

The logo for 'BALTIC COMPASS' features the word 'BALTIC' in a bold, black, sans-serif font above the word 'COMPASS' in a similar font. A red compass rose icon is positioned between the two words, with the 'O' in 'COMPASS' acting as the center of the compass.

BALTIC COMPASS

Part-financed by the European Union (European Regional Development Fund and European Neighbourhood and Partnership Instrument)



Baltic Sea Region
Programme 2007-2013



DECENTRAL, MOBIL SEPARATION

Teknologi, som kan forbedre biogasproduktionen og samtidig reducere miljøbelastningen fra svinebrug

Decentral, mobil separation

Teknologi, som kan forbedre biogasproduktionen og samtidig reducere miljøbelastningen fra svinebrug

Publiceret af Agro Business Park A/S, Niels Pedersens Allé 2, DK-8830 Tjele, www.agropark.dk.

Forside Strømforbruget tjekkes på separatorens display. Foto: Henning Lyngsø Foged.

Bagside Biogasanlægget på Bornholm, Biokraft, som fiberen leveres til. Foto: Henning Lyngsø Foged.

Forfattere Henning Lyngsø Foged, Agro Business Park, Carsten Nielsen, Skruepresserforeningen og Carsten Mouritsen, Bornholms Landbrug.

Dato November 2012

Denne pjece er medfinansieret af EU's Østersøprogram, og udarbejdet af Agro Business Park, Skruepresserforeningen og Bornholms Landbrug i regi af Baltic Compass.

Baltic Compass er et strategisk projekt, som arbejder for at fostre løsninger til gavn for landbrug og miljø i Østersøregionen. Projektets 22 partnere repræsenterer nationale myndigheder, interesseorganisationer, videnskabelige institutter og innovationscentre fra landene i Østersøområdet. Læs mere på <http://www.balticcompass.org>.

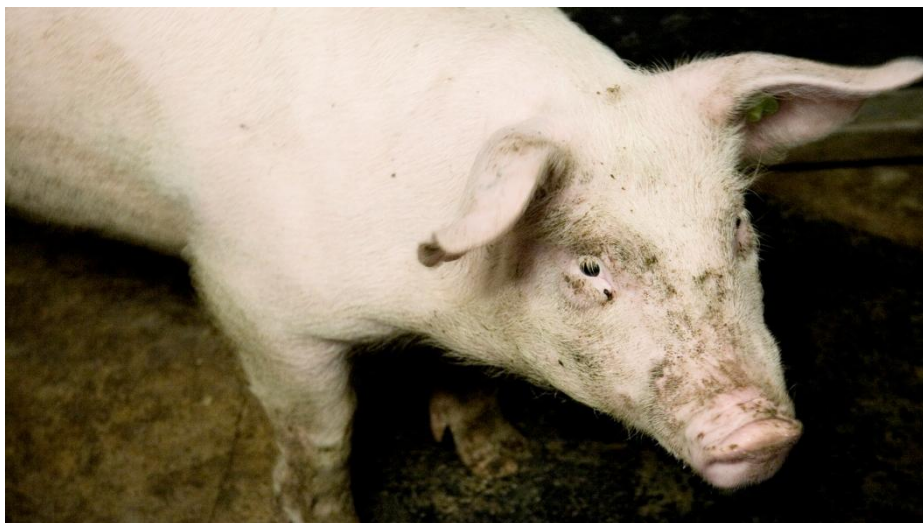


Part-financed by the European Union
European Regional Development Fund

Udfordringer for bæredygtig produktion af svin og biogas

>> Svineproduktion er uløseligt forbundet med produktion af husdyrgødning, ofte gylle, der skal anvendes miljømæssigt forsvarligt til gødskning af afgrøder, hvilket vanskeliggøres af et skævt indhold af kvælstof og fosfor i forhold til planternes behov, samt indhold af organisk bundet kvælstof, der ikke umiddelbart er til rådighed som plantenæring. Værdien som gødning forbedres gennem anaerob forgæring, men gyllen består af ca. 95 % vand, og er derfor dyr at transportere til et regionalt biogasanlæg, og skal blandes op med andre organiske substrater med højere tørstofprocent for at danne grundlag for en rentabel biogasproduktion. Denne pjece fortæller om mobil separation, der er en teknologi som imødekommer ovennævnte problemstillinger.

Ifølge EU's direktiv om industrielle emissioner skal en svinebedrift i et EU land have en miljøgodkendelse, hvis de fx har mere end 750 søer. Gyllemængden fra 750 søer svarer til en årlig produktion af ca. 7.000 tons gylle med et indhold af ca. 25.000 kg kvælstof og 6.600 kg fosfor – der er dermed ca. 3,8 gange så meget kvælstof som fosfor i gyllen. Gyllen skal jf. EU's Nitratdirektiv spredes med maksimalt 170 kg N per ha, svarende til mindst 147 ha, men i Danmark er reglerne dog yderligere skærpet sådan at gyllen i dette eksempel skal spredes på mindst 179 ha med maks. 140 kg N per ha.



DER FINDES INGEN OFFICIELLE STATISTIKKER, MEN MAN REGNER MED AT CA. 80 % AF DEN DANSKE HUSDYRGØDNINGSPRODUKTION ER GYLLE.

Hvis landmanden spreder ikke-separeret gylle på 147 eller 179 ha, så får markerne gennemsnitligt 45 kg, henholdsvis 37 kg fosfor per ha, og det er

langt mere end behovet på 20-25 kg per ha som typiske sædskifter med korn og raps på en svineproduktionsejendom har behov for.

Hvis landmanden imidlertid separerer gyllen, så vil ca. 80 % af fosforen og 20 % af kvælstoffet findes i separationsfiberen (dog med stor variation afhængig af anvendte separationsteknologi). Hvis dette sendes til et biogasanlæg og derfra videre til specialiserede planteavlsbrug, så undgår man overgødskning med fosfor, som ellers ender i naturen og forårsager eutrofiering i vandmiljøet.

En anden fordel for svineproducenten er at den flydende separationsfraktion, rejktvandet, er betydeligt bedre at gøde afgrøderne med; næsten al kvælstoffet er på ammonium-form, dvs. let at optage for planterne, og den tyndtflydende konsistens gør at det hurtigt trænger ned i jorden, hvilket bevirker en begrænset fordampning af ammoniak og lugtdannelse i forbindelse med spredning.

Biogasanlæggene har ikke noget at bruge vandet til – deres udfordring er oftest at hæve tørstofprocenten til 10-12 % i den biomasse, som fødes ind i forgæringstanken, og det er fiberdelen, som giver næring til de metandannende bakterier.

Skruepresning og andre teknologier til mobil separation

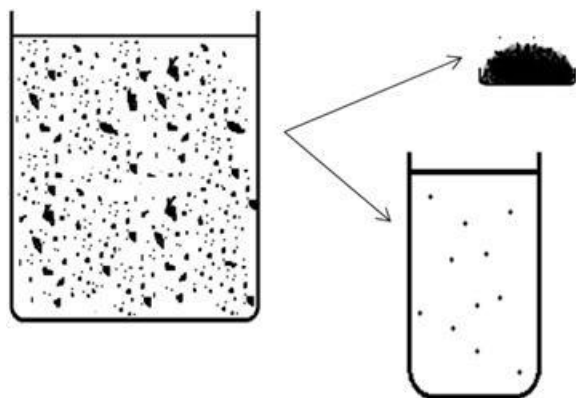
>> Formålet med gylleseparation er at adskille partikler af strøelsesmateriale og ufordøjet foder fra væsken. Der findes en række forskellige teknologier, som dette kan ske ved, og i princippet kan de alle gøres mobile og flyttes fra besætning til besætning. Skruepresning er en af de mest udbredte teknologier til gylleseparation.

Generelt om gylleseparation

Ved gylleseparation opdeles gyllen i fiber og rejktvand.

Fiberdelen vil ofte udgøre 5-10 % af rågyllens vægt, afhængig af separationsteknologi og gylletype. Jo højere tørstofprocent i gyllen des større er andelen af fiber. Hvis man separerer gærrest er fiberdelen forholdsvis lav.

Når fiberen skal anvendes til biogasproduktion ønsker man naturligvis at så stor en del af tørstoffet efter separation findes i separationsfiberen, idet den største del af tørstoffet i gyllen er organisk, og dermed næring for de metandannende bakterier. I den henseende er separation med centrifuge den mest effektive separationsmetode.



GYLLE DELES VED SEPARATION OP I FIBER OG REJEKTVAND. EFTER MAIBRITT HJORTH, ASS. PROFESSOR, AARHUS UNIVERSITET.

Som en tommelfingerregel kan man regne med at 80 % af fosforen og 20 % af kvælstoffet følger med fiberdelen, men der er meget stor variation. Vechta Universitet fandt ved sammenligning af syv forskellige gylleseparationsteknologier en variation i kvælstofandel fra ca. 7 til ca. 34 % i fiberfraktionen, og en tilsvarende variation i fosforandelen fra ca. 46 til ca. 74 %.

Den del af kvælstoffet, som følger med fiberfraktionen, er hovedsageligt organisk bundet kvælstof, dvs. den del som kræver en yderligere omsætning før den bliver til rådighed som næring for afgrøderne.



FIBER FRA CENTRIFUGE SEPARATION AF GÆRREST.

Man kan kombinere forskellige separationsteknologier for at øge effektiviteten. Eksempelvis kan man ved hjælp af flotation af rejktvandet få frasepareret en større del af partiklerne. Desuden er separationseffektiviteten afhængig af, hvor hurtigt man kører gyllen gennem.

I landene rundt om Østersøen anvendes separation næsten udelukkende i Finland, Tyskland og Danmark.

I det følgende er en kort gennemgang af forskellige separationsteknologier.

Skruepresning

Skruepressen er opbygget som et rør med en snegl indeni, som mekanisk tvinger gyllen opad til en cylindrisk si, som den mest flydende del presses gennem men de største partikler tilbageholdes.

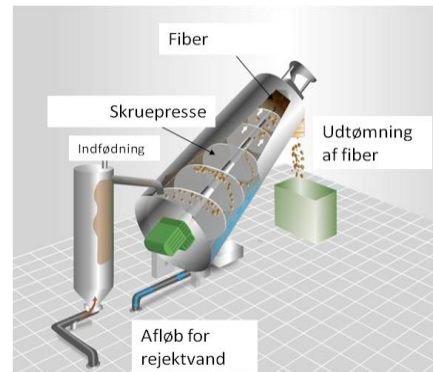
Skruepresning er en af de mest almindelige former for gylleseparation, idet teknologien er forholdsvis simpel og billig i både anskaffelse og brug. Til gengæld er separationseffektiviteten forholdsvis lav i sammenligning med separation ved centrifugering.

Separation med centrifuge

Separation af gylle ved centrifugering bygger på forskelle i vægtfylde af fiberen (suspenderede partikler) og væskefasen. Separationsanlæg er opbygget med en vandret eller lodret cylinder hvori gyllen kontinuerligt slynges rundt ved høje hastigheder.



CENTRIFUGE SEPARATOR.



PRINCIPSKITSE AF SKRUEPRESNING. EFTER MAIBRITT HJORTH, ASS. PROFESSOR, AARHUS UNIVERSITET.

Separation med centrifuge betragtes som en af de mest effektive metoder til at få adskilt næringsstofferne i gyllen.

Separation med rist

Ved gylleseparation kan separation med rist anvendes til at frasortere store partikler.

Metoden kan også indbygges i staldenes design, sådan at husdyrgødningen transporteres ud af staldene i en flydende og en fast del, også kaldet kildeseparation.



RIST I KVÆGSTALD, SOM SKRABEREN PASSERER SÅ DEN FLYDENDE DEL KAN ADSKILLES FRA DEN FASTE. BILLEDE FRA [HTTP://LVM.DK/](http://lvm.dk/).

Separation ved filterpresse

Separationen sker ved et porøst bånd som kører mellem to valser, og væsken tvinges gennem båndet af valserne mens de faste stoffer skræbes af båndet.



FILTERPRESSE.

Separation med sier

Ved separation med sier føres gyllen hen over en si, som tilbageholder partiklerne i gyllen og lader væsken passere. Ofte anvendes buesier, som på billedet, hvor gyllen hældes ind foroven, og hvor fiberen glider nedad ved tyngdekraft, og føres bort med en snegl eller transportbånd. Sier kan også være vibrerende, eller have form som et transportbånd.



SEPARATION MED BUESIER. FRA WWW.BDISCREENS.COM.

Separation ved tromlefiltre

Tromlefiltre er en speciel slags sier, der har form som en roterende, vandret cylinder med svag hældning. Man hælder gyllen ind i den øverste ende, opsamlere rejeckt vandet under og fiberen ved den nederste ende af den roterende cylinder.

Separation ved naturlig bundfældning

Ved naturlig bundfældning udnytter man det forhold at partiklerne og væsken i gyllen har forskellig vægtfylde, og kræver store beholdere uden eller med lav gennemstrømning. Beholdere med lav gennemstrømning er ofte lavet med cylindrisk form og konisk bund, hvor man opsamlere bundfaldet, der har konsistens som tyktflydende gylle.

Koagulering-Flokkulering

Separationsmetoden består i tilsætning af et kemisk middel (koagulant eller flokkuleringsmiddel), og er egentlig ingen selvstændig metode, men en metode til at øge den efterfølgende separationseffektivitet af mekaniske separationsmetoder, idet de kemiske midler får partikler i gyllen til at samles i større partikler.

Elektrokoagulation

Elektrokoagulation består af en elektrolytisk celle med en anode og en katode. Under elektrokoagulation frigives de positive ioner (Fe^{3+} , Al^{3+}) som er nødvendige for koagulationen. Ligesom for koagulering/flokkulering er metoden anvendelig til at øge den efterfølgende separationseffektivitet af mekaniske separationsmetoder.

Flotation

Flotation sker ved at man sprøjter trykluft ind i bunden af en flotationstank/bassin med lav gennemstrømningshastighed af rejeckt vand. Den frigivne luft danner små bobler, som forårsager at partiklerne flyder med op til overfladen, hvorfra flotationslammet fjernes ved en skimning. Metoden anvendes til at nedbringe andelen af partikler i rejeckt vandet.

Mobile separationsanlæg

Ser man bort fra naturlig bundfældning og flotation, der kræver megen plads, kan separation i princippet ske mobilt for at udnytte investeringen bedre.

I tilfælde af mobil separation placeres mindre anlæg på en trailer, større på en lastbil.

Pilotprojekt på Bornholm

>> Seks svineproducenter på Bornholm har nogenlunde den samme udfordring, nemlig at bevare balancen mellem næringsstofferne i gyllen fra deres svineproduktion, og det, som deres afgrøder har behov for. Samtidig har øens biogasanlæg, Biokraft, den udfordring, at de gerne skulle have mere biomasse igennem anlægget, som hidtil ikke har kunnet udnytte sin kapacitet fuldt ud. Biokraft vil især gerne have mere biomasse, som kan bidrage til at hæve tørstofprocenten i den indfødede biomasse, og gerne biomasse, som samtidig er billigere end alternativer som fx majsensilage.

Skruepresserforeningen

Efter dansk tradition har seks bornholmske svineproducenter dannet et andelsselskab for at udnytte fordelene ved samarbejde, i dette tilfælde om gylleseparation. De seks medlemmer af Skruepresserforeningen producerer tilsammen ca. 50.000 ton gylle om året, og fælles for dem er, at de har brug for at eksportere næringsstoffer ud af bedriften, da ikke alle næringsstoffer i gyllen kan anvendes som gødning på markerne.



VESTREGAARD – EN AF DE BEDRIFTER, SOM ER MED I SKRUEPRESSERFORENINGEN.

Samarbejdet indebærer den væsentlige fordel at udgifterne ved at drive separationsanlægget deles på flere, og anlægget kan formentlig køre mere effektivt, da en og samme person varetager driften af det for alle medlemmerne.

Börger Bioselect skruepresser

Efter at have indhøstet erfaringer med andre separationsmetoder på Bornholm, har man besluttet at investere i et Börger Bioselect anlæg, som det bedste i den givne situation. Anlægget er i princippet en skruepresse, men er innovativ i en række forhold, der relaterer sig til separatorens opbygning og styresystem:

- Anlægget kan opsuge frisk gylle direkte fra gyllekanalerne i stalden – på denne måde undgår man at skulle investere i en tank samt omrører til homogenisering af gyllen, idet dette normalt er en forudsætning for at kunne anvende andre separationsteknologier. Börger anlægget er nemlig i stand til at regulere indtaget med gyllens konsistens, så kommer der fx en klump halmrig gylle, så bliver indtaget sat ned. Egenskaben har også stor betydning for fiberens anvendelse til biogasproduktion, idet biogaspotentialet reduceres med alderen af gyllen.
- Anlægget har en meget høj kapacitet, dvs. op til 63 m³ i timen, hvor mange andre skruepresseres kapacitet er 10-15 m³ i timen.
- Separatoren kan styres, så tørstofprocenten i fiberen bliver mellem 10 og 25 %.

- Anlægget er via en lobepumpe selvansugende, og er med "plug-and-play" tilslutninger af gylleslanger og strøm velegnet til mobilt brug.



BÖRGER BIOSELECT BC50 ANLÆGGET ER MONTERET PÅ EN TREKSLT TRAILER MED ISOLERET PRESENNING.



FIBEREN LEVERS VIA ET TRANSPORTBÅND I EN AF DE TO TILHØRENDE CONTAINERE, OG TRANSPORTERES DEREFTER TIL BIOKRAFT.

Anlægget roterer mellem medlemmerne med ca. 14 dages interval.

Investeringen

Investeringen har omfattet

- Börger Bioselect BC50 anlæg monteret på treakslet trailer med isoleret presenning, inklusive en reservedelspakke med mest nødvendige sliddele.
- 2 containere a knap 35 m³ med presenning, som rulles hen over under transport.

Samlet investering: 107,000 €.

De deltagende medlemmer af Skruepresserforeningen har selv investeret i strømforsyning og anden forberedelse af den plads, som anlægget står på under processen.



PLACERING AF DE SYV BESÆTNINGER, TILHØRENDE DE SEKS MEDLEMMER AF SKRUEPRESSERFORENINGEN.

Monitering, registreringer og analyser

>> Kort fortalt lever det mobile Börger Bioselect BS50 op til forventningerne. Anlægget var forholdsvis billigt i anskaffelse, og det er billigt i drift, og har bortset fra nedbrud i styresystemet kørt tilfredsstillende. Den største omkostning og udfordring vedrører transporten mellem besætningerne. Rejektvandet har en kvalitet, som i mange tilfælde er velegnet til fuldgødskning, idet Börger anlægget ikke separerer så meget fosfor over i fiberen som en række andre separationsteknologier.

Indhøstede erfaringer af betydning for anlæggets økonomi

- Strømforbrug: Ca. 0,3 kWh pr m3 rågylle inkl. omrøring.
- Arbejdsforbrug: Arbejdsforbruget omfatter følgende:
 - Der bruges ca. 1 time pr separation til opsætning, opstart, afvaskning og sammenpakning.
 - Tilsyn pr. separation er ½ - 2 timer - noget afhængig af forskelle i gyllens tørstof %.
 - Flytning tager ½ - 3 timer, afhængig af afstand og transportmåde (bil eller traktor).
- Reparationer / driftsstop: I de ca. 5 måneder anlægget har kørt har der været følgende:
 - Tromlemotor på fiberbånd er skiftet (dækket af garanti på anlægget)
 - Der har været problemer med frekvensstyringen to gange, hvilket har givet et ekstraordinært tidsforbrug hos Skruemaskineforeningens medlemmer på ca. 20 timer.
 - Der er hidtil ikke udskiftet nogen form for reservedele, og umiddelbart er der heller ikke tegn på behov herfor foreløbigt!!
- Væsentlige udfordringer
 - En høj kapacitet på anlægget kræver at der ikke er store forskelle på tørstofindholdet i den separerede gylle.
 - Logistikken er en udfordring, specielt de to gange der har været forsinkelser pga. problemer med frekvensstyringen.

- Afregningspris for fiberen: På grund af fiberens høje gasudbytte på Biokraft, er det gratis at aflevere fiberen, hvis rågylle ikke har været ældre end 14 dage ved separationen, og fiberen som minimum har haft 18 % tørstof. Er gyllen 15-30 dage ved separationen skal der betales 45 kr. pr tons for levering til Biokraft, og ved 31-45 dage 60 kr pr tons.
- Omkostning for levering af fiber varierer meget fra besætning til besætning – nogle kan ved levering hver 14 dag ikke fylde en container – ligeledes har afstanden betydning for prisen – pris / tons fiber 40 – 70 kr.



Kvaliteter og mængder

Separationsanlægget har i perioden fra ibrugtagning medio juni til udgangen af oktober 2012, dvs. på 4½ måned separeret 19.070 m³ gylle.

Der foreligger indtil videre analysetal for rågylle, fiber og rejektvand fra to af bedrifterne:

EJENDOM 1, SLAGTESVINEBESÆTNING.

	Rågylle	Rejektvand	Fiber
Total N, kg N/t	5,48	4,88	5,82
NH₄ + N, kg N/t	3,60	3,34	3,13
Fosfor, kg P/t	1,3	1,0	2,1
Kalium, Kg K/t	3,1	2,7	2,5
Tørstof-pct	6,68	4,31	23,46

Ud fra tal for ejendom 1 er der produceret godt 9 tons fiber for hver 100 tons rågylle, og der fjernes med fiberen ca. 11 % kvælstof og 24 % fosfor.

EJENDOM 2, SO- OG SMÅGRISEBESÆTNING.

	Rågylle	Rejektvand	Fiber
Total N, kgN/t	4,27	4,13	6,11
NH₄ + N, kg N/t	3,00	3,05	2,56
Fosfor, kg P/t	1,1	1,00	3,3
Kalium, Kg K/t	2,0	2,00	1,9
Tørstof-pct	4,65	3,24	20,76

Ud fra tal for ejendom 2 er der produceret knap 10 tons fiber for hver 100 tons rågylle, og der fjernes med fiberen ca. 13 % kvælstof og 28 % fosfor.

Separatoren fjerner dermed så meget kvælstof at den danske regel om 120 kg N/DE kan opfyldes.

Optimal separationsmetode med henblik på fuldgødskning?

Når man betragter resultaterne af separationen med Börger Bioselect anlægget så er det umiddelbare indtryk, at det er en lav separationseffektivitet som anlægget har.

Dette er i forhold til de Skruepresserforeningens medlemmer en stor fordel i forhold til andre separations-teknologier, de har prøvet. Den lave separationseffektivitet gør det nemlig muligt at anvende rejektvandet til fuldgødskning af deres marker. Andre separationsteknologier separerer meget mere fosfor over i fiberfraktionen, og stiller dem i den situation at de så blive nødt til at købe fosfor i mineralgødning.

Følgende tabel viser tilførsel af næringsstoffer til marker som gødes med 25 tons rejektvand pr ha fra de 2 ejendomme:

TILFØRSEL AF NÆRINGSSTOFFER TIL MARKER SOM GØDES MED 25 TONS REJEKTVAND PR HA FRA DE 2 EJENDOMME, ALLE TAL I KG PR HA.

	Total N	NH ₄ + N	P
Ejendom 1	122	84	25
Ejendom 2	103	76	25

Som udgangspunkt er 25 tons rejektvand en god fuldgødskning i mange situationer.

Yderligere information

>> Litteratur, hjemmesider m.v., hvor man finder yderligere oplysninger om decentral, mobil gylleseparation.

- AgroTechnologyATLAS - <http://agro-technology-atlas.eu/>.
- Baltic Compass – <http://www.balticcompass.org>.
- Entschärfung der Nährstoffüberschüsse durch Kaskadennutzung von Gülle und Gärresten? "Workshop Gülleseparation" der Bioenergie-Region Südoldenburg mit internationaler Beteiligung. <http://www.bioenergie-suedoldenburg.de/projekte-in-der-region/guelleseparation/workshop.html>.
- Sector Study concerning prioritised innovative agro-environmental technologies for sustainable food production in the Baltic Sea Region - http://agro-technology-atlas.eu/docs/repo20905_Baltic_Compass_Sector_Study.pdf.
- “Win-win technologies for nutrient management” – en mobil og delvis virtuel udstilling med videoklip og PowerPoints - http://agro-technology-atlas.eu/win_win_technologies_for_nutrient_management.aspx.



Denne pjece er medfinansieret af EU's Østersøprogram, og udarbejdet af Agro Business Park, Skruepresserforeningen og Bornholms Landbrug i regi af Baltic Compass.

Baltic Compass er et strategisk projekt, som arbejder for at fostre løsninger til gavn for landbrug og miljø i Østersøregionen. Projektets 22 partnere repræsenterer nationale myndigheder, interesseorganisationer, videnskabelige institutter og innovationscentre fra landene i Østersøområdet. Læs mere på <http://www.balticcompass.org>.

