

# GIS basierte Modellierung von Transportdistanzen für Wirtschaftsdünger im Kontext der zu novellierenden Düngeverordnung

Sebastian Auburger<sup>1</sup> und Enno Bahrs<sup>2</sup>

**Abstract:** Discussion about the amendment of German fertilizer ordinance (DüV) contains consideration of digestate of plant origin from biogas production into spreading limits for N and P nutrients. Consequentially transport distances and costs will increase. A distribution algorithm for nitrogen was developed for the highly influenced study area, which consists of the German provinces Lower Saxony and North Rhine-Westphalia. The algorithm is based on neighborly relations (linear and street distances) and distributes N nutrients until every municipality is below 170 kg N per ha utilized agricultural land. Calculated transport distances resulted in additional transport costs between 15 and 20 Mio. Euro annually for the study area.

**Keywords:** GIS, Wirtschaftsdünger, Transportdistanzen, Düngeverordnung

## 1 Einleitung

Damit ein noch besserer Zustand aller Gewässer in der EU bzw. in Deutschland bis 2015, in Ausnahmefällen bis 2027, erreicht wird [EP00], muss die bestehende Düngeverordnung (DüV) im Kontext der EU-Nitratrichtlinie novelliert werden. Der Entwurf sieht derzeit u.a. vor, dass Stickstoff (N) aus organisch und organisch-mineralischen Düngemitteln im Durchschnitt 170 kg N /haLF und Betrieb nicht überschreiten darf [BM14]. Dies schließt im Gegensatz zur derzeit geltenden Fassung auch Gärreste pflanzlicher Herkunft aus Biogasanlagen mit ein. Bereits im Rahmen der gegenwärtig maßgeblichen DüV kommt es insbesondere in Teilen Niedersachsens sowie Nordrhein-Westfalens zu durchschnittlichen Überschreitungen der 170 kg N Grenze auf Gemeinde- oder Landkreisebene mit daraus resultierenden hohen Verbringungsdistanzen und -kosten von organischem N. Für diese Überschussregionen ist mit einer novellierten DüV mit einer sich weiter verschärfenden Flächenknappheit bzw. ansteigenden Transportdistanzen zu rechnen. Im Folgenden sollen die zusätzlichen Verbringungskosten durch die novellierte DüV für Gülle und Gärreste kalkuliert werden. Die Analysen beschränken sich auf die Untersuchungsregion Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen.

---

<sup>1</sup> Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre/Universität Hohenheim, FG Ldw. Betriebslehre (410b), Schloss Osthof-Süd,70593 Stuttgart, sebastian.auburger@uni-hohenheim.de

<sup>2</sup> Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre/Universität Hohenheim, FG Ldw. Betriebslehre (410b), Schloss Osthof-Süd,70593 Stuttgart, bahrs@uni-hohenheim.de

## 2 Datengrundlage und Methodik

Die räumliche Bezugseinheit der Transportkostenmodellierung stellt die Gemeinde dar, die als aggregierter Regionshof betrachtet wird. Für sie werden, basierend auf Tierzahlen und Flächenangaben der Landwirtschaftszählung 2010, N Frachten aus der Tierproduktion berechnet. Weiterhin liegen die Standortdaten und Leistungsangaben von 2.610 Biogasanlagen innerhalb der Untersuchungsregion vor. Mit Hilfe standardisierter Substratzusammensetzungen in Abhängigkeit vom EEG-Bonussystem einzelner Anlagen wird zusätzlich der N Anfall aus Gärresten pflanzlicher Herkunft berechnet und zur gesamten N Fracht auf Gemeindeebene aufsummiert [Wü14].

### 2.1 Algorithmus

Der Algorithmus zur Verteilung der Nährstoffe prüft in einem ersten Schritt, ob eine Gemeinde die 170 kg N Grenze überschreitet. Ist dies der Fall, wird diejenige Gemeinde mit der höchsten relativen Belastung je Hektar identifiziert und die nächste Nachbargemeinde mit freier Aufnahmekapazität berechnet. Der Algorithmus berechnet anschließend die zu transportierende N Fracht, die sich aus der maximalen Aufnahmefähigkeit (Erreichen der 170 kg N Grenze der empfangenden Gemeinde) oder der minimalen N Fracht (Erreichen der 170 kg N Grenze der abgebenden Gemeinde) ergibt. Anschließend werden die N Belastungen der betreffenden Gemeindepaare aktualisiert und der Algorithmus prüft erneut, ob eine Gemeinde den Grenzwert überschreitet (Schleife). Das Abbruchkriterium ist erreicht, wenn die relative N Belastung je Hektar LF für jede Gemeinde unterhalb des Grenzwertes liegt.

### 2.2 Verwendete Nachbarschaftsbeziehungen

Nachbarschaftsbeziehungen wurden i) als GIS basierte Luftlinienentfernungen zwischen den Gemeindemittelpunkten sowie ii) als Straßenentfernungen basierend auf OpenStreetMap Karten ermittelt. Luftlinienentfernungen wurden innerhalb des GIS ArcMap berechnet. Für die Berechnung von Straßenentfernungen wurde via R script [Rc15] online auf einen Routenplaner (yournavigation.org) zugegriffen. Basierend auf den Längen- und Breitengraden der Gemeindemittelpunkte als Start- und Endpunkte wurden die entsprechenden Entfernungen zwischen den Gemeinden berechnet. Vorab wird geprüft ob die Anfrage erfolgreich durchgeführt werden konnte, d.h. ein auswertbares Ergebnis vorliegt. Nicht erfolgreiche Anfragen werden mit „NA“ kodiert und anschließend ebenfalls den Gemeindepaaren zugewiesen. Um eine vollständige Verteilung der N Frachten innerhalb des Untersuchungsgebietes gewährleisten zu können, mussten Nachbarschaftsbeziehungen um Gemeinden im Radius 100 km berechnet werden. Diese Maximaldistanz reicht aus, um alle Nährstoffe zu verteilen. Daraus resultieren 500.720 mögliche Transportbeziehungen.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Plausibilisierung der straßenbasierten Entfernungen

Von 500.720 möglichen Entfernungen konnten 140 nicht erfolgreich abgefragt werden. Mittels Routenplaner berechnete Entfernungen (Abb. 1), die mehr als der dreifachen Luftlinienentfernung betragen, wurden als nicht plausibel klassifiziert (N=11.490 bzw. 2,3%).

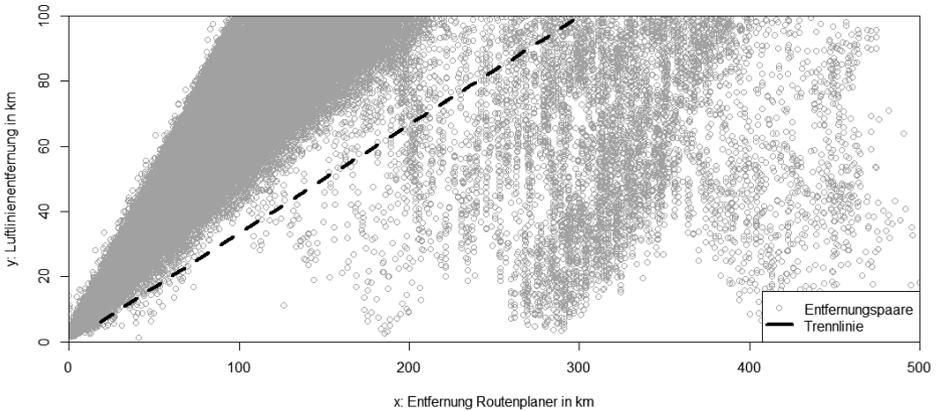


Abb. 1: Vergleich zwischen Luftlinien- und Straßenentfernungen (Routenplaner) sowie Trennlinie ( $y=1/3x$ ) zur Klassifizierung nicht plausibel berechneter Straßenentfernungen

#### 3.2 Anwendung des Algorithmus

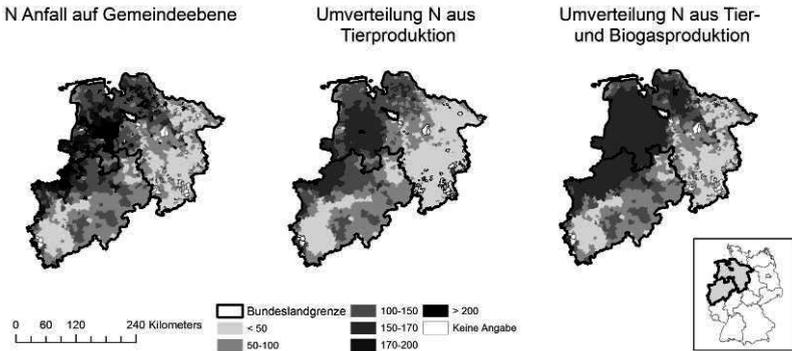


Abb. 2: Räumliche Auswirkungen der Verteilung von N Frachten bis (170 kg N/ha LF) basierend auf Straßenentfernungen

Der Einfluss einer novellierten DüV auf die räumliche Ausdehnung des Gebiets, welches bis zur Obergrenze (170 kgN/ha LF) aufgefüllt wird, um alle N Frachten zu verteilen, unterscheidet sich wesentlich (Abb. 2). Eine novellierte DüV hätte zur Folge dass innerhalb des Modelles 29,6 Mio. kg N (nur N aus der Tierproduktion: 10,5 Mio. kg N) innerhalb der Untersuchungsregion transportiert werden müssten. Basierend auf Straßenentfernungen bedeutet dies einen Transportaufwand von 289,7 Mio. m<sup>3</sup>km Wirtschaftsdünger (Wirtschaftsdünger aus Tierproduktion: 57,3 Mio. m<sup>3</sup>km). Die Verbringungskosten<sup>3</sup> können mit 19,3 Mio. Euro (N aus Tierproduktion 3,8 Mio.) abgeschätzt werden. D.h., es entstehen 15,5 Mio. Euro zusätzliche Transportkosten (neben Flächenpreiseffekten).

## 4 Diskussion

Die vorgestellte Verteilmethode berücksichtigt keine Nährstoffimporte aus den Niederlanden oder Belgien. Damit werden die Transportentfernungen sowie –kosten unterschätzt. Wie Abb. 2 zeigt, befinden sich jedoch insbesondere an der Westgrenze der Betrachtungsregion hohe N Frachten. Zukünftige Ausnahmen für Biogas-Gärreste, die eine höhere Obergrenze als 170 kg N/ha LF zulassen könnten, sind ebenso nicht berücksichtigt. Damit würden sich Transportentfernungen sowie –kosten verringern. Die Verteilung der Nährstoffe erfolgt nicht nach einem ökonomischen Optimierungsansatz. Gülle- oder Gärrest-Aufbereitungsverfahren bleiben ebenso unberücksichtigt. Insofern erlauben die vorgestellten Ergebnisse nur eine grobe Abschätzung der Verteilproblematik von N Frachten. Sie liefern aber dennoch wichtige Anhaltspunkte zu den Auswirkungen einer verschärften DüV.

## Literaturverzeichnis

- [BM14] BMEL (2014): Verordnung zur Neuordnung der guten fachlichen Praxis beim Düngen. Verordnungsentwurf. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
- [EP00] Europäisches Parlament und Europäischer Rat (23.10.2000): Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, S. 327/1-327/7.
- [Rc15] R Core Team (2015): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Online verfügbar unter <http://www.R-project.org/>.
- [Wü14] Wüstholtz, R.; Auburger, S.; Bahrs, E.: Konsequenzen aus der Anrechnung von Gärresten pflanzlicher Herkunft auf die N-Ausbringungsobergrenze organischer Düngemittel und auf die Derogation - Status quo und Empfehlungen. In: Berichte über Landwirtschaft (Band 92, Ausgabe 3), 2014

---

<sup>3</sup> Annahme zu Verbringungskosten: Lkw-Transport: 100 Euro/h, Ladefähigkeit 25m<sup>3</sup>, Durchschnittsgeschwindigkeit: 60km/h