

Emissionsminderung bei der Ausbringung von Gärresten durch Ansäuerung

AcidDigSoil

Mai 2024

Am Versuchsstandort Gülzow wurde in einer dreijährigen Feldversuchsreihe in den Fruchtarten Winterweizen, Silomais und Winterraps untersucht, unter welchen Bedingungen eine Ansäuerung von flüssigen Wirtschaftsdüngern während der Ausbringung sinnvoll ist und welche positiven Wirkungen auf Emissionsminderung, Ertrag, Nährstoffeffizienz und die Qualität des Erntegutes entstehen.

Zusammenfassung:

Durch die Absenkung der pH-Werte auf pH 5,5 der mit Schleppschlauchtechnik ausgebrachten Substrate ließen sich die Ammoniakemissionen an allen Ausbringterminen deutlich reduzieren. Somit bietet die Ansäuerung flüssiger Wirtschaftsdünger die Möglichkeit einer emissionsarmen Ausbringung in wachsende Bestände. Durch die zur pH-Wert-Absenkung der Substrate eingesetzte Schwefelsäure werden teils hohe Mengen an Schwefel mit ausgebracht. Diese sind in der Düngebilanz zu berücksichtigen, auf eine weitere mineralische Schwefeldüngung kann verzichtet werden.

In allen Versuchsjahren konnte ein positiver Effekt der Ansäuerung auf die Rohproteingehalte der Weizenkörner festgestellt werden. Eine Steigerung der Kornerträge konnte nicht in allen Versuchsjahren beobachtet werden. Auch die Erträge und Rohproteingehalte von Silomais wurden durch die Ansäuerung positiv beeinflusst.

Besteht die Möglichkeit, die Substrate bereits vor der Aussaat auf der zu bestellenden Fläche direkt einzuarbeiten, sollte diese genutzt werden, denn auch die direkte Einarbeitung der Gärreste reduzierte die Ammoniakemissionen im Vergleich zur herkömmlichen Schleppschlauchausbringung deutlich.

In der landwirtschaftlichen Praxis lassen sich die Zusatzkosten der Ansäuerungsmaßnahmen von flüssigen Wirtschaftsdüngern (Säurekosten, Ausbringtechnik, Säurelogistik) bisher kaum durch die Einsparung an Mineraldünger und eventuelle Mehrerträge oder Qualitätssteigerungen der Ernteprodukte decken, somit entsteht ein Förderbedarf für diese emissionsmindernde Ausbringtechnik.

1 Material und Methoden

Im Winterweizen erfolgte die Düngung mit flüssigen Wirtschaftsdüngern zu Vegetationsbeginn. Es wurden 80 kg/ha N anrechenbarer Stickstoff mit einem Anrechnungsfaktor (Mineraldüngeräquivalent) von 0,6 mittels Schleppschlauchtechnik in den wachsenden Bestand in unterschiedlichen Ansäuerungsstufen ausgebracht. Im weiteren Vegetationsverlauf wurden alle Varianten, außer den mineralischen Steigerungen, mit 80 kg/ha N aus Kalkammonsalpeter auf eine Gesamtstickstoffmenge von 160 kg/ha N aufgedüngt. Um Ertragseffekte des durch die Ansäuerung mit Schwefelsäure ausgebrachten Schwefels auszuschließen, wurde über den gesamten Versuch ein Schwefelausgleich von 25 kg/ha S in Form von Kieserit vorgenommen. In den Silomaisversuchen erfolgte die Düngung mit Gärresten direkt zur Aussaat bzw. im 6-8-Blatt-Stadium etwa 7 Wochen nach dem Legen (Mitte Juni). Zur Aussaat wurden zwei Prüfglieder mit unangesäuerten Gärresten, die mittels Schleppschlauchtechnik bzw. Güllegrubber ausgebracht wurden, gedüngt. Ein Prüfglied wurde vor der Aussaat ausschließlich mineralisch gedüngt, ein weiteres verblieb als Nullvariante ohne Düngung. Die verbliebenen 4 Prüfglieder erhielten ihre Stickstoffgabe über Gärreste in unterschiedlichen Ansäuerungsstufen zum zweiten Düngetermin. Es wurde eine anrechenbare Stickstoffmenge von 130 kg/ha N ausgebracht. Analog zum Winterweizenversuch wurde hier ein Anrechnungsfaktor von 0,6 genutzt. Auch im Silomaisversuch wurde ein Schwefelausgleich über Kieserit vorgenommen.

Die Ansäuerung der Gülle/Gärreste auf den gewünschten pH-Wert erfolgte unmittelbar vor der Ausbringung durch schrittweise Zugabe von 37- bzw. 50-prozentiger Schwefelsäure unter ständigem Umpumpen mittels der Güllepumpe des Ausbringers in einem separaten Container.

Die Messungen der Ammoniak-Emissionen wurden durch den Unterauftragnehmer A.F.E.R. e.V. Hohen Luckow realisiert. Diese wurden unter Verwendung von Dräger Polytron C300 Sensoren in der „closed-chamber-Methode“ durchgeführt. Die Messfühler zeichneten alle 10 Sekunden die Konzentration des Ammoniaks unter der, unmittelbar nach der Düngerapplikation in der Kernparzelle aufgesetzten, Messhaube (Abb. 1) auf. Die Messungen wurden ununterbrochen über mindestens 5 Tage ausgeführt.



Abbildung 1: Messhauben der Emissionsmessung im Winterweizen im April 2023

Die Auswertung der Rohdaten erfolgte anschließend am PC. Positive Anstiege, außerhalb der erhobenen Blindwerte der einzelnen Sensoren, wurden aufsummiert, mit dem Ergebnis einer Summenkurve der Ammoniakkonzentration über den gesamten Messverlauf. Diese aufsummierten Gehalte ließen sich dann unter Einbeziehung von Temperatur, Luftdruck, Gaskonstante und molarer Masse des Ammoniaks in einen Ammoniakverlust in kg/ha $\text{NH}_3\text{-N}$ umrechnen.

2 Ergebnisse

2.1 Emissionsmessungen

Die Düngung mit flüssigen Wirtschaftsdüngern im Winterweizen erfolgte zu Vegetationsbeginn, sobald die Befahrbarkeit der Versuchsfläche im jeweiligen Versuchsjahr gegeben war. Abbildung 2 zeigt die kumulierten Ammoniakverluste ($\text{NH}_3\text{-N}$ kg/ha) im Messzeitraum (bis 168 h nach Ausbringung) im Mittel der drei Versuchsjahre. Trotz noch kühler Witterung und teils Nachtfrosten im Zeitraum der Ausbringung zwischen Anfang März und Anfang April in den jeweiligen Versuchsjahren zeigten die Emissionsmessungen der unbehandelt mittels Schleppschläuchen ausgebrachten Substrate (pH 7,5 bis 7,8) Ammoniakstickstoff-Verluste von bis zu 25 kg/ha. Vor allem die pH-Wert-Absenkung auf pH 5,5 der beiden ausgebrachten Gärreste resultierte in deutlichen Minderungen der Ammoniakemissionen um über 80 Prozent.

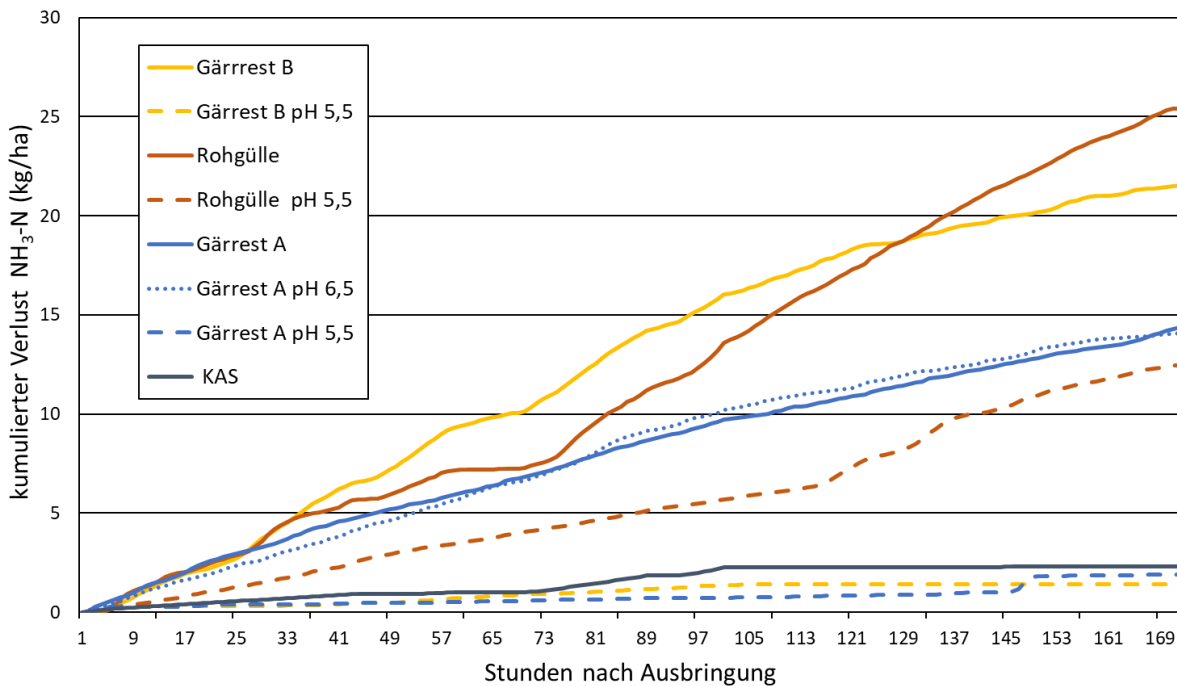


Abbildung 2: Kumulierte Ammoniakverluste gemessener Prüfglieder im Messzeitraum im Winterweizen nach der Gärrestdüngung im März/April im Mittel der Versuchsjahre

Zum ersten Düngetermin im Silomais direkt zur Aussaat Ende April fand keine Ansäuerung des ausgebrachten Gärrestes statt. Hier wurden die Ammoniakemissionen von einer ungedüngten Nullvariante, einer mineralisch gedüngten KAS-Variante, direkt eingegrubberten Gärresten und mittels Schleppschläuchen ausgebrachten Gärresten in zwei Wiederholungen gemessen. In Abbildung 3 sind die Mittelwerte des kumulierten Ammoniakstickstoff-Verlustes der beiden Messwiederholungen der Jahre 2021 bis 2023 über die Messdauer von 7 Tagen darstellt.

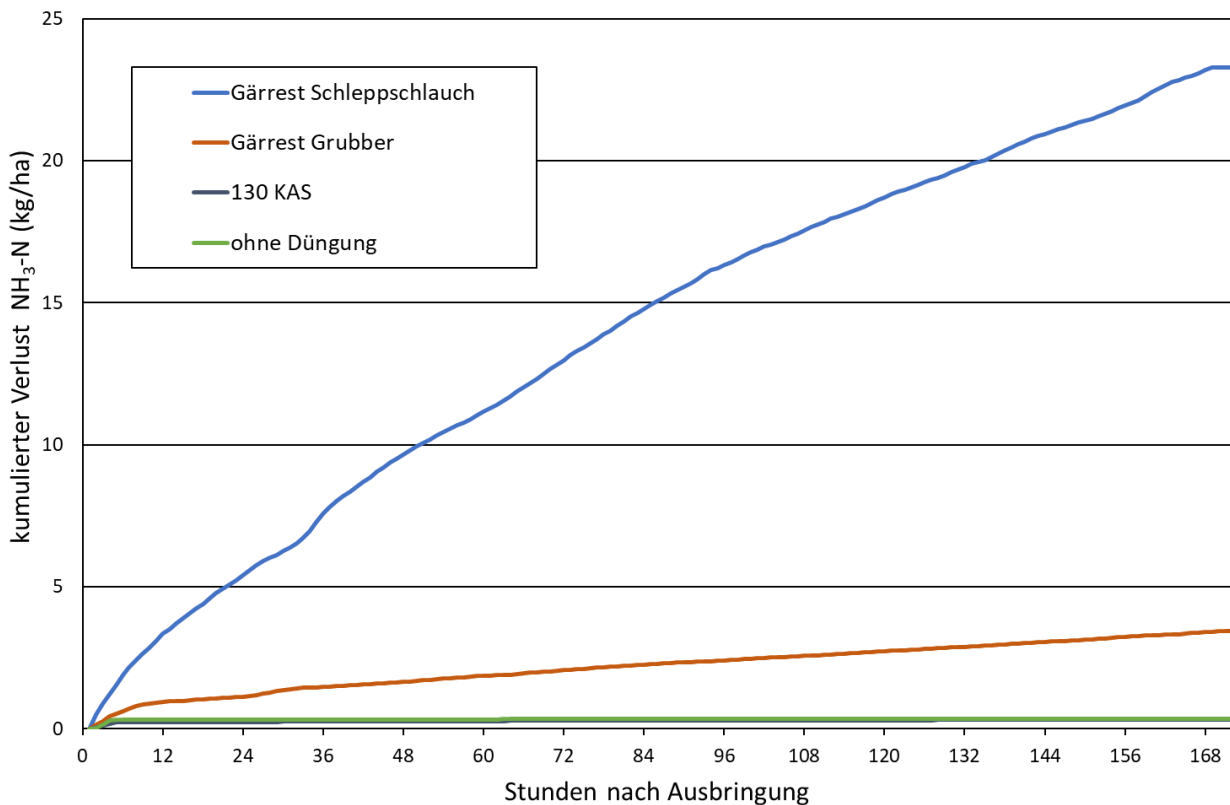


Abbildung 3: Kumulierte Ammoniakverluste gemessener Prüfglieder im 7-tägigen Messzeitraum im Silomais nach der Gärrestdüngung zur Aussaat im Mittel der Versuchsjahre

Abbildung 4 zeigt die Emissionen der auf unterschiedliche pH-Werte angesäuerten Gärreste der Messungen im 6-8-Blatt-Stadium der Silomaisversuche. Die unbehandelten Gärreste mit einem Ausgangswert von pH 7,7 emittierten zum zweiten Düngezeitpunkt ähnlich viel Ammoniak wie beim ersten Düngetermin nach der Aussaat Ende April. Im Gegensatz zu den Messungen im Winterweizen konnte hier im Messzeitraum durch die Ansäuerung auf pH 6,5 eine Emissionsreduktion von etwa 4 kg/ha Ammoniakstickstoff beobachtet werden. Eine Herabsetzung des pH-Wertes auf pH 6,0 und pH 5,5 reduzierte die Ammoniakemissionen noch weiter. Der größte Emissionsminderungseffekt, mit einer durchschnittlichen Minderung von über 60 % im Vergleich zum unbehandelten Gärrest, konnte bei der Ansäuerungsstufe pH 5,5 festgestellt werden.

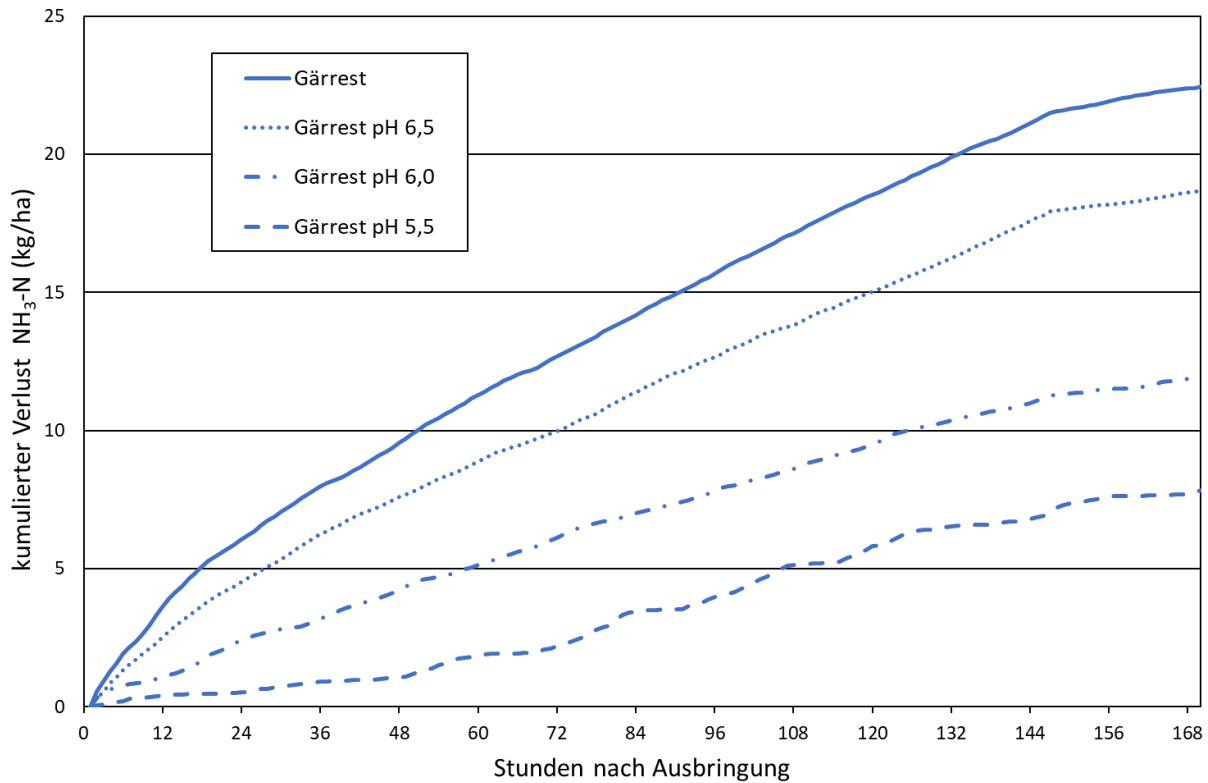


Abbildung 4: Kumulierte Ammoniakverluste gemessener Prüfglieder im 7-tägigen Messzeitraum im Silomais nach der Gärrestdüngung im 6-8-Blatt-Stadium im Mittel der Versuchsjahre

2.2 Erträge und Qualitäten

Die adjustierten Mittelwerte der Kornerträge (Säulen) und der Rohproteingehalte im Korn (Rauten) der Serienauswertung der durchgeführten Winterweizenversuche sind in Abbildung 5 dargestellt. Unterschiedliche Säulenfarben stellen die verschiedenen ausgebrachten Substrate dar. In den Mineraldüngervarianten steigen mit zunehmender Stickstoffgabe Kornerträge und Rohproteingehalte im Korn. Durch die Ansäuerung der Wirtschaftsdünger mit Schwefelsäure konnte eine signifikante Steigerung des Rohproteingehaltes im Korn festgestellt werden. Im Mittel der Jahre betrug diese 0,7 Prozentpunkte. Auch die Kornerträge ließen sich durch die Ansäuerung in zwei der drei Versuchsjahre geringfügig, aber dennoch signifikant steigern. Es handelte sich 2022 und 2023 aber um Jahre mit ausgesprochener Vorsommertrockenheit und niedrigen Erträgen. Es ist davon auszugehen, dass ein positiver Ertragseffekt vor allem dann auftritt, wenn andere Faktoren als die Düngung, hier die Trockenheit, ertragsbegrenzend wirken.

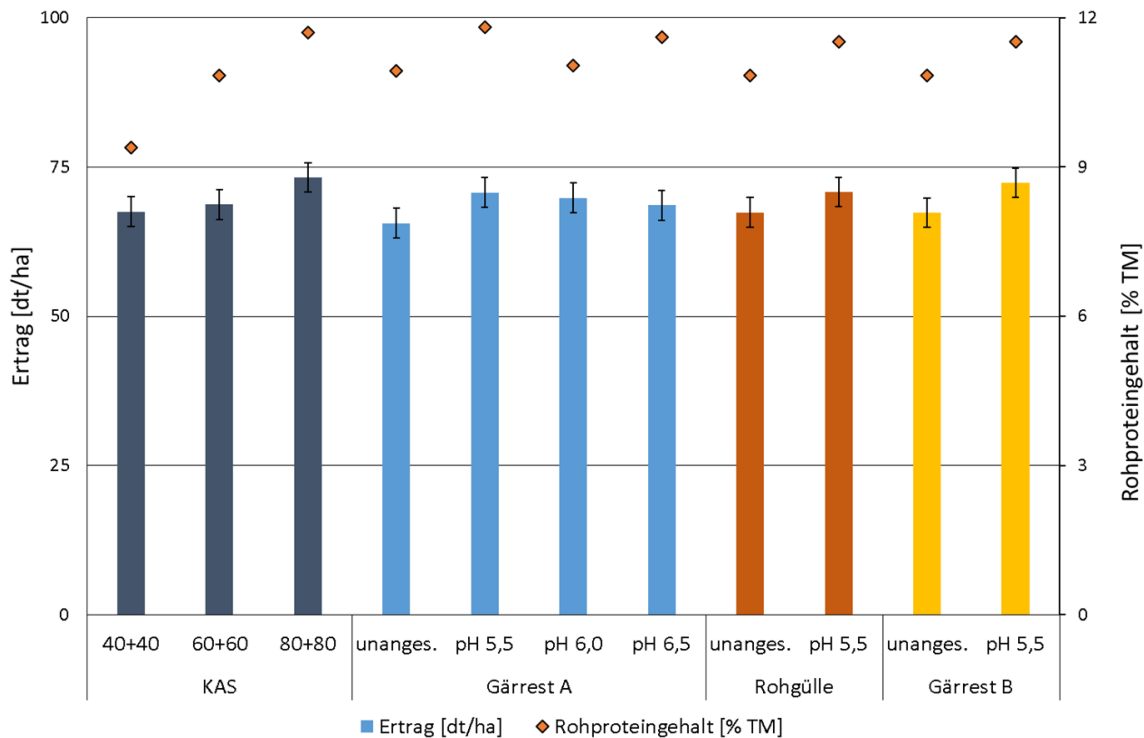


Abbildung 5: Adjustierte Mittelwerte des Kornertrages (dt/ha) und des Rohproteingehaltes (%TM) der Prüfglieder im Winterweizen im Mittel der Versuchsjahre

Abbildung 6 stellt die adjustierten Mittelwerte der Trockenmasseerträge (Säulen) und Rohproteingehalte (Rauten) des Silomaisversuches im Mittel der drei Versuchsjahre dar. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Ertragsunterschiede. Unter den vier Prüfgliedern, welche ihre Stickstoffgabe zur Saat zum ersten Düngetermin erhalten haben, wies die Variante, bei der die Gärreste mittels Güllegrubber ausgebracht wurden, die höchsten Erträge auf. Bei annähernd gleich hohen Rohproteingehalten in der Trockenmasse des Erntegutes war die Grubber-Variante im Hinblick auf den Trockenmasseertrag auch der Variante mit rein mineralischer Stickstoffdüngung überlegen. Zum zweiten Düngetermin im 6-8-Blatt-Stadium wurde eine unbehandelte Schleppschlauchvariante mit drei Ansäuerungsstufen verglichen. Sowohl die Trockenmasseerträge als auch die Rohproteingehalte stiegen mit zunehmender Absenkung des pH-Wertes an. Das Ertragsniveau der Grubber-Variante konnte mit der Ansäuerung der Gärreste jedoch nicht erreicht werden. Hierfür wird aber auch die relativ große Zeitspanne zwischen den beiden Düngeterminen und die damit verbundene langsamere Jugendentwicklung der Maispflanzen in den Varianten, welche ihre gesamte Stickstoffdüngung erst im 6-8-Blatt-Stadium erhalten haben, verantwortlich sein.

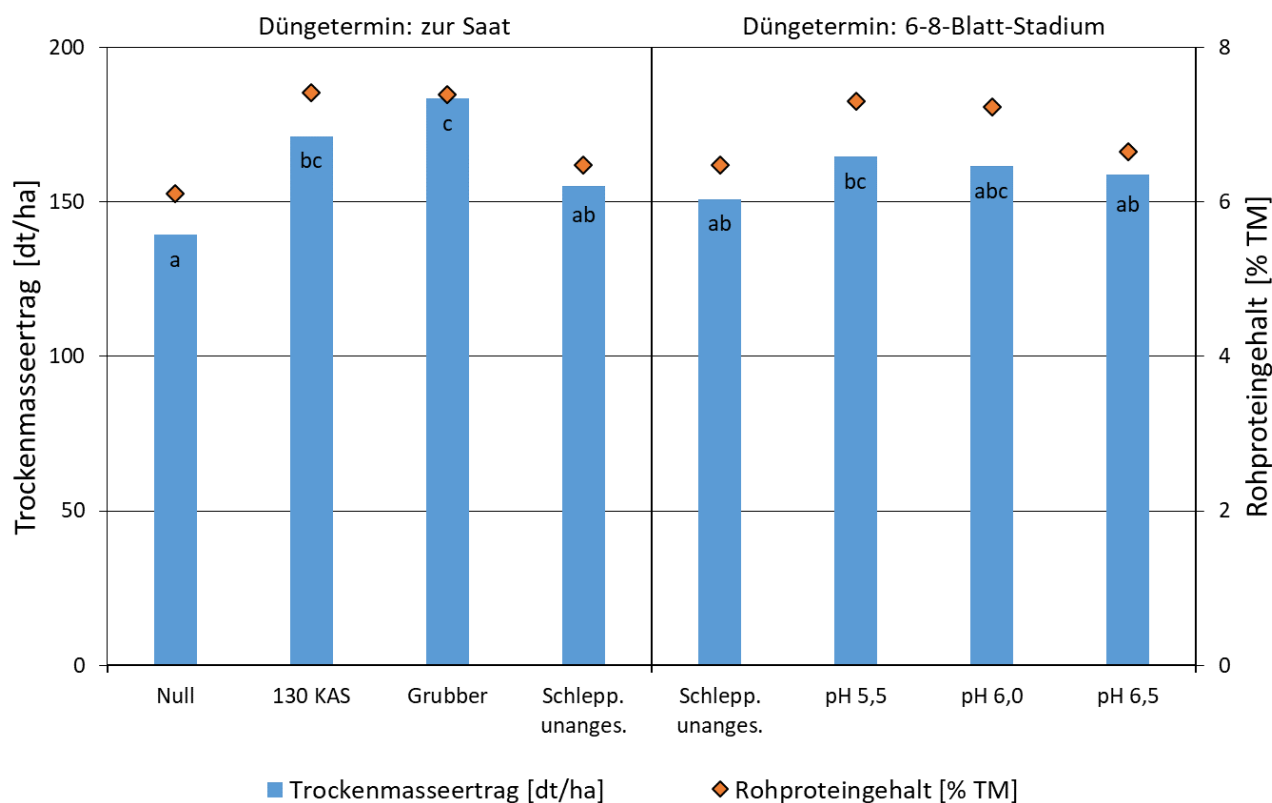


Abbildung 6: Adjustierte Mittelwerte des Trockenmasseertrages (dt/ha) und Rohproteingehaltes (%TM) der Prüfglieder im Silomais im Mittel der Versuchsjahre

Eine differenzierte Düngerform, Ausbringtechnik und die Ansäuerung der mit Schleppschlauchtechnik ausgebrachten Gärreste vor der Aussaat des Winterrapses auf die Gerstenstopeln hatte keinen signifikanten Effekt auf den Kornertrag, Ölgehalt und Rohproteingehalt der einzelnen Prüfglieder im Winterraps. Im Hinblick auf die emissionsmindernde Wirkung der Ansäuerung und der direkten Einarbeitung der Gärreste konnten die bereits im Winterweizen und Silomais beobachteten Effekte bestätigt werden.

3 Fazit

Die Ansäuerung während der Ausbringung bietet die Möglichkeit eines emissionsarmen Einsatzes von flüssigen Wirtschaftsdüngern in wachsenden Beständen. Neben der deutlichen Reduktion der Ammoniakemissionen lassen sich vor allem im Getreide die Erntegutqualitäten (Rohproteingehalte im Korn) durch den Einsatz der Feldansäuerung steigern. Die nötige Großtechnik hierfür ist deutschlandweit flächendeckend vorhanden und wird u. a. im Modell- und Demonstrationsvorhaben „Säure+ im Feld“ eingesetzt. Bedenken zur bodenversauernden Wirkung des Einsatzes von Schwefelsäure und negativen Effekten auf das Bodenmikrobiom konnten im Projekt AcidDigSoil widerlegt werden. Die Mehrkosten der Ansäuerung (Säurekosten, Ausbringtechnik, Säurelogistik) von flüssigen Wirtschaftsdüngern in der landwirtschaftlichen Praxis lassen sich bisher kaum durch die Einsparung an Mineraldünger und eventuelle Mehrerträge oder Qualitätssteigerungen der Ernteprodukte decken. Somit entsteht ein Förderbedarf für Ansäuerungsmaßnahmen, um die Wirtschaftlichkeit dieser Klimaschutz-Maßnahmen zu erhöhen und eine weitere Verbreitung in der Praxis zu ermöglichen. ebenso ist auch eine Anerkennung als emissionsmindernde Technik eine weitere Voraussetzung für die breite Anwendung in der Praxis.

GEFÖRDERT DURCH



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

KONTAKT

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA)
Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft
Michael Dau
Dorfplatz 1 / 18276 Gülzow-Prüzen
Telefon: 0385 588-60226
m.dau@lfa.mvnet.de