Effizienzsteigerung durch Optimierung von Wirtschaftsdüngertransporten: Möglichkeiten einer modellbasierten Analyse

Sylvia Warnecke, Hauke Bronsema, Markus Biberacher, Hans-Jörg Brauckmann, Gabriele Broll, Ludwig Theuvsen

Institut für Geographie
Universität Osnabrück
Seminarstraße 19 a/b
49074 Osnabrück

sylvia.warnecke@uni-osnabrueck.de
hbronse@gwdg.de

Abstract: Die zunehmende Spezialisierung in der Landwirtschaft resultiert häufig in regional entkoppelten Nährstoffströmen. Ackerbauregionen mit einem hohen Bedarf an Pflanzennährstoffen liegen weit entfernt von Veredelungsregionen mit einem hohen Anfall an in tierischen Exkrementen enthaltenen Nährstoffen. Ein neu entwickeltes Modell dient zum einen der Identifizierung von Nährstoffüberschuss- und Bedarfsregionen. Zum anderen simuliert das Modell die optimalen Transporte von Wirtschaftsdüngern auf Grundlage der Nährstoffkonzentration in den verschiedenen Wirtschaftsdüngern und der Distanz zwischen Überschuss- und Bedarfsregionen. Eine Modellerweiterung wird die Aufnahmebereitschaft von Wirtschaftsdüngern, die beispielsweise aufgrund von Vieh- und Biogasanlagendichte räumlich unterschiedlich ist, in Form ökonomischer Parameter integrieren und somit eine Verbesserung der Realitätsnähe der Transportoptimierung bewirken.

1 Einleitung

Die zunehmende Spezialisierung in der Landwirtschaft führt häufig zu regional entkoppelten Nährstoffströmen. In Ackerbauregionen herrscht ein hoher Nährstoffbedarf, der fast ausschließlich über teure Mineraldünger aus energieintensiver Herstellung oder finiten Ressourcen gedeckt wird. Demgegenüber liegen in Veredelungsregionen die hohen Nährstoffanfälle in tierischen Exkrementen meist über dem, was sinnvoll auf den lokalen landwirtschaftlichen Flächen verwertbar ist. Wirtschaftsdüngerexporte dienen als Mittel des Abbaus von Nährstoffüberschüssen. Ziel unserer Untersuchungen ist es, mittels eines neu konzipierten Modells die optimale regionale Verteilung von Wirtschaftsdüngernährstoffen unter minimalem Transportaufwand zu ermitteln [Bi09]. Die Transportoptimierung erfolgt unter der Prämisse, Überanwendung von Wirtschaftsdüngernährstoffen in Veredelungsregionen zu vermeiden, während gleichzeitig die exportierten Wirtschaftsdüngernährstoffe in Ackerbauregionen nutzbar gemacht werden.

Aktuelle Entwicklungen in der Praxis zeigen, dass das Potential der gleichzeitigen Nutzbarmachung der Nährstoffe und des Energiegehalts von Wirtschaftsdüngern für den Ackerbau oder Biogasanlagen zunehmend interessanter wird und dass deshalb neben dem Mineraldüngerpreis auch regional differenzierte Bestimmungsgründe die Wertigkeit der Wirtschaftsdünger beeinflussen. Daher ist es das Ziel einer Modellerweiterung, die Zahlungsbereitschaft bzw. -fähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe, die Wirtschaftsdünger aufnehmen, zu integrieren. Diese Informationen fließen in das Simulationsmodell ein und dienen somit seiner Weiterentwicklung im Hinblick auf die Integration von standortspezifischen Informationen, die den Weg zur Anwendung in der Praxis ebnen.

2 Modellaufbau: Transportoptimierung von Wirtschaftsdüngern unter Berücksichtigung von Nährstoffkonzentration und Distanz

Als Modellregion dient das Bundesland Niedersachsen mit seinen Gemeinden, die die einzelnen räumlichen Modellierungseinheiten darstellen. In Niedersachsen werden rund 2,6 Mio. Hektar Fläche landwirtschaftlich genutzt; intensive Milchviehhaltung und Veredelungswirtschaft dominieren im Nordwesten, intensiver Ackerbau im Südosten.

Im Vorfeld der eigentlichen Transportoptimierung erfolgt auf Gemeindeebene eine möglichst realitätsnahe Ermittlung des Anfalls an Wirtschaftsdünger und seiner Zusammensetzung sowie des Nährstoffbedarfs der landwirtschaftlichen Acker- und Grünlandkulturen.

Nach Einstellung der gewünschten Maximalwerte, bis zu denen Wirtschaftsdüngernährstoffe auf die Flächen ausgebracht werden dürfen, berechnet das Modell zum einen Bilanzen für die einzelnen Nährstoffe (Stickstoff (N), Phosphor (P_2O_5), Kalium (K_2O)). Für diese Modell-Nährstoff-Bilanzen wird der Anfall an Nährstoffen in Wirtschaftsdüngern den maximal aus Wirtschaftsdüngern erlaubten Nährstoffmengen gegenübergestellt [Bi09].

Abbildung 1 zeigt exemplarisch die Modell-N-Bilanz sowie die Gesamtlösung für die optimierten Transporte für folgendes Szenario: Vom N-Bedarf einer Fläche werden der Frühjahrs-N_{min}-Wert und bei langjähriger organischer Düngung weitere 40 kg N abgezogen sowie die maximal zulässige Ausbringungsgrenze von 170 kg N aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft gemäß Düngeverordnung berücksichtigt. Für P_2O_5 und K_2O wird bei langjähriger organischer Düngung von Gehaltsklasse D, ansonsten von C ausgegangen und die Ausbringungshöchstmengen entsprechend eingestellt. Als Ergebnis werden flüssige Wirtschaftsdünger etwa 60 km weit von der Ursprungsgemeinde transportiert, während es bei den festen Wirtschaftsdüngern etwa 200 km sind.

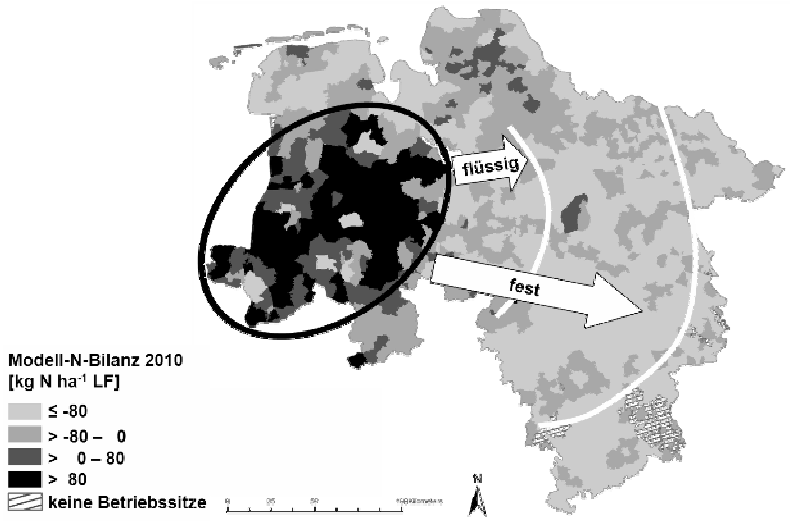

Abbildung 1: Modell-N-Bilanz Niedersachsens 2010 mit Überschuss- und Defizitgemeinden und den sich aus der Transportoptimierung ergebenden Linien der maximalen Transportdistanzen für flüssige (Güllen) und feste (Miste, Trockenkot) Wirtschaftsdünger. Die Ellipse bezeichnet die Region mit den höchsten Überschüssen und den Ursprung der meisten Transporte. Die Pfeile zeigen die dominierende Transportrichtung.

3 Modellerweiterung: Berücksichtigung weiterer Verwertungsoptionen von Wirtschaftsdüngern

Die bisherigen Modellannahmen berücksichtigen nur implizit die Ökonomie, indem die Transportoptimierung nach Distanz und Nährstoffkonzentration erfolgt. Zudem wird von einer direkten Verbringung auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgegangen. Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes von 2009 erweiterten sich die Verwertungsmöglichkeiten von Wirtschaftsdüngern im Rahmen der energetischen Nutzung, da Biogasanlagen seit dem 1.1.2009 einen Güllebonus bei einem Gülleeinsatz von mindestens 30 Masseprozent am gesamten zugeführten Substrat erhalten [Bu08]. Diese Regelung bietet für Regionen mit hohen Viehdichten neue Möglichkeiten, Nährstoffüberhänge abzubauen, insbesondere, wenn sich die Biogasanlage außerhalb der Region befindet [Pe09]. Der Zusatznutzen durch die energetische Verwertung generiert einen Mehrwert der Wirtschaftsdünger, der die Transportwürdigkeit erhöht. Zur Kalkulation dieses Mehrwertes wird im Rahmen der Modellerweiterung davon ausgegangen, dass durch den Einsatz der Wirtschaftsdünger Mais als am weitesten verbreitetes Substrat ersetzt wird. Die Kosten des Maisanbaus ergeben sich aus den variablen Kosten ergänzt um den Deckungsbeitrag für Weizen als Opportunität für die beanspruchte Fläche. Der Deckungsbeitrag wird zusätzlich durch die Abbildung von verschieden Weizenpreisniveaus variiert. Aus den Gesamtkosten lässt sich anhand der Methanausbeute der Mehrwert für die Wirtschaftsdünger ableiten. Tabelle 1 zeigt exemplarisch die Kalkulation für die niedersächsischen Landkreise Celle und Hildesheim auf.

		Standort Hildesheim ∅ Erträge 2005-2009: Mais 482 dt/ha; Weizen 89 dt/ha		**Standort Celle** ∅ Erträge 2005-2009: Mais 483dt/ha; Weizen 75 dt/ha	
		Weizenpreis 12 €/dt	Weizenpreis 18 €/dt	Weizenpreis 12 €/dt	Weizenpreis 18 €/dt
Kosten Silomais	€/ha	1024	1024	1024	1024
Kosten Silomais + DB Weizen	€/ha	1139	1672	969	1419
Kosten je m^3 Methan	€/ m^3	0,26	0,39	0,23	0,33
Mehrwert Wirtschaftsdünger durch energetische Nutzbarmachung					
Hühnerkot (18 m^3Methan/tFM)	€/t	4,65	6,83	3,95	5,78
Milchviehgülle (8 m^3Methan/tFM)	€/t	2,13	3,13	1,81	2,65
Milchviehgülle (inkl. Futterreste) (10 m^3Methan/tFM)	€/t	2,67	3,92	2,27	2,65
Schweinegülle (9 m^3Methan/tFM)	€/t	2,35	3,45	1,99	2,92

Tabelle 1: Energetischer Mehrwert von Wirtschaftsdüngern in zwei Modelllandkreisen (nach [TK09] und [BLL10])

Unter den getroffenen Annahmen zeigt dieses Beispiel, dass in Abhängigkeit vom Biogasanlagenstandort Wirtschaftsdünger als Alternativsubstrate differenziert hinsichtlich ihrer energetischen Wertigkeit einzuschätzen sind. Die hohe Wertigkeit des Hühnerkotes unterstreicht ähnlich wie bei der Verwendung als Dünger die Transportwürdigkeit von Wirtschaftsdüngern mit einer hohen Nährstoffkonzentration. Daher ist es Ziel der Weiterentwicklung des Modells, neben der regionalen Ermittlung der Wertigkeit von Wirtschaftsdüngern in unbearbeiteter Form in einem zweiten Schritt separierte Güllefeststoffe in die Betrachtung mit einzubeziehen. Die Modellerweiterungen tragen zu einer differenzierten Abbildung der regionalen Wertigkeit von Wirtschaftsdüngern bei und verbessern die Realitätsnähe der modellbasierten Transportoptimierung.

Literaturverzeichnis

[Bi09] Biberacher, M., Warnecke, S., Brauckmann, H.J., Broll, G.: A linear optimization model for animal farm manure transports in regions with high intensity animal farming. In (Anderssen RS, Braddock RD and Newham LTH, eds) ‘18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation‘, 2009, S. 470-476. URL: http://www.mssanz.org.au/modsim09/B1/biberacher_B1.pdf, Abruf 20.10.2010.

[BLL10] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: Biogasausbeuten verschiedener Substrate. URL: http://www.lfl.bayern.de, Abruf: 23.10.2010.

[Bu06] Bugdahl, B.: Was ist Gülle wert? in Land & Forst 2008, URL: http://www.landundforst.de/?redid=250024, Abruf 25.10.2010

[Pe09] Pellmeyer, J.: Auswirkungen des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Landwirtschaft, In (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Hrsg.): Neue Perspektiven für Biogas? Freising-Weihenstephan, 2009, S. 7-14.

[TK09] Toews, T.; Kuhlmann, F.: Ökonomische Bewertung des Anbaus und der Nutzung von Energiepflanzen. Gießen 2009.