

Ammoniakverluste nach der Ausbringung von organischen Düngern



Versuchsbericht

Projektleiter: Wendland, M.

Projektbearbeiter: Offenberger, K., Aigner, K., Sitte, W., Mikolajewski, S.

Herausgegeben im: September 2016 (VDLUFA-Schriftenreihe Band 73/2016)

Ammoniakverluste nach der Ausbringung von organischen Düngern

**Offenberger, K., Aigner, K., Sitte, W.,
Mikolajewski, S., Wendland, M.**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	7
1 Einleitung	9
2 Material und Methoden	9
3 Ergebnisse und Diskussion	10
3.1 Einfluss der Witterung	10
3.2 Düngerart – Biogasgärrest, Rindergülle, Schweinegülle	11
3.3 Vergleich Biogasgärrest mit „Biogasgärrest fest“	12
3.4 Einfluss der Menge des ausgebrachten org. Düngers	12
3.5 Einarbeitung der organischen Dünger	13
3.6 Ansäuerung der organischen Dünger	13
3.7 Zeitpunkt der Ausbringung (Tageszeit)	14
4 Schlussfolgerungen	15
Literaturverzeichnis	16

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Lufttemperatur in 20 cm Höhe vom 06.02.2016 - 15.02.2016	9
Abb. 2: Lufttemperatur in 20 cm Höhe vom 07.05.2016 - 16.05.2016	10
Abb. 3: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Witterung, Biogasgärrest, Acker ohne Einarbeitung	11
Abb. 4: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Düngerart und Witterung bei der Ausbringung, Acker ohne Einarbeitung	11
Abb. 5: Ammoniakverluste Biogasgärrest und „Biogasgärrest fest“, Acker ohne Einarbeitung	12
Abb. 6: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Menge des ausgebrachten org. Düngers, Biogasgärrest, Acker ohne Einarbeitung	12
Abb. 7: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Einarbeitung, „Biogasgärrest fest“, Acker	13
Abb. 8: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Ansäuerung, Biogasgärrest, Acker ohne Einarbeitung	14
Abb. 9: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Tageszeit der Ausbringung, Biogasgärrest, Acker ohne Einarbeitung, Mai bei warmer Witterung	14

Zusammenfassung

Eine möglichst hohe N-Wirkung von organischen Düngern ist sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht anzustreben. Hohe Ausnutzungsgrade sind wiederum die Voraussetzung für die Einhaltung der neuen Kontrollwerte einer novellierten Düngeverordnung. Einer der bedeutendsten Verlustpfade ist die Ammoniakverflüchtigung nach der Ausbringung von organischen Düngern.

Die Ammoniakverluste wurden nach dem Verfahren (Offenberger et al. 2016, VDLUFA-Schriftenreihe Band 73/2016) bestimmt. Unter jeweils gleichen Witterungsbedingungen wurde der Einfluss verschiedener Faktoren (Ausbringmenge, Boden-pH, Zeit nach der Ausbringung, Zusatzstoffe, Ansäuerung der Gülle, Vergleich von Rindergülle und Biogasgärrest, Verluste auf Acker- bzw. Grünlandflächen, Biogasgärrest separiert fest mit und ohne Einarbeitung) auf die Ammoniakabgasung hin untersucht.

Die Witterung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Verluste.

Die Ammoniakverluste können nach der Ausbringung von organischen Düngern (ohne Einarbeitung) auch bei niedrigen Temperaturen (0 - 10 °C) mit bis zu 50 % des ausgebrachten Ammoniums sehr hoch sein. Die Verluste entstehen weitgehend in den ersten 48 Stunden, wobei in den ersten vier Stunden bei kühler Witterung (0 - 5 °C) und flüssigen organischen Düngern nur geringe Verluste ermittelt werden konnten.

Biogasgärreste „separiert fest“ wiesen die höchsten Verluste auf. Eine Einarbeitung dieses Düngers sollte deshalb sofort nach der Ausbringung erfolgen.

Bei einem pH-Wert der Gülle unter 5,5 (Ansäuerung der Gülle) entstehen kaum noch Ammoniakverluste. Auf Grünland entstehen höhere Verluste als auf Acker.

Die Ausbringmenge, Düngerart (Biogasgärrest oder Rindergülle) und der Boden pH-Wert haben keinen oder nur einen sehr geringen Einfluss auf die Höhe der gasförmigen Verluste.

Die Ammoniakverluste können je nach Applikationsbedingungen und Zusammensetzung des organischen Düngers sehr stark schwanken. Durch gezielte Maßnahmen können die Verluste entsprechend reduziert werden.

1 Einleitung

Eine möglichst hohe N-Wirkung von organischen Düngern ist sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht anzustreben. Einer der bedeutendsten Verlustpfade ist die Ammoniakverflüchtigung nach der Ausbringung von organischen Düngern. Daher ist es wichtig, die Einflussfaktoren und deren Bedeutung zu kennen, um gezielt Maßnahmen zu deren Reduzierung berücksichtigen zu können.

2 Material und Methoden

Die Ammoniakverluste nach der Ausbringung von organischen Düngern wurden über die Bodenuntersuchung auf Ammonium abgeleitet. Die Untersuchung erfolgte grundsätzlich in Anlehnung an „VDLUFA Methodenbuch Band I A 6.1.4.1 (N_{\min} -Labormethode). Zusätzlich sind noch weitere, bei Offenberger et al. (2016, VDLUFA-Schriftenreihe Band 73/2016) beschriebene Anforderungen zwingend zu beachten. Da die gasförmigen N-Verluste hauptsächlich als Ammoniak entweichen, kann näherungsweise von Ammoniakverlusten gesprochen werden.

Die Messungen wurden in einer festgelegten Zeitreihe nach der Ausbringung des organischen Düngers (1 Stunde, 2 Stunden, 4 Stunden, 1 Tag, 2 Tage, 4 Tage und 7 Tage) durchgeführt. Unter zwei Witterungsbedingungen wurde der Einfluss verschiedener Faktoren (Düngerart, mit und ohne Einarbeitung, Düngermenge, Ansäuerung der Gülle) auf die Ammoniakabgasung untersucht.

Bezüglich der Witterungsbedingungen wurde zum einen ein Ausbringetermin im Februar gewählt, bei dem in den Morgenstunden eine Gülleausbringung auf oberflächlich gefrorenem Boden ($-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) möglich ist (Abb. 1), und zum anderen ein Ausbringetermin bei warmer trockener Witterung im Mai (Abb. 2). Die Februarausbringung bei kalter Witterung erfolgte am 6., 7. und 8. Februar 2016, die Maiausbringung bei warmer Witterung am 7., 8. und 9. Mai 2016.

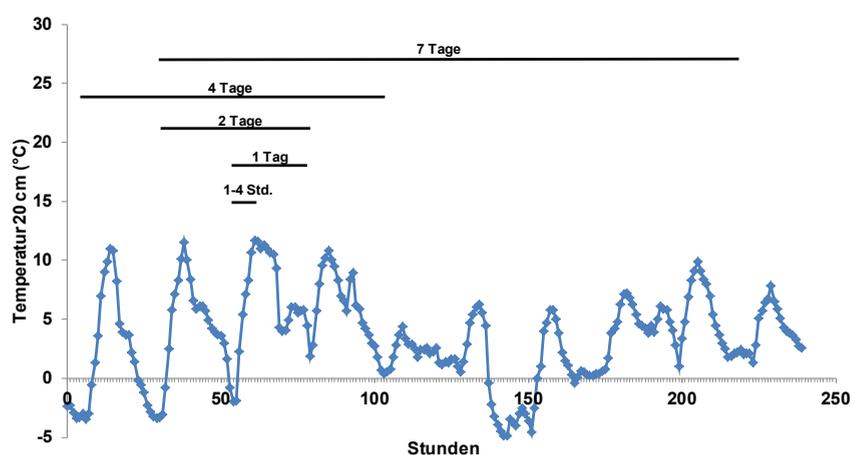


Abb. 1: Lufttemperatur in 20 cm Höhe vom 06.02.2016 - 15.02.2016

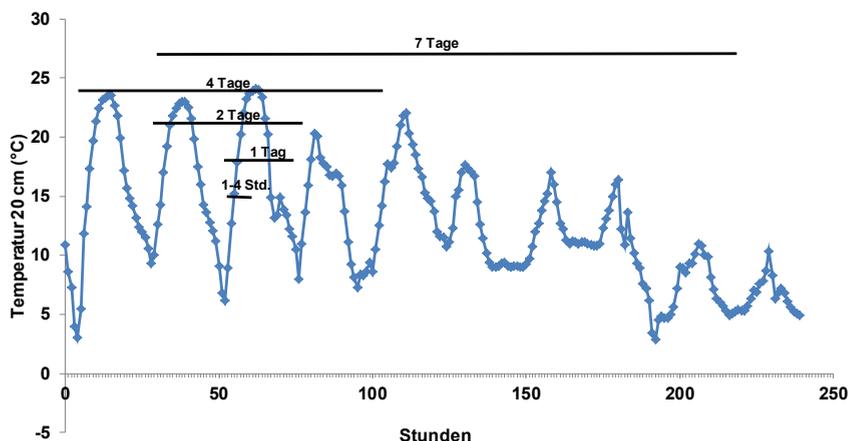


Abb. 2: Lufttemperatur in 20 cm Höhe vom 07.05.2016 - 16.05.2016

Die organische Düngung wurde jeweils in den Morgenstunden (6 – 10 Uhr) ausgebracht. Die Ausbringung erfolgte immer als Breitverteilung. Die Varianten von „1 Stunde“ bis „1 Tag“ wurden am 8.02.2016 bzw. am 9.05.2016 ausgebracht, die Varianten „2 Tage“ und „7 Tage“ am 7.02.2016 bzw. am 8.05.2016 und die Variante „4 Tage“ am 6.02.2016 bzw. am 7.05.2016. Da die Witterung im Februar als auch im Mai an allen 3 Ausbringtagen in etwa gleich war, können die Ergebnisse gemeinsam betrachtet werden. Es herrschte jeweils an den Ausbringtagen Sonnenschein. Im gesamten Beobachtungszeitraum erfolgte kein Niederschlag.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ammoniakverluste werden jeweils als summierte N-Verluste (Ammoniak) in % des ausgebrachten Ammoniums dargestellt. In der Regel wurden Messungen bis 168 Stunden (= 7 Tage) nach der Ausbringung durchgeführt. Nachfolgend werden zu verschiedenen Fragestellungen die Ergebnisse gezeigt.

3.1 Einfluss der Witterung

Im Februar bei kalter Witterung (Abb. 1) und im Mai bei warmer Witterung (Abb. 2) wurden verschiedene organische Dünger ausgebracht.

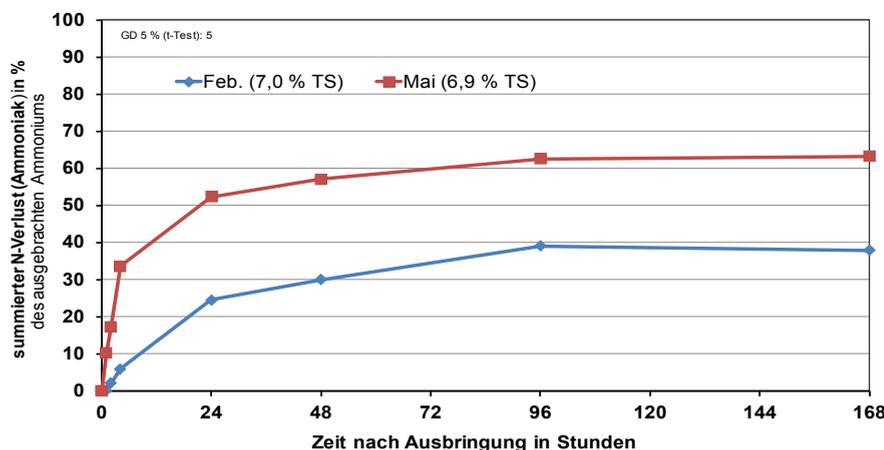


Abb. 3: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Witterung, Biogasgärrest, Acker ohne Einarbeitung

Die gasförmigen Ammoniakverluste sind im warmen Mai deutlich höher als im kalten Februar. Beim Biogasgärrest auf Acker ohne Einarbeitung, wie in Abbildung 3 zu sehen, wurden im Februar weniger als 40 % Verluste gemessen, im Mai hingegen wurden über 60 % erreicht. Die Verluste traten jeweils bis zum 4. Tag (96 Stunden) auf, im darauffolgenden Messzeitraum (4. bis 7. Tag nach Ausbringung) wurden keine weiteren Verluste mehr festgestellt. Im Februar entwichen in den ersten 4 Stunden weniger als 10 %, im Mai hingegen waren in den ersten 4 Stunden über 30 % Verluste festzustellen.

3.2 Düngerart – Biogasgärrest, Rindergülle, Schweinegülle

Beim Vergleich der Düngerarten Biogasgärrest (BGR) und Rindergülle (RG) konnten sowohl im Februar als auch im Mai kaum Unterschiede festgestellt werden. Die etwas höheren Verluste der Rindergülle im Februar können auch auf die um 0,4 % höhere TS zurückzuführen sein (Abb. 4). Die Schweinegülle (SG), welche nur im Mai in den Versuch aufgenommen wurde, zeigt deutlich geringere Verluste. Diese sind vermutlich jedoch hauptsächlich dem geringen TS-Gehalt von 3,4 % geschuldet. Ob und inwieweit die Düngerart Schweinegülle (bei gleichen TS-Gehalten) geringere Verluste als die Rindergülle oder Biogasgärrest verursacht, kann aufgrund der bisherigen Ergebnisse (noch) nicht beurteilt werden.

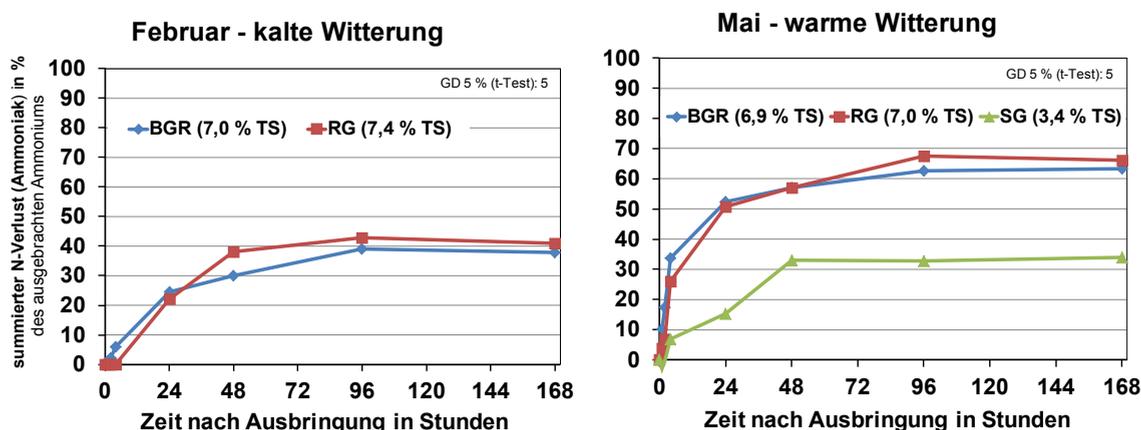


Abb. 4: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Düngerart und Witterung bei der Ausbringung, Acker ohne Einarbeitung

3.3 Vergleich Biogasgärrest mit „Biogasgärrest fest“

Biogasgärreste werden in der Praxis häufig separiert. Dabei entsteht neben der flüssigen Phase auch eine feste Phase mit ca. 25 % TS. Dieser „Biogasgärrest fest“ weist neben dem hohen TS-Gehalt in der Regel auch einen höheren pH-Wert auf. Nach der Ausbringung von „Biogasgärrest fest“ entstehen sehr schnell sehr hohe Verluste. Diese betragen bereits im Februar bei kühler Witterung in den ersten 4 Stunden über 30 %, während sie beim (normalen) Biogasgärrest (7,0 % TS) im gleichen Zeitraum unter 10 % lagen. Im warmen Mai zeigte sich die gleiche Tendenz, aber auf einem deutlich höheren Niveau. Wenn hohe Verluste verhindert werden sollen, ist folglich eine Einarbeitung von „Biogasgärrest fest“ nach 4 Stunden deutlich zu spät.

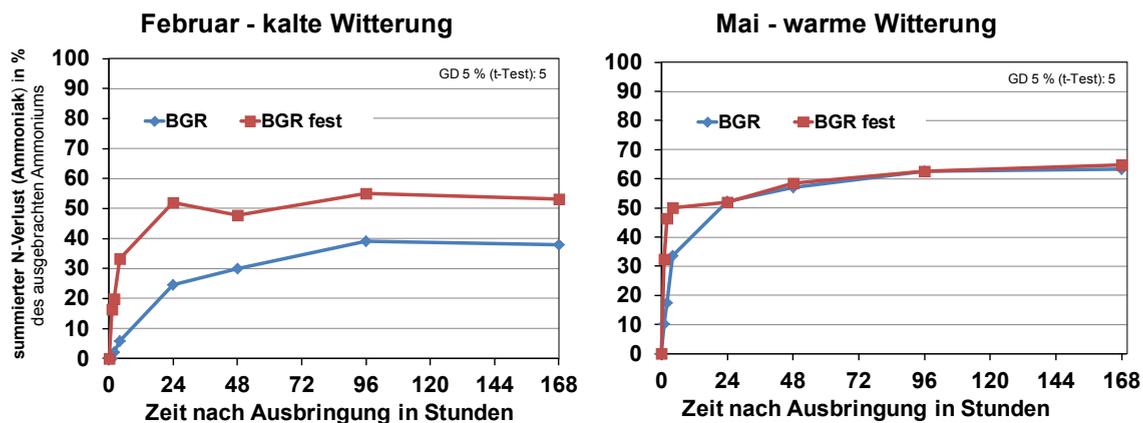


Abb. 5: Ammoniakverluste Biogasgärrest und „Biogasgärrest fest“, Acker ohne Einarbeitung

3.4 Einfluss der Menge des ausgebrachten org. Düngers

Die Menge des ausgebrachten org. Düngers hat einen geringen Einfluss auf die Ammoniakverluste. Im Februar bei kalter Witterung konnte zwischen einer Düngermenge von 110 kg N_{gesamt}/ha und 170 kg N_{gesamt}/ha kein Unterschied festgestellt werden (Abb. 6).

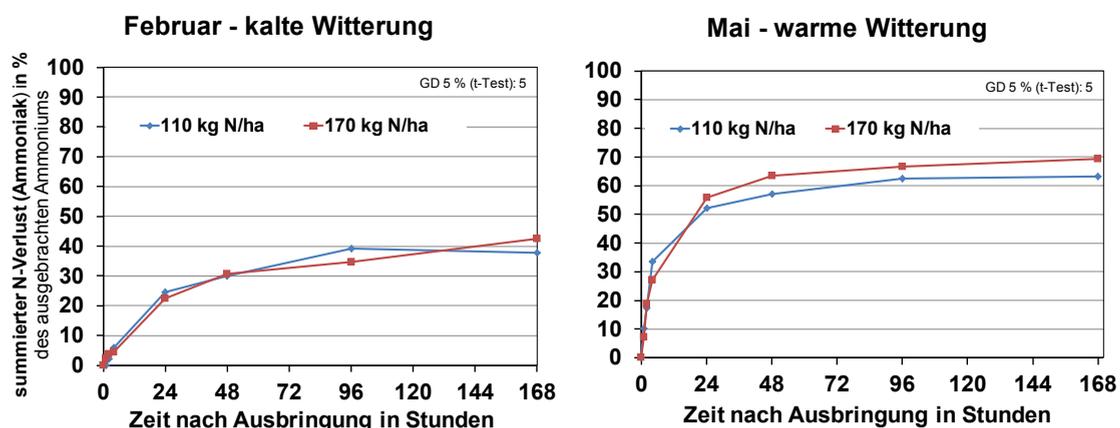


Abb. 6: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Menge des ausgebrachten org. Düngers, Biogasgärrest, Acker ohne Einarbeitung

Im Mai bei warmer Witterung wurde bei der höheren Gärrestmenge ab einem Tag (24 Stunden) nach der Ausbringung, ein geringfügig höherer N-Verlust gemessen.

3.5 Einarbeitung der organischen Dünger

Es ist anzunehmen, dass die gasförmigen Ammoniakverluste hauptsächlich auf der Bodenoberfläche entstehen. Das Ammonium eines eingearbeiteten organischen Düngers kann sich an Bodenteilchen binden und ist somit vor der Abgasung (weitgehend) geschützt. In Abbildung 7 ist ein Vergleich der Ammoniakverluste von „Biogasgärrest fest“ mit und ohne Einarbeitung dargestellt. Bei der Einarbeitung wurde der „Biogasgärrest fest“ nur ca. 2 cm in den Boden eingebracht. Die nachfolgenden Ergebnisse sind also nur für diese sehr flache Einarbeitung übertragbar. Bei einer tieferen Einarbeitung, wie es in der Praxis in der Regel der Fall ist, kann man mit deutlich geringeren Verlusten rechnen. Trotz dieser im Versuch flachen Einarbeitung konnte im kalten Februar die Ammoniakabgasung nach 4 Tagen von ca. 55 % auf ca. 15 % reduziert werden. Im warmen Mai zeigte sich die gleiche Tendenz auf einem höheren Niveau.

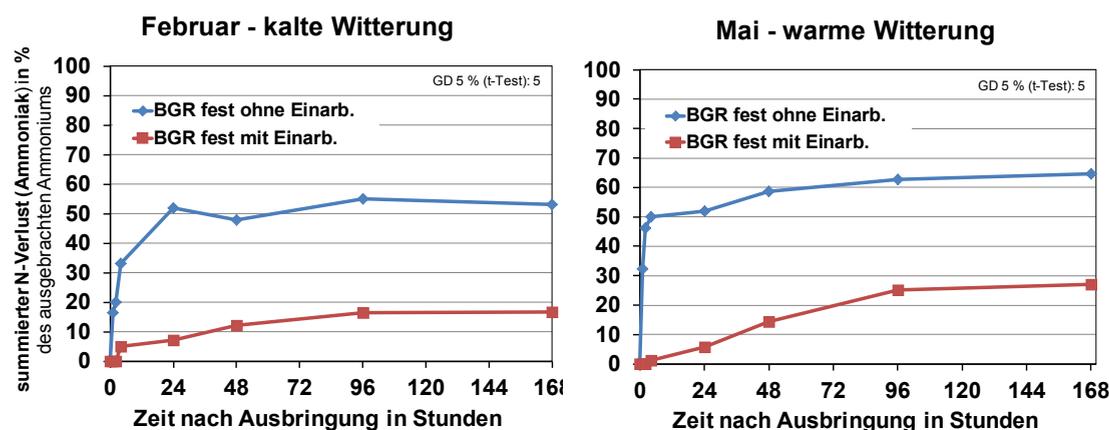


Abb. 7: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Einarbeitung, „Biogasgärrest fest“, Acker

3.6 Ansäuerung der organischen Dünger

Der Biogasgärrest wurde mit Essigsäure auf einen pH-Wert von unter 5,5 eingestellt. Bei kalter Witterung konnten durch die Ansäuerung des Biogasgärrests die Ammoniakverluste in den ersten 7 Tagen weitgehend unterbunden werden (Abb. 8). Allerdings wurde bei einer weiteren Messung 14 Tage nach der Ausbringung (nicht dargestellt) auch bei dem angesäuerten Biogasgärrest ein N-Verlust von ca. 20 % ermittelt. Bei warmer Witterung im Mai zeigen sich auch bei Ansäuerung bereits nach 24 Stunden deutliche Verluste. Dies lässt darauf schließen, dass in Abhängigkeit von den Einflussfaktoren (z.B. Temperatur) vermutlich nur für eine bestimmte Zeit die Abgasung von Ammoniak verhindert werden kann.

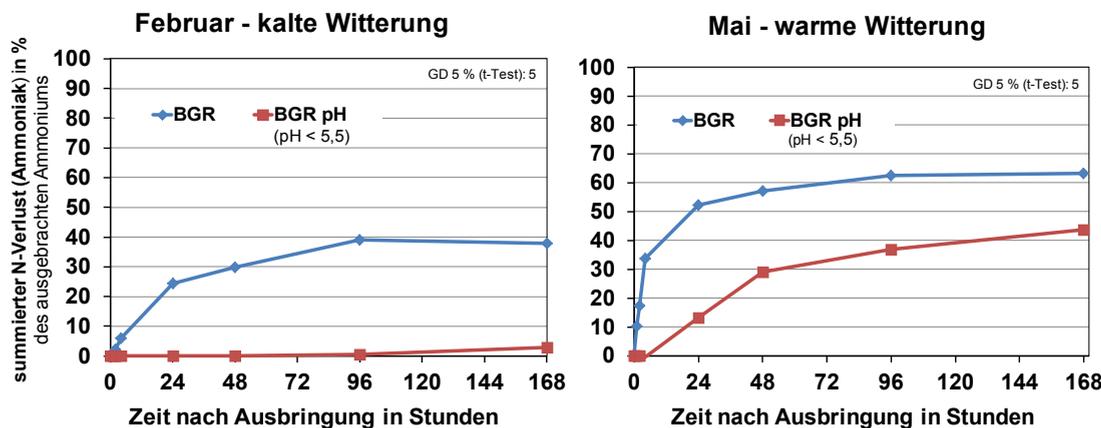


Abb. 8: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Ansäuerung, Biogasgärrest, Acker ohne Einarbeitung

3.7 Zeitpunkt der Ausbringung (Tageszeit)

Wie bereits oben beschrieben hat die Witterung bzw. Temperatur einen bedeutenden Einfluss auf die gasförmigen Ammoniumverluste. Bei einer Ausbringung am gleichen Tag, aber zu unterschiedlichen Tageszeiten und damit verschiedenen Witterungsbedingungen, muss sich dies auch auf die Verluste auswirken. Wie in Abbildung 9 dargestellt hat die Tageszeit bei einer langfristigen Betrachtung (4 – 7 Tage) nur einen geringen Einfluss auf die Verluste. Aber bei einem Vergleich der N-Verluste nach 4 Stunden zeigen sich gravierende Unterschiede. Eine Ausbringung mittags um 13 Uhr verursachte ca. 40 % Verluste, eine Ausbringung abends um 20 Uhr hingegen nur ca. 10 %. Die Ausbringung um 7 Uhr morgens lag mit ca. 18 % Verlusten dazwischen. Bei einer Einarbeitung der Gülle nach 4 Stunden hat somit die Tageszeit der Ausbringung einen bedeutenden Einfluss.

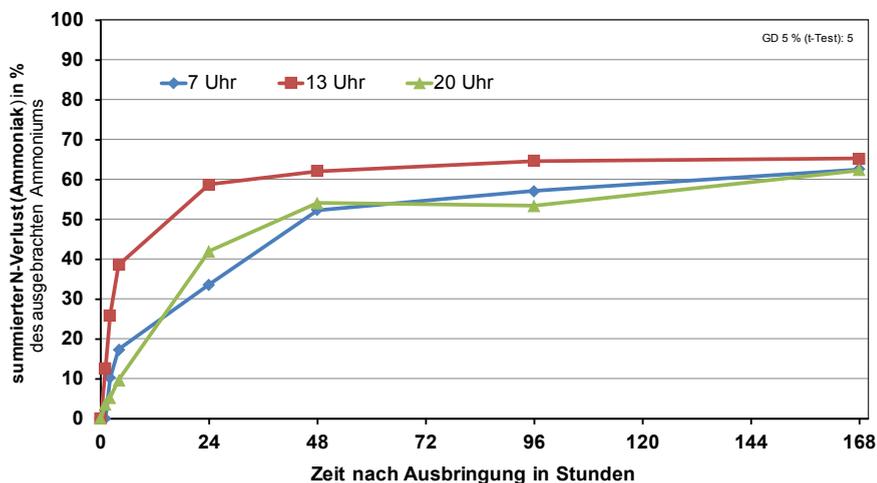


Abb. 9: Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Tageszeit der Ausbringung, Biogasgärrest, Acker ohne Einarbeitung, Mai bei warmer Witterung

4 Schlussfolgerungen

Die Ammoniakverluste können je nach Applikationsbedingungen und Zusammensetzung des organischen Düngers sehr stark schwanken. Die dargestellten Ergebnisse belegen, in Abhängigkeit von der Zeit nach der Ausbringung, diese Unterschiede deutlich. Mit gezielten Maßnahmen können die Verluste entsprechend reduziert werden. Neben der Berücksichtigung der Witterung (z. B. Temperatur) ist die rasche Einarbeitung der organischen Dünger eine sehr effektive Maßnahme, um die Ammoniakverluste deutlich zu reduzieren.

Auf bestellten Ackerflächen und auf Grünland ist die Einarbeitung bzw. die direkte Einbringung der Gülle in den Boden hingegen deutlich aufwändiger. Inwieweit hier eine gezielte Ausbringung in zeitlicher Abhängigkeit von einem Niederschlagsereignis die Ammoniakverluste reduzieren kann, soll zukünftig untersucht werden.

Literaturverzeichnis

VDLUFA Methodenbuch 2002 Band I A 6.1.4.1 (N_{min}-Labormethode)

Offenberger et al. 2016, Verfahren zur Bestimmung von Ammoniumverlusten nach der Ausbringung von organischen Düngern VDLUFA-Schriftenreihe Band 73/2016