

# BIOLOGISKE ENERGIKILDER

Foredragsarrangement på Statens Naturhistoriske Museum d. 5.11.2013

Spørgsmål & svar

---

”Bioenergi fra alger”

(Susan Løvstad Holdt, DTU)

**Kunne man ikke lave en slags ”boreplatform” ude på havet, hvor man dyrker tang og raffinerer det? Så ville man spare landbrugsjord!** Det har været forsøgt tilbage i 70'erne, tror jeg, at det var, hvor man sidst havde en stor interesse for alger til bioenergi (den gang var der oliekrise, der fik folk til at søge mod andre energikilder). Man lavede et forsøg med et tårn/platform i midten af en stor farm med ligesom et edderkoppespind om til at dyrke algerne på. Så foregik bioraffineringen på stedet. Desværre måtte strukturen bøje sig for vejr og vind. Det er enorme kræfter, der er på havet. Store stærke strukturer koster mange penge ... og det er jo begrænset hvad man kan få for sin biomasse!

**Kan man ikke udvinde enzymer til at nedbryde sukkerstoffer fra mikroalger fra de havdyr (fisk? hvaler? krebsdyr?), der lever af algerne?** Ja, man kigger sig omkring efter naturens egne enzymer. Der er blot mange steder at lede, for enzymer kan være meget artsspecifikke. Men f.eks. søpindsvin, der græsser på tang, har været i søgelyset.

**Hvorfor kalder man forskellige organismer for ”alger”, når de tilsyneladende er spredt ud over livets træ?** De har det til fælles, at de har kloroplaster (kan lave fotosyntese), og at de har en mikroskopisk encellet del af livscyklus (f.eks. sporer/frø i tang). De behøver ikke engang at leve i vandet. De kan gro på fugtige husvægge udendørs hvor der er lys f.eks. Nogle kan, som jeg nævnte, også gro som bakterier, uden lys, men de har stadig kloroplasterne og vil kunne lave fotosyntese. De er mindre differentierede/avancerede end planter, der har specielle celler (karceller) til at transportere næringssalte og sukker rundt i planten fra rødder til blade eller omvendt.

**Kunne man genmanipulere alger, så de er mere gavnlige/produktive – eller er det uetisk?** GMO vil sagtens kunne lade sig gøre i alger, ligesom Novozymes anvender gær. Så kan

man lave cellefabrikker f.eks. til at producere ønskede egenskaber/indholdsstoffer. Det er man begyndt at gøre i et stort fransk algeprojekt. Min ph.d.-studerende kloner tang og kan nok også snart få tangen til at regenerere/vokse sig stor igen fra at have været en tangplante, der vha. enzymer blev splittet op til enkeltceller. Når man kan det, så er der ikke lang vej til at indsætte et stykke fremmed DNA i cellen (GMO). Men så er spørgsmålet om man vil have det. Der er generelt en negativ attitude mod GMO.

**Hvis det er så godt at udnytte alger, hvorfor satser man så ikke 100 % på det (politisk, økonomisk, teknologisk)?** Tja, vi prøver jo også at påvirke politikerne. Især gør formanden for Dansk Akvakultur et stort stykke arbejde her! Vindmøllerne ville ikke have haft så stor succes i dag hvis ikke politisk og økonomisk støtte havde været der.

**Hvorfor lugter strandtang?** Den er allerede begyndt at forrådnede - iltfri nedbrydning. Det er egentlig biogas, der dannes, det samme man kunne gøre i en reaktor og så udnytte biogassen.

**Vil I arbejde på at skabe bilbrændstof ud af alger? Vil det kunne erstatte nutidens brændstof?** Biogas, som jo nok har det største potentiale lige nu, før man finder enzymer og mikroorganismer til at kunne lave bioethanol af tang, bruges allerede i busser f.eks. Især i Sverige. Dog er biogassen ikke fra alger. Biodiesel fra mikroalger vil man godt kunne drive biler på. Men både for mikro- og makroalger/tang, skal der så store mængder til, og det er til så lav en pris ... dog kan det være som restprodukt, at jeg ikke kan se det i "nær" fremtid.

## **”Nedbrydningen af biobrændstoffer i atmosfæren” (Solvejg Jørgensen, KU)**

**Kunne man lave en motor, hvor der kan ske en reaktion med stoffer i luften, så der dannes ekspanderende gasser, der kan drive biler?** Jeg vil mene, at dette vil være umuligt, da  $N_2$ ,  $O_2$  og Ar som hovedbestanddelen af den atmosfæriske luft ikke reagerer. Atmosfærisk luft består af 78 %  $N_2$ , 21 %  $O_2$  og 1 % Ar. Disse tre forbindelser reagerer ikke.

**Er fuldstændig forbrænding utopisk (umuligt)?** En fuldstændig forbrænding er i praksis uopnåelig da opblandingen af brændsel og luft ikke vil være homogen i mens forbrændingen foregår. Der vil enten være overskud eller underskud af ilt i forhold brændsel. Forbrænding med luftunderskud vil resultere i, at uforbrændt brændsel (hovedsagelig som kulilte og/eller sod) forsvinder ud gennem udstødningen med heraf følgende forurening, energitab og merforbrug af brændsel. Læs mere på <http://www.altomkedler.dk/braendsel.htm>.

**Hvilket biobrændsel er tættest på at kunne udfordre de fossile brændstoffer?** Vi er interesseret i at producere et biobrændsel med høj energitæthed. Energitætheden af biodiesel er næsten det samme som diesel, hvorimod energitætheden af bioethanol og biobutanol er mindre end benzin.

| Brændsel    | MJ per kg |
|-------------|-----------|
| Diesel      | 46        |
| Biodiesel   | 42        |
| Benzin      | 46        |
| Bio-Butanol | 36        |
| Bio-Ethanol | 30        |

**Er det nemmere at rense udstødningsgasserne fra biobrændsel end fra fossile brændstoffer (fx fordi de produceres fra renere råvarer)?** Mht. emissioner af partikler og NO viser forsøg, at biodiesel giver lidt forøget NO<sub>x</sub>-udledning og en mindre koncentration af partikler, de bliver dog mindre. Partikelfiltre vil til en hver tid kunne fjerne disse partikler fra udstødningsgassen. Læs mere:

[http://www.trafikstyrelsen.dk/DA/Groen-](http://www.trafikstyrelsen.dk/DA/Groen-Transport/~/link.aspx?_id=712483E1CDE549B389D03A4E62234E73&_z=z)

[Transport/~link.aspx?\\_id=712483E1CDE549B389D03A4E62234E73&\\_z=z](http://www.trafikstyrelsen.dk/DA/Groen-Transport/~/link.aspx?_id=712483E1CDE549B389D03A4E62234E73&_z=z)

**”Afgrøder som biobrændsel eller mad”**

**(Niclas Scott Bentsen, KU)**

**Hvor effektive er de forskellige energikilder, vi har, i forhold til 100 % udnyttelse af solen?** For at svare ordentligt på dette spørgsmål er vi nødt til at tage et skridt tilbage og introducere lidt teori om energi. Det er det, der kaldes termodynamik. Til daglig snakker vi meget om at vores energiforbrug er med til at påvirke klimaet og medføre global opvarmning, jeg snakkede selv om energiforbrug. Men strengt taget er det ikke korrekt at vi bruger energi på at køre i bil eller lave elektricitet i et kraftværk.

Termodynamikkens 1. hovedsætning fortæller, at i et lukket system er mængden af energi konstant. Energien kan have forskellige former og den kan konverteres fra en form til en anden, men summen af alle energiformer er konstant. Så når vi ’bruger’ energi til f.eks. at riste et stykke brød så er der i virkeligheden tale om at vi konverterer energi fra en form til en anden (elektrisk energi til varme energi i dette tilfælde) og den konvertering yder så en service vi kan bruge til noget. Så det vi mener med at ’bruge energi’ er snarere at vi konverterer energi.

Hver gang man konverterer energi dannes der entropi. Det fortæller termodynamikkens 2. hovedsætning. Og når der dannes entropi reduceres energiens evne til at yde en service. Man kan sige at energiens kvalitet reduceres hver gang den bliver konverteret. Hvis man koger 1 kg vand i en elkedel konverteres man ca. 380 kJ elektrisk energi til varmeenergi ved 100° C. Mængden af energi i vandet er den samme som mængden af energien i elektriciteten (1. hovedsætning), men det er ikke muligt at gå baglæns. 1 kg 100° C varmt vand kan ikke konverteres til 380 kJ elektricitet (2. hovedsætning). I konverteringen af energi fra elektricitet til varme har vi således reduceret den evne til at yde en service, vi har reduceret energien kvalitet.

Det var en lang indledning til svaret, men som følge af ovenstående kan man ikke tale om energikilders eller energiressourcers effektivitet, man kan kun tale om energikonverteringers effektivitet. Ifølge 1. hovedsætning er ALLE energikonverteringer 100 % effektive, men i vores dagligdag er vi ligeglade med energi, vi er mere interesseret i hvilken service energien kan levere, så vi må skele lidt til 2. hovedsætning. Ifølge den er INGEN energikonverteringer 100 % effektive (det gælder for den virkelige verden. I teorien kan energikonverteringer godt være 100 % effektive).

Effektiviteten i forskellige konverteringer afhænger meget af de anvendte teknologier. I kommercielle solceller, dem der installeres på mange tage, konverteres 10-15 % af energien i sollyset til elektricitet, resten bliver til varme. I et kraftvarmeværk kan 30-35 % af den kemisk bundne energi i biomasse konverteres til elektricitet, men her skal man huske på at energien i biomasse konverteres ikke direkte til elektricitet. Først bliver den til varme, så bliver den til mekanisk energi (rotation af damp turbine) og derefter til elektrisk energi. I en vindmølle bliver måske 1/3 af den kinetiske energi i vinden til elektrisk energi.

**Ville det være muligt at producere nogle former for brændsel af afføring?** Ja, det kan man godt. Selvom afføring er det som dyr eller mennesker ikke kan udnytte indeholder det stadig en vis mængde energi. Energien ville kunne udnyttes ved at brænde afføringen, men det er ikke så praktisk. Den måde vi typisk håndterer afføring medfører nemlig at det er blandet med en masse vand. Det man normalt ville gøre er at sende afføringen til et biogasanlæg, hvor det udrådnes (lækkert ord, men det hedder det altså) under iltfrie forhold i måske 30 dage. Det konverterer så en del af afføringen til en gas bestående primært af metan (CH<sub>4</sub>) og kuldioxid (CO<sub>2</sub>). Det kaldes biogas. Store stationære gasmotorer kan køre på biogas, men det kan ikke bruges i de bilmotorer, der eksisterer i dag. Men man kan rense CO<sub>2</sub> og urenheder fra biogassen også har man ren metan. Det kan bruges i bilmotorer. Det anvendes endnu ikke i Danmark, men i Sverige har man lavet forsøg med at drive bybusser med rensed biogas, også kaldet bio-methan. Det vil formentlig også blive forsøgt i Danmark inden for de nærmeste år. Selv et biogasanlæg kan ikke konvertere al

energien i afføring, så der er også et energiholdigt restprodukt fra bioforgasning. Det kan brændes, men indeholder en del vand som skal fjernes først. Det indeholder også en del næringsstoffer, der kan nyttiggøres i landbruget.

**Er det etisk forsvarligt at have det overforbrug, vi har i dag? Og er det ikke det, der er hele problemet!? Er der ikke en sammenhæng med, at vi er blevet flere på Jorden = Når efterspørgslen på mad stiger, stiger prisen også!? Er den eneste løsning ikke at sænke forbruget - hvis vi alle gjorde det, ville det virkelig rykke! Ved spørgsmålet "bøf eller benzin?", siger jeg "ingen af delene"!** Disse spørgsmål svarer jeg på under et, da de alle kredser om de samme emner: etik, menneskerettigheder, samfundsøkonomi, udvikling. Og lad mig understrege, at det ikke er mit fagområde, så svarene bygger i høj grad på mine personlige holdninger. Det kan diskuteres om problemet er antallet af mennesker på kloden eller deres individuelle (gennemsnits) forbrug. Men det er indiskutabelt, at produktet af antal og forbrug medfører en enorm belastning på klodens ressourcer og økosystemer og påvirker klimaet. Der er ikke en enkelt løsning på denne udfordring, og der er, som jeg sagde til foredraget, ikke en løsning som ikke på en eller anden måde går ud over nogen. Det er vel typisk der diskussionen strander, når man på globalt plan skal blive enige om hvem det skal gå udover at løse jordens ressource- og miljøproblemer.

En reduktion af det gennemsnitlige energiforbrug pr indbygger i den udviklede del af verden er helt essentielt. Ikke fordi vi som sådan mangler energi - vores primære energikilde, solen, leverer flere tusinde gange så meget energi til jorden, som vi forbruger (og med henvisning til svaret på første spørgsmål skal det læses som 'konverterer') - men fordi rigelig adgang til energi som regel også medfører et stort forbrug af andre ressourcer. Den danske regerings energistrategi (Vores Energi) forudsætter at forbruget af primær energi (primær energi = energiressourcer) reduceres fra over 800 PJ i 2010 til lidt over 500 PJ i 2050, og andre rige lande er nødt til at gå samme vej.

Én af kommentarerne foreslår, at vi hverken skal have bøf eller benzin. Der er ingen tvivl om at presset på ressourcer og miljø ville blive kraftigt reduceret, hvis vi alle sammen kun spiste planter og ikke havde privatbilisme. Jeg tror dog, at det er de færreste, der er villige til selv at gå så langt for at 'redde verden'. Derfor er vi som forskere også nødt til at udvikle og vurdere løsninger og muligheder for en mindre ideel verden.