INTERN RAPPORT · 13. NOVEMBER 2026

Det danske anlæg

En zeolitfabrik, der udvikler og pakker sine egne produkter, laver sin egen strøm af husdyrgødning og henter kvælstof og fosfor tilbage fra lokalt vand. Hvad den er, hvor meget strøm den bruger, hvor stort biogasanlægget skal være, og hvor langt lastbilerne skal køre.



2,2 GWh
strøm om året til hele anlægget*

280 kW
gasmotor dækker det*

27.900 t
husdyrgødning om året*

10 km
radius ved en femtedel af gødningen*

€55 mio.
grund, anlæg og to års drift*

Forretningsplanen beskriver det danske anlæg som zeolitkredsløbets udstillingsvindue (afsnit 9.1). Denne rapport regner billedet igennem. Den bygger på ni videnskapitler i **knowhow/factory/** og én beregningsmodel. Omkostningerne er vores egne skøn: ingen leverandør, sælger eller myndighed er spurgt.

> **Sådan læses den.** Tal mærket * er vores egne skøn. Hvor et tal er målt eller offentliggjort, står der af hvem. „Åbent“ betyder, at ingen ved det endnu.

RESUMÉ

Tolv fund

1. **Hele anlægget bruger ca. 2,1 GWh strøm om året*** ved 50.000 t sten: 1,75 GWh i kernefabrikken, 0,32 GWh i modulerne. Med biogasanlæggets eget forbrug er det 2,24 GWh.
2. **En gasmotor på 280 kW dækker det***, på 560.000 Nm³ metan fra 27.900 t husdyrgødning, hvis 15 % er dybstrøelse. På gylle alene kræver det 44.900 t.
3. **Gødningen findes inden for 10 km***: 203 km² land omkring Fredericia, ved en femtedel af det, der er. Én tankbil kører den i tre læs om dagen.
4. **Solceller på alle tage giver alene 1,6 GWh***, 70 % af behovet. Med begge sælger anlægget strøm, eller biogasanlægget bygges i en fjerdedel af størrelsen.
5. **Lavet over året er ikke brugt i timen.** En motor, der kører døgnet rundt, dækker 58 % af forbruget time for time*. Nettilslutningen bliver.
6. **Motorens varme svarer til dens strøm.** 2.348 MWh om året*. Rådnetanken tager 698. Resten kan erstatte gas i stentørreren, hvis motoren kører sammen med tørreren.
7. **Vandkredsløbet er lille i kilo.** Én lastbil henter 42–824 kg kvælstof om året fra vand*; gødningen bringer 140 t. Kredsløbet er en demonstration og en betalt ydelse.
8. **Tebrevenes granulat skal males, og rådnetanken tager kun en del.** 2–4 kg pr. ton input fremmede udrådningen i litteraturen: 56–112 t om året. Resten kommer i den afgassede biomasse bagefter.
9. **Fosfor kræver et calciummineral.** Jern holder det for fast og lanthan for altid. Hvad et calciummineral fanger ved vandløbets koncentration, er aldrig målt.
10. **Gødningen er husdyrgødningen.** I en pille af fiber fra afgasset biomasse, zeolit og fosformineralet kommer over 99 % af næringsstofferne fra fiberen. Den er stadig det eneste produkt i sortimentet, der må kaldes gødning.
11. **Brugt tebrevsmateriale er juridisk affald, indtil andet er afgjort.** Det afgør, om det må på en mark eller i et produkt. Det er det første spørgsmål at stille.
12. **Det koster ca. €55 mio. i alt*** (€38–78 mio.): €43,3 mio. til at købe grunden og bygge, €11,7 mio. egenkapital til to års drift uden indtægter. Ingen tilbud.

DET VILLE VI BYGGE UD FRA DISSE TAL

Solceller på alle tage fra første dag. Et biogasanlæg på ca. 27.900 t om året med en motor på 280 kW, når gødningen er sikret ved kontrakt. Én tankbil, én kroghejsbil og én kranbil. En pillelinje på 500 t om året, når haveproduktet har en køber. Før alt dette: gårdene inden for 15 km, den juridiske status for brugt tebrevsmateriale og forsøgene T1, T2 og P1.

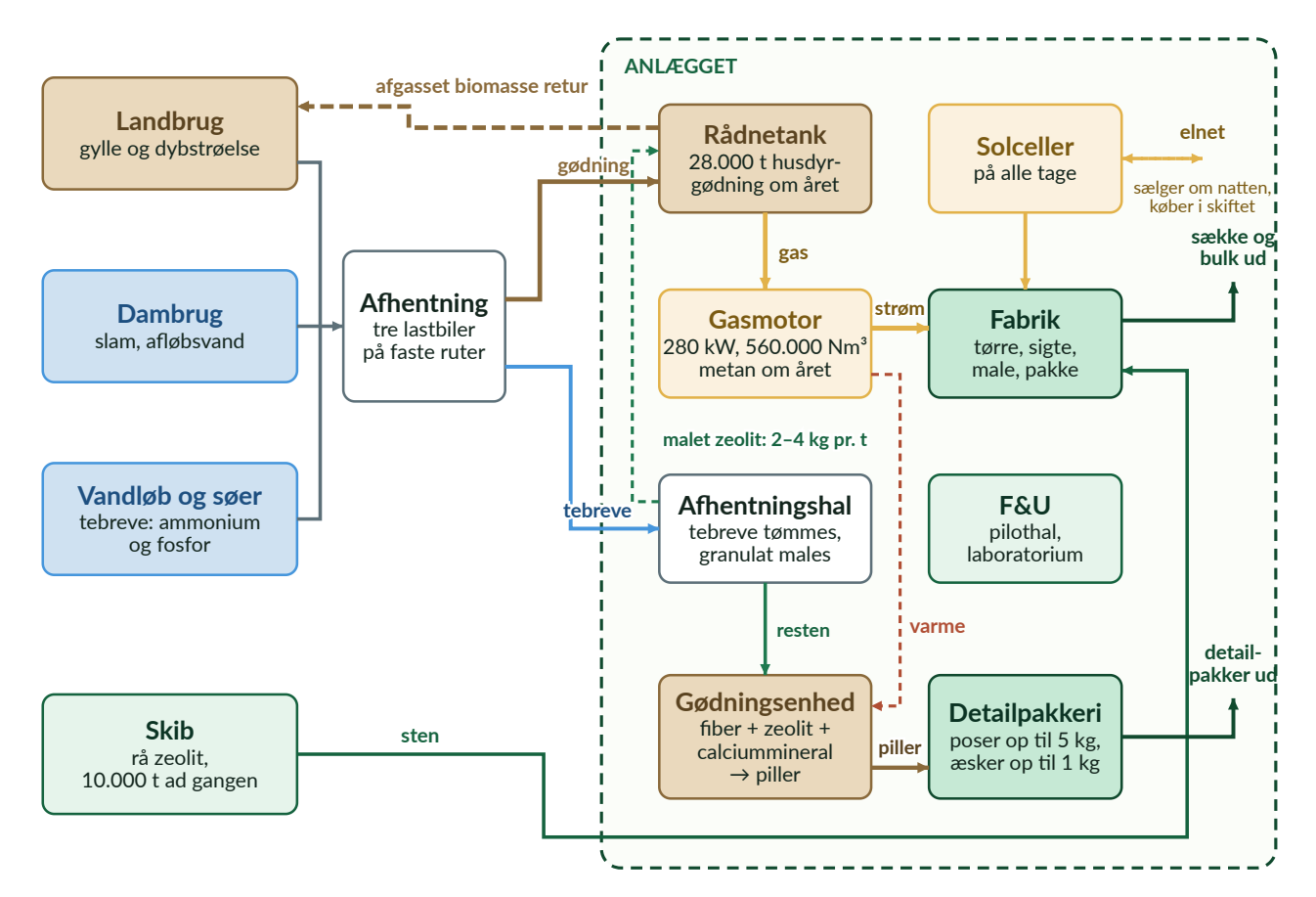


Arealer målfaste. De små kvadrater viser den høje ende af spændet.

IDÉEN

Ét sted, hvor kredsløbet lukkes

Sten kommer ind med skib og går ud som produkter. Husdyrgødning kommer med lastbil, laver anlæggets strøm og går tilbage til markerne. Tebreve kommer hjem fra vandet med lidt kvælstof og fosfor og går videre i den afgassede biomasse eller i en pille.



NYT I FORHOLD TIL DET BEREGNEDE ANLÆG

- Forskning og udvikling med en pilothal.
- Et detailpakkeri til poser og æsker.
- En afhentningsordning med tre lastbiler.
- Et biogasanlæg med gasmotor; solceller på tagene.
- En lille gødningsenhed.
- Et lager til et halvt års sten.

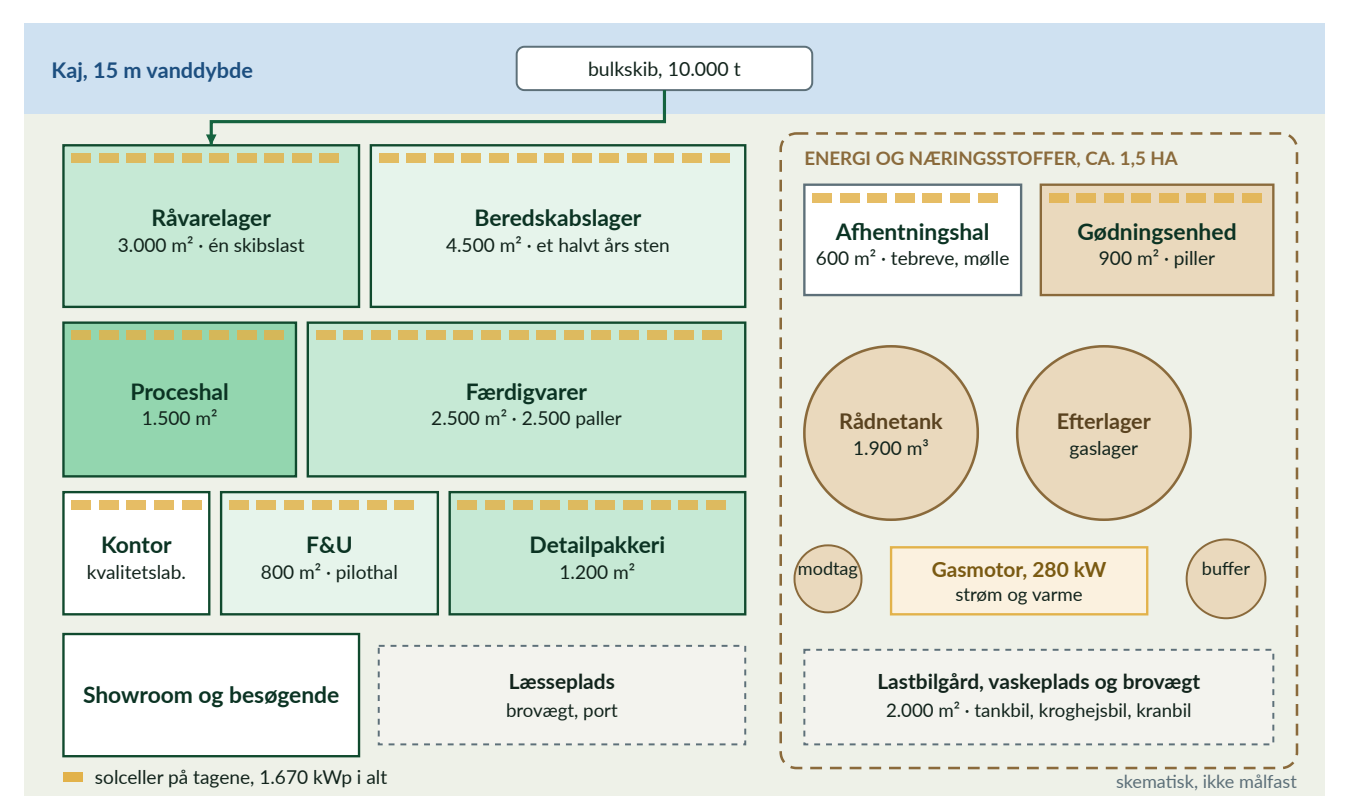
Det får den besøgende at se. Anlæggets strøm kommer fra husdyrgødning. Kvælstoffet, der gik gennem rådnetanken, er tilbage på markerne. Et tebrev fra et vandløb åbnes, og indholdet vejes.

Det får den besøgende ikke at vide. At zeolit laver gassen, at tebrevene renser et vandløb, eller at pillen er af genvundne næringsstoffer. Intet af det er sandt.

Anlægget må sige	Aldrig
Vores strøm laves af husdyrgødning, set over året	Zeolit laver gassen
Kvælstoffet i gødningen går tilbage til markerne	Anlægget renser vandet omkring sig
Tebrevene tager ammonium ud af det vand, de står i	Færre alger; en genoprettet sø eller å

GRUNDEN

Ca. 4,5 ha, dobbelt så stor som beregnet



Del	Gulv eller areal	Personer*
Kerneanlæg, som beregnet	7.400 m²	16
Beredskabslager, ekstra hal	4.500 m²	—
Forskning og udvikling	800 m²	4
Detailpakkeri	1.200 m²	6
Afhentningshal og lastbilgård	2.600 m²	4
Gødningsenhed	900 m²	2
Biogasanlæg	ca. 1 ha	2
Hele grunden	**ca. 4,5 ha***	**ca. 34**

Åbent: hvor. Omkostningsnotatet sætter Fredericia først for den dybe kaj. Et biogasanlæg tager ca. 120 t husdyrgødning ind ad vej hver arbejdsdag, og havnen ligger ved byen. Enten én grund uden for byen med stenen kørt fra kajen, eller to grunde forbundet med et kabel og et varmerør. Hverken havn eller kommune er spurgt.



Arealerne uden for kernen er dimensioneret efter mængderne på de følgende sider, ikke efter et projekt.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud · 4 / 20

FABRIKKEN

Kernen: tørre, sigte, male, pakke

Skib 10.000 t, under 10 mm → **Råvarelager** én skibslast; et halvt år frem → **Tørrer** 25 t i timen, gasbrænder → **Sigter** fem granulat-kvaliteter → **Mølle** 5 t i timen, to pulvere → **Siloer** ti á 100 t → **Pakning** storsæk, sæk, småpakning

Det er anlægget fra omkostningsnotatet, uændret: 50.000 t om året på ét skift à 2.000 timer, 100.000 t på to skift uden nye bygninger. Det blev sat til ca. €19,7 mio.*, uden tilbud.

Trin	Kapacitet
Tørring	25 t/h; fjerner ca. 4 procentpoint fugt
Sigtning	25 t/h, fem fraktioner
Formaling	5 t/h, en femtedel af mængden
Pakning	to storsækstationer, en sæklinje med robot, en småpakkelinje
Støv	udsugning ved hver overføring; en reguleret eksponering



Beredskabslageret. Et halvt års sten er 25.000 t ved fuld kapacitet: 4.500 m² bulkhal mere ved siden af de beregnede 3.000 m². Ved 10.000 t om året er et halvt år 5.000 t, og det beregnede lager er nok. Den anden halvdel af forsyningssikkerheden er en ekstra kilde.



* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

FABRIKKEN

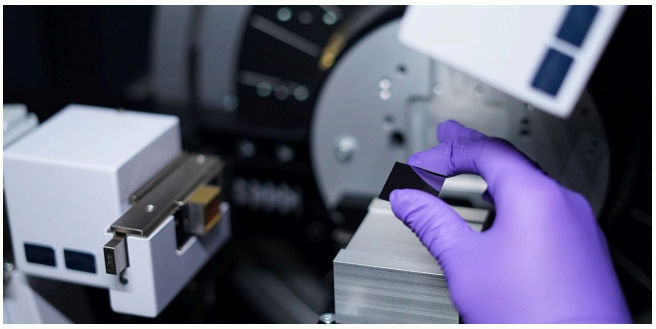
Forskning, udvikling og detailpakning

FORSKNING OG UDVIKLING, 800 M²*

Det beregnede anlæg har et kvalitetslaboratorium. Det kontrollerer batcher; det udvikler ikke produkter. Modulet tilføjer:

Rum	Hvad der sker der
Pilothal	Tørrer på 200 kg/h, sigte, mølle, blander og pillepresse. Nye kvaliteter og blandinger i partier på 50–500 kg
Vådlaboratorium	Kolonneforsøg med rigtigt vand: ammonium og fosformineralerne
Rådnetanksbænk	Seks til tolv små rådnetanke: bundfældning og gasudbytte, med og uden zeolit
Vækstrum	Potteforsøg med mættet zeolit, afgasset biomasse og piller
Showroom	Hvor den besøgendes rute begynder

Fire betingelser, før en partner må sælge et nyt produkt: en virkemåde, der passer til kemien, offentliggjort dokumentation, en lovlig status i EU og et forsøg med vores eget materiale.



DETAILPAKNING, 1.200 M²*

Linje	Pakker	Om året*
Poselinje	Trykte stående poser, 0,5–5 kg, 25 i minuttet	3.000 t
Æskelinje	Trykte æsker op til 1 kg med inderpose, 40 i minuttet	2.000 t
Små formater	Breve, akvarieposer, beholdere til køleskabet	manuelt
Slutlinje	Kontrolvægt, metaldetektor, hyldeklare bakker	

Ca. 5.000 t om året på ét skift, en tiendedel af anlægget. Én linje er nok i årevis.

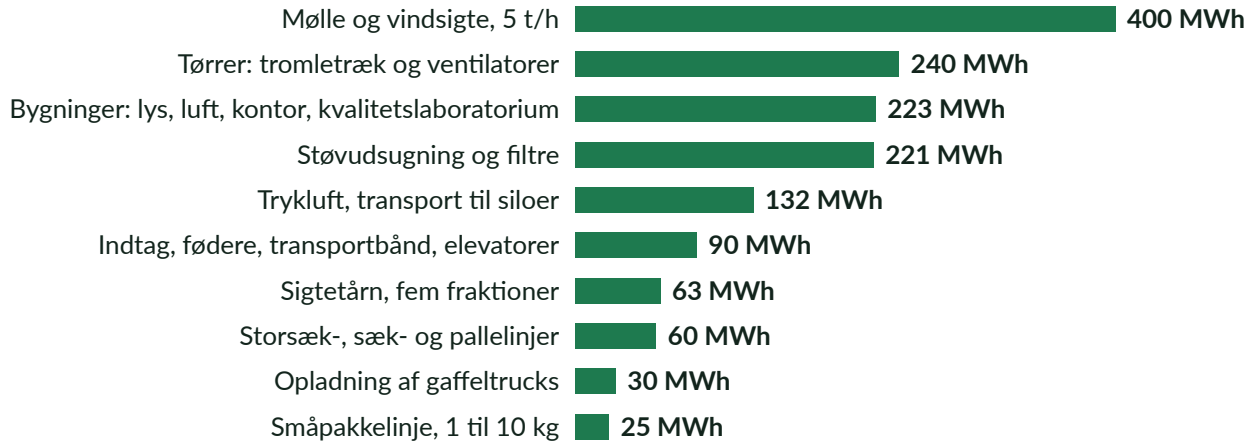
Første produkter	Hvad der står i vejen
Køleskabsbeholder	Undersøgelse bestilt; endnu ingen påstand om friskhed
Fortovsgrus	Forsøg venter. Giver greb; erstatter ikke salt
Jordforbedring til haven	Zeolit er ikke gødning
Gødningspiller til haven	Side 17
Kattegrus, akvarieposer	Åbent: endnu ikke i sortimentet

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

ELEKTRICITET

Hele anlægget: 2,2 GWh om året

Omkostningsnotatet regner med 35 kWh pr. ton. Der findes ingen maskinliste, så vi har lavet en*: installeret effekt, den andel, der trækkes under drift, og 2.000 skifttimer.

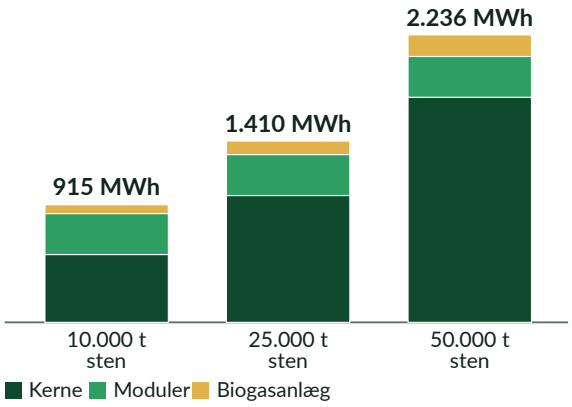


Kernefabrikken, MWh om året ved 50.000 t*. Sum: 1.484 MWh, eller 29,7 kWh pr. ton. Vi holder fast i planlægningstallet på 1.750 MWh: opstart, tomgang og glemte motorer lægger altid noget til.

Modul*	MWh	Grundlag
Forskning og udvikling	130	30 kW i arbejdstiden; 8 kW altid
Detailpakning	69	70 kW, 55 % last, 1.800 h
Beredskabslager	29	lys og luft, 4.500 m²
Afhentningshal	15	vask af tebreve, granulatmølle
Gødningsenhed	75	presse, ventilatorer, pillepresse

	MWh om året
Kernefabrik	1.750
Moduler	318
Biogasanlæggets eget forbrug, 6 kWh pr. ton input	167
Skal produceres	**2.236**

Formaling er det største forbrug: 40 kWh pr. formalet ton. Et sortiment med mere pulver bruger mere strøm.



Efter mængde*. Et lille anlæg bruger mere pr. ton: 52,8 kWh i kernen ved 10.000 t, 35,0 ved 50.000 t.

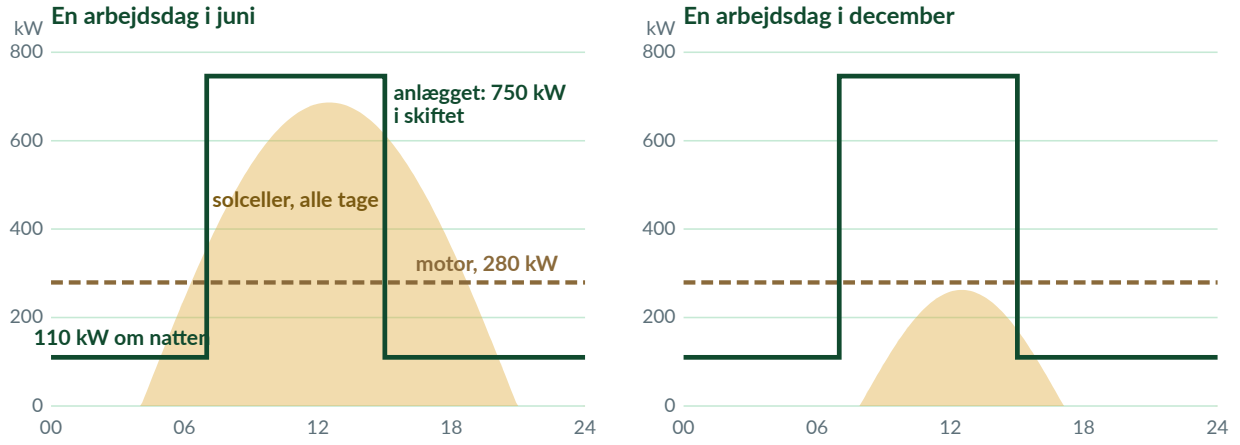
Anlægget trækker ca. 690 kW i skiftet og ca. 10 kW om natten; omkostningsnotatets tilslutning på 1 MW passer. **Tørrerens varme er gas, ikke strøm:** 2.250 MWh om året, uden for energimålet. Side 9 viser, hvad motorens varme kan gøre ved det.

Mulighed: tre batterilastbiler à 60.000 km lægger 234 MWh til, en tiendedel mere.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud · 7 / 20

ELEKTRICITET

Solceller, og forskellen på år og time



To arbejdsdage*. Grøn linje: hvad anlægget trækker. Stiplet: en motor, der kører døgnet rundt. Gul: solceller på alle tage.

SOLCELLER*

	Kernetag	Alle tage
Tag	7.400 m²	15.400 m²
Paneler	800 kWp	1.670 kWp
Om året	762 MWh	1.585 MWh

65 % af taget kan bruges, 6 m² pr. kWp, 950 kWh pr. kWp om året. To beregnere giver 921 og 1.054 for Danmark.

Forretningsplanens „omkring 1 GWh" for kernetaget var for højt. Det er ca. 0,76 GWh. December giver ca. 2 % af året.

TRE DRIFTSFORMER*

Driftsform	Motor	Dækket i timen
Motor døgnet rundt	280 kW	58 %
Lille motor, solceller på alle tage	65 kW	70 %
Motor kun i skiftet, gas lagres	1.120 kW	67 %

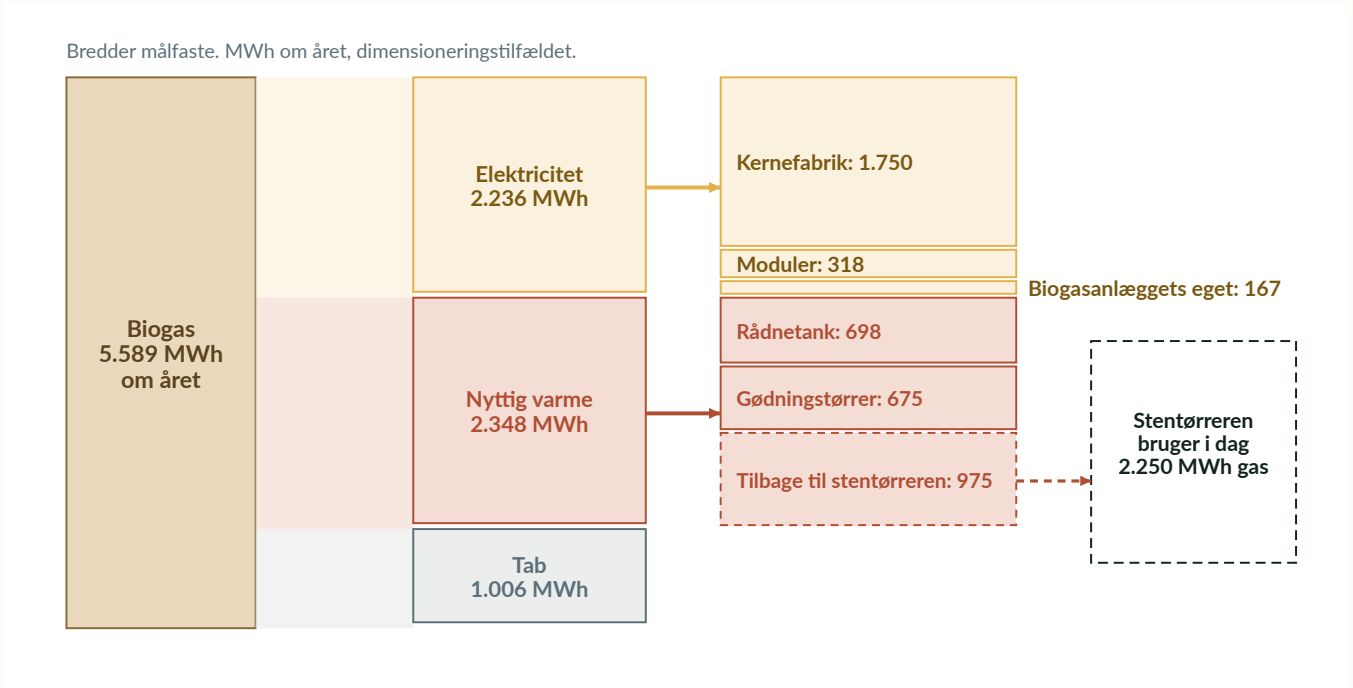
I den første driftsform sælger anlægget 1.146 MWh om natten og køber 933 MWh i skiftet. Over året går det lige op, og det er målet, som I har sat det. Anlægget er nettonul-forbruger, ikke en ø.

Åbent: hvad en kWh solgt om natten tjener mod en kWh købt i skiftet, og afgiften på strøm produceret til eget forbrug.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

VARME

Motorens varme er lige så meget værd som dens strøm



En gasmotor gør ca. 40 % af gassen til strøm og ca. 42 % til varme, der kan bruges*. Omtrent halvdelen af varmen er i udstødningen ved ca. 450 °C; den anden halvdel er kølevand ved 90 °C.

Varme, MWh om året*	
Fra motoren	2.348
Rådnetank, 25 kWh pr. ton input	698
Gødningsenhed, til tørring af fiberen	675
Tilbage	975
Stentørreren brænder, som gas	2.250

Hagen er uret. Stentørreren kører 2.000 timer. En motor, der kører døgnet rundt, giver under en fjerdedel af sin varme i de timer. Skal varmen bruges i tørreren, må motoren køre med skiftet: fire gange så stor, med gas lagret natten over.

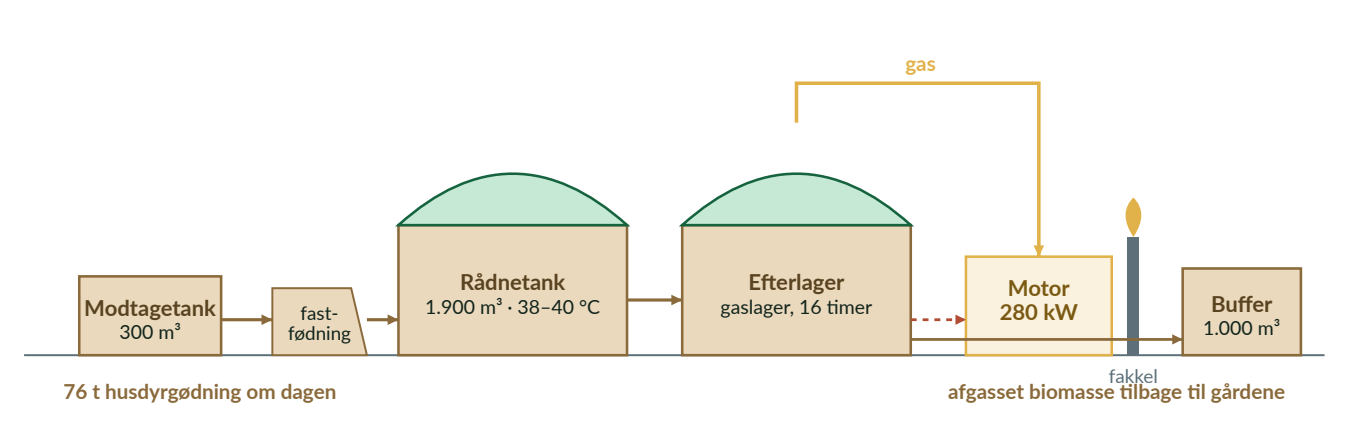
To ærlige løsninger. En lille motor, der altid kører og spilder det meste af udstødningsvarmen. Eller en stor motor med gaslager, der kører, når tørreren kører, og kan erstatte op til 43 % af dens gas. Det ligger uden for elmålet. Det står her, fordi varmen er gratis, når motoren først står der.

Åbent: valget mellem de to. Det tilhører den, der projekterer anlægget.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

BIOGAS

En motor på 280 kW og 27.900 t husdyrgødning



Hvad input giver	Nm³ metan pr. ton
Svinegylle	12
Kvæggylle	14,1
Dybstrøelse, fjerkrægødning	60
Vores blanding: 85 % gylle, 15 % dybstrøelse*	20,1

Energistyrelsen, biomasse og udbytter, juni 2024. Én Nm³ metan indeholder 9,97 kWh.

Gylle er mest vand. Et ton giver ca. 52 kWh strøm; et ton dybstrøelse ca. 239. Dybstrøelse er det, alle danske biogasanlæg vil have.

Dimensionering*	
Husdyrgødning om året	27.900 t
heraf gylle	23.700 t
heraf dybstrøelse	4.200 t
Pr. dag	76 t
Metan om året	560.000 Nm³
Gasenergi	5.589 MWh
Motor, 8.000 timer	280 kW
Rådnetank, 25 døgns opholdstid	1.900 m³
Kvælstof, der passerer	140 t
Fosfor, der passerer	25 t

Efter danske forhold er det et lille gårdanlæg. De største tager over 700.000 t om året.

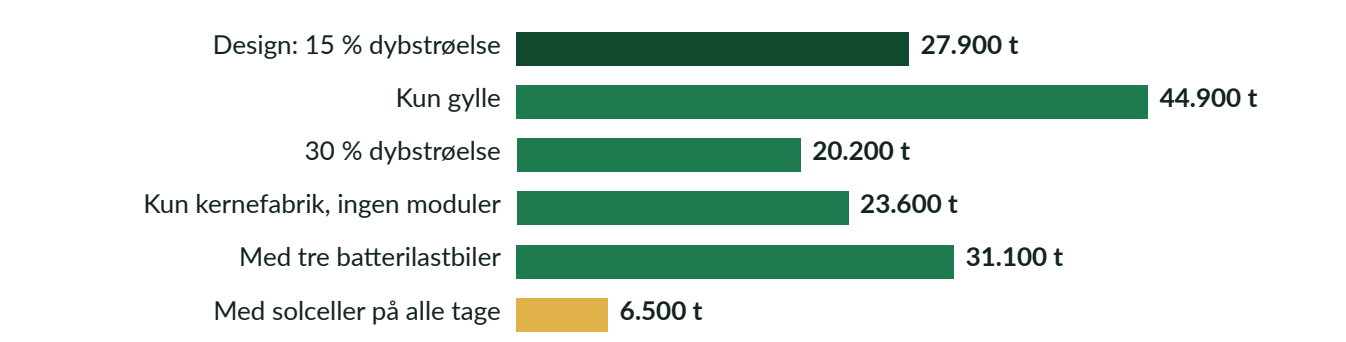


Delene*. En overdækket modtagetank på 300 m³; en indfødning til 12 t dybstrøelse om dagen; en opvarmet rådnetank og et efterlager med 16 timers gas; gasrensning; motoren med varmegenvinding; en fakkel; en buffer på 1.000 m³. Langtidslagringen sker i landmændenes egne tanke. Ca. én hektar.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

BIOGAS

Hvad der flytter svaret, og hvad zeolit gør i tanken



Husdyrgødning om året*. Solceller ændrer størrelsen mere end noget andet.

Vores anbefaling: dimensionér biogasanlægget til at dække behovet alene. Anlægget bygges for at vise, at strømmen kommer fra næringsstofkredsløbet. Solcellerne gør det så til nettosælger.

ZEOLIT I DENNE RÅDNETANK

- Zeolit hjælper, hvor ammoniak hæmmer udrådningen: fjerkrægødning, dybstrøelse, varme rådnetanke. På sund gylle er der lidt at vinde.
- Til svinegylle hjalp 2–4 g pr. liter; over 6 skadede det; ved 10 slog det fejl (Milán 2001).
- **Ingen gasgevinst er regnet med her.** Ét laboratorieforsøg er ikke et projekteringsgrundlag.

Mættet zeolit	Ton om året
Dosis, der fremmer udrådningen: 2–4 kg pr. ton	56–112
Én tebrevslastbil henter	230–460

Rådnetanken kan ikke tage det hele, og ikke som granulat. Granulatet er 5–10 mm, synker, fylder tanken og slider pumperne. Det males først. Hvad dosis ikke tager, går i den afgassede biomasse bagefter eller i pillerne.

Mættet zeolit er allerede fuld af ammonium og kan ikke optage mere. Skal zeolit hjælpe udrådningen, gør frisk zeolit det. Den mættede zeolit passerer bare igennem.

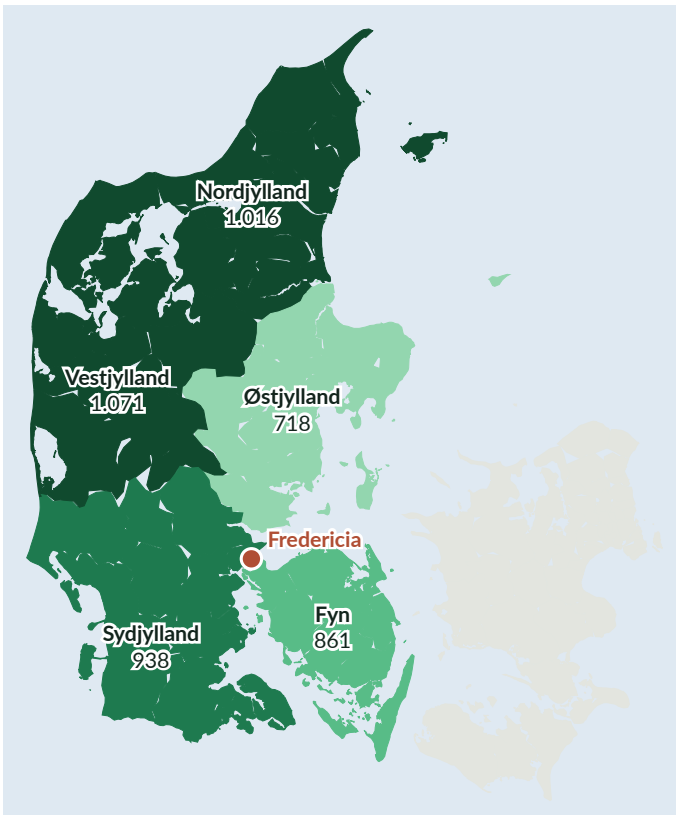
Åbent: godkendelse til at tage gødning fra flere gårde; et mineralsk tilsætningsstof på listen over tilladt input.

Tilfælde*	Gødning om året	Metan om året	Motor	Rådnetank
Design: 15 % dybstrøelse	27.900 t	560.000 Nm³	279 kW	1.900 m³
Kun gylle	44.900 t	590.000 Nm³	292 kW	3.100 m³
30 % dybstrøelse	20.200 t	550.000 Nm³	274 kW	1.400 m³
Kun kernefabrik	23.600 t	470.000 Nm³	236 kW	1.600 m³
Med tre batterilastbiler	31.100 t	620.000 Nm³	311 kW	2.100 m³
Med solceller på alle tage	6.500 t	130.000 Nm³	65 kW	400 m³

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

HUSDYRGØDNING

Hvor meget gødning der er, og hvor



Husdyrgødning, ton pr. km² land om året

under 700 · 700–800 · 800–900 · 900–1.000 · over 1.000 · ikke beregnet

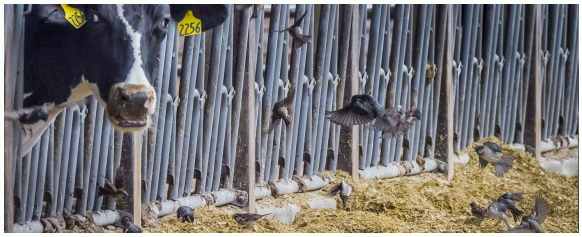
Danmark producerer ca. 35 mio. t husdyrgødning om året, og ca. 35 % går allerede til biogasanlæg (sekundære kilder*). Vi fordelte de 35 mio. t på landsdele efter dyreenheder og dividerede med arealet.

Landsdel	Mio. t om året*	Ton pr. km²*
Vestjylland	7,68	1.071
Nordjylland	8,01	1.016
Sydjylland	8,24	938
Fyn	3,00	861
Østjylland	4,20	718
Danmark	**35,0**	**815**

Dyr: Danmarks Statistik, tabel HDYR07, 2025. Areal: tabel ARE207. Dyreenheder: Eurostats koefficienter. Sjælland og Bornholm er ikke beregnet.

Fredericia ligger i Sydjylland, med 938 t pr. km², over landsgennemsnittet. Selve byen har havn og raffinaderi; gårdene ligger i Vejle, Kolding, Hedensted og Middelfart.

Ca. 11 % af mængden er dybstrøelse og anden fast gødning*. Det er den andel, dimensioneringen kræver, og ikke mere.



* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

HUSDYRGØDNING

Oplandet: ca. 10 km omkring anlægget



10 % af gødningen inden for ringen: 14,5 km, 406 km² land
20 % af gødningen inden for ringen: 9,8 km, 203 km² land
40 % af gødningen inden for ringen: 6,6 km, 102 km² land

Ringe: den radius, der rummer dimensioneringsmængden, hvis vi får 10 %, 20 % eller 40 % af gødningen inden for den*.

Fredericia ligger ved Lillebælt, så en tredjedel af cirklen er vand. Vi talte landarealet inden for hver radius på et net af 250 m over kommunekortet. Fynssiden tæller med: to broer krydser ved Middelfart.

Radius	Cirkel	Land
5 km	79 km²	56 km²
10 km	314 km²	210 km²
15 km	707 km²	433 km²
20 km	1.257 km²	803 km²

I areal: 203 km² land ved en femtedel af gødningen, 406 km² ved en tiendedel, 102 km² ved to femtedele. Andelen er den egentlige ubekendte: landmændene skal ville, og en tredjedel af dansk husdyrgødning er allerede under kontrakt.

Tilfælde*	Gødning om året	10 % andel	20 % andel	40 % andel
Design: 15 % dybstrøelse	27.900 t	14,5 km	9,8 km	6,6 km
Kun gylle	44.900 t	16,7 km	11,6 km	7,6 km
30 % dybstrøelse	20.200 t	17,4 km	12,3 km	8,1 km
Kun kernefabrik	23.600 t	13,4 km	8,8 km	6,2 km
Med solceller på alle tage	6.500 t	6,5 km	4,6 km	3,4 km

Mere dybstrøelse forkorter ikke turen. Den sænker mængden, men dybstrøelse er tyndt spredt, så cirklen vokser.

Åbent: gårdene inden for 15 km og deres dyr (CHR-registret har dem), og hvilke biogasanlæg der henter der i dag. Det spørges der om før alt andet.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud · 13 / 20

AFHENTNINGSORDNINGEN

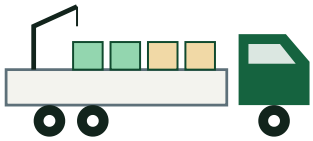
Tre lastbiler og deres arbejdsår



1. Tankbil, 32 t
3,2 læs pr. arbejdsdag · 12.530 km om året
44 % udnyttet



2. Kroghejsbil med containere
18 t dybstrøelse pr. arbejdsdag;
dambrugsslam, fiber, piller



3. Kranbil
20 steder om dagen, 100 om ugen;
460 t tebrevsmateriale om året

TANKBILENS DAG*

Gylle ind, afgasset biomasse retur på samme tur	23.700 t om året
Gennemsnitlig afstand til en gård ad vej	8,5 km
Rundtur med læsning	1,1 timer
Læs pr. arbejdsdag	3,2
Én tankbil kunne køre	54.100 t om året

Tre lastbiler er nok. Tankbilen er under halvt udnyttet; et anlæg på gylle alene ville stadig kun behøve én. Kranbilen er den fuldt udnyttede: hver 100 vandsteder mere kræver én til.



KRANBILENS UGE*

- 100 steder, hvert på sin ugedag. En kasse med fire tebreve løftes op, tebrevene skiftes, kassen sænkes.
- En vandprøve over og under kassen ved første besøg og hver måned. Tebrevenes mærker scannes.
- 2 t om dagen kommer hjem: halvt zeolit, halvt fosformineral, holdt adskilt.
- I afhentningshallen tømmes tebrevene, nettet vaskes og fyldes igen, og granulatet males.

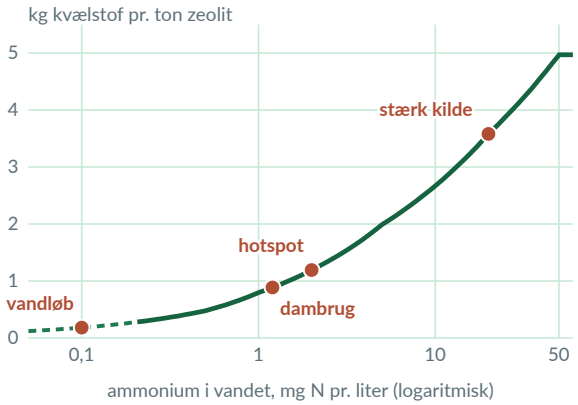
Ruten køres for det, kunden betaler for, ikke for kiloene. En dags rute henter ca. 0,2 kg kvælstof hjem fra almindelige vandløb og ca. 1 kg fra hotspots. Et sted fortjener sit stop som en ydelse: et udløb med en udledningsgrænse, et tilløb til en sø, et dambrug.

Åbent: dambrugene. De fleste danske ørreddambrug ligger i Midt- og Vestjylland, 40–100 km væk, og er ikke kortlagt her. Smitteregler for én vognpark, der besøger mange besætninger. Egne lastbiler eller en vognmand.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud · 14 / 20

VAND

Hvor meget vand kredsløbet kan rense for ammonium



Hvad et ton tebrevsgranulat bringer hjem, efter modellen for opsamlingsenheden*. Stiplet: under modellens område.

Zeolit optager mere ammonium, jo mere der er i vandet. I åbent vand er der lidt, så stenen kommer næsten tom hjem.

Dambrug: 1,2 og 1,36 mg målt i afløbet fra to danske modeldambrug (DTU Aqua). Almindeligt vandløb: vores antagelse; den målte median er ikke fundet. Danske vandløb indeholder 4,0 mg total-kvælstof pr. liter, næsten alt som nitrat, som zeolit ikke binder (DCE, 2021).



Én lastbil, 230 t zeolit om året*	mg N pr. liter	Sten pr. kg kvælstof	Kvælstof om året	Vand med så meget
Almindeligt vandløb	0,1	5,5 t	42 kg	418.000 m³
Under et dambrug	1,2	1,1 t	204 kg	170.000 m³
Hotspot	2	0,8 t	275 kg	137.000 m³
Stærk kilde	20	0,3 t	824 kg	41.000 m³

Svaret. Én lastbil fjerner ammonium fra 0,04–0,4 mio. m³ vand om året: 42–824 kg kvælstof. 2–10 mio. m³ løber gennem tebrevene, men hver passage tager kun 2–16 % af ammoniummet. Et vandløb på 100 liter i sekundet fører 3,2 mio. m³ om året.

Søg hen, hvor vandet er stærkt. Et sted med 2 mg pr. liter giver seks-syv gange fangsten fra et almindeligt vandløb for den samme kørsel.

Det stærkeste vand er på vores egen grund. Afgasset biomasse indeholder ammonium i gram pr. liter. Dér kan mineralet lade op mod 15 kg kvælstof pr. ton: 100 t frisk zeolit kunne holde op til 1,5 t.

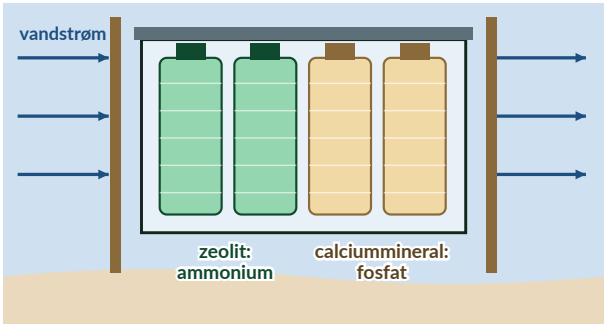
Åbent: forsøg T1 og T2 i rapporten om opsamlingsenheden; hvad zeolitten ellers optager i åbent vand; tilladelse pr. sted; hvem der betaler.

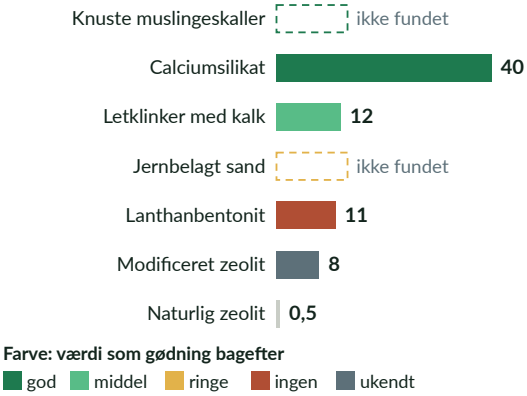
* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

VAND

Et andet tebrev til fosfor

Zeolit holder på positive ioner. Fosfat er negativt, så zeolit binder det ikke. Et tebrev, der skal fange fosfor, indeholder et andet mineral.





Det meste, hvert materiale har holdt, g fosfor pr. kg, ved spildevandskoncentration (oversigt over filtermaterialer, 2011; leverandør; vores noter). Et vandløb er hundreder af gange svagere.

- Danske vandløb i landbrugsoplande indeholder 0,099 mg fosfor pr. liter i median; naturvandløb 0,059 (DCE, 2021).
- Ca. 40 % er opløst. Det er det, et mineral kan fange: ca. 0,04 mg pr. liter, 30 gange tyndere end ammonium under et dambrug.
- To tebreve, ikke ét blandet: materialerne skal forskellige steder hen bagefter.

Brug et calciummineral. Calciumfosfat giver planterne næring langsomt, og det brugte mineral kalker jorden. Jern holder fosforet for fast og slipper det i iltfrit mudder. Lanthan låser det inde for altid. En modificeret zeolit ville gøre en ende på linjen „et naturligt, umodificeret mineral".

Start med knuste muslingeskaller og ét calciumsilikat, side om side. Skaller er billige og står allerede i danske drænfiltre. Calciumsilikat holder mere, men gør vandet stærkt basisk i starten.

Optag på en uge*	Fosfor om året	Vand med så meget	Andel af søernes behov
0,1 g pr. kg	23 kg	0,6 mio. m³	0,03 %
0,5 g pr. kg	115 kg	2,9 mio. m³	0,14 %
2 g pr. kg	460 kg	11,6 mio. m³	0,54 %

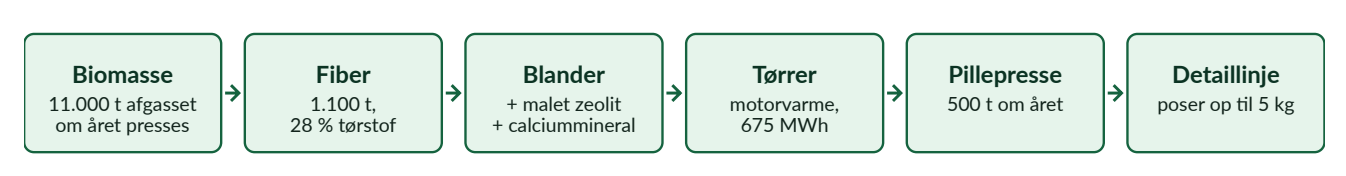
Én lastbil, 230 t mineral om året. Optaget er aldrig målt; det er tre gæt. Danske søer skal have ca. 85 t fosfor mindre om året.

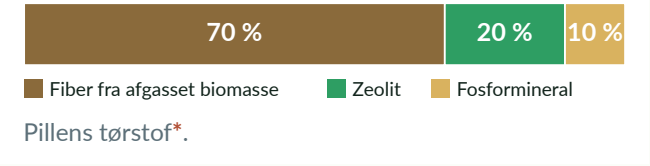
Åbent, og først: et kolonneforsøg i rigtigt vandløbsvand (P1); pH under tebrevet (P2); et potteforsøg med det brugte mineral (P3); tungmetaller (P4). Et tebrev, der står en sæson, fanger måske mere pr. kilometer end et ugentligt.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

GØDNINGSENHEDEN

En lille pillelinje ved siden af rådnetanken





Pillens tørstof*.

Hvad pillen indeholder*	Snekkepresse	Dekanter
Kvælstof	1,5 %	1,5 %
Fosfor	0,6 %	1,3 %
som P_2O_5	1,4 %	2,9 %

En mineralsk havegødning indeholder 10–20 % kvælstof. Dette er en organisk gødning af den slags, der sælges som pelleteret hønsegødning, med et mineral, der holder på næringsstoffer og vand.

Hvorfor den passer. Det er den havegødning, detaillinjen manglede. Den bruger motorvarme, når stentørreren står stille. 500 t er 100.000 poser à 5 kg.



Gødningen er husdyrgødningen. 140 t kvælstof og 25 t fosfor passerer rådnetanken hvert år. Tebrevene tilfører under ét ton af hver. Zeolit er bæreren, ikke indholdet.

REGLERNE, INGEN BEKRÆFTET

- **Husdyrgødning er et animalsk biprodukt.** Et produkt til private kræver et godkendt anlæg og varmebehandling.
- **En CE-mærket gødning** må kun indeholde opførte materialer. Afgasset biomasse og frisk zeolit har deres kategorier.
- **Brugt tebrevsmateriale er affald** efter en enkel læsning og passer umiddelbart ikke i nogen kategori.

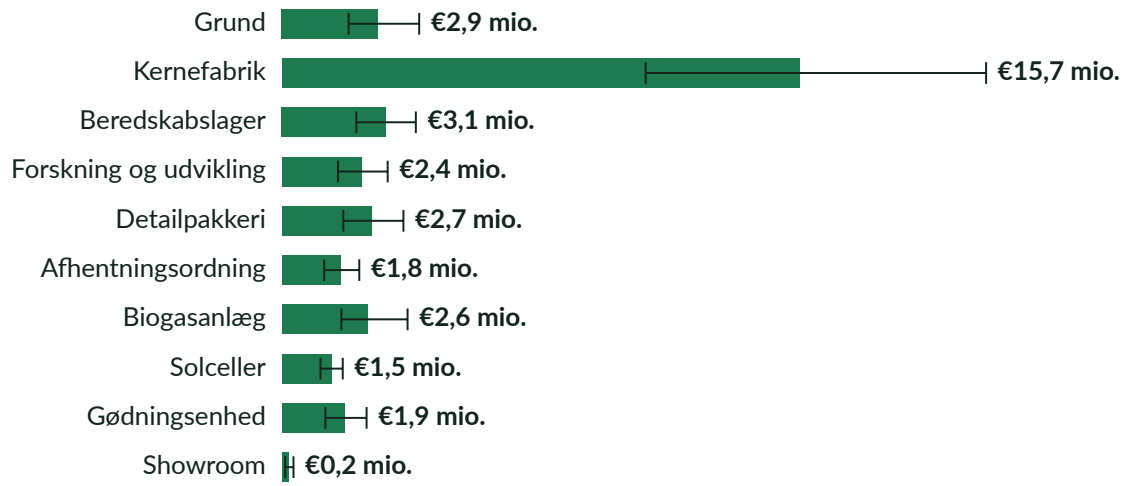
Planen, der ikke kræver et svar: lav pillen af fiber og *frisk* zeolit. De brugte tebrevsmaterialer går på marken med den øvrige afgassede biomasse, så vidt affaldsreglerne tillader det.

Åbent: holder zeolit ammoniak tilbage i tørreren? Det er det ene sted, hvor den kunne ændre, hvad pillen indeholder. Et bænkforsøg for F&U.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud · 17 / 20

ØKONOMI

Grund og byggeri: ca. €43,3 mio.



Mio. euro*, før projektering og uforudsete udgifter. Søjle: basis. Linje: lav til høj. Ingen tilbud.

Tusind euro*	Lav	Basis	Høj
Grund: jord, køb, terrænarbejde	2.018	2.911	4.151
Bygninger og maskiner	22.480	31.890	43.120
Projektering og rådgivning, 6–10 %	1.376	2.607	4.410
Godkendelser og tilladelser	300	500	800
Uforudsete udgifter, 10–20 %	2.461	5.355	9.861
Grund købt, anlæg bygget	**28.634**	**43.263**	**62.341**

Grunden. 45.000 m² til 250–500 kr. pr. m²*: €1,5–3,0 mio. Én annonce: 5,9 ha mellem Taulov og Erritsø, ved motorvejen, til ca. 300 kr. pr. m². En udbudspris, ikke en handel.

Køb peger ind i landet. Danske havne lejer deres arealer ud og sælger sjældent. En købt grund er nok en erhvervsgrund ca. 8 km fra kajen, med stenen kørt ind. Det giver også biogasanlægget afstand til byen.

I BYGGERÆKKEFØLGE*

Hvornår	Mio. euro
Med kernefabrikken	31,4
Når salget kræver lageret	4,0
Når forsøgene viser kredsløbet	2,2
Når gødningen er sikret	3,3
Når pillerne har en køber	2,4
I alt	**43,3**

Hver etape med sin andel af projektering, tilladelser og uforudsete udgifter. Den første rummer grunden, kernefabrikken, forskning og udvikling, detailpakning, solceller og showroom.

Første etape er tre fjerdedele af pengene. Selve kredsløbet (afhentning, biogas, gødningsenhed) er €7,9 mio. Kernefabrikken alene stod til €19,7 mio. i omkostningsnotatet, på lejet grund.

Solceller er den billigste strøm på listen: €1,5 mio. for 1,6 GWh om året. Biogasanlægget koster €2,6 mio. for 2,2 GWh og kræver gødning, lastbiler og folk. Det bygges for det, det viser.

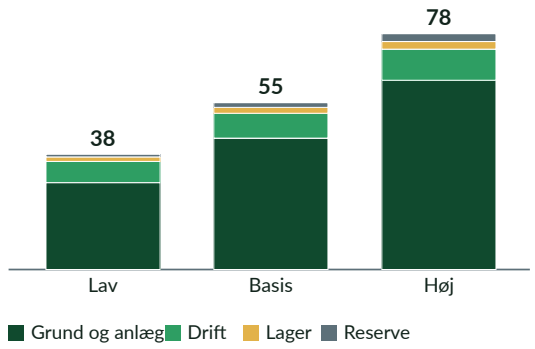
* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud · 18 / 20

ØKONOMI

To års drift, og €55,0 mio. i alt

Tusind euro*	År 1	År 2
Personale	2.210	2.890
Forsikring, IT, laboratorieanalyser, administration	400	400
Vedligehold, 3 % af maskinerne	240	479
Forskning og forsøg: materialer, eksterne analyser	200	200
Opstart: idriftsættelse, oplæring, spild	300	100
Losning og havneafgifter	88	175
Andet: lastbiler, købt strøm, biogasservice, grundskyld	219	309
Driftsudgift	**3.656**	**4.553**

Antaget: 12.500 t sten det første år og 25.000 t det andet; 26 personer, derefter 34, til €85.000 hver (Eurostat 2025); solceller fra første dag; biogas fra andet år. Ingen leje: grunden er købt.



I alt, mio. euro*.

Tusind euro*	Lav	Basis	Høj
To års drift	6.978	8.209	10.262
Et halvt års sten, 12.500 t	1.500	2.000	2.525
Reserve, 10–20 %	848	1.531	2.557
Egenkapital til to år	**9.326**	**11.741**	**15.344**

Ingen indtægter er regnet med. Det er, hvad der skal stå i banken, hvis anlægget intet tjente. Ikke med: stenen, der forarbejdes og sælges (ca. €6,0 mio.), emballage, kørsel fra kajen, renter og salgsomkostninger. Dem betaler salget. Personale er 62 % af driftsudgiften.

Hvad de to år kunne tjene. Med forretningsplanens dækningsbidrag på €202 pr. ton ville 37.500 t give ca. €7,6 mio.*: 92 % af driftsudgiften.

Men tonnene er antagelsen. Planens undersøgte basistilfælde er 3.800 t om året i år 5. Dens egen regel står: det fulde anlæg bygges, når tonnene findes, og den slanke start, ca. €4,5 mio., kommer først.

BYGGERÆKKEFØLGEN*

Med kernen
grund, fabrik, F&U, detailpakning, solceller
€31,4 mio.

Salget kræver lager
beredskabslager
€4,0 mio.

Forsøgene lykkes
afhentningshal, lastbiler
€2,2 mio.

Gødningen er sikret
biogasanlæg, motor
€3,3 mio.

Pillerne har en køber
gødningsenhed
€2,4 mio.

* vores eget skøn, ikke en måling eller et tilbud

ÅBNE SPØRGSMÅL OG KILDER

Spørg, test og prissæt

SPØRG

- Gårdene inden for 15 km, og hvilke biogasanlæg der henter der.
- Havnen og kommunen: én grund eller to; afstand til naboer.
- Landbrugsstyrelsen: er brugt tebrevsmateriale affald, og efter hvilken regel må det på mark?
- Et dambrug og et vandselskab: hvad er fjernet ammonium eller fosfor ved ét udløb værd?
- Netselskabet: salg om natten, køb i skiftet, afgift på egen strøm.

TEST

- T1, T2: kapacitet og ladetid for vores granulat i rigtigt vand.
- P1–P4: fosformineralerne.
- B3, B4: bundfældning og gasudbytte i en rådnetank.
- Ammoniak holdt tilbage i pilletørreren.

PRISSÆT

- Tilbud på hver linje på side 18 og 19: en entreprenør, proceslinjen, en biogasleverandør, en solcelleinstallatør, en pillelinje og selve grunden.
- Tilskud og grønne lån: ikke undersøgt.

VIDEN BAG RAPPORTEN

Ni kapitler i knowhow/factory/ (på engelsk), én model i src/report/factory/model.py. Byggescriptet stopper, hvis et kapitel og modellen er uenige.

LÆST I KILDEN

- Danmarks Statistik, tabel HDYR07 (husdyr, 2025) og ARE207 (areal), hentet 13. nov. 2026
- DCE, Aarhus Universitet: Vandløb 2021, rapport 527
- Energistyrelsen: biomasse og udbytter, 19. jun. 2024; teknologikatalog for VE-brændstoffer, kap. 81
- Vores rapport om opsamlingsenheden og omkostningsnotatet
- DAGI, det administrative kort (kommunegrænser)

LÆST I SØGERESUMÉER, SKAL KONTROLLERES

- Vohla m.fl. 2011, filtermaterialer til fosfor (Ecological Engineering 37)
- Vandermoere m.fl. 2018, jernbelagte sandfiltre (Water Research 141)
- DTU Aquas rapporter om modeldambrug (Tvilho, Nørå)
- Aarhus Universitet: gødningsnormer 2025/26; forsøg med drænfiltre
- Milán 2001, Montalvo 2006: zeolitdoser i rådnetanke
- Hollandsk landbrugskontor 2025: andelen af dansk husdyrgødning i biogas
- Leverandør- og beregnertal: lanthanbentonit, solcelleudbytte, motorvirkningsgrad

Fotos, Wikimedia Commons: Florian Gerlach (Nawaro) (CC BY-SA 3.0); Shixart1985 (CC BY 2.0); Flocci Nivis (CC BY 4.0); Henk Smeets – tomeikminerals.com (CC BY 4.0); Warrenmck (CC BY-SA 4.0); Onsemeliot (CC BY-SA 4.0); U.S. Department of Agriculture (Public domain); Frederikegh (CC0); FireLordAang (CC BY-SA 4.0); Dawid3030 (CC0). Kortene er skematiske.