

ARGE Ammosafe - Emissionsarme Düngung durch Nährstoffrückgewinnung

Christian Werni^{1*}

Zusammenfassung

Die steigenden Umweltschutzanforderungen an die LandwirtInnen brauchen neue Lösungsansätze, die über das bisherige Maß hinausgehen. Eine spezielle Herausforderung ist dabei die Reduktion der Ammoniakemissionen (NEC-Richtlinie). Zusätzlich sind unangenehme Gerüche zu beseitigen, um die soziale Verträglichkeit der Güllewirtschaft zu verbessern. Das EIP-Projekt Ammosafe, welches vom Bund, den Ländern und der Europäischen Union gefördert und durch innovationsfreudige Landwirte mitgetragen wird, könnte in diesem Zusammenhang zukunftsweisend sein. Die entwickelte Aufbereitungsanlage entzieht der Gülle den Ammoniumstickstoff, sodass sie nach der Aufbereitung fast nur noch organisch gebundenen Stickstoff enthält. Das hilft, Stickstoff und Geruchsemissionen während der Ausbringung zu reduzieren und die Nährstoffeffizienz auf den Betrieben zu verbessern. Der entfernte Stickstoff kann sehr konzentriert gelagert und zur Zeit des höchsten Bedarfes ausgebracht werden. Die erwartete Verminderung der Stickstoffeinträge in das Grundwasser soll durch Feldversuche bestätigt werden. Darüber hinaus werden die zeitlich bedingten stofflichen Veränderungen sowie die Geruchsbelastung der behandelten Güllen gemessen und beobachtet.

Schlagwörter: Ammoniak, Grundwasserschutz, Gülleaufbereitung, Kreislaufwirtschaft, Nährstoffausnutzung

Summary

The increasing environmental protection demands on farmers require new approaches to solutions that go beyond the previous level. A special challenge is the reduction of ammonia emissions (NEC Directive). In addition, unpleasant odours must be eliminated in order to improve the social compatibility of manure management. The EIP project Ammosafe, which is funded by the federal government, the federal states and the European Union and supported by innovative farmers, could be forward-looking in this context. The processing plant developed removes the ammonium nitrogen from the slurry, so that after processing it contains almost only organically bound nitrogen. This helps to reduce nitrogen and odour emissions during spreading and improve nutrient efficiency on farms. The removed nitrogen can be stored in a very concentrated form and applied at the time of highest demand. The expected reduction of nitrogen inputs to groundwater will be confirmed by field trials. In addition, the material changes over time and the odour load of the treated manure will be measured and observed.

Keywords: Ammonia, groundwater protection, slurry treatment, circular economy, nutrient utilisation

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8010 GRAZ

* Ansprechpartner: Bakk. rer. nat. MSc. Christian Werni, email: christian.werni@lk-stmk.at

Ausgangssituation

Die steigenden Umweltschutzanforderungen, die Landwirtinnen und Landwirte erfüllen müssen, brauchen neue Lösungsansätze, die über das bisherige Maß hinausgehen. Vor allem tierhaltende landwirtschaftliche Betriebe werden mit ständigen Änderungen und Verschärfungen der Rahmenbedingungen vor immer größere Herausforderungen gestellt. Darüber hinaus gilt es, die soziale Verträglichkeit der Güllewirtschaft durch die Vermeidung unangenehmer Gerüche zu verbessern. Eine spezielle Herausforderung ist dabei die Reduktion der Ammoniakemissionen, um die vorgegebenen Grenzwerte der NEC-Richtlinie zu bewerkstelligen. Mit den bis dato eingesetzten Maßnahmen werden die Grenzwerte nur schwer einzuhalten sein.

Während des Nutzungskreislaufes von Wirtschaftsdünger, vor allem bei der Ausbringung von Gülle unter nicht idealen Bedingungen, können zum Teil hohe Nährstoffmengen durch Emissionen in Luft und Grundwasser verloren gehen.

Zur Reduktion der Umweltbelastung werden immer strengere Auflagen bezüglich der Düngeobergrenzen sowie der erlaubten Ausbringungszeiträume beschlossen, wie dies zum Beispiel bereits in Grundwasserschutzgebieten der Fall ist. Das kann auf den landwirtschaftlichen Betrieben zu einer Lagerknappheit und einer Zunahme von Arbeitspitzen führen.

Darüber hinaus ist die Steigerung von Effektivität und Effizienz der Wirtschaftsdüngeranwendung aufgrund der neuesten Entwicklungen am Düngemittelmarkt dringend geboten. Die Situation am Rohstoffmarkt – insbesondere am Gasmarkt – hat wesentlich zu einer Verknappung und einer massiven Preissteigerung bei Stickstoffdüngern geführt. Dem Rückgang des Stickstoffangebots (Mineraldünger) kann durch eine Optimierung von innerbetrieblichen Nährstoffkreisläufen in landwirtschaftlichen Betrieben entgegen gewirkt werden.

Das EIP-Projekt Ammosafe, welches vom Bund, den Ländern und der Europäischen Union gefördert und durch innovationsfreudige Landwirte mitgetragen wird, könnte in diesem Zusammenhang zukunftsweisend sein. Hierbei wird eine neue Art der Gülleaufbereitung geprüft, bei der mithilfe einer mobilen Anlage der leicht verfügbare Ammoniumstickstoff aus der Gülle entfernt wird.

Ziele

Grundsätzlich soll dieses innovative System die Umweltverträglichkeit sowie die Wirtschaftsdüngerlogistik auf den Betrieben verbessern. Die Anforderungen in den Bereichen Grundwasserschutz, Luftreinhaltung, Bodenschutz und Sozialverträglichkeit müssen erfüllt werden. Die Anwendbarkeit soll dabei aber nicht nur auf Österreich beschränkt, sondern auch international gegeben sein. Die konkreten Ziele des Projektes lauten wie folgt:

- Bereitstellung eines praktisch umsetzbaren, kostengünstigen und mobilen Verfahrens zur Wirtschaftsdüngeranfertigung
- positive Beeinflussung (im Sinn einer Verminderung) der Emissionen in das Grundwasser und die Luft im Vergleich zu un behandelter Gülle, was zu einer signifikanten Erhöhung der Umweltverträglichkeit führt
- Verbesserung des gesellschaftlichen Bildes der Landwirtschaft durch die Verminderung der Geruchsbelastung als Folge der Gülleaufbereitung
- Erhöhung der Nährstoffeffizienz am landwirtschaftlichen Betrieb und die damit verbundene Schonung natürlicher Ressourcen
- größere zeitliche Flexibilität bei der Ausbringung der Gülle, was zu einer Aufweitung des Zeitfensters führt. Dadurch kann man ungünstigen Witterungsverhältnissen besser ausweichen und damit bodenschonender arbeiten

- Minderung von Arbeitsspitzen, die durch zu enge Zeitfenster entstehen
- bestehende Lagerkapazitäten können bei einer Aufweitung des Zeitfensters ausreichen und brauchen nicht erweitert zu werden
- Prüfung der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Aufbereitungsanlage

Zur Abtrennung des Ammoniaks aus der Gülle wurde eine mobile Anlage konzipiert und von der Bauer GmbH gefertigt. Vom Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik der TU Graz wurde ein Konzept, basierend auf Vorversuchen, für den gesamten Aufbereitungsprozess vorgelegt. Auf Grundlage dieses Konzepts wurden von Mitarbeitern der Bauer GmbH, der TU Graz und der LK Steiermark die Anforderungen, aber auch die technischen Grenzen der Anlage diskutiert und definiert. Das Grundprinzip war dabei, den Ammoniak durch eine pH-Wert- und eine Temperaturerhöhung aus der Gülle auszutreiben und ihn mit Hilfe von Schwefelsäure in ein Düngemittel (Ammoniumsulfat) umzuwandeln. *Abbildung 1* zeigt die betriebsbereite Aufbereitungsanlage.

Wie bereits oben erwähnt, ist das Ziel der Aufbereitungsanlage, den leicht löslichen Ammoniumstickstoff aus der Gülle zu entfernen. Dafür wird die Gülle im ersten Arbeitsschritt durch eine Schneckenpresse separiert. Dadurch entstehen eine Flüssig- und eine Festphase. Die Flüssigphase wird weiter in die Aufbereitungsanlage gepumpt. Hier wird sie auf ca. 60 °C erhitzt und gleichzeitig mit Branntkalk vermengt, um die notwendige pH-Wert Erhöhung auf mindestens zwölf zu erreichen. Dadurch wird der leicht lösliche Ammoniumstickstoff zu Ammoniak und gasförmig aus der Gülle ausgetrieben. Dieses Gas wird dann in der Anlage weiterbefördert und schlussendlich mit Schwefelsäure behandelt (gestrippt) und der Stickstoff wird als Ammoniumsulfat gebunden. Die hergestellte Ammoniumsulfatlösung kann einfach gelagert werden und später während der Hauptvegetation, zur Zeit des höchsten Bedarfs, gezielt gedüngt werden. Dazu gibt es folgende Möglichkeiten:

- Beimengung knapp vor Ausbringung der Gülle
- Ausbringung über eine Feldspritze (Vorsicht, da die Ammoniumsulfatlösung sauer ist) direkt auf den Boden
- Anwendung des neuen CULTAN-Verfahrens.

Um die Funktion und Effizienz des Prozesses zu überprüfen, wurden im Laufe des Betriebes kontinuierlich mehrere Parameter erhoben. Gemessen wurden Temperatur der Gülle, pH-Wert der Gülle- und Schwefelsäure und der Ammonium-Stickstoffgehalt in



Abbildung 1: Betriebsbereite Aufbereitungsanlage, © LK Steiermark.



Abbildung 2: Feldlabor zur Prozessüberwachung, © LK Steiermark.

der Gülle. Die Ermittlung des Ammonium-Stickstoff-Gehaltes erfolgte über eine photometrische Messung, siehe *Abbildung 2*.

Die aufbereitete Gülle enthält fast nur noch organisch gebundenen und somit langsam verfügbaren Stickstoff. Diese Gülle unterliegt daher einer verringerten Gefahr der Auswaschung und Ausgasung, sodass eine größere Flexibilität bei der Ausbringung möglich ist. Das entstandene Feststoffseparat ist einfach zu lagern und kann entweder als Einstreu oder zur Bodenverbesserung verwendet werden.

Um die Aufbereitungsanlage zwischen den Versuchsdurchgängen verfahrenstechnisch zu optimieren, war sie mit Sensoren ausgestattet, mit deren Hilfe die wesentlichsten Abläufe überwacht und gesteuert werden konnten. Durch eine Verfeinerung der Sensorik wären hier noch weitere verfahrenstechnische Verbesserungen möglich.

Feldversuche und Güllelabor

Im Rahmen des Projekts wurden an zwei Standorten mit unterschiedlicher Bodenbeschaffenheit Exaktversuche (vollständig randomisierte Blockanlage mit sechs verschiedenen Düngevarianten in vierfacher Wiederholung) angelegt, in denen unterschiedlich behandelte Güllen mit Rohgülle und einer reinen Mineraldüngervariante (0-Variante) verglichen wurden. Die Anbaudüngung erfolgte mit den Güllevarianten (abgesehen von der 0-Variante) und die mineralische Stickstoff-Ergänzungsdüngung erfolgte dann im Vier- bis Sechsstadium. Schlussendlich bekamen aber alle Varianten die gleiche Menge an Stickstoff. Folgend ein Überblick über die unterschiedlichen Varianten:

- 0-Variante (reine Mineraldüngervariante)
- Gülle unbehandelt ($25\text{m}^3/\text{ha}$)
- Gülle separiert & gestrippt (1. Variante mit $15\text{m}^3/\text{ha}$, 2. Variante mit $25\text{m}^3/\text{ha}$)
- (2019) Gülle separiert & gestrippt inkl. Biokohle (1. Variante mit $15\text{m}^3/\text{ha}$, 2. Variante mit $25\text{m}^3/\text{ha}$)
- (2020 und 2021) Gülle separiert & halb gestrippt (1. Variante mit $15\text{m}^3/\text{ha}$, 2. Variante mit $25\text{m}^3/\text{ha}$).

Die Vermischung mit der Biokohle hat während des Prozesses sowie bei der Ausbringung erhebliche Probleme verursacht, da sich Leitungen und Ventile durch die teils grob vermahlene Kohle verlegten. Außerdem haben die Ergebnisse der Raumberg-Gumpenstein Research & Development nachgewiesen, dass die Kohlevarianten zudem eine erhöhte Ammoniakausgasung gegenüber der gestrippten Variante ohne Kohle aufwiesen, weswegen der angedachte positive Effekt nicht eingetreten ist. Als Ersatzvariante wurde eine separierte & halb gestrippte Gülle festgelegt, welche nach der Behandlung mit der Pilotanlage ca. die Hälfte des ursprünglichen Ammoniakgehaltes aufweist (wieder einmal mit $15\text{m}^3/\text{ha}$ und einmal $25\text{m}^3/\text{ha}$).

Zur Überprüfung der Auswirkungen auf das Sickerwasser (und damit der Grundwasserqualität) wurden stationär Saugkerzen in 40 und 70 cm Tiefe eingebaut (siehe *Abbildung 3*) und in 14tägigen Abständen beprobt und im Labor der Abteilung 15 des Landes Steiermark analysiert. Die Messwerte wurden auch den Ergebnissen der standortspezifischen N-Bilanzrechnungen (Aufwand minus Entzug) und den Messwerten mehrerer N_{min} -Beprobungen der Böden gegenübergestellt. Um die Aussagekraft der erhobenen Daten noch weiter zu erhöhen, wurden zusätzlich zu den Saugkerzen jeweils auch noch zwei Bodenfeuchtesensoren je Versuchsstandort eingebaut (siehe *Abbildung 4*).

Darüber hinaus haben die Mitarbeiter der Raumberg-Gumpenstein Research & Development die zeitlich bedingten stofflichen Veränderungen sowie die Geruchsbelastung der Güllevarianten während einer längeren Lagerung beobachtet und gemessen, denn an der Raumberg-Gumpenstein Research & Development steht die erste österreichische Prüfanlage (Güllemittellabor) für Güllezusatzmittel, welche seit dem Frühjahr 2020 in



Abbildung 3: Einbau Saugkerzenanlage, © LK Steiermark.



Abbildung 4: Einbau Bodenfeuchtesensoren, © LK Steiermark.

Betrieb ist. Für die im Rahmen des Projekts angestrebte Zielerreichung wurden folgende Parameter erhoben:

- pH-Wert
- Temperatur (Gülle, Außenluft)
- Luftgeschwindigkeit
- relative Luftfeuchtigkeit.

Ergebnisse und Ausblick

Ursprünglich waren zwei Gülleaufbereitungsdurchgänge geplant. Im ersten Versuchsjahr konnte bereits eine Entfernungsrates des Ammoniumstickstoffs von 84 % erreicht werden, was eine Absenkung des Ausgangswertes von 3,28 g/kg auf 0,53 g/kg bedeutet. Im zweiten Versuchsjahr konnten wir die Entfernungsrates des Ammoniumstickstoffs noch weiter, auf bis zu 94 %, erhöhen. Außerdem konnte die dafür benötigte Zeit auch deutlich verringert werden. Um die Aussagen der ersten beiden Versuchsreihen zu verifizieren und auch um die Wirtschaftlichkeitsberechnungen noch genauer durchführen zu können, war ein zusätzlicher dritter Gülleaufbereitungsdurchgang notwendig. Ziel war es, mit der Optimierung der Gülleaufbereitungsanlage eine Effizienzsteigerung zu erlangen. Die dafür gesetzten Maßnahmen führten dazu, dass die Zeit zur Erreichung der gewünschten Prozessparameter stark verkürzt wurde. Gleichzeitig konnte die benötigte Kalkmenge zum Erreichen des benötigten pH-Wertes verringert werden. Darüber hinaus gelang es, die Stripptung des Ammoniaks aus der Gülle zu beschleunigen. Die Ergebnisse im Zuge der Gülleaufbereitung sind durchaus vielversprechend, allerdings sind weitere verfahrenstechnische Verbesserungen der Aufbereitungsanlage notwendig, damit tatsächlich ein flächendeckender Einsatz möglich wird.

Aus pflanzenbaulicher Sicht waren die Ergebnisse der Düngungsversuche durchwegs positiv, denn die Anwendung der gestripten Gülle hatte keinerlei negative Auswirkungen auf die erhobenen pflanzenbaulichen Kennzahlen im Vergleich zu den Kontrollvarianten. Im dritten Versuchsjahr konnte beim Körnermais beobachtet werden, dass die N-Effizienz bei den behandelten Güllevarianten (höhere Eiweißgehalte) besser war, als bei den unbehandelten Güllen. Die erwartete Verminderung der Stickstoffeinträge in das Grundwasser deutet sich auch schon in den Auswertungen der Wasserproben an. Die endgültigen Ergebnisse liegen aber noch nicht vor, da dies erst möglich ist, wenn alle erforderlichen Daten aus dem Projekt vorliegen und ausgewertet, aufbereitet sowie interpretiert wurden. Aufgrund des zusätzlichen dritten Gülleaufbereitungsdurchgangs und den damit verbundenen hinzukommenden Daten verschiebt sich dies noch näher in Richtung Projektende. Außerdem werden die Saugkerzen noch bis Projektende weiter probiert und analysiert. Die gesamten Projektergebnisse werden dann im Endbericht

und die daraus resultierenden Empfehlungen und Handlungsanleitungen in Form einer Broschüre dargestellt.

Die Untersuchungen der Raumberg-Gumpenstein Research & Development zeigten durchaus stimmige Ergebnisse und konnten die deutliche Geruchsreduktion der aufbereiteten Güllen bestätigen. Auch das Vorhaben, mit der Aufbereitungsanlage der Gülle den leicht löslichen Ammoniumstickstoff zu entziehen, konnte bestätigt werden. Aufgrund der zum Strippen notwendigen pH-Wert-Erhöhung sind für die Ausbringung der gestrippten Güllen Maßnahmen zur Vermeidung übermäßiger Ammoniakabgasungen am Feld zu setzen.

Im Zuge des Projekts werden auch die sozioökonomischen Potenziale der entwickelten Aufbereitungsanlage vom Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung der BOKU untersucht. Viele der dafür benötigten Parameter wurden bereits während der drei Aufbereitungsdurchgänge erhoben. Eine weitere Grundlage für die sozioökonomischen Begleitforschungen ist die ökonomische Bewertung der Investitions- und Prozesskosten. Dafür waren eine verfahrenstechnische Detailplanung und Spezifikation einer praxistauglichen Anlagengröße und Leistung sowie die Definition einzelner Anlagenkomponenten notwendig. Diese benötigte Detailplanung wurde im Dezember 2021 durchgeführt. Aktuell ist die Wirtschaftlichkeitsprüfung in Arbeit und die Ergebnisse werden auch im Zuge des Endberichts und der Broschüre dargestellt.

Projektpartner

Die Landwirtschaftskammer Steiermark übernimmt im Rahmen des Projekts die Lead-Partnerschaft. Ein weiteres Projektmitglied ist die Bauer GmbH, welche ein internationales Unternehmen in den Bereichen Beregnung, Separation, Gülletechnik sowie auch in der Abwassertechnik im nicht landwirtschaftlichen Bereich ist. Zusätzlich zur Fa. Bauer sind noch drei landwirtschaftliche Betriebe Teil der Operationellen Gruppe (OG). Gemeinsam bilden diese 5 Projektpartner die ARGE Ammosafe. Weitere Projektpartner sind:

- Das Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik der TU Graz
- Das Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung der BOKU Wien
- Raumberg-Gumpenstein Research & Development
- Die Abteilung 15 des Landes Steiermark
- Die Landwirtschaftskammer Niederösterreich