

Tierschutz und TIHALO II - Nutztierschutzrelevante Aspekte aus der TIHALO II Studie

Andreas Zentner^{1*}

Zusammenfassung

Da die Landwirtschaft (vor allem die tierhaltenden Betriebe) für 94 % der Ammoniakemissionen verantwortlich ist und sich Österreich zur Reduktion dieser um 12 % bis 2030 verpflichtet hat, müssen effiziente Minderungsmaßnahmen gesetzt werden. Dazu ist es notwendig, die gesamte Wirtschaftskette, von der Tierhaltung, Stallmanagement, Entmistung, Güllelagerung, bis hin zur Gülleausbringung zu berücksichtigen. Um die effizientesten Umsetzungsmaßnahmen identifizieren zu können, bedarf es aktueller Daten, damit die österreichische Luftschadstoffinventur nicht mit Standardwerten gerechnet werden muss. Aus diesem Grund wurde 2016 - 2017 die TIHALO II - Studie durchgeführt, bei der mittels eines Fragebogens 5000 landwirtschaftliche Betriebe über deren Tierhaltung und ihr Wirtschaftsdüngermanagement befragt wurden. Diese nun vorliegenden Ergebnisse werden zur Berechnung der österreichischen Luftschadstoffinventur verwendet. Aus diesen Daten können aber nicht nur zukunftsweisende Methoden zur Reduzierung von Ammoniakemissionen erarbeitet werden, sondern sie bieten auch einen genaueren Einblick in die österreichische Tierhaltung. Somit können aktuelle tierschutzrelevante Aspekte aus diesen Daten gewonnen und für weitere Forschungszwecke verwendet werden.

Schlagwörter: Emissionen, Tierschutz, TIHALO, Tierhaltung, Minderungsmaßnahmen

Summary

The agriculture (especially animal farms) is responsible for 94 % of the ammoniated emissions and Austria has committed itself to reduce this amount by 12 % till 2030, so effective reduction measures have to be implemented.

The greatest potentials lie in the area of housing systems and dung removal, liquid manure storage and spreading of manure.

In order to identify these and to implement them, it requires current data, so the Austrian Air Emissions Inventory are not calculated with standard values. That's why the realisation of the TIHALO II - study was extremely important.

It was carried out in 5000 animal-keeping farms by means of a questionnaire. These results, which were collected in 2016 to 2017 are the foundation for the Austrian Air Emissions Inventory. But not only methods to reduce emissions can be compiled, we can also give an exact insight into the austrian animal keeping conditions. Therefore topical aspects relevant for protection of animals can be won and can be used for research purposes.

Keywords: Emissions, animal welfare, TIHALO, animal housing, reduction measures

1 Einleitung

Emissionen sind derzeit ein brisantes Thema im Bereich Umwelt und Landwirtschaft. Pro Jahr gehen der österreichischen Landwirtschaft rund 66000 t Stickstoff in Form von Ammoniak verloren. Davon werden über 90 % von der Landwirtschaft produziert. Dies entspricht wiederum einem mittleren Verlust von ca. 45 kg Stickstoff/ha. Diese Verluste haben nicht nur eine hohe wirtschaftliche Bedeutung, sondern können über den Umweg „Feinstaub“ auch die menschliche Gesundheit, empfindliche Ökosysteme sowie die Nutztiere selbst beeinträchtigen!

Österreich hat sich im Rahmen der NEC-Richtlinien dazu verpflichtet, 12 % der Ammoniakemissionen bis 2030 einzusparen (das Basisjahr ist 2005). Dabei soll bis 2020 bereits 1 % eingespart werden.

Weiters besteht die Verpflichtung zur Erstellung von jährlichen Inventuren (OLI), durchgeführt vom Umweltbundesamt. Ohne aktuelle Daten werden hierbei Standardwerte zur

Berechnung herangezogen, welche die Emissionen deutlich überbewerten (*Abbildung 1*).

Dazu wurde im November 2016 ein eigens erarbeiteter Fragebogen in schriftlicher sowie in Onlineform zum Thema „Tierhaltung in Österreich - Wirtschaftsdüngermanagement“ an 5000 landwirtschaftliche Betriebe in Österreich ausgesendet, um relevante und aktuelle Daten dazu zu erheben. Die Ergebnisse daraus liegen seit dem Frühjahr 2018 vor. Enthalten waren Fragen zu den Bereichen Tierart, Tierhaltung, Entmistung, Wirtschaftsdüngerlagerung und Wirtschaftsdüngerausbringung. Im Rahmen dieser Nutztierschutztagung konzentrieren wir uns aber vermehrt auf den Bereich „Haltung von Nutztieren“, da wir neben emissionsrelevanten, auch aktuelle Daten zur Haltung von Nutztieren daraus verwenden können.

Verbesserungen in Sachen Tierhaltung (größere Bewegungsfreiräume,...) verschlechtern aber oftmals die emissionsmindernden Wirkungen. So zum Beispiel bei der Laufstallhaltung. Diese Systeme, welche natürlich sehr

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Dipl.-Ing. Andreas ZENTNER, E-mail: andreas.zentner(at)raumberg-gumpenstein.at



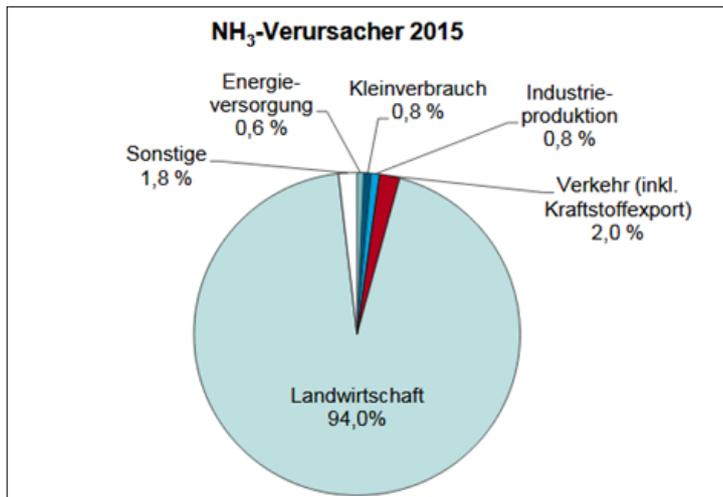


Abbildung 1: NH₃-Emissionen in Österreich 1990-2015 (UBA, 2017)

positiv auf das Tierverhalten und Tierwohl wirken, vergrößern jedoch den emissionsaktiven Bereich und steigern so die Ammoniakabgasungen. Was nicht heißen soll, dass wir wieder zurück zur Anbindehaltung gehen, sondern neue Möglichkeiten finden wollen, um Emissionenminderung und Tierwohl bestmöglich zu vereinen.

2 Tierschutzrelevante Bereiche aus der TIHALO-Studie

In diesem Kapitel werden Ergebnisse aus den unterschiedlichen Tierhaltungsbereichen erläutert. Erhebungen zu Haltung, Auslauf und Fütterung aus TIHALO II stehen dabei im Vordergrund.

Um den Rahmen dieser Veranstaltung nicht zu sprengen, wird nur auf die wesentlichsten Ergebnisse eingegangen. Die ergänzenden und fertigen Ergebnisse werden im noch zu bearbeitenden Abschlussbericht 2018 veröffentlicht. Die dargestellten Daten stammen ausschließlich aus der TIHALO II-Erhebung.

2.1 Allgemeine Daten

Betriebe in den NUTS1-Regionen:

NUTS1-1	NUTS1-2	NUTS1-3
1.303	1.427	2.270

Nuts1-1=Ostösterreich (Bgl, Nö, Wien)

Nuts1-2=Südösterreich (Ktn, Stmk)

Nuts1-3=Westösterreich (Oö, Sbg, Tirol, Vbg)

Nach der Erhebung und Eingabe der Fragebögen konnte ein Rücklauf von 37 %, welche 1.851 Betriebe von 5.000 kon-

Tabelle 2: Anteil der Rinder in den jeweiligen Lauf- und Anbindestallsystemen in %

Tierkategorie	BoxLauf/ Gülle	BoxLauf/ Festmist/Jauche	Tieflauf	Tretmist	Kompost	Vollspalten	Iglu	Anbinde/ Gülle	Anbinde/ Jauche
Milchkühe > 2 Jahre	54	5	2	2	1			8	28
Mutterkühe > 2 Jahre	34	11	15	15				4	21
Kalbinnen > 2 Jahre	39	5	9	8		3		6	30
Ochsen > 2 Jahre	20	8	25	6		28			13
Kalbinnen (Zucht) 1 – 2 Jahre	39	5	16	11		3		4	22
Kalbinnen (Mast) 1 – 2 Jahre	15	2	25	13		21		4	20
Schlachtkälber -300 kg	11	20	32	21	2	8	6		

taktierten Betrieben darstellen, verzeichnet werden. Dieses Ergebnis ist somit als sehr gut zu bewerten.

Aufteilung nach Bewirtschaftungsformen:

Konventionell	Biologisch
72 %	28 %

2.2 Rinder

Haltungssysteme:

Eine der wichtigsten Erkenntnisse aus TIHALO II ist die Veränderung der Haltungssysteme in den Ställen. Bei der ersten Erhebung 2005 standen beispielsweise noch 68 % der Milchkühe in einem Anbindestallsystem. In Tabelle 1 ist ersichtlich, dass sich diese Verteilung umgekehrt hat und heute 63 % der Milchkühe in Laufstallsystemen gehalten werden.

Diese Entwicklung ist natürlich wünschenswert und zeigt auch den zukünftigen Weg der Tierhaltung.

In Tabelle 2 werden die Rinderkategorien nochmals auf die jeweiligen Lauf- und Anbindestallsysteme aufgeteilt. Offensichtlich zu sehen sind die Ambitionen zu den Laufstallsystemen bei Tieren ab 1 Jahr.

Die noch größten Bereiche der Anbindehaltung finden sich in den Kategorien Milchkühe (37 %) und Kalbinnen über 2 Jahre (37 %). Vollspaltensysteme spielen größtenteils bei Ochsen über 2 Jahre (28 %) und Kalbinnen (Mast) 1-2 Jahre mit 21 % eine entscheidendere Rolle.

Besaugen:

Ebenfalls wurde nach dem Problem des Besaugens gefragt, was nach TIHALO-II in 38 % der Betriebe ein Problem darstellt. Dies kann aber durch entsprechende Maßnahmen (mehr Nuckelwiderstand, gleichaltrige Gruppen, mehr Strukturelemente,...) durchaus schnell verbessert werden.

Kühlsystem:

Ein weiterer Punkt, der das Tierwohl bei den immer wärmer werdenden Temperaturen beeinflusst, ist die Frage nach ei-

Tabelle 1: Tierkategorien aufgeteilt nach Lauf- und Anbindestall in %

Tierkategorie	Laufstall (%)	Anbindestall (%)
Milchkühe > 2 Jahre	63	37
Mutterkühe > 2 Jahre	75	25
Kalbinnen > 2 Jahre	63	37
Ochsen 1-2 Jahre	78	22
Kalbinnen (Zucht) 1-2 Jahre	74	26
Kalbinnen (Mast) 1-2 Jahre	76	24

nem Kühlsystem im Stallgebäude. 33 % der österreichischen Betriebe setzen bereits Kühlsysteme in Form von Wasserdusche, Hochdruckvernebelung oder Ventilatoren ein.

Auslauf:

Ein grundlegender Beitrag zum Tierwohl im Rinderbereich ist der Auslauf. Dieser ist, wie auch der Laufbereich im Stall, ein emissionsaktiver Bereich, welcher sich negativ auf die immer wichtiger werdenden Ammoniakemissionen auswirkt. Er spielt jedoch eine besondere Rolle in der tiergerechten Haltung. Somit müssen zukünftige Minderungsmaßnahmen für Ammoniak gezielt auf diese Bereiche ausgelegt werden, ohne Laufstall- und Auslaufflächen einzuschränken. *Tabelle 3* zeigt den Anteil an verfügbarem Auslauf zu den jeweiligen Tierkategorien. Der größte Anteil ist hierbei in der Mutterkuhhaltung (68 %) und Kalbinnen > 2 Jahre (54 %), gefolgt von Milchkühen (50 %) zu verzeichnen. Am wenigsten Auslauf stehen Stieren 1-2 Jahre (14 %) und Stieren > 2 Jahren (25 %) zur Verfügung. Ebenfalls können Zahlen zur verfügbaren Aufenthaltsdauer in den Ausläufen dargestellt werden (*Tabelle 4*).

Weidehaltung:

Der Weideanteil hat sich seit der letzten Erhebung 2005 durchaus erhöht. Dies ist nicht nur aus Sicht des Tierwohls als positiv zu bewerten, sondern trägt auch sehr zur Minderung von Emissionen bei. Den größten Teil der Weidehaltung nimmt noch immer die Mutterkuhhaltung und Kalbinnen > 2 Jahre, knapp vor der Milchviehhaltung ein. Hierbei wurde auch die Verteilung auf unterschiedliche Stunden/Tag abgefragt (*Tabellen 5 und 6*).

Entmistungsintervall:

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Entmistung in den jeweiligen Haltungssystemen (*Tabelle 7*). Dies geschieht bei einem Tieflaufstall oder im Auslauf entweder durch das Abschieben mit einem Schrapper oder durch das Ausmisten mit einem Lader in unterschiedlichen Zeitintervallen. Es wurden die Auswahlpunkte sehr fein gewählt, um jedem System gerecht zu werden. Auch die Tiergesundheit, vor allem die Klauengesundheit, spielt hier eine wichtige Rolle.

2.3 Schweine

Haltung und Lüftung:

Tabelle 8 zeigt den Anteil der Tierkategorien zu den drei unterschiedlichen Bodenbefestigungen. Da in diesem Bereich die Datenqualität unzureichend war, fließen hier Expertenmeinungen ein, welche ebenfalls die Realität sehr genau widerspiegeln. Es ist ersichtlich, dass in der Mast (84 %) zumeist Spaltenböden (Flüssigmistsystem) verwendet werden, wobei dies auch zu einem relativ hohen Anteil in der Ferkelaufzucht (64 %) und der Jungsauenhaltung der Fall ist. Tragende Sauen nehmen vermehrt die Bereiche mit planbefestigten Böden ein (64 % Teilspalten und/oder planbefestigt). Weitere Daten zum Auslauf, Lüftung, Kühlung und ob eine Strohgabe als Beschäfti-

gungsmaterial gegeben wird, wurden ebenfalls erhoben und können in *Tabelle 8* eingesehen werden.

Fütterung:

In der Schweinefütterung konnten Daten zu unterschiedlichsten Fütterungsparametern erhoben werden (emissionsmindernd, Fütterung in unterschiedlichen Gewichtsklassen,

Tabelle 3: Anteil der Rinder in %, ein Auslauf (< 10 m²/Tier) steht zur Verfügung

Tierkategorie	Auslauf vorhanden(%)
Milchkühe > 2 Jahre	50
Mutterkühe > 2 Jahre	68
Kalbinnen > 2 Jahre	54
Stiere > 2 Jahre	25
Stiere 1-2 Jahre	14
Ochsen 1-2 Jahre	49

Tabelle 4: Auslaufdauer pro Tag zu den jeweiligen Tierkategorien (%)

Tierkategorie	Auslaufdauer/Tag		
	2-4h	5-12h	Ständig
Milchkühe > 2 Jahre	29	10	59
Mutterkühe > 2 Jahre	9	7	84
Kalbinnen > 2 Jahre	33	15	52
Stiere > 2 Jahre	6	4	90
Ochsen 1-2 Jahre	10	12	78
Schlachtkälber - 300 kg	22	10	68

Tabelle 5: Anteil der Rinder in % die geweidet werden

Tierkategorie	Weide	
	nicht geweidet (%)	geweidet (%)
Milchkühe > 2 Jahre	29	71
Mutterkühe > 2 Jahre	21	79
Kalbinnen > 2 Jahre	20	80

Tabelle 6: Weidung der Tiere in unterschiedlichen h/T (%)

Tierkategorie	Weide			
	1-5 h/T	5-12 h/T	12-20 h/T	> 20 h/T
Milchkühe > 2 Jahre	17	54	13	16
Mutterkühe > 2 Jahre	2	19	7	72
Kalbinnen > 2 Jahre	3	16	9	72

Tabelle 7: Entmistungsintervalle im Stall und Auslauf (%)

Tierkategorie	Entmistungsintervall Stall						
	> 4 x/T	3-4 x/T	2 x/T	1 x/T	2-3 x/W	1 x/W	<1 x/W
Milchkühe > 2 Jahre	18	14	50	5	2	1	10
Mutterkühe > 2 Jahre	4	6	45	14	11	5	15
Ochsen > 2 Jahre	3	3	26	7	4	2	35
Ochsen 1-2 Jahre	3	2	30	9	5	7	44
Kalbinnen (Mast) 1-2 Jahre	1	3	31	6	11	7	41
Tierkategorie	Entmistungsintervall Auslauf						
	1 x/T	1 x/W	2-3 x/T	<1 x/W			
Milchkühe > 2 Jahre	27	15	17	41			
Mutterkühe > 2 Jahre	13	26	18	43			
Ochsen > 2 Jahre	23	32	3	42			
Ochsen 1-2 Jahre	13	30	12	45			
Kalbinnen (Mast) 1-2 Jahre	20	23	20	37			

Tabelle 8: Bodenverhältnisse und Systeme um Tierwohl zu erhöhen in %

Tierkategorie	Vollspalten	Teilspalten	Planbefestigt
Ferkelaufzucht (8-30 kg)	64	28	8
Mast (>32 kg)	84	10	6
Tragende Sauen	36	45	19
Auslauf		Ja	Nein
Ferkelaufzucht (8-30 kg)		10	90
Mast (>32 kg)		6	94
Tragende Sauen		20	80
Mechanische Lüftung		Ja	Nein
Ferkelaufzucht (8-30 kg)		77	23
Mast (>32 kg)		75	25
Tragende Sauen		70	30
Kühlsystem	Schotter-Erdspeicher	Coolpad	Hochdruck
Ferkelaufzucht (8-30 kg)	10	3	1
Mast (>32 kg)	10	2	8
Tragende Sauen	10	3	4
Strohgabe (Beschäftigung)		Ja	Nein
Ferkelaufzucht (8-30 kg)		26	74
Mast (>32 kg)		24	76
Tragende Sauen		45	55

Tabelle 9: Fütterungsparameter in der Schweinehaltung (%)

Sauen	% JA	% NEIN	
Emissionsmindernde Futterzusatzstoffe?	32	68	
Gleiches Futter für leere und tragende Sauen?	53	47	
N-reduziertes Futter für säugende Sauen?	66	34	
Mast	% JA	% NEIN	
Emissionsmindernde Futterzusatzstoffe?	38	62	
Futtermenge dem Lebendgewicht angepasst?	86	14	
Einteilung der Fütterung in Phasen (Mast)			
Einph.	Zweiph.	Dreiph.	Multiph.
21	38	17	24
Einteilung der Fütterung in Phasen (Jungsauen)			
Einph.	Zweiph.	Dreiph.	Multiph.
30	45	10	15
Ferkel	% Ja	% Nein	
N-reduziertes Futter in der Ferkelfütterung?	68	32	

Tabelle 10: Anteil Geflügel mit der jeweiligen Haltungform in %

Tierkategorie	Freilandhaltung	Bodenhaltung	Volieren	Ausgest. Käfig	Außen-scharraum Wintergarten
Junghennen		48	52		
Legehennen	48	26	24		2
Masthühner	3	77		20	
Truthühner	2	84		14	

N-reduzierte Fütterung, Phasenfütterungssysteme). Diese Daten wurden getrennt zur Sauenfütterung, Mast und Ferkelfütterung erhoben. Die gestellten Fragen sind wichtige Parameter um Emissionsminderungsmaßnahmen aus der Schweinefütterung zu identifizieren und anwenden zu

Tabelle 11: Anteil der Schafe/Ziegen mit Weidehaltung in h/Tag (%)

Tierkategorie	<1 h/T	1-5 h/T	5-12 h/T	12-20 h/T	>20 h/T
Mutterschafe	5	7	25	11	52
Mutterziegen	29	51	12	1	7
Lämmer und Kitze (0,5-1,5J)	28	7	23	7	35
Sonstige Schafe und Ziegen	13	2	17	30	38

können, ohne die Tiergesundheit dabei einzuschränken. Vor allem stickstoffreduziertes Futter und die Phasenfütterung sind wichtige Hebel in diesem Zusammenhang. In *Tabelle 9* sind einzelne Fragen aus TIHALO-II mit deren Ergebnissen aufgelistet.

2.4 Geflügel

Haltung:

Im Geflügelsektor muss die Haltung in Richtung größere Lebensräume gehen, damit die Tiere ihr natürliches Verhalten ausüben können. Volieren, Bodenhaltung, größere Scharrflächen oder Freilandhaltung sind Systeme welche anzustreben sind. Die Erhebung zum Vorhandensein von Außenklimaställen zeigte, dass 40 % der Legehennen in solchen Stallungen gehalten werden. *Tabelle 10* zeigt die Aufteilung nach den verschiedenen Haltungsformen im Geflügelsektor.

2.5 Schafe und Ziegen

Weidehaltung:

Da in der Schaf- und Ziegenhaltung die Stallverhältnisse keine gesonderte Rolle spielen (vor allem Tiefstreu-Festmistssysteme) wird hier nur auf die Weide (Weidetage) eingegangen. In *Tabelle 11* sind die Tierkategorien den jeweiligen Weidestunden pro Tag zugeordnet; hier wurde dieselbe Unterteilung wie bei Rindern getroffen. Zu erkennen ist, dass Mutterschafe (51 % > 20 h/T) deutlich längere Weidestunden pro Tag haben als Mutterziegen mit nur 7 % > 20 h/T. Die Kategorien Lämmer und Kitze teilen sich auf die Klassen <1h/T, 5-12 h/T und > 20 h/T auf.

Die Haltung von Schafen und Ziegen ist mit dem meist angewandten System (Tiefstreu-Festmist) in Kombination von Holz und Strukturelementen sehr naturnahe gestaltet. Dazu kommt, dass der Großteil dieser Wirtschaftsweise auf Weidehaltung basiert und somit nicht nur tiergerecht, sondern auch emissionsmindernd ist.

3 Schlussfolgerung

Dass in der nächsten Zeit weiter an der Stalltechnik geforscht werden muss, steht außer Frage, da die Umstellung auf emissionsmindernde Maßnahmen ein fixer Bestandteil der österreichischen Landwirtschaft sein wird.

Dass dies immer auch mit Tierwohl, Tiergesundheit und Nutztierschutz einhergehen muss ist selbstverständlich. Im Rahmen dieser Studie wurden erneut in kurzer Zeit die wichtigsten Eckdaten zur Tierhaltung in Österreich erhoben

und ausgewertet. Die Komplexität der Thematik erfordert weiterführende Arbeiten zur Erhebung der Tierhaltung und des Wirtschaftsdüngermanagements. Der TIHALO-Fragebogen erhob Daten mit höherem Detaillierungsgrad als sie für die nationale Luftschadstoffinventur benötigt werden. Somit können aus diesen noch weitere wichtige Ergebnisse gewonnen werden, welche uns helfen, die Haltungsbedingungen unserer Nutztiere stetig zu verbessern und so den Ansprüchen der österreichischen Landwirtschaft gerecht zu werden. Dazu wurde bereits ein Folgeprojekt für die TIHALO II Studie eingereicht um genau diesen weiteren Detailauswertungen nachgehen zu können.

Literatur

- AMON, B., PÖLLINGER, A., KRYVORUCHKO, V., FRÖHLICH M., MÖSENBACHER, I., HAUSLEITNER, A. und AMON, T. (2005): Ammoniak und klimarelevante Emissionen aus einem Schrägbodenstall für Mastschweine. In: Tagungsband der 7. Internationalen Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005, 01.-03. März 2005, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Braunschweig, S. 559-564.
- BRAAM, C., KETELAARS, J. and SMITS, M. (1997A): Effects of floor design und floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. *Netherlands J. of Agricultural, Science* 45: 49-64.
- NATIONAL EMISSION CEILINGS – DIRECTIVE (2016): <http://www.eea.europa.eu/themes/air/national-emission-ceilings>, 20.04.2017.
- KÜLLING, D. (2000): Influence of feed composition and manure type on trace gas emissions from stored dairy manure. Diss. Nr. 13872, ETH Zürich.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (2015): 12th Conference- Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming. Versuchsstall zur Entwicklung und Quantifizierung von Maßnahmen zur Minderung von Emissionen. S. 450-455. ISBN 978-3-945088-09-8.
- MONTENY, G.-J., BANNINK, A. and CHADWICK, D. (2006): Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 163-170.
- REINHARDT-HANISCH, A., LEINKER, M., HARTUNG, E und VON BORELL E. (2005): Wirksamkeit von Ureaseinhibitoren in der Milchviehhaltung. In: Tagungsband der 7. Internationalen Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005, S. 301-306.
- SCHRADE, S.; STEINER, B und KECK, M. (2013): Ammoniakemissionen aus Milchviehställen und Maßnahmen zur Minderung. Bautagung HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2013. ISBN: 978-3-3-902559-94-4.
- UMWELTBUNDESAMT (2016): Maßnahmen zur Minderung sekundärer Partikelbildung durch Ammoniak aus der Landwirtschaft. Report, REP-0569, Wien.
- VAN DUINKERKEN, G., ANDRE, G., SMITS, M., MONTENY, G. and SEBEK, L. (2005): Effect of rumendegradable protein balance and forage type on bulk milk urea concentration and emission of ammonia from dairy cow houses. *J. Dairy Science* 88: 1099-1112.
- ZÄHNER, M.; KECK, M. und HILTY, R. (2005): Ammoniak-Emissionen von Rinderställen, Minderung beim Bau und Management. FAT-Bericht, Nr. 641.

