lebensmitteltechnologie. Ihre Qualitätsprüfungen für Lebensmittel sowie Landtechnik und Betriebsmittel erfahren weltweit hohe Anerkennung.

Ein weiteres wichtiges Leitmotiv der DLG ist es seit über 130 Jahren den Dialog zwischen Wissenschaft, Praxis und Gesellschaft über Fach- und Ländergrenzen hinweg zu fördern. Als offene und unabhängige Organisation erarbeitet ihr Expertennetzwerk mit Praktikern, Wissenschaftlern, Beratern, Fachleuten aus Verwaltung und Politik aus aller Welt zukunftsorientierte Lösungen für die Herausforderungen der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Test-Kompetenz in Agrartechnik und Betriebsmitteln

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel ist mit seinen Methoden, Prüfrahmen und Auszeichnungen führend in der Prüfung und Zertifizierung von Agrartechnik und Betriebsmitteln. Die Methoden und Testprofile sind praxisbezogen, herstellerunabhängig und von neutralen Prüfungskommissionen erarbeitet. Sie beruhen auf modernsten Messtechniken und Prüfeinrichtungen, auch internationale Standards und Normen werden berücksichtigt. Mit der Durchführung der Prüfung ist die DLG TestService GmbH als mehrfach akkreditiertes Prüflabor beauftragt.

Interne Prüfnummer DLG: 2206-0093

Copyright DLG: © 2022 DLG



DLG TestService GmbH

Standort Groß-Umstadt

Max-Eyth-Weg 1 • 64823 Groß-Umstadt

Telefon +49 69 24788-600 • Fax: +49 69 24788-690

Tech@DLG.org • www.DLG.org

Download aller
DLG-Prüfberichte kostenlos
unter: www.DLG-Test.de