



Berner  
Fachhochschule

# **Beurteilung von Futterzusatzstoffen basierend auf Extrakten von *Yucca schidigera* als Massnahme zur Reduktion von Ammoniakemissionen**

**Im Auftrag des Bundesamts für Landwirtschaft, 3003 Bern**

Thomas Kupper

**Berner Fachhochschule**

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften

22. August 2014

## Inhalt

Zusammenfassung.....	3
1 Einleitung.....	4
2 Vorgehen.....	4
3 Beschreibung des Systems.....	4
4 Literaturübersicht.....	5
4.1 Untersuchungen unter Laborbedingungen.....	5
4.2 Emissionsmessungen mit Schweinen.....	5
4.3 Emissionsmessungen mit Geflügel.....	6
4.4 Laborversuche: Zugabe zu Gülle.....	9
4.5 Versuche Fütterung Schweine mit Saponin haltigen Kräuter Extrakten.....	9
4.6 Beurteilung von Yucca Extrakten im Ausland.....	9
5 Schlussfolgerungen und Vorschlag für das weitere Vorgehen.....	10
6 Literatur.....	11
Anhang.....	13

## **Zusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit wurde basierend auf der Grundlage einer Literaturrecherche untersucht, ob der Einsatz von Futterzusatzstoffen basierend auf Extrakten von *Yucca schidigera* Roezl (Mohave-Palmilie) eine Reduktion von Ammoniakemissionen bei der Haltung von Schweinen und Geflügel bewirkt. Zu diesem Thema liegen einige Laboruntersuchungen sowie 6 Versuche mit Schweinen und 3 Versuche mit Geflügel vor. In 3 Versuchen resultierte keine Emissionsminderung. 6 Studien zeigten eine Emissionsminderung, wobei in je 3 Untersuchungen ein statistisch signifikanter bzw. ein statistisch nicht signifikanter Unterschied im Vergleich zur Referenz gefunden wurde. Zusätzlich sind via Internet weitere Studien von Herstellern der Produkte verfügbar, welche eine Emissionsreduktion gezeigt hatten. Insgesamt lassen die Resultate der Untersuchungen keine eindeutigen Schlüsse zu. Die Qualität der Studien scheint oft begrenzt zu sein. Meist erweisen sich die Angaben zur Messmethode als ungenügend, was eine Beurteilung der Qualität der Resultate verunmöglicht. Aus diesen Gründen ist eine abschliessende Beurteilung der Wirksamkeit von Futterzusatzstoffen basierend auf Extrakten von *Yucca schidigera* als Massnahme zur Reduktion von Ammoniakemissionen nicht möglich. Dazu sind weitere Studien mit Tieren unter kontrollierten Bedingungen mit Bestimmung der freigesetzten Mengen von Ammoniak erforderlich.

## 1 Einleitung

Im Rahmen des Ressourcenprogramms können Massnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen finanziell unterstützt werden. In diesem Zusammenhang wurde das Bundesamt für Landwirtschaft angefragt zu prüfen, ob die Verwendung des Produkts De-Odorase® als solche Massnahme anerkannt werden kann. De-Odorase® ist ein Produkt basierend auf einem Extrakt von *Yucca schidigera* Roezl (Mohave-Palmlilie).

## 2 Vorgehen

Gemäss KOLAS-Arbeitsgruppe Ammoniak (2012) ist eine Unterstützung nur möglich, wenn eine wissenschaftlich belegte Wirkung vorliegt. Technologien, denen eine emissionsmindernde Wirkung nach dem aktuellen Stand der Kenntnisse zugeschrieben wird, sind im Leitfaden über Techniken zur Vermeidung und Verringerung von Ammoniakemissionen der UNECE aufgelistet (UNECE, 2012). Als wirksam gelten Techniken der Kategorien 1 oder 2:

- Techniken der Kategorie 1: Gut erforschte, als praktikabel betrachtete Techniken, für deren emissionsmindernde Wirkung zumindest auf experimenteller Ebene quantitative Daten vorliegen.
- Techniken der Kategorie 2: Erfolgsversprechende Techniken, die jedoch bislang nicht ausreichend erforscht wurden, oder für die es immer schwierig sein wird, die emissionsmindernde Wirkung zu quantifizieren. Das bedeutet aber nicht, dass sie je nach lokalen Gegebenheiten nicht als Teil einer Strategie zur Ammoniakminderung eingesetzt werden können.

Soweit eine Massnahme in diesem Dokument nicht als Technik der Kategorie 1 oder 2 aufgeführt ist, oder andere wissenschaftliche Studien fehlen, sind weitere Abklärungen hinsichtlich Emissionsminderung nötig. Für das Produkt De-Odorase® trifft dies zu. In diesem Sinne ist eine vertiefte Prüfung basierend auf Fachliteratur und Expertenbefragung erforderlich.

## 3 Beschreibung des Systems

De-Odorase® besteht aus einem Extrakt von *Yucca schidigera* Roezl (Mohave-Palmlilie). Der Wirkmechanismus des Extrakts basiert auf den in der Pflanze enthaltenen Saponinen. Man unterscheidet zwei Arten von Saponinen entsprechend ihrer chemischen Struktur: Triterpenoide und Steroide. Verschiedene Pflanzen sind als Träger von Saponinen bekannt. Die wichtigste Pflanze, aus welcher Steroid Saponine für kommerzielle Zwecke gewonnen werden, ist *Yucca schidigera* (Francis et al., 2002). Neben De-Odorase® sind weitere Produkte wie Sevarin® oder Micro-Aid® im Handel (Wu et al., 1994). Pulver aus *Yucca schidigera* Roezl ist im Verzeichnis der Einzelfuttermittel unter dem Kapitel „Andere Pflanzen, Algen und daraus gewonnene Erzeugnisse“ der Verordnung der EU zum Katalog der Einzelfuttermittel aufgeführt (EU Kommission, 2013). Der *Yucca* Extrakt wird auf eine Trägersubstanz aufgetragen. Im Produkt Micro-Aid® beispielsweise beträgt der Anteil Extrakt 30 %. Gemäss Information einer Schweizer Futtermühle wird eine Vormischung hergestellt und diese dem Mischfutter für Schweine zugesetzt (z.B. 3-5 kg der Vormischung pro Tonne Mischfutter je nach Verwendungszweck).

Die Anwendung erfolgt durch Beimischung zum Futter. In der Literatur sind ebenfalls Resultate von Versuchen vorhanden, in welchen *Yucca* Extrakt direkt in die Gülle eingemischt wird (Pannetta et al., 2005). Sorption oder Umwandlung von  $\text{NH}_3$  oder  $\text{NH}_4^+$  (Francis et al., 2002; Jongbloed, Leis, 1999) werden als Wirkmechanismen von *Yucca* Extrakten angegeben. Duffy und Brooks (1998; zitiert in Philippe et al., 2011) erwähnen zudem die Verminderung der Aktivität von Urease als weiteren Prozess, welcher zur Reduktion von Emissionen beiträgt. Eine Beeinflussung der Urease durch *Yucca* Extrakt wird von andern Autoren allerdings in Frage gestellt (Jongbloed, Leis, 1999).

Aus der Praxis in der Schweiz wird berichtet, dass Yucca Extrakte auf Betrieben mit Emissionsproblemen seit Jahren mit Erfolg eingesetzt werden. Die Yucca Extrakte werden via Fütterung verabreicht.

Der vorliegende Bericht fasst die Daten aus der Literatur hinsichtlich Emissionsminderung von Ammoniak bei Verwendung von Yucca Extrakten zusammen. Die Daten sind gegliedert nach Untersuchungen unter Laborbedingungen (Kapitel 4.1), Emissionsmessungen in Ställen oder Respirationskammern bei Verfütterung von Yucca Extrakten an Schweine (Kapitel 4.2) und Geflügel (Kapitel 4.3). Die Versuche beinhalteten meist die Messung von Parametern in der Gülle wie  $N_{\text{tot}}$ , TAN<sup>1</sup> etc., die Messung der Konzentration von Ammoniak in der Stallluft und teilweise die Lüftungsrate. Die Studien erfolgten zudem oft in Kombination mit der Erhebung von Leistungsparametern der Tiere (z.B. Tageszuwachs, Futterverwertung). In Kapitel 4.4 werden Studien zur Lagerung von Gülle mit Zugabe von Yucca Extrakten vorgestellt, welche im Labor-massstab oder in Pilotanlagen (d.h. Volumen der Lagerbehälter in der Grössenordnung von 1 Liter bzw. >>10 bis Grössenordnung 100 Liter) durchgeführt wurden. Die Literaturübersicht umfasst aufgrund der begrenzten Datenlage sämtliche verfügbaren Untersuchungen über Yucca Extrakte und beschränkt sich demnach nicht auf Studien zum Produkt De-Odorase®. Kapitel 4.5 enthält ergänzend eine kurze Übersicht von Resultaten einer Gruppe von Futterzusätzen, welche unter anderem ebenfalls Saponine enthalten. Kapitel 4.6 beinhaltet Bewertungen von ausländischen Experten und Kapitel 5 die Schlussfolgerungen sowie einen Vorschlag für das weitere Vorgehen.

## 4 Literaturübersicht

### 4.1 Untersuchungen unter Laborbedingungen

Sutton et al. (1992; zitiert in Sutton et al., 1999) beobachteten signifikant tiefere Ammoniakemissionen (Reduktion um 55.5 %) in einem Inkubationstest mit Exkrementen von Schweinen, welche mit einem Sarsaponin Extrakt<sup>2</sup> gefüttert wurden.

Chepete et al. (2012) dosierten 0, 50, 100 und 200 g Yucca Extrakt pro t Futter in einem Versuch mit Legehennen (empfohlene Dosierung: 100 g / t Futter). Der Kot wurde gesammelt und anschliessend während 3 Tagen in einer Kammer exponiert. Die Messung des Luftaustauschs und der NH<sub>3</sub>-Konzentration erfolgte kontinuierlich über die drei Tage (Messung der NH<sub>3</sub>-Konzentration mittels INNOVA Analyzer). Die Emissionen der Verfahren 0, 50 und 200 unterschieden sich nicht, wogegen bei der Variante 100 um 30 % niedrigere kumulierte Emissionen resultierten. Die Emissionen am Tag 1 und 2 waren statistisch signifikant niedriger im Vergleich zum durchschnittlichen Wert der übrigen drei Verfahren. Die Emissionen zeigten am Tag 3 keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen allen vier Verfahren. Interessanterweise wiesen die Exkremente im Verfahren 100 einen höheren TS-Gehalt auf, was den Unterschied erklären könnte. Weiter wiesen die Autoren darauf hin, dass die Resultate dieser Studie keine Rückschlüsse auf die Emissionen in der Praxis zulassen.

### 4.2 Emissionsmessungen mit Schweinen

Kjeldsen (1992) fand bei einem Versuch mit 1100 Mastschweinen keinen Effekt des Produkts Micro-Aid® (Dosierung: 80 g/t Futter) betreffend Emissionsminderung. Kemme et al. (1993; zitiert in Jongbloed, Leis, 1999) fanden geringe und inkonsistente Effekte hinsichtlich Ammoniakemissionen bei Verabreichung von Yucca Extrakt an Schweine. In der Studie von Rom et al. (2000) resultierte bei einer Dosierung von 80 g Micro-Aid® pro Tonne Futter eine Emissions-

---

<sup>1</sup> Englisch: Total Ammoniacal Nitrogen; der TAN entspricht dem löslichen Stickstoff

<sup>2</sup> Sarsaponin = Steroid Saponin von *Yucca schidigera* (Lila et al., 2003)

minderung von 15-20 %. Angaben zur Messtechnik waren nicht verfügbar und somit ist eine vertiefte Beurteilung der Qualität dieser Studie nicht möglich.

Amon et al. (1995) dosierten De-Odorase® bei einer Versuchsgruppe von rund 300 Absetzferkeln unter Praxisbedingungen gemäss Empfehlungen des Herstellers (65 g/t Prestarter- und Starterfutter; 165 g/t Jagerfutter). Zusätzlich erfolgte täglich eine Zugabe von 6.4 g in den Güllekanal. Die Messung der Ammoniakkonzentration in der Stallluft erfolgte mittels Drägerröhrchen an je einer Stelle für jede der 2 Versuchsgruppen einmal pro Woche. Die Lüftungsrate wurde 12 Mal manuell mittels Hitzdrahtanemometer an verschiedenen Punkten in den Lüftungskanälen gemessen. Die Emissionsminderung betrug 26 %.

Colina et al. (2001) führten in einem Versuchsstall 5 Versuchsserien mit je 6 bis 10 Tieren durch. Die eingesetzte Menge Yucca Extrakt betrug 125 g De-Odorase® pro t Futter. Die Messmethodik basierte auf Drägerröhrchen. Dabei wurde eine Verminderung der Konzentration von Ammoniak in der Stallluft von 7 bis 30 % gefunden (Lüftungsrate nicht gemessen bzw. Emissionen nicht bestimmt). Die Unterschiede waren allerdings statistisch nicht signifikant. In dieser Studie wurden ebenfalls der pH-Wert und der NH<sub>3</sub>-Gehalt in der Gülle gemessen. Der NH<sub>3</sub>-Gehalt war in Versuchsserie 1 und 2 höher im Verfahren mit De-Odorase® im Vergleich zur Kontrolle und vice versa in den Versuchsserien 3 bis 5 (Unterschiede statistisch nicht signifikant). Der pH Wert in der Gülle unterschied sich nicht.

Panetta et al. (2006) fanden tendenziell eine Emissionsminderung bei Dosierung von 62.5 bzw. 125 g De-Odorase® pro t Futter bei Mastschweinen (Differenz: 8-10 % im Vergleich zur Kontrolle; Unterschiede statistisch nicht signifikant). Diese Studie wurde in Klimakammern durchgeführt und wies vermutlich die beste Messtechnik (Messung der NH<sub>3</sub>-Konzentration und der Lüftungsrate) aller im vorliegenden Bericht untersuchten Studien auf. Die Versuchsgruppen mit je 3 Tieren waren allerdings klein.

Cole et al. (2007) berichteten von reduzierter Ammoniakkonzentration in der Stallluft von Betrieben in Frankreich und den Niederlanden bei Verwendung De-Odorase® (Einsatzmengen nicht angegeben). Der Artikel von Cole et al. (2007) basiert dabei vermutlich auf Morel (1997) und Schuerink (1995). Angaben zur Messtechnik sind nicht vorhanden.

Die wichtigsten Kenndaten der berücksichtigten Studien zur Emissionsminderung von Ammoniak mittels Verabreichung von Yucca Extrakten an Schweine ist in Tabelle 1 aufgeführt.

### **4.3 Emissionsmessungen mit Geflügel**

Amon et al. (1997) untersuchten die Ammoniakemissionen von zwei Gruppen à je 8000 Mastpoulets (Kontrolle und Versuchsgruppe) in zwei identischen Ställen bei einer Dosierung von 165 g De-Odorase® pro t Futter. Die Versuchsdauer betrug 7 Wochen. Die Lüftungsrate wurde mit 12 Messungen der Luftgeschwindigkeit in den Lüftungskanälen und die Ammoniakkonzentrationen an drei Stellen im Stall einmal pro Woche mittels Drägerröhrchen erhoben. Die Emissionsmenge war im Verfahren mit De-Odorase® um 50 % niedriger als die Kontrolle. Der Unterschied war allerdings statistisch nicht signifikant. Der pH und der Gehalt von N<sub>tot</sub> in der Streue unterschieden sich nicht zwischen den beiden Verfahren. Der Yucca Extrakt hatte ebenfalls keinen Einfluss auf Leistungsparameter wie Tageszahme oder Futtermittelverwertung.

Mihina (2012) untersuchte die Ammoniakemissionen in zwei identischen, zwangsgelüfteten Praxisställen. Die Probenahme für die Gasmessung erfolgte bei zwei Abluftventilatoren und die NH<sub>3</sub> Analyse mittels INNOVA Analyzern. Bezüglich Emissionen wurde eine deutliche Reduktion beobachtet. Allerdings sind die Angaben in der Studie sehr rudimentär und lassen weder eine Quantifizierung der Emissionsminderung noch eine Beurteilung der Qualität der Studie zu.

Eine Übersicht zu Versuchen zu Emissionsminderung von Ammoniak mittels Verabreichung von Yucca Extrakten an Geflügel ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Extrakte von *Yucca schidigera* als Massnahme zur Reduktion von Ammoniakemissionen

Tabelle 1: Übersicht zu Versuchen zu Emissionsminderung von Ammoniak mittels Verabreichung von *Yucca* Extrakten an Schweine. kursiv gedruckte Zahlen: Reduktion der Konzentration von Ammoniak in der Stallluft

Tierart	Anzahl Tiere (total: Kontrolle plus Versuchsgruppe)	Dosierung g/t Futter	Produkt	Methode zur Messung der Emissionen	Emissionsminderung in %	Quelle
Mast-schweine	1100 (25 kg bis Schlachtung)	0 (Kontrolle), 80	Micro-Aid® <sup>1</sup>	Keine Angaben	keine	Kjeldsen (1992)
Schweine	Keine Angaben	0 (Kontrolle), Gemäss Empfehlung des Herstellers	De-Odorase®	Keine Angaben	Gering, inkonsistent	Kemme et al. (1993)* zit. in Amon et al. (1995); Jongbloed, Leis, (1999)
Schweine	Keine Angaben	0 (Kontrolle), 6-fache Dosierung im Vergleich zu Empfehlung des Herstellers	De-Odorase®	Keine Angaben	22 %	Kemme et al. (1993)* zit. in Amon et al. (1995)
Mast-schweine	80 (25-100 kg)	0 (Kontrolle), 80	Micro-Aid®	Keine Angaben	15-20 %	Rom et al. (2000)*
Absetzferkel	600 (8-27 kg); 2 Versuchs- bzw. Kontrollgruppen à je ca. 150 Tiere	0 (Kontrolle), gemäss Empfehlung des Herstellers: 65 (Prestarter- und Starterfutter) während 26 Tagen; 165 (Jägerfutter) während 23 Tagen <sup>2</sup>	De-Odorase®	NH <sub>3</sub> : Drägerröhrchen 1 Mal pro Woche an einer Stelle im Stall; Lüftungsrate: 12 Messungen mittels Hitzdrahtanemometer an verschiedenen Punkten im Lüftungskanal	26 %	Amon et al. (1995)
Absetzferkel	Versuch 1: 2 Versuchsgruppen à 6 Tiere), (5.2-14.3 kg); Versuch 2: 2 Versuchsgruppen à 10 Tiere), (3.0-9.2 kg) <sup>3</sup>	0 (Kontrolle), 125	De-Odorase®	NH <sub>3</sub> : Sensidyne aspiration tubes 1 Mal pro Tag an einer Stelle im Stall; zusätzlich Drägerröhrchen an 5 Stellen in letzter Versuchswoche während 8 h pro Tag; keine Messungen der Lüftungsrate	22 % <sup>4,5</sup> ( <i>P</i> =0.13) 30 % <sup>4,6</sup> ( <i>P</i> =0.71)	Colina et al. (2001) Versuch 1 und 2
Absetzferkel	Versuch 3: 2 Versuchsgruppen à 10 Tiere), (3.5-15.3 kg); Versuch 4: 2 Versuchsgruppen à 10 Tiere), (5.9-18.9 kg); Versuch 5: 2 Versuchsgruppen à 10 Tiere), (4.8-17.4 kg) <sup>3</sup>	0 (Kontrolle), 125	De-Odorase®	NH <sub>3</sub> : Drägerröhrchen an 5 Stellen in letzter Versuchswoche während 8 h pro Tag; keine Messungen der Lüftungsrate	7 % <sup>4</sup> ( <i>P</i> =0.35)	Colina et al. (2001) Versuch 3,4 und 5
Mast-schweine	9 (Anfangsgewicht: ca. 41± 3 kg) aufgeteilt in 3 Gruppen	0 (Kontrolle), 62.5, 125	De-Odorase®	7 Tage Versuchsdauer, NH <sub>3</sub> : Messung über 72 h am Ender der Versuchsdauer; Messung mittels Chemolumineszenz; Messung alle 120 Min. Kontinuierliche Messung der Lüftungsrate	8-10 %; Unterschiede statistisch nicht signifikant	Panetta et al. (2006)

<sup>1</sup> Anteil Extrakt von *Yucca Schidigera*: 30 %

<sup>2</sup> Versuchsdauer total: 49 Tage; der Aufenthalt der Tiere in den Ställen betrug total 60 Tage; zusätzlich: Zugabe von 6.4 g De-Odorase® aufgelöst in 20 l Wasser in Güllekanäle pro Tag; insgesamt rund 300 g über die Versuchsdauer von 7 Wochen

<sup>3</sup> Anzahl Tiere der Versuchs- und Kontrollgruppen nicht eindeutig aufgrund der Methodenbeschreibung

<sup>4</sup> Reduktion der Konzentration von Ammoniak in der Stallluft (≠Emissionsminderung)

<sup>5</sup> Messung mittels aspiration tubes, <sup>6</sup> Messung mittels Drägerröhrchen

\*Originalarbeit nicht konsultiert

Tabelle 2: Übersicht zu Versuchen zu Emissionsminderung von Ammoniak mittels Verabreichung von Yucca Extrakten an Geflügel

Tierart	Anzahl Tiere (total: Kontrolle plus Versuchsgruppe)	Dosierung g/t Futter	Produkt	Methode zur Messung der Emissionen	Emissionsminderung in %	Quelle
Mast-poulets	16'000	0 (Kontrolle), gemäss Empfehlung des Herstellers: 165	De-Odo- rase®	NH <sub>3</sub> : Drägerröhrchen 1 Mal pro Woche an 3 Stellen im Stall; Lüftungsrate: 12 Messungen mittels Hitzdrahtanemometer an verschiedenen Punkten im Lüftungs- kanal	50 % (Unterschied statistisch nicht signifikant)	Amon et al. (1997)
Mast-poulets	768	0 (Kontrolle), 63 (9 ppm Steroid-saponin	DSS40 yucca sapon- in <sup>1</sup>	Keine Angaben	0 %	Johnston et al. (1981)*
Mast-poulets	19'440, Versuchsgruppe 17'520, Kontrolle	500 <sup>2</sup>	De-Odo- rase®	INNOVA Analyzer	Deutliche Reduktion (nicht quantifizierbar)	Mihina (2012)

<sup>1</sup> Yucca Pulver mit einem Gehalt von <9 % Saponin

<sup>2</sup> Neues Herstellungsverfahren; die Menge an aktiven Substanzen entspricht der früher empfohlenen Dosierung.

\*nur Abstract konsultiert



#### **4.4 Laborversuche: Zugabe zu Gülle**

Panetta et al. (2005) untersuchten die Emissionen aus gelagerter Schweinegülle mit Zusatz von 0, 7.4 und 14.9 mg De-Odorase® pro Liter Gülle unter Laborbedingungen. Sie fanden eine Reduktion der Ammoniakkonzentration von 17 % bzw. 28 % im Headspace des Reaktors. Die Unterschiede waren allerdings statistisch nicht signifikant. Die Ammoniumkonzentration in der Gülle blieb unbeeinflusst.

Lee et al. (2007) führten Versuche mit Schaum zur Reduktion der Emissionen von Ammoniak und Geruch durch. Der Schaum wurde auf die Gülleoberfläche eines Lagerbehälters aufgetragen. Dabei sorbieren die flüchtigen Stoffe im Schaum und werden durch mikrobielle Prozesse abgebaut. Die Zugabe von Yucca Extrakt führte zu keiner zusätzlichen Reduktion von Ammoniak- und Geruchsemissionen im Vergleich zum Schaum ohne Zusatz.

#### **4.5 Versuche Fütterung Schweine mit Saponin haltigen Kräuter Extrakten**

Holm (2010) untersuchte den Effekt der Zugabe von Fresta® F Plus zum Futter von Mastschweinen auf die Emissionen von Ammoniak. „Fresta® F Plus“ ist eine Mischung aus teilweise mikroverkapselten ätherischen Ölen (Kümmel und Zitrone), Kräutern, Gewürzen, Füllstoffen und Fliesshilfsmitteln, sowie Saponinen (Zentner et al. 2011). Die Dosierung betrug 150 g / Ausmastfutter. Eine signifikante Reduktion der Emissionen liess sich nicht nachweisen. Zentner et al. (2011) beobachteten dagegen bei gleicher Dosierung eine Reduktion der Ammoniakemissionen von Mastschweinen um 19.3%.

#### **4.6 Beurteilung von Yucca Extrakten im Ausland**

Gemäss Umfrage bei Experten aus verschiedener europäischen Ländern wird der Einsatz von Yucca Extrakt allgemein nicht als sichere Massnahme zur Emissionsminderung betrachtet. In Dänemark können Betriebe eine bessere Futtermittelverwertung als Massnahme zur Emissionsminderung anrechnen lassen. Sie haben dazu den entsprechenden Nachweis zu erbringen (persönliche Mitteilung, M. Holm, Videncenter for Svineproduktion). Der Einsatz von Yucca Extrakt wurde bisher nicht als Massnahme zur Emissionsminderung beantragt bzw. ein entsprechender Nachweis fehlt zurzeit.

## 5 Schlussfolgerungen und Vorschlag für das weitere Vorgehen

Zur Wirksamkeit von Futterzusatzstoffen basierend auf Extrakten von *Yucca schidigera* als Massnahme zur Reduktion von Ammoniakemissionen liegen mehrere Studien vor (vgl. Tabelle 1, Tabelle 2, Anhang). Es handelt sich insgesamt um 9 Versuche mit Emissionsmessungen, wobei 6 Versuche mit Schweinen und 3 Versuche mit Geflügel durchgeführt wurden. In 3 Versuchen resultierte keine Emissionsminderung. Nur in einer Untersuchung wurde bei 6-facher Dosierung gemäss Herstellerangaben eine statistisch signifikante Reduktion der Emissionen gefunden. In 6 Studien resultierte eine Emissionsminderung, wobei je 3 Untersuchungen einen statistisch signifikanten bzw. einen statistisch nicht signifikanten Unterschied gezeigt hatten. Zusätzlich gibt es weitere Studien von Herstellern der Produkte, die meist via Internet publiziert wurden, welche zu einer Abnahme der Emissionen geführt hatten.

Generell erscheint es aufgrund der begrenzten Datenlage als sinnvoll, die Verwendung von *Yucca* Extrakten im Sinne eines Konzepts zu evaluieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die in den Studien eingesetzten Produkte nicht identisch sind und sich ihre Wirksamkeit deshalb unterscheiden kann. Die vorliegende Literaturstudie zeigt, dass in den verfügbaren Untersuchungen häufig eine Emissionsminderung gefunden wurde. Die Resultate sind aber oft nicht konsistent. Die Qualität der Studien scheint teilweise begrenzt zu sein (ausschliesslich Messung der Konzentration von Ammoniak in der Luft, keine Messung der Frachten; Messungen meist nicht kontinuierlich bzw. nur über relativ kurze Intervalle; die Messsysteme entsprechen nicht dem Stand der Technik). Häufig sind die Angaben zur Messmethode ungenügend, so dass eine Beurteilung der Qualität der Resultate nicht möglich ist.

Aus diesen Gründen ist eine abschliessende Beurteilung hinsichtlich Wirksamkeit von Futterzusatzstoffen basierend auf Extrakten von *Yucca schidigera* als Massnahme zur Reduktion von Ammoniakemissionen nicht möglich. Dazu sind weitere Studien nötig. Laboruntersuchungen wären beim derzeitigen Stand der Kenntnisse nicht zielführend, weshalb Versuche mit Tieren in einem Versuchsstall oder allenfalls in einem Praxisbetrieb erforderlich sind. Bei solchen Untersuchungen ist die freigesetzte Ammoniakmenge (Bestimmung von Ammoniakkonzentration in der Luft und der Lüftungsrate) zu messen.

Für solche Studien muss von Kosten in der Grössenordnung von mindestens. 100 kFr und einer Projektdauer von mehr als einem Jahr gerechnet werden. Es wird vorgeschlagen, dass potentielle Interessenten von solchen Untersuchungen (Firmen, kantonale Stellen, Bundesämter) den Bedarf basierend auf dem vorliegenden Bericht abklären. Wenn ein Bedarf oder Interesse vorhanden ist, kann ein konkretes Projekt erarbeitet werden.

## 6 Literatur

- Amon, M., Dobeic, M., Misselbrook, T.H., Pain, B.F., Phillips, V.R., Sneath, R.W. 1995. A farm scale study on the use of De-Odorase for reducing odour and ammonia emissions from intensive fattening piggeries. *Bioresour. Technol.* 51(2/3): 163-169.
- Amon, M., Dobeic, M., Sneath, R.W., Phillips, V.R., Misselbrook, T.H., Pain, B.F. 1997. A farm-scale study on the use of clinoptilolite zeolite and De-Odorase(R) for reducing odour and ammonia emissions from broiler houses. *Bioresour. Technol.* 61(3): 229-237.
- Chepete, H.J., Xin, H., Mendes, L.B., Li, H., Bailey, T.B. 2012. Ammonia emission and performance of laying hens as affected by different dosages of *Yucca schidigera* in the diet. *J. Appl. Poult. Res.* 21(3): 522-530.
- Cole, D.J.A., Schuerink, H.G., Morel, A. 2007. The French and Dutch experiences in controlling odour on farms. *Pig Industry*.  
URL: <http://en.engormix.com/MA-pig-industry/management/articles/the-french-dutch-experiences-t718/124-p0.htm> Zugriff am 7.10.2013.
- Colina, J.J., Lewis, A.J., Miller, P.S., Fischer, R.L. 2001. Dietary manipulation to reduce aerial ammonia concentrations in nursery pig facilities. *J. Anim. Sci.* 79(12): 3096-3103.
- Duffy, C., Brooks, P., 1998. Using *Yucca schidigera* in pig diets: effects on nitrogen metabolism. In: Lyons, T.P., Jacques, K.A. (Eds.), *Biotechnology in the Feed Industry*. Alltech, Nicholasville, Kentucky, USA, p. 61.
- EU Kommission, 2013. Verordnung (EU) Nr. 68/2013 der Kommission vom 16. Jan. 2013 zum Katalog der Einzelfuttermittel, ABl. L 29 vom 30.1.2013
- Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H.P.S., Becker, K. 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. *Brit J Nutr* 88(6): 587-605.
- Holm, M. 2010. Effect of Fresta® F Plus on ammonia emissions from finisher facilities. Copenhagen, DK: Videncenter For Svineproduktion.
- Johnston, N.L., Quarles, C.L., Fagerberg, D.J., Caveny, D.D. 1981. Evaluation of *Yucca saponin* on broiler performance and ammonia suppression. *Poult. Sci.* 60(10): 2289-2292.
- Jongbloed, A.W., Leis, N.P. 1999. Nutrition as a tool to reduce the impact on the environment. In: Brufau, J., Tacon, A., (eds.). *Feed manufacturing in the Mediterranean region: Recent advances in research and technology*. Zaragoza: CIHEAM, (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 37). pp 229-239.
- Kemme, P.A., Jongbloed, A.W., Dellaert, B.M. Krol-Kramer, F. 1993. The use of a *Yucca schidigera* extract as "urease inhibitor" in pig slurry. In: *Proceedings of the First International Symposium on Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences*, Verstegen, M.W.A., den Hartog, L.A., van Kempen, G.J.M. and Metz, J.H.M. (eds). EAAP Publication No. 69, Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp. 330-333.
- Kjeldsen, N., J. 1992. *Micro aid till slagtesvin* (Meddelse No.216). Copenhagen, DK: Videncenter For Svineproduktion.
- Lee, S.R., Han, J.K., Choi, Y.J., Nam, K. 2007. Reduction of ammonia and hydrogen sulfide emission from swine manure using aqueous foams amended with microorganisms and chemical additives. *Clean-Soil Air Water* 35(3): 230-234.
- Li, W., Powers, W. 2012. Effects of saponin extracts on air emissions from steers. *J. Anim. Sci.* 90(11): 4001-4013.

- Lila, Z.A., Mohammed, N., Kanda, S., Kamada, T., Itabashi, H. 2003. Effect of sarsaponin on ruminal fermentation with particular reference to methane production in vitro. *J. Dairy Sci.* 86(10): 3330-3336.
- Mihina, S. 2012. Production of harmful gases in the farm of broiler chicken. Slovak University of Agriculture in Nitra Slovakia (unpublizierter Bericht).
- Morel, A. 1997. Effets de l'incorporation de De-Odorase dans l'aliment porc charcutier. Thesis, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Paris, France.
- Ndegwa, P.M., Hristov, A.N., Arogo, J., Sheffield, R.E. 2008. A review of ammonia emission mitigation techniques for concentrated animal feeding operations. *Biosyst. Eng.* 100(4): 453-469.
- Panetta, D.M., Powers, W.J., Lorimor, J.C. 2005. Management strategy impacts on ammonia volatilization from swine manure. *J. Environ. Qual.* 34(3): 1119-1130.
- Panetta, D.M., Powers, W.J., Xin, H., Kerr, B.J., Stalder, K.J. 2006. Nitrogen excretion and ammonia emissions from pigs fed modified diets. *J Environ Qual* 35(4): 1297-1308.
- Philippe, F.-X., Cabaraux, J.-F., Nicks, B. 2011. Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agric. Ecosyst. Environ.* 141(3-4): 245-260.
- Rom, H.B., Moller, F., Dahl, P.J., Levring, M. 2000. Diet composition and modified climatic properties - means to reduce ammonia emission in fattening pig units. In: Engineers, A. S. o. A., (eds.). 2nd International Conference on Air Pollution from Agricultural Operations; Oct 09-11; Des Moines, Ia. p 108-115.
- Ryan, J.P., Leek, B.F. 1996. Effects of *Yucca schidigera* extract on levels of urea, ammonium, VFA and pH in ovine ruminal fluid in vitro. *Irish Vet. J.* 49(1): 23-&.
- Schuerink, H.G. 1995. Ammonia, take a deep breath and run; ammonia levels in piggeries in the Netherlands. Thesis, Christelijke Agrarische Hogeschool, Dronten, the Netherlands.
- Sutton, A. L., S. R. Goodall, J. A. Patterson, A. G. Mathew, D. T., Kelly, and K. A. Meyerholtz. 1992. Effects of odor control compounds on urease activity in swine manure. *J. Anim. Sci.* 70(Suppl. 1):160 (Abstr.).
- Sutton, A.L., Kephart, K.B., Versteegen, M.W.A., Canh, T.T., Hobbs, P.J. 1999. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. *J. Anim. Sci.* 77(2): 430-439.
- Wu, Z., Sadik, M., Sleiman, F.T., Simas, J.M., Pessarakli, M., Huber, J.T. 1994. Influence of *Yucca* Extract on Ruminal Metabolism in Cows. *J Anim Sci* 72(4): 1038-1042.
- Zentner, E., Mösenbacher-Molterer, I., Huber, G., Finotti, E., Gasteiner, J., Bachler, C., Mayer, M., Brettschuh, S., Rudorfer, B., Schauer, A., Kitzler, R., Kaufmann, J., Steiner, B., Veit, M. 2011. Investigation of a feed additive regarding emission reduction and performance with consideration of the IED (IPPC) guideline. Scientific study no. 3594. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Raumberg Gumpenstein.

## Anhang

Liste von weiteren nicht überprüften Publikationen, welche eine Reduktion von Ammoniakkonzentrationen in Schweineställen oder Ammoniakemissionen aus der Schweinehaltung gefunden haben:

Cromwell, G.L., Turner, L.W. Gates, R.S. Taraba, J.L. Lindeman, M.D. Traylor, S.L. Dozier W.A., Monegue, H.J.. 1999. Manipulation of swine diets to reduce gaseous emissions from manure that contribute to odor. *J. Anim. Sci.* 77(Suppl.1):69 (Abstr.) (zit in Colina et al., 2001).

Headon, D.R., Walsh, G. 1994. Biological control of pollutants. In: *Principles of Pig Science*. 375. Cole, D.J.A., Wiseman, J. and Varley, M.A. (eds). University Press, Nottingham, UK (zit. in Jongbloed, Leis, 1999).

Liste von weiteren nicht überprüften Publikationen, welche eine Reduktion von Ammoniakkonzentrationen in Geflügelställen oder Ammoniakemissionen aus der Geflügelhaltung gefunden haben:

Cheeke, P.R., Nakuae, H.S. 1993. The effect of *Yucca schidigera* extract (De-Odorase) on the air quality with the performance of chickens and rabbits. *Proceedings, Western Section, Am. Society of Anim. Sci.*, 44: 106-108.

Goodall, S. R., Curtis S. E., McFarlane, J. M. 1988. Reduction aerial ammonia by adding micro aid to poultry diets: Laboratory and On-farm Evaluations. ASAE Publication, Distributors Processing, Inc., Porterville, USA, pp: 286-290.

Rowland, L.O., Pleyler, J. E. Bradley, J.W., 1976. *Yucca schidigera* extract effect on egg production and house ammonia levels. *Poult. Sci.* 55:2086–2093 (zit. in Chepete et al., 2012).