

Longread: Biomasse

Har du prøvet at kigge på din tomme øl og tænkt, om den ikke liige kunne blive fyldt igen ved et trylleslag? Et uendelig cirkel af øl der hele tiden fyldte sig selv op - det kunne sgu da være smart. Hvad hvis jeg fortalte dig, at øl faktisk kan være med til at dyrke ny øl? Eller i hvert fald biproduktet fra det, for den skal lige igennem dig først. Det var idéen, da Nørrebro Bryghus og Landbrug & Fødevarer indsamlede 55.000 liter pis på Roskilde Festival i 2015 og brugte dem til at lave øllen Pisner. De lunkne dåseøl skulle jo ud igen, så hvorfor ikke bruge det til at lave en øl-loop. Og bare rolig - der kom selvfølgelig ikke pis i Pisner. Det blev brugt til at gøde den maltbyg, som øllen senere blev brygget på. Pis bliver til maltbyg, som bliver til øl, der bliver til pis, og så kører cirklen - Landbrug & Fødevarer kalder det selv for "Beer-cycling" (1).

Den cirkulære tankegang er central, når man taler om biomasse. Det er en paraply-term, der dækker over alle organiske materialer. Det kan derfor være alt fra maden, vi spiser, til halm og træ, gulle fra landbrugsdyr og efterladenskaber fra mennesker. Men egentlig er det mere spændende at tale om, hvad biomassen kan bruges til, og hvordan vi får størst mulig værdi ud af det. Et restprodukt bliver til en ressource - som når urin hjælper maltbyg til at gro i stedet for at blive skyllet ud i toilettet.

Derfor spiller upcycling og genanvendelse også en rolle - det drejer sig netop om, at man hæver værdien af et produkt og udnytter potentialet bedst muligt. Der findes flere eksempler på virksomheder, der er lavet for at udnytte biomasse bedre - én af dem er danske Circular Food Technology. CFT bruger mask til at lave mel og andre former for mad til mennesker. Mask er et restprodukt, som ølbryggerne står tilbage med, når øllen er tappet og kommet på flaske. CFT tilføjer altså et ekstra led til vores Pisner-kæde ved at bruge det overskydende mask - det vender vi tilbage til senere.

For man kan ikke tale om biomasse længe, før samtalen falder på energi. Tidligere afbrændte vi træ for at lave mad og opvarme vores huse. Derfor har biomasse historisk været vores kilde til energi. Da de fossile brændstoffer gjorde deres indtog i slutningen af 1800-tallet, overtog de dog hurtigt energiens førertrøje (2).

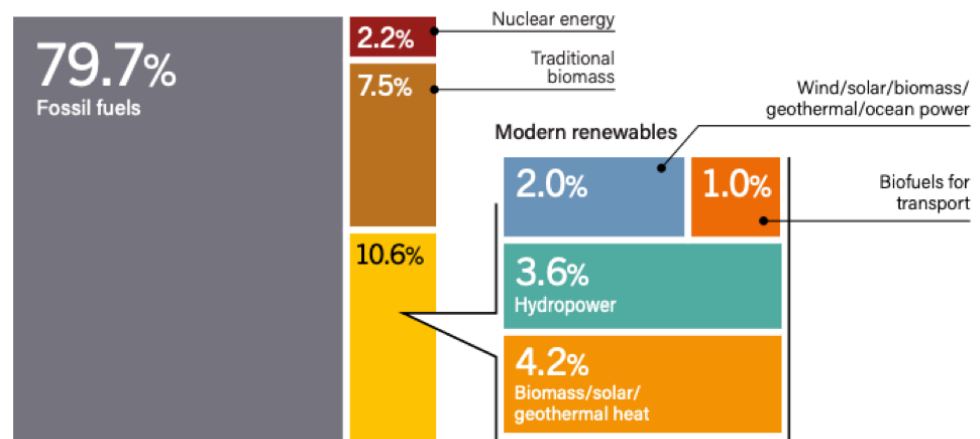
Men ... fossile brændstoffer har store konsekvenser for vores klima, og i takt med den langsomt stigende erkendelse af klimaforandringernes realitet - og alvor - begynder vi at kigge efter andre kilder til energi. Her begynder biomasse igen at blive en stor spiller - men er det et bæredygtigt alternativ eller en måde at pynte sig med lånte fjer og få klimaaftrykket til at se bedre ud, end det egentlig er? Det er ikke helt så ligetil at svare på, men lad os se, om vi sammen kan blive lidt klogere.

Biomasse som vedvarende energi

Energistyrelsen betegner biomasse som en vedvarende energikilde - altså en energikilde, som vi ikke løber tør for ligesom sol- eller vindenergi og i modsætning til fossile brændstoffer (3). Den logik hænger hovedstadens forsyningselskab HOFOR sin klimaneutrale hat på, når de bruger træpiller og træflis i deres kraftvarmeværker som erstatning for kul (4).

Når biomasse bruges til at producere brændstoffer, el og varme, kaldes det under én betegnelse for bioenergi. Faktisk er biomasse den største vedvarende energikilde (billede 1) og træ den mest anvendte type biomasse (billede 2) på globalt plan.

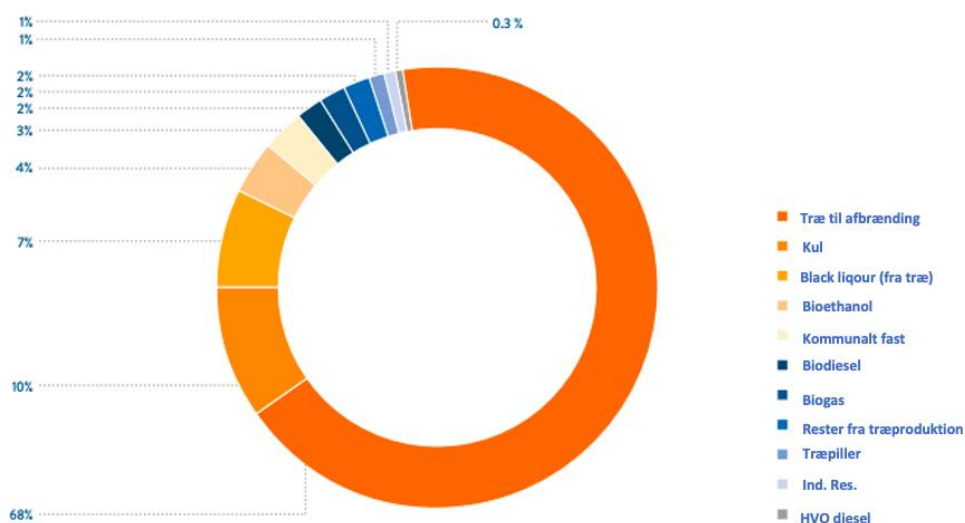
FIGURE 1. Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption, 2017



Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted data or methodology. Totals may not add up due to rounding.

Source: Based on OECD/IEA and IEA SHC. See endnote 54 for this chapter.

Billede 1: Traditionel biomasse betegnes som helt gammeldags opvarmning i form af at brænde træ over et bål eller i en ovn. Det er altså en mere gammeldags form for brug af bioenergi ([Renewable Energy Policy Network for the 21st Century](#), s. 31)



Billede 2: Den globale brug af biomasse fra 2013 (http://www.wec-france.org/DocumentsPDF/Etudes_CME/World-Energy-Resources_SummaryReport_2016.pdf)

Og biomasse har både potentiale og fordele. Også udover at være erstatning for de fossile brændstoffer. Det er meget stabilt og forudsigeligt, fordi man kan skabe det, når der er behov for det. Man er ikke afhængig af vejrforhold på samme måde som sol- og vindenergi. Derudover kan biomasse bruges til at skabe mange forskellige typer af bioenergi. Forskellige typer af biomasse kan bruges til forskellige ting. Lidt forsimplet kan biomasse inddeles i fire kategorier:

1. Dem der indeholder meget lignocellulose

Denne kategori inkluderer træ, stilke (herunder halm) og blade. Den lignocellulosiske biomasse bliver ofte refereret til som "tør biomasse", fordi den har relativt lavt vandindhold. Tørre ting har lettere ved at brænde, og vi har derfor haft tradition for at brænde træ, halm og planterester af - i meget lang tid. Mange steder i verden bliver der stadig brændt træ af som boligens primære varmekilde.

I Danmark producerer vi både *el* og *varme* i moderne anlæg, som vi kalder for *kraftvarmeværker*. Det største kraftvarmeværk ligger tæt på København - det hedder Avedøreværket og leverer i dag bioenergi til mange københavnere. Tidligere har det fyret med kul, men i skiftet mod vedvarende energi, er det blevet omlagt, så det kan brænde biomasse. Lignocellulosisk biomasse har en høj "opvarmningsværdi" relativt til mange andre typer biomasse. Det skyldes særligt den ene byggesten lignin, der ift. mange byggesten i biomasse har en højere opvarmningsværdi. Sammenlignet med olie og kul, har den dog stadig en noget lavere opvarmningsværdi. Der skal ca. 3-4 gange så mange træpiller til at erstatte kul, mens der skal ca. 20 gange så meget halm til at erstatte samme mængde kul (5+6).

Lignocellulose er et komplekst molekyle, der giver plantemateriale dets struktur, beskytter mod ydre forstyrrelser, og hjælper med at lede vand inde i planten. Lignocellulose består af lignin, cellulose og hemicellulose. Alle tre molekyler er polymerer, der oversat fra græsk betyder "mange dele". Det betyder i en kemisk kontekst, at en masse mindre molekyler er sat sammen i et komplekst system, der tilsammen danner et stort molekyle.

2. Dem der indeholder meget stivelse/kulhydrat

Denne type biomasse kan være kartofler, sukkerroer, korn eller majs, der alle har et højt indhold af kulhydrater. De kan derfor bruges til at producere f.eks. bioplast og ethanol. Bioplast er plastik, der er produceret af biomasse frem for fossile ressourcer.

Ethanol er en alkohol, som det man finder i øl, spiritus og vin. Det produceres ligesom alle andre typer alkohol ved hjælp af en relativt simpel *fermentering*. En fermentering er en biologisk proces, hvor der ved hjælp af bakterier eller gær kan produceres alkohol.

3. Dem der indeholder meget olie/fedtstof

Olieholdig biomasse inkluderer solsikkefrø, rapsfrø, alger og rester fra animalsk produktion. Det kan bruges til at producere biodiesel, der kan fungere som et ikke-fossilt alternativt brændstof til biler.

4. Dem man kan kalde "blandet biomasse"

Blandet biomasse kan inkludere den organiske del fra næsten alt organisk materiale. Denne type biomasse kan bl.a. bruges til at producere *biogas*. Biogas produceres ligesom ethanol ved *fermentering*. Denne fermentering skaber bare gas frem for alkohol. Det er i princippet det samme, der sker, når dit brød hæver. Den gas, der produceres i et biogasanlæg, består typisk af metan (CH₄: 50-75%), kuldioxid (CO₂: 25-50%), brint (H₂: 5-10%), nitrogen (N₂: 1-2%) og svovlbrinte (H₂S: Spor heraf) (7). Det er særligt metan, der er værdifuld i et biogasanlæg, da det kan bruges som brændstof, elektricitet eller til at erstatte naturgas (fossilt) efter opgradering. Desuden kan den faste del af biomassen, der er tilbage, bruges som gødning til marker i en afgasset og mere koncentreret form.

Lånte fjer eller stort potentiale?

Selvom biomasse betegnes som vedvarende energi, er der flere grønne organisationer og forskere, der påpeger det paradoksale i, at forbrug af biomasse regnes som CO₂-neutralt. For at fremstille biomasse kræver det jo arealer at dyrke planterne på. Og dem er der i forvejen mangel på. Når vi dyrker biomasse, optager det plads, der ellers kunne bruges til fødevarer, skov eller natur. Hvis alle lande brugte lige så meget

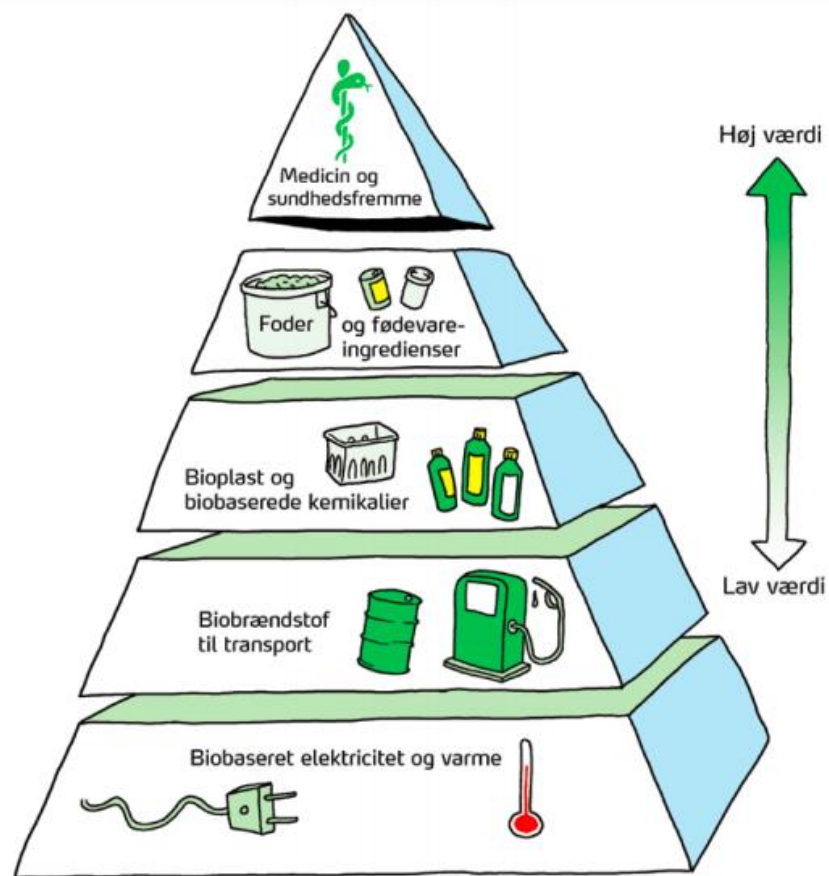
biomasse som Danmark, ville der simpelthen ikke være plads nok på jorden til at dyrke det - og vi skal jo stadig have plads til fødevarer.

Derfor kalder nogle forskere det for en "regnskabsfejl", når man regner biomasse som vedvarende energi (8).

Samtidig kan man spekulere i, at man pynter sig med lånte fjer og fremstår mere klimavenlig, end man måske er, hvis man importerer biomasse. Det lyder lidt vanvittigt, for klimaaftryk er vel klimaaftryk? Ja, det er det, men når man måler potentielle CO₂-udledninger fra biomasse, bliver det registreret i det land, der høster planterne (9). Hvis vi igen tager HOFOR som eksempel, bruger de biomasse fra de baltiske lande og Brasilien. Derfor fremgår det ikke af Københavns klimaregnskab, og det ser utrolig nydeligt ud - på papiret (10).

Derudover skal man være opmærksom på, at biomasse også udleder en række klimagasser, hvis det anvendes som energikilde gennem afbrænding. Kommer biomassen tilmed fra planter, der høstes eller fældes til formålet, sker anvendelsen på bekostning af disse planters mulighed for at optage CO₂ (9).

Der er altså ulemper ved biomasse, men som nævnt er der også mange fordele. Det er nødvendigt, at vi finder alternativer til fossile brændstoffer, og her kan biomasse spille en rolle. Derfor handler det om, at vi hele tiden optimerer og udnytter det fulde potentiale i biomassen, så vi får mest mulig værdi ud af det. Det illustreres i følgende figur:



Billede 3: Man kan udnytte biomasse til mange forskellige ting, hvoraf nogle har mere værdi end andre. (<http://danskmiljoteknologi.dk/wp-content/uploads/pdf/baeredygtig-bioraffinering-rev-180614.pdf>)

For at undgå at ressourcer går til spilde, skal vi bruge hver af biomassens komponenter mest optimalt og ikke bare brænde det hele af til varme og elektricitet. Men hvordan sørger vi så for, at det sker?

Det kan gøres på flere måder, og vi har to eksempler:

Den første måde minder om, når man river et hus ned og står tilbage med en masse mursten. Med lidt arbejde kan de bruges til at bygge nye ting, som er vidt forskellige fra det hus, de kom fra.

Det foregår ved at bruge enzymer til at nedbryde biomassen til sukkermolekyler og næringsstoffer. Det kan så bruges til at dyrke bakterier og svampe, og med dem kan vi lave fødevarer, kemikalier eller energi. Et eksempel er gærsvampe, som både kan bruges til at lave bioethanol og øl.

Den anden måde er at dele biomassen op i dets hovedbestanddele. På denne måde kan man bruge hver af delene så effektivt som muligt til at producere nye produkter af en højere værdi. Det er tilfældet, når man

bruger bioraffinering til at udvinde protein af græs, som kan bruges til foder til dyr eller måske endda til mennesker.

Upcycling - fra mask til mad

Det handler altså om at upcycle produkterne og elementerne, så de kommer så højt i værdikæden som muligt (billede 3). Og det er tilfældet, uanset om biomassen bruges til at lave energi, medicin eller mad. Men hvordan kan udforskningen af nyt potentiale så se ud i praksis?

Lad os vende tilbage til cirklen fra tidligere - den der begyndte med Pisner og udviklede sig med mask og Circular Food Technology. Det begyndte i undervisningen på Københavns Universitet og blev til et speciale-projekt. Et projekt om mask - når man brygger øl, står bryggeren tilbage med mask, og det indeholder stadig en masse næring, fibre og protein.

Projektet blev senere til virksomheden Circular Food Technology, og bag den står Emil Buhl Krøll, som var den studerende bag specialet, Karin Beukel, som var vejleder, og Aviaja Riemann-Andersen, der lavede forretningsmodellen.

Hurtigt fulgte en række produkter som mel, chips og granola under brandet Agrain® - de består alle primært af mask. Agrain® blev lavet for at udnytte mask bedre, og potentialet er ikke så småt endda. Der produceres omkring 40 millioner tons mask om året på verdensplan. Ifølge Aviaja Riemann-Andersen er vi i Danmark generelt gode til at bruge mask til biogas eller som dyrefoder. Men det er ikke helt nemt at bruge som foder, for det skal hurtigt ud til dyrene for at undgå at rådne og blive giftigt - derfor er der mange steder i verden, hvor det bliver smidt ud. Samtidig fortæller Aviaja Riemann-Andersen, at det også handler om at udnytte næringsindholdet bedre: "Hvis vi omregner til kalorier, har 40 millioner tons mask potentiale til at dække 10 % af det underskud, der er i verden hvert år. 1 ud af 10 personer, der sulter vil altså kunne få dækket sit behov."

CFT fandt hurtigt ud af, at der også er et kulinarisk potentiale i mask, og det har været vigtigt fra begyndelsen. Hvis det ikke smagte godt ville ingen købe det. Og hvis ingen købte det, ville det være ligegyldigt at have skabt et produkt, der udnytter næringen i mask.

Men markedet findes altså for Agrain® og for bedre udnyttelse af biomasse generelt. Der er mange nye initiativer, der hele tiden forsøger at optimere og få mere ud af ressourcerne.

Fremtidige perspektiver - hvordan bliver biomasse grønnere?

Så nu har vi fået slået fast, at vi skal finde mere bæredygtige alternativer til fossile brændstoffer for at passe på vores klima og vores klode. Og biomasse kan være en vej frem. Lige nu er der både fordele og ulemper ved brugen af biomasse, og det er vigtigt, at vi ikke ukritisk

køber præmissen om, at biomasse er CO₂-neutralt.

Potentialerne i biomassen er til stede, men vi skal blive endnu bedre til at udnytte dem. For det første skal vi sikre, at biomassen kommer fra bæredygtige kilder, og at den bruges, hvor det virkelig har betydning på klima- og bæredygtighedskontoen (11).

Vi kommer herunder med tre bud på, hvordan en mere bæredygtig brug af biomasse kan indtænkes i et stadig mere biobaseret samfund:

1) Mere effektiv anvendelse og dyrkning i både landbrug og skove

En stor del af den biomasse, der bruges i dag, kommer fra landbruget. Det kan både være restprodukter fra landbrugsproduktionen eller være deciderede energiafgrøder som pil, poppel og elefantgræs. Aarhus Universitet er kommet med deres bud på, hvordan man kan "finde" 10.000 mio. tons ekstra biomasse i Danmark (12).

a) *Brug af eksisterende afgrøder, der har et højere biomasseudbytte.*

Det kan f.eks. være græs, der årligt har meget høje udbytter, fordi det er en flerårig afgrøde. Den skal altså ikke sås igen efter høst. Dermed har græsset mere eller mindre konstant fotosyntese og et stærkt rodnet, som kan optage vand og næring året rundt. Desuden kan man udvinde protein fra græsset ved hjælp af en såkaldt bioraffinering. Dette protein kan man både bruge som foder til dyr og i fremtiden som fødevarer til mennesker (12).

b) *Brug det der allerede er der.* Man kan opsamle og bruge restprodukter fra landbrug og skovbrug. Mange af disse restprodukter nedbrydes normalt på marken eller i skoven, hvor de fungerer som næringsstoffer. Det kan være kornaks og rester fra skovfældning (12). Der er dog den lille krølle ved at gøre dette, at restprodukterne ellers spiller en vigtig rolle ift. jordens indhold af næringsstoffer og dyrkningskvalitet og også for biodiversiteten i skove.

c) *Forædling af nye og mere biomasse-effektive afgrøder.* Det kan være forædling mod tykkere strå i korn, som dog oftest vil kompromittere kvaliteten og mængden af kornet (12).

2) Øge anvendelsen af sidestrømme og restprodukter, samt sikre genanvendelse

a) *Anvendelse af sidestrømme og restprodukter.* Danske industrier, der benytter sig af biomasse, har mange sidestrømme og restprodukter, der ofte ender som lavværdiprodukter eller som affald. Disse produkter kan bruges som ingredienser i fødevarer eller til medicin, hvilket betyder at den økonomiske værdi øges markant (13). Man kan dermed hæve værdien af produktet fra lavværdi til højværdi (se billede 3).

b) *Genanvendelse:* Jo flere produkter der genbruges og genanvendes, jo mindre behov er der for at producere nye materialer. Dermed er der mindre behov for at bruge både fossile ressourcer og biomasse. Vi skal

altså væk fra brug-og-smid-væk tankegangen og begynde at tænke mere cirkulært.

3) Udvikling inden for blå biomasse

Mange eksperter mener, at vi skal kigge væk fra landarealet, når vi skal finde ekstra biomasse til at udfase fossile ressourcer. I stedet skal vi kigge mod bølgerne. Verdenshavene udgør ca. 70% af jordens overfladeareal (14) og kan producere store mængder biomasse. Denne type biomasse kaldes ofte for blå biomasse. Den blå biomasse inkluderer blandt andet tang og alger. Tang indeholder store mængder kulhydrater, der f.eks. kan laves om til biobrændstof. Tang kan desuden vokse med op til 40% om dagen og blive op til 60 m lange (15). Desuden indeholder de en masse protein, som vi kan spise eller bruge som foder. Alger kan fordoble deres egen størrelse på én dag og kan under stressede forhold producere op til 80% olie ift. tørstofindholdet (15). Det kan laves om til biobrændstof til transport eller til andre produkter såsom visse materialer og fødevarer. Der er dog én meget stor udfordring ved at bruge både alger og tang til biomasseproduktion: Det er både dyrt og energikrævende at høste dem. Det er det særligt af tre årsager: 1: det kan helt enkelt flyde væk fra produktionsstedet, hvis det bliver produceret i det åbne hav, 2: det kræver ofte en masse udstyr at komme ud til det eller at producere det på land og 3: det kræver meget energi at skille alger fra vand (17). Det kræver derfor teknologisk udvikling, før det kan blive økonomisk rentabelt at producere tang og alger til biomasse, men biomassepotentialet kan være stort ude i havet.

Overordnet set er der store potentialer i anvendelsen af biomasse i fremtiden. Særligt kan vi effektivisere brugen af organiske restprodukter, tænke udnyttelsen af biomasse ind i landbruget og kigge til havet for nye kilder til biomasse. Vi må dog samtidig sikre os, at brug af biomasse ikke bare bliver en måde at forskønne vores klimaregnskab.

Og så skal vi huske den cirkulære tilgang, for det er sådan vi udnytter vores ressourcer bedst. Men betyder det så, at cirklen er lukket, når øl bliver til pis, der bliver til maltbyg, der bliver til øl, der bliver til mask, der bliver til mel? Helt kort - nej. Hvis vi skal fortsætte med at blive bedre til biomasse, er det vigtigt, at vi altid kigger efter nye potentialer. For hvem ved - måske ligger næste uudnyttede mulighed stadig og gemmer sig på bunden af ølflasken.

Kilder:

- 1) <https://lf.dk/aktuelt/nyheder/2017/juni/l-f-giver-pisner-tilbage-til-folket>
- 2) <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>
- 3) <https://ens.dk/en/our-responsibilities/bioenergy/solid-biomass>
- 4) <https://www.hofor.dk/baeredygtige-byer/amagervaerket/baeredygtig-biomasse-paa-amagervaerket/>
- 5) <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-characteristics-2/>
- 6) https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/topic/biomass_en
- 7) http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FANP/pdfs/biogaspdfs/SESSION_ONE.PDF
- 8) <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.051>
- 9) https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/biomasseanalyse_final_ren.pdf
- 10) <https://www.hofor.dk/baeredygtige-byer/amagervaerket/baeredygtig-biomasse-paa-amagervaerket/indkoeb-baeredygtig-biomasse/>
- 11) https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Biooekonomi/Handlingsplan_for_nye_baeredygtige_byggeklodser.pdf
- 12) https://curis.ku.dk/ws/files/44867884/Ti_mio_plan_net1.pdf
- 13) <https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport186.pdf>
- 14) <https://oceanservice.noaa.gov/facts/oceanwater.html>
- 15) <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF01983538.pdf>
- 16) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618301471?via%3Dihub>
- 17) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618301471?via%3Dihub>