

# Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik

---

Juni 2020

---

Henning Lyngsø Foged

---

Forsidefoto: De synlige dele af et JH forsuring NH<sub>4</sub><sup>+</sup> anlæg er en syretank og en procestank.

## Forord

Nærværende rapport om "Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik" er rekvireret af JH Agro A/S som har ønsket en *second opinion* til rapporten fra Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren, som blev publiceret i 2020.

Rapporten har til formål at analysere det scenarie for staldforsuring som er foreslået af Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren i forhold til opdaterede og forskningsmæssigt verificerede effekter af staldforsuring, som påvirker klima, miljø og sundhed mv., og som har betydning for hele samfundet, så vel som for husdyrbrug og landbrugssektoren i bredere forstand.

Rapporten beskriver med tydelige kildehenvisninger og beregningsmetoder de effekter som man bør inddrage i overvejelserne om at vælge staldforsuring som et instrument til implementering af dansk klimapolitik.

Skødstrup, juni 2020

Organe Institute ApS

# Indhold

Forord .....	3
Resume.....	6
1: Baggrund .....	7
1.1: Danmarks klimamålsætning .....	8
1.2: Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren.....	8
2: Betragtede effekter.....	10
3: Effekter af at øge anvendelsen af staldforsuring.....	13
3.1: Investeringsbehov og finansieringsomkostninger mv.....	13
3.2: Reducerede emissioner af klimagasser til og med udspredning .....	14
3.3: Reducerede emissioner af ammoniak .....	15
3.4: Samfundsmæssig værdi af renere luft .....	16
3.5: Atmosfærisk kvælstofdeponering udenfor opdyrkede arealer.....	16
3.6: Mindre kvælstof i vandmiljøet .....	17
3.7: Usikkert effekt på afgrødeudbytter.....	19
3.8: Klimaeffekt af nitrifikationshæmning efter udspredning .....	20
3.9: Reduceret behov for indkøb af kvælstof i handelsgødning .....	21
3.10: Forbrug af svovlsyre.....	22
3.11: Reduceret behov for indkøb af svovl i handelsgødning.....	22
3.12: Usikkert grundlag for ekstra kalkning.....	23
3.13: Gødskning med forsuret gylle fjerner behovet for indkøb af startgødning til majs.....	24
3.14: Sparede omkostninger til flydelag på gyllebeholdere.....	25
3.15: Sparede udgifter til nedfældning af gylle .....	25
3.16: Uændret arbejdsforbrug .....	26
3.17: Større strømforbrug.....	26
3.18: Effekter af hyppig udslusning er omfattet af effekter af staldforsuring.....	26
3.19: Høj arbejdssikkerhed og markant forbedret arbejdsmiljø i svinestalde.....	27
3.20: Uændret levetid af bygningsanlæg .....	27
3.21: Uændret eller større mikrobiologisk aktivitet i jorden.....	29
3.22: Bedre produktionsresultater .....	29

4: Konklusion og diskussion.....	30
5: Anvendt litteratur .....	32
Bilag 1: Forudsætninger og beregninger .....	36

## Resume

Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren har i 2020 udgivet en rapport, hvor staldforsuring er foreslået som et af de virkemidler sektoren anbefaler for at nå regeringens mål. Konkret er forslaget at der skal forsures yderligere 32 pct. og 38 pct. af gylle fra søer og smågrise og yderligere 12 pct. af kvæggyllen.

JH Agro A/S har bedt Organe Institute om en *second opinion* vedrørende de effekter som den skitserede anvendelse af staldforsuring giver.

Vurderingen er at den foreslåede anvendelse af staldforsuring samlet set vil have en positiv værdi på 1.401 kr. per ton CO<sub>2e</sub>, fordelt med en positiv værdi for samfundet på 1.848 kr. per ton CO<sub>2e</sub> og en negativ værdi for landbrugssektoren på 447 kr. per ton CO<sub>2e</sub>. For landbrugssektoren svarer nettoudgiften til en udgift per ton gylle på 13,74 kr.

Klimaeffekten omfatter en samlet netto reduktion på knap 186.000 ton CO<sub>2e</sub> årligt. Med en anslået gennemsnitlig værdi indtil 2030 på 469 kr. per ton CO<sub>2e</sub> har klimaeffekten en værdi for samfundet på 87 mio. kr. per år. Samfundsmæssige gevinster ved staldforsuring omfatter desuden renere luft og renere vand. Ammoniakemissionerne vil blive reduceret med 4,0 Kt, og vandmiljøet sparet for 2.257 tons kvælstof. Disse ting har tilsammen en samfundsmæssig værdi på 225 mio. kr. per år, hvoraf størstedelen vedrører besparelser i sundhedssektoren, herunder sygedage og indlæggelser.

For landbrugssektoren vil den foreslåede anvendelse af staldforsuring betyde ekstra udgifter og omkostninger til indkøb af svovlsyre på 45 mio. kr. årligt og ekstra strømforbrug på 4,1 mio. kr. årligt. Til gengæld sparer landbrugssektoren årligt 30 + 10 mio. kr. til indkøb af kvælstof, henholdsvis svovl i form af handelsgødning, 1,1 mio. kr. til indkøb af startgødning til majs, 4,6 mio. kr. vedrørende etablering af flydelag på gyllebeholdere, og 4 mio. kr. til nedfældning af gylle. Sammen med finansieringsomkostningerne er den årlige nettoudgift for landbrugssektoren på knap 76 mio. kr., idet de oplyste tal ikke inkluderer eventuelle tilskud.

Der er hermed givet en samlet oversigt over betydende effekter af at anvende staldforsuring i det omfang, der er foreslået af Klimapartnerskabet for Fødevarer og Landbrug, og samtidig angivet et tydeligt grundlag for en eventuel politisk beslutning om en omfordeling af den kapitaliserede værdi af effekterne mellem landbrugssektoren og samfundet.

# 1: Baggrund

Staldforsuring har været anvendt i Danmark i ca. 20 år. Der er solgt knap 150 anlæg. Det antages at det nuværende omfang af staldforsuring svarer til ca. 4% af gyllen.

Staldforsuring er i korthed en korrektion af gyllens pH. Forsuringen er en fortløbende og automatisk proces, som sker i et lukket system der bl.a.

omfatter en procestank samt en dobbeltvægget syretank udenfor stalden. Ved tilsætning af svovlsyre sænkes pH til 5,5. En del af den forsurede gylle cirkuleres tilbage til staldens gyllekanaler dagligt, mens resten pumpes til lagertanke. Den lavere pH bevirker at ligevægten mellem den flygtige ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) og det vandbundne ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) i gyllen forskydes til ammonium som ikke fordamper fordi det bindes til vand.

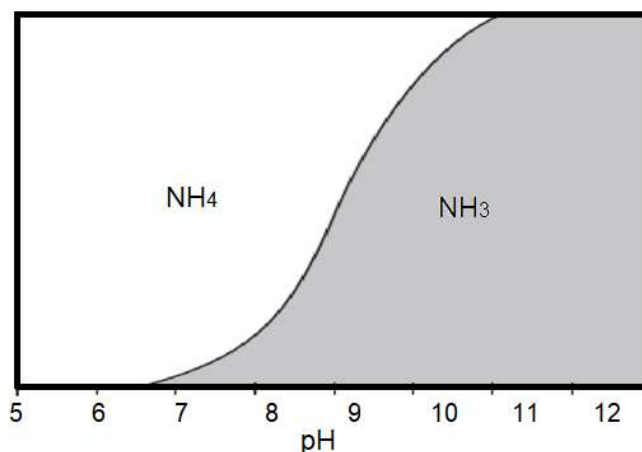
Staldforsuring er optaget på Miljøstyrelsens Teknologiliste (Miljøstyrelsen, 2020) med en reducerende effekt på ammoniakfordampning

på 64% i svinestalde, baseret på en VERA Verifikation (VERA, 2016) af JH forsuring  $\text{NH}_4^+$ .

Smellfighter giver her ud over 51% lugtreduktion. For kvægstalde med ringkanal eller kanaler som kan bagskylles er staldforsuring optaget på Teknologilisten med en effekt på ammoniakfordampning på 50%. Lovgivningsmæssige krav om fast eller tæt overdækning af gyllebeholdere, samt om anvendelse af nedfældning ved udbringning af gylle bortfalder i de fleste tilfælde, hvis gyllen er forsuret (jf. §22 og §27 i Husdyrgødningsbekendtgørelsen, 2019).

pH-justeringen bevirker at bakterier der danner metan bliver gjort inaktive eller væsentligt hæmmede. Olesen et al. (2018) har foretaget en vurdering af staldforsuringens nettoeffekt på drivhusgasudledninger i form af metan ( $\text{CH}_4$ ) og lattergas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) fra husdyrgødnings, og konkluderer på denne baggrund at "Samlet set vurderes effekten af forsuring af gylle i stald at være en reduktion på ca. 16 kg  $\text{CO}_2$ -ækv./ton for kvæggylle (heraf 72% fra metan), og 44 kg  $\text{CO}_2$ -ækv/ton for svinegylle (heraf 88% fra metan)."

Yderligere beskrivelse af staldforsuring findes i AgroTechnologyATLAS<sup>1</sup>.



Figur 1: Ligevægten mellem det flygtige ammoniak og det vandbundne ammonium afhænger af pH. Ved anvendelse af staldforsuring som et virkemiddel skal pH sænkes til 5,5.

<sup>11</sup> <https://www.agrotechnologyatlas.eu>

## 1.1: Danmarks klimamålsætning

Et bredt flertal i Folketinget blev den 6. december 2019 enige om at vedtage en ny klimalov, der slår fast at Danmark skal reducere udslippet af drivhusgasser med 70% i 2030, set i forhold til 1990, og at Danmark skal være klimaneutral i 2050.

For at involvere dansk erhvervsliv og sikre indsamling af forslag til at nå klimamålene samt opbakning til senere arbejde henimod målene, dvs. sikre handling og opfølgning, nedsatte Regeringen 13 klimapartnerskaber ultimo 2019. Med etableringen af Klimapartnerskaberne ønsker Regeringen at fokusere på, hvordan erhvervslivet og regeringen i samarbejde kan bidrage til at løse klimaudfordringerne på en måde, der samtidig understøtter dansk konkurrenceevne, eksport, job, velfærd og velstand samt ikke skaber øget ulighed. Et Grønt Erhvervsforum med deltagelse af relevante ministre, repræsentanter for erhvervsorganisationer og fagbevægelsen, samt uafhængige eksperter og formændene for de 13 klimapartnerskaber blev samtidig etableret for at følge arbejdet i de 13 klimapartnerskaber og sikre en effektiv dialog med Regeringen.

## 1.2: Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren

Fødevarer- og Landbrugssektoren udgør et af de 13 klimapartnerskaber, og har fungeret under ledelse af adm. direktør Jais Valeur, Danish Crown, idet arbejdsgruppen har omfattet 27 personer fra væsentlige virksomheder og organisationer i sektoren, fx Arla, Danish Agro, Landbrug & Fødevarer og SEGES, idet Københavns Universitet, Aarhus Universitet og Danmarks Tekniske Universitet må antages at skulle repræsentere videnskabelige kompetencer i partnerskabet.

Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren har i 2020 udgivet en rapport, hvor staldforsuring er foreslået som et af de virkemidler sektoren anbefaler for at nå regeringens mål. Konkret er forslaget at 40 pct. af al gylle fra søer og smågrise (svarende til 14 pct. af alt svinegylle), såvel som 15 pct. af al kvæggylle skal forsures i 2030. Det betyder, at der skal forsures yderligere 32 pct. og 38 pct. af gylle fra søer og smågrise og yderligere 12 pct. af kvæggyllen i forhold til Energistyrelsens basisfremskrivning (Energistyrelsen, 2019).

Det bemærkes at Klimapartnerskabets rapport oplyser en såkaldt skyggepris på 3.388 kr. per ton CO<sub>2e</sub> der reduceres som følge af at anvende staldforsuring, hvilket er det højeste blandt foreslåede virkemidler. Det bemærkes også at anvendelse af staldforsuring i det nævnte omfang alene er oplyst at ville give en CO<sub>2e</sub> reduktion på 120 tons per år<sup>2</sup>, hvilket er blandt de laveste for de 24

---

<sup>2</sup> Af hovedrapporten, fx side 85, fremgår dog at der er tale om 120.000 tons CO<sub>2e</sub> reduktioner per år



foreslåede virkemidler, og en lavere klimaeffekt end angivet for hyppig udslusning og anvendelse af nitrifikationshæmmere, som er nogle af de sideeffekter man får ved at anvende staldforsuring.

Klimapartnerskabets rapport nævner uden yderligere dokumentation at " — der bør være fokus på at forske i alternativer til forsuring, især af hensyn til arbejdsmiljø og bygningers levetid." Dette kan omfattes som en advarsel mod teknologien, der insinueres at være farlig at arbejde med og være ødelæggende for staldbygninger.

Derimod nævner rapporten ikke en række positive sideeffekter af staldforsuring, for eksempel bedre arbejdsklima i staldene, samt reducerede omkostninger til nedfældning af gylle og etablering af flydelag på gyllebeholdere. Rapporten efterlader generelt en tvivl om, hvilke elementer der indgår i beregningen af hovedresultaterne.

JH Agro A/S har på denne baggrund bedt om en *second opinion* vedrørende de effekter som den skitserede anvendelse af staldforsuring giver. Organe Institute har opbygget en ekspertise om gylleforsuring generelt, bl.a. gennem deltagelse som arbejdsparkeleder i det store EU-finansierede "Baltic Slurry Acidification" Østersøprojekt<sup>33</sup>.

---

<sup>33</sup> <http://balticslurry.eu/>

## 2: Betragtede effekter

I dette afsnit præsenteres de elementer som er væsentlige for at kunne vurdere de samlede effekter ved at staldforsure i et omfang der svarer til forslaget fra Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren.

Indledningsvis estimeres de mængder husdyrgødning, som Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren foreslår at staldforsuring skal øges med frem til 2030 for de forskellige typer husdyr.

Den øgede mængde staldforsurede gylle er af betydning for at estimere investeringsbehovet samt finansielle omkostninger ved udbygning af kapaciteten til staldforsuring til det foreslåede omfang.

*Tabel 1: Betragtede effekter ved etablering af kapaciteten til at foretage staldforsuring i det omfang, som foreslås af Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren.*

#	Effekt	Kvantificerbar	Kvalitativ	Husdyrbrug	Samfund
1	Investeringsbehov og finansieringsomkostninger mv.	X		X	

Den øgede mængde gylle, som skal staldforsures, er desuden en grundlæggende forudsætning for at kunne estimere effekter ved at anvende staldforsuring, herunder effekter på økonomi, klima og miljø.

De betragtede effekter ved anvendelse af staldforsuring er oplyst i den følgende tabel, som angiver om effekterne relaterer sig til husdyrbruget eller samfundet, og om effekterne umiddelbart kan kvantificeres eller alene beskrives kvalitativt.

*Tabel 2: Betragtede effekter af ved anvendelse af staldforsuring, samt klassificering af dem i forhold til kvantitet og kvalitet, og i forhold til om effekten er af betydning for økonomien i landbrugssektoren eller for samfundet som helhed.*

#	Effekt	Kvantificerbar	Kvalitativ	Husdyrbrug	Samfund
2	Emission af klimagasser	X			X
3	Emission af ammoniak	X			X
4	Renere luft	X			X
5	Atmosfærisk kvælstofdeponering	X			X
6	Renere vand	X			X
7	Afgrødeudbyttet	X		X	

#	Effekt	Kvantificerbar	Kvalitativ	Husdyrbrug	Samfund
8	Nitrifikationshæmning	X		X	X
9	Anvendelse af kvælstof i handelsgødning	X		X	
10	Forbrug af svovlsyre	X		X	
11	Anvendelse af svovl i handelsgødning	X		X	
12	Anvendelse af kalkning	X		X	
13	Anvendelse af startgødning til majs	X		X	
14	Sparet flydelag på gylletanke	X		X	
15	Sparet nedfældning af gylle	X		X	
16	Ændret arbejdsforbrug	X		X	
17	Ændret strømforbrug	X		X	
18	Hyppig udslusning		X	X	
19	Arbejdssikkerhed og -miljø		X	X	
20	Levetid af bygninger		X	X	
21	Jordens mikrobiologi		X	X	
22	Produktionsresultater		X	X	

Både Tabel 1 og Tabel 2 angiver om de betragtede effekter relaterer sig til husdyrbruget eller til samfundet. Dette har til formål at tydeliggøre, hvem effekterne har betydning for. Det er derefter en rent politisk beslutning, hvorvidt der skal ske en omfordeling af den kapitaliserede værdi af effekterne mellem landbrugssektoren og samfundet.

I princippet vurderes de oplistede effekter som årlige effekter i 2030, dvs. når den foreslåede ekstra kapacitet til staldforsuring er fuldt udbygget. For de effekter der kan kapitaliseres, anvendes priser som gennemsnitligt forventes indtil 2030. De præsenterede resultater skal betragtes som økonomiske effekter i nutidskroner. Der indregnes ikke eventuelle tilskudsordninger. Der fortages dog ingen annuisering af de beregnede økonomiske effekter, idet inflationen forventes at forblive på det nuværende lave niveau, idet prisudvikling og inflation i store træk forudsættes at følges ad, og idet især priser, men også miljø- og klimaeffekter mv. ansættes med en vis usikkerhed, som betragtes at være højere end usikkerheden vedrørende prisudvikling og inflation. En undtagelse fra dette er værdien af at reducere udledningen af CO<sub>2e</sub>, der antages at stige til 750 kr. per ton frem mod 2030, og som i beregningerne er ansat til en forventet gennemsnitlig værdi på 469 kr.

Oplistningen af de betragtede effekter i Tabel 1 og 2 er sket på basis af opdateret viden om gylleforsuring, inklusive den viden som blev produceret og indsamlet i forbindelse med gennemførelse af Baltic Slurry Acidification projektet.

## 3: Effekter af at øge anvendelsen af staldforsuring

I nærværende afsnit præsenteres med henvisning til Tabel 1 og Tabel 2 kvantificerede og kvalificerede effekter af at øge anvendelsen af staldforsuring. Det understreges at det betragtede scenarie nøje svarer til det scenarie som Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020) foreslår, nemlig at omfanget af staldforsuring i 2030 øges til 40% af gyllen fra søer og smågrise, og 15% af gyllen fra kvæg.

For detaljer om forudsætninger, beregninger, kilder og eventuelle bemærkninger henvises til Bilag 1.

### 3.1: Investeringsbehov og finansieringsomkostninger mv.

Olesen et al. (2018) oplyser en forventet gylleproduktion i 2030, opdelt på husdyrtype. Ud fra dette kan det beregnes at forslaget fra Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020) svarer til at der yderligere skal staldforsures henholdsvis 1.356, 1.536 og 2.611 tusinde tons so-, smågrise- og kvæggylle, eller i alt 5.503 tusinde tons gylle ekstra.

Den udvidede anvendelse af staldforsuring forudsættes at ske på konventionelle brug, idet gylleforsuring med svovlsyre p.t. ikke anses for foreneligt med økologiske principper.

Dubgaard og Ståhl (2018) oplyser at gennemsnitlige kapaciteter/størrelser af staldforsuringsanlæg for henholdsvis so-, smågrise- og kvægbedrifter er 9.700, 12.400 og 5.100 tons per år<sup>4</sup>, og at anlægsinvesteringen typisk koster henholdsvis 1.373.000 kr. for so- og smågrisebedrifter, og 662.000 kr. for kvægbedrifter. I praksis vil størrelsen af investeringen variere fra bedrift til bedrift, afhængig af forhold som staldens indretning samt muligheder for placering af procestank og lagertank.

Den ønskede ekstra kapacitet opnås med 776 ekstra anlæg til staldforsuring, fordelt med 140, 124 og 512 anlæg på henholdsvis so-, smågrise- og kvægbedrifter.

Med de anvendte forudsætninger skal der foretages investeringer for et beløb på ca. 701 mio. kr. i årene frem til 2030.

---

<sup>4</sup> Staldforsuringsanlæg som aktuelt etableres, har ofte en større kapacitet, idet fx 5.100 m<sup>3</sup> gylle alene svarer til 161 malkekøer af tung race i sengestald med spalter (Lund et al., 2019), hvilket er under den gennemsnitlige besætningsstørrelse for malkekøer. Ligeledes ses i praksis oftest at søer og smågrise holde på samme bedrift, eller at smågrise og slagtesvin opdrættes sammen. Imidlertid har anlæg med større kapacitet også en højere investeringspris, hvis anlæggene dermed skal tilsluttes flere staldafdelinger, og desuden ville tilknyttede forudsætninger om fx strømforbrug også være større for større anlæg.

Finansieringsomkostninger mv. omfatter følgende:

- Forrentning af den bundne kapital sættes til 4%, vel vidende at det er meget individuelt, hvilke omkostninger den enkelte bedrift har til finansiering. Nogle bedrifter vil kunne finansiere investeringen på den løbende drift, mens andre skal optage ekstra lån. 4% svarer til et vurderet gennemsnit, og det beregnes af en saldo værdi af anlægget der afskrives over 15 år, hvilket giver en årlig udgift til forrentning af den bundne kapital, der svarer til ca. 2,5% af investeringsbeløbet.
- Gylleanlæg vil normalt blive afskrevet over 20 år for betondelen, og over 10 år for pumper og anden teknik. Da en væsentligste del af investeringen i staldforsuring vedrører mekanik og elektronik foreslås en lineær afskrivning med 7% per år, svarende til en forventet levetid af et anlæg på knap 15 år. Dette svarer til forudsætninger anvendt af Dubgaard og Ståhl (2018).
- Staldforsuringsanlæg sælges med en abonnementsordning for servicering af anlægget, omfattende tre årlige eftersyn, hvor anlægget tjekkes igennem. Prisen for serviceabonnementet er 15.000 kr. per år for svinebrug, og 10.000 kr. per år for kvægbrug (kan dog variere med placeringen).

Samlet set vurderes servicering af anlæggene at koste godt 9 mio. kr. per år og udgifter til forrentning og afskrivning af investeringen knap 67 mio. kr. om året. Alle oplyste investeringspriser og finansieringsomkostninger m.v. er eksklusive eventuelle tilskud, der måtte være muligt at opnå i den betragtede periode frem til 2030.

Hvis der anvendes en dosis på 30 tons gylle per ha når den staldforsurede gylle anvendes til gødskning, vil det gødede areal udgøre 183.418 ha.

### 3.2: Reducerede emissioner af klimagasser til og med udspredning

Olesen et al. (2018) har vurderet klimaeffekten af staldforsuring til 16 kg CO<sub>2</sub>-ækv./ton for kvæggylle, og 44 kg CO<sub>2</sub>-ækv/ton for svinegylle. Vurderingen omfatter reducerede emissioner af metan i stald og lager, ekstra energiforbrug til pumpning af gyllen, reducerede lattergasemissioner pga. fortrængning af indkøbt kvælstof i handelsgødning, samt indirekte reduktioner af lattergasemissioner i marken som følge af mindre atmosfærisk kvælstofdeponering. Heraf beregnes at den samlede klimaeffekt vil være knap 169.000 tons CO<sub>2e</sub> per år. Reduktionerne kan ikke uden videre kapitaliseres af husdyrbrug, som ikke er en del af den såkaldte kvotebelagte sektor. Den samfundsmæssige værdi af reduktionen afhænger af værdien af CO<sub>2</sub>-reduktioner, hvilket i høj grad

er politisk bestemt. Ifølge Markets Insider<sup>5</sup> er værdien per 2. juni 2020 på € 25,15 per ton CO<sub>2e</sub>, svarende til 187 kr. per ton. Markedsprisen på CO<sub>2</sub> reduktioner er stegt med en faktor 4 over de sidste 2 år. Desuden har Klimarådet (2020) netop foreslået at varer som fx oksekød pålægges en CO<sub>2</sub>-afgift som beregnes ud fra en pris på 1.500 kr. per ton CO<sub>2e</sub>. Også landbrugets egne brancheorganisationer og andelsselskaber har opstillet mål for fødevarers klimaaftryk. Arla<sup>6</sup> har således besluttet at mælk i 2050 skal være klimaneutralt, og at Arlagården, dvs. Arlas eget private fødevarekvalitetsprogram, fremover vil omfatte betingelser for den producerede mælks klimaaftryk, som deres leverandører skal efterleve.

På denne baggrund er det realistisk at der kommer en væsentlig og reel stigning i værdien af CO<sub>2</sub> reduktioner. Hvis Klimarådets anbefalinger følges, og prisen stiger lineært frem til 2030, så vil en gennemsnitlig værdi af CO<sub>2</sub> reduktioner være 844 kr. per ton. Med henvisning til Regeringens umiddelbare afvisning af Klimarådets anbefalinger er der valgt en mere forsigtig prisstigning, nemlig 469 kr. per ton CO<sub>2e</sub>, hvilket svarer til halvdelen af den prisstigning som Klimarådet anbefaler, og som forudsætter en prisstigningen fra nuværende niveau til 750 kr. per ton CO<sub>2e</sub> i 2030.

Dette betyder at værdien af opnåede emissionsreduktioner vil være i alt godt 79 mio. kr. per år.

Fordi husdyrbrug for nuværende ikke kan kapitalisere værdien af emissionsreduktioner, tilskrives denne værdi samfundet, idet det ud fra aktuelle politiske diskussioner må anses for usikkert, hvorvidt en del af værdien væltes over på husdyrbrugene.

### 3.3: Reducerede emissioner af ammoniak

Miljøstyrelsens Teknologiliste giver direkte oplysning om den anerkendte og verificerede reduktion af ammoniakemissioner som følge af at anvende staldforsuring, hvilket er 64% for svinestalde og 50% for kvægstalde. Dette sammenholdes med en normal emission af ammoniak fra stald og lager, som er oplyst i Normtal for husdyrgødning (Lund et al., 2019). Ammoniakemissioner afhænger en del af staldtypen, og der forudsættes for sostalde individuel opstaldning og delvis spaltegulv, for smågrise opstaldning i toklimastald med delvis spaltegulv, og for malkekøer tung race opstaldet i sengestald med spalter.

For emissioner i marken er der taget udgangspunkt i ALFAM2 modellen, idet Teknologilisten eller Normtal for husdyrgødning ikke har angivelser. For ALFAM2 modellen anvendes standard forudsætninger i den EXCEL model som stilles til rådighed, dog justeret til en dosis på 30 tons gylle per ha og et indhold af TAN/ton gylle samt en tørstofprocent som angivet af Lund et al. (2019) for

---

<sup>5</sup> <https://markets.businessinsider.com/commodities/co2-european-emission-allowances>

<sup>6</sup> <https://www.arla.dk/om-arla/omtanke/>

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> og tørstofindhold jf. Normtal for husdyrgødning. ALFAM2 modellen viser tab af N som ammoniakemissioner ved fordampning under udbringning af gylle, idet der som standard forudsættes spredning med slæbeslanger, hvilket kan ændres til forsuring ved pH 6,0 eller 6,4. Således omfatter ALFAM2 modellen ikke staldforsuret gylle med pH 5,5. Beregningerne af de reducerede ammoniakemissioner ved udbringning bygger derfor på tankforsuret gylle med pH 6,0, hvilket er en undervurdering idet staldforsuret gylle vil alt andet lige give en lidt større effekt.

Der regnes med at kvælstof udgør 82,2% af vægten af ammoniak, som foruden kvælstof også har tre brintatomer.

Med disse forudsætninger vil scenariet medføre årlige reduktioner i ammoniakemissionerne på 4,0 Kt, eller 4.012 tons ammoniak årligt.

### 3.4: Samfundsmæssig værdi af renere luft

Ammoniak er en af de mest betydende faktorer i forhold til luftkvaliteten, som påvirker vores sundhed i form af antal sygedage og indlæggelser, udbredelse af astma, bronkitis og lungekræft samt andre luftvejslidelser, og i forhold til levealder og for tidligt fødte børn og aborter. Den samfundsmæssige værdi af luftens kvalitet er derfor betydningsfuld. Sutton et al. (2011) har opgjort det sundhedsmæssige tab ved 1 kg kvælstof i form af ammoniakfordampning til 10 € for Danmark, mens det fx er 27 € per kg for Holland på grund af deres generelt højere luftforurening, og omvendt kun 2 € per kg N for Litauen. I nærværende analyse anvendes med henvisning til Dubgaard og Ståhl (2018) en sundhedsmæssig værdi af undgået ammoniakfordampning på 58 kr. per kg kvælstof. Ved at gange dette beløb med de reduktioner scenariet giver i ammoniakemissioner ses det at den sundhedsmæssige værdi af renere luft vil være 191 mio. kr. om året.

### 3.5: Atmosfærisk kvælstofdeponering udenfor opdyrkede arealer

En overset faktor i dansk miljøpolitik er at ammoniakemissioner vender tilbage i form af atmosfæriske kvælstofdeponeringer. Jf. ovenfor giver scenariet en reduktion i ammoniakemissioner på 4.012 tons per år. Dette kan med en faktor 0,822 for indholdet af kvælstof i ammoniak omregnes til 3.298 tons kvælstof.

Dette kvælstof falder for størstedelens vedkommende før eller siden ned igen. Nedfaldsstedet afhænger af vindretninger. Meget falder ned tæt ved det sted det kommer fra, men en del falder ned i udlandet, ligesom nedfaldet i Danmark delvist stammer fra udlandet. Før nedfaldet vil noget være omdannet til andre kvælstofholdige produkter, og en mindre del kan være omdannet til frit kvælstof (N<sub>2</sub> gas) og forblive i atmosfæren.

I HELCOM regi kan medlemslandene, herunder Danmark opnå sine forpligtelser til at reducere udledningen af kvælstof til Østersøen gennem reducerede ammoniakemissioner på lige fod med reduceret udvaskning. De atmosfæriske deponeringer af kvælstof estimeres med EMEP modellen,



som fx tager højde for vindretning, og udgør ca. 25% af den samlede belastning af Østersøen med kvælstof (HELCOM, 2019). En del af deponeringerne sker på landbrugsjord, hvilket gødningsnormerne tager højde for. Godt en tredjedel af Danmarks landareal er ikke opdyrket, og det antages at den atmosfæriske kvælstofdeponering vil blive udvasket fra disse udyrkede arealer. Desuden udgør vand ca. halvdelen af Danmarks totale territorium og den atmosfæriske kvælstofdeponering over vand havner derfor direkte i vandmiljøet.

Det Økologiske Råd (2001) angiver at den atmosfæriske kvælstofdeponering udgør 40-60% af den mængde kvælstof der fordampes som ammoniak. Af forsigtighedsårsager anvendes i beregningen den nedre grænse, altså 40%, hvilket betyder at de reducerede ammoniakemissioner giver 1.319 tons reduceret udledning af kvælstof til vandmiljøet.

### 3.6: Mindre kvælstof i vandmiljøet

Der er gennem tiden foretaget en del markforsøg med forsuret gylle. I nogle tilfælde ses effekter på udbytterne, som ikke kan forklares gennem øget kvælstofforsyning af afgrøden med den mængde kvælstof der på grund af forsuringen er forblevet i gyllen.

Således anfører Nørregaard Hansen (2017) at SEGES-markforsøg med vinterhvede i 2014-2015 har vist udbytteeffekter af gylleforsuring på 1,7 hkg per ha, hvilket er markant højere end den teoretisk beregnede effekt på 0,7 hkg per ha. I Baltic Slurry Acidification-projektet blev der udført markforsøg i syv lande med noget varierende resultater (Kučinskienė et al., 2019). For eksempel blev der i Polen fundet et merudbytte på 40 hkg i vinterbyg og 5 hkg i vårbyg ved at gøde med forsuret gylle.

Anden forskning har givet forklaring på, hvorfor udbyttestigninger ved at gøde med forsuret gylle kan overstige det forventede. Park et al. (2018) fandt i et forsøg med rajgræs at forsuret gylle reducerede udvaskningen af nitrat med 17,81%, og angiver den forsurede gylles nitrifikationshæmmende effekt som årsag. I tråd hermed angiver Fanguero et al. (2016) at forsuring muliggør øget ammonium indhold i gyllen uden at man derved samtidig øger nitrifikationen, at forsuret gylle er mere effektivt til at forsinke nitrifikation end nitrifikationshæmmere på sandjorde, og at den nitrifikationshæmmende virkning er omvendt korreleret til jorden bufferkapacitet. Københavns Universitet (Rogueiro et al. 2019) angiver resultater som underbygger dette, idet de har fundet en større, men dog ikke signifikant, N-optagelse i planter gødet med forsuret gylle i forhold til planter gødet med rå gylle tilsat nitrifikationshæmmer.

Det er formentlig også af betydning at det kvælstof, som pga. forsuringen ikke fordampes, er på ammoniumform, hvilket betyder at forsuret gylle vil have et højere forhold mellem ammonium- og nitratkvælstof. I modsætning til nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) bliver ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) bundet bedre til jordpartiklerne. Ammonium forbliver derfor længere tid i rodzonen end nitrat, fordi det "klistrer" bedre til jorden og ikke så let vaskes ud.

På grund af den nitrifikationshæmmende virkning ansættes udvaskningen af kvælstof fra forsuret gylle til 9% mindre end normalt, hvilket blot er ca. halvdelen af de resultater som Park et al. (2018) fandt. Herved anlægges et forsigtigt skøn, idet forudsætningerne ikke er til stede for at fortolke den nøjagtige praktiske effekt af de resultater, som angives af Park et al. (2018), Fangueiro et al. (2016) samt Regueiro et al. (2019), herunder viden om nitrifikationshæmningens betydning i forhold til jordbundsklasser og, hvordan gødsning med forsuret gylle i 2030 vil fordele sig på jordbundsklasser. Omsætning af denne effekt til mængder sker med følgende beregninger og forudsætninger:

- Normal N markbalance: Ifølge Eurostat<sup>7</sup> er markbalancen for kvælstof 80 kg per ha for de senest opgjorte år 2014 og 2015. Markbalancen er et gennemsnit for Danmark, og dermed et gennemsnit af forskellige jordbundsklasser og med en gennemsnitlig afgrødesammensætning og gødsning, herunder en gennemsnitlig gødsning med husdyrgødning. Balancen dækker i grove træk over den del af kvælstoffet der netto tabes i form af ammoniakemissioner og udvaskning. Andre opgørelser<sup>8</sup> viser at markbalancen korrelerer til anvendelse af husdyrgødning per ha, og det antages derfor at en anvendelse af 30 tons gylle per ha vil øge markbalancen med 20 kg N i forhold til gennemsnittet, og at en normal markbalance i et sådan tilfælde derfor er ca. 100 kg N per ha.
- Normalt N tab via ammoniakfordampning: Ud fra ovenstående er et normalt tab af N via ammoniakfordampning jf. ALFAM2 modellen på 0,60, 0,57 og 0,79 kg ammoniak per tons gylle fra henholdsvis søer, smågrise og kvæg, hvilket med en omregningsfaktor på 0,822 svarer til 0,49, 0,47 og 0,65 kg N per tons gylle. Med en dosis på 30 tons gylle per ha, vil et normalt tab af N i form af ammoniakfordampning under udbringning være 14,7, 14,0 og 19,5 kg N for henholdsvis sø-, smågrise- og kvæggylle.
- Normalt N tab via udvaskning: Det normale tab af N via udvaskning sættes herefter til differencen mellem den normale markbalance og den normale fordampning i forbindelse med udbringning, og kan dermed beregnes til 85,3, 86 og 80,5 kg N per ha for marker gødet med gylle fra henholdsvis søer, smågrise og kvæg.

På basis af disse antagelser og informationer anslår at effekten af scenariet på den samlede udvaskning af kvælstof vil være end reduktion på 1.374 tons.

Det antages at ca. en tredjedel af de atmosfæriske deponeringer sker på dyrkede arealer, hvor gødningsnormerne tager højde for baggrundsbelastningen. Den samlede reducerede påvirkning af

---

<sup>77</sup> [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Gross\\_nitrogen\\_balance\\_on\\_agricultural\\_land,\\_2004-2015,\\_kg\\_N\\_per\\_ha\\_UAA.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Gross_nitrogen_balance_on_agricultural_land,_2004-2015,_kg_N_per_ha_UAA.png)

<sup>8</sup> <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/1999/87-7909-217-9/html/kap06.htm#621>

vandmiljøet med kvælstof, inklusive reducerede atmosfæriske deponeringer, udgør dermed 2.257 tons N per år.

Værdien af at nedbringe kvælstofbelastningen af vandmiljøet skal ses i sammenhæng med alternative metoder til dette. Nedbringningsomkostningerne varierer meget. Ud fra Sutton et al. (2011) samt Hautakangas et al. (2014) er denne ansat til 15 kr. per kg N, hvilket er i den absolut lave ende af angivelser i litteraturen. Den samlede årlige værdi af renere vand kan på denne basis opgøres til knap 34 mio. kr. per år.

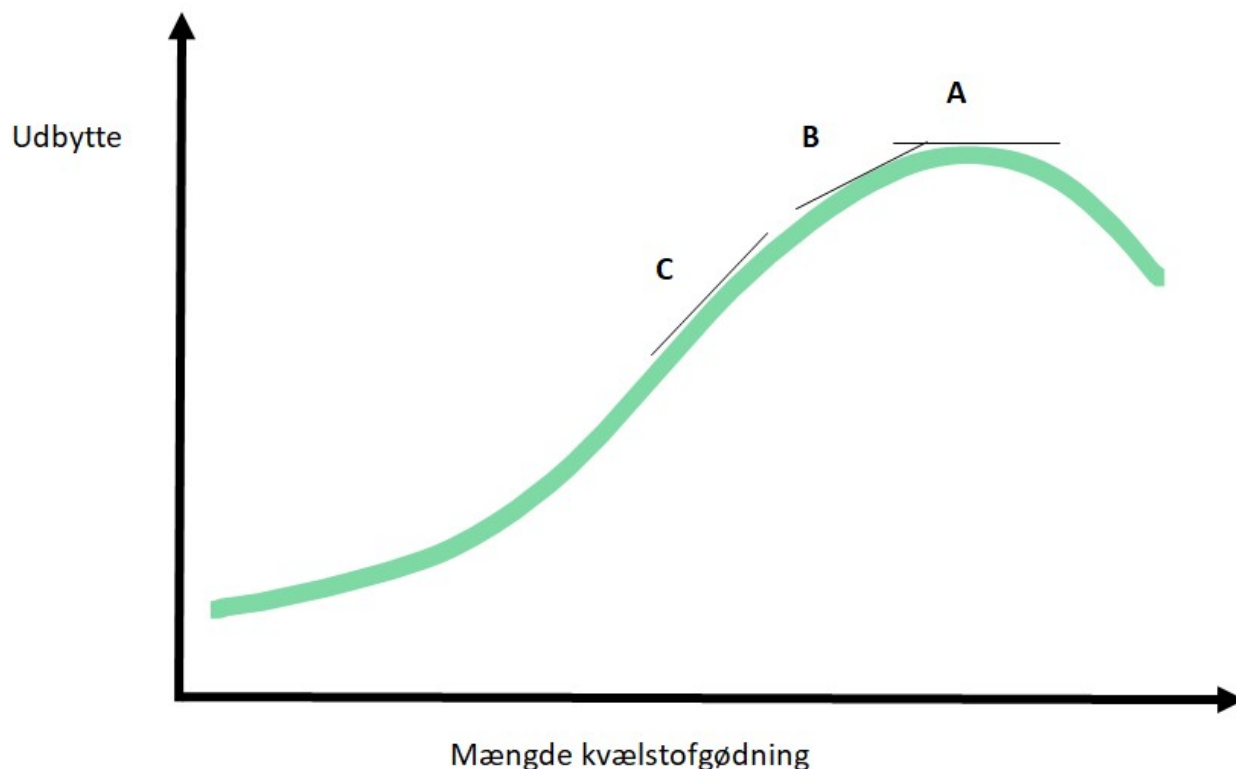
### 3.7: Usikkert effekt på afgrødeudbytter

I Baltic Slurry Acidification-projektet var der på basis af markforsøg i 2017 og 2018 med en række afgrøder i syv lande ikke grundlag for at konkludere nogen statistisk sikker effekt af at gøde med forsuret gylle. Nogle markforsøg (Kučinskienė et al., 2019) gav højere, og andre lavere udbytter, og udbytteresultaterne var sandsynligvis påvirkede af atypiske vejrforhold med ekstreme nedbørsmængder i 2017 og ekstrem tørke i 2018.

SEGES har i Landsforsøg med forsuret gylle generelt påvist en udbytteeffekt (Nørregaard Hansen, 2017), hvoraf en stor del dog kan henføres til den ekstra kvælstoftilførsel, som forsuret gylle bevirker, og idet forsøgene er gennemført i en periode, hvor gødningsnormerne ved politisk beslutning var reguleret til et niveau under det økonomisk optimale.

Williams et al. (2020) informerer om signifikant højere udbytter i parceller gødet med forsuret gylle under engelske forhold, men det oplyses ikke om merudbytterne overstiger det forventede i forhold til den ekstra tildeling med kvælstof.

For at kunne vurdere udbytteeffekter er gødskningsniveauet afgørende i forhold til responskurven for N-gødsning. Ligger niveauet på det produktivtetsmæssige optimum, hvor responskurven er flad kan man ikke forvente nogen udbytteeffekt som følge af at afgrøden får tilført større mængde planteneringsstoffer, primært kvælstof. Se Figur 2. Der kan forventes en forholdsvis lille udbytteeffekt ved gødsning på økonomisk optimalt gødskningsniveau, hvilket svarer til de nuværende kvælstofnormer (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019), og en større udbytteeffekt når der gødes under det økonomisk optimale niveau, som var gældende i perioden 1997 til 2016, hvor gødningsnormerne rent politisk var reduceret til et niveau under det økonomisk optimale niveau.



Figur 2: For at kunne tolke udbytteeffekter af markforsøg med staldforsuret gylle er det afgørende om gødskningsniveauet er produktivitetsoptimum (A), økonomisk optimum (B), eller under økonomisk optimum (C).

Desværre oplyses generelt ikke, hvilken udbytteeffekt der teoretisk kunne forventes eller, hvordan gødskningsniveauet var i forhold til responskurven når der fremlægges resultater af gødningsforsøg med forsuret gylle.

På den baggrund tillægges gylleforsuring ingen udbytteeffekt, da resultaterne er usikre og vanskeligt kan fortolkes. Derimod medregnes værdien af sparede indkøb af plantenæringsstoffer i handelsgødning, inklusive kvælstof, svovl og fosfor. Planteavleren kan ved anvendelse af gødskning med forsuret gylle vælge uændret mængde gødning, herunder handelsgødning, hvorved udbytterne kan forventes at stige, hvis gødskningsniveauet ligger under produktivitetsoptimum. Under forhold, hvor der må gødes efter økonomisk optimale udbytter, er det dog mere økonomisk at reducere indkøbet af handelsgødning med den mængde plantenæringsstoffer, som den ekstra tilførsel med staldforsuret gylle bevirker.

### 3.8: Klimaeffekt af nitrifikationshæmning efter udspredning

Anvendelse af nitrifikationshæmmere er et af de 24 foreslåede tiltag som Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020) har fremsat. Forslaget er at tilsætningen sker i forhold til gyllens ammoniumindhold. Jf. Olesen et al. (2018) er prisen for tilsætning af nitrifikationshæmmere i niveauet 2 kr. per kg ammonium-N.

Det er rapporteret fra flere sider, fx af Park et al. (2018), Fangueiro et al. (2016) og Regueiro et al. (2019) at forsuret gylle har en nitrifikationshæmmende virkning, idet virkningen jf. Fangueiro et al. (2016) er omvendt korreleret til jordens bufferværdi, og er større end effekten af nitrifikationshæmmere på sandjorde (med lav bufferværdi).

Den nitrifikationshæmmende effekt anses som indeholdt i de effekter man opnår ved at anvende staldforsuring. Værdien heraf for samfundet er med henvisning til afsnit 3.6 i form af renere vand, og værdien for landbruget er med henvisning til afsnit 3.9 en sparet udgift til indkøb af kvælstof i handelsgødning.

Herudover er der en reducerede virkning på lattergasemission som følge af staldforsuret gylles nitrifikationshæmmende virkning, anført af Olesen et al. (2018) til 1,87 ton CO<sub>2e</sub> per ton ammoniumgødning. Denne klimaeffekt af nitrifikationshæmningen er ikke medtaget i de beregninger, som der redegøres for i afsnit 3.2.

Mængden af ammonium, der tildeles med den forsurede gylle, er beregnet som angivelser i Normtal for husdyrgødning (Lund et al., 2019), tillagt den mængde ammoniak, der ikke fordamper. Der tildeles med de godt 5,5 mio. ton staldforurede gylle således 18.592 ton ammonium N, som pga. den reducerede lattergasemission på 1,87 ton CO<sub>2e</sub> per ton ammoniumgødning (Olesen et al., 2018) giver en samlet klimaeffekt på knap 35.000 tons CO<sub>2e</sub>. Værdien per ton CO<sub>2e</sub> reduktion ansættes jf. forklaringen i afsnit 3.2 til 469 kr., hvilket giver en samlet værdi af nitrifikationshæmningens klimaeffekt på 16,3 mio. kr.

Imidlertid medregnes af forsigtighedsårsager alene halvdelen af effekten og dens værdi på grund af manglende viden om nitrifikationshæmningens betydning i forhold til jordbundsklasser og, hvordan gødskning med forsuret gylle i 2030 vil fordele sig på jordbundsklasser.

Ligeledes er udgiften til indkøb af nitrifikationshæmmere, svarende til 2 kr. per kg ammonium N x 18.592.000 kg ammonium N = ca. 37 mio. kr. ikke medregnet, da anvendelse af nitrifikationshæmmere ikke er noget lovkrav.

Forsuret gylles nitrifikationshæmmende klimaeffekt er med en forsigtig ansættelse dermed vurderet at udgøre godt 17.000 tons CO<sub>2e</sub> og have en samlet værdi for samfundet på godt 8 mio. kr. om året.

### 3.9: Reduceret behov for indkøb af kvælstof i handelsgødning

Anvendelse af staldforsuret gylle i et omfang svarende til forslaget fra Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020) giver landbruget et reduceret behov for indkøb af kvælstof med handelsgødning. Det reducerede behov opgøres som en sum af følgende faktorer:

- Undgået fordampning af N.

- Mistet N fra atmosfærisk deponering.
- Undgået udvaskning.

Angående mistet N fra atmosfærisk deponering antages at deponeringen på opdyrkede arealer udgør en tredjedel af den samlede atmosfæriske deponering på dansk territorie.

På denne måde spares landbruget for indkøb af 4.232 tons kvælstof i handelsgødning. Prisen per kg N i handelsgødning sættes jf. Dubgaard og Ståhl (2018) til 7 kr., hvilket er en anelse højere end den aktuelle pris, der er under indflydelse af en historisk lav oliepris. Værdien for landbruget kan dermed opgøres til knap 30 mio. kr. om året.

Alternativt kunne de landbrug der anvender forsuret gylle, beslutte at fastholde niveauet for indkøb af kvælstof med handelsgødning. Da gødningsnormerne siden 2016 har været ansat efter det økonomisk optimale niveau, vil det mest økonomiske dog være at reducere anvendelsen af kvælstof i handelsgødning med den nettomængde, som gylleforsuringen bevirker.

### 3.10: Forbrug af svovlsyre

Jf. Dubgaard og Ståhl (2018) er forbruget af svovlsyre 9,6, 8,7 og 5,7 kg per tons gylle for henholdsvis so-, smågrise-, og kvægbesætninger. Dette giver et samlet forbrug per år til det betragtede scenarie på 41.258 tons, hvilket med en pris på 1,10 kr. per kg svovlsyre koster husdyrbrugene 45,4 mio. kr. om året.

### 3.11: Reduceret behov for indkøb af svovl i handelsgødning

Hvis den forsurede gylle anvendes med 30 tons per ha, vil det kunne gøde 183.418 ha, hvor det bl.a. tilfører svovl, som ellers skulle indkøbes i form af handelsgødning.

Gødningsbehovet for svovl varierer meget med afgrøden, og sættes normalt i sammenhæng med gødningsbehovet for kvælstof, idet behovet er ekstra højt for korsblomstrede afgrøder som fx raps.

Det forudsættes med henvisning til Dubgaard og Ståhl (2018) at det gennemsnitlige behov for gødskning med svovl er 22 kg per ha, og den forsurede gylle vil dermed fjerne behov for indkøb af 4.035 tons svovl i handelsgødning, hvilket med en værdi på 2,50 kr. per kg svovl har en værdi af 10 mio. kr.

Svovlsyreforbruget på 41.258 tons per år svarer til at der med en andel på 32,7% svovl i svovlsyre tilføres 13.491 tons svovl. Dette betyder i forhold til det årligt estimerede behov at en gødskning med 30 ton staldforsuret gylle i gennemsnit tilfører svovlgødning nok til afgrøderne i 3,6 år. Det er derfor sandsynligt at besparelsen på svovlgødning er større end angivet med mindre der er tale om husdyrbrug der har brug for at tilføre markerne 30 tons staldforsuret gylle hvert år, og med mindre al overskydende svovl udvaskes inden næste dyrkningssæson.

En overdosering med svovl i den nævnte skala er i niveau med den årlige tilførsel via baggrundsbelastningen i 60'erne pga. urensede røggasser fra forbrændingsanlæg og industri. Det kunne frygtes at overdosering med svovl ville have negative effekter i vandmiljøet. Skwierawska et al. (2008) konkluderede at en kraftig overdosering med svovl, dvs. en årlig tildeling af 120 kg svovl per ha efter tre år viste effekter i form af øget mobilisering af fosfor, som ellers var til stede i jordpuljen på svært plantetilgængelige former, ligesom der sås ændrede koncentrationer af tungmetaller i jordlagene.

Udvaskning af svovl som følge af kraftig og årlig gentagen overdosering i det nævnte niveau kan efter en årrække give vand en bismag af svovl.

### 3.12: Usikkert grundlag for ekstra kalkning

Det er logisk at antage at anvendelse af forsuret gylle vil sænke jordens pH og dermed føre til ekstra behov for kalkning.

Af denne årsag betragter Dubgaard og Ståhl (2018) ekstra kalkning som en nødvendighed når der anvendes gylleforsuring, og anfører at "Det er nødvendigt at tilføre ekstra kalk for at neutralisere effekten af syren på de arealer, hvor den forsurede gylle udbringes.". Det angives at kalkningen vil koste bedrifter med søer og smågrise knap 20.000 kr. om året. Der henvises med denne påstand til Olesen et al. (2018), som i Tabel 14 henviser til en teoretisk beregning af Peter Sørensen, Aarhus Universitet. Også Foged (2017) og Vestergaard (2015) angiver et behov for ekstra kalkning, men ligeledes uden reference til andet end kemisk teori. Jf. Vestergaard (2015) kræves der 1,4 kg jordbrugskalk for at neutralisere 1 kg svovlsyre. Resultater fra praksis svarer dog ikke til den kemiske teori:

- Williams et al. (2020) fandt i seks markforsøg lavere pH værdier i de forsøgsblokke som havde fået forsuret gylle i forhold til forsøgsblokke uden forsuret gylle. Imidlertid var fem ud af seks resultater ikke-signifikante.
- I Baltic Slurry Acidification-projektet blev der i løbet af to dyrkningssæsoner udført en række markforsøg med forskellige afgrøder. Peltonen (Udarteret/2019) oplyser desværre ikke antallet af markforsøg, men viser alene et sammendrag per land. Med hensyn til jordens pH før og efter markforsøgene viser resultaterne i nogle tilfælde at pH er steget lidt ved at anvende forsuret gylle, i andre tilfælde er den uændret, i nogle tilfælde lavere og i visse tilfælde slet ikke målt. En anden rapport med detaljerede resultater fra markforsøgene (Kučinskienė et al., 2019) viser jordens pH både før og efter for de forskellige forsøgsparcer. Rapporten viser at forsøgsparcer gødet med kvælstof-handelsgødning i nogle tilfælde har lavere pH i jorden efter høst end forsøgsparcer gødet med forsuret gylle. Markforsøgene udført i Baltic Slurry Acidification projektet har derfor ikke givet grundlag for at konkludere at forsuret gylle reducerer jordens pH.

I tråd hermed nævner Fangueiro et al. (2014) i et omfattende review af effekter af gylleforsuring ikke behov for ekstra kalkning.

The University of Adelaide (udateret) oplyser at forsuring af jorden er en naturlig proces, som forstærkes af anvendelse af gødning, specielt kvælstofgødning. I Europa svarer anvendelsen af kalk til jordbrugsformål til i gennemsnit 0,7 kg kalk/kg N tilført (Sutton et al., 2011). Jo større del af kvælstoffet der optages i planterne, jo mindre er forsuringen af jorden – omvendt, jo mere kvælstof der udvaskes, jo større forsuring sker der af jorden. Dette svarer godt til resultaterne af pH-analyser af jordprøver i Baltic Slurry Acidification projektet (Kučinskienė et al., 2019), hvor man ind imellem så at kunstgødde parceller fik en lavere pH-værdi end parceller gødsket med forsuret gylle.

Der er således ikke et sikkert videnskabeligt belæg for at påstå at gødskning med forsuret gylle medfører større kalkningsbehov end anden kvælstofgødskning.

### 3.13: Gødskning med forsuret gylle fjerner behovet for indkøb af startgødning til majs

Udbredelsen af majsdyrkning udgør ca. 167.000 ha, eller 6,2% af det samlede landbrugsareal<sup>9</sup>. Når der dyrkes majs, er opfattelsen at

- i. tilstrækkelige mængder plantetilgængeligt fosfor er vigtig for at starte væksten, og
- ii. dette bør sikres ved tilførsel af fosfor med høj vandopløselighed i form af handelsgødning, selvom majsmarken gødes med gylle, hvis indhold af fosfor ikke tillægges nogen værdi i denne forbindelse. Det anbefales på basis af resultater fra Landsforsøgene at tildele majsken 8-15 kg fosfor ud over grundgødningen<sup>10</sup>.

Danmark har et overforbrug af fosfor. Der blev jf. Eurostat<sup>11</sup> i 2017 forbrugt 13.789 tons fosfor i handelsgødning. Ligeledes jf. Eurostat<sup>12</sup> og på basis af den seneste opgørelse for 2015 er fosforbalancen per ha landbrugsjord på 7,4 kg, hvilket er for nedadgående og uden tvivl vil blive yderligere reduceret med indførelse af loftet på fosforgødskning i 2016 (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019). Den danske fosforbalance er fx langt over balancen i Tyskland og Sverige.

---

<sup>9</sup> <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=24323>

<sup>10</sup> [http://www.dangodning.dk/index.php?s=godning\\_majs.php](http://www.dangodning.dk/index.php?s=godning_majs.php)

<sup>11</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/TAI01/default/table>

<sup>12</sup> [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Gross\\_phosphorus\\_balance\\_on\\_agricultural\\_land\\_3-year\\_averages\\_2004-2015\\_kg\\_P\\_per\\_ha\\_UAA.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Gross_phosphorus_balance_on_agricultural_land_3-year_averages_2004-2015_kg_P_per_ha_UAA.png)



Regueiro et al. (2019) anfører at fosfor i gylle får en vandopløselighed på op til 70% ved at blive forsuret til pH 5,5, hvilket er en vandopløselighed der er i niveauet tre gange højere end for fosfor i rå gylle. Højere vandopløselighed af fosfor er også opnået ved forsuring af fiberfraktioner af rå gylle og afgasset gylle.

Hvis der gødes med 30 tons staldforsuret gylle per ha, vil der med en vandopløselighed på 70% blive tilført mellem 15 og 19 kg vandopløseligt fosfor per ha, hvilket jf. ovenfor er mere end den anbefalede mængde.

Med antagelse om at 6,2% af det areal der ekstra gødes med staldforsuret gylle og en dosis på 30 tons per ha, jf. det omfang der er foreslået af Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020), vil 11.372 ha majs blive gødet med staldforsuret gylle. Der kan herved spares gens. 10 kg P per ha til en værdi af 10 kr. per kg P i handelsgødning, og den samlede besparelse for landbruget bliver herved på 1,1 mio. kr.

### 3.14: Sparede omkostninger til flydelag på gyllebeholdere

Når der anvendes staldforsuring, bortfalder jf. Husdyrgødningsbekendtgørelsen (2019) kravet til tæt overdækning af gyllebeholdere, og i mange tilfælde også kravet til fast overdækning. Dubgaard og Ståhl (2018) anfører at flydelaget danner sig selv på kvæggylle, men at der skal gøres en indsats for at etablere flydelaget på svinegylle, hvilket er beregnet at medføre omkostninger på 15.200 og 20.400 kr. per anlæg for bedrifter med søer, henholdsvis smågrise. Ved at anvende staldforsuring i det omfang som er foreslået af Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020) opnår husdyrbrug på den baggrund en årlig besparelse på 4,6 mio. kr.

Dubgaard og Ståhl (2018) anfører endvidere at ca. 95% af bedrifterne har et krav om at etablere tæt overdækning (flydelag), mens de resterende 5% har krav om at bygge gyllebeholdere med fast overdækning. Investeringen i fast overdækning i form af betondæk eller teltdug er stor, men til gengæld er der minimale årlige omkostninger til at vedligeholde dette. Af pragmatiske årsager forudsættes at husdyrbrugs besparelser til etablering af flydelag set over en årrække er af samme størrelsesorden som besparelser til etablering af fast overdækning.

### 3.15: Sparede udgifter til nedfældning af gylle

Jf. Husdyrgødningsbekendtgørelsen (2019) bortfalder kravet om nedfældning af gylle, hvis der gødes med forsuret gylle.

Jf. Foged (2017) anvendes nedfældning anslået for 20% af udbragte gyllemængder ifølge en rundspørge til et repræsentativt udsnit af DM&E medlemmer, som desuden angiver at nedfældning koster 3,70 kr. ekstra per m<sup>3</sup> gylle.

Overføres disse forudsætninger til det betragtede scenarie betyder det at den ekstra forsurede gylle vil kunne spare husdyrbrug for nedfældning af 1,1 mio. tons gylle, svarende til en besparelse på 4 mio. kr.

Ud over en besparelse for landbruget ved at kunne erstatte nedfældning af ubehandlet gylle med udbringning af staldforsuret gylle med slæbeslanger, opnås desuden en markant mindre emission af lattergas fra marken ved at sprede gylle med slæbeslanger frem for nedfældning (Velthof og Rietra, 2019).

### 3.16: Uændret arbejdsforbrug

Et staldforsuringsanlæg er i princippet fuldautomatisk, men husdyrbrugeren vil anvende tid på at overvåge anlægget. Til gengæld spares der tid på at tømme staldene for gylle, der normalt er en manuel proces, der kræver ekstra arbejde, især hvis der er tale om et såkaldt træk-og-slip system, hvor der skal trækkes propper i hvert staldafsnit, typisk hver anden uge.

På den baggrund anses staldforsuring ikke at medføre en netto ændring i arbejdsforbruget.

### 3.17: Større strømforbrug

Med henvisning til Dubgaard og Ståhl (2018) antages at det ekstra årlige strømforbrug til pumpning af gylle er 11.400 kr., 14.600 kr. og 1.400 kr. for henholdsvis bedrifter med søer, smågrise og kvæg.

Dette giver en samlet merudgift til strøm på 4,1 mio. kr. per år.

### 3.18: Effekter af hyppig udslusning er omfattet af effekter af staldforsuring

Hyppig udslusning af gylle fra stalden er et af de 24 foreslåede tiltag som Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020) har fremsat. Ved hyppig udslusning forstås at gyllen fjernes fra stalden ugentligt.

Det skal bemærkes at anvendelse af staldforsuring betyder daglig recirkulering af gyllen, der holdes på et pH niveau på 5,5 i stalden. Ved den daglige recirkulering pumpes kun en del af gyllen tilbage til stalden, og et staldforsuringsanlæg vil typisk udskifte al gyllen i løbet af nogle dage, afhængig af kapaciteten i gyllekanalerne. Olesen et al. (2018) oplyser på basis af forskellige kilder at gylleforsuring reducerer metandannelsen med 63-94%, og det forekommer derfor sandsynligt at anvendelse af staldforsuring vil reducere metandannelsen mere i gyllen end en ugentlig tømning af gyllekanaler.

Effekten af hyppig udslusning anses derfor at være omfattet af effekterne af at anvende staldforsuring, som desuden kan producere en evt. krævet dokumentation for dette. Ved at

anvende staldforsuring får man desuden en række andre effekter, herunder reduceret metan dannelse i gyllelageret, hvilket normalt er større end i stalden, dog afhængig af kapaciteten af gyllekanalerne i stalden i forhold til lagerets størrelse.

### 3.19: Høj arbejdssikkerhed og markant forbedret arbejdsmiljø i svinestalde

Svovlsyren i staldforsuringsanlæg befinder sig i lukkede systemer, og husdyrbrugerne har derfor ikke risiko for at komme i kontakt med syren. Syren opbevares i en tank i nærheden af en underjordisk procestank. Syretanken har dobbelt vægge og er desuden beskyttet mod påkørsel af pullerter. Den største risiko for at komme i kontakt med svovlsyren er når tanken fyldes op, men dette foretages af chauffører med ADR-kursusbevis, som dermed er specialuddannede i at håndtere svovlsyre, og som under arbejdet følger fastlagte sikkerhedsrutiner og bærer nødvendigt beskyttelsesudstyr.

Ligeledes er JH Agro A/S' medarbejdere udsat for risici ved at servicere staldforsuringsanlæg, men disse har også specialuddannede i at følge sikre rutiner og bære nødvendigt sikkerhedsudstyr.

Der er aldrig registreret arbejdsskader i forbindelse med staldforsuring.

Især for svinebrugs vedkommende har det en stor betydning at staldforsuring bevirker et markant bedre klima i stalden med en lavere ammoniakkoncentration i luften (Pedersen, 2004).

Staldforsuring reducerer også dannelsen af den livsfarlige svovlbrinte gas ( $H_2S$ ) i oplagret gylle. Park et al. (2016) har fundet en reduktion af svovlbrinteemissioner på 78,1% fra gylle der var pH korrigeret til 5,0, og Videnscenter for Svineproduktion angiver reduktioner i niveauet 67-90% (Jørgensen (2016) og Riis (2016)) for slagtesvinegylle korrigeret til pH 5,5 med JH Agro A/S' staldforsuringsanlæg.

Netop det markant forbedrede arbejdsmiljø i svinestalde fremhæves som en af de vigtigste fordele ved staldforsuring. Et eksempel på dette er Håstrupgård ApS, hvilket Esben Graff fortæller om i dette videoklip – [https://www.organe.dk/images/In-house\\_acidification\\_at\\_Grønlund\\_pig\\_breeding\\_farm\\_short.mov](https://www.organe.dk/images/In-house_acidification_at_Grønlund_pig_breeding_farm_short.mov) (se fra 3:10).

### 3.20: Uændret levetid af bygningsanlæg

Ved levetid af bygningsanlæg forstås i denne forbindelse, hvorvidt man kan risikere at staldbygningers levetid forkortes ved anvendelse af staldforsuring.

Det er i denne forbindelse velkendt at beton korroderes af syre. Det skal dog bemærkes at en korrektion af gyllens pH til 5,5, sådan som det sker ved staldforsuring, er en mild pH korrektion. Til

sammenligning ligger det normale niveau for pH i regnvand i intervallet fra 5 til 7<sup>13</sup>. Derimod kunne det frygtes at et øget sulfatindhold i forsuret gylle kunne korrodere beton mere end ubehandlet gylle.

Ved staldforsuring kan de materialer den forsurede gylle kommer i kontakt med overordnet opdeles i tre grupper;

- metalkonstruktioner, så som pumper og ventiler;
- PVC-rør; og
- betonkonstruktioner til håndtering af gyllen, inklusive gyllekanaler og procestank.

Med hensyn til metalkonstruktioner, så leveres disse som en del af et staldforsuringsanlæg, og de er naturligvis udført i materialer, som er egnede til anvendelsen. Således er de metalkonstruktioner, der indgår i et staldforsuringsanlæg i de fleste tilfælde udført i A4 (syrefast) rustfrit stål. Dette gælder dog ikke de dele der kommer i kontakt med koncentreret svovlsyre, idet koncentreret svovlsyre ikke korroderer metal.

PVC-rør anvendes normalt til transport af gylle mellem gyllekanaler og procestank. PVC og lignende plastmaterialer er kendetegnet ved en høj modstandsdygtighed over for kemikalier.

Ved etablering af gyllekanaler mv. har det i årtier været et krav i Danmark at den anvendte beton svarer til Aggressiv Miljøklasse, for bundplader i gylletanke mv. dog alene til Moderat Miljøklasse. Beton opdeles i 4 miljøklasser, Passiv, Moderat, Aggressiv og Ekstra Aggressiv. Aggressiv Miljøklasse svarer til en styrke på mindst C35<sup>14</sup>. De nøjagtige specifikation er angivet af Dansk Standard. Aalborg Portland (Udateret) oplyser med hensyn til sulfatindhold, at underkvaliteter af Aggressiv Miljøklasse tager højde for dette. Hvis man anvender op til 9,7 kg svovlsyre per m<sup>3</sup> gylle, tilsættes 9.500 mg sulfat per liter. Gylles normale indhold af sulfat er i niveauet 200 mg/liter.

Danske myndigheder har ikke skærpede krav til den anvendte betonkvalitet til gylleanlæg til staldforsuret gylle, idet denne skal svare til de generelle krav der er til betonkvaliteter til gylleanlæg.

Yderligere informationer om krav til betonkvaliteter, her under de specifikke Dansk Standard henvisninger, findes i Miljøstyrelsen (2015).

---

28 <sup>13</sup> <https://www.reference.com/science/natural-ph-rainwater-cbe9d2eac5f6a398>

<sup>14</sup> [https://www.fc-beton.dk/krav-til-beton\\_813.html](https://www.fc-beton.dk/krav-til-beton_813.html)

### 3.21: Uændret eller større mikrobiologisk aktivitet i jorden

Jordens mikrobiologi har en stor indflydelse på de mange processer der sker i jorden, og for jordens frugtbarhed, plantetilgængeligheden af næringsstoffer, nedbrydning af pesticider og kemikalier, samt jordens struktur.

Mikroorganismer i jorden er af forskellig art og omfatter fx bakterier, protozoer, alger og svampe. De udgør under 1% af jordens pløjelag. Marques et al. (2014) fandt ikke nogen effekt på mikroorganismers aktivitet ved at gøde med forsuret gylle.

Jorden indeholder også større organismer som springhaler, der er 1-2 mm lange dyr med stor betydning for nedbrydningen af organiske materialer i jorden, så som planterester og husdyrgødning. D'Annibale et al. (2019) angiver, at med de mængder og den forsuring som blev anvendt sås ingen nedgang i springhalers aktivitet når de udsattes for forsuret gylle, set i forhold til springhaler i jord uden gylle.

### 3.22: Bedre produktionsresultater

Forøg udført af SEGES (Pedersen, 2004) viste forbedrede produktionsresultater hos slagtesvin i form af bl.a. højere daglig tilvækst, lavere foderforbrug og færre døde og kasserede slagtesvin for de hold, som var i staldafdelinger med staldforsuring. De forbedrede resultater antages at skyldes et bedre indeklima med lavere koncentration af ammoniak i luften i de staldafsnit, hvor der var staldforsuring. Det forekommer realistisk at antage at disse resultater kan overføres til andre typer af husdyr, inklusive søer og smågrise.

## 4: Konklusion og diskussion

Den anvendelse af staldforsuring som er foreslået af Klimapartnerskabet for Fødevarer og Landbrug (2020) svarer til ekstra staldforsuring af 5,5 mio. tons gylle, der ved en dosis på 30 ton per ha kan gøde godt 183.000 ha.

Ved gennemgang af 21 effekter af staldforsuring på økonomi, miljø og klima mv. er hovedkonklusionerne, at det vil kræve etablering af yderligere 776 staldforsuringsanlæg til en investeringspris på knap 701 mio. kr. Dette vil give årlige udgifter til forrentning og afskrivning på knap 67 mio. kr. samt årlige udgifter til servicering af anlæggene på godt 9 mio. kr.

Klimaeffekten omfatter en netto reduktion på 169.000 ton CO<sub>2e</sub> årligt, der bl.a. fremkommer som resultat af mindre metan dannelse under håndtering af gyllen. Hertil kommer en nitrifikationshæmmende effekt af staldforsuring, som bringer den samlede klimaeffekt op på knap 186.000 ton CO<sub>2e</sub> årligt. I det omfang gødskning med staldforsuret gylle erstatter nedfældning, vil der være en yderligere CO<sub>2e</sub> reduktion på grund af mindre lattergasudslip fra marken. På basis af en firedobling af markedsprisen på CO<sub>2</sub>-reduktioner de sidste to år, samt Klimarådets anbefaling og aktuelle politiske reaktioner af at indføre CO<sub>2e</sub>-afgifter svarende til 1.500 kr. per ton CO<sub>2e</sub>, anslås det at prisen i gennemsnit indtil 2030 vil være 469 kr. per ton CO<sub>2e</sub>, hvilket betyder at klimaeffekten er gens. 87 mio. kr. værd per år.

Samfundsmæssige gevinster ved staldforsuring omfatter desuden renere luft og renere vand. Ammoniakemissionerne vil blive reduceret med 4,0 Kt, og vandmiljøet sparet for 2.257 tons kvælstof. Disse ting har tilsammen en samfundsmæssig værdi på 225 mio. kr. per år, hvoraf størstedelen vedrører besparelser i sundhedssektoren, herunder på sygedage og indlæggelser.

For landbrugssektoren vil den foreslåede anvendelse af staldforsuring betyde ekstra udgifter og omkostninger til indkøb af svovlsyre på 45 mio. kr. årligt og ekstra strømforbrug på 4,1 mio. kr. årligt. Til gengæld sparer landbrugssektoren årligt 30 + 10 mio. kr. til indkøb af kvælstof, henholdsvis svovl i form af handelsgødning, 1,1 mio. kr. til indkøb af startgødning til majs, 4,6 mio. kr. vedrørende etablering af flydelag på gyllebeholdere, og 4 mio. kr. til nedfældning af gylle. Sammen med finansieringsomkostningerne er den årlige nettoudgift for landbrugssektoren på knap 76 mio. kr. Alle oplyste investeringspriser og finansieringsomkostninger m.v. er eksklusive eventuelle tilskud, der måtte være muligt at opnå i den betragtede periode frem til 2030.

Samlet set vil den foreslåede anvendelse af staldforsuring have en positiv værdi på 1.401 kr. per ton CO<sub>2e</sub>, fordelt med en positiv værdi for samfundet på 1.848 kr. per ton CO<sub>2e</sub> og en negativ værdi for landbrugssektoren på 447 kr. per ton CO<sub>2e</sub>. For landbrugssektoren svarer nettoudgiften til en udgift per ton gylle på 13,74 kr.

Der er hermed angivet et tydeligt grundlag for en eventuel politisk beslutning om en omfordeling af den kapitaliserede værdi af effekterne mellem landbrugssektoren og samfundet.

Nærværende analyse adskiller sig ved at anlægge et uvildigt perspektiv, som både omfatter landbrugets og samfundets (statens) perspektiv. Analysen argumenterer for at

- i) behovet for ekstra kalkning under praktiske forhold ikke er videnskabeligt dokumenteret;
- ii) en reduceret atmosfærisk kvælstofdeponering bør medregnes som et bidrag til mindre udledning af kvælstof til vandmiljøet, svarende til de beregningsmetoder som anvendes i HELCOM, som Danmark har været med til at etablere og er fuldgældigt medlem af;
- iii) det er veldokumenteret at forsuring bevirker en væsentlig øgning af vandopløseligheden af fosfor i gyllen, og at anvendelse af staldforsuring dermed fjerner behovet for indkøb af startgødning til majs, der er kendetegnet ved at indeholde fosfor med en høj vandopløselighed; og
- iv) at det er veldokumenteret at forsuret gylle har en nitrifikationshæmmende effekt, der i nogle tilfælde er større end effekten af at tilsætte nitrifikationshæmmere, hvilket reducerer udvaskningen af kvælstof og desuden har en klimaeffekt via mindre udledning af lattergas.

Det er bestræbt at anvende anerkendte referencer og kilder som grundlag for analysen. De mest usikre forudsætninger vedrører den kapitaliserede værdi for samfundet. Hvis den gennemsnitlige værdi af CO<sub>2e</sub>-reduktioner frem til 2030 er 200 kr. i stedet for 469 kr. vil den samfundsmæssige nettoværdi af et ton CO<sub>2e</sub> reduceres fra 1.848 kr. til 1.552 kr.

De anvendte beregninger er samlet i en EXCEL model, som kan hentes på [https://www.organe.dk/docs/Beregninger\\_staldforsuring.xlsx](https://www.organe.dk/docs/Beregninger_staldforsuring.xlsx), for at give fuld transparens i beregninger, og idet man kan ændre de anvendte forudsætninger mv. og foretage egne beregninger og følsomhedsanalyser.

## 5: Anvendt litteratur

- Aalborg Portland. Udateret. Valg af betonkvalitet til gylleanlæg til forsuret gylle. <https://www.danskbeton.dk/media/20314/valg-af-betonkvalitet-til-gylleanlaeg-til-forsuret-gylle.pdf>
- ALFAM2 model for ammonia volatilization from field applied manure. Aarhus Universitet. <https://projects.au.dk/alfam/>
- D'Annibale, Alessandra, Rodrigo Labouriau, Peter Sørensen, Paul H. Krogh, Bent T. Christensen, Jørgen Eriksen. 2019. Effect of acidified cattle slurry on a soil collembolan community: A mesocosmos study. European Journal of Soil Biology, Volume 94, September–October 2019, 103117. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2019.103117>
- DCE, 2018: Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 2.0. ([http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater\\_2018/Miljoekonomiske\\_beregningspriser\\_for\\_emissioner\\_2.0.pdf](http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2018/Miljoekonomiske_beregningspriser_for_emissioner_2.0.pdf)).
- Det Økologiske Råd. 2001. Fokus på kvælsøf. 40 pp.
- Dubgaard, Alex og Lisa Ståhl. 2018. Omkostninger ved virkemidler til reduktion af landbrugets drivhusgasemissioner, opgjort i relation til EU's 2030-målsætning for det ikke-kvotebelagte område. IFRO Rapport nr. 271. [https://static-curis.ku.dk/portal/files/204121155/IFRO\\_Rapport\\_271.pdf](https://static-curis.ku.dk/portal/files/204121155/IFRO_Rapport_271.pdf)
- Energistyrelsen. 2019. Basisfremskrivning 2019. Baggrundsbilag til fremskrivninger. Regneark med udvalgte forudsætninger. <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/baggrundsbilag-til-fremskrivninger>
- Fangueiro, David, Sonia Surgya, Irene Fraga, Fernando Girão Monteiro, Fernanda Cabral, João Coutinho. 2016. Acidification of animal slurry affects the nitrogen dynamics after soil application. Geoderma, Volume 281, 1 November 2016, Pages 30-38. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706116302841?via%3Dihub>
- Fangueiro, David, Jose Pereira, Andre Bichana, Sonia Surgy, Fernanda Cabral, and João Coutinho. 2015. Effects of cattle-slurry treatment by acidification and separation on nitrogen dynamics and global warming potential after surface application to an acidic soil. Journal of Environmental Management Volume 162, 1 October 2015, Pages 1-8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715301778?via%3Dihub>
- Fangueiro, David, Maibritt Hjorth, and Fabrizio Gioelli. 2014. Acidification of animal slurry, a review. Journal of Environmental Management 149 (2015) 46-56.



- Foged, Henning Lyngsø (Ed.). 2017. Scenarie for forsuring af halvdelen af gyllen i Danmark. Baltic Slurry Acidification rapport. Organe Institute. [https://www.organe.dk/docs/Scenarie\\_for\\_forsuring\\_af\\_halvdelen\\_af\\_gyllen\\_i\\_Danmark.pdf](https://www.organe.dk/docs/Scenarie_for_forsuring_af_halvdelen_af_gyllen_i_Danmark.pdf).
- Hautakangas, Sami, Markku Ollikainen, Kari Aarnos, and Pirjo Rantanen. 2014. Nutrient Abatement Potential and Abatement Costs of Waste Water Treatment Plants in the Baltic Sea Region. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3946117/>
- HELCOM. 2019. Inputs of nutrients (nitrogen and phosphorus) to the sub-basins (2017). [https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/HELCOM-core-indicator-on-inputs-of-nutrients-for-period-1995-2017\\_final.pdf](https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/HELCOM-core-indicator-on-inputs-of-nutrients-for-period-1995-2017_final.pdf)
- Husdyrgødningsbekendtgørelsen. 2019. BEK nr. 760 af 30/07/2019. Bekendtgørelse om miljøregulering af dyrehold og om opbevaring og anvendelse af gødning. <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2019/760>
- Jensen, J., Krogh, P.H., Sørensen, P. & Petersen, S.O. 2018. Potentielle miljøeffekter ved anvendelse af forsuret gylle på landbrugsjord. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 42 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 257. <http://dce2.au.dk/pub/SR257.pdf>
- Jørgensen, Malene. 2016. Infarm gylleforsuringsanlæg i slagtesvinestald med drænet gulv. Meddelelse nr. 1077 fra Videncenter for Svineproduktion, SEGES.
- Klimarådet. 2020. Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion. Retning og tiltag for de næste ti års klimaindsats i Danmark. [https://www.klimaraadet.dk/sites/default/files/downloads/70\\_pct\\_analyse.pdf](https://www.klimaraadet.dk/sites/default/files/downloads/70_pct_analyse.pdf)
- Kučinskienė et al. 2019. Methodology, results collection and Partners practical experiences 2016–2018. WP4 Field Trials, activities 1-2. <http://balticsslurry.eu/wp-content/uploads/2016/06/Report-WP4.pdf>
- Lund, Peter, Anne Louise Frydendahl Hellwing, Christian Friis Børsting (eds.). 2019. Normtal for husdyrgødning 2019. [https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter\\_anis/normtal/Normtal\\_2019.pdf](https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/normtal/Normtal_2019.pdf)
- Marques, Guilhermina, Irene Fragal, Ana Pinto, David Fangueiro. 2014. Application of acidified slurry to soil: impact on soil microorganisms and enzymatic activities. Conference presentation. [DOI: 10.13140/2.1.1845.4087](https://doi.org/10.13140/2.1.1845.4087)
- Miljø- og Fødevareministeriet. 2019. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler - Planperioden 1. august 2019 til 31. juli 2020.

[https://lbst.dk/fileadmin/user\\_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning\\_om\\_goedsknings-og\\_harmoniregler\\_i\\_planperioden\\_2019\\_2020\\_version2.pdf](https://lbst.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-og_harmoniregler_i_planperioden_2019_2020_version2.pdf)

- Miljøstyrelsen. 2020. Miljøstyrelsens Teknologiliste.  
<https://mst.dk/erhverv/landbrug/miljoeteknologi-og-bat/teknologilisten/gaa-til-teknologilisten/>
- Miljøstyrelsen. 2015. Vejledende byggeblad for gyllebeholdere. Vejledning nr. 13, 2015.  
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2015/04/978-87-93352-01-8.pdf>.
- Nørregaard Hansen, Martin. 2017. FORSURING AF GYLLE - LANDMANDENS PERSPEKTIV. PowerPoint.  
[https://www.organe.dk/docs/6\\_Martin\\_N%C3%B8rregaard\\_HANSEN\\_Forsuring\\_af\\_gylle\\_landmandens\\_perspektiv.pdf](https://www.organe.dk/docs/6_Martin_N%C3%B8rregaard_HANSEN_Forsuring_af_gylle_landmandens_perspektiv.pdf)
- Olesen, Jørgen E., Søren O. Petersen, Peter Lund, Uffe Jørgensen, Troels Kristensen, Lars Elsgaard, Peter Sørensen og Jan Lassen. 2018. Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget. Aarhus Universitet. DCA Rapport nr. 130.  
<https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport130.pdf>
- Park, Sang Hyun, Bok Rye Lee, Kwang Hwa Jung, and Tae Hwan Kim. 2018. Acidification of pig slurry effects on ammonia and nitrous oxide emissions, nitrate leaching, and perennial ryegrass regrowth as estimated by N-urea flux. Asian-Australas J Anim Sci Vol. 00, No. 00:1-10 Month 2018 <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0556>
- Pedersen, Poul. 2004. Svovlsyrebehandling af gylle i slagtesvinestald med drænet gulv. Meddelelse nr. 683.  
[https://svineproduktion.dk/Publikationer/Kilder/lu\\_medd/2004/683.aspx](https://svineproduktion.dk/Publikationer/Kilder/lu_medd/2004/683.aspx)
- Peltonen, Sari. Undated (2019). Guidelines and recommendations of slurry acidification techniques (SAT) in field. [http://balticsslurry.eu/wp-content/uploads/2019/06/4.3\\_Guidelines-and-recommendations\\_Peltonen\\_2019.pdf](http://balticsslurry.eu/wp-content/uploads/2019/06/4.3_Guidelines-and-recommendations_Peltonen_2019.pdf)
- Regeringens Klimapartnerskaber, Fødevarer- og Landbrugssektoren. 2020. Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren.
- Regueiro, I., P. Siebert, J. Liu, D. Müller-Stöver, Lars Stoumann Jensen. 2019. Acidified animal manure combined with a nitrification inhibitor as a starter P fertilizer for maize. PowerPoint. Københavns Universitet. ManuREsource 2019 Conference.
- Riis, Anders Leegaard. 2016. Effekt af JH Forsuring NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i slagtesvinestald med drænet gulv. Meddelelse nr. 1078. Videncenter for Svineproduktion. SEGES.

- Sang Hyun Park, Bok Rye Lee, Kwang Hwa Jung, and Tae Hwan Kim. 2018. Acidification of pig slurry effects on ammonia and nitrous oxide emissions, nitrate leaching, and perennial ryegrass regrowth as estimated by N-urea flux. *Asian-Australas J Anim Sci* 2018;31(3):457-466. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0556>
- SEGES. 2015. Landbrugets Byggeblade. Vejledning i valg af betonkvalitet i forbindelse med forsuring af gylle. [https://www.landbrugsinfo.dk/Byggeri/Byggeblade/Sider/Byggeblad\\_102\\_17\\_19\\_20111101.pdf?download=true](https://www.landbrugsinfo.dk/Byggeri/Byggeblade/Sider/Byggeblad_102_17_19_20111101.pdf?download=true)
- Skwierawska, M., Zawartka, L., Zawadzki, B., (2008). The effect of different rates and forms of sulphur applied on changes of soil agrochemical properties. *Plant Soil Environ.*, 54:171–177. [https://www.researchgate.net/publication/253240068\\_The\\_effect\\_of\\_different\\_sulfur\\_doses\\_and\\_forms\\_on\\_changes\\_of\\_soil\\_heavy\\_metals](https://www.researchgate.net/publication/253240068_The_effect_of_different_sulfur_doses_and_forms_on_changes_of_soil_heavy_metals)
- Sutton et al. 2011. The European Nitrogen Assessment. Cambridge University. <http://www.nine-esf.org/node/342/index.html>.
- The University of Adelaide. Undated. Fertilizers and Soil Acidity. Technical Bulletin. <https://sciences.adelaide.edu.au/fertiliser/system/files/media/documents/2020-01/factsheet-fertilizers-and-soil-acidity.pdf>
- Velthof, G. L. and R. P. J. J. Rietra. 2019. Nitrogen Use Efficiency and Gaseous Nitrogen Losses from the Concentrated Liquid Fraction of Pig Slurries. *International Journal of Agronomy*. Volume 2019, Article ID 9283106, 10 pages, <https://doi.org/10.1155/2019/9283106>
- VERA. 2016. VERA Verification Statement for manure acidification JH Forsuring NH4+. [https://www.vera-verification.eu/app/uploads/sites/9/2019/05/VERA-Statement006\\_JH-Forsuring-NH4.pdf](https://www.vera-verification.eu/app/uploads/sites/9/2019/05/VERA-Statement006_JH-Forsuring-NH4.pdf)
- Vestergaard, Annette Vibeke. 2015. Status, økonomi og overvejelser ved forsuring af gylle. [https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Goedskning/Husdyrgoedning/Sider/Status-oekonomi-overvejelser-ved-forsuring-afgylle\\_pl\\_po\\_15\\_279\\_2625.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Goedskning/Husdyrgoedning/Sider/Status-oekonomi-overvejelser-ved-forsuring-afgylle_pl_po_15_279_2625.aspx) (Fjernet fra Landbrugsinfo, men tilgængelig i en engelsk oversættelse her - <http://balticslurry.eu/wp-content/uploads/2017/03/SEGES-review-Slurry-acidification.pdf>)
- Williams, John, Dom Edwards, Dave Chadwick, John Langley, Tom Misselbrook and Sarah Gilhespy. 2020. Impacts of acidification on ammonia emissions and crop available N supply following slurry and digestate applications. PowerPoint. Defra Slurry Acidification Project SCF0215.

## Bilag 1: Forudsætninger og beregninger

	Søer	Små-grise	Kvæg	I alt	Kr. i alt samfund	Kr. i alt husdyrbrug	Kilde	Bemærkning
Samlet økonomi, 1.000 kr. per år				236.945	312.535	-75.589		
Kr. per ton CO <sub>2</sub> e				1.401	1.848	-447		
Kr. per ton gylle				43,03	56,77	-13,74		
Kr. per mindsket kg N udledning				55,95	73,81	-17,86		

### Grundlæggende forudsætninger for scenariet

1	Målsætning for 2030, forsuring af gylle, %	40	40	15			Regeringens Klimapartnerskaber, Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020)	
2	Målsætningen svarer til en yderligere forsuring i %	32	38	12			Regeringens Klimapartnerskaber, Fødevarer- og Landbrugssektoren (2020)	
3	Estimeret gylleproduktion i 2030, 1.000 tons per år	4.236	4.041	21.762	30.039		Olesen et al. (2018)	
4	Målsætningen svarer til en yderligere forsuring i 1.000 tons gylle	1.356	1.536	2.611	5.503			Beregnet som (2)/100*(3)
5	Forudsat gyllemængde per ha, tons	30	30	30				
6	Ekstra areal, der vil blive gødet med staldforsuret gylle, ha	45.184	51.186	87.048	183.418			Beregnet som (4)*1000/(5)

Finansieringsomkostninger mv.

## Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik

		Søer	Små-grise	Kvæg	I alt	Kr. i alt samfund	Kr. i alt husdyrbrug	Kilde	Bemærkning
7	Kapacitet per staldforsuringsanlæg, 1.000 tons	9,7	12,4	5,1				Dubgaard og Ståhl (2018)	
8	Nødvendigt antal ekstra staldforsuringsanlæg	140	124	512	776				Beregnet som (4)/(7)
9	Typisk pris per anlæg, 1.000 kr.	1.373	1.373	662				Dubgaard og Ståhl (2018)	
10	Nødvendig investering i alt, 1.000 kr.	191.869	170.028	338.975	700.872				Beregnet som (8)*(9)
11	Serviceabonnement, kr per år per anlæg	15.000	15.000	10.000				Oplyst af JH Agro	
12	Serviceabonnement, 1.000 kr i alt per år	2.096	1.858	5.120			-9.074		Beregnet som (8)*(11)/1000
13	Afskrivninger, % af investeringer	7	7	7				Dubgaard og Ståhl (2018)	
14	Forrentning af investeringen, %	2,5	2,5	2,5					Ved en saldoafskrivning på 7% per år svarer et gennemsnit på 2,5% til en forrentning på ca. 4% af saldoværdien
15	Samlet finansieringsomkostning mv., 1.000 kr. per år	18.228	16.153	32.203			-66.583		Beregnet som ((13)+(14))/100*(10)
Emission af klimagasser									
16	Netto reduktion af klimagasser, kg CO2e per ton gylle	44	44	16				Olesen et al. (2018)	
17	Samlet netto reduktion af klimagasser, ton CO2e per år	59.643	67.566	41.783	168.991				Beregnet som (4) * (16) / 1000 * 1000
18	Værdi per ton CO2e, kr	469	469	469					Anslået som et gennemsnit indtil 2030 ud fra markedsprisen i dag,

		Søer	Små-grise	Kvæg	I alt	Kr. i alt samfund	Kr. i alt husdyrbrug	Kilde	Bemærkning
									nuværende udvikling i prisen samt forsigtig hensyntagen til Klimarådets anbefalinger
19	Værdi i alt, CO2e reduktioner, 1.000 kr per år	27.973	31.688	19.596		79.257			Beregnet som (17)*(18)/1000
Emission af ammoniak									
20	Typisk emission af ammoniak i stald, kg per ton gylle	0,48	0,27	0,38				Lund et al. (2019)	Konventionel so med individuel opstaldning og delvis spaltegulv, smågris i toklimastald med delvis spaltegulv, malkeko af tung race i sengestald med spalter. Der regnes med at kvælstof udgør 82,2% af ammoniak
21	Typisk emission af ammoniak fra lager, kg per ton gylle	0,08	0,09	0,08				Lund et al. (2019)	
22	Typisk emission af ammoniak fra mark, kg per ton gylle	0,60	0,57	0,79				ALFAM2, Lund et al. (2019)	Standard forudsætning i excel model, idet TAN og tørstofprocent sættes til værdierne oplyst af Lund et al. (2019) og dosis per ha til 30 tons
23	Reduktion af ammoniakemissioner i stald, %	64	64	50				Miljøstyrelsens Teknologiliste	
24	Reduktion af ammoniakemissioner fra lager, %	50	50	50				Miljøstyrelsens Teknologiliste	Ved anvendelse af staldforsuring bortfalder krav om fast overdækning

## Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik

		Søer	Små-grise	Kvæg	I alt	Kr. i alt samfund	Kr. i alt husdyrbrug	Kilde	Bemærkning
25	Typisk emission af ammoniak fra mark, kg per ton pH6 forsuret gylle	0,20	0,18	0,23				ALFAM2, Lund et al. (2019)	Forudsætninger som (22), men med forsuring til pH 6.0 (pH 5.5 kan ikke vælges i modellen)
26	Samlet reduktion af ammoniakemissioner, Kt	1,013	0,929	2,070	4,012				Beregnes som $((4)*(20)*(23)/100+(4)*(21)*(24)/100+(4)*((22)-(25)))/1000$
Renere luft									
27	Samfundsmæssig værdi af 1 kg sparet ammoniak-N i luften, kr. per år	58	58	58				Dubgaard og Ståhl (2018)	
28	Samfundsmæssig værdi af reduceret ammoniakemission, 1.000 kr. per år	48.280	44.288	98.694		191.263			Beregnes som $(26)*(27)*1000*0,822$ kg N/kg NH3
Atmosfærisk kvælstofdeponering									
29	Reduceret tab af N med ammoniakemissioner, ton N	832	764	1.702	3.298				Beregnes som $(26)*1000*0,822$
30	Ammoniaemissioner som returnerer som atmosfærisk N deponering, %	40	40	40				Det økologiske Råd (2001)	
31	Reducerede atmosfæriske N deponeringer, tons N	333	305	681	1.319				Beregnes som $(29)*(30)/100$
Renere vand									
32	Gennemsnitlig markbalance, kg N per ha	80	80	80				<a href="https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Gro">https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Gro</a>	

## Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik

		Søer	Små-grise	Kvæg	I alt	Kr. i alt samfund	Kr. i alt husdyrbrug	Kilde	Bemærkning
								ss_nitrogen_balance_on_agricultural_land_2004-2015,_kg_N_per_ha_UAA.png	
33	Korrektion for højere husdyrbelægning ved 30 tons gylle per ha, kg N per ha	20	20	20					Eget estimat ud fra <a href="https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/1999/87-7909-217-9/html/kap06.htm#621">https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/1999/87-7909-217-9/html/kap06.htm#621</a>
34	Normal markbalance ved 30 tons gylle per ha, kg N per ha	100	100	100					Beregnet som (32)+(33)
35	Normalt tab gennem ammoniakemissioner ved 30 t gylle/ha, kg N per ha	14,7	14,0	19,5					Beregnet som (23)*0,822 kg N/ kg NH3 * 30 tons
36	Tab af N gennem udvaskning ved 30 tons gylle/ha, kg N per ha	85,3	86,0	80,5					Beregnet som (34)-(35)
37	Reduceret udvaskning af N i forsuret gylle, %	9	9	9					Forsigtigt estimat på basis af Park et al. (2018), Fanguiero et al. (2016), samt Regieiro et al. (2019)
38	Reduceret udvaskning af N ved 30 tons forsuret gylle, kg per ha	7,7	7,7	7,2					Beregnet som (36)*(37)/100
39	Reduceret N udvaskning, ton per år i alt	347	396	631	1.374				Beregnet som (38)*(6)/1000
40	Reducerede atmosfæriske deponeringer + reduceret udvaskning, tons N	570	601	1.087	2.257				Beregnet som (31)*0,67+(39)
41	Værdi af at nedbringe N-belastningen af vandmiljøet, kr./kg N	15	15	15			Hautakangas et al. (2014) samt Sutton et al. (2011)		



## Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik

		Søer	Små-grise	Kvæg	I alt	Kr. i alt samfund	Kr. i alt husdyrbrug	Kilde	Bemærkning
42	Værdi af at nedbringe N-belastningen af vandmiljøet, 1.000 kr. i alt per år	8.550	9.012	16.300		33.862			Beregnes som (35) * (36)
Anvendelse af kvælstof i kunstgødning									
43	Sparet behov for indkøbt kvælstofgødning, ton N	1.068	1.058	2.105	4.232				Beregnet som (29) - (31)/3 + (39)
44	Kr. per kg N i kunstgødning	7,00	7,00	7,00				Dubgaard og Ståhl (2018)	
45	Sparet N i kunstgødning, 1.000 kr. i alt per år	7.478	7.406	14.738			29.622		Beregnet som (43) * (44)
Forbrug af svovlsyre									
46	Svovlsyreforbrug, kg/ton gylle	9,6	8,7	5,7				Dubgaard og Ståhl (2018)	
47	Svovlsyreforbrug i alt per år, ton	13.013	13.360	14.885	41.258				Beregnet som (4) * (46)
48	Pris, kr. per kg svovlsyre	1,10	1,10	1,10				Dubgaard og Ståhl (2018)	
49	Pris i alt for svovlsyre, 1.000 kr. per år	14.314	14.696	16.374			-45.384		Beregnet som (47)*(48)
Anvendelse af svovl i kunstgødning									
50	Typisk svovl-gødningsbehov, kg/ha	22	22	22				Dubgaard og Ståhl (2018)	
51	Svovl-gødningsbehov, i alt ton per år	994	1.126	1.915	4.035				Beregnet som (6)*(50)/1000
52	Værdi af svovl i kunstgødning, kr. per kg S	2,5	2,5	2,5				Dubgaard og Ståhl (2018)	
53	Sparet udgift til svovl i kunstgødning, 1.000 kr.	2.485	2.815	4.788			10.088		Beregnet som (51) * (52)
Startgødning til majs									

## Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik

		Søer	Små-grise	Kvæg	I alt	Kr. i alt samfund	Kr. i alt husdyrbrug	Kilde	Bemærkning
54	Areals med majs, der ekstra gødes med forsuret gylle, ha	2.801	3.174	5.397	11.372				Beregnet som (6)*0,062
55	Kg P i kunstgødning sparet per ha	10	10	10					
56	Kg P i kunstgødning sparet i alt	28.014	31.735	53.970	113.719				Beregnet som (54)*(55)
57	Pris per kg P i startgødning til majs, kr.	10	10	10					
58	Samlet besparelse på P i startgødning til majs, 1.000 kr.	280	317	540	1.137		1.137		Beregnet som (56)*(57)/1000
Sparet flydelag på gylletanke									
59	Besparelse per anlæg, 1.000 kr.	15,2	20,4	0				Dubgaard og Ståhl (2018)	
60	Besparelse i alt for husdyrbrug, 1.000 kr.	2.124	2.526	-	4.650		4.650		Beregnet som (8)*(59)
Sparet nedfældning									
61	Sparet nedfældning, 1.000 m3 gylle	271	307	522	1.101				Beregnet som (4)*0,2
62	Sparede udbringningsomkostninger, kr. per m3 gylle	3,70	3,70	3,70				Foged (2017)	
63	Sparede udbringningsomkostninger, 1.000 kr. i alt	1.003	1.136	1.932	4.072		4.072		Beregnet som (61)*(62)
Ekstra strømforbrug									
64	Ekstra strømforbrug, 1.000 kr. per anlæg per år	11,4	14,6	1,4	27			Dubgaard og Ståhl (2018)	
65	Ekstra strømforbrug i alt, 1.000 kr.	1.593	1.808	717	4.118		-4.118		Beregnet som (8)*(64)

## Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik

		Søer	Små-grise	Kvæg	I alt	Kr. i alt samfund	Kr. i alt husdyrbrug	Kilde	Bemærkning
Staldforsurings effekt på lattergas pga. nitrifikationshæmning									
66	Kg ammonium N per ton gylle jf. Normtal	2,77	2,50	2,79					
67	Ton ammonium N i alt, inklusive sparet N i handelsgødning	4.587	4.603	8.988	18.177				
68	Klimaeffekt per ton ammonium, ton CO <sub>2</sub> e per ton ammonium N	1,87	1,87	1,87					
69	Klimaeffekt i alt, ton CO <sub>2</sub> e	8.578	8.607	16.807	33.992				
70	Værdi per ton CO <sub>2</sub> e, kr.	469	469	469					
71	Værdi i alt, 1.000 kr.	4.023	4.037	7.882	15.942				
72	Værdi i alt, korrigeret for usikker sammenhæng mellem nitrifikationshæmnings effekt og jordtyper, 1.000 kr.	2.012	2.018	3.941		7.971			



---

Nærværende rapport om "Staldforsuring som instrument til implementering af dansk klimapolitik" analyserer effekter af staldforsuring for samfundet og for landbrugssektoren, inklusive effekter på økonomi, klima og miljø. Blandt væsentlige konklusioner er at staldforsuring i et omfang som foreslået af Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren vil give reduktioner i udledninger af klimagasser på knap 186.000 tons CO<sub>2e</sub> per år, hvilket for Danmark vil have en positiv nettoværdi på 1.401 kr. per ton CO<sub>2e</sub> når man medregner en række afledte effekter.

Rapporten er rekvireret af JH Agro A/S, som har ønsket en *second opinion* til rapporten fra Klimapartnerskabet for Fødevarer- og Landbrugssektoren, som blev publiceret i foråret 2020.

Organe Institute ApS arbejder i almenvællets interesse med forskning og innovation vedrørende politikker og markeder relateret til landbo-fødevarerektoren som et ikke-profitkabende privat forskningsinstitut der primært er finansieret af offentlige midler.

---