

Jürgen Bihler, Thomas Jungbluth und Jürgen Beck, Hohenheim

Nährstoffsteuerung bei der Feststoffabtrennung aus Flüssigmist

Mit den Regelungen der ab 1. Juli 1996 in Kraft getretenen Düngeverordnung und der zunehmenden Ausweitung von Wasserschutzgebieten (Zone II) werden die mit dem Wirtschaftsdünger je Hektar maximal auszubringenden Nährstoffmengen weiter eingeschränkt oder deren Ausbringung vollständig untersagt. Damit sind ganze Regionen mit intensiver Viehhaltung, aber auch Einzelbetriebe mit hoher Besatzdichte gezwungen, nach Möglichkeiten für eine Entlastung der Nährstoffbilanz zu suchen. In Frage kommt neben einer nährstoffangepaßten Fütterung die Feststoffabtrennung aus Flüssigmist.

Ziel dieser Untersuchung ist es, durch eine Modellierung die mit den abgetrennten Phasen abgeschiedenen Nährstoffmengen unter Berücksichtigung der trenntechnischen Parameter vorauszurechnen. Damit kann eine mögliche Steuerung der Nährstoffverlagerung bei der Trennung schon im Vorfeld beurteilt werden. Der Vergleich der Modellrechnung mit den ersten Ergebnissen aus Laboruntersuchungen zeigt bei organisch gebundenem Stickstoff und Phosphor eine gute Übereinstimmung.

Die in der Landwirtschaft zur Feststoffabtrennung aus Flüssigmist eingesetzten kontinuierlich betriebenen Trenntechniken arbeiten nach den zwei grundlegenden Prinzipien der *Sedimentation* (Dekantierzentrifuge) und der *Filtration* (Siebband-, Siebtrommelpresse, Preßschnecke separator). Die Verfahrenslösungen erlauben eine Beeinflussung des Trennvorganges durch Variation der unterschiedlichen trenntechnischen Parameter (Maschineneinstellung) [1, 2, 3].

Der Abscheidegrad der im Flüssigmist enthaltenen Partikel und der TS-Gehalt der abgetrennten Feststoffe werden

durch die stoffspezifischen und trenntechnischen Parameter stark beeinflusst. Gleichzeitig findet mit der Feststoffabscheidung eine Nährstoffverlagerung in die flüssige und feste Phase statt. Durch die Kenntnis der Konzentrationen und Bindungsverhältnisse der einzelnen Nährstoffe im Ausgangssubstrat (ionisch und/oder partikelgebunden) können indirekt über die trenntechnischen Parameter die Nährstoffkonzentrationen in den Feststoffen und in der Dünngülle beeinflusst und somit der Nährstofftransport während des Trennvorganges gesteuert werden.

Grundlagen der Modellierung

Bei der Feststoffabtrennung aus Flüssigmist durch Zentrifugation oder Filtration werden Partikel abgeschieden. Diese bilden nach dem Trennvorgang ein poröses Haufwerk, dessen Zwischenräume vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sind. Gleichzeitig wird Flüssigkeit (Dünngülle) abgeschieden, in der die Partikel in niedrigerer Konzentration als im ursprünglichen Flüssigmistsubstrat vorliegen. Für vorwiegend *partikelgebundene* Nährstoffe steht deren Abscheidegrad in den Feststoffen und in der Dünngülle in direktem Zusammenhang mit dem durch die Trennung erzielbaren Partikelabscheidegrad. Die Konzentration der partikelgebundenen Nährstoffe in den Feststoffen und in der Dünngülle wird durch den jeweiligen TS-Gehalt der abgetrennten Phase bestimmt. Der TS-Gehalt der abgetrennten Feststoffe bestimmt die Masse der erhaltenen Feststoffe und der Dünngülle. Mit deren steigendem TS-Gehalt sinkt die pro Einheit Rohgülle abgetrennte Feststoffmasse und steigt der Anteil der flüssigen Phase. Damit verändern sich bei wechselnden Konzentrationen die in den Phasen anfallenden absoluten Massen der unterschiedlichen Nährstoffe. Die Konzentration der *ionogen* gebundenen Nährstoffe in den abgetrennten Feststoffen steht in direktem Zusammenhang mit dem TS-Gehalt der abgetrennten Feststoffe.

Die Konzentrationen der im Flüssigmist in unterschiedlicher Bindungsform vorliegenden Nährstoffe in der abgeschiedenen Feststoff- und Flüssigkeitsfraktion und die damit absolut abgeschiedenen

Nährstoffmassen werden somit ausschließlich durch den Partikelabscheidegrad und den TS-Gehalt der abgeschiedenen Feststoffe bestimmt. Diese Parameter sind abhängig von stoffspezifischen und trenntechnischen Parametern.

Durch Ermittlung der Konzentrationen an Feststoff und Nährstoffen in der trennenden Rohgülle und in der feststofffreien Salzlösung, in der die im Flüssigmist enthaltenen Feststoffpartikel suspendiert sind, ist es durch Nährstoffbilanzierung möglich, bei bekanntem Partikelabscheidegrad und TS-Gehalt der abgetrennten Feststoffe die Nährstoffkonzentrationen und die anfallenden Massen der abgetrennten Phasen und somit die in den Phasen absolut vorliegenden Nährstoffmassen zu bestimmen. Auf die Herleitung und Darstellung der Bilanzgleichungen wird an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet.

Trennversuche im Labormaßstab

Als Ausgangssubstrat für die Untersuchung wurde Schweineflüssigmist eingesetzt. Bestimmt wurden die Konzentrationen und Bindungsverhältnisse der einzelnen Nährstoffe (NH₄-N, N-_{Org}, P, K) im Rohsubstrat. Zur Gewinnung der feststofffreien Phase erfolgte zunächst eine *vollständige* Abtrennung der Feststoffpartikel durch Ultrazentrifugation der Rohgülle (C = 40000 g, t = 30 min). Anschließend wurden der TS-Gehalt und die Nährstoffkonzentrationen im Ausgangssubstrat und der durch Ultrazentrifugation erhaltenen flüssigen Phase bestimmt.

Im Hauptversuch erfolgte die Feststoffabtrennung aus dem Ausgangssubstrat durch Zentrifugation von 250 g Rohgülle

Tab. 1: TS-Gehalt und Nährstoffkonzentrationen nach Ultrazentrifugation

Table 1: Dry matter content and nutrient concentrations after ultra centrifugation

Konzentration	Schweineflüssigmist	Salzlösung
TS-Gehalt [%]	4,28	0,78
NH ₄ -N [g/kg]	1,71	1,93
N- _{Org} [g/kg]	1,25	0,05
P [g/kg]	2,59	0,04
K [g/kg]	1,49	1,51

Dipl.-Ing. Jürgen Bihler ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr. Jürgen Beck ist Akademischer Rat und Prof. Dr. Thomas Jungbluth ist Leiter des Lehrstuhls für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart.

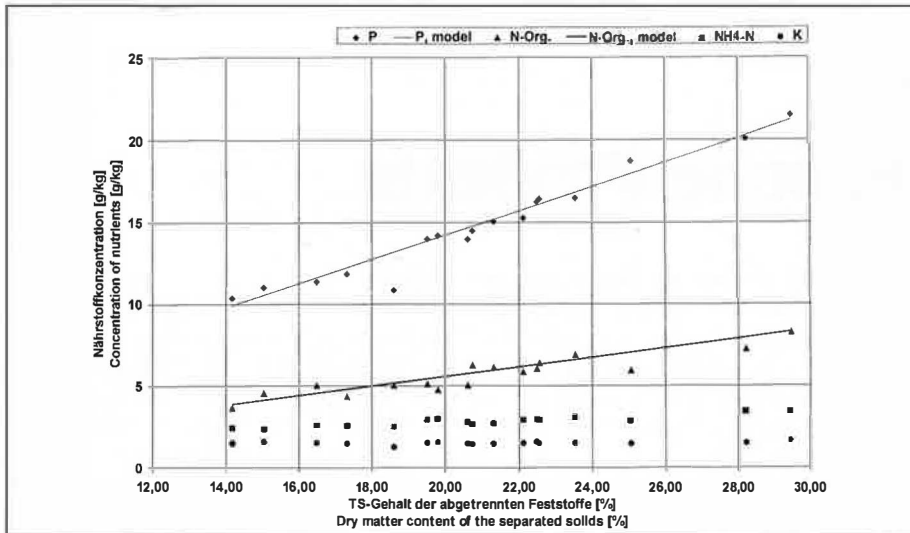


Bild 1: Nährstoffkonzentrationen der Feststoffe

Fig.1: Nutrient concentrations of the separated solid fraction

mit drei unterschiedlichen Drehzahlen (C = 1000 g/ 2000 g/ 3000 g) für je vier Schleuderzeiten (5, 10, 20, 80 min) in einer Laborzentrifuge. Von den erhaltenen festen und flüssigen Phasen wurden der TS-Gehalt und die Nährstoffkonzentrationen analysiert. Gleichzeitig wurden die Feststoff- und Dünngüllenmassen bestimmt. Die Versuchsergebnisse wurden mit den Modellierungsergebnissen der Nährstoffbilanz verglichen.

Ergebnisse

Dargestellt sind in *Tabelle 1* der TS-Gehalt und die Nährstoffkonzentrationen des Ausgangssubstrates und der feststofffreien Salzlösung. Die Ergebnisse zeigen, daß bei dem untersuchten Schweineflüssigmist der organisch gebundene Stickstoff und der Phosphor mit den Feststoffpartikeln gemeinsam abgeschieden werden, während Ammonium-Stickstoff und Kalium in gelöster Form im Flüssigmist vorliegen.

Bild 1 zeigt die Konzentrationen an Ammonium-Stickstoff (NH₄-N), organisch gebundenem Stickstoff (N_{Org.}), Phosphor (P) und Kalium (K) in Abhängigkeit vom TS-Gehalt der abgetrennten Feststoffe. Als durchgezogene Linien sind die aus der Modellierung erhaltenen, errechneten Daten für die Nährstoffkonzentrationen an organisch gebundenem Stickstoff und Phosphor eingezeichnet. Der ermittelte Partikelabscheidegrad betrug 93,5 %. Es wird deutlich, daß mit steigendem TS-Gehalt bei organisch gebundenem Stickstoff und bei Phosphor eine Zunahme der Konzentration in den Feststoffen erfolgt, während sie beim Ammonium-Stickstoff und Kalium nahezu konstant bleibt. Die Ergebnisse der experimentell ermittelten Konzentrationen an Phosphor

und organisch gebundenem Stickstoff stimmen mit denen der Modellierung gut überein.

In *Bild 2* sind die bei der Trennung abgeschiedenen Feststoffmassen in Abhängigkeit vom jeweils erzielten TS-Gehalt aufgetragen. Die durchgezogene Linie stellt die Ergebnisse der Modellierung dar. Auch hier erkennt man eine gute Übereinstimmung zwischen den experimentell und rechnerisch ermittelten Werten. Durch die Modellierung lassen sich nun die mit den Feststoffen und der Dünngülle absolut abgeschiedenen Nährstoffmassen an organisch gebundenem Stickstoff und Phosphor in Abhängigkeit eines vorgegebenen TS-Gehaltes der abgetrennten Feststoffe berechnen.

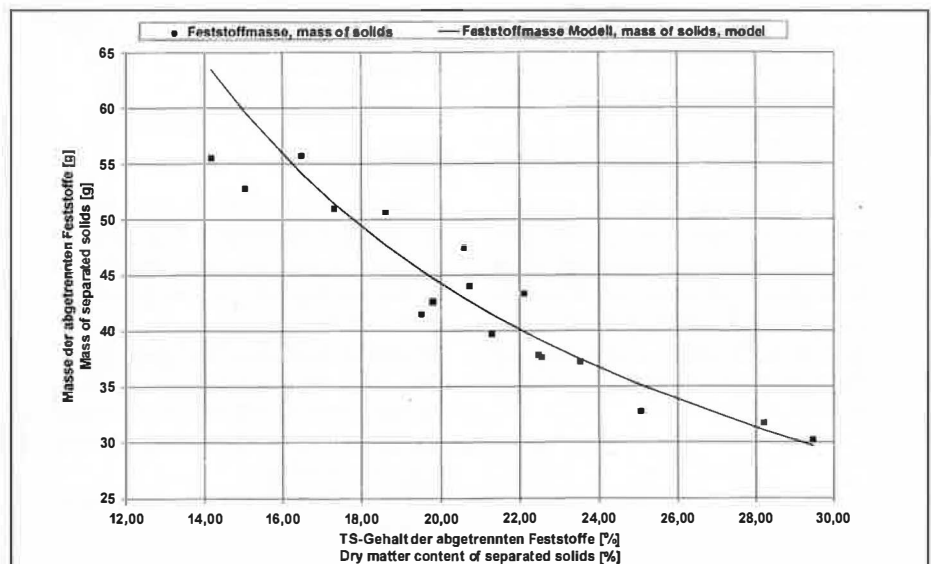


Bild 2: Masse der abgetrennten Feststoffe; Vergleich Messung/Modellierung

Fig.2: Mass of the separated solids; comparison between measurement and theoretical model

Fazit

Durch die Kenntnis der Bindungsverhältnisse und der Konzentrationen der Nährstoffe im Flüssigmist ist es möglich, mit einer Nährstoffbilanzierung die Nährstoffkonzentrationen in den abgetrennten Feststoffen und in der Dünngülle in Abhängigkeit von TS-Gehalt und Partikelabscheidegrad mit guter Näherung vorzuberechnen. Dadurch kann bei bekanntem Partikelabscheidegrad der eingesetzten Trenntechnik durch Variation der trenntechnischen Parameter derjenige TS-Gehalt der Feststoffe eingestellt werden, der zur erforderlichen Nährstoffverteilung in die Feststoff- und Dünngüllefraktion führt.

Literatur

- [1] *Oechsner, H. et. al.*: Feststoffabtrennung aus Flüssigmist mit Preßschneckenseparatoren. Agrartechnische Berichte, 1995
- [2] *Stahl, W.*: Fest-Flüssig-Trennung. Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik, Universität (TH) Karlsruhe, 1992
- [3] *Rexilius, R.*: Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Feststoffabtrennung aus Flüssigmist und zur Feststoffkompostierung. Dissertation, Universität Hohenheim, 1990

Schlüsselwörter

Feststoffabtrennung, Flüssigmist, Nährstofftransport, Nährstoffgehalt, Trenntechnik

Keywords

Separation of solids, liquid manure, nutrient transport, nutrient content, separation technology