

# Omkostninger ved fastsættelse af zinklofter med udgangspunkt i nuværende zinkudskillelse og ved forskellige lofter for fosfortilførsel

2017



Omkostninger ved fastsættelse af zinklofter med udgangspunkt i nuværende zinkudskillelse og i forskellige lofter for fosfortilførsel.  
er udgivet af  
SEGES P/S  
Planter & Miljø  
Agro Food Park 15, Skejby  
DK 8200 Aarhus N

Kontakt  
Leif Knudsen, lek@seges.dk  
D +45 8740 5428  
Redaktion  
Leif Knudsen, SEGES Planter & Miljø  
Torkild S. Birkmose, SEGES Planter & Miljø

Forsiden: Foto af Torkild S. Birkmose, SEGES Planter & Miljø

## Indhold

<b>KONKLUSION .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INDLEDNING.....</b>	<b>5</b>
1.1 BORTFØRSEL AF ZINK MED AFGRØDERNE .....	6
<b>2. ZINK I HUSDYRGØDNING FRA FORSKELLIGE HUSDYRGØDNINGER .....</b>	<b>6</b>
2.1 TILFØRSEL AF ZINK VED FORSKELLIGE FOSFORLOFTER.....	7
<b>3. KONSEKVENSER AF LOFT OVER UDBRINGNING AF ZINK .....</b>	<b>9</b>
3.1 SLAGTESVIN .....	9
3.2 SØER MED SMÅGRISE TIL 7,1 KG.....	10
3.3 SMÅGRISE 7,1-31 KG .....	12
3.4 SØER MED SMÅGRISE TIL 31 KG.....	13
3.5 SMÅGRISE OG SLAGTESVIN .....	14
3.6 SØER, SMÅGRISE OG SLAGTESVIN.....	15
3.7 MALKEKØER, 1,7 DE PR. HA. ....	16
<b>4. BEREGNINGER MED INDDRAGELSE AF GYLLESEPARERING .....</b>	<b>19</b>
4.1 GYLLESEPARERING OG ZINK .....	19
4.2 BEREGNINGER AF OMKOSTNINGER VED FORSKELLIGT ZINKLOFT VED SEPARERING AF GYLLE .....	22
<b>5. KILDER.....</b>	<b>24</b>

## Konklusion

I rapporten indgår ikke mulighederne for at reducere zinkindholdet i foder. Desuden omfatter de økonomiske analyser kun scenarier, hvor husdyrgødningen kan fordeles indenfor en afstand af maksimalt 30 km. Derfor er der ikke vist omkostninger for mere end en fordobling af harmoniarealet.

Tilførslen af zink pr. ha er vist i tabel 5.1 ved et fosforloft på 35 kg fosfor pr. ha, og nuværende normer for tilsætning af zink til foderet. Smågrise skiller sig ud med en stor tilførsel af zink på grund af tilsætning af medicinsk zink. Tilførslen af zink skal ses i forhold til en bortførsel af zink på 150-300 gram afhængig af jordtype og driftsform

Tabel 5.1. Tilførsel af zink ved forskellige dyretyper

Dyretype	Fosforloft, 35 kg P pr. ha, zinktilførsel, gram/ha
Søer	1108
Smågrise	3890
Slagtesvin	1094
Søer (61 pct.)+ smågrise (39 pct.)	2232
Søer(19)+smågrise(12)+slagtesvin(69)	1465
Smågrise(15)+slagtesvin(85)	1544
Kvæg, stor race*1)	1227

For alle dyretyper vil et loft for zinktilførsel på 500 gram pr. ha få store konsekvenser for størrelsen af harmoniarealet. Det gælder specielt for smågrise, hvor arealkravet vil blive 7,54 gange større end i dag. For slagtesvin og søer vil arealkravet stige med en faktor 1,49-1,54, mens det for besætninger med søer og smågrise vil stige med en faktor 3,8. For malkekvæg vil arealet tilsvarende stige med en faktor 1,73 for besætninger med 1,7 DE/ha og 2,34 for besætninger med 2,3 DE/ha.

Stiger arealkravet med mere end en faktor 2 vil der i Danmark ikke være tilstrækkeligt areal til at sprede husdyrgødning. Lokalt i områder med stor husdyrproduktion, kan stigninger i arealkrav medføre så lange transportafstande, at den opstillede model ikke kan anvendes til at beregne omkostninger med.

Mekanisk separering af gylle med skruepresser eller dekantercentrifuge er ikke et effektivt til at reducere udspredding af zink på husdyrejendomme, fordi opkoncentring af zink i fiberfraktionen er beskeden og mindre end for fosfor. Kemisk fældning kan i nogen grad anvendes til opkoncentrering i fiberfraktionen. Derfor skal et eventuelt problem med zinkoverskud løses via fodringstiltag eller andre teknologiske løsninger end separering.

## 1. Indledning

SEGES har indgået en aftale med Miljøstyrelsen (se bilag 1) med følgende opgaver

Miljøstyrelsen har i 2015 fået gennemført et projekt hos SEGES, hvor bl.a. de erhvervsøkonomiske og miljømæssige konsekvenser af forskelle fosfornormer er undersøgt. Centralt i disse vurderinger er behovet for og omkostningerne ved øget transport af husdyrgødning for at opnå den nødvendige fordeling af gyllen. Med udgangspunkt i disse beregninger ønskes et supplerende tillæg med følgende beregninger:

1. hvor de forskellige scenarier i projektet for forskellige fosfornormer omregnes til en maksimal tilførsel af zink for de forskellige brugstyper, hvor de eksisterende økonomiske vurderinger for de forskellige scenarier kan fastholdes uændret.
2. hvor udgangspunktet ikke længere er de foreslåede niveauer for fosfornormer, men istedet forskellige tænkte maksimale grænser for zink, men hvor beregningsgrundlag genbruges i størst muligt omfang. Dette skal suppleres med nye opdaterede økonomiske beregninger baseret på de nye scenarier. Dette kunne f.eks. være:
  - Max. 1½ kg zink per hektar (med henblik på at undgå isoleret udbringning fra smågrise)
  - Max. 1 kg zink per hektar (vil reelt være en skærpelse af harmonikravene f.eks. begrundet i hensynet til zink).
  - Max. ½ kg zink per hektar (med udgangspunkt i afgrødernes behov).

Desuden skal effekten af separering af gylle belyses.

SEGES har gennemført en analyse med udgangspunkt i overstående rapport (Knudsen, 2015).

Det skal noteres, at mulighederne for at reducere zinkudskillelsen i foderet eller ved metoder udover separering ikke er indenfor rammerne af denne rapport, hvor udgangspunktet er den nuværende zinkudskillelse. Det skal også noteres, at den miljømæssige og samlede økonomiske konsekvens af forskellige lofter for zinktilførsel også ligger uden for rammerne af denne rapport.

For nogle dyretyper er der specielt ved et lavt zinkloft så store krav til udvidelse af udspretningsarealet at den anvendte beregningsmetode næppe er retvisende, fordi der vil være andre billigere tilpasningsmuligheder.

### 1.1 Bortførsel af zink med afgrøderne

Ud fra standardværdier for indhold af zink i afgrøder (værdier fra Norfor) er bortførslen beregnet for typiske sædskifter på planteavl-, svine-, fjerkræ- og minkbrug (korn og raps) og typiske sædskifter på brug med malkekvæg (vårbyg, græs, majs). Der er anvendt udbytter for de respektive jordtypegrupper fra Vejledning om gødsknings- og harmoniregler 2015/16. I kornsædskifterne er regnet med, at halvdelen af halmen er fjernet og resten nedmuldet. På kvægbrugssædskifter er regnet med, at al halm fjernes.

*Tabel 1.1 Indhold af zink i forskellige afgrøder (fra Norfor)*

Afgrøde	Kerne Mg zink pr. hkg	Halm
Vinterhvede	37	46
Vinterbyg	31	43
Vårbyg	29	43
Vinterraps	42	
Slætgræs	30	
Majshelsæd	21	
Vedvarende græs	69	

Bortførslen i de opstillede sædskifter fremgår af tabel 2. I kornsædskifter varierer bortførslen under de opstillede forudsætninger fra 150 til 300 gram. Hvis man antager, at al halm bliver fjernet vil bortførslen af zink forøges med 50-75 gram pr. ha, og tilsvarende blive reduceret, hvis al halm nedmuldes.

*Tabel 1.2. Bortførsel af zink på typiske sædskifter på svinebrug m.fl. og kvægbrug*

	JB 1	JB 2+4	JB 1-4 v.	JB 5-6	JB 7
	Bortførsel af zink, gram pr. ha				
Kornsædskifte	158	207	203	264	307
Grovfodersædskifte	203	215	236	237	246

## 2. Zink i husdyrgødning fra forskellige husdyrgødninger

Beregningerne i nærværende rapport er opdateret i forhold til tidligere angivelser og baseret på den udskillelse af zink, som er oplyst fra SEGES, Kvæg og SEGES VSP fra henholdsvis kvæg og svin, med den nuværende zinktilsætning til foderet og fodereffektivitet. De detaljerede beregninger af zinkudskillelsen fremgår af bilag 1. Muligheden for at reducere zinkudskillelsen ved reduktion af zinkindholdet i foderet er ikke behandlet i rapporten.

For svin er beregningerne baseret på oplysninger fra Videncenter for Svin, SEGES.

Zinkudskillelsen fra slagtesvin er af Birkmose et. al. 2013 angivet til at være 26 gram pr. slagtesvin med en tilvækst på 75 kg. Dette giver en zinkudskillelse pr. DE på 1.014 gram zink. I nærværende beregning er der for slagtesvin er der regnet med et zinkindhold på 100 mg zink pr. FE svin, som er den nuværende anbefaling. I praksis har der ofte været brugt foder med 130 mg zink pr. FE svin, fordi der er tilsat 100 mg zink i mineraler til foderet idet der ikke er taget hensyn til foderets naturlige indhold af zink. Der giver jf. tabel 1 regnet med en udskillelse af zink på 738 gram zink pr. dyreenhed. Tabel 1 viser udskillelsen af zink ved forskellige forudsætninger.

*Tabel 2.1. Udskillelse af zink ved forskellige zinkindhold i foderet.*

	Slagtesvin pr. DE	Tilvækst	FE/kg tilvækst	Zink pr. FE, mg/FE	Optagelse i krop, mg/kg	Udskillelse af zink pr. svin	Beregnet udskillelse, pr. DE	Tilførsel 1,4 DE/ha
Høj tilsætning	36,8	79	2,84	130	30	26,8	986	1381
Norm	36,8	79	2,84	100	30	20,1	738	1034
Ny norm	36,8	79	2,84	70	30	13,3	491	687

For smågrise har Bak et. al, 2016 på basis af Birkmose et. al. 2013 regnet med en udskillelse på 17,2 gram zink pr. produceret smågris svarende til en udskillelse på 3.580 gram zink pr. DE. I nærværende rapport er for smågrise regnet med et indhold af zink på 100 mg pr. FEsvin, og en medicinsk tilsætning af zink på 1.938 gram pr. DE. Dette giver en beregnet udskillelse på 2.694 gram zink pr. DE.

	Smågrise	Tilvækst Kg	FE/kg tilvækst	Zink pr. FE, mg/FE	Optagelse i krop, mg/kg	Beregnet udskillelse, pr. DE	Medicinsk tilsætning	Udskillelse af zink pr. gris, gram	Udskillelse i alt pr DE	Tilførsel 1,4 DE/ha
Høj tilsætn.	215,3	24	1,93	130	30	1029	1938	13,8	2.967	4.154
Norm	215,3	24	1,93	100	30	756	1938	12,5	2.694	3.771

For søer med smågrise op til 7,5 kg er regnet med 100 mg zink i foder pr FEsvin. Dette resulterer i en udskillelse af zink på 533 gram pr. DE.

Zinktilførslen fra kvægbrug er tidligere opgivet af SEGES til 1.390 gram zink pr. ha ved 1,7 DE pr. ha. Dette svarer til 817 gram pr. DE (Knudsen, 2009). Oplysningerne om udskillelse af zink fra kvægbrug i nærværende rapport bygger på oplysninger fra SEGES, Kvæg. Der er regnet med et zinkindhold i foder på 70 mg zink pr. FE for både malkekøer og opdræt, hvoraf de 30 er tilsat i form af mineralsk zink og resten er foderets naturlige indhold. Dette giver en beregnet udskillelse af zink i husdyrgødning på kun 379 gram zink pr. DE. Dette svarer rimeligt godt overens med et målt indhold af zink i kvæggylle i 18 besætninger på 17,8 gram zink pr. ton gylle (Kjeldsen, 2016).

## 2.1 Tilførsel af zink ved forskellige fosforlofter

Hvis tilførslen af fosfor er begrænsende for mængden af tilført husdyrgødning, vil zinkindholdet pr. kg fosfor være styrende for, hvor meget zink der tilføres landbrugsarealet. Med de niveauer af zink i dag i foder, er der i tabel 2.2 angivet zinkindholdet pr. kg fosfor, og den beregnede zinktilførsel ved forskellige fosforlofter.

*Tabel 2.2. Beregning af tilførsel af zink ved nuværende udskillelse af zink og normer for fosfor for 2016/17.*

Dyretype	Kg N pr. enhed	Kg P pr. enhed	Gram zink pr. enhed	Enheder	Gram zink pr. kg fosfor	Fosforloft, kg P pr. ha				
						25	30	35	40	45
						Tilført zink, gram pr. ha.				
Søer	20	5,2	166	1	32	792	950	1108	1266	1425
Smågrise	5	1,2	138	10	111	2779	3334	3890	4446	5001
Slagtesvin	25	6,4	201	10	31	781	938	1094	1250	1406
Søer (61 pct.)+ smågrise (39 pct.)	14	9,1	579	1	64	1594	1913	2232	2551	2870
Søer(19)+smågrise(12)+slagtesvin(69)	109	28,22	1181	1	42	1047	1256	1465	1674	1884
Smågrise(15)+slagtesvin(85)	30	7,7	338	10	44	1103	1323	1544	1765	1985
Kvæg, stor race*1)	175	26,3	921	1	35	877	1052	1227	1403	1578
Kvæg, stor race*1)	175	26,3	921	1	35	877	1052	1227	1403	1578

Med et fosforloft på f.eks. 35 kg fosfor pr. ha for svin, vil der blive udbragt i niveauet 1.000 gram zink pr. ha fra søer og slagtesvin og 3.500 gram for smågrise.

For malkekvæg vil der tilsvarende ved et fosforloft på 35 kg blive udbragt hhv. 900 og 1.300 gram ved 1,7 og 2,3 DE/ha.

Sker der en reduktion af fosforudskillelsen ved fodringstiltag, vil der alt andet lige ske en stigning i tilførslen af zink, hvis den ikke reduceres tilsvarende. For slagtesvin angives det, at der kan ske en reduktion i fosforudskillelsen på 14 pct. Ved uændret zinkindhold i foderet vil det betyde en forøgelse af zinktilførslen med 14 pct., hvis fosforreduktionen anvendes til at reducere det areal, som husdyrgødningen udspreddes på. Videncenter for Svin oplyser, at der vil kunne ske samme reduktion i zinkindholdet som af fosforindholdet i foder. Er dette tilfældet bliver tilførslen af zink uændret ved reduktion af fosfor indholdet i foder.

Hvis tilførslen af zink skal reduceres til et givet niveau, kan man beregne, hvad zinkindholdet maksimalt må være pr. kg udskilt fosfor for de enkelte dyregrupper. Denne beregning fremgår af tabel 2.3.

*Tabel 2.3. Maksimale indhold af zink pr. kg fosfor for slagtesvin for at overholde maksimale zinktilførsler ved stigende fosforlofter.*

Fosforloft, kg P/ha	Maks. tilladelig tilførsel af zink, gram/ha				
	400	700	1000	1500	2000
	Mg gram zink pr. kg fosfor udskilt				
25	16	28	40	60	80
30	13	23	33	50	67
35	11	20	29	43	57
40	10	18	25	38	50
45	9	16	22	33	44

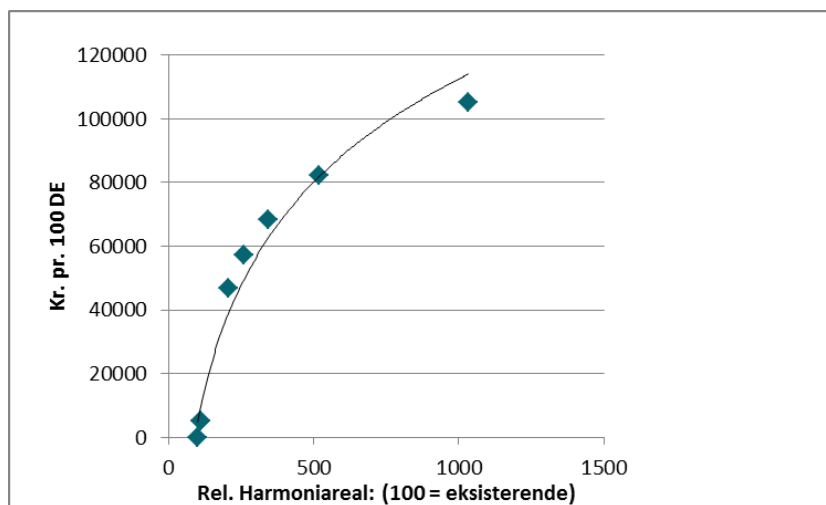


### 3. Konsekvenser af loft over udbringning af zink

Der er med den beregningsmetode, der ligger bag resultaterne i Knudsen, 2015, foretaget en beregning over arealkravet og den økonomiske konsekvens heraf ved forskellige tilladelige mængder af udbragt zink pr. ha.

Der er anvendt de samme beregningsforudsætninger, som i den angivne rapport. Omkostningen til ekstra transport af gylle er dog justeret. I nærværende rapport er som udgangspunkt anvendt en omkostning til transport på 28 kr. pr. ton for de første 4 km og en pris på 36 kr. pr. ton for 12 km. Afvigelser herfra er regnet med en omkostning på 1,00 kr. pr. ton pr. km. Justeringen er gennemført fordi, at grænser for zinktilførsel har stor indflydelse på arealkravet og dermed omkostninger til transport. Omkostningerne til transport for de første 4 km er usikre, og det afhænger meget af forudsætningerne på den enkelte ejendom. Københavns Universitet, Institut for Fødevarer og Ressource Økonomi vurderer, at omkostningerne er til den høje side, men er enige i en marginalomkostning på 1,00 kr. pr. ton pr. km pr. ton gylle.

Beregningsmetoden kan kun anvendes indenfor et relativt snævert interval for forøgelse af harmoniarealet. Indenfor Danmark kan kravet til harmoniareal forøges med en faktor 2, hvis al husdyrgødning skal fordeles i Danmark. I de husdyrintensive egne vil en fordobling af harmoniarealet føre til betydeligt længere transportafstande for husdyrgødning end i den forudsatte model. En fordobling af kravet til harmoniareal vil derfor være det absolutte maksimum, hvor modellen giver mening. En beregning af forøgelse af kravet til harmoniareal udover 10-20 pct. vil kræve mere omfattende regionale analyser for at beregne kravene.



Figur 3.1. Omkostninger ved forøget krav til udspretningsareal. 100 er lig nuværende harmonikrav og f.eks. 500 svarer til 5 gange forøgelse af harmoniarealet.

#### 3.1 Slagtesvin

Resultaterne for beregning af betydning af forskellige lofter for zinktilførsel er vist i tabel 3.1

Ved harmoniregler for 2016/17 og den forudsatte zinkudskillelse tilføres der 1.034 gram zink pr. ha. Ved et fosforloft på 25 kg fosfor tilføres der 781 gram pr. ha stigende til 1387 gram ved et fosforloft på 45 kg pr. ha. Ved et zinkloft på 1.500 gram vil zink ikke blive begrænsende for det nødvendige udspretningsareal ved et fosforloft på 45 kg P. Et zinkloft på 1.000 gram vil blive begrænsende for udspretningsarealet ved et fosfor-

loft på 35 kg fosfor pr. ha. Ved et zinkloft på 500 gram vil zinkloftet blive begrænsende for udspretningsarealet ved alle de skitserede fosforlofter.

Et zinkloft på 500 gram pr. ha vil betyde, at udspretningsarealet skal forøges med en faktor 2,07. Et zinkloft på 1.000 gram pr. ha vil betyde, at arealkravet øges ved fosforloft på 35 kg fra 95 pct. af arealkravet ved harmoniregler i 2016/17 til 103 pct. af dette areal. Ved et fosforloft på 45 kg pr. ha øges arealkravet fra 75 pct. til 103 pct.

Et zinkloft på 500 gram pr. ha stiger harmonikravet udover en faktor 2, hvor det er urealistisk at bruge den opstillede økonomiske model for beregning af omkostninger. Et zinkloft på 1.000 gram vil med et fosforloft på 40 kg fosfor pr. ha betyde en omkostning på 17.605 kr. pr. 100 DE (-13.521-4.084).

Tabel 3.1. Betydning af loft for zinktilførsel i forhold til harmoniregler 2016/17, slagtesvin

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	1034	Gram tilført zink			
25		781	781	781	500
30		938	938	938	500
35		1094	1094	1000	500
40		1250	1250	1000	500
45		1387	1387	1000	500

#### Arealkrav

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	100	Relativt i forhold til harmoniarealer 2016/17			
25		132	132	132	207
30		110	110	110	207
35		95	95	103	207
40		83	83	103	207
45		75	75	103	207

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	0	Omkostning, kr. 100 DE i forhold til nuværende harm.*			
25		40396	40396	40396	
30		9257	9257	9257	
35		-3776	-3776	4084	
40		-13521	-13521	4084	
45		-21971	-21971	4084	

\*Omkostning i forhold til nudrift. Lang transport, lav betaling for overført husdyrgødning.

### 3.2 Søer med smågrise til 7,1 kg.

Resultaterne for beregning af betydning af forskellige lofter for zinktilførsel er vist i tabel 3.2

Ved harmoniregler for 2016/17 og den forudsatte zinkudskillelse tilføres der 747 gram zink pr. ha. Ved et fosforloft på 25 kg fosfor tilføres der 575 gram pr. ha stigende til 1.021 gram ved et fosforloft på 45 kg pr. ha. Ved et zinkloft på 1.500 gram vil zink ikke blive begrænsende for det nødvendige udspretningsareal ved et fosforloft på 45 kg P. Et zinkloft på 1.000 gram vil først blive begrænsende for udspretningsarealet ved et fosforloft på 45 kg fosfor pr. ha. Ved et zinkloft på 500 gram vil zinkloftet blive begrænsende for udspretningsarealet ved alle de skitserede fosforlofter, men betydningen er begrænset.

Et zinkloft på 500 gram pr. ha vil betyde, at udspretningsarealet skal forøges med en faktor 1,49. Et zinkloft på 1.000 gram pr. ha vil kun have minimal betydning.

Omkostningerne til et zinkloft på 500 gram er beregnet til at udgøre en samlet omkostning i forhold til i dag på 69.057 kr. pr. 100 DE. Ved forskellige fosforloft udgør omkostningen til fosforloft en del af denne omkostning. Omkostningen til selve zinkloftet er beregnet til 21.100 kr. ved et zinkloft på 500 gram pr. ha ved et fosforloft på 25 kg fosfor pr. ha. Ved et fosforloft på 45 kg fosfor pr. ha er omkostningen 96.346 kr.

Tabel 3.2. Betydning af loft for zinktilførsel i forhold til harmoniregler 2016/17. Søer m. smågrise til 7,1 kg

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	747	Tilført zink pr. ha. gram			
25		575	575	575	500
30		690	690	690	500
35		805	805	805	500
40		920	920	920	500
45		1021	1021	1000	500

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	100	Udspretningsareal relativt til harmoniregler			
25		130	130	130	149
30		108	108	108	149
35		93	93	93	149
40		81	81	81	149
45		73	73	75	149

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	0	Omkostninger i forholdt til harmoniregler*			
25		47998	47998	47998	69097
30		17060	17060	17060	69097
35		-3432	-3432	-3458	69097
40		-17317	-17317	-17501	69097
45		-29349	-29349	-27249	69097

\*Omkostning i forhold til nudrift. Lang transport, lav betaling for overført husdyrgødning.

### 3.3 Smågrise 7,1-31 kg

Resultaterne for beregning af betydning af forskellige lofter for zinktilførsel er vist i tabel 3.3

Ved harmoniregler for 2016/17 og den forudsatte zinkudskillelse tilføres der 3.771 gram zink pr. ha. Zinkloft har betydning for udspretningsarealet ved alle niveauer fra 1.500-500 gram zinkloft pr. ha og bliver ved alle niveauer dermed bestemmende for udspretningsarealets størrelse.

Et zinkloft på 500 gram pr. ha vil betyde, at udspretningsarealet skal forøges med en faktor 7,54. Et zinkloft på 1.000 gram pr. ha forøger tilsvarende udspretningsarealet med en faktor 3,77 og 1.500 gram med en faktor 2,51.

Et zinkloft på 500 -1500 gram giver så store krav til udspretningsareal, at det kan diskuteres, om beregningen af omkostningen herved giver mening.

Tabel 3.3. Betydning af loft for zinktilførsel i forhold til harmoniregler 2016/17. Smågrise 7,1-31 kg.

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	3771	Tilført zink pr. ha			
25		2516	1500	1000	500
30		3020	1500	1000	500
35		3523	1500	1000	500
40		4026	1500	1000	500
45		4530	1500	1000	500

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	100	Udspretningsareal relativt til harmoniregler			
25		150	251	377	754
30		125	251	377	754
35		107	251	377	754
40		94	251	377	754
45		83	251	377	754

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	0	Omkostninger i forholdt til harmoniregler*			
25		63353			
30		32937			
35		10617			
40		-6531			
45		-19338			

\*Omkostning i forhold til nudrift. Lang transport, lav betaling for overført husdyrgødning.

### 3.4 Søer med smågrise til 31 kg

Resultaterne for beregning af betydning af forskellige lofter for zinktilførsel er vist i tabel 3.4

Ved harmoniregler for 2016/17 og den forudsatte zinkudskillelse tilføres der 1.926 gram zink pr. ha. Zinkloft har betydning for udspretningsarealet ved alle niveauer fra 1.500-500 gram zinkloft pr. ha og bliver ved alle niveauer dermed bestemmende for udspretningsarealets størrelse. Det gælder dog ikke ved et fosforloft på 25 kg pr. ha og et zinkloft på 1.500 gram.

Et zinkloft på 500 gram pr. ha vil betyde, at udspretningsarealet skal forøges med en faktor 3,85. Et zinkloft på 1.000 gram pr. ha forøger tilsvarende udspretningsarealet med en faktor 1,93 og 1.500 gram med en faktor 1,28.

Et zinkloft på 500 gram giver så store krav til udspretningsareal, at det kan diskuteres, om beregningen af omkostningen herved giver mening. Men bruges samme regnemetode som ovenstående vil et zinkloft på 500 gram pr. ha medføre en meromkostning på 157.417 kr, et loft på 1.000 gram 97.764 og et zinkloft på 1.500 gram 54.601 kr. pr. 100 DE. Med de opstillede forudsætninger betyder et fosforloft på 500 gram, at transportafstanden til ekstra udspretningsarealer bliver 14 km.

Tabel 3.4. Betydning af loft for zinktilførsel i forhold til harmoniregler 2016/17. Søer m. smågrise til 31 kg

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	1926	Tilført zink pr. ha			
25		1393	1393	1000	500
30		1671	1500	1000	500
35		1950	1500	1000	500
40		2228	1500	1000	500
45		2507	1500	1000	500

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	100	Udspretningsareal relativt til harmoniregler			
25		138	138	193	385
30		115	128	193	385
35		99	128	193	385
40		86	128	193	385
45		77	128	193	385

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	0	Omkostninger i forholdt til harmoniregler			
25		54601	54601	97764	
30		24567	42981	97764	
35		-554	42981	97764	

40	-13521	42981	97764
45	-26383	42981	97764

\*Omkostning i forhold til nudrift. Lang transport, lav betaling for overført husdyrgødning.

### 3.5 Smågrise og slagtesvin

Resultaterne for beregning af betydning af forskellige lofter for zinktilførsel er vist i tabel 3.5

Ved harmoniregler for 2016/17 og den forudsatte zinkudskillelse tilføres der 1.444 gram zink pr. ha. Zinkloft har betydning for udspretningsarealet ved alle niveauer ved et zinkloft på 500 og 1.000 gram pr. ha. Ved et zinkloft på 1.500 gram pr. ha bliver det kun bestemmende for udbringningsarealet ved et fosforloft på 40 og 45 kg fosfor pr. ha.

Et zinkloft på 500 gram pr. ha vil betyde, at udspretningsarealet skal forøges med en faktor 2,89. Et zinkloft på 1.000 gram pr. ha forøger tilsvarende udspretningsarealet med en faktor 1,44. Ved et zinkloft på 1.500 gram bliver kravet til udspretningsarealet mindre end efter de harmonireglerne for 2016/17, men reduktionen i udspretningsareal bliver ikke så stort som uden et zinkloft. .

Et zinkloft på 500 gram giver så store krav til udspretningsareal, at det kan diskuteres, om beregningen af omkostningen herved giver mening. Men bruges samme regnemetode som ovenstående vil et zinkloft på 500 gram pr. ha medføre en meromkostning på 121.083 kr., et loft på 1.000 gram 52.161 pr. 100 DE.

Tabel 3.5. Betydning af loft for zinktilførsel i forhold til harmoniregler 2016/17. Smågrise og slagtesvin

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	1444	Tilført zink pr. ha			
25		1052	1052	1000	500
30		1262	1262	1000	500
35		1472	1472	1000	500
40		1682	1500	1000	500
45		1882	1500	1000	500

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	100	Udspretningsareal relativt til harmoniregler			
25		137	137	144	289
30		114	114	144	289
35		98	98	144	289
40		86	96	144	289
45		77	96	144	289

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	0	Omkostninger i forholdt til harmoniregler			
25		45726	45726	52561	
30		18016	18016	52561	
35		-1340	-1340	52561	
40		-11440	-2682	52561	
45		-20965	-2682	52561	

\*Omkostning i forhold til nudrift. Lang transport, lav betaling for overført husdyrgødning.

### 3.6 Søer, smågrise og slagtesvin

Resultaterne for beregning af betydning af forskellige lofter for zinktilførsel er vist i tabel 3.6

Ved harmoniregler for 2016/17 og den forudsatte zinkudskillelse tilføres der 1.308 gram zink pr. ha. Zinkloft har betydning for udspretningsarealet ved alle niveauer ved et zinkloft på 500 og 1.000 gram pr. ha undtaget for et fosforloft på 25 kg pr. ha og et zinkloft på 1.000 gram. Ved et zinkloft på 1.500 gram pr. ha bliver det kun bestemmende for udbringningsarealet ved et fosforloft på 40 og 45 kg fosfor pr. ha.

Et zinkloft på 500 gram pr. ha vil betyde, at udspretningsarealet skal forøges med en faktor 2,62. Et zinkloft på 1.000 gram pr. ha forøger tilsvarende udspretningsarealet med en faktor 1,31. Ved et zinkloft på 1.500 gram bliver kravet til udspretningsarealet mindre end efter de harmonireglerne for 2016/17, men reduktionen i udspretningsareal bliver ikke så stort som uden et zinkloft ved et fosforloft på 40 og 45 kg fosfor pr. ha.

Et zinkloft på 500 gram giver så store krav til udspretningsareal, at det kan diskuteres, om beregningen af omkostningen herved giver mening. Men bruges samme regnemetode som ovenstående vil et zinkloft på 500 gram pr. ha medføre en meromkostning på 121.083 kr., et loft på 1.000 gram 52.161 pr. 100 DE.

Tabel 3.6. Betydning af loft for zinktilførsel i forhold til harmoniregler 2016/17. Søer, smågrise, og slagtesvin

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	1308	Tilført zink pr. ha			
25		975	975	975	500
30		1170	1170	1000	500
35		1365	1365	1000	500
40		1559	1500	1000	500
45		1742	1500	1000	500

#### Arealkrav

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	100	Udspretningsareal relativt til harmoniregler			
25		134	134	134	262

30	112	112	131	262
35	96	96	131	262
40	84	87	131	262
45	75	87	131	262

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	0	Omkostninger i forholdt til harmoniregler			
25		44103	44103	44103	
30		15557	15557	40378	
35		-3198	-3198	40378	
40		-14110	-10791	40378	
45		-24261	-10791	40378	

\*Omkostning i forhold til nudrift. Lang transport, lav betaling for overført husdyrgødning.

### 3.7 Malkekøer, 1,7 DE pr. ha.

Resultaterne for beregning af betydning af forskellige lofter for zinktilførsel er vist i tabel 3.7

Ved harmoniregler for 2016/17 og den forudsatte zinkudskillelse tilføres der 865 gram zink pr. ha. For malkekøer er udspretningsarealet generelt bestemt af kvælstofloftet og ikke er fosforloftet (dog lidt påvirket af fosforloft ved 25 kg fosfor i fosforloft).

Et zinkloft på 1.500 eller 1.000 gram vil ikke have betydning for udspretningsarealet. Et zinkloft på 500 gram pr. ha vil forøge kravet til udspretningsareal med en faktor 1,73.

Et zinkloft på 500 gram er beregnet til at medføre en meromkostning på 68.456 kr. pr. 100 DE.

Tabel 3.7. Betydning af loft for zinktilførsel i forhold til harmoniregler 2016/17. Malkekøer, 1,7 DE pr. ha

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	865	Tilført zink pr. ha			
25		877	877	877	500
30		891	891	891	500
35		891	891	891	500
40		891	891	891	500
45		891	891	891	500

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	100	Udspretningsareal relativt til harmoniregler			
25		99	99	99	173



30	97	97	97	173
35	97	97	97	173
40	97	97	97	173
45	97	97	97	173

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	0	Omkostninger i forholdt til harmoniregler			
25		2098	2098	2098	68654
30		774	774	774	68654
35		774	774	774	68654
40		774	774	774	68654
45		774	774	774	68654

\*Omkostning i forhold til nudrift. Lang transport, lav betaling for overført husdyrgødning.

#### Malkekøer, 2,3 DE pr. ha.

Resultaterne for beregning af betydning af forskellige lofter for zinktilførsel er vist i tabel 3.8

Ved harmoniregler for 2016/17 og den forudsatte zinkudskillelse tilføres der 1.171 gram zink pr. ha. For malkekøer med 2,3 DE pr. ha er udspretningsarealet bestemt af kvælstofloftet ved et fosforloft på 35 kg og derover.

Et zinkloft på 1.500 vil ikke have betydning for udspretningsarealet. Et zinkloft på 1.000 gram pr. ha vil være bestemmende for udspretningsarealet ved et fosforloft på over 25 kg og ved et zinkloft på 500 gram vil dette være bestemmende for udbringningsarealet ved alle fosforloft niveauer. Ved et zinkloft på 500 gram vil udspretningsarealet således blive forøget med en faktor 2,34. Ved et loft på 1.000 gram zink pr. ha vil det blive forøget med en faktor 1,17 i forhold til harmonireglerne for 2016/17.

Et zinkloft på 500 gram er beregnet til at medføre en meromkostning på 87.857 kr. pr. 100 DE. Et zinkloft på 1.000 gram vil medføre en meromkostning på 23.371 kr. ved et fosforloft på over 30 kg fosfor pr. ha.

Tabel 3.8. Betydning af loft for zinktilførsel i forhold til harmoniregler 2016/17. Malkekøer, 2,3 DE pr. ha

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	1171	Tilført zink pr. ha			
25		877	877	877	500
30		1052	1052	1000	500
35		1206	1206	1000	500
40		1206	1206	1000	500
45		1206	1206	1000	500

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	100	Udspretningsareal relativt til harmoniregler			
25		134	134	134	234
30		111	111	117	234
35		97	97	117	234
40		97	97	117	234
45		97	97	117	234

Fosforloft, kg P/ha		Maks. gram zink pr.ha			
		Ingen loft	1500	1000	500
Harmoni	0	Omkostninger i forholdt til harmoniregler			
25		37185	37185	37185	87857
30		14091	14091	20914	87857
35		-2358	-2358	20914	87857
40		-2358	-2358	20914	87857
45		-2358	-2358	20914	87857

\*Omkostning i forhold til nudrift. Lang transport, lav betaling for overført husdyrgødning.

## 4. Beregninger med inddragelse af gylleseparering

Der er gennemført en beregning af effekt af gylleseparering ud fra en undersøgelse af Møller et. al. 2007, hvor effekten af forskellige former for separering er på fordeling af næringsstoffer er undersøgt for forskellige gylletyper. Derefter er resultaterne indarbejdet i beregningerne af omkostninger ved forskellige zinklofter.

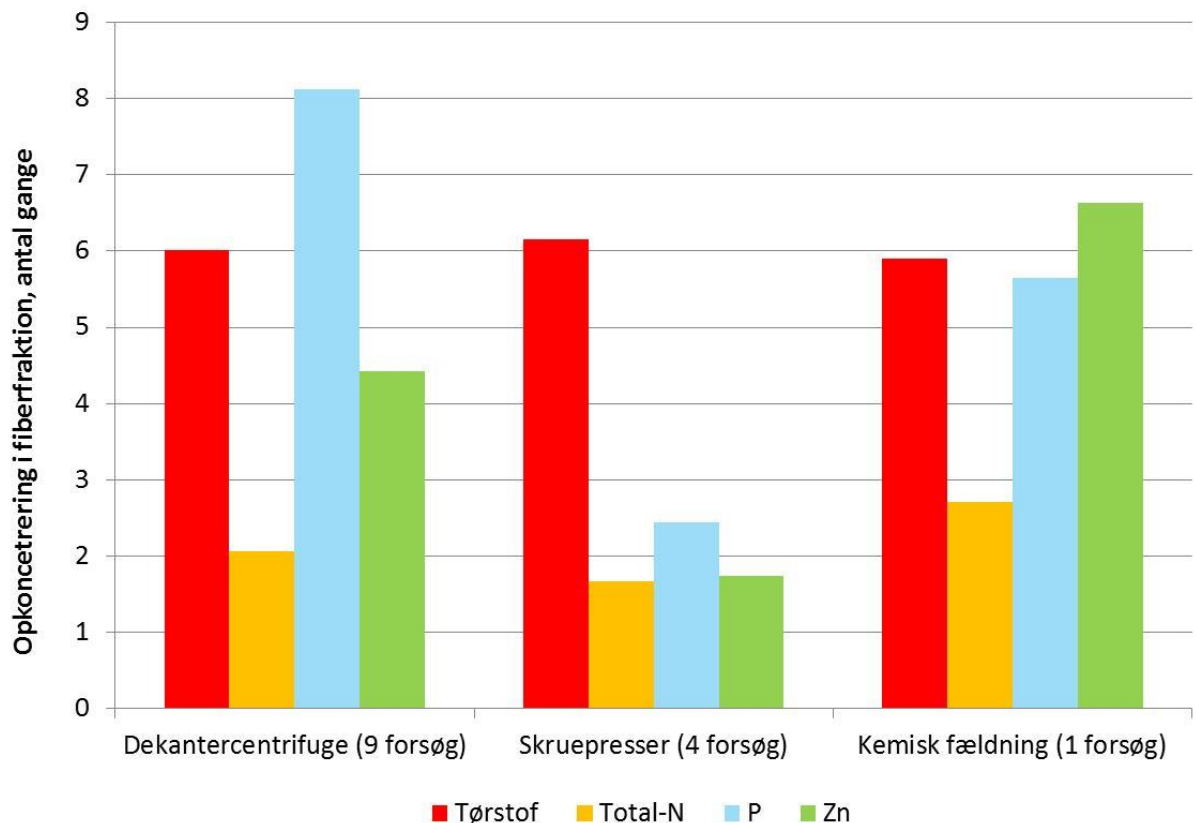
### 4.1 Gylleseparering og zink

Ved separering af gylle i Danmark anvendes typisk en simpel mekanisk separering, hvor gyllen deles i en tørstofrig fiberfraktion og en tørstoffattig væskefraktion. En mere avanceret separering, hvor gyllen deles i flere næringsstoffraktioner og eventuelt mere eller mindre rent vand, anvendes i praksis ikke i Danmark. På biogasanlæg anvendes typisk en dekantercentrifuge til at separere afgasset gylle, mens der på kvæg og svinebedrifter typisk anvendes en skruepresser til at separere kvæg- og svinegylle. Kemisk fældning anvendes på enkelte svinebedrifter.

Ved separering opkoncentreres tørstof og næringsstoffer, som er indlejret i tørstoffet eller er tilknyttet tørstoffet (herunder organisk kvælstof og fosfor), mens vandopløselige næringsstoffer ikke opkoncentreres (herunder ammoniumkvælstof og kalium). Positivt ladede mikronæringsstoffer og tungmetaller vil i et vist omfang knyttes til tørstoffet og derved opkoncentreres sammen med tørstoffet.

#### 4.1.1 Separeringseffektivitet

Møller et al., (2007) udførte en række massebalanceforsøg med forskellige gylletyper og separeringsanlæg. I figur 1 er vist hvor mange gange tørstof, totalkvælstof og fosfor er opkoncentreret i fiberfraktionen. Jo flere gange et næringsstof er opkoncentreret, jo mere effektivt har separationen været.



**Figur 4.1.** Opkoncentrering af tørstof, total-N, fosfor og zink ved separering med skruepresser, dekantercentrifuge og ved kemisk fældning. Møller *et al.*, 2007.

Figuren viser, at ved mekanisk separering med en skruepresser eller en dekantercentrifuge opkoncentreres zink i mindre grad end fosfor. Med kemisk fældning, hvor små og store tørstofpartikler samles til større klumper ved tilsætning af f.eks. organisk polymere eller jernklorid, er opkoncentrationen af zink større end af fosfor.

#### 4.1.2 Zinkmængder pr. ha

På baggrund af gylleanalyser og separeringseffektiviteter i Møller *et al.* (2007) er det således beregnet, hvor stor en mængde zink, der er udbragt pr. ha i henholdsvis ubehandlet gylle, fiberfraktion og væskefraktion. Zinkmængderne er i tabel 1 beregnet ud fra en maksimal tilførsel på 170 kg total-N eller 30 kg P pr. ha.

**Tabel 4.1.** Beregnede zinkmængder ved en maksimal tilførsel på 170 kg total-N eller 30 kg P pr. ha i forskellige afprøvede kombinationer af separator- og gylletype. I () er anført, om udbringningen er begrænset af kvælstof eller af fosfor. Med fed er anført de tilfælde, hvor der med enten fiber- eller væskefraktion udbringes mere zink pr. ha end i den ubehandlede gylle.

Separator	Gylletype	Gram zink pr. ha		
		Ubehandlet	Fiberfraktion	Væskefraktion
Dekanter	Svinegylle	990 (P)	616 (P)	<b>1.009 (N)</b>
Dekanter	Svinegylle	824 (N)	654 (P)	598 (N)
Dekanter	Kvæggylle	779 (P)	271 (P)	<b>891 (N)</b>

Dekanter	Afgasset	1.595 (P)	1.588 (P)	959 (N)
Dekanter	Afgasset	945 (P)	590 (P)	<b>1.343 (N)</b>
Dekanter	Afgasset	2.288 (N)	1.798 (P)	1.650 (N)
Dekanter	Afgasset	762 (P)	340 (P)	<b>830 (N)</b>
Dekanter	Afgasset	1.164 (P)	573 (P)	<b>1.563 (N)</b>
Dekanter	Afgasset	1.929 (P)	682 (P)	1.893 (N)
Skruepresse	Svinegylle	990 (P)	945 (P)	<b>993 (P)</b>
Skruepresse	Kvæggylle	779 (P)	577 (P)	<b>815 (P)</b>
Skruepresse	Afgasset	1.595 (P)	872 (P)	<b>1.654 (P)</b>
Skruepresse	Afgasset	762 (P)	510 (P)	<b>788 (P)</b>
Kemisk fældning	Svinegylle	990 (P)	<b>1.162 (P)</b>	11 (N)

Ved mekanisk separering med dekanter eller skru Presse udbringes der mindre zink pr. i fiberfraktion end i ubehandlet gylle. Ved kemisk fældning er opkoncentreringen af zink i fiberfraktionen derimod så effektiv, at der udbringes lidt mere.

Ved separering med en dekanter betyder kombinationen af den relativt lave opkoncentrering af zink og skiftet fra at være fosforbegrænset til at være kvælstof for væskefraktionen, at der i flere tilfælde udbringes mere zink i væskefraktionen end i den ubehandlede gylle.

Ved separering med en skru Presse er både ubehandlet gylle, fiberfraktion og væskefraktion fosforbegrænset. Da der sker en højere opkoncentrering af fosfor end af zink i fiberfraktionen, bliver væskefraktionen relativt zinkrig, og der udbringes mere zink end i den ubehandlede gylle.

#### 4.1.3 Arealbehov

Ved separering med en dekantercentrifuge eller ved kemisk fældning sker der et skifte i om udbringningen er fosfor eller kvælstofbegrænset i alle tilfælde. Derfor øges kravet til udbringningsareal på 10-40 pct. (se tabel 2). Ved separering med en skru Presse er såvel ubehandlet som separeringsfraktioner fosforbegrænset, og der sker ikke en forøgelse af det samlede krav til udspretningsareal efter separering.

**Tabel 4.2.** Arealbehov for udspretning af 10.000 kg N (ca. 100 dyreenheder) i enten ubehandlet gylle eller fiberfraktion og væskefraktion.

Separator	Gylletype	Arealbehov, hektar			Ekstra ved separering, %
		Ubehandlet	Fiberfraktion	Væskefraktion	
Dekanter	Svinegylle	81	55	46	25
Dekanter	Svinegylle	59	30	49	33
Dekanter	Kvæggylle	68	49	44	38
Dekanter	Afgasset	84	59	42	20
Dekanter	Afgasset	111	79	44	10
Dekanter	Afgasset	59	26	53	35
Dekanter	Afgasset	70	42	47	27
Dekanter	Afgasset	103	79	48	23
Dekanter	Afgasset	67	42	54	42
Skruepresse	Svinegylle	81	4	77	0
Skruepresse	Kvæggylle	68	6	61	0

Skruepresse	Afgasset	84	5	79	0
Skruepresse	Afgasset	70	4	66	0
Kemisk fældning	Svinegylle	81	68	35	28

#### 4.2 Beregninger af omkostninger ved forskelligt zinkloft ved separering af gylle

Ud fra ovenstående resultater er separering indarbejdet i omkostningsberegningerne på følgende måde.

Fordeling af volumen og næringsstoffer i fraktioner. Udgangspunktet er separering med decantercentrifuge.

*Tabel 4.3. Procent fordeling af fraktioner. Udgangspunkt er svinegylle.*

Fraktion	Volumen	TS	N	P	Zn
Fiberfraktion	13,1	55,4	22,1	67,8	42,2
Væskefraktion	86,9	44,6	77,9	32,2	57,8

Der er regnet med en pris for afsætning af fiber på 50 kr. pr. ton og en behandlingsomkostning på 13 kr. pr. ton.. Der er regnet med en sparet udbringningsomkostning på 19 kr. pr. ton på egen bedrift for fiberfraktionen.

Følgende beregning omfatter smågrise.

*Tabel 4.4. Indhold af næringsstoffer og koncentrationer af næringsstoffer i hhv. væske- og fiberfraktion*

	I alt	Væskefraktion	Fiberfraktion
Ton gødning	2849	2476	373
Kg N ab lager	9712	7566	2146
Kg P ab lager	2676	862	1814
Kg zink ab lager	269	156	114
	Pr. ton gødning		
Kg N pr. ton	3,4	3,1	5,8
Kg P pr. ton	0,9	0,3	4,9
Gram zink pr. ton	95	63	305

På egen ejendom anvendes udelukkende væskefraktionen. Sammensætningen betyder, at udpredningsarealets størrelse uden zinkloft for væskefraktionen bestemmes af kvælstofloftet på 170 kg kvælstof pr. ha. Ved et zinkloft fra 1.500 – 500 gram pr. ha er zink bestemmende for udbringningsarealet. Udbringningsarealet bliver derfor uafhængigt af fosforloft mellem 25 og 45 kg fosfor pr. ha.

*Tabel 4.5. Oversigt over nøgleparametre ved brug af separering af smågrise-gylle til håndtering af zinkproblemet*

	Harmoniregler 2016/17	25	25	25	25
Fosforloft, kg/ha		25	25	25	25
Kvælstofloft, kg/ha		170	170	170	170
Zinkloft, gram/ha			1500	1000	500

Kg N udbragt	9712	7566	5206	3471	1735
Kg P udbragt	2676	862	593	395	198
Kg zink udbragt	269,4	156	107	71	36
Udspretningsareal	71	45	104	156	311
Relativt udsp. areal	100	62	145	218	436
Ton/ha	40	56	24	16	8
Kg N/ha	136	170	73	49	24
Kg P/ha	37	19	8	6	3
Gram zink/ha	3771	3499	1500	1000	500

Ved et zinkloft på 1500 gram pr. ha øges kravet til udspretningsareal med en faktor 1,45, og for 1.000 gram med 2,18 og med et zinkloft på 500 gram med en faktor 4,36. Dertil kommer, at fiberfraktionen skal afsættes fra ejendommen.

I forhold til situationen før separering reduceres udspretningsarealet ved et loft på 1.000 gram pr. ha fra en faktor 3,77 til en faktor 2,18 i forhold til harmonireglerne for 2016/17. Det betyder færre omkostninger til transport af gylle (væskefraktionen), men til gengæld større omkostninger til behandling og afsætning af fiberfraktion.

*Tabel 4.6. Beregning af ekstra omkostninger i forhold til en situation uden separering og uden zinkloft som følge af zinkloft med separering af smågrisegylle. Omkostningen er pr. 100 DE. Der er regnet med, at modtager af afgasset gylle får gyllen leveret frit på marken.*

Fosforloft, kg/ha	25	25
Kvælstofloft, kg/ha	170	170
Zinkloft, gram/ha		1500
Sparede udbringningsomkostninger	7091	7091
Omkostninger til separering	37035	37035
Omkostninger til afsætning af fiberfraktion	18660	18660
Mistet gødningsværdi	28833	55871
Ændrede transportomkostninger	-50117	26752
Nettoomkostning i alt pr. 100 DE	27320	131228

## 5. Kilder

Møller, H.B.; Jensen, H.S., Tobiasen, L. & Hansen, M.N. (2007). Heavy Metal and Phosphorus Content of Fractions from Manure Treatment and Incineration. Environmental Technology, 28, 1403-1418

Knudsen, L. (2009): Dyrkningsvejledning zink. SEGES. [https://dyrplant.dlbr.dk/Web/\(S\(kqnmnmqstbxbkxhcmqvubbjvyw\)\)/forms/Main.aspx?page=Vejledning&cropID=93](https://dyrplant.dlbr.dk/Web/(S(kqnmnmqstbxbkxhcmqvubbjvyw))/forms/Main.aspx?page=Vejledning&cropID=93)

Birkmose, T og Tybirk P, 2013: Svinegyllens sammensætning – indhold og dokumentation, Videncenter for svineproduktion, 2013.

Kjeldsen, R., 2016: Mikronæringsstoffer i kvæggylle, Planteavl/orientering, nr. 993. [https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Goedskning/Husdyrgoedning/Typer-og-indhold/Sider/pl\\_po\\_16\\_993\\_3176.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Goedskning/Husdyrgoedning/Typer-og-indhold/Sider/pl_po_16_993_3176.aspx)

Knudsen, L., 2015: ANALYSE AF BEDRIFTSØKONOMISKE KONSEKVENSER OG ÆNDRET FOSFOR-OVERSKUD PÅ TYPEBEDRIFTER VED SCENARIER FOR EN ÆNDRET FOSFORREGULERING. Miljøstyrelsen