

Biogas som fremtidig energikilde



Henrik B. Møller, Aarhus Universitet

Indhold

Baggrund

Hvad er biogas og hvordan produceres det?

Hvad kan bruges til at producere biogas

Biogas og miljøet

- ☐ Klimaet og hvordan biogas kan bidrage
- ☐ Biogas og gødning
- ☐ Dansk energipolitik

Teknik

- ☐ Biogas i Danmark
- ☐ Biogas til transport
- ☐ Biogas i underudviklede lande

Biogas i en bæredygtig fremtid

Baggrund



CV:

- Biogas siden 1988
- 5 år med udvikling drift
- 7 år med projektering og konstruktion
- 15 år med Forskning
- I dag lektor på Aarhus universitet og forskningsleder

Aarhus Universitet

- **4 fakulteter:** Arts, Business and Social Sciences, Health and **Science & Technology (ST)**
- **26 afdelinger** og DCA, DCE
- **11,000** ansatte (inkl. PhD studerende)
- Budget € **825 million**
- Modtager **25%** af forsknings midler i DK



AU Foulum

- Ca. 700 ansatte
- Ca. 400 videnskabelige medarbejdere og Ph.D. studerende
- Ca. 590 ha
- 120,000 m² bygningsmasse

Faciliteter inkluderer:

- Moderne laboratorier
- Stalde
- Markforsøg
- Biogas anlæg og Bioenergi forskning
- Økologiske forsøg

Aarhus Universitet skal hjælpe Apple med at udnytte biomasse som del af strømforsyningen til det nye datacenter i Foulum.

AF JACOB KROGSGAARD NIELSEN | @Jacobkn91

Fredag morgen afholdte en mindre Apple-delegation pressemøde på Agro Business Park i Foulum. Her meddelte it-giganten, at yderligere 20 millioner kroner vil blive tilført til datacenteret nær Viborg. Pengene ryger ind i et forsknings- og udviklingsprojekt, der skal bane vejen for udnyttelsen af biomassen. Pengene går til Aarhus Universitet, som Apple bliver nabo til, når datacenteret står klart.

Erik Stannow, der er chef for Apple i Nordeuropa, fortalte om investeringen på dagens pressemøde. Investeringen skal realiseres med hjælp fra lokale partnere.

- Vi er taknemmelige for den støtte, vi har fået fra kommunen og nærmiljøet. Vi forventer at trække flere store virksomheder med til Danmark. Det er vigtigt for os at have danske partnere og lokalt design, og at der er en lokal byggepartner på projektet, som vi vil præsentere inden for en uges tid, siger Erik Stannow.

- Vi ser frem til at samarbejde med Viborg kommune og lokale samarbejdspartnere

Apple vil bruge biomasse som strømforsyningskilde, idet den er konstant. Der er nemlig brug for en centres behov, som også er der, når solen ikke skinner, og blæsten udebliver.

Efter planen går byggeriet i gang her i efteråret

© 30. sep 2016 kl. 10:21

→ Viborg
→ Erhverv

DEL ARTIKLEN



Tip os
**HAR DU ET
GODT TIP?**

Apple vil i første omgang bygge 35.000 kvadratmeter i Foulum

I alt bygges 250.000 m²



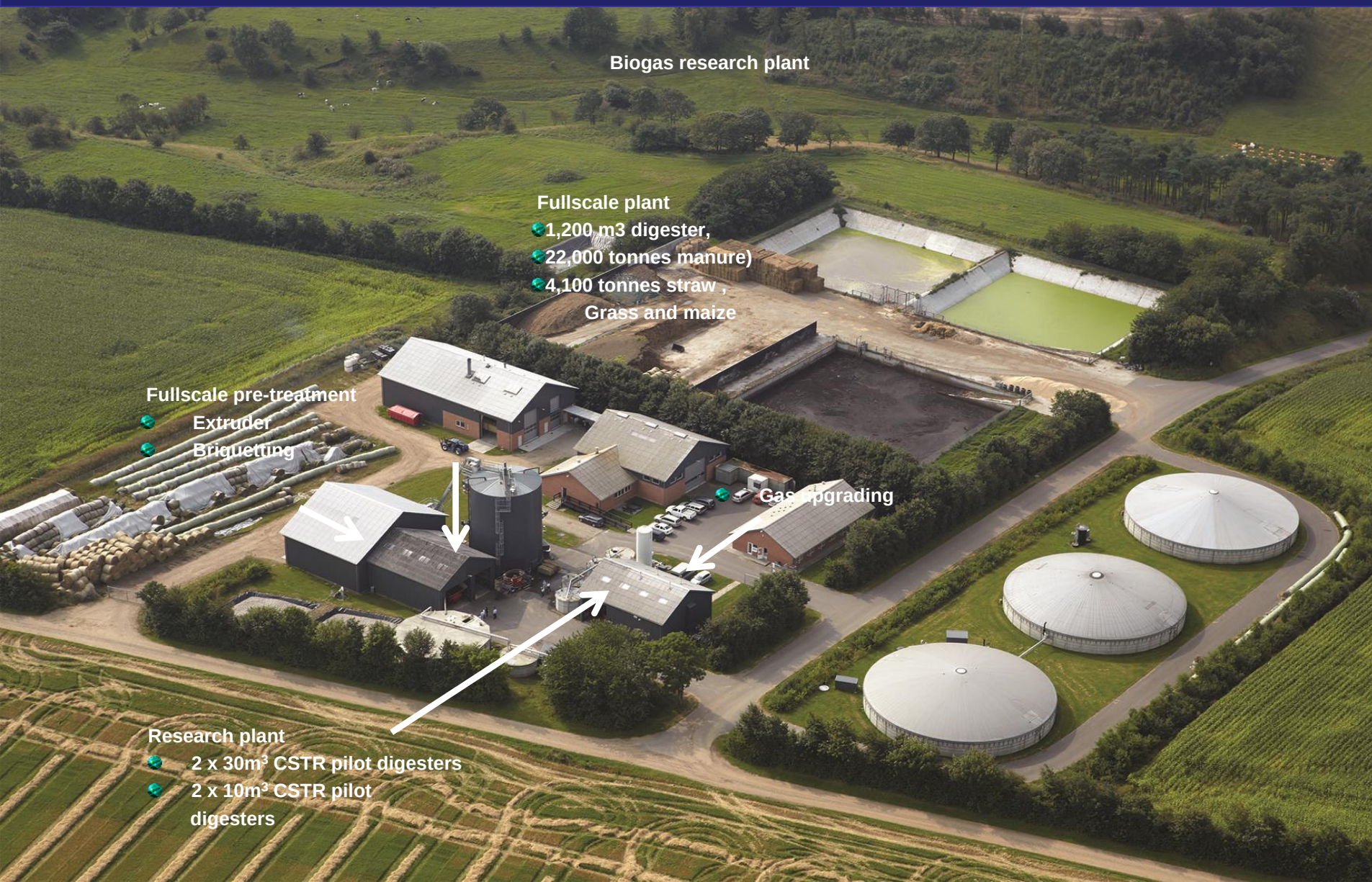
35.000 kvadratmeter vil i første omgang bygges af Apples store datacenter i Foulum. I alt bliver der bygget 250.000 kvadratmeter.



AU Foulum



AU Foulum – fuldskala forsøgsanlæg



Biogas historisk set

During the 10th century BC, anecdotal evidence suggests that biogas was used to heat bathwater in Assyria. In 1859, the first AD plant was built on a leper colony in India. AD reached England in 1895 where a "carefully designed" sewage treatment facility fuelled street lamps in Exeter. During World War 2, buses ran on biogas balloons.



Today, millions of micro AD systems exist in developing countries, particularly China, India and Nepal, while developed countries tend towards large industrial scale plants with Germany, Austria, Denmark and Scandinavian countries leading the way.



Small scale digester in Uganda



Plastic AD system from India



Industrial scale egg shaped digesters near NYC, USA used for waste water treatment.



1480m³ AD plant on a UK farm processing slurry, maize and glycerol.

Biogas historisk:
1000 år fKr brugt til varme til bade i Assyrien



Danmark:
Store industrialiserede anlæg

Hvorfor biogas

- ❖ Producere energi
- ❖ Reducere drivhusgasser
- ❖ Forbedre udnyttelsen af husdyrgødning og reducere udledning af næringsstoffer
- ❖ Udnyttelse af af affald fra samfundet til gødning og jordforbedring
- ❖ Hygiejnisering af gylle og affald
- ❖ Reducere lugt fra spredning af gylle
- ❖ Energi lagring

Hvad er biogas

Komplekst organisk stof



Hydrolyse

fermentative
bakterier

Acid synthesizing
bakterier

edikesyre

VFA

Hydrogen-producing
acetogenic bakterier

H₂, CO₂

Acetate oxidizing

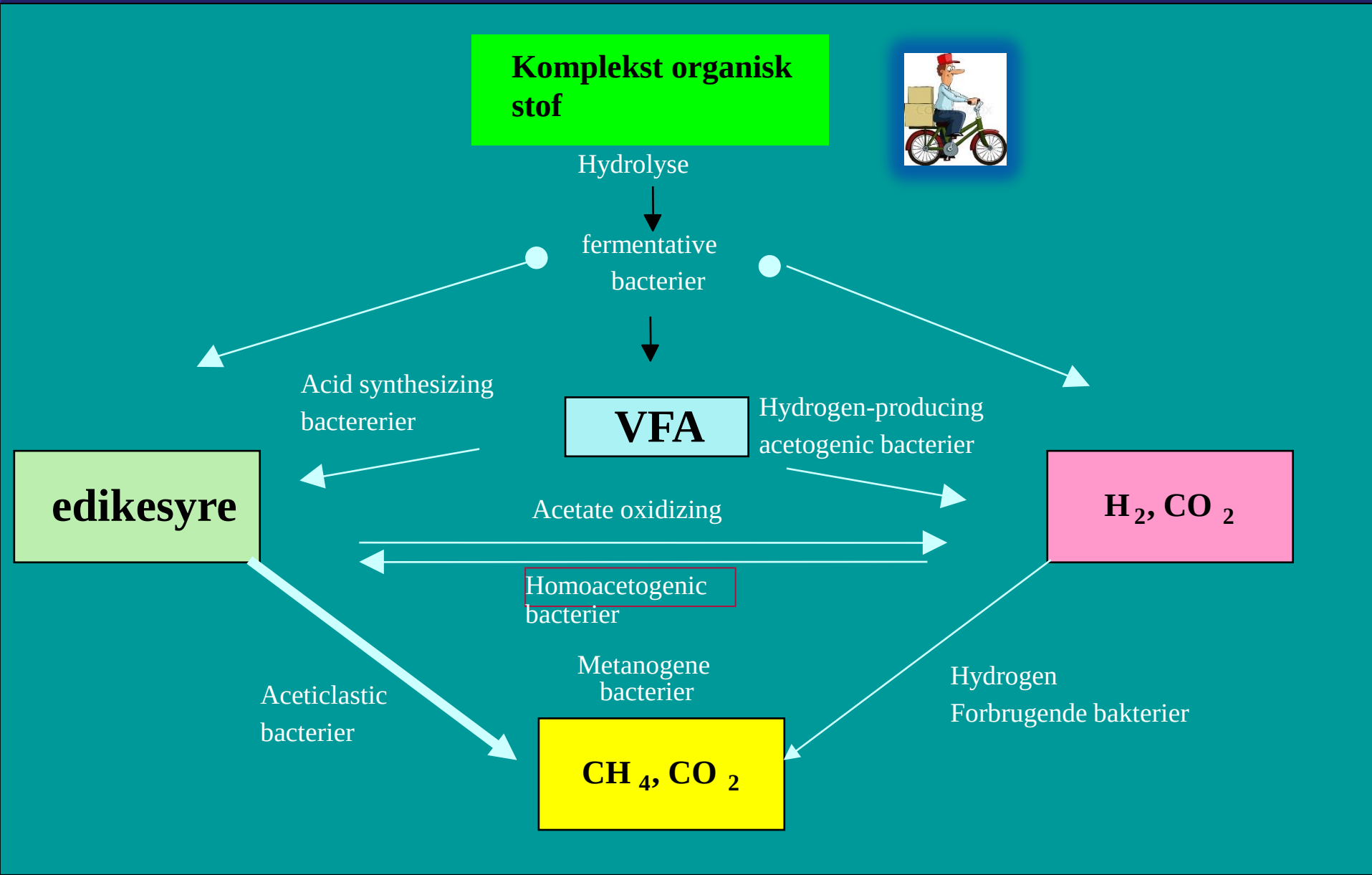
Homoacetogenic
bakterier

Metanogene
bakterier

Hydrogen
Forbrugende bakterier

Aceticlastic
bakterier

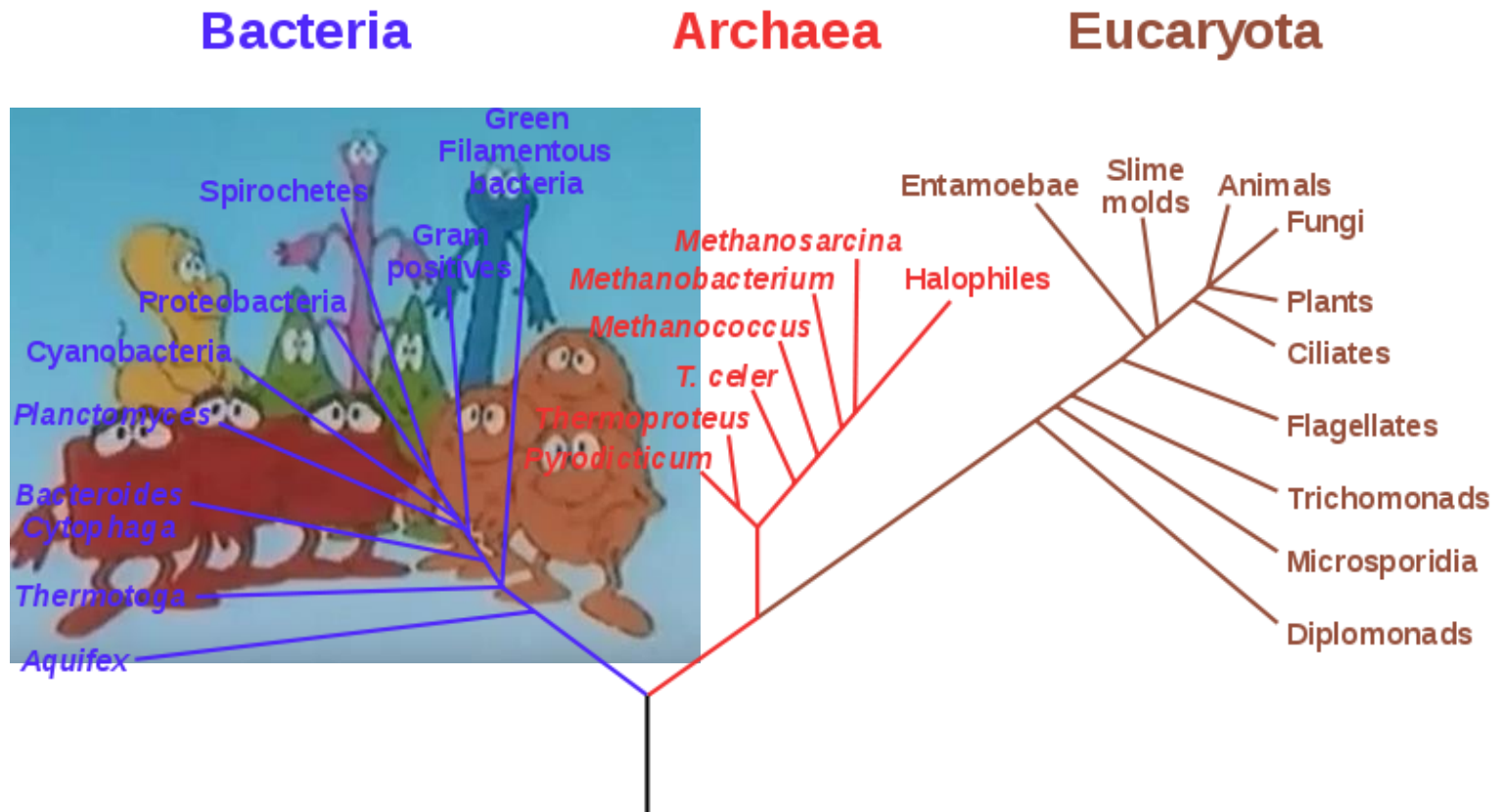
CH₄, CO₂



Hvad er biogas

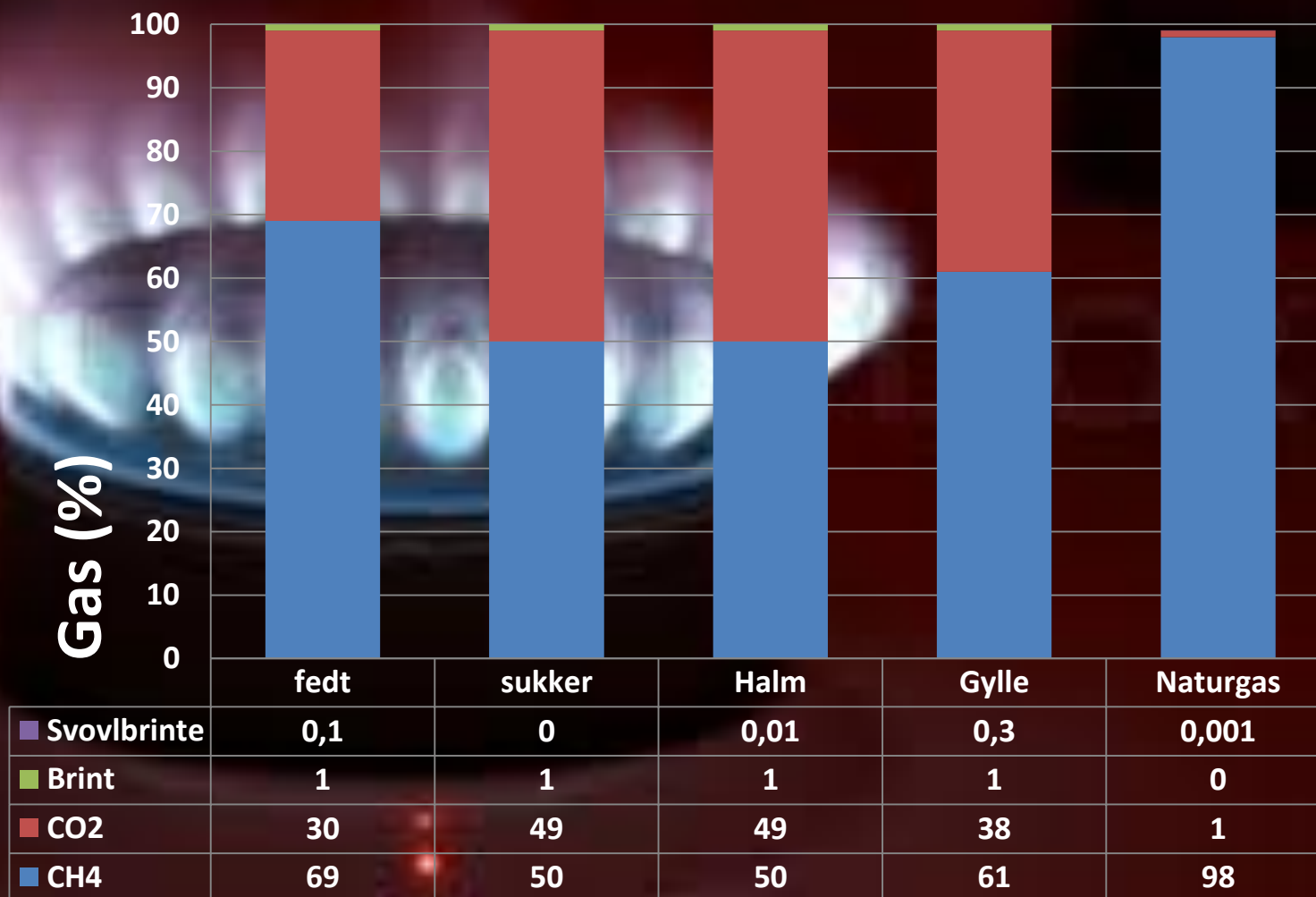
[https://www.youtube.com/watch?v=bUBAn
dojs50](https://www.youtube.com/watch?v=bUBAn
dojs50)

Livs træet

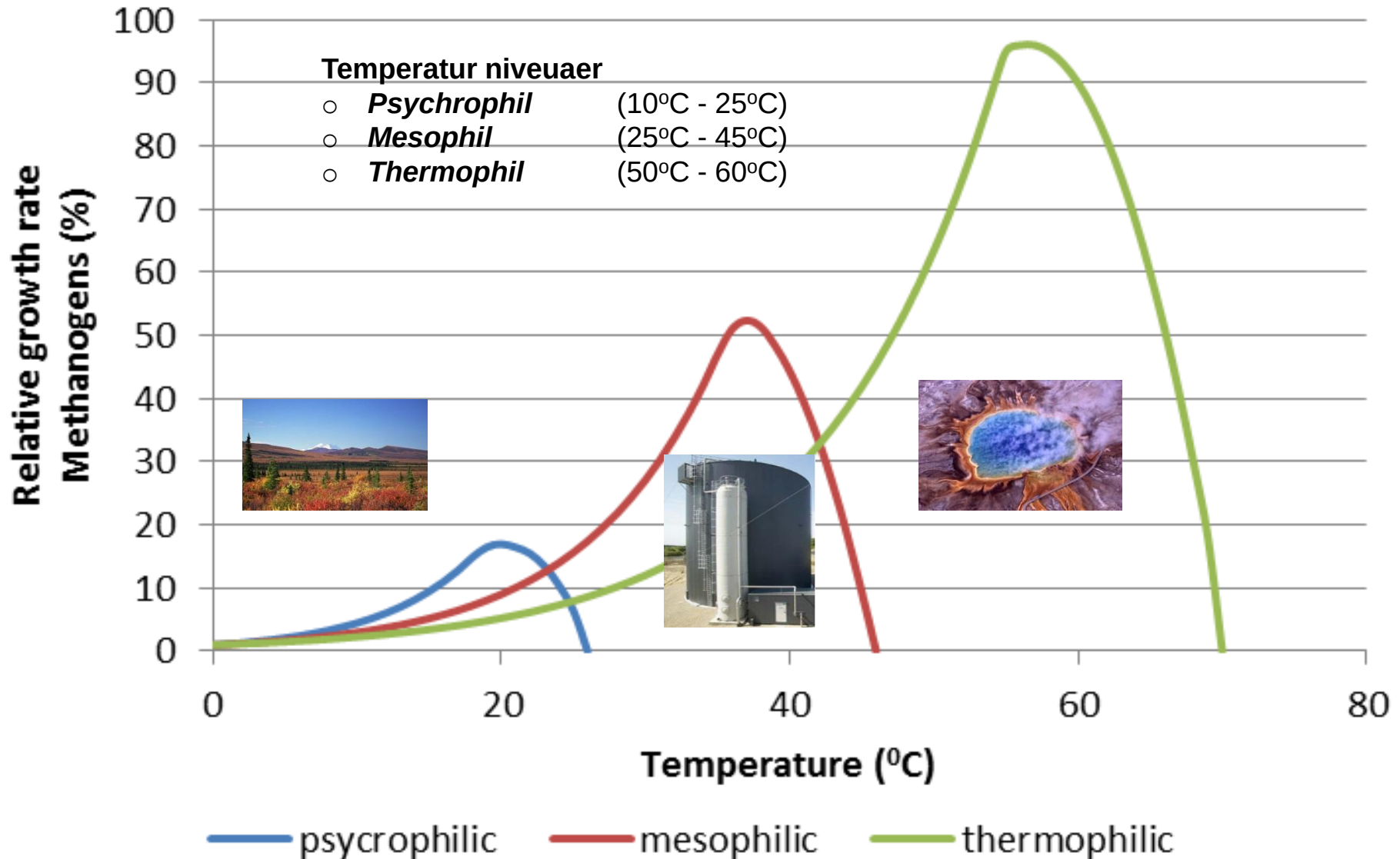


Hvad er biogas

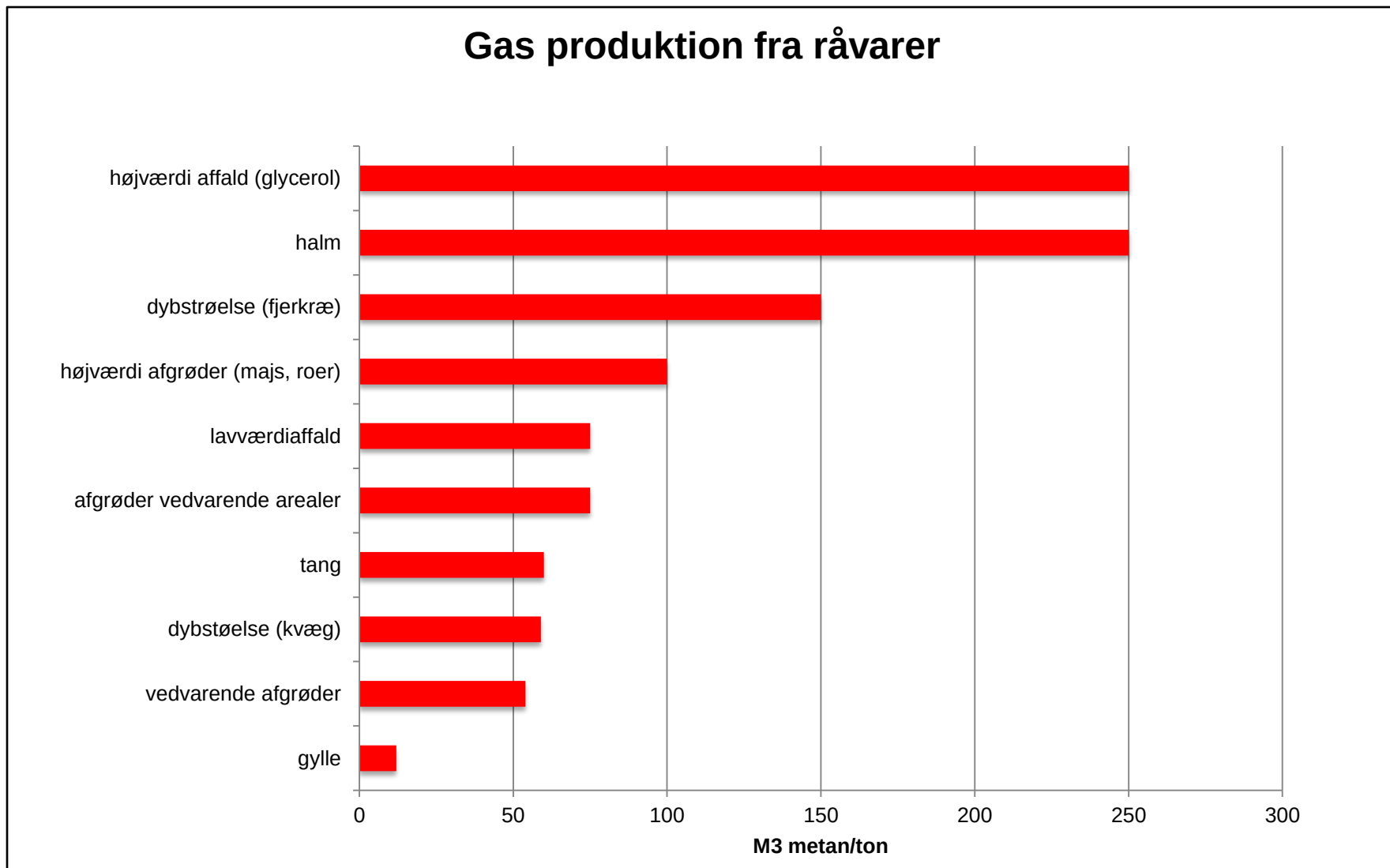
Gas sammensætning



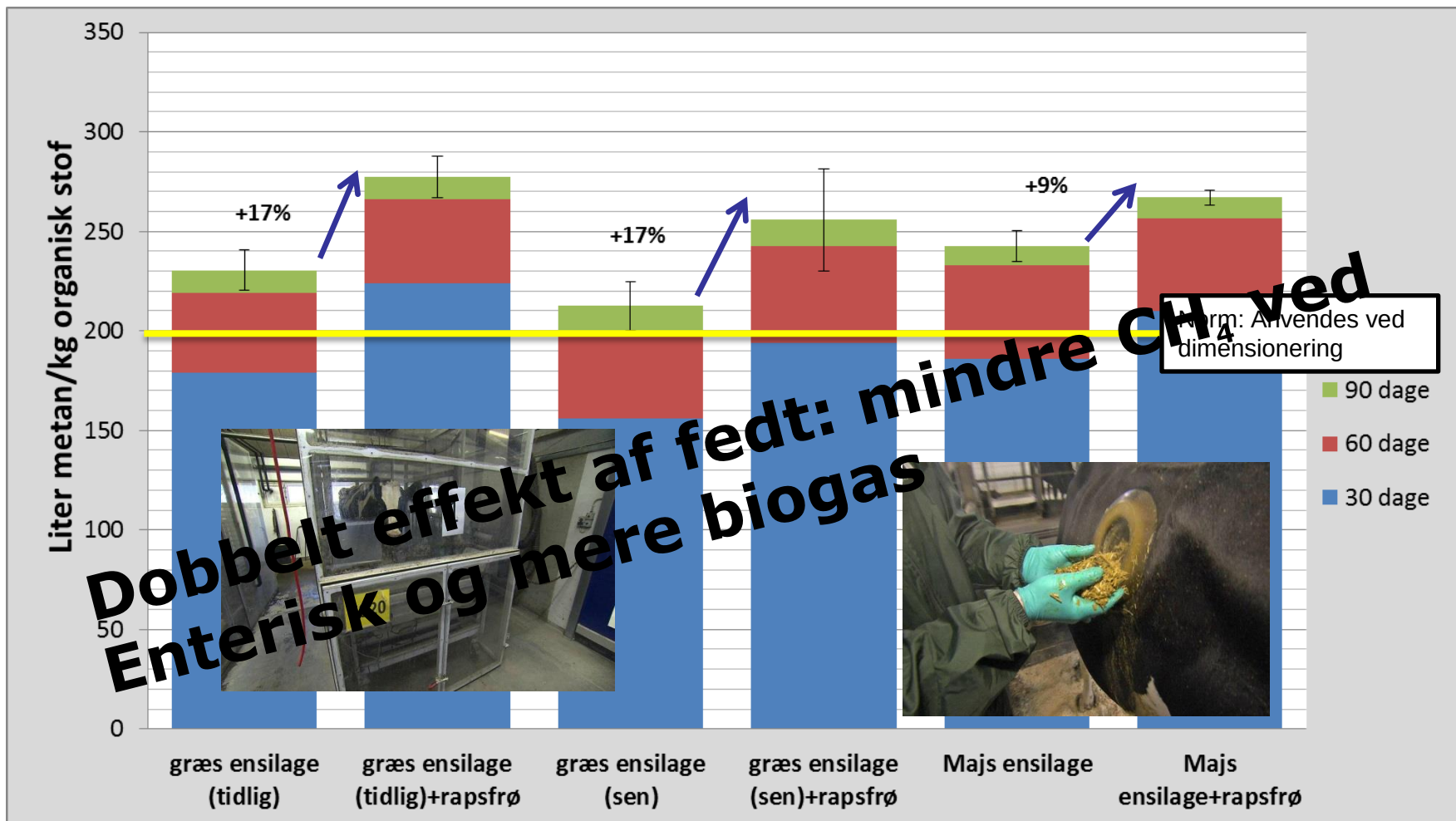
Hvad er biogas - temperatur



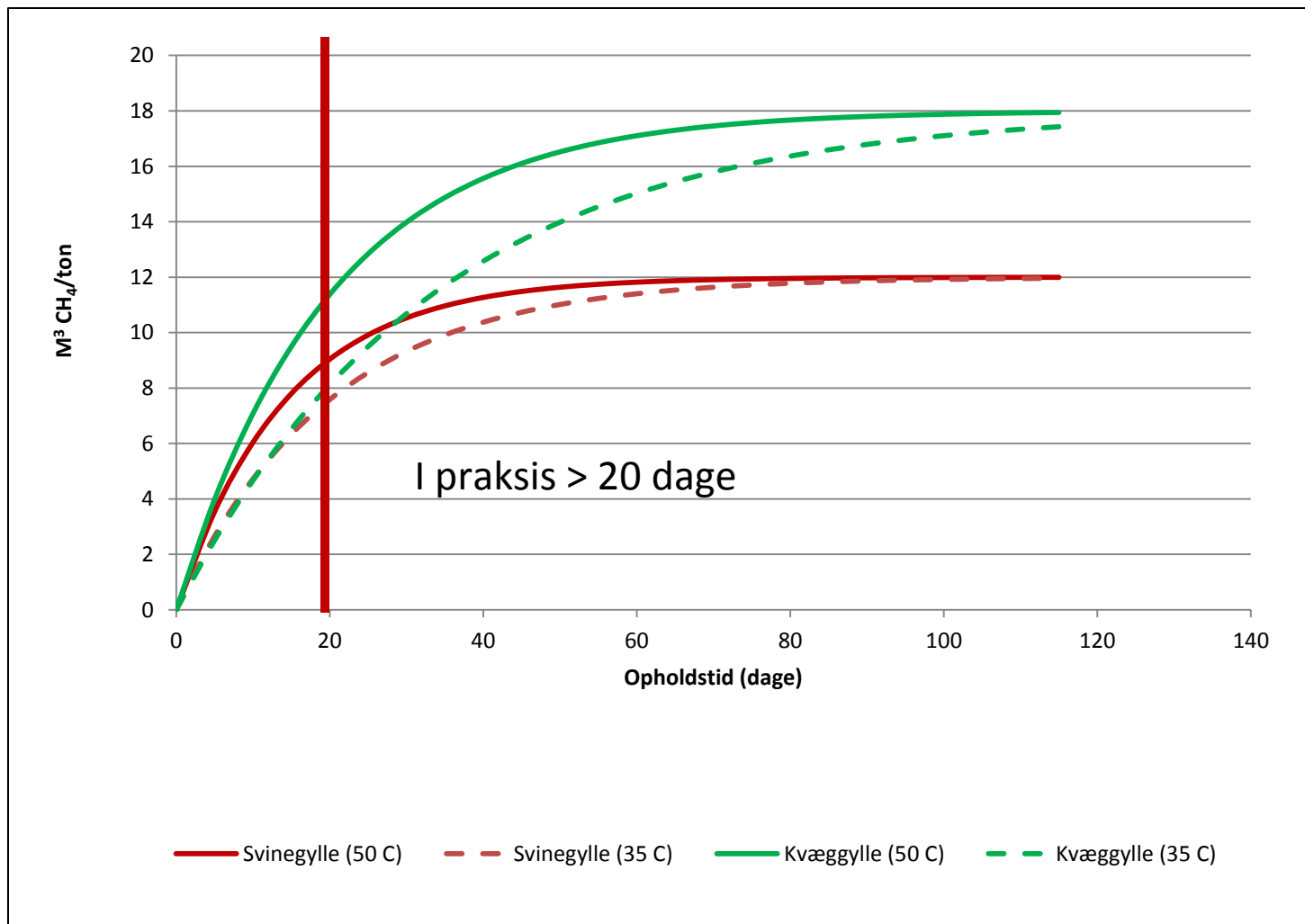
Hvad kan bruges til at producere biogas



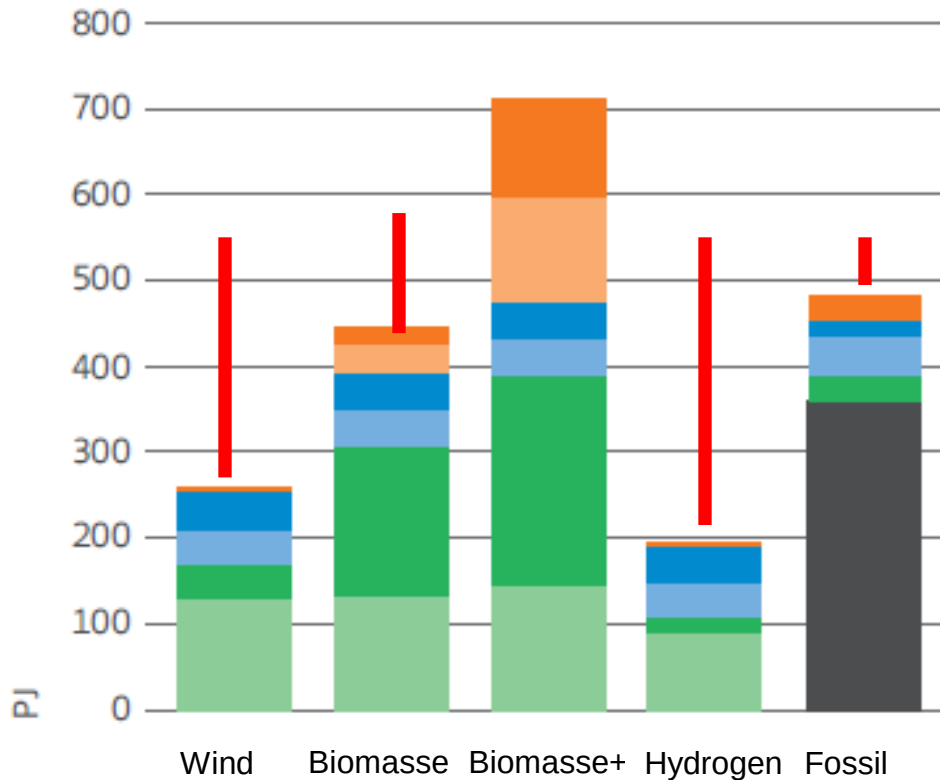
Gaspotentialiale i kvæggødning – fedt og grovfoder



Gasudbytter







Scenarie >	Vind	Biomasse	Bio+	Brint	Fossil
Bruttoenergiforbrug 2050 (PJ)	575	590	674	562	546

Tabel 11.7. Bruttoenergiforbruget i de fem scenarier.

Grøn vækst aftale i 2009

- ❖ 50% af gylle til biogas i 2020
- ❖ 20% investeringsstøtte (30% i 2012)

Energi aftalen i marts 2012:

- ❖ Nyt tilskud på alle anvendelser af biogas på DKK 26/GJ
- ❖ Yderligere tilskud på DKK 10/GJ for alle anvendelser
- ❖ Eksisterende tilskud på 79 DKK/GJ for biogas til el fortsætter
- ❖ Biomethan til nettet 115 DKK/GJ

Anlæggene får ca. 1,15 kr/kwh el.

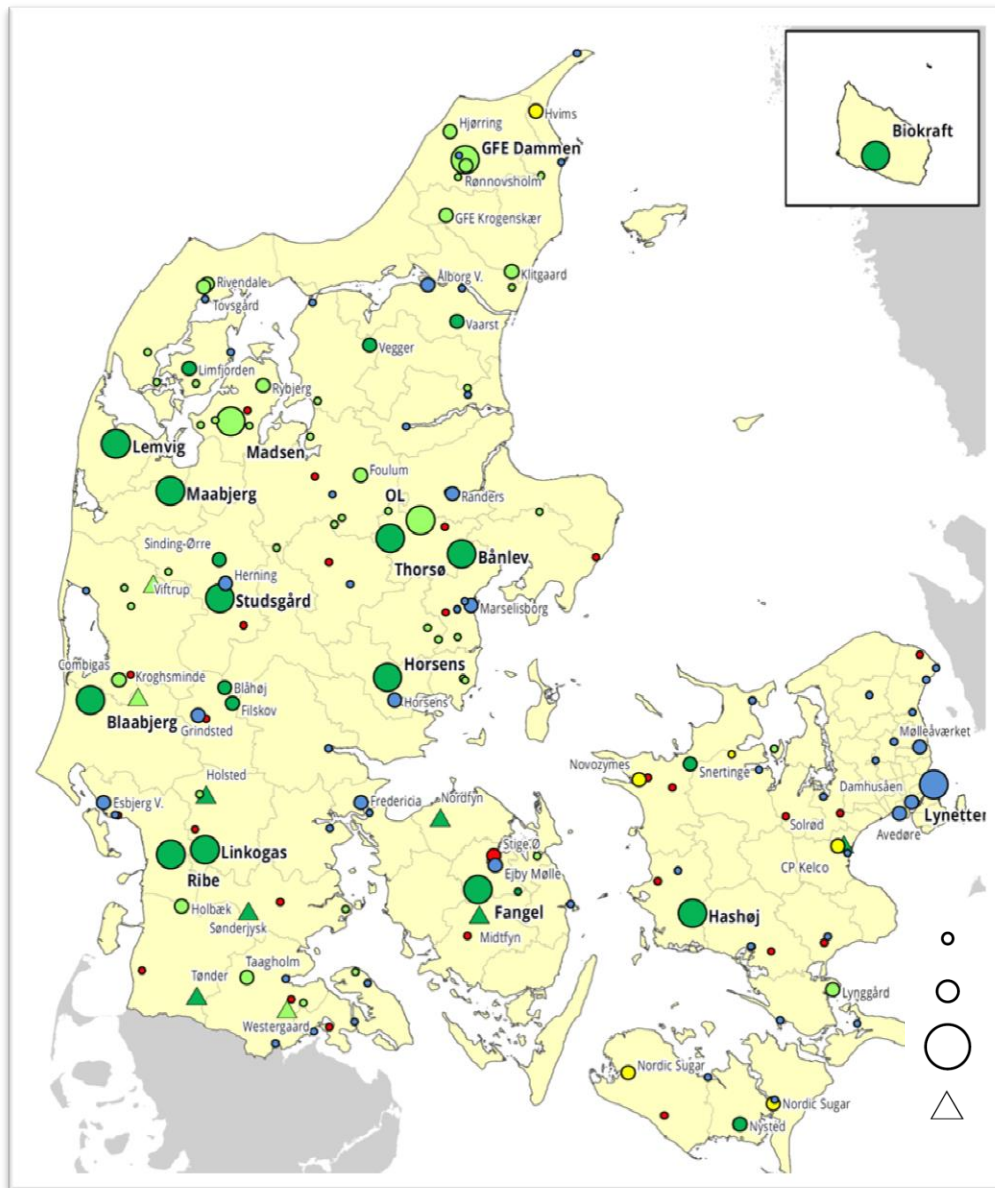


Biogas-støtte runder 1,6 milliarder – nu griber ministeren ind



Den lave elpris gør, at biogas kræver langt mere i støtte end hidtil forudsat. Nu bebuder energiministeren et indgreb, og det risikerer at bremse udbygningen.

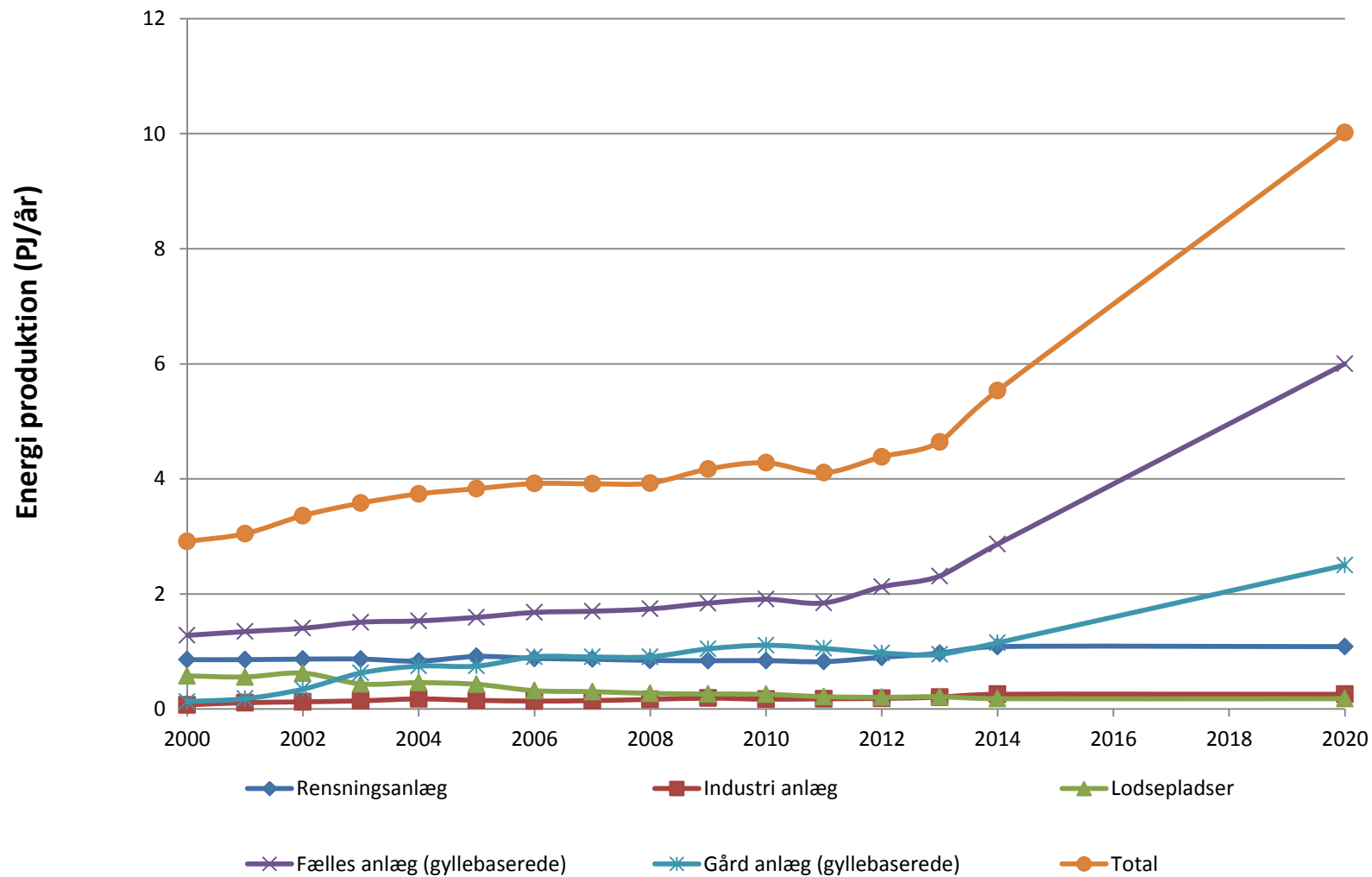
af René Kornum 2. dec 2016 kl. 05:00

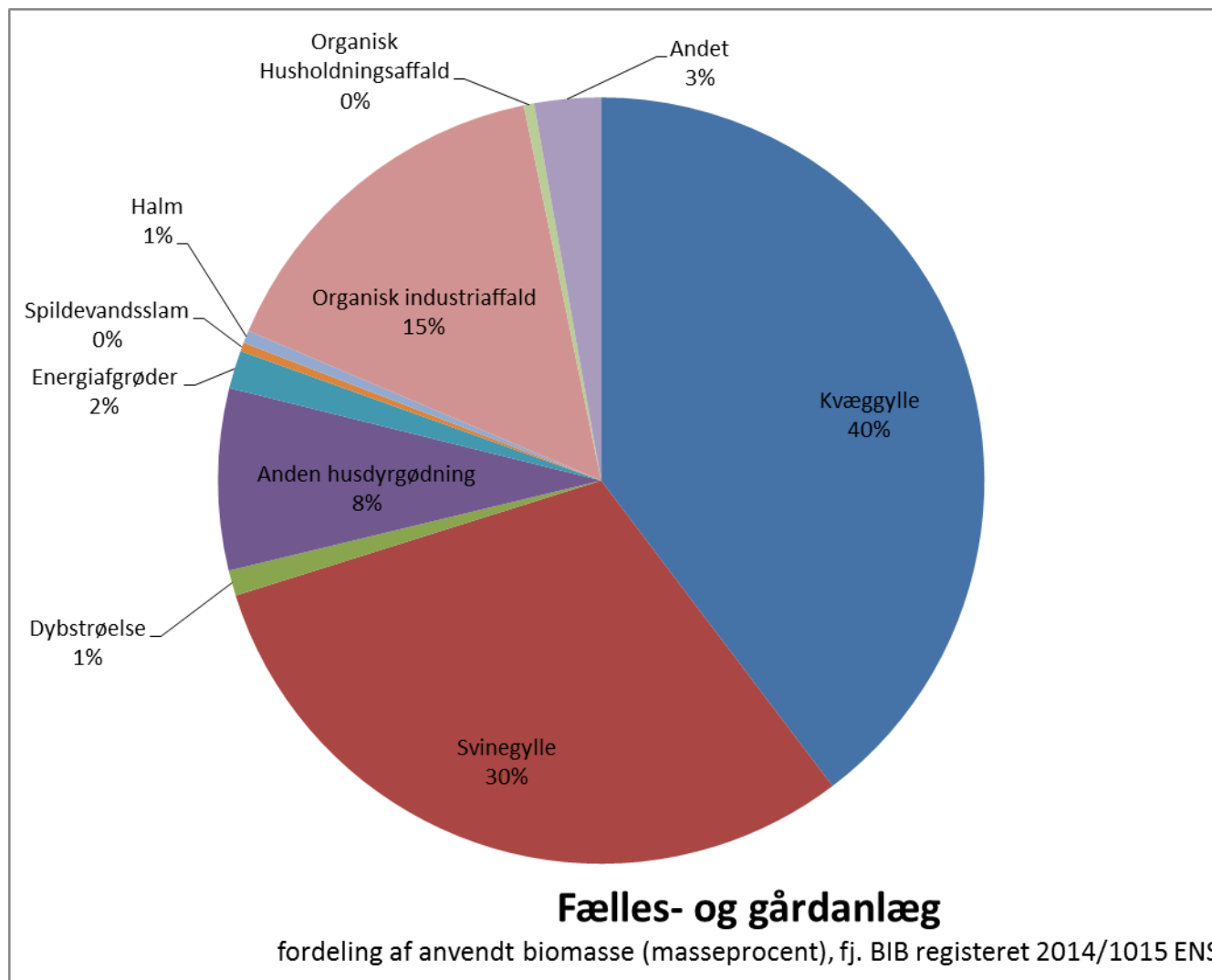


- Renseanlæg
- Industri
- Losseplads
- Fællesanlæg
- Gårdbiogasanlæg

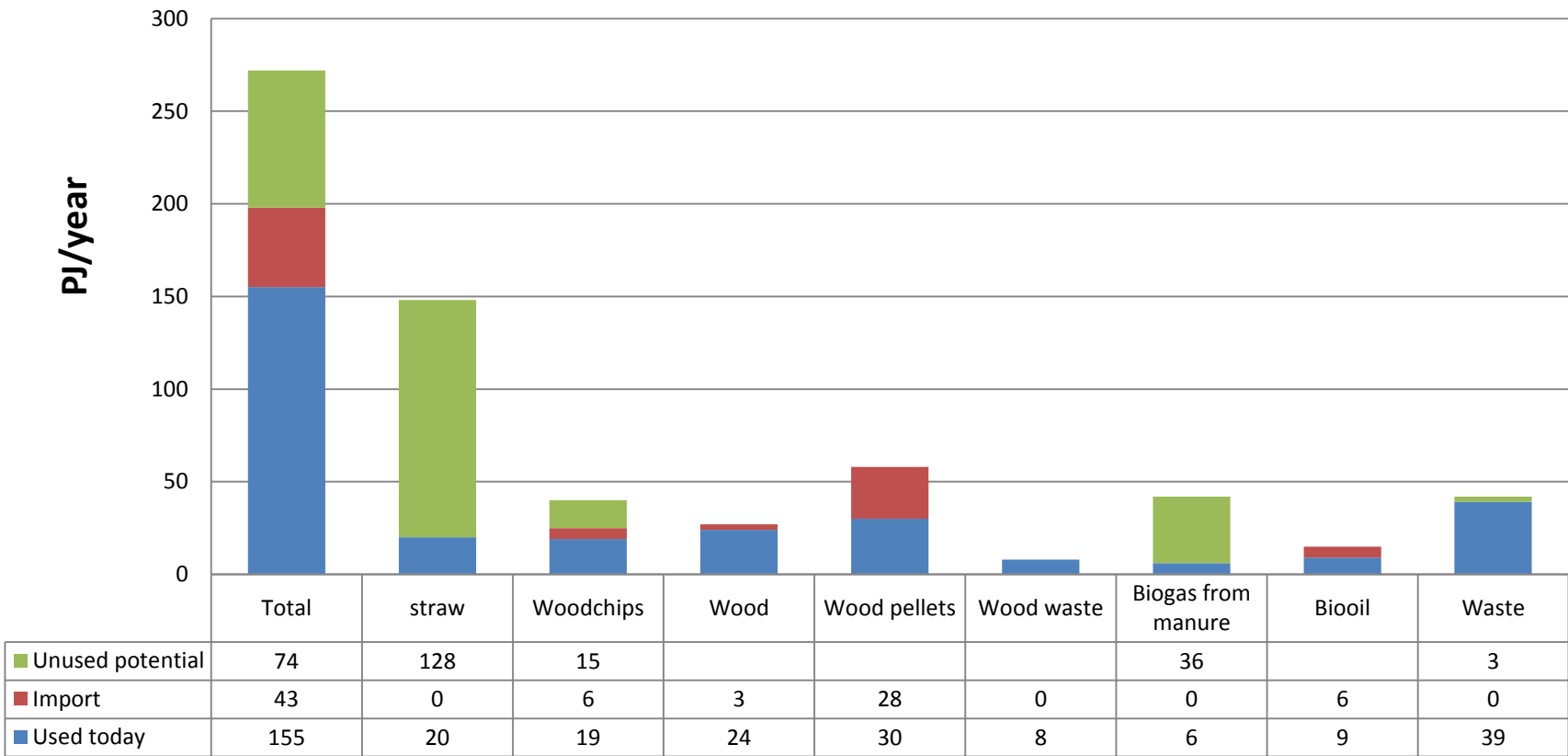
(Tj/år)

- 0 - 20 (ikke navngivet i kortet)
- 21 - 100
- 101 - 400
- ▲ Under opførsel
- ▲ Nyt anlæg





Energi i biomasse in Danmark



Technologi: Reaktorer - stål



Sizes: 1000-8000 m³



Teknologi: Reaktorer af beton



Sønderjysk biogas – verdens største

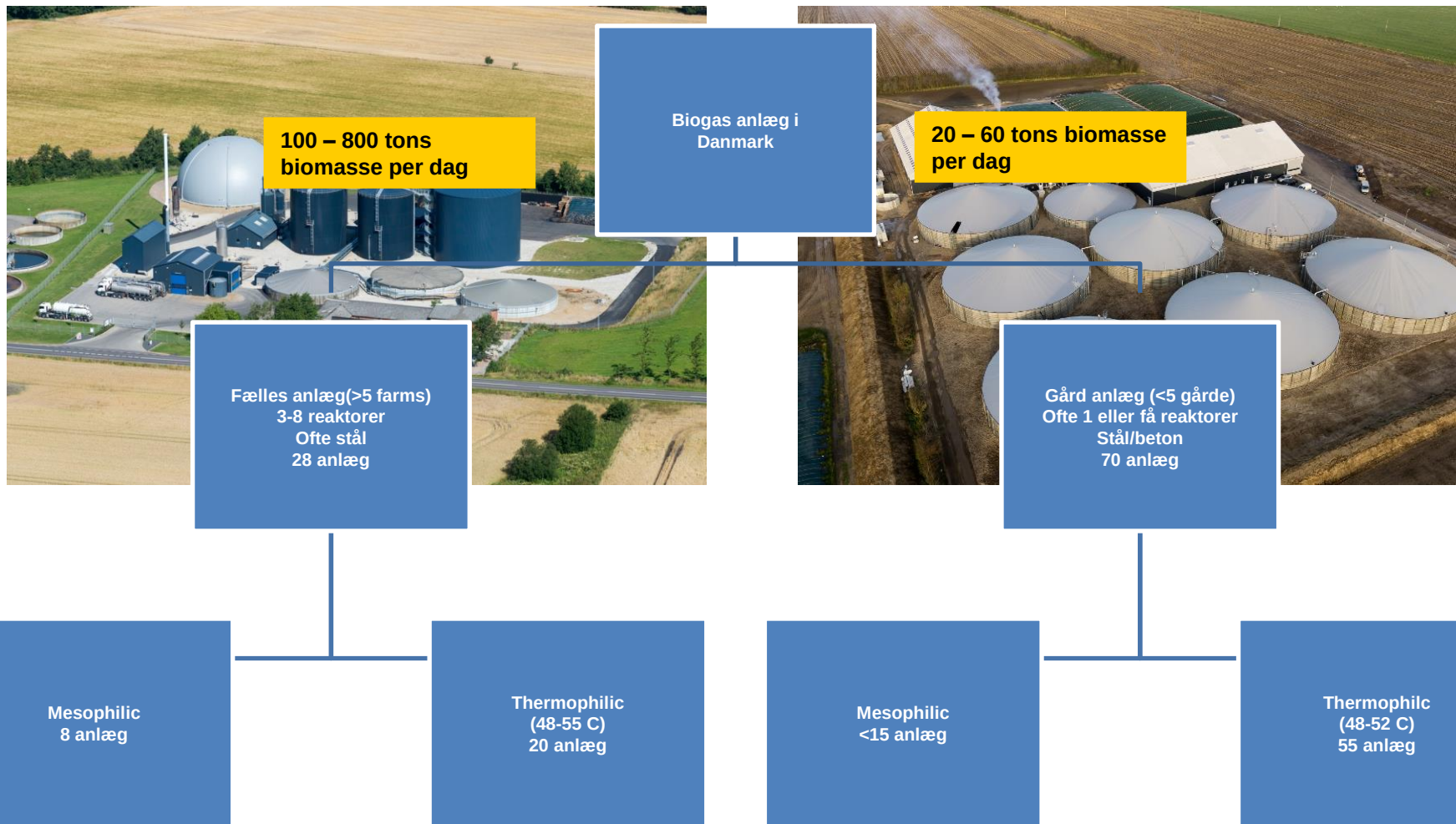


Om miljø-, klima-, og samfundsfordele

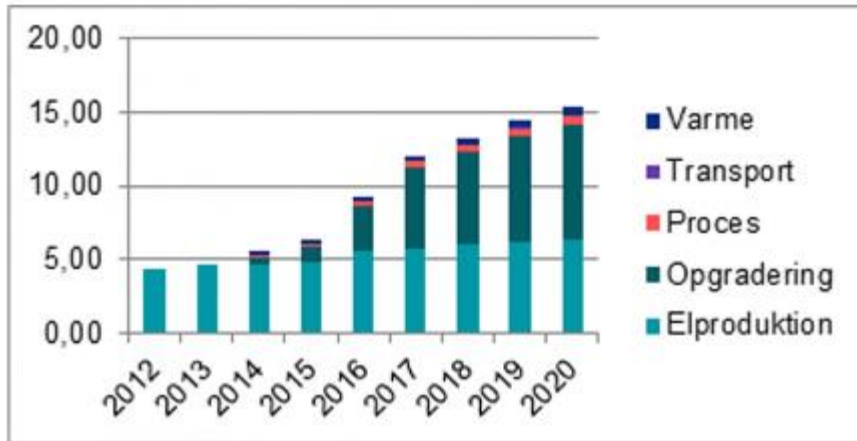
- ♦ Forbedrer forsyningssikkerheden med vedvarende energi
- ♦ Producerer CO₂-neutral energi
- ♦ Resulterer i en CO₂-reduktion på 51.000 tons
- ♦ Mindsker landbrugets miljøpåvirkning
- ♦ Reducerer lugt, nitratudvaskning og lattergas ved udbringning af gylle
- ♦ Forbedrer landmændenes høstudbytte
- ♦ Videreudvikler naturpleje til også at producere energi
- ♦ Skaber arbejdsplader: 50 i anlægsfasen, 30-40 lokalafledte jobs og 10 permanente

Type	Mængde (tons)	Mængde (%)
Flydende husdyrgødning	425.000	78,7%
Fast husdyrgødning	10.000	1,9%
Halm	50.000	9,3%
Andre organiske råvarer	55.000	10,2%
Sum	540.000	

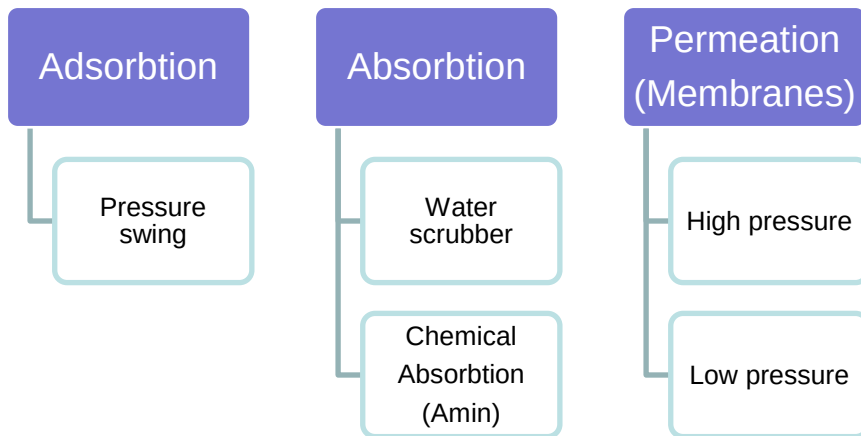
Biogas i Danmark



Teknologi: Gas anvendelse



Upgrading for NG quality:
Grid, vehicle fuel, bottled gas



Gas use:

- Today almost all gas used for CHP
- All plant has efficient sulfur removal
- In future new plant upgrade to NG quality
- The amine process seems to be cheapest and most effective

Gas anvendelse

Transport



CNG

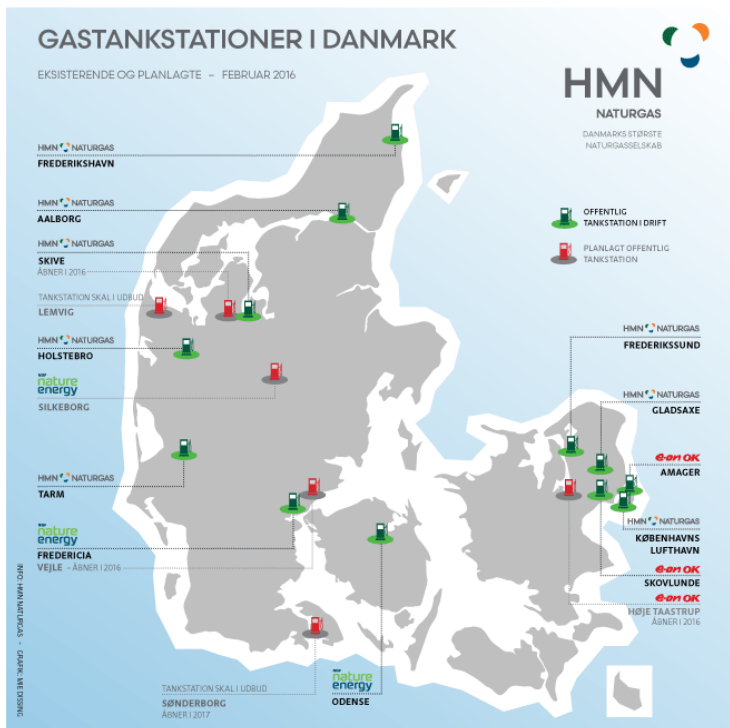
Rensning og
komprimering



LNG

Køling til minus
200 C



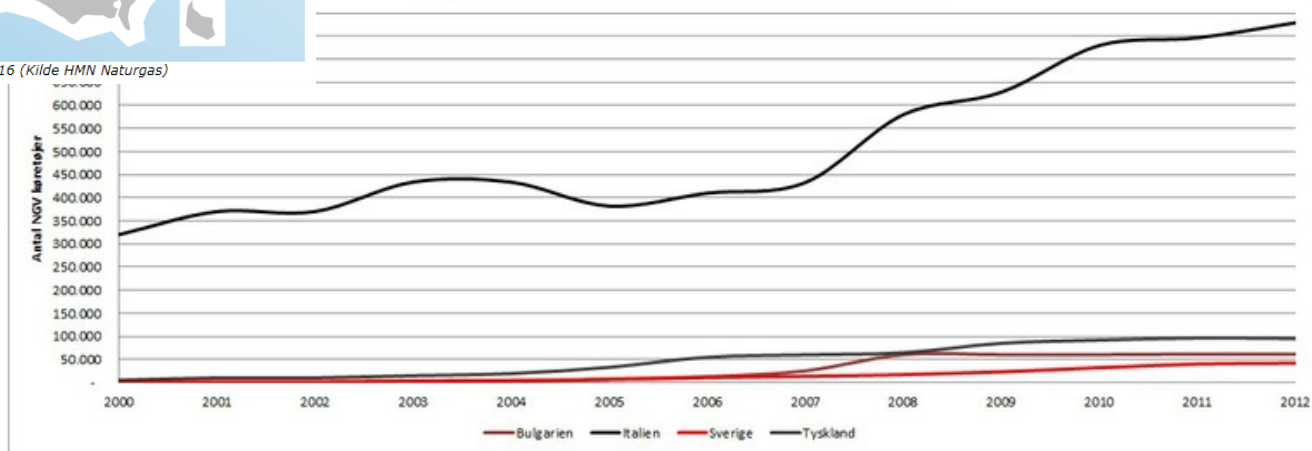


Kort over gastankstationer fra februar 2016 (Kilde HMN Naturgas)

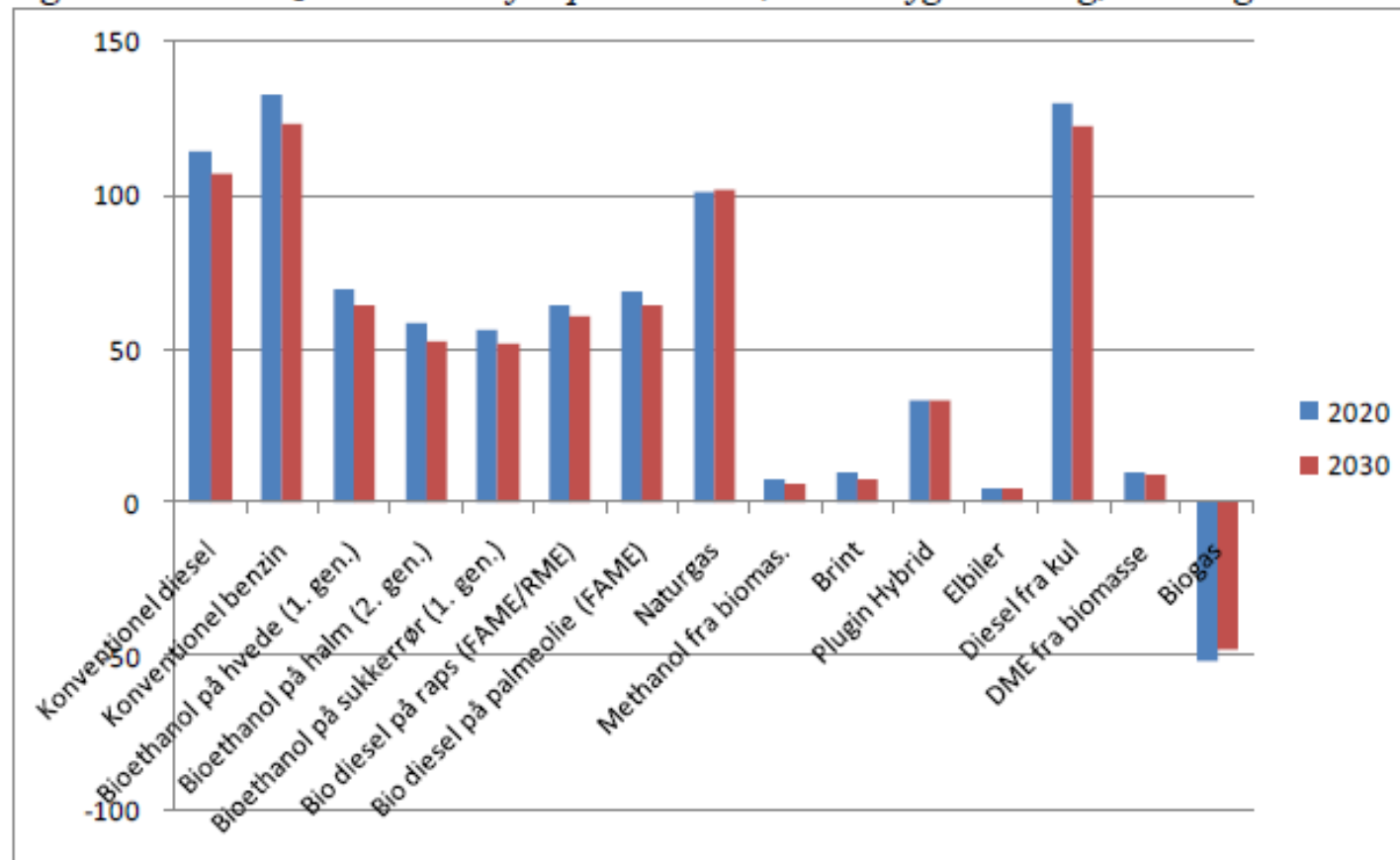
Eksempler på naturgasdrevne biler



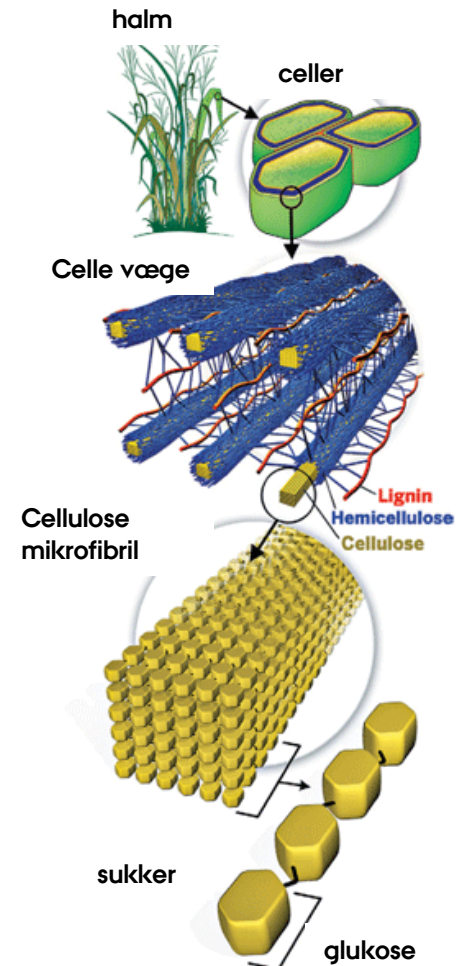
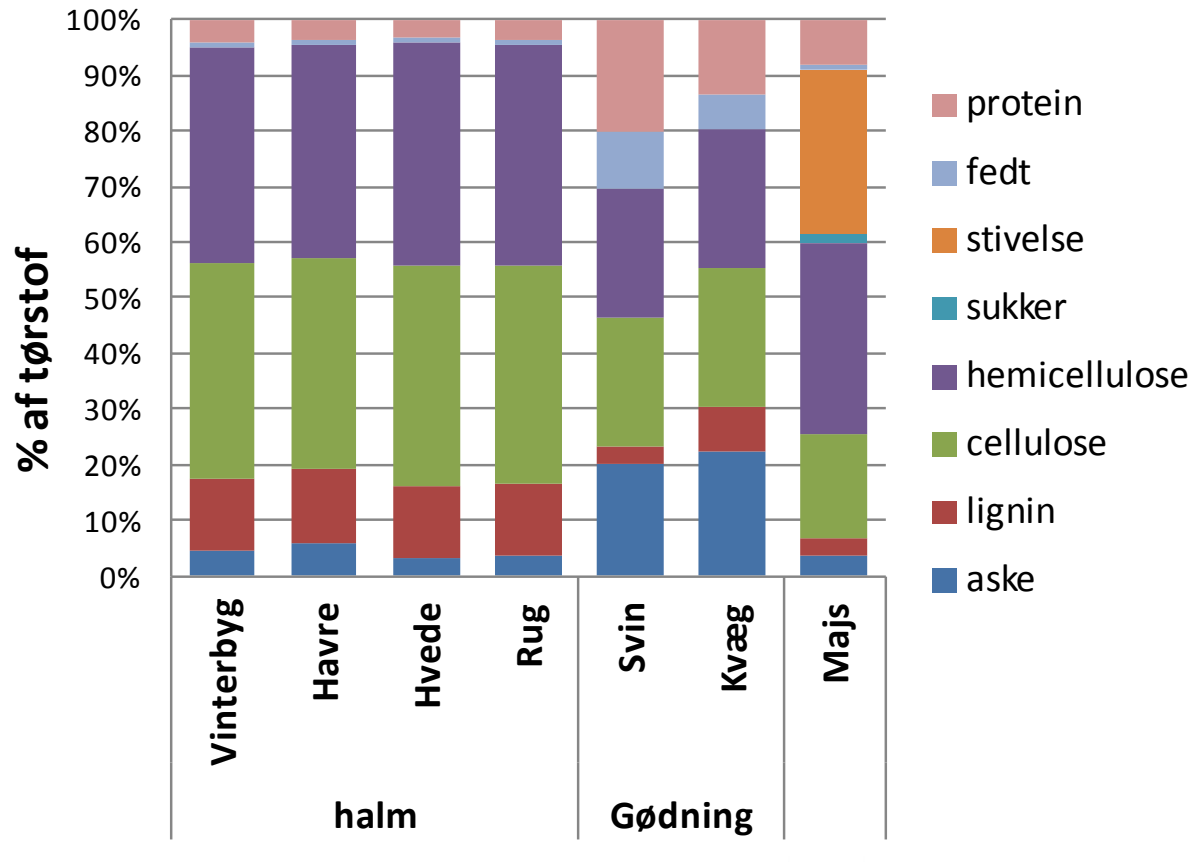
Udviklingen i EU-lande med flest NGV 2000-2012



Figur 5-1 *CO₂-emissioner for personbiler, dansk afgrænsning, 2020 og 2030*



Kemisk sammensætning af biomasse



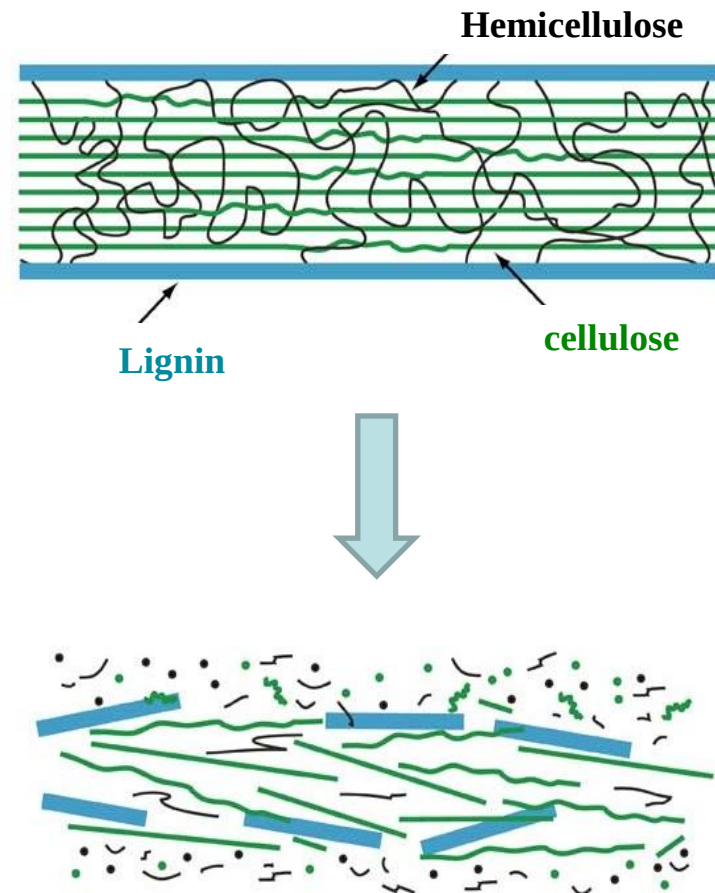
Problem

- Nedbrydning af cellulose/hemicellulose vanskelig pga . beskyttelse med lignin
- Oprøring i væske vanskelig pga af hydrofobe egenskaber
- Høj viskositet

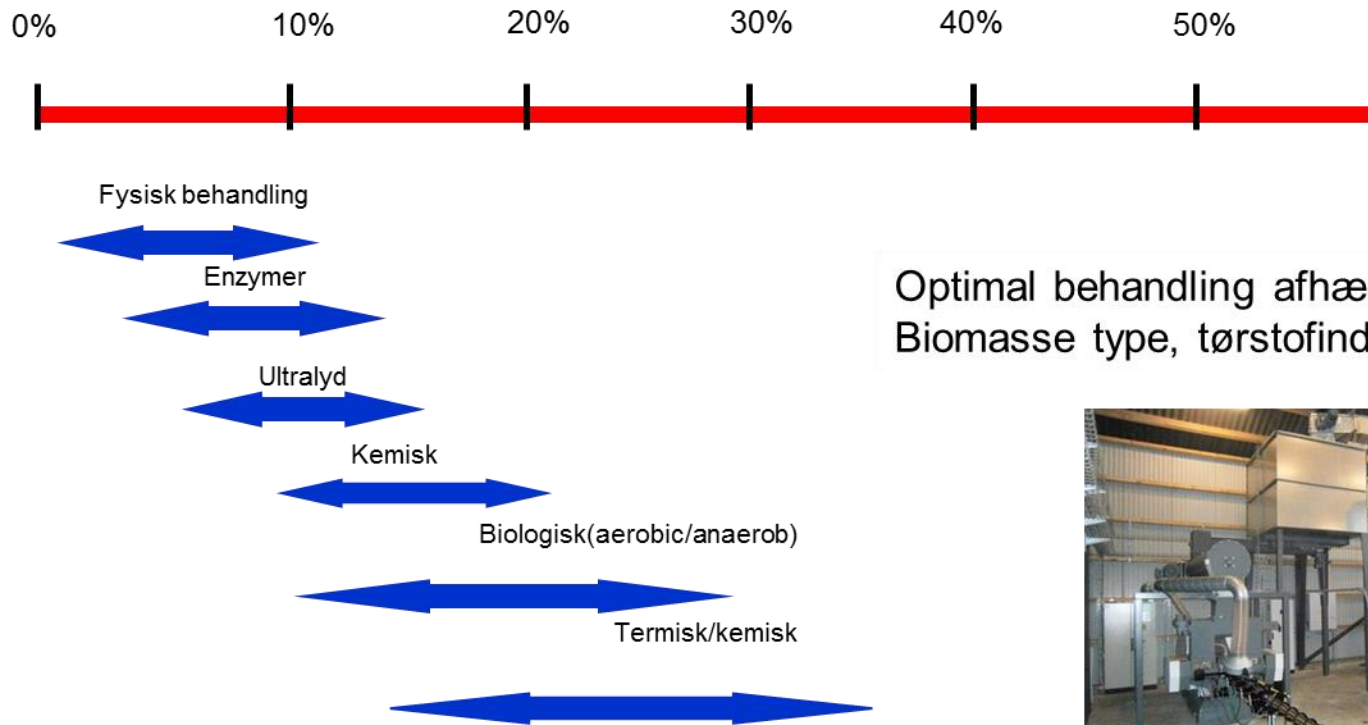
Forbehandling

Mål

- Øget overfladeareal
- Højere gasudbytte
- Sænkning af viskositet
- Vandsugende egenskaber



Eksempel på effekt ved biomasse med 50% nedbrydning ved , 25 dages opholdstid



Optimal behandling afhænger af Biomasse type, tørstofindhold mm.





Hüningen hammermølle



X-chopper/kædeknuser



Extruder



Brikettering +/- lud



Aerob kompostering



Haybuster +



Euromilling-

Halm behandlet med forskellige forbehandlings metoder opblandet i vand, ½ time efter tilsætning

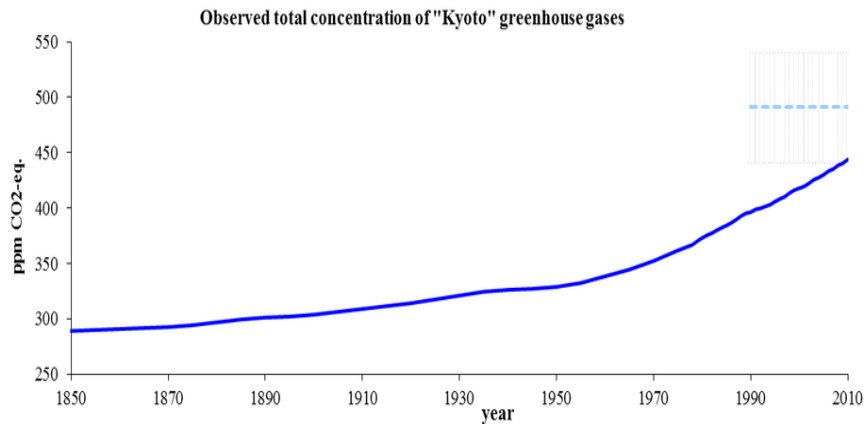


Ubehandlet Macereret Euromilling (2 mm) Briketteret Briketteret + lud Haybuster + Ensileret Rødden halm Dybstrøelse X-chopper

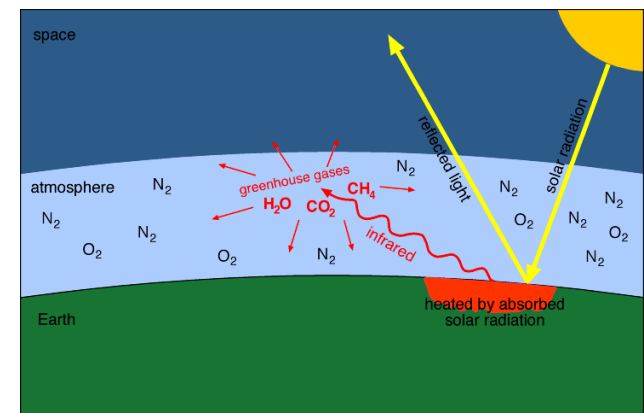
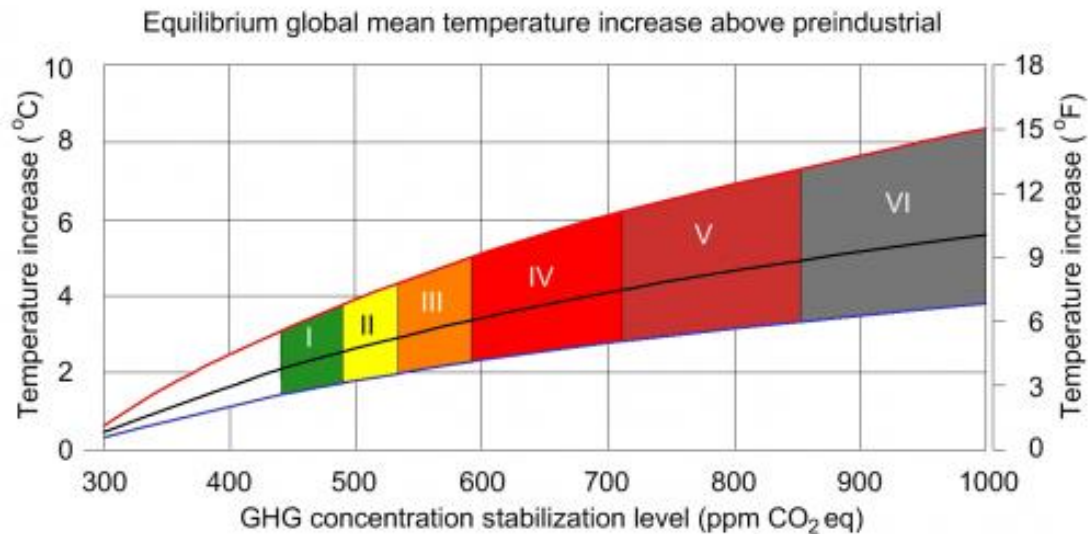
5 dages henstand



Global opvarmning

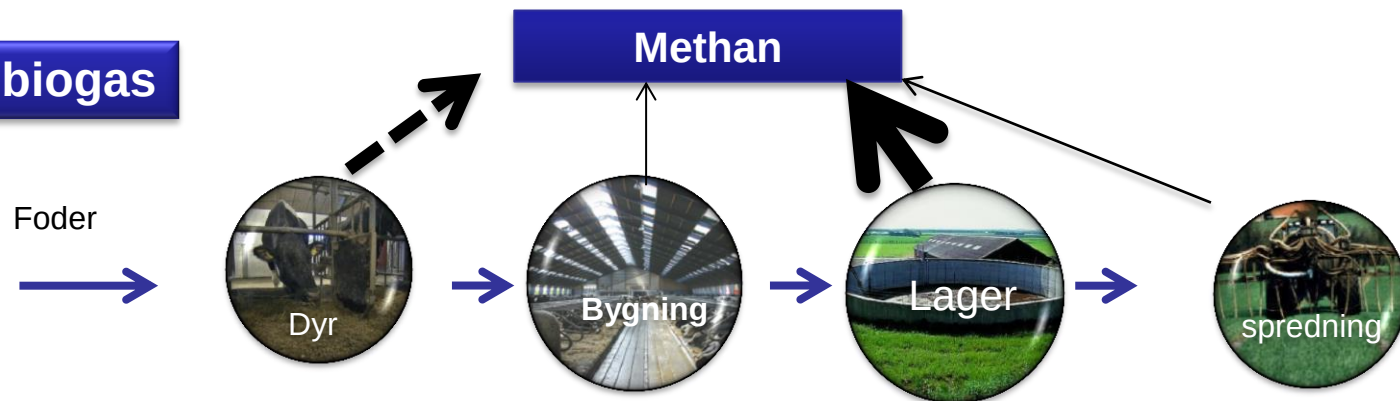


	Levetid (år)	GWP time horizon	
		20 years	100 years
Methan	12.4	86	34 (25)
Lattergas (N ₂ O)	121.0	268	298

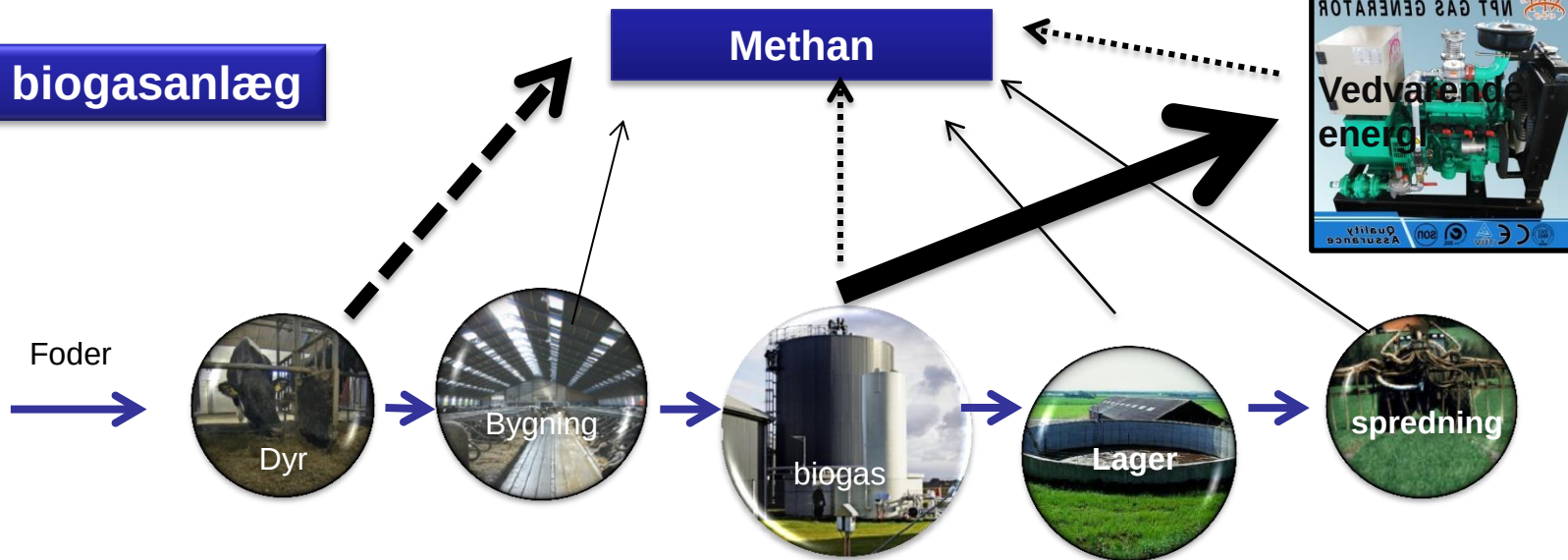


Biogas og drivhusgasser

Uden biogas

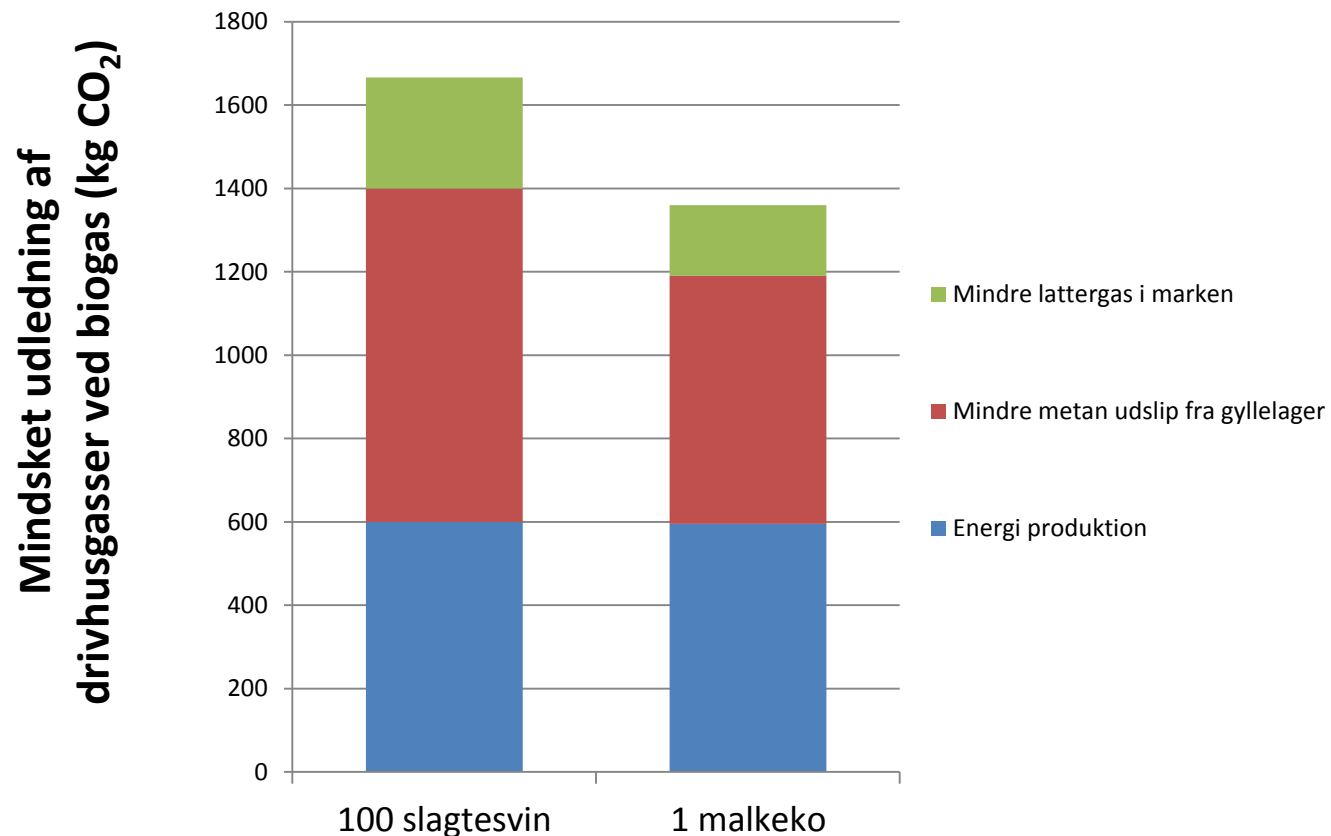


Med biogasanlæg

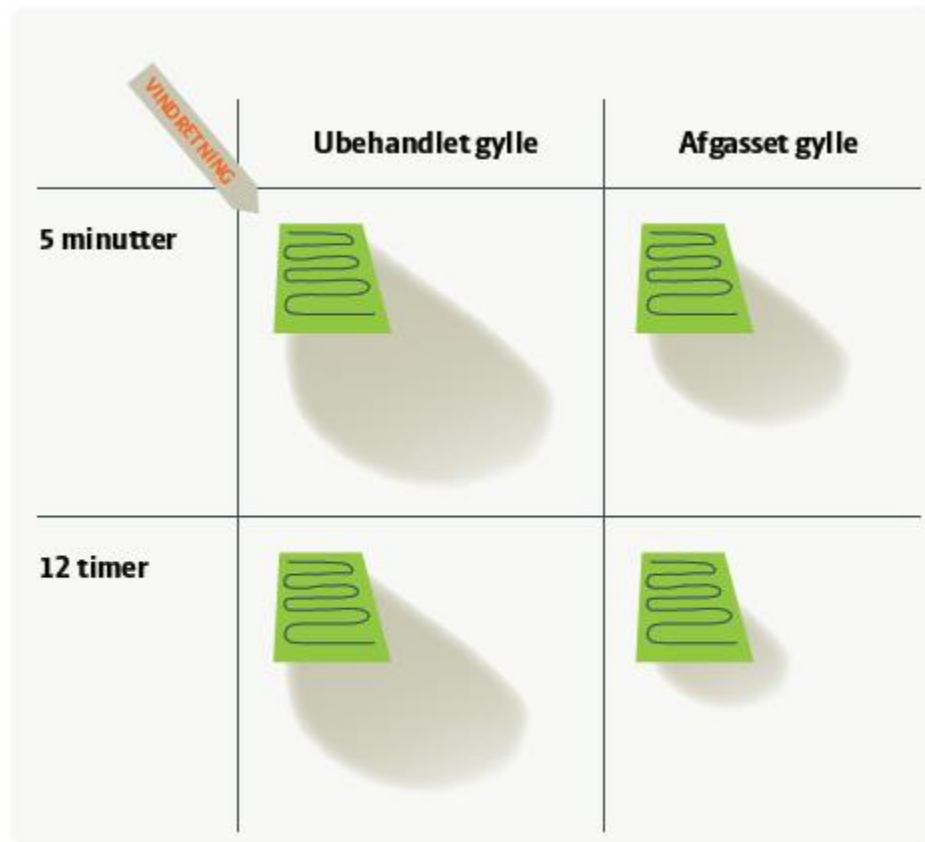


Biogas og klimaet

Biogas – den eneste energikilde med mere end 200% fortrængning af drivhusgas



Biogas og lugt



Lugtstoffer bliver til biogas

fakta

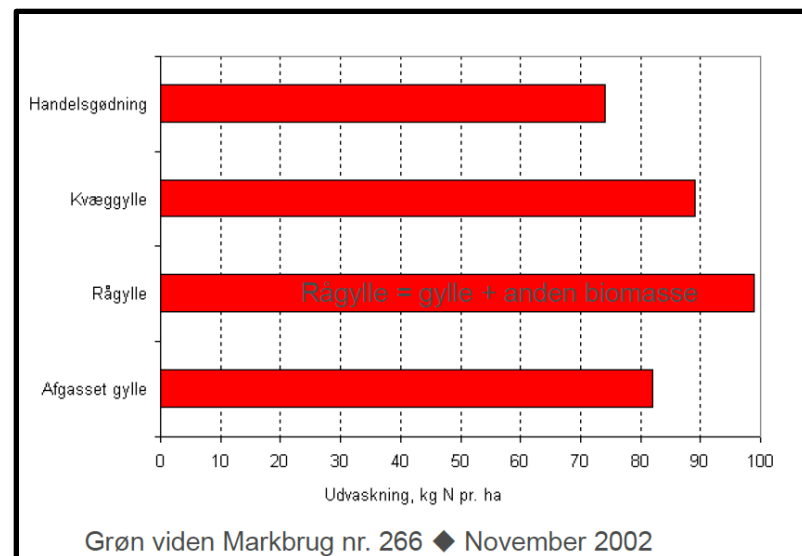
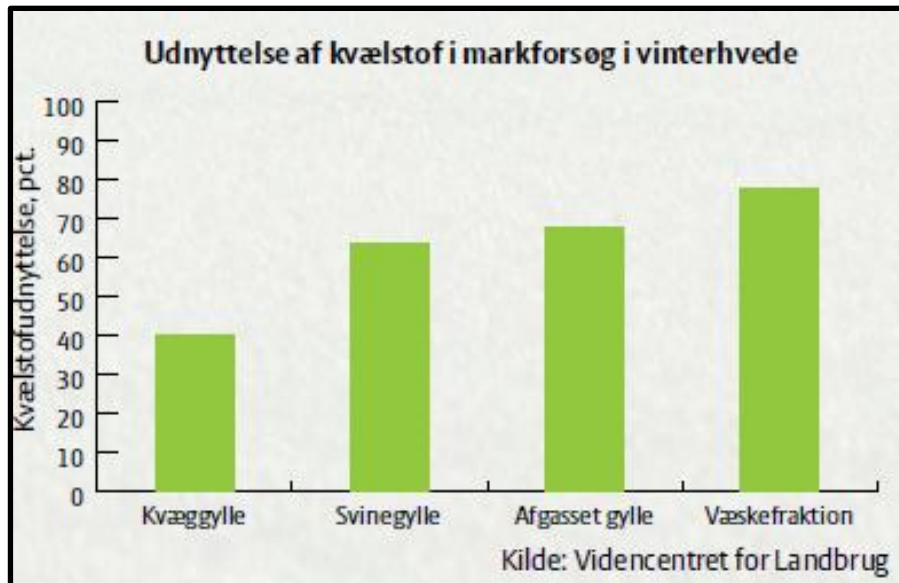
Gylle indeholder store mængder stærkt lugtende, flygtige, fede syrer, som f.eks. smørsyre og eddikesyre. I biogasanlægget omsættes disse forbindelser til biogas. Bl.a. derfor reduceres lugtgeneme efter udbringning af husdyrgødningen.

Hygiejnisering

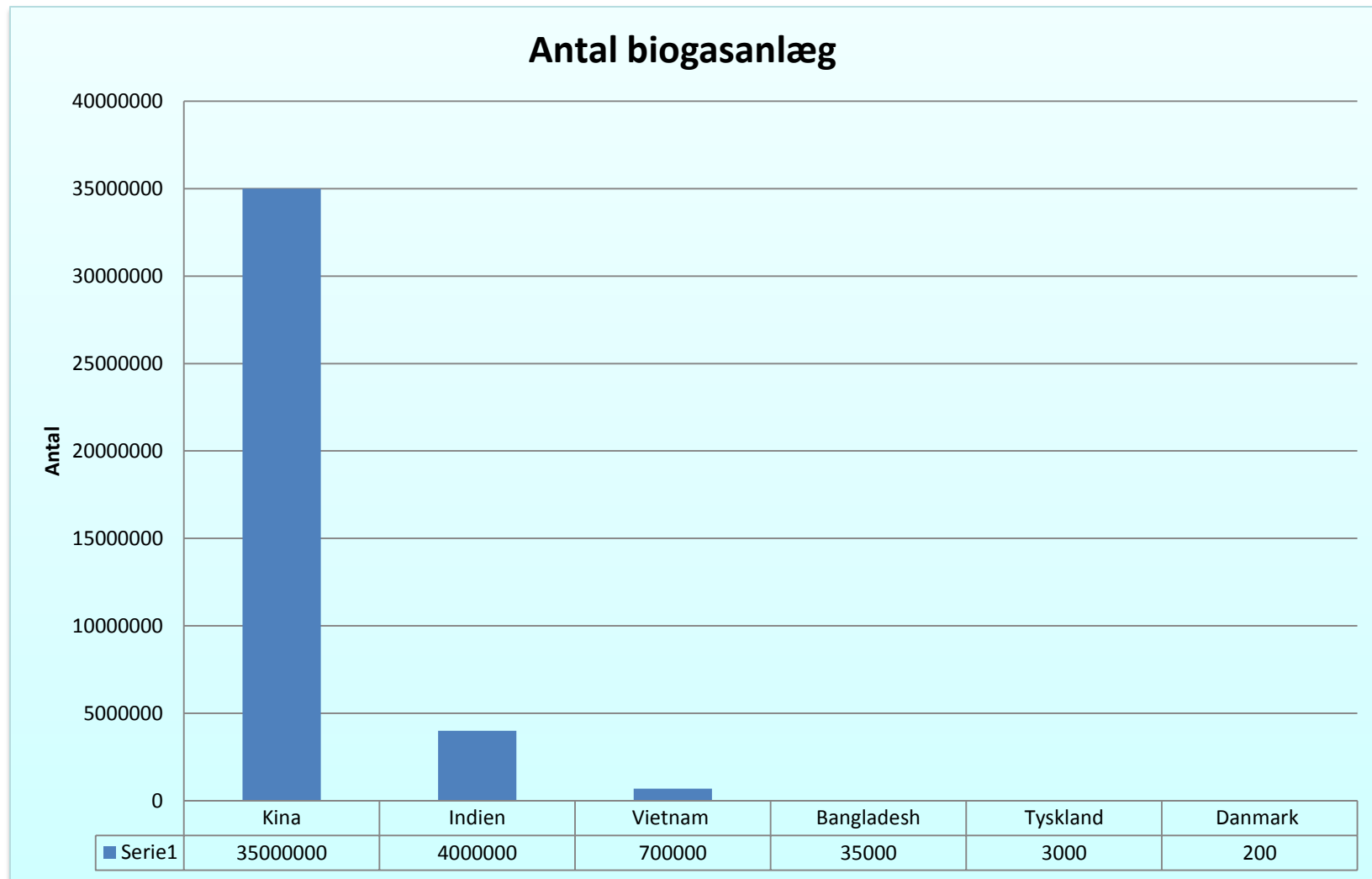
fakta

betyder, at gyllen har været opvarmet til mindst 70°C i en time, eller at den garanterede opholdstid i reaktoren (tiden mellem indpumpninger) er mindst 10 timer ved 52°C. Dette overholder de fleste biogasfællesanlæg.

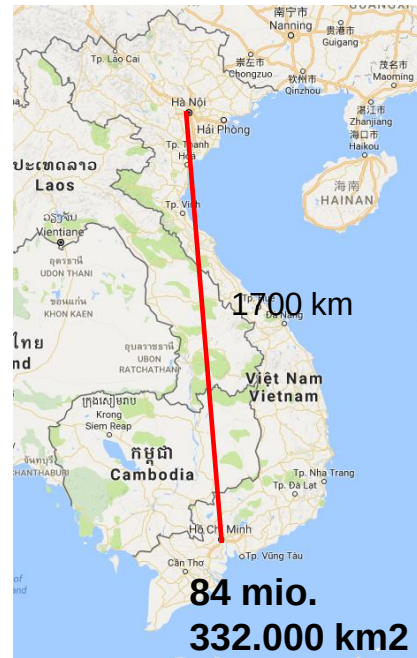
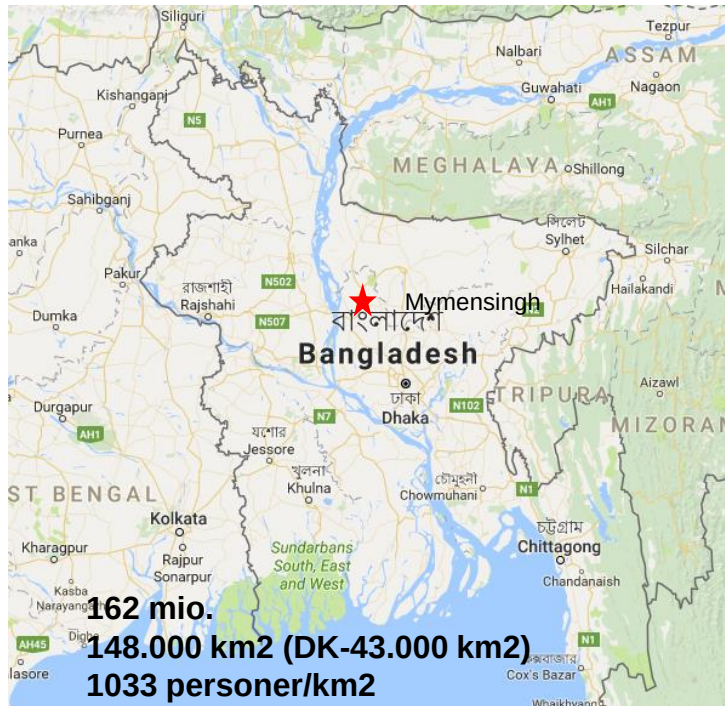
Biogas og næringsstoffer



Biogas i u-lande



Biogas i u-lande



"Waste to energy" projekt :

Financieret af verdens banken

- Opbygning af videnscenter ("green energy knowledge hub")
- Opbygning af laboratorium
- Vejledning af PhD studerende
- Undervisningsforløb
- Etablering af biogasanlæg til store kyllingefarme

LCASP projekt:

Financieret af Asian development bank

- Etablering af 36000 små biogasanlæg
- Etablering af 40 medium og 10 store biogasanlæg
- 6 forskningsprojekter

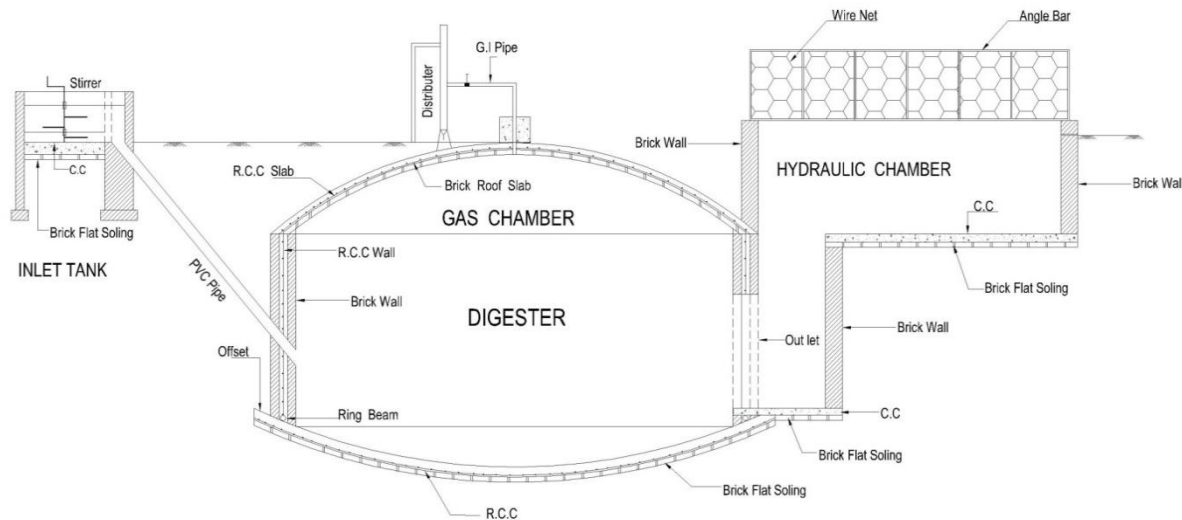
Mål:

- 0,2 tons CO₂/m³ reaktor
- 80% af gas udnyttet til energi
- 70% af gødning fra biogas udnyttet
- Kvinders og børns arbejdsbelastning reduceret med 1-2 timer/dag

Biogas i Bangladesh: Status

Fixed dome reaktor:

- < 400 m³
- Ingen omrøring og opvarmning
- Need addition of considerable amount of water

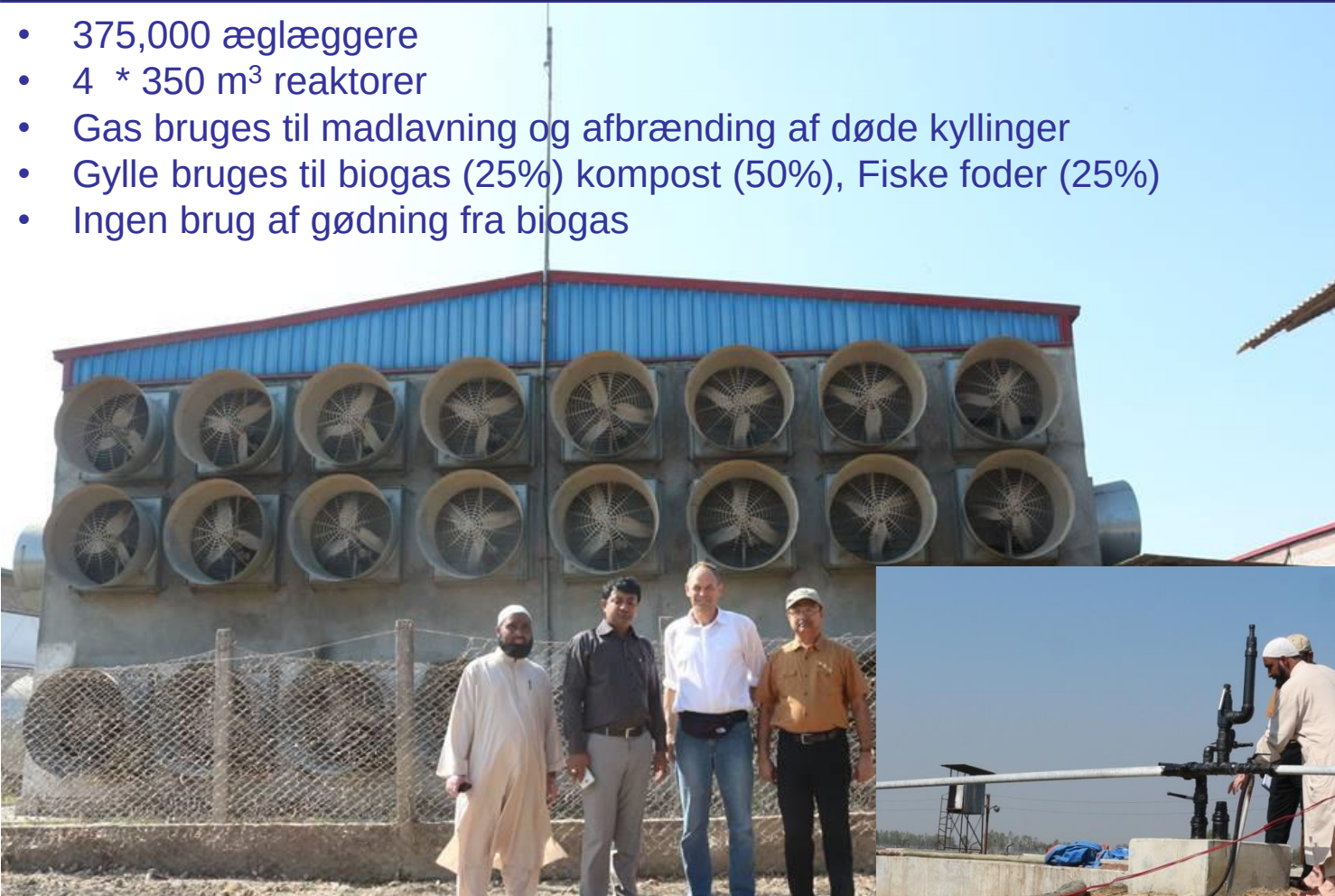


Problems:

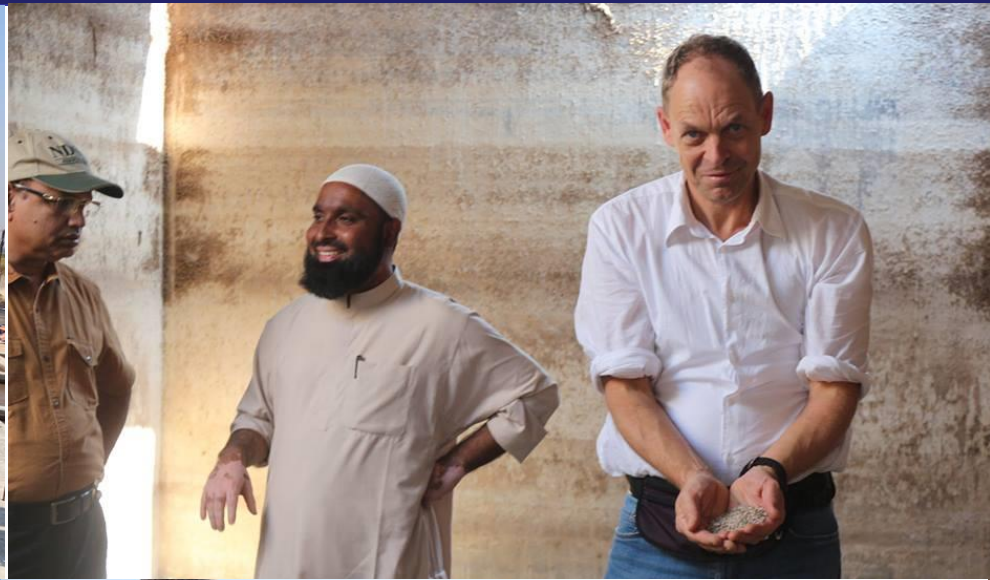
- Poor efficiency
- Sedimentation of limestone
- Need addition of considerable amounts of water
- Difficult to maintain

Biogas in Bangladesh: An Example

- 375,000 æglæggere
- 4 * 350 m³ reaktorer
- Gas bruges til madlavning og afbrænding af døde kyllinger
- Gylle bruges til biogas (25%) kompost (50%), Fiske foder (25%)
- Ingen brug af gødning fra biogas



Biogas in Bangladesh: An Example



Biogas Bangladesh



(a)



(b)



(c)

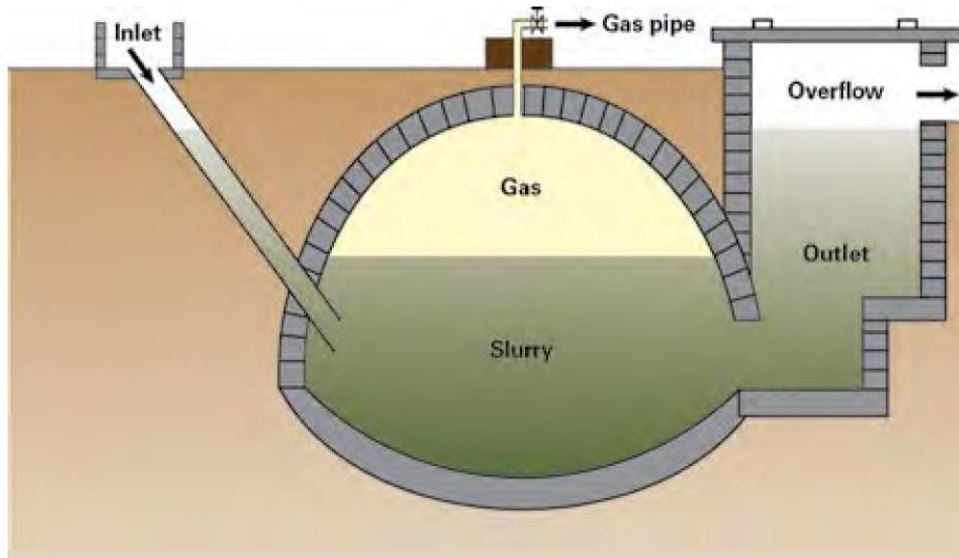






Vietnam – gødning og biogas

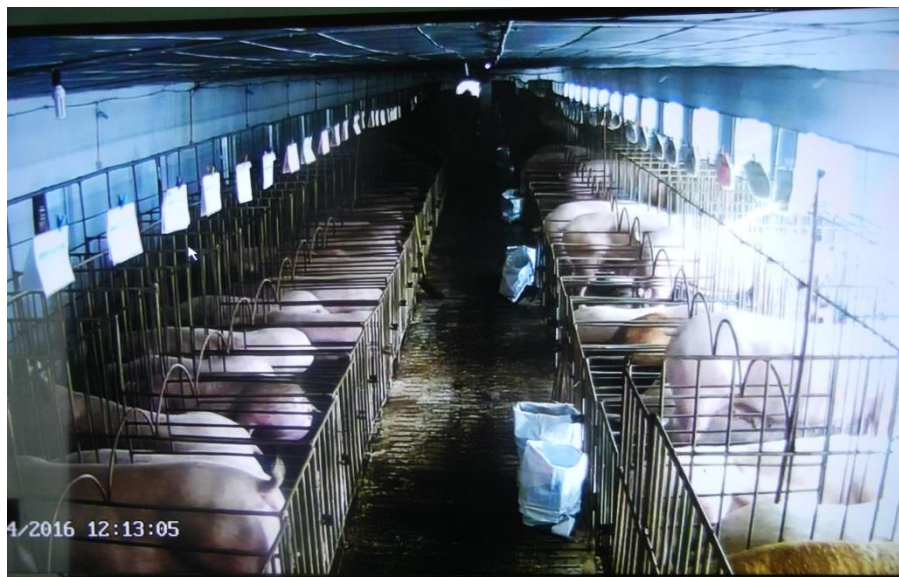
1. Vietnam har 26.76 millioner svin; 5.16 millioner kreaturer; 2.5 mio. bøfler og 324 mio. fjerkræ. Dette giver omkring 130 millioner tons gylle
2. Vietnam har omkring 8,5 millioner landmænd. Antallet af bedrifter med små biogas er omkring 600.000, langt under regeringens mål på 2 millioner. Mindre end 1.000 har medium og store biogas.
3. Det meste af gødningen bliver udledt direkte uden anvendelse



Biogas







Storskala produktion:

- 700 søer med smågrise
- Fast gødning tage direkte
- Meget højt vand forbrug
40 liter/svin/dag
- Produktivitet tæt på DK niveau

Biogas production in Vietnam



CHP:

- 2x80 kwh_{el}
- No grid connection



Sulphur cleaning:

- Activated carbon



Biogas production i Vietnam



Fiske produktion



Søer: Opsamling af det faste og salg på markedet



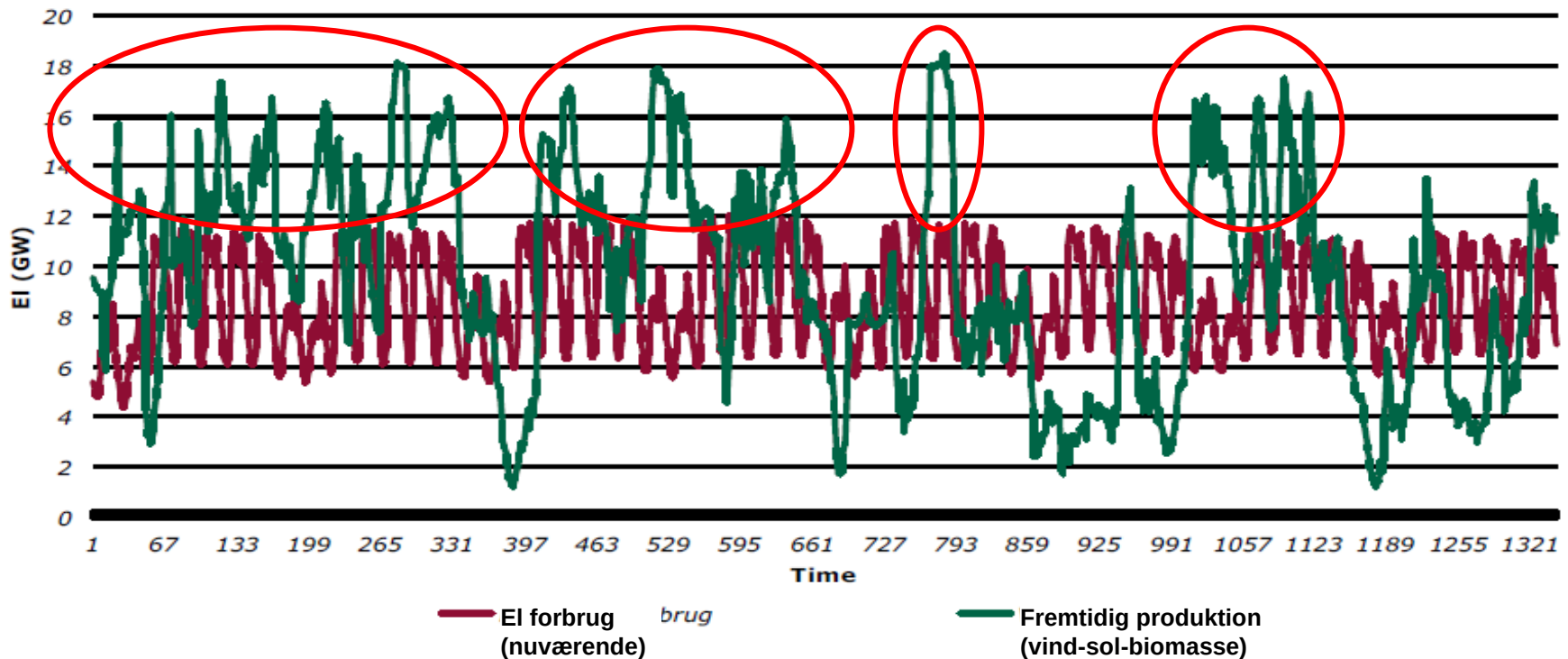
Dyrkning af vandhyacinter



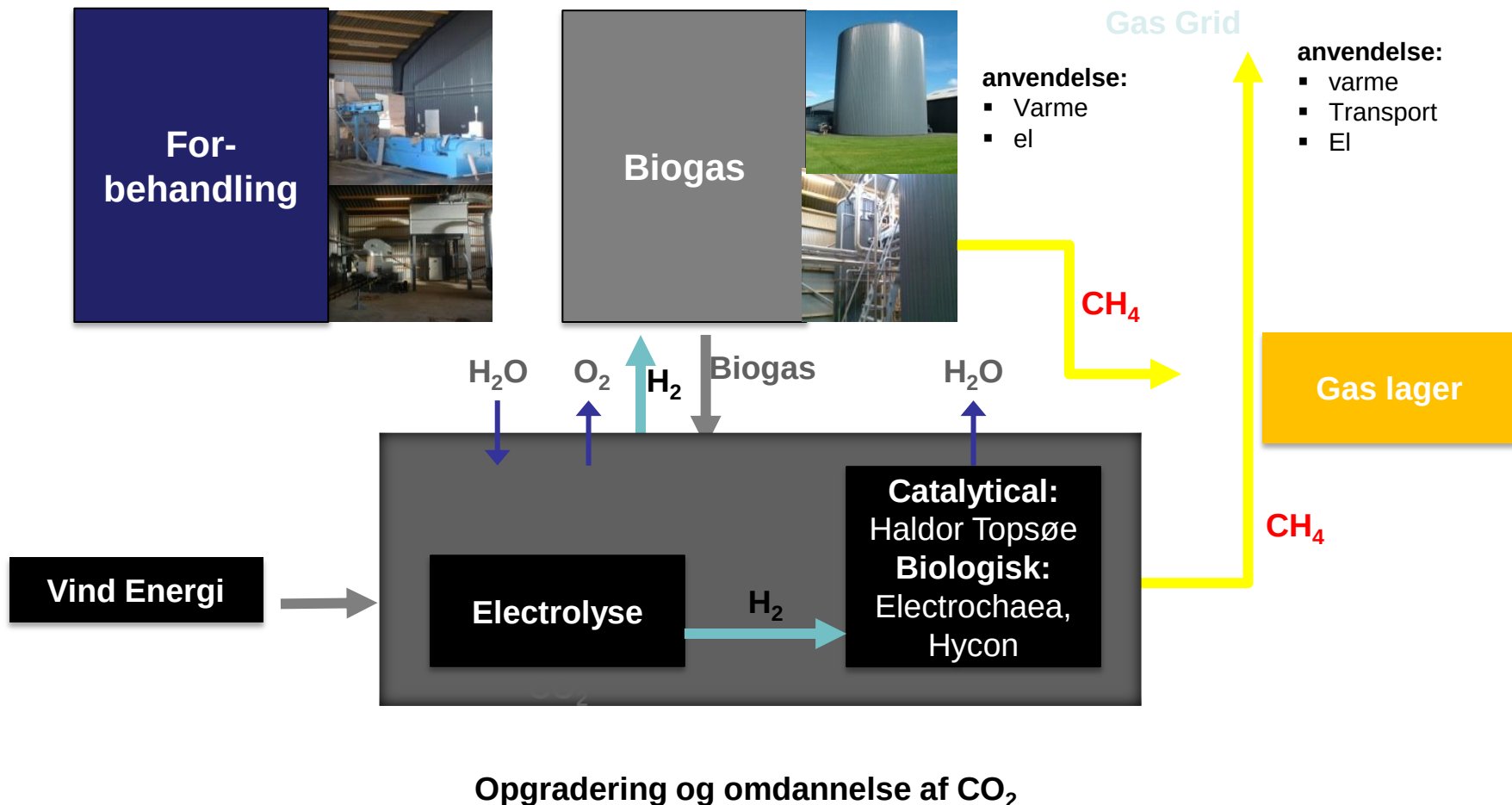
Biogas - energilagring

Overskud af el resulterer i lave og endda negative priser

Forudsiging af produktion/forbrug i Danmark med 17 GW vindkraft



Biogas – energilagring/omsætning



Biogas i en bæredygtig fremtid

Biogas vil spille en væsentlig rolle i omstilling til fossilt frit samfund:

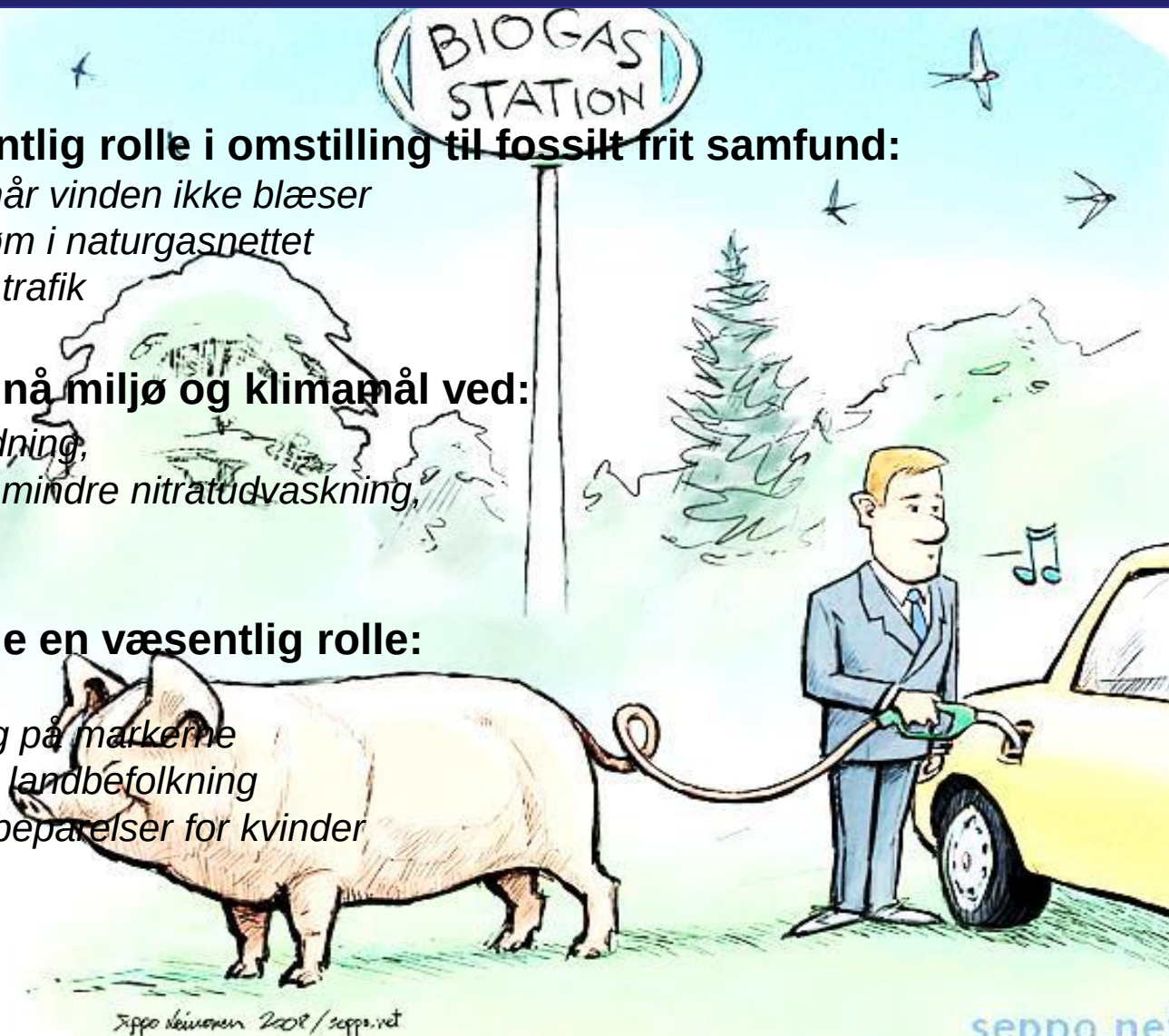
1. *Stabil energi forsyning når vinden ikke blæser*
2. *Lagring af vindmøllestrøm i naturgasnettet*
3. *Anvendelse i den tunge trafik*

Biogas vil hjælpe med at nå miljø og klimamål ved:

1. *mindskelse af metanudledning,*
2. *Forbedret grundvand ved mindre nitratudvaskning,*
3. *genanvendelse af affald.*

I U-lande kan biogas spille en væsentlig rolle:

1. *Energiforsyning (stabil)*
2. *Genanvendelse af gødning på markerne*
3. *Indkomst stigning for fattig landbefolkning*
4. *Bedre helbred og arbejds betingelser for kvinder*



Tak for i aften



Video

Bygning af biogas i U-lande

https://www.youtube.com/watch?v=VUgW_CCpk78

<https://www.youtube.com/watch?v=hdlQ1G-2VXk>

<https://www.youtube.com/watch?v=3UafRz3QeO8>

Bangladesh

<https://www.facebook.com/cksaha/posts/10154228907463161>