

Effizienzsteigerung bei der Verwertung von Wirtschaftsdüngern in Nordwestdeutschland – eine modellbasierte Transportoptimierung

Efficient Use of Farm Manures in Northwest Germany – Model-based Transport Optimization

Hauke BRONSEMA, Ludwig THEUVSEN, Sylvia WARNECKE, Gabriele BROLL und Markus BIBERACHER

Zusammenfassung

Die zunehmende Spezialisierung in der Landwirtschaft führt in vielen Regionen zur Herausbildung von Clustern mit spezifischen Produktionsschwerpunkten. Aus einer räumlichen Konzentration der Tierhaltung können im Verhältnis zu der vorhandenen landwirtschaftlichen Nutzfläche deutliche Überschüsse an Wirtschaftsdüngern entstehen. In vieharmen Gebieten mit dem Schwerpunkt Ackerbau können Wirtschaftsdüngernährstoffe jedoch sinnvoll genutzt werden. Ziele dieses Beitrages sind es, am Beispiel des deutschen Bundeslandes Niedersachsen mittels eines neu entwickelten Modells (1) Nährstoffüberschuss- und Bedarfsregionen zu identifizieren und (2) den minimal notwendigen Transportaufwand bei einer optimierten Verteilung der Wirtschaftsdünger zu ermitteln. Die Ergebnisse zeigen, dass gemäß den gesetzlichen Restriktionen erhebliche Wirtschaftsdüngermengen über weite Distanzen zu verbringen sind, deren Transportkosten den Nährstoffwert deutlich übersteigen. Die Wirtschaftlichkeit der Transporte hängt damit neben dem Preisniveau am Energie- und Düngemarkt von der Generierung eines Mehrwertes (z.B. durch energetische Verwertung) ab.

Schlagnworte: Nährstoffüberschüsse, Intensivtierhaltung, Transportoptimierung, Stoffströme, Biogas

Summary

The ever increasing trend of specialization in the agricultural sector results in regional clusters with specific foci of production. High intensity animal farming regions are characterized by a significant excess of farm manure nutrients relative to the nutrient demand of the local crop land. In arable farming regions, crop nutrient demand is predominantly covered by expensive mineral fertilizers which could be substituted by farm manure nutrients. Transportation, however, is comparatively expensive. The objectives of the present study are (1) to identify regions with manure nutrient excess and regions without manure production and (2) to simulate an optimal distribution of the farm manure under minimal transport costs for the municipalities in the study area, the federal state of Lower Saxony in northwestern Germany. We do this by means of a newly developed model. Simulation results show that a large quantity of manure has to be transported over comparatively far distances to meet legal restrictions. Transportation costs are much higher than the nutrient value of the farm manures. Hence, cost effectiveness of farm manure transports depends not only on the price levels on the energy and fertilizer markets but on generating added value from transported farm manure, e.g. via fermentation to biogas.

Keywords: nutrient excess, high intensity animal farming, transport optimization, nutrient cycles, biogas

1. Einleitung

Im Rahmen des Strukturwandels ist in Deutschland die Spezialisierung auf wenige Betriebszeige die dominierende Unternehmensstrategie landwirtschaftlicher Betriebe zur Gewährleistung der Wettbewerbsfähigkeit (SUNDRUM, 2005, 17). Die Summe der einzelbetrieblichen Entscheidungen führt zur Entwicklung von Regionen mit spezifischen Produktionsschwerpunkten. In Niedersachsen hat sich neben der Milchviehhaltung an der Küste eine äußerst intensive tierische Veredelung mit den Schwerpunkten Schweine- und Geflügelhaltung im südlichen Weser-Ems-Raum herausgebildet. Im Süden und Südosten des Bundeslandes hat hingegen eine Konzentration auf den Ackerbau mit dem Schwerpunkt Marktfruchtbau stattgefunden (BÄUERLE, 2008, 34). Die in den Veredelungsregionen in hohen Mengen anfallenden Wirtschaftsdüngernährstoffe können aufgrund der begrenzten Flächen oft

nicht sinnvoll ackerbaulich genutzt werden. Demgegenüber stellen die Ackerbaustandorte Bedarfsregionen dar, deren Nährstoffbedarf primär durch finite Mineraldünger gedeckt wird (BIBERACHER et al., 2009, 471). Gesetzliche Restriktionen für den Einsatz von Wirtschaftsdüngern ergeben sich im Wesentlichen durch die Düngeverordnung (DüV), die u.a. die EU-Nitratrichtlinie auf nationaler Ebene umsetzt. Im Hinblick auf die maximal zulässig auszubringenden Wirtschaftsdüngermengen ist insbesondere die Begrenzung von Stickstoff (N) aus Wirtschaftsdüngern mit 170 kg N/ha/Jahr zu berücksichtigen (DüV, 2007, § 4). In den Gebieten mit intensiver Veredlung wird dieser Wert durch den hohen Anfall tierischer Exkremente z.T. deutlich überschritten (WARNECKE et al., 2011, 113ff). Neben einzelbetrieblichen Optionen (z.B. sehr begrenzt mögliche, teure Zupacht weiterer Flächen) ist eine Lösung des Problems die überregionale Verbringung von Wirtschaftsdünger. Diese ist besonders für flüssige Wirtschaftsdünger wegen der hohen Wassergehalte kostspielig (KELLNER et al., 2011, 38). Zielsetzung des Modells ist es, unter Einhaltung der gesetzlichen Restriktionen eine kostenminimale Optimierung der Wirtschaftsdüngerverteilung und -transporte vorzunehmen. In diesem Beitrag werden einige Ergebnisse aus zwei modellbasierten Szenarien gezeigt und diskutiert und es werden ökonomische Schlussfolgerungen gezogen.

2. Modelldarstellung

Das der Untersuchung zugrunde liegende Modell ist in GAMS (General Algebraic Modelling System) implementiert und bedient sich der Methode der linearen Optimierung. Unter der Prämisse, die Überdüngung mit Wirtschaftsdüngernährstoffen zu vermeiden und den Düngewert ackerbaulich nutzbar zu machen, optimiert das Modell den dafür notwendigen Transport von Wirtschaftsdünger. Die kleinste räumliche Auflösung in der Modellierung ist die der Gemeinden, deren Daten aggregiert betrachtet werden. Ein Nährstofftransport kann im Modell nur innerhalb Niedersachsens erfolgen. Der Nährstoffanfall (N, P₂O₅, K₂O) in tierischen Exkrementen kalkuliert sich für jede einzelne Gemeinde aus den Viehbeständen (Datengrundlage Agrarstrukturerhebung (LSKN 2008) und Tierseuchenkasse (TSK 2009)) von 25 Tierklassen und ihren Nährstoffausscheidungskoeffizienten. Zudem werden pro Tierklasse bis zu drei Wirtschaftsdüngerarten (Gülle, Mist,

Jauche) und Weidegang unterschieden. Der Nährstoffbedarf (N, P_2O_5 , K_2O) der landwirtschaftlichen Kulturen wird nach der Sollwertmethode (LWKN 2008, LWKN 2010) berechnet. Dabei wird das in diesen Düngeempfehlungen berücksichtigte Ertragsniveau integriert, indem jede Gemeinde einem von zwölf niedersächsischen Bodenklimaräumen (BKR) mit homogenen Standortbedingungen zugeordnet ist (ROßBERG et al., 2007, 155f). Unter Berücksichtigung der frei einstellbaren, maximal auf die einzelnen Flächenklassen auszubringenden Wirtschaftsdüngernährstoffe erfolgt im Modell im ersten Schritt die Feststellung von Nährstoffüberschuss- und -defizitgemeinden. Im zweiten Schritt erfolgt die Optimierung der Wirtschaftsdüngerverteilung und des -transports nach der spezifischen Nährstoffkonzentration in den Wirtschaftsdüngern und nach der Zentroiddistanz zwischen den Gemeinden. Ein Nährstoffausgleich durch Wirtschaftsdüngertransport kann im Modell nur innerhalb Niedersachsens erfolgen. Die Transportkosten betragen € 0,10 je Tonne Wirtschaftsdünger und Kilometer und sind nicht auf ein definiertes Transportverfahren bezogen. Die Ausbringkosten sind nicht berücksichtigt, da sie ubiquitär in identischer Höhe anfallen. Die Nährstofflimits der Flächenklassen werden durch die intelligente Kombination von Wirtschaftsdüngern so weit ausgeschöpft, dass der dafür notwendige Transportaufwand minimal gehalten werden kann. Am Ende dieses Prozesses steht eine für das gesamte Bundesland optimierte Lösung zur Verfügung, bei der im Überschussfall transportunwürdige, flüssige Gülle und Jauche so nah wie möglich am Ort der Produktion verbleibt, während transportwürdiger Mist weiter weg transportiert wird. Im Detail wird das Modell von BIBERACHER et al. (2009) und WARNECKE et al. (2011) beschrieben.

3. Modellergebnisse

Für diesen Beitrag wurden zwei Szenarien simuliert und verglichen. In Szenario 1 wird davon ausgegangen, dass der vorhandene Wirtschaftsdünger dazu verwendet werden muss, den Düngebedarf der Kulturen bis zu 70% (N) bzw. 100% (P_2O_5 , K_2O) zu decken (Abbildung 1). Die Limitierung auf 70% Bedarfsdeckung aus Wirtschaftsdüngern ergibt sich aus der praxisüblichen und pflanzenbaulich sinnvollen Kombination von mineralischem und organischem Stickstoff. Die Düngeverordnungsvorgaben (DÜV 2007) werden eingehalten.

Max. N-Bedarfsdeckung aus tierischen Exkrementen	Max. P ₂ O ₅ -Bedarfsdeckung aus tierischen Exkrementen
<ul style="list-style-type: none"> Ermittlung Stickstoffbedarf pro Flächenklasse (Sollwert in den BKR) Abzug Frühjahrs-N_{min} Bei langjähriger organischer Düngung Abzug von 20 kg N/ha aus zusätzlicher Mineralisierung der organischen Bodensubstanz. Deckung des so ermittelten Düngebedarfs durch tierische Exkremente <ul style="list-style-type: none"> auf Ackerland bis zu 70%, auf Grünland bis zu 100%, unter Einhaltung von § 4 DÜV (2007). 	<ul style="list-style-type: none"> Ermittlung Phosphorbedarf pro Flächenklasse (Sollwert nach Phosphorgehaltsklasse der Böden in den BKR) In Abhängigkeit von langjährigen Viehdichten Düngung nach Phosphorgehaltsklasse <ul style="list-style-type: none"> B bei ≤ 0,5 GV/ha: erhöhte Düngung, C bei > 0,5 bis ≤ 2,0 GV/ha: Erhaltungsdüngung, D bei > 2,0 GV/ha: verringerte Düngung. Deckung des so ermittelten Düngebedarfs durch tierische Exkremente <ul style="list-style-type: none"> auf Acker- und Grünland bis zu 100%.

Abb. 1: Annahmen und Ermittlung der Düngebedarfs in beiden Szenarien

Quelle: Eigene Darstellung

In Szenario 2 kann der Düngebedarf der Kulturen flexibel über Wirtschafts- oder über Mineraldünger gedeckt werden. Die Kosten für Wirtschaftsdünger ergeben sich durch die Transportkosten in Höhe von € 0,10/km/t. Für die mineralische Düngung werden Kosten von € 1,00/kg N, € 1,30/kg P₂O₅ und 0,80 €/kg K₂O angenommen. Szenario 2 identifiziert somit die Wirtschaftsdüngertransporte, die ausschließlich im Wettbewerb mit Mineraldünger wirtschaftlich sinnvoll sind. Die restlichen Wirtschaftsdünger verbleiben auch im Überschussfall in der Ursprungsgemeinde.

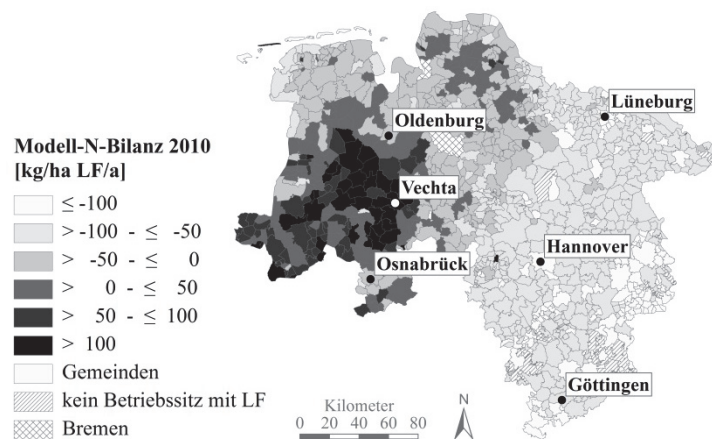


Abb. 2: Modell-N-Bilanzen der Gemeinden Niedersachsens 2010 in beiden Szenarien (vor Optimierung der Wirtschaftsdüngerverteilung)

Quelle: Eigene Darstellung

Die Nährstoffüberschüsse bzw. -defizite in den Gemeinden, die vor der Optimierung vorliegen, sind analog zu den identischen Annahmen in beiden Szenarien gleich (beispielhaft dargestellt als Modell-N-Bilanz in Abbildung 2). Im Westen des Bundeslandes herrscht massiver Stickstoffüberhang, die östlichen Gemeinden weisen hohe Defizite auf. Räumlicher Ursprung und potentieller Verbleib überschüssiger Wirtschaftsdüngernährstoffe werden so deutlich. Im Mittel ergibt sich für die 2,6 Mio. Hektar LF in Niedersachsen ein Anfall in Wirtschaftsdüngern von 97 kg N, 51 kg P₂O₅ und 62 kg K₂O pro Hektar.

Aufbauend auf der Bilanzierung findet im Modell die Optimierung der Verteilung der Wirtschaftsdüngernährstoffe bei geringsten Transportkosten statt. In beiden Szenarien verläuft die Haupttransportrichtung aus den Veredelungszentren im Westen in die Ackerbauregionen im Südosten und Osten Niedersachsens.

Die in Szenario 1 nach den Restriktionen der DüV zu transportierenden Wirtschaftsdüngermengen (Tabelle 1) entsprechen 35% der in Niedersachsen anfallenden flüssigen und 62% der festen Wirtschaftsdünger. Sie werden mit einem Transportaufwand (Distanz*Masse) von 1.002 Mio. km t bewegt. Die mittleren Transportdistanzen liegen für Gülle, Jauche und Mist in Szenario 1 bei 44 km, 33 km und 64 km.

Tab. 1: Insgesamt transportierte Wirtschaftsdüngermengen mit den darin enthaltenen Nährstoffmengen in den Szenarien 1 und 2

	Wirtschaftsdünger [t/a]	N [t/a]	P ₂ O ₅ [t/a]	K ₂ O [t/a]
Szenario 1				
Flüssig (Gülle, Jauche)	11.273.104	56.769	28.528	60.684
Fest (Mist)	3.442.094	39.734	29.697	39.399
Summe	14.715.199	96.502	58.225	100.047
Szenario 2				
Flüssig (Gülle, Jauche)	3.510.289	15.630	6.967	22.285
Fest (Mist)	918.769	5.243	3.875	5.216
Summe	4.429.058	20.873	10.842	27.501

Quelle: Eigene Darstellung

Hinter der in Szenario 2 transportierten Menge von gut 4,4 Mio. t steht ein Transportaufwand von 113 Mio. km t. Die unter Berücksichtigung

der Möglichkeit des Mineraldüngerkaufes wirtschaftlich zu transportierende Wirtschaftsdüngermenge entspricht nur 30% der Menge aus Szenario 1. Der Transportaufwand reduziert sich gegenüber Szenario 1 sogar auf 11,3%. Es ergibt sich damit, dass die in geringerem Umfang stattfindenden Transporte über deutlich kürzere Distanzen erfolgen.

4. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass selbst unter optimierter Wirtschaftsdüngerverteilung der Transportaufwand zur Einhaltung der gesetzlichen Restriktionen noch sehr hoch ist. Zu berücksichtigen ist, dass das Modell einen Nährstoffausgleich nur innerhalb Niedersachsens vornimmt und die Möglichkeit eines Exportes unberücksichtigt bleibt. Die an die mit Wirtschaftsdüngern hochversorgten Gebiete in Niedersachsen angrenzenden Regionen im In- und Ausland weisen ebenfalls Nährstoffüberschüsse auf, so dass nur geringe Veränderungen der Transportströme unter Einbeziehung einer Exportoption zu erwarten sind. Die unter Modellannahmen für den Nährstoffausgleich in Niedersachsen erforderlichen Transporte verursachen Kosten von gut € 100 Mio. (€ 0,10/km/t). Unter Berücksichtigung des mineraldüngeräquivalenten Nährstoffwertes der Wirtschaftsdünger konnte im Modell für 30% der Ausgangsmenge eine Kostendeckung nachgewiesen werden. In der Realität besteht jedoch selten die Bereitschaft der aufnehmenden Betriebe, die Wirtschaftsdünger nach Nährstoffgehalt mit Mineraldünger äquivalenten Preisen zu vergüten; überwiegend werden die Transportkosten daher vom abgebenden Betrieb getragen (LEUER, 2008, 42).

Eine verbesserte Kostendeckung der erforderlichen Transporte kann daher nur durch steigende Preise für Mineraldünger als Substitut oder die Generierung eines Mehrwertes als Zusatznutzen zum Mineraldüngerwert der zu transportierenden Wirtschaftsdünger erreicht werden. Eine Möglichkeit, einen solchen Mehrwert zu generieren, ist die Vergärung von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen. Wirtschaftsdünger haben als landwirtschaftliches Nebenprodukt den Vorteil, keine Flächenkonkurrenz zu fördern, wie es beim Anbau von nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) der Fall ist.

Mais ist derzeit mit einem Anteil von ca. 82% an der insgesamt in Niedersachsen für die Produktion von Biogas genutzten landwirtschaftlichen Nutzfläche die am häufigsten angebaute Frucht (ML Niedersach-

sen, 2010, 14). Die Regelungen im, seit dem 01.01.2012 geltenden, Erneuerbare-Energien-Gesetz 2012 (EEG) begrenzen den Einsatz von Mais als Substrat für Biogasanlagen auf 60 Masseprozent aller eingesetzten Substrate. Es besteht allerdings bis auf wenige Ausnahmen (fehlendes Wärmekonzept, „reine“ Gülleanlagen) keine Verpflichtung, die fehlenden Substratmengen in Form von Wirtschaftsdüngern zuzuführen (EMMANN et al., 2012).

Um den Nährstoffdruck in den Veredelungsgebieten zu verringern, ist es sinnvoll, Biogas aus tierischen Exkrementen in Ackerbauregionen zu erzeugen. Hintergrund ist, die nach der Vergärung in Form von meist flüssigen Gärresten vorliegenden Nährstoffe im nahen Umkreis um die Biogasanlagen ausbringen zu können (STAHN et al., 2008, 15). Mitte 2010 betrug die in Niedersachsen installierte elektrische Leistung von Biogasanlagen, die sowohl NawaRo als auch Wirtschaftsdünger vergären, etwa 550.000 kW. 42% der installierten Leistung befanden sich in Ackerbauregionen mit einem geringen Wirtschaftsdüngeranfall (ML Niedersachsen, 2010, 5). Würden in diesen Anlagen die über einen Maisanteil von 60% hinausgehenden Substratmengen durch Wirtschaftsdünger ersetzt, könnten etwa 2,5 Mio. t der in den Veredelungsregionen anfallenden Wirtschaftsdünger einer Zusatzverwertung zugeführt werden.

Die ökonomische Attraktivität wird hierbei insbesondere durch das bei Inbetriebnahme geltende EEG vorgegeben. Beim Wirtschaftsdünger-einsatz sind jedoch weitere Aspekte zu beachten. Den positiven Eigenschaften von flüssigen Wirtschaftsdüngern (Verbesserung der Fermenterbiologie, preisgünstige Verfügbarkeit) steht der erhöhte Platzbedarf in Fermenter und Gärrestlager aufgrund geringerer Methanertträge aus flüssigen Wirtschaftsdüngern gegenüber (MOHR, 2011).

5. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse verdeutlichen die in Niedersachsen vorliegende Problematik regionaler Nährstoffüberschüsse aus tierischen Exkrementen, indem die zur Herbeiführung eines Nährstoffausgleiches zu transportierenden Wirtschaftsdüngermengen quantifiziert werden. Nur ein geringer Anteil dieser Transporte ist im Vergleich zur Alternative der mineralischen Düngung wirtschaftlich. Die Kostendeckung der durchzu-

führenden Transporte könnte durch Vergärung von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen außerhalb der Veredlungszentren verbessert werden. Eine Implementierung dieser Option im vorliegenden Modell wird nach umfangreicher Analyse der stofflichen und ökonomischen Effekte angestrebt, um eine differenziertere Abbildung der regionalen Wertigkeit von Wirtschaftsdüngern und damit die Verbesserung der Praxistauglichkeit der Modellanwendung zu erzielen.

Literatur

- BÄUERLE, H. (2008): Die Agrar- und Ernährungswirtschaft in Niedersachsen. Weiße Reihe, Band 32. Vechta.
- BIBERACHER, M., WARNECKE, S., BRAUCKMANN, H.-J. und BROLL, G. (2009): A linear optimisation model for animal farm manure transports in regions with high intensity animal farming. In: ANDERSEN, R. S., BRADDOCK, R. D. und NEWHAM, L. T. H. (Hrsg.): 18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation, Cairns/ Australien, 470-476.
- DÜV (Düngerordnung) (2007): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis. Ausfertigungsdatum 10. Januar 2006 (BGBl. I S. 33). URL: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_v/gesamt.pdf
- EMMANN, C., SCHAPER, C., und THEUVSEN, L., (2012): Der Markt für Bioenergie 2012. German Journal of Agricultural Economics, 61, 93-112.
- KELLNER, U., DELLZEIT, R. und THIERING, J. (2011): Der Einfluss des Standortes und der Anlagengröße auf die Kosten der Verbreitung und Aufbereitung von Gärresten. In: Berichte über Landwirtschaft. Band 89 (1), 38-54.
- LEUER, S. (2008). Gülle – gefragter Dünger. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 16/2008, 42-43.
- LSKN (Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen) (2008): Agrarstrukturerhebung 2007. Viehhaltung. Hannover.
- LWKN (Landwirtschaftskammer Niedersachsen) (2008): Düngempfehlung Grundnährstoffe. Richtwerte für die Düngung in Niedersachsen. Stand März 2008. URL: <http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm?file=341,duengeempfehlung2008~pdf/> (17.12.2008).
- LWKN (2010): Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der Nmin-Methode. Stand März 2010. URL: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/pflanze/nav/341/article/14022.html> (20.09.2010).
- ML Niedersachsen und MU Niedersachsen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung und Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz) (2010): Biogasnutzung in Niedersachsen – Stand und Perspektiven. 4. Auflage. Hannover.

- MOHR, J., (2011): Grundlagen der Biogasproduktion und Wärmenutzung. Vortrag im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Biogas für Einsteiger“ am DLR Eifel. URL: http://www.nawaro.rlp.de/Internet/global/inetcntr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=8J866N9708&p1=6MNGSU10HE&p3=QM13H93DO0&p4=C03BX7L16W (14.04.2012).
- ROßBERG, D., MICHEL, V., GRAF, R., und NEUKAMPF, R. (2007): Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland. In: Nachrichtendienst des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 59,H. 7, 155-161. Stuttgart.
- SUNDRUM, A. (2005): Perspektive der Nutztierhaltung in Deutschland aus Sicht der Produktionsebene. In: Berichte über Landwirtschaft, Band 83 (1), 14-32.
- STAHN, R., NISCHWITZ, G. und BRAUCKMANN, H.-J. (2008): Bioenergie-Region Südoldenburg - Eine Region veredelt Energie. Projektantrag, agrar+ernährungsforum Oldenburger Münsterland e.V., Vechta.
- TSK (Niedersächsische Tierseuchenkasse) (2009): Anzahl der Nutztiere in Niedersachsen auf Kreisebene. Unveröffentlichte schriftliche Mitteilung, Dezember 2009.
- WARNECKE, S., BIBERACHER, M., BRAUCKMANN, H.-J. und BROLL, G. (2011): Nachhaltige Verwertung von Nebenprodukten aus der Erzeugung tierischer Nahrungsmittel durch Initiierung eines regionalen Stoffstrommanagements. In: Windhorst, H.-W., Veauthier, A. (Hrsg.) Nachhaltige Tierproduktion in agrarischen Intensivgebieten Niedersachsens. Weiße Reihe, Band 35. Vechta.

Anschrift der VerfasserInnen

*M. Sc. Hauke Bronsema und Prof. Dr. Ludwig Theuvsen
Georg-August-Universität Göttingen
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness
Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen, Deutschland
Tel.: +49 551 394073, eMail: hbronse@gwdg.de und ltheuvs@gwdg.de*

*M. Sc. Sylvia Warnecke und Prof. Dr. Gabriele Broll
Universität Osnabrück
Institut für Geographie
Seminarstraße 19 a/b, 49074 Osnabrück
Tel.: +49 541 9694065, eMail: sylvia.warnecke@uni-osnabrueck.de und
gabriele.broll@uni-osnabrueck.de*

*Dr. Markus Biberacher
Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH
Research Studios iSPACE
Schillerstraße 25, 5020 Salzburg
Tel.: +43 662 908585221, eMail: markus.biberacher@researchstudio.at*