

BIOREFINING ALLIANCE  
LOCAL SOLUTIONS TO GLOBAL NEEDS

# Danmark i et globalt biobaseret samfund

– vil vi være kunder eller producenter?







# DANMARK I ET GLOBALT BIOBASERET SAMFUND

- VIL VI VÆRE KUNDER ELLER PRODUCENTER?

Bioøkonomi er et nyt område i hastig udvikling på globalt plan. I store lande som Kina, Brasilien og USA, men også i en række EU-lande, investeres der i disse år store beløb i udvikling og produktion af biobaserede produkter.

Indsatsen er drevet af flere forhold: Udsigten til at olie-æraen er ved at være forbi, stigende oliepriser og ønsket om uafhængighed af importeret olie, klimapolitik - og endelig viljen til at placere sig centralt på de voksende markeder for biobaserede produkter.

Danmark har et stærkt udgangspunkt for at kunne blive førende og skabe nye job og øgede eksportindtægter ved at satse på biobaserede produkter, hvor råstoffet er bæredygtig biomasse.

Men det kommer kun til at ske, hvis vi tør være ambitiøse og gøre bioøkonomi til et nyt dansk satsningsområde.

Det centrale spørgsmål er derfor: Vil vi i Danmark blot være kunder, der køber andre landes biobaserede produkter - eller vil vi være aktive producenter, leverandører af viden og teknologi samt den foretrukne samarbejdspartner for de bedste internationale aktører?

Svaret kan ikke vente. Det er nu, vi skal beslutte os, hvis vi vil med i front og opnå det fulde udbytte af de mange kompetencer, vi har udviklet inden for jordbrug, logistik, industri og forskning.

Med denne strategi præsenterer BioRefining Alliance sit bud på de beslutninger og indsatser, der er nødvendige, hvis Danmark skal være producenter og ikke blot kunder i fremtidens bioøkonomi.

# ANBEFALINGER

BioRefining Alliance anbefaler, at bioøkonomi gøres til et nyt dansk satsningsområde, og at der vedtages en politisk handlingsplan baseret på 19 anbefalinger inden for marked, bioressourcen, demonstration og F&U.

## NYE MARKEDER FOR BÆREDYGTIGE BIOPRODUKTER

Alliancen anbefaler:

- at skabe et nyt marked ved at stille krav om, at 2G-biobrændstoffer skal udgøre en væsentlig del af forpligtelsen til at 10 procent af transportsektorens brændstofforbrug skal være biobrændstoffer i 2020 – eller at sikre en minimumspris i en begrænset årrække, som det er sket med vindkraft
- at der gennemføres en analyse af, hvordan offentlig indkøbspolitik, og andre virkemidler, kan bruges til at skabe nye markeder for biobaserede materialer og andre biobaserede højværdiprodukter
- at tilpasse EU's landbrugspolitik, så den også understøtter udviklingen af 2G-bioøkonomi i landdistrikterne
- at der gennemføres en samfundsøkonomisk analyse af gevinsterne ved at satse på øgede anvendelsesområder for biomasse

## RESSOURCEN

Alliancen anbefaler:

- at EUs bæredygtighedskrav til biobrændstoffer strammes og udvides til også at omfatte fast biomasse (træ)
- at øge jordbrugets udbytter per hektar samtidig med, at biodiversiteten og miljøet sikres
- at al organisk affald betragtes som en ressource, hvor målet er størst mulig værdi for samfundet (højværdi-genanvendelse og lagerbar energi)
- at der udvikles en makroøkonomisk model, der giver viden om, hvordan vi maksimerer udbyttet fra både robuste og følsomme arealer

## DEMONSTRATION OG KOMMERCIALISERING

Alliancen anbefaler:

- at der etableres test- og demonstrationsfaciliteter, der kan accelerere arbejdet med at udvikle, opskalere, modne og kommercialisere nye perspektivrige teknologier i hele værdikæden
- at understøtte etablering af et integreret fuldskala bioraffinaderi i Danmark

## FORSKNING OG UDVIKLING

Alliancen anbefaler, at der inden for områderne bioressourcer, bioraffinering, biobrændstoffer og biomaterialer fokuseres på:

### Bioressourcer

- dyrkningssystemer, planteforædling og recirkulation af næringsstoffer
- høstmetoder, logistik og lagring af biomasse

### Bioraffinering

- reduktion af omkostningerne ved fremstilling af 2G-sukre
- fleksibilitet – bredde i råvareinput og værdioptimering af sidestrømme (lignin, biogas, proteiner, foder, fibre med videre)

### Biobrændstoffer

- reduktion af omkostningerne ved produktion af 2G-bioethanol
- udvikling af brændstoffer på basis af lignin

### Bioprodukter

- overveje etablering af nationalt center for bæredygtige materialer
- udvikling og kommercialisering af bio-kemikalier med fokus på store markeder
- udvikling og kommercialisering af avancerede biomaterialer og andre højværdiprodukter til specialiserede markeder

## UDFORDRINGEN

Vores fælles ressourcer og klima er under pres. Alle fremskrivninger viser, at vi bliver stadig flere mennesker på kloden. Flere milliarder har behov for at komme ud af fattigdom - og i det hele taget at få adgang til energi og tilstrækkelig med fødevarer. Det øger presset på begrænsede ressourcer som dyrkningseget areal, vand og ikke-fornybare råstoffer som eksempelvis fosfor.

På papiret har verdenssamfundet tiltrådt, at vi skal undgå global opvarmning på over +2°C, men kun få lande forfølger dette mål. EU har formulerede målsætninger, og i Danmark har vi en målsætning om at udfase fossile brændsler helt inden 2050. Efter næsten 40 års indsats med omstilling til vedvarende energi er vi herhjemme godt på vej, og vi har et godt grundlag for at nå i mål.

Men der er også grund til at kigge op. På verdensplan øges efterspørgslen efter olie og olieproducerede produkter til trods for, at vi allerede nu kan se, at verdens olieproduktion er toppet eller er tæt på at toppe. Konsekvensen er blandt andet en voldsom økonomisk omfordeling mellem olieproducerende lande og olieimporterende lande. Det rammer hårdt i EU, hvor afhængigheden af importeret olie er stor og stigende. I 2010 brugte EU-landene 315 milliarder euro på import af olie.

Danmark har hidtil ligget lunt i svinget med store indtægter fra gas- og olieproduktion i Nordsøen. Men i 2004 toppede produktionen, og vi kan derfor se frem til, at statens indtægter vil være faldende i de kommende år.

Vi skal derfor tænke nyt og opbygge en helt anderledes resourceoptimeret økonomi end den, vi har baseret os på siden industrialiseringens gennembrud.

Det har taget olie- og kemikalieindustrien årtier at raffinere sine processer og produkter. Så lang tid har vi ikke at løbe på. Det er derfor nu, vi skal i gang.

## BIOMASSE TIL ENERGI OG MATERIALER ER EN NØDVENDIGHED

Der er bred politisk enighed om, at vi ikke kan omstille til et fossilfrit samfund uden at anvende biomasse som en del af løsningen. Det brændende spørgsmål er derfor ikke, om vi har behov for at bruge biomasse til at erstatte noget af den energi, vi i dag får fra fossile kilder, men hvordan vi gør det på en måde, der skaber mest værdi for samfundet – og som er bæredygtig.

Vedvarende, men fluktuerende energi fra vind og sol vil kunne dække en meget stor del af behovet for el, varme og køling. Men vi har også behov for lagerbar energi, der kan stabilisere forsyningen, når vinden ikke blæser eller solen ikke skinner.

Behovet for lagerbar energi gælder i endnu højere grad i transportsektoren, hvor vi i bogstaveligste forstand kører, sejler og flyver rundt med brændstoffet om bord. Og selvom vi kan have store forhåbninger til elbiler, kan de kun dække en del af transportbehovet og primært i personbiler og kollektiv transport. Vi er derfor nødt til at udvikle bæredygtige alternativer til lastbiler, skibe og fly.

I vores dagligdag omgiver vi os desuden med tusindvis af materialer og produkter, der er produceret af råolie. Her har vi kun biomasse som alternativ kulstofkilde.

Substitution af olie spiller derfor en særlig kritisk rolle, når vi skal vurdere, hvad vi især skal anvende biomasse til.

## BÆREDYGTIG BRUG AF BIOMASSE

Vi bruger allerede en hel del biomasse i vores energiforsyning, og alt peger på, at vi i de kommende år vil komme til at bruge mere.

Både herhjemme og i resten af EU. Biomasse er imidlertid en begrænset ressource. Det derfor vigtigt, at vi anvender vores bioressourcer, så de både giver mest mulig værdi for samfundet og produceres bæredygtigt. For os er det indlysende, at vi skal satse på at anvende restprodukter fra land- og skovbrugsproduktion, græs og andre flerårige afgrøder fra arealer, der er taget ud af drift, organisk affald fra husholdninger og industri samt gylle og slam.

Men der skal også være en mulighed for at anvende afgrøder, hvor udbyttet er så meget større per hektar, at der ikke skabes pres på den nødvendige fødevarerproduktion. På længere sigt vil vi måske også kunne anvende blå biomasse - det vil sige alger/tang.

Vi producerer i dag knap 21 millioner tons biomasse (tørstof) herhjemme. Foreløbige resultater af en analyse fra Københavns Universitet og Århus Universitet peger på, at vi kan øge den årlige mængde med omtrent 10 millioner tons i 2020 - også uden negative påvirkninger af fødevarerproduktion og miljø.

Undersøgelsen, "**+10 millioner tons-planen**", forventes offentliggjort i slutningen af juni 2012. Her opstiller man tre forskellige scenarier for, hvordan vi kan øge mængden af biomasse.

Første scenarium har en uændret praksis i skov- og landbrugsproduktionen. De to sidste har fokus på en optimering af henholdsvis biomasse og miljøhensyn.





## POLITISKE BESLUTNINGER KAN GØRE FORSKELLEN

### KRAV TIL BÆREDYGTIGHED

Produktionen af biobrændstoffer er drevet frem af politiske beslutninger. Det gælder hvad enten, vi taler USA, Brasilien eller EU. EU har som led i sin klimapakke fra 2008 fastsat bindende mål om 10 procent vedvarende energi i transportsektoren i 2020. Alt tyder på, at det mål især vil blive nået ved at anvende biobrændstoffer.

Kravene til produkternes bæredygtighed er imidlertid svage. Konsekvensen er, at langt de fleste biobrændstoffer, der anvendes, er første-generations-produkter (1G) baseret på hvede, majs, palmeolie med videre.

I et forsøg på at kompensere for svage krav til bæredygtighed har EU besluttet, at landene kan lave dobbelttælling, når de anvender 2G-biobrændstoffer. Dette virkemiddel ser imidlertid ikke ud til at være stærkt nok til at fungere som en driver for udvikling og produktion af 2G-produkter.

For brug af fast biomasse til el og varme er der endnu ingen krav til bæredygtighed. Der er derfor behov for at stramme kravene til bæredygtighed og for at udvide dem til at gælde alle anvendelser af biomasse.

### BIOMASSE TIL ENERGI OG TRANSPORT

Nødvendigheden af politisk regulering er for længst anerkendt, når det handler om at anvende biomasse til el og varme. I Danmark ydes der støtte til afbrænding af halm - cirka 750 kr/ton - og til træ og biogas. Formålet er at fortrænge fossile brændsler, men reelt fortrænger det alene kul og naturgas - ikke olie. Så i betragtning af, at oliesubstitution er en kritisk parameter, er det nødvendigt, at der også skabes incitament, der kan få investorerne til at turde satse på produktion af 2G-biobrændstoffer.

Uden ændrede rammevilkår vil det fortsat være de fødevarebaserede produkter, der vil dominere markederne for biobrændstoffer. Konsekvenser-

ne vil desuden være, at vi mangler sikkerhed for, at biomasse som sådan anvendes der, hvor den giver samfundet mest værdi.

### BIOMASSE TIL MATERIALER

For andre biobaserede produkter - materialer, foder, fødevareingredienser med videre - er der ingen regulering, der kan fremme afsætningen. Indtil videre er udviklingen drevet af, at store internationale virksomheder har valgt at profilere sig på plantebaserede materialer som for eksempel Coca Colas "plant bottle", Toyotas beslutning om at anvende 10 procent bioplastik i 2020 eller små nichemarkeder.

I USA er man gået skridtet videre. Den amerikanske administration offentliggjorde den 1. maj i år et forslag til en ny regulering, der vil give præference til produkter, der indeholder biobaserede byggesten.

Det vil være oplagt at forfølge denne mulighed og identificere områder, hvor offentlige indkøb anvendes til at skabe markeder for biobaserede produkter.

### UDVIKLING I LANDDISTRIKTER

EU kommissionen har i sin strategi - "**A bioeconomy for Europe: Innovating for sustainable growth**" (februar 2012) - peget på behovet for, at området bioøkonomi integreres stærkere i EU's politikker. Det gælder i forskningspolitikken, hvor der i det nye rammeprogram Horizon 2020 er afsat midler til et offentligt privat partnerskab inden for bioøkonomi.

Men opfordringen gælder også offentlig indkøbspolitik, landbrugspolitik og anvendelsen af strukturfondene. Det vil derfor være fornuftigt at tilpasse anvendelsen af EU's landbrugsmidler og EU's strukturfonde, så de i højere grad understøtter, at der skabes job, der knytter sig til bioraffinering.

## DANSK BIO HUB

Skal kommerialiseringen inden for bioraffinering for alvor accelerere, er det ikke nok med fremragende forskning. Det er også nødvendigt med demonstrationsfaciliteter, hvor perspektivrige teknologier kan afprøves. Etablering af en Bio Hub vil kunne sikre den kortest mulige vej fra forskning over demonstration til kommerialisering, så bioraffinering kan omsættes til vækst og jobskabelse til gavn for hele samfundet.

En Bio Hub vil bestå af pilotfaciliteter og demonstrationsfaciliteter. Pilotfaciliteterne vil blive lokaliseret på et dansk universitet og skal sikre en konstant strøm af nye teknologier, der er modne til industriel demonstration.

Demonstrationsfaciliteterne bygges som en tilbygning til Incibon i Kalundborg. Siden 2009 har Incibon demonstreret effektiv og konkurrencedygtig omdannelse af halm til både motorbrændstof og brændsel til kraftvarmeværker. Hub'en skal gøre det muligt for teknologiudviklere at drage nytte af de allerede eksisterende faciliteter på Incibon frem for at skulle afvente opførelse af nye specialiserede demonstrationsfaciliteter. Samtidig kan man med tilbygningen til Incibon sikre en platform for, at ny teknologi kan verificeres, inden der bruges midler på at skalere op.

Etablering af Bio Hub'en kan sikres med et investeringsbudget på 150 millioner kroner, hvor 2/3 vil gå til konstruktion af pilotfaciliteten og 1/3 til at konstruere demonstrationsfaciliteten i form af tilbygningen til Incibon.

Med en sådan investering vil Danmark få maksimal synlighed som ledende aktør inden for bioraffineringsområdet og ikke mindst bevågenhed i forhold til det særlige fokus på effektiv overgang fra forskning til kommerialisering.

Investering i en Bio Hub kan være med til at sikre Danmark en førende position inden for den biobaserede økonomi som teknologiudvikler og leverandør.

## VI KAN SKABE NYE JOB

Markedspotential for biobaserede produkter er stort, men er indtil videre domineret af 1G-produkter.

I januar 2012 offentliggjorde Bloomberg New Energy Finance en vurdering af jobpotential ved at satse på restprodukter fra landbrug til produktion af 2G bioethanol. Vurderingen blev præsenteret på World Economic Forum i Davos.

Vurderingen er baseret på, at der anvendes cirka 1/6 af de allerede eksisterende restprodukter fra landbrug i produktionen, mens resten føres tilbage til jorden eller husdyrbrugene. Konklusionen er, at der vil kunne skabes 1,18 millioner job i EU-27 i perioden frem til 2030.

Der er således tale om en meget stor, men indtil nu underudnyttet, mulighed for at skabe job og værditilvækst ved at satse på restprodukter fra landbrugsproduktionen.

Disse muligheder fremhæves også i den nye og længe ventede strategi for bioøkonomi i EU, som EU-kommissionen offentliggjorde i februar 2012.

Her vurderes det, at der er et stort jobpotential, hvis EU satser på at udvikle bioøkonomi som et nyt satsningsområde for 2G-produkter

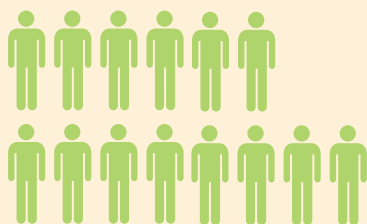
Der er endnu ikke foretaget en analyse af, hvor mange job, vi vil kunne skabe i Danmark ved at satse på 2G, men vurderingerne fra Maabjerg Energy Concept, der planlægger at bygge et fuldskala 2G-anlæg i Holstebro, kan give en indikation.

Maabjerg Energy Concept vurderer, at etableringen af et fuldskala 2G anlæg vil skabe 4.000 job i anlægsfasen og 2.200 job, når det er i drift. Det interessante er, at der er tale om nye job i et område, der ellers betegnes som udkantsområde. Og at realiseringen af anlægget både vil kunne give Danmark en stærk placering i forhold til udlandet og skabe grundlag for flere anlæg herhjemme.

Gevinsterne ved et fuldskaalanlæg vil desuden være, at det baner vejen for, at vi kan kommercialisere en bredere vifte af biobaserede produkter som biokemikalier, bioplast, nye foderprodukter.



170.000 Jobs ved tilsætning af 10% 2G bioethanol



1.18 mio. jobs ved bæredygtig udnyttelse af restprodukter

Analysen viser, at det vil skabe 170.000 job i EU, hvis vi beslutter at tilsætte 10% 2G bioethanol til vores benzin. Vi har imidlertid restprodukter nok til langt større produktion af 2G bioethanol – uden at det påvirker miljøet negativt. Hvis denne mulighed udnyttes, vil vi i stedet kunne skabe 1,18 mio job i perioden frem til 2030.

*Kilde: Bloomberg New Energy Finance, januar 2012.*

## DANSKE STYRKEPOSITIONER

Udsigten til en bedre forsyningsikkerhed, innovation og jobskabelse i fremtidens biobaserede samfund betyder, at Danmark vil få benhård konkurrence i kampen om at blive et af de førende lande inden for dette grønne vækstområde.

Så spørgsmålet er, om Danmark overhovedet har en chance i det globale kapløb – er vi store nok og har vi kompetencerne?

Svaret er ja. For selvom Danmark ikke besidder ekspertisen på alle områder, har vi en særlig kombination af styrker, der giver os et stærkt udgangspunkt for at kunne skabe nye produkter, nye job og teknologiekspertise – og samtidig gøre os til foretrukne samarbejdspartnere for udenlandske aktører. Men hvis vi tøver meget længere, vil vinduet for denne mulighed blive lukket.

### LANDBRUG

Danske virksomheder og videninstitutioner - herunder universiteter, GTS-institutter og professionelle rådgivere - besidder særdeles gode kompetencer på landbrugsområdet. Det gælder eksempelvis inden for planteforskning og planteforædling, inden for dyrkningssystemer, der tilgodeser flere formål, inden for biogas og inden for indsamling, transport og opbevaring af halm.

### AFFALD

På affaldsområdet har vi i Danmark en effektiv indsamling af husholdningsaffald, som primært anvendes til produktion af fjernvarme.

Desuden har vi opbygget væsentlige kompetencer inden for biologisk behandling af både kildesorteret husholdningsaffald og ikke-sorteret husholdningsaffald. Her er der et betydeligt potentiale i salg af dansk procesteknologi, rådgivning og enzymer. Disse teknologier er klar til kommercialisering.

### BRÆNDSTOFFER

Globalt forskes der intensivt i udviklingen af nye biobrændstoffer baseret på råvarer som halm, affald, træ og biprodukter fra landbruget – og her er Danmark med helt i front.

DONG's demonstrationsanlæg Inbicon har allerede vist, at det er muligt at producere ethanol baseret på halm, og Novozymes er verdensførende leverandør og udvikler af de enzymer, der gør produktionen mulig.

Haldor Topsøe står desuden bag teknologier baseret på katalyse, der indgår i omdannelsen af restprodukter som halm, husholdningsaffald og gylle til brændstoffer, som kan erstatte både benzin, diesel, jetfuel og brændstof til skibe.

Endelig er vi gode til at tænke i komplette løsninger på tværs af teknologier.

### MATERIALER

Ligesom på biobrændstofområdet har vi et godt udgangspunkt i udviklingen af kemikalier og andre materialer baseret på sukker fra 2G-bioressourcer i stedet for på råolie.

Gennem vores kompetencer inden for omdannelse af biomasse kombineret med en globalt førende position inden for biologisk produktion af insulin, enzymer, ingredienser, starterkulturer og øl kan vi erobre en markedsandel i den biobaserede niche af den kemiske industri. Desuden kan vi producere fødevaringredienser og højkvalitetsfoder baseret på 2G-biomasse.

## FOKUSERING AF FORSKNING & UDVIKLING

Vi har i vores valg af fokusområder lagt væk på en helhedsbetragtning blandt andet med inddragelse af følgende:

- Har eller kunne området få stor kommerciel betydning i det biobaserede samfund?
- Har eller kunne området få stor kommerciel betydning for danske virksomheder?
- Har Danmark en rimelig chance for at kunne gøre en forskel?
- Har vi allerede kompetencer, vi kan bygge videre på?
- Er der en rimelig chance for succes indenfor den givne tidsramme (2015-2020)?
- Er området vigtigt for opfyldelsen af Danmarks politisk fastsatte mål?

Danmark besidder allerede en række af de teknologier, der indgår som vigtige brikker i det biobaserede samfund. Men vi mangler fortsat nogle af brikkerne, hvis puslespillet skal gå op. Derfor er vi i de kommende år nødt til at videreudvikle de eksisterende teknologier og samtidig integrere dem med ny eller stadig ukendt viden og teknologi.

Særlig én bioraffineringsproces kommer efter alliancens mening til at spille en hel central rolle i det biobaserede samfund:

Omdannelse af lignocellulose-biomasse til 2G-sukre og lignin.

Ud fra disse sukre og lignin kan vi producere en række brændstoffer, kemikalier og andre materialer.

Alliancen har som mål, at der fortsat fokuseres på optimering af hele kæden fra mark til produkt, så man ved udnyttelse af alle værdielementer, billiggørelse af produktionsprocesserne og reduktion af investeringsbehovet kan gøre området kommercielt interessant selv med ingen eller kun begrænset fremtidig støtte.



# BIORESSOURCER

## LANDBRUGET

Op mod to tredjedele af Danmarks areal bliver i dag brugt til landbrugsproduktion. Men i takt med at veje og byer optager mere plads, vil det dyrkede areal blive mindre. Samtidig bliver miljøkravene skærpet, og den globale befolkningstilvækst og udfasningen af fossile råstoffer øger efterspørgslen efter biomasse til fødevarer, materialer og energi.

Vi er derfor nødt til at øge udbyttet per arealenhed – og gøre det på en bæredygtig måde, der også sikrer jordens fertilitet på lang sigt. Desuden skal omkostningerne til produktion og transport af biomasse ned, så biobaserede produkter kan blive konkurrencedygtige og at alle aktører i kæden får en fornuftig indtjening.

## DYRKNINGSSYSTEMER

Ved at ekstensivere dyrkningen af de såkaldte følsomme arealer – for eksempel i områder mellem intensivt dyrkede marker og vandløb - vil det være muligt målrettet at beskytte vandmiljøet eller særlige naturtyper. Frem for at tage disse arealer helt ud af drift kan man dyrke flerårige afgrøder, som reducerer udvaskningen af næringsstoffer til vandmiljøet. Det kan være afgrøder som pil og elefantgræs – eller almindelig græs i områder, hvor der skal tages særlige, landskabelige hensyn.

Når biomassen på følsomme arealer bliver høstet, fjerner man en del af næringsstofferne, som så kan gøre nytte som gødning på de mere robuste arealer.

Man forventer, at den årlige biomasseproduktion kan øges med cirka 4 millioner tons på de følsomme arealer. Men der er behov for udvikling af nye værdikæder, hvis det skal gøres rentabelt at høste og indsamle grønne biomasser fra disse arealer, da udbyttet per hektar er lavt, og der ikke er store sammenhængende marker. Der er derfor behov for storskalaforsøg med dyrkning, høst, bjærgning og transport af disse grønne biomasser. På de intensivt dyrkede arealer vil det være muligt at øge mængden af biomasse per hektar og samtidig reducere udvaskningen af næringsstoffer. Dette kan man opnå ved at skifte til afgrøder med længere vækststæ-

son – for eksempel roer - eller dyrke og høste to afgrøder per sæson – for eksempel vinterrug og majs.

Sådanne systemer kræver demonstration ved markforsøg i fuld skala, men kan blive implementeret ret hurtigt, da afgrøderne allerede eksisterer. Gennem planteforædling kan udbyttet yderligere forbedres.

Samlet set forventer man, at den årlige danske biomasseproduktion kan øges med 6-7 millioner tons på de robuste arealer.

## HØST OG LOGISTIK

Omkostningerne til høst, bjærgning, transport og lagring af biomassen udgør en væsentlig del af de samlede omkostninger i forbindelse med udnyttelse af biomasse gennem bioraffinering, og det er ikke rentabelt at transportere biomasse over større afstande.

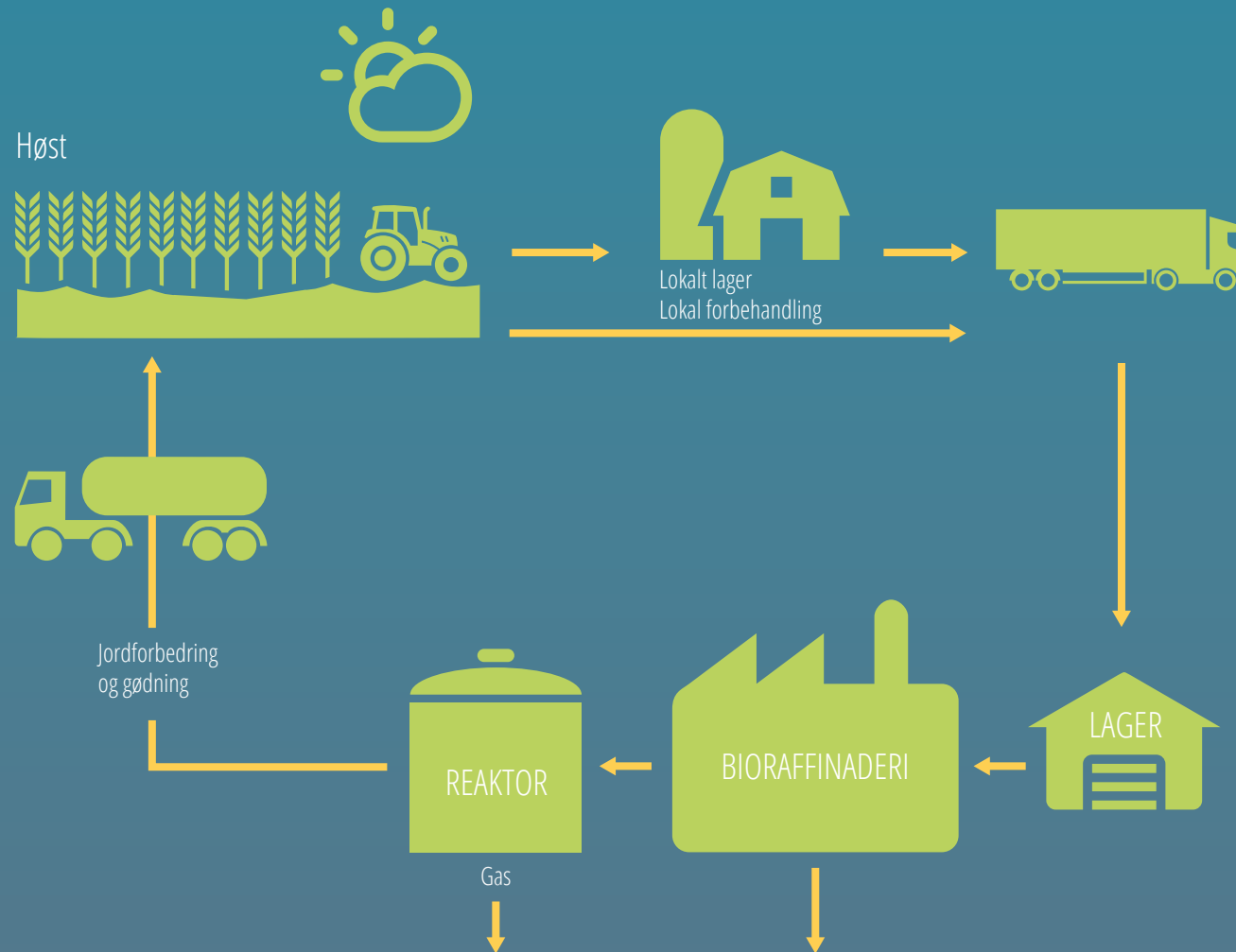
Optimering af dyrkningssystemerne og minimering af omkostningerne gennem hele værdikæden vil derfor være helt afgørende i forhold til at optimere værditilvæksten. For eksempel kan man alene gennem en modificering af høstudstyret øge de indsamlede halmmængder med op til 20 procent for den samme afgrøde.

En koordineret dansk indsats indenfor videreudvikling af logistik- og høstsystemer kan føre til en betydelig øget eksport af både rådgivning og udstyr, og kan øge biomasseproduktionen i Danmark.

## PLANTEFORÆDLING

Når nye dyrkningssystemer er udviklet, kan man målrettet forædle de valgte afgrøder, så de er endnu bedre tilpasset fremtidens behov. Planteforædling er imidlertid en meget langvarig proces, og selv ved en fokuseret indsats nu, vil nye sorter med nye egenskaber ikke være klar før efter 2020. På kort sigt kan man dog screene eksisterende samlinger for at teste deres potentialer.

I traditionel planteforædling er det vanskeligt at forædle efter mere end en enkelt eller nogle ganske få egenskaber ad gangen, men ved genomisk selektion er det muligt at forædle efter flere mål på samme tid, og det





anbefales derfor, at Danmark udbygger kompetencerne indenfor sidstnævnte område.

Danmark har betydelige styrker indenfor planteforædling af korn, græsser og kløver. DLF-Trifolium er verdens største producent, og Danmark er verdens største eksportør af græsfrø.

#### MARIN (BLÅ) BIOMASSE

Udover fødevarerproduktion gennem fangst og akvakultur udnyttes danskproduceret marin biomasse kun i ubetydelig grad. Der investeres til gengæld en del i forskning i både mikro- og makroalger flere steder i verden, og der er også projekter i Danmark – blandt andet inden for udvinning af visse højværdikomponenter.

Udnyttelsen af den blå biomasse fra akvatiske produktionssystemer er dog et umodent område, hvor der er behov for afklaring af både tekniske aspekter og produktionsøkonomien, før det er muligt at vurdere potentialet.

#### HUSHOLDNINGSAFFALD

I Danmark har vi en effektiv indsamling af husholdningsaffald, som primært bliver anvendt til produktion af fjernvarme ved forbrænding. I andre lande er deponering og afbrænding med ringe energiudnyttelse udbredt. Derudover er affald ofte afgiftsbelagt og betragtet som et problem.

Affald er altså mange steder i verden en stor, uudnyttet ressource. Der er derfor et betydeligt potentiale i processer, som kan konvertere affaldet til værdifulde produkter – eksempelvis biogas eller bioethanol - og samtidig sikre at næringsstoffer som fosfor bliver recirkuleret.

I Danmark er kildesortering af husholdningsaffald ikke særligt udbredt, men der er opbygget væsentlige kompetencer inden for biologisk behandling af både kilde-sorteret - herunder Ecogi fra KomTek og Aikan fra Solum - og ikke-sorteret husholdningsaffald – herunder Renescience fra DONG. Der er et betydeligt potentiale i salg af dansk procesteknologi, rådgivning og enzymer, og selvom der er yderligere potentiale i optimering, så er området klart til kommercialisering.

Udover afbrænding og den biologiske behandling er der udviklet en række teknologier, der kan konvertere affaldet til komponenter - for eksempel bioolier via hydrotermisk behandling - som kan anvendes ved fremstilling af brændstoffer. Økonomien i sådanne anlæg bør vurderes nærmere. Vi anbefaler, at lovgivningen indrettes så den understøtter den bedst mulige udnyttelse af affaldet, herunder også en biologisk konvertering.

## FORBEHANDLING OG SEPARATION

I Danmark har vi tradition for at tænke i komplette systemer på tværs af teknologier. Inden for bioraffinering har vi med Inbicon i Kalundborg succesfuldt demonstreret indsamling af hvedehalm og enzymatisk konvertering til sukre og lignin.

Inbicon var ved indvielsen i slutningen af 2009 det første 2G-demonstrationsanlæg i verden til produktion af sukker, lignin og bioethanol, men andre lande har rykket hurtigt indenfor området.

I løbet af 2012 kommer fuldskalaproduktionsanlæg i drift i blandt andet Italien og Kina. Det er tre-fire år tidligere end vi i bedste fald kan forvente at et kommercielt dansk bioraffinaderi som eksempelvis Maabjerg Energy Concept er driftklart.

Novozymes er absolut førende i verden indenfor enzymatisk konvertering og leverer enzymer til de store udenlandske anlæg, men hvis Danmark skal være foretrukket leverandør af anden viden og teknologi i etableringen af de kommende tusindvis af store andengenerationsanlæg, kræver det mere udvikling, og at vi bliver hurtigere til at få laboratorieresultater implementeret i industrielle processer.

Inden for andre dele af bioraffinering har Danmark kompetencer, som i dag også bidrager med betydelig eksport og kan levere væsentlig vækst fremover. Haldor Topsøe arbejder blandt andet med katalytisk omdannelse af flere bioraffinaderistrømme til andre produkter.

### RAFFINERING AF LIGNOCELLULOSE BIOMASSE

Sukre fremstillet ved omdannelse af lignocellulose-biomasse vil i lang tid fremover være det væsentligste udgangspunkt for produktion af biobaserede produkter - herunder brændstoffer og kemikalier.

Sukre kan udgøre næringen for mikroorganismer, som kan producere forskellige stoffer. Alternativt kan sukrene omdannes enzymatisk eller kemisk. Uanset den videre proces er det det vigtigt at få reduceret omkostningerne ved fremstilling af sukre lavet ud fra biomasse, så de biobaserede produkter kan blive så konkurrencedygtige som muligt.

Danmark bør arbejde på at få nedbragt anlægsudgifterne og driftsom-

kostningerne i et bioraffinaderi, så vi kan tilbyde 2G-anlæg med den bedste økonomi.

Da der er behov for store mængder biobrændstof, vil de første andengenerationsanlæg forgære sukrene til bioethanol eller andre brændstoffer, men man arbejder intensivt på at producere produkter med endnu højere værdi.

Hurtig etablering af integrerede fuldskala produktionsanlæg i Danmark til produktion af 2G-bioethanol såsom Maabjerg Energy Concept er væsentlig, da anlæggene både skal tjene til produktion af brændstoffer i Danmark og til demonstration og optimering af teknologien - og derigennem sikre salg og eksport.

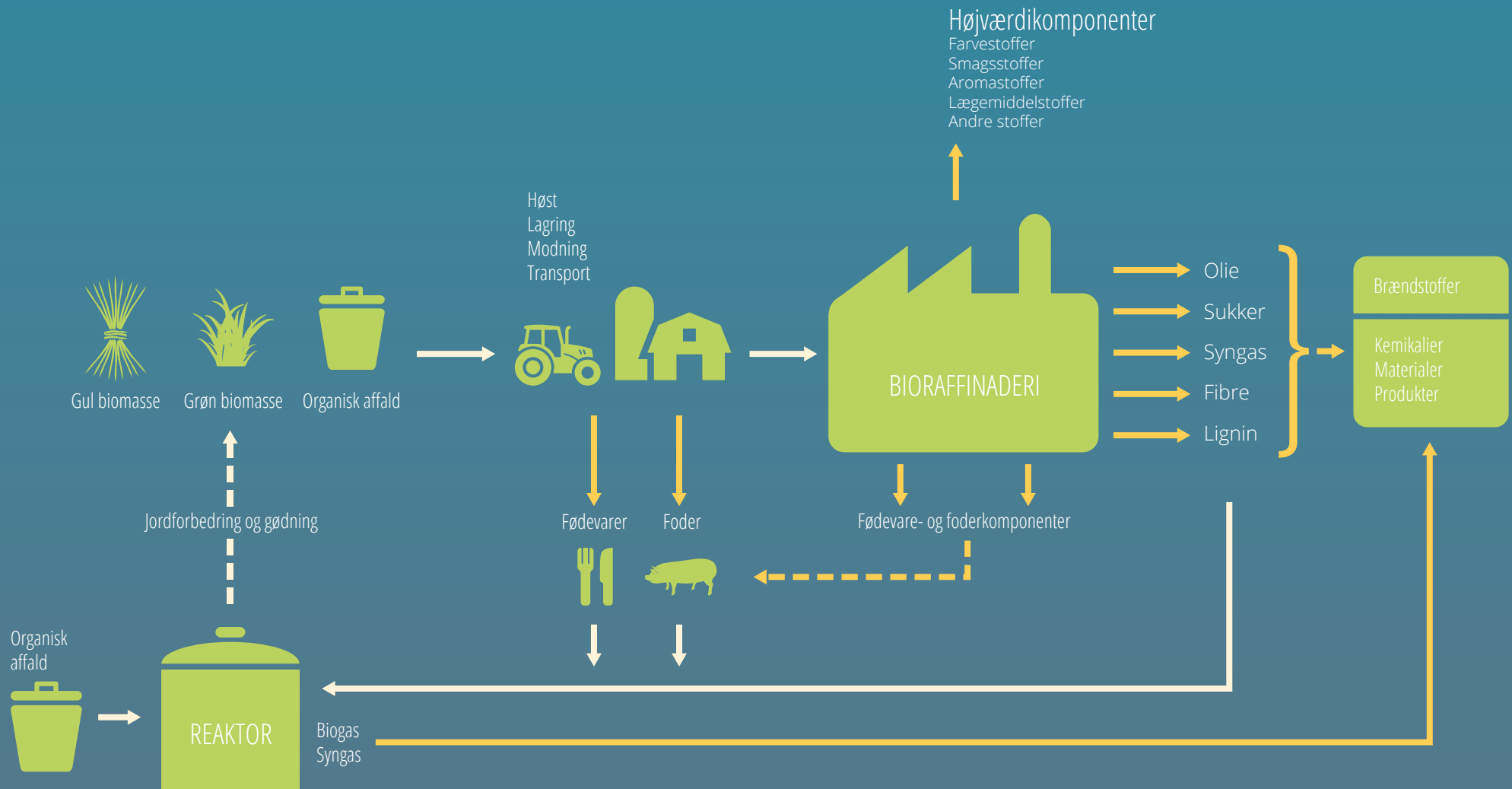
### OPRENSNING AF BIORAFFINADERISTRØMME

Før strømmene fra et bioraffinaderi kan omdannes til andre produkter, kræves der ofte en vis grad af oprensning. Oprensning kan være en dyr proces, og der er derfor potentiale i at oprense mindst muligt. Danmark har allerede nogle kompetencer indenfor oprensningsteknologier. Da der tilsyneladende endnu ikke har været stort fokus på dette område ude i verden, har Danmark her en mulighed for at blive en væsentlig spiller, hvis vi satser målrettet. Etablering af pilotfaciliteter til oprensning vil være et vigtigt skridt i opfyldelsen af dette.

Fra strømmene i et bioraffinaderi kan man udvinde stoffer med en meget højere værdi end sukker og lignin, og i nogle tilfælde vil en sådan udvinding kunne forbedre økonomien af hele anlægget - også her vil pilotfaciliteter være væsentlige i udviklingen af kommercielle processer.

### GRØN BIOMASSE

Som nævnt under biomasser udgør grøn biomasse som græs en potentiel væsentlig ressource fra landbruget. Men da den indeholder meget vand, giver den nogle udfordringer med hensyn til transport, holdbarhed og fornuftig økonomi i udnyttelsen.



Den grønne biomasse kan raffineres på flere måder og gennem kombination af disse:

- a. Der kan ekstraheres protein enten lokalt på gårdene eller på centrale anlæg – og dermed erstatte importeret protein
- b. I et biogasanlæg kan den indgå i produktionen af biogas – eksempelvis sammen med gylle eller affald
- c. Lignocellulosen i biomassen kan man konvertere til sukre og lignin ved hjælp af enzymer i bioraffinaderier

Globalt set er det i øjeblikket kun i Europa, at man har fokus på grøn biomasse. Særligt Østrig, Holland, Irland, Tyskland og Schweiz arbejder med udnyttelsen.

Danmark har også her gode muligheder for at blive en væsentlig spiller og har allerede virksomheder med erfaring inden for flere af områderne.

Ligesom mange andre lande har Danmark nogle sukker- og kartoffelmelsfabrikker, der kun bliver brugt i perioder af året - og som har erfaring med ekstraktion og oprensning. Raffinering af grøn biomasse kunne måske foregå på disse fabrikker i nogle af de perioder, hvor den øvrige produktion ligger stille.

Den mulige økonomi i dyrkning og bioraffinering af grøn biomasse bør hurtigt undersøges yderligere. Herefter kan man beslutte, hvilke udviklingsprojekter, der eventuelt skal sættes i gang.

#### MEKANISK FORBEHANDLING OG SEPARATION

I 1990'erne blev der på Bornholm investeret ganske betydelige ressourcer i et bioraffinaderi, der primært var baseret på tør formaling og tør separation af biomasse – herunder havre. Ved disse tørre processer er det muligt at adskille biomassen i fraktioner med et højt indhold af specifikke komponenter og de enkelte fraktioner kan derefter viderebehandles i andre processer. Både Teknologisk Institut og Aarhus Universitet har i dag aktiviteter indenfor området.

Konceptet er fundamentalt anderledes end det, der anvendes i nye bioraf-

finaderier – som eksempelvis Inbicon.

Inden man investerer i yderligere forskning og udvikling af dette koncept, bør de teknologiske og økonomiske muligheder for nogle udvalgte biomasser undersøges.

#### PYROLYSE/FORGASNING

Kulstofholdigt materiale kan ved opvarmning blive nedbrudt til mindre molekyler. Herefter kan det videreforarbejdes til andre produkter i traditionelle kemiske processer. Der er en betydelig international interesse for forgasningsteknologier. Blandt andet fordi det er muligt at forgasse meget forskellige og udfordrende udgangsprodukter til de samme slutkomponenter, som så kan indgå i kendte processer i allerede eksisterende kemiske anlæg.

Der er udarbejdet en **”Strategy for research, development and demonstration of thermal biomass gasification in Denmark”**, som er industriens bidrag til en strategi for forskning, udvikling og demonstration af termisk biomasseforgasning i Danmark. Ifølge rapporten *”ligger danske virksomheder på verdensplan langt fremme med denne teknologi og markedet for forgasningsteknologi er stort i både Danmark og i udlandet. Der er et tydeligt behov for målrettet forskning, teknologiudvikling og demonstration for at biomasseforgasning kan nå det sidste stykke til et kommercielt gennembrud”*.

Vi anbefaler, at der laves konkrete beregninger for nogle specifikke anvendelser med biomasse.

# BIOBRÆNDSTOFFER

## VOKSENDE MARKED FOR BIOBRÆNDSTOFFER

Biobrændstoffer udgør allerede et væsentligt globalt marked i dag. Produktionen er vokset fra 16 milliarder liter i 2000 til mere end 100 milliarder liter i 2010 som et resultat af ambitiøse politiske virkemidler i en lang række lande. I dag udgør biobrændstoffer 3 procent af det samlede globale brændstofforbrug til transport med betydelige højere andele i flere lande.

Hovedparten af biobrændstofferne udgøres i dag af 1G-bioethanol fremstillet på basis af sukker eller stivelse konverteret til sukker. 1G-biodiesel er fremstillet på basis af olie fra oliefrø og 2G-biodiesel fremstillet ud fra fedt fra blandt andet slagteriaffald og døde dyr udgør stort set resten.

Fremover vil en voksende del af biobrændstofferne udgøres af 2G-produkter som for eksempel bioethanol, biobutanol, biogas og en række avancerede, helt eller delvist syntetiske biobrændstoffer.

## BIOBRÆNDSTOFFERS KVALITET BLIVER FORTSAT BEDRE

Når traditionelle biobrændstoffer bliver blandet i benzin og diesel i moderate mængder – for eksempel op til 10 procent ethanol - kan blandingen anvendes direkte i eksisterende motorer og udgør derfor en mulighed for at nedsætte CO<sub>2</sub>-belastningen uden udskiftning af vognparken. Siden 2011 har der i Danmark været blandet 5,75 procent biobrændstoffer i benzin og diesel fordelt som E5 (5% vol ethanol) og B7 (7% vol biodiesel). Det er ikke umiddelbart muligt at øge iblandingen af traditionel biodiesel fra det nuværende niveau, men Topsøe har kommercialiseret en proces, hvor fedt eller planteolier omdannes kemisk-katalytisk med brint til en biodiesel, der har helt de samme egenskaber som diesel produceret på olie. Den kan derfor fuldstændigt substituere diesel og flybrændstof. Processen kan udvikles til også at benytte olier fra pyrolyse og hydrotermisk omdannelse af biomasse som udgangsmateriale. Biomasse kan også konverteres til flydende brændstof via syntesegas (brint og kulilte), der kan fremstilles ved forgasning af for eksempel træ,

lignin eller biprodukter fra papirproduktion.

Ved fremstillingen af syntesegas ud fra biomasse bliver der dannet en del tjærestoffer, der er vanskeligt håndterbare og derfor ofte blot brændes af. Topsøe er ledende i verden inden for omdannelse disse tjærestoffer til andre stoffer, der kan sikre en forbedret økonomi i processerne. Flere af de syntetiske brændstoffer har tekniske egenskaber, der gør, at de direkte kan erstatte eksisterende fossilt-baserede brændstoffer. I nogle tilfælde er de faktisk helt magen til.

Erfaringerne med produktionsprocesserne i kommerciel skala med biomasse som udgangsmateriale er dog endnu begrænsede, men teknologierne er til rådighed - herunder Topsøes' TIGAS og BioDME. Det er altså teknisk muligt at fremstille både benzin og diesel ud fra biomasse.

## LIGNIN TIL SKIBSBRÆNDSTOF

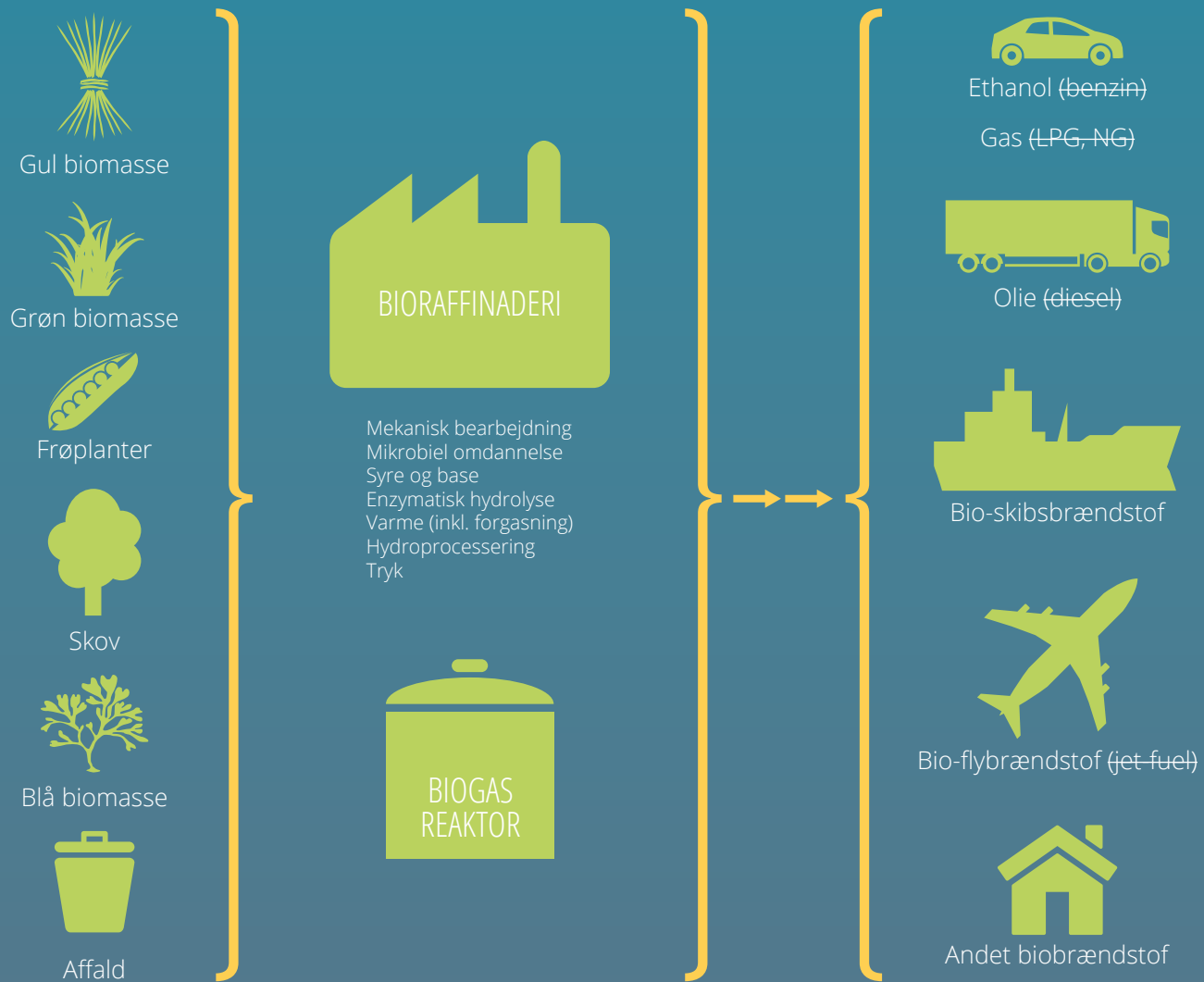
Skibstrafikken har af flere grunde brug for alternativer til de nuværende 300 millioner t/år svovlholdig bunkerolie. Dels kommer der i 2020 og 2025 begrænsninger på udledningen af svovlholdige forbindelser, og dels er der et ønske/krav om reduktionen af CO<sub>2</sub>-udledningen fra skibstransport. Traditionel afsvovlet diesel kan løse problemet omkring svovl, men diesel er dyrt – og det hjælper ikke på CO<sub>2</sub>-udledningen.

Der er i 2011 etableret et dansk projekt - **“Biomass for the 21st century: Integrated biorefining technologies for shipping fuels and biobased chemicals”**. Projektet er støttet af Højteknologifonden og har det primære formål at udvikle brændstof til skibe ud fra lignin.

En række store danske virksomheder og universiteter deltager i projektet – og vi anbefaler, at man støtter aktiviteter, der kan fremme initiativet yderligere. En værdiforøgelse af ligninfraktionen i bioraffinaderierne vil kunne forbedre den samlede driftsøkonomi.

## BIOGAS SOM TRANSPORTBRÆNDSTOF

Biogas fremstilles ved anaerob forgæring af biomasse som husdyrgødning, plantedele, organisk industri- og husholdningsaffald og spildevandsslam.



Biogas indeholder typisk 2/3 metan og 1/3 CO<sub>2</sub> og kan anvendes direkte i kraftvarmeværker. Alternativt kan det opgraderes og fødes ind i det eksisterende gasnet - og dermed erstatte fossilt naturgas.

Gas bliver anvendt som transportbrændstof i mange lande - dog ikke i Danmark - og teknologien er velgennemprøvet. På verdensplan kører omkring 15 millioner biler på gas, heraf cirka 1,6 millioner i Europa.

Når man anvender gas i transportsektoren komprimeres det normalt til et tryk på cirka 200 bar, men kan også gøres flydende ved nedkøling til cirka -170°C.

Teknologien er altså allerede kendt og komprimeret gas vil ret hurtigt kunne blive indført som transportbrændstof i Danmark.

Den overordnede infrastruktur er til stede i kraft af vores naturgasnet, men der mangler fyldestationer. Derfor vil det være oplagt at starte med køretøjer som bybusser og renovationskøretøjer, der typisk bliver tanket på få anlæg.

## BIOPRODUKTER

Verdensmarkedet for kemikalier udgjorde i 2007 cirka 2300 milliarder euro. I 2015 forventes det at vokse til 3300 milliarder euro og 4000 milliarder euro i 2020.

Markedet for biobaserede kemikalier udgør i dag kun en brøkdel af det globale kemikalie marked. Til gengæld har dette område to cifrede årlige vækstrater, og man forudsiger, at det allerede i 2017 vil nå op på cirka 60 milliarder euro.

I modsætning til lande som Tyskland, Holland og Belgien har vi i Danmark ikke en stor kemikalieproduktion. Danmarks styrker ligger hovedsageligt i udvikling af produktionsprocesser til kemikalier, i forarbejdning af råplast til materialer og inden for fødevarer og foder. Alligevel har Danmark en unik mulighed for her at opbygge en betydelig industriel aktivitet.

Danmarks styrkepositioner ligger i stærke industrielle kompetencer indenfor biologisk produktion, katalyse og proceskemi kombineret med en stærk fødevarer- og ingrediensindustri samt en tværfagligt arbejdende offentlig forskningssektor.

Generelt anbefaler vi, at man i starten har fokus på produkter med store, eksisterende markeder, eller hvor der efter alt at dømme vil udvikle sig et stort marked.

I fremtiden vil biomasse blive anvendt som udgangspunkt for fremstilling af en lang række materialer, der i dag fremstilles ud fra fossil olie. Her vil man grundlæggende have to tilgange til raffinering af biomasse:

Den ene er at nedbryde eller omdanne biomassen til mindre dele – for eksempel sukre - der efterfølgende konverteres til kemikalier og videre til materialer.

Nogle produkter baseret på biomasse vil være identiske med dem, vi kender fra de oliebase, mens andre vil være nye. De første vil kunne indgå i eksisterende markeder og kan dermed hurtigt kommerialiseres.

Den anden tilgang er at undlade en større nedbrydning af biomassen og i stedet udnytte de biologiske materialers kompleksitet og forarbejde dem direkte til slutprodukter.

Denne type produkter vil være nye, og kommerialiseringen kan derfor tage længere tid, da der først skal skabes et marked.

### SUKKERPLATFORMEN

Overalt i verden forsker man intenst i fremstilling af kemikalier på basis af biomasse. Der er blandt andet stor fokus på at udvikle sukker som en platform for kemisk industri på lige fod med de store fossile platforme.

Lignin er et betydeligt mere kompleks udgangsstof end sukker. Alligevel gælder det om at opgradere ligninstrømmen til så høj værdi som muligt, hvad enten det er til et brændstof eller til et eller flere specifikke kemikalier, så den kan bidrage til den samlede værdiforøgelse af biomassen.

Sukker vil som nævnt være det væsentligste udgangspunkt for fremstilling af biobaserede kemikalier – og her er der to spor: et kemisk spor og et biokemisk spor.

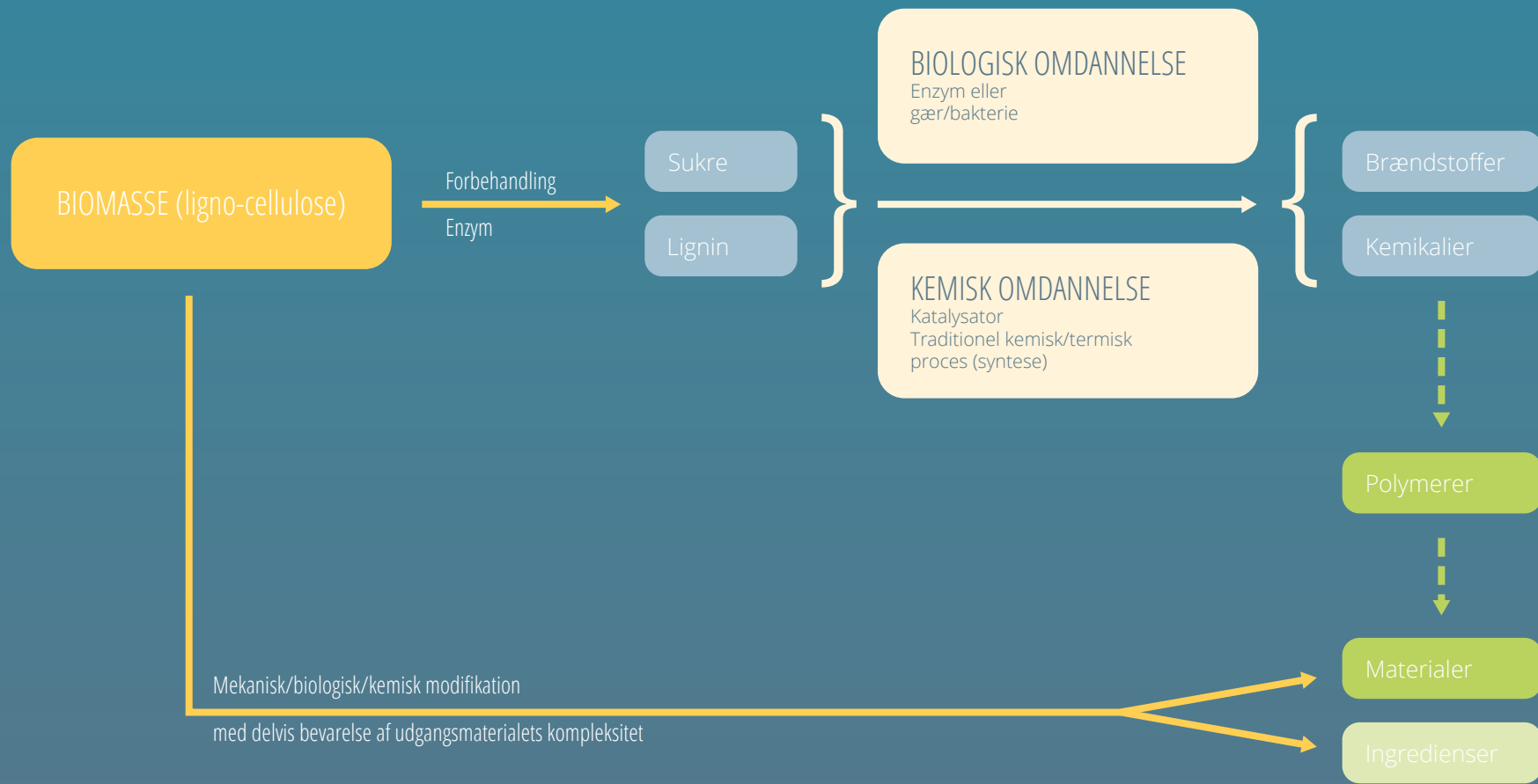
Danmark har stærke industrielle og forskningsmæssige kompetencer inden for begge spor med virksomheder som Haldor Topsøe og Novozymes på henholdsvis det kemiske og biokemiske område.

På Danmarks Tekniske Universitet (DTU) arbejder man meget med området ud fra en systembiologisk tilgang - også Aalborg (AAU) og Aarhus Universiteter (AU) har væsentlige aktiviteter på dette område.

Den kemiske omdannelse arbejder især AU og DTU med.

De tre universiteter har også stærke kompetencer inden for ligninkonvertering.





## POLYMERER

Forskningen i biobaserede materialers egenskaber bygger i høj grad på etablerede metoder og eksisterende viden om konventionelle polymerer og kompositter. Både på danske universiteter og i danske virksomheder er der viden, forskning og udvikling på højt internationalt niveau.

Plastindustrien i Danmark, som omfatter over 500 virksomheder med over 35.000 arbejdspladser, omsætter årligt for omkring 40 milliarder kroner, hvoraf cirka 75 procent går til eksport, og dens succes er betinget af et højt vidensniveau.

For at udnytte denne basis yderligere, foreslår vi, at man opretter et dansk center for bæredygtige materialer med deltagelse af relevante forskningsmiljøer og partnere fra hele værdikæden - fra mark til materiale og produkt. Centret kan for eksempel ligge under det eksisterende Dansk Polymer Center.



BioRefining Alliance  
Rosenørns Alle 9, 1. sal  
1970 Frederiksberg C

[www.biorefiningalliance.com](http://www.biorefiningalliance.com)

