

## 8. Tab fra stalde

### 8.1. Arbejdsgruppe

Følgende personer har været involveret i opdateringen af kapitlet om tab fra stald:

Peter Kai, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet

Per Tybirk, Videncenter for Svineproduktion

Morten Lindgaard Jensen, Videncentret for Landbrug, Kvæg

Jens Elvstrøm, Videncentret for Landbrug, Fjerkræ

Henrik Bækgaard, København Fur

### 8.2. Sammendrag herunder ændringer i forhold til Poulsen et al. (2001)

Staldtypen er afgørende for hvordan gødningen håndteres og har derfor stor betydning for tabets størrelse. I kvæg- og svinestalde håndteres gødningen helt eller delvis som gylle, som fast gødning og ajle eller som dybstrøelse. Langt hovedparten af husdyrgødningen i Danmark håndteres som gylle, dvs. hvor fæces og urin mv. er sammenblandet. Nogle staldsystemer benytter sig af flere systemer til gødningshåndtering. Håndteres gødningen delvis som gylle, er der ofte tale om en kombination af gylle og dybstrøelse, idet staldene er indrettet således, at en del af gulvarealet er spaltegulv med underliggende gyllekanaler, mens resten er udformet som hvileplads med strøelse. Gulvets udformning, størrelse samt strøelse på gulvarealet, hvor dyrene afsætter gødning, har stor betydning for ammoniakemissionen.

I Poulsen et al. (2001) og frem til og med gødningsåret 2007/2008 blev tabet af ammoniakkvælstof i stalden beregnet på grundlag af husdyrgødningens samlede indhold af kvælstof – kaldet total-N. Da emissionen af ammoniak fra husdyrgødning imidlertid er tættere knyttet til gødningens indhold af ammoniumkvælstof (TAN, total ammoniakalsk nitrogen, dvs. ammonium + ammoniak), blev det imidlertid besluttet at ændre beregningsmetoden fra at være baseret på gødningens indhold af total-N til TAN, idet grundlaget for at fastsætte emissionsfaktorer baseret på TAN vurderedes at være til stede (Sommer *et al.*, 2006). Omlægningen til TAN-baserede emissionsfaktorer er dog foreløbig begrænset til staldsystemer, hvor husdyrgødningen håndteres som gylle samt fast staldgødning og ajle. Det faglige grundlag for at ændre beregningsmetoden for de øvrige gødningstyper vurderes endnu at være for spinkelt. Fra og med normtal 2010/11 er udskillelsen af kvælstof af dyr opdelt i hhv. organisk N og urin-N.

For smågrise og slagtesvin i stalde med delvis fast gulv blev emissionsfaktorerne revideret i forbindelse med udarbejdelsen af normtal 2006/07 på grundlag af nye forsøgsdata, der påviste en lavere ammoniakemission. Ammoniaktabet fra smågrise i stalde med delvist spaltegulv blev således sænket fra 10 % til 6 % af total-N ab dyr, hvilket i 2009/09 blev omregnet til 10 % af TAN ab dyr. Slagtesvin i stalde med delvist spaltegulv omfattede frem til og med normtal 2005/06 kun én kategori med et ammoniaktab på 12 % af total-N ab dyr. I forbindelse med udarbejdelsen af normtal 2006/07 blev slagtesvinestalde med delvist spaltegulv opdelt i to kategorier, hhv. delvist spaltegulv med 25-49 % fast gulv med et ammoniaktab på 11 % af total-N ab

dyr og delvis spaltegulv med 50-75 % fast gulv med et ammoniaktab på 8 % af total-N ab dyr. Disse staldtyper blev i 2008/09 normalt omregnet til 17 % henholdsvis 13 % af TAN ab dyr.

På grundlag af danske emissionsdata er ammoniaktabet for slagtekyllinger er nedjusteret fra 20 % til 7 % af N ab dyr. Emissionsfaktorerne for øvrigt slagtefjerkræ er korrigeret i henhold til slagtekyllinger.

Kvælstoftabet fra rugeægsstalde (HPR-høns) er i indeværende år opjusteret på grundlag af en analyse af såvel emissionsmålinger som målinger på in- og output fra rugeægsstalde. Samtidig beregnes der fremdeles kun én gødningsnorm for staldsystemet, idet erfaringer fra praksis viser, at dybstrøelse og fast gødning under slats'ene i stalden håndteres som én gødningstype efter fjernelse fra stalden.

Mink har været genstand for undersøgelse af ammoniakemissioner i form af to såkaldte VERA-test. Dette har givet anledning til en ny lavere ammoniakemissionsfaktor, idet det samlede NH<sub>3</sub>-tab blev fastlagt til 35 % af TAN ab dyr. Da hovedparten af minkavlere lagrer strøelsen, som fjernes fra arealet under burene, separat fra gyllen, er der udarbejdet en ny systembeskrivelse med tilhørende gødningsnormer, der tager hensyn til dette.

### 8.3. Baggrund

Ammoniak (NH<sub>3</sub>) dannes primært i ajle og gylle, men findes også i mindre omfang i ekskrementer. Ammoniak dannes primært ved nedbrydning af urinstof (urea) i urin. Ammoniak fordampes hovedsageligt fra gødningsdækkede overflader i stalden, og fordampningen er grundlæggende bestemt af mængden af ammoniumkvælstof, gødningens pH-værdi, gødningens overfladeareal, temperatur samt luftens hastighed og turbulens.

Kvælstofindholdet i husdyrgødning og tab af kvælstof afhænger af en række betydende faktorer:

- fodersammensætning og fordøjelighed af det anvendte foder,
- koncentration af kvælstof i urinen,
- produktionsniveauet for de enkelte dyrearter (tilvækst, mælke- og ægproduktion),
- art, alder og vægt af husdyrene,
- gødningens pH-værdi og temperatur,
- staldsystem, gødningshåndtering,
- gødningens opholdstid i stalden,
- overfladens beskaffenhed for arealer, hvor der afsættes gødning,
- areal af gødningsdækkede overflader samt
- klimaforhold, herunder temperatur og lufthastighed over gødningsdækkede overflader.

Ud over de ovenfor nævnte faktorerers indflydelse på fordampningen observeres der i praksis stor variation i ammoniakemissionen mellem stalde - også indenfor samme dyreart og staldtype. De væsentligste årsager til dette er:

- forskelle i gødningsmanagement,
- forskelle i driftsledelse og daglige arbejdsrutiner, samt
- dyrenes adfærd.

#### 8.4. Datagrundlag

Ammoniakfordampningen i stalde afhænger af mængden af total ammoniakalsk nitrogen (TAN = ammonium + ammoniak) i gødningen. Ammonium/ammoniak stammer primært fra nedbrydning af urinstof (urea), der udskilles i urinen. Indholdet af kvælstof i dyrenes ekskrementer (fæces) er hovedsageligt organisk, men det indeholder dog også mindre mængder af ammoniumkvælstof, ligesom urin også indeholder en lille mængde organisk kvælstof. Beregningsmæssigt antages det fremdeles definatorisk, at urinens beregnede indhold af kvælstof (urin-N) er lig med TAN. Tilsvarende antages definatorisk, at det beregnede indhold af kvælstof i fæces er organisk kvælstof.

I det følgende er emissionsfaktorerne for ammoniak og denitrifikation fastlagt i procent af enten dyrenes beregnede udskillelse af urin-N eller total-N. TAN-baserede emissionsfaktorer benyttes til beregning af ammoniakemission fra stalde, hvor husdyrgødningen håndteres i flydende i form af gylle eller ajle, mens ammoniakemissionen og tab ved denitrifikation i dybstrøelse og andre faste gødningstyper fortsat beregnes på grundlag af gødningens indhold af total-N.

De fleste udenlandske data vedrørende fordampning fra stalde er beregnet som fordampning per stiplads eller "dyreenhed", som defineres som et dyr på 500 kg levende vægt. I en stor del af litteraturen opgives sjældent fodringstype, fodringsstrategi eller management i øvrigt. Det har resulteret i, at en del af de opgivne emissionsfaktorer er omregnet ud fra de i litteraturen opgivne emissionsdata og derefter sat i relation til dansk fodringsstandard og deraf beregnet kvælstofudskillelse ab dyr. Dette forhold betyder, at angivelse af emissionsfaktorer for de forskellige dyrearter, -kategorier og staldtyper kan være behæftet med en del usikkerhed. Hvor der foreligger danske resultater, er fodersammensætning og fodringsstrategi normalt beskrevet, og det bevirker, at kvælstofudskillelsen ab dyr kan bestemmes og danne direkte grundlag for at beregne emissionsfaktoren som funktion af kvælstofudskillelsen ab dyr.

Det skal bemærkes, at strøelsesmateriale og mængde kan have indflydelse på fordampningen af ammoniak fra gødningen. Det har ikke været muligt ud fra det foreliggende datagrundlag at tage disse forhold i betragtning. Derfor er de anvendte emissionsdata relateret til de i Danmark anvendte strøelsesmaterialer og strøelsesmængder.

Emissionen af ammoniak og andre gasser fra stalde beregnes som produktet af ventilationsydelse og koncentration af gas målt i vægt pr. m<sup>3</sup> luft. I de fleste stalde med mekanisk ventilation kan både luftmængde og gaskoncentration måles direkte, hvilket indebærer, at emissionen kan bestemmes med relativ stor nøjagtighed. Under optimale forhold kan emissionen fra stalde med mekanisk ventilation fastlægges

med en usikkerhed på  $\pm 10\%$  af den målte værdi (Calvet et al., 2013). Der er dog relativ stor variation i ammoniakemissionen mellem såvel måledage som mellem besætninger (Mosquera et al., 2008). Det skønnes derfor, at emissionsfaktorer gældende for stalde med mekanisk ventilation kan tillægges en nøjagtighed på ca.  $\pm 25\%$ .

I stalde med naturlig ventilation kan ventilationsydelsen ikke måles direkte. I stedet kan man fastlægge den indirekte ved anvendelse af sporgasteknik, fx ved opstilling af staldens CO<sub>2</sub>-balance (CIGR, 2002; Pedersen et al., 2008). Denne metode er dog behæftet med betydelig usikkerhed, som er knyttet til dyrenes CO<sub>2</sub>-udskillelse (absolut niveau såvel som variation over døgnet), husdyrgødningens CO<sub>2</sub>-bidrag, antal og placering af målepunkter i stalden, korrektion for baggrundskoncentrationer, herunder fra andre nærliggende kilder (gødningslagre, nabostalde). Indirekte luftskiftemålinger i naturligt ventilerede stalde er endvidere forbundet med ringe mulighed for validering, da der ikke eksisterer nogen anerkendt referencemetode. Usikkerheden på fastlæggelse af emissionsfaktorer i naturligt ventilerede stalde vurderes derfor at være væsentligt større end for mekanisk ventilerede stalde (Calvet et al., 2013). Det skønnes derfor, at emissionsfaktorerne for naturligt ventilerede stalde kan tillægges en nøjagtighed på i størrelsesordenen  $\pm 50\%$ .

I stalde med dybstrøelse tager beregningsmetoden baserede på opstillingen af en CO<sub>2</sub>-balance ikke hensyn til dannelsen af CO<sub>2</sub> i dybstøelsesmåtten. Data fra Rom & Henriksen (2000) viser, at 20-25 % af CO<sub>2</sub>-emissionen fra dybstrøelsesstalde kommer fra dybstrøelsesmåtten. I de foreliggende beregningsmodeller for CO<sub>2</sub>-balancen er der ikke taget højde for CO<sub>2</sub>-bidraget fra strøelsen.

Strøelsesmateriale og strøelsesmængde angivet i normtallene er primært baseret på erfaringer fra praksis og fra undersøgelser udført af Videncenter for Svineproduktion eller af Aarhus Universitet. Hvad angår vandforbrug og vandspild er data ligeledes baseret på resultater fra Videncenter for Svineproduktion eller af Aarhus Universitet og fra erfaringer i praksis. I tabel 8.2. er vist en oversigt over påvirkningen af husdyrgødningsmængden og næringsstofindholdet i stalden.

**Tabel 8.2. Tilførsel, tab og omlejring af husdyrgødning og næringsstoffer i stalde**

	<b>Stald</b>
Tilførsel	Strøelse Drikkevandspild Vand fra overbrusningsanlæg (svin)* Vaskevand Foderspild**

Tab	Fordampning af ammoniak-kvælstof Denitrifikation af kvælstof Tørstoftab ved kompostering Fordampning af vand
Omløjring mellem fast og flydende gødning	Fast gødning til ajle Ajle til fast gødning Ajle til strøelse

\* Er ikke indregnet pt. som følge af manglende datagrundlag.

\*\* Er indregnet i ab dyr-værdierne

I de følgende afsnit er beskrevet forudsætningerne for angivelse af de enkelte emissionsfaktorer samt beregning af næringsstofomsætning i stalde. I tabel 8.3. er angivet direkte for hver stalddtype, hvilke parametre, der er anvendt i beregningerne.

## 8.5. Definitioner

Ved beregning af stalddtab og gødningens næringsstofindhold ab stald er anvendt følgende definitioner på husdyrgødning:

### 8.5.1. Husdyrgødning

*Gylle* er en pumpbar blanding af fæces, urin, vand og strå. Gylle opsamles normalt i gyllekanaler under spaltegulvet i stalde. Afhængig af staldens udformning og hyppighed af tømningen af kanalerne vil gyllen, der pumpes på lager, have en alder af op til en måned. For slagtesvinestalde med gyllekumme under hele stien tømmes stalden ofte første gang efter 6 uger og igen når grisene er leveret til slagteriet, hvorved gyllens gennemsnitlige opholdstid er ca. 3 uger.

*Fast stalddgødning* består af en blanding af fæces, urin samt strå fra dyrenes sengeleje. Stalddgødningen indeholder den mængde urin, som opsuges i fæces og strøelse, mens hovedparten af urinen kontinuerligt ledes bort til en ekstern beholder. Den faste stalddgødning bliver normalt muget dagligt ud af stalden til en møddingsplads.

*Ajle* er en blanding af urin, opløst fæces, spildt drikkevand og lidt vaskevand, der udledes gennem afløb til en ekstern beholder. I forhold til det totale kvælstofindhold har ajle et relativt højt indhold af ammonium.

*Dybstrøelse* er et fast gødningsprodukt bestående af strøelse, fæces, urin og vandspild. Strøelsen består typisk af hel eller snittet halm eller andet organisk materiale såsom savsmuld, træpiller, -spåner, -flis, lyng og spagnum. Det antages, at strøelsen normalt er tilstrækkelig til, at der ikke er afløb af væske fra gødningen i stalden.

I svinestalde med strøet lejeareal og delvist spaltegulv vil en stor del af fæces og urin blive opsamlet i gyllen. I dybstrøelse fra svin er der i modsætning til øvrige dyrearter på dybstrøelse påvist en betydelig denitrifikation som følge af kompostering.

### 8.5.2. Strøelse og foderspild

Ved anvendelse af strøelse med undtagelse af sand tilføres volumen og næringsstoffer til den udskilte gødningsmængde. I de tekniske tabeller er strøelsestype og

mængde angivet, så de kan indregnes i den samlede gødningsmængde, der fjernes fra stalden. Strøelsesmateriale og strøelsesmængde angivet i normtallene er primært baseret på erfaringer fra praksis og fra undersøgelser udført af Videncentret for Svineproduktion, Videncentret for Landbrug/Kvæg, Videncentret for Landbrug/Fjerkræ, København Fur samt Aarhus Universitet.

Indholdet af næringsstoffer i halm er i gennemsnit ansat til (uændret i forhold til Poulsen *et al.*, 2001):

Kvælstof: 0,0050 kg N pr. kg tørstof  
Fosfor: 0,00068 kg P pr. kg tørstof  
Kalium: 0,01475 kg N pr. kg tørstof  
Tørstofindhold: 85 %.

Ved beregning af næringsstofmængden af dyr er foderspildet indregnet. Foderspild er derfor ikke efterfølgende lagt til husdyrgødningen af dyr.

### 8.5.3. Ammoniakemissionsfaktor

For at beregne husdyrgødningens indhold af kvælstof af lager skal indholdet af kvælstof af dyr korrigeres for tab i stalden og lageret. I Poulsen *et al.* (2001) blev staldtabet af ammoniak beregnet på grundlag af det beregnede samlede indhold af kvælstof (total-N) i den udskilte husdyrgødning (af dyr).

Husdyrgødningens indhold af kvælstof opdeles i hhv. en del, der udskilles med urinen, urin-N, og en del, der udskilles med fæces, organisk N. Efter udskillelsen nedbrydes urinens indhold af kvælstofforbindelser indenfor relativ kort tid (timer til døgn) til ammonium og ammoniak (samlet benævnt TAN = total ammoniakalsk nitrogen), der er flygtigt. Urin-N er derfor per definition flygtigt, mens den del, der udskilles med fæces, primært består af udfordøjet foderprotein samt mikrobielt protein, som er relativt immobil i den relativt korte periode, som gyllen typisk opholder sig i stalden. Ammoniakfordampningen fra stalde er således i højere grad knyttet til urin-N end til total-N.

Poulsen *et al.* (2001) beregnede ammoniakemissionen fra de forskellige dyregrupper og staldtyper på grundlag af dyrenes udskillelse af total-N og hvor emissionsfaktoren var angivet som % ( $100 \cdot \text{NH}_3\text{-N} / \text{total-N}$ ). Sommer *et al.* (2006) foreslog en forbedret metode til beregning af ammoniaktabet fra stalde baseret på den udskilte mængde kvælstof i urinen (urin-N), hvor ammoniakemissionen  $E_{\text{NH}_3}$  (kg  $\text{NH}_3\text{-N}$  per produceret dyr eller årsdyr) beregnes som ammoniakemissionsfaktoren  $K_f$  (% af den udskilte mængde TAN per produceret dyr eller årsdyr;  $K_f$  afhænger af dyreart og staldtype) multipliceret med mængden af udskilt urin-N (TAN, kg per produceret dyr eller årsdyr), dvs.:

$$E_{\text{NH}_3} = K_f \cdot \text{TAN}$$

Konkret er de TAN-baserede emissionsfaktorer beregnet på grund af de opgivne værdier for udskillelse af total-N og TAN samt den tilhørende total-N baserede emissionsfaktor, idet:

$$K_f = (\% \text{ emission af total-N}) / (\% \text{ emission af TAN}) \times 100$$

TAN-modellen indebærer, at forhold, der påvirker udskillelsen af urin-N og dermed af TAN, dvs. ændringer i fodersammensætning og fodringseffektivitet, påvirker den beregnede ammoniakemission i højere grad end, hvis den beregnes på grundlag af total-N.

I stalde, hvor husdyrgødningen håndteres som dybstrøelse, benyttes fortsat den i Poulsen et al. (2001) benyttede fremgangsmåde for beregning af ammoniakemissionen som en fast andel af total-N.

Høns afsætter kvælstof, hvoraf urinsyre udgør 60-75 % og kvælstof i ufordøjet protein udgør 25-40 %. Gødningen har et tørstofindhold på 20-25 % (Groot Koerkamp, 1998). Urinsyre er en såkaldt heterocyclisk N-forbindelse, der i første omgang omsættes til urea og derefter videre til ammonium som følge af enzymatiske processer. Nedbrydningen af urinsyre til urea foregår i et langsommere tempo end fra urea til ammonium (Groot Koerkamp, 1998). Både urinsyre og ureaomsætningen er påvirket af pH, vand og temperaturen (Elliot og Collins, 1982; Groot Koerkamp, 1998). Det vurderes, at der ikke foreligger tilstrækkelig dokumentation til at ændre beregningsmetode for fjerkræstalde, hvorfor ammoniakemissionen fra fjerkræstalde fremdeles er beregnet på grundlag af total-N ab dyr.

#### **8.5.4. Korrektioner for stalddage**

Mængden af strøelse, vandspild, gødningsmængde m.m. er som udgangspunkt beregnet på grundlag af 365 stalddage pr. år. Hvis produktionstiden er kortere end 365 dage, er strøelsesforbrug, vandspild, gødningsmængde m.m. beregnet pr. produceret dyr. Hvor der er tale om færre end 365 stalddage, er der korrigeret for strøelsesforbrug, vandspild samt gødningsmængde i stalden, inden kvælstoftabet beregnes.

#### **8.5.5. Staldsystemer**

De forskellige staldsystemer er opdelt på grundlag af håndteringen af husdyrgødningen i stalden:

**Gyllebaserede systemer:** Stalde, hvor gødningen har et tørstofindhold lavere end 10-12 % og der anvendes ingen eller lidt strøelse. Gyllen håndteres primært som flydende pumpbar husdyrgødning.

**Strøelsesbaserede systemer:** Stalde, hvor gødningen håndteres som fast staldgødning og ajle, og hvor de to fraktioner håndteres separat, eller stalde, hvor gødning og ajle håndteres samlet som dybstrøelse.

### **8.6. Kvægstalde**

<b>Staldtype</b>	<b>Beskrivelse</b>
Sengestald	Fællesbetegnelse for løsdriftsstalde, hvor dyrenes hvileareal er inddelt i sengebåse, og hvor dyrene kan bevæge sig frit omkring i stalden. Gangarealet tjener som trafik-, gøde- og motionsareal. Gangarealet kan være indrettet med spaltegulv, fast gulv, eller fast, drænende gulv. Gødningen håndteres som gylle med ringkanal, bagskylsanlæg eller mekanisk udmugningsanlæg.
Bindestald	Dyrene er individuelt opstaldet i båse, der tjener som hvile- og ædeplads. Bag dyrene findes en grebning eller et ristegulv for opsamling af gødning og ajle, som fjernes fra stalden separat eller som gylle.
Dybstrøelsesstald	Løsdriftssystem, hvor dyrene kan bevæge sig frit omkring. Hvilearealet består af en dybstrøelsesmåtte. Gangarealet ved foderbordet kan være spaltegulv eller fast drænet gulv med mekanisk skraber.

**Sengestalde:** Der findes overordnet fire varianter set i forhold til gulvprofilen. Den ene og mest udbredte variant, *sengestald med spaltegulv (1,2 m, bagskyl el. ringkanal)*, er indrettet med spaltegulv over ca. 1,2 m dybe gyllekanaler i gangarealerne. Kvæggylle er tilbøjelig til at lagdele med tiden, hvorfor stalde med adskilte gyllekanaler etableres med bagskylsfunktion, så der kan returskylles med gylle i forbindelse med tømning af kanalerne. Hyppigere opbygges stalde med ringkanal, dvs. hvor gyllekanalerne er forbundne, og hvor der udenfor stalden er etableret en pumpebrønd, så gyllen kan pumpes rundt med henblik på at minimere lagdeling af gyllen. Ved 15-20 minutter daglig cirkulering af gylle i ringkanalerne, forventes emissionsfaktoren uændret i forhold til stalde med bagskyl. Hvis gyllen omrøres over længere tid, forventes det imidlertid, at ammoniakfordampningen vil være højere.

*Sengestald med spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)*, er indrettet med ca. 0,4 m dybe gyllekanaler og med daglig mekanisk fjernelse af gyllen ved hjælp af et linespilsanlæg. Der foreligger kun et beskedent datagrundlag for denne staldtype, men under forudsætning af at gyllen skrubes ud 2-3 gange dagligt, skønnes fordampningsfaktoren til 12 % af TAN ab dyr. Skønnet er baseret på kortere opholdstid for gyllen i staldrummet i forhold til sengestalde med 1,2 m dybe gyllekanaler, og at overfladerne er glatte og plane uden lunger.

*Sengestald med fast gulv* er indrettet med fast gulv i gangarealerne, men uden mulighed for kontinuerlig dræning af ajle. Gødning, urin og strøelse fjernes ved hjælp af et skrabeanlæg med aflevering for enden af gangen eller i nogle tilfælde tillige midtvejs. Det manglende ajledræn medfører, at denne staldtype ved en normal skrabbingshyppighed på én gang dagligt vurderes at give anledning til en højere ammoniakemission end sengestalde med spaltegulv over en gyllekanal. Ammoniakemissionen er tidligere skønnet til 10 % af total-N ab dyr svarende til 20 % af TAN ab dyr (Poulsen et al., 2001). Skrubes det faste gulv uden ajledræn jævnlige, vil ammoniakfordampningen formodentlig kun blive reduceret med en ubetydelighed, da skraberens



efterlader et tyndt lag af ammonium på gulvet (Oosthoek et al., 1991). Braam et al. (1997a) rapporterede dog, at ammoniakemissionen ved 12 gange skrabning pr. dag var på samme niveau som en sengestald med spaltegulv over en gyllekanal. Indtil der foreligger bedre dokumentation, fastholdes ammoniakemissionsfaktoren på 20 % af TAN ab dyr.

Den fjerde variant af sengestalde, *sengestald, fast, drænet gulv med skraber og ajleafløb*, har et betongulv med 1-2 % fald mod ajleafløb i langsgående retning i gangmidten. Gulvene renholdes ved kontinuerligt ajleafløb og hyppige skrabninger (hver anden time). Gulvene kan være udformet med langsgående eller tværgående drænriller eller med en plan overflade. Fald mod gulvmidten bevirker, at ajlen hurtigt ledes bort. Ajleafløbet i gulvmidte kan være udformet efter forskellige principper, herunder med mulighed for fjernelse af den faste gødning enten løbende i forbindelse med skrabningen af gulvet eller ved hyppige afleveringer på tværs af gulvet.

Hollandske forsøg har vist, at ammoniaktabet fra en forsøgssengestald med fast gulv med ensidigt fald mod en afløbskanal til ajlen blev reduceret med ca. 21 % sammenlignet med en sengestald med spaltegulv ved skrabning af gulvet hver 2. time (Braam et al., 1997a). Etableres tillige furer i gulvet med huller for afløb af ajlen er der eksempler på, at fordampningen kan reduceres med ca. 50 % sammenlignet med spaltegulv over en gyllekanal ved hyppig skrabning, dvs. hver eller hver anden time (Braam et al., 1997b; Swierstra et al., 1995; Swierstra et al., 2001). Emissionsfaktoren er som følge heraf fastsat til 8 % af TAN ab dyr under forudsætning af, at gulvet skrubes hver anden time.

Ved anvendelse af sand som liggeunderlag i sengebåse er sandforbruget 1-10 kg/ko/dag svarende til, at gyllen tilføres op til 3,6 tons sand/ko/år (er ikke indregnet i gødningsvolumen).

**Bindestalde:** I bindestalde afsættes gødningen på et lille areal i en smal grebning, og ammoniaktabet er derfor lille (Oldenburg 1989; Groenestein & Montsma 1991 citeret af Amon et al., 2001). Der er ikke forskel på ammoniaktabet fra en grebning med spalter og en grebning med fast gulv og strøelse (Amon et al., 2001).

**Stalde med dybstrøelse herunder stalde med dybstrøelse i hvilearealet og fast gulv eller spaltegulv i gangarealerne:** I stalde med dybstrøelse i hele arealet er der regnet med en gennemsnitlig daglig halmtilførsel på 12 kg halm pr. ko af stor race incl. inklusiv opstart af dybstrøelsesmåten. Strøelsesforbruget til små racer (jersey) vurderes at udgøre 80 % af forbruget til store racer. Dybstrøelsen muges ud 2 til 4 gange årligt.

I danske stalde (Rom & Henriksen, 2000) er ammoniaktabet fra ungvæg på dybstrøelse målt til 6 % af total kvælstof ab dyr. Undersøgelsen blev gennemført med byg eller hvedehalm som strøelse. Der blev i forbindelse med undersøgelserne ikke fundet nogen lattergasfordampning fra staldene. Målingerne stemmer overens med må-

linger i nordeuropæiske stalde, hvor fordampningen fra dybstrøelsesstalde med malkekvæg og slagtekvæg var henholdsvis 56 % og 31 % lavere end for sengebåsestalde med spaltegulv til malkekvæg (Groot Koerkamp et al., 1998).

For stalde med kombinationer af dybstrøelse samt fast gulv eller spalter i gangarealerne skønnes det, at 60 % af gødningen falder i dybstrøelsen og 40 % falder på gangarealerne. Fordelingen gælder både for fast gødning og ajle. Der er dog indikationer af, at køerne i afsætter en større andel af urinen på gulvet ved foderbordet. Der er dog ikke fundet dokumentation herfor. Med hensyn til fordampning fra gangarealer gælder de samme forhold som for sengestalde med henholdsvis fast gulv eller spaltegulv i gangarealet.

**Tabel 8.2. Oversigtstabel over anvendte emissionsfaktorer for kvægstalde.**

Staldtype	Kvælstof i % af TAN ab dyr Aktuelle	Kvælstof i % af total-N ab dyr Aktuelle	Kvælstof i Poulsen et al. (2001)		Referencer
			% af TAN	% af total-N	
Bindestald med riste eller grebning	6		6		Amon et al. (2001)
Sengestald med spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	12		12		Skønnet
Sengestald med spaltegulv (1,2 m ringkanal eller kanal med bagskyl)	16		16		Groot Koerkamp et al. (1998), Kroodsmas et al. (1993),
Fast drænet gulv med skraber og ajlefløb	8		8		Braam et al. (1997), Swierstra et al. (1995), Swierstra et al. (2001)
Fast gulv	20		20		Skønnet
Dybstrøelse (hele arealet)		6		6	Groot Koerkamp et al. (1998), Rom & Henriksen (2000)
Dybstrøelse + kort ædeplads		6		6	
Dybstrøelse + lang ædeplads med fast gulv	20*	6**	20*	6**	
Dybstrøelse + lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	12*	6**	12*	6**	
Dybstrøelse + lang ædeplads med spalter (rinkanal, kanal med bagskyl)	16*	6**	16*	6**	
* tab fra gulvareal ved ædepladser					
** tab fra dybstrøelsen					

## 8.7. Svinestalde

Indretning af svinestalde er i det væsentligste opdelt efter dyrekategori og er også i det følgende opdelt efter dyrekategori.

### Staldtyper

### Beskrivelse

Løbe- /drægtighedsstalde	Dækker både drægtighedsstalde og løbestalde. Søerne flyttes i forbindelse med fravænningsperioden af pattegrisene fra farestalden til løbestalden, oftest i 7-35 dage, inden de overføres til drægtighedsstalden, hvor de opholder sig, indtil de atter flyttes til farestalden. Da der er tale om en relativt kort opholdsperiode i løbestalden dækker emissionsfaktoren for drægtighedsstalde både perioden i løbestald og i drægtighedsstald. Sopotene vil typisk opstaldes i løbe-/drægtighedsstalden. Fra 1. januar 2013 skal alle drægtige søer og gylte opstaldes i løsdriftssystemer i større eller mindre grupper i perioden senest 4 uger efter løbning og indtil 7 dage før forventet faring.
Farestalde	Stalde, hvor søerne opstaldes fra få dage inden faring og indtil fravænningsperioden af grisene. Opholdstiden er mellem 4 og 7 uger.
Smågrisestalde	Stalde til grise fra fravænningsperioden ved 7-7,5 kg til de vejer 30-35 kg.
Slagtesvinestalde	Stalde til grise fra 30-35 kg og indtil slagtningsalderen.

**Løbe-/drægtighedsstalde:** For løsgående søer i stier med strøede lejer og fast gulv eller spaltegulv i gangarealerne vurderes det, at 33 % af den udskilte gødning afsættes i strøelsesmåtten og 67 % afsættes på gangarealer. Da grise af natur roder i gødningsmåtten, vil denne kompostere, hvilket medfører relativt stort kvælstoftab i form af såvel ammoniak som ved denitrificering.

**Farestalde:** Langt hovedparten af de danske farestalde er indrettet med kassestier, hvor søerne opholder sig i fareboksen, der er et område i kassestien, der er afgrænset med farebøjler, mens pattegrisene kan bevæge sig i hele kassestiens areal. Kassestien kan indrettes med fuldspaltegulv eller med delvis spaltegulv. I begge tilfælde håndteres husdyrgødningen som gylle. Der foreligger meget begrænset datamateriale som grundlag for fastsættelse af ammoniakemissionsfaktorer for farestalde. Den aktuelle emissionsfaktor på 13 % af TAN af dyr gældende for farestalde med delvist fast gulv er baseret på ældre data (Poulsen og Kristensen, 1997). Emissionsfaktoren kan dog bekræftes af emissionsdata fra en nyere afprøvning af Riis et al., (2010).

**Smågrisestalde:** For smågrisestalde har der siden 1. juli 2000 været krav om, at 50 % af gulvet i grisenes opholdsareal i nye stalde skal være indrettet med fast eller drænet gulv – eller kombinationer heraf, fx 25 % fast og 25 % drænet gulv. Fra 30. juni 2015 gælder dette også eksisterende stalde, hvorfor fuldspaltegulve udfases.

Hovedparten af de danske smågrise opstaldes i toklimastalde med delvis fast gulv, hvor temperatur i staldrummet og i gylle ikke er meget højere end i andre svinestalde. Det samme gælder for den lille andel af stalde, som har dybstrøelse eller fast

gulv med fast møj og ajle. I toklimastalde er temperaturen betydeligt højere under overdækningen end i staldrummet, hvilket sikrer at grisenes temperaturbehov kan opfyldes.

Danske undersøgelser har vist, at ammoniakemissionen fra to-klimastalde med delvist fast gulv med smågrise udgjorde 6 % af den udskilte mængde kvælstof svarende til 10 % af TAN ab dyr (Hansen *et al.*, 2006; Riis, 2008).

I stalde med drænet gulv og spalter eller tilbageværende fuldspaltetalde er temperaturen betydeligt højere for at tilgodese grisenes varmebehov – typisk startende med ca. 30 °C ved indsættelse og faldende til ca. 22 °C ved afgang.

Der er ikke danske undersøgelser af ammoniakemissionen fra smågrisestalde med drænet gulv og spaltegulv - men emissionen er fastlagt til 21 % som er det samme for slagtesvinestalde, se nedenfor. Det antages, at en lavere pH i smågrisegylle ”går lige op” med den højere rumtemperatur i denne type smågrisestalde.

**Slagtesvinestalde:** Fra 1. juli 2015 tillades fuldspaltegulv ikke længere i slagtesvine-stalde. I stier til avls- og slagtesvin skal mindst 1/3 af det til enhver tid gældende minimumsarealkrav være fast eller drænet gulv eller en kombination heraf. Ammoniakemissionsfaktoren for stier med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv blev i første omgang fastsat til 14 % af total-N ab dyr og senere beregnet til 21 % af TAN ab dyr. VSP har i forbindelse med test af diverse miljøteknologier sideløbende målt ammoniakemissionen fra kontrolstalde, som i visse tilfælde drejer sig om stier med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv (Holm, 2010; Holm, 2012; Holm *et al.*, 2009; Pedersen & Jensen, 2010; Pedersen *et al.*, 2010; Riis, 2011; Riis *et al.*, 2013). Disse emissionsdata viser som forventet en vis variation, men giver ikke anledning til at ændre emissionsfaktoren for dette staldsystem.

Undersøgelser fra Danmark og holland har vist, at ammoniakemissionen afhænger af staldens gulvprofil og således er lavere i stalde med reduceret gylleoverflade, dvs. stier med delvist fast gulv (Aarnink *et al.*, 1995; Aarnink *et al.*, 1997; Pedersen & Kai, 2008; Pedersen & Jensen, 2010; Pedersen & Jensen, 2012). På grundlag heraf er kategorien *slagtesvinestalde med delvis spaltegulv* opdelt i to underkategorier; *delvis spaltegulv (25-49% fast gulv)* og *delvis spaltegulv (50-75% fast gulv)*. Ammoniakemissionerne fra disse to kategorier er fastsat til hhv. 17 % og 13 % af TAN ab dyr. Ammoniakfordampningen fra gulvet øges, når der forekommer svineri på det faste gulv. Problemet med svineri optræder specielt i de varme perioder, hvorved problematikken med svineri på det faste gulv forstærkes (Aarnink *et al.*, 1996; Aarnink *et al.*, 1997). Nævnte emissionsfaktorer for delvist fast gulv forudsætter normal, tilsigtet gødeadfærd og dermed forbundet stihygiejne.

**Tabel 8.3. Oversigtstabel over anvendte emissionsfaktorer for svinestalde.**

	Kvælstoftab i % af TAN	Kvælstoftab i % af total-N	Kvælstoftab ab dyr <i>Poulsen et al., (2014)</i>	
--	------------------------	----------------------------	---	--

Staldtype	ab dyr Aktuelle	ab dyr Aktuelle	% af TAN	% af total- N	Referencer
<i>Drægtighedsstalde og løbestalde:</i>					
Individuel opstaldning, delvist spaltegulv	13		13		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
Individuel opstaldning, fuldspaltegulv	19		19		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
Individuel opstaldning, fast gulv	21		21		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
Løsgående, dybstrøelse og spaltegulv	16	15*/10**	16	15*/10**	Omregnet/uændret i forhold til Poulsen et al. (2001)
Løsgående, dybstrøelse og fast gulv	19	15*/10**	19	15*/10**	Omregnet/uændret i forhold til Poulsen et al. (2001)
Løsgående, dybstrøelse		15*/10**		15*/10**	Uændret i forhold til Poulsen et al. (2001)
Løsgående, delvis spaltegulv	16		16		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
<i>Farestalde:</i>					
Kassestier, delvis spaltegulv	13		13		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
Kassestier, fuldspaltegulv	26		26		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
<i>Smågrisestalde:</i>					
Fuldspaltegulv	24		24		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
Drænet gulv + spalter (50%/50%)	21		21		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
2-klimastalde, delvist spaltegulv	10		10		Hansen et al. (2006), Riis (2008)
Fast gulv (fast gødning/ajle)	37		37		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
Dybstrøelse		15*/10**		15*/10**	Uændret i forhold til Poulsen et al. (2001)
<i>Slagtesvinestalde:</i>					
Fuldspaltegulv	24		24		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)

Drænet gulv + spalter (33%/67%)	21		21		Holm (2010), Holm (2012), Holm et al. (2009), Pedersen & Jensen (2010), Pedersen et al. (2010), Riis (2011), Riis et al. (2013)
Delvist fast gulv 25-49 % fast gulv	17		17		Skønnet
Delvist fast gulv 50-75 % fast gulv	13		13		Pedersen & Kai (2008), Pedersen & Jensen (2010), Pedersen & Jensen (2012)
Fast gulv (fast gødning/ajle)	27		27		Omregnet i forhold til Poulsen et al. (2001)
Dybstrøelse, opdelt leje	18	15*/10**	18	15*/10**	Omregnet/uændret i forhold til Poulsen et al. (2001)
Dybstrøelse		15*/10**		15*/10**	Uændret i forhold til Poulsen et al. (2001)
* NH <sub>3</sub> -N tab i dybstrøelse					
** denitrificeringstab i dybstrøelse					

### 8.8. Fjerkræstalde

Stalde til fjerkræ er i det følgende opdelt i staldtyper til slagtefjerkræ og til høns og hønniker.

Staldtyper	Beskrivelse
Slagtekyllinger, kalkuner, ænder og gæs	Dyrene går i stalde med fri adgang til hele gulvarealet, der er strøet med snittet halm, høvlspåner, spagnum eller sand. Efter hvert hold dyr muges stalden ud.

#### Høns og hønniker

##### Burdrift

Fra 1. januar 2012 er kravene til burdrift skærpede, så der kun må anvendes berigede bure i op til tre etager indeholdende rede, strøelse, mindst 15 centimeter siddepind per høne samt en anordning, hønsene kan slide klørne på. Samtidig er pladskravet per høne øget til minimum 750 cm<sup>2</sup> per høne (lette til middelsvære racer) og 900 cm<sup>2</sup> per høne (tunge racer). Burægsstalder indrettes med enten gødningskælder, hvor gødningen opbevares i relativ lang tid, eller gødningsbånd, hvor gødningen fjernes hyppigt, typisk 1 gang om ugen.

Skabeægsproduktion	Omfatter stalde, der lever op til regelsættet om skrabeægsproduktion. Staldene indrettes med <i>gulvdrift</i> eller <i>etagesystem</i> . Ved <i>gulvdrift</i> er staldene opdelt i et skrabeareal svarende til 2/3 af staldarealet og et areal med slats svarende til ca. 1/3 af staldarealet. I skrabearealet anvendes der sand, høvlspåner eller halm som strøelsesmateriale. Under slats'ene er der en gødningskumme, som tømmes ca. 1 gang årligt i forbindelse med udsætning af hønsene. Stalde med <i>etagesystem</i> er indrettet med ekstra opholdsareal til hønsene i op til tre etager. Under hver etage findes et gødningsbånd, som opsamler og transporterer gødningen ud af huset.
Frilandsproduktion	Stalde der lever op til regelsættet om fritgående ægproduktion, hvor hønerne bl.a. har adgang til udeareal. Staldenes indretning er sammenlignelig med skrabeægsstalde, dvs. enten <i>gulvdrift</i> eller <i>etagesystem</i> .
Økologisk produktion	Stalde der lever op til regelsættet om økologisk ægproduktion, hvor hønerne bl.a. har adgang til udeareal. Staldenes indretning er sammenlignelig med skrabeægsstalde, dvs. enten <i>gulvdrift</i> eller <i>etagesystem</i> .

---

Der foreligger kun få danske forskningsresultater vedrørende ammoniakemission fra fjerkræstalde. Emissionsfaktorerne er derfor primært baseret på Nordeuropæiske forskningsresultater.

I økologisk fjerkræhold er dyretætheden betydeligt lavere sammenlignet med konventionelt fjerkræhold. Dette øger fordampningsarealet pr. høne, ligesom det forventes at øge komposteringen i gødningsmåtten, hvilket giver anledning til et større tørstof-tab og en større ammoniakemission. Derudover er N ab dyr for økologiske høns højere end for øvrige ægproduktioner.

**Slagtekyllinger:** På grundlag af nye danske målinger af ammoniakemissionerne fra i alt fem hold kyllinger fordelt på to ejendomme er emissionsfaktorerne for intensive produktionssystemer bestemt til  $7,0 \pm 1,5$  % af total-N ab dyr (Andersen, 2010; Hansen, 2013). Det forudsættes, at der anvendes strøelse, og at gødningsmåtten holdes tør i hele produktionsperioden. Emissionsfaktorerne for øvrigt slagtefjerkræ er nedjusteret i henhold til ovenstående.

**Høns og hønniker:** I stalde til høns og hønniker med skrabeareal skønnes det, at ca. 75 % af producenterne anvender sand i skrabearealet. Anvendt som strøelse giver sand anledning til minimal kompostering og som følge heraf ringe eller intet tørstof-tab i forhold til brug af snittet halm eller høvlspåner.

I konsumægsstalde med gødningsbånd er emissionsfaktoren skønnet til 10 % af det udskilte kvælstof for så vidt angår den del af gødningen, som afsættes på gødningsbåndene. For burproduktion drejer det sig om 100 % af gødningen, mens det for øv-

rige produktionssystemer antages at udgøre 75 % af den gødning, som afsættes inde i stalden. Gødningsbåndene forudsættes tørt mindst én gang pr. uge. I stalde med stort skrabeareal og gødningskumme er emissionsfaktoren sat til henholdsvis 25 % og 40 % af total-N ab dyr.

I rugeægsstalde (HPR-høns) med stort skrabeareal og gødningskumme viser erfaringer fra praksis, at gødningen fra gødningskummer og skrabeareal håndteres samlet som dybstrøelse ved tømning af stalden. Som følge heraf beregnes fremdeles kun normer for én type husdyrgødning fra dette system. Opstillingen af massebalancer baseret på målinger foretaget i to rugeægsstalde viste, at der i gennemsnit tabes ca. 58 % af N ab dyr i stalden (Birkmose, 2009). Dette tab er ikke dokumenteret ved måling af emissioner, hvorfor tabet teoretisk kan skyldes emissioner af ammoniak, frit kvælstof, lattergas samt den opstillede massebalances akkumulerede målefejl. Provstgaard et al. (2010) opstillede en massebalance baseret på målinger i to rugeægsstalde, hvor ammoniakemissionen ligeledes blev målt. Ved undersøgelsen blev ammoniakemissionen fastlagt til  $38 \pm 11$  kg  $\text{NH}_3\text{-N}$  per 100 årshøner. Baseret på disse to uafhængige undersøgelser er N-tabet fastsat til 40 % af total-N i form af  $\text{NH}_3\text{-N}$ , mens N-tabet ved denitrifikation skønsmæssigt er fastsat til 20 % af total-N ab dyr. Ammoniakemissionen er i overensstemmelse med en hollandsk undersøgelse, som fastlagde ammoniakemissionen fra fire hollandske rugeægsstalde til  $38 \pm 7$  kg  $\text{NH}_3\text{-N}$  per 100 årshøner (Mosquera et al., 2009). Samme undersøgelse dokumenterede endvidere, at der omsættes en vis mængde kvælstof ved denitrifikation, idet der blev målt en emission på 2,08 kg  $\text{N}_2\text{O-N}$  per 100 årshøner.

**Tabel 8.4. Oversigtstabel over anvendte emissionsfaktorer for staldsystemer til fjerkræ.**

Staldtype	Kvælstoftab i % af TAN ab dyr Aktuelle	Kvælstoftab i % af total-N ab dyr Aktuelle	Kvælstoftab Poulsen et al., (2014)		Referencer
			% af TAN ab dyr	% af total-N ab dyr	
<b>Slagtefjerkræ</b>					
Slagtekyllinger		7		20	Andersen, 2010, Hansen, 2013
Skrabekyllinger		9		25	Fastsat i forhold til ovenstående.
Økologiske slagtekyllinger		9		25	
Kalkuner, ænder, gæs		20		20	
<b>Ægproduktion</b>					
Konsumæg, gulvdrift + gødningskumme		40*/25**		40*/25**	Uændret i forhold til Poulsen et al. (2001)
Konsumæg, etagesystem med gødningsbånd		10*/25**		10*/25**	
Friland, konsumæg, gulvdrift		25**		25**	
Burhøns, konsumæg, gødningskælder		12		12	



Rugeægproduktion (HPR-høner)		40 <sup>***</sup> /20 <sup>****</sup>		40 <sup>*</sup> /25 <sup>**</sup>	Birkmose (2009). Mosquera et al. (2009), Provstgaard et al. (2011)
<b>Hønniker</b>					
Hønniker, konsum, netdrift, 119 dage		40 <sup>*</sup> /25 <sup>**</sup>		40 <sup>*</sup> /25 <sup>**</sup>	Uændret i forhold til
Hønniker, konsum, gulvdrift, 119 dage		40 <sup>*</sup> /25 <sup>**</sup>		40 <sup>*</sup> /25 <sup>**</sup>	Poulsen et al. (2001)
* tab i fast gødning					
** tab i dybstrøelse					
*** N-tab i form af NH <sub>3</sub> -N					
**** N-tab i form af denitrifikation					

## 8.9. Pelsdyrfarme

Pelsdyr opdrættes i åbne eller lukkede haller med trådbure. Det er ikke længere tilladt at benytte grusbund for gødningsopsamling. I henhold til *Pelsdyrfarmbekendtgørelsen* (Bek. nr. 607 af 15. juli 2002) skal der etableres gødningsrender under burene i haller uden fast bund for effektiv opsamling af fast gødning og urin.

Emissionsfaktoren for minkbure med render og ugentlig tømning er i nærværende rapport baseret på en undersøgelse, hvor ammoniakemissionen i henhold til den såkaldte VERA-protokol er fastlagt ved målekampagner over 12 måneder på to minkfarme med 34 cm gødningsrender under minkburene og ugentlig tømning af gødningsrenderne (Hansen, 2012). Ved undersøgelsen blev ammoniakemissionen opgjort til 1808 g NH<sub>3</sub>-N/år pr. avlstæve svarende til 27±7 % af total-N af dyr eller 35±9 % af urin-N (TAN). I forbindelse med revision af normtallene blev gødningen fra minkbure med render opdelt i hhv. gylle og dybstrøelse, da det er praksis på mange minkfarme at lede gyllen til en gylletank, mens strøelsen under burene fjernes med jævne mellemrum og lagres separat på en overdækket møddingsplads. Det skønnes, at 90 % af fæces og urin falder i gødningsrenderne (34 cm render), mens de resterende ca. 10 % af fæces og urin falder udenfor renderne i strøelsen under burene (H. Bækgaard, personlig medd., 2014). Foderspild (8 % af N i foder) falder ligeledes i strøelsen og indregnes i denne fraktion. Det samlede ammoniaktab beregnet på baggrund af Hansen (2012) er derfor fordelt på et tab fra gyllen i gødningsrender (30 % af TAN) og et tab fra strøelsen (40 % af total-N). Emissionskoefficienterne er fastsat ud fra et fagligt skøn og under iagttagelse af et samlet ammoniaktab i overensstemmelse med Hansen (2012).

I et studie af Pedersen og Sandbøll (2002) blev der opstillet en massebalance, som resulterede i en rest på ca. 11 %, som kunne skyldes en akkumuleret fejl i massebalancen eller nedsivning af kvælstof i gruset under burene. Ved en hollandsk undersøgelse blev der ikke påvist produktion af lattergas, hvilket indikerer, at denitrifikation ikke finder sted i nævneværdig grad (Mosquera et al., 2011). Det kan derfor ikke afvises, at der finder tab af kvælstof sted, som ikke er indregnet i nærværende rapport, og som bevirker, at den beregnede kvælstofmængde ab lager er overestimeret. Det vil dog kræve yderligere undersøgelser at klarlægge dette forhold. Først når denne viden er til stede, vil beregningsgrundlaget blive opdateret.

**Tabel 8.5. Oversigtstabel over emissionsfaktorer for pelsdyr.**

Staldtype	Kvælstoftab i % af TAN ab dyr Aktuelle	Kvælstoftab i % af total-N ab dyr Aktuelle	Kvælstoftab Poulsen et al., (2014)		Referencer
			% af TAN ab dyr	% af total-N ab dyr	
Minkbure m. gødningsrende (ugentlig tømning)	30*	40**	47		Hansen (2012)
Minkbure, fast gødning i gødningsrende	67		67		Uændret i forhold til Poulsen et al. (2014)
* fra gyllerenderne **fra strøelsen under burene					

### 8.10. Stalde til andre husdyrarter

Der er ikke fundet nye studier af emissioner fra stalde til heste, får og geder, hvorfor emissionsfaktorerne er uændret i forhold til Poulsen et al. (2001).

**Tabel 8.6. Oversigtstabel over emissionsfaktorer for pelsdyr, får, geder og heste.**

Staldtype	Kvælstoftab i % af TAN ab dyr Aktuelle	Kvælstoftab i % af total-N ab dyr Aktuelle	Kvælstoftab Poulsen et al., (2014)		Referencer
			% af TAN ab dyr	% af total-N ab dyr	
Får, geder og heste, dybstrøelse		15		15	Uændret i forhold til Poulsen et al. (2001)

### 8.11. Tørstoftab af gødning under opbevaring i stalde

Under opbevaring af gødning i stalden omdannes en del organisk stof i gylle først til flygtige organiske syrer og derefter delvist til metan og kuldioxid. Nøjagtig og præcis fastlæggelse af tørstoftab er vanskelig, fordi metoden, der benyttes til analyse af gødningens indhold af tørstof, har en tendens til at underestimere tørstofindholdet. Sammenlignes målte tørstoftab med det beregnede indhold i gødningen ud fra ufordøjet tørstof og indholdet i urin vil det målte tab ofte være betydeligt større, fordi varierende andele af gødningens indhold af TAN og organiske syrer tabes ved tørstofbestemmelsen (Karlsson & Wiqvist, 2013).

Når man måler tørstoftab under lagring, vil det analyse-mæssige tab af TAN alt andet lige være det samme ved start- og slutmålingen, men i slutmålingen kan en del af det målte tørstoftab skyldes, at en varierende andel af de organiske syrer, der er dannet under lagringen, fordamper ved tørstofanalysen. Tabet af organiske syrer ved tørstofanalysen afhænger af gyllens pH og indholdet af ammoniak; sidstnævnte, fordi tab af ammoniak ved inddampning sænker pH og dermed øger tabet af organiske syrer. Der er derfor betydelig usikkerhed omkring det reelle tab af tørstof under lagring af gylle, da tidligere undersøgelser ikke har set på analyseproblematikken ved tørstofbestemmelser.

#### 8.11.1. Tørstoftab i gylle

Sørensen (1998) har i modelstudier fundet tørstoftab i gylle på 12 % efter 28 dage og 17 % efter 140 dage. Da gylle ofte opsamles over 3-6 uger i stalden, inden den sluses ud til et eksternt lager, skønnes tørstoftabet for gylle i stalden til 10 %.

### **8.11.2. Tørstoftab i fast staldgødning og dybstrøelse**

I dybstrøelsesgødning sker der som følge af komposteringen en betydelig nedbrydning af organisk materiale. Denne omsætning sker under varmeudvikling, som bevirker en betydelig vand- og ammoniakfordampning. Rom & Henriksen (2000) rapporterede, at dybstrøelse i kvægstalde havde et tørstoftab på 25-30 % over en 3 måneders periode. Tørstoftabet i dybstrøelse fra kvægstalde er derfor i denne opgørelse skønnet til 28 %.

På baggrund af målinger af Provstgaard et al. (2010) i to rugeægsstalde er tørstoftabet i dybstrøelse og fast staldgødning i hønsestalde fastsat til 30 %.

### **8.11.3. Tab af vand**

På grundlag af manglende datagrundlag er vandtab ved fordampning ikke indregnet i de foreliggende volumenberegninger. Tørstofprocenten er justeret således, at tørstofindholdet i gødningen er på niveau med registrerede tørstofprocenter i praksis. Fremgangsmåden er uændret i forhold til Poulsen et al. (2001).

## **8.12. Omlejring af husdyrgødning og næringsstoffer mellem de enkelte gødnings typer i stalden**

Udover tab af kvælstof i form af ammoniak og denitrifikation sker der i stalden en omlejring af næringsstoffer. Ifølge tidligere undersøgelser af forskellige strøelsesmidlers evne til at opsuge vand eller gylle viste resultaterne, at halm kan suge gylle svarende til 4-6 gange sin egen vægt. Endvidere blev der ikke fundet nogen sammenhæng mellem halmens findelingsgrad og dens evne til at suge vand eller gylle (Schmidt et al., 1985).

Der er regnet med følgende (uændret fra Poulsen et al., 2001):

Fæces i ajle: 5 % af fæces ab dyr
Urin opsuget i svinefæces: 0,5 kg pr. kg fæces ab dyr
Urin opsuget i strøhalm: 2,5 kg pr. kg strøhalm.

## **8.13. Samlet oversigt over de anvendte data**

I tabel 8.3. er alle stalde opdelt efter staldtype og dyrekategori. Der findes i praksis mange varianter, men de nævnte hovedgrupper af stalde er udvalgt på baggrund af erfaringer fra praksis. Tabellen angiver de anvendte forudsætninger (strøelsesforbrug, vaskevand, tørstoftab, N-tab samt fordeling af gødningen).

**Tabel 8.7. KVÆG**

Malkekvæg, tung race)	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstof %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast stald- gødning		1,2						
	Ajle			0,1			10		
Bindestald m. riste	Gylle		1,2	0,1		10	6		
Sengestald m. fast gulv	Gylle		0,4	0,1	8	10	20		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle		0,4	0,1	8	10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle		0,4	0,1	8	10	16		
Sengestald, fast, drænet gulv med skraber og ajle- afløb	Gylle		0,4	0,1	8	10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		12*	0,1	8	28		6	
Dybstrøelse, lang æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	10*			28		6	
	Gylle	40		0,1	8	10	20		
Dybstrøelse, lang æde- plads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	10*			28		6	
	Gylle	40		0,1	8	10	12		
Dybstrøelse, lang æde- plads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	10*			28		6	
	Gylle	40		0,1	8	10	16		
Dybstrøelse, lang æde- plads, fast drænet gulv med skraber og ajleafløb	Dybstrøelse	60	10*			28		6	
	Gylle	40		0,1	8	10	8		

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald dage/år

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

Tabel 8.7. (forts.) KVÆG

Malkekvæg, jersey	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast stald- gødning		1,0			0			
	Ajle			0,1			10		
Bindestald m. riste	Gylle		1,0	0,1		10	6		
Sengestald m. fast gulv	Gylle		0,3	0,1	8	10	20		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle		0,3	0,1	8	10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle		0,3	0,1	8	10	16		
Sengestald, fast, drænet gulv med skraber og ajle- afløb	Gylle		0,3	0,1	8	10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		10*	0,1	8	28		6	
Dybstrøelse, lang æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	8*			28		6	
	Gylle	40		0,1	8	10	20		
Dybstrøelse, lang æde- plads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	8*			28		6	
	Gylle	40		0,1	8	10	12		
Dybstrøelse, lang æde- plads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	8*			28		6	
	Gylle	40		0,1	8	10	16		
Dybstrøelse, lang æde- plads, fast drænet gulv med skraber og ajlefløb	Dybstrøelse	60	8*			28		6	
	Gylle	40		0,1	8	10	8		

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmätte.

Tabel 8.7. (forts.) KVÆG

Kvier eller stude 6 mdr. til kælving (27 mdr.) / slagtning, tung race	Gødnings-type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitrifikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast staldgødning		0,75			0			
	Ajle			0,25			10		
Bindestald m. riste	Gylle		0,75	0,25		10	6		
Sengestald m. fast gulv	Gylle		0,3	0,25		10	20		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, linespil)	Gylle		0,3	0,25		10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Gylle		0,3	0,25		10	16		
Sengestald m. fast drænet gulv med skraber og ajle-afløb	Gylle		0,3	0,25		10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		6*	0,25		28		6	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	5*			28		6	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	5*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	5*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	5*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	16		
Spaltegulvsbokse	Gylle			0,25		10	16		

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmätte.

Tabel 8.7. (forts.) KVÆG

Kvier eller stude 6 mdr. til kælving (25 mdr.) / slagtning, Jersey	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitrifikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast staldgødning		0,6			0			
	Ajle			0,25			10		
Bindestald m. riste	Gylle		0,6	0,25		10	6		
Sengestald m. fast gulv	Gylle		0,2	0,25		10	20		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, linespil)	Gylle		0,2	0,25		10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Gylle		0,2	0,25		10	16		
Sengestald m. fast drænet gulv med skraber og ajle-afløb	Gylle		0,2	0,25		10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		5*	0,25		28		6	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	4*			28		6	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	4*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	4*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	4*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	16		
Spaltegulvsbokse	Gylle			0,25		10	16		

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmätte.

**Tabel 8.7. (forts.) KVÆG**

Småkalve, 0 - 6 mdr., tung race	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstof-tab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		1,5*	0,05		28		6	
Dybstrøelse + kort æde- plads, fast gulv	Dybstrøelse		1,5*	0,05		28		6	

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald-dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

Småkalve, 0 - 6 mdr., jersey	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstof-tab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		1,2*	0,05		28		6	
Dybstrøelse + kort æde- plads, fast gulv	Dybstrøelse		1,2*	0,05		28		6	

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald-dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.



**Tabel 8.7. (forts.) KVÆG**

Tyrekalve, 0 - 6 mdr., tung race	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstof-tab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		1,5*	0,05		28		6	
Dybstrøelse + kort æde- plads, fast gulv	Dybstrøelse		1,5*	0,05		28		6	

Tyrekalve, 0 - 6 mdr., jer- sey	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstof-tab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		1,2*	0,05		28		6	
Dybstrøelse + kort æde- plads, fast gulv	Dybstrøelse		1,2*	0,05		28		6	

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald-dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

Tabel 8.7. (forts.) KVÆG

Ungtyre, 6 mdr. - slagting (440 kg), tung race	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstof-tab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast stald- gødning		0,75			0			
	Ajle			0,25			10		
Bindestald m. riste	Gylle		0,75	0,25		10	6		
Sengestald m. fast gulv	Gylle		0,3	0,25		10	20		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, linespil)	Gylle		0,3	0,25		10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle		0,3	0,25		10	16		
Sengestald m. fast drænet gulv med skraber og ajle- afløb	Gylle		0,3	0,25		10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		3,8*	0,25		28		6	
Dybstrøelse, kort æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	3,2*	0,25		28		6	
Dybstrøelse, lang æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	3,1*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	20		
Dybstrøelse, lang æde- plads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	3,1*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	12		
Dybstrøelse, lang æde- plads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	3,1*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	16		
Spaltegulvsbokse	Gylle			0,25		10	16		

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stalddage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

Tabel 8.7. (forts.) KVÆG

Ungtyre, 6 mdr. - slagting (328 kg), jersey	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstof %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast stald- gødning		0,6			0			
	Ajle			0,25			10		
Bindestald m. riste	Gylle		0,6	0,25		10	6		
Sengestald m. fast gulv	Gylle		0,2	0,25		10	20		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, linespil)	Gylle		0,2	0,25		10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle		0,2	0,25		10	16		
Sengestald m. fast drænet gulv med skraber og ajle- afløb	Gylle		0,2	0,25		10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		2,9*	0,25		28		6	
Dybstrøelse, kort æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	2,4*	0,25		28		6	
Dybstrøelse, lang æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	2,3*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	20		
Dybstrøelse, lang æde- plads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	2,3*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	12		
Dybstrøelse, lang æde- plads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	2,3*			28		6	
	Gylle	40		0,25		10	16		
Spaltegulvsbokse	Gylle			0,25		10	16		

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stalddage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

**Tabel 8.7. (forts.) KVÆG**

Ammekøer (under 400 kg)	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast stald- gødning		0,6						
	Ajle			0,1			10		
Bindestald m. riste	Gylle		0,6	0,1		10	6		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle		0,2	0,1		10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle		0,2	0,1		10	16		
Sengestald, fast drænet gulv med skraber og ajle- afløb	Gylle		0,2	0,1		10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		6*	0,1		28		6	
Dybstrøelse, kort æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse		5,25*			28		6	
Dybstrøelse, lang æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	4,5*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	20		
Dybstrøelse, lang æde- plads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	4,5*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	12		
Dybstrøelse, lang æde- plads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	4,5*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	16		

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

**Tabel 8.7. (forts.) KVÆG**

Ammekøer (400-600 kg)	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast stald- gødning		0,8						
	Ajle			0,1			10		
Bindestald m. riste	Gylle		0,8	0,1		10	6		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle		0,3	0,1		10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle		0,3	0,1		10	16		
Sengestald, fast drænet gulv med skraber og ajle- afløb	Gylle		0,3	0,1		10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		8*	0,1		28		6	
Dybstrøelse, kort æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse		7*	0,1		28		6	
Dybstrøelse, lang æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	6*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	20		
Dybstrøelse, lang æde- plads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	6*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	12		
Dybstrøelse, lang æde- plads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	6*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	16		

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

**Tabel 8.7. (forts.) KVÆG**

Ammekøer (over 600 kg)	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/dyr/dag	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Vaskevand m <sup>3</sup> /dyr/år	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Bindestald m. grebning	Fast stald- gødning		0,8						
	Ajle			0,1			10		
Bindestald m. riste	Gylle		0,8	0,1		10	6		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle		0,3	0,1		10	12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle		0,3	0,1		10	16		
Sengestald, fast drænet gulv med skraber og ajle- afløb	Gylle		0,3	0,1		10	8		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse		8*	0,1		28		6	
Dybstrøelse, kort æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse		7*	0,1		28		6	
Dybstrøelse, lang æde- plads med fast gulv	Dybstrøelse	60	6*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	20		
Dybstrøelse, lang æde- plads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	6*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	12		
Dybstrøelse, lang æde- plads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	6*			28		6	
	Gylle	40		0,1		10	16		

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

Alle angivelser af strøelsesforbrug og vandspild er baseret på 365 stald dage/år.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

**Tabel 8.7. (fortsat) SVIN**

1 årsso. Bidrag fra løbe- og drægtighedsstald	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/år/ stiplads	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/årsso	Vaskevand liter/årsso	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Individuel opstaldning, delvist spaltegulv	Gylle					10	13		
Individuel opstaldning, fuldspaltegulv	Gylle					10	19		
Individuel opstaldning, fast gulv	Fast stald- gødning		75						
	Ajle						21		
Løsgående, dybstrøelse + spaltegulv	Dybstrøelse	33	350*			30		15	10
	Gylle	67				10	16		
Løsgående, dybstrøelse + fast gulv	Dybstrøelse	33	350*			30		15	10
	Gylle	67				10	19		
Løsgående, dybstrøelse	Dybstrøelse		900*			30		15	10
Løsgående, delvis spalte- gulv	Gylle		50			10	16		

\*incl. opstart af dybstrøelsesmåtte.

10 Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

**Tabel 8.7. (forts.) SVIN**

1 årsso. Bidrag fra fare-stald	Gødnings-type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/år/stiplads	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/kuld	Vaskevand liter/årsso	Tørstof-tab %	Ammoniak-N		Denitri-fikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Kassestier, delvis spaltegulv*	Gylle			0	340	10	13		
Kassestier, Fuldspaltegulv*	Gylle			0	340	10	26		

\* Gælder ved både løse og fixerede søer, når al gødning håndteres som gylle.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

1 smågris	Gødnings-type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/prod. gris	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/prod. gris	Vaskevand liter/prod. gris	Tørstof-tab %	Ammoniak-N		Denitri-fikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Toklimastalde, delvis spaltegulv	Gylle		1	15	20	10	10		
Fuldspaltegulv	Gylle			15	15	10	24		
Drænet gulv + spalter (50/50)	Gylle			15	20	10	21		
Fast gulv	Staldgødning		2,5						
	Ajle			15			37		
Dybstrøelse	Dybstrøelse		13	15		30		15	10

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.



**Tabel 8.7. (forts.) SVIN**

1 slagtesvin	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/prod. gris	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/prod. gris	Vaskevand liter/prod. gris	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitrifikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Delvis spaltegulv (50-75% fast gulv)	Gylle		3	75	25	10	13		
Delvis spaltegulv (25-49% fast gulv)	Gylle		3	75	25	10	17		
Fuldspaltegulv	Gylle			75	30	10	24		
Drænet gulv + spalter (33/67)	Gylle			75	25	10	21		
Fast gulv	Fast staldgødning		13						
	Ajle			75			27		
Dybstrøelse, opdelt leje	Dybstrøelse	50	35			30		15	10
	Gylle	50		75		10	18		
Dybstrøelse	Dybstrøelse		70	75		30		15	10

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

**Tabel 8.7. (forts.) FJERKRÆ**

Slagtefjerkræ	Gødnings- type	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelses- forbrug kg/prod. enhed	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/prod. enhed	Vaskevand liter/prod. enhed	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitri- fikation % af total- N
							% af TAN	% af total-N	
Slagtekyllinger, produkti- onstid 30 dage	Dybstrøelse		0,03			10		7	
Slagtekyllinger, produkti- onstid 32 dage	Dybstrøelse		0,03			10		7	
Slagtekyllinger, produkti- onstid 35 dage	Dybstrøelse		0,03			10		7	
Slagtekyllinger, produkti- onstid 40 dage	Dybstrøelse		0,03			10		7	
Slagtekyllinger, produkti- onstid 45 dage	Dybstrøelse		0,03			10		7	
Skrabekyllinger, produk- tionstid 56 dage	Dybstrøelse		0,15			10		9	
Økologiske slagtekyllin- ger, produktionstid 81 dage	Dybstrøelse	90	1,5			10		9	
	Udeareal	10				-			
Kalkuner, tunge, hunner, produktionstid 112	Dybstrøelse		0,6			10		20	
Kalkuner, tunge, hanner, produktionstid 147	Dybstrøelse		0,6			10		20	
Ænder, produktionstid 52 dage	Dybstrøelse		2,5			10		20	
Gæs, produktionstid 91 dage	Dybstrøelse		2,5			10		20	

10

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

**Tabel 8.7. (forts.) FJERKRÆ**

Høns, årshøner (1 årshøne = 365 foderdage)	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/årshøne	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/årshøne	Vaskevand liter/årshøne	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitrifikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Friland, konsumæg, gulvdrift + gødningskumme	Dybstrøelse	30	0,15			30		25	
	Fast gødning	60				30		40	
	Udeareal	10							
Friland, konsumæg, gulvdrift	Dybstrøelse	90	0,15			30		25	
	Fast gødning								
	Udeareal	10							
Friland, konsumæg, etagesystem med gødningsbånd	Dybstrøelse	20	0,15			30		25	
	Fast gødning	70						10	
	Udeareal	10							
Økologiske, konsumæg, Gulvdrift med gødningsbånd	Dybstrøelse	20	0,5			30		25	
	Fast gødning	70				30		40	
	Udeareal	10							
Økologiske, konsumæg, etagesystem med gødningsbånd	Dybstrøelse	20	0,5			30		25	
	Fast gødning	70						10	
	Udeareal	10							
Skrabehøner, konsumæg, gulvdrift + gødningskumme	Dybstrøelse	33	0,1			30		25	
	Fast gødning	67				30		40	
Skrabehøner, konsumæg, etagesystem med gødningsbånd	Dybstrøelse	25	0,1			30		25	
	Fast gødning	75				30		10	
Burhøns, konsumæg, gødningskælder	Fast gødning					30		12	
Burhøns, konsumæg, gødningsbånd	Fast gødning					0		10	
Burhøns, konsumæg, gødningsbånd	Gylle*					0		10	
Rugeæg (HPR-høner), gulvdrift + gødningskumme	Dybstrøelse		0,2			30		40	20

\*Den faste gødning opblandes med vand til 12 % tørstof.

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

**Tabel 8.7. (forts.) FJERKRÆ**

Hønniker produceret	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/prod. enhed	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/dag/dyr	Vaskevand liter/dyr	Tørstofftab %	Ammoniak-N		Denitrifikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Hønniker, konsum, bure, produktionstid 119 dage	Fast staldgødning					30		40	
Hønniker, konsum, gulvdrift, produktionstid 119 dage	Dybstrøelse		0,2			55		25	
Hønniker, rugeæg, HPR, gulvdrift, produktionstid 119 dage	Dybstrøelse		0,2			55		25	

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

**Tabel 8.7. (forts.) FÅR, GEDER, HESTE OG PELTSDYR**

Får og geder	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/dyr/år	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/dyr/år	Vaskevand liter/årsdyr	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitrifikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Får med afkom	Dybstrøelse		550			28		15	
Mohairged med afkom	Dybstrøelse		550			28		15	
Kødged med afkom	Dybstrøelse		550			28		15	
1 malkeged med afkom	Dybstrøelse		550			28		15	

Heste	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/dyr/år	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/dyr/år	Vaskevand liter/årsdyr	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitrifikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Under 300 kg	Dybstrøelse		1095			20		15	
300 - mindre end 500 kg	Dybstrøelse		1825			20		15	
500 - mindre end 700 kg	Dybstrøelse		1825			20		15	
Større end 700 kg	Dybstrøelse		1825			20		15	

Pelsdyr	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelsesforbrug kg/dyr/år	Vandspild		Staldtab			
				Drikkevand liter/dyr/år	Vaskevand liter/dyr	Tørstoftab %	Ammoniak-N		Denitrifikation % af total-N
							% af TAN	% af total-N	
Minkbure, gødningsrender (ugentlig tømning)	Gylle	90		150	25	10	30		
	Dybstrøelse	10	10			5		40	
Minkbure, fast gødning i gødningsrende	Anden gødning		10				67		

Alle angivelser af strøelsesforbrug, vandspild og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

#### 8.14. Referencer

- Aarnink A.J.A.; Keen, A.; Metx, J.H.M.; Speelman, L. & Verstegen, M.W.A. 1995. Ammonia Emission Patterns during the growing periods of Pigs housed on partially slatted floors. *J. Agric. Engng Research* 62, 105-116.
- Aarnink, A.J.A.; van den Berg, A.J.; Keen, A.; Hoeksma, P. & Verstegen, M.W.A. 1996. Effect of Slatted Floor Area on Ammonia Emission and on the Excretory and Lying Behaviour of Growing Pigs. *J. Agric. Engng. Research* 64, 299-310.
- Aarnink, A.J.A.; Swierstra, D.; van den Berg, A.J. & Speelman, L. 1997. Effect of Type of slatted Floor and Degree of Fouling of Solid Floor on Ammonia Emission Rates from Fattening Piggeries. *J. Agric. Engng. Research* 66, 93-102.
- Amon, B.; Amon, T.; Boxberger, J. & Alt, C. 2001. Emission of NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60, 103-113.
- Andersen, M. 2010. Electrostatic Particle Ionization (EPI). Afprøvning af "Electrostatic Particle Ionization" (EPI) til rensning af luft i en slagtekyllingestald. *Agro-Tech A/S*. 11 pp.
- Birkmose, T.S. 2009. Beregning af kvælstoftab i HPR-besætninger. *Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Planteproduktion*. Internt notat. 4 pp.
- Braam, C.R.; Ketelaars, J.J.M.H. & Smits, MC.J. 1997a. Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 45, 49-64.
- Braam, C.R.; Smits, M.C.J.; Gunnink, H. & Swierstra, D. 1997b. Ammonia Emission from a Double-sloped solid floor in a Cubicle House for Dairy cows. *Journal of Agricultural Engineering Research* 68, 375-386.
- Calvet, S.; Gates, R.S.; Zhang, G.-Q.; Estelle's, F.; Ogink, N.W.M.; Pedersen s. & Berckmans, D. 2013. Measuring gas emissions from livestock buildings: A review on uncertainty analysis and error sources, *Biosystems Engng.* 116, 221-231.
- CIGR. 2002. 4th Report of Working Group on Climatization of animal houses. Heat and moisture production at animal and house levels (eds. Pedersen, S.; K. Sällvik). *Research Centre Bygholm, Danish Institute of Agricultural Sciences*, 45 pp.
- Elliott, H.A. & Collins, N.E. 1982. Factors Affecting Ammonia Release in Broiler Houses. *T. of the ASAE.* 25(2): 0413-0418.

- Groot Koerkamp, P.W.G. 1998. Ammonia Emission from Aviary Housing Systems for Lying Hens. Inventory, Characteristics and solutions. Ph.D. Thesis. IMAG-DLO, postboks 43, NL-6700 Wageningen. NL.
- Groot Koerkamp, P.W.G.; Metz, J.H.M.; Uenk, G.H.; Phillips, V.R.; Holden, M.R.; Sneath, R.W.; Short, J.L.; White, R.P.; Hartung, J.; Seedorf, J.; Schröder, M.; Linkert, K.H.; Pedersen, S.; Takai, H.; Johnsen, J.O. & Wathes, C.M. 1998. Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 79-95.
- Hansen, M. N. 2013. Rokkedahl Energi. Ammonia Emission from Broiler Houses. Effects of the Agro Clima Unit Heat Exchange System. Test Report. AgroTech A/S. [www.dan-etv.dk](http://www.dan-etv.dk), 23 pp.
- Hansen, M.J.; Pedersen, P.; Hansen, C.F.; Jensen, K. & Jensen, N. 2006. Lav-protein foder til smågrise – effekt på ammoniak- og lugtemission. Erfaring nr. 0603. *Dansk Svineproduktion og Den rullende Afprøvning*, 17 pp.
- Henriksen, K.; Olesen, T. & Rom, H.B. 2000. Kulstof og kvælstof – omsætningsprocesser i kvægdybstrøelse. *Husdyrgødning og kompost. Næringsstofudnyttelse fra stald til mark i økologisk jordbrug. FØJO 2000*, p. 23-28.
- Holm, M. 2010. Effekt af fibre og reduceret svovlindhold på lugt fra slagtesvin. Videncenter for Svineproduktion, *Den rullende Afprøvning*, Meddelelse nr. 889, 25 pp.
- Holm, M. 2012. Benzoesyre reducerede ammoniak- og lugtemissionen fra slagtesvin. Videncenter for Svineproduktion, *Den rullende Afprøvning*, Meddelelse nr. 948, 21 pp.
- Holm, M.; Lyngbye, M.; Poulsen, H.D. & Hansen, K.F. 2009. Sammenligning af tre proteinniveauer i foder til slagtesvin med hensyn til ammoniak og lugt. Videncenter for Svineproduktion, *Den rullende Afprøvning*, Meddelelse nr. 843, 27 pp.
- Karlsson, H. & Wiqvist, W. 2013. Metod för korrigerig av VFA-förlust vid bestämning av torrhalt i biomassa. *Avfall Sverige utveckling, rapport nr. U2013:05*, issn 1103-4092, 31 pp.
- Mosquera, J.; Hol, J.M.G. & Ogink, N.W.M. 2008. Analyse ammoniakemissioneniveau van praktijkbedrijven in de varkenshouderij (1990-2003). *Animal Sciences Group van Wageningen UR, Rapport 135*, 46 pp.
- Mosquera, J.; van Emous, R.A.; Winkel, A.; Dousma, F. ; Lovink, E.; Ogink, N.W.M. & Aarnink, A.J.A. 2009. Fijnstofemissie uit stallen: (groot)ouderdieren van vle-

- eskuikens (Støvemission fra stalde: Rugeægstalder). Wageningen UR Livestock Research, Rapport 276, 26 pp.
- Mosquera, J.; Hol, J.M.G.; Winkel, A.; Huis in't Veld, J.W.H.; Dousma, F.; Ogink, N.W.M. & Groenestein, C.M. 2011. Fijnstofemissie uit stallen: Nertzen (Støvemission fra stalde: Mink). Wageningen UR Livestock Research, Rapport 340, 25 pp.
- Oosthoek, J.; Kroodsmas W. & Hoeksma, P. 1991. NH<sub>3</sub> emission from dairy and pig housing systems. In: V.C. Nielsen, J.H. Voorburg og P. L'Hermité (Eds.). Odour and NH<sub>3</sub> emissions from livestock farming. Elsevier Applied Science, London and New York, 31-41.
- Pedersen, S. & Sandboll, P. 2002. Ammonia Emission and Nitrogen Balances in Mink Houses. *Biosystems Engng* 82(4), 469-477.
- Pedersen, P. & Jensen, T.L. 2010. Forskellige gulvtyper med og uden gulvudsugning til slagtesvin i en sommerperiode. Videncenter for Svineproduktion og Den Rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 883, 26 pp.
- Pedersen, P. & Jensen, T.L. 2012. Punktudsugning ved forskellige gulvtyper til slagtesvin i en vinterperiode. Videncenter for Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 940, 24 pp.
- Pedersen, P. & Kai, P. 2008. Kildesepareringsstald med gulvudsugning. Dansk Svineproduktion og Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 824, 24 pp.
- Pedersen, S.; Blanes-Vidal, V.; Heetkamp, M.J.W. & Aarnink, A.J.A. 2008. Carbon dioxide production in animal houses: A literature review. *Agricultural Engineering International: CIGR Ejournal*. Manuscript BC 08 008, Vol. X. December, 2008.
- Pedersen, P.; Jensen, T.L. & Jørgensen, M. 2010. Forskellige gulvtyper med og uden gulvudsugning til slagtesvin i en vinterperiode. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 878, pp. 23.
- Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F. 1997. Normtal for Husdyrgødning. En revedering af danske normtal for husdyrgødningens indhold af kvælstof, fosfor og kalium. Danmarks JordbrugsForskning, Beretning nr. 736, pp. 165.
- Poulsen, H.D.; Børsting, C.F.; Rom, H.B. & Sommer, S.G. 2001. Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning - normtal 2000. DJF rapport nr. 36 Husdyr. Danmarks JordbrugsForskning, pp. 152.



- Provstgaard, N.; Riis, M. & Hansen, M.N. 2010. Undersøgelse af ammoniakemission fra rugeægstalde 2008-2010. Videncentret for Landbrug, pp. 20.
- Riis, A.L. 2006. Standardtal for lugtemission fra danske svinestalde om sommeren. Landsudvalget for Svin, DANSKE SLAGTERIER, Meddelelse nr. 742, pp. 29.
- Riis, A.L. 2008. Ammoniakreduktion og driftsomkostninger ved Bovema S-air ét-trins luftrenser i en smågrisestald. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 820, pp. 17
- Riis, A.L. 2011. Sommermålinger ved Farm Airclean 3-trins Bio Flex fra SKOV A/S. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 896, pp. 14.
- Riis, A.L.; M. Jørgensen & P. Pedersen. 2013. Effekten af gyllekøling i slagtesvinestier med drænet gulv i lejeareal. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning Erfaring nr. 1312, pp. 12.
- Rom, H.B. & Henriksen, K. 2000. Kvælstoftab fra stalde med dybstrøelse til kvæg. Husdyrgødning og Kompost. I: I Sommer, S.G. & Eriksen, J. (Red.). Husdyrgødning og kompost. Næringsstofudnyttelse fra stald til mark i økologisk jordbrug. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele, Denmark, p. 5-13.
- Schmidt M.; Jørgensen, M.; Møller-Madsen, Aa.; Jensen, H.; Horváth, Z.; Keller, P. & Konggaard, S.P. 1985. Halm som strøelse til malkekøer. Beretning 593. Statens Husdyrbrugsforsøg, pp. 90.
- Sommer, S.G.; Jensen, B.E.; Hutchings, N.J.; Lundgaard, N.H.; Grønkjær, A.; Birkmose, T.S.; Pedersen, P. & Jensen, H.B. 2006. Emissionskoefficienter til brug ved beregning af ammoniakfordampning fra stalde. DJF rapport Husdyrbrug nr. 70. Danmarks JordbrugsForskning, pp. 45.
- Swierstra, D.; Braam, C.R. & Smits, M.C. 1999. Grooved floor system for cattle housing: Ammonia emission reduction and good slip resistance. *Applied Engineering in Agriculture*, 17(1): 85-90.
- Swierstra, D.; Smits, M.C.J. & Kroodsma, W. 1995. Ammonia emission from cubicle houses from cattle with slatted and solid floors. *Journal of Agricultural Engineering Science* 62, 127-132.
- Sørensen, P.; Petersen, S.O.; Lind, A.-M. og Sommer, S.G. 1998. Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure. *J. Agric. Sci. Camb.* 130, 69-79

van der Peet-Schwering, C.M.C.; Aarnink, A.J.A.; Rom, H.B. & Dourmad, J.Y. 1999.  
Ammonia emissions from pig houses in The Netherlands, Denmark and France.  
Livestock Production Science 58(1999): 265-269.