

Fuß, R., Haenel, H. D., Rösemann, C., Vos, C., Wulf, S., Jaquemotte, J. 2021: Review Report on manure management in the Swiss GHGI 1990-2019 following the peer review April 21, 2021 [German].
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig, Germany and Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, Germany.

Report zum Peer Review des Schweizer Treibhausgasinventar

Beginn: 21 April 2020, 08:00 Uhr

Ende: 21 April 2020, 15:30 Uhr

Webex-Meeting

Erstellt von Dr. Roland Fuß, Dr. Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann, Dr. Cora Vos (Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig); Dr. Sebastian Wulf, Julia Jaquemotte (KTBL, Darmstadt)

Erstellt für Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweiz - Abteilung: Klima; Sektion: Klimaberichterstattung und -anpassung, vertreten durch D. Bretscher, C. Wüst (Agroscope, Zürich)

Schweizer THG-Modell

1. Milchkuhmodell

a. Eingangsdaten:

In das landwirtschaftliche Treibhausgasinventar gehen vor Allem aggregierte Daten aus nationalen landwirtschaftlichen Betriebsstrukturerhebungen und Viehzählungen ein. Im fünf-Jahres Rhythmus werden zudem auf 2000-3000 Betrieben detaillierte Befragungen durchgeführt. Die Daten aus diesen Befragungen bieten, falls sie repräsentativ für die Schweiz sind, in einigen Bereichen Verbesserungspotenzial für das Inventar. Das Treibhausgasinventar und das Luftschadstoffinventar werden von verschiedenen Institutionen erstellt, es besteht aber ein Datenfluss vom Luftschadstoffinventar zum Treibhausgasinventar. Hier sollte eine noch stärkere Verzahnung und vor allem eine Vereinheitlichung der Datenbasis und der Berechnung angestrebt werden.

Im verwendeten Fütterungsmodell wird für die gesamte Zeitreihe seit 1990 ein Schlachtgewicht der Milchkuh von 650 kg angenommen. Ob dies zutreffend ist wird momentan in einem Forschungsprojekt überprüft, dessen Ergebnisse in die zukünftige Berechnung mit einfließen sollten.

Die Milchleistung der Kühe geht bisher als nationaler Mittelwert in das Modell ein. Es sollte geprüft werden, ob Daten zur Milchleistung auch kleinräumiger verfügbar sind. Bei Laktationszyklus und Trockenstehzeit wird von Standardannahmen aus Agroscope (2016) ausgegangen (Laktationszeit 305 Tage, 60 Tage Trockenstehzeit, 1 Kalb pro Jahr). Es sollte überprüft werden, ob es aus den Praxisbetrieben Daten zur Laktationszeit verfügbar sind, da eine Änderung erheblichen Einfluss auf den Energiebedarf und somit auf die Emissionen hätte.

b. Energieaufnahme/Fütterung

Laut IPCC-2006-Guidelines ist bei Weidegang grundsätzlich von einem höheren Energiebedarf für Aktivität auszugehen. Dieser zusätzliche Energiebedarf wird bisher im Modell nicht explizit berücksichtigt. Aus den Erhebungen bei den Praxisbetrieben liegen detaillierte Daten zum Anteil des Weideganges vor. Da der Anteil der Tiere mit Weidegang sich im Laufe der Zeitreihe seit 1990 stark erhöht hat, wird empfohlen einen Zuschlag auf den Erhaltungsbedarf bei Weidegang für alle Rinderkategorien mit einzubeziehen.

Der vom Fütterungsmodell berechnete Anteil an Kraftfutter ist sehr niedrig, im Mittel werden nur 5,7% des Energiebedarfes mit Kraftfutter gedeckt. Auch wenn der Anteil an Kraftfutter in der Schweiz niedriger ist als in vielen anderen mitteleuropäischen Staaten, so weisen doch die in Bretscher (2019), Table 2 zusammengetragenen Literaturdaten für die Schweiz auf einen deutlich höheren Anteil von Kraftfutter in der Praxis hin (zwischen 11-23,3%). Es sollte geprüft werden, ob der modellierte Kraftfutteranteil an der Deckung des Energiebedarfs realistisch ist.

Um das verwendete Fütterungsmodell zu überprüfen wurde ein Vergleich der Modelldaten mit Fütterungsversuchen durchgeführt. Hierbei konnte die Energieaufnahme im Mittel sehr gut vorhergesagt werden, wurde aber bei hohen Leistungen vom Modell unterschätzt, was durch die Verdauungsdepression bei hohen Milchleistungen zu erklären ist. Die bisher berechnete Verdaulichkeit der Ration wurde aufgrund dessen um ca. 2,5% auf 72,2% nach unten korrigiert. Bei Vorhandensein von Fütterungsdaten von den Testbetrieben sollte überprüft werden, ob eine von der Milchleistung abhängige veränderliche Verdaulichkeit mit in das Modell integriert werden könnte.

Die Futtereigenschaften des Raufutters werden über die gesamte Zeitreihe als konstant angenommen. Es wird aber davon ausgegangen, dass sich die Grünlandbewirtschaftung innerhalb der letzten 30 Jahre in der Schweiz verändert hat. Daher sollte überprüft werden ob es anhand der vorliegenden Fütterungsdaten möglich ist, eine Zeitreihe mit veränderlichen Futtereigenschaften zu erstellen, die im Inventar verwendet werden kann.

c. N-Ausscheidung

Die N-Ausscheidung wird für das THG-Inventar aus dem AGRAMMON NH₃-Modell übernommen. Es sollte zwischen dem THG- und dem Luftschadstoff-Inventar weiter auf einer Vereinheitlichung der Eingangsdaten und Berechnungen hingewirkt werden.

d. VS-Ausscheidung

Die VS-Ausscheidung im THG-Inventar wird mittels IPCC-2006-Gleichung (10.24) berechnet. Der Term „UE*GE“, welcher für etwa 12,5% der VS-Ausscheidung steht, könnte laut Dämmgen et al. (2011) auf null gesetzt werden, da aus der organischen Substanz im Urin keine CH₄-Emissionen entstehen. Dies würde die VS-Ausscheidung und somit auch die CH₄-Emissionen deutlich reduzieren.

Ein weiterer Ansatzpunkt in Gleichung 10.24 ist der „EDF“-Term, der die Energiedichte des Futters beschreibt. Im Schweizer Inventar wird hier in der Submission 2020 ein Wert von 18,26 MJ GE kg⁻¹ für Milchkühe angenommen. Über die Zeitreihe zeigen sich nur sehr

kleine Veränderungen. Daten aus DLG (2014) zeigen, dass der GE-Gehalt der Ration mit zunehmender Milchleistung steigt. Unter der Annahme eines annähernd konstanten GE-Gehalts in der Ration, könnte die VS-Ausscheidung mit zunehmender ML (leicht) überschätzt werden.

2. Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

a. Methanumwandlungsfaktor (MCF)

Für die Berechnungen von CH₄-Emissionen aus dem Hofdüngerlager wird jährlich ein nationaler MCF für Gülle modelliert. Dieser liegt zwischen 13% und 14%, und liegt damit im Mittel zwischen den in IPCC (2006) angegebenen Default-Werten von 10% und 17% für Gülle mit und ohne natürliche Schwimmschicht. Die Berechnungen beruhen auf dem von Mangino et al. 2001 beschriebenen Ansatz, der den monatlichen Gülleabbau unter Verwendung der temperaturabhängigen van't Hoff Arrhenius-Gleichung beschreibt.

Im Schweizer MCF-Modell wird abweichend von Mangino et al. 2001 und IPCC (2006) eine minimale Lufttemperatur von 1°C angesetzt. Dieser Wert erscheint sehr niedrig, da Umsetzungsprozesse für deutlich höhere Temperaturen des Güllesubstrats gegenüber der Außentemperatur sorgen. Es sollte überprüft werden, ob eine Minimaltemperatur von 1°C als Gülletemperatur realistisch ist. In diesem Zusammenhang könnten einfache Temperaturmessungen in unterschiedlichen Tiefen durchgeführt werden. Sollte in der Schweiz eine Lagerung von Gülle vornehmlich unter Spalten erfolgen, könnte die Berücksichtigung von Außentemperaturen zu Ungenauigkeiten in der Modellierung führen. Dies sollte ebenfalls berücksichtigt werden.

Für die MCF-Modellierung wird ein Kalibrierungsfaktor (MDP = Management and design practices) von 0,8 angesetzt. Dieser Wert wurde als Standard-Korrekturfaktor von Mangino et al. 2001 übernommen und liegt zwischen dem in IPCC (2006) verwendeten Werten von 0,6 und 1 für Gülle mit bzw. ohne natürliche Schwimmschicht. Der MDP-Faktor aus Mangino et al. 2001 wurde auf Basis von Praxisdaten zur Lagerung von Gülle in Lagunen in Kanada abgeleitet. Es sollte geprüft werden, ob der verwendete MDP-Faktor Schweizer Praxisbedingungen widerspiegelt.

Im Schweizer MCF-Modell wird vereinfacht eine Lagerdauer der Gülle von einem Monat angenommen. Dies entspricht der Vorgehensweise in IPCC (2006), wird jedoch als nicht praxisüblich bewertet. So ist insbesondere in den Wintermonaten mit einer längeren Lagerdauer zu rechnen. Es wird empfohlen, die Übernahme von VS-Ausscheidungsmengen aus dem Vormonat langfristig in die Modellierung mit einfließen zu lassen. Voraussetzung dafür ist das bestehende Modell von Mangino et al. 2001 neu zu parametrisieren, da die Berücksichtigung einer Übernahme von VS-Ausscheidungsmengen aus dem Vormonat zu unrealistisch hohen MCF im Modell führen kann.

In diesem Zusammenhang sollte berücksichtigt werden, dass eine Parametrisierung allein auf Grundlage von Labormessungen problematisch sein kann, da die Abbaugeschwindigkeit der organischen Substanz in den meist regelmäßig durchmischten

Proben im Labor höher sein kann, als unter Praxisbedingungen. Dies würde zu einer Überschätzung von MCF-Werten und damit zu einer Überschätzung von CH₄-Emissionen über den Modellansatz führen.

Es wird weiterhin empfohlen, langfristig die auf den 2000 bis 3000 Betrieben erhobenen Daten zur Wirtschaftsdünger-Lagerung in das MCF-Modell einfließen zu lassen. Dies betrifft insbesondere die verschiedenen Lagertypen, die z.T. bereits im THG-Inventar berücksichtigt werden. Eine Berücksichtigung von möglichen Minderungsmaßnahmen wäre auf dieser Grundlage dann möglich. Des Weiteren wären die Lagerungsdauer und falls vorhanden die Temperatur noch relevante Größen.

b. Emissionsfaktor für direktes N₂O aus der Lagerung von Gülle

Der Emissionsfaktor für direktes N₂O aus der Lagerung von Gülle entspricht mit 0,02 kg N₂O-N (kg N_{ex})⁻¹ dem IPCC-Wert für „Lagerung unter Spalten“. Die Annahme einer Lagerung vornehmlich unter Spalten ist nicht konsistent mit der Annahme einer Lagerung von Gülle außerhalb des Stalls, wie sie in der Modellierung des nationalen MCF berücksichtigt wird. In diese fließen mittlere monatliche Lufttemperaturen ein, die bei einer Lagerung unter Spalten nicht relevant wären (s.o.). Es sollte überprüft werden, ob der verwendete Emissionsfaktor für direktes N₂O aus dem Hofdüngerlager Schweizer Praxisbedingungen widerspiegelt. Dies könnte auf Grundlage der regelmäßig durchgeführten Erhebungen von Daten Schweizer Praxisbetriebe erfolgen.

c. Emissionsfaktor für indirektes N₂O / Deposition von Stickstoff

Für die Berechnung von indirekten N₂O-Emissionen wird ein nationaler Emissionsfaktor von 0,0256 kg N₂O-N (kg N)⁻¹ verwendet. Dieser Wert ist das gewichtete Mittel aus dem IPCC-Default-Wert von 0,01 kg N₂O-N (kg N)⁻¹ für landwirtschaftlich genutzte Flächen und einem aus Literaturdaten für die Schweiz abgeleiteten Emissionsfaktor für natürliche Flächen (Bretscher 2019). Die Verwendung eines nationalen Emissionsfaktors wird mit der kleinräumig heterogenen Landnutzung in der Schweiz begründet, die eine Deposition von N überwiegend auf (semi-) natürliche Flächen verursacht, von denen mit höheren N₂O-Emissionen zu rechnen ist. Es sollte geprüft werden, ob die Annahme eines höheren Emissionsfaktors für indirektes N₂O von natürlichen Flächen gegenüber landwirtschaftlich genutzten Flächen plausibel ist.

3. N₂O-Emissionen aus der Mineralisation von Ernterückständen

Im Schweizer THG-Inventar werden N₂O-Emissionen aus der Mineralisation von oberirdischen Ernterückständen für Grünland und Ackerland nach nationaler Methodik berechnet. Ein N-Eintrag aus der Mineralisation unterirdischer Biomasse/Ernterückstände von Grünland wird nicht berücksichtigt mit der Begründung, dass sich die N-Einträge nicht von denen in natürlichen Ökosystemen unterscheiden. Diese Vorgehensweise ist nicht konform mit Formel 10.34, IPCC (2006) bzw. entspricht nicht dem „Managed Land“-Proxy. Unterirdische Ernteresiduen sind prinzipiell zu berücksichtigen, wenn nicht gezeigt werden kann, dass sie keine Lachgasemissionen verursachen bzw. dass diese Emissionen an anderer Stelle berücksichtigt sind („IE“).

Literatur

- Agroscope, 2016. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch). Zugang: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html> (Konsultationsdatum 26.04.2021)
- Bretscher, D. (2019). Agricultural CH₄ and N₂O emissions in Switzerland QA/QC. Internal Report.
- IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and other Land Use, Intergovernmental Panel on Climate Change, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>, Zugriff am 17.05.2019.
- Mangino, J., Bartram, D., Brazy, A. (2001). Development of a methane factor to estimate emissions from animal waste lagoons. U.S. EPA's 17th Annual Emission Inventory Conference. Atlanta GA, USA.