

Folgeabschätzung der «Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz» (GRUD), Revision 2017

Schlussbericht

Walter Richner¹, Daniel Bretscher¹, Thomas Kupper² und Ernst Spiess¹

¹ Agroscope, 8046 Zürich

² Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, 3052 Zollikofen

Impressum

Herausgeber:	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich www.agroscope.ch
Auskünfte:	Walter Richner (Tel. +41 58 468 71 65, E-Mail: walter.richner@agroscope.admin.ch)
Redaktion:	Walter Richner, Daniel Bretscher, Thomas Kupper ¹ und Ernst Spiess
Copyright:	© Agroscope 2017

Inhalt

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	5
1.1 Ausgangslage	5
1.2 Auftrag	5
2 Methodisches Vorgehen	6
2.1 Generelles Vorgehen	6
2.2 Sektorielle Stickstoff- und Phosphorbilanzen.....	6
2.3 Sektorielle Ammoniakemissionen.....	6
2.4 Sektorielle Lachgasemissionen	6
3 Wichtigste Ergebnisse der Teilstudien	7
3.1 Sektorielle Stickstoff- und Phosphorbilanzen.....	7
3.2 Sektorielle Ammoniakemissionen.....	7
3.3 Sektorielle Lachgasemissionen	7
4 Schlussfolgerungen	8
5 Literatur	9
Anhang 1: Projektauftrag «Folgeabschätzung GRUD/PRIF»	10
Anhang 2: Teilbericht «Sektorielle Nährstoffbilanzen»	10
Anhang 3: Teilbericht «Sektorielle Ammoniakemissionen»	10
Anhang 4: Teilbericht «Sektorielle Lachgasemissionen»	10

Zusammenfassung

Die «Grundlagen für die Düngung» (GRUD) / «Principes de la fertilisation» (PRIF) der verschiedenen Kulturengruppen des schweizerischen Pflanzenbaus, die von Agroscope in periodischen Abständen revidiert werden, sind ein wertvolles Hilfsmittel für die pflanzengerechte und umweltschonende Düngung der Kulturen. Inhalte der GRUD werden auch für verschiedene Vollzugsinstrumente des Bundes und nationale Emissionsinventare von Ammoniak oder Lachgas genutzt. Während der Revision 2017 der GRUD wurden die fachlichen Inhalte der bisherigen Düngungsgrundlagenwerke überprüft und bei Bedarf aktualisiert. Die wichtigsten Änderungen im Vergleich zu den aktuell gültigen «Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau» (GRUDAF), Ausgabe 2009 (Flisch et al., 2009), mit den potenziell grössten Auswirkungen auf Nährstoffanfall und -verluste betrafen Anpassungen der Nährstoffausscheidungen und des Grundfutterverzehr verschiedener, bezüglich des Nährstoffanfalls wichtiger Tierkategorien.

Weil diese inhaltlichen Änderungen potenziell Auswirkungen auf Nährstoffanfall und -verluste auf betrieblicher und sektorieller Ebene haben können, beauftragte das Bundesamt für Landwirtschaft BLW Agroscope mit einer Abschätzung der Folgen der GRUD-Revision 2017. Es sollte dabei gemäss der Projektofferte von Agroscope vom 24.5.2016 abgeklärt werden, wie sich die Änderungen in den GRUD auf die sektoriellen Stickstoff(N)- und Phosphor(P)-Bilanzen sowie die Ammoniak(NH₃)- und Lachgas(N₂O)-Emissionen auswirken.

Die Berechnung der nationalen N- und P-Bilanzen mittels der OECD-Bodenbilanzmethode zeigte, dass die wichtigsten bestimmenden Faktoren für die Auswirkungen der GRUD-Revision 2017 auf sektorieller Ebene geänderte Nährstoffausscheidungsrichtwerte und Raufutterverzehrswerte verschiedener Tierkategorien sind. Weil sich Änderungen bei diesen Grössen in der Berechnung von Nährstoffbilanzen teilweise gegenseitig aufheben, sind die Auswirkungen auf die sektoriellen N- und P-Bilanzen nur gering und die totale Nährstofffracht aus der Tierhaltung verändert sich kaum. Der Saldo der sektoriellen Boden-N-Bilanz nimmt leicht zu (+ 1 %) und jener der P-Bilanz leicht ab (-2 %). Wegen der geringen Auswirkungen der GRUD-Revision auf den Saldo der sektoriellen N-Bilanz ändern sich auch die NH₃- und N₂O-Verluste der schweizerischen Landwirtschaft nur in geringem Ausmass.

Die mittels des N-Flussmodells Agrammon berechneten NH₃-Emissionen ergaben bei 6 von insgesamt 24 Tierkategorien eine Veränderung um mehr als 10 %. Bei den drei Tierkategorien Milchkühe, Mastschweine und Mutterkühe, die anteilmässig den grössten Anteil der Emissionen ausmachen (2/3 der Gesamtemissionen), waren die Emissionsänderungen ≤ 5 %. Die Gesamt-NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft nahmen um +0.2 % zu, die Gesamtemissionen der Tierproduktion um 0.3 %.

Die Anwendung der Berechnungsmethodik für die nationalen N₂O-Emissionsinventare zeigte, dass sich bei 6 von insgesamt 24 Tierkategorien die N₂O-Emissionen um mehr als 10 % veränderten. Bei den drei Tierkategorien Milchkühe, Mastschweine, Mutterkühe mit den anteilmässig grössten Emissionen (ca. 64 % der N₂O-Emissionen aus der Tierhaltung) war die Änderung der N₂O-Emissionen insgesamt kleiner als 0.3 %. Die Gesamt-N₂O-Emissionen der Landwirtschaft veränderten sich nicht, während die Gesamtemissionen der Tierproduktion um +0.1 % zunahmen. Bei den einzelnen Emissionsquellen wurden kaum Veränderungen festgestellt, ausser bei den Tiefstreuensystemen, welche jedoch relativ unbedeutend sind für die gesamten N₂O-Emissionen.

Zusammenfassend sind somit keine deutlichen Auswirkungen von inhaltlichen Änderungen der GRUD 2017 auf Nährstoffanfall und -verluste auf sektorieller Ebene zu erwarten.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die «Grundlagen für die Düngung» (GRUD) / «Principes de la fertilisation» (PRIF) der verschiedenen Kulturengruppen des schweizerischen Pflanzenbaus, die von Agroscope in periodischen Abständen revidiert werden, sind ein wertvolles Hilfsmittel für die pflanzengerechte und umweltschonende Düngung der Kulturen, insbesondere für die landwirtschaftliche Beratung und Praxis. Daneben beziehen sich verschiedene Vollzugsinstrumente des Bundes, primär die «Suisse-Bilanz» (Agridea & BLW, 2015), sowie die von den Bundesämtern für Umwelt BAFU und Landwirtschaft BLW herausgegebenen Vollzugshilfen für den Umweltschutz in der Landwirtschaft (siehe z. B. BAFU & BLW, 2012) auf Inhalte der GRUD. Weitere Bereiche, für die GRUD-Inhalte genutzt werden, sind z. B. nationale Emissionsinventare von Ammoniak oder Lachgas. Deshalb können geänderte Inhalte der GRUD potenzielle Auswirkungen über die Düngungsbemessung hinaus haben, insbesondere im Bereich des Vollzugs gesetzlicher Regelungen.

Während der Revision 2017 der GRUD wurden neu die Düngungsgrundlagenwerke aller Kulturengruppen des schweizerischen Pflanzenbaus in einem modularen Werk zusammengeführt, ihre fachlichen Inhalte überprüft und bei Bedarf aktualisiert. Die wichtigsten Änderungen im Vergleich zu den aktuell gültigen «Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau» (GRUDAF), Ausgabe 2009 (Flisch et al., 2009), mit den potenziell grössten Auswirkungen auf Nährstoffanfall und -verluste betrafen Anpassungen der Nährstoffausscheidungen und des Grundfutterverzehr verschiedener, bezüglich des Nährstoffanfalls wichtiger Tierkategorien. So wurden Raufutterverzehr und Nährstoffausscheidungen u. a. von Milchkühen (Menzi et al., 2016c), Mutterkühen (Menzi et al., 2016a) und Schweinen (Menzi et al., 2016b) überprüft. Änderungen der Ausscheidungen in den GRUD 2017 wurden bei 13 der insgesamt 24 enthaltenen Tierkategorien festgestellt. Dagegen wurden Düngungsnormen im Pflanzenbau nur punktuell geändert, meist bei Kulturen mit kleinen Flächenanteilen und dementsprechend geringen Auswirkungen auf sektorieller Ebene.

1.2 Auftrag

Gemäss der Projektofferte von Agroscope vom 24.5.2016 (vgl. Anhang 1) sollten mit der GRUD-Folgeabschätzung folgende Fragen beantwortet werden:

1. Wie wirken sich die Änderungen in den GRUD auf die sektoriellen N- und P-Bilanzen sowie NH₃- und N₂O-Emissionen aus?
2. Wie reagieren a) die Betriebe auf die veränderten Nährstoffbilanzen (Indikatoren: Tierbestände, Flächennutzung, Produktionsmengen und Einkommen)? b) welche Strukturveränderungen (Indikatoren: Tierbestände, Flächennutzung, Produktionsmengen und Einkommen) kann dies auf der sektoriellen Ebene zur Folge haben?
3. Welche ökologischen Auswirkungen haben die betrieblichen Anpassungen auf der Sektor-Ebene?

Die oben erwähnten Fragen sind aufeinander aufbauend; entsprechend startete Agroscope mit den Arbeiten zur Bearbeitung der Frage 1. Mit dem BLW wurde nach der Vorstellung der Ergebnisse zur Frage 1 am 2.12.2016 vereinbart, dass aufgrund der geringen Auswirkungen der GRUD-Änderungen auf die sektoriellen Nährstoffbilanzen sowie NH₃- und N₂O-Emissionen die deutlich aufwändigere Bearbeitung der Fragen 2 und 3 wenig Sinn macht. In diesem Bericht werden deshalb nur die Ergebnisse der Arbeiten zur Beantwortung von Frage 1 präsentiert.

Parallel zu diesen Arbeiten wurde Agridea beauftragt, die Auswirkungen der GRUD-Revision auf die N- und P-Bilanzen, berechnet mittels der Suisse-Bilanz, von wichtigen Betriebstypen zu überprüfen.

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Generelles Vorgehen

Im Rahmen dieses Projekts wurden die Auswirkungen der GRUD-Revision auf die sektoriellen N- und P-Bilanzen sowie die NH₃- und N₂O-Emissionen untersucht, unter der statischen Annahme, dass die GRUD-Änderungen keine strukturellen Auswirkungen auf die Landwirtschaftsbetriebe haben und somit nur die geänderten GRUD-Werte einen Einfluss auf die Berechnungen dieser Grössen haben. Das methodische Vorgehen ist für die drei Teilprojekte in den nächsten drei Kapiteln summarisch und in den in den Anhängen enthaltenen vollständigen Berichten der Teilprojekte ausführlich beschrieben.

2.2 Sektorielle Stickstoff- und Phosphorbilanzen

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Änderungen der GRUD-Revision 2017 auf die sektoriellen N- und P-Bilanzen wurde die OECD-Methode (OECD, 2001) verwendet, weil sich bei dieser pflanzenbaulichen Bodenbilanz Änderungen von Hofdünger- und Raufutterverzehrswerten auf die Bilanzrechnung auswirken. Nebst Werten der GRUDAF 2009 und der GRUD 2017 wurden statistische Daten des Jahres 2014 für die Bilanzrechnungen herangezogen. Ergebnisse der Bilanzrechnungen sind der Bilanzsaldo sowie die Teilgrössen der Bilanz in t N oder P₂O₅ pro Jahr.

2.3 Sektorielle Ammoniakemissionen

Die sektoriellen NH₃-Emissionen wurden mittels des Modells Agrammon (www.agrammon.ch), welches den N-Fluss über die verschiedenen Emissionsstufen der Tierproduktion abbildet, berechnet. Weiter wurden die NH₃-Emissionen bei der Ausbringung von mineralischen N-Düngern und Recyclingdüngern sowie die der landwirtschaftlichen Nutzfläche berücksichtigt. Ergebnisse der Modellrechnungen sind die Flüsse von Gesamt-N (N_{tot}) und löslichem N (TAN) in kg N pro Jahr sowie die NH₃-Emissionen in kg NH₃-N pro Jahr.

2.4 Sektorielle Lachgasemissionen

Die Berechnungen erfolgten mit dem Modell, mit dem Agroscope jährlich für das BAFU das nationale Inventar der landwirtschaftlichen N₂O-Emissionen erstellt (FOEN, 2017). Ausgehend vom N-Flussmodell von Agrammon (vgl. Anhang 3) werden die N₂O-Emissionen der drei Quellgruppen «Weide, Stall, Hofdüngerlagerung», «Landwirtschaftliche Böden» (Hofdüngerausbringung) und «Indirekte Emissionen» berechnet. Zusätzlich werden die durch Auswaschung von Nitrat induzierten N₂O-Emissionen den indirekten Emissionen zugerechnet. Ergebnisse der Modellrechnungen sind der Fluss von Gesamt-N in kg N pro Jahr sowie die N₂O-Emissionen in kg N₂O-N pro Jahr.

3 Wichtigste Ergebnisse der Teilstudien

3.1 Sektorielle Stickstoff- und Phosphorbilanzen

Die Berechnung der nationalen N- und P-Bilanzen mittels der OECD-Methode ergab folgende wichtigste Ergebnisse:

- Der gesamte Nährstoffanfall in den Hofdüngern nimmt mit den Richtwerten der GRUD 2017 im Vergleich zu den GRUDAF 2009 ab. Die Abnahme ist bei N (-0.2 %) geringer als bei P (-4 %).
- Der TS-Verzehr geht bei vielen Tierkategorien zurück und damit der gesamte Raufutterverzehr (-2 %) und die Nährstoffmenge in den pflanzlichen Futtermitteln (-2 % N, -2 % P₂O₅).
- Die Veränderungen bei den Nährstoffausscheidungen und bei der Nährstoffaufnahme über das Raufutter heben sich in der sektoriellen Nährstoffbilanz weitgehend gegenseitig auf. Der Überschuss der Boden-Bilanz geht deshalb beim P nur leicht zurück (-2 %), während er beim N leicht zunimmt (+1 %).

3.2 Sektorielle Ammoniakemissionen

Die Hauptergebnisse der NH₃-Emissionsberechnungen mittels Agrammon waren wie folgt:

- Veränderungen der NH₃-Emissionen, die grösser als 10 % sind, wurden bei 6 von insgesamt 24 Tierkategorien festgestellt.
- Bei den drei Tierkategorien Milchkühe, Mastschweine und Mutterkühe, die den anteilmässig grössten Anteil der Emissionen ausmachen (²/₃ der Gesamtemissionen), waren die Emissionsänderungen ≤ 5 %.
- Die Veränderungen von N-Ausscheidungen und -Flüssen auf den einzelnen Emissionsstufen waren ≤ 0.3 %.
- Die Gesamt-NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft nahmen um +0.2 % zu, die Gesamtemissionen der Tierproduktion um 0.3 %.

3.3 Sektorielle Lachgasemissionen

Die Anwendung der Berechnungsmethodik für die nationalen N₂O-Emissionsinventare ergab folgende wichtigsten Ergebnisse:

- Die N₂O-Emissionen veränderten sich um mehr als 10 % bei 6 von insgesamt 24 Tierkategorien.
- Bei den drei Tierkategorien Milchkühe, Mastschweine, Mutterkühe mit den anteilmässig grössten Emissionen (ca. 64 % der N₂O-Emissionen aus der Tierhaltung) war die Änderung der N₂O-Emissionen insgesamt kleiner als 0.3 %.
- Die Gesamt-N₂O-Emissionen der Landwirtschaft veränderten sich nicht, während die Gesamtemissionen der Tierproduktion +0.1 % zunahmen.
- Bei den einzelnen Emissionsquellen wurden kaum Veränderungen festgestellt, ausser bei den Tiefstreuensystemen, welche jedoch relativ unbedeutend sind für die gesamten N₂O-Emissionen.

4 Schlussfolgerungen

Die inhaltlichen Änderungen der GRUD 2017 im Vergleich zu den GRUDAF 2009 zeigen folgende Auswirkungen auf sektorieller Ebene:

- Wichtigste bestimmende Faktoren für die Auswirkungen der GRUD-Revision 2017 auf sektorieller Ebene sind geänderte Nährstoffausscheidungsrichtwerte und Raufutterverzehrswerte verschiedener Tierkategorien. Änderungen bei diesen Grössen heben sich teilweise in der Berechnung von Nährstoffbilanzen gegenseitig auf. Dies erklärt die geringen Auswirkungen auf die sektoriellen N- und P-Bilanzen.
- Die totale Nährstofffracht aus der Tierhaltung verändert sich kaum. Der Saldo der sektoriellen Boden-N-Bilanz nimmt leicht zu (+1 %) und jener der P-Bilanz leicht ab (-2 %).
- Wegen der geringen Auswirkungen der GRUD-Revision auf den Saldo der sektoriellen N-Bilanz ändern sich auch die NH₃- und N₂O-Verluste der schweizerischen Landwirtschaft nur in geringem Ausmass.
- Die gesamten NH₃-Emissionen nehmen um 0.2 % zu, die Gesamtemissionen der Tierproduktion um 0.3 %. Die totalen N₂O-Emissionen steigen um 0.2 %, die N₂O-Emissionen aus der Tierhaltung um 0.3 %. Bei den drei Tierkategorien Milchkühe, Mastschweine und Mutterkühe mit dem anteilmässig grössten Anteil an den NH₃- und N₂O-Emissionen (ca. $\frac{2}{3}$ der Gesamtemissionen) sind die Änderungen der NH₃- und N₂O-Emissionen ≤ 5 %.

Zusammenfassend sind somit keine deutlichen Auswirkungen der inhaltlichen Änderungen der GRUD 2017 auf Nährstoffanfall und -verluste auf sektorieller Ebene zu erwarten. Daraus kann jedoch nicht geschlossen werden, dass die GRUD-Änderungen keine Auswirkungen auf die Nährstoffbilanzen von bestimmten Betriebstypen haben. Für die Beantwortung dieser Frage müssen die Ergebnisse der Parallelabklärung von Agridea auf Betriebsebene herangezogen werden.

5 Literatur

- Agridea & BLW, 2015. Wegleitung Suisse-Bilanz, Auflage 1.13. Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bern. 25 S.
- BAFU & BLW, 2012. Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Umwelt-Vollzug Nr. 1225. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. 62 S.
- Flisch R., Sinaj S., Charles R. & Richner W. 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Agrarforschung 16(2), 1-97.
- FOEN 2017. Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2015: National Inventory Report, CRF tables. Submission of 15 April 2015 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Federal Office for the Environment, Bern (in Vorbereitung).
- Menzi H., Morel I. & Schlegel P., 2016a. Neue Ausscheidungsrichtwerte für Mutterkühe. Agrarforschung Schweiz 7(7+8), 344-351.
- Menzi H., Stoll P., Schlegel P., 2016b. Neue Ausscheidungsrichtwerte für Schweine. Agrarforschung Schweiz 7(11+12), 484-489.
- Menzi H., Arrigo Y., Huguenin O., Mürger A., Schori F., Wyss U. & Schlegel P., 2016c. Neue Ausscheidungsrichtwerte für Milchkühe. Agrarforschung Schweiz 7(10), 428-435.
- OECD (2001) OECD national soil surface nitrogen balances – explanatory notes. Zugang: <http://www.oecd.org/dataoecd/0/11/1916652.pdf> [27.01.2017].

Anhang 1: Projektauftrag «Folgeabschätzung GRUD/PRIF»



Offerte
GRUD-Folgeabschät

Anhang 2: Teilbericht «Sektorielle Nährstoffbilanzen»



Teilbericht
Nährstoff-Bilanzen.c

Anhang 3: Teilbericht «Sektorielle Ammoniakemissionen»



Teilbericht
Ammoniak.docx

Anhang 4: Teilbericht «Sektorielle Lachgasemissionen»



Teilbericht
Lachgas.docx