



Ermittlung von Zeitreihendaten für den Einsatz von stickstoffhaltigen Mineraldüngern in Schleswig Holstein zur Verwendung in der Methodik der Klimaberichterstattung

T. Reinsch

Kiel, im April 2018

Im Auftrag des MELUND

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Abteilung Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau,
Christian-Albrechts-Universität, Hermann-Rodewaldstr. 9, 24118 Kiel

Kontakt: treinsch@gfo.uni-kiel.de

Inhalt

1. Anlass des Auftrages.....	2
2. Problem und Zielsetzung	2
3. Methodische Vorgehensweise	4
4. Ergebnisse	7
5. Diskussion.....	8
6. Methodische Restriktionen	9
7. Empfehlung	10
Referenzen.....	10

1. Anlass des Auftrages

Anlässlich von Arbeiten des MELUND zum Monitoring Energiewende- und Klimaschutz war aufgefallen, dass die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein im Vergleich zu bundesweiten Daten weit überdurchschnittlich an den Treibhausgasemissionen beteiligt ist. Das MELUND hat vor diesem Hintergrund die Erarbeitung einer Analyse der Treibhausgas (THG)-emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein initiiert. Ziel ist eine vertiefte und detaillierte Analyse der Emissionsbereiche und damit Ursachen und Handlungsmöglichkeiten als Grundlage dafür, effektive und effiziente Klimaschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft entwickeln zu können. Im September 2017 wurde ein Entwurf des Arbeitspapiers zu THG-Emissionen der Landwirtschaft in einem Expertenworkshop unter Beteiligung der Agrarfakultät der CAU, des Thünen-Instituts, des Statistikamts Nord, der Landwirtschaftskammer und des Bauernverbands zur Diskussion gestellt. In diesem Workshop sowie folgenden Diskussionen haben insbes. MELUND, Agrarfakultät der CAU, Thünen-Institut und Statistikamt Nord gemeinsam festgestellt, dass die Datenerhebung und darauf bezogene Analysen zu THG-Emissionen aus Mineraldüngung aufgrund methodischer Unzulänglichkeiten nachbearbeitet werden müssen. Vor diesem Hintergrund hat das MELUND die Agrarfakultät der CAU Kiel beauftragt, Zeitreihendaten für die tatsächlich ausgebrachten Mengen von N-haltigen Mineraldüngern in SH abzuschätzen. Methodik und Ergebnisse werden in der hiermit vorgelegten Studie dokumentiert. Diese Daten wird das Thünen-Institut, das die Berechnung der THG-Emissionen der Landwirtschaft bundesweit und für die Bundesländer durchführt, für die Neuberechnung der THG-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein zugrunde legen. Das Statistikamt Nord wird sie anschließend in die THG-Bilanzierung für Schleswig-Holstein übernehmen

2. Problem und Zielsetzung

Für den Sektor Landwirtschaft sind in der Klimaberichterstattung Kenntnisse über die auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebrachten Stickstoffmengen unerlässlich. Der Stickstoffanfall aus organischen Düngern tierischer Herkunft lässt sich über die jeweiligen Tierkategorien und Tierzahlen auf Bundes- und Landesebene zuverlässig schätzen. Große Unsicherheiten ergeben sich bei den stickstoffhaltigen (N) Mineraldünger aufwandmengen. Auf Bundesebene erfolgt eine

Ermittlung der ausgebrachten Nährstoffmengen je ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) derzeit über die gehandelten Mineraldüngermengen. Da bezüglich der tatsächlich gedüngten N-Mengen aus Mineraldüngern in Schleswig-Holstein keine vollständigen Zeitreihendaten vorliegen, wird nach derzeitigem Stand, konsistent zur nationalen Klimaberichterstattung, die abgegebene Menge an N-haltigen Mineraldüngern über die Handelsstatistiken geschätzt. Quelle ist die Düngemittelstatistik der statistischen Ämter, die Absatzmengen an Endverbraucher und Absatzorganisationen (wie z.B. Landhandelsgesellschaften oder Agrargenossenschaften) aufgeteilt nach Bundesländern angibt. Diese Mengen entsprechen aufgrund von Lieferungen der Absatzorganisationen in andere Bundesländer, innerbetrieblichen Transporten bei Bewirtschaftung von Flächen in anderen Bundesländern sowie auch Lagerhaltung nicht genau der im jeweiligen Jahr und Bundesland tatsächlich gedüngten Stickstoffmenge. Insofern sind der in der Düngemittelstatistik für die einzelnen Bundesländer ausgewiesene Düngemittelabsatz – und die auf dieser Grundlage ermittelten Treibhausgasemissionen der Düngung nach bisher angewendeter Methodik – nicht aussagekräftig bzw. werden im Vergleich zum Bundesdurchschnitt je ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) für Schleswig-Holstein deutlich zu hoch und aus pflanzenbaulicher Sicht unrealistisch kalkuliert (vergl. Abbildung 1). Vor diesem Hintergrund wurde für Schleswig-Holstein auf Basis von Bach et al. (2014) und Henning et al. (2004) erstmals für das Berichterstattungsjahr 2010 Expertenschätzungen vorgenommen (Tauben et al., 2016). Der Ansatz nach Bach et al. (2014) unterliegt der Datengrundlage zur Agrarstrukturerhebung der statistischen Ämter. Das Modell nach Henning et al. (2004) ist zusätzlich marktpreis- und betriebsstrukturenabhängig. Umfangreiche Agrarstrukturerhebungen werden alle fünf Jahre durchgeführt; Marktpreise gehandelter Güter sind zu großen Teilen lückenlos dokumentiert, so dass für die Klimaberichterstattung mit beiden Methoden bis zum in der Klimaberichterstattung verwendeten Referenzjahr 1990 ex-ante die ausgebrachten Mineraldünger geschätzt werden können. Beide Methoden weisen eine größere Unsicherheit der Ergebnisse für die frühen 90er Jahre auf, die aus vermuteten Unzulänglichkeiten der verwendeten Basisdaten der statistischen Ämter in den Jahren nach der deutschen Wiedervereinigung resultiert. Ferner ergeben sich bei dem Ansatz von Henning et al. (2004) für die frühen 90er Jahre Unsicherheiten bezüglich der vorhandenen Betriebsstrukturen, dem seither umgesetzten technischen Fortschritt in Schleswig-Holstein sowie Veränderungen der politischen Rahmenprogramme, welche als Faktoren in die Modellberechnung mit eingehen bzw. berücksichtigt werden müssen. Da das Modell für die Jahre 2005/10 kalibriert wurde, müssen daher Rückrechnung bis 1990 mit den gehandelten Mineraldüngermengen und anderen Berechnungsmethoden abgeglichen werden, um eine massenflussbasierte Datenkonsistenz auf Bund- und Länderebene für die Klimaberichterstattung zu gewährleisten.

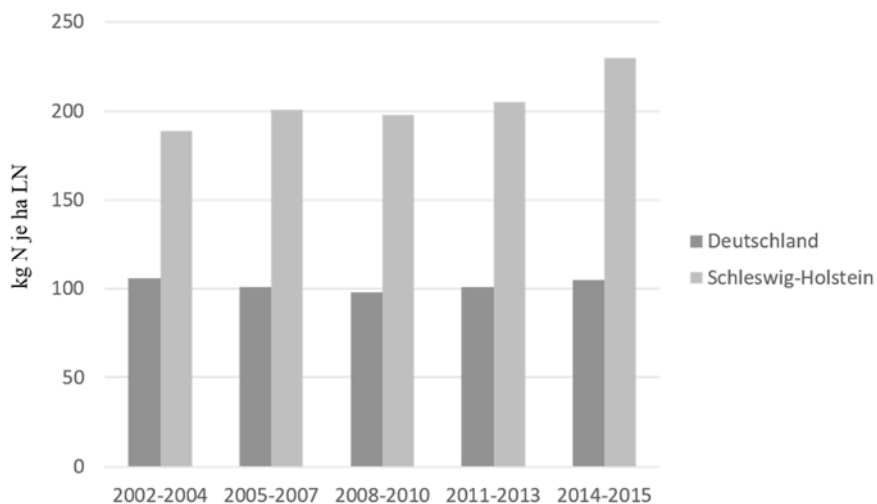


Abbildung 1: Gehandelte Mineraldüngermengen in Deutschland und Schleswig-Holstein in kg N je ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) nach Düngermittelstatistik für die Jahre 2002 – 2015 (Destatis, 2018).

3. Methodische Vorgehensweise

Im Folgenden werden die beiden verwendeten Modelle bzw. Bilanzierungsansätze erläutert und für eine wechselseitige Verifizierung genutzt. Aufgrund der methodischen Konsistenz finden sich gleiche oder ähnliche Beschreibungen schon in anderen veröffentlichten Berichten (Henning et al., 2004; Taube et al., 2016; Albrecht et al., 2017).

Die Berechnungen der Mineraldünger- N-Mengen wurde mit der Methode nach Henning et al., 2004 durch ein ökologisch-ökonomisches lineares Programmiermodell (LP) realisiert. Die ökonomische Modellierung des LP-Modells umfasst 416 Modellbetriebe in Schleswig-Holstein, die sich durch die Merkmale Unternaturraum, Betriebstyp und Betriebsgrößenklasse unterscheiden. Die Aufteilung der Betriebe leitet sich aus einer Datengrundlage von ca. 12.500 realen landwirtschaftlichen Betrieben in Schleswig -Holstein ab. Die Einteilung der Betriebe in insgesamt acht verschiedenen Betriebstypen (Marktfrucht; Futterbau Milch; Futterbau Mast; Marktfrucht Futterbau; Futterbau Marktfrucht; Marktfrucht Veredlung; Veredlung Marktfrucht; Veredlung Schwein) beruht auf Standarddeckungsbeiträgen, die Größenklassen der Betriebe (<60 ha; 60 ha - 100 ha; 100 ha - 200 ha; >200 ha) werden anhand der Betriebsfläche bestimmt und für die regionale Komponente des Modells ist die naturräumliche Gliederung von Schleswig-Holstein ausschlaggebend. Die Entscheidungsvariable der Modellbetriebe ist der Gesamtdeckungsbeitrag, der sich aus der Summe über die Deckungsbeiträge (DB) der einzelnen Aktivitäten bildet. Dabei wird das Produktionsprogramm genauso ausgewählt, dass der Gesamtdeckungsbeitrag maximiert wird. Die Modellbetriebe können aus knapp 1.000 verschiedenen Produktionsaktivitäten auswählen, wobei alle wichtigen Aktivitäten des Pflanzenbaus und der Tierhaltung abgedeckt werden. Begrenzt werden diese Aktivitäten durch die jeweilige Ausstattung der Betriebe (z.B. Boden, Stallplätze usw.), notwendige Inputfaktoren (z.B. Arbeit), gesetzliche Vorgaben (z.B. Düngeverordnung, Cross-Compliance usw.) oder

Beziehungen zwischen den Aktivitäten (z.B. Nährstoffversorgung oder Vorfruchtbedingungen), so dass insgesamt ca. 530 verschiedene Restriktionen vorliegen. Die modellierte N-Düngung nach Hoftor- und Flächenbilanz wird in dem Modell über die Produktionsaktivitäten abgebildet. Die Modellergebnisse werden auf Basis der Datengrundlage der statistischen Ämter validiert, wobei die Anbauflächen und Tierzahlen je Kreis exakt repliziert werden. Auf Basis der Tierzahlen bzw. installierte elektrische Leistung der Biogasanlagen und Ertragsleistungen der Feldfrüchte wird der Anfall organischer Wirtschaftsdünger und der Stickstoffbedarf über Mineraldünger abgebildet. Da das Modell anhand von Buchführungsdaten für die Jahre 2005/10 kalibriert wurde, waren für die Rückrechnung der Mineraldüngermengen weitere Implikationen notwendig. Hierzu gehört die Berücksichtigung des technischen Fortschritts, der als Proxy über einen regressiven Ansatz der Entwicklungen der ha-Ertragsleistungen abgebildet wurde. Aufgrund der methodischen Unsicherheiten für die zurückliegenden Jahre wurden die Ergebnisse mit anderen Ansätzen verglichen um eine möglichst genaue Expertenschätzung zu realisieren.

Die Aufteilung der Mineral-N-Dünger wurde für die zurückliegenden Jahre weiter nach dem Ansatz von Bach et al. (2014) durch die Verteilung der Gesamtabatzmengen in Deutschland auf Kreisebene mit anschließender Summierung für die Länder berechnet. Diese Methode stellt derzeit einen „best-approach“ Ansatz dar, wodurch die Aufteilung der Gesamtdüngermengen auf Bundeslandebene plausibel dargestellt werden können. Als Hauptdatengrundlage für die Bilanzschätzung verwenden Bach et al. (2014) Ertrags- und Flächendaten des Statistischen Bundesamtes sowie Pflanzen- und Tierparameter der bis Juni 2017 geltenden Düngeverordnung (DüV 2006). Die N-Bilanz wird nach Schätzformel (I) berechnet.

$$\text{Flächenbilanz} = \text{MinDgg} + \text{WiDgg} + \text{Gärrest} + \text{BiolFix} + \text{SeRoDgg} + \text{Saat} - \text{Ernte} \quad (\text{I})$$

Die Sekundärrohstoff-Dünger (SeRoDgg) (Kompost, Klärschlamm, Tiermehl) werden als konstante N-Zufuhr angenommen (3,4 kg N/ha im Mittel des Bundesgebietes). Die Schätzung der N-Zufuhr über die biologische N-Fixierung (BiolFix) und das Saatgut basiert auf der Anbaufläche und der kulturartspezifischen N-Bindung (Werte nach DüV). Die Anbauflächen dafür liegen auf Kreisebene vor. Ebenso wie auch die Daten zur Schätzung der N-Ausscheidungen aus der Nutztierhaltung, die auf Umrechnungen in Großvieheinheiten nach DüV und dem Tierbestand beruhen. Die tatsächliche N-Zufuhr durch Wirtschaftsdünger (WiDgg) ergibt sich aus der Menge der N-Ausscheidungen dieser Tiere, vermindert um tierartspezifische Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste. Für die eingesetzte Mineraldüngermenge (MinDgg) nutzt Bach et al. (2014) eine Düngebedarfsschätzung (II).

$$\text{MinDgg} = 1,06 \cdot \text{Ernte} - 0,6 \cdot (\text{WiDgg} + \text{Gärrest}) - 0,8 \cdot \text{BiolFix} \quad (\text{II})$$

Das heißt, dass der N-Bedarf der Pflanzen, der nicht durch N-Fixierung (BiolFix) und Wirtschaftsdünger (WiDgg) gedeckt ist, durch Mineraldünger (MinDgg) aufgefüllt wird. Die konstanten Faktoren dieser Formel (II) sind so zu interpretieren, dass 60% des Stickstoffs aus Wirtschaftsdünger (WiDgg) und 80% der N-Bindung (BiolFix) als aktuell düngewirksam angenommen werden. Zur Schätzung der N-Zufuhr über Gärreste werden die elektrische Leistung und die Substratzusammensetzung der Biogasanlagen einbezogen. Es wird dabei von

einem gasförmigen Verlust von 10% des Gesamtstickstoffs bei der offenen Lagerung ausgegangen. Mit der in Deutschland verkauften N-Mineraldüngermenge ermittelten Bach et al. (2014) einen N-Bedarf der Pflanzen von 106% der Ernte-N-Abfuhr. Da die Pflanzen- und Tierbestände auf Kreisebene vorliegen, kann mit Schätzgleichung (II) auch die Mineraldüngemenge (MinDgg) auf Kreisebene berechnet werden. Als Berechnungs-Ungenauigkeiten geben Bach et al. (2014) u.a. an, dass der Transfer von Wirtschaftsdüngern und Biomasse (auch für Biogasanlagen) über Kreis- und Landesgrenzen nicht berücksichtigt wird.

Die mehrjährigen Zeitreihenergebnisse wurden von Herrn Bach für diese Arbeit zur Verfügung gestellt. Für die Umsetzung des LP-Modells mussten zahlreiche Datensätze recherchiert werden. Aufgrund des Umfangs sind die Einzelwerte hier nicht im Einzelnen dokumentiert. Beispielhaft sind im Folgenden die Entwicklung der landwirtschaftlichen Betriebszahlen und Betriebsgrößenklassen sowie die Entwicklung der Tierzahlen und Biogasanlagen in Schleswig-Holstein dargestellt. Tabelle 1 zeigt über die Jahre eine deutliche Reduktion der Betriebszahlen in S.-H. von ca. 27.000 auf 13.000 Betriebe (1991-2016). Zusätzlich zeigt sich während dieser Zeit ein deutlicher Strukturwandel zugunsten von größeren Betriebsstrukturen (>50 ha). Die Anzahl der gehaltenen Rinder hat im gleichen Zeitraum um etwa 370.000 Tiere abgenommen. Die Anzahl der gehaltenen Schweine hat leicht zugenommen, wobei der Anteil von Zuchtsauen deutlich zurückgegangen ist. Der Abnahme gehaltener Tiere steht dem Zubau von Biogasanlagen gegenüber. Insgesamt lässt sich durch diesen Zusammenhang ableiten, dass der Anfall von Wirtschaftsdünger (inkl. Gärrückstände) in Schleswig-Holstein in den letzten Jahren nahezu konstant geblieben ist (2010-2017).

Tabelle 1: Entwicklung der Betriebsgrößenklassen im Bundesland Schleswig-Holstein in Anzahl der Betriebe je Kategorie (Destatis, 2018).

	1991	1995	1997	2001	2005	2007	2010	2013	2016
Insgesamt	27.032	25.026	23.500	18.500	17.300	17.479	14.123	13.300	12.716
unter_5	2.875	3.139	6.300	2.800	2.800	2.900	827	800	736
5_10	5.411	5.847	2.500	2.100	2.000	2.100	1.889	1.800	1.737
10_20	2.592	2.236	2.000	2.000	1.900	1.800	1.724	1.700	1.614
20_50	7.946	5.482	4.500	3.600	3.000	2.900	2.672	2.400	2.300
50_und_mehr	8.208	8.322	8.200	7.900	7.600	7.300	7.011	6.700	6.329

Tabelle 2: Entwicklung der Tierzahlen in Schleswig Holstein in Anzahl Tiere je Kategorien (Destatis, 2018; AEE, 2018; Bundesnetzagentur, 2017).

	1991	1995	1997	2001	2005	2007	2010	2013	2016
Rinder (gesamt)	1.473.013	1.398.078	1.335.900	1.320.328	1.179.400	1.149.373	1.137.384	1.144.934	1.103.561
Milchkühe	457.742	420.942	401.800	362.145	345.100	334.205	373.460	399.599	393.686
Schafe	243.199	237.012	222.900	365.831	368.500	367.350	281.728	186.500	194.800
Schweine (gesamt)	1.387.476	1.268.743	1.308.400	1.383.919	1.478.900	1.519.690	1.503.000	1.503.800	1.469.000
Schweine Mast	515.446	507.660	526.400	573.707	618.400	653.686	717.000	708.000	688.000
Schweine Sauen	144.290	122.858	128.700	128.156	124.000	127.118	109.400	97.500	90.600
Anzahl Biogasanlagen	-	-	-	-	-	194	380	570	895

4. Ergebnisse

Auf Basis der vorhandenen Datengrundlage ergibt sich für die Zeitreihe 1995-2016 im dreijährigen Mittel folgendes Bild: Die Mineraldüngerabsatzmengen in Deutschland (Zeile 1 in Tab. 3), welche im Bundesdurchschnitt als aussagekräftige Größe gesehen werden kann, variieren seit 1990 bis 2015 im dreijährigen Mittel zwischen 97 und 112 kg N/ha LN (Destatis, 2018). Die Handelsstatistiken für Schleswig-Holstein zeigen ein deutlich verzerrtes Bild und lagen mit 189 – 230 kg N ha LF deutlich über dem Bundesdurchschnitt, so dass weitere Berechnungen notwendig sind (vergl. Abbildung 1). In Abhängigkeit der beiden durchgeführten Methoden (Zeilen 2 + 3) lagen die berechneten Mineraldüngermengen je LN in Schleswig-Holstein zwischen 110 und 143 kg N je ha LN, wobei sich stärkere Differenzen zwischen den beiden Methoden (± 21 kg N / ha LN) in den Jahren bis 2010 zeigen. Annähernd identische Mineraldüngermengen werden für die Jahre 2014/15 angegeben (129 kg N / ha LN (± 4 kg N / ha LN)). Für die betrachteten Zeiträume zeigen die von Bach et al. (2014) und Henning et al. (2004) berechneten Transferkoeffizienten (Zeile 4 + 5) zwischen den in Deutschland gehandelten und in Schleswig-Holstein ausgebrachten Mineraldüngermengen im Mittel (Zeile 6) einen abnehmenden Trend in der unterbrochenen Zeitreihe von 1995 bis 2015 ($y = -0,0025x + 1,3059$; $R^2 = 0,9$; $y =$ Transferkoeffizient; $x =$ Anzahl der Jahre seit 1989). Es ist zu berücksichtigen, dass innerhalb der Methoden der Trend nicht eindeutig nachweisbar ist. Im Mittel zeigt das vorgeschlagene Regressionsmodell (Zeile 8) eine absolute Unsicherheit im Vergleich zu den berechneten Mengen von Bach et al. (2014) und Henning et al. (2004) von lediglich 4 kg N /ha LN für die Zeitreihe 1995-2015 bzw. von 2 kg N / ha LN für die Zeitreihe 2010-2015. Aufgrund der Wahl des linearen Regressionsansatzes führt die Extrapolation bis zu dem Jahr 1990 zu einem leichten Anstieg des Transferkoeffizienten (Zeile 7). Des Weiteren steht die Berechnung des Mineraldünger-N je ha LN in S.-H. in starker Abhängigkeit der gehandelten mineralischen N-Mengen auf Bundesebene. Zwischen 1990 – 2001 liegt der Einsatz von Mineraldüngern durchschnittlich bei 134 kg N je ha LN. Ab dem Jahr 2000 zeigt

sich ein leicht abnehmender Trend der modellierten Werte auf 128 kg N ha / LN (2002-2015).

Tabelle 3 Mehrjährige Mittelwerte für die Jahren 1990 – 2015 der ausgebrachten Mineraldünger-N-Mengen in Deutschland und Schleswig-Holstein je ha LN (Bach et al., 2014; Destatis, 2018; Henning et al., 2004; Taube et al., 2016).

	1990-1992	1993-1995	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	2011-2013	2014-2015
(1) Deutschland (kg N / ha LN)	98 ¹	101	95	110	106	101	98	101	105
(2) Bach et al. (kg N / ha LN)	116	120	125 ²			116	110	119	127
(3) Henning et al. (kg N / ha LN)			143				136 ³		131
(4) = (2) / (1) Koeffizient Bach et al.	1,18	1,18	1,20			1,14	1,13	1,17	1,21
(5) = (3) / (1) Koeffizient Henning et al.,			1,38				1,39		1,25
(6) Koeffizient Mittelwert			1,29				1,26		1,23
(7) Koeffizient Trend S.-H	1,30	1,29	1,29	1,28	1,27	1,26	1,26	1,25	1,24
(8) kg N ha LN SH (modelliert)	133	129	131	144	135	128	122	126	130

¹Mittelwert (1994-1999)

² Korrigiert um die gehandelten Mineraldüngermengen berichtet nach Destatis (2018)

³ Taube et al., 2016

5. Diskussion

Es ist zu konstatieren, dass wie erwartet die Mineraldüngerabsatzmengen nach Düngemittelstatistik auf Bundeslandebene ein unrealistisches Bild für die tatsächlichen Einsatzmengen in Schleswig-Holstein zeigen (vgl. Abbildung 1), die je ha LN in etwa doppelt so hoch ausgewiesen werden (204 kg N / ha LN (1990-2015)) wie der Bundesdurchschnitt (102 kg N / ha LN (1990-2015)). Unter Berücksichtigung der anfallenden N-Mengen aus den Wirtschaftsdüngern (~94 kg N / ha LN) liegen diese Angaben weit über den durchschnittlichen Pflanzenbedarf der angebauten Kulturen (~169 kg N / ha LN) in S.-H.. Begründet ist dieser Wert durch die Lageraktivitäten der Landhändler in Schleswig-Holstein mit den dazugehörigen Zu- und Abverkäufen der Mineraldünger in den vorhandenen Binnen- und Überseehäfen, auch über die Landesgrenzen hinaus. Somit liegen die angegebenen mineralischen N-Düngerabsatzmengen weit über dem Bundesdurchschnitt und weit über den geschätzten Einsatzmengen. Nach dem Modellansatz von Henning et al. (2004) ergeben sich unter Berücksichtigung der Marktpreise, Tierzahlen und Ertragsleistungen in Schleswig-Holstein durchschnittliche Mineraldünger-N-Aufwandmengen von 137 kg N ha LF (1995-2015). Die Berechnungen von Bach et al. (2014) liegen mit 122 kg N / ha LN für S.-H in einer ähnlichen Größenordnung (vergl. Tabelle 3). Beide Methoden zeigen in den jüngeren Bilanzierungsjahren

eine hohe Übereinstimmung, wobei Rückrechnungen in die 1990er Jahre zu zunehmend größeren Differenzen zwischen den beiden Methoden führen. Die Betrachtung langjähriger Zeitreihen über ein Modellensemble ist somit adäquat, um mögliche Unsicherheiten insbesondere zum Referenzjahr 1990 zu reduzieren. Die modellierten Transferkoeffizienten zeigen für die gesamte Zeitreihe eine leicht abnehmende Tendenz in Schleswig-Holstein. Dies kann zum einen durch den technologischen Fortschritt auf den landwirtschaftlichen Betrieben selbst, aber auch durch die Veränderung der Betriebsstrukturen (weniger kleine, mehr Großbetriebe) und eine damit verbundene Optimierung erklärt werden (vergl. Tabelle 1). Im Mittel der gesamten Zeitreihe liegt der berechnete Transferkoeffizient für S.-H. bei 1,27. Dies bedeutet, dass die abgesetzten Netto-N-Mengen über Mineraldünger in Schleswig-Holstein um 27 % über dem Durchschnitt in Deutschland liegen, was vor allem mit den - aufgrund der fruchtbaren Böden und günstigen Witterung- hohen Ertragsersparungen besonders im Getreide- und Rapsanbau im Vergleich zu anderen Bundesländern erklärt werden kann.

6. Methodische Restriktionen

Es ist festzuhalten, dass beide verwendete Verfahren zur Berechnung der Mineraldüngermengen auf Landesebene in starker Abhängigkeit der bereitgestellten Basisdaten der statischen Ämter stehen. Es ist davon auszugehen, dass in den Jahren nach der Wiedervereinigung die statistischen Zahlen für die neuen Bundesländer starke Unsicherheiten hinsichtlich der bereitgestellten Mineraldüngermengen sowie Betriebsstrukturen, Ertragsleistungen und Anbauflächen aufweisen, so dass prozentuale Änderungen der Mineraldünger aufwandmengen zum Referenzjahr 1990 auf Einzeljahrbasis als kritisch anzusehen sind. Auch wenn der Ansatz von Henning et al. (2004) unabhängig von den Handelszahlen für Mineraldünger im Bundesgebiet arbeitet ergeben sich weitere Unsicherheiten in Bezug auf die subventionsrechtlichen Gegebenheiten. Diese sind nur hinreichend modelliert für die Zeit nach der McSharry-Reform von 1992 bzw. ausreichend kalibriert für die Jahre nach 2005. Daher wird auf Basis der vorliegenden Expertenmeinungen empfohlen, für das Basisjahr mit einem fünfjährigen Mittelwert bzw. für die Folgejahre mit dreijährigen Mittelwerten der unterschiedlichen Modellierungs- bzw. Bilanzierungsansätze zu arbeiten, um Trends des Mineraldünger aufwands möglichst repräsentativ abbilden zu können. Der vorgeschlagene lineare Modellierungsansatz zur Berechnung des Transferkoeffizienten über lange Zeitreihen auf Basis zweier Methoden schwächt die erwähnten Unsicherheiten des Basisjahres ab. Das vorgeschlagene lineare Regressionsmodell ist für die Zeitreihen 1990-2015 für Schleswig-Holstein optimiert. Sollte dieser Ansatz in zukünftige THG-Bilanzierungen auf Landesebene Verwendung finden, sind weitere Optimierungen mit jüngeren Datensätzen notwendig, da nicht davon auszugehen ist, dass der Transferkoeffizient weiter abnimmt, sondern sich eher stabilisiert. In diesem Zusammenhang sollten Ansätze forciert werden, welche eine Datenkonsistenz zu anderen Berichterstattungen (z.B. Taube et al. 2016) gewährleistet. Auf Bundesebene sollte langfristig eine einheitliche Methode für die Klimaberichterstattung der Länder etabliert werden, der durch den Ansatz von Bach et al. (2004) aktuell gegeben ist

7. Empfehlung

Es wird empfohlen, für die Treibhausgasinventare auf Landesebene aufgrund der methodischen Restriktionen bezüglich der ausgebrachten Mineraldüngermengen mit mehrjährigen Mittelwerten wie in Tabelle 3 (Zeile 8) ausgewiesen zu berechnen. Für die langjährige Zeitreihe 1990-2015 ist der lineare Regressionsansatz anzuwenden, um methodische Unsicherheiten zu reduzieren.

Referenzen

AEE, 2018: Agentur für erneuerbare Energien. <https://www.foederal-erneuerbar.de/> (09.03.2018).

Albrecht E, Reinsch T, Poyda A, Taube F, Henning C 2017. Klimaschutz durch Wiedervernässung von Niedermoorböden: Wohlfahrtseffekte am Beispiel der Eider-Treene-Region in Schleswig-Holstein. *Berichte über Landwirtschaft*, 95 [10.12767/buel.v95i3.178](https://doi.org/10.12767/buel.v95i3.178)

Bach M., Hillebrecht B., Hunsager E.A. und Stein M., 2014. Berechnung von Stickstoff-Flächenbilanzen für die Bundesländer - Jahre 2003 bis 2011. Methodenbeschreibung zum Indikator der Länder-Initiative Kernindikatoren (LIKI). 2., überarbeitete Fassung.

BMEL 2018. Statistik und Berichte des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Tabellen Kapitel C, H.II und H.III des Statistischen Jahrbuch. Kapitel C Landwirtschaft. <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tabellen-kapitel-c-hii-und-hiii-des-statistischen-jahrbuchs/>

Destatis 2018a. Landwirtschaftliche Betriebe und landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) n. Kulturarten - Erhebungsjahr - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte

Destatis 2018b. Gehaltene Tiere: Bundesländer, Stichmonat, Tierarten

Destatis 2018c. Düngemittelversorgung - Fachserie 4 Reihe 8.2 - Wirtschaftsjahr 2016/2017. Fachserie. 4, Produzierendes Gewerbe. 8, Fachstatistiken. 2, Düngemittelversorgung. Jährlich https://www.destatis.de/GPStatistik/receive/DESerie_serie_00000074

DüV, 2006. Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV). www.gesetze-im-internet.de/d_v/

Henning C.H.C.A., Henningsen A., Struve C. und Müller-Scheeßel J., 2004. Auswirkungen der Mid-Term-Review-Beschlüsse auf den Agrarsektor und das Agribusiness in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern, *Agrarwirtschaft*, Sonderheft 178, Agrimedia, Bergen/Dumme. 3-86037-236-X.

Taube F, Henning C, Albrecht E, Reinsch T, Kluß C. Nährstoffbericht des Landes Schleswig-Holstein 2016. Im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig- Holstein.[naehrstoffbericht_sh_taubе.pdf](#)