

Temamøde om biomasse - bioenergi

Henrik Hauggaard-Nielsen, hnie@ruc.dk
(Tobias Pape Thomsen, tpapet@ruc.dk)



– Og så håber vi jo,
at I allesammen vil tage
godt imod disse nye og
spæn-

– **NEJ!**

Nej, nej, nej, neeeeej!
Det bliver et NEJ
herfra!
Nix!



RUC

Biomasse i jordbruget

- **Hvad er det for noget biomasse vi taler om?**
- Hvordan skal dyregødning, halm og andre planterester behandles?
Biogas, pyrolyse
- Hvordan sikres jordkvalitet og recirkulering af næringsstoffer samt tungtnedbrydeligt organisk materiale (humus-opbygning)?

Biologisk systemperspektiv

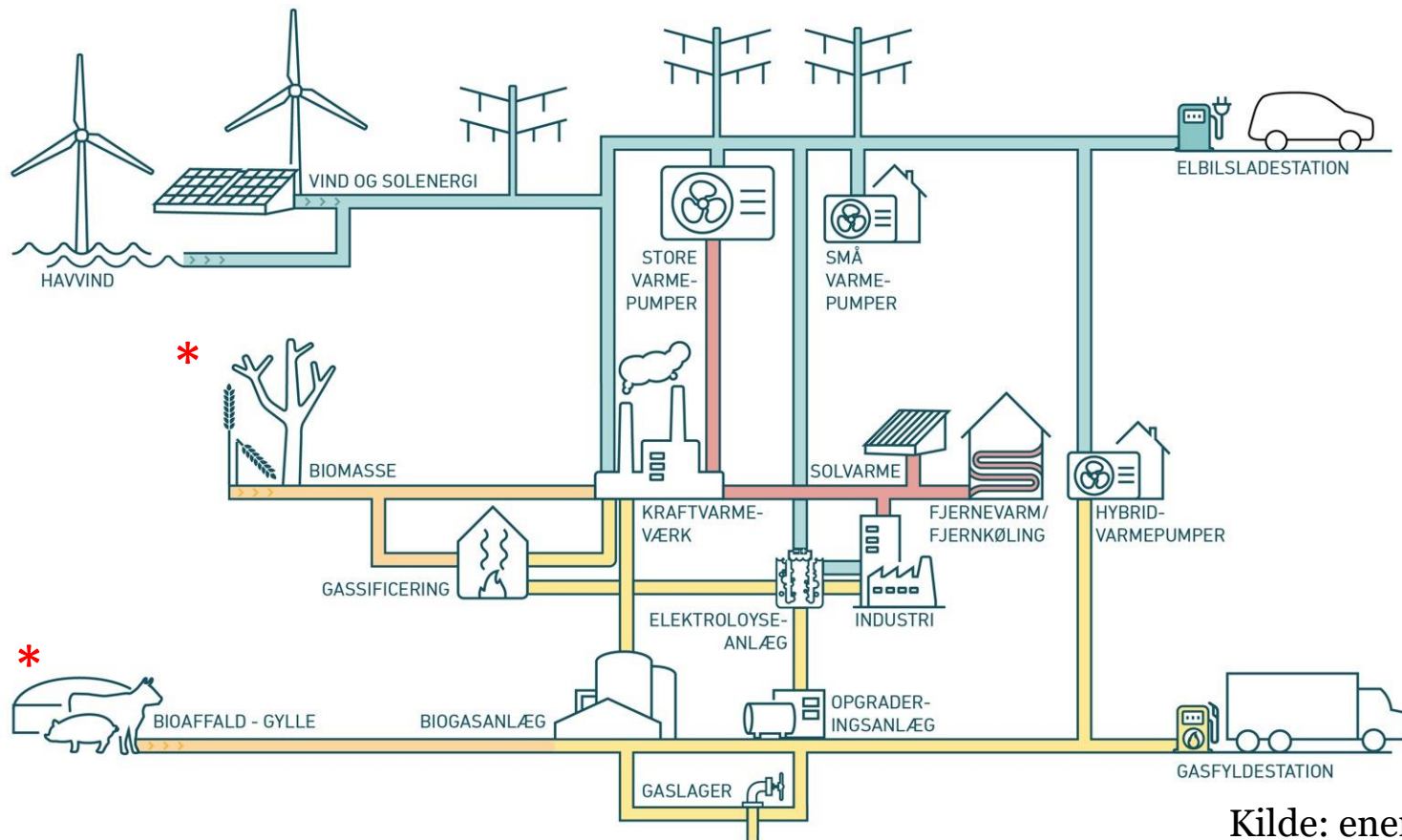
Vedvarende energi



Gødningfabrik



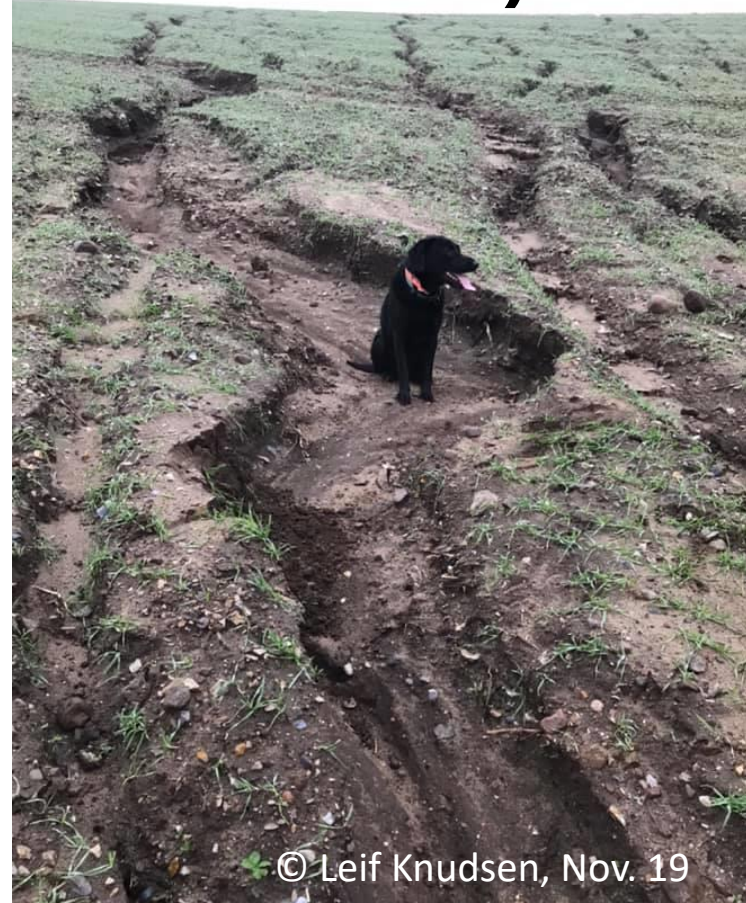
Fremtidens Energisystem



Kilde: energinet.dk

Arealforvaltning (61% af det danske areal)

© Glyn Mitchell, Dec. 19



© Leif Knudsen, Nov. 19

HOW CAN SOILS STORE MORE CARBON?

The more soil is covered, the richer it will be in organic material and therefore in carbon.
Until now, the combat against global warming has largely focused on the protection and restoration of forests.
In addition to forests, we must encourage more plant cover in all its forms.



Never leave
soil bare
and work it less,
for example by
using no-till methods



Introduce more
intermediate crops,
more row intercropping
and more
grass strips



Add to the
hedges at field
boundaries
and develop
agroforestry

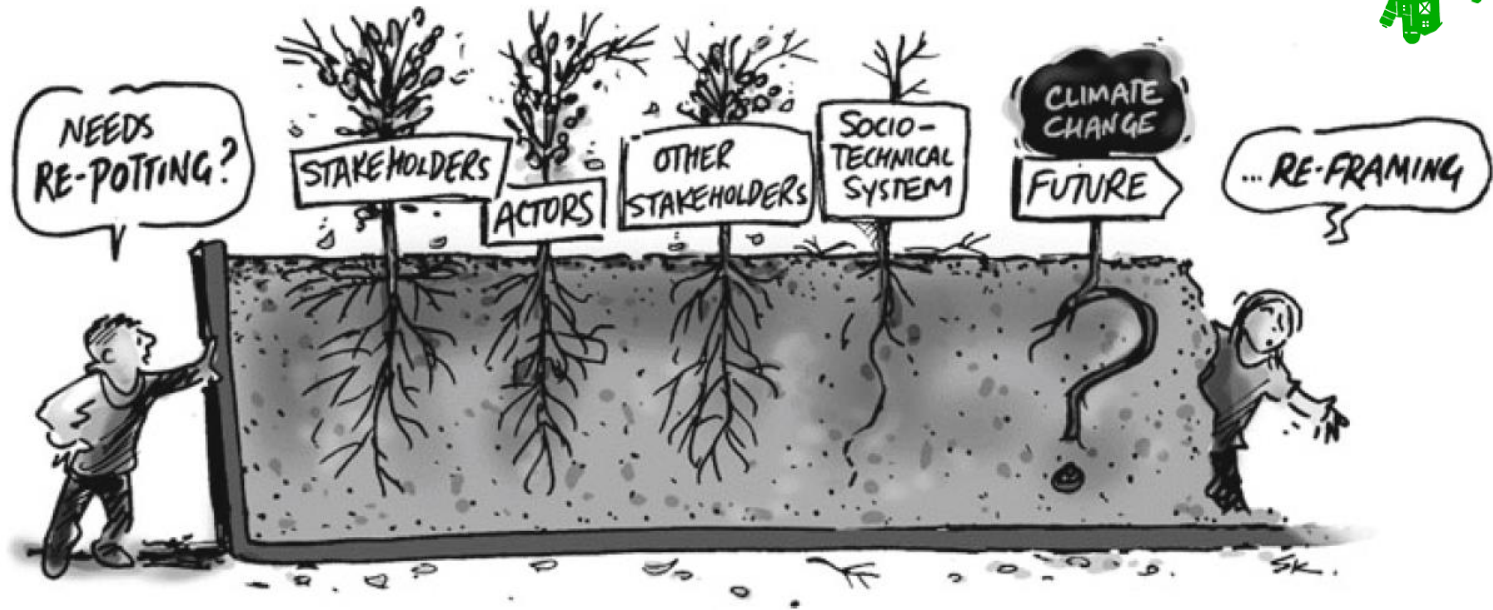
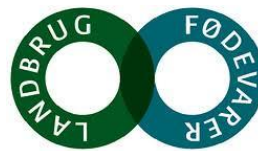


Optimize
pasture management
- with longer
grazing periods,
for example



Restore
land in poor
condition
e.g. the world's arid
and semi-arid regions





Kilde: Meynard et al. 2012

Et reguleret erhverv

Fx: EU

[Fuglebeskyttelsesdirektivet](#)

[Gødningsforordningen](#)

[Habitatdirektivet](#)

[IE-direktivet](#)

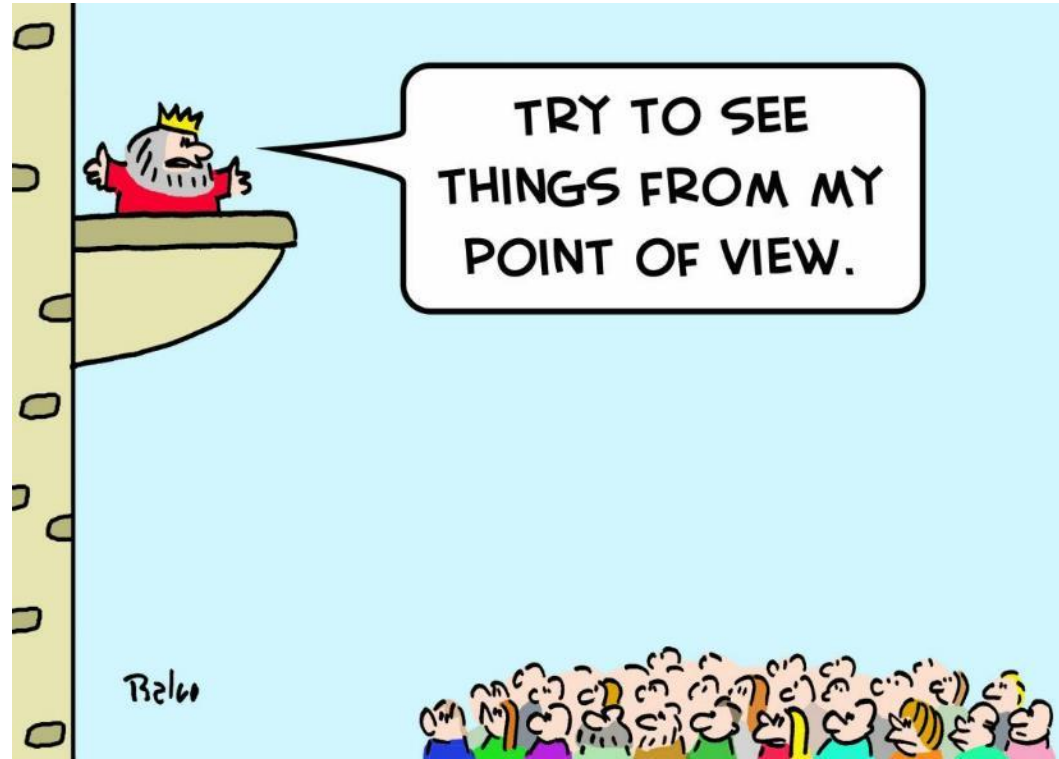
[Nitratdirektivet](#)

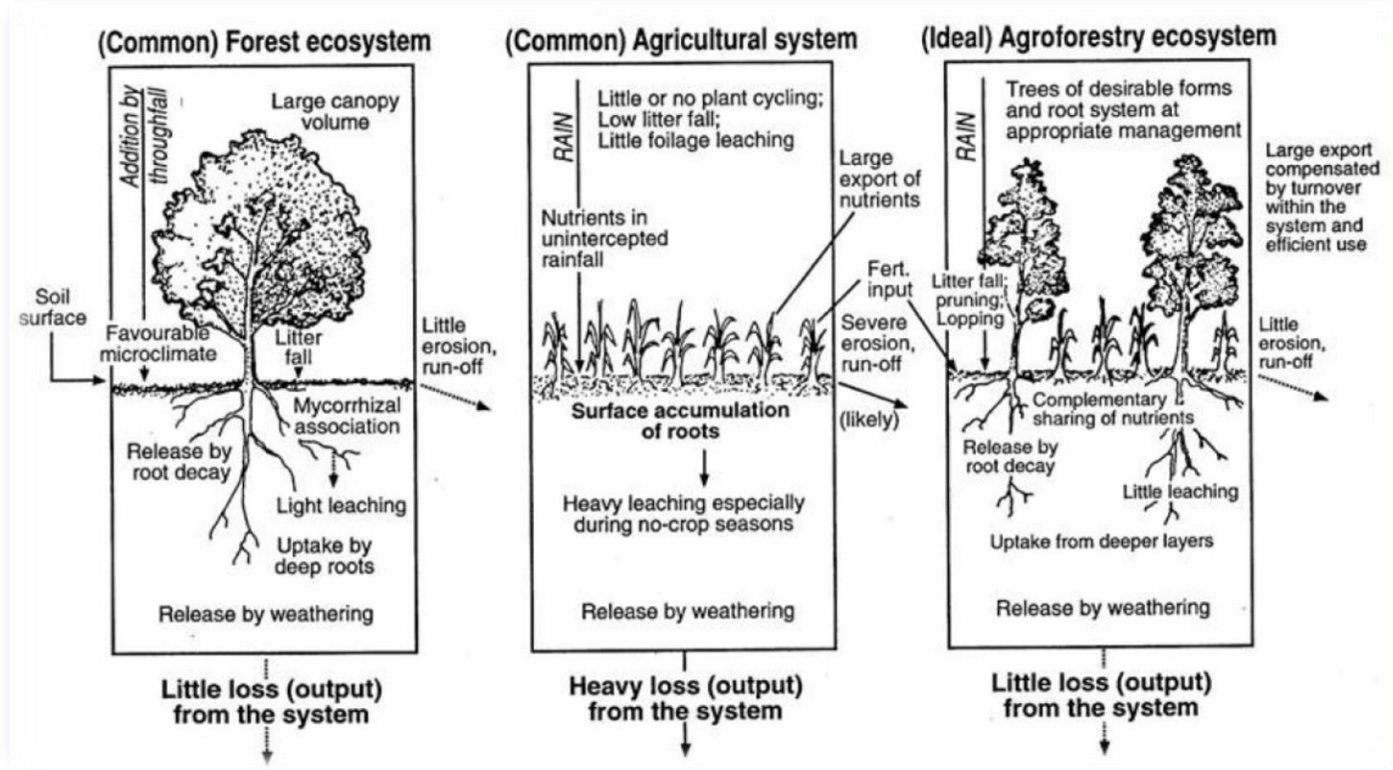
[Nitratundtagelsen](#)

[PRTR-forordningen](#)

[Vandrammedirektivet](#)

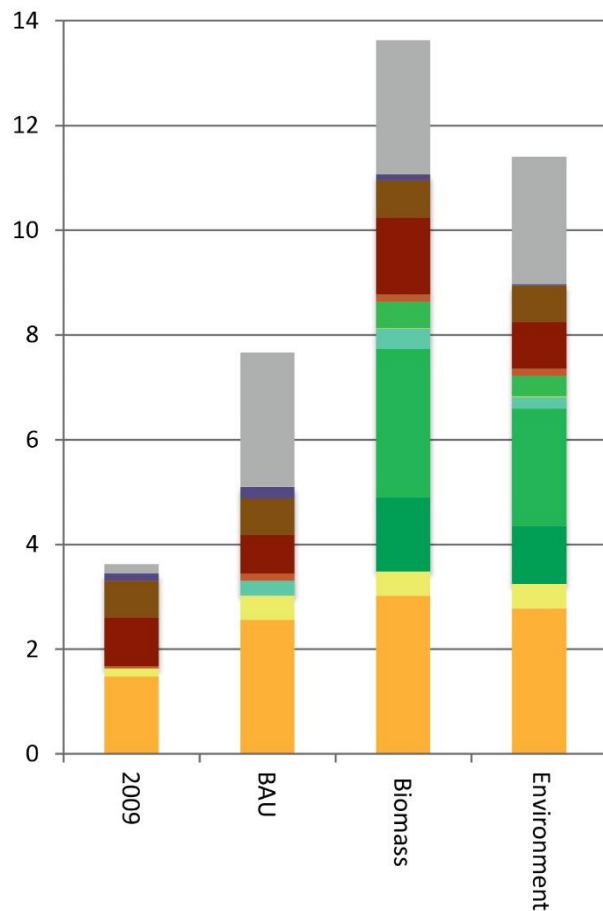
[VVM-direktivet](#)





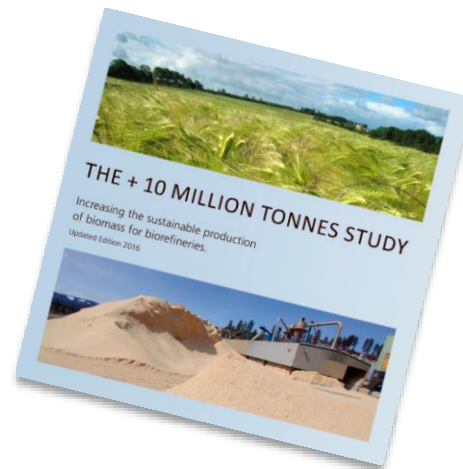
Diversitet som styringsværktøj
(kræver fleksible (robuste) energiteknologier)

Million tonnes dry matter



Biomass type

- Manure
- Rapeseed oil
- Forestation
- Hedges and gardens
- Existing forest (2010)
- Energy forest
- Intermediate crops
- Verges
- Weed cutting
- Grass cutting on wetlands
- Cereal converted to biomass crops
- Rape converted to biomass crops
- Grass seed hay
- Straw from cereal and rape



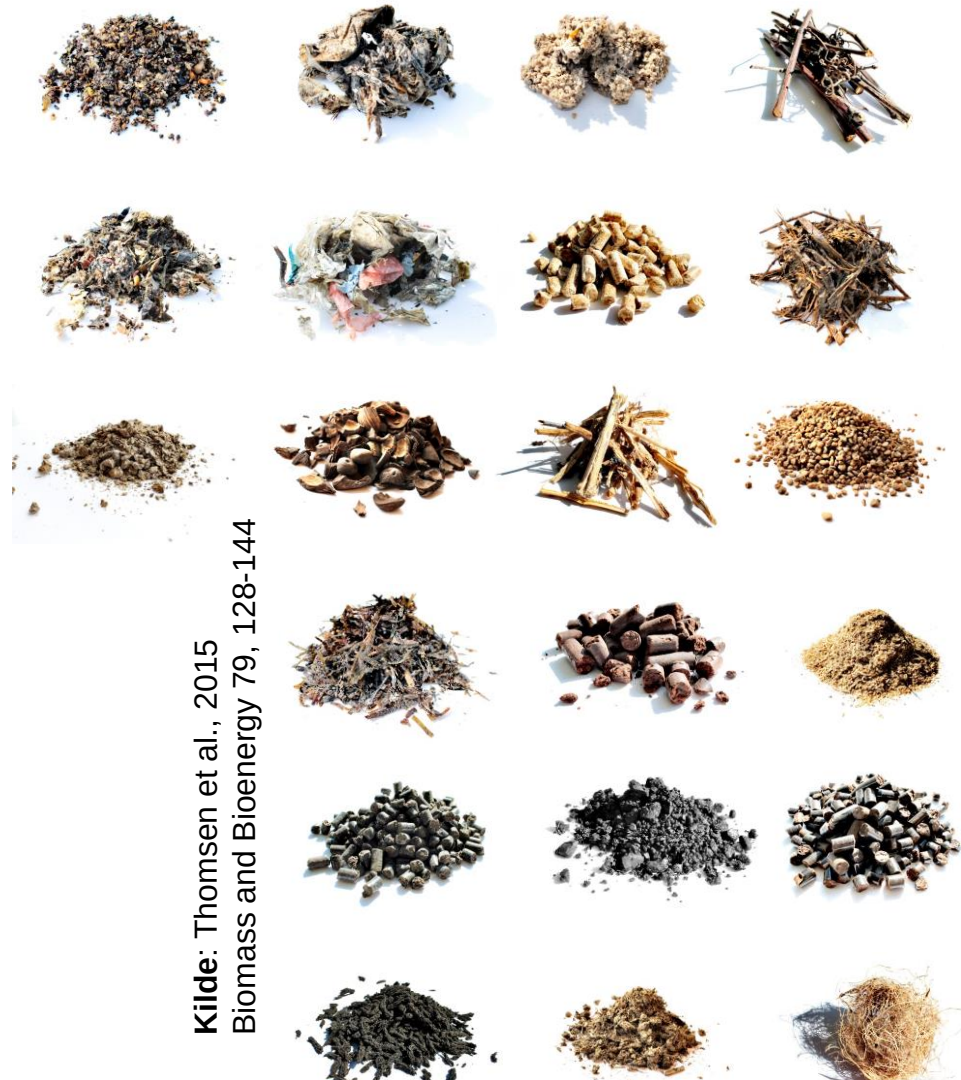
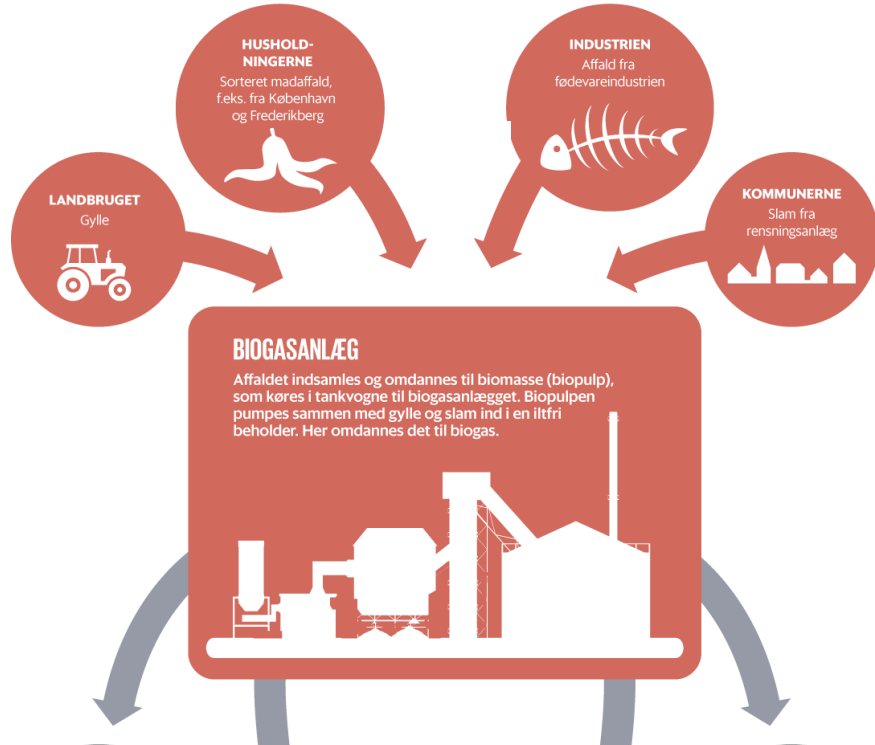
https://curis.ku.dk/ws/files/167352444/TimioplanUKrevideret_1310_2016.pdf

Med en gennemsnitlig (øvre) brændværdi på 15-18 GJ/t tørstof svarer de 14 millioner ton samlet til omkring 210-250 PJ

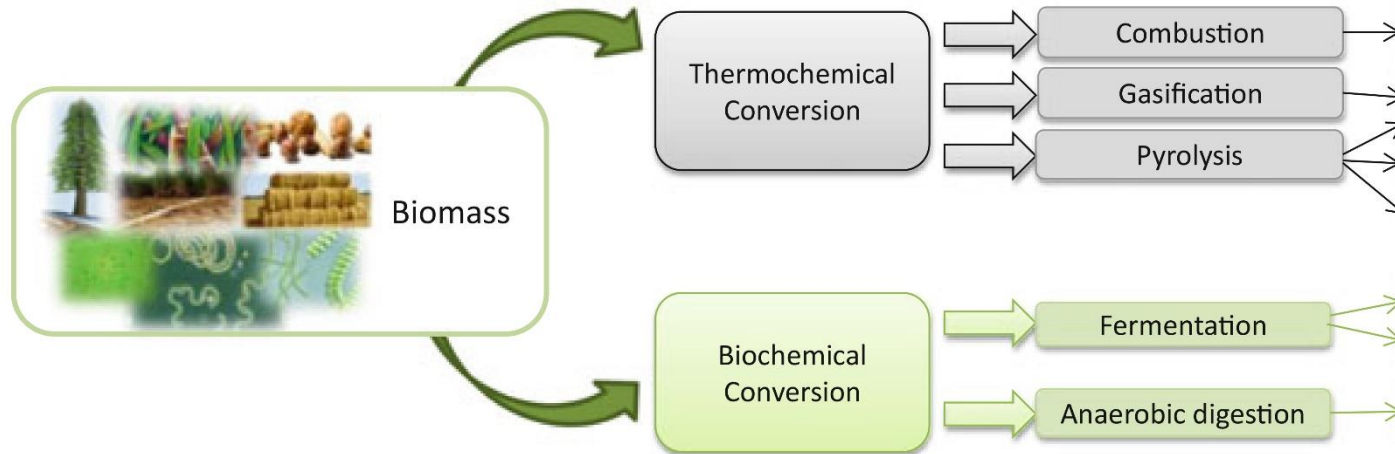
ENS vind: 230 PJ - 482 PJ

IDA 2050:123 PJ - 339 PJ

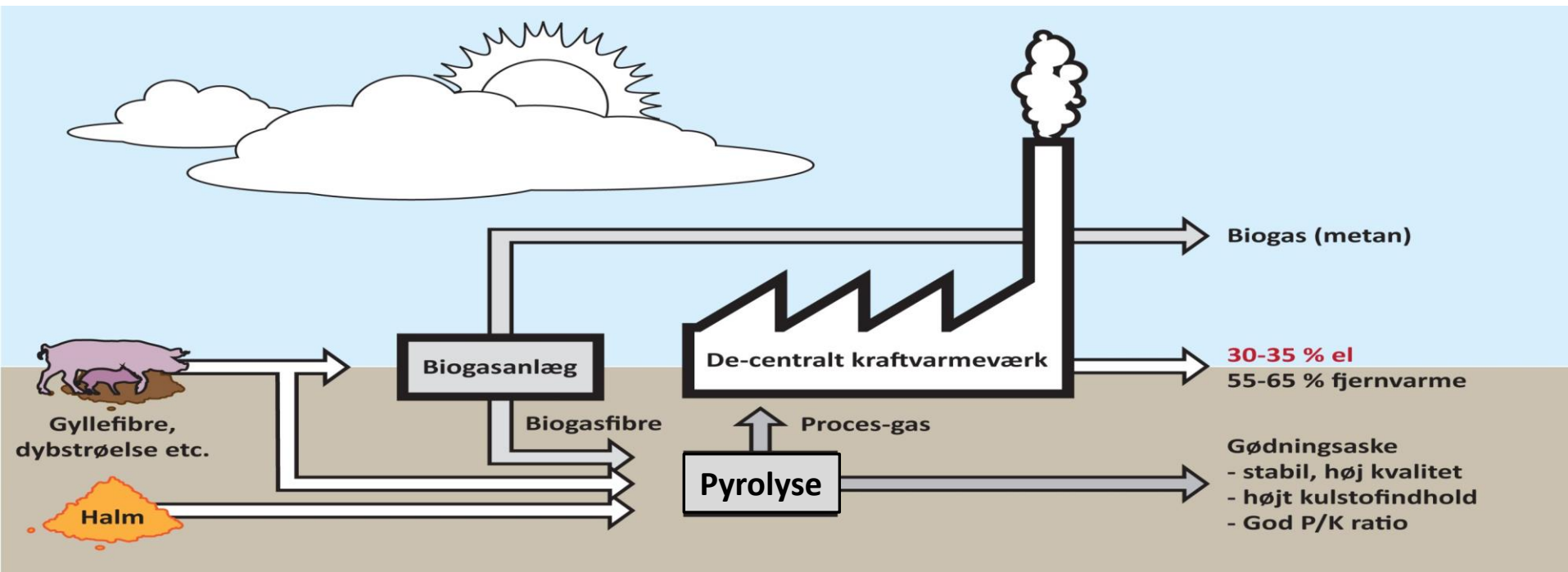
De egnede biomasser – er mange



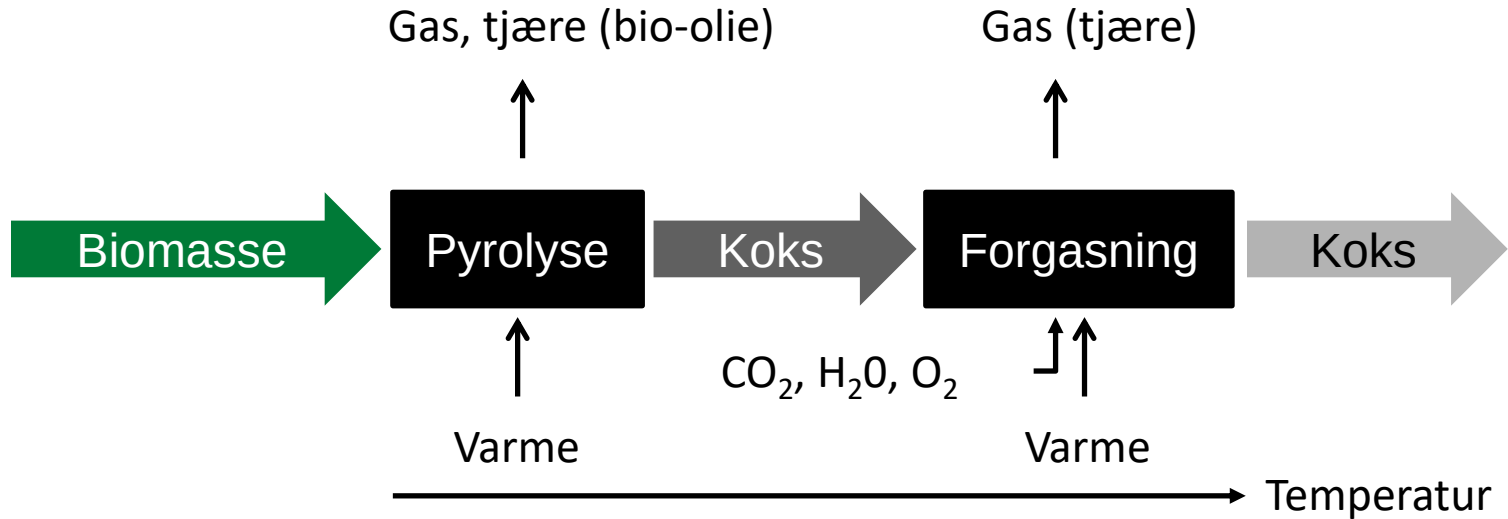
Kilde: Thomsen et al., 2015
Biomass and Bioenergy 79, 128-144



Teknologi og behandling (integration)



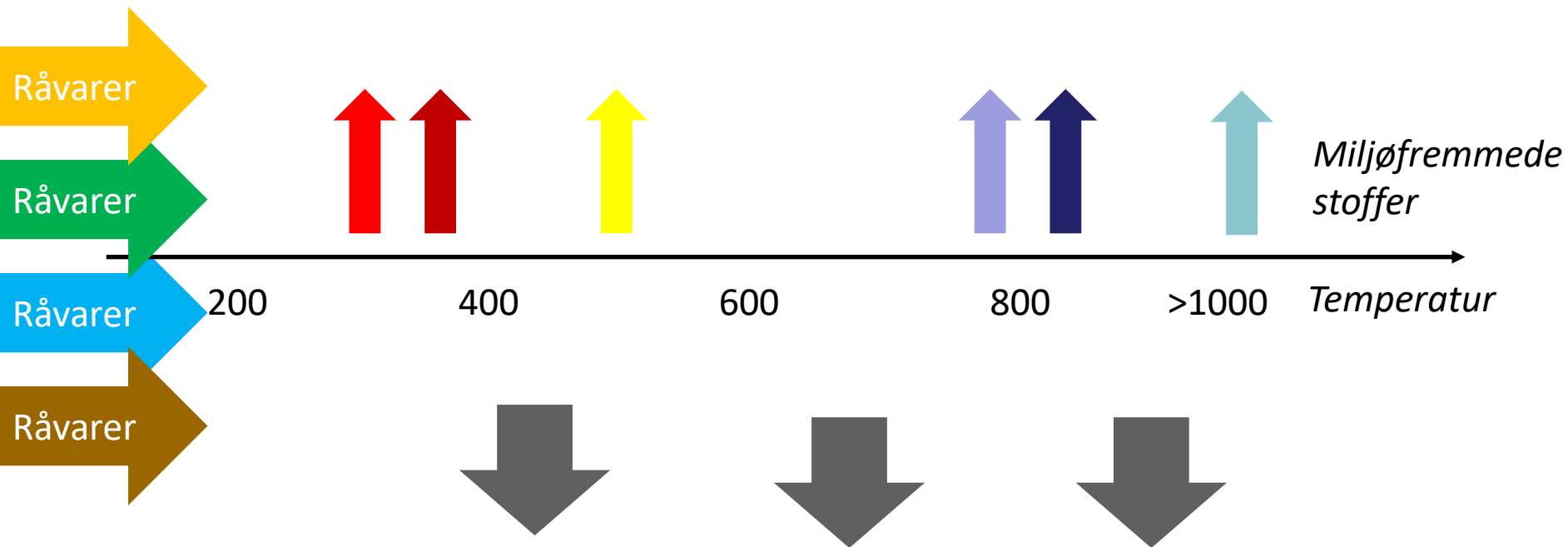
Pyrolyse versus termisk forgasning



Forsigtighedsprincippet

- Jord gødet med husdyrgødning indeholder mange flere antibiotikaresistensgener end kunstgødet jord (Graham et al., 2016)
- Østrogen i gylle fra so og malkebesætninger kan udvaskes til drændybde i koncentrationer der kan virke kønsforstyrrende på fisk og padder (www.dca.au.dk)
- Østrogenerne nedbrydes ikke fuldstændigt, selv flere måneder efter at de med gylle er spredt ud på markjorden (MiljøStyrelsen J.nr. 600-00027)
- 96 % af medicinforbruget i Danmark sker i eget hjem – husspildevand indeholder store mængder medicinrester. Seniorkonsulent Caroline Kragelund Rickers, Teknologisk Institut

Gasfasen (rensning)



Biokoks
(sikker tilbageførsel)



Mikrobiologi og humusdannelse

C.A. Kirkby et al. / *Geoderma* 163 (2011) 197–208

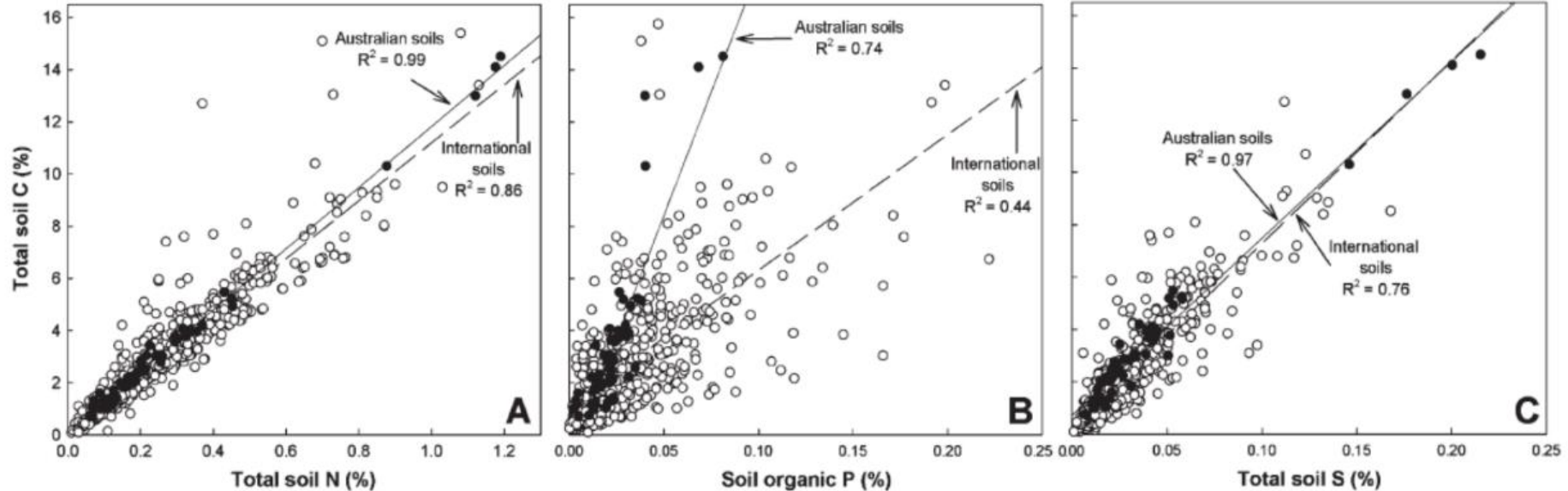


Fig. 4. (A) Total C:N for 598; (B) C:organic P for 408 and (C) C:S ratios for 527 International soils (open circles) and 59 Australian soils (closed circles) respectively (see Tables 7 and 8 for regressions).

1 t C i humus/ha kræver: 92 kg N; 20 kg P and 14 kg S

Jordanalyser – og balance

SAMMENHÆNG: Jordens frugtbarhed–fødevarekvalitet–menneskers sundhed

Forskning i frugtbare jorde; konkluderede

- indholdet af mineraler altid var i et ganske bestemt forhold til hinanden
- høj grad af indbyrdes påvirkning mellem plantenæringsstofferne

Optimale plantetilgængelighed af næringsstofferne opnås, når næringsstofferne er i en bestemt balance til hinanden.

- også effekt på jordens struktur og beskaffenhed, styret af kationernes forhold til hinanden

Lerjord	Sandjord
Ca:Mg:K forhold på 68:12:4	Ca:Mg:K forhold på 65:15:4

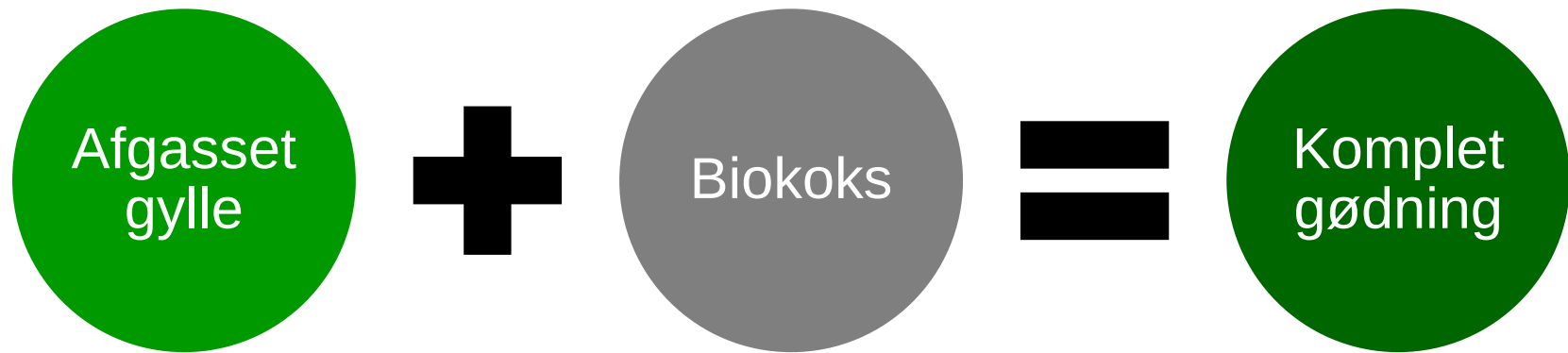
William A. Albrecht (1888-1974)
University of Missouri, USA



Minimumsloven; Justus von Liebig (1855)

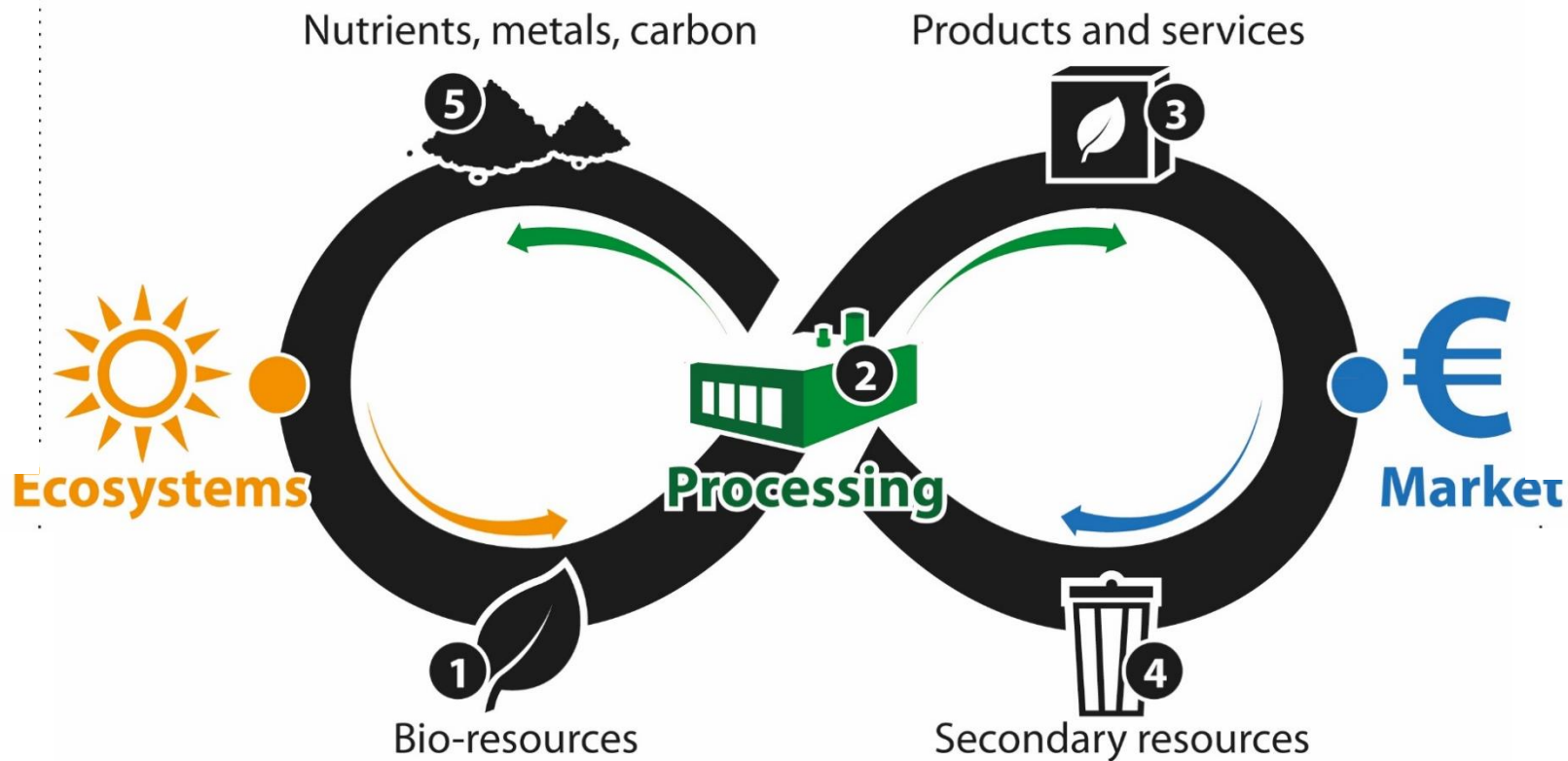
- Planters vækst bliver hæmmet af den ressource, der er vanskeligst tilgængelig på voksestedet
- Tilførsel af en vækstfaktor, som allerede findes i tilstrækkelig mængde, vil ikke fremkalde øget vækst.
- Mikroorganismernes humusdannelse er tilsvarende styret af den begrænsende ressource i henhold til deres egen metabolisme





Biogas, pyrolyse versus termisk forgasning

- Kulstoflagring i undergrunden
- **Jordens frugtbarhed som grundlæggende ressource**



System boundaries

© T.P.Thomsen

RUC

Inkariget (1100 - 1530 e.Kr.)

10 millioner mennesker

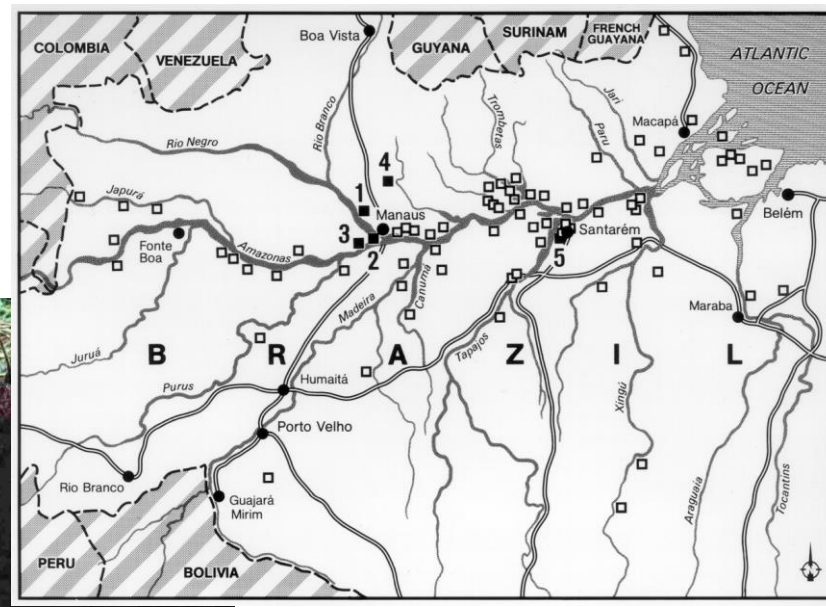
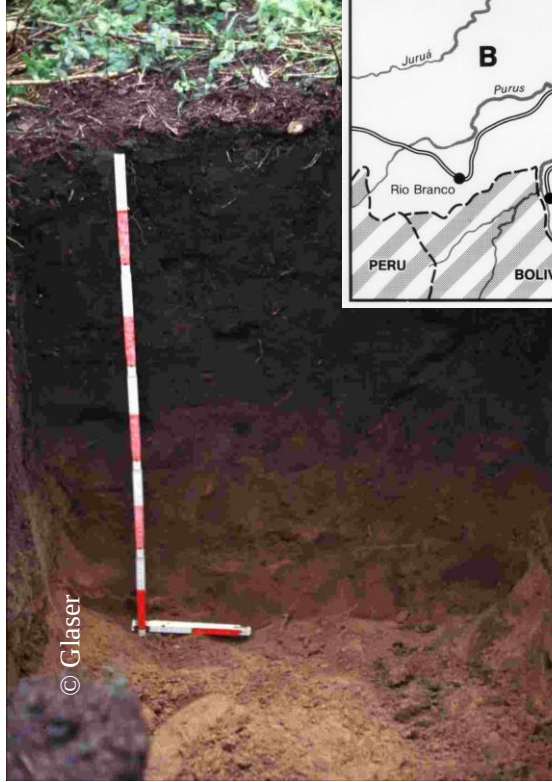


Sorte jorde (Terra Preta)

Oxisol



“Terra Preta de Indio”



RUC

Menneskeskabt sort jord

(© Steiner, 2002)

Aske/koks partikler med høj kulstofindhold (90%)

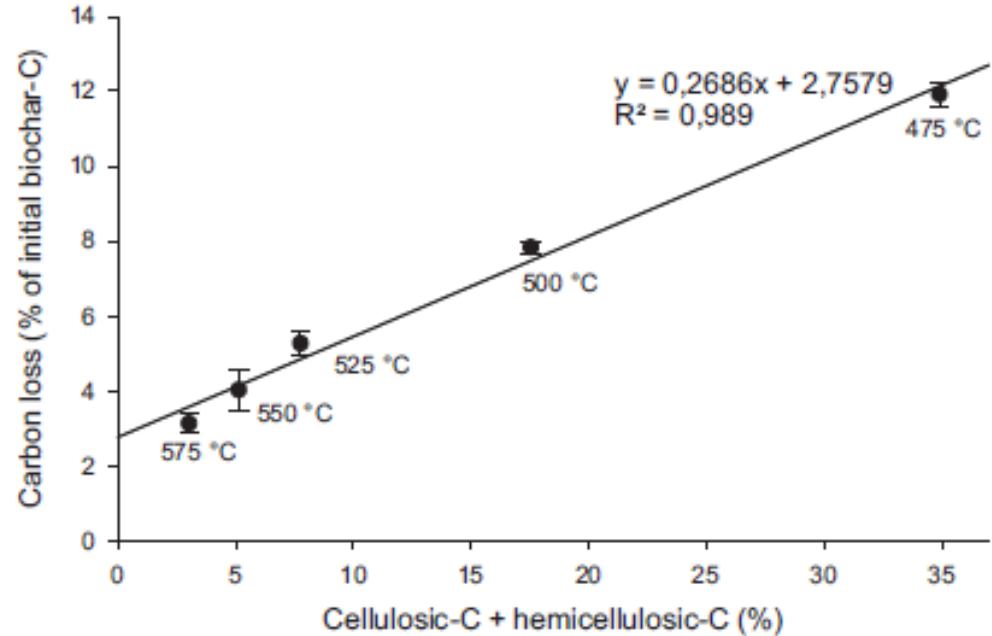
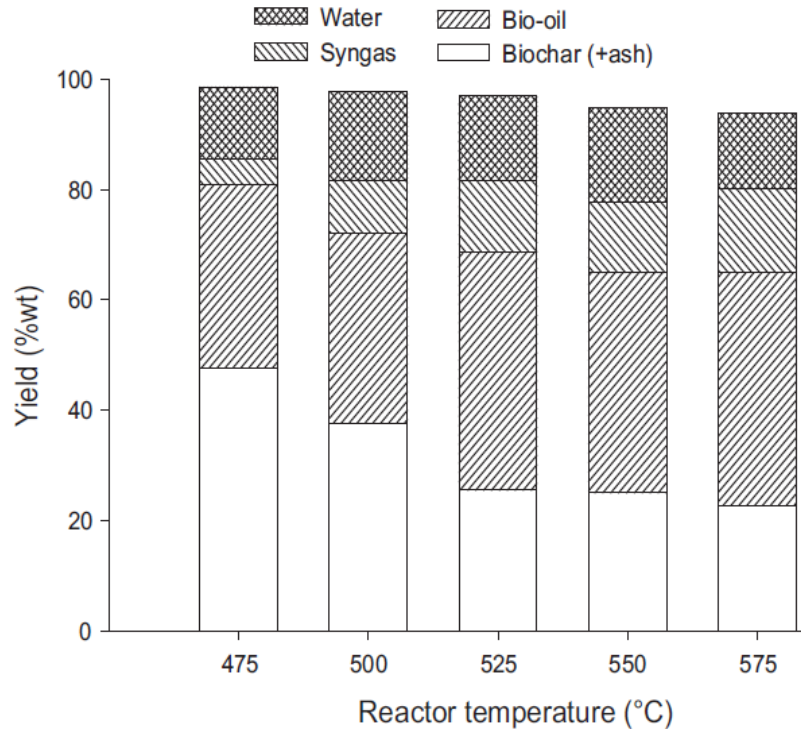
Termisk omsætning af restbiomasser: husholdningsaffald, halm og andet, husdyrgødning, human fæces/urine

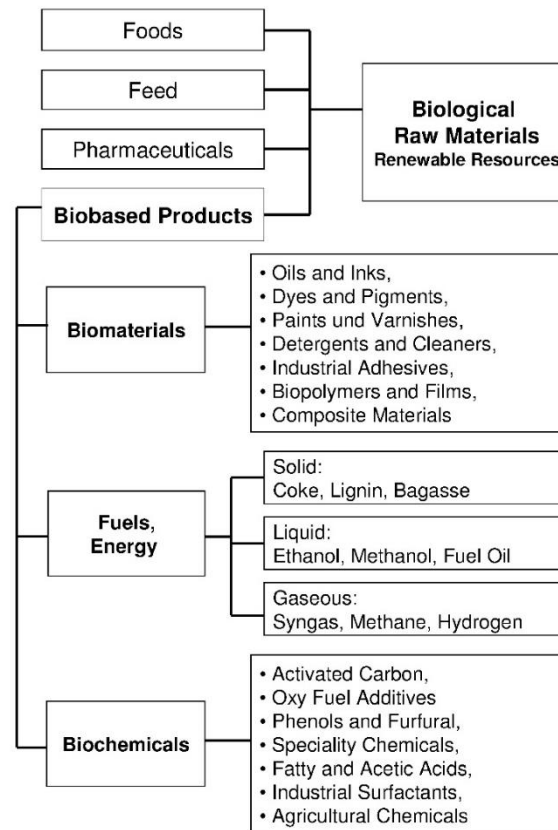
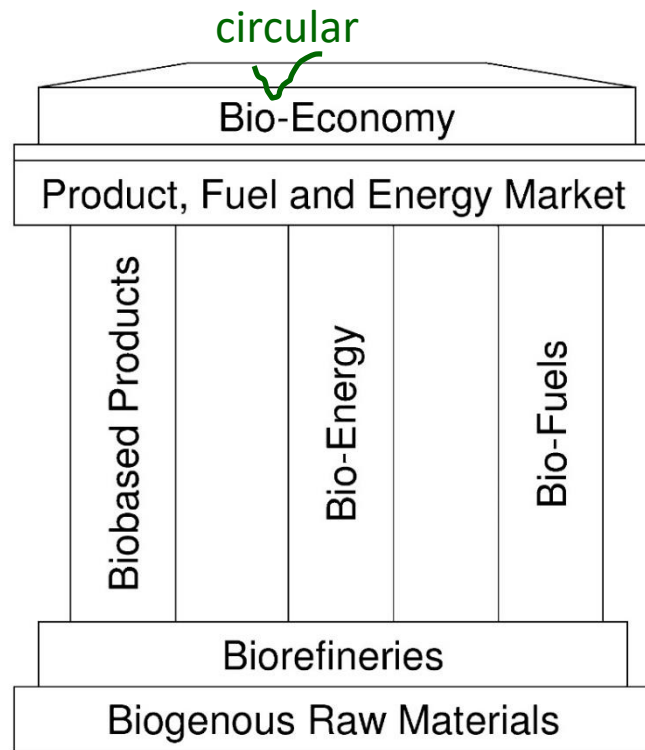
Lokale landmænd prissætter terra preta jorde til at give 3x udbyttet i normale marker





Optimering af output(s)







- ...”DTU vurderer; teknisk potentiale 12 mio. tons CO₂e årligt.
- 5,8 mio. ton fra kulstofbinding (biokoks)
 - 2,1 mio. ton fra reduceret CH₄ og N₂O udledninger
 - 4,2 mio. ton fra brændsler; tilsættes 39 PJ brint - ca. 3 GW havvind og 3 GW solceller.

Skulle teknologien vise sig at fungere, og i skala, vurderer Klimarådet, at en tredjedel af det samlede potentiale kan realiseres før 2030”

Konklusion

Intelligent integration af biomasse til energi vil kunne medvirke til at

- fremme nødvendige økosystem funktioner og tjenester ved øget fokus på jordens evne til kulstofopbygning
- forbedre næringsstofkredsløbet fra by-til-land

Arealforvaltningen skal i højere grad indtænkes som en del af mulige biomasseleverancer til energisystemet

HUSK: alle biologiske systemer er lokalt forankret; geologisk, biologisk, socialt (teknisk, økonomisk) - derfor øget fokus på lokal implementering