



BIOENERGI

Niclas Scott Bentsen

*Københavns Universitet
Center for Skov, Landskab og Planlægning*





Stikord

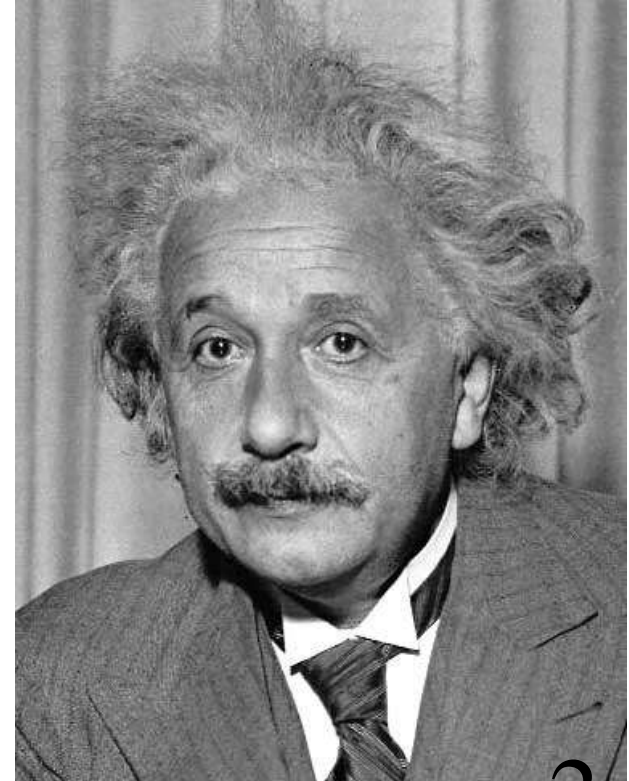
- Konverteringsteknologier
- Energiservices
- Afgrøder
- Nuværende bioenergiproduktion i DK
- Kapacitet i Danmark
- Muligheder for bioenergi produktion på gårdniveau eller i landmandsselskaber





Biomasse er energi...

- ...men energien i biomasse er ikke interessant i sig selv, med mindre den kan omsættes til nytte/service.
- Samfundet (og heri indgår også landbruget) efterspørger ikke energi, men efterspørger service-tilfredsstillelse i forhold til:
 - Temperaturændring
 - Lys
 - Bevægelse
 - Kommunikation



$$E = mc^2$$





Fra energi til energiservice...

- Biomasse kan understøtte alle energiservices ved hjælp af tre typer af energibærere:
 - **EI**
 - **Varme**
 - **Flydende/gasformigt transportbrændsel**
- 1. Men forskellige energibærere er **ikke** lige meget værd...
- 2. Og alle salgs biomasse er ikke lige godt til det hele. Det hænger sammen med den måde biomassen konverteres på...





Energi laves i forskellige kvaliteter...

- ...og jo højere kvalitet des større er det potentielle marked (men også den potentielle konkurrence)
- Kvalitetshieraket:
 1. El
 2. Kemisk bundet energi (fast, flydende eller gasformigt brændstof)
 3. Varme
- Fordi...
 - el kan omsættes til:
 - Varme (~100% effektivitet)
 - Bevægelse (~80-85% effektivitet)
 - Lys
 - Kommunikation
 - kemisk bundet energi kan omsættes til:
 - Varme (85-90% effektivitet)
 - Bevægelse (20-30% effektivitet)
 - Lys (men mest for hyggenes skyld)
 - El (30-40% effektivitet)
 - varme (70-90 °C) kan omsættes til:
 - Varme ved lavere temperatur (85-95% effektivitet)
 - El (2-3 % effektivitet)





Konverterings principper

- Termokemisk konvertering
 - Forbrænding (med ilt overskud)
 - Forgasning (med ilt underskud)
 - Pyrolyse (uden ilt)
- Biokemisk konvertering
 - Forgæring til ethanol, buthanol, ...
 - Anaerob nedbrydning til $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$
= biogas
- Ekstraktiv konvertering
 - Presning af olieholdige biomasser for at ekstrahere olien





Forskellige teknologier – forskellige krav til biomassen

- Termokemisk konvertering kræver:
 - Tør biomasse (med mindre man anvender Super Critical Water Gasification)
 - Så jo mindre vand, der er i biomassen fra naturens side, des bedre.
- Termokemisk konvertering leverer,
 - ved forbrænding:
 - Højtemperatur varme → **kan omsættes til el og varme**
 - ved forgasning:
 - Syntesegas (H_2 , CO og CO_2) → **katalytisk reformering til FT-diesel, metanol, ethanol**
 - Tjære → **Proces varme**
 - ved pyrolyse:
 - Bioolie → **kan reformeres til flydende brændstof**
 - Syntesegas → **FT-diesel, metanol, ethanol**
 - Koks → **Proces varme**





Forskellige teknologier – forskellige krav til biomassen

- Biokemisk konvertering kræver,
 - ved forgæring:
 - Kulhydrat = sukker, stivelse, cellulose, hemicellulose
 - til biogas
 - Kulhydrat, fedtstoffer og protein
 - Jo lavere indhold af komplekse molekyler og især lignin des større omsætning
- Biokemisk konvertering leverer,
 - ved forgæring:
 - Ethanol → **kan anvendes som transportbrændstof**
 - CO₂ → kan anvendes i kemisk industri eller fødevarer
 - Restprodukt indeholdende lignin (100% af tilført mængde) → **forbrænding**
 - Restprodukt indeholdende protein (90-100% af tilført mængde), kulhydrat (mængde er afhængig af plantemateriale og mikroorganismer) → **foder**
 - ved anaerob nedbrydning
 - Biogas → **kan anvendes som transportbrændstof eller oprenses til "naturgas"**
 - Fiberfraktion bestående af lignin (100% af tilført mængde), polymere kulhydrater (30-40% af tilført mængde), fedtstoffer (~30% af tilført mængde), protein (~50% af tilført mængde) → **jordforbedring** eller **forbrænding**



Forskellige teknologier – forskellige krav til biomassen

- Ekstraktiv konvertering kræver:
 - Olieholdige planter
 - Raps
 - Soya
 - oliepalme
 - Solsikke
 - Alger
- Ekstraktiv konvertering leverer:
 - Planteolie → **esterificering med metanol til biodiesel**
 - Restprodukt bestående af skaldele, protein og olie → **foder**





Afgrøde	Udnyttet	Potentiale	Hvordan
Energiafgrøder	0,5	43,0	15% af areal med korn til modenhed anvendes til energiafgrøder
	0,0	9,1	50% af udtagne arealer på højbund anvendes til energiafgrøder
Planteolie	3,4	4,5	100% af rapsarealet anvendes til biodiesel mod i dag 75%
Halm	18,5	26,8	80% af halm fra korn, der ikke i forvejen anvendes til foder eller strøelse
	0,7	3,9	80% af halm fra raps til energi
Skove, hegn og haver	25,4	31,8	50% større udnyttelse af tyndingstræ
Lavbundsarealer	0,0	5,1	75% af lavbundsareal med græs eller ekstensive afgrøder høstes til biogas mod i dag 0%
Husdyrgødning	1,1	20,2	75% af husdyrgødning på stald anvendes til biogas mod i dag 4%
	0,0	2,5	75% af fiberfraktion fra afgasset gylle Afbrændes mod i dag 0%
I alt	49,6 PJ	146,8 PJ	

Kilde: Jørgensen et al. 2008: Energi fra biomasse – Ressourcer og teknologier vurderet i et regionalt perspektiv





Bioenergiproduktion på gårdniveau

- Bioenergiproduktion på gårdniveau er ikke noget nyt...
- ...men hvad med produktion af råvarer til "højkvalitets" energi eller af energien selv...
- ...andre indlæg i dag fortæller om
 - Biogas
 - Energipil
 - Så her noget hightech...

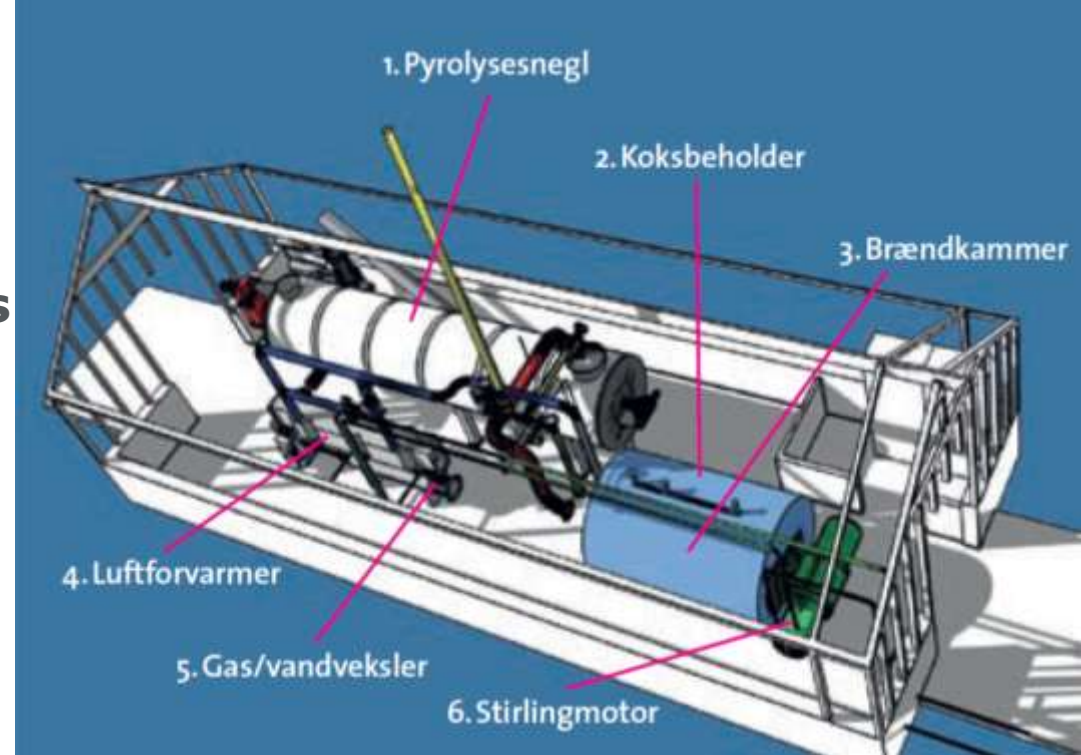




Barritskov, Barrit

- **Træaffald til el, varme og koks**
- Barritskov ved Vejle Fjord huser pakkeri for Årstiderne
- Mange kasserede trækasser og paller
- Udskiftede i 2009 gammelt fyr med pyrolyseanlæg kombineret med Stirling motor
- 250 kW træ bliver til:
 - 35 kW el (14%) til elnettet
 - 120 kW varme (48%) til eget forbrug
 - 90 kW koks (36%) til lagring af kulstof i jord.

www.greencarbon.dk





Organic Fuel Technology, Ødum

- **Fra halm til diesel...**
- ...halmpiller laves til diesel-lignende kulbrinter
- Lavtemperatur pyrolyse
 - Halmen opvarmes til 320°C
- Katalytisk fraktionering af pyrolysegas
- 3,3 kg halmpiller bliver til:
 - 1 liter diesel til transport
 - 1 liter vand
 - 500 gr. aske med næringsstoffer som kan tilbageføres til jorden

www.organicfueltechnology.com





Tak for opmærksomheden!

Så er det jeres tur...

...spørgsmål eller kommentarer?

