

Jahresbericht 2017 und Schlussbericht Ressourcenprojekt Ammoniak Kanton Zürich

Im Auftrag der Abteilung Landwirtschaft



Mai 2019


AGROFUTURA
AGRONOMIE · ÖKONOMIE · ÖKOLOGIE

Bild Titelseite: Schleppschuhverteiler. Bild: Lohnunternehmen Krummenacher, Dietwil

Bearbeitung

Kapitel 1, 2, 3 und 5 - 7:

Sibille Jenni und Annelies Uebersax

Agrofutura AG

Stahlrain 4

5200 Brugg

Tel. direkt 056 500 10 82

e-Mail: jenni@agrofutura.ch

Kapitel 4: Lukas Keller, ALN Kanton Zürich

Auftraggeber

Amt für Landschaft und Natur

Abteilung Landwirtschaft

Walcheplatz 2

8090 Zürich

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Reduktionsziele Ammoniak	7
2.1	Nationales Reduktionsziel und Ziel der Agrarpolitik 2014-17	7
2.2	Zürcher Reduktionsziele	7
2.3	Zürcher Massnahmenset	7
3	Entwicklung emissionsrelevanter Rahmenbedingungen	8
3.1	Entwicklung der Tierbestände	8
3.2	Entwicklung der Aufstallungssysteme.....	8
3.3	Biologisch-technischer Fortschritt in der Milchviehhaltung	9
3.4	Strukturdaten.....	9
3.5	Agrarpolitik	9
4	Jahresbericht über das Projektjahr 2017	10
4.1	Zusammenstellung der erfolgten Arbeiten	10
4.2	Stand der Umsetzung – Zielsetzung und Zielerreichung 2017	10
4.3	Resultate der Umsetzungskontrolle	11
4.4	Resultate der Wirkungskontrolle	12
4.4.1	Messkonzept	12
4.4.2	Messresultate	12
5	Zielerreichung gesamte Projektdauer	15
5.1	Umsetzungsziele und deren Erreichung	15
5.1.1	Kontrolle der Umsetzung	16
5.1.2	Fazit Umsetzungsziele und deren Erreichung	17
5.2	Wirkungsziel und dessen Erreichung.....	17
5.2.1	Methodik zur Schätzung der Emissionen.....	17
5.2.2	Reduktion der Ammoniakemission	18
5.2.3	Fazit Wirkungsziel und dessen Erreichung	19
5.3	Wirkungsmonitoring.....	20
5.3.1	Fazit Wirkungsmonitoring	20
5.4	Übersicht Kosten und Beiträge	21
5.5	Beibehaltung der Wirkung nach Projektende.....	21
5.5.1	Fazit Beibehaltung der Wirkung nach Projektende	22
5.6	Fazit aus Sicht des Kantons	22
6	Literatur	24
7	Anhang	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über nationale und kantonale Ammoniak-Reduktionsziele	7
Tabelle 2: Tierzahlen Kanton ZH	8
Tabelle 3: Übersicht Massnahmen	10
Tabelle 4: Ammoniak-Jahresmittelwerte ($\mu\text{g m}^{-3}$) der neun Ressourcenprojekt- Standorte und Gesamtmittelwert	13
Tabelle 5: Jahresmittelwerte ($\mu\text{g m}^{-3}$) der drei durch OSTLUFT und Kanton Schaffhausen finanzierten Standorte	13
Tabelle 6: Übersicht Massnahmen, Umsetzungsziele und -erfolg.....	15
Tabelle 7: Anteil der mit Fass resp. Verschlauchung emissionsarm ausgebrachten Gülle (Stand 2017).....	16
Tabelle 8: Übersicht über die Umsetzungskontrollen.....	16
Tabelle 9: Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung, berechnet mit AGRAMMON 5.0	19
Tabelle 10: Budget und Kosten Umsetzung Ressourcenprojekt Ammoniak Kanton Zürich.....	21
Tabelle 11: Vergleich ausgewählter Kenngrössen verschiedener Kantone mit abgeschlossenen Ammoniak-Ressourcenprojekten	23

Zusammenfassung und Fazit

Der Kanton Zürich setzte von 2012 bis 2017 auf der Basis der Vorgaben des Massnahmenplans Luftreinhaltung ein Ressourcenprojekt Ammoniak nach Art. 77a und b Landwirtschaftsgesetz um. **Mit der Umsetzung von Massnahmen in den vier Bereichen „Hofdüngermanagement“ (M1), „Hofdüngerausbringung“ (M2), „Hofdüngerlagerung“ (M3) sowie „Einzelbetriebliche Massnahmen“ (M4) sollten die Ammoniakemissionen aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung gegenüber 2009 um 17% reduziert werden.** Um dieses Wirkungsziel zu erreichen, sollten sich 50% der Betriebe am Projekt beteiligen, ihr Hofdüngermanagement optimieren (Umsetzungsziel (UZ 1) und 80% der Gülle mit emissionsarmen Techniken ausgebracht werden (UZ 2). Weiter sollen 12 grosse, bestehende offene Lager mit vorwiegend Schweingülle abgedeckt (UZ 3) und 12-15 einzelbetriebliche Projekte (UZ 4) umgesetzt werden.

Das UZ1 wurde fast vollständig erreicht. UZ2 wurde nur teilweise erreicht: knapp 60% der Gülle wurden emissionsarm ausgebracht. Bei der Projektplanung wurde das Potenzial zur Gülleausbringung auf Ackerflächen überschätzt. UZ3 und UZ4 wurden zu weniger als 50% erreicht. Dies einerseits, weil vom BLW und der Forschung nur wenige Massnahmen als erwiesenermassen emissionsmindernd anerkannt wurden. Andererseits ist anzunehmen, dass die Betriebe die zusätzlichen Investitionen, trotz Beiträgen, sowie die laufenden Kosten für den Betrieb der Anlagen, scheuten. Zu den effektiven Betriebskosten gibt es insbesondere für neue Schiebersysteme, Abluftreinigungs- und Kottrocknungsanlagen noch wenig verlässliche Angaben. **Das Wirkungsziel wurde zu rund 41% erreicht: Die Ammoniakemissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung wurden gegenüber 2009 um rund -7% (Ziel: -17%) reduziert.**

Folgende Gründe sind vorwiegend verantwortlich für die Ziellücke:

- Für die Berechnung der Projektziele bei Projektbeginn und für die Berechnung der Wirkung bei Projektende wurden unterschiedliche Modelle verwendet;
- Es wurde weniger Gülle als geplant mit emissionsarmen Techniken ausgebracht;
- Die Wirksamkeit der Hauptmassnahme „emissionsarme Ausbringtechniken“ wurde im neuen Modell gegenüber dem Vorgängermodell wesentlich zurückgestuft;
- Es wurden weniger bestehende offene Güllegruben abgedeckt und weniger einzelbetriebliche bauliche Projekte umgesetzt als geplant.

Das Budget von CHF 26.1 Mio. wurde nicht ausgeschöpft. Dies aufgrund tieferer Ausgaben für die Umsetzung von Massnahmen und weil der Kanton mehr personelle Eigenleistungen für Projektleitung, -administration, Beratung und Wirkungskontrolle erbringen konnte. Der Einsatz von Schleppschlauchverteilern war finanziell die wichtigste Massnahme. Rund CHF 16.6 Mio. oder 96% aller Ausgaben des Projekts wurden für diese Massnahme getätigt. **Das Ammoniakprojekt leistete einen nennenswerten Beitrag zur Reduktion der Ammoniakverluste, obwohl das Reduktionsziel nicht erreicht wurde.** Ein grober Vergleich des Zürcher Resultats mit ähnlichen Projekten in anderen Kantonen zeigt, dass der Kanton Zürich mit einer Emissionsreduktion von 7% im Mittelfeld liegt. Das Reduktionsziel wurde auch bei anderen grossen Ackerbaukantonen eindeutig zu ehrgeizig festgelegt. Die emissionsarme Hofdüngerausbringung war im Kanton Zürich die wirksamste und wichtigste Massnahme zur Reduktion der Ammoniakverluste.

Schweizweit besteht unverändert eine grosse Ziellücke bezüglich NH_3 -Emissionen. Die Critical Loads (CL) für empfindliche Ökosysteme werden in der Schweiz und im Kanton Zürich nach wie vor systematisch überschritten. Das Ressourcenprojekt hat mit der breiten Akzeptanz und Etablierung emissionsarmer und bodenschonender Gülleausbringtechniken und Sensibilisierungsmassnahmen eine gute Basis für die Umsetzung darauf aufbauender weitergehender freiwilliger und verfügbarer Massnahmen gelegt. Mit der Umsetzung des teilrevidierten Massnahmenplans Luftreinhaltung Kanton ZH werden die Ammoniakemissionen bei Neu- und Umbauten grosser Schweine- und Gelfügelbestände beschränkt (LWn2). Zudem werden Möglichkeiten geprüft und ggf. ein Konzept zur Reduktion von Ammoniakemissionen bei Landwirtschaftsbetrieben im Umfeld von Naturschutzgebieten unter Einbezug der betroffenen Kreise entwickelt (LWn4). Entsprechende Aktivitäten zu beiden Massnahmen sind seit 2018 in Bearbeitung resp. in Umsetzung. Ziel ist und bleibt die Vermeidung der Überschreitung der CL in empfindliche Lebensräume. Weiter setzen Kanton und Bauernverband seit 2018 gemeinsam das Ressourcenprojekt „N-Effizienz“ um. Erkenntnisse aus diesem Ressourcenprojekt fliessen in das Projekt ein und werden gezielt im Hinblick auf eine effiziente und verlustarme landwirtschaftliche Bewirtschaftung weiterentwickelt. Der Bund unterstützt zudem den Einsatz emissionsarmer Ausbringtechniken seit 2014 mit Ressourceneffizienzbeiträgen bis Ende 2019. Dies alles bildet eine gute Ausgangslage, um die mit dem Ammoniakprojekt erreichte Wirkung beizubehalten.

1 Einleitung

Die Ammoniakemissionen aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung tragen wesentlich zur Versauerung und Eutrophierung empfindlicher Ökosysteme wie z.B. Wälder, Hochmoore, artenreiche Naturwiesen oder Heidelandschaften bei.

Die Landwirtschaft verursacht 92% der gesamten Ammoniak-Emissionen in der Schweiz. 90% der landwirtschaftlichen Emissionen entstehen bei der Tierhaltung. Das Rindvieh verursacht gesamtschweizerisch 78% der Emissionen aus der Tierhaltung (Schweine 15%, Geflügel 3%, übrige Tierarten 4% (Kupper, et al., 2013). Die Schweizer Landwirtschaft ist deshalb bestrebt, die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung und insbesondere auch aus der Rindviehhaltung zu reduzieren. 20 Kantone¹, darunter der Kanton Zürich, leisteten mit der Umsetzung von Ressourcenprojekten nach Artikel 77a und b Landwirtschaftsgesetz seit 2008 einen Beitrag zur Reduktion der Ammoniakverluste aus der Schweizer Landwirtschaft.

Die Emissionen vor Projektbeginn wurden mit dem Modell DYNAMO berechnet. Dieses wurde im Verlauf der Projektzeit vom fachlich und technisch aktualisierten Modell AGRAMMON abgelöst, was Auswirkungen auf den Ausgangszustand bezüglich Ammoniakemissionen 2008/2009 sowie die Zielvorgaben und die Zielerreichung hatte (s. Kapitel 5.2 und Anhang 2).

¹ AG, AI, AR, BE, BL, FR, GE, GL, GR, LU, NW, OW, SH, SO, SZ, TG, UR, VD, ZG, ZH

2 Reduktionsziele Ammoniak

2.1 Nationales Reduktionsziel und Ziel der Agrarpolitik 2014-17

Die Ammoniakemissionen müssen laut Umweltzielen Landwirtschaft von schätzungsweise 47'600 Tonnen Ammoniak-Stickstoff im Jahre 2002 auf 25'000 Tonnen reduziert werden (BAFU und BLW, 2008).

Im Jahr 2010 wurden aus der Landwirtschaft 48'300 t Stickstoff (NH₃-N) als Ammoniak emittiert (Kupper et al. 2013). Kupper et al. (2013) prognostizieren bis 2020 eine Abnahme von 1% bis 8% (je nach getroffenen Annahmen gegenüber 2010).

Die Agrarpolitik 2014-17 sieht bis 2017 eine Emissionsreduktion auf 41'000 t NH₃-N pro Jahr vor (= minus 15% gegenüber 2010).

2.2 Zürcher Reduktionsziele

Das Zürcher Ressourcenprojekt zur Verminderung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft wurde in den Jahren 2012 – 2017 umgesetzt. Grundlage dazu war der Massnahmenplan Luftreinhaltung 2008 des Kantons Zürich, der vorsieht, dass der Stickstoffverlust in die Luft aus landwirtschaftlichen Quellen reduziert werden muss. Mit dem vom Zürcher Regierungs- und Kantonsrat beschlossenen Ressourcenprojekt Ammoniak wurde angestrebt, die Ammoniakemissionen im Kanton Zürich um 17 % gegenüber 2009 zu vermindern.

Tabelle 1: Übersicht über nationale und kantonale Ammoniak-Reduktionsziele

Ebene	Quelle	Ziel	Termin
National	Umweltziele Landwirtschaft (BAFU und BLW, 2008)	Reduktion auf 25'000 t/J	Nicht terminiert
National	Agrarpolitik 14-17	Reduktion von 48'600 auf 41'000 t/J	2017
Kanton ZH	Reduktion des Ammoniakausstosses in der Abluft von grossen Tierhaltungsanlagen für Schweine und Geflügel	Neubauten: < 650 kg NH ₃ /J Bestehende Anlagen: < 1300 kg NH ₃ /J	Bestehende Anlagen: ab 2019 Neubauten: ab 2018
	Ressourcenprojekt Ammoniak 2012-2017	-17% gegenüber 2009	2017

2.3 Zürcher Massnahmenset

Um die Ziele im Ressourcenprojekt Ammoniak zu erreichen, wurde von 2012 bis 2017 die Umsetzung der folgenden Massnahmen gefördert:

Massnahme	Beschreibung
M1 Hofdüngermanagement optimieren	Planung der Hofdünger-Ausbringung über das Jahr, Berücksichtigung der Tageszeit, der Witterung, des Boden- und des Vegetationszustands bei der Hofdünger-Ausbringung. Organisatorische Massnahmen im Stall und Laufhof: Möglichst häufige und gute Reinigung von Laufflächen.
M2 Einsatz des Schleppschlauchverteilers	Mit Fass oder Verschlauchung
M 3 Abdeckung Güllegruben	Abdeckung bestehender offener Güllelager für ausschliesslich oder mehrheitlich Schweinegülle mit einem Volumen von mehr als 300 m ³
M4 Einzelbetriebliche Massnahmen	Bauliche Massnahmen im Stall und Laufhof bei Neu- und Umbauten nach einzelbetrieblicher Beurteilung.

3 Entwicklung emissionsrelevanter Rahmenbedingungen

3.1 Entwicklung der Tierbestände

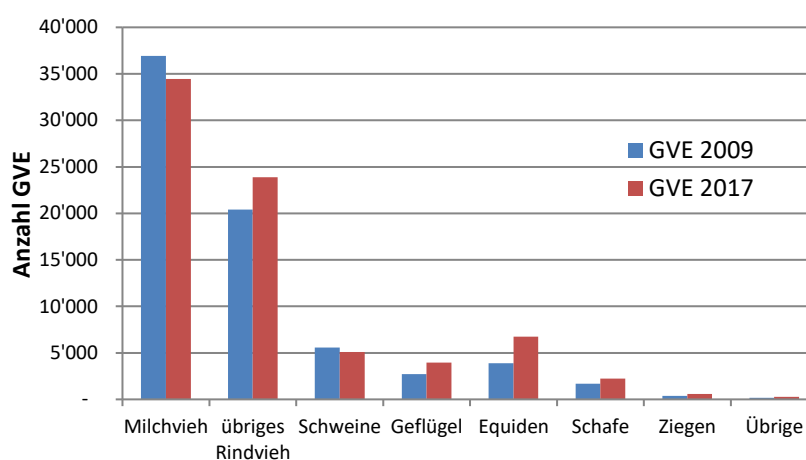
Die Tierbestände sind der Haupteinflussfaktor der landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen. Ihre Entwicklung ist deshalb stark emissionsrelevant. Der gesamte Bestand an landwirtschaftlichen Nutztieren hat im Kanton Zürich seit 2009 um 8% (+ 5'537 GVE) zugenommen (Tabelle 2).

Das Rindvieh verursacht mit einem Anteil von 78% den weitaus grössten Teil der Ammoniakemissionen (s. Tabelle 2 und Abbildung 1). Die Entwicklung der Rindviehbestände ist deshalb besonders emissionsrelevant. Der Rindviehbestand im Kanton Zürich ist im Zeitraum der Projektumsetzung um knapp 2% gestiegen.

Tabelle 2:
Tierzahlen Kanton ZH

Tierkategorie	Veränderung GVE 2017-2009	
	Δ Anzahl	Δ%
Rindvieh total	1 022	102%
<i>Milchvieh</i>	-2 451	93%
<i>übriges Rindvieh</i>	3 473	117%
Schweine	-470	92%
Geflügel	1 215	144%
Equiden	2 882	174%
Schafe	557	133%
Ziegen	212	158%
Übrige	119	173%
Total	5 537	108%

Abbildung 1: Entwicklung der Tierarten im Kanton Zürich zwischen 2009 und 2017



Quelle: Strukturdaten Kanton Zürich 2017

Der Konsum von Pouletfleisch und Eiern und die Nachfrage nach einheimischen Geflügelprodukten stiegen in den letzten Jahren in der Schweiz stark an. Damit verbunden ist eine Steigerung der inländischen Produktion mit mehr und grösseren Ställen. Wie in der übrigen Schweiz haben die Geflügelbestände im Kanton Zürich stark zugenommen (s. Tabelle 2 und Abbildung 1).

Die Zielkonflikte zwischen Ökologie und Tierwohl lassen sich bei der Geflügelhaltung generell besser lösen als bei anderen Tierarten. Denn bei der Geflügelhaltung gibt es sehr wirksame Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakverlusten im Stall und bei der Hofdüngerlagerung².

3.2 Entwicklung der Aufstallungssysteme

Die Umstellung auf tierfreundliche Haltungssysteme³ mit Laufställen und –höfen ist mit einer Zunahme der verschmutzten Laufflächen pro Tier und damit mit einem Anstieg der Ammoniakemissionen verbunden. Die Entwicklung tierfreundlicher Haltungssysteme im Kanton Zürich wurde im Rahmen des Abschlusses des Ressourcenprojekts nicht näher betrachtet.

²vgl. (Raaflaub, Menzi, & Durgiai, 2012);

³ RAUS-Programm: Regelmässiger Auslauf im Freien nach Art. 75 DZV; BTS-Programm: Besonders tierfreundliche Stallhaltungssysteme nach Art. 74 DZV

3.3 Biologisch-technischer Fortschritt in der Milchviehhaltung

Die Effizienzsteigerung in der Milchproduktion zeigt sich in den höheren Milchleistungen pro Tier. Mit weniger Tieren und damit weniger Ammoniak-Emissionen kann gleich viel Milch produziert werden. Die neuen Grundlagen für die Düngung (Grundlagen für die Düngung GRUD, 2017) gehen von einer durchschnittlichen Milchleistung von 7'500 kg gegenüber 6'500 kg im Jahr 2009 aus. Die Entwicklung der durchschnittlichen Milchleistung im Kanton Zürich wurde im Rahmen des Abschlusses des Ressourcenprojekts nicht näher betrachtet.

3.4 Strukturdaten

Seit mehreren Jahren wird das Rindvieh mit Ausnahme der Milch- und Mutterkühe in der Strukturhebung nur noch nach Alter, jedoch nicht mehr nach Nutzungsart (verschiedene Mast- und Zuchtategorien) erhoben. Hinsichtlich Ammoniakemissionen ist die Nutzungsart jedoch relevant und wird in AGRAMMON deshalb explizit abgefragt. Deshalb müssen die Tierzahlen zum Rindvieh aus der Strukturhebung nach bestem Wissen und Gewissen auf die Nutzungskategorien gemäss AGRAMMON aufgeteilt werden⁴. Die Aufteilung kann systembedingte Abweichungen bezüglich Ammoniakemissionen verursachen, welche nicht in Zusammenhang mit den im Rahmen des Ammoniakprojekts umgesetzten Massnahmen oder der generellen Entwicklung der Tierbestände stehen.

3.5 Agrarpolitik

Mit der Agrarpolitik hat der Bundesrat auf das Jahr 2014 ein überarbeitetes Direktzahlungssystem in Kraft gesetzt. Bei dieser Neuausrichtung fielen die Beiträge für die Haltung von raufutterverzehrender Nutztiere und Beiträge für die Tierhaltung unter erschwerten Produktionsbedingungen (TEP-Beitrag) weg. Modelle zeigen, dass dadurch der Anreiz zur Intensivierung bei der Rindviehhaltung wegfällt und dass damit ein eher positiver Effekt auf die Ammoniakemissionen zu erwarten ist (Mann, 2012). In den anderen Tierhaltungsbereichen sind durch die neue Agrarpolitik keine, ähnlich direkten Auswirkungen zu erwarten.

⁴ Wie genau die Aufteilung gemacht wurde s. Anhang 1

4 Jahresbericht über das Projektjahr 2017

4.1 Zusammenstellung der erfolgten Arbeiten

Im Rahmen der Strukturdatenerhebung in der Periode Ende Januar bis Ende März 2017 wurden alle Bewirtschafter und Bewirtschafterinnen des Kantons Zürich wiederum eingeladen, sich ein letztes Mal an diesem Projekt zu beteiligen, das Ende 2017 auslief.

Neueinsteiger und Neueinsteigerinnen, die in das letzte Projektjahr einsteigen wollten, mussten sich zum obigen Zeitpunkt auf www.agriportal.ch/zh anmelden. Nach erfolgter Anmeldung konnten die Bewirtschafter und Bewirtschafterinnen die Ausbringdaten laufend und parzellenscharf im Internet unter ihrer Betriebsnummer eingeben. Diese Möglichkeit zur digitalen Erfassung der Ausbringdaten hatte eine grosse Akzeptanz. Die Internet-Oberfläche orientierte sich an der bisherigen Internet- Strukturdatenerhebung mit der die Bewirtschafter und Bewirtschafterinnen vertraut waren. Am jährlichen ÖLN-Weiterbildungsanlass des Kontrolldienstes Agrocontrol im April 2017 wurde das Kontrollpersonal instruiert, wie die Kontrollen betreffs Überprüfung des Schleppschlaucheinsatzes durchgeführt werden müssen.

Der Strickhof führte wiederum einen letzten Kurs für die am Programm teilnehmenden Bewirtschafter und Bewirtschafterinnen durch. Zweck der Ausbildung der Bewirtschafter und Bewirtschafterinnen war der ressourcenschonende Gülleeinsatz.

Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) hat die Messserie für das im Jahre 2012 gestartete Wirkungs-Monitoring an den bisherigen Standorten weitergeführt.

4.2 Stand der Umsetzung – Zielsetzung und Zielerreichung 2017

Tabelle 3: Übersicht Massnahmen

Massnahme	Zielsetzung 2017 (2016)	Zielerreichung 2017	Zielsetzung 2016 (2015)	Zielerreichung 2016
M1 Hofdüngermanagement	50% der Betriebe	49% der Betriebe (1'375 Betriebe)	50% der Betriebe	48% der Betriebe
M2 Schleppschlaucheinsatz	41'764 ha 50% der Betriebe Geplante Ausgaben:	53'160 ha 49% der Betriebe (1'375 Betriebe) Beanspruchte Mittel: CHF	41'764 ha 50% der Betriebe Geplante Ausgaben:	51'525 ha 48% der Betriebe Beanspruchte Mittel: CHF
	CHF 4'592'104	3'279'413	CHF 4'592'104	3'178'789
M3 Abdeckung Güllegruben	2 Betriebe	1 Betrieb	2 Betriebe	3 Betriebe
M4 Einzelbetriebliche Massnahmen	2-3 Betriebe	Kein Betrieb	2-3 Betriebe	2 Betriebe

M1 Weiterbildungsanlässe Hofdüngermanagement:

Es fand im Januar 2017 ein Anlass statt, der von der landwirtschaftlichen Schule Strickhof organisiert wurde. Es nahmen insgesamt noch 14 Bewirtschafter und Bewirtschafterinnen teil. Somit haben alle am Projekt teilnehmenden Betriebe an diesen Ausbildungen teilgenommen. Nimmt man als Bezugsgrösse alle Direktzahlungsbetriebe, dann haben 49% aller Direktzahlungsbetriebe teilgenommen. Die Quote steigerte sich gegenüber 2016 nochmals leicht. Das Ziel 50% teilnehmende Betriebe wurde 2017 also fast erreicht.

M2 Schleppschlaucheinsatz:

Von den 2'819 direktzahlungsberechtigten Landwirtschaftsbetrieben im Jahr 2017 haben 1'375 Betriebe Beiträge im Ammoniakprojekt bezogen. Das entspricht 49% aller Direktzahlungsbetriebe, das Ziel 50% wurde also fast erreicht. Die Bewirtschafter und Bewirtschafterinnen mussten alle benötigten Angaben via Internet bis spätestens November erfassen. Die teilnehmenden Betriebe wurden jeweils vor Ablauf dieser Frist nochmals per Email darauf hingewiesen, dass die Datenerfassung auf diesen Termin abzuschliessen ist; andernfalls würde der Zahlungsanspruch erlöschen. Dieser Termin wurde auch auf der Homepage www.landwirtschaft.zh.ch veröffentlicht. Auf viehlosen Betrieben wurden die Ackerflächen in der Regel einmal pro Jahr mit dem Schleppschlauchsystem durch einen grossen Anbieter begüllt. Auf viehstarken Betrieben wurden mehrere Einsätze mit Schleppschlauch auf Wiesen durchgeführt. Zürich ist ein ackerbaustarker Kanton. Wahrscheinlich hat man bei der Projektentwicklung die Einsatzmöglichkeiten des Schleppschlaucheinsatzes im Ackerbau überschätzt. Dies würde erklären, weshalb der Zielwert bei den finanziellen Mitteln nicht erreicht wurde.

M3 Abdeckung Güllegruben:

Im vergangenen Jahr gingen beim ALN einige telefonische Anfragen für Güllegrubenabdeckungen ein. Es handelte sich mehrheitlich um rindviehhaltende Betriebe. Im Projekt wurde jedoch nur die Abdeckung von Lagern mit vorwiegend oder ausschliesslich Schweingülle finanziell unterstützt. Umgesetzt wurde schlussendlich nur ein Projektgesuch für eine Güllegrubenabdeckung.

M4 Bauliche Massnahmen:

Es wurden keine Projektgesuche eingereicht.

4.3 Resultate der Umsetzungskontrolle

Im April 2017 wurde das Kontrollpersonal für die Betriebskontrolle in Kombination mit der jährlich stattfindenden ÖLN-Grundkontrolle ausgebildet. Auf 172 Betrieben im Jahr 2017 wurden sogenannte kombinierte Kontrollen zum Schleppschlaucheinsatz gemacht. Das entspricht 13% der teilnehmenden Betriebe, was die jährlich festgelegte Zielgrösse von 10% übertrifft. Es wurden folgende Kriterien kontrolliert:

- Einsatz der verwendeten Geräte;
- Die Form der vorliegenden Aufzeichnungen;
- Zustand der Bodenflächen im Stallbereich;
- Überprüfung der Aufzeichnungen wie Einsatz eigener und zugeführter Gülle, Vergleich der Interneteinträge mit Papierbelegen und Datumskontrollen: d.h. keine mehrfachen Einträge am gleichen Tag.

Es traten 15 Mängel auf wie z.B. folgende: Einträge im Agriportal stimmten nicht mit den Aufzeichnungen überein; es wurden mehrere Einträge am gleichen Tag auf der gleichen Parzelle gemacht; Einsätze auf der gleichen Parzelle innerhalb weniger als 4 Wochen oder mehr als sechs Gaben pro Parzelle und Einsatz auf Parzellen, die steiler als 35% sind. Die Mängel führten zu Kürzungen in der Grössenordnung von insgesamt CHF 2'500.

4.4 Resultate der Wirkungskontrolle

4.4.1 Messkonzept

Seit April 2012 werden im Kanton Zürich im Rahmen des Ressourcenprojekts an neun verschiedenen Standorten Ammoniak-Immissionsmessungen durchgeführt. Pro Standort werden jeweils zwei Ammoniak-Passivsammler auf einer Höhe von vier Metern exponiert. Dazu werden Radiello-Passivsammler eingesetzt, welche im Vier-Wochen-Rhythmus gewechselt und anschliessend im Labor auf den Ammoniak-Gehalt analysiert werden.

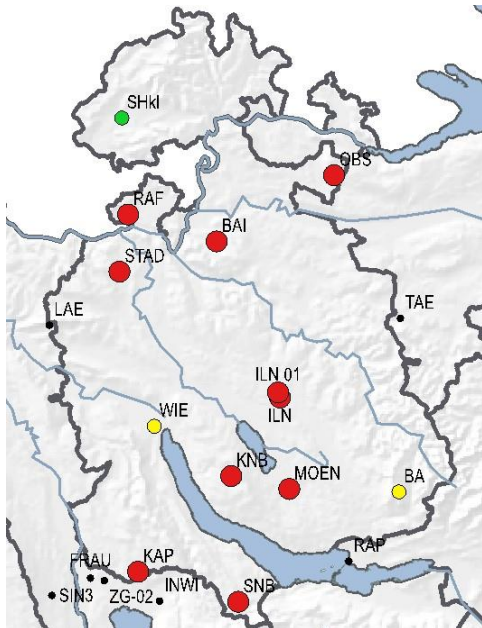


Abbildung 2 zeigt die neun Messstandorte des Zürcher Ressourcenprojektes (rot), zwei Standorte welche durch OSTLUFT (gelb) und einer welcher durch den Kanton Schaffhausen (grün) finanziert werden.

Die Messstandorte liegen in Gebieten mit wenig intensiver Viehwirtschaft und wurden so gewählt, dass sie sich nicht im unmittelbaren Einflussbereich von starken Einzelquellen befinden. Sie eignen sich daher gut für eine grossräumige Beobachtung der Ammoniak-Immissionen.

4.4.2 Messresultate

Die Messungen zeigen einen Jahresverlauf mit höheren Werten von Frühjahr bis Herbst, da die Ammoniakbelastung im Sommerhalbjahr aufgrund höherer Temperaturen generell höher ist als im Winter. Spitzenbelastungen zeigen sich im Frühjahr sowie teilweise kurz vor dem Winter. Zu diesen Zeitpunkten werden oft grössere Mengen an Gülle ausgebracht.

Im Mittel über alle Standorte und Messjahre bewegt sich der Ammoniak-Jahresmittelwert von 2.9 bis 3.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabelle 4). Meist liegt der Jahresmittelwert zwischen 2.9 bis 3.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Jahre 2015 und 2017 sind dagegen mit Werten von 3.6 bis 3.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich höher. Diese erhöhten Werte sind auf die überdurchschnittlich hohen Sommertemperaturen dieser Jahre zurückzuführen, welche eine erhöhte Emission von Ammoniak begünstigen.

Tabelle 4: Ammoniak-Jahresmittelwerte ($\mu\text{g m}^{-3}$) der neun Ressourcenprojekt-Standorte und Gesamtmittelwert

Jahr	BAI	ILN**	KAP	KNB	MÖN	OBS	RAF	SNB	STAD	Mittelwert
2012*	2.4	2.8	4.8	2.4	4.0	2.4	1.5	3.0	2.8	2.9
2013	2.6	2.6	5.1	2.4	3.8	2.1	1.4	3.1	2.9	2.9
2014	2.2	2.7	4.4	2.8	4.2	2.7	1.9	3.3	3.1	3.1
2015	2.4	3.9	5.5	2.8	4.7	2.9	2.2	3.8	4.0	3.6
2016	2.0	3.2	4.2	2.3	4.0	3.4	1.6	3.5	3.1	3.0
2017	2.9	4.0	5.2	3.0	4.8	3.1	2.2	3.6	4.5	3.7

* kein vollständiges Messjahr (8 Monate), daher gleitendes Mittel von Mai 2012 bis April 2013

** Standort musste wegen Vandalismus verschoben werden

Tabelle 5: Jahresmittelwerte ($\mu\text{g m}^{-3}$) der drei durch OSTLUFT und Kanton Schaffhausen finanzierten Standorte

Jahr	BA	WIE	SHKI
2013	1.8	4.0	3.8
2014	2.4	3.9	4.1
2015	2.2	4.1	5.0
2016	2.0	3.9	4.3
2017	2.2	4.0	4.7

Obschon seit Messbeginn bereits rund sechs Jahre vergangen sind, ist es aufgrund der grossen kurzzeitigen Schwankungen der Ammoniak-Immissionen noch nicht möglich, einen eindeutigen Trend zu beobachten, um eine Wirkung der umgesetzten Massnahmen zu identifizieren (siehe auch Kapitel 5.3).

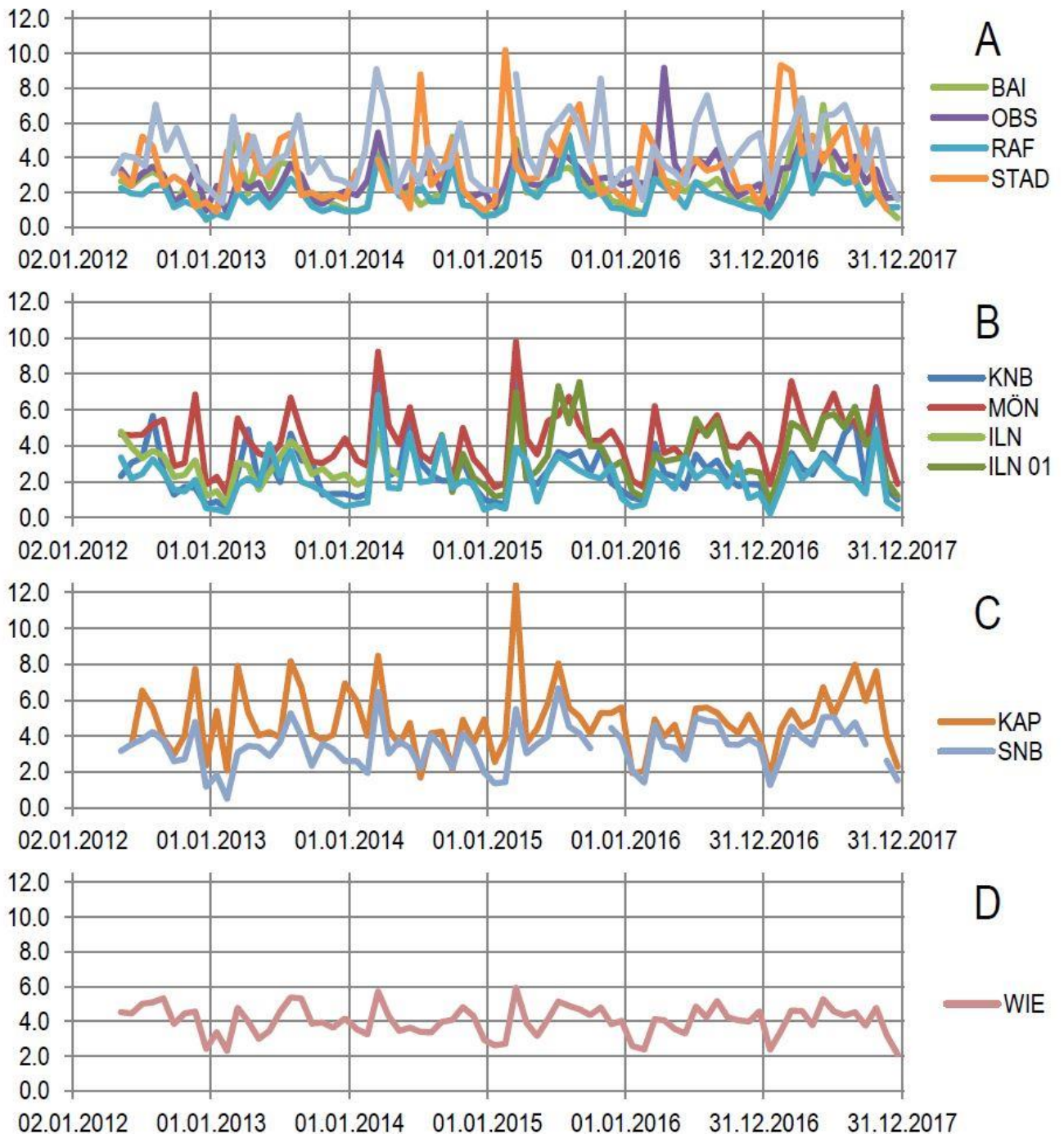


Abbildung 3 Verlauf der Ammoniakkonzentrationen

A: Standort Klettgau SHkl im Kanton SH und Standorte Buch am Irchel BAI, Oberstammheim OBS, Rafz RAF und Stadel STAD im Norden des Kantons ZH

B: Die südöstlich gelegenen Standorte Küsnachterberg KNB, Mönchaldorf MÖN, Illnau ILN, Illnau Chrützegg ILN 01 und Bachtel BA

C: Die südwestlich gelegenen Standorte Kappel am Albis KAP und Schönenberg SNB.

D: Der städtische Standort Zürich Schimmelstrasse WIE

5 Zielerreichung gesamte Projektdauer

5.1 Umsetzungsziele und deren Erreichung

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die im Rahmen des Ressourcenprojekts umgesetzten Massnahmen, Ziele und deren Erreichung.

Tabelle 6: Übersicht Massnahmen, Umsetzungsziele und -erfolg

Massnahme	Umsetzungsziel	Zielerreichung	Grad Zielerreichung
M1 Hofdüngermanagement	50 % der Zürcher Betriebe beteiligen sich am Projekt und optimieren das Management von 80 % der Hofdünger	49 % der Betriebe beteiligten sich am Projekt.	98 %
M2 Schleppschlaucheinsatz	80 % der Gülle wird mit dem Schleppschlauchverteiler ausgebracht	Schätzungsweise 59 % der Gülle wurde 2017 im Kanton Zürich mit dem Schleppschlauchverteiler ausgebracht.	74 %
M3 Abdeckung Güllegruben	12 bestehende, grosse, offene Güllegruben mit ausschliesslich oder vorwiegend Schweinegülle werden abgedeckt	4 grosse Güllegruben wurden abgedeckt (Gülle von 372 GVE)	33 %
M4 Einzelbetriebliche Massnahmen	Auf 12 bis 18 Betrieben werden „einzelbetriebliche Massnahmen“ umgesetzt	2 Chemo-Kombiwäscher bei Schweineställen und 1 geneigte Lauffläche mit Schieber und Harnsammelrinne	17-25 %

M1 Hofdüngermanagement

Insgesamt beteiligten sich 1'375 Betriebe am Projekt. 98% dieser Landwirtinnen und Landwirte nahmen an den Informationsanlässen des Strickhofes teil und konnten für das Thema Ammoniak sensibilisiert werden. Das Projektziel wird damit fast vollständig erreicht. Es ist davon auszugehen, dass durch die Sensibilisierung Verbesserungen im Hofdüngermanagement⁵ usw. erreicht wurden.

M2 Schleppschlaucheinsatz

Der Einsatz von emissionsminderndem Gülleausbringverfahren nahm deutlich zu. Bei Projektende wurde ca. 59% der Gülle mittels Schleppschlauch ausgebracht⁶, 2009 waren es erst rund 20%. Das Ziel, einen Anteil von 80% zu erreichen wurde aber verfehlt. Dies einerseits deshalb, weil bei der Projekterarbeitung das Potenzial zur Ausbringung von Gülle im Ackerbau generell überschätzt wurde. Andererseits wurden durch die beteiligten Betriebe weniger Gülle emissionsarm ausgebracht als erwartet. Die Projektbetriebe brachten wohl nur einen Teil ihrer Gülle mit Schleppschlauchverteiler aus.

Erfreulicherweise wurde über die Hälfte der mit emissionsarm ausgebrachten Gülle gleichzeitig auch bodenschonend verschlaucht (Tabelle 7).

⁵ Laufflächen sauber halten, Boden, Witterung, Tages- und Jahreszeit sowie Vegetationszustand beim Güllen berücksichtigen, Mist rasch einarbeiten, weitere Massnahmen

⁶ 1.5 Mio. m³ von rund 2.6 Mio. m³ mit einer Verdünnung von 1:1.5

Tabelle 7: Anteil der mit Fass resp. Verschlauchung emissionsarm ausgebrachten Gülle (Stand 2017)

Ausbringtechnik	Begüllte Fläche (ha)	Fläche (ha)	Ausgebrachte Güllemenge	
			m ³	%
Fass	24'328	9'389	703'282	46%
Verschlauchung	28'737	12'797	837'484	54%
Total	53'065	22'185	1'540'766	100%

* Annahme: ∅ Güllegaben von 30 m³ pro ha; Quelle: Amt für Landschaft und Natur Kanton Zürich, 2017

M3 Abdeckung bestehende offener Lager mit Schweinegülle

Es wurden 4 Güllegruben abgedeckt mit 83 GVE Geflügelmist, 233 GVE Schweinegülle und 56 GVE Rindergülle (total Gülle von 372 GVE). Dies entspricht ca. 2 % des Geflügelmists, 4.5 % der Schweinegülle und 0.2 % der Rindergülle im Kanton Zürich. Das Ziel von 12 Abdeckungen wurde damit deutlich verfehlt. Die Güllegruben wurden in den letzten beiden Projektjahren abgedeckt. 2009 wurde geschätzt, dass 5 % der gelagerten Gülle in ungedeckten Behältern gelagert wird. Dank der umgesetzten Massnahmen wird neu von 4.5 % ungedecktem Güllevolumen ausgegangen.

M4 Einzelbetriebliche Massnahmen

Mit dem Einbau von zwei Chemo-Kombiwäschern mit 250 GVE Schweinestallkapazität konnten die Ammoniak-Emissionen aus Schweineställen um schätzungsweise 4% gesenkt werden. In einem Kompoststall für 70 Milchkühe wurden geeignete Laufflächen mit Harnsammelrinne eingebaut. Es wurden deutlich weniger einzelbetriebliche Projekte umgesetzt als geplant. Mit nur drei einzelbetrieblichen Projekten wurde das Ziel von mindestens 12 Projekten deutlich verfehlt.

5.1.1 Kontrolle der Umsetzung

Die vereinbarungsgemässe Umsetzung der Massnahmen wurde bei 74 % der Projektbetriebe (1'017 von 1'375 Betrieben) von der Kontrollstelle Agrocontrol überprüft (Tabelle 8).

Tabelle 8: Übersicht über die Umsetzungskontrollen

Jahr	Anzahl kontrollierte Betriebe
2017	272
2016	172
2015	226
2014	115
2013	134
2012	98
Total	1'017

Insgesamt wurden 15 Betriebe beanstandet und Beiträge von 2'500 Fr. gekürzt.

5.1.2 Fazit Umsetzungsziele und deren Erreichung

Das Interesse der Zürcher Landwirtschaftsbetriebe am Projekt und der Wille, einen Beitrag zur Reduktion der Umweltbelastung durch Ammoniak zu leisten, waren hoch. Das zeigt die gute Projektbeteiligung von fast der Hälfte der Zürcher Betriebe am Programm. Alle Projektbetriebe setzten sich mit dem N-Kreislauf und neuen Techniken auf ihren Betrieben auseinander und brachten ihre Gülle ganz oder teilweise mit moderner emissionsarmer Technik aus. Viele Betriebe sind sich der Problematik schwerer Güllefässer im Hinblick auf die Bodenverdichtung bewusst: über die Hälfte der emissionsarm ausgebrachten Gülle wurde mit Verschlauchung verteilt.

Die Gelegenheit zur finanziellen Unterstützung für die Abdeckung bestehender offener Güllegruben wurde kaum genutzt. Dies könnte an der kritischen Haltung der Zürcher Bauern bezüglich der Wirksamkeit der Massnahmen und der jahrelangen kontroversen Diskussion darüber im Kanton Zürich liegen.

Die folgenden Gründe haben vermutlich dazu beigetragen, dass nur ein Bruchteil der angestrebten einzelbetrieblichen Projekte (M4) umgesetzt wurden:

- Nur wenige der vor Projektbeginn und im Verlauf der Projektumsetzung diskutierten Massnahmen wurden von Forschung und Bund nachträglich als effektiv emissionsmindernd und damit als förderungswürdig anerkannt.
- Im Rahmen des Projekts wurden Beiträge an die Investitionen, nicht aber an die laufenden Kosten für Unterhalt und Betrieb von Massnahmen ausgerichtet.
- Die Kosten für Unterhalt und Betrieb sind z.T. wenig bekannt oder bekanntermassen hoch. Sie stellen damit ein finanzielles Risiko dar für den Bewirtschafter (z.B. bei Abluftreinigungsanlagen für Schweine- und Geflügelställe).
- Betriebe und Branchen (insb. die Geflügelbranche) wollen mit der Umsetzung kostspieliger Umweltauflagen im Rahmen freiwilliger Projekten keine Präjudize schaffen für eventuell rechtliche Vorgaben zu einem späteren Zeitpunkt.

Die Förderung des Einsatzes emissionsarmer Gülleausbringtechniken war zielführend und erfolgreich. Dies vor allem deshalb, weil die Schleppschlauchtechnik weitgehend ausgereift ist und von der Praxis gut akzeptiert wird. Dagegen war der einzelbetriebliche Ansatz für die Umsetzung noch unausgereifter, kostspieliger Technologien ohne weitergehende Beratungs- und Begleitaktivitäten weniger erfolgreich.

5.2 Wirkungsziel und dessen Erreichung

Ziel des Ressourcenprojekts war die Reduktion der Ammoniakemissionen aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung um 17% gegenüber 2009.

5.2.1 Methodik zur Schätzung der Emissionen

Die zu Beginn des Projektes mit dem damals verfügbaren Modell DYNAMO auf der Basis der Strukturdaten 08/09 sowie weiterer Datengrundlagen berechneten Emissionen betragen 2009 ca. 1'965 t NH₃-N pro Jahr. Darauf basierend wurden die Reduktionsziele und die Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakverluste aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung abgeleitet und festgelegt. Das Ziel war, diese Emissionen in der Projektzeit von 6 Jahren (2012 – 2017) um 333 t Ammoniak-Stickstoff pro Jahr auf 1'632 t NH₃-N pro Jahr resp. um 17 % gegenüber 2009 zu reduzieren.

2011 hat die Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) mit AGRAMMON ein neues, sowohl fachlich wie technisch den neusten Erkenntnissen entsprechendes Modell erarbeitet, welches DYNAMO ablöste.⁷

⁷ Vom BAFU kostenlos zur Verfügung gestellt unter www.agrammon.ch

Um die Ammoniakemissionen bei Projektende mit jenen zu Projektbeginn vergleichen zu können wurde die IST-Situation 2009 mit dem Modell AGRAMMON⁸ neu berechnet. Als Datenbasis wurden dieselben Daten verwendet wie für die Berechnung von DYNAMO. Eine Zusammenstellung der verwendeten Parameter ist dem Datensatz AGRAMMON 2017 zu entnehmen.

Im Projektgebiet führte die Neuberechnung auf der Basis derselben Daten mit AGRAMMON zu Gesamtemissionen, die um 157 t NH₃-N / J oder um +8 % über den vorgängig mit DYNAMO modellierten Werten liegen (Anhang 2). T. Kupper⁹ schätzt dieses Ergebnis als plausibel ein. DYNAMO und Agrammon sind zwei gänzlich verschiedene Modelle mit unterschiedlichen technischen Parametern. Bei Neuberechnungen ergeben sich deshalb zwangsläufig Differenzen. Aufgrund der Änderungen in den Grundlagedaten und Berechnungsprozessen generiert AGRAMMON laut T. Kupper¹⁰ um bis zu 15 % höhere Emissionswerte verglichen mit jenen von DYNAMO. Alle nachfolgenden Überlegungen zur Wirkung des Projekts stützen sich deshalb nur noch auf die mit dem Modell AGRAMMON 5.0 berechneten Ergebnisse ab.

Für das Modellieren der Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung 2017 wurden die Tierzahlen aus der Tierstatistik des Kantons Zürich, Stand 31.12.2017, verwendet. Im Bereich der Gülleausbringung, der Abdeckung der Güllelager und bei der Abluftreinigung in Schweineställen wurden die Parameter gemäss aktuellem Kenntnisstand des ALN und des AWEL aufgrund des Projekts angepasst. Wo keine anderen Daten oder Grundlagen für Schätzungen verfügbar waren, wurden die Werte von 2008/2009 übernommen (s. Anhang 3 sowie AGRAMMON-Datensätze 2009 und 2017 Stand Oktober 2018).

Es wurde davon ausgegangen, dass die im Rahmen des Projekts umgesetzten Sensibilisierungsmassnahmen bei den Projektbetrieben zu einem sorgfältigeren Umgang mit den Hofdüngern bei der Lagerung und Ausbringung und organisatorischen Massnahmen im Stall- und Laufhof führte. Bei der Berechnung in AGRAMMON wurde bei Projektende im Jahr 2017 deshalb angenommen, dass durch verbesserte organisatorische Massnahmen bei der Hofdüngerausbringung und durch die bessere Reinigung der verschmutzten Laufflächen im Stall und Laufhof eine zusätzliche Emissionsminderung von jeweils 3 % erreicht werden konnte.

5.2.2 Reduktion der Ammoniakemission

Die Ammoniakemissionen aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung nahmen seit 2009 um rund 7% oder 147 t NH₃-N ab (Tabelle 9).

Die Berechnungen zeigen, dass sich trotz der Zunahme des Tierbestandes um ca. 8% (s. Kap. 2.3) die Ammoniakemissionen nicht veränderten. Dies wahrscheinlich vor allem auch darum, weil auf eine extensivere Tierhaltung mit weniger Emissionen pro GVE umgestellt wurde (Tabelle 9).

⁸ Version AGRAMMON Regionalmodell 5.0, Modellversion 2601; 26.09.2018

⁹ Solche Modelländerungen können die Kontrolle von erreichten Wirkungszielen wie im vorliegenden Projekt erschweren. Andererseits wäre ein Verzicht auf Modellanpassungen, die sich aufgrund des aktuellen Stands des Wissens bzw. geänderter Normwerte von internationalen Guidelines keine Alternative. Resultate von Modellen, die dem aktuellen Kenntnisstand nicht entsprechen, sind schwieriger zu kommunizieren.

¹⁰ HAFL, 2011 und 2019 mündlich

Tabelle 9: Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung, berechnet mit AGRAMMON 5.0

Quelle NH ₃ -Emission	2009 IST	2017 ohne Massnahmen, nur Tierzahlen angepasst	2017 Tierzahlen und Massnahmen angepasst	Differenz 09-17		Bemerkungen
	t N/Jahr	t N/Jahr	t N/Jahr	%	t N/J	
Weide	55	59	59	7	+4	mehr Tiere mit Weide (Pferde, Kleinwiederkäuer)
Stall und Laufhof	711	723	701	-1	-9	Weniger Laufhof, mehr Weide, ggf. Trend Zunahme BTS und RAUS gebrochen, v.a. bei Schweinen
Hofdüngerlagerung	190	193	190	0	0	Abdeckung Güllelager, mehr Aufstallungen mit Mist, besseres Management
<i>flüssig</i>	171	171	168	-2	-3	
<i>fest</i>	19	22	22	16	+3	Wahrscheinlich aufgrund von mehr Tieren mit Aufstallungssystemen mit mehr Mist (Mutterkühe, Pferde, Kleinwiederkäuer)
Hofdüngerausbringung	1'166	1'148	1'025	-12	-141	
<i>flüssig</i>	856	800	685	-20	-171	Mehr Tiere mit Aufstallungssystemen mit mehr Mist, Einsatz Schleppschlauch
<i>fest</i>	310	348	340	10	+30	Mehr Tiere mit Aufstallungssystemen mit mehr Mist
Total Tierproduktion	2'122	2'123	1'975	-7	-147	
	2009 IST		SOLL 2017 (Ziel)			
<i>Projektgesuch RP Ammoniak Kanton Zürich vom 5.11.2010</i>	1'965		1'632	-17	-333	

5.2.3 Fazit Wirkungsziel und dessen Erreichung

Der Tierbestand im Kanton Zürich hat im Verlauf der Projektdauer um 8% zugenommen. Trotzdem zeigen die Berechnungen keine Zunahme der Ammoniakemissionen. Dies wohl deshalb, weil auf eine extensivere Tierhaltung mit weniger Emissionen pro GVE umgestellt wurde.

Aufgrund folgenden Gründen wurde das Wirkungsziel von -17% der Ammoniakemissionen nur teilweise erreicht (-7%):

- Während der Projektdauer wurde das offizielle Berechnungsmodell geändert. Die Zielvorgaben wurden mit dem Modell DYNAMO berechnet und die Resultate mit dem Modell AGRAMMON. Die beiden Modelle basieren prinzipiell auf den gleichen Grundlagen, wobei AGRAMMON dem neuesten Stand des Wissens entspricht. Die Neuberechnung mit AGRAMMON ergab für den Ausgangszustand 2009 Gesamtemissionen, die um 157 t NH₃-N/J oder um 8% über denjenigen der vorgängig mit DYNAMO modellierten Werten liegen. Beispielsweise ist in der zur Festlegung der Projektziele verwendeten Version von DYNAMO für den Schleppschlauchverteiler eine Emissionsreduktion von 40% hinterlegt. In der für die Zielerreichung verwendeten Version von Agrammon beträgt die Emissionsreduktion für den Schleppschlauchverteiler in allen Versionen 30%. Die emissionsarme Gülleausbringung war die

Hauptmassnahme im Projekt. Diese Änderung im Modell trägt deshalb massgeblich zur Ziellücke bei.

- Es wurde weniger Gülle als geplant mit emissionsarmen Techniken ausgebracht (nur 59% statt 80%). Dies alleine bewirkte eine Minderung des Wirkungsziels um 2%.
- Es wurden weniger bestehende offene Güllegruben abgedeckt (nur 4 statt mind. 12) und weniger einzelbetriebliche bauliche Projekte umgesetzt als geplant (nur 3 statt 12 bis 18).

5.3 Wirkungsmonitoring

Die kurzzeitigen Schwankungen der Ammoniak-Immissionen sind gross. Sie liegen im typischen Bereich für Ammoniak-Immissionen in der Schweiz und ergeben sich aus den räumlich-zeitlich schwankenden Ammoniak-Emissionen sowie durch den Einfluss der Witterung (Lufttemperatur, Wind, Niederschlag) (Seitler, Meier, & Thöni, 2018). Daher ist es über die 6-jährige Projektlaufzeit noch nicht möglich, mit den Immissionsmessungen einen eindeutigen Trend zu beobachten und eine Wirkung der umgesetzten Massnahmen immissionsseitig zu identifizieren (s. Kap. Resultate der Wirkungskontrolle und Jahresbericht 2017 von OSTLUFT¹¹). Für eine statistisch aussagekräftige Auswertung des Zeitverlaufes bedarf es einer Messreihe von knapp 10 Jahren um einen zeitlichen Trend von 10 % ausmachen zu können (Philip & Locher, 2010). Es ist daher dringend notwendig, die Immissionsmessungen über das Projektende im Jahr 2017 hinaus fortzuführen, um die erwartete Emissionsminderung in den Immissionsverläufen identifizieren zu können. Deshalb wird die vorliegende Immissions-Messreihe bis mindestens Ende 2019 weitergeführt und im Jahr 2020 mit statistischen Methoden, welche die Witterungsverläufe berücksichtigen (siehe Philip & Locher, 2010), ausgewertet. Da die Beiträge verschiedener Ammoniak-Quellen (Gülleausbringung, Stall, Güllelager, weiträumige Verfrachtung) und Senken (Ablagerung von Ammoniak an Boden und Vegetation sowie in Feinstaubpartikeln und Niederschlag) die Immissionen bestimmen, ist es möglich, dass die Emissionsreduktion nicht zwangsläufig 1:1 in den Immissionen ersichtlich wird. Im August 2018 ist der Messbericht „Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 – 2017“, verfasst durch die Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (fub) herausgekommen (Seitler, Meier, & Thöni, 2018). Darin sind weitere Angaben zu den Messungen und dem Verlauf an den im Kapitel 4.4 aufgeführten Messstationen im Kanton Zürich zu entnehmen. Als ein wichtiges Fazit wurde folgendes festgehalten: „Die jetzt vorliegenden Messungen zeigen, dass die Ammoniakkonzentrationen seit dem Jahr 2000 weder zu- noch abgenommen haben. Dies ist in Übereinstimmung mit dem Verlauf der berechneten Emissionen“.

5.3.1 Fazit Wirkungsmonitoring

Seit Messbeginn vor rund sechs Jahre ist es noch nicht möglich, einen Trend zu beobachten und eine Wirkung der umgesetzten Massnahmen zu identifizieren. Die Messungen werden bis einschliesslich 2019 fortgesetzt und im Jahr 2020 durch eine statistische Trendauswertung bewertet.

¹¹ <https://jahresbericht.ostluft.ch/2017/>, abgerufen am 19.10.2018

5.4 Übersicht Kosten und Beiträge

Die Umsetzung des Projekts war mit Kosten von CHF 17.2 Mio. verbunden. Das Budget von CHF 26.1 Mio. wurde damit nicht ausgeschöpft. Dies vor allem, weil weniger Gülle mit Schleppschlauchverteiler ausgebracht wurde als angenommen und weil der Kanton mehr Arbeiten in Eigenleistungen übernehmen konnte als vorgesehen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Budget und Kosten Umsetzung Ressourcenprojekt Ammoniak Kanton Zürich

Bereich	Budget (Fr.)	Abrechnung Kosten (Fr.)	Bemerkungen
Projektleitung, Projektadministration	192'000	17'931	Mehrheitlich Eigenleistung Kanton
Massnahme M1	193'590	0	Alles Eigenleistung Kanton
Massnahme M2	24'212'912	16'559'306	
Massnahme M3	306'000	68'585	
Massnahme M4	300'000	128'350	
Total Massnahmen	25'012'502	16'756'241	
Beratung	5'000	0	Alles Eigenleistung Kanton
Umsetzungs- und Wirkungs- kontrolle	937'109	507'121	
Total	26'146'611	17'281'293	
Davon Bund		13 825 369	80%
Davon Kanton		3 455 924	20%

5.5 Beibehaltung der Wirkung nach Projektende

Der Bund fördert den Einsatz emissionsarmer Gülleausbringetechniken mit Ressourceneffizienzbeiträgen (REB) bis Ende 2019. Leider wird die bodenschonende Gülleausbringung mit Verschlauchung im Rahmen der REB nicht speziell gefördert. Während die Beteiligung der Zürcher Betriebe an den REB im ersten Jahr nach Projektende (2018) von 1'051 Betriebe gegenüber 1'375 Betriebe im Projekt sank, stiegen die Anmeldungen 2019 deutlich auf 1'515 Betriebe an und übersteigen damit die Beteiligung während dem Projekt. Es ist davon auszugehen, dass einige Betriebe ihre Gülle zwar emissionsarm ausbringen, sich aber aus verschiedenen Gründen nicht für die REB-Beiträge anmeldeten. Sei dies, weil sie z.B. nicht direktzahlungsberechtigt sind oder weil sie z.B. die drei Kilogramm Stickstoff pro Hektare in der Suisse-Bilanz nicht anrechnen lassen wollen. Welcher Anteil der Gülle bodenschonend mit Verschlauchung ausgebracht wird, wird ab 2018 nicht mehr erhoben und ist deshalb nicht bekannt. Mittelfristig muss mit einem Schleppschlauch-Obligatorium im Rahmen der Agrar- und Umweltpolitik gerechnet werden, was zur langfristigen Beibehaltung der Wirkung beitragen würde.

Die Abdeckung neuer Güllelager ist seit Projektstart auch im Kanton Zürich obligatorisch. Im Rahmen der Umsetzung des Massnahmenplans Luft werden Emissionslimiten für grosse Schweine- und Geflügelbetriebe¹² umgesetzt. Diese beiden Massnahmen tragen ebenfalls zur Limitierung der Emissionen und zu Beibehaltung der Wirkung bei. Die Abteilung Landwirtschaft hat des Weiteren mit der Teilrevision des kantonalen Landwirtschaftsgesetz von 2014 die Möglichkeit, freiwillige Mehraufwände von Betrieben für die Umsetzung von ammoniakreduzierender Massnahmen beim Bauen bis zu 50% abgelten zu können.

¹² Neubauten: < 650 kg NH₃/J; Umbauten: < 1300 kg NH₃/J

Seit 2018 setzt der Kanton Zürich zudem das Ressourcenprojekt N-Effizienz um. Erkenntnisse aus dem Ressourcenprojekt fliessen in dieses Projekt ein und werden gezielt im Hinblick auf eine effiziente und verlustarme landwirtschaftliche Bewirtschaftung weiterentwickelt. Die Optimierung des Hofdüngermanagements vom Stall bis zur Ausbringung, eine N-optimierte Fütterung von Schweinen und Rindvieh sowie die Reduktion von Ammoniakverlusten generell werden wichtige Themen im Fokus bleiben.

5.5.1 Fazit Beibehaltung der Wirkung nach Projektende

Die Aussicht, dass die Wirkung nach Projektende bestehen bleibt, ist aufgrund folgender Gegebenheiten vorhanden:

Die REB-Beiträge des Bundes für emissionsarme Gülleausbringung werden bis Ende 2019 ausbezahlt; die Umsetzung des Zürcher Massnahmenplans Luftreinhaltung erfolgt; das Ressourcenprojekt N-Effizienz im Kanton Zürich ist in Umsetzung und es besteht die Möglichkeit, dass der Einsatz des Schleppschlauchverteilers im Rahmen der Weiterentwicklung der Agrar- und Umweltpolitik vermehrt zwingend gefordert wird.

5.6 Fazit aus Sicht des Kantons

Sowohl auf bundes- wie auch auf kantonaler Ebene besteht hoher Handlungsbedarf, die Ziellücken bei der Reduktion der Ammoniakemissionen zu schliessen. Das Ressourcenprojekt Ammoniak war ein erster und wichtiger Beitrag, um die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft im Kanton Zürich zu senken. Auf den ersten Blick erstaunt die erreichte Reduktion von lediglich 7%; wurde doch aufgrund der Zielsetzung von -17% eine weitaus grössere Wirkung erwartet. Dies hat zum Teil auch damit zu tun, dass während der Projektdauer das offizielle Berechnungsmodell geändert wurde (siehe Kapitel 5.2.3). In einem groben Vergleich mit ähnlichen Projekten in anderen Kantonen, welche Emissionsreduktionen von -3% bis -11% erreichten, liegt der Kanton Zürich mit 7% im Mittelfeld (Tabelle 11). Bei der gesetzten Zielgrösse fällt jedoch der Kanton Zürich durch eine hohe Differenz auf. Das ursprüngliche Reduktionsziel wurde auch bei anderen Ackerbaukantonen eindeutig zu ehrgeizig festgelegt. Ebenfalls weist der Kanton Zürich mit Kosten von CHF 18.70 pro kg N-Emissionsreduktion pro Projektjahr eine grosse Differenz zu anderen Kantonen auf. Dies ist einerseits mit dem hohen Anteil mit Schleppschlauch ausgebrachter Gülle zu erklären. Denn mit 59% mit Schleppschlauchverteiler ausgebrachter Gülle liegt der Kanton Zürich an erster Stelle und klar über anderen Ackerbaukantonen wie den Kantonen Thurgau (48%) oder Waadt (40%). Andererseits hat der Kanton Zürich nicht nur einen Beitrag für die Ausbringung mit der Schleppschlauchtechnik bezahlt, sondern den doppelten Beitrag, wenn die Ausbringung mit Schleppschlauch und einer Verschlauchung erfolgte, was bei etwas mehr als der Hälfte der emissionsarm ausgebrachten Gülle gemacht wurde. Somit war der Kanton Zürich nebst dem Kanton Bern der einzige Kanton, welcher gleichzeitig auch die Bodenschonung förderte.

Weshalb zwei von vier Massnahmen (M3 Abdeckung Güllengruben und M4 einzelbetriebliche Massnahmen) kaum umgesetzt wurden in der Praxis, ist für den Kanton unklar. Dazu gibt das Projekt keine Angaben und müsste bei weiteren Arbeiten abgeklärt werden. Ebenfalls als Nachteil zeigte sich, dass sich die Beiträge lediglich auf die Investitionen bezogen und der Betriebsleiter betreffend Betriebskosten im Ungewissen gelassen wurde. Beiträge per se erzeugen also keine Wirkung. Sie müssen mit praxistauglichen, effektiven Massnahmen gekoppelt und durch entsprechende Beratung begleitet sein.

Positiv gewertet aus Sicht des Kantons wird die hohe Beteiligung der Zürcher Landwirtschaftsbetriebe. Dies bestätigt, dass das Interesse und der Wille der Bewirtschaftenden vorhanden sind, sich zu diesem Thema weiterzubilden und Massnahmen auf dem eigenen Betrieb umzusetzen. Die Betriebsleitenden sind sich bewusst, dass sie selber durch ihre Art der Bewirtschaftung etwas beitragen können. Dies gibt Ansporn, die Massnahmenpalette um weitere wirkungsvolle und praxis-

taugliche Massnahmen auf genereller und einzelbetrieblicher Ebene zu ergänzen und durch gezielte Beratung zu stärken.

Tabelle 11: Vergleich ausgewählter Kenngrössen verschiedener Kantone mit abgeschlossenen Ammoniak-Ressourcenprojekten ¹³

Ausgewählte Kenngrössen	AG	AI	AR	BE	FR	LU	NW	OW	SO	SZ	TG	UR	VD	ZG	ZH
Ammoniak-Reduktionsziel			-11%			-15%	-9%	-9%		-9%	20%	-9%	-11%	-9%	-17%
Effektiv erreichte Emissionsreduktion			-9%	-8%	-3%	-4.5%	-10%	-11%		-7%	-9%	-8%	-5.5%	-8%	-7%
Lücke Zielerreichung			2%			10%	-	-		2%	11%	1%	5.5%	-	10%
Anteil mit Schleppschlauch ausgebrachte Gülle	34%	28%	30%			43%	31%	26%	32%	48%	48%	28%	40%	51%	59%
Kosten (CHF) pro kg N-Emissionsreduktion pro Projektjahr			7.90	13.80*	9.40		9.50	9.50		9.50	6.90	9.50	4.50***	9.50	18.70*
Umgesetzte Massnahmen															
Hofdüngermanagement	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Einzelbetr. Agrammon-Berechnungen							X	X		X		X		X	
Schleppschlauch	X	X	X	X	X**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SS & Verschlauchung	X			X											X
Abdeckung bestehende offene Güllegruben	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Schweinefütterung				X	X				X						
Milchviehfütterung															
Abluftreinigungen Schweine & Geflügel				X			X	X		X	X	X		X	X
Reduzierte N-Bilanz						X									
Andere Einzelbetriebliche Optimierungen und Projekte			X	X	X		X	X	X	X		X		X	X

* Projekte mit spezifischer Förderung bodenschonender emissionsmindernder Ausbringverfahren hatten höhere Kosten pro kg nicht emittierten Ammoniak-Stickstoff.

** Im Gegensatz zu allen anderen Kantonen unterstützte FR den Kauf von Geräten, nicht die Ausbringung von Gülle

*** Aus den verfügbaren Angaben war nicht zu entnehmen, ob sich die Kosten auf die gesamten landwirtschaftlichen Ammoniak-N-Emissionen oder nur auf die N-Emissionen aus der Tierhaltung (in der Regel ca. 90% der Gesamtemissionen) beziehen.

Obwohl lediglich 66% des vorgesehenen Budgets verwendet wurde, sind CHF 17.3 Mio. Gesamtkosten eine beachtliche Summe für ein solches, sechsjähriges Projekt. Vergleicht man die Kosten pro kg N-Emissionsreduktion pro Projektjahr mit den Kosten in Projekten von anderen Kantonen mit ähnlichen Rahmenbedingungen ist ersichtlich, dass allenfalls ein gleicher Nutzen auch mit weniger Kosten möglich gewesen wäre. Diese Erkenntnis muss in zukünftige kantonale Projekte mit einfließen.

¹³ Daten aus Menzi 2018 (BAFU, nicht veröffentlicht),

www.ow.ch/dl.php/de/5857c2301bf01/Schlussbericht_Ressourcenprojekt_Ammoniak_Zentralschweiz_2015.PDF)

www.ammoniak.ch/files/Downloads/Ressourcenprojekte_WT_Ammoniak_180524.pdf

6 Literatur

- BAFU und BLW. (2008). *Umweltziele Landwirtschaft*.
- Grundlagen für die Düngung GRUD. (2017). *Agrarforschung*.
- Kant. Landwirtschaftsämter NW, OW, SZ, UR und ZG. (2009). *Projektgesuch Gemeinsames Ressourcenprojekt der Zentralschweizer Kantone UR, SZ, NW, OW und ZG zur Reduktion der Ammoniakverluste und Erhöhung der einzelbetrieblichen N-Effizienz*.
- Kupper, T., Bonjour, C., Achermann, B., Rihm, B., Zaucker, F., & Menzi, H. (2013). *Ammoniakemissionen in der Schweiz 1990-2010 und Prognose bis 2020*. BAFU.
- Mann, S. Z. (2012). *Welche Auswirkung hat die Umlagerung der tierbezogenen Direktzahlungen?* *Reckenholz: Agrarforschung* 3(06), 284-291.
- Raaflaub, M., Menzi, H., & Durgiai, B. (2012). *Wirtschaftliche Tragbarkeit baulicher Massnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen*. Zollikofen: HAFL.
- Seitler, E., Meier, M., & Thöni, L. (2018). *Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2017, Messbericht*. Bern: BAFU.
- Zentralschweizer Umweltdirektoren. (2007). *Zentralschweizer Massnahmenplan Luftreinhaltung II“ vom 21. Mai 2007*.

7 Anhang

Anhang 1: Umrechnung Strukturdaten Rindvieh in Tierkategorien AGRAMMON

Kategorie Rindvieh Strukturhebung	BLW-Code	Annahmen Umrechnung		Kat. Rindvieh in AGRAMMON	
		Nr. Tierkat.	AGRAMMON	Nr.	Bezeichnung
Milchkühe	1110	1		1	Milchkühe
Weibliche Tiere, über 730 Tage	1123	6		2	Jungvieh 1 -2 j
Männliche Tiere, über 730 Tage	1124	7		3	Jungvieh < 1j
Weibliche Tiere, über 365-730 Tage	1128	2		4	Mastkälber
Männliche Tiere, über 365 bis 730 Tage	1129	7		5	Mutterkühe
Weibliche Tiere, über 160 bis 365 Tage	1141	3		6	Rinder > 2 j
Weibliche Tiere, bis 160 Tage	1142	0.5 in 7, 0.5 in 4		7	Rindviehmast
Männliche Tiere, über 160 bis 365 Tage	1143	0.5 in 3, 0.25 in 7, 0.25 in 4		8	Vormastkälber
Männliche Tiere, bis 160 Tage	1144	0.5 in 7, 0.5 in 8			
Andere Kühe	1150	5			

Anhang 2: Emissionsabschätzung 2009 mit DYNAMO und mit AGRAMMON 5.0

	Ammoniakemissionen 2009 (t N/J)			
	DYNAMO	AGRAMMON 5.0	Differenz	
			%	t N/J
Milchvieh	1'082	1'193	+ 10%	+111
Übriges Rindvieh	517	646	+ 25 %	+129
Schweine	154	155	0%	+1
Geflügel	99	49	-51 %	-50
Übrige Tierarten	113	79	-30 %	-34
Total	1'965	2'122		+157
Weide	39	55	+41 %	+16
Stall/Laufhof	629	711	+13 %	+82
Hofdüngerlagerung	195	190	-2 %	-5
Hofdünger-Ausbringung	1100	1166	+6 %	+66
Total	1'965	2'122	+ 8 %	+157

Anhang 3: Übersicht über Parameter, welche für die Berechnung der Ammoniakemissionen 2017 gegenüber 2009 angepasst wurden

(Die vollständigen Agrammon-Datensätze 2009 und 2017 sind beim AWEL und beim ALN vorhanden)

Angepasster Parameter	2009	2017
Tierzahlen (aus den landwirtschaftlichen Strukturdaten)	s. Datensatz Agrammon 2009	s. Datensatz Agrammon 2017
Weitere emissionsmindernde Massnahmen im Stall und Laufhof bei Rindvieh, Schweinen und Geflügel, bei der Güllelagerung und bei der Gülle- und Mistausbringung (M1)	0%	3%
Anteil mit Schleppschlauchverteiler ausgebrachte Gülle (M2)	20%	59%
Anteil Gülle in ungedeckten Güllelagern (M3)	5%	4.5%
Anteil Geflügel und Schweine in Ställen mit Abluftreinigungsanlagen (Chemowäscher) (M4)	0%	5%