

## **Frühjahrgabe von Gärresten im Winterweizen**

**Abstract:** The aim of this study was to identify possibilities of improving the utilization of biogas digestate as N source for winter wheat. For this purpose, different types of digestate as well as new application methods were examined aiming to increase N use efficiency, yield and protein content. In addition, a field trial was carried out to quantify short-term yield effects and mineral fertilizer equivalents of applied digestates.

### **Zusammenfassung**

Die Untersuchungen in diesem Themenkomplex zielen zum einen auf technische Möglichkeiten zur Verbesserung der Stickstoffwirkung des Gärrestes. Zum anderen wird die Düngewirkung des Stickstoffs verschiedener Gärreste geprüft.

Unterschiedliche Gärrestzusammensetzungen sowie neuere Applikationsverfahren für Gärrest (Ansäuerung, Schlitzen) wurden untersucht. Hierbei ging es neben den Auswirkungen auf Ertrag und Rohproteingehalt auch um eine Reduktion der Ammoniakverluste.

Zusätzlich wurde ein Steigerungsversuch zur Ermittlung des kurzfristig wirksamen MDÄs für den Standort Gülzow angelegt.

### **Sachstand und Aufgabenstellung**

Die Substratgrundlage für die Biogaserzeugung ist in der Praxis sehr vielfältig. Neben Anlagen auf der Basis von Rinder- oder Schweinegülle mit relativ geringem Anteil an nachwachsenden Rohstoffen gibt es verschiedene Zwischenstufen bis hin zu Anlagen, die ausschließlich mit pflanzlicher Biomasse betrieben werden.

Deutschlandweite Erkenntnisse zur Gärrestdüngung sind nicht auf alle Bedingungen und Standortverhältnisse in MV übertragbar. Darüber hinaus führen unterschiedliche Substratzusammensetzungen bei der Beschickung der Biogasanlage, differenzierte Ausnutzungsgrade der organischen Trockensubstanz bei der Vergärung und physikalische Nachbehandlung (Separierung) des Gärrestes (GR) zu sehr differenzierten Nährstoffkonzentrationen im Düngemittel.

Im Zuge sich verschärfender Anforderungen der Düngeverordnung sind in den letzten Jahren einige neue Konzepte zur Ausbringtontechnologie von organischen Flüssigdüngern entwickelt worden (z. B. Schlitztechnik). Hier sind die Anwendbarkeit dieser Verfahren und ihr Einfluss auf die Stickstoffausnutzung unter den Standortbedingungen in MV zu untersuchen und Empfehlungen abzuleiten. Auch die Wirkung des Zusatzes von Stickstoffstabilisatoren im Weizen ist in diesem Zusammenhang zu prüfen.

Die Untersuchungen in diesem Themenkomplex zielen zum einen auf technische Möglichkeiten zur Verbesserung der Stickstoffwirkung des Gärrestes. Hierbei steht v. a. die Reduktion der Ammoniakverluste bei der oberflächigen Ausbringung in den Bestand im Mittelpunkt. Zum anderen wird die Düngewirkung des Stickstoffes verschiedener Gärreste bei Ausbringung zu Vegetationsbeginn geprüft. Dabei wird die Einbettung der Gärrestgabe in die Mineraldüngerstrategie ebenso mit einbezogen wie der Einfluss der Sorte. Darüber hinaus sollen Aussagen zum optimalen Ausbringtermin gewonnen werden.

### **Methode**

Die Versuche zu diesem Themenbereich wurden in Gülzow und Cramonshagen in einer Parzellenanlage (1,5 × 9 m) mit vier Wiederholungen randomisiert angelegt.

Im Versuch „**Applikationsverfahren**“ am Standort Gülzow wurden der Verwendung von Schleppschläuchen als Standardverfahren für die Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger zwei verlustmindernde Technologien gegenüber gestellt. Zum einen wurde der Gärrest mit Schlitzscharen in den Boden eingebracht (siehe Abb. 1), zum anderen erfolgt eine Absenkung des pH-Werts der Gülle vor der Ausbringung durch Zugabe einer Säure. In der Praxis wird hierfür preisgünstige Schwefelsäure verwendet. Im Versuch wurde aus Gründen des Arbeitsschutzes

**Fachberatung Wasserrahmenrichtlinie und Landwirtschaft**

auf Milchsäure zurückgegriffen. Bei pH-Werten um ca. 6 ist das chemische Dissoziationsgleichgewicht nahezu vollständig vom Ammoniak zum Ammonium verschoben, so dass gasförmige Verluste weitgehend unterbunden werden sollen.

In den Versuchen „**Gärrestarten**“ und „**MDÄ**“ (Gülzow und Cramonshagen) wurde die Düngewirkung von Gärresten bei Ausbringung zu Vegetationsbeginn untersucht. Der ausschließlichen Gärrest-Düngung zur ersten Gabe wurde eine Variante mit mineralischer Ergänzungsdüngung gegenüber gestellt.

Zur Einordnung der Gärrestvarianten wurde eine mineralische Stickstoffsteigerung der ersten Gabe angelegt. Daraus wurde ein MDÄ errechnet:

$$Y = (MINDüngung - ZUSDüngung) * 100 / GRDüngung$$

Y: MDÄ

MINDüngung: Düngermenge, mit der bei ausschließlich mineralischer N-Düngung, der gleiche Kornertrag wie in zu der berechnenden GR-Variante erreicht wird (in kg N/ha)

ZUSDüngung: zusätzlich zum Gärrest gedüngte mineralische N-Mineraldüngermenge (in kg N/ha)

GRDüngung: gesamte Menge des mit Gärresten zugeführten Stickstoffs (in kg N/ha)

Um die Wirkung der Gärrestdüngung auf den Qualitätsparameter Rohprotein mit zu berücksichtigen, wurde zusätzlich ein MDÄ auf Basis des Rohproteinertrags errechnet.

Alle späteren Stickstoffgaben erfolgten über den gesamten Versuch in einheitlicher Höhe mit Mineraldünger. Die Gärrestapplikation wurde mit Schlitztechnik durchgeführt. Am Standort Gülzow wurden darüber hinaus mehrere Gärreste mit unterschiedlichen NH<sub>4</sub>-N-Gehalten in die Betrachtung einbezogen (siehe Tab. 1).

**Tab. 1:            Verwendete GR mit ihren unterschiedlichen NH<sub>4</sub>-N-Gehalten Laborwerte und Substratzusammensetzungen**

Gärrestarten	NH <sub>4</sub> -N [% Nt]	Substrat Biogasanlage
GR I	40	NawaRo
GR II	60	Rindergülle + NawaRo
GR III	75-80	Schweinegülle + NawaRo

Zur Prüfung des Einflusses verschiedener „**Applikationstermine**“ auf Ertrag und Qualität des Weizens am Standort Gülzow wurde der Gärrest entweder zu Vegetationsbeginn oder zur zweiten Stickstoffgabe (EC 30) ausgebracht. In der Vergleichsvariante erfolgte die Stickstoffdüngung zu den jeweiligen Terminen mineralisch. Auch in diesem Versuch wurde Schlitztechnik verwendet.

2013 wurden beim Vergleich der Applikationsverfahren einmalig Ammoniakemissionsmessungen durchgeführt. Dabei wurde eine vereinfachte Methode mit geschlossenen Hauben verwendet, unter die Schalen mit verdünnter Schwefelsäure platziert wurden (siehe Abb. 1). Durch Titration wurde anschließend die in der Säure als Ammonium gelöste Ammoniakmenge ermittelt. Die so gewonnenen Werte (in mg N/h) können zum relativen Vergleich der Prüfglieder untereinander genutzt werden, erlauben jedoch keinen Flächenbezug.



**Abb. 1: Ammoniakemissionsmessung mit geschlossener Kammermethode und Schwefelsäure, (Gülzow, 2013 - 2014)**

### **Ergebnisse und Diskussion**

Aufgrund von Problemen bei der Gärrestausbringung musste der Versuch „Applikationstermin“ (Gülzow) in 2013 und 2014 abgebrochen werden, so dass nur von 2012 Ergebnisse zur Verfügung stehen.

#### **Applikationsverfahren**

Der Verlauf der Ammoniakemissionen über einen Zeitraum von 6 Tagen nach der Gärrestausbringung zeigte im Vergleich zur Standardvariante (Schleppschlauch) ein signifikantes Verminderungspotential der geprüften Alternativverfahren.

Der Einsatz von **Schlitztechnik** reduzierte die verfahrensbedingten Emissionen ( $\text{NH}_3$ -Verluste, die über den Wert der unbehandelten Kontrolle hinausgehen) um 75 %.

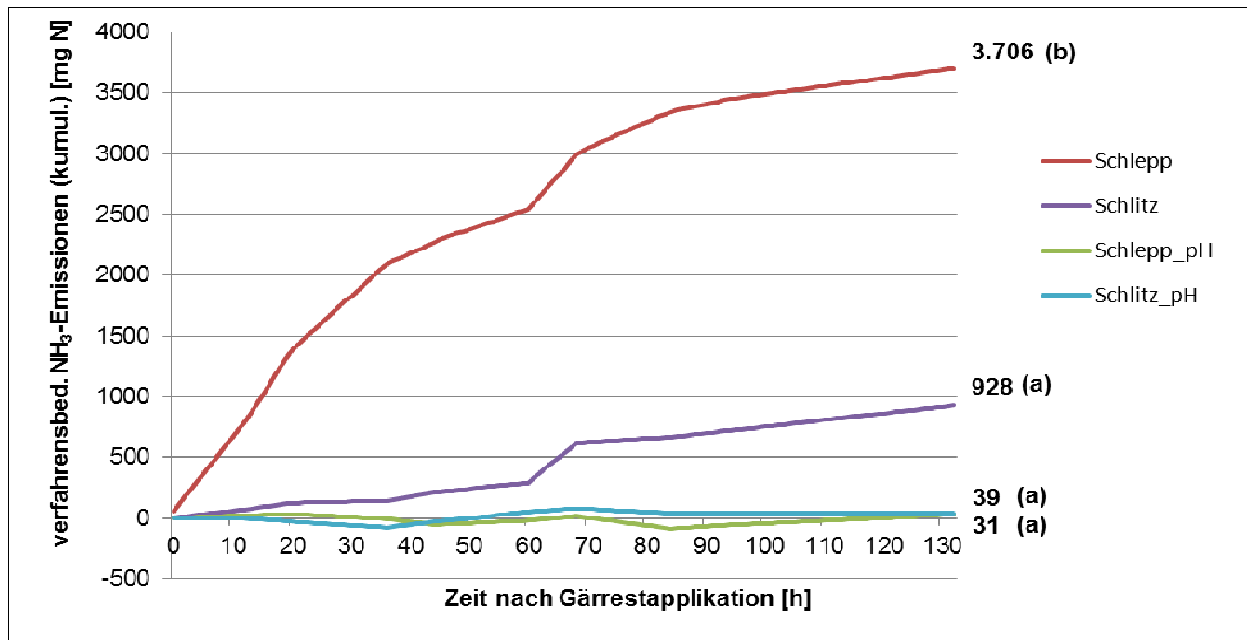
Durch **Ansäuerung** konnten die Emissionen unabhängig von der Ausbringtechnik sogar auf das Niveau der Kontrolle abgesenkt werden, d. h. verfahrensbedingte  $\text{NH}_3$ -Verluste wurden vollständig unterbunden (siehe Abb. 2).

Im Hinblick auf die Kornerträge gab es zwischen den verlustmindernden Verfahren keine statistisch gesicherten Unterschiede. Die Schleppschlauchvariante dagegen schnitt um 4,1 dt/ha signifikant schlechter ab (siehe Abb. 3).

Aufgrund technischer Schwierigkeiten wurde der pH-Wert der Gärreste im ersten Versuchsjahr auf Werte um 4,5 abgesenkt. Die ungünstigen Erträge dieser Varianten im Jahr 2012 sind vermutlich auf Pflanzenschäden durch Verätzungen, insbesondere bei der Schleppschlauchausbringung (große Kontaktfläche der Pflanze mit dem sauren Gärrest), zurückzuführen. Diese Ergebnisse wurden deshalb von der Bewertung ausgenommen.

Auch in Bezug auf den Rohproteingehalt ergab sich bei der mehrjährigen Auswertung ein Vorteil für das Verfahren der Ansäuerung. Hier wurden signifikant um 0,3 % höhere Werte als beim Schleppschlauchverfahren erzielt (Abb. 3).

Fachberatung Wasserrahmenrichtlinie und Landwirtschaft



Werte bereinigt um Kontrolle

unterschiedliche Buchstaben stellen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten dar

Abb. 2: Verlustbedingte Ammoniakemissionen in Abhängigkeit von der Applikation (Gülzow, 2013 - 2014)

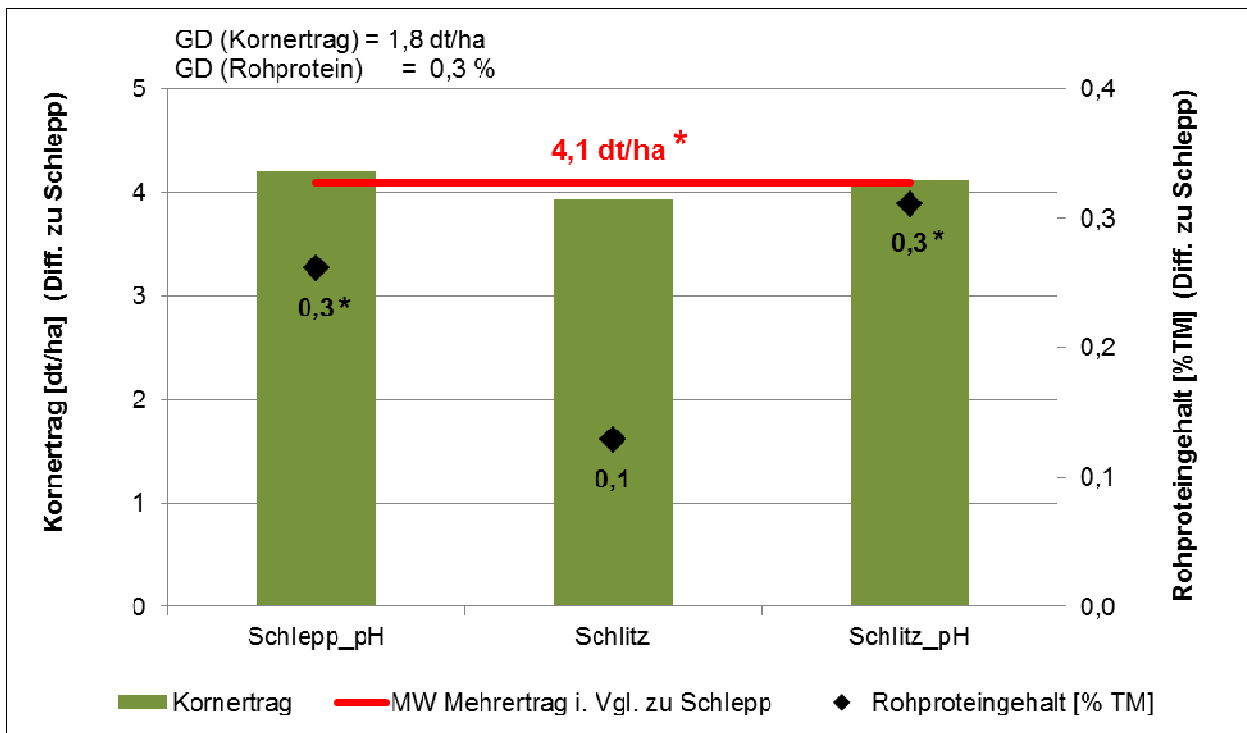


Abb. 3: Einfluss des Gärrestapplikationsverfahrens auf den Kornertrag und Rohproteingehalt als Differenz der verlustmindernden Varianten zum Standardverfahren (Gülzow, 2012 - 2014)

Für eine ökonomische Bewertung der Ansäuerung müssen den N-Effizienzgewinnen die zusätzlichen Verfahrenskosten gegenübergestellt werden. Der Kalkulation wurde das Ansäuerungsverfahren SyreN der Firma BioCover aus Dänemark zugrunde gelegt. In diesem Verfahren wird die Schwefelsäure in einem Tank mitgeführt und während der Düngung mit den Gärresten /der Gülle vermischt. Für das Verfahren der Ansäuerung entstehen laut Herstellerangaben zusätzlich zur Gärrestausrückführung Kosten in Höhe von 0,5 €/m<sup>3</sup>. Dazu ist die verwendete

## Fachberatung Wasserrahmenrichtlinie und Landwirtschaft

Schwefelsäure mit einem Preis von 0,33 €/l anzusetzen. Der Bedarf an Schwefelsäure liegt in Abhängigkeit vom Ausgangs-pH-Wert des organischen Düngers und seiner Pufferwirkung zwischen 0,5 und 3 l/m<sup>3</sup> Flüssigdünger.

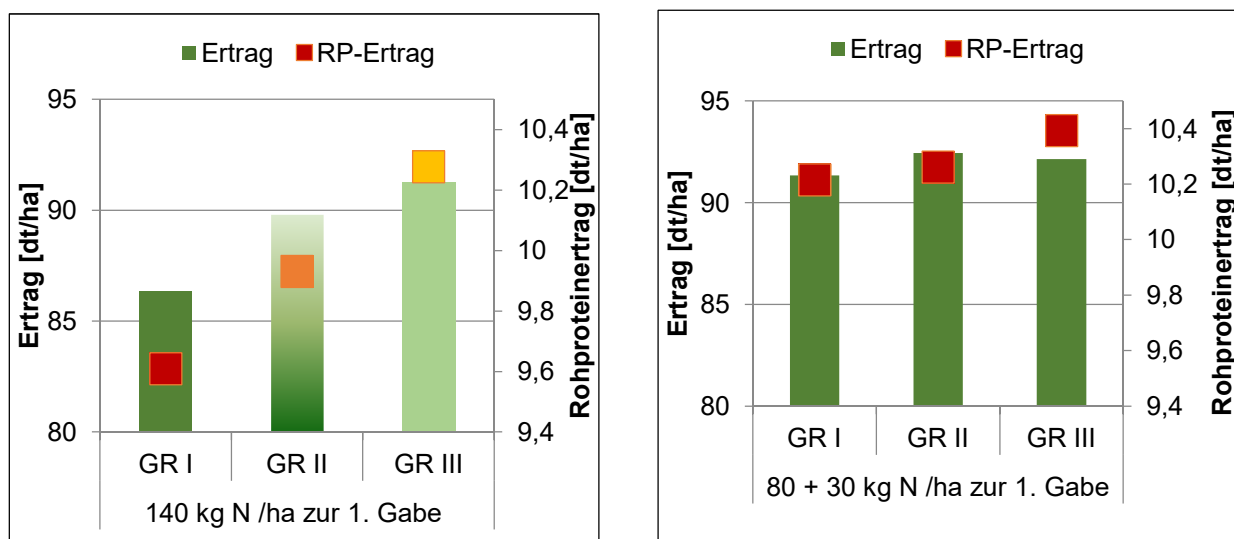
Die im Versuch ermittelte Steigerung des Rohproteinertes von ca. 0,7 dt/ha entspricht einem um 20% höheren MDÄ des Gärrestes bzw. einer Erhöhung der N-Effizienz der Gärrestdüngung um 12 kg/ha. Für die nachfolgende Kalkulation wird der Nährstoffwert dieser Stickstoffmenge angesetzt, da beim Verfahren der Ansäuerung die mineralische Ergänzungsdüngung entsprechend reduziert werden kann. Die eingesetzte Schwefelsäure enthält 0,58 kg S/l. Da dieser vollständig als leicht pflanzenverfügbares Sulfat vorliegt, kann zusätzlich der Nährstoffpreis für Schwefel als positiver Wert in die Berechnung eingehen.

Bei einer Kalkulation mit 0,65 €/ kg Stickstoff; 0,25 €/ kg Schwefel (abgeleitet von mittleren Preisen für HAST und SSA im August 2014); 30 m<sup>3</sup> Ausbringungsmenge des Flüssigdüngers und einem mittleren Säureeinsatz von 2 l/m<sup>3</sup> Gärrest stehen demnach Kosten von 35 €/ha einem Nährstoffwert von insgesamt 29 €/ha gegenüber. Zusammengerechnet liegen die Kosten für das Verfahren mit Ansäuerung um 6 €/ha über denen der reinen Schleppschlauchausbringung. Die Vorteile der verbesserten Umwelleistung (geringe Stickstoffemissionen) sowie ein reduzierter N-Saldo für den Landwirtschaftsbetrieb müssen bei diesem Vergleich mitbetrachtet werden, lassen sich monetär jedoch nicht bewerten.

### Gärrestarten

Der Ertrag und Rohproteinertes des Weizens war in der Variante mit mineralischer Ergänzungsdüngung von 30 kg N/ha am höchsten, unterschied sich jedoch nicht zwischen den Gärrestarten. Einen Einfluss unterschiedlicher Substratzusammensetzungen der Gärreste auf den Ertrag und Rohproteinertes konnte nur bei alleiniger Gärrestdüngung zur ersten Gabe nachgewiesen werden.

Ein hoher NH<sub>4</sub>-N-Gehalt des Gärrestes wirkt sich positiv auf die Ertragsbildung aus. Der höchste NH<sub>4</sub>-N-Anteil im Gärrest (GR III: 75-80 % N<sub>i</sub>) führte auch zu signifikant höheren Weizenerträgen als bei einer Düngung mit GR I (geringster NH<sub>4</sub>-N-Gehalt von 40 % N<sub>i</sub>). Die Rohproteinertes der Gärrestvarianten nahmen ebenfalls mit steigendem NH<sub>4</sub>-N-Anteil der Gärreste zu.



140 kg N/ha aus Gärrest, 80 kg N/ha aus Gärrest + 30 kg N/ha aus mineralischem Dünger; unterschiedliche Farbtöne stellen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten dar

**Abb. 4: Einfluss unterschiedlicher Substratzusammensetzungen von Gärresten und unterschiedlicher Düngungsgaben zur 1. Gabe auf den Ertrag und den Rohproteinertes in Winterweizen (Gülzow, 2011 - 2014)**

Die Sortenwahl hatte keinen Einfluss auf die Düngewirkung der Gärreste.

## Fachberatung Wasserrahmenrichtlinie und Landwirtschaft

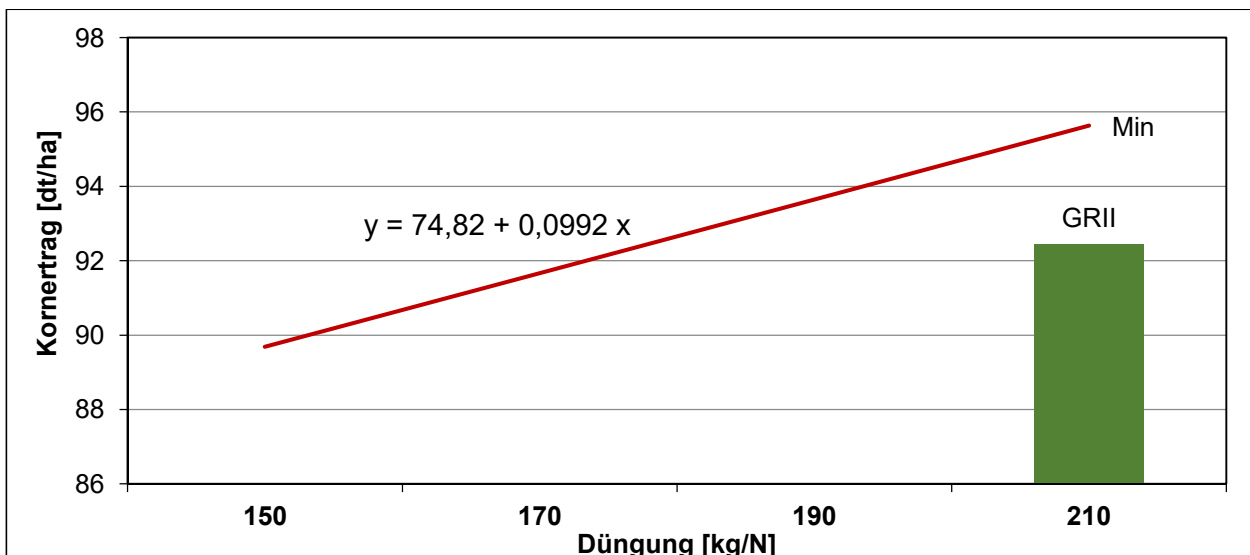
In der Folgefrucht (Winterweizen) konnten im Jahr nach der Anwendung keine Unterschiede im Kornertrag und damit keine Stickstoffnachlieferung aus der vorjährigen Gärrestgabe festgestellt werden.

### Mineraldüngeräquivalent

Das Mineraldüngeräquivalent (MDÄ) gibt an, welcher Anteil des in organischen Düngern enthaltenen Stickstoffs eine dem Mineraldünger vergleichbare Ertragswirkung hat. Das hier berechnete MDÄ gilt nur für diesen Standort und für die eingesetzten Gärreste, jedoch können aus den Ergebnissen Rückschlüsse für ähnliche Standortbedingungen und vergleichbare Gärreste abgeleitet werden.

In der Novellierung der Düngeverordnung werden erstmalig auch Werte für Gärrest zur Anrechnung auf den Düngedarf vorgeschrieben, danach sollen im Jahr der Ausbringung 50 % des im Gärrest enthaltenen Stickstoffs berücksichtigt werden und 95 % für die Nährstoffbilanz.

In Gülzow konnte über alle drei Gärreste ein MDÄ von 54 % errechnet werden, wobei der GR II mit knapp 60 % das höchste MDÄ aufwies. Hierbei wurde die Düngevariante mit 80 kg N/ha aus Gärrest + 30 kg N/ha aus mineralischem Dünger zur ersten Gabe betrachtet. Somit werden die Richtwerte der Düngeverordnung erfüllt.



Ausbringung der Gärreste zur ersten Gabe mit mineralischer Zusatzdüngung

**Abb. 5: MDÄ-Berechnung auf Grundlage eines Vergleiches mit ausschliesslich mineralischer Düngung (Gülzow, 2011 - 2013)**

Trotz des großen zeitlichen Abstands zwischen Gärrestapplikationstermin und Kornfüllungsphase des Weizens konnte in einzelnen Gärresten ein positiver Einfluss der Gärrestgabe auf den Rohproteingehalt festgestellt werden. So zeigen die Rohproteinerträge der Gärrestvarianten GR I und III im Vergleich zur mineralischen Steigerung eine bessere Verwertung des Stickstoffes im Gärrest (ca. 14 % in Relation).

Da der Rohproteingehalt beim Weizen ein Qualitätsmerkmal ist und in der Praxis durch gezielte Mineraldüngergaben gefördert wird, sollte der Einfluss des im Gärrest enthaltenen Stickstoffs auf diesen Parameter auch in die Beurteilung der Stickstoffdüngewirkung einbezogen werden. Bisherige Angaben zum MDÄ bezogen sich i. d. R. nur auf die Ertrags-, nicht auf die Qualitätswirkung

organischer

Dünger.

## **Fazit**

Im Vergleich der GR-Applikationsverfahren können die NH<sub>3</sub>-Emissionen bei der Ausbringung insbesondere durch Ansäuerung wirkungsvoll reduziert werden. Im Hinblick auf Ertrag sind die geprüften verlustmindernden Verfahren Ansäuern und Einschlitzeln gleichwertig. Jedoch schneiden die Verfahren mit angesäuertem Gärrest im Hinblick auf Qualität und damit auch der N-Effizienz besser ab. Damit dürfte die Kombination von Schleppschlauchtechnik und Ansäuerungsverfahren hinsichtlich der Praxistauglichkeit eindeutig im Vorteil liegen – Schleppschlauchtechnik ist größtenteils vorhanden und kann in größeren Arbeitsbreiten eingesetzt werden als Schlitzgeräte. Für den Säurezusatz werden bereits praxistaugliche Lösungen angeboten (z. B. SyreN, Infarm). Durch die Verwendung von preisgünstiger Schwefelsäure kann gleichzeitig die Schwefelversorgung abgesichert und somit Mineraldüngerkosten eingespart werden.

Eine Ansäuerung auf pH 6 ist zielführend und sollte im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit und mögliche Ättschäden insbesondere bei Ausbringung mit Schleppschläuchen nicht wesentlich unterschritten werden.

Unterschiedliche Substratzusammensetzungen der Gärreste hatten nur bei einer ersten Düngegabe mit ausschließlich Gärresten einen Einfluss auf Ertrag und Rohproteingehalt des Weizens.

Bei einer Gärrestdüngung von 80 kg N/ha mit zusätzlicher mineralischer Düngung von 30 kg N/ha war der Ertrag höher als bei alleiniger Gärrestdüngung und ohne Unterschiede zwischen den Gärrestarten. Somit ist eine Ergänzung mit mineralischem Dünger zu empfehlen, um Unterschiede in den Gärresten abzufangen und den Weizenertrag zu verbessern.

Nach der Berechnung des MDÄ für Gülzow kann man ableiten, dass ähnliche Standorte die Vorgaben der neuen Düngeverordnung erfüllen. Unter ähnlichen Standortbedingungen, wie sie in Gülzow vorliegen, ist eine Anrechnung der über Gärreste ausgebrachten Stickstoffgesamtmenge bei der Düngung von Winterweizen zu Vegetationsbeginn von ca. 53 % im Jahr der Düngung realistisch.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss beachtet werden, dass die Gärrestausbringung in den bisherigen Versuchen nur in einem Jahr erfolgte. Eine Stickstoffnachlieferung aus dem organischen Material des Gärrestes konnte im Folgejahr nicht nachgewiesen werden. Es ist jedoch bekannt, dass organische Dünger bei langjähriger Anwendung über den Humusaufbau zu beträchtlicher Stickstoffnachlieferung aus dem Boden beitragen können. Vor diesem Hintergrund kann erwartet werden, dass bei mehrjähriger Anwendung ein langfristig wirkendes MDÄ höher ausfallen würde als das in den vorliegenden Versuchen ermittelte einjährige MDÄ.

## **Weiterführende Literatur**

Im Rahmen der Themenbearbeitung waren nachfolgende Internetseiten besonders hilfreich und informativ:

<http://infarm.dk/>

<http://www.biocover.dk/>

Frühjahresgabe von Gärresten im Winterweizen	Anfragen: Dr. Ines Bull 03843 789231 <a href="mailto:i.bull@lfa.mvnet.de">i.bull@lfa.mvnet.de</a>
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG)	Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA)   LMS Agrarberatung - Zuständige Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB)