

# Bedre brug af de globale biologiske ressourcer kan give stor effekt – en overset mulighed for reduktion af CO<sub>2</sub>, øget sundhed, mindsket biodiversitets tab, lokal jobskabelse og forbedrede levevilkår i Afrika og andre lav- og mellemindkomstlande

Temanummer: Danmarks udviklingssamarbejde: muligheder i en udfordret verden



**LENE LANGE**

Professor (f),  
ph.d. & dr.scient.,  
"LL-BioEconomy"  
lene.lange2@gmail.com

## Forslag til nyt indsatsområde for klima- og udviklings-Partnerskaber

I den internationale klimadebat medtages ikke det store uudnyttede spild af biologiske ressourcer, der er i landbrug og fødevareproduktion. Alt det, der nu spildes, udgør et kæmpe potentiale for klima, biodiversitet og mere mad til en voksende global befolkning; især vigtigt de steder, hvor fødevareproduktion trues af klimaforandringer. Med nye biologiske processer, ikke kemisk procesering, men bioraffinering, dvs. omdannet vha mikroorganismer og deres enzymer, kan der produceres mad, foder og materialer fra de mange typer af biologiske ressourcer, der nu spildes (se boks 1). Det åbner for signifikante fordele for både klima, miljø og mennesker inklusive CO<sub>2</sub>-reduktion, arealbesparelser, øget produktion af sunde fødevarer, forbedrede levevilkår også i landområder, og mere plads til biodiversitet. Og det er store tal og volumener, der er tale om. Misbruget af de biologiske ressourcer er overvældende: Globalt set går 34% tabt som madspild (FAO, 2018), ligesom der spildes eller underudnyttes yderligere ca 20% som side- og reststrømme fra fødevareproduktionen. De to tal, altså godt halvdelen tilsammen, er næsten de samme for alle dele af verden. I lav- og mellemindkomstlande tabes mest på marken og under opbevaring, mens tabet i de rige lande er størst i detailledet og hos forbrugeren.

Ud over opgradering af processpild kan ny viden om biomassenedbrydende enzymer åbne for, at de afgrøderester, der før ansås som "ikke-mad" pga. det store fiberindhold, kan blive til velsmagende og næringsrig mad til mennesker og til tarmsundt foder til etmavede dyr (grise, kyllinger og fisk). Behandling med enzymer og mikroorganismer kan nemlig åbne de fiberstrukturer, som ellers kun dyr med fire maver kan fordøje. Yderligere, ved kaskadeudnyttelse, hvor man udnytter alle dele af plantematerialet bedst muligt, kan også restfraktionen fra en sådan enzymatisk proces bruges til andre produkter, f.eks. biobaserede materialer, kemikalier og biobrændstof, der kan re-placere fossilt-baserede produkter og til jordforbedring, til erstatning for kunstgødning.

En yderligere fordel ved udnyttelse af afgrøderester er, at den vidt udbredte praksis om afbrænding af afgrøderester på marken kan stoppes. Afbrænding af afgrøderester er ikke kun spild af ressourcer, men også kilde til alvorlig luftforurening med sundhedsskadelig effekt i mange lav- og mellemindkomstlande.

Men måske den allervæsentligste værdiskabelse, fra bedre brug af de biologiske ressourcer, er de socioøkonomiske fordele, det indebærer. At producere nye produkter fra det, der før blev spildt, er en stor mulighed for rurale områder. Opgradering af ”available, accessible & affordable” rest-biomasser (f.eks. afgrøderester og side-strømme fra lokal agroindustriel produktion – se Boks 1), kan blive til nye værdikæder, der kan være med til at generere jobs lokalt. Der bliver her mulighed for iværksætterier for mange typer talenter og entreprenører. Måske dette er det stærkeste kort, vi overhovedet har, for at forbedre levevilkår i landområder, truet af klimaforandringer?

*Boks 1 Eksempler på nogle af de agro-industrielle sidestrømme, der endnu ikke udnyttes til deres fulde potentiale*

- Eks 1:** Opgradering af sidestrømme fra mejeri-sektoren til højværdi, proteinrige fødevaringredienser
- Eks 2:** Opgradering af rapskage til fødevarer eller fødevaringrediens
- Eks 3:** Opgradering af sidestrømme fra bryggeri-sektoren til fødevarer produkter
- Eks 4:** Opgradering af sidestrømme fra mølteri-sektoren til fødevarer produkter
- Eks 5:** Opgradering af Biotek virksomheders mikrobielle biomasse side-strøm
- Eks 6:** Fra sidestrømme til Højværdi produkter, med på påvist effekt på tarmsundhed (sundhed og reduceret behov for antibiotika i industriel kødproduktion)
- Eks 7:** Styrkelse af planters robusthed, der fører til reduceret behov for pesticider. Nuværende pesticid forbrug er en af de allerskadeligst enkelt årsager til tab af biodiversitet
- Eks 8:** Opgradering af afskær, hoved, ben og hale fra fisk
- Eks 9:** Opgradering af ekstraktions-pulp fra produktion af stivelse og sukker fra cassava, yams, søde kartofler etc
- Eks 10:** Opgradering af presse-pulp efter ekstraktion af olie fra oliefrø (solsikker, raps, olie etc)
- Eks 11:** Opgradering af presse pulp efter produktion af juice (appelsin, æbler, kirsebær, solbær etc)
- Eks 12:** Opgradering af frugtkød fra kaffe-frugter
- Eks 13:** Omdannelse af kaffegrums, fra instant coffee og efter kaffebrygning, til substrat til at dyrke spise-svampe på
- Eks 14:** Opgradering af overskud af rene fødevarer via bakterie og eller svampe fermentering
- Eks 15:** Omdannelse af den mikrobielle biomasse fra spildevandsrensning til fosfor-rig biobaseet gødning; og til ny type af mikrobielt baseret læder

På trods af disse mange muligheder, som bedre brug af de biologiske ressourcer åbner for, så er dette positive, konkrete og veldokumenterede perspektiv så godt som fuldstændig negligeret af de globale planer for, hvordan vi kan afhjælpe den polykrise-situation, verden står overfor – og lige snart midt i. Danmark har gode muligheder for at bidrage til at få sat dette på den globale dagsorden.

## Relevans og hastende for Afrika og andre lav- og mellemindkomstlande

I store dele af verdens lav- og mellemindkomstlande er klimaforandringer en alvorlig trussel mod fødevarerproduktion og -forsyning. Konkret forårsaget gennem årelange tørkeperioder, typisk afbrudt af jorderosion og tab af afgrøder på grund af skybrud og oversvømmede marker. Det ubærlige er, at sultkatastrofer kan opstå samtidig med at lokal agroindustriproduktion, f.eks. stivelse (fra kassava, yams, søde kartofler), planteolie, frugtjuice, kakao og kashewnødder (plus fiskeri), efterlader bunker af rådne organisk affald. Affald, som fører til både emissioner og forurening af vandmiljøet. Men lokal fødevarerproduktion kan blive større, hvis rester og spild opgraderes til værdiskabende produkter, inklusiv sund og næringsrig mad og foder. Det kan gøres gennem kendte biologiske processer (enzymmer og mikroorganismer), med begrænsede omkostninger til sådanne nye værdikæder, da udgifter til logistik i forbindelse med høst, indsamling og transport af feedstock og første processerings-step i fabrikken allerede er betalt for, ligesom emissioner ligger i primærproduktionen. Den gode nyhed er, at vi nu har udviklet fermenterings-teknologi til at omdanne afgrøderester fra ris (strå og skaller) til sundt foder, der ikke skader dyrenes gummer.

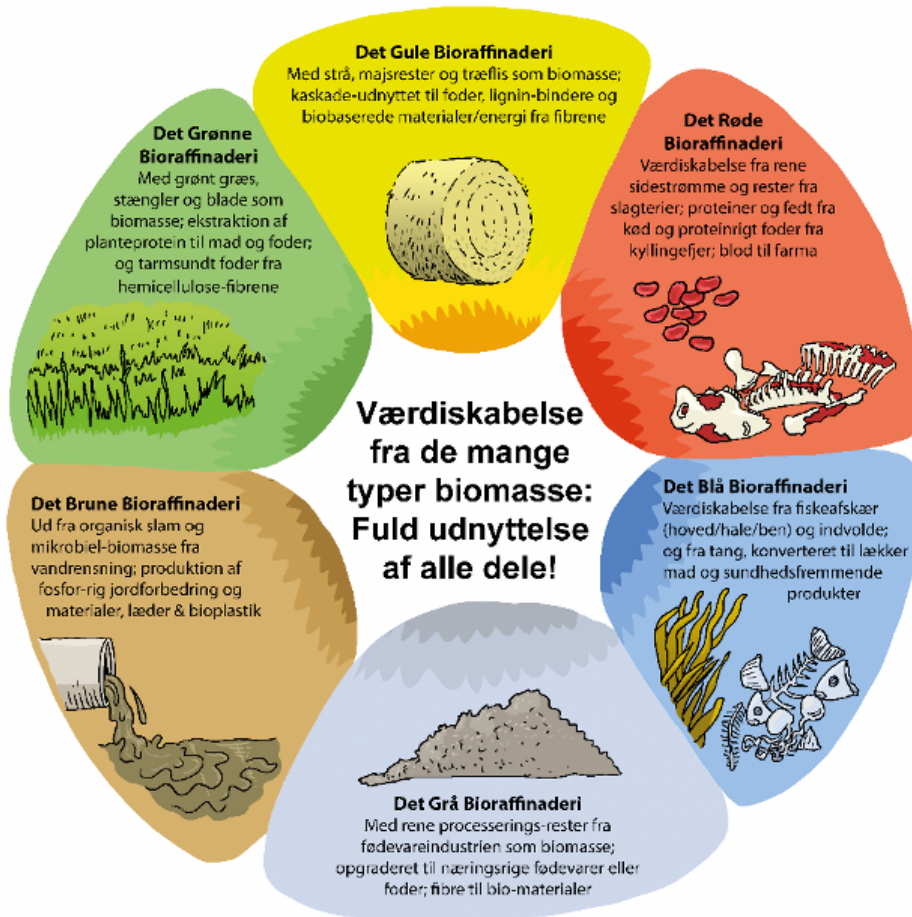
Danske industrier og offentlig forskning er i front inden for biobaserede løsninger som opgradering af spild og sidestrømme, der bygger på brug af enzymer og mikroorganismer. Det gælder ikke mindst de to verdensførende industrivirksomheder Novozymes og Chr. Hansen, der fusionerede til Novonosis' i 2023. Dansk biotekindustri står nu endnu stærkere, specielt set i lyset af, at kombineret brug af enzymer og mikroorganismer sammen med nye gen-editeringsteknologier) kan åbne for endnu bedre udnyttelse af de biologiske ressourcer: produkter, anvendelser og markeder. Tilsvarende er der en meget stærk biomasserelateret enzymforskning på danske universiteter.

## EU-satsning, 2014-2021 på udvikling af teknologier til værdiskabelse fra spild

Under EU-Horizon2020 satsede EU stort på at opbygge teknologier til bedre brug af de biologiske ressourcer: I BBI-JU, et industriledet EU-forskningsprogram på i alt 3,7 milliarder euro, udvikledes EU "Circular & Biobased"-området fra kun at fokusere på halm omdannet til biofuel til at inkludere alle typer af biomasse (fra skov, landbrug, fiskeri, slagteri og mølleri), hvor man ikke kun udnytter energiindholdet, men opgraderer alle dele af biomassen til deres fulde potentiale (se Fig. 1). Der kan således produceres både protein til mennesker og sundt foder til dyr plus biobaserede materialer, biogas og jordforbedring. Den rådgivende videnskabelige komite til BBI-JU udgav en oversigtsartikel (Lange et al., 2021) som gav oversigt over, hvad der var opnået mellem 2014 og 2021. I det arbejde kunne vi konkludere, at EU var blevet globalt førende inden for teknologier til at opgradere alle typer af biomasse til

deres fulde potentiale. Men allerede i 2022 fik andre store globale spillere øje på biomassernes store potentiale.

Figur 1. En oversigt, med instruktive farvekoder over de mange typer på endnu ikke udnyttede biologiske restprodukter; og eksempler på de værdikæder/produkter, der kan produceres fra de pågældende restprodukter; Farvekoden refererer til farven af biomassen, gul (fx halm), grøn (fx græs), slagteraffald (fx ben og blod), blå (fra havet); brun (spildevand og slam); grå/kaldes også hvid (industrielle sidestrømme)



## International udvikling af bioøkonomien fra 2022-2024

Den globale situation inden for bioøkonomien ændrede sig signifikant i perioden 2022-2024. Denne udvikling er af afgørende betydning for Danmark - og for hele EU. De mest markante bioøkonomiske paradigmeskift skete i USA, Kina og Indien.

I den grønne Biden-satsning, "Inflation Reduction Act" (2022) gav USA for første gang prioritet til at rester og sidestrømme bliver omdannet, ikke kun som tidligere til biobaseret brændstof og biobaserede materialer, men også til højværdiprodukter, fødevarer ingredienser, ernæring og sundhed. Denne nye grønne strategi styrkes af, at der følger penge med til at skabe et attraktivt investeringsmiljø. Det er godt for klimaet og for USA – ikke mindst for jobskabelse og økonomisk udvikling – men udgør også en trussel specielt for EU. Det indebærer en reel risiko for, at de nye, innovative teknologier, produkter

og løsninger inden for bioteknologi og bioøkonomi, udviklet i EU, flytter opskalering og kommercialisering til USA. Dette ville betyde tab af EU's investering og levner ikke meget håb for prioritering af proaktiv vidensdeling til gavn for bedre udnyttelse af de biologiske ressourcer i Afrika.

På samme vis giver den nye 5-årsplan, der blev præsenteret i oktober 2022 af Xi Jin Ping, høj prioritet til opgradering af underudnyttet biomasse. Den tidligere 5-årsplan indeholdt bioøkonomi, men udelukkende fokuseret på 'Biomass to Biofuel', altså ikke fuld udnyttelse af biomassens potentiale, inklusive sundhed og højværdiprodukter. Dette paradigmeskift må forventes at føre til markante fremskridt for den cirkulære bioøkonomi i Kina. Jeg tror og forventer, at det kommer til at gå hurtigt. De kinesiske forskergrupper har været opmærksomme på meget mere end biofuel over en længere årrække, og lokal, decentral og nøjsom udnyttelse af de biologiske ressourcer passer godt til kinesiske traditioner i landområderne. Desuden er behovet for mere mad og foder i Kina enormt. Kina har som bekendt et stort mismatch mellem befolkningens størrelse og den lave procentdel af deres land, der er dyrkbar. Set i dette perspektiv vil det give mening for EU og Danmark at samarbejde med Kina om bedre udnyttelse af deres biologiske ressourcer, da Danmark har teknologier af relevans for landets implementering af dets nye 5-årsplan. Og bedre udnyttelse af Kinas egne biologiske ressourcer vil potentielt kunne reducere landets import af ubearbejdet biomasse fra Indonesien, Afrika og Sydamerika. Bemærk, at samarbejdet kan gennemføres på basis af den viden og teknologier, der allerede ligger i det offentlige rum.

Der er samtidigt meget spændende nyt fra Indien angående bioøkonomien. Indien havde i 2023 formandskabet for G20-samarbejdet, en rolle, der blev udnyttet til at producere bemærkelsesværdige G20-Presidency-dokumenter, der varsler en stærk satsning inden for bioøkonomien. Disse dokumenter, publiceret i juli 2023, beskriver visioner for den rolle, som cirkulær, biobaseret økonomi kunne spille i de kommende år. Dokumenterne er skrevet i regi af samarbejde mellem G20-landenes miljø- og forskningsministerier (G20, 2023). Det danske myndighedssamarbejde med Indien indeholder flere landbrugsrelevante fokusområder, men indtil nu ikke med fokus på bedre brug af alt det, der nu spildes i Indien af de biologiske ressourcer. Men spændende at den danske ambassades innovationscenter (fra 2022 i Bangalore) har startet flere initiativer inden for cirkulære, biobaserede produkter. Yderligere offentliggjorde Modi en føderal bioøkonomisatsning, "Mission Bio-Manufactory" i 2023. Denne nye aktivitet er resort-placeret i det for bioøkonomien mest relevante føderale ministerium, DBT, Department of Biotechnology.

## **EU og Danmarks respons til den internationale udvikling af bioøkonomien**

Mod slutningen af 2023 tog Europa-Kommissionsformanden, Ursula von der Leyen, et højniveauinitiativ til strategisk EU-tiltag inden for "Biotechnology

& Biomanufacturing”. Resultatet af dette initiativ afventes med spænding. Det haster med at rykke! Det er et udtalt håb, at den nye EU-Kommission vil indeholde en strategisk gennemtænkt forankring af det samlede bioøkonomi-råde. Det danske bioøkonomipanel, hvor jeg har haft fornøjelse af at være medlem af siden 2013, anbefalede i 2022, at Danmark skulle foreslå en udvidelse af det grønne strategiske partnerskab med Indien til også at omfatte bioøkonomien. Det næste sæt af anbefalinger fra bioøkonomipanelet kommer i foråret 2024. Yderligere pejlemærker er nu at få ”Bioeconomy og Biosolutions” på dagsordenen for det danske EU-formandskab i 2025. Her kunne der være en åbning for et klima- og udviklingspartnerskab også med Afrika?

## Forslag til, hvordan vi får kvantificeret effekt af opgradering af spild ift. klima, BNP og areal

Der er brug for tal for, hvilken effekt opgradering af spild har på reduktion af CO<sub>2</sub> (direkte og indirekte), på tilvækst af BNP (ved at skabe værdi fra hvad der før gik tabt) og på frigjort areal (ved at producere foder fra uudnyttede ressourcer). Udvikling af beregningsmodeller for sådanne, både direkte og indirekte effekter, vil med fordel kunne gøres på basis af danske bioressource-cases. Modellerne kunne herefter optimeres i partnerskabs-samarbejder til at vejlede prioritering og planlægning af bedre udnyttelse af de biologiske ressourcer i lav- og mellemindkomst-lande, hvor klimaforandringer truer fødevarerforsyning og levevilkår. Det Grønne BNP, lanceret januar 2023 af Peter Birch Sørensen (KU), inkluderer værdien af en række miljø- og naturtjenester og sætter BNP-tal på omkostningerne ved forurening, udledning af drivhusgasser og nedslidning af Danmarks naturkapital samt tal for gevinsten ved at investere i forøgelse af naturkapitalen.

BNP-effekt: Et nyt ”Positivt Grønt BNP” bør indeholde beregninger af, hvad der kan vindes ved at opgradere, hvad der nu spildes: pris per ton af de nye højværdi-produkter, produceret fra spild, fratrukket pris per ton for nuværende anvendelse af biomassen. Multipliseret med antal ton til rådighed i Danmark af den pågældende type biomasse. Yderligere værdiskabelse i form af jobs-skabelse etc. (beregning per branche).

### *CO<sub>2</sub> reduktion via cirkularitet og ressource-effektivitet inden for landbrug og fødevarerprocessering og forædling*

- Produktion af f.eks. foder fra, hvad der nu spildes (afgrøderester og proces-sidestrømme), har et signifikant lavere CO<sub>2</sub> fodaftryk end nyproducerede foderafgrøder, da spildbaseret foder ikke belastes af de emissioner, der kommer fra primærproduktionen (kunstgødning, energi til landbrugsmaskiner etc.). Sidestrømme er beregnet af TNO (teknologisk Institut, Holland) til totalt og globalt at være ca 20% af hele fødevarerproduktionen.

## Arealbesparelser opnået ved at producere foder fra spild

- Produktion af foder optager 78% af alt det dyrkede areal i Danmark: tilsvarende bruges cirka 75% af det globale dyrkede land til dyrefoder, foderafgrøder og græsningsarealer. Ved at producere foder fra det, der ellers ville have været gået til spildevand, svarende til bare 10% eller 20% af total foderproduktion, vil kunne frigøre betydelige landarealer. Disse arealer kunne bruges til øget produktion af plantebaseret mad, til skovrejsning eller til andre biodiversitets- og klimafremmende formål.

## Mikrobiom-viden giver forståelse af sammenhæng mellem mad, ernæring og sundhed

Den viden, vi har fået fra genom-sekvensering af tarm-mikrobiomet, har muliggjort, at der kan produceres, dokumenteret og evidens-baseret, tarmsunde fødevarer (og foder) fra de fiberrige plantebiomasse-rester, der nu spildes. Denne viden kan bruges til at udvikle sådanne sunde produkter fra sidestrømme og afgrøderester også i Det Globale Syd; ikke mindst på det afrikanske kontinent. Vi ved nu, hvilke korte sukker-oligoer der har sundhedsfremmende effekt. Vi ved også, hvilke tarmbakterier, der tilsvarende har positiv effekt på tarmsundheden. Og vi ved, hvilke typer bakterie- og svampefermenteringer, der giver anti-inflammatorisk effekt. Alle disse tre effekter, prebiotisk, probiotisk og anti-inflammatorisk, kan tilsammen styrke robusthed hos mennesker og dyr.

Sundt mikrobiom er så afgørende for folkesundhed på både kort og langt sigt, at det er en etisk forpligtigelse at sikre hurtig og effektiv vidensdeling af, hvordan vi konkret kan bruge sådan ny viden til at forbedre folkesundheden. Fig. 2 illustrerer, hvordan mikrobiom-sundhed påvirker sundhed for alt levende (One Health).

Figur 2 En oversigt over alle de områder, hvor mikrobiomet har afgørende betydning for sundhed og udvikling. Vidensdeling inden for mikrobiom-området er så afgørende vigtigt, at vi overtræder de basale etiske grundprincipper, hvis vi ikke agerer nu.



## Forslag til nyt indsatsområde for klima- og udviklingspartnerskaber med Afrika

Danmark har kompetencer og muligheder til at gå forrest i at etablere samarbejde mellem afrikanske og danske forskere om at udvikle processer til opgradering af alt det, der nu spildes eller underudnyttes af biologiske ressourcer i både Øst- og VestAfrika. Kernen er vidensdeling, både både syd/nord og nord/syd, kombineret med evnen til sammen at udvikle processer, der er optimerede ift de afrikanske afgrøder, afgrøderester og side- og spildstrømme. Det kan gøres uden at blive begrænset af patenter, da mængden af viden, der er tilgængelig i det offentlige rum, af relevans for upcycling af alt det, der nu spildes, er utroligt stor. Der er således mulighed for at udnytte de forskellige biomassers fulde potentiale implementeret som nye værdikæder lokalt, og dermed bidragende til lokale jobs til mange typer af færdigheder og interesser, samt generelt bidrag til øget velfærd og håb, lokalt, regionalt og globalt.

Fremtidige programsamarbejder skal bryde grænserne for de gængse biotek-, bioøkonomi- og biosolutions-samarbejder. Der skal samfundsfaglige kompetencer inden for økonomi med i partnerskaberne fra starten - fra begge sider - og der skal ligeledes inddrages viden om lokale socioøkonomiske og kulturelle forhold. Det hele skal bygge på en basis af solid indsigt i biomasse-feedstocks og bioprocessing. Ekspertise og kunnen på begge sider om optimeret, cirkulær brug af de biologiske ressourcer, der nu spildes, kan føre til upcycling via bioraffinering og biologiske løsninger producerende mere mad, sundhed og bedre plads til biodiversitet samt erstatning for fossilt-baserede materialer og -energi.

Det er afgørende og glædeligt at se, at der allerede gennem flere år er opbygget kvalificerede "Bioøkonomi" miljøer i både Afrika og i Danmark. Partnere, der allerede har deltaget i at opbygge BioInnovate (samarbejde om bedre brug af de biologiske ressourcer mellem 7 østafrikanske lande), og tilsvarende erfaring fra opbygning af fx forskningsmiljøerne i KNUST tekniske universitet i det nordlige Ghana. Og på den danske side er der både industriel og akademisk ekspertise inden for de relevante fagområder - mange af dem har allerede deltaget i opbygningen af EU's globale position inden for upcyclingsteknologier, circular & biobased bioprocessing og biosolutions produkter. Yderligere kan der trækkes på ministerielle kræfter i Afrika. Kenya gik således forrest med at udvikle og implementere et strategisk direktiv til at reducere eksport af biologiske råvarer og i stedet tage en større del af værdikædens merværdi ved opgradering i Kenya. Og i Danmark er der kompetencer inden for fagministerier, Fødevarer- og Landbrugs-, Miljø- og Erhvervsministerierne samt i Forsknings- og Udenrigsministeriet. Energistyrelsens store og lange erfaring med internationale myndighedssamarbejder om etablering af vedvarende energi i globale samarbejder kan der ligeledes bygges på. Tilsvarende er de danske innovationscentre og ambassadernes indsats for lokale grønne satsninger en kilde at trække på.



Syd/nord-klima og udviklingspartnerskaberne kan i næste etape udbygges til at inkludere et eller flere af de nordiske lande og i tredje etape udvides til at blive egentlige europæiske partnerskaber med mange lande i flere regioner i Afrika for klima, fødevarer, sundhed og biodiversitet samt biobaserede produkter til at erstatte fossilt-baserede materialer, jordforbedring og bio-energi. Novo Nordisk Fonden og Dansk Industris europæiske projekt (Biosolutions-alliance) har allerede banet noget af vejen for den indsats, jeg foreslår her.

Men allerførst skal vi starte med målbevidst og vedholdende at arbejde for at få sat bedre brug af de biologiske ressourcer på den globale dagsorden; specielt og af akut relevans for at sikre mad nok i de klimaudfordrede dele af Afrika. Det haster! Hvis vi ikke agerer meget snart, risikerer vi at ende i et næsten ubærligt paradoks, hvor der opstår egentlige sultkatastrofer, lokalt og regionalt, samtidig med at der er agroindustrielle sidestrømme, der rådner i kæmpestore bunker af organisk materiale. Materiale, der kunne have været brugt som basis for produktion af mere mad, sundhed og sundt foder. Når man ved, at noget er af afgørende vigtighed for andres liv og velfærd, er det et spørgsmål om etik; man har en forpligtigelse til proaktivt at samarbejde og dele viden (Lange et al., 2022).

## Referencer

1. FAO, 2019: *Global Food Waste Statistics*. Available online at: <http://www.fao.org/platform-food-loss-waste/en/>
2. Lange, L.; Connor, K.O.; Arason, S.; Bundgård-Jørgensen, U.; Canalis, A.; Carrez, D.; Gallagher, J.; Götke, N.; Huyghe, C.; Jarry, B.; Llorente, P.; Marinova, M.; Martins, L.O.; Mengal, P.; Paiano, P.; Panoutsou, C.; Rodrigues, L.; Stengel, D.B.; van der Meer, Y.; Vieira, H. Developing a Sustainable and Circular Bio-Based Economy in EU: By Partnering Across Sectors, Upscaling and Using New Knowledge Faster, and For the Benefit of Climate, Environment & Biodiversity, and People & Business. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* **2021**, *8*. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.619066>
3. G20, 2023: Research Ministerial Meeting Outcome Document and Chair's Summary  
Date: 05/07/2023. G20 Presidency: India.  
Level: Science and Technology Ministers/Ministers' Language
4. Lange, L.; Berg, G.; Cernava, T.; Champomier-Vergès, M.-C.; Charles, T.; Cocolin, L.; Cotter, P.; D'Hondt, K.; Kostic, T.; Maguin, E.; Makhalyanyane, T.; Meisner, A.; Ryan, M.; Kiran, G.S.; de Souza, R. S.; Sanz, Y.; Schloter, M.; Smidt, H.; Wakelin, S.; Sessitsch, A. Microbiome Ethics, Guiding Principles for Microbiome Research, Use and Knowledge Management. *Environmental Microbiome* **2022**, *17* (1), 50. <https://doi.org/10.1186/s40793-022-00444-y>.