

Steigende Anforderungen an die Tierhaltung zur Minderung der Stickstoff- und Phosphorüberschüsse

Jochen Hahne, Engel Hessel

Kurzfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt die aktuelle Situation der Schweine- und Geflügelhaltung in Deutschland sowie die Notwendigkeit, erhebliche Nährstoffüberschüsse an Stickstoff und Phosphor verringern zu müssen, um gesetzliche Vorgaben zukünftig einhalten zu können. Zur Minderung von Stickstoffemissionen aus der Tierhaltung werden viele Maßnahmen angesprochen, die von einer Bestandsabstockung über Maßnahmen in Ställen und der Abgasreinigung bis hin zu einer emissionsarmen Güllelagerung und Ausbringung reichen. Darüber hinaus werden die zukünftigen Anforderungen einer bedarfsgerechten Phosphat-Düngung sowie Möglichkeiten zur P-Abtrennung aus Wirtschaftsdüngern skizziert.

Schlüsselwörter

Ammoniak, Emissionen, Minderungsmaßnahmen, Phosphor, Überschuss, Wirtschaftsdünger, Aufbereitung

Increasing requirements for animal husbandry to mitigate nitrogen and phosphorus surplus

Jochen Hahne, Engel Hessel

Abstract

The present report describes the actual situation in the German pig and poultry keeping and the necessity for reducing considerable nitrogen and phosphorus surplus to meet further legal specifications. Many nitrogen mitigation options are illustrated ranging from animal number reduction, indoor measurements in stables and exhaust air treatment up to a low emission manure storage and application. Beyond that, future demands on phosphate fertilizing which meets legal requirements and options for P removal from manures are outlined.

Keywords

Ammonia, emissions, abatement measures, phosphorus, surplus, manure, treatment

Zur Situation in der Schweine- und Geflügelhaltung

In Deutschland wurden nach Angaben des Statistischen Bundesamtes im Jahr 2016 insgesamt 12,7 Mio. Rinder, und 27,4 Mio. Schweine gehalten sowie mehr als 689 Mio. Geflügel-tiere geschlachtet [1]. Der Produktionswert der Landwirtschaft ist im Vergleich zu den Vorjah-ren 2017 auf insgesamt 57,1 Mrd. EUR gestiegen, wobei 27,6 Mrd. auf die Tierhaltung entfielen [2]. Nach Prognosen der OECD sowie der FAO wird die globale Fleischerzeugung im Zeitraum von 2016 bis 2026 um 11 % ansteigen [2], wobei die Europäische Union nach Chi-na aktuell weltweit der zweitgrößte Fleischerzeuger ist. Innerhalb der EU ist Deutschland der größte Fleischexporteur. Die Fleischerzeugung in Deutschland belief sich im Jahr 2017 auf knapp 8,6 Mio. Tonnen Schlachtgewicht. Der Pro-Kopfverzehr von Fleisch in Deutschland lag im Jahr 2017 bei 59,2 kg, wobei der Konsum von Schweinefleisch rückläufig war, wäh-rend der Verbrauch an Geflügelfleisch leicht angestiegen ist [2]. Während die Verbraucherpreise für Schweinefleisch in Deutschland gestiegen sind, ist die Ertragslage der Schweine-erzeuger nach wie vor angespannt. Bei der deutschen Geflügelhaltung stagniert die Geflü-gelfleischerzeugung mit ca. 1,8 Mio. Tonnen/a auf hohem Niveau. Dies liegt u.a. an niedrige-ren Besatzdichten bei der Hähnchenproduktion infolge der Beteiligung der Hähnchenmäster an der Initiative Tierwohl. Die Erzeugerpreise für Masthähnchen sind seit 2013 tendenziell gefallen. Es bleibt aber zu berücksichtigen, dass die Geflügelschlachtungen sich seit 1998 bei Masthähnchen um den Faktor 2,7 auf 968.000 Tonnen Schlachtgewicht und bei den Pu-ten um den Faktor 1,9 auf 465.000 Tonnen Schlachtgewicht erhöht haben [2].

Die Tierhaltung erzeugt hochwertige und preiswerte Lebensmittel und ist auch gesamtwirt-schaftlich von großer Bedeutung, allerdings trägt sie auch im erheblichen Maß zu Umweltbe-lastungen bei. Wie die Daten zur Umwelt und Landwirtschaft zeigen, ist die Tierhaltung nach wie vor in erheblichem Maße an den Treibhausgas-Emissionen, der Verringerung der biolo-gischen Vielfalt, den übermäßigen Stickstoffeinträgen, der Luftbelastung durch Schad-stofffreisetzung und an Belastungen der Oberflächengewässer beteiligt [3]. Die direkten Treibhausgasemissionen aus der Tierhaltung sind zwar seit Jahren rückläufig, belaufen sich aber mit ca. 1,28 Mio. Tonnen/a (CH_4), 12.900 Tonnen (N_2O) und 3.300 Tonnen (NO_x) immer noch auf einem hohen Niveau (Stand: 2015). Dazu kommen noch erhebliche Emissionen stickstoffhaltiger Treibhausgase aus landwirtschaftlichen Böden, die mit 435.000 Tonnen/a (NH_3), 92.000 Tonnen/a (N_2O) bzw. 208.000 Tonnen/a (NO_x) angegeben werden. Die über-wiegend landwirtschaftlich bedingten Ammoniakemissionen sind hingegen seit 2005 ange-stiegen und beliefen sich 2014 auf 704 kt/a [4]. In Hinblick auf die in der EU-Richtlinie 2016/2284 [5] eingegangenen Reduktionsverpflichtungen (644 kt/a im Jahr 2020 bzw. 482 kt/a in 2030) müssen insbesondere die Anstrengungen zur Minderung der Ammoni-akemissionen massiv verstärkt werden.

Ergebnisse einer Modellierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewer-tung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität durch Luftschadstoffe in Deutschland (PINETI-3) zeigen, dass der Anteil von Ökosystemen, die von übermäßiger Versauerung betroffen sind, von knapp 60 % im Jahr 2000 auf ca. 30 % im Jahr 2015 gefal-len ist [6]. Wie die Modellierung zeigt, sind besonders der östliche Teil Niedersachsens sowie Teile Sachsen-Anhalts von der Versauerungsgefahr betroffen. Beim Schutz vor Eutrophie-

rung durch übermäßige Stickstoffeinträge zeigt die Modellierung hingegen, dass im Jahr 2015 noch ca. 70 % der Ökosysteme – bezogen auf die Erhebungen aus dem Jahr 2000 – gefährdet sind. In Hinblick auf den Eintrag übermäßiger Stickstoffeinträge sind Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein besonders betroffen.

Weiterer Handlungsbedarf ergibt sich für die Tierhaltung auch in Hinblick auf die Erreichung eines guten ökologischen und chemischen Zustandes der Fließgewässer durch die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie [7]. Ziel der Richtlinie soll die Erreichung eines „guten“ ökologischen und chemischen Zustandes von Oberflächengewässern und Grundwasser sein. Dieses anspruchsvolle Ziel wird bislang verfehlt, obwohl beispielsweise die Stickstoffeinträge in Oberflächengewässer bereits deutlich auf 490 kt/a (Berichtszeitraum 2012 - 2014) und die Phosphoreinträge auf 23 kt/a (Berichtszeitraum 2012 - 2014) reduziert werden konnten.

In Regionen mit intensiver Tierhaltung wie im Weser-Emsgebiet fallen mit Wirtschaftsdüngern und Gärresten mehr Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor) an als nach düngerechtlichen Anforderungen in der Region verwertet werden können. Dies führte bereits in der Vergangenheit dazu, dass Wirtschaftsdünger und Gärreste aus den Überschussgebieten in andere Regionen Niedersachsens (Braunschweig, Lüneburg, Leine-Weser-Region), aber auch in andere Bundesländer verbracht wurden [8; 9]. Nach der neuen Düngeverordnung sind mehrjährige betriebliche Nährstoffvergleiche für Stickstoff (über 3 Jahre) und Phosphor (über 6 Jahre) mittels gleitender Mittelwerte vorzunehmen [10]. Der sich aus dem Vergleich von Nährstoffzufuhr und Nährstoffabfuhr ergebende Kontrollwert soll insbesondere für Phosphat möglichst gering sein. Nach § 9 Abs. 3 soll dieser Wert ab den im Jahr 2018 bis 2023 begonnenen Düngejahren auf 20 und in später begonnenen Düngejahren auf 10 kg Phosphat je Hektar und Jahr begrenzt werden. Der Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdüngern und Gärresten betrug 2016/2017 in der Weser-Ems-Region 199 kg/ha/a [9]. Zur Einhaltung der Obergrenze von 170 kg/ha/a wären dementsprechend nur moderate Minderungsanforderungen erforderlich, während sich die Situation für eine ordnungsgemäße Phosphatverwertung deutlich verschärfen wird. Bei Berücksichtigung der neuen Anforderungen der Düngeverordnung mit einem zulässigen Kontrollwert von 10 kg P₂O₅/ha würde der Phosphatüberschuss in 7 Landkreisen (Grafschaft Bentheim, Emsland, Cloppenburg, Vechta, Oldenburg, Verden und Rotenburg) 8.930 t betragen, was einem zusätzlichen Flächenbedarf von 114.000 ha für eine pflanzenbedarfsgerechte Phosphat-Düngung entspricht [9]. Nach der bisherigen Regelung fehlen dem Landkreis Cloppenburg beispielsweise mehr als 31.147 ha für eine ordnungsgemäße Phosphatverwertung. Nach den ab 2023 geltenden Anforderungen wird dieser Flächenanteil auf 47.417 ha steigen [9]. Verschärfend kommt hinzu, dass bisherige Aufnahme-regionen auch von den neuen Anforderungen betroffen sind und somit nicht mehr oder nur noch eingeschränkt zur Verfügung stehen, was längere Transportwege für eine ordnungsgemäße Wirtschaftsdünger- und Gärrestverwertung nach sich ziehen würde.

In der im Entwurf vorliegenden Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) werden die Anforderungen an genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlagen weiter verschärft [11]. Die Anforderungen an eine im Hinblick auf Stickstoff und Phosphor angepasste, nährstoffreduzierte Fütterung sowie Anforderungen an die Erstellung von Nährstoffbilanzen

wurden konkretisiert ([11], Anhang 11) und maximale Nährstoffausscheidungen je nach Tierart und Produktionsverfahren festgelegt ([11], Kap. 5.4.7.1). Bedeutsam ist auch die Festlegung entsprechender maximaler Emissionsfaktoren, die über Fütterung und Minderungs-techniken gewährleistet werden sollen. So wird beispielsweise der Emissionsfaktor für die Mastschweinehaltung ([11], Anhang 12) zukünftig auf 1,8 kg je Tierplatz und Jahr festgelegt. Für die Einhaltung dieser Emissionsobergrenzen werden im Entwurf verschiedene Minderungs-techniken wie die Güllekühlung, die Gülleensäuerung, bauliche Maßnahmen sowie die Abgasreinigung dargestellt. Die Anforderungen an Abgasreinigungseinrichtungen werden im Anhang 13 [11] konkretisiert. Für große und neue Tierhaltungsanlagen in der Schweine- und Geflügelhaltung (z.B. für Stallgebäude mit mehr als 2.000 Mastschweinen oder 40.000 Masthähnchen) wird die Abgasreinigung nach dem Entwurf der TA Luft verpflichtend. Für kleinere genehmigungsbedürftige Anlagen (z.B. mehr als 1.500 Mastschweine oder 30.000 - 40.000 Masthähnchen) sollen Verfahrenstechniken des Anhangs 12 [11] eingesetzt werden, die eine Minderung der Ammoniakemissionen von mindestens 40 % gewährleisten. Zu diesen Maßnahmen gehört auch die Teilstromreinigung, bei der 60 % der Auslegungsluftrate über eine eignungsgeprüfte Abgasreinigungsanlage gereinigt wird, die eine Ammoniakabscheidung von mindestens 70 % gewährleistet (**Bild 1**). Für Altanlagen soll eine Nachrüstung in Hinblick auf die technische Machbarkeit und Verhältnismäßigkeit geprüft werden.

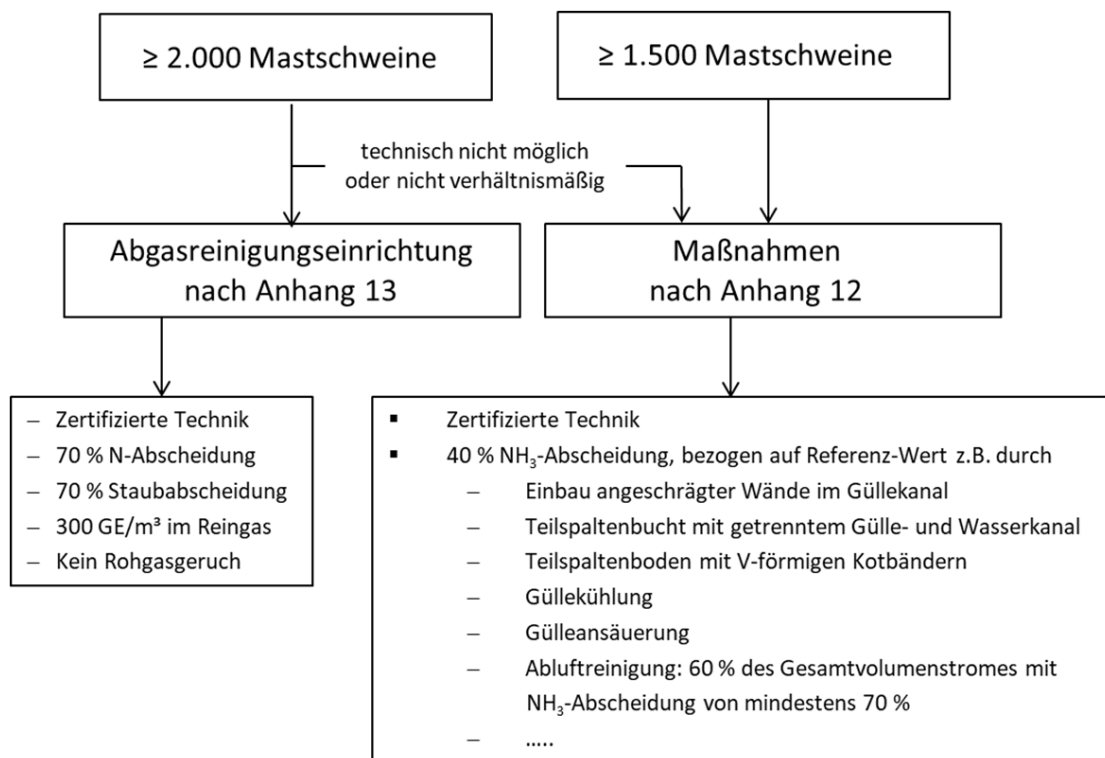


Bild 1: Anforderungen an die Emissionsminderung neuer Tierhaltungsanlagen nach dem Entwurf der neuen TA Luft, Beispiel Mastschweinehaltung

Figure 1: Demands on emission control for new livestock keepings in the draft of the technical instructions on air quality control

Weitere wichtige Änderungen betreffen u.a. die Festlegung einer maximalen, anlagenbezogenen Gesamtzusatzbelastung an Stickstoff von 3,5 kg je Hektar und Jahr als Kriterium für eine Sonderfallprüfung im Genehmigungsverfahren ([11], Anhang 9) sowie die bundeseinheitliche Beurteilung von Geruchsimmissionen ([11], Anhang 7).

Ammoniakquellen in der Landwirtschaft und Minderungsmaßnahmen

Die nationalen Ammoniakemissionen betragen 2016 insgesamt 680.000 t/a [12]. Davon entfielen ca. 95 % auf die Landwirtschaft. Seit 2005 nahmen die Emissionen aus der Geflügelhaltung sowie aus der Gärrestverarbeitung aus Energiepflanzen zu. Die wichtigsten Ammoniakquellen in der Landwirtschaft sind die Wirtschaftsdüngerausbringung (42 %), Emissionen aus Stallanlagen (30 %) sowie die Mineraldüngerausbringung (14 %) und die Wirtschaftsdüngerlagerung (12 %) [12]. Einen umfassenden Überblick über Möglichkeiten zur Minderung von Ammoniakemissionen in den Bereichen Fütterung, Stallsysteme, Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sowie zur Begrenzung von Ammoniakverlusten beim Einsatz stickstoffhaltiger Düngemittel liefert der europäisch abgestimmte Rahmen guter fachlicher Praxis zur Minderung von Ammoniakemissionen [13], der gegenwärtig in einen Leitfaden zur guten fachlichen Praxis zur Ammoniakminderung in Deutschland überführt wird. Da beispielsweise die Gärrestaufbereitung in dem europäischen Rahmen nicht betrachtet wurde, kann die gute fachliche Praxis zur Ammoniakminderung in Deutschland weitergehende oder z. T. auch andere Empfehlungen enthalten. Zur Gewinnung regenerativer Energie werden Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen vergoren, wobei erhebliche Gärrestmengen anfallen. Allein in Niedersachsen entfielen 2016/2017 insgesamt 51 % bzw. 18,9 Mio. t der abgegebenen Wirtschaftsdünger auf Gärreste [8]. Zur Steigerung der Transportwürdigkeit und zur Abwärmenutzung werden Gärreste vielfach getrocknet. Nach einer Biogasbetreiberbefragung durch das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) wurde bei 17 % der Anlagen (bei 618 Rückmeldungen) eine Gärresttrocknung bejaht [14]. Da der Stickstoff im Gärrest zu mehr als 50 % als Ammonium vorliegt, würde dieser bei der Eindickung oder direkten Trocknung ohne Ammoniakrückhaltung zu mehr als 80 % verloren gehen [15]. Nach dem Stand der Technik können die Ammoniakemissionen aus Gärresttrocknungsanlagen sicher und weitgehend um mindestens 70 % reduziert werden. Aktuelle Forschungsarbeiten zur Gärrestverarbeitung in einem Warmlufttrockner zeigen, dass beim Trocknungsvorgang erhebliche und mit der Trocknungstemperatur ansteigende NH_3 -Frachten freigesetzt werden [16]. In dem untersuchten Fall wurden bei 80°C Trocknungstemperatur Ammoniakkonzentrationen von 173,9 mg/m³ in der Trocknerabluft gemessen, die über einen mit Schwefelsäure betriebenen Abluftwäscher um 93 % reduziert wurden.

Andere Verfahrensoptionen – wie die Gülleensäuerung auf pH-Werte < 6 – werden in Deutschland, u.a. wegen des erheblichen Schwefelsäurebedarfes, der möglichen Folgen für die Böden sowie verschiedener rechtlicher Rahmenbedingungen nach wie vor strittig gesehen. Für die Gülleensäuerung liegen zwei VERA-Verifizierungsurkunden vor. VERA ist eine multinationale Kooperation zwischen Dänemark, den Niederlanden und Deutschland zur Prüfung und Verifizierung von Umwelttechnologien im landwirtschaftlichen Sektor [17]. Eine Verifizierungsurkunde beschreibt den Einsatz konzentrierter Schwefelsäure bei der Ausbringung von Rindergülle auf Grünland [18]. Unmittelbar bei der Ausbringung wird der pH-Wert

in der Gülle auf 6,4 reduziert und auf diese Weise wurden die Ammoniakemissionen der begüllten Flächen um 49 % im Mittel über einen Zeitraum von 6 Tagen Messdauer reduziert. Der Säureverbrauch für die pH-Steuerung wurde jedoch nicht angegeben. In einer weiteren Verifizierungsurkunde zum Einsatz von Schwefelsäure zur Verringerung der Ammoniakemissionen aus Schweinemastställen mit Güllekeller wurde eine Ammoniakminderung von 64 % nachgewiesen [19]. Bei diesem Verfahren wurde Schweinegülle aus dem Stall abgezogen, auf pH 5,5 eingestellt und dann teilweise in das Güllelager unterhalb der Spaltenböden im Stall zurückgepumpt. Der Verbrauch an Schwefelsäure (96 %) wurde in der Verifizierungsurkunde mit 5,8 - 7,1 kg je produziertem Schwein angegeben. In Deutschland produziert ein Mastschwein ca. 0,5 m³ Gülle [20]. Dies würde bedeuten, dass je Kubikmeter Gülle ein Säureverbrauch von 11,6 - 14,2 kg bzw. 6,3 - 7,8 Litern erforderlich wäre. Wenn man von einer N-Konzentration von 6 kg/m³ in Schweinegülle ausgeht und maximal 170 kg N/ha mit Wirtschaftsdünger ausbringen darf, wären ohne Berücksichtigung von Ausbringungsverlusten rechnerisch 28,3 m³ Gülle je Hektar möglich. Bei einer Aufwandsmenge von 11,6 kg Schwefelsäure (96 %) würde dies einer Schwefeldüngung von ca. 101 kg/ha entsprechen. Neben diesen erheblichen Schwefelmengen, die auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebracht werden würden, ist auch zu bedenken, dass Gülle in Deutschland zu einem erheblichen Anteil in Biogasanlagen zur energetischen Nutzung vergoren wird. Würde die Gülle im Stall zur Minderung von Ammoniakemissionen angesäuert und anschließend in Biogasanlagen vergoren, könnten Probleme auftreten. Sulfate mindern den Methanertrag, führen zur Bildung von Schwefelwasserstoff und würden die Gasmotoren schädigen, sodass in diesem Falle eine Gasaufbereitung wohl unerlässlich wäre.

Die für Deutschland notwendigen Maßnahmen und deren Umfang zur Einhaltung der nationalen Emissionsgrenzen für Ammoniak werden u.a. in [21] beschrieben. In dem Beitrag wird auch auf das Dilemma hingewiesen, dass die aus Gründen des Tierwohls voraussichtlich zunehmenden offenen Haltungssysteme mit freien Ausläufen noch zur Verschärfung der Emissionslage beitragen könnten. Das grundsätzliche Potenzial emissionsarmer Ausbring- und Lagertechniken wird in [22] zusammengefasst. Bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern sollte jedoch eine feste Abdeckung von Lagerbehältern priorisiert werden. Natürliche Schwimmdecken sowie künstliche Schwimmdecken aus Strohhäckseln sind nach Autorsicht nicht mehr als Stand der Technik anzusehen. Die Rinderhaltung in überwiegend offenen Stallsystemen verursachen in Deutschland ca. 46,5 % oder knapp 90.000 t der jährlichen Ammoniakemissionen aus Ställen. In dem Beitrag werden Möglichkeiten zur Ammoniakminderung über entsprechende Laufflächengestaltung und deren regelmäßige Reinigung im 2-Stunden-Takt sowie über den Einsatz von Urease-Inhibitoren bis hin zur Ausweitung der Weidehaltung thematisiert [23]. Maßnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen aus der Schweinehaltung bei zwangsbelüfteten Ställen werden in der Verbesserung der Fütterung, in baulichen Maßnahmen wie der Verkleinerung von Güllekanälen, in der Güllekühlung und Gülleansäuerung sowie in der Abluftreinigung gesehen [24].

Bei sehr vielen der z.T. seit Jahren bekannten Minderungstechniken ist vor allem ein Umsetzungsdefizit zu beklagen, das letztendlich zu der deutlichen Überschreitung der nationalen Emissionsgrenze für Ammoniak in Höhe von 550.000 t/a beigetragen hat.

Um die für Deutschland festgelegten Emissionsobergrenzen für Ammoniak einzuhalten, müssen die Emissionen bis zum Jahr 2020 etwa um 70.000 t/a und bis zum Jahr 2030 um 220.000 t/a reduziert werden (**Tabelle 1**) [21].

Tabelle 1: Potenzial von Maßnahmen zur Reduzierung von Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft (nach [21], verändert)

Table 1: Potential of measures for ammonia reduction from agriculture (according to [21], modified)

Maßnahme	Minderungs- potenzial (in 1.000 t/a)
Urease-Einsatz bei Harnstoffdüngung bzw. sofortige Einarbeitung	47
Emissionsarme Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger	47
Unverzögliche Einarbeitung von Geflügelmist	2
Schleppschlauch statt Breitverteiler auf unbestelltem Ackerland	7
Sofortige Einarbeitung flüssiger und fester Wirtschaftsdünger auf unbestelltem Ackerland (< 1 Stunde)	24
Abdeckung nicht abgedeckter Außenlager	10
Abgasreinigung bei Tierhaltungsanlagen, BImSchG-Anlagen	15
Ammoniumnitrat-Harnstoff-Dünger mit Urease-Inhibitor oder Ersatz durch andere Düngemittel	12
Auf bestelltem Acker und Grünland nur Gülle-Injektion oder Ansäuerung	49
50 % der Güllelager unter dem Stall werden durch abgedeckte Außenlager ersetzt	3
Abgasreinigung für Anlagen ab 1.000 Mastschweinen, 500 Sauen, 40.000 Masthähnchen und 40.000 Puten	19
Gesamtpotenzial	234

Die Forschungsarbeiten zur Erfassung und Minderung von Emissionen aus Tierhaltungsanlagen beschäftigten sich u.a. mit der Entwicklung eines Prüfstandes zur Erfassung der spezifischen Methanproduktion von Milchkühen [25], die nach ersten Messungen zwischen 160,7 und 264,9 g/d schwankten. Ferner wurde ein kombinierter Modellierungsansatz zur Bewertung von Ammoniakemissionen aus Milchviehlaufställen mit unterschiedlichen Bodentypen erarbeitet [26]. Die spezifischen Ammoniakemissionen variierten zwischen 10,1 - 15,5 (Spaltenboden) und 18,5 kg je Milchkuh und Jahr (V-förmiger Asphaltboden). Die Validierung einer Tracer-Ratio-Methode mit verschiedenen Tracergasen wird mit dem Ziel untersucht, Emissionen aus frei belüfteten Tierhaltungsanlagen genauer bestimmen zu können [27]. Untersuchungen in einem Milchviehlaufstall mit räumlich getrennten Stallabteilen ergaben, dass die Ammoniakemissionen im Winter bei planbefestigten Laufflächen und einem Quergefälle von 3 % zur Harnsammelrinne eine Ammoniakminderung von ca. 20 % bewirken können [28]. Urease-Inhibitoren verhindern die enzymatische Harnstoffspaltung und reduzieren damit die Konzentration von Ammoniak auf potenziell emittierenden Oberflächen. Untersuchungen an verschiedenen Boxenlaufställen ergaben eine Verringerung der Urease-Aktivität

um durchschnittlich 80 % bei einer Aufwandmenge von 2,5 mg Inhibitor je m² Stallboden [29]. Im Bereich der Fütterung von Milchkühen konnte durch eine Zugabe von 3 % Tannin eine Minderung der Ammoniakemissionen von 34,5 % nachgewiesen werden [30].

Forschungsarbeiten im Bereich der Abluftreinigung zeigen, dass mit modifizierten Biofilter-Systemen bei ordnungsgemäßem Betrieb mehr als 88 % des Ammoniaks dauerhaft aus der Abluft von Schweinehaltungen abgeschieden werden konnten [31]. Der Einsatz mehrstufiger Abluftreinigungsverfahren, bestehend aus Staubfilter, chemischer und biologischer Stufe, ergaben neben einer sicheren Abscheidung von Gesamtstaub (93,4 %) und Ammoniak (85,7 %) auch eine Reduzierung der Geruchsstoffkonzentration von 91 - 168 GE/m³ im Rohgas auf 28 - 43 GE/m³ im Reingas [32]. In der Tierhaltung in zwangsbelüfteten Ställen sind große Luftvolumenströme erforderlich, um ausreichend Wärme und Feuchtigkeit auszutragen. Die Zuluftkühlung bietet eine Möglichkeit, die Luftraten – insbesondere im Sommer – zu reduzieren und damit die Stallluftqualität zu verbessern und die Investitions- und Betriebskosten für die Abluftreinigung reduzieren zu können. Erste Ergebnisse ergaben, dass hohe Temperaturspitzen und tägliche Tag-Nacht-Schwankungen abgemildert und eine Abkühlung der Zulufttemperatur um bis zu 9 Kelvin erreicht werden konnten [33]. Mit einer Verfahrenskombination aus Abluftreinigungsanlage und rekuperativem Luft-Luft-Wärmetauscher konnte insbesondere im Winter die kalte Außenluft vorgewärmt werden, wodurch eine relevante Wärmerückgewinnung erzielt und somit fossile Energieträger eingespart werden konnten. Es wurde bei den Versuchen unter Praxisbedingungen im Teilstromverfahren eine mittlere Heizleistung von 7 kW erreicht [34].

Wirtschaftsdüngeraufbereitung

Durch die Neuregelungen der Düngeverordnung wird der Druck auf eine pflanzenbedarfsgerechte Nährstoffverwertung von Wirtschaftsdüngern erheblich steigen. Die geforderten Nährstoffbilanzierungen werden die Nährstoffüberschüsse – insbesondere in Regionen mit intensiver Tierhaltung – deutlich machen und den dringenden Handlungsbedarf aufzeigen. Neben einer Bestandsabstockung bzw. einer nicht mehr ganzjährigen Stallbelegung zur Verringerung der Nährstoffüberschüsse bieten sich für Regionen mit intensiver Tierhaltung im Wesentlichen nur Nährstoffexport in andere Regionen mit oder ohne Aufbereitung an. Da durch die Anforderungen der Düngeverordnung auch bisherige Aufnahmegebiete z.T. nicht mehr zur Verfügung stehen, müssten Wirtschaftsdünger zukünftig in weiter entfernte Gebiete verbracht werden (z.B. Südost-Niedersachsen). Die Verwertungskosten für Wirtschaftsdünger liegen derzeit zwischen 10 und 18 €/m³. Erste Ergebnisse eines Projektes der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zeigen, dass Wirtschaftsdüngertransporte im erforderlichen Umfang eine logistische Herausforderung darstellen und zudem die erforderlichen Zwischenlager fehlen [35]. Für die Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern werden aktuell verschiedene Verfahren untersucht. Neben vergleichsweise einfachen Verfahren wie der Zumischung von Kalk zur Stabilisierung von Festmist oder separierten Feststoffen mit kombinierter Abgaswäsche [36] werden auch aufwendigere Verfahren mit mehreren Verfahrensstufen und Nährstoffkonzentrierung bis hin zur vorflutergerechten Reinigung getestet [37 bis 40].

Angesichts der hohen Kosten bei der Aufbereitung von Kot-Harnmischungen wie Gülle könnte zukünftig die Kot-Harntrennung auf Betriebsebene und die getrennte Aufarbeitung der Kot- und Harnfraktion in überbetrieblichen Anlagen an Bedeutung gewinnen (**Bild 2**). Die schnelle Kot-Harntrennung im Stall und die Abfuhr beider Komponenten in überbetriebliche Anlagen zur weiteren Aufbereitung würden die Ammoniakemissionen aus den Ställen reduzieren. Eine Aufarbeitung des Urins zu N- und P-Nährstoffkonzentraten ist verfahrenstechnisch einfacher zu realisieren als die aufwendige Abtrennung organischer Verbindungen aus dem Kot. Ferner ist die Abscheidung und Gewinnung von Nährstoffkonzentraten aus Komponenten mit organisch gebundenem Stickstoff und Phosphor in wiederverwertbarer Form sehr aufwendig. Erste Untersuchungen zeigen, dass ca. 81 % des Stickstoffs und 38 % des Phosphors im Urin vorliegen, während ca. 19 % des Stickstoffs und 62 % des Phosphors im Kot organisch gebunden vorliegen. Insofern wäre es möglich, 81 % des Stickstoffs und 38 % des Phosphors über die Aufarbeitung des Urins in handelsfähige Einkomponentendünger zu überführen.

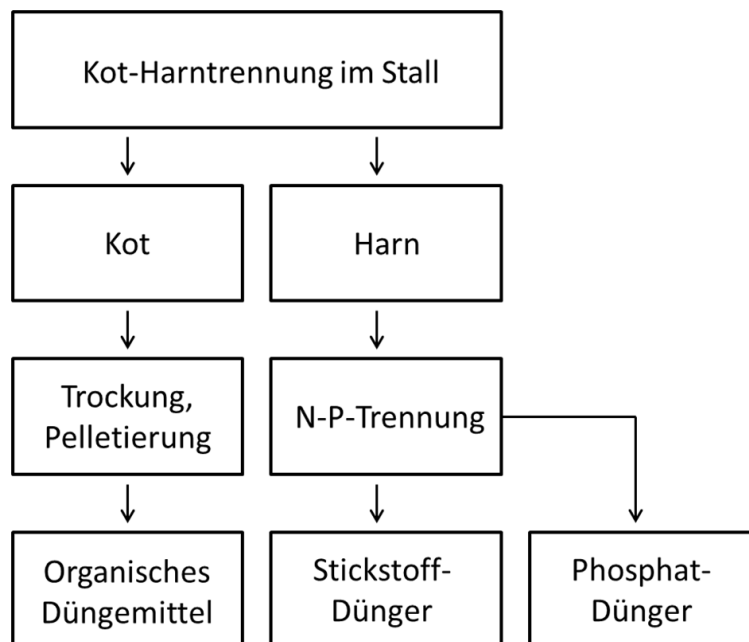


Bild 2: Die Kot-Harntrennung im Stall als eine Option für eine verbesserte Wirtschaftsdünger- aufbereitung

Figure 2: Separation of faeces and urine in stables as one option for an improved manure treatment

Zusammenfassung

Landwirtschaft und Tierhaltung liefern hochwertige Lebensmittel, verursachen aber auch erhebliche Umweltbelastungen, die auf überschüssige Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Umwelt zurückzuführen sind. Deutschland hat sich im Rahmen europäischer Abkommen dazu verpflichtet, seine Ammoniakemissionen bis 2030 um 29 % gegenüber dem Wert von 2005 zu reduzieren. Die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie hat zum Ziel, bis zum Jahr 2027 alle Oberflächengewässer sowie Grund- und Küstengewässer in einen ökologisch und chemisch guten Zustand zu überführen. Zur Erreichung dieser Ziele sind

umfassende Anstrengungen zur Minderung von Stickstoff- und Phosphoreinträgen in die Umwelt erforderlich. Zur Minderung von Stickstoffemissionen werden viele Optionen angesprochen, die von einer Bestandsabstockung über Maßnahmen in Ställen und der Abgasreinigung bis hin zu einer emissionsarmen Güllelagerung und Ausbringung reichen. Darüber hinaus werden die zukünftigen Anforderungen einer bedarfsgerechten Phosphat-Düngung sowie Möglichkeiten zur P-Abtrennung aus Wirtschaftsdüngern skizziert. Als eine vielversprechende Option zur Wirtschaftsdüngerzubereitung wird die schnelle Kot-Harntrennung im Stall beschrieben.

Literatur

- [1] Statistisches Bundesamt: Viehbestand und tierische Erzeugung 2016. URL – https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00033286/2030400167004_akt30112017.pdf - Zugriff am 07.11.2018.
- [2] Deutscher Bauernverband: Situationsbericht 2017/18. URL – <https://www.bauernverband.de/situationsbericht-2017-18> - Zugriff am 07.11.2018.
- [3] Umweltbundesamt (Hrsg.): Daten zur Umwelt. Ausgabe 2018, URL – <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/daten-zur-umwelt-2018-umwelt-landwirtschaft> - Zugriff am 07.11.2018.
- [4] Umweltbundesamt (Hrsg.): Umweltschutz in der Landwirtschaft. URL – <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/umweltschutz-in-der-landwirtschaft> - Zugriff am 07.11.2018.
- [5] Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14.12.2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG. URL – http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/luft/emi_2017/NEC_Richtlinie__EU__2016__2284.pdf - Zugriff am 07.11.2018.
- [6] Schaap, M.; Hendricks, C.; Kranenburg, R.; Kuenen, J.; Segers, A.; TNO, Utrecht; Schlutow, A.; Nagel, H.-D.; Ritte, A. und Banzhaf, S.: PINETI-3: Modellierung atmosphärischer Stoffeinträge von 2000 bis 2015 zur Bewertung der ökosystem-spezifischen Gefährdung von Biodiversität durch Luftschadstoffe in Deutschland. URL – https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-10-17_texte_79-2018_pineti3.pdf - Zugriff am 03.12.2018.
- [7] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. URL – <http://www.umwelt.niedersachsen.de/themen/wasser/WRRL/EG-WRRL-8109.html> - Zugriff am 07.11.2018.
- [8] Landwirtschaftskammer Niedersachsen: Nährstoffbericht für Niedersachsen 2016/2017. URL – <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/meldeprogrammwirtschaftsduenger/nav/1787/article/32137.html> - Zugriff am 03.12.2018.

- [9] Landwirtschaftskammer Niedersachsen: Präsentation der Ergebnisse des Nährstoffberichtes für Niedersachsen 2016/2017. URL – <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/meldeprogrammwirtschaftsduenger/nav/1787/article/32137.html> - Zugriff am 03.12.2018.
- [10] Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV). URL – https://www.gesetze-im-internet.de/d_v_2017/DüV.pdf - Zugriff am 03.12.2018.
- [11] BMUB: Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). URL – https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19._Lp/ta_luft/entwurf/ta_luft_180716_refe_bf.pdf - Zugriff am 03.12.2018.
- [12] Wulf, S.; Rösemann, C.; Eurich-Menden, B. und Grimm, E.: Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft Minderungsziele und –potenziale. URL – <https://www.ktbl.de/.../Ammoniakemissionen.pptx> - Zugriff am 03.12.2018.
- [13] United Nations Economic Commission for Europe: Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. URL – https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2015/AIR/EB/ECE_EB.AIR_129_ENG.pdf - Zugriff am 03.12.2018.
- [14] Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ): Analgenbestand Biogas und Biome-than-Biogaserzeugung in Deutschland. URL – https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/DBFZ_Reports/DBFZ_Report_30.pdf - Zugriff am 04.12.2018.
- [15] Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (Hrsg.): Technische Empfehlungen für die Gärresttrocknung. URL – https://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Technische_Empfehlungen_fur_die_Garresttrocknung.pdf - Zugriff am 04.12.2018.
- [16] Awiszus, S.; Meissner, K.; Reyer, S. und Müller, J.: Gärrestverwertung in einer Warm-lufttrocknungsanlage mit integrierter Stickstoffrückgewinnung. Landtechnik 73 (4), 2018, 106-115. URL – <https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/3187> - Zugriff am 04.12.2018.
- [17] VERA: Verifiation of Environmental Technologies for Agricultural Production. URL – http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/Marketing_material/Vera_Flyer_2016.pdf - Zugriff am 04.12.2018.
- [18] VERA VERIFICATION STATEMENT, Technology: Syren. URL – http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/VERA_Statements/VERA-Statement001_SyreN.pdf - Zugriff am 04.12.2018.
- [19] VERA VERIFICATION STATEMENT, Technology: JH Forsuring NH4+. URL – http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/VERA_Statements/VERA-Statement006_JH-Forsuring-NH4.pdf - Zugriff am 04.12.2018.
-

- [20] Landwirtschaftskammer Niedersachsen: Wieviel Gülle produzieren Mastschweine? URL – <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/753/article/30422.html> - Zugriff am 04.12.2018.
- [21] Osterburg, B.; Rösemann, C.; Fuß, R. und Wulf, S.: Titelthema Reduktionsziele. Ammoniak geht alle an. DLG-Mitteilungen 4/2018, S. 15-17.
- [22] Wulf, S.; Eurich-Menden, B. und Schultheiß, U.: Titelthema Gülle. Es geht auch viel effizienter. DLG-Mitteilungen 4/2018, S. 18-21.
- [23] Eurich-Menden, B.; Grimm, E.; Wulf, S. und Wolf, U.: Titelthema Rinderhaltung. Nachholbedarf im Stall. DLG-Mitteilungen 4/2018, S. 22-23.
- [24] Eurich-Menden, B.; Grimm, E.; Wulf, S. und Wolf, U.: Titelthema Schweinehaltung. Da können Sie ansetzen. DLG-Mitteilungen 4/2018, S. 24-25.
- [25] Tummers, J.; Groot Koerkamp, P. und Ogink, N.: A cubicle based measurement system in a dairy barn for measuring methane production of cows. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 346 – 351, Darmstadt 2017.
- [26] Snoek, D.; Groot Koerkamp, P. und Ogink, N.: A combined measuring and modelling approach to evaluate ammonia emission from dairy cow housing systems. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 352 – 357, Darmstadt 2017.
- [27] Zeyer, K.; Keck, M.; Schrade, S.; Poteko, J. und Mohn, J.: NH₃ and GHG emission measurements in naturally ventilated cattle housing using a tracer ratio method: Validation of CH₄. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 364 – 369, Darmstadt 2017.
- [28] Schrade, S.; Poteko, J.; Zeyer, K.; Mohn, J. und Zähler, M.: Planbefestigte Laufflächen mit Quergefälle und Harnsammelrinne: Erste Ergebnisse zu Ammoniak-Emissionen bei Winterbedingungen. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 370 – 375, Darmstadt 2017.
- [29] Hagenkamp-Korth, F.; Hartung, E. und Häussermann, A.: Wirkung eines Ureaseinhibitors auf die Ureasesaktivität zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 376 – 381, Darmstadt 2017.
- [30] Schmithausen, A.J.; Trimborn, M. und Büscher, W.: Untersuchungen zum Einfluss von Futterzusatzstoffen auf die Reduktion von Methan- und Ammoniakemissionen aus der Milchviehhaltung im Praxismaßstab. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 400 – 405, Darmstadt 2017.
- [31] Hahne, J.: Abscheidung von Ammoniak in neuartigen Biofilter-Systemen. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 382 – 387, Darmstadt 2017.

- [32] Strohmeier, C.; Künnen, S.; Diekmann, B. und Büscher, W.: Kombinierte Abluftreinigung aus einem Legehennenstall zur Minderung von Staub, Ammoniak und Geruch. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 406 – 410, Darmstadt 2017.
- [33] Halewat, H. und Hessel, E. F.: Entwicklung eines innovativen, nachrüstbaren Moduls zur Luftkonditionierung zur Optimierung der Stallluftqualität in Schweineställen. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 433 – 438, Darmstadt 2017.
- [34] Krommweh, M. und Büscher, W.: Praktischer Einsatz eines Tauchwäschers zur Wärmerückgewinnung und Abluftreinigung in der Schweinehaltung. In KTBL (Hrsg.): 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2017 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 439 – 444, Darmstadt 2017.
- [35] Beiß-Delkeskamp, Th. (LWK Niedersachsen): Leichter gesagt als praktisch getan. Nährstoffverteilung. Land & Forst, Nr. 21, 25.Mai 2018, S. 14-15.
- [36] MTL Anlagentechnik, Biomasseaufbereitung. URL – <http://www.mtl-anlagentechnik.de/> - Zugriff am 19.06.2018.
- [37] Döhler, H.: Pilotanlage zur Verarbeitung von Gülle und Gärresten für ein regionales Nährstoffmanagement zur Entlastung von Wirtschaftsdünger-Überschüssen in Südtirol. URL – www.biogas-wipptal.it/fileadmin/biogas/images/downloads/Innovationskongress_2017_Beitrag.pdf - Zugriff am 04.06.2018.
- [38] Brancheninformationen der WELTEC BIOPOWER GmbH. URL – https://www.weltec-biopower.de/fileadmin/user_upload/weltec/08_Infocenter/Kundenmagazin_8760/Kundenmagazin_8760_Nr._19_Nov_2016.pdf - Zugriff am 10.12.2018.
- [39] Big Dutchman: OptiSec: Neues Gülletrocknungsverfahren mit überzeugenden Ergebnissen. URL – <https://www.bigdutchman.de/de/schweinehaltung/aktuelles/detail/optisec-neues-guelletrocknungsverfahren-mit-ueberzeugenden-ergebnissen.html> - Zugriff am 19.06.2018.
- [40] Vapora Bioenergie GmbH: Gärrest-Totalaufbereitung. URL – <https://www.vapora.de/rs/de/aktuellestermine> - Zugriff am 22.06.2018.

Autorendaten

Dr. rer. nat. Jochen Hahne und Prof. Dr. sc. agr. Engel Hessel (Institutsleitung) arbeiten am Thünen-Institut für Agrartechnologie in Braunschweig.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 23.12.2018

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Hahne, Jochen; Hessel, Engel: Steigende Anforderungen an die Tierhaltung zur Minderung der Stickstoff- und Phosphorüberschüsse. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2018. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2019. S. 1-14

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201901211152-1>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2018/chapter/bioverfahrens-und-umwelttechnik.html>