

Anbefalinger fra Det Nationale Bioøkonomipanel

# Bioressourcer til grøn omstilling

28. September 2022

# Indhold

Forord	3
Ophæng og baggrundsanalyser	3
<b>1. Indledning</b>	<b>9</b>
Biogent kulstof bliver en mangelvare	9
Bæredygtighed og effekter for miljø, natur, biodiversitet og klima	12
<b>2. Bioraffinering og kaskadeudnyttelse</b>	<b>14</b>
Bioraffinering	14
Kaskadeudnyttelse	16
<b>3. Arealanvendelse og bioressourcer</b>	<b>20</b>
Halm	24
Efterafgrøder	24
De danske skove	24
Husdyrgødning, spildevandsslam og bioaffald	25
Industrielle restprodukter	25
Alger, svampe og insekter	26
Flerårige afgrøder, bælgplanter, roer mm.	26
Proteiner	27
<b>4. Kulstofbalance og bioressourcer</b>	<b>30</b>
Prioritering af bioressourcens anvendelse	32
Styrket balance i kulstofregnskabet	33
<b>5. anbefalinger</b>	<b>36</b>
Appendiks 1: Medlemmer af Det Nationale Bioøkonomipanel	41
Appendiks 2: Medlemmer af virksomhedsgruppen (nedsat af panelets formand)	42

# Forord

Kulstof fra bioressourcer vil spille en stor rolle i den grønne omstilling. Overordnet set er det panelets budskab, at bioressourcer rummer store muligheder for både landbrug og industri, klima, biodiversitet og miljø, men bioressourcerne er knappe og fremtidens efterspørgsel forventes at blive meget høj. Panelet peger på potentialer i Danmark for at producere flere bioressourcer og værdiskabende produkter, end vi gør i dag, på et mindre areal. Samtidig skal vi blive langt bedre til at anvende bioressourcerne effektivt, gennem bioraffinering og kaskadeudnyttelse, så vi udnytter bioressourcernes fulde potentiale og får så meget ud af de knappe ressourcer som muligt. Landbrugsproduktion skal ske på et mindre areal, således at der kan frigøres arealer til både klimatiltag og rene natur- og biodiversitetsformål. Det indebærer, at landbrugsproduktionen skal effektiviseres på produktionsarealerne.

Omstillingen er ikke nem og vil kræve store investeringer, men den er nødvendig og kan give gevinster på mange bundlinjer samtidigt.

## Ophæng og baggrundsanalyser

Som en del af *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* af 4. oktober 2021 (landbrugsaftalen) blev Det Nationale Bioøkonomipanel relanceret. Ministeren for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har bedt Det Nationale Bioøkonomipanel om at udarbejde anbefalinger om bioressourcer til grøn omstilling. Anbefalingerne kan indgå i det videre arbejde med at implementere landbrugsaftalen, herunder særligt realisering af de tekniske reduktionspotentialer.

Anbefalingerne er et bud på en konkret udfoldelse af de syv principper, som Landbrugsaftalen tager udgangspunkt i.

# Landbrugsaftalens syv principper

Aftale om grøn omstilling af dansk  
landbrug, 4. oktober 2021

1

Landbruget skal udvikles og ikke  
afvikles

2

Landbruget skal omstilles til at være  
mere klima- og miljøvenligt samtidig  
med, at det er økonomisk bæredygtigt

3

Landbrugets udledning af drivhusgas-  
ser skal nedbringes mest muligt under  
hensyn til en fortsat bæredygtig udvik-  
ling af erhvervet, dansk landbrugs kon-  
kurrenceevne, sunde offentlige finan-  
ser, beskæftigelse, sammenhængskraft  
og social balance

4

Udledningen af næringsstoffer skal  
nedbringes for at forbedre vandmiljøet

5

Landbrugsproduktion skal ske under  
hensyntagen til natur og biodiversitet

6

Landbruget skal sikres bæredygtige  
rammebetingelser og fastholdelse af  
arbejdspladser i alle dele af landet

7

Landbruget skal fortsat skabe arbejds-  
pladser og bidrage til at producere  
gode, sunde, klima- og miljøvenlige og  
sikre fødevarer og derigennem fasthol-  
de sin afgørende position i dansk  
eksport.

Kilde: Aftale om grøn omstilling af  
dansk landbrug, 4. oktober 2021





Til at understøtte arbejdet i Det Nationale Bioøkonomipanel er der udarbejdet scenarier for bioressourcer til grøn omstilling, hvor Aarhus Universitet, Syddansk Universitet og Københavns Universitet har bidraget. Scenarierne udgør grundlaget for anbefalingerne om prioritering af bioressourcer til grøn omstilling (kapitel 4.) og er omtalt i faktabokse. Scenarierne viser mulige udfaldsrum ved forskellige ændringer i arealanvendelse, teknologiudvikling, sektorintegration og markedsefterspørgsel. Scenarierne har indarbejdet forskellige grader af hensyn til miljø, klima, udbytte- og anvendelsesoptimering og har forskellige udfaldsrum ift. de fremtidige behov for arealer til foder.

### **Vision og anbefalinger**

For at bidrage til at realisere de store potentialer i den bioøkonomiske omstilling, har Det Nationale Bioøkonomipanel formuleret følgende vision for bioressourcer i den grønne omstilling:

## Panelets vision:

*I 2030 er udnyttelsen af bioressourcer fra danske arealer øget med op imod 10 mio. tons tørstof, samtidig med at miljø-, natur- og klimabelastningen fra arealerne i produktion er reduceret, og der er frigjort arealer til natur og biodiversitet.*

*Som bidrag til udvikling af fødevarer-sektoren kaskadeudnyttes en stor del af bioressourcen ved hjælp af bioraffineringsteknologier, hvorved det sikres, at ressourcens fulde potentiale udnyttes, næringsstoffer recirkuleres og der skabes nye vækst- og eksportmuligheder.*

Bioøkonomipanelet har desuden formuleret en række specifikke anbefalinger til regeringen. Anbefalingerne findes til sidst i dette dokument.





# 1

## Indledning

Bioøkonomi er en betegnelse for den samlede dyrkning, høst, forarbejdning og anvendelse af biologiske ressourcer fra land, skov og hav, herunder restprodukter fra fødevarer- og foderproduktion. Når de biologiske ressourcer indgår i produktion af biobaserede produkter og tjenesteydelser, betegnes de ofte som biomasse.

Hele verden står overfor store udfordringer inden for klima, miljø, natur, biodiversitet og sundhed. Bedre udnyttelse af bioressourcer er en del af løsningen, og hvis vi vil, kan de biologiske ressourcer bidrage langt mere til fremtidens samfundsøkonomi. Griber vi det rigtigt an og investerer i tide, kan bioøkonomien give os nye arbejdspladser, nye vækst- og eksportmuligheder og bidrage til den grønne omstilling, samtidig med at der bliver plads til at frigive yderligere arealer fra produktion til klima, natur og biodiversitet. Men det kræver handling og en helhedsorienteret national plan for udnyttelsen af bioressourcerne nu.

Med de rette teknologier, viden og processer inden for bioraffinering og kaskadeudnyttelse kan bioressourcernes fulde potentiale udnyttes. Det sker ved, at bioressourcerne først anvendes til højværdiprodukter, f.eks. fødevarer og pharma. Restprodukter herfra udnyttes derefter til f.eks. foder, materialer og ke-

mikalier, hvorefter restproduktet herfra udnyttes til energiformål, næringsstoffer recirkuleres tilbage til produktionsarealerne og kulstof opfanges, anvendes eller lagres.

Bioressourcernes rolle i den grønne omstilling handler også om at øge afgrødernes CO<sub>2</sub>-fangst og dermed det samlede bioressourceudbytte fra vores arealer. Et øget udbytte vil give en større mængde bioressourcer, og når udbyttet stiger på produktionsarealerne i både skov- og landbrug og fra havet, kan der frigives arealer til både mere ekstensiv produktion og til mere natur og biodiversitet.

Med øgede mængder bioressourcer, kan vi gennem bioraffinering og kaskadeudnyttelse reducere vores afhængighed af fossile ressourcer, og samtidig skabe ny dynamik i erhvervsudviklingen i hele Danmark.

### Biogent kulstof bliver en mangelvare

Ekspertter fra FN's panel om bæredygtig udvikling konkluderede i en rapport fra 2019, at bæredygtig udvikling ikke kommer af sig selv, men skal skabes i processer, der optimerer velstand, samtidig med at den miljømæssige påvirkning minimeres. En række rapporter viser, at der er lang vej endnu til at indfri Verdensmålene (Global Sustainable Development Report 2019) og Paris-aftalens klimamålsætning (IPCC 2021), og at presset på biodiversiteten fortsat er alarmerende højt (IPBES 2019).

Det er med Klimaloven besluttet at reducere udledningen af drivhusgasser i Danmark med 70 pct. inden 2030, hvilket skaber et behov for alternativer til fossil olie og gas. Det er ikke kun til opvarmning og transport, men også til produktion af kemikalier, forskellige materialer og tekstiler. Elektricitet fra



sol og vind vil spille en stor rolle, men der er dele af vores samfund, der ikke kan elektrificeres. Det er f.eks. materialer til byggesektoren, plastik, tekstiler, kemikalier og dele af transport- og energisektorerne. De dele af samfundet vil være meget afhængige af adgang til bioressourcer såsom halm, træ, afgrøder og bioaffald. Men jordkloden har kun et begrænset areal og vi er meget langt fra at kunne producere bioressourcer nok til at dække den fremtidige efterspørgsel. Ekspertter fra FN's Klimapanel mener, at jordkloden - selv efter en meget omfattende elektrificering - kun kan levere ca. 20 pct. af det forventede samlede bioressourcebehov i en verden, hvor der ikke anvendes fossile ressourcer. Det Nationale Bioøkonomipanel mener, at ressourceknapheden skaber behov for at optimere udbytterne, prioritere anvendelsen og sikre, at intet går til spilde.

Til mange af de formål, der ikke kan elektrificeres, bliver kulstof en mangelvare, når de fossile ressourcer udfases (Klimarådet, Statusrapport, 2022). Når der ses bort fra olie og gas, er der tre kilder til kulstof:

## 1

Primære bioressourcer fra landbrug, skovbrug og havet;

## 2

Recirkulering af biologisk materiale, herunder restprodukter fra fødevarer- og procesindustrien og blandet bioaffald, herunder madspild og madaffald; og

## 3

CO<sub>2</sub>-fangst fra atmosfæren og fra punktkilder, hvor CO<sub>2</sub>-koncentration er høj. Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at CO<sub>2</sub>-fangst direkte fra atmosfæren vil blive en nødvendig kulstofkilde, men at det kræver investeringer og udvikling for, at teknologien kan blive kommercielt attraktivt i Danmark.

Fordi det vil lette presset på bioressourcerne, så støtter Det Nationale Bioøkonomipanel, at der investeres i udvikling af *Direct Air Capture* teknologien. På grund af teknologiens umodenhed, så er det dog ikke muligt at vurdere om teknologien bliver udbredt i Danmark og hvor store mængder CO<sub>2</sub> den evt. vil kunne bidrage med til den fremtidige kulstofefterspørgsel. På den baggrund støtter Det Nationale Bioøkonomipanel op om følgende udtalelse fra Klimarådet:

*”DAC kan blive en vigtig teknologi for at nå målet om netto nuludledning senest i 2050.*

*DAC er dog forbundet med højteknologisk risiko og potentielt store omkostninger. Det er derfor risikabelt allerede nu at forudsætte, at DAC bliver tilgængelig i stor skala inden 2050.*

*Hvis DAC ikke bliver udbredt, kan vi kun opnå negative udledninger via kulstof fra planter, altså fra biomasse.*

*Produktion af biomasse kræver areal. Det samme gør produktion af fødevarer og beskyttelse af biodiversitet. Der er derfor grænser for, hvor store arealer, der kan bruges til at producere biomasse.”*

Klimarådets statusrapport, februar 2022.



*Målet om klimaneutralitet senest i 2050 gør, at resterende udledninger af drivhusgasser skal modsvares af kulstoflagring, såkaldte negative emissioner, som f.eks. biokul. I Klimaprogram 2022 beskrives behovet for negative emissioner ved hjælp af forskellige scenarier, og anslås for landbruget alene at udgøre mellem 2,1 – 7,6 mio. tons CO<sub>2</sub>e i 2050, mens udledningen af drivhusgasser samlet for landbrug og jorder vurderes at være fra 3,3 – 10,9 mio. tons CO<sub>2</sub>e i 2050<sup>1</sup>.*

### **Bæredygtighed og effekter for miljø, natur, biodiversitet og klima.**

Globalt set benytter vi allerede så mange bioressourcer, at det lægger stort pres på vores natur og biodiversitet og ødelægger de økosystemydelse, som vi er afhængige af. For at standse tabet af biodiversitet og økosystemfunktionalitet, og vende udviklingen, vurderer Det Nationale Bioøkonomipanel, at der især er brug for at afsætte flere arealer med stort biodiversitetspotentiale til natur- og biodiversitetsformål. Der er fra EU Kommissionens side stillet forslag om, at 30 pct. af det samlede areal i EU skal være retlig naturbeskyttet, heraf 10 pct. strengt beskyttet.

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at det er nødvendigt at afsætte arealer uden for produktionsarealerne, som alene anvendes til natur og biodiversitet. Det skyldes, at Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der som udgangspunkt ikke kan opnås natur og biodiversitet af høj kvalitet på arealer med produktion og høst af bioressourcer.

<sup>1</sup> Klimaprogram 2022, Energistyrelsen

I prioriteringen af hvilke typer af bioressourcer, der skal anvendes, og til hvilke formål, er det vigtigt at vurdere de samlede effekter for miljø, natur, biodiversitet og klima i et holistisk perspektiv, både nationalt og globalt. Her er det bl.a. relevant at vurdere bioressourcens alternative anvendelser og afledte effekter, samt potentialerne for at recirkulere næringsstoffer for at fastholde eller genopbygge jordens frugtbarhed til at understøtte produktionen af nye bioressourcer til bl.a. fødevarer og foder. Genanvendelse af bioaffald bidrager desuden til opfyldelse af EUs mål om cirkulær økonomi.

Generelt set er de samlede klima- og miljøeffekter ved anvendelse af industrielle restprodukter og affald lavere end ved anvendelse af "nye" biomasser, der er dyrket og dermed har lagt beslag på et dyrkningsareal. Det skyldes, at miljø- og klimaeffekten fordeles på bioressourcens samlede anvendelse, hvor den største effekt tilskrives den primære anvendelse. Derfor ender de industrielle restprodukter og affaldsfraktioner med at få tilskrevet en lav klima- og miljøeffekt. Det Nationale Bioøkonomipanel mener dog, at det ved bioraffinering og kaskadeudnyttelse kan være vanskeligt at skelne mellem bioressourcens primære og sekundære anvendelse. Det Nationale Bioøkonomipanel mener derfor, at en hård distinktion mellem 1. generations og 2. generations bioressourcer i nogle tilfælde kan være begrænsende for udviklingen af bioøkonomien. I stedet bør effekterne tilskrives ud fra en helhedsbetragtning og fordeles på samtlige produkter, der opstår ved kaskadeudnyttelse.

# 2

## Bioraffinering og kaskadeudnyttelse

I overgangen fra den industrielle tidsalder, der er baseret på fossile ressourcer, til en grøn tidsalder, der bl.a. er baseret på bioressourcer, står bioraffinering og kaskadeudnyttelse centralt. I den fossile tidsalder er det olieraffinaderier, der omdanner råolie til kemikalier, materialer, emballage og brændstoffer. I den grønne tidsalder er det bioraffineringsprocesser, der kaskadeudnytter bioressourcer, og omdanner dem til biobaserede versioner af de produkter, der i dag bl.a. kommer fra råolie.

### Bioraffinering

Den mest optimale kaskadeudnyttelse af både primære produkter og restprodukter sker gennem bioraffinering, hvor bioressourcer ikke går direkte til produktion af energi, men udnyttes optimalt ud fra de egenskaber, den enkelte ressource har. I bioraffinaderierne skilles bioressourcen ad i flere komponenter og kan herfra opgraderes til fødevarer eller foder (f.eks. via fermentering) eller via en såkaldt sukkerplatform til kemikalier eller materialer. Til slut i udnyttelsen kan et restprodukt indgå i f.eks. pyrolyse- og biogasanlæg, hvor der produceres

grøn gas samtidig med, at næringsstofferne recirkuleres som et gødningsprodukt, samtidig med at kulstof i restfibre lagres enten direkte i jorden som biokul eller udnyttes i samspil med f.eks. Power-to-X anlæg.



Biogassektorens recirkulering af næringsstoffer og kulstof er samtidig afgørende for produktionsarealernes fremtidige frugtbarhed, hvilket i særlig grad er en vigtig forudsætning for udviklingen af den økologiske jordbrugsproduktion. Bioraffineringen er opbygget som integrerede processer og symbioser mellem forskellige mekaniske, kemiske, biologiske og termiske raffineringprocesser.

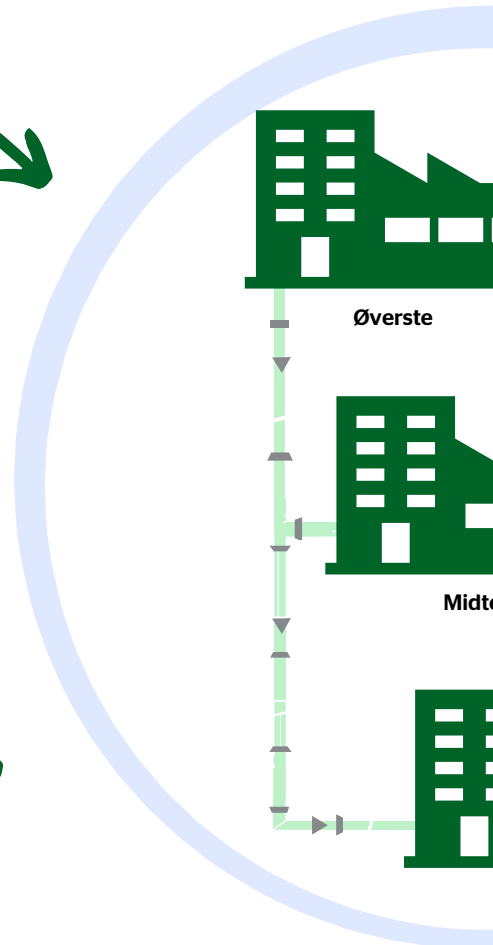
Biologiske løsninger (biosolutions) er en delmængde af den samlede bioøkonomi og ofte knyttet til brugen af mikroorganismer, eller til produktionen af stoffer eller kemiske byggesten med bestemte egenskaber, som man ikke kan opnå med konventionelle metoder. Mikrobielle og enzymatiske processer spiller en afgørende rolle i de biologiske raffineringprocesser, og der er betydelige danske styrkepositioner ift. biologiske løsninger inden for bl.a. enzymer, bakterie- og svampefermenteringer, samt direkte produktion og brug af svampe, alger og insekter.

For at realisere potentialerne i bioraffinering og kaskadeudnyttelse er der brug for at prioritere forskning og uddannelse. Samtidig er det vigtigt med deltagelse i internationalt samarbejde, så danske aktører kan få adgang til viden, samarbejde og finansiering – ikke mindst på europæisk plan, hvor mange andre lande er i gang med investering i bioraffinering og kaskadeudnyttelse. Det sker bl.a. under EU's rammeprogram for forskning og innovation Horizon Europe, hvor Danmark deltager aktivt i f.eks. Circular Bio-Based Europe Joint Undertaking, der understøtter innovative biobaserede løsninger. Bioøkonomien rummer således store muligheder for strategisk samarbejde med andre lande. Det giver mulighed for eksport af produkter og teknologi, hvor dansk

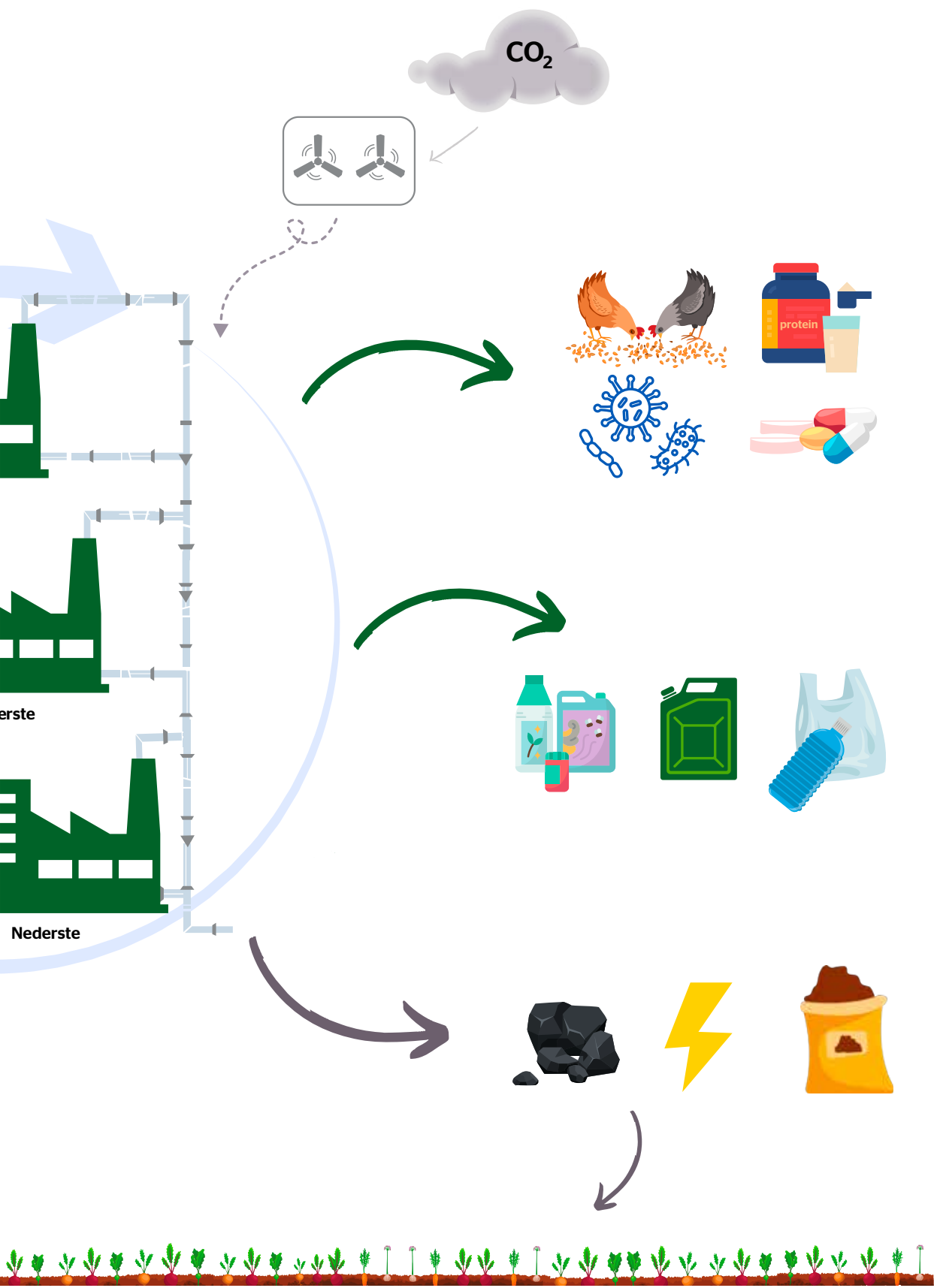
viden og styrkepositioner bidrager til løsning af globale udfordringer og til at skabe synergi via internationale samarbejder. Det Nationale Bioøkonomipanel mener, at der er brug for en fokuseret dansk indsats, der skal føre til, at danske virksomheder får gavn af de gode finansieringsmuligheder der er inden for f.eks. Circular Biobased Europe. Målet bør være at etablere og styrke industrielt ledede konsortier og partnerskaber, der kan etableresamarbejderomopskalering af teknologier og processer til kaskadeudnyttelse og værdiskabelse fra afgrøderester, agroindustrielle sidestrømme eller affald.

Danmark har en stærk global position inden for en bred vifte af industrier, der er essentielle for udvikling af bioøkonomien, herunder biotek, landbrug og fødevarer. Tilsvarende har vi en stærk profilering ift. at være spydspids i den grønne omstilling, specielt vundet i kraft af vores globale positionering inden for vindkraft og vandteknologier, samt udviklingssamarbejder. Bedre udnyttelse af de globale biologiske ressourcer kan have afgørende betydning for at adressere en hel række af de globale udfordringer såsom sult, sundhed, klimaforandringer, biodiversitetstab, miljø og social sammenhængskraft i form af jobs og udvikling i både land og by. Danmark har den viden, der skal til. En sådan viden forpligter. En styrket dansk indsats kan føre til, at også EU rykker på den internationale dagsorden inden for bioøkonomien.

# Kaskadeudnyttelse







## Kaskadeudnyttelse

Ved hjælp af forskellige raffineringer er det muligt at kaskadeudnytte bioressourcerne. For at eksemplificere kan kaskadeudnyttelsen opdeles i tre lag. I praksis vil de tre lag være sammensat og integreret i mindre eller større anlæg, eller i deciderede industrielle symbioser:

I øverste kaskadelag udnyttes bioressourcernes potentiale for produkter med relativ høj værdi. Ressourcerne er f.eks. primært fra græs og kløver, bælgplanter, oliefrø, kartofler, roer og andre afgrøder, biomasse fra havet og industrielle organiske sidestrømme. Produkterne kan f.eks. være fødevarer og ingredienser med bl.a. sundhedsfremmende egenskaber, samt en fiberfraktion, der udnyttes længere nede i kaskaden. Raffineringsmetoderne vil ofte være mekaniske og biologiske, da disse bedst bevarer bioressourcernes egenskaber i denne type produkter. Restprodukterne fra øverste kaskadelag udgør sammen med bioressourcer fra skove og halm et meget stort potentiale for produktion af forskellige foderstoffer, materialer, kemikalier og brændstoffer, som kan udnyttes i det midterste lag.

I det midterste lag af kaskaden udnyttes halm, bioressourcer fra skove, dele af fiberfraktion fra grøn bioraffinering og andre restprodukter fra øverste kaskadelag og den øvrige fødevarersektor. Samlet set er det kendetegnende ved bioressourcerne i midterste kaskadelag, at de har et højt indhold af svært omsættelige sukre og fibre. Produkterne kan f.eks. være materialer, kemikalier og brændstoffer.

I bunden af kaskaden udnyttes affald, gylle, dybstrøelse og spildevandsslam sammen med restmængden fra det øverste og midterste lag. Bioressourcerne i det nederste lag af kaskaden er uegnet til fødevarer, foder, kemikalier og materialer, men velegnet til energi/elektricitet, varme, negative emissioner og som recirkulerede næringsstoffer i bioressourceproduktionen. Processen kan indledes med biogasproduktion, efterfulgt af f.eks. pyrolyse eller hydrothermal liquifaction (HTL) af restfibre fra biogas. På den måde kan det nederste kaskadelag resultere i bl.a. både biogas, biokul, bioolie, fjernvarme, kulstof og CO<sub>2</sub> til kulstoflagring samt gødning, der sikrer recirkulering af næringsstoffer.





# 3

## Arealanvendelse og bioressourcer

Det samlede danske landareal sætter en naturlig begrænsning for bioressourceudbyttet. Der er dog alligevel en del ting, der kan gøres for at øge udbyttet fra danske arealer. Som omtalt indledningsvist viser scenarier udarbejdet for Det Nationale Bioøkonomipanel, at bioressourceudbyttene kan øges samtidig med, at de negative effekter for natur, miljø og klima reduceres. Scenarierne kan samlet set bruges til at illustrere mulige udfaldsrum ved forskellige ændringer i arealanvendelsen. Ud fra en samlet betragtning kan scenarierne vise, hvor stort potentialet er for at øge bioressourceudbyttet i Danmark, samt hvilke andre samfundsøkonomiske gevinster der følger med<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>”Scenarier for anvendelse af biomasseressourcer i fremtidens produktionssystemer for fødevarer, energi og materialer inden for rammerne af gældende politik for landbrug, miljø, klima, natur og energi”, Jørgensen, Mortensen, Wenzel, Rasmussen, Ambye-Jensen, AU, SDU, 2022.

# Faktaboks – Scenarier for ændret arealanvendelse

Det samlede danske landareal er 4,3 mio. hektar (ha). I dag er der i Danmark 2,6 mio. ha. landbrugsjord, mens de resterende 1,7 mio. ha. er skov, byer og veje. I 2050 forventes det, at arealer til byer, veje og skove er steget, mens det samlede landbrugsareal er faldet tilsvarende. På grund af stigende produktivitet i fødevarersektoren vil den eksisterende landbrugsproduktion i 2030 dog kunne opretholdes på et areal reduceret med ca. 10 pct. Det betyder bl.a., at mængden af foder til husdyrproduktionen kan dyrkes på et mindre areal i fremtiden, hvilket bidrager til at frigive arealer til andre formål, som f.eks. naturbaserede løsninger på klima og til rene biodiversitetsformål.

Scenarierne giver forskellige bud på, hvordan det frigivne areal kan anvendes til andre og nye formål. Scenarierne viser f.eks. vejen til, at udbyttet fra det frigjorte areal kan fordobles frem mod 2030 ved et scenarie med fokus alene på biomasseproduktion, mens et ekstensiveringsscenario viser vejen til en 50 pct. forøgelse af bioressourceudbyttet, mens der også afsættes arealer til natur og biodiversitet som hovedprioritet. For hvert af scenarierne er det desuden beregnet, hvad det ville betyde for det samlede bioressourceudbytte, hvis den animalske produktion reduceres med 20 pct. i 2030 og 50 pct. i 2050.

Nogle af de ændringer i landbrugets arealanvendelse, der indgår i scenarierne, er bl.a.: vådlægning af 50-100.000 ha kulstofrige lavbundsjord, omlægning af ca. 400.000 ha etårige afgrøder til bl.a. intensivt kløvergræs, heraf ca. 44.000 ha roer, og høst af ca. 200.000 ha efterafgrøder til biomasse. Hertil kommer bl.a. brug af kornsorter med øget halmudbytte, effektiviseret halmindsamling og effektivisering af gyllehåndtering.

De forskellige scenarier viser veje til positive effekter i forhold til miljø og klima. F.eks. viser beregninger, at selv ved det høje biomasseudbytte opnås reduceret kvælstofudledning til kystvande på ca. 7.000 tons N i 2030, mens der vil være reduceret drivhusgasudledning fra arealerne på op til 4 mio. tons CO<sub>2</sub>e pr. år.

Kilde: Aarhus Universitet, 2022



## Det eksisterende bioressourceudbytte fra danske arealer er:

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er en række konkrete tiltag vedrørende arealanvendelse, der kan bidrage til at øge det samlede bioressourceudbytte fra danske arealer med ca. 50 pct. Det eksisterende bioressourceudbytte fra danske arealer er:

Produkt	Mio. tons tørstof
Korn	7,92
Raps	0,55
Bælgsæd	0,10
Kartofler	0,63
Roer	0,60
Majs	2,43
Omdriftsgræs	2,50
Permanent græs	0,47
Træbiomasse	1,4
Gavntræ	0,8
Halm (energi, foder og strøelse)	2,7
Halm (nedmuldning)	2,3
<b>Total</b>	<b>22,39</b>

Kilde: AU, 2022

## Yderligere potentiale, der kan realiseres senest i 2030

I tillæg til det eksisterende bioressourceudbytte ser Det Nationale Bioøkonomipanel et yderligere potentiale, der kan realiseres senest i 2030, der er fordelt på følgende ressourcestrømme:

Bioressource	Mio. tons ekstra tørstof
Halm <sup>3</sup>	1,5
Efterafgrøder	1
Bioressourcer fra skov <sup>4</sup>	0
Industrielle restprodukter	1,3
Gødning, spildevand og bioaffald	2,5
Flerårige afgrøder, bægplanter, roer mm	2-3
<b>I alt</b>	<b>8,3 – 9,3</b>

<sup>3</sup> Halm dækker over strå fra alle sorter. En del af halmpotentialet kommer fra halm der i dag ikke bjærges og derfor nedmuldes. En del af den halmmængde vil kunne bjærges uden samlede negative konsekvenser for jordens frugtbarhed.

<sup>4</sup> Et yderligere bioressourcepotentiale fra skovrejsning af produktionsskov vil først vise sig senere end 2030

## Halm

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at halm er en af de bioressourcer, der både kan øges betragteligt, og som ikke udnyttes optimalt i dag. Halm har bl.a. et højt indhold af sukkerstoffer og lignin, der er attraktivt som erstatning for råolie til produktion af biokemikalier, biomaterialer, biogas, biokul og bio-brændstoffer.

Det Nationale Bioøkonomipanel har tidligere (2013) vurderet, at der med de daværende areal- og afgrødeanvendelser kunne bjærges omkring 1,5 mio. ekstra tons halm om året. Dette vurderes fortsat realistisk, selvom omlægning af arealer med kornafgrøder til flerårige bioraffineringsafgrøder reducerer den samlede halmproduktion. Samlet set kan potentialet realiseres samtidig med, at den nuværende anvendelse af halm til bl.a. foder, nedmuldning, strøelse og bioenergi opretholdes, og uden at det får negative konsekvenser for natur og miljø. En del af potentialet kommer fra brug af afgrøder med længere halmstrå.

## Efterafgrøder

Det antages, at der i 2030 vil blive udlagt ca. 500.000 ha. efterafgrøder. Med forskning, udvikling og få, enkle og velkendte greb vil det være muligt at dyrke op til 400.000 ha. af efterafgrødearealet med en afgrøde med henblik på høst. Begrebet "efterafgrøde" bør udskiftes med et, der signalerer, at første og anden afgrøde begge er vigtige, f.eks. anden afgrøde eller dobbeltafgrøde.

Det kan f.eks. være, at den anden afgrøde udlægges tidligt eller at den første afgrødes høsttidspunkt skubbes. Et forsigtigt skøn er, at det vil være muligt at høste ca. 2-3 tons tørstof pr. ha., uden at det reducerer den miljøeffekt, som den anden afgrøde dyrkes for. Høst af anden afgrøde forventes at have en positiv klimaeffekt på grund af reduceret lattergasudledning fra den forrådnelsesproces, der sker, når efterafgrøderne ikke høstes. Desuden vil indsatsen overflødig gøre brug af pesticider til nedvisning af efterafgrøderne. Her ligger således en ekstra bioressource, som ikke udnyttes i dag. Samlet set vurderes potentialet at være på 1 mio. tons tørstof pr. år i 2030. Der er brug for yderligere forskning og udvikling for at realisere potentialet, herunder i forhold til at kvantificere klima- og miljøeffekten.

## De danske skove

Træ og bioressourcer fra de danske skove har stort potentiale inden for bl.a. byggeri, energi og biomaterialer som f.eks. tekstiler, samt en bred vifte af øvrige produkter, i en fremtidig bioøkonomi. De danske skove leverer i dag ca. 3,8 mio. m<sup>3</sup> træ til gavntræ (bl.a. til konstruktion, møbler, gulve) og til energi mv. I de kommende år forventes der en betydelig skovrejsning i Danmark, som på kortere sigt kan bidrage til energi og nye anvendelser af biogene materialer, og på længere sigt med gavntræ, som kan anvendes i bygge- og træsektoren. De danske skove, hvor fokus primært er på produktion af træ, har dermed en afgørende rolle for den grønne omstilling i form af en sikker og bæredygtig forsyning af bioressourcer. Skovarealer er desuden væsentlige ift. at styrke natur og biodiversitet gennem udlægning til urørt skov.





Udlægning af en relativt lille del af skovarealet til urørt skov vil have en marginal negativ effekt ift. levering af bioressourcer til den grønne omstilling, men have en afgørende værdi for natur og biodiversitet i Danmark.

### Husdyrgødning, spildevandsslam og bioaffald

Husdyrgødning, spildevandsslam og bioaffald er bioressourcer, der ikke umiddelbart har et foder- eller fødevarerpotentiale. Bioressourcen fra husdyrgødning udgør i 2022 lidt over 3 mio. tons tørstof. Kun 25 pct. behandles i dag i biogasanlæg og bliver dermed en del af en kaskadeudnyttelse. Det vil sige, at 75 pct. af husdyrgødningen recirkuleres direkte til landbrugsjorden som gødning uden opsamling af metan og kulstof, hvilket giver en stor udledning af klimagasser til atmosfæren.

Bioaffald fra husholdninger og industri udgør sammen med spildevandsslam et samlet potentiale på 0,5 mio. tons tørstof, der allerede i dag udnyttes i biogasanlæg eller recirkuleres på landbrugsjorden.

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at det samlede potentiale for ekstra tørstof fra husdyrgødning, spildevandsslam og bioaffald er på op til 2,5 mio. tons tørstof i 2030. Dette potentiale forudsætter, at gyllehåndteringen optimeres og at en større del af husdyrgødningen separeres og behandles i f.eks. biogasanlæg. Det Nationale Bioøkonomipanel mener, at det største potentiale kan opnås, når de våde og beskidte bioressourcer først bioforgasses, hvorefter de afgassede fibre behandles i pyrolyse- eller HTL-anlæg.

### Industrielle restprodukter

Industrielle restprodukter kommer i dag fra bl.a. kartoffelmelsindustrien, bryggerier, insulinproduktion, biologisk produktion (af f.eks. enzymer), sukkerfabrikker, rapsmøller, juice- og saftproduktion og den øvrige fødevarerindustri. I takt med at bioraffineringen udbygges og kaskadeudnyttelsen optimeres, vil dette blive suppleret med restprodukter fra kaskadeudnyttelsens øverste lag. Samlet set udgør de industrielle restprodukter et potentiale for højværdiprodukter, der kan realiseres, hvis de industrielle restprodukter håndteres, så de ikke bliver til affald, men i stedet bibeholder foder- eller fødevarerstatus. Begunstiget af danske styrkepositioner inden for mikrobielle processer og fermentering, kan de industrielle restprodukter f.eks. anvendes som substrat og vækstmedie for produktion af ingredienser til foder, fødevarer og pharma, og til vækstmedier for produktion af ny biomasse (svampe, bakterier, alger og insekter). Bioøkonomipanelet vurderer, at der er store muligheder for at udnytte dette potentiale til at skabe vækst og arbejdspladser i hele Danmark.



### Alger, svampe og insekter

Der er potentiale for at producere bioressourcer, uden at det lægger beslag på arealer til skov- og landbrug. F.eks. kan alger, svampe og insekter dyrkes på reststrømme i lukkede miljøer, hvor der kan opnås relativt høje udbytter. Denne form for bioressourceproduktion bør undersøges nærmere.

### Flerårige afgrøder, bælgplanter, roer mm.

Der er et potentiale for at øge de danske bioressourcer ved at anvende mere kulstofeffektive afgrøder på dele af de danske arealer. I scenarierne udarbejdet for Det Nationale Bioøkonomipanel vises det, at der kan opnås en samtidig forøgelse af bioressourceudbyttet og reduktion af klima- og miljøpåvirkningen fra danske arealer. Nøglen til dette er at anvende mere produktive afgrøder, der dækker landbrugsarealet med planter, hvor fotosyntesen er aktiv en større del af året, som f.eks. flerårige græsser, eller ved at bruge afgrøder med kort vækstsæson kombineret med en anden afgrøde (jf. afsnit om efterafgrøder).

En afgrøde, der dækker jorden året rundt og har rødder dybt i jorden, kan sikre en langt mere effektiv næringsstofomsætning og reducerer tab af nitrat og fosfor til vandmiljøet. Dermed opnås oftest en større kulstoflagring i jorden. Endelig er pesticidforbruget langt lavere i græsafrøder end i kornafgrøder. Det er disse sidegevinster, som kan bidrage til at opfylde flere målsætninger samtidigt.

Fordi flerårige afgrøder, bælgplanter, roer mm. ikke umiddelbart kan bruges til helt samme formål, som de afgrøder, de erstatter, skal der opbygges en raffineringsskapacitet og værdikæder, der skaber et markedstræk efter bioraffineringsafgrøderne, og omdanner dem efter kaskadeprincippet til både fødevarer, foder, sundhed, materialer og energi.

## Proteiner

At producere proteiner til dyr og mennesker er et væsentligt formål ved anvendelse af landbrugsarealer i Danmark og globalt. I takt med industrialiseringen af landbrugsproduktionen i Danmark, er produktionen på de danske arealer i høj grad overgået til stivelsesafgrøder som korn og majs, mens protein til foder i stigende grad er blevet importeret fra bl.a. Sydamerika. Proteinafgrøder, der anvendes direkte til fødevarer, er arealmæssigt ubetydelig, men har stærkt stigende interesse.

På flere måder kan det være nyttigt at reducere den meget store afhængighed af proteinimport, vi har i dag. Særligt for den økologiske husdyrproduktion har den nuværende afhængighed af importeret protein vist sig som en udfordring, da det globale udbud af økologisk fo-

derprotein er begrænset, ligesom der er stigende efterspørgsel fra erhvervet og forbrugere om flere lokalproducerede proteiner. I det omfang der fortsat vil være import af proteiner, mener Det Nationale Bioøkonomipanel, at det skal sikres, at disse produceres ansvarligt og afskovningsfrit.

Det Nationale Bioøkonomipanel udarbejdede allerede i 2018 anbefalinger om fremtidens proteiner. I den sammenhæng vurderede Det Nationale Bioøkonomipanel, at det ville være muligt inden for en kort årrække at erstatte en tredjedel af det importerede protein med andre og mere bæredygtige alternativer. Det Nationale Bioøkonomipanel pegede på tre kilder til den fremtidige proteinforsyning, herunder en del fra græs og kløver, en del fra bælgplanter, samt en del fra andre kilder som insekter, svampe, alger og mikrobielle processer som f.eks. fermentering.

Siden 2018 har flere virksomheder og brancheorganisationer taget en række initiativer, der styrker grundlaget for at øge den danske proteinforsyning. Samtidig er der stillet finansiering til rådighed til proteinområdet fra bl.a. Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram (GUDP), Den Grønne Forskningsstrategi, Erhvervsfyrstårnet Biosolution Zealand, og senest ved oprettelse af en tilskudsordning til grøn bioraffinering. Med landbrugsaftalen blev det besluttet, at der skal udarbejdes en dansk proteinstrategi.



SWEETWOODS 3  
Foto: © FIBENOL – SWEETWOODS project





# 4

## Kulstofbalance og bioressourcer

Det Nationale Bioøkonomipanel mener, at udviklingen af bioøkonomien skal være markedsbaseret, men at markedet skal påvirkes, så det sikres, at bioressourcernes fulde potentialer udnyttes, og der tages tilstrækkeligt hensyn til effekter for natur, miljø og klima. Panelet mener derfor, at der er brug for at balancere eksisterende og nye incitament, så udviklingen tilgodeser brede samfundsøkonomiske hensyn samtidig med, at erhvervsøkonomiske potentialer udnyttes til gavn for vækst og beskæftigelse.

Det Nationale Bioøkonomipanel mener, at vi i Danmark bør indrette vores forbrug af bioressourcer efter hensyn til, at knapheden på bioressourcer er en global udfordring, og alle lande løbende vil få brug for bioressourcer til den grønne omstilling. Dermed bakker Det Nationale Bioøkonomipanel op om følgende udtalelse fra Klimarådet:

# Klimarådet udtaler:

*”Mangel på kulstof fra biomasse tegner til at blive en stor udfordring for at nå det langsigtede nettonulmål.*

*I dag er det danske forbrug af biomasse pr. indbygger langt højere end det gennemsnitlige forbrug på kloden, og det er også højere, end hvad der efter Klimarådets vurdering vil være bæredygtigt på globalt plan på lang sigt. Samtidig importeres store dele af den danske biomasse fra udlandet, hvor klimaaftrykket er sværere at kontrollere fra dansk side.*

*Danmark kan ikke både lagre store mængder CO<sub>2</sub> fra biomasse, bruge store mængder kulstof fra biomasse til grønne brændstoffer og samtidig nedbringe forbruget af biomasse til et globalt bæredygtigt niveau”*

På grund af bioressourcernes knaphed i forhold til den samlede efterspørgsel, så skal bioressourcerne prioriteres og anvendes i sammenhæng med udviklingen af øvrige dele af samfundet, hvor bioressourcerne er relevante, herunder i samspil med fremtidens energi- og materialesystemer. I udviklingen af energi- og materialesystemerne sker der allerede en meget omfattende elektrificering, både direkte, som i el-biler og varmepumper, og indirekte ved produktion af brint og ammoniak ved Power-to-X.

En samlet prioritering af, hvor bioressourcen bedst kan anvendes, kan håndteres inden for rammerne af en national bioøkonomistrategi. Dette bør ses i sammenhæng med den allerede besluttede udbygning af vedvarende energi og opbygning af Power-to-X. Strategien skal se på tværs af sektorer og ministerområder, og skal afspejle anbefalingerne fra Det Nationale Bioøkonomipanel.

En prioritering af bioressourcernes rolle skal tage udgangspunkt i, hvad der er bioressourcernes særlige karakteristika, og dermed hvilke formål, de bedst bidrager til. Samtidig er det vigtigt at have blik for udviklingstendenser, der kan supplere brugen af bioressourcer i den grønne omstilling. Derudover er det vigtigt at overveje faktorer som teknologisk modenhed, omkostningseffektivitet, herunder prisudvikling for f.eks. biomasse, brint og CO<sub>2</sub>, prisen på kulstof fangst og lagring, værdisætning af eksternaliteter, samt hensyn til vækst, beskæftigelse og eksport.

Det Nationale bioøkonomipanel vurderer, at det vil være afgørende for dansk erhvervsliv og skabe arbejdspladser, hvis de udviklede teknologier og systemløsninger fremstår som skalerbare løsninger i global sammenhæng.

Danmark udleder ca. én promille af verdens klimagasser.

*For både at bidrage til løsningen af den globale klimaudfordring og for at styrke danske eksportmuligheder, bør de løsninger, der udvikles i Danmark, kunne udbredes til andre lande.*

### **Prioritering af bioressourcens anvendelse**

Følges anbefalingerne fra Det Nationale Bioøkonomipanel vil det betyde to ting for bioressourcens rolle i den grønne omstilling: For det første bliver det samlede bioressourceudbytte øget med op til 50 pct., uden, at det går ud over den eksisterende fødevarer- og fodersektor. For det andet giver bioraffinering mulighed for, at det øgede bioressourceudbytte via kaskadeudnyttelse kan indgå i energi- og materialesystemerne, herunder reststrømme der bliver tilbage efter raffinering til højværdiprodukter. Det er helt afgørende for den grønne omstilling, at der ikke bliver kamp mellem sektorer, men snarere synergisk samarbejde. Dette kan bioraffinering og kaskadeudnyttelse understøtte ved at skabe en kobling mellem sektorer.



Følgende bør indgå i grundlaget for at definere den fremtidige prioritering af, hvad bioressourcerne anvendes til:

- **Elektrificering af el- og varmesektorerne forventes at medføre reduceret afbrænding af både biologiske og fossile ressourcer.**

Det betyder, at den mængde CO<sub>2</sub>, der kan opsamles fra punktkilder, vil blive reduceret og bidrage til at øge efterspørgslen efter kulstof fra andre kilder.

- **Med den planlagte udbygning af biogassektoren i Danmark er det ambitionen, at det danske behov for gas være dækket senest i 2030.**

Samtidig vil der opstå en betydelig mængde kulstof og næringsstoffer, der kan recirkuleres og genanvendes. Opgradering af biogas resulterer i produktion af CO<sub>2</sub> og kan der med medvirke til at imødekomme den fremtidige øgede efterspørgsel efter kulstof og CO<sub>2</sub>.

- **Det er besluttet at udbygge Power-to-X, hvilket betyder, at derfor ventes at være store mængder brint til rådighed i 2030.**

Det er først ved tilførsel af kulstof – evt. i form af CO<sub>2</sub> – at brint kan om dannes til flybrændstof, kemikalier og materialer. Dermed skaber udbygning af Power-to-X en efterspørgsel efter kulstof fra bioressourcer eller fangst direkte fra atmosfæren.

- **Målet om klimaneutralitet i 2050 betyder, at de klimagasudledninger, der er tilbage i 2050, skal balance-res med tilsvarende kulstoflagring.**

Det bidrager til den samlede konkurrence om kulstof, der kan komme fra bioressourcer eller fangst af CO<sub>2</sub> fra punktkilder eller på sigt fra atmosfæren.

## Styrket balance i kulstofregnskabet.

Ud fra en samlet betragtning vil der være et meget stort underskud på den danske kulstofbalance. Det Nationale Bioøkonomipanel konkluderer, at der er seks knapper, der kan skrues på for at styrke balancen i kulstofregnskabet:

1

Realisere potentialet i øget bioressourceudbyttet fra danske arealer.

2

Realisere potentialer for bioraffinering og kaskadeudnyttelse.

3

Reducere udledningen af klimagasser i 2050, fra bl.a. husdyrproduktionen, og derved reducere behovet for at prioritere kulstof til negative emissioner.

4

Realisere en meget omfattende elektrificering.

6

Realisere potentialet i at fange kulstof fra punktkilder og atmosfæren ved hjælp af *Direct Air Capture*.

5

Realisere mere ressourceeffektiv produktion og reduceret forbrug

*Samlet set viser de udførte scenarier og analyser samstemmende, at et dansk system med et bæredygtigt forbrug af bioressourcer ikke kan balancere, give ønskede samfundsøkonomiske effekter og ikke vil kunne opnå netto nuludledning af drivhusgasser i 2050 uden, at der skrues på alle seks knapper.*

---

# Anbefalinger

## 5

### Strategi

#### 1

Det Nationale Bioøkonomipanel anbefaler, at der udarbejdes en national bioøkonomistrategi, der skal sætte retning for en stor bioøkonomisk omstilling. Strategien skal omfatte målsætninger for både arealanvendelse, bioraffinering og kaskadeudnyttelse samt øget optimeret bioressourceudbytte, så der kan frigives arealer til andre formål.

Det Nationale Bioøkonomipanel noterer, at der er stor villighed blandt mange private aktører til at investere i bioraffinering og kaskadeudnyttelse, men at erhvervet savner incitament og en klar udmelding fra regeringen angående prioritering af bioressourcer i en markedsbaseret grøn omstilling, hvor regulering af bioressourcer understøtter en helhedsorienteret arealanvendelse og kaskadeudnyttelse.

## Bioraffinering og kaskadeudnyttelse

### 2

Det Nationale Bioøkonomipanel anbefaler, at der indføres økonomiske og reguleringsmæssige incitamerter, der begrænser nedgradering af bioressourcer og bidrager til at udnytte hele potentialet og indholdet af bioressourcerne.

Målet er, at bioressourcer opretholder status som foder og fødevarer, hvor muligt, og indgår som bioressourcegrundlag i den øverste del af kaskadeudnyttelsen, hvor der er fokus på bioressourcens indhold af proteiner, lipider, sukre, mineraler, næringsstoffer, sundhed og smag. Incitamerter kan f.eks. være indførelse af BAT-krav (*Best Available Technology*), iblandingskrav, bæredygtighedskriterier eller ved at målrette afgifter eller tilskud knyttet til produktionens miljø- og klimaeffekter, så de giver incitament til, at ressourcer ikke nedgraderes, hvis det samfundsøkonomisk set bør undgås. Incitamerter til udnyttelse af bioressourcernes potentiale bør indgå i Grøn Skatte-reform, herunder CO<sub>2</sub>-afgift.

### 3

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er brug for at understøtte bioraffinering og kaskadeudnyttelse af bioressourcer for at skabe et markedstræk, der kan bidrage til, at bioressourcernes fulde potentiale udnyttes.

Derfor bør der afsættes et større beløb, der skal bidrage til at udbrede og opskalere bioraffineringens øverste

kaskadeled, herunder bl.a. fermentering og enzymatisk omdannelse af industrielle restprodukter og bioraffineringsafgrøder til produkter inden for bl.a. fødevarer, pharma, sundhed, industriel anvendelse og foder. Det kan f.eks. være ved at bygge videre på de gode erfaringer fra fyrtårnsprojektet Biosolution Zealand, tilskudsordningen til Grøn Bioraffinering og missionerne i Grøn Forskningsstrategi. Det anbefales, at der tilføres yderligere midler til MUDP, EUDP, GUDP og Innovationsfonden til forsknings- og kapacitetsopbygning, udvikling, test og demonstration. Der skal sikres sammenhæng og synergi mellem de danske initiativer og den indsats der foregår i EU. Nye teknologier der udnytter hele bioressourcens potentiale skal understøttes af gunstige rammevilkår.

### 4

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er et stort og uforløst innovations- og udviklingspotentiale i kaskadeudnyttelsens mellemste led.

Der er behov for at udvikle, demonstrere og opskalere raffineringsteknologier, der kan producere materialer, tekstiler og kemikalier fra halm, træbiomasse og fiberfraktionen fra grøn bioraffinering, samtidig med at der produceres et restprodukt, der kan anvendes i kaskadens nederste lag. Derfor bør der prioriteres midler fra f.eks. MUDP, EUDP, GUDP og Innovationsfonden til udvikling, test og demonstration. En styrket indsats bør ske i sammenhæng med EU-programmer.

## 5

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er brug for, at kaskadeudnyttelsens nederste led (pyrolyse og HTL) udvikles og kommercialiseres som integrerede industrielle symbioser.

Det er afgørende, at der tages hensyn til bl.a. recirkulering af næringsstoffer, herunder fosfor, og til opnåelse af målsætninger om genanvendelse og kulstoflagring. Rammevilkår for biogas, CO<sub>2</sub>-genanvendelse, kulstoflagring og Power-to-X bør indrettes, så det sikres, at ressourcens fulde potentiale udnyttes.

### Arealanvendelse og bioressourcer

## 6

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at hensyn til natur og biodiversitet i den samlede arealanvendelse vil komme under stort pres, når efterspørgslen efter bioressourcer stiger, og at hensyn til beskyttelse og benyttelse på samme areal kun i begrænset omfang kan kombineres.

Derfor anbefaler Det Nationale Bioøkonomipanel, at hensyn til natur og biodiversitet sikres inden for rammerne af f.eks. mål for natur- og biodiversitet, der er fremsat af EU-Kommissionen.

## 7

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er et potentiale på 2-3 mio. tons tørstof, hvis der omlægges 200.000 ha vårkornafgrøder til flerårige afgrøder, bælgplanter, roer og sædskifter med lang vækstsæson.

En sådan omlægning kan medføre positive miljø- og klimaeffekter, samt gøre det muligt at frigive arealer til andre formål. Der skal indføres incitamentter for landbrugerne til omlægningen, f.eks. som del af den nye arealbaserede kvælstofreguleringsmodel for landbruget, der forventes at træde i kraft i 2026, og som skal bidrage til indfrielsen af en forøget kvælstofreduktionsindsats. Et vigtigt reguleringsinstrument er tilskuddene i CAP, den fælles landbrugspolitik.

## 8

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er et uudnyttet potentiale på op til 1,5 mio. tons tørstof i halm. Potentialet kan realiseres uden at gå på kompromis med jordkvaliteten eller kornudbyttet.

Potentialet realiseres i takt med at markedstrækket stiger, mens der samtidig fokuseres på at forbedre forhold vedrørende bjærgning, logistik og markedsføring. Der anvendes kendte kornsorter med større halmudbytte og satses på yderligere sortsudvikling. På kort sigt bør der afsættes 20 mio. kr. til forsknings- og udviklingsprojekter inden for forædling, monitorering og logistik i halmværdikæden.

# 9

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at høst af efterafgrøder (anden afgrøde) har et bioessourcepotentiale på ca. 1 mio. tons tørstof.

Disse afgrøder kan indgå i alle kaskadeudnyttelsen forskellige lag. Derfor anbefales det, at dyrkning og høst af efterafgrøder stimuleres med incitament, samt at der afsættes midler til forskning og udvikling.

# 10

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at skovdrift har et meget vigtigt potentiale for at levere attraktive bioressourcer til kaskadeudnyttelsens mellemste led, og dermed til byggesektoren, tekstiler og materialer.

Selvom skovarealer med skovdrift som hovedformål kan have nogen værdi for de almindeligste arter i Danmark, er urørt skov og produktionsskov to forskellige ting. Udlægning af urørt skov er en forudsætning for at styrke dansk biodiversitet, og dermed leve op til Danmarks forpligtelser ift. EU's biodiversitetsstrategi. De samfundsøkonomiske gevinster, der kan opnås ved de forskellige former for skovrejsning, bør analyseres nærmere. Der bør samtidig gennemføres udviklings- og demonstrations-tiltag inden for fremtidige nye anvendelser af træbiomasse.

# 11

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er et stort uudnyttet potentiale i øget indsamling, behandling og recirkulering af husdyrgødning, spildevandsslam og bioaffald i kaskadeudnyttelsens nederste led.

Derfor anbefaler panelet, at der sættes en målsætning for, hvor store dele af denne bioessource, der skal behandles i kaskadens nederste lag, samt for recirkulering af næringsstoffer, herunder særligt fosfor. Målet skal understøttes af incitament, så det fulde potentiale for recirkulering, genanvendelse CO<sub>2</sub>-opsamling og kulstoflagring opnås.

## Samarbejde

# 12

Det Nationale Bioøkonomipanel bakker op om, at der udarbejdes en dansk proteinstrategi, med konkrete mål og indsatser.

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer endvidere, at strategien bør omhandle alle kilder til fremtidig proteinforsyning, herunder alternative proteiner så som planter, svampe, bakterier, alger, restprodukter, insekter, søstjerner og andre blå biomasser. Det Nationale Bioøkonomipanel anbefaler, at der afsættes midler til et nationalt proteinpartnerskab, som kan koordinere

indsatser på tværs af minister- og markedsområder, og samtidig sikre udsyn og samarbejde med andre lande, især inden for EU.

# 13

Det Nationale Bioøkonomipanel anbefaler, at der arbejdes målrettet, gennem konsortiesamarbejder (industri og offentlig forskning/teknologi/innovation), for at få andel i de EU-midler, der udbydes til inden for bioøkonomi.

Det kan f.eks. være til finansiering af udvikling af nye typer bioraffinering og kaskadeudnyttelse, nye biobaserede produkter eller til etablering af demonstrations- eller fuldskalaanlæg til udnyttelse af bioressourcens fulde potentiale. Dette følges op af afdækning af muligheder for yderligere, supplerende finansiering.

# 14

Det Nationale Bioøkonomipanel anbefaler et styrket internationalt samarbejde om forbedret anvendelse af de globale bioressourcer, således at de samlede bæredygtighedseffekter, der opnås i Danmark udbredes globalt.

Det kan f.eks. være ved, at Danmark indgår i samarbejder med lande der producerer store mængder bioressourcer, som f.eks. Brasilien, Indien og Kina. Konkret foreslås, at det grønne strategiske partnerskab med Indien udvides til også at omfatte bioøkonomi; og at Danmark tager initiativ til at indgå samarbejder med relevante aktører,

institutioner og myndigheder i afrikanske lande, med fokus på vidensdeling og teknologiudvikling for forbedret anvendelse af lokale bioressourcer, til mad, sundhed og lokal udvikling. Et styrket internationalt samarbejde giver eksportmuligheder til danske virksomheder.



# Appendiks 1:

## Medlemmer af Det Nationale Bioøkonomipanel

Asbjørn Børsting (formand)

DAKOFO

Anders Frandsen

Dansk Skovforening

Andreas de Neergaard

Roskilde Universitets Center

Anne Maria Hansen

Teknologisk Institut

Bjarke Bak Christensen

DTU

Bjarke Flytkjær Vestergaard

Økologisk Landsforening

Bo Jellesmark Thorsen

Københavns Universitet

Carsten Rahbek

Københavns Univeristet

Henrik Jørgen Andersen

Arla Foods

Irini Angelidaki

DTU

Katherine Richardson

Københavns Universitet

Katrine Lindegaard

3F

Kim Grøn Knudsen

Topsøe

Kristine van het Erve Grunnet

Dansk Energi

Lars Visbech Sørensen

Food and Bio Cluster

Lene Lange

LLa-Bio-Economy

Louise Bünemann

Dansk Industri

Marianne Ladekarl Thygesen

Dansk Erhverv

Mette Lübeck

Aalborg Universitet

Rikke Lundsgaard

Danmarks Naturfredningsforening

Uffe Jørgensen

Aarhus Universitet

# Appendiks 2:

## Medlemmer af virksomhedsgruppen (nedsat af panelets formand):

Arla Foods

Henrik Jørgen Andersen

Biogas Danmark

Bruno Sander

BioRefine Denmark

Vagn Hundebøll

CP-Kelco

Jørn Stryger

Energinet

Anders Bavnhøj Hansen

Maersk Line

Jacob Zeuthen

Nature Energy

Lars Rosgaard Sørensen

Novozymes

Claus Crone Fuglsang

SkyClean

Peder Nickelsen

Topsøe

Kim Grøn Knudsen

Vestjyllands Andel

Steen Bitsch



