

KLIMATEFFEKT VID GÅSTÄT LAGRING AV SPANNMÅL

*Jämfört med traditionell torkning och lagring på
planlager eller i silo*



Innehåll

Klimat effekt vid gastät lagring av spannmål jämfört med traditionell torkning och lagring på planlager	2
Klimat effekt vid gastät lagring av spannmål (uppsamling)	2
1. Klimatbelastning vid odling av foderspannmål i Danmark	3
2. Nedtorkningsbehov och klimatbelastning vid torkning	5
3. Andningsförlust	11
4. Fodervärde hos gastät lagrad spannmål och betydelse för klimatbelastning	12
5. Tidigare etablering av fånggrödor	14
Referenser	15
Bilaga 1 Klimatbelastning vid odling av vintervete och vårkorn	16
Lustgasemissioner	16
Fosfor- och kaliumgödselmedel	16
Kalkning	17
Framställning av pesticider	17
Bränsleförbrukning	17
Elförbrukning i samband med vattning	17

Klimat effekt ved gastät lagring av spannmål jämfört med traditionell torkning och lagring på planlager

I denna rapport har man utarbetat en uppskattning mellan emissioner av växthusgaser vid gastät förvaring av spannmål respektive traditionell torkning och lagring på planlager. Uppskattningen kan ingå i en utvärdering av gastät förvaring som en metod för att reducera klimatbelastningen vid boskapsproduktion.

Analysen är baserad på principerna från livscykelanalyser och omfattar följande delanalyser:

- Sammanställning av emissioner av växthusgaser vid odling av foderspannmål i Danmark.
- Analys av nedtorkningsbehov av spannmål skördad i nationella studier över ett antal år från 1992–2018.
- Emission av växthusgaser vid traditionell torkning och lagring av spannmål.
- Eventuella skillnader i andningsförlust i spannmål vid gastät respektive traditionell spannmålslagring.
- Foderplan till slaktgrisar med gastät respektive traditionellt lagrad spannmål.
- Uppskattning på samlad effekt av emission av växthusgaser vid gastät lagring av spannmål.

Klimat effekt ved gastät lagring av spannmål (uppsamling)

Man utgår ifrån en situation med traditionell torkning av spannmål som ingår i foder till slaktgrisar. Denna situation kan jämföras med en foderplan i vilken man använder vintervete och vårkorn som lagrats gastätt. Klimatbelastningen från de två lagringssystemen skiljer sig primärt åt på tre områden:

- energiförbrukningen för torkning
- smältbarhet av spannmålen
- förlust av torrs substans genom andning.

Tabell 1: Samlad uppställning av klimatpåverkan i fyra scenarier.

	Sedvanlig uppskattning för torkningsbehov*	Torkningsbehov nationella studier	Torkningsbehov fältförsök + 1 %	Torkningsbehov 3 %**
Genomsnittlig vattenprocent vid skörd, %	16,50	16,87	16,56	18,00
Vattenmängd som torkas bort, kg/hkg spannmål	1,76	2,20	2,97	3,53
CO ₂ -emission från eldningsolja för torkning, kg CO ₂ -ekv per hkg	0,34	0,43	0,58	0,69
CO ₂ -emission från elförbrukning för torkning (luftfläkt), kg CO ₂ -ekv per hkg	0,09	0,11	0,14	0,16
CO ₂ -emission från elförbrukning för kylning (luftfläkt), kg CO ₂ -ekv per hkg	0,014	0,014	0,014	0,014
CO ₂ -emission från total energi, kg CO ₂ -ekv per hkg kärna	0,45	0,55	0,73	0,86
Eventuell mindre andningsförlust (estimerad till 1 %), kg CO ₂ -ekv per hkg	0,29	0,29	0,29	0,29
Ökat fodervärde (högre smältbarhet), kg CO ₂ -ekv per hkg	0,51	0,51	0,51	0,51
Total klimat effekt ved gastät lagring, kg CO₂-ekv per hkg kärna	1,25	1,35	1,53	1,66
Reduktion av klimatpåverkan ved gastät lagring av spannmål i procent	4,3	4,7	5,3	5,7

*DCA, 2016; **Hansen och Winther, 2015

Klimateffekten av gastät lagring av spannmål motsvarar en reduktion av den samlade klimatbelastningen vid odling av spannmål med traditionell torkning på 4,3–5,7 %.

Det är värt att understryka att beräkningarna på klimat effekt som följer av ökat fodervärde och mindre andningsförlust är baserade på ett osäkert dataunderlag. De beräknade klimat effekterna ska därför tolkas som en möjlig potential. En egentlig dokumentation för de uppskattade klimat effekterna kräver närmare undersökningar.

Nedan följer en närmare redogörelse av resultaten som presenterats ovan.

1. Klimatbelastning vid odling av foderspannmål i Danmark

Klimatbelastningen från odling av spannmål ingår i denna analys eftersom de två lagringssystemen potentiellt genererar olika utbyten efter lagring som följer av olika andningsförluster. Klimatbelastningen är beräknad för vintervete och vårkorn.

Tabell 2: Klimatbelastning vid odling av vintervete och vårkorn från gård angivet i CO₂-ekv per ha och per hkg kärna. "Sand" är jordtyperna JB 1–4; Lera: JB 5–8 (SEGES egna beräkningar modifierade från Piil och Hvid, 2017).

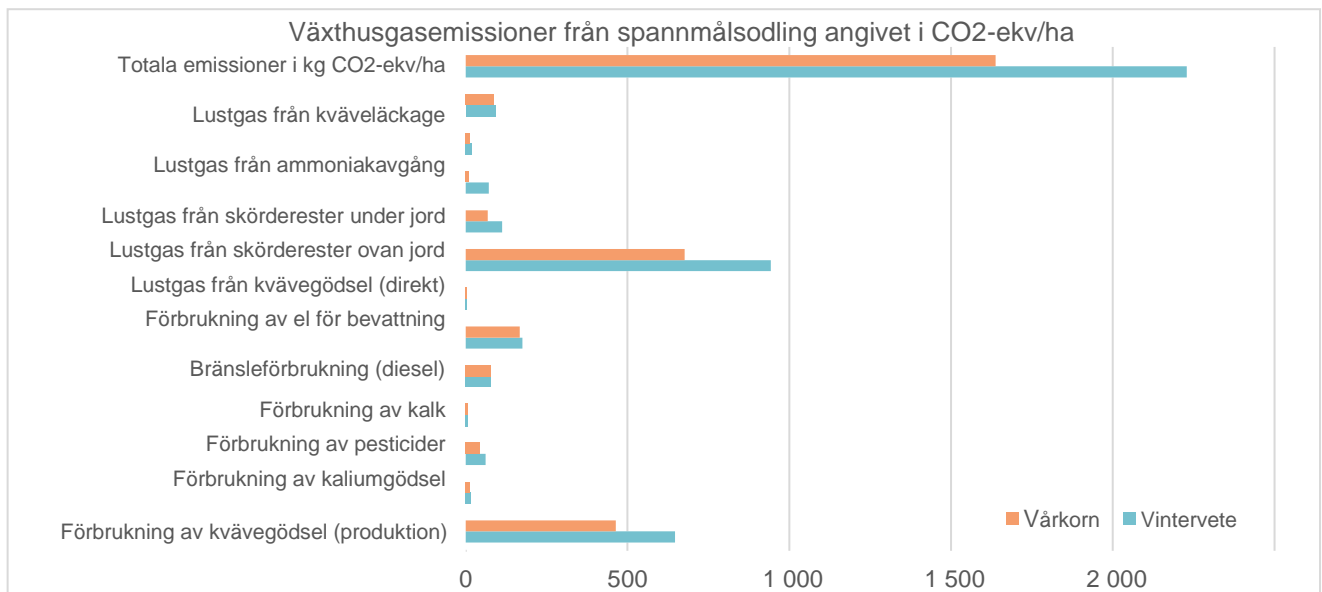
		Sand	Lera	Hela Danmark
Vintervete	Kg CO ₂ -ekv/ha	2 081	2 348	2 233
	kg CO ₂ -ekv per hkg	31	27	29
Vårkorn	Kg CO ₂ -ekv/ha	1 621	1 678	1 642
	Kg CO ₂ per hkg	30	25	29

Uppställningen av klimatbelastningen är baserad på LCA-principer, vilket innebär att de växthusgasemissioner som är kopplade till produktion och transport av hjälpämnen (gödsel, bränsle, pesticider etc.) också är medräknade.

Klimatbelastningen beräknas från gård före eventuell torkning, vilket innebär att växthusgasemissioner i samband med torkning, lagring och transport av spannmålen, bortsett från hemtransport från marken, inte ingår.

Spannmålsodling i Danmark åtföljs av krav om odling av fånggrödor. Klimatpåverkan från odling av fånggrödor ingår inte i uppställningen som visas i tabell 2.

Eventuella ändringar i koldioxidlagringen i jorden ingår inte i tabell 2.



Figur 1: Växthusgasemissioner angivet i kg CO₂-ekv/ha för odling av spannmål i Danmark. SEGES egna beräkningar modifierade från Piil och Hvid, 2017.

Klimatpåverkan från odling av spannmål per ha visas i figur 1. Lustgasemissioner från produktion och spridning av gödsel utför de största emissionskällorna. De detaljerade förutsättningarna för beräkning av klimatbelastningen vid odling av foderspannmål i Danmark framgår av bilaga 1.

2. Nedtorkningsbehov och klimatbelastning vid torkning

Vid traditionell lagring av spannmål i planlager eller silo är vattenprocenten avgörande för att bevara spannmålets kvalitet. Nedtorkningsbehovet för spannmål varierar från år till år. Energiförbehovet för torkning varierar med behovet. Det finns dock ingen statistik över vattenprocent i spannmål vid skörd och därmed nedtorkningsbehov.

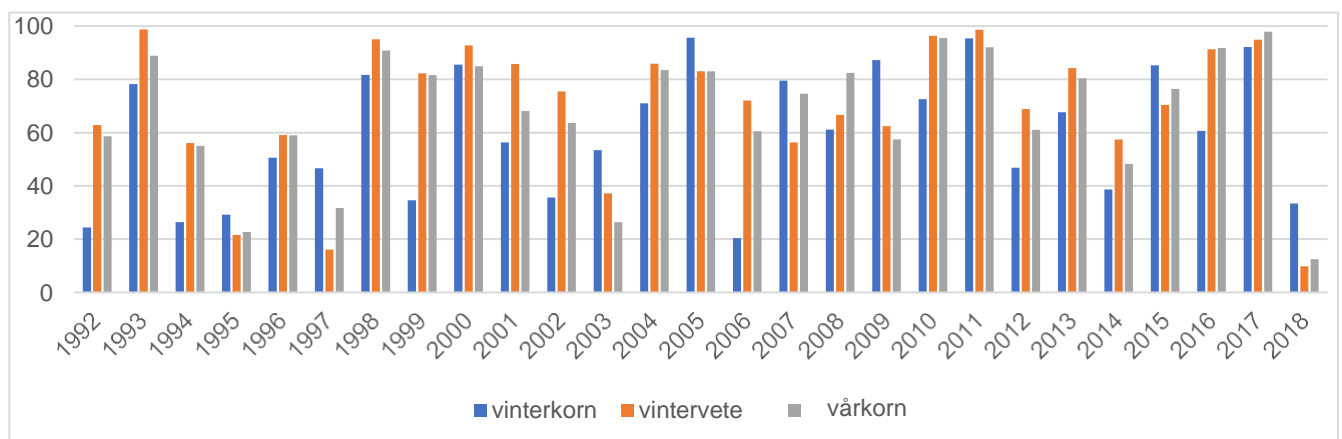
Därför är resultaten av denna analys presenterade i fyra scenarier som representerar olika nedtorkningsbehov.

I DCA, 2016 har beräkningar av energiförbrukningen för torkning gjorts baserat på ett uppskattat nedtorkningsbehov på 1,5 procentenheter. Denna uppskattning ligger till grund för tidigare beräkningar av energiförbrukning för torkning (scenario 1).

SEGES har som grund för denna analys genomfört en uppställning av de uppmätta vattenprocenten i fältförsök med vintervete, vinterkorn och vårkorn under perioden 1992–2018 (scenario 2). Dessutom har man räknat på en övertorkning motsvarande 1 procentenhet (scenario 3). Övertorkning kan i praktiken förekomma på plantorkningsanläggningar som en säkerhetsåtgärd och för att kompensera för en ojämn nedtorkning i stora anläggningar. Slutligen har man på bakgrund av Hansen och Winther (2015) räknat på ett nedtorkningsbehov på 3 procentenheter (scenario 4).

DLG:s kvalitetschef meddelar (i personligt meddelande) att i genomsnitt ca 50 % spannmålsintaget har ett nedtorkningsbehov och att den genomsnittliga vattenprocenten i denna andel av spannmålen som har ett nedtorkningsbehov förmodligen ligger på mellan 17 och 18 %. Detta ger ett genomsnitt för årligt nedtorkningsbehov för hela intaget av spannmål på 1–1,5 procentenheter.

I figur 2 visas andelen av nationella studier som skördades med en vattenprocent över 15 och som därmed skördades med nedtorkningsbehov. Mätdata ingår från 14 833 provningar utförda över hela landet.



Figur 2: Andelen nationella studier av vinterkorn, vintervete och vårkorn skördade med en vattenprocent på >15 % under perioden 1992–2018 (angivet i procent). Totalt 14 833 nationella studier.

Tabell 3 visar det genomsnittliga nedtorkningsbehovet fördelat på år och gröda, dels beräknat på bakgrund av data från nationella studier (scenario 2), dels scenario 2 plus 1 procentenhet (scenario 3).

Det är inte säkert att nedtorkningsbehovet i de nationella studierna helt speglar nedtorkningsbehovet i praktiken då vattenprocenten i spannmålen inte är så viktig för val av skördetidpunkt i studierna. Variationen i nedtorkningsbehov mellan år bedöms däremot vara representativ.

Nedan har man räknat med både den föregående uppskattningen för nedtorkningsbehov på 1,5 procentenheter (DCA, 2016), uppskattningen från nationella studier av vintervete på 1,87 procentenheter, uppskattningen från nationella studier på vintervete plus 1 procentenhet och ett nedtorkningsbehov på 3 procentenheter (Hansen och Winther, 2015) jämfört med tabell 2.

Tabell 3: Nedtorkningsbehov i nationella studier från 1992–2018 som genomsnitt för alla studier, dvs. både försök med och utan torkningsbehov (scenario 1). Genomsnittligt nedtorkningsbehov i nationella studier från 1992–2018 + 1 % (scenario 3).

År	Andel försök med nedtorkningsbehov		Scenario 2		Scenario 3	
	Vintervete	Vårkorn	Vinter-vete	Vårkorn	Vinter-vete	Vårkorn
1992	63	59	1,52	1,39	2,15	1,98
1993	99	89	3,26	2,83	4,25	1,77
1994	56	55	1,40	1,22	1,96	1,77
1995	22	23	0,28	0,58	0,49	0,80
1996	59	59	1,57	1,18	2,16	1,77
1997	16	32	0,27	0,62	0,43	0,94
1998	95	91	3,19	3,56	4,14	4,47
1999	82	82	2,07	2,10	2,90	2,92
2000	93	85	3,05	2,46	3,98	3,31
2001	86	68	2,80	1,97	3,65	2,65
2002	75	64	1,67	1,23	2,43	1,86
2003	37	26	0,53	0,39	0,90	0,65
2004	86	83	2,56	2,78	3,42	3,61
2005	83	83	1,78	1,85	2,61	2,68
2006	72	61	1,90	1,39	2,62	2,00
2007	56	75	1,30	1,90	1,86	2,64
2008	67	82	2,05	3,00	2,72	3,83
2009	62	57	1,22	1,13	1,84	1,70
2010	96	95	2,77	3,44	3,73	4,40
2011	99	92	3,61	3,32	4,60	4,24
2012	69	61	1,73	1,61	2,42	2,22
2013	84	80	1,77	1,63	2,61	2,43
2014	57	48	1,36	0,94	1,94	1,43
2015	70	76	1,62	2,14	2,32	2,90
2016	91	92	2,30	2,68	3,21	3,60
2017	95	98	2,64	3,10	3,59	4,08
2018	10	13	0,07	0,16	0,16	0,29
Genom-snitt			1,86	1,87	2,56	2,55

Energiförbrukning för torkning

Energiförbrukning vid traditionell torkning av spannmål är beräknad mot bakgrund av torkningsbehovet för vårkorn och vintervete i nationella studier under perioden 1992–2018. Det genomsnittliga nedtorkningsbehovet för vintervete respektive vårkorn var 1,86 och 1,87 procentenheter i scenario 2 och 2,38 och 2,70 procentenheter i scenario 3, vilket visas i tabell 3. Dessutom beräknas ett torkningsbehov på 3 procentenheter i scenario 4.

Tabell 4: Torkningsbehov i de 4 scenarierna.

	Torkningsbehov 1,5 % (DCA, 2016)	Torkningsbehov nationella studier	Torkningsbehov nationella studier + 1 %	Torkningsbehov 3 % (Hansen och Winther, 2015)
Genomsnittlig vattenprocent vid skörd	16,5 %	16,87 %	16,56	18
Önskad vattenprocent	15,0 %	15,0 %	14,0 %	15,0 %
Nedtorkningsbehov, procentenheter	1,5	1,87	2,56	3
Vattenmängd som ska torkas bort, kg/hkg torkad spannmål	1,76	2,20	2,97	3,53

I DCA, 2016 anges en energiförbrukning för torkning med torkfläkt och oljebrännare. Energiförbrukningen är angiven till 0,7 och 2,7 MJ per kg förångat vatten för drift av fläkt respektive oljebrännare. En uppskattad energiförbrukning motsvarande 0,1 kWh per hkg spannmål för drift av omrörare tillkommer.

CO₂-emission från förbrukning av olja för torkning

I beräkningen inkluderas ett utsläpp på 0,266 kg CO₂ per kWh vid användning av eldningsolja.

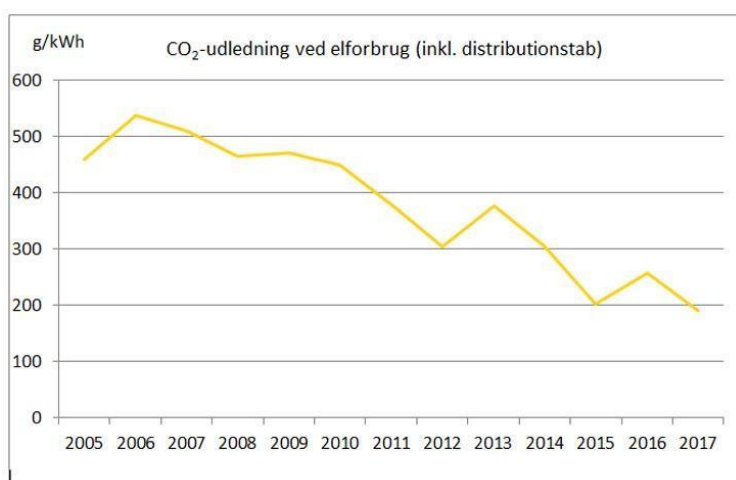
Tabell 5: Energiförbrukning och emissioner från olja för torkning.

	Torkningsbehov 1,5 % (DCA, 2016)	Torkningsbehov nationella studier	Torkningsbehov nationella studier + 1 %	Torkningsbehov 3 % (Hansen och Winther, 2015)
Genomsnittlig vattenprocent vid skörd	16,5	16,87	16,56	18
Vattenmängd som ska torkas bort, kg/hkg torkad spannmål	1,76	2,20	2,97	3,53
Energiförbrukning eldningsolja, MJ per hkg (2,7 MJ/kg vatten)	4,80	5,97	8,06	9,57
Energiförbrukning eldningsolja, kWh per hkg	1,3	1,61	2,18	2,58

CO ₂ -emission från eldningsolja, kg CO ₂ per hkg (0,266 kg CO ₂ /kWh)	0,34	0,43	0,58	0,69
---	------	------	------	------

CO₂-emission från förbrukning av el för torkning och omrörning

Utsläpp av CO₂ från användning av el är beroende av hur den förbrukade elen produceras. I takt med att andelen el från förnybara energikällor ökar sjunker CO₂-emissionen per kWh el. I DCA-rapporten "Miljøteknologier i det primære jordbrug – driftsøkonomi og miljøeffektivitet" från 2016 räknar man med en emission på 0,351 kg CO₂ per kWh. I Energistyrelsens "Nøgletal om energiforbrug og -forsyning" från 2017 anges en emission på 0,206 kg CO₂ per förbrukat kWh. Enligt de senaste sammanställningarna, jämför figur 3, har CO₂-emissionen kommit under 0,2 kg per kWh. Nedan har man räknat med 0,206 kg CO₂ per kWh.



Figur 3: Utveckling i CO₂-utsläpp vid elförbrukning, g CO₂ per kWh, Energinet, 2017.

Tabell 6: CO₂-emission från förbrukning av el för torkning och omrörning

	Torknings- behov 1,5 % (DCA, 2016)	Torknings- behov nationella studier	Torknings- behov nationella studier + 1 %	Torknings- behov 3 % (Hansen och Winther, 2015)
Genomsnittlig vattenprocent vid skörd, %	16,50	16,87	16,56	18,00
Vattenmängd som ska torkas bort, kg/hkg torkad spannmål	1,76	2,20	2,97	3,53
Energiförbrukning för luftfläkt, MJ per hkg (0,7 MJ/kg vatten)	1,24	1,54	2,08	2,47
Energiförbrukning för luftfläkt, kWh per hkg (3,6 MJ/kg vatten)	0,33	0,42	0,56	0,67
Elförbrukning för omrörare per hkg	0,1	0,1	0,1	0,1
Total elförbrukning för torkning och omrörning per hkg	0,43	0,52	0,66	0,77
CO ₂ -emission från elförbrukning, kg CO ₂ per hkg (0,206 kg CO ₂ /kWh)	0,09	0,11	0,14	0,16

CO₂-emission från förbrukning av el till kylning

Både vattenprocent och temperatur är avgörande för om spannmålen kan lagras säkert i planlager eller i icke gastät silo. Därtill ska en förväntad elförbrukning för att blåsa kalluft i spannmålen räknas med. I Kristensen och Gundtoft (2003) uppskattas att den tid som krävs för att blåsa kalluft i spannmålen motsvarar 0,5 timmar per hkg vid den rekommenderade luftkapaciteten. Det medför en elförbrukning i storleksordningen 0,07 kWh per hkg. Det motsvarar 0,014 kg CO₂ per hkg.

Total CO₂-emission vid torkning och kylning

Det framgår av nedanstående tabell att huvuddelen av emissionen av CO₂ vid torkning av spannmål kommer från oljeförbrukning för uppvärmning av inblåsluften.

Tabell 7: Total CO₂-emission vid torkning och kylning av spannmål.

	Torknings- behov 1,5 % (DCA, 2016)	Torknings- behov nationella studier	Torknings- behov nationella studier + 1 %	Torknings- behov 3 % (Hansen och Winther, 2015)
Genomsnittlig vattenprocent vid skörd, %	16,50	16,87	16,56	18,00
Vattenmängd som ska torkas bort, kg per hkg torkad spannmål	1,76	2,20	2,97	3,53
CO ₂ -emission från eldningsolja för torkning, kg CO ₂ -ekv per hkg	0,34	0,43	0,58	0,69
CO ₂ -emission från eldningsolja för torkning (luftfläkt), kg CO ₂ -ekv per hkg	0,09	0,11	0,14	0,16
CO ₂ -emission från eldningsolja för kylning (luftfläkt), kg CO ₂ -ekv per hkg	0,014	0,014	0,014	0,014
CO₂-emission från total energi, kg CO₂-ekv per hkg kärna	0,45	0,55	0,73	0,86

3. Andningsförlust

Spannmål anses vara lagerfast vid icke gastät lagring när vattenprocenten är under 15 och temperaturen är högst 7–8 °C. Under dessa förhållanden är andningsförlusten under traditionell lagring blygsam. Från skörd av spannmålen och tills all spannmål har torkats och kylts till max. 7–8 °C går en viss tid som är beroende av väderförhållandena det aktuella året. I spannmål som avser en vattenprocent över 15 och/eller en temperatur över 7–8 °C sker en andningsförlust. Det finns ingen sammanställning över hur stor denna andningsförlust är i praktiken. Utländska undersökningar visar att andningsförlusten kan vara betydlig.

Vi uppskattar att det i genomsnitt sker en mindre andningsförlust vid gastät lagring av spannmål än vid traditionell lagring i planlager eller silo. Vi känner inte till de faktiska skillnaderna i andningsförlusten men har räknat på en reducerad andningsförlust motsvarande 1 % av torrsubstansen.

Vid gastät lagring kan under riskår, när vattenprocenten i spannmålen är låg, CO₂ tillsättas till silon för att förtränga syret och därmed stoppa andningsprocesserna.

Andningsförlusten medför ett reducerat torrsubstansutbyte från lager och en motsvarande ökad klimatbelastning per hkg kärna.

I avsnitt 1 är emissionen av växthusgaser vid odling av vintervete i Danmark beräknad till 29 kg CO₂-ekv per hkg kärna. Om det vid gastät lagring i genomsnitt släpps ut en andningsförlust på antingen 0,5 %, 1,0 % eller 1,5 %, motsvarar detta en reducerad emission av växthusgaser på 0,145, 0,290 och 0,435 kg CO₂-ekv per hkg kärna.

4. Fodervärde hos gasttät lagrad spannmål och betydelse för klimatbelastning

Gasttät lagring av spannmål ökar enligt Poulsen (2010) smältbarheten av protein och fosfor. Resultaten kommer från en mindre smältbarhetsundersökning under 2010 som inkluderade totalt 16 grisar. Undersökningen visade att proteinsmältbarheten ökade från 78,2 % till 80,7 %. För fosfor ökade smältbarheten från 41,4 % till 46 %.

Tabell 8: Resultat från smältbarhetsundersökning med foderblandning där spannmålsdelen bestod av torkad spannmål respektive gasttät lagrad spannmål (Poulsen, 2010).

	Kontrol (tor)	Gasttæt (forsøg)	
Fordøjelighed af:			
Tørstof, %	82,9	83,5	NS
Protein, %	78,2	80,7	p = 0,10
Fosfor, %	41,4	46,0	p < 0,01
Calcium, %	38,9	40,3	NS
Energi, %	81,7	82,3	NS
FES/kg tørstof	1,13	1,14	NS

På basis av resultaten av smältbarhetsundersökningen som visas i tabell 8 har SEGES utarbetat en avstämd foderplan till slaktgrisar baserat på värdena för torkad spannmål respektive gasttät lagrad spannmål (tabell 9).

Den ökade smältbarheten av fosfor medför ett reducerat behov av att tillsätta kalciumdivätefosfat till foderblandningen motsvarande 0,19 procentenheter. Det reducerar utsöndringen av fosfor i boskaps gödsel. Huruvida detta resulterar i en klimateffekt eller ej beror på om den reducerade fosforutsöndringen i boskaps gödsel medför en ökad användning av fosfor i kommersiella gödningsmedel på marken. Det är en liten positiv klimateffekt om den lägre fosforutsöndringen enbart reducerar fosforöverskottet i jordbruksjorden och inte ökar förbrukningen av fosfor i kommersiella gödningsmedel.

Den ökade proteinsmältbarheten som följer av gasttät lagring av spannmålen gör det möjligt att minska användning av sojamjöl och öka mängden vete något. Detta har en netto positiv klimateffekt då effekten från den reducerade mängden sojamjöl är större än effekten av den ökade vetemängden. Klimatbelastningen för produktion av sojamjöl är hämtad från Mogensen et al. (2018) och motsvarar 0,665 kg CO₂-ekv/kg sojamjöl (utan direkt och indirekt förändrad markanvändning).

Den ökade proteinsmältbarheten och det därav följande utbytet av sojamjöl mot vete leder dessutom till en lätt ökad tillsättning av aminosyrorna lysin HCL och treonin till foderblandningen motsvarande 0,02 respektive 0,01 %. Det har inte varit möjligt att få fram siffror för klimatbelastningen från lysin HCL och treonin. Effekten förväntas vara blygsam.

	Effekt på emission av växthusgaser
Överkonsumtion av vete 1,18 kg x 0,29 kg CO ₂ /kg	0,3422 kg CO ₂ -ekv
Överkonsumtion av sojamjöl 1,13 kg x 0,665 kg CO ₂ /kg	-0,7515 kg CO ₂ -ekv
Ändrad växthusgasemission per 100 kg foderblandning	-0,4093 kg CO ₂ -ekv
Ändrad växthusgasemission per hkg foderspannmål	-0,5122 kg CO ₂ -ekv

Tabell 9: Foderblandning till slaktgrisar baserad på spannmål med smältbarheter motsvarande resultaten i tabell 8 för torkad spannmål respektive gastät lagrad spannmål. Utarbetad av SEGES.

Blandning	Kontroll	Gastät	
Norm	30–110 kg	30–110 kg	Skillnad
Spannmål	Torkad	Gastät	
Spannmålets vattenprocent	15 % vatten	15 % vatten	
Fytas	Nej	Nej	
FK fosfor vid 0 fytas	49,5	54,40	4,90
FK råprotein	84,8	87,30	2,50
Sammansättning i %:			
Vårkorn (genomsnitt 2015–17)	30,00	30,00	
Vete (genomsnitt 2015–17)	48,72	49,90	1,18
Sojamjöl	12,21	11,08	-1,13
Solrosmjöl	5,00	5,00	
Palmolja	1,00	1,00	
Foderkalk	1,15	1,25	
Kalciumdivätefosfat	0,82	0,63	-0,19
Natriumklorid	0,39	0,40	0,01
Lysin-HCL	0,35	0,37	0,02
Metionin	0,04	0,04	
Treonin	0,12	0,13	0,01
Vitaminpremix	0,20	0,20	
Innehåll			
Torrsubstans %	86,09	86,03	
Råprotein %	15,04	14,66	-0,38
Råfett	3,19	3,19	
FEsv per 100 kg	106,33	106,68	
Fosfor g/kg	5,37	4,90	-0,47
Pris DKK/ 100 kg	166,23	164,56	-1,67
Pris DKK/ 100 FEsv	156,33	154,26	-2,07

Den ekonomiska betydelsen av de högre smältbarheterna efter gastät lagring av spannmålen beräknas och framgår i tabell 9. Den prismässiga besparingen på 1,67 danska öre per kg foder kan fördelas på ca 1 danskt öre för högre proteinsmältbarhet och ca 0,67 danska öre för högre fosforsmältbarhet. Det motsvarar ca 2,09 DKK per hkg kärna vid gastät lagring, vilket åter motsvarar ca 4 DKK per producerad slaktgris.

5. Tidigare etablering av fånggrödor

Gastät lagring av spannmål ökar antalet skördetimmor per dygn, eftersom en högre vattenprocent i spannmålen kan accepteras än vid traditionell lagring av spannmål. Därmed kan skörden potentiellt genomföras på kortare tid, vilket gör det möjligt att etablera fånggrödor tidigare med ett större kväveupptag som följd.

Med korsblommiga fånggrödor kan man förvänta ett ökat kväveupptag som motsvarar 2 kg N/ha för varje dag i augusti som fånggrödan etableras tidigare. För gräs gäller att kväveupptaget ökar med 1kg N/ha för varje dag fånggrödan etablerats tidigare. Det sker en motsvarande ökning av CO₂-upptaget i fånggrödan vid tidigare etablering.

Både ett ökat kväveupptag och en ökad biomassaproduktion i fånggrödan har en positiv klimateffekt. Detta är inte inräknat i den uppskattade klimateffekten av gastät lagring eftersom det är osäkert i vilket omgång det rent faktiskt sker en tidigare etablering av fånggrödor i verksamheter med gastät lagring av spannmål.

Referenser

Dalgaard, R., Halberg, N., Hermansen, J.E., 2007. Danish pork production. An environmental assessment. DJF Animal Science No. 82

DCA. 24 maj 2016. Miljøteknologier I det primære jordbrug – driftsøkonomi og miljøeffektivitet.

Miljøstyrelsen, 2017. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2016. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/11/978-87-93614-41-3.pdf>

Energistyrelsen, 2017. <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/noegletal-og-internationale-indberetninger>

Hansen, N.M. 2017. Statistik for kalkforbruget i 2017. Ej publicerad.

Hansen, M.T. og Winther, E.B. 2015. Standardforudsætninger - til VE til proces-ansøgningsmateriale. Energistyrelsen
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/VEP_ordning/ve-proces_standardvaerdier_final.pdf

Kristensen, E.F. og Gundtoft, S. 2003. Tørring af korn i lagertørringsanlæg. Grøn Viden nr. 282.
<https://pure.au.dk/ws/files/456215/gvm282.pdf%20.%20Valget%20p%C3%A5%202,7>

Poulsen, H.D. 2010. Næringsværdien i gastæt lagret korn sammenlignet med lagerfast Korn. Institut for husdyrbiologi og -sundhed. Det jordbrugsvidenskabelige fakultet, Aarhus Universitet

Piil, K. og Hvid, S.K. 2017. Klimapåvirkning ved dyrkning af korn i Danmark.

Mogensen, L., Knudsen M.T., Dorca-Preda T., Nielsen N.I., Kristensen I.S. og Kristensen T. 2018. Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg – metoder og tabelværdier. DCA rapport nr. 116,

Bilaga 1 Klimatbelastning vid odling av vintervete och vårkorn

Beräkningen av klimatbelastningen från odling av vintervete och vårkorn är baserad på de förutsättningar som presenteras nedan.

Lustgasemissioner

Lustgasemissioner utgör en stor del av klimatbelastningen från odling av spannmål. Det finns fyra väsentliga källor till lustgasemissioner:

- tillförsel av gödsel
- kväveläckage
- ammoniakavgång
- omsättning av växtrester ovan och under jord.

Den viktigaste källan till emissioner i samband med odling av spannmål är lustgasemissioner från framställning och tillförsel av kvävegödselmedel. Emission från tillförsel av kvävegödselmedel beräknas som 1 % av tilldelat kg N (IPCC, 2006).

Tabell 1: Emission av lustgas från produktion och tillförsel av kommersiella gödningsmedel uppdelat per jordtyp enligt nuvarande kvävestandarder, kg CO₂-ekv per ha

	JB1	JB2	JB3	JB4	JB1–4	JB5	JB6	JB7	JB8	JB11
Vintervete	1 404	1 451	1 404	1 451	1 615	1 662	1 662	1 756	1 756	1 451
Vinterkorn	1 419	1 341	1 419	1 341	1 498	1 521	1 521	1 607	1 607	1 341
Vårkorn	1 113	1 074	1 113	1 074	1 255	1 137	1 137	1 184	1 184	1 074

Ammoniakavgången från kommersiella gödningsmedel utgör 2,2 % av den tillförda mängden kväve (Elsgaard, 2015). Standardemissionsfaktorn för nedfall av ammoniak är enligt IPCC (2006) 0,01 kg N₂O-N/kg NH₃-N.

Tabell 2: Emission från ammoniakavgång, kg CO₂-ekv per ha

	JB1	JB2	JB3	JB4	JB1–4	JB5	JB6	JB7	JB8	JB11
Vintervete	18,3	18,9	18,3	18,9	21,1	21,7	21,7	22,9	22,9	18,9
Vinterkorn	18,5	17,5	18,5	17,5	19,5	19,9	19,9	21,0	21,0	17,5
Vårkorn	14,5	14,0	14,5	14,0	16,4	14,8	14,8	15,5	15,5	14,0

Tabell 3: Emissioner från urlakning, kg CO₂-ekv per ha (beräknad med kalkyleringsmetoden N-LES4).

	JB1	JB2	JB3	JB4	JB1–4	JB5	JB6	JB7	JB8	JB11
Vintervete	152	132	135	111	0	100	92	79	45	10
Vinterkorn	152	132	135	111	0	99	91	79	45	10
Vårkorn	157	143	140	119	0	107	101	86	49	11

Fosfor- och kaliumgödselmedel

Emissionen från fosfor- och kaliumgödselmedel beräknas från den mängd som försvinner i kärnutbytet. Tilldelning av P och K överstiger minskningen i kärnan men antas vara tillgänglig för den efterföljande grödan. Det sker även ett utsläpp i halm som bärgas. Detta räknas inte med eftersom förbrukning av fosfor och kalium till halmproduktion ska räknas till halmens användning som t.ex. strö eller energiproduktion, jämför med den generella avgränsningen av analysen.

Tabell 4: Emission från P och K kg CO₂-ekv per ha

	JB1	JB2	JB3	JB4	JB1–4	JB5	JB6	JB7	JB8	JB11
Vintervete	53,3	67,1	53,3	67,1	71,1	84,9	84,9	89,8	89,8	67,1
Vinterkorn	55,6	59,7	55,6	59,7	63,7	78,9	78,9	83,9	83,9	59,7
Vårkorn	46,5	53,6	46,5	53,6	58,7	65,7	65,7	69,8	69,8	53,6

Kalkning

Det finns ingen tillgänglig statistik över användning av kalk i de enskilda regionerna eller på de olika jordtyperna. På rikstäckande nivå i Danmark har det i genomsnitt för perioden 2007–2017 använts 449 000 ton kalk (CaCO₃) per år (Hansen, 2017). Det motsvarar 170 kg per ha. De direkta emissionerna från användning av kalk kan beräknas med emissionsfaktorn 0,12 kg CO₂-C/kg CaCO₃. Till detta tillkommer utvinning och transport (0,019 kg/kg CaCO₃). Användning av exklusiv kalkleverans ger därmed upphov till en emission av växthusgaser på 78 kg CO₂-ekv per ha odlad areal.

Framställning av pesticider

Under perioden 2010–2016 var den genomsnittliga användningen av verksamt ämne i dansk odling 1,11 kg/ha (Miljøstyrelsen, 2017). Det finns ingen tillgänglig statistik över användningen i de enskilda regionerna eller för de olika grödorna. Emission av växthusgaser vid produktion av pesticider kan uppskattas till 5,37 kg CO₂-ekv per kg verksamt ämne (Elsgaard, 2015). Användning av exklusiv leverans av pesticider ger därmed upphov till en emission av växthusgaser på 6,0 kg CO₂-ekv per ha.

Bränsleförbrukning

Bränsleförbrukningen är hämtad från Pill, 2017.

Elförbrukning i samband med vattning

Elförbrukning för vattning av mark uppskattas till 4,6 kWh/mm/ha (Pill, 2017). Emissionen av växthusgaser per kWh är hämtad från Energistyrelsens siffror från 2017 och motsvarar 206 g CO₂-ekv per kWh (Energistyrelsen, 2017).

**KLIMATEFFEKT VID GASTÅT LAGRING AV
SPANNMÅL
– JÄMFÖRT MED TRADITIONELL TORKNING OCH
LAGRING PÅ PLANLAGER ELLER I SILO**

är utgiven

av

SEGES

Landbrug & Fødevarer

F.m.b.A. Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

+45 8740 5000

seg.es.dk

UTARBETAD AV

PlantelInnovation, SEGES

Författare

Søren Kolind Hvid, SEGES, PlantelInnovation

Anna Marie Thierry, SEGES, PlantelInnovation

December 2019

200 Aarhus N

+45 8740 5000
info@seges.dk
seges.dk

