

# Drivhusgasser og husdyrproduktion

*Husdyrproduktionen udleder store mængder drivhusgasser til atmosfæren. Med en bedre udnyttelse af viden og teknologi vil husdyrproduktionen imidlertid kunne bidrage til en reduktion af Danmarks nettoudledning af drivhusgasser.*

Af Sven G. Sommer, Søren O. Petersen, Jørgen E. Olesen og Henrik Falkenberg

■ Næsten alle danskere sætter dagligt kød og mælk på bordet. Det forudsætter en husdyrproduktion, hvor dyrene uundgåeligt vil bøve, prutte og skide fra tid til anden. Disse naturlige funktioner har en uheldig sideeffekt, idet der bliver udledt store mængder drivhusgasser til atmosfæren, hvor de bidrager til den globale opvarmning. Det drejer sig især om drivhusgasserne metan ( $\text{CH}_4$ ) og lattergas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), som står for hhv. 30 og 10 % af stigningen i den samlede drivhuseffekt. Husdyr er den vigtigste antropogene (menneskeskabte) kilde til metan, som udledes i bøvser fra køer og forgæringsprodukter fra husdyrgødning. Lattergas fra husdyrproduktionen stammer fra gødningen, primært efter at den er bragt ud på marken.

Forbruget af animalske produkter stiger globalt, i takt med at vore medmennesker i Asien berettiget øger deres levestandard. Derfor er der et påtrængende behov for at udvikle og indføre produktionssystemer med driftsformer og teknologi, som reducerer udledningen af drivhusgasser.

Vores påstand er, at det er

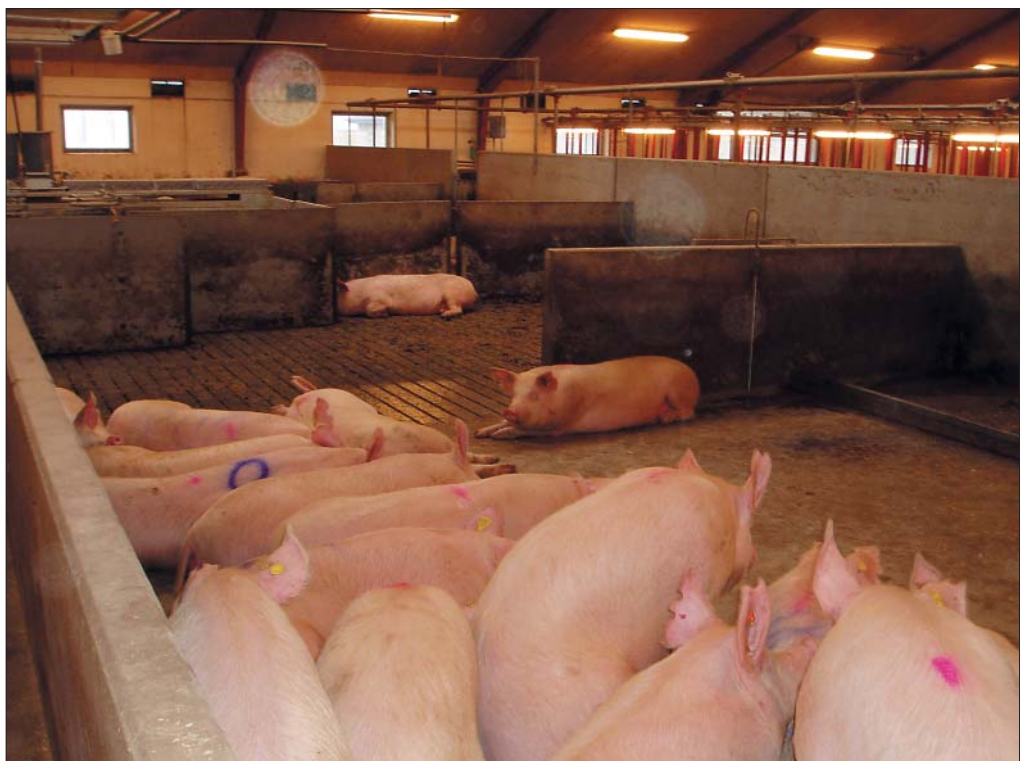


Foto: Sven G. Sommer

*Husdyrproduktion udleder i dag store mængder af drivhusgasser til atmosfæren.*

muligt at vende udviklingen, således at husdyrproduktionen bidrager til at reducere nettoudledningen af drivhusgasser til atmosfæren i stedet for at øge den.

## Husdyr som kilde til metan og lattergas

Metan dannes ved nedbrydning af organisk materiale. De mikroorganismer, som danner

metan, er kun virksomme under helt iltfrie (anaerobe) forhold. Deres aktivitet er lav ved temperaturer under 10-15 °C, men øges med stigende temperatur

op til 55-60°C, hvor produktionen af metan helt ophører.

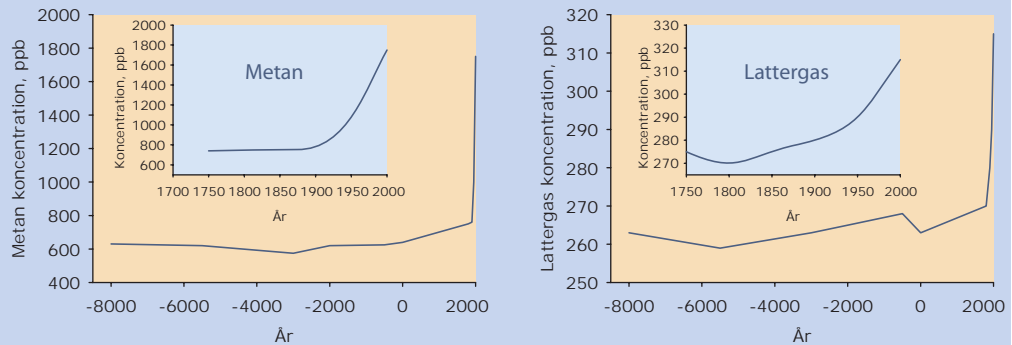
Drøvtyggere, som køer og får, har udviklet et mave-tarm-system, hvor en af maverne (vommen) er iltfri, og hvor en blanding af amøber, bakterier og svampe nedbryder græs og andet grovfoder til organiske forbindelser, som drøvtyggerne kan udnytte. Metan er et biprodukt fra nedbrydningen i vommen, som drøvtyggerne bøvser op. I enmavede dyr, som grise og mennesker, sker nedbrydningen af føde i den korte tarm. Her er produktionen af metan ikke nær så stor som i drøvtyggers vom (men alligevel stor nok til, at kvikke børn har kunnet teste den ved at sætte ild til metan i prutter).

Husdyrenes gødning opbevares primært som gylle, en blanding af fæces og urin og evt. noget strøelse og vand fra rengøring i stalden. Lagret gylle indeholder meget organisk materiale og er et iltfrit miljø. Derfor dannes metan fortsat under opbevaringen af gylle i stalden og i gyllelagre uden for stalden.

Lattergas kan dannes ved ufuldstændig nedbrydning af ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) til nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Ved en fuldstændig nedbrydning oxideres ammoniak i gyllen via nitrit til nitrat, men hvis iltmangel eller andre stressfaktorer forhindrer nitratdannelsen i at løbe helt til ende, dannes lattergas (en sideproduktion ved processen kaldet nitrifikation – se boks).

Udbringning af husdyrgødning på marken fremmer dannelsen af nitrat, som derfor ophobes i jorden i en periode, hvorefter det typisk udnyttes af planter som kvælstofkilde eller tabes gennem udvaskning. Men nitrat kan også indgå i visse bakteriers stofskifte, hvorved der dannes frit luftformigt kvælstof ( $\text{N}_2$ ) ved en proces kaldet denitrifikation. Forudsætningen for dette er iltfattige forhold, hvilket f.eks. kan opstå i jorden efter nedbør. Hvis dannelsen af frit kvælstof ikke forløber fuldstændigt, vil en del af nitraten ende som lattergas (se boks), hvilket bl.a. forekommer hvis jorden ikke er fuldstændig iltfri.

## Metan og lattergas i atmosfæren



Stigningen i atmosfærens indhold af drivhusgasserne metan og lattergas. 1 ppb metan svarer til 1 liter metan i 1 milliard liter atmosfærisk luft.

### Reduktion af metan og lattergas

Metanproduktion er ekstremt temperaturafhængig. Derfor kan metanproduktionen effektivt reduceres ved afkøling, f.eks. ved at pumpe gyllen fra en varm stald ud i en koldere gyllebeholder. Effekten er markant, fordi gyllebeholderen tømmes om foråret og kun indeholder lidt gylle om som-

meren, hvor den udendørs temperatur er højest. Ved daglig udpumpning af gyllen kan man under danske forhold reducere metanudledningen fra stalde med 40 %.

Endnu mere effektivt er det at skylle gyllekanalerne efter tømning, for derved fjerner man de mikroorganismer, som er tilpasset temperaturen og miljøet. Det kan tage flere uger, før

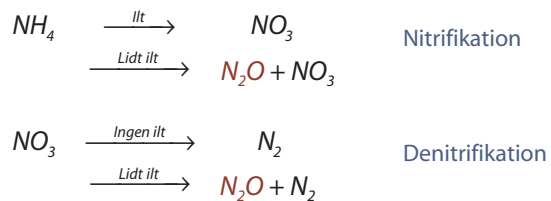
de effektive metanproducenter igen er opformeret, og derfor vil denne teknik reducere metandannelsen i stalden.

Metanudledningen fra gyllebeholderen kan også reduceres. På gyllens overflade samler der sig ofte et lag af organisk materiale – et flydelag, som kan forøges ved at blande halm i gyllen. Et flydelag er en effektiv barriere mod ammoniak-

### Metan og lattergas som drivhusgasser

Metan og lattergas i atmosfæren lader kortbølgede (højfrekvente) solstråler passere jordens atmosfære, hvor de rammer jord og planter. En andel af strålerne energi omdannes ved fotosyntese til planteprodukter og varme, men en anden del kastes tilbage (reflekteres) mod verdensrummet. Jorden afkøles igen ved udstråling af stråler med en længere bølgelængde (lavfrekvent varmestråling). Varmestrålingen kan tilbageholdes af metan og lattergas og føre til en opvarmning af atmosfæren og jorden.

Effekten af metan og lattergas vurderes i forhold til effekten af kuldioxid i atmosfæren. For metan skønnes det, at effekten af 1 kg metan svarer til effekten af 23 kg kuldioxid, og 1 kg lattergas svarer til 296 kg kuldioxid. I vurderingen indgår gassernes levetid i atmosfæren, og hvor meget de bidrager til opvarmningen i den tid, de er i atmosfæren. Både metan og lattergas er altså meget kraftige drivhusgasser sammenlignet med kuldioxid.



Dannelse af lattergas ved nitrifikation og denitrifikation.

**Nitrifikation:** Lattergas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dannes ved iltning af ammonium ( $\text{NH}_4$ ) via nitrit ( $\text{NO}_2$ ) til nitrat ( $\text{NO}_3$ ) under særlige forhold, bl.a. når iltindholdet er utilstrækkeligt til at sikre en effektiv omdannelse til nitrat.

**Denitrifikation:** Lattergas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) kan dannes ved reduktion af nitrat ( $\text{NO}_3$ ) til frit kvælstof ( $\text{N}_2$ ), bl.a. når der ikke er helt iltfrit.

Figuren viser forskellige drivhusgassers andel i den globale opvarmning beregnet for perioden fra 1750 til 2005. En række andre faktorer, som f.eks. støv i atmosfæren, er med til at afkøle jordkloden, men samlet giver de menneskeskabte bidrag anledning til en opvarmning.

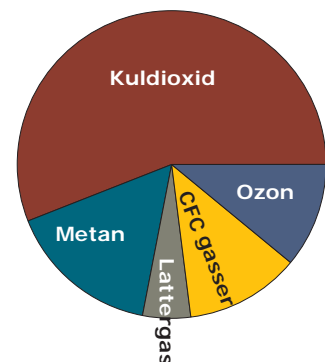




Foto: Sven G. Sommer

Produktion af biogas reducerer udledningen af drivhusgasser. Her ses en større gård med eget biogasanlæg.

fordampning, men flydelaget kan også udtørre i overfladen og dermed give adgang for ilt, så iltkrævende mikroorganismer kan etablere sig på strå og skidt. Flydelaget får derved muligvis en rolle som metanrensende filter. Effekten af denne proces kendes ikke i dag,

men kan formentlig øges ved at forlænge opholdstiden for metan i lageret gennem overdækning af gyllebeholderen.

De foregående eksempler beskriver muligheder for at optimere håndteringen af gylle. Alternativt kunne staldsystemerne ombygges, så gødningen

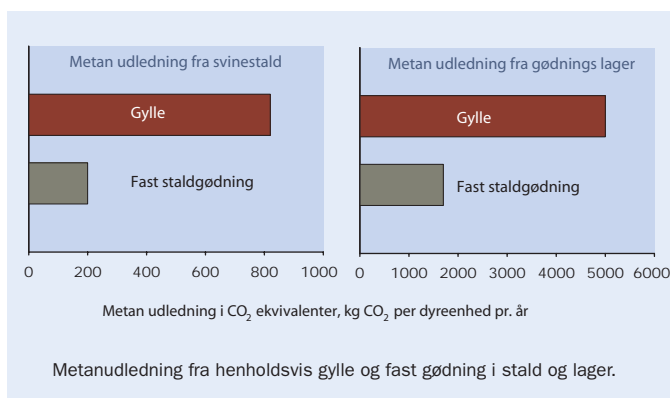
håndteres tørt. Det vil typisk indebære, at man lader dyrene gå på strå og ofte strøer med halm for at sikre dyrene et godt miljø og høj velfærd. Det høje indhold af strå i f.eks. svinemøg øger ilttilgangen til gødningen under lagring, og derfor reduceres produktionen af metan. I stalden reduceres metanproduktionen med ca. 75 %, og i gødningslageret med 50-60 %, hvis gødningen håndteres på fast form (se figur).

### Energi fra biogas

For at forvandle husdyrproduktionen fra en netto-kilde til et netto-dræn for drivhusgasser, skal reduktioner i drivhusgasudledningen fra husdyr og deres gødning kombineres med energifremstilling. Metanudledningen fra gylle kan reduceres ved at behandle gyllen

i et biogasanlæg, hvor metan udnyttes til energiproduktion. I biogasanlægget opvarmes gyllen for at øge produktionen af metan. I Danmark anvendes biogas som brændstof i gasmotorer, der trækker el-generatorer. I Sverige benyttes gassen også som brændstof til biler. På en kubikmeter gylle fra henholdsvis kvæg og svin kan der produceres 350-500 MJ energi (hvilket omtrent svarer til energien i 10-15 liter benzin). Der er mest energi i det organiske tørstof fra svin.

Ved fremstilling af energi på et biogasanlæg vil der være mindre behov for energi fra kulkraftværker. Derfor vil der blive afbrændt mindre kul, og udledningen af kuldioxid ( $\text{CO}_2$ ) vil blive reduceret. Hvis produktionen af biogas erstatter kul, vil det medføre, at der



udledes mindre CO<sub>2</sub> fra kul-kraftværker, svarende til 35-50 kg CO<sub>2</sub> for hver 350-500 MJ energi som produceres på biogasanlægget. Biogasproduktion anses derfor at være en grøn, dvs. vedvarende eller bæredygtig energikilde.

### Fra udleder til forbruger

Som strategi for reduktion af drivhusgasudledninger fra husdyrproduktionen i Danmark foreslår vi, at gyllen dagligt bliver udpumpet fra stalden, og at den behandles i et biogasanlæg før lagring. I biogasanlægget bliver organisk tørstof i gyllen nedbrudt til metan i biogas, som kan udnyttes til el og varme. Derved reducerer man CO<sub>2</sub>-udledningen fra kraftværkerne (se tabel).

Det smukke ved biogasproduktion er, at organisk stof i gyllen nedbrydes under kontrollerede forhold og omdannes til brugbar biogas. Mængden af organisk stof i den afgassede gylle er lavt, så når biogasygllen lagres i gyllebeholdere vil metanudledningen til atmosfæren være lav i forhold til metanudledningen fra lagre

med ubehandlet gylle.

Efter udbringning fordeles gyllen sig i jorden. Med sit lavere indhold af organisk stof vil biogasygllen være mindre iltforbrugende og mere tyndtflydende. Det betyder, at ammoniak iltes mere effektivt til nitrat, og at forbruget af nitrat til bakteriernes respiration er mindre (denitrifikation). Begge dele mindsker risi-

koen for lattergasproduktion efter udbringning af gylle.

Det er vores vurdering, at en større udbredelse af de nævnte teknologier til håndtering og behandling af husdyrgødning vil betyde, at husdyrproduktion vil bidrage til en reduktion i den samlede mængde af udledte drivhusgasser frem for, som det nu er tilfældet, til en stigning. ■

## Husdyrbrugets drivhusgasudledning

|                | Uden teknologi<br>kg CO <sub>2</sub> -eqv per kg VS | Med teknologi<br>kg CO <sub>2</sub> -eqv per kg VS |
|----------------|---|--|
| Stald          | 0.35  | 0.10   |
| Lager          | 0.42  | 0.05   |
| Biogas anlæg   | 0.00  | 0.18   |
| Mark           | 0.32  | 0.11   |
| Kul erstatning | 0.00  | -0.80  |
| I alt          | 1.09  | -0.36  |

Tabel. Husdyrbrugets drivhusgasudledning kan vendes til en nettooptagelse af drivhusgasser ved anvendelse af ny teknologi. VS er det omsættelige tørstof i gylle. Røde negative tal på bundlinjen betyder, at landbruget reducerer den samlede drivhusgasudledning.

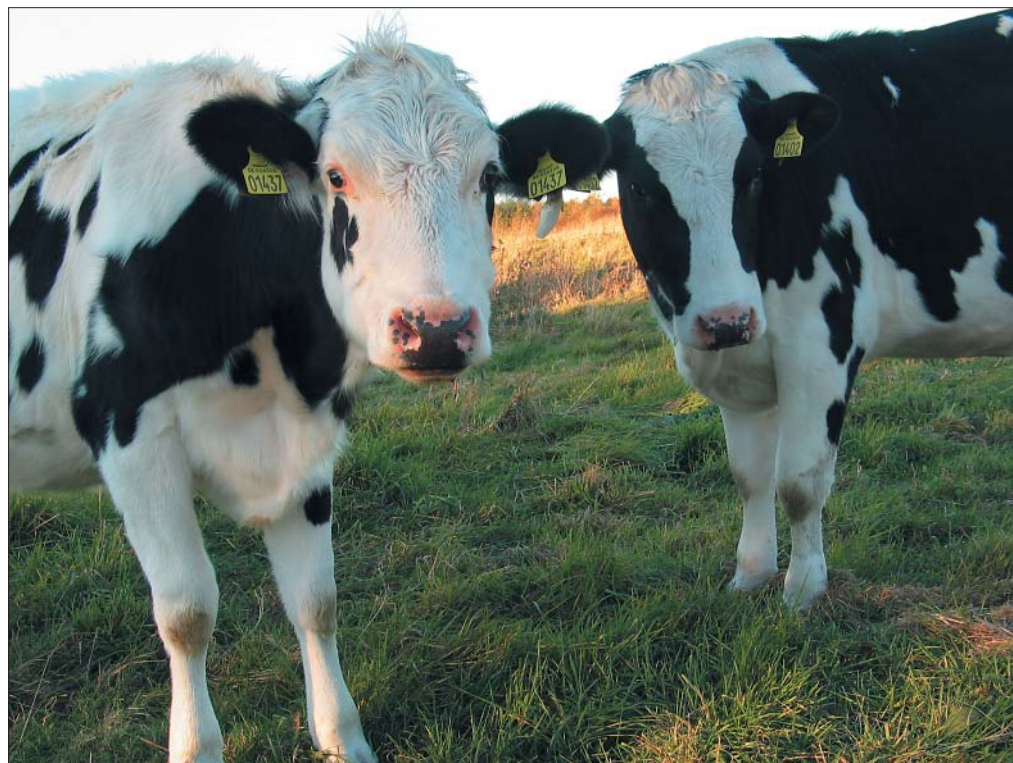


Foto: Jørgen Dahlgaard

Brug af teknologi kan reducere udledningen af drivhusgasser fra husdyrproduktionen dramatisk.

### Om forfatterne



Sven G. Sommer er professor ved Institut for Kemi-, Bio- og Miljøteknologi, Syddansk Universitet  
Tlf.: 6550 7359  
E-mail: sgs@kbm.sdu.dk



Søren O. Petersen er seniorforsker ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet  
Tlf.: 8999 1723  
soren.o.petersen@agrsci.dk



Jørgen E. Olesen er forskningsprofessor ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet  
Tlf.: 8999 1659  
E-mail: jorgene.olesen@agrsci.dk



Henrik Falkenberg er gymnasielehrer ved Vejen Gymnasium og HF  
Tlf.: 7536 3277  
henrik.falkenberg@skolekom.dk

### Videre læsning:

- Møller, H.B., Abring, B.K. and Sommer, S.G. 2004. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. *Biomass and Bioenergy*, 26, 485-495.
- Møller, H.B., Sommer, S.G. and Abring, B.K. 2004. Biological degradation and greenhouse gas emissions during pre-storage of liquid animal manure. *Jour. of Environm. Quality*, 33, 27-36.
- Sommer, S. G., Petersen S. O. and Møller, H.B. 2004. Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 69 (2): 143-154.