

Technische Parameter Modell Agrammon

Tierkategorien, Stickstoffausscheidungen der Tiere, Emissionsraten, Korrekturfaktoren

Thomas Kupper, Harald Menzi

Version 30.05.2013

Inhalt

1. Tierkategorien, Stickstoffausscheidung und Anteil löslicher Stickstoff in den Ausscheidungen	2
2. Emissionsraten	5
2.1 Tierhaltung	5
2.1.1 Weide	5
2.1.2 Stall und Laufhof	5
2.2 Hofdüngerlager	7
2.3 Hofdüngerausbringung	7
2.4 Pflanzenbau (Mineraldünger, Recyclingdünger, Emissionen der landw. Nutzfläche)	8
3. Korrekturfaktoren	8
3.1 Milchleistung von Milchkühen	8
3.2 Fütterung	8
3.2.1 Milchkühe	8
3.2.2 Schweine	9
3.3 Stall	11
3.3.1 Rindvieh	11
3.3.2 Schweine	11
3.3.3 Geflügel	11
3.4 Laufhof	12
3.5 Weide	12
3.6 Hofdüngerlagerung	13
3.6.1 Abdeckung der Güllegrube	13
3.6.2 Häufigkeit Aufrühren von Gülle	13
3.6.3 Abdeckung des Lagers von Geflügelmist oder -kot	13
3.7 Hofdüngerausbringung	13
3.7.1 Basis zur Berechnung der Ausbringverluste	13
3.7.2 Ausbringtechnik Gülle	14
3.7.3 Berücksichtigung von Tageszeit und Witterung bei der Ausbringung von Gülle	14
3.7.4 Berücksichtigung der Jahreszeit bei der Ausbringung von Gülle und Mist	14
3.7.5 Einarbeitung von Mist von Rindern oder Schweinen nach der Ausbringung	14
3.7.6 Einarbeitung von Geflügelmist nach der Ausbringung	15
4. Abkürzungen	16
5. Referenzen	17

1. Tierkategorien, Stickstoffausscheidung und Anteil löslicher Stickstoff in den Ausscheidungen

	Tierkategorie		Anfall kg N _{tot} /Jahr	Anteil N _{lös} %	Grundlage ¹
Rindvieh					
1.	Milchkühe (bei Milchleistung von 6500 kg pro Jahr)	Vollgülle	115	60	Flisch et al. (2009)
2.		Gülle kotarm (Produktion Gülle und Mist)	65.6	70	Flisch et al. (2009)
3.		Mist (Produktion Gülle und Mist)	49.5	46.7	Flisch et al. (2009)
4.		Laufstallmist (Tiefstreu / Tretmist)	115	60	Flisch et al. (2009)
5.	Aufzuchtrinder 1. Jahr	Vollgülle	25.0	60	Flisch et al. (2009)
6.		Gülle kotarm (Produktion Gülle und Mist)	14.3	70	Flisch et al. (2009)
7.		Mist (Produktion Gülle und Mist)	10.8	46.7	Flisch et al. (2009)
8.		Laufstallmist (Tiefstreu / Tretmist)	25.0	60	Flisch et al. (2009)
9.	Aufzuchtrinder 2. Jahr	Vollgülle	40.0	60	Flisch et al. (2009)
10.		Gülle kotarm (Produktion Gülle und Mist)	22.8	70	Flisch et al. (2009)
11.		Mist (Produktion Gülle und Mist)	17.2	46.7	Flisch et al. (2009)
12.		Laufstallmist (Tiefstreu / Tretmist)	40.0	60	Flisch et al. (2009)
13.	Aufzuchtrinder 3. Jahr	Vollgülle	55.0	60	Flisch et al. (2009)
14.		Gülle kotarm (Produktion Gülle und Mist)	31.4	70	Flisch et al. (2009)
15.		Mist (Produktion Gülle und Mist)	23.7	46.7	Flisch et al. (2009)
16.		Laufstallmist (Tiefstreu / Tretmist)	55.0	60	Flisch et al. (2009)
17.	Masttiere (Rindvieh- mast)	Vollgülle	33.0	60	Flisch et al. (2009)
18.		Gülle kotarm (Produktion Gülle und Mist)	19.8	70	Flisch et al. (2009)
19.		Mist (Produktion Gülle und Mist)	13.2	46.7	Flisch et al. (2009)
20.		Laufstallmist (Tiefstreu / Tretmist)	33.0	60	Flisch et al. (2009)
21.	Mastkälber	Vollgülle	13.0	60	Flisch et al. (2009)
22.		Gülle kotarm (Produktion Gülle und Mist)	7.4	70	Flisch et al. (2009)
23.		Mist (Produktion Gülle und Mist)	5.6	46.7	Flisch et al. (2009)
24.		Laufstallmist (Tiefstreu / Tretmist)	13.0	60	Flisch et al. (2009)
25.	Mutterkühe	Vollgülle	80.0	60	Flisch et al. (2009)
26.		Gülle kotarm (Produktion Gülle und Mist)	45.6	70	Flisch et al. (2009)
27.		Mist (Produktion Gülle und Mist)	34.4	46.7	Flisch et al. (2009)
28.		Laufstallmist (Tiefstreu / Tretmist)	80.0	60	Flisch et al. (2009)
29.	Mutterkuh- kälber	Vollgülle	34.0	60	Flisch et al. (2009)
30.		Gülle kotarm (Produktion Gülle und Mist)	20.4	70	Flisch et al. (2009)
31.		Mist (Produktion Gülle und Mist)	13.6	46.7	Flisch et al. (2009)
32.		Laufstallmist (Tiefstreu / Tretmist)	34.0	60	Flisch et al. (2009)

¹ Die Referenz gilt nur für den Anfall. Für den Anteil N_{lös}: vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon

	Tierkategorie			Einheit	Grundlage
Schweine					
33.	Säugende Sauen	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	70	% N_{tot}	Expertenschätzung ²
34.		Vollgülle	42.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
35.		Mistsysteme	42.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
36.	Galtsauen	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	70	% N_{tot}	Expertenschätzung ²
37.		Vollgülle	20.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
38.		Mistsysteme	20.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
39.	Remonten	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	70	% N_{tot}	Expertenschätzung ²
40.		Vollgülle	13.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
41.		Mistsysteme	13.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
42.	Ferkel abgesetzt bis 25 kg	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	70	% N_{tot}	Expertenschätzung ²
43.		Vollgülle	4.6	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
44.		Mistsysteme	4.6	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
45.	Eber	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	70	% N_{tot}	Expertenschätzung ²
46.		Vollgülle	18.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
47.		Mistsysteme	18.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
48.	Mastschweine >25 kg	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	70	% N_{tot}	Expertenschätzung ²
49.		Vollgülle	13.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
50.		Mistsysteme	13.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
Geflügel					
51.	Legehennen	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	60.0	% N_{tot}	Modellrechnung ³
52.		Hennenmist, -kot ⁴	0.80	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
53.	Junghennen	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	60	% N_{tot}	Modellrechnung ³
54.		Junghennenmist, -kot ⁴	0.31	kg N_{tot} / Jahr	Agridea,BLW (2011a)
55.	Mastpoulets	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	60	% N_{tot}	Modellrechnung ³
56.		Mist	0.45	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
57.	Masttruten	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	60	% N_{tot}	Modellrechnung ³
58.		Mist	1.4	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
59.	Anderes Geflügel	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	60	% N_{tot}	Modellrechnung ³
60.		Mist	0.6	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)

² Expertenschätzung H. Menzi, P. Spring (SHL Zollikofen) basierend auf Canh (1998)

³ Modellrechnungen basierend auf pers. Mitteilung R. Zweifel, Aviforum, Zollikofen

⁴ Mist fällt in Systemen mit Kotgrube oder Bodenhaltung, Kot in Systemen mit Kotbandentmischung an.

	Tierkategorie			Einheit	Grundlage
Pferde und übrige Equiden					
61.	Pferde >3 Jahre	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	40	% N_{tot}	Annahme Menzi, Reidy, 2004
62.		Mist	44.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
63.	Pferde <3 Jahre	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	40	% N_{tot}	Annahme Menzi, Reidy, 2004
64.		Mist	42.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
65.	Maultiere, Maulesel	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	40	% N_{tot}	Annahme Menzi, Reidy, 2004
66.		Mist	25.1	kg N_{tot} / Jahr	Agridea, BLW (2011a)
67.	Ponies, Kleinpferde, Esel	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	40	% N_{tot}	Annahme Menzi, Reidy, 2004
68.		Mist	15.7	kg N_{tot} / Jahr	Agridea, BLW (2011a)
Kleinwiederkäuer					
69.	Mastschafe	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	40	% N_{tot}	Annahme Menzi, Reidy, 2004
70.		Mist	15.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
71.	Milchschafe	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	40	% N_{tot}	Annahme Menzi, Reidy, 2004
72.		Mist	21.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)
73.	Ziegen	Ausscheidungen Anteil $N_{lös}$	40	% N_{tot}	Annahme Menzi, Reidy, 2004
74.		Mist	16.0	kg N_{tot} / Jahr	Flisch et al. (2009)

2. Emissionsraten

2.1 Tierhaltung

2.1.1 Weide

	Tierkategorie	ER	Einheit	Grundlage
75.	Rindvieh ⁵	8.3	% TAN	Bussink (1992, 1994)
76.	Schweine (Freilandhaltung)	20.0	% TAN	Sommer et al. (2001)
77.	Pferde und übrige Equiden, Kleinwiederkäuer ⁵	12.5	% TAN	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon

2.1.2 Stall und Laufhof

Stall

	Tierkategorie	System	ER	Einheit	Grundlage
78.	Rindvieh (alle Tierkategorien)	Laufställe ⁶	18.3	% TAN	Monteny (2000), UNECE (2007) ⁷
79.		Anbindeställe	6.7	% TAN	UNECE (2007) ⁷
80.		Tiefstreu / Tretmist ⁸	18.3	% TAN	Webb et al. (2012) ⁷
81.		Mehrfläche (nicht belegte Stallplätze) in Laufställen	pro 10% Mehrfläche: 5% Zunahme der Emission bis max. 50% Mehrfläche		Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
82.	Schweine (alle Tierkategorien)	Konventionelle Ställe	24.3	% TAN	Keck (1997)
83.		Labelställe mit Mehrflächenbucht und Auslauf	48.6	% TAN	Berry et al. (2005) Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
84.		Tiefstreu ⁸	48.6	% TAN	
85.	Legehennen Junghennen	Mist (Kotgrube, Bodenhaltung)	50.0	% TAN/UAN	UNECE (2007); Webb et al. (2012) ⁷
86.		Kot (Kotbandentmischung ohne Kotbandtrocknung)	25.0	% TAN/UAN	Webb et al. (2012) ⁷ , UNECE (2007)
86a	Legehennen, Junghennen	Kot (Kotbandentmischung mit Kotbandtrocknung)	10.0	% TAN/UAN	Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
87.	Mastpoulets Masttruten, anderes Geflügel	Mist	20.0	% TAN/UAN	Reidy et al. (2009) ⁷
88.	Pferde und übrige Equiden	Pferdemist ⁸	27.5	% TAN	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
89.	Kleinwiederkäuer	Tiefstreu ⁸	27.5	% TAN	

⁵ Je nach Weidedauer ändern sich die ER Stall (vgl. Ziff. 186-189; Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon)

⁶ Produktion von Vollgülle oder Gülle und Mist

⁷ vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon

⁸ Ausschliesslich Produktion von Mist; keine Produktion von Gülle

Laufhof

	Tierkategorie	System	ER	Einheit	Grundlage
90.	Rindvieh	Laufhof	70	% TAN _{excr}	Kaufmann, Keck (1997)
<i>Laufhof Laufstall</i>					
91.		Fütterung im Stall, Aufenthaltsdauer 1-2 h/Tag	10	Anfall Ausscheidungen im Laufhof in % ⁹	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
93.		Fütterung (Grundfutter) teilweise im Laufhof, Aufenthaltsdauer 3-4 h/Tag	20	Anfall Ausscheidungen Laufhof in % ⁹	
95.		Fütterung (Grundfutter) ganz im Laufhof, Aufenthaltsdauer >10 h/Tag	60	Anfall Ausscheidungen Laufhof in % ⁹	
<i>Laufhof Anbindestall</i>					
97.		Fütterung im Stall, Aufenthaltsdauer 1-4 h/Tag	10	Anfall der Ausscheidungen im Laufhof in % an denjenigen Tagen, an welchen sich die Tiere im Laufhof aufhalten.	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
98.		Fütterung (Grundfutter) teilweise im Laufhof, Aufenthaltsdauer 3-4 h/Tag	20		
99.	Legehennen, Junghennen, Mastpoulets, Masttruten, anderes Geflügel	Freilandauslauf	70	% TAN _{excr}	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon Menzi et al. (1997c)
100.	Legehennen	Freilandauslauf	12	Anfall der Ausscheidungen im Freilandauslauf in % an denjenigen Tagen, an welchen sich die Tiere im Freilandauslauf aufhalten.	
101.	Junghennen	Freilandauslauf	12		
102.	Mastpoulets, Masttruten, anderes Geflügel	Freilandauslauf	4		
103.	Pferde und übrige Equiden	Laufhof	35	% TAN _{excr}	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon

⁹ Gilt für diejenigen Tage, an welchen sich die Tiere im Laufhof aufhalten.



2.2 Hofdüngerlager¹⁰

	Tierkategorie		ER	Einheit	Grundlage
104.	Rindvieh	Vollgülle/Gülle	6	g N/m ² /Tag	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
105.		Mist	30	% TAN	EAGER Workshop Januar 2008
106.	Schweine	Gülle	8	g N/m ² /Tag	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
107.		Mist	50	% TAN	EAGER Workshop Januar 2008
108.	Legehennen, Junghennen, anderes Geflügel	Mist	25	% TAN	EAGER Workshop Januar 2008
109.		Kot	25	% TAN	EAGER Workshop Januar 2008
110.	Mastpoulets, Masttruten	Mist	10	% TAN	Reidy et al. (2009)
111.	Pferde und übrige Equiden, Kleinwiederkäuer	Mist	30	% TAN	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
112.	Alle Tierkategorien	Netto-Mineralisierung N _{org} zu TAN in Gülle	10	% N _{tot}	Dämmgen et al. (2006)
113.	Alle Tierkategorien ausser Geflügel	Netto-Immobilisierung von TAN im Mist	40	% TAN	Dämmgen et al. (2006)

2.3 Hofdüngerausbringung

	Tierkategorie	Hofdünger	ER	Einheit	Grundlage
114.	Rindvieh	Vollgülle/Gülle	50	% TAN	Sommer et al. (2001b), Sogaard et al. (2002), Menzi et al. (1998), Menzi et al. (1997a)
115.		Mist	80	% TAN	Webb et al. (2012)
116.	Schweine	Vollgülle/Gülle	35	% TAN	Sogaard et al. (2002)
117.		Mist	60	% TAN	Webb et al. (2012)
	Geflügel	Mist oder Kot	40	% TAN	Webb et al. (2012)
118.	Legehennen, Junghennen				
119.	Mastpoulets,-truten				
120.	Anderes Geflügel				
121.	Pferde und übrige Equiden, Kleinwiederkäuer	Mist	70	% TAN	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
122.	Alle Tierkategorien	Gärgülle	53	% TAN	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon

¹⁰ Als Hofdüngerlager gelten Einrichtungen zur Lagerung von Gülle und Mist ausserhalb der Ställe. Vorgruben, Kanäle u.ä. in Ställen gehören nicht zum Hofdüngerlager.

2.4 Pflanzenbau (Mineraldünger, Recyclingdünger, Emissionen der landw. Nutzfläche)

	Kategorie	ER	Einheit	Grundlage
123.	Harnstoff	15	% N _{tot}	Van der Weerden und Jarvis (1997)
124.	Übrige mineralische N-Dünger	2	% N _{tot}	
125.	Kompost und festes Gärgut von gewerblich-industriellen Anlagen	80	% TAN	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
126.	Flüssiges Gärgut von gewerblich-industriellen Anlagen	42*	% TAN	
127.	Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN)	2	kg NH ₃ -N / ha LN und Jahr	Schjoerring und Mattsson (2001)

* Gilt für die Ausbringung mittels Schleppschlauch.

3. Korrekturfaktoren

3.1 Milchleistung von Milchkühen

	Milchleistung	KF**	Einheit	Grundlage
128.	Milchleistung pro 1000 kg pro Jahr höher als 6500 kg*	102	%	Flisch et al. (2009)
129.	Milchleistung pro 1000 kg pro Jahr niedriger als 6500 kg	90	%	Flisch et al. (2009)

* Basiswert Milchleistung: 6500 kg pro Jahr

** KF >100 %: Zunahme der N-Ausscheidung, KF < 100 %: Reduktion der N-Ausscheidung

3.2 Fütterung

3.2.1 Milchkühe

Korrektur der N-Ausscheidung bei Fütterung von Heu, Silage, Kartoffeln und Futterrüben

	Sommerfütterung*	KF**	Einheit	Grundlage
130.	Heu/Emd	95	%	Berechnet mit Hilfe der Standardration, welche zur Berechnung der N-Ausscheidungen in Flisch et al. (2009) verwendet wurde
131.	Maissilage	92	%	
132.	Maiswürfel	96	%	

* Dauer der Sommerfütterung: 200 Tage (Anteil 55 % des Jahres)

** KF >100 %: Zunahme der N-Ausscheidung, KF < 100 %: Reduktion der N-Ausscheidung

	Winterfütterung*	KF**	Einheit	Grundlage
133.	Grassilage	102.7	%	Berechnet mit Hilfe der Standardration, welche zur Berechnung der N-Ausscheidungen in Flisch et al. (2009) verwendet wurde
134.	Maissilage	98.4	%	
135.	Maiswürfel	98.6	%	
136.	Kartoffeln	101.0	%	
137.	Futterrüben	101.9	%	

* Dauer der Sommerfütterung bzw. Winterfütterung: 200 bzw. 165 Tage (Anteil 55 % bzw. 45 % des Jahres)

** KF >100 %: Zunahme der N-Ausscheidung, KF < 100 %: Reduktion der N-Ausscheidung

Berechnung der prozentualen Veränderung der N-Ausscheidung bei Fütterung von Kraftfutter mittels Regression

		a+	b*x	Grundlage
138.	Sommerfütterung	1.0331	-0.0331	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
139.	Winterfütterung	1.0368	-0.0184	

* Basiswerte: Sommerfütterung: 1 kg pro Tag, Winterfütterung: 2 kg pro Tag

3.2.2 Schweine

Standardgehalte des Futters

	Tierkategorie		Einheit	Grundlage
140.	Galtsauen/Eber	14.5	% Rohprotein	Rohprotein Gehalt von Standardfutter nach Flisch et al. (2009), Agridea, BLW (2011b)
141.	Säugende Sauen	16.5	% Rohprotein	
142.	Absetzferkel	17.5	% Rohprotein	
143.	Mastschweine	17.0	% Rohprotein	
144.	Galtsauen/Eber	11.9	MJ VES	VES Gehalt von Standardfutter nach Agridea, BLW (2011b)
145.	Säugende Sauen	13.5	MJ VES	
146.	Absetzferkel	13.5	MJ VES	
147.	Mastschweine	13.5	MJ VES	

Reduktion der N-Ausscheidung pro Gramm Reduktion des Rohproteingehalts des Futters

	Tierkategorie	KF*	Einheit	Grundlage
148.	Galtsauen	-0.72	%	Agridea, BLW (2011b)
149.	Eber	-0.72	%	
150.	Säugende Sauen	-0.72	%	
151.	Abgesetzte Ferkel	-0.90	%	
152.	Mastschweine	-0.72	%	

* KF negativ: Reduktion der Ammoniakemissionen

Minimaler N-Anfall

	Tierkategorie	*	Einheit	Grundlage
153.	Galtsauen	17.9	kg N _{tot} / Jahr	Agridea, BLW (2011b)
154.	Eber	16.0	kg N _{tot} / Jahr	
155.	Säugende Sauen	37.5	kg N _{tot} / Jahr	
156.	Abgesetzte Ferkel	4.0	kg N _{tot} / Jahr	
157.	Mastschweine	8.5	kg N _{tot} / Jahr	

* Wert N_{ges} nach Agridea, BLW (2011b) dividiert durch 0.8 gemäss Definition von N_{ges} für Schweine nach Agridea, BLW (2011a)

Berechnung des Futteranteils pro Mastphase am Gesamtverzehr über die gesamte Mastdauer bei Phasenfütterung der Mastschweine

	2-Phasenfütterung		Einheit	Grundlage
158.	Anteil des Futters von Phase 1 am Gesamtverzehr über die gesamte Mastdauer	35.9	%	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
159.	Anteil des Futters von Phase 2 am Gesamtverzehr über die gesamte Mastdauer	64.1	%	

	3-Phasenfütterung		Einheit	Grundlage
160.	Anteil des Futters von Phase 1 am Gesamtverzehr über die gesamte Mastdauer	15.1	%	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
161.	Anteil des Futters von Phase 2 am Gesamtverzehr über die gesamte Mastdauer	32.1	%	
162.	Anteil des Futters von Phase 3 am Gesamtverzehr über die gesamte Mastdauer	52.8	%	

3.3 Stall

3.3.1 Rindvieh

	Tierkategorie	Emissionsmindernde Massnahme	KF*	Einheit	Grundlage
163.	Rindvieh	Gerillter Boden und gezahnter Kotschieber im Laufstall	75	%	Emissionsmindernde Massnahme (Kategorie 1) nach UNECE (2007) für Stallsysteme mit Teilspaltenböden

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.3.2 Schweine

Korrektur der Ammoniakemissionen für Stallsysteme mit Teilspaltenböden

	Tierkategorie	Emissionsmindernde Massnahmen	KF*	Einheit	Grundlage
164.	Schweine	mit Kotschieber; Betonspaltenboden	60	%	Emissionsmindernde Massnahmen (Kategorie 1) nach UNECE (2007) für Stallsysteme mit Teilspaltenböden
165.		mit Kotschieber; Metallspaltenboden	50	%	
166.		mit Spülkanälen; keine Belüftung	50	%	
167.		mit Spülkanälen; Belüftung	40	%	
168.		mit Spülrinnen/-rohren; keine Belüftung	40	%	
169.		mit Spülrinnen/-rohren; Belüftung	40	%	
170.		mit Güllekanal/geneigten Seitenwänden/ Betonspaltenboden	40	%	
171.		mit Güllekanal/geneigten Seitenwänden/ Metallspaltenboden	35	%	

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

Korrektur der Ammoniakemissionen von Ställe mit Abluftreinigung

	Tierkategorie	Abluftreinigung: Typ	KF*	Einheit	Grundlage
172.	Schweine	Chemischer Wäscher	10	%	Emissionsmindernde Massnahmen (Kategorie 1) nach UNECE (2007)
173.		Biowäscher	30	%	

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.3.3 Geflügel

Korrektur der Ammoniakemissionen von Ställen in Abhängigkeit des Tränkesystems

	Tierkategorie	Tränkesystem	KF*	Einheit	Grundlage
174.	Geflügel	Tränkenippel	100	%	Basisvariante
175.		Wasserbehälter	120	%	vgl. Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

Korrektur der Ammoniakemissionen von Geflügelställen mit Kotbandentmistung

	Tierkategorie	Entmistungintervall	KF*	Einheit	Grundlage
176.	Legehennen, Junghennen	Weniger als 2 mal pro Monat	120	%	Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
177.		2 mal pro Monat	100	%	
178.		3 bis 4 mal pro Monat	80	%	
179.		Mehr als 4 mal pro Monat	60	%	

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

Korrektur der Ammoniakemissionen von Ställen mit Abluftreinigung

	Tierkategorie	Abluftreinigung: Typ	KF*	Einheit	Grundlage
180.	Geflügel	Chemischer Wäscher	10	%	Angepasst nach UNECE (2007)
181.		Biowäscher	30	%	

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.4 Laufhof

Korrektur der Ammoniakemissionen in Abhängigkeit des Laufhofbodens

	Tierkategorie	Boden Laufhof	KF*	Einheit	Grundlage
182.	Rindvieh, Pferde und andere Equiden	Boden planbefestigt	100	%	Basisvariante
183.		Boden unbefestigt	50	%	Empirische Annahme Reidy/Menzi: 50% von TAN wird durch die Oberfläche absorbiert
184.	Rindvieh	Boden perforiert**	25	%	Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
185.	Rindvieh, Pferde und andere Equiden	Weide als Winterauslauf	10	%	Empirische Annahme Reidy/Menzi: Verluste wie auf Weide

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

** Nur anwendbar bei regelmässiger Reinigung des Bodens bzw. durchlässigen Öffnungen des Bodens sowie Nutzung des Raums unterhalb des perforierten Bodens zur Lagerung eines wesentlichen Teils der Gülle des Betriebs.

3.5 Weide

Korrektur der Emissionsraten Stall an Weidetagen

	Tierkategorie	Weidedauer	KF*	Einheit	Grundlage
186.	Rindvieh, Pferde und andere Equiden sowie Kleinwiederkäuer	<5 Stunden/Tag	110	%	Phillips et al. (1998), Gilhespy et al. (2006)
187.		5 bis <12 Stunden/Tag	140	%	
188.		12 bis <22 Stunden/Tag	200	%	
189.		≥22 Stunden/Tag	250	%	

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.6 Hofdüngerlagerung

3.6.1 Abdeckung der Güllegrube

	Abdeckung der Güllegrube	KF*	Einheit	Grundlage
190.	Keine Abdeckung	100	%	Basisvariante (UNECE, 2007)
191.	Fest (Beton, Holz)	10	%	Abgeleitet aus UNECE (2007)
192.	Perforiert**	60	%	Empirische Annahme Reidy/Menzi
193.	Folien / Folienzelt	40	%	Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
194.	Schwimmfolie	20	%	
195.	Natürliche Schwimmschicht	60	%	UNECE (2007)

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

** nur anwendbar in Kombination mit einem Laufhof mit perforierter Abdeckung

3.6.2 Häufigkeit Aufrühren von Gülle

	Häufigkeit Aufrühren von Gülle	KF*	Einheit	Grundlage
196.	max. 2 mal jährlich	90	%	Grundlage DeBode (1990), Sommer et al. (1993), Menzi et al. (1997a), Schwimmschicht nimmt nicht proportional zum Rühren ab
197.	3-6 mal pro Jahr	95	%	
198.	7-12 mal pro Jahr	100	%	Basisvariante
199.	13-20 mal pro Jahr	110	%	Empirische Annahme Reidy/Menzi, ca. 2% TAN Verlust pro Aufrühren
200.	21-30 mal pro Jahr	120	%	
201.	>30 mal pro Jahr	130	%	

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.6.3 Abdeckung des Lagers von Mist

	Abdeckung	KF*	Einheit	Grundlage
202.	Keine Abdeckung	100	%	Basisvariante
202a	Abdeckung: Rindermist	50	%	Chadwick (2005), Sagoo et al. (2006)
202b	Abdeckung: Schweinemist	25	%	Sagoo et al. (2006)
202c	Abdeckung: Geflügelmist/-kot	25	%	Sagoo et al. (2006, 2007)

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.7 Hofdüngerausbringung

3.7.1 Basis zur Berechnung der Ausbringverluste

	Parameter		Einheit	Grundlage
203.	Menge	30	m ³ pro Gabe und ha	Menzi und Katz (1997)
204.	TAN Gehalt der Gülle	1.15	kg TAN / m ³	Flisch et al. (2009)
205.	Sättigungsdefizit der Luft	4.2	%	Menzi et al. (1998)

3.7.2 Ausbringtechnik Gülle

	Ausbringtechnik Gülle	KF*	Einheit	Grundlage
206.	Prallteller/Werfer	100	%	Basisvariante UNECE (2007)
207.	Schleppschlauch	70	%	UNECE (2007)
208.	Gülledrill	30	%	UNECE (2007)
209.	Tiefe Injektion	20	%	UNECE (2007)
210.	Schleppschuh	50	%	Frick und Menzi (1997)

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.7.3 Berücksichtigung von Tageszeit und Witterung bei der Ausbringung von Gülle

	Massnahme	KF*	Einheit	Grundlage
211.	Ausbringen der Gülle nach 18h00	80	%	Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
	Ausbringen an für die Jahreszeit besonders warmen Tagen			
212.	häufig	105	%	
213.	manchmal	100	%	Basisvariante
214.	selten	98	%	Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
215.	nie	96	%	

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.7.4 Berücksichtigung der Jahreszeit bei der Ausbringung von Gülle und Mist

	Massnahme	KF*	Einheit	Grundlage
216.	Ausbringung im Sommer (Juni, Juli, August)	115	%	Dokumentation Technische Parameter Modell Agrammon
217.	Ausbringung von September bis und mit Mai	95	%	

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

3.7.5 Einarbeitung von Mist von Rindern oder Schweinen nach der Ausbringung

	Zeitpunkt der Einarbeitung nach dem Ausbringen	KF*	Einheit	Grundlage
218.	innerhalb von 1 Stunde	10	%	UNECE (2007)
219.	innerhalb von 4 Stunden	30	%	UNECE (2007)
220.	innerhalb von 8 Stunden**	50	%	UNECE (2007)
221.	innerhalb von 1 Tag	65	%	UNECE (2007)
222.	innerhalb von 3 Tagen	80	%	empirische Annahme
223.	innerhalb von mehr als 3 Tagen	90	%	empirische Annahme
224.	Keine Einarbeitung	100	%	Basisvariante

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

** gemäss UNECE (2007) Einarbeitung innerhalb von 12 Stunden

3.7.6 Einarbeitung von Geflügelmist nach der Ausbringung

	Zeitpunkt der Einarbeitung nach dem Ausbringen	KF*	Einheit	Grundlage
225.	innerhalb von 1 Stunde	5	%	UNECE (2007)
226.	innerhalb von 4 Stunden	20	%	UNECE (2007)
227.	innerhalb von 8 Stunden**	30	%	UNECE (2007)
228.	innerhalb von 1 Tag	45	%	UNECE (2007)
229.	innerhalb von 3 Tagen	70	%	empirische Annahme
230.	innerhalb von mehr als 3 Tagen	90	%	empirische Annahme
231.	Keine Einarbeitung	100	%	Basisvariante

* KF >100 %: Zunahme der Emissionen, KF < 100 %: Reduktion der Emissionen

** gemäss UNECE (2007) Einarbeitung innerhalb von 12 Stunden

4. Abkürzungen

ER	Emissionsrate
KF	Korrekturfaktor
N	Stickstoff
NH ₃ -N	Ammoniakstickstoff
N _{lös}	Löslicher Stickstoff (Ammonium und Nitrat)
N _{org}	Organischer Stickstoff
N _{tot}	Gesamtstickstoff
TAN	Englisch: T otal A mmoniacal N itrogen (NH ₃ -N + NH ₄ -N). TAN ist dem löslichen Stickstoff gleichzusetzen, da der Gehalt an Nitrat in den Hofdüngern sehr niedrig ist.
TAN _{excr}	Ausgeschiedener löslicher Stickstoff
UAN	Harnsäure Stickstoff (engl. U ric A cid N itrogen)
VES	Verdauliche Energie Schwein

5. Referenzen

- Agridea, BLW. 2011a. Wegleitung Suisse-Bilanz. Auflage 1.9, August 2011. Agridea, Lindau. Bundesamt für Landwirtschaft, BLW, Bern.
- Agridea, BLW. 2011b. Weisungen zur Berücksichtigung von nährstoffreduziertem Futter in der Suisse-Bilanz Zusatzmodul 6: Lineare Korrektur nach Futtergehalten, Zusatzmodul 7: Import/Export-Bilanz; Auflage 1.4, September 2011. Agridea, Lindau. Bundesamt für Landwirtschaft, BLW, Bern.
- Berry, N., Zeyer, K., Emmenegger, L., Keck, M. 2005. Emissionen von Staub (PM10) und Ammoniak (NH₃) aus traditionellen und neuen Stallsystemen mit Untersuchungen im Bereich der Mastschweinehaltung. Dübendorf: Agroscope FAT Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen, Empa, Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Überlandstrasse 129, CH-8600 Dübendorf.
- Bussink, D.W. 1994. Relationships between ammonia volatilization and nitrogen-fertilizer application rate, intake and excretion of herbage nitrogen by cattle on grazed swards. *Fertilizer Research* 38(2), 111-121.
- Bussink, D.W. 1992. Ammonia volatilization from grassland receiving nitrogen-fertilizer and rotationally grazed by dairy-cattle. *Fertilizer Research* 33(3), 257-265.
- Canh, T.T. 1998. Ammonia emission from excreta of growing-finishing pigs as affected by dietary composition. Dissertation. Wageningen.
- Chadwick, D.R. 2005. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from cattle manure heaps: effect of compaction and covering. *Atmospheric Environment* 39(4): 787-799.
- Dämmgen, U., Lüttich, M., Haenel, H.-D., Döhler, H., Eurich-Menden, B., Osterburg, B. 2006. Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2007 für 2005 - Methoden und Daten (GAS-EM). Federal Agricultural Research Centre (FAL), Institute of Agroecology, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany.
- De Bode, M.J.C. 1990. Odour and ammonia emissions from manure storage. In: Nielsen, V. C., Voorburg, J. H., L'Hermite, P., (eds.). *Livestock Farming*. Elsevier Applied Science. pp 59-66.
- Flisch, R., Sinaj, S., Charles, R., Richner, W. 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau - Kapitel 11-14. *Agrarforschung* 16(2), 50-71.
- Gilhespy, S., Webb, J., Retter, A., Chadwick, D. 2006. Dependence of ammonia emissions from housing on the time cattle spent inside. *Journal of Environmental Quality* 35(5): 1659-1667.
- Kaufmann, R., Keck, M. 1997. Reinigung befestigter Laufhöfe. Geringere Arbeitszeit, Kosten und Umweltbelastung dank optimierter Verfahrenstechnik- FAT-Berichte Nr. 497.
- Keck, M. 1997. Beeinflussung von Raumluftqualität und Ammoniakemission aus der Schweinehaltung durch verfahrenstechnische Massnahmen. Forschungsbericht Agrartechnik, 299. Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim.
- Kulling, D.R., Menzi, H., Sutter, F., Lischer, P., Kreuzer, M. 2003. Ammonia, nitrous oxide and methane emissions from differently stored dairy manure derived from grass- and hay-based rations. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65(1), 13-22.
- Loretz, C., Hauser, R. 1997. Behornte Ziegen im Laufstall? Zusätzliche Fressplätze reduzieren Probleme der rangtiefen Tiere. FAT-Berichte 606.

- Menzi, H., Katz, P.E. 1997. A differentiated approach to calculate ammonia emissions from animal husbandry. In: Voermans, J.A.M. and Monteny, G.J. (Eds): Ammonia and odour emissions from animal production facilities, Proc. International Symposium, Vinkeloord, NL, 6-10 October 1997, 35-42.
- Menzi, H., Frick, R., Kaufmann, R. 1997a. Ammoniak-Emissionen in der Schweiz: Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Schriftenreihe der FAL 26. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich Reckenholz, 107 S.
- Menzi, H., Katz, P. E., Fahrni, M., Neftel, A., Frick, R. 1998. A simple empirical model based on regression analysis to estimate ammonia emissions after manure application. Atmospheric Environment 32(3), 301-307.
- Menzi, H., Keller, M., Katz, P., Fahrni, M., Neftel, A. 1997b. Ammoniakverluste nach der Anwendung von Mist. Agrarforschung 4(8), 328-331.
- Menzi, H., Shariatmadari, H., Meierhans, D., Wiedmer, H. 1997c. Nähr- und Schadstoffbelastung von Geflügelausläufen. Agrarforschung 4(9), 361-364.
- Messner, H. 1988. Düngewirkung anaerob fermentierter und unbehandelter Gülle, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der Technischen Universität München.
- Monteny, G.J. 2000. Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. Thesis Wageningen University.
- Phillips, V.R., Bishop, S.J., Price, J.S., You, S. 1998. Summer emissions of ammonia from a slurry-based, UK, dairy cow house. Bioresource Technology 65(3): 213-219.
- Reidy, B., Webb, J., Missetbrook, T.H., Menzi, H., Luesink, H.H., Hutchings, N.J., Eurich-Menden, B., Doher, H., Dammgen, U. 2009. Comparison of models used for national agricultural ammonia emission inventories in Europe: Litter-based manure systems. Atmospheric Environment 43(9): 1632-1640.
- Sagoo, E., Williams, J.R., Chambers, B.J., Chadwick, D.R. 2006. Defra Project WA0716, Management Techniques to Minimise Ammonia Emissions from Solid Manures. Final Report to Defra, London. ADAS Gleadthorpe Research Centre. Mansfield, Notts. NG20 9PF pp 35.
- Sagoo, E., Williams, J.R., Chambers, B.J., Boyles, L.O., Matthews, R., Chadwick, D.R. 2007. Integrated management practices to minimise losses and maximise the crop nitrogen value of broiler litter. Biosystems Engineering 97(4): 512-519.
- Schjoerring, J. K., Mattsson, M. 2001. Quantification of ammonia exchange between agricultural cropland and the atmosphere: measurements over two complete growth cycles of oilseed rape, wheat, barley and pea. Plant and Soil 228(1), 105-115.
- Sommer, S.G., Christensen, B.T., Nielsen, N.E., Schjoerring, J.K. 1993. Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry - effect of surface cover. Journal of Agricultural Science 121, 63-71.
- Sommer, S.G., Sogaard, H.T., Moller, H. B., Morsing, S. 2001a. Ammonia volatilization from sows on grassland. Atmospheric Environment 35(11), 2023-2032.
- Sommer, S.G., Hutchings, N.J., Carton, OT. 2001b. Ammonia losses from field applied animal manure. DIAS Report No. 60.
- Sogaard, H.T., Sommer, S.G., Hutchings, N.J., Huijsmans, J.F.M., Bussink, D.W., Nicholson, F. 2002. Ammonia volatilization from field-applied animal slurry - the Alfam Model. Atmospheric Environment 36(20), 3309-3319.

UNECE. 2007. Guidance document on control techniques for Preserving and abating emissions of ammonia. United Nations Economic and Social Council, Geneva, Switzerland (<http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/G07/237/85/PDF/G0723785.pdf?OpenElement>)

Vanderweerden, T.J., Jarvis, S.C. 1997. Ammonia emission factors for N fertilizers applied to two contrasting grassland soils. *Environmental Pollution* 95(2), 205-211.

Webb, J., Sommer, S.G., Kupper, T., Groenestein, C.M., Hutchings, N., Eurich-Menden, B., Rodhe, L., Misselbrook, T., Amon, B. 2012. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane during the management of solid manures. A review. In: Lichtfouse, E., (eds.). *Agroecology and Strategies for Climate Change*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag GmbH. pp 67-108.