

Foreløbige anbefalinger

*

Bioressourcer til grøn omstilling

*

August 2022

Det Nationale Bioøkonomipanel

Forord

Overordnet set er det panelets budskab, at bioressourcerne er knappe, og fremtidens efterspørgsel forventes at blive meget høj. Landbrugsproduktionen skal derfor effektiviseres på produktionsarealerne, så den samlede produktion sikres på et mindre areal, således at der kan frigøres arealer til hhv. klimatiltag og rene natur- og biodiversitetsformål. 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. Omstillingen er ikke nem, og vil kræve store investeringer, men den er nødvendig og kan give gevinster på mange bundlinjer samtidig.

Ophæng og baggrundsanalyser

Som en del af *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* af 4. oktober 2021 blev Det Nationale Bioøkonomipanel gen-nedsat. Fødevareministeren 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. De endelige anbefalinger forventes overleveret til regeringen i oktober 2022.

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

Landbrugsaftalens syv principper:

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 drivhusgasser skal nedbringes mest muligt under hensyn til en fortsat bæredygtig udvikling af erhvervet, dansk landbrugs konkurrenceevne, sunde offentlige finanser, 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 arbejdspladser og bidrage til at producere gode, sunde, klima- og miljøvenlige og sikre fødevarer og derigennem fastholde 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 har løbende været drøftet på panelmøder, men foreligger først i endelig udgave i løbet af september 2022. I de foreløbige anbefalinger er scenarierne omtalt i faktabokse. Scenarierne viser mulige udfaldsrum ved forskellige ændringer i arealanvendelse og teknologiudvikling. Scenarierne har også indarbejdet forskellige grader af hensyn til miljø, klima (ekstensiveringsscenario), forskellige grader af udbytte- og anvendelsesoptimering (biomassescenario) og har forskellige udfaldsrum ift. de fremtidige behov for afgrøder til foder.

Vision og anbefalinger

For at bidrage til at realisere de store potentialer i den bioøkonomiske omstilling, har Det Nationale Bioøkonomipanel følgende vision og foreløbige anbefalinger til regeringen:

Vision for bioressourcer i den grønne omstilling:

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 fødevarersektoren 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.

Anbefalinger:

- 1) Der udarbejdes en national bioøkonomistrategi, der skal sætte retning for den videre udvikling af bioøkonomien i Danmark.
- 2) Der indføres økonomiske incitamenter, der fremmer udnyttelse af hele bioressourcens potentiale.
- 3) Der gennemføres store investeringer i udbygning og opskalering af bioraffinering og kaskadeudnyttelse.
- 4) Raffinering af biofibre til materialer og kemikalier udvikles og opskales.
- 5) Bioraffinering, biogas, pyrolyse og CCUS udvikles som industrielle symbioser.
- 6) Arealer med majs og kornafgrøder omlægges til bioraffineringsafgrøder med lav miljø og klimapåvirkning.
- 7) På arealer, som ikke omlægges til bioraffineringsafgrøder, optimeres den danske halmressource.
- 8) Hensyn til natur og biodiversitet prioriteres ved, at der tages produktionsarealer ud, som afsættes til rene natur- og biodiversitetsformål.
- 9) Efterafgrøder optimeres, høstes og anvendes som værdiskabende ressource i kaskadeudnyttelsen.
- 10) Anvendelse af bioressourcer fra skovene til nye formål fremmes.
- 11) En større andel af husdyrgødning, spildevandsslam og bioaffald kaskadeudnyttes.
- 12) Den kommende danske proteinstrategi udstikker en klar retning ved at indeholde konkrete mål og indsatser.

De foreløbige anbefalinger udfoldes yderligere 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 samtidig hjælpe os gennem den grønne omstilling, hvor 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 bioressourcerne fulde potentiale udnyttes. Det sker ved, at bioressourcerne først anvendes til højværdiprodukter, f.eks. fødevarer, foder og pharma. Restprodukter herfra udnyttes derefter til f.eks. materialer og kemikalier, hvorefter restproduktet herfra udnyttes til energiformål og kulstof opfanges, anvendes eller lagres, og næringsstoffer recirkuleres tilbage til produktionsarealerne.

Bioressourcerne rolle i den grønne omstilling handler også om at øge afgrøderne CO₂-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.

Brændende platform

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 Parisaftalens klimamålsætning (IPCC 2021), og at presset på biodiversiteten fortsat er alarmerende højt (IPBES 2019).

Der er politiske mål om at reducere miljøbelastningen, fremme natur og biodiversitet og mindske udledninger af drivhusgasser. Det er med Klimaloven besluttet at reducere udledningen af drivhusgasser i Danmark med 70 pct. inden 2030, hvilket skaber et behov for alternativer til 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, medicin 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 den 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) CO₂-fangst fra atmosfæren og fra punktkilder, hvor CO₂-koncentration er høj. Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer dog, at CO₂-fangst direkte fra atmosfæren formentligt ikke bliver kommercielt attraktivt i Danmark i større skala, da det kræver meget energi og plads.

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 2021 beskrives behovet for negative emissioner ved hjælp af forskellige scenarier, og anslås for landbruget at udgøre mellem 3,6 – 7,8 mio. tons CO₂e i 2050.

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.

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 affaldsfraktionerne med at få tilskrevet en lav klima- og miljøeffekt. Det Nationale Bioøkonomipanel mener, 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.

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 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 biogasanlæg, hvor næringsstofferne i den afgassede biomasse kan føres tilbage til jorden, hvilket er en meget vigtig forudsætning for den økologiske jordbrugsproduktion og -udvikling, samtidig med at metangassen kan ledes ud i gasnettet, og CO₂ fra afgasning udnyttes via f.eks. Power-to-X anlæg. Det sker på baggrund af forskellige mekaniske, kemiske, biologiske og termiske raffineringprocesser.

Bioraffinering og kaskadeudnyttelse er med andre ord afgørende for den grønne omstilling af vores samfund, og kan bidrage positivt til samfundsøkonomien. Biosolutions er et eksempel på de store potentialer, der findes i bioraffinering og kaskadeudnyttelse; de biologiske produkter i biosolutionssektoren er 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. biosolutions indenfor bl.a. enzymer, bakterie- og svampefermenteringer, samt direkte produktion og brug af svampe, tang 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.

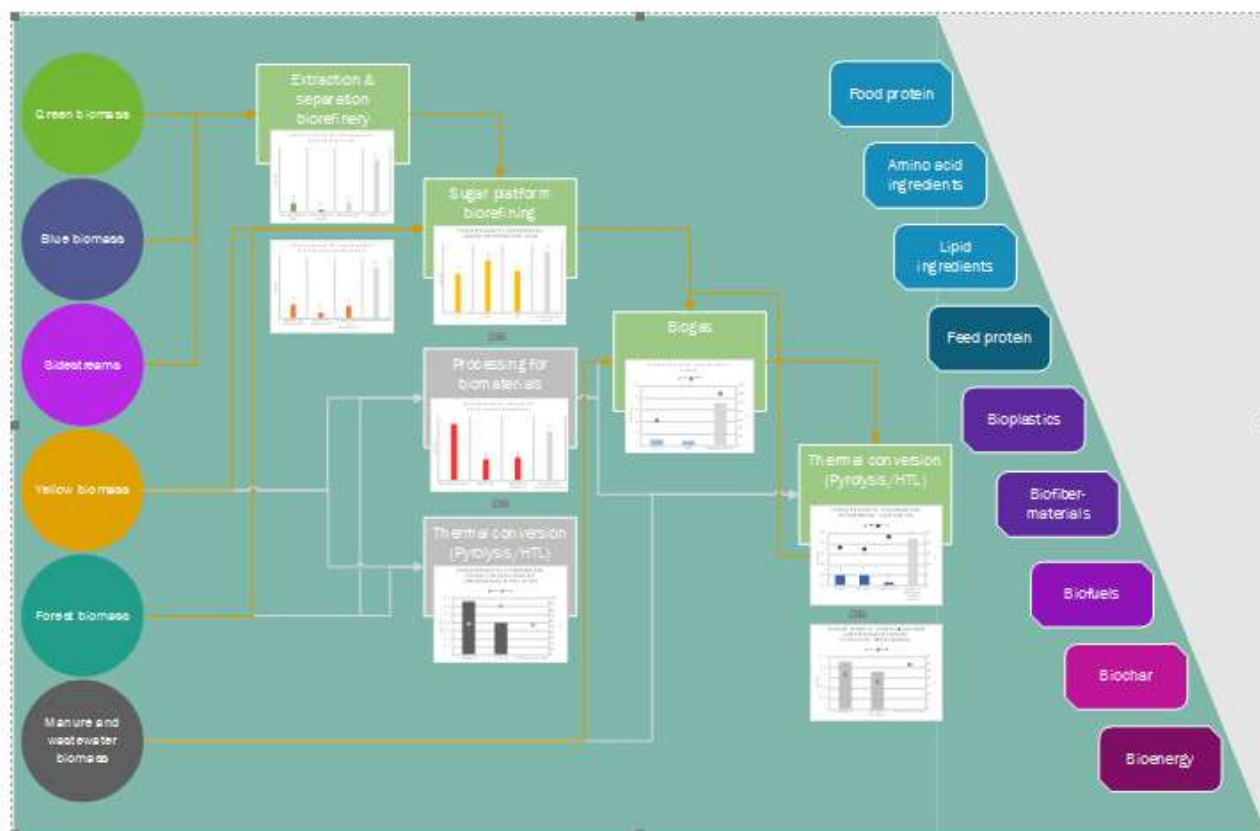
Kaskadeudnyttelsen af bioressourcerne kan opdeles i tre lag:

I *øverste kaskadelag* udnyttes bioressourcernes pharma-, fødevarer- og foderpotentialer. Ressourcerne er f.eks. primært fra græs og kløver, bælgeplanter, oliefrø, kartofler, roer og andre afgrøder, biomasse fra havet og industrielle organiske sidestrømme. Produkterne kan f.eks. være foder, 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 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. Samlet set er det kendetegnende ved bioressourcerne i midterste kaskadelag, at de har et højt indhold af svært omsættelige sukre og fibre.

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 medicin, foder, fødevarer 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 vil det nederste kaskadelag resultere i både biogas, biokul, bioolie, fjernvarme, CO₂ til kulstoflagring og gødning, der sikrer recirkulering af næringsstoffer.



Figur 2. Et bioraffineringsystem, der kaskadeudnytter bioressourcer er illustreret. Gule pile tegner et system for simultane processtrømme for in- og outputs fra forskellige bioraffinerings teknologier. De grå pile tegner alternative processtrømme til alternative teknologier for hver bioressource og reststrøm. Til venstre nævnes de produktkategorier, som er mulige at producere fra et sådant bioraffineringsystem (fra Ambye-Jensen, 2022).

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 af en række danske universiteter, at bioressourceudbyttet kan øges og samtidig kan 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.

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 fødevarerektoren 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 bl.a. 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 lavbundsborde, 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 foreløbige 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_{2e} pr. år.

Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er en række konkrete tiltag vedrørende arealanvendelse, der kan bidrage til at øge det samlede bioressourceudnytte 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
Total	22,39

Kilde: AU, 2022

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 ¹	1,5
Efterafgrøder	1
Bioressourcer fra skov	0
Industrielle restprodukter	1,3
Gødning, spildevand og bioaffald	2,5
Bioraffineringsafgrøder	2-3
I alt	8,3 – 9,3

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 biobrændstoffer.

¹ En del af halm potentialet 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.

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, men potentialet reduceres ved omlægning af arealer med kornafgrøder til flerårige bioraffineringsafgrøder. 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 som ”dobbeltafgrøde” med henblik på høst. Det kan f.eks. være, at efterafgrøderne udlægges tidligt, eller at hovedafgrødens 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 efterafgrøderne dyrkes for. Høst af efterafgrøder 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. Samlet set vurderes potentialet at være på 1 mio. tons tørstof pr. år i 2030. Her ligger således en ekstra bioressource, som ikke udnyttes i dag. Der er brug for yderligere forskning for at kvantificere klimaeffekten.

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. m³ træ til gavntræ (bl.a. til konstruktion, møbler, gulve) og 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

Bioressourcen fra husdyrgødning udgør i 2022 lidt over 3 mio. tons tørstof. Kun 25 pct. behandles i dag biogasanlæg og bliver dermed en del af en kaskadeudnyttelse. 75 pct. af husdyrgødningen recirkuleres direkte til landbrugsjorden som gødning uden opsamling af metan og kulstof. Dette giver en stor udledning af klimagasser til atmosfæren. Bioaffald fra husholdninger og industri udgør sammen med spildevandsslam et yderligere potentiale på 0,5 mio. tons tørstof, der allerede i dag udnyttes i biogasanlæg eller recirkuleres på landbrugsjorden.

Husdyrgødning, spildevandsslam og bioaffald er bioressourcer, der ikke har et foder- eller fødevarepotentiale. 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.

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

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. Begünstiget 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.

Mikroalger og insekter

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

Bioraffineringsafgrøder

Der er et potentiale for at øge de danske bioressourcer ved at anvende mere kulstofeffektive afgrøder på dele af de danske arealer. I scenarierne fra en række danske universiteter, 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 efterfølgende 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 reducere tab af nitrat og fosfor til vandmiljøet. Dermed sikres oftest en større kulstoflagring i jorden. Endelig er pesticidforbruget langt lavere i græsafgrøder end i kornafgrøder. Det er disse sidegevinster, som kan bidrage til at opfylde flere målsætninger samtidigt.

Fordi bioraffineringsafgrøderne ikke umiddelbart kan bruges til helt samme formål, som de afgrøder, de erstatter, skal der opbygges en raffineringskapacitet og værdikæder, der skaber et markedstræk efter bioraffineringsafgrøderne, og omdanner dem efter kaskadeprincippet til både fødevarer, foder, 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, bliver danske arealer i høj grad anvendt til stivelsesafgrøder som korn og majs, mens protein til foder importeres 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 at være sårbar, da det globale udbud af økologisk foderprotein er begrænset, ligesom der er ønske fra erhvervet og forbrugere om mere 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 bælgeplanter, samt en del fra andre kilder som insekter, svampe, alger og mikrobielle processer som f.eks. fermentering.

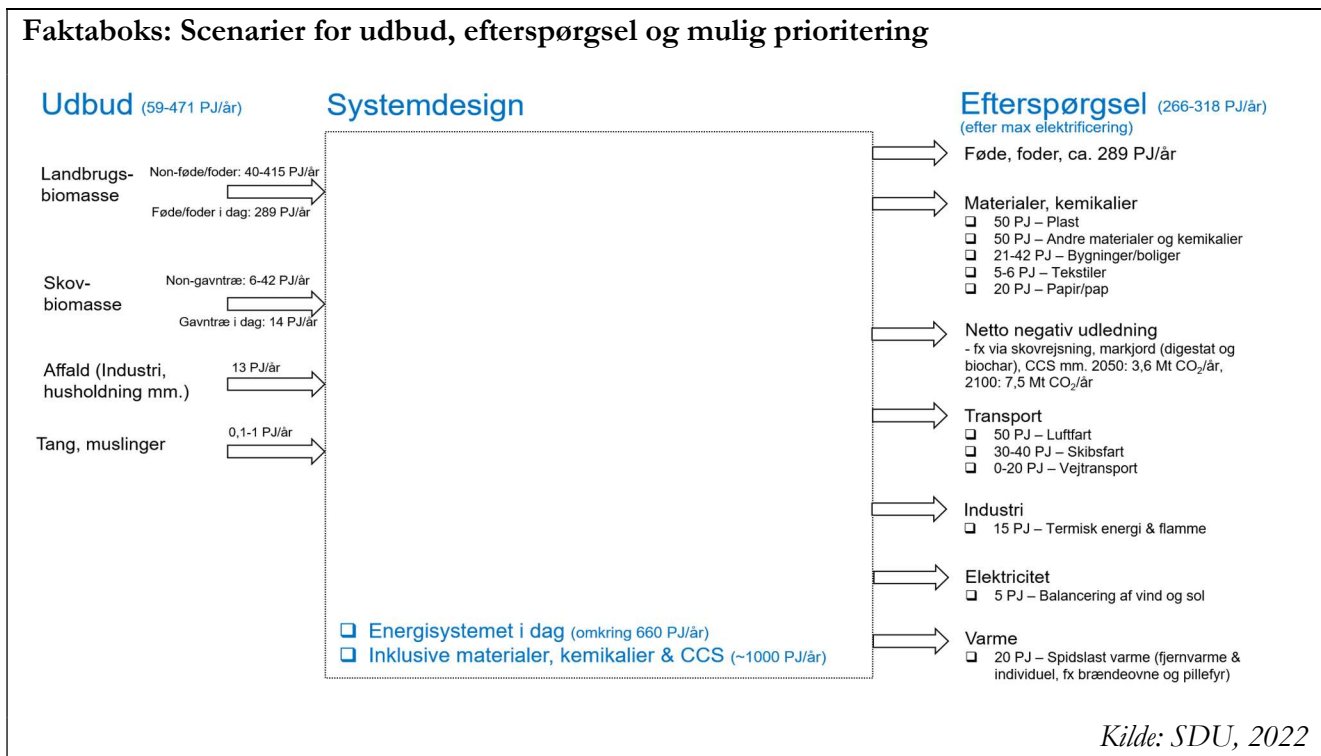
Siden 2018 har flere virksomheder og brancheorganisationer taget en række initiativer, der styrker grundlaget for at øge den danske proteinforsyning. Samtidig er der stillet finansiering til rådighed til proteinområdet fra bl.a. Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram (GUDP), Den Grønne Forskningsstrategi,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

4. Prioritering

Det er Det Nationale Bioøkonomipanel udgangspunkt, at udviklingen af bioøkonomien som udgangspunkt skal være markedsbaseret. Men markedet fungerer ikke perfekt, så panelet mener derfor, at der er brug for, at eksisterende og nye tilskuds- og støtteordninger balanceres, så udviklingen ikke skævvrides, men sker med så stor gevinst for den samlede samfundsøkonomi som muligt. På grund af knaphed af bioressourcer er det nødvendigt både at gennemføre en meget omfattende elektrificering og at udnytte mulighederne i de fornybare, ikke kulstofbaserede energikilder som brint og ammoniak fuldt ud.

De knappe bioressourcer skal anvendes, hvor de dårligst kan erstattes af andre ressourcer fra f.eks. vind og sol. Denne prioritering skal ske på tværs af sektorer og ministerområder, og skal afspejle anbefalingerne fra Det Nationale Bioøkonomipanel. Samlet set bør dette håndteres inden for rammerne af en national bioøkonomistrategi.

I scenarier udarbejdet for Det Nationale Bioøkonomipanel er der fremlagt et overblik over sektorer og formål, hvor adgangen til bioressourcer og kulstof er afgørende.



Det Nationale Bioøkonomipanel bakker op om international handel, men 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:

”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 CO₂ fra biomasse, bruge store mængder kulstof fra biomasse til grønne brændstoffer og samtidig nedbringe forbruget af biomasse til et globalt bæredygtigt niveau” (Klimarådet, Statusrapport, 2022).

5. anbefalinger

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.

Bioraffinering og kaskadeudnyttelse

2) Det Nationale Bioøkonomipanel anbefaler, at der indføres økonomiske og reguleringsmæssige incitamenter, 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. Incitamenter kan f.eks. være indførelse af BAT-krav (*Best Available Technology*), eller ved at målrette afgifter eller tilskud knyttet til produktionens miljøeffekter, så de giver incitament til, at en ressource med foder- eller fødevarerpotentiale ikke nedgraderes, hvis det samfundsøkonomisk set bør undgås. Incitamenter til udnyttelse af bioressourcernes potentiale bør indgå i Grøn Skattereform.

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. pharma, foder, sundhed, fødevarer og industriel anvendelse. 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. I scenarierne udarbejdet for Det Nationale Bioøkonomipanel vurderes bioressourcepotentialet fra industrielle restprodukter i Danmark at udgøre op til 1,3 mio. tons tørstof.

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 og kemikalier fra halm, træbiomasse og fiberfraktionen fra grøn bioraffinering, samtidig med at der produceres et restprodukt, der kan anvendes til PtX-produkter og i kaskadens nederste lag. Derfor bør der prioriteres midler fra f.eks. MUDP, EUDP, GUDP og Innovationsfonden til udvikling, test og demonstration.

5) Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er brug for, at kaskadeudnyttelsens nederste led (biogas, pyrolyse og HTL) udvikles og kommercialiseres som integrerede industrielle symbioser, der understøttes af gunstige rammevilkår for både etablering, produktion og drift. Det er afgørende, at der tages hensyn til bl.a. recirkulering af næringsstoffer, herunder fosfor, og til opnåelse af målsætninger om genanvendelse og CO₂-lagring. Støtte til biogas, CO₂-lagring og Power-to-X bør indrettes, så det sikres, at ressourcens fulde potentiale udnyttes.

Arealanvendelse og bioressourcer

6) Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der er et potentiale på 2-3 mio. tons tørstof, hvis der omlægges 200.000 ha 1-årige kornafgrøder til bioraffineringsafgrøder, herunder bl.a. 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. Målet bør understøttes af en effektiv omlægningsordning, 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.

7) Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at der på de arealer, der ikke omlægges til bioraffineringsafgrøder, 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.

8) 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.

9) Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer, at høst af efterafgrøder har et bioressourcepotentiale på ca. 1 mio. tons tørstof. På kort sigt vurderes efterafgrøderne at være velegnet til kaskadeudnyttelsens nederste lag, men på sigt bør efterafgrøder indgå i kaskadens øverste lag, sammen med deciderede bioraffineringsafgrøder. Derfor anbefales det, at dyrkning og høst af efterafgrøder stimuleres reguleringsmæssigt, 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 sikre dansk biodiversitet, og 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 demonstrationstiltag 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 bioressource, der skal behandles i kaskadens nederste lag. Målet skal understøttes af incitament, så det fulde potentiale for recirkulering, genanvendelse og CO₂-lagring opnås.

12) Det Nationale Bioøkonomipanel bakker op om, at der udarbejdes en dansk proteinstrategi. Det er vigtigt, at strategien indeholder konkrete mål og indsatser. Det Nationale Bioøkonomipanel vurderer endvidere, at strategien bør omhandle alle kilder til fremtidig proteinforsyning, herunder planter, svampe og insekter, og at der afsættes midler til et nationalt proteinpartnerskab, der kan koordinere indsatser på tværs af minister- og markedsområder, og samtidig sikre udsyn og samarbejde med andre lande, især inden for EU.