

**Aus dem Institut für Technologie und Biosystemtechnik**

**Jochen Hahne  
Klaus-Dieter Vorlop  
Thomas Willke**

**Emissionen : wird der Null-Emissionsstall zum Stand der  
Technik?**

Manuskript, zu finden in [www.fal.de](http://www.fal.de)

Published in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 262,  
pp. 119-130

**Braunschweig  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)  
2003**

# Emissionen

## Wird der Null-Emissionsstall zum Stand der Technik?

Jochen Hahne, Klaus-Dieter Vorlop und Thomas Willke\*

### 1 Einleitung und Problemstellung

Die Tierhaltung in Deutschland liefert mit über 60 % einen wesentlichen Beitrag zum Produktionswert der Landwirtschaft. Dies wird auch an gehaltenen Tierbeständen deutlich. Im Jahre 2002 wurden in Deutschland 14,2 Mio. Rinder, 110 Mio. Legehennen und Masthühner, 26 Mio. Schweine und 2,2 Mio. Schafe gehalten. Darüber hinaus hat die Haltung von Enten und Truthühnern an Bedeutung gewonnen, deren Bestände 2002 auf 1,9 Mio. bzw. 8,8 Mio. Tiere gestiegen sind [1]. Die Entwicklung der Tierbestände in den letzten Jahren zeigt für Rinder und Schafe eine fallende, für Schweine eine leicht steigende und für Geflügel eine deutlich steigende Tendenz. In Anbetracht des sich ändernden Konsumverhaltens und des Preisniveaus für tierische Erzeugnisse im Verhältnis zur Entwicklung der Realeinkommen ist auch für die Zukunft mit einer Fortsetzung dieses Trends zu rechnen.

Der wirtschaftlich bedingte Strukturwandel in der Landwirtschaft führt zu wachsenden einzelbetrieblich gehaltenen Tierbeständen. Dies wird besonders deutlich an der Entwicklung der Zahl der Tierhalter und der Tierbestandsgrößenklassen in der Veredlungsregion Niedersachsen. Seit 1988 ist hier die Zahl der Mastschweinehalter von 41.128 auf 15.666 gefallen, während der Tierbestand von 2,76 Mio. auf 3,38 Mio. Tiere gestiegen ist. Der in Betrieben mit mehr als 1.000 Tieren gehaltene Bestand hat von 5,3 % des Gesamtbestandes (1988) auf 22 % des Gesamtbestandes von 2001 zugenommen. Demgegenüber hat sich die Zahl der gehaltenen Schweine in Beständen mit weniger als 199 Tieren in diesem Zeitraum mehr als halbiert [2]. Der Kostendruck auf die Tierproduktion wird auch angesichts der wachsenden europäischen Konkurrenz anhalten und sich eventuell noch verschärfen. Beispielsweise sind die Schweinebestände in Dänemark im Zeitraum von 1972 bis 2002 von 8,9 Mio. auf 13,0 Mio. Tiere und in Spanien von 7,2 Mio. auf 23,9 Mio. Tiere gestiegen [1].

Für die Emissionen aus der Tierhaltung ist jedoch nicht nur die Zahl der Tiere maßgebend sondern auch das Haltungsverfahren, die Lüftungstechnik, das Management, die Fütterungstechnik, die tierische Leistung und der Umgang mit den Wirtschaftsdüngern. Für den Bereich der Mastschweinehaltung in Niedersachsen ist festzustellen, dass nicht nur die

---

\*

Dr. rer. nat. Jochen Hahne, Prof. Dr. Klaus-Dieter Vorlop, Dr. rer. nat. Thomas Willke, Institut für Technologie und Biosystemtechnik, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig.

Tierzahl, sondern auch die tierische Leistung von 645 g Lebendmassezuwachs/d (1992) auf 691 g/d (2002) zugenommen hat [3]. Bei den Milchkühen ist die Milchleistung zwar auch von 5.650 kg/a (1979/1980) auf 7.650 kg/a (2000/2001) gestiegen [3], aber parallel dazu ist die Zahl der Milchkühe von 1,0 Mio. (1988) auf 763.000 (2001) gesunken [2], so dass die Emissionen je Produkteinheit eher gesunken sind.

Die Tierhaltung ist in Deutschland wie auch in den europäischen Nachbarländern wie Frankreich und Italien regional konzentriert und führt in diesen Gebieten zu Geruchsbelästigungen und Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Staub- und Keimemissionen. Darüber hinaus verursachen die Ammoniakemissionen aus den Ställen, der Wirtschaftsdüngerlagerung und -ausbringung überregionale Umweltbelastungen, die zu einer Eutrophierung und Versauerung von Böden und Oberflächengewässern sowie zu den bekannten Waldschäden beitragen. Infolge übermäßiger und falscher Wirtschaftsdüngeranwendung treten in Regionen mit intensiver Tierhaltung wachsende Probleme bei der Einhaltung des Nitratgrenzwertes von 50 mg/l für die Trinkwassergewinnung auf. Darüber hinaus ist die Tierhaltung auch an der Freisetzung klimarelevanter Spurengase wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas beteiligt.

Die Akzeptanz der Tierhaltung in der Bevölkerung ist in den letzten Jahren allgemein und aufgrund von Tierseuchenfällen, der BSE-Krise, einzelner Futtermittelskandale und der von ihr verursachten Umweltbelastungen gesunken. Da immer weniger Menschen in der Landwirtschaft tätig und von ihr abhängig sind, Nahrungsmittel kostengünstig und im Überfluss angeboten werden, hat auch die Toleranz der Bevölkerung in Hinblick auf die Tierproduktion und der von ihr verursachten Geruchsbelästigungen abgenommen. Darüber hinaus sind in den letzten Jahren konventionelle Tierhaltungsverfahren und auch Tiertransporte wegen mangelhaften Tierschutzes ins Gerede gekommen.

In den Regionen mit intensiver Tierhaltung sind ferner in jüngerer Zeit wachsende Nutzungskonflikte zwischen landwirtschaftlichen und kommunalen Entwicklungsvorhaben zu beobachten, die zu einer Verknappung möglicher Standorte für neue Tierhaltungsanlagen führen.

Die Frage, ob der Null-Emissionstall bis zum Jahr 2025 zum Stand der Technik wird, ist einerseits vor dem Hintergrund der skizzierten Probleme, der daraus resultierenden Gesetzgebung sowie der Bereitschaft der Bevölkerung zur Entrichtung höherer Produktpreise zu beurteilen. Andererseits sind die technischen Voraussetzungen zur Realisierung von Null-Emissionsställen zu schaffen, die jedoch nur mit der Fortschreibung gesetzlicher Rahmenbedingungen auf der Grundlage öffentlich geförderter Vorlaufforschung zu erreichen sind.

## 2 Gesetzliche Rahmenbedingungen und ihre Fortschreibung

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen sind in den letzten Jahren in nahezu allen, den Verbraucher-, Natur-, Tier- und Umweltschutz tangierenden Bereichen verschärft worden. In Hinblick auf den Null-Emissionsstall sind Regelungen in folgenden Bereichen von erheblicher Bedeutung:

- Tierschutz und Tiergesundheit,
- Gewässer- und Grundwasserschutz sowie
- Luftreinhaltung und Klimaschutz.

Der Tierschutz ist als Staatsziel in das Grundgesetz aufgenommen worden. Dies hat generell höhere tierschutzrechtliche Anforderungen für die Tierhaltung zur Folge. Nicht als tiergerecht eingestufte Haltungsverfahren (z. B. konventionelle Käfighaltung von Legehennen) sind bereits verboten worden [4], wobei existierenden Anlagen unterschiedliche Übergangsfristen eingeräumt wurden. Die tiergerechte Legehennenhaltung kann aufgrund der erforderlichen Einstreu und des größeren, individuellen Platzangebotes auch zu höheren Emissionen führen. Es ist davon auszugehen, dass auch Schweinehaltungsverfahren in Hinblick auf die artgerechte Haltung überprüft werden. Auch das aus Tierschutzgründen richtige Verbot der Anbindehaltung für Rinder führt zu höheren Emissionen, da größere Flächen verschmutzt werden und somit zu Emissionen beitragen.

Für den Bereich der Tiergesundheit kann in Hinblick auf den Null-Emissionsstall die Freisetzung von tierpathogenen Keimen aus Stallanlagen in Regionen mit hoher Tierdichte relevant werden. Hiervon ist auch die Freilandhaltung von Schweinen betroffen, wenn man an Maßnahmen gegen die Schweinepest denkt.

Aus Stallanlagen werden erhebliche Ammoniakfrachten freigesetzt, die als diffuse Nährstoffeinträge in die Umwelt gelangen und empfindliche Ökosysteme (Wald, Moore, Magerasen), aber auch Oberflächengewässer schädigen können. Zur Vorsorge gegen diffuse Nährstoffeinträge ist es denkbar, dass die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung über die Festsetzung von Emissionsgrenzwerten geregelt werden.

Im Rahmen des Kyoto-Protokolls zum Klimaschutz hat sich Deutschland verpflichtet, die Emission von Treibhausgasen bis 2012 um 21 %, bezogen auf den Stand von 1990, zu reduzieren. Neben einer effizienteren Energienutzung wird die Energiegewinnung aus Reststoffen, Wirtschaftsdüngern und nachwachsenden Rohstoffen an Bedeutung gewinnen. Bislang entweichen erhebliche Methanmengen als treibhauswirksame Gase aus Stallanlagen und Wirtschaftsdüngerlagern. Die gezielte, energetische Nutzung von Wirtschaftsdüngern ist für die Realisierung eines Null-Emissionsstalls wichtig.

Mit dem Göteborg-Protokoll ist Deutschland die Verpflichtung eingegangen, seine Ammoniakemissionen auf 550.000 t/a zu senken. Bezogen auf den Stand von 1990 bedeutet dies ein Reduktionsziel von 28 % bis 2010. Da etwa 90 % der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft stammen und hiervon wiederum mehr als 85 % von der Tierhaltung verursacht werden, muss die Tierhaltung diesbezüglich einen wesentlichen Beitrag leisten. Dies betrifft die emissionsarme Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern ebenso wie die Reduzierung der Ammoniakemissionen aus Ställen, die etwa 30 % der gesamten Ammoniakverluste ausmachen.

Mit dem Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien [5] wurden die Schwellenwerte für Tierplatzzahlen, oberhalb derer eine Tierhaltungsanlage nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz genehmigt werden muss, deutlich gesenkt. Dies betrifft beispielsweise Anlagen mit mehr als 1.500 Mastschweineplätzen, 560 Sauenplätzen, 250 Plätzen für Rinder und Anlagen mit mehr als 50 GV (1 GV = 500 kg Lebendgewicht) bei einer Viehdichte von über 2 GV/ha Kreisfläche. Mit der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft, 2002) [6] wurden die Anforderungen für diese Anlagen weiter konkretisiert. Durch diese Regelungen muss zukünftig nicht nur die Umweltbelastung durch das geplante Vorhaben, sondern auch die bereits existierende Vorbelastung durch andere Anlagen berücksichtigt werden. Ferner müssen neben den Geruchsmissionen auch die Schwebstaubmissionen, Ammoniakmissionen und die Stickstoffdeposition im Rahmen des Genehmigungsverfahrens geprüft werden [7]. Für die landwirtschaftliche Praxis bedeuten diese Verschärfungen, dass größere Abstände zu empfindlichen Ökosystemen einzuhalten sind. Für den Fall, dass diese nicht eingehalten werden können oder bereits hohe Vorbelastungen durch andere Anlagen vorhanden sind, müssen zur Genehmigung neuer Tierhaltungsanlagen weitergehende Emissionsminderungsmaßnahmen ergriffen werden. Dies betrifft vor allem Regionen mit hoher Viehdichte, wo in vielen Fällen Betriebserweiterungen oder Neuanlagen nur mit einer entsprechenden Abluftreinigung genehmigungsfähig sind.

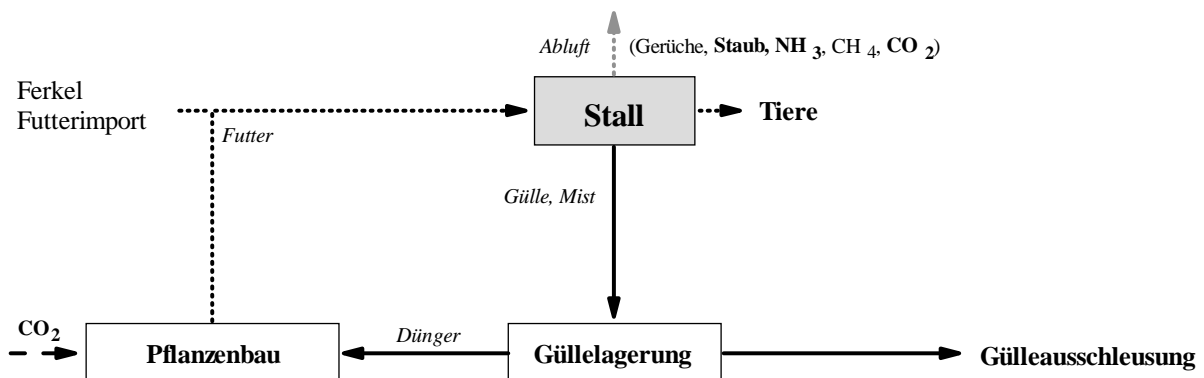
Durch die Vorlauftforschung sind inzwischen geeignete Abluftreinigungsanlagen für zwangsbelüftete Ställe entwickelt worden und finden Eingang in die betriebliche Praxis. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Entwicklung fortsetzen wird, insbesondere auch vor dem Hintergrund von Keimemissionen aus Tierhaltungsanlagen in Regionen mit hoher Tierdichte.

### 3 Emissionen aus der Stallhaltung von Mastschweinen

Aus Schweineställen werden Spurengase und Stäube freigesetzt. Art und Umfang dieser Emissionen sind von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, die sich auch gegenseitig beeinflussen können. Bei den Spurengasen handelt es sich im Wesentlichen um Kohlendioxid, Ammoniak, Methan, Schwefelwasserstoff und eine Fülle organischer und geruchsrelevanter Komponenten in geringer Konzentration mit teilweise sehr geringen Wahrnehmungsschwellen. Bei bestimmten Haltungsverfahren können auch Stickoxid- und Lachgasemissionen auftreten. Die Kohlendioxidemissionen stammen im Wesentlichen von den Tieren, während die Ammoniakemissionen aus der Zersetzung des Harns und dem mikrobiellen Abbau von Proteinen in den Reststoffen resultieren. Methan entsteht bei der anaeroben Zersetzung organischer Reststoffe. Bei den Staubemissionen handelt es sich um Futter- und Einstreubestandteile, Hautabrieb, Mikroorganismen und andere Stoffe. Nach eigenen Spurengas-Messungen [8] an nach DIN 18910 zwangsbelüfteten Ställen mit Vollspaltenböden und dreiphasiger Fütterung belaufen sich die Kohlendioxidemissionen auf 527 bis 660 kg/Mastplatz und Jahr. Bei den Ammoniakemissionen liegen die Werte zwischen 2,8 und 3,7 und für Methan zwischen 2,8 und 4,5 kg/Mastplatz und Jahr. Die Staubkonzentrationen in der Abluft aus Mastschweineställen schwanken nach [9] zwischen 1,21 und 2,67 mg/m<sup>3</sup>, wobei etwa 10 % alveolengängig sind. Die mittleren Emissionsraten werden mit 567 mg/(GV h) angegeben, was einer Jahresfracht von etwa 0,7 kg/Mastplatz und Jahr entspricht.

Diese Emissionen werden gegenwärtig mit der Abluft aus den Ställen ungefiltert emittiert (Abbildung 1). Zur Reduktion dieser Emissionen aus Schweineställen bieten sich eine Fülle von Maßnahmen an.

**Abbildung 1:** Freisetzung von Spurengasen und Staub bei der gegenwärtigen Schweinehaltung



Die Ammoniakemissionen sind abhängig von dem ausgeschiedenen Stickstoff, der enzymatisch zu Ammoniumstickstoff hydrolysiert wird. In Abhängigkeit vom pH-Wert und der Temperatur des Materials liegt ein bestimmter Anteil des Ammoniums als verdampfbare Ammoniak vor. Strömt Luft über das ammoniakhaltige Material, kommt es zum Stoffübergang in die Gasphase mit der Folge, dass Ammoniak aus dem Stall freigesetzt wird. Folgende Maßnahmen reduzieren die Ammoniakemissionen:

- Verringerung der Stickstoffausscheidung
- Reduzierung der Harnstoffhydrolyse und des mikrobiellen Proteinabbaus
- Verkürzung der Verweilzeit stickstoffhaltiger Ausscheidungen im Stall
- Absenkung des pH-Wertes und der Temperatur in den Ausscheidungen
- Reduzierung der Luftgeschwindigkeit an den emittierenden Oberflächen und
- Verringerung emittierender Oberflächen

Abgesehen von der Verringerung der Stickstoffausscheidung führen alle anderen Maßnahmen dazu, dass die Stickstoffmenge in den anfallenden Wirtschaftsdüngern dementsprechend höher ist und in der weiteren Verfahrenskette berücksichtigt werden muss. Eine Emissionsminderung kann nur erzielt werden, wenn der Wirtschaftsdünger emissionsarm in abgedeckten Lagerstätten gelagert wird und mit emissionsarmen Techniken appliziert wird. Anderenfalls besteht die Gefahr, dass die vermiedenen Emissionen aus dem Stall während der Lagerung und Ausbringung freigesetzt werden und insgesamt keine Emissionsminderung erzielt wird.

Die Methanemissionen aus den Ställen stammen im Wesentlichen aus der anaeroben Zersetzung organischen Materials durch hydrolytische, versäuernde und Methan bildende Bakterien. Die Methanbildung ist zeitabhängig, da das organische Material zunächst hydrolysiert und zu organischen Säuren abgebaut werden muss, bevor der Methanbildungsprozess einsetzen kann. Das Risiko der Methanbildung steigt bei Temperaturen über 15 °C in lagernden Wirtschaftsdüngern erheblich an, wenn diese keinen Gelöstsauerstoff enthalten. Gelöster Sauerstoff führt zur schnellen Inaktivierung der streng anaerob lebenden Methanbakterien.

Die Methanbildung in Ställen lässt sich durch folgende Maßnahmen reduzieren:

- Reduzierung der Temperatur in lagernden Wirtschaftsdüngern und
- Verkürzung der Verweilzeit der Ausscheidungen im Stall.

Auch für die Methanemissionen gilt, dass eine Emissionsminderung nur dann erzielt werden kann, wenn es auch während der Lagerung nicht zur Freisetzung der im Stall vermiedenen Emissionen kommt. Dies ist angesichts der vorgeschriebenen Lagerzeiten und der

üblichen Lagertemperaturen jedoch nicht möglich. Lediglich eine Belüftung des Wirtschaftsdüngers oder eine gezielte Methanisierung mit anschließender Methanverwertung könnten die Emissionen wirksam reduzieren.

Schwefelwasserstoff und viele Geruchsstoffe entstehen bei der anaeroben Zersetzung von schwefelhaltigen Aminosäuren in lagernden Wirtschaftsdüngern. Die Freisetzung in die Stallluft ist abhängig von der Temperatur und vor allem vom pH-Wert im Wirtschaftsdünger. Ferner ist die Luftgeschwindigkeit an der emittierenden Oberfläche für den Übergang in die Gasphase bedeutsam. Die Schwefelwasserstoffemissionen aus Ställen lassen sich durch folgende Maßnahmen reduzieren:

- Reduzierung der Ausscheidung schwefelhaltiger Proteine,
- Verkürzung der Verweilzeit der Ausscheidungen im Stall,
- Erhöhung des pH-Wertes im Wirtschaftsdünger bzw. Vermeidung der Versäuerung,
- Reduzierung der Luftgeschwindigkeit an den emittierenden Oberflächen und
- Verringerung emittierender Oberflächen.

Eine wirksame Gesamtreduzierung von Schwefelwasserstoff- und Geruchsemissionen erfordert wiederum eine emissionsarme Lagerung und Ausbringung der Wirtschaftsdünger.

Kohlendioxidemissionen können angesichts des hohen Leistungsniveaus in der Mast kaum reduziert werden. Hier kann eine Kreislaufschließung nur durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe und Futtermittel erreicht werden.

Die Staubemissionen aus Flüssigmistverfahren sind im Regelfall geringer als bei Einstreuverfahren. Eine weitere wesentliche Staubquelle ist die Trockenfütterung, deren Ersatz durch Breifütterungseinrichtungen zu einer weiteren Reduktion der Staubemissionen beiträgt.

#### **4 Der Weg zum Null-Emissionsstall**

Der Null-Emissionsstall kann nur bei Berücksichtigung und Vermeidung aller auftretenden Emissionen erreicht werden. Wie bereits beschrieben, beruht die Freisetzung der Spurengase und des Staubes auf unterschiedlichen Ursachen und kann dementsprechend nicht durch eine einzelne Maßnahme sondern nur durch ein Maßnahmenbündel erreicht werden.

Der erste Schritt neben den beschriebenen stallinternen Maßnahmen ist die schnelle Ausschleusung des Wirtschaftsdüngers aus dem Stall.

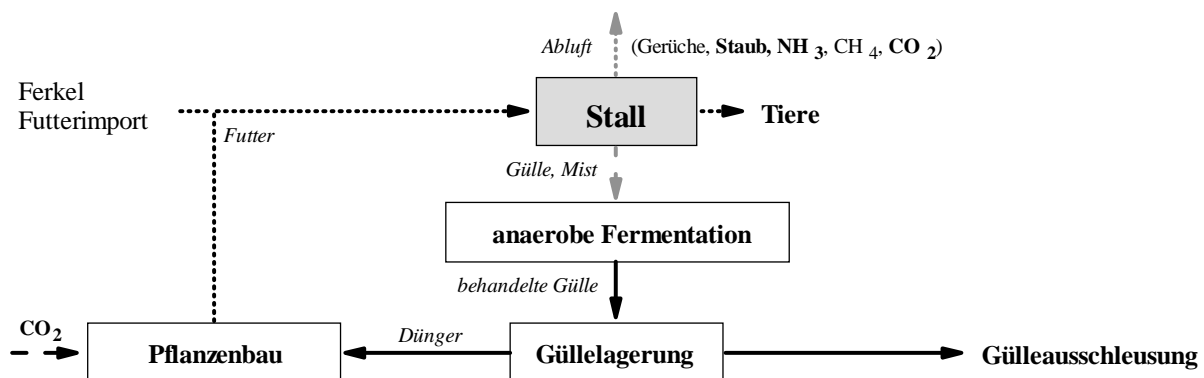


## 4.1 Die anaerobe Fermentation

Zur Vermeidung von Methan- und Geruchsemissionen ist für die nähere Zukunft bei größeren Tierhaltungsanlagen ein verstärkter Einsatz der anaeroben Fermentation von Wirtschaftsdüngern mit energetischer Nutzung des Biogases zu erwarten (Abbildung 2). Dies liegt im Wesentlichen an den staatlichen Fördermaßnahmen (Stromeinspeisevergütung), die dem Landwirt weitere Einkommensquellen erschließen. Mit der Anaerobtechnik werden in Hinblick auf den Null-Emissionsstall wichtige Ziele erreicht. Durch die schnelle Ausschleusung des Wirtschaftsdüngers aus dem Stall und der gezielten Biogasproduktion können die Methanemissionen aus den Ställen und bei der mehrmonatigen Lagerung sehr effizient reduziert werden. Dies würde zwar auch durch Belüftungsverfahren erreicht werden können, die jedoch einen hohen elektrischen Energiebedarf aufweisen und keine Einkommensmöglichkeiten erschließen. Darüber hinaus findet durch die Anaerobtechnik ein mikrobieller Geruchsstoffabbau statt, der insbesondere bei der Gülleausbringung von Bedeutung ist. Mit der Anaerobtechnik kann durch die gezielte Nutzung der anfallenden thermischen Energie auch eine Hygienisierung des Wirtschaftsdüngers erreicht werden.

Die schnelle Ausschleusung des Wirtschaftsdüngers wird jedoch wahrscheinlich nicht ausreichen, um die Stallemissionen weitgehend oder gar vollständig zu reduzieren.

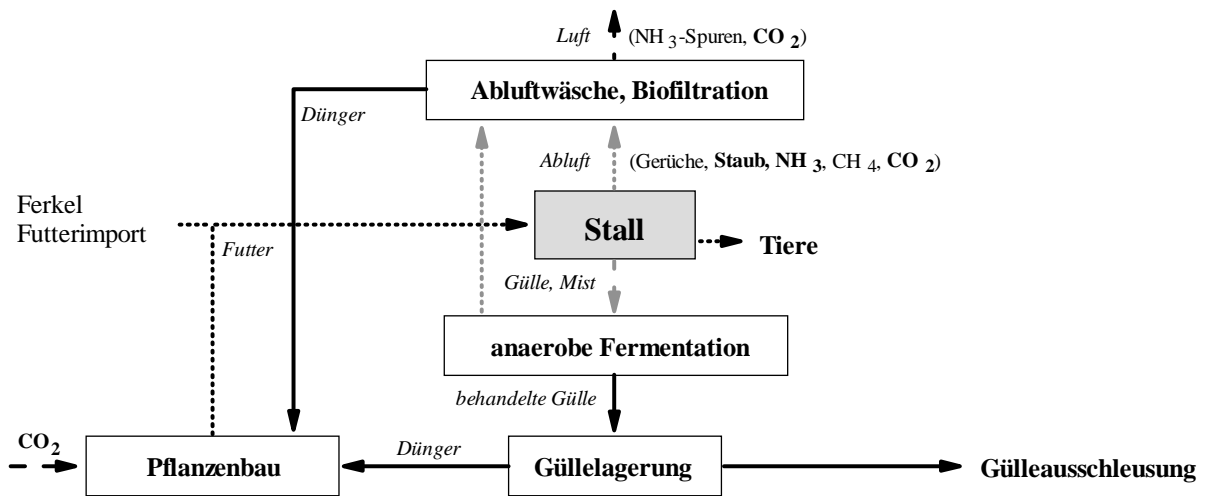
**Abbildung 2:** Minderung der Methan- und Geruchsemissionen durch schnelle Ausschleusung der Ausscheidungen aus dem Stall und anaerober Fermentation



## 4.2 Stallablufreinigung

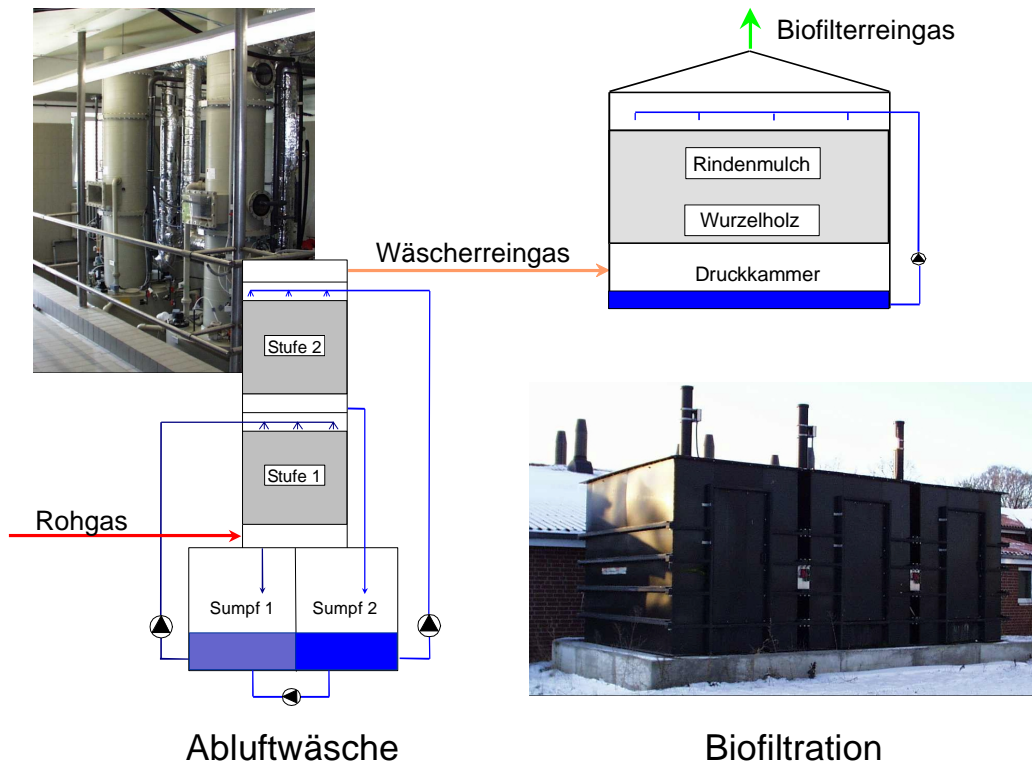
Einen weiteren, wichtigen Baustein auf dem Weg zum Null-Emissionsstall liefert die Abluftreinigung, die zukünftig, insbesondere in Regionen mit einer hohen Viehdichte, an Bedeutung gewinnen wird (Abbildung 3).

**Abbildung 3:** Minderung der Ammoniak-, Staub- und Geruchsemissionen aus Tierställen durch Abluftreinigung



Die Abluftreinigung bei zwangsbelüfteten Ställen wird nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand aus einer Abluftwäsche mit saurer Waschlösung und einer nachgeschalteten Biofiltration (Abbildung 4) bestehen [10]. Hierdurch wird erreicht, dass freigesetztes Ammoniak quantitativ aus dem Abluftstrom entfernt und als Flüssigdünger zurück gewonnen wird. Staub wird mit der Abluftwäsche vollständig aus der Abluft abgetrennt. Die Staubabscheidung wird auch zu einer deutlichen Reduzierung von Keimemissionen beitragen. Geruchsstoffe werden in der nachgeschalteten Biofiltration zurückgehalten und mikrobiell abgebaut. Die Reinluft aus der Abluftreinigungsanlage ist warm und feuchtigkeitsgesättigt, enthält das von den Tieren abgegebene Kohlendioxid und noch Spuren von Ammoniak. Die Nutzung dieser Energie und der anderen Inhaltsstoffe kann beispielsweise in Gewächshauskulturen erfolgen, so dass dem Betreiber weitere Wertschöpfungsmöglichkeiten eröffnet werden. Allerdings verursacht die Abluftreinigung einen erhöhten Energieverbrauch, der über die Stromerzeugung zu einer Erhöhung der Kohlendioxidfreisetzung beiträgt. Zur Deckung des Gesamtenergiebedarfes der Tierhaltungsanlage ist die anaerobe Vergärung der Wirtschaftsdünger allein nicht ausreichend, so dass eine Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen zur Schaffung eines Null-Emissionsstalls unverzichtbar ist.

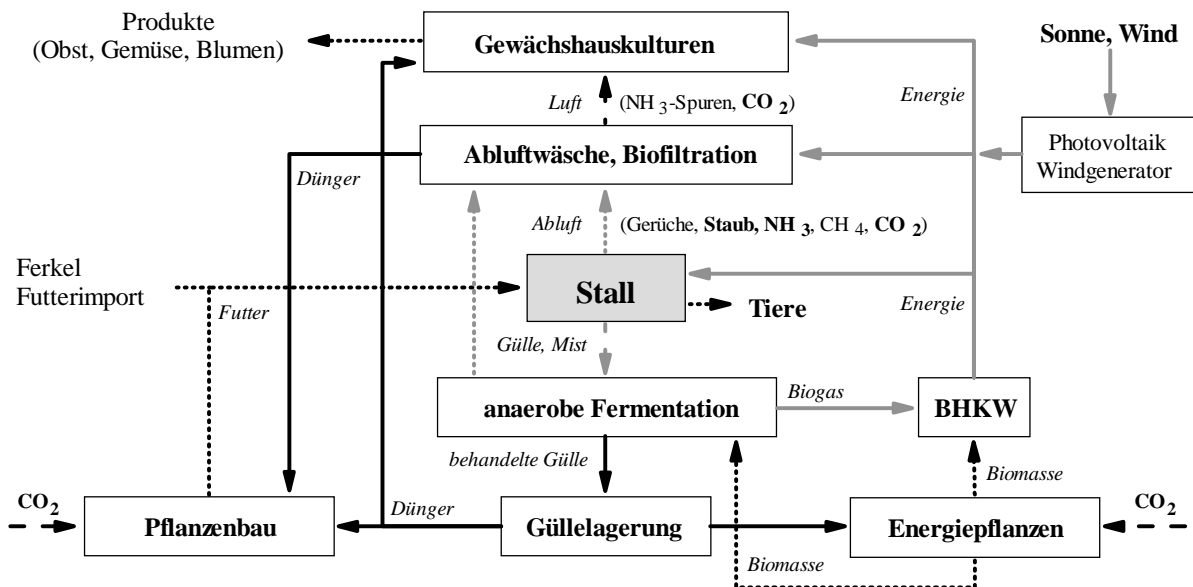
**Abbildung 4:** Zweistufiges Abluftreinigungsverfahren mit Abluftwäsche und Biofiltration zur Ammoniak- und Staubabscheidung mit integrierter Stickstoffrückgewinnung und Beseitigung von Geruchsstoffen



### 4.3 Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen und Nutzung regenerativer Energien

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe zur energetischen Nutzung bildet einen weiteren wesentlichen Baustein für den Null-Emissionsstall (Abbildung 5). Die Energiepflanzen können direkt über die Verbrennung oder über die anaerobe Fermentation zur Energieerzeugung genutzt werden. Die elektrische Energie aus dem Blockheizkraftwerk (BHKW) wird wegen der hohen finanziellen Vergütungen nach dem Energieeinspeisungsgesetz in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist, das seinerseits die ganzjährige Verfügbarkeit der Energieversorgung sicherstellt und den Betrieb der Anlage gewährleistet. Zur Ergänzung der Energieversorgung wären auch Photovoltaikanlagen denkbar, wenn man an die großen, zur Verfügung stehenden Dachflächen denkt. Bei windexponierten Tierhaltungsanlagen kämen auch Windgeneratoren zur ergänzenden Energieversorgung in Frage. Die thermische Energie, deren Anteil bei Blockheizkraftwerken etwa 60 bis 70 % der Gesamtenergieerzeugung ausmacht, kann für die Hygienisierung des Wirtschaftsdüngers, für die Heizung der Stallanlagen und für die Gewächshäuser genutzt werden. Durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe wird auch der Kohlendioxidkreislauf weitgehend geschlossen, so dass auf diese Weise der Null-Emissionsstall technisch realisierbar wird.

**Abbildung 5:** Konzept des Null-Emissionsstalls im Jahr 2025 mit anaerober Fermentation der Wirtschaftsdünger, Stallablufreinigung und Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen



## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Tierhaltung in Deutschland stellt einen bedeutsamen Wirtschaftszweig der Landwirtschaft dar und deckt einen wesentlichen Anteil des Bedarfs an tierischen Erzeugnissen, den es zu erhalten gilt. Andererseits sind mit der Tierhaltung Umweltbelastungen verbunden, die in Zukunft weiter reduziert werden müssen. Die existierenden Gesetze, deren Fortschreibung sowie die Klimaschutzabkommen werden zu erhöhten Anforderungen an die Tierhaltung in Hinblick auf Tier-, Umwelt- und Klimaschutz führen. Zur Realisierung eines Null-Emissionsstalls sind drei wesentliche Bausteine erforderlich. Mit der Anaerobtechnik werden Energiepotenziale genutzt und sowohl Methan- als auch Geruchsemissionen aus den Wirtschaftsdüngern wirksam reduziert. Die Abluftreinigungsverfahren werden einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der Ammoniak-, Staub- und Keimemissionen aus Tierhaltungsanlagen liefern. Mit dem Stickstoffrecycling kann der Bedarf an synthetischen Stickstoffdüngern reduziert und somit auch ein Beitrag zur Energieeinsparung geleistet werden. Zur Deckung des Energiebedarfs großer Tierhaltungsanlagen wird der Anbau nachwachsender Rohstoffe zur energetischen Nutzung und zur Verwertung der anfallenden Wirtschaftsdünger als dritter Baustein von Bedeutung sein. Mit dem Anbau nachwachsender Rohstoffe kann letztendlich auch die Kohlenstoffbilanz ausgeglichen werden.

Die technischen Voraussetzungen zur Realisierung des Null-Emissionsstalls werden im Jahre 2025 mit Sicherheit gegeben sein. Ob dieses Konzept zum Stand der Technik wird,

hängt in starkem Maße von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, der weiteren Gesetzgebung und dem Konsumentenverhalten ab.

## Literatur

FAO Database unter <http://apps.fao.org/page/collections>

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2002) (Hrsg.) Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen, Hannover

VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERHALTUNG wV (VIT) (2002) (Hrsg.): Trends, Fakten, Zahlen, Verden/Aller

N.N. (2002) Erste Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. BGBl Jahrgang 2002 Teil I Nr. 16, S. 1026-030

N.N. (2001) Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz. BGBl Jahrgang 2001 Teil I Nr. 40, S. 1950-2021

N.N. (2002) Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft- TA – Luft vom 24.7.2002) unter: [http:// www.bmu.de/download/dateien/taluft/pdf](http://www.bmu.de/download/dateien/taluft/pdf)

GRIMM E (2002) Neue Hürden, höhere Kosten. DLG-Mitteilungen 3 (2002), S. 86-89

HAHNE J, HESSE D, VORLOP KD (1999) Spurengasemissionen aus der Mast Schweinehaltung. Landtechnik 54 (1999), Heft 3. S.180-181

TAKAI T, PEDERSEN S, JOHNSEN JO, METZ JHM, GROOT KOERKAMP PWG, UENK GH, PHILLIPS VR, HOLDEN MR, SNEATH RW, SHORT JL, WHITE RP, HARTUNG J, SEEDORF J, SCHRÖDER M, LINKERT KH, WATHES C.M (1998) Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. J. agric. Engng. Res. 70, pp. 59-77.

HAHNE J, SCHICKE R, VORLOP KD (2003) Möglichkeiten und Grenzen zur Minderung von Ammoniak-, Staub- und Geruchsemissionen durch Abluftreinigungsverfahren. In: KTBL (Hrsg.): 6. Internationale Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. S. 253-259.