

Biosolutions i Danmark

Analyse af bioøkonomiens potentialer og vækstbetingelser

Februar 2021

IRISgroup





“The Bio-economy promises to be a major contributor to European economic growth and re-invention with impacts on all sectors. Technological advances are set out to replace finite resources and conventional industrial processes, with processes and components that are biologically derived. The Bio-economy will be a major contributor to climate mitigation and to the transition to a circular economy.”

EU-KOMMISSIONEN, 2018

Vi lever i en tid med et hidtil uset pres på de globale ressourcer og på klimaet. Bioøkonomien repræsenterer et kæmpe potentiale for at bidrage til at løse de store samfundsudfordringer ved at bruge biologiske, fornybare ressourcer til at fremstille industrielle produkter, sunde fødevarer, foder, grøn energi, medicin og nye materialer. Gennem bioøkonomien kan vi bevæge os fra oliebaserede og petrokemiske produktionsformer til bæredygtige og cirkulære former for produktion.

Bioøkonomien er samtidig et område i stor vækst globalt. Fx forventes det globale marked for industrielle biosolutions (hvid biotek) at vokse med 10 pct. årligt de kommende år og at nå en samlet global markedsværdi på knapt 600 mia. dollars i 2026, svarende til godt 3.700 mia. kr.

Danmark har et stærkt fundament for at høste potentialerne i bioøkonomien. Vi har meget stærke forskningsmiljøer inden for de centrale videnskaber på området. Det gælder fx mikrobiologi, genetik, bioinformatik og biokemi. Herudover er der i Danmark et tæt samarbejde mellem universiteterne og erhvervslivet om at udvikle de teknologier, der kan producere fremtidens biobaserede produkter. Det gælder fx nye fermenteringsmetoder, såkaldte cellefabrikker og dyrkning af nye mikroorganismer.

Endelig har vi et godt match af globalt ledende virksomheder - fx Novozymes og Chr. Hansen – og en underskov af SMV'er med et stort vækstpotentiale. Bioøkonomien i Danmark omfatter bl.a. en gruppe af virksomheder etableret i 00'erne, der enten er slået igennem på det globale marked eller står på tærsklen hertil.

Men hvis vi skal høste det fulde potentiale af vores stærke position og gøre bio-videnskab og biosolutions til Danmarks næste vindmølleeventyr, er det nødvendigt at blive klogere på klyngen, dens potentialer og vækstudfordringer. Det er netop formålet med denne rapport, som Erhvervsministeriet har bedt IRIS Group om at udarbejde.

Rapporten baserer sig på et større antal interviews med virksomheder, der beskæftiger sig med biosolutions, og deres samarbejdspartnere på bl.a. universiteterne. Herudover er analysen baseret på desk research samt IRIS Groups life science-database, der omfatter oplysninger om alle danske virksomheder inden for biosolutions.



1. RESUME OG ANBEFALINGER

4

2. BIOSOLUTIONS SOM ERHVERVSKLYNGE

9

3. POTENTIALET FOR BIOSOLUTIONS

21

4. RAMMEVILKÅR OG VÆKSTBARRIERER

26

BILAG

40

IRIS GROUP

JORCKS PASSAGE, OPGANG 1B, 4. SAL

DK-1162 KØBENHAVN K

IRISGROUP@IRISGROUP.DK

WWW.IRISGROUP.DK

1. RESUME OG ANBEFALINGER



Biosolutions i Danmark

Biosolutions er et tværgående erhvervsområde, der udspringer af forskning i at forstå og udnytte biologiske systemer. Biosolutions omfatter bl.a. enzymer, proteiner, bakterier, farvestoffer, biokemikalier, biomaterialer, biobrændstoffer mv., som fremstilles i industriel skala.

I Danmark er biosolutions særligt udbredt inden for avancerede fødevarer, hvor vi har styrkepositioner inden for biobaserede ingredienser og fermenteringsteknologi, der bl.a. anvendes i fremstillingen af øl og ost.

Men vi har også en række stærke virksomheder inden for industrielle enzymer, biobaserede kemikalier, biobaseret foder, plante- og frøforædling, bioenergi og biobaseret miljøteknologi.

Klyngen består af i alt 130 virksomheder og er en god blanding af globale virksomheder, lovende SMV'er med stort potentiale og startups. Dog tyder analysen på, at vi ikke skaber så mange nye virksomheder, som potentialet i forskningen tilsiger.

Der er mange tegn på, at Danmark kan skabe mange nye jobs inden for biosolutions i de kommende år, hvis vi satser på området.

- Biosolutions er ofte mere klima- og miljøvenlige end konventionelle produkter, fordi de baserer sig på fornybare ressourcer samtidig med, at produktionsprocesserne er langt mindre energi-forbrugende og uafhængige af fossile brændsler. Biosolutions kan på en lang række områder erstatte produkter, der baserer sig på petrokemisk teknologi.
- Internationale prognoser spår stor vækst inden for biosolutions de kommende år.
- Danske biosolutionsvirksomheder har selv meget positive forventninger til væksten.
- Dansk forskning står meget stærkt inden for bioteknologisk forskning, og næstefters vindteknologi er biosolutions det teknologiområde, hvor Danmark står stærkest internationalt (målt på patenteringsaktivitet).

Behov for bred indsats for at styrke de erhvervmæssige rammebetingelser

Vi har i analysen kortlagt og vurderet de centrale rammebetingelser for biosolutions i hele kæden fra offentlig forskning til afsætning af danske biosolutions på de globale markeder. Vurderingerne er baseret på interviews med ca. 25 virksomheder i klyngen.

Konklusionen er, at vi har et stærkt udgangspunkt i form af stærke offentlige forskningsmiljøer og stærke relationer mellem virksomhederne og universiteterne. Vi uddanner også højt kvalificerede ingeniører til erhvervet, der sikrer klyngen adgang til kompetencer på et højt niveau. Men analysen konkluderer også, at der er brug for en systematisk erhvervspolitisk indsats, hvis vi skal realisere de fulde potentialer i vores stærke forskningsmæssige udgangspunkt.

For det første er der behov for at udvikle et stærkere økosystem for iværksætter og kommerialisering af forskning. Her er der brug for samarbejde mellem universiteterne, staten, private fonde og etablerede virksomheder om at skabe nogle stærkere rammer for iværksætter ved universiteterne – herunder adgang til målrettede accelerationsprogrammer for de mest lovende virksomheder.

For det andet bør vilkårene for at opskalere biosolutions forbedres. Det er dyrt og kræver særligt udstyr at gå fra forsøg i laboratorier til produktion i semiindustriel skala. Startups og mindre virksomheder har brug for adgang til opskaleringsfaciliteter (som pt ikke findes i Danmark) og risikovillig kapital, som er langt vanskeligere at tiltrække for biosolutionsvirksomheder end for fx medicinsk-orienterede life science-virksomheder.

For det tredje er der behov for at øge incitamentet til at benytte biosolutions, fx via højere CO₂-afgifter, herunder også i landbruget som i dag er undtaget. Derudover er der behov for et langsigtet arbejde i forhold til at modernisere lovgivningen i EU, som ikke er tilpasset en verden af biosolutions. På den korte bane bør det undersøges, om EU-lovgivningen på nogle områder fortolkes for stramt i Danmark sammenlignet med andre EU-lande, og om der kan oprettes en "fast track"-ordning for godkendelse af biosolutions.

Endelig bør der udvikles nye kandidatuddannelser, der kan sikre, at "industri 4.0" vinder indpas inden for biosolutions. Der er brug for flere ingeniører, der både forstår biologien og datasiden i form af big data, kunstig intelligens, machine learning, mv.

De tre næste sider uddyber vores anbefalinger til at styrke vækstbetingelserne inden for biosolutions. Anbefalingerne bygger primært på input fra de interviewede virksomheder.

1



Kommercialisering af forskning

Indfør nyt paradigme for teknologioverførsel fra universiteterne. Det er afgørende, at virksomheder har gunstige rammer for at kommercialisere forskningsresultater, der enten er opstået på et universitet eller i samarbejde mellem en videninstitution og en virksomhed. Det handler bl.a. om vilkårene for IP-rettingheder. Ifølge de fleste interviewede spinouts og startups med vidensamarbejde har universiteterne en urealistisk forestilling om værdien af de forskningsresultater, de bidrager til. De stiller derfor enten store krav til royalties up front eller holder på rettinghederne. Men IP-rettinghederne er afgørende, når startups efterfølgende henvender sig til private investorer og fonde. Udfordringen er, at risikoen væltes over på virksomhederne, som samtidig står med omkostningerne med at kommercialisere teknologien. Der bør derfor indføres et nyt paradigme, hvor værdien af forskningsresultater ikke fastsættes up front, men først senere, hvis teknologien viser sig at kunne kommercialiseres. Et sådan paradigmeskifte for teknologioverførselsenhederne på universiteterne vil sikre en smidigere og hurtigere kommercialisering af lovende forskningsresultater.

2



Accelerator for biosolutions

Opret et acceleratorforløb dedikeret til biosolutionsvirksomheder. Det er vigtigt med et stærkt økosystem ved universiteterne, der fremmer etableringen af nye virksomheder inden for biosolutions og understøtter de mest perspektivrige startups i hele fasen fra proof of concept til demonstration af nye produkter i større skala. I dag mangler der en infrastruktur til at materialisere de idéer og løsninger, der kommer ud af forskningen på universiteterne. Et accelerationsprogram kunne gennemføres i samarbejde mellem DTU, KU og AU og fokusere på perspektivrige virksomheder bredt inden for biosolutions. Programmet kunne tilbyde mentorydelser, teknisk sparring, lokaler, lettere adgang til faciliteter, IP-rådgivning, tilskud til produktudviklingsaktiviteter samt hjælp til at hente finansiering fra bl.a. Vækstfonden og Innovationsfonden. Det overordnede mål med acceleratoren vil være at gøre det hurtigere og billigere at bringe nye produkter på markedet samt at gøre det mere attraktivt at starte nye virksomheder. Acceleratoren kunne indgå partnerskaber med store biosolutionsvirksomheder med det formål, at virksomhederne bidrager med bl.a. mentorer og får mulighed for at medinvestere i startup-virksomhederne. En dedikeret accelerator vil desuden skabe opmærksomhed om biosolutions som et samlet investeringsfelt.

3



Risikovillig kapital

Styrk markedet for risikovillig kapital til biosolutions. Der er i Danmark langt svagere vilkår for at hente risikovillig kapital til biosolutions end i andre europæiske lande. I første omgang er det vigtigt at gøre biosolutions til et mere aktivt investeringsområde i Vækstfonden, fx ved at fonden etablerer et dedikeret team eller tilknytter personer med ekspertise på området til deres life science-team. Vækstfonden bør også afsøge mulighederne for at oprette en dedikeret venturefond inden for biosolutions i samarbejde med branchens store virksomheder, pensionskasser og institutionelle investorer – og evt. i samarbejde med en udenlandsk fond for at få de rette kompetencer ombord. Perspektiverne for at skabe et stærkere venturemarked er styrket i 2020. Dels har Novo Nordisk Fonden tilført deres holdingselskab flere midler med et klart mandat om at fokusere mere på industriel biotek. Dels betyder etableringen af Den Grønne Fremtidsfond, at Vækstfonden har fået et mandat til at investere mere inden for biosolutions. Indsatsen bør derfor fokusere på at tiltrække de rette investorkompetencer samt engagere pensionskasser og de største danske virksomheder på området.

4



Opskaleringsfacilitet

Undersøg mulighederne for at etablere en åben opskaleringsfacilitet i Danmark. Modsat andre europæiske lande er der i Danmark ikke faciliteter, som mindre virksomheder kan tilgå i opskaleringsfasen. Det betyder, at danske virksomheder tager til fx Holland eller Belgien for at gennemføre demonstrationsstudier. Det er dyrt og ressource-krævende og - ifølge de interviewede virksomheder - den største barriere for at kunne demonstrere en business case. Det nødvendige udstyr til opskalering er relativt ensartet på tværs af grøn/gul/hvid/grå biotek. Det handler om adgang til fermenteringstanke i forskellige størrelser samt kompetente procesingeniører, som kan vejlede virksomhederne i forhold til både opskalering og oprensning. Etablering af en åben opskaleringsfacilitet i Danmark vil markere en markant satsning på klyngen og bidrage til at bygge bro mellem forskningen på universiteterne og ambitionen om at bringe forskningsbaserede produkter på markedet. En facilitet kan fx etableres via et samarbejde mellem investorer, fx Vækstfonden, og de store, toneangivende virksomheder i den danske biosolutionsklynge. Det vil være naturligt at drive den på private vilkår, men hvor staten i opstartsfasen bidrager til udstyrsinvesteringer.

5



Regulering

- A) Lad Danmark være foregangsland i efterspørgslen på biosolutions ved at hæve CO₂-afgiften og lade den gælde i alle sektorer, herunder også landbruget som i dag er fritaget. En højere og ensartet CO₂-afgift vil skabe et "market pull" for grønne biosolutions, som både vil komme danske biosolutionsvirksomheder til gavn og accelerere den grønne omstilling i Danmark. Den grønne skattereform fra december 2020 har imidlertid parkeret ambitionen om en ensartet afgift på CO₂-udledning for alle sektorer frem til 2023.
- B) Styrk samarbejdet mellem danske virksomheder, brancheorganisationer og myndigheder med henblik på at modernisere lovgivningen i EU. Biosolutions adskiller sig grundlæggende fra konventionelle produkter, men reguleres under samme regelsæt. Dvs. at nye biobaserede produkter og teknikker skal testes og godkendes efter standarder udviklet på baggrund af konventionelle produkters egenskaber og risikovurderinger. Langt størstedelen af reguleringen på området er bundet op på EU-lovgivning og kan derfor ikke ændres i Danmark alene. Det gælder fx CRISPR-teknologien¹, som en del biosolutionsvirksomheder anser for et nyttigt værktøj i forsknings- og udviklingsarbejdet. Men CRISPR-behandlede produkter kan ikke anvendes markedsføres så længe, at teknologien henregnes til en GMO-teknologi i EU. Storbritannien forventes at godkende CRISPR-behandlede produkter post brexit. Det kan i sidste ende betyde, at danske biosolutionsvirksomheder flytter til England, hvor der således vil være bedre test-, udviklings- og godkendelsesmuligheder.

Der findes også eksempler på national fortolkning af lovgivningen, hvor Danmark fremstår blandt de mest restriktive medlemslande. Det gælder fx sundhedsanprisninger, hvor de spanske myndigheder har godkendt markedsføring af fødevarer på baggrund af deres probiotiske egenskaber, hvilket ikke er lovligt i Danmark.

- C) Undersøg mulighederne for en "fast track"-ordning for godkendelse af biosolutions i EU. En særlig ordning for biosolutions vil kunne reducere sagsbehandlingstid og -omkostninger for biosolutionsvirksomheder og samtidig accelerere den grønne omstilling – ikke mindst i landbrugssektoren, hvor en række kemiske pesticider kan erstattes af biologiske løsninger.

6



Uddannelse i biosolutions industri 4.0

Undersøg mulighederne for at trække biosolutionsområdet længere ind i de danske bioinformatikmiljøer. Det forventes, at der over de kommende år vil ske en eksplosion inden for anvendelse af big data, kunstig intelligens og machine learning inden for biosolutions. Det kræver ingeniører, der både forstår biologien og datasiden. Hvis vi i Danmark skal realisere potentialerne inden for biøkonomien, er det derfor vigtigt at tænke i både forskning og uddannelse, der accelererer, hvad der kan betegnes som en "industri 4.0-udvikling" inden for biosolutions. Det gælder både i forhold til at styre og optimere produktionsprocesser og i forhold til at forudsige egenskaber og effekter ved nye enzymer, mikroorganismer og produktionsprincipper for at kunne producere mere effektivt. Der vil både i virksomhederne og på universiteterne være behov for ingeniører og forskere, der kan designe biologiske produktionsmetoder og bygge modeller, der kan regne på energjudvikling, produktionsmængder, effekter, mv.

¹ CRISPR er forkortelsen for clustered regularly interspaced short palindromic repeats, og er et genetisk værktøj, der gør forskere i stand til præcist og billigt at ændre på forskellige organismers gener.

2. BIOSOLUTIONS SOM ERHVERVSKLYNGE



Dette afsnit giver et overblik over klyngen af virksomheder, der arbejder med biosolutions i Danmark. Det vil sige de forskellige grene af klyngen, og hvor mange virksomheder i Danmark, der beskæftiger sig med biosolutions.

Samtidig giver kapitlet et overblik over klyngens vigtigste samarbejdspartnere – og dermed det samlede økosystem, der bidrager til udviklingen af erhvervet.

Hovedpointer:

- Der findes ca. 130 aktive virksomheder i Danmark inden for biosolutions.
- De fordeler sig på fem anvendelsesområder, hvoraf fødevarer og ingredienser er det største område.
- Klyngen rummer en række store, markante spillere i form af Chr. Hansen, Novozymes, Carlsberg, Arla Food Ingredients og Dupont. Herudover rummer klyngen en række startups og scaleups.
- Klyngen er meget forskningsbaseret og stærkt afhængig af gode rammebetingelser inden for forskning, forskningssamarbejde og adgang til risikovillig kapital.

Indledning

Bioøkonomien omfatter aktører, der bidrager til at udvikle og fremstille produkter, der baserer sig på fornybare, biologiske ressourcer. Det vil sige planter, enzymer, celler, bakterier og andre mikroorganismer.

Bioøkonomien kan ikke afgrænses til en bestemt branche eller et bestemt erhverv. Det er et økosystem af forskningsaktive virksomheder, der forsker i, udvikler og fremstiller biobaserede løsninger – "biosolutions" – der anvendes inden for en bred vifte af brancher og sektorer.

I Danmark repræsenterer farma, medicin og "rød biotek" den største og økonomisk mest betydningsfulde gren af bioøkonomien.

Men bioøkonomien er meget mere end det. Der findes også en stor gruppe af virksomheder i Danmark, der udvikler og producerer biosolutions til bl.a. sunde fødevarer, foder, rent drikkevand, biokemikalier, letvægtsmaterialer, nedbrydelig plastik, tøj, grøn energi, mv. Nogle virksomheder producerer biosolutions, som anvendes i produkterne i andre virksomheder. Andre virksomheder dækker hele værdikæden og bringer selv de færdige biosolutions på markedet.

Aktørerne i bioøkonomien repræsenterer et stort potentiale for at skabe løsninger, der er bæredygtige – både økonomisk, miljømæssigt og klimamæssigt. For det første fordi de baserer sig på fornybare og nedbrydelige ressourcer. For det andet fordi de biologiske produktionsprincipper er mindre energiforbrugende og i mange tilfælde CO₂-neutrale.

Vi fokuserer i denne rapport på den del af bioøkonomien, der *ikke* arbejder med farma, medicin og rød biotek. Det skyldes, at denne gren af bioøkonomien har været grundigt belyst i tidligere analyser, mens der mangler et stærkt vidgrundlag om de øvrige dele af bioøkonomien.

Som rapporten viser, er bioøkonomien mangfoldig – biosolutions omfatter bl.a. enzymer, proteiner, bakterier, farvestoffer, kemikalier, letvægtsmaterialer, brændstoffer mv., som fremstilles i industriel skala. Vejen hertil er ofte lang med gradvis opskalering fra forsøg i laboratorier til masseproduktion baseret på et biologisk produktionssetup, som skal designes fra bunden.

Fem kendetegn ved biosolutions



Forskningsbaserede

Biosolutions er forskningsbaserede. Idéerne kommer fra laboratorier på universiteter eller i private virksomheder, hvor forskere arbejder med at manipulere celler, bakterier, enzymer og proteiner med henblik på, at de kan producere løsninger med bestemte egenskaber.



Biobaserede produktionsprincipper

Produkterne fremstilles biologisk frem for mekanisk. Det kan være gennem mikrobiologiske dyrkningsprocesser, fermentering og såkaldte cellefabrikker (celler, der producerer fx proteiner eller enzymer med bestemte egenskaber).



Klima- og miljøvenlige

Biosolutions er mere klimavenlige og bæredygtige end traditionelle produkter. De baserer sig på fornybare ressourcer samtidig med, at produktionsprocesserne er langt mindre energiforbrugende og uafhængige af fossile brændsler.



"Born globals"

Klyngens virksomheder har et globalt markedsfokus. Det er meget dyrt at udvikle biosolutions, og biosolutions er normalt en af mange bestanddele i et produkt. Samtidig er biosolutions produktionsmæssigt kun en god forretning, hvis de kan produceres i stor skala. Det betyder, at langt de fleste virksomheder har en go-to-market strategi, hvor målet er salg til hele verden, når det industrielle produktionssetup er på plads.



Lange udviklingstider

Det tager lang tid at bringe biosolutions på markedet. Først skal de biologiske grundprincipper udvikles og testes i et laboratorium. Derefter forsøger virksomhederne sig typisk med produktion i meget små mængder med henblik på at dokumentere kvalitet og værdi. Næste skridt er opskalering til semi-industriell skala, hvor det dokumenteres, at produktet kan produceres i større mængder og opfører sig stabilt. Til sidst skal der etableres fuld-industrielle produktionsanlæg, og produktet skal godkendes, før det kan sælges. Specielt for startups er rejsen lang – typisk 10-15 år.

Hvad er biosolutions?

Figuren til højre giver et overblik over, hvad biosolutions kommer af, og hvor de finder anvendelse.

Biosolutions udspringer af forskning i at forstå, forudsige og udnytte biologiske systemer. Det er forskernes evne til at udvikle mikroorganismer – og skabe celler, proteiner, bakterier og enzymer med nye egenskaber – der udgør fundamentet for bioøkonomien.

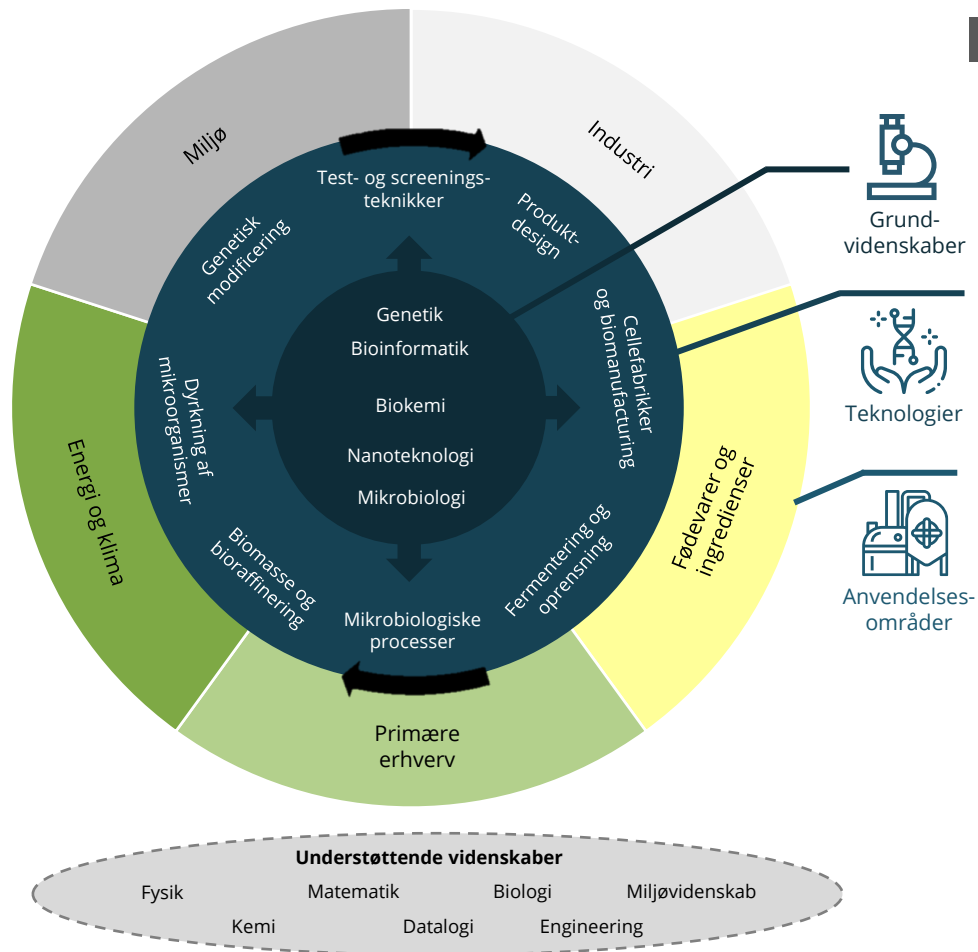
Det betyder også, at biosolutions er en ekstrem forskningsbaseret klynge, der især baserer sig på videnskabelige landvindinger inden for mikrobiologi, biokemi, genetik og nanoteknologi. Også bioinformatik spiller en stor rolle i forhold til at forudsige værdiskabelse i biologiske designs.

Herudover baserer biosolutions sig på en række biobaserede teknologier, som det fremgår af den midterste cirkel i figuren. De består af:

- Teknologier til produktudvikling. Fx teknologier til test og screening af nye enzymer og teknologier til effektiv indkapsling af mikroorganismer (produktdesign).
- Teknologier til produktion af bioprodukter. De omfatter bl.a. cellefabrikker, fermenteringsprocesser og bioraffinering (omdannelse af biomasse og udnyttelse af restprodukter i fx fødevarereproduktion).

Den yderste del af cirklen viser de forskellige sektorer, hvor biosolutions bidrager til innovation og grøn omstilling. Farverne i den yderste cirkel relaterer sig til forskellige termer for bioteknologi. Der kan således skelnes mellem grå biotek (miljø), hvid biotek (industri), gul biotek (fødevarer og ingredienser) og grøn biotek, som her er opdelt på landbrug og bioenergi. De forskellige anvendelsesområder er uddybet på de følgende sider.

Figuren viser nederst, at en række andre grundvidenskaber ofte spiller en stor rolle i at udvikle nye produkter og produktionsteknologier inden for biosolutions. Det er således i høj grad et tværdisciplinært forskningsområde, der trækker på andre videnskaber i udviklingen af nye teknologier.



Hvad er biosolutions?



Industrielle biosolutions (hvid biotek)

Industrielle biosolutions handler om at udvikle og anvende enzymer og mikroorganismer i industrielle processer, fx fremstilling af nye former for vaske-midler, nedbrydelig plastik, kemikalier, tekstiler og andre materialer, som baserer sig på fornybare ressourcer.

Industrielle biosolutions indebærer, at traditionelle petrokemiske materialer erstattes med biologiske materialer i fremstillingsprocesser, der baserer sig på biologiske processer med lavt energiforbrug.

Danmark har styrker inden for:

- Industrielle enzymer til bl.a. vaskemidler, hvor Novozymes er absolut verdensførende (48 pct. af verdensmarkedet).
- Biokemikalier (spirende). Flere lovende patenterede biotekplatforme (fx til produktion af aminosyre) blandt danske scaleups.
- Biomaterialer som erstatning for plast (spirende). En håndfuld startups udvikler sideløbende på løsninger til bl.a. tøj- og emballageindustrien.



Fødevarer og ingredienser (gul biotek)

Dette område vedrører anvendelse af bioteknologi i madproduktion, fx til at lave vin, ost og øl via gæring eller ingredienser til funktionelle fødevarer.

Danmark står meget stærkt på dette område med en række globale virksomheder som Chr. Hansen, Carlsberg, CP Kelco, Danish Crown Ingredients, DuPont Biosciences, Novozymes, Arla Foods Ingredients og KMC. Hertil kommer en underskov af innovative startups, der baserer sig på forskning inden for alger, tang, proteiner, bakterier, mm.

Danmark har bl.a. styrker inden for:

- Biobaserede ingredienser. Den danske ingrediensindustri står for 14 pct. af verdensmarkedet og beskæftiger 18.000 personer globalt.
- Fermentering. Forskningsmæssigt og industrielt står Danmark stærkt inden for fermenteringsteknologi, der bl.a. bruges i produktion af ost og øl. Teknologien rummer et stort potentiale ift. nye smagsstoffer og næringsholdige proteiner.
- Forskning i nye proteinkilder samt brug af mikrobielle kulturer mv. til bedre næringsoptag, sundhedsfremmende produkter – og dermed mindre brug af antibiotika.



Primære erhverv (grøn biotek)

Dette område vedrører anvendelse af bioteknologi inden for landbrug og opdræt, fx udvikling af nye plantesorter, optimering af udbytte i eksisterende afgrøder, raffinering af foder samt biobaseret gødning og pesticider.

Som landbrugsland har Danmark en lang tradition for forskning og udvikling inden for planteforædling og dyrefoder. Danske forædlingsvirksomheder og landbruget er både effektive og hurtige til at implementere nye sorter og teknologier, og virksomheder som Novozymes, Biomar og DuPont Biosciences leverer foder og fodertilskud til hele verden.

Danmark har bl.a. styrker inden for:

- Plante- og frøforædling, hvor DLF er markedsledende inden for græs- og kløverindustrien (25 pct. af verdensmarkedet).
- Foder. Både optimering af diæter og produktion baseret på sidestrømme fra industrien og landbruget.
- Biobaseret afgrødebeskyttelse (spirende) hos Chr. Hansen og en række nyere virksomheder med patenter på teknologier til fremstilling af alternativer til kemisk sprøjtebeskyttelse af afgrøder.



Biobaseret miljøteknologi (grå biotek)

Biobaseret miljøteknologi eller "grå biotek" handler om miljømæssige anvendelser af biologiske systemer. Fokus er på vedligeholdelse af biodiversitet og fjernelse af forurenende stoffer ved brug af mikroorganismer og planter.

Den danske klynge af virksomheder, der forsker i biobaserede miljøløsninger, består af omkring 15 virksomheder, der for de flestes vedkommende er etableret inden for de seneste 15-20 år. Eksempler er Aquaporin, BBK Bio Airclean og Sundev.

Danske erhvervskompetencer vedrører:

- Biobaserede løsninger til rensning af vand og spildevand (vha. bakterier, proteiner, mv).
- Biologiske løsninger til bekæmpelse af sygdomme i vandmiljø.
- Biofiltre til fjernelse af lugtgener i fx industri og biogasanlæg.
- Biologiske løsninger til fjernelse af kemikalier, vand og ingredienser i affaldsstrømme.

Den biobaserede del af miljøsektoren er dog endnu beskednen og præget af mindre virksomheder.



Energi og klima

Bioenergi er et modent område, der omfatter biologiske processer, der omdanner biomasse fra fx landbrug til biogas og -brændstoffer. Den danske klynge er centreret om biogas, hvor store virksomheder som Nature Energy, Bigadan og E-on udvikler, producerer og driver egne biogasanlæg.

Sektoren indeholder også et mindre antal virksomheder, der fokuserer på biobrændstoffer.

Danmarks styrker ligger inden for:

- Anvendelse af restprodukter fra landbruget og vandrensingsanlæg til biogasproduktion.
- Adgang til stor, uudnyttet biomasse, fx fra landbruget til produktion af biobrændstoffer.
- Udvikling af nye produktionsmetoder til biogas, fx hvor brint anvendes for at opnå en højere udnyttelsesgrad af biomassen (spirende).

Et område med et stort potentiale er endvidere fangst og udnyttelse af CO₂. Bioteknologiske løsninger kommer bl.a. til at omfatte udvikling af enzymer til CO₂-fangst, mens CO₂ i fremtiden vil kunne anvendes i en lang række biobaserede produktionsprocesser, herunder fermentering.



Blå biotek

Blå biotek handler om at anvende marine ressourcer, fx tang og alger, som biomasse. Blå biomasse kan anvendes i mange forskellige sektorer og er af denne grund ikke direkte repræsenteret i figuren på side 11, da den kan tænkes ind i de fleste anvendelsesområder.

I Danmark er den blå "bioteksektor" relativt beskednen. Enkelte mindre virksomheder, som fx Naturem, er begyndt at se på forskellige anvendelsesmetoder for alger i foderindustrien.

Tang og alger er de primære ressourcer inden for blå biotek. I dag anvendes fx tang primært til direkte konsum og som ingredienser til fødevarerindustrien.

Der er dog et væsentligt potentiale i forhold til at udbrede anvendelsen af tang. Tang har nemlig et højt indhold af kulhydrater og er nemt at nedbryde.

Disse egenskaber gør det yderst anvendeligt til at udvinde proteiner, fibre, enzymer og kulhydrater via bioraffinering. Stofferne kan efterfølgende anvendes til at fremstille fx sundhedsfremmende fødevarer eller bioplast.

Biosolutionsvirksomheder i Danmark

IRIS Group har over de seneste fire år udviklet og vedligeholdt en database over samtlige life science-virksomheder i Danmark. Life science-erhvervet omfatter virksomheder, der beskæftiger sig med farma, medtech² og bioteknologi. Bioteknologi kan yderligere opdeles i den del, der fokuserer på medicin og behandling af sygdomme hos mennesker (rød biotek) og biotek målrettet biosolutions inden for industrien, fødevarer, primære erhverv, energi og miljø. Figuren til højre giver et samlet overblik over life science-erhvervet.

Databasen er baseret på oplysninger fra brancheorganisationer, klyngeorganisationer, universiteter og omfattende desk research. Vi opdaterer den løbende med nye oplysninger om nyetableringer, spinouts fra universiteterne og virksomheder, der overgår til biobaserede principper i deres produktudvikling og produktion.

Vi henregner kun virksomheder til biosolutionsklyngen, der er forskningsaktive og således forsker i at udvikle nye biobaserede produkter og produktionsmetoder. Virksomheder, der alene anvender biobaserede produkter udviklet i andre virksomheder (fx vaskemiddel-producenten, der anvender enzymer produceret i Novozymes), er således ikke omfattet.

Vi har opstillet følgende kriterier for, at en virksomhed er "kvalificeret" til at være en virksomhed inden for biosolutions:

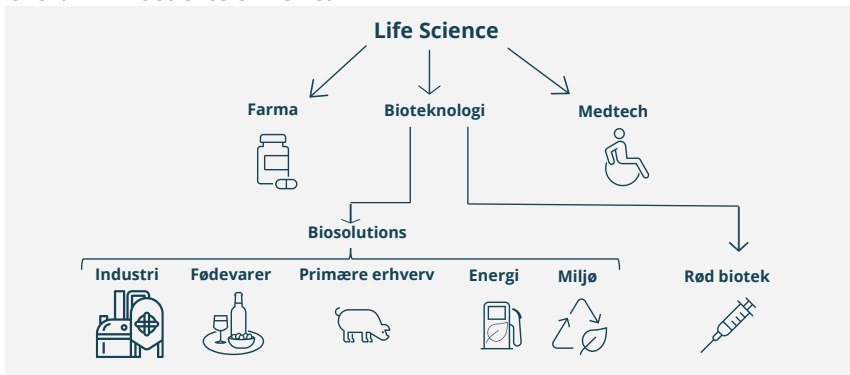
- Virksomheden har egen forskning og udvikling (FoU) inden for biotek.
- Biosolutions skal udgøre hovedforretningsområdet i virksomheden eller være udskilt i et separat selskab, der så tælles med (fx Arla Foods Ingredients).

Tabellen til højre viser, at klyngen i dag består af 130 virksomheder. Antalsmæssigt er der flest virksomheder inden for fødevarer efterfulgt af primære erhverv.

Det bemærkes, at det samlede antal virksomheder er lavere end summen af de fem enkeltområder. Det skyldes, at en del virksomheder udvikler og producerer produkter til flere anvendelser. Et eksempel er virksomheden Aquaporin (se case), der både producerer proteiner til rensning af drikkevand (miljø) og til industrielle processer.

² Medtech omfatter virksomheder, der beskæftiger sig med medicinsk udstyr, hjælpemidler (fx kørestole og hospitalsenge) og sundheds-it.

Overblik - Life science-erhvervet



Data om biosolutions i Danmark

Biosolutions	Antal aktive virksomheder	Virksomheder, der er under fem år gamle
Industrielle biosolutions	29	11
Fødevarer og ingredienser	59	13
Primære erhverv	48	10
Energi	19	4
Miljø	16	6
I alt	130	35

Kilde: IRIS Groups Lifes science-database.

Note: Hvis en virksomhed producerer produkter til flere områder, fx energi og miljø, tælles den med i begge områder. Derfor er summen af virksomheder for de fem områder højere end det samlede antal virksomheder. I analysen "Økonomisk, klima- og miljømæssigt fodaftryk af biosolutions i Danmark", udarbejdet af HBS Economics (2021), er antallet af virksomheder inden for biosolutions opgjort til 88 virksomheder. Den væsentligste forskel på de to opgørelser er, at analysen af HBS Economics kun medtager virksomheder, der opfylder et minimumskrav til økonomisk aktivitet. Tabellen oven for omfatter fx også små, nyetablerede udviklingselskaber, der endnu ikke har omsætning.

På de næste fem sider præsenterer vi fem virksomhedshistorier fra virksomheder, der arbejder med biosolutions. Virksomhederne repræsenterer forskellige grene af klyngen, men har det til fælles, at de har succes med at udvikle nye, biobaserede produktionsmetoder og bringe biobaserede produkter frem til markedet. De tre første cases er opbygget med henblik på at illustrere faser i nye biotekvirksomheders udvikling fra etablering til debut på det globale marked. De illustrerer, at udviklingen af biosolutions er en langstrakt proces, hvor virksomhederne både er afhængige af forskningssamarbejde, gode vilkår for finansiering af samarbejdsprojekter og adgang til risikovillige investorer. De sidste to cases illustrerer bioøkonomiens brede potentialer i relation til både bæredygtig produktion og produktudvikling (Carlsberg) og erstatning af traditionelle, oliebaseerede materialer (Pond).



Case: BioPhero

Biobaseret afgrødebeskyttelse

BioPhero udvikler og producerer miljøvenlige erstatninger til traditionelle insektbekæmpelsesmidler til landbruget. Teknologien hviler på gær-baseret produktion af feromoner.

Insekter benytter feromoner som signalstoffer til bl.a. at finde mager. Ved at sprøjte afgrøder med bestemte feromoner, kan man forhindre parring omkring landbrug og derved undgå ødelæggende larver i afgrøderne.

Feromon-teknik benyttes i dag kun ved højtærdisafgrøder som bær og druer, da feromoner i dag produceres ved hjælp af kemisk syntese, som både er dyr og forurenende. Bioteknologisk fremstillede feromoner kan derimod produceres billigt, miljøvenligt og i stor skala, hvilket gør produktet rentabelt på store arealer med markafgrøder.

BioPhero har i dag 21 ansatte og holder til på Østerbro i København.

Spinout fra DTU

Irina Borodina stiftede BioPhero i 2016 på baggrund af sine forskningsresultater fra DTU Biosustain. Med en licensaftale og en indledende investering fra Syddansk Innovation i hånden flyttede virksomheden ind i DTU Science Park, hvor et lille team videreudviklede teknologien og udførte de første feltundersøgelser.

Der findes ikke mange inkubationsmiljøer for biotek-virksomheder i Danmark. Det er relativt dyrt at leje sig ind, og startup-virksomhederne skal selv indkøbe en del udstyr. Til sammen gør det hurtigt indhug i de første investeringer.

Fra 1. januar 2018 blev BioPhero ledende industripartner i et Horizon 2020-projekt med et samlet budget på 7,6 mio. euro (56,5 mio. kr.). Forskningsprojektet, der foruden DTU også tæller Lund Universitet og en række andre internationale partnere, har til formål at demonstrere det tekniske og økonomiske potentiale

i de biobaserede feromoner.

I starten af 2018 kom Kristian Ebbensgaard også ombord som forretningsudvikler, og i efteråret 2018 lykkedes BioPhero med at lukke en seed-runde på 3 mio. euro (22,3 mio. kr.) med et konsortium bestående af Novo Seeds, Syngenta Ventures og Syddansk Innovation.

Den svære opskaleringsfase

På baggrund af succesfulde markforsøg, hvor de biologisk fremstillede feromoner viste sig lige så effektive som de kemisk fremstillede feromoner, skulle produktionen opskaleres.

Der findes ikke faciliteter i Danmark med det rette udstyr, som er åbne for virksomheder. BioPhero gik derfor i gang med at afsøge det europæiske marked for større pilotanlæg. Og det lykkedes at finde en opskaleringspartner uden for Danmark.

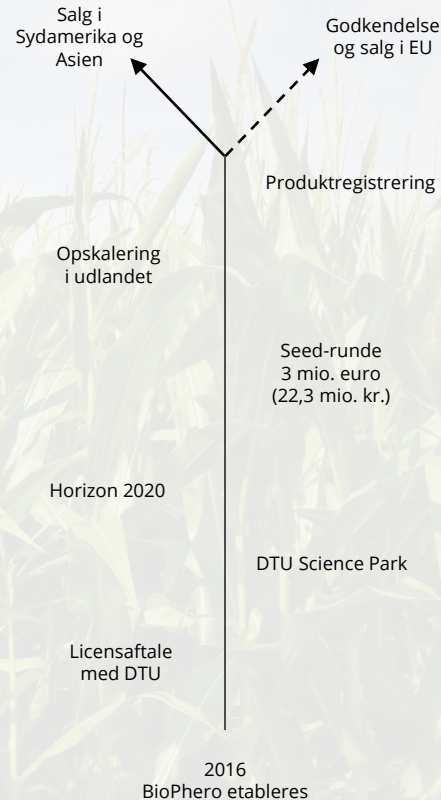
Opskaleringsfasen er omkostningsfuld, men nødvendig for at kunne vise en solid business case. Rentabel storskalaproduktion af feromoner var derfor afgørende for BioPhero.

Europa må vente på miljøvenlig afgrødebeskyttelse

BioPhero står nu med deres første produkt, som skal registreres. Europæiske landmænd kommer dog til at vente nogle år, før de kan sprøjte marker med BioPheros feromoner. En fuld godkendelsesproces under EU's plantebeskyttelsesregler tager nemlig 5-8 år.

I mellemtiden forventer BioPhero at starte salg i Sydamerika og Asien i løbet af 2021.

Virksomhedens udvikling



Case: Aquaporin

Biologisk vandrensning

Aquaporin er et protein, der findes i alle levende celler. Aquaporiner er naturens måde at rense vand, idet proteinet alene tillader gennemstrømning af vandmolekyler. Aquaporin A/S har udviklet en metode til at indkorporere aquaporiner i membraner i et miljø, der gør aquaporinerne lige så effektive som i naturen. Samtidig er Aquaporins produkter 70 gange mere energieffektive end traditionel vandrensning. Aquaporin arbejder inden for tre forretningsområder:

- Systemløsninger til rensning af drikkevand i husholdninger.
- Rensning af industrielt spildevand i tekstilindustrien.
- Opkoncentrationsprocesser i fødevarerindustrien (hvor vand trækkes ud af produkter uden at tabe smag og aromastoffer).

Aquaporin udvikler og producerer både aquaporiner og de membraner, som aquaporinerne skal indsættes i. Virksomheden baserer sig på en unik kombination af biofysik, biokemi, polymerkemi og bioteknologiske produktionsprincipper.

Bredt samarbejde med universiteter og industri

Idéen til Aquaporin blev skabt af stifteren Peter Holme Jensen, der havde arbejdet som forsker på både KU og i Zealand Pharma.

Videreudviklingen af idéen til biologisk vandrensning blev muliggjort via et samarbejde med en lang række universiteter i Danmark og udlandet samt virksomheder som Novozymes, Dupont og Arla. I perioden 2005-15 har Aquaporin deltaget i projekter til mere end 50 mio. euro (372 mio. kr.) finansieret af nationale programmer og EU's forskningsprogrammer. I projekterne har parterne hjulpet med at udvikle principperne bag Aquaporins teknologi, og flere har bidraget med at fremstille aquaporinerne.

Grundlaget for at producere aquaporiner i industriel skala blev skabt i et samarbejde med Nanyang Technological University i Singapore, der – modsat Danmark – råder over faciliteter til industriel opskalering.

Privat investor og Danica Pension tager risikoen

Aquaporin har på sin rejse frem til i dag opnået investeringer fra Syddansk Teknologisk Innovation, kapitalfonden Goldschmidt Capital samt Danica Pension. Goldschmidt Capital har været med siden 2007, mens Danica Pension gik ind i 2015 efter, at Aquaporin i Singapore havde dokumenteret, at de kunne udvikle og opskalere membraner til indkapsling af aquaporiner, der er stabile.

Danica Pensions investering har sammen med midlerne fra Goldschmidt Capital muliggjort, at Aquaporin har kunnet inkorporere hele værdikæden i sin forretningsmodel. Det vil sige, at Aquaporin står for alt fra produktion af proteinerne til de færdige systemløsninger. Samtidig indgik Aquaporin et samarbejde med to kinesiske partnere, der sikrede grundlaget for industriel opskalering.

Ambitionen er nu at skabe vækst inden for alle forretningsområder og forberede en børsnotering.

I 2010 blev NASA første kunde, da Aquaporin hjalp med at udvikle en løsning, hvor astronauternes kropsvæsker kunne renses til drikkevand. Aquaporins omsætning forventes i 2020 at komme til at ligge på ca. 15 mio. kr. Men virksomheden har netop opnået FDA-godkendelse til sit produkt til rensning af industrielt spildevand og er nu ved at være klar med et globalt produktionsset-up med fabrikker i flere lande. Der er indgået aftaler med flere kunder, og Aquaporin forventer betydelig vækst fra 2021.

Virksomhedens udvikling



Case: Unibio

Bakterier og gas bliver til proteiner

Unibio er et industrielt biotekselsskab, der har udviklet en særlig fermenteringsmetode, der bruger metangas til at fremstille et bæredygtigt, økologisk højkoncentreret protein, der anvendes som ingrediens til foder til bl.a. fisk, fjerkræ og grise.

Unibios vision er at afkoble produktionen af næringsholdige proteiner fra landbrug og fiskeri. Unibio har dokumenteret, at proteiner kan produceres i et industrielt setup, hvor man anvender bakterier til at producere proteiner fra metan. Virksomheden har udviklet og udtaget patent på en special-designet fermenteringstank, der kan producere proteiner i stor skala. Hvor en hektar landbrugsjord kan producere tre tons proteiner fra afgrøder, kan en Unibio-fabrik på samme areal producere 25.000 tons proteiner.

Samarbejde med DTU i flere omgange

Idéen til teknologien blev udviklet i et samarbejde mellem Unibios stifter Ebbe Busch Larsen og forskere fra DTU. Sammen udviklede og testede parterne teknologien i et projekt finansieret af EUDP (Energistyrelsen), hvorefter der blev indgået en aftale om at bygge et pilotanlæg i Caribien. Samarbejdspartneren var et globalt olie- og gasselskab, der så perspektiver i en bæredygtig udnyttelse af gas.

Selvom det lykkedes at demonstrere teknologien i større skala, viste det sig vanskeligt at udvikle en effektiv løsning langt væk fra stærke videnmiljøer.

I 2012 blev Unibio generationsskiftet, og en ny plan for opskalering og finansiering blev lagt. Med midler fra bl.a. Højteknologifonden og business angels udviklede Unibio sammen med DTU Kemiteknik et mindre pilotanlæg, der demonstrerede teknologiens potentiale, og virksomheden fik efterfølgende støtte af Innovationsfonden til at etablere et større demonstrationsanlæg i Kalundborg.

Kapital rejses i London og produktion etableres i Rusland

Unibio gik omkring 2014/15 i gang med at finde investorer, der ville finansiere go-to-market-strategien. Det viste sig på daværende tidspunkt ikke muligt i Danmark. Unibio reetablerede sig derfor som et engelsk holdingselskab med henblik på at rejse kapital i England. Der blev indgået et samarbejde med en investeringsbank i London, der siden har rejst kapital for ca. 250 mio. kr. Siden er russiske investorer bosiddende i London gået ind i Unibio og har hjulpet med finansieringen af et industrielt anlæg i Rusland til omkring 380 mio. kr.

Unibio har nu dokumenteret produktets kvalitet og stabilitet i industriel skala og indgået bindende aftaler om salg til en række globale kunder i foderindustrien. Der er stor interesse for produktet, da foderindustrien oplever et stort pres for at gøre deres produkter mere bæredygtige. Unibio har fremskredne forhandlinger om etablering af produktionsaktiviteter i Fjernøsten, Melleømøsten og USA.

Unibio vil fortsat have sit forskningslaboratorium i Roskilde og benytte demonstrationsanlægget i Kalundborg til at udvikle nye produkter. Ambitionen er også at have storskalaproduktion i Danmark, men pt. er det vanskeligt, da Unibio bruger store mængder gas, el og ilt, som historisk set har kunnet købes til ca. halv pris i fx Rusland og USA.

Sandt bæredygtighedseventyr

Bæredygtighed ligger i Unibios DNA og de imødekommer flere FN-verdensmål. Unibios protein vil kunne bidrage til at mætte verdens voksende befolkning og stoppe sult (SDG 2). Proteinets kan erstatte højkoncentreret protein som fiskemel og sojabønner i foder - og dermed reducere overfiskeri og udryddelse af regnskoven (SDG 14 og 15). Endelig har Unibio's anvendelse af metan en markant lavere udledning af CO₂ end andre produktioner (SDG 12).

Virksomhedens udvikling



Case: Carlsberg

Bioteknologisk forskning gennem 145 år

Det er sikkert de færreste, der tænker på Carlsberg som et førende biotekselskab. Men det er bryggeriet i høj grad. Både Carlsbergs produkter og produktionsprocesser baserer sig på en lang række biologiske og bioteknologiske forskningsresultater udviklet af Carlsberg Research Laboratory (CRL) i samarbejde med universiteter og partnere over hele verden.

CRL består af ca. 100 medarbejdere med ph.d.- og kandidatgrader inden for bl.a. mikrobiologi, kemiteknik, biokemi, plantebiologi og fødevidenskab. Enheden blev etableret af Brygger J.C. Jacobsen helt tilbage i 1875. Han var dybt engageret i at forstå og forbedre biologien bag ølbrygning og satsede på forskning inden for både gæring, nye råvarer og bryggeteknologi.

Forskning inden for fire hovedområder

CRL's opgave er i dag – som i Brygger Jacobsens tid – at forske rundt omkring bryggeaktiviteterne, og langt det meste af forskningen er bioteknologisk forskning. Laboratoriet forsker inden for fire hovedområder:

- **Udvikling af nye egenskaber i Carlsbergs råmaterialer** som hvede, byg, humle, ris, gær og andre mikroorganismer. CRL udvikler nye unikke typer af råmaterialer, der kan bidrage til at højne smag, udbytte samt klimatomterante varianter, der kræver mindre vand og energi i værdikæden. Carlsberg har bl.a. udviklet en ny teknologi, der kan accelerere processen med at udvikle og teste genetiske varianter af råmaterialer. Planen er, at teknologien kan anvendes i andre industrier, fx landbrug, fødevarer, farmaceutik, etc.
- **Nye Ingredienser.** CRL forsker i nye ingredienser, der kan forbedre smag og kvalitet – herunder især humle men også urter, krydderier og frugt. CRL har som de første i verden kortlagt genomsekvensen af byg og gær (og humlegenomet er i dag ved at blive kortlagt) og vil bruge denne viden til yderligere at optimere sammensætningen af råmaterialer, smag/aroma og ingredienser i nye ølprodukter.
- **Bedre gærings- og fermenteringsprocesser.** CRL forsker i at løse procesmæssige udfordringer i brygprocesser. Det handler bl.a. om at identificere nye gærstammer og alternative mikroorganismer, der sikrer mere effektiv og kortere gæring, bedre smag samt ensartede øl af høj kvalitet. CRL forsker også i processer, der maksimerer udnyttelsen af sukkerstof i malten.
- **Bryggeteknologi.** Også når det gælder produktionen af øl, forsker CRL i bioteknologiske processer. Et eksempel er, hvordan enzymsammensætningen kan justeres med henblik på at optimere sukkerproduktionen. Laboratoriet forsker også i filtrering, samt vand- og energibesparelser i produktionen. CRL har bl.a. etableret "Young Scientist Programme"

inden for sustainability i ølproduktion, der bl.a. omfatter forskning i brug af alger til vandrensning, nye metoder og processer til energi og vandbesparelser i produktionen.

Samarbejder med syv danske universiteter

På alle fire hovedområder har CRL et stort og forgrenet samarbejde med universiteter i hele verden. Der samarbejdes med universiteter i bl.a. Australien, Tyskland, Rusland, Schweiz, USA, Storbritannien, Kina, Israel, Sverige og Frankrig.

I Danmark har Carlsberg samarbejde med de fleste universiteter. Inden for den basale forskning er der et udbredt samarbejde med både Københavns Universitet, Aarhus Universitet og DTU – et samarbejde, der bl.a. handler om at forske i plantebiologi, gærens fysiologi/biologi, ingredienser samt alternative gærstammer. Inden for gæring fermentering og sustainability samarbejder CRL bl.a. med flere afdelinger på DTU.

Samarbejdet er meget vigtigt for den langsigtede bioteknologiske og teknologiske udvikling i Carlsberg, der også har brugt universitetssamarbejdet til at udvikle banebrydende teknologier og processer. Et andet outcome af samarbejdet er, at Carlsbergs forskere er medforfattere til artikler, der optages i nogle af de mest ansete tidsskrifter inden for naturvidenskabens og biologiens verden.



Case: Pond

Det startede med vindmøllevinger

Vindmøller producerer vedvarende energi til gavn for klimaet. Men at fremstille selve vindmøllen – og navnlig vingerne – er en klimabelastende proces, der kræver store mængder kompositmateriale. Det paradoks satte en materialeingeniør og en kemiker fra Siemens Wind Power sig for at løse. Efter to års forsøg hjemme i kælderen havde de to kolleger, Thomas Brørsen Pedersen og Martin Jensen, fremstillet et biobaseret alternativ til traditionelle kompositmaterialer.

I 2015 opsgade de deres faste stillinger og stiftede Pond. Virksomhedens biobaserede materialer viste sig hurtigt at have et potentiale, der rækker langt videre end vindmølleindustrien.

Fremtidens materialer er 100 pct. nedbrydelige

Kompositmaterialer består af fibre og en binder, der tilsammen kan skabe materialer med specifikke egenskaber. Traditionelt fremstilles kompositter af fx glasfibre og en binder baseret på plast. Begge ingredienser er miljøforurenende at fremstille og nedbryde igen. Ca. 8 pct. af verdens råolie bruges i dag i plastindustrien.

Pond har udviklet komposterbar bioresin, der kan binde alle naturlige fibre sammen til at erstatte plastik. Slutproduktet er derved 100 pct. naturligt nedbrydeligt. Bioresin kan anvendes i langt de fleste eksisterende, konventionelle plast-forarbejdningsmetoder, og har en lang række anvendelsesmuligheder i mange industrier, som Pond allerede arbejder på at udvikle, fx:

- **Tøj og tekstiler** indeholder ofte syntetiske fibre som polyester, akryl, nylon, lycra, mv., der er lavet af kul, råolie og naturgas gennem en kemisk proces. Pond har fremstillet biologisk nedbrydelige tekstiler og bøjler, som kan erstatte gængse oliebaseerede materialer i bl.a. tøjindustrien.
- **Fødevareremballage og engangsservice** er typisk fremstillet af blødt plast og har en kort levetid. Pond har fx fremstillet juiceflasker af pulpen fra presseprocessen, ligesom restprodukter fra kornaffald kan anvendes til at fremstille brødkasser som erstatning for kasser af plastik.
- **Komponenter i transportmidler** har ofte en levetid på adskillige år (fx 15 år for biler). Ved at benytte biobaserede materialer frem for traditionelle kompositter kan kulstof optaget i plantefibre deponeres i fx bildøre, flyvinger, mv. Biomaterialer kan derved også spille ind i klimadagsordenen ift. *carbon capture and storage* (CCS).
- **3D-print og additive manufacturing** bliver mere og mere udbredt som produktionsteknik. Pond har udviklet den første tråd til 3D-print baseret på biomaterialer.

Bred Impact gennem Joint ventures

For at skabe størst mulig klima-impact har Pond valgt ikke at fokusere på én industri, men i stedet satset på at oprette underselskaber som joint ventures med toneangivende virksomheder inden for den brede palette af industrier, som Ponds bioresin kan spille ind i.

Det første partnerskab, Pond Textile, blev indgået i 2018 mellem Anders Holch Povlsen, der ejer Bestseller, og Pond. Partnerskabet har sikret Pond kapital til udvikling af biobaserede tekstiler og opførelse af virksomhedens første fuldskala-fabrik. Fabrikken er strategisk placeret i Aarhus Havn, hvor materialer og produkter kan sejles direkte til og fra, og er designet med fuld fokus på bæredygtighed og genanvendelse af eksempelvis energiressourcer.

Et andet joint venture, Pond Twelve, er indgået med Delta Capital omkring sprøjtetøbning af bl.a. engangsservice og mobiltilbehør.

Pond forventer at etablere flere joint ventures i de kommende år, så bioresin og naturfibre kan erstatte plastprodukter i flere industrier.



3. POTENTIALT FOR BIOSOLUTIONS

Dette kapitel diskuterer vækstpotentialt for den del af den danske biotek-klynge, der beskæftiger sig med biosolutions.

Indledningsvis beskriver vi klyngens potentiale i en international sammenhæng. Derefter præsenterer vi virksomhedernes egne vækstforventninger. Afslutningsvis præsenterer vi en række internationale prognoser, der beskæftiger sig med den forventede udvikling i bioøkonomien på globalt plan.

Hovedpointer:

- Danmark har en klar international styrkeposition inden for biotek/biosolutions, der skyldes, at virksomheder som Novozymes og Chr. Hansen samt AU og DTU udtager mange patenter i en international sammenhæng.
- De danske biosolutionsvirksomheder ser mere positivt på deres muligheder for at øge beskæftigelsen sammenlignet med den øvrige life science-sektor (fx farma og rød biotek) og industrien generelt.
- Internationale prognoser peger ligeledes på, at bioteksektoren og delsektorerne på globalt plan vil vokse betydeligt de kommende 5-6 år.

Bioteknologi og biosolutions er en dansk styrkeposition

Bioteknologi og biosolutions er ikke kun en væsentlig del af dansk erhvervsliv, men også et område, hvor Danmark globalt set står stærkt. Det viser en omfattende rapport, som Akademiet for de Tekniske Videnskaber (ATV) udgav i 2020.

I rapporten undersøger ATV Danmarks internationale styrkeforhold på 11 udvalgte teknologiområder. Styrkeforholdet opgøres ved at sammenligne Danmark med 30 af verdens førende tech-regioner med hensyn til antal patenter pr. indbygger.

I tabellen til højre er gengivet Danmarks styrkeforhold for hvert af de 11 områder. Derudover viser tabellen Danmarks andel af patenter og forskningsartikler på verdensplan.

Et styrkeforhold på 1 betyder, at danske virksomheder og videninstitutioner udtager lige så mange patenter pr. indbygger som de øvrige top 30 regioner under ét. Hvis styrkeforholdet er større end 1, indikerer det, at området er en dansk styrkeposition og vice versa, hvis styrkeforhold er mindre end 1.

Tabellen viser, at Danmark har en klar, international styrkeposition inden for bioteknologi (biosolutions), der i rapporten omfatter genteknologi, organiske komponenter, råvarer og bio-procesteknologi. Det er kun inden for vindteknologi, hvor Danmark fremstår stærkere.

Danmarks styrkeposition inden for biosolutions er især drevet af, at store danske virksomheder som Novozymes og Chr. Hansen samt DTU og Aarhus Universitet udtager mange patenter i international sammenhæng.

Danmark klarer sig også godt, når det gælder biotekforskning. Således har 1,1 pct. af forskningsartikler inden for biosolutions på globalt plan dansk deltagelse. Det samme tal for de 11 områder under ét er 0,9 pct.

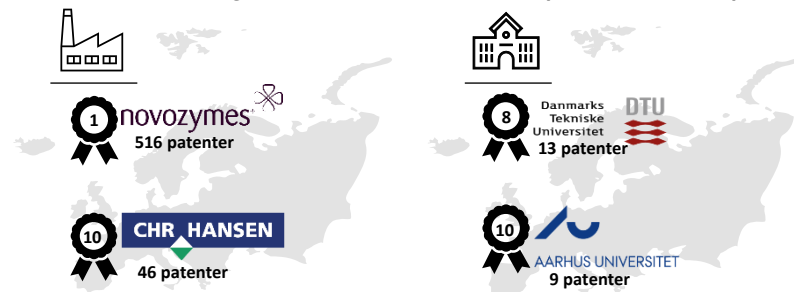
Tabellen viser også, at Danmark på de fleste områder halter efter top 30 regionerne, når det kommer til patentaktivitet. Bioteknologi/biosolutions er således en undtagelse sammen med vindteknologi.

Danmarks styrkeforhold på udvalgte teknologiområder

Teknologiområder	Styrkeforhold ift. Top 30 regioner	Dansk andel af patenter globalt	Dansk andel af forskningsartikler globalt
Avancerede materialer	0,3	0,2%	0,5%
Bioteknologi (biosolutions)	2,7	2,2%	1,1%
Farmaceutisk teknologi	0,7	0,6%	1,2%
Fødevareteknologi	2,2	1,8%	1,2%
Klimateknologi	0,3	0,3%	0,8%
Kunstig intelligens	0,2	0,2%	0,4%
Lydteknologi	1,9	1,6%	1,1%
Medicinsk teknologi	0,7	0,6%	1,1%
Robotteknologi	0,2	0,1%	0,5%
Vandteknologi	0,3	0,2%	0,9%
Vindteknologi	8,9	7,3%	4,8%
Samlet alle 11	0,6	0,5%	0,9%

Kilde: IRIS Group på baggrund af data fra ATV (2020): "Verdens førende tech-regioner – Danmarks styrkepositioner i et globalt perspektiv".

Danske virksomheder og universiteter blandt de 10 mest patenterende i Europa, 2000-19



Kilde: ATV (2020): "Verdens førende tech-regioner – Danmarks styrkepositioner i et globalt perspektiv".

Note: Top 30 regionerne er de regioner, der, globalt set, udtager flest patenter og publicerer flest forskningsartikler inden for de 11 områder. Top 30 regionerne omfatter blandt andet Boston, Hong Kong, North Carolina, Basel/München og Beijing. Det skal understreges, at Danmark dermed sammenlignes med storby-regioner og ikke lande, og man kan i den sammenhæng stille spørgsmålet, om det ikke er mere retvisende at sammenligne Danmark med andre lande eller tech-regionerne med fx Greater Copenhagen. Med denne tilgang ville Danmark/Greater Copenhagen utvivlsomt komme endnu bedre ud inden for bioteknologi.

Biosolutionsvirksomhederne forventer selv stor vækst

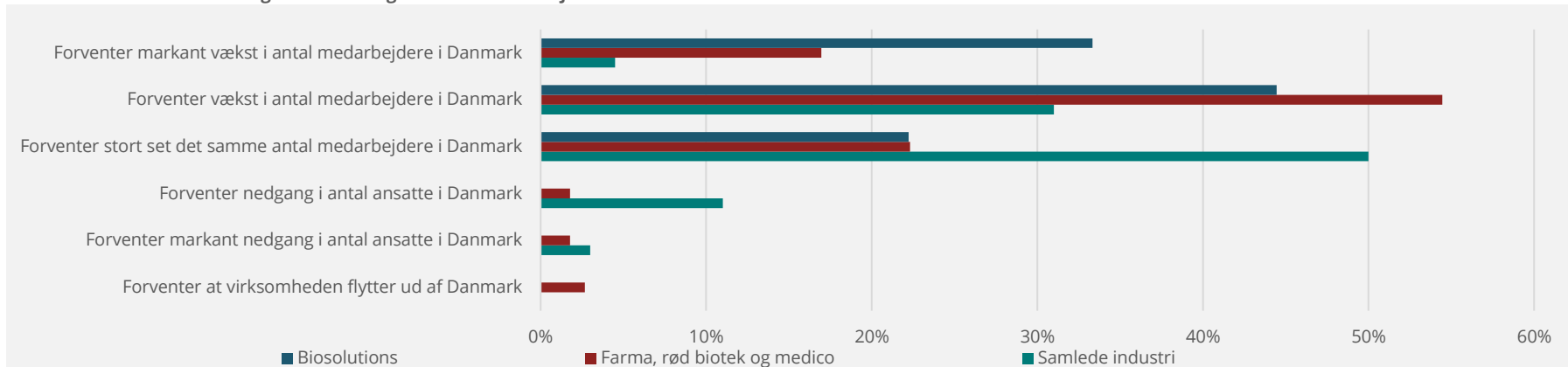
Biosolutionsvirksomhederne ser generelt positivt på deres vækstmuligheder. Det blev blandt andet afdækket i en spørgeskemaundersøgelse fra 2017, hvor life science-virksomheder blev spurgt til deres vækstforventninger for de kommende 3-5 år. Vi har i figuren neden for vist resultaterne for de virksomheder, der beskæftiger sig med biosolutions. I figuren er forventningerne sammenlignet med et gennemsnit for den samlede industri samt for farma, rød biotek og medico under ét.

Figuren viser, at virksomheder, der beskæftiger sig med biosolutions, ser mere positivt på deres muligheder for at øge beskæftigelsen end virksomhederne inden for andre dele af life science-sektoren. Knap 80 pct. af biosolutionsvirksomhederne forventer således vækst i beskæftigelsen, mens det samme gør sig gældende for godt 70 pct. af virksomhederne inden for farma, rød biotek og medico. Forskellen bliver tydeligere, når vi kigger på, hvor mange virksomheder der forventer en markant vækst i beskæftigelsen. Her forventer en tredjedel af biosolutionsvirksomhederne en markant vækst, mens det kun er 17 pct. af virksomhederne inden for farma, rød biotek og medico.

Biosolutionsvirksomhederne ser også mere positivt på fremtiden end industrien generelt, hvor det kun er knap halvdelen af virksomhederne, der forventer en vækst i beskæftigelsen. Andelen af industrivirksomhederne, der forventer en markant vækst, er ligeledes markant lavere end blandt biosolutionsvirksomhederne.

De positive forventninger fra spørgeskemaundersøgelsen underbygges også i interviewene med virksomhederne. Næste slide bringer udvalgte citater om virksomhedernes vækstforventninger.

Virksomhedernes forventninger til udviklingen i antal medarbejdere



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science-virksomheder fra IRIS Group (2017): "Dansk life science under mikroskop - En forskningsbaseret styrkeposition der forgrener sig" og DI Analyse (2016): "Virksomhederne forventer fremgang i 2017".
 Note: Biosolutions n=27 - omfatter virksomheder inden for hvid og grøn biotek samt fødevarer, bioenergi og biobaseret miljøteknologi. Farma og rød biotek n=42. Virksomhederne fra spørgeskemaundersøgelsen (biosolutions samt farma og rød biotek) er blevet spurgt til deres forventninger for de kommende 3-5 år, mens virksomhederne fra DI's analyse er spurgt til forventningerne for det kommende år. Tallene er derfor ikke fuldt sammenlignelige.

Udvalgte citater om vækstforventninger

"Vores mål er at skabe en virksomhed med storskalaproduktion i både Danmark og en række andre lande, hvor vi producerer en palette af proteinprodukter til både landbruget, fiskeopdræt og fødevarerindustrien. Siden 2012 er vi vokset fra nogle få til 43 medarbejdere i Danmark. Der er et kæmpe potentiale for at skabe bioindustrielle arbejdspladser i Danmark, hvis vi får nedbragt omkostninger ved at producere grøn energi til bioindustrielle formål."

- Henrik Busch Larsen, CEO
Unibio

"Vi ser et meget stort vækstpotentiale inden for den landbrugsrettede biotek. Vi har opbygget vores position på markedet ud fra en base, der udspringer fra opkøb af amerikanske virksomheder, der tidligt gik ind i området."

- Ole Kirk, Vice President, R&D
Novozymes

"Vi er fire co-founders i dag og kommer først til at få en omsætning, når de første produkter sælges. Men om tre år er vi 18-20 medarbejdere. Og om fire år har vi en omsætning på 40 mio. kr. Det er jeg helt sikker på."

- Henrik Meyer, CEO
Cysbio

"Vi er vokset 10 pct. hvert år, siden vi blev grundlagt i 1993. Og det forventer vi at fortsætte med."

- Niels Østergaard, Vice President R&D
Arla Foods Ingredients

"Vores mikroalgebaserede proteiner har potentiale til at skabe en enorm klimaimpact, da de fx kan erstatte kød, mælkeproteiner eller proteiner fra sojabønner hos de store fødevarerproducenter. Hvor hurtigt og hvor meget vi kan vokste, afhænger både af, hvor hurtigt markedet tager alternative proteiner til sig. Men det afhænger også af villigheden fra politisk hånd til at ville støtte op om udviklingen, finansieringen og samfundsimplementeringen af nye fødevarer- og proteinkilder, sådan som man har gjort - og fortsat gør - i forhold til "traditionel" fødevarerproduktion fra landbruget."

- Christopher Kjølby Jensen, CEO
NatuRem Bioscience

"Der produceres 300 mio. tons konventionel plast om året i verden - og kun 300.000 tons bioplast. Men efterspørgslen på et 100 pct. nedbrydeligt og fossilfrit alternativ er stigende. Og når vores nye fabrik i Aarhus er fuldt udbygget, kan vi levere 700.000-800.000 tons bioplast - altså mere end dobbelt så meget, som der i dag produceres globalt. Vi regner i den forbindelse med at ansætte omkring 300 nye medarbejdere i løbet af de kommende år. Så det bliver noget af en vækst fra de 25, vi er i dag."

- Thomas Brorsen Pedersen, CEO
Pond

Store vækstperspektiver ifølge internationale prognoser

Der er god grund til at forvente, at væksten i biotekklyngen vil fortsætte i de kommende år. Endda i et kraftigere tempo end i de seneste år. En række internationale prognoser peger således på, at det globale marked for biotek – både samlet og inden for de enkelte teknologiområder – vil vokse kraftigt.

Global Market Insights forventer i "Biotechnology Market Share 2019", at markedet for biotek under ét vil vokse med ca. 8 pct. om året frem mod 2025. Grand View Research kommer frem til lignende resultat med en årlig vækstrate på ca. 7 pct. i deres "Biotechnology Market Size 2017".³

Der er ligeledes prognoser for enkelte delområder inden for biotek og biosolutions. Disse peger også i retning af en betydelig fremgang i de kommende år:

Primære erhverv (grøn biotek)

Grand Market Research skønner i analysen "Agricultural Biotechnology Market Size, 2019", at markedet for biotek i de primære erhverv vokser med 7 pct. om året frem til 2025. Det er en øget efterspørgsel på nye avls- og planteteknologier, som forventes at drive væksten. I samme rapport opgøres værdien af det globale marked til 90 mia. USD, svarende til 552 mia. kr., i 2018.

Fødevarer (gul biotek)

I analysen "Food Biotechnology Market, 2020" skønner Global Market Insights, at det globale marked for bioteknologiske teknologier til fødevarerproduktion vil vokse med omkring 10 pct. om året frem mod 2025. Det er blandt andet en øget efterspørgsel efter sunde fødevarer og introduktionen af nye innovative teknologier inden for genteknologi, som vil drive udviklingen.

Industrielle biosolutions (hvid biotek)

I analysen "Global White Biotech Market, 2020" estimerer Grand View Research, at det globale marked for industriel biotek vokser med godt 10 pct. om året frem til 2024. Væksten vil blandt andet blive drevet af en øget efterspørgsel på biobaserede kemikalier i fremstillingsindustrien.

³ Afgrænsningen af biotek i rapporterne fra Global Market Insights og Grand View Research omfatter også rød biotek og er derfor ikke fuldt sammenlignelig med afgrænsningen i denne rapport.

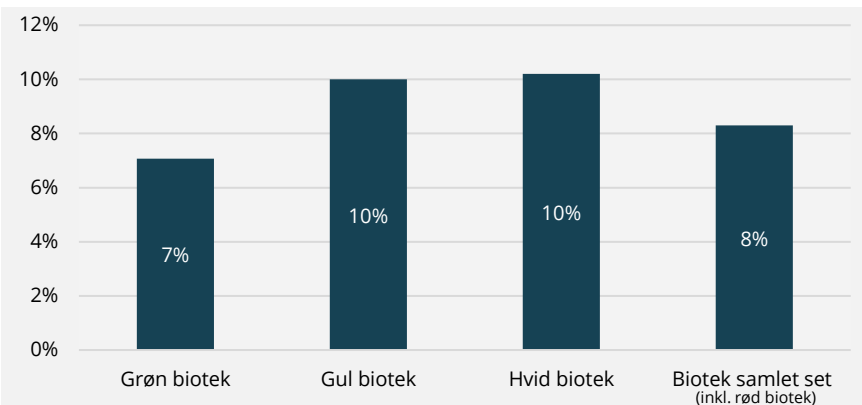
Bioenergi

I rapporten "Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth, 2020" skønner det internationale energiagentur (IEA), at den globale efterspørgsel efter biogas og –brændstoffer vil stige de kommende år. Efterspørgslen efter biogas vil i 2025 være på 63 Mtoe, hvilket svarer til en stigning på godt 60 pct. sammenlignet med 2020. I samme periode skønner IEA, at efterspørgslen på biobrændstoffer vil vokse med 30 pct.

De forventede vækstrater for det globale biotekmarked under ét og for udvalgte delområder er vist i figuren neden for.

Danske biosolution virksomheder beskæftiger i dag ca. 6.800 fuldtidspersoner. Hvis sektoren vokser med knapt ni pct. om året – svarende til de internationale prognoser – vil det ved en produktivitetsvækst på ca. 4 pct. årligt betyde, at klyngen beskæftiger ca. 15.000 fuldtidspersoner.

Forventet vækst inden for bioteknologi frem mod 2025 (gennemsnitlig årlig vækst)



Kilde: Global Market Insights (2019): "Biotechnology Market Share", Grand View Research (2020): "Global White Biotech Market", Global Market Research (2019): "Agricultural Biotechnology Market Size" og Grand Market Research (2019): "Agricultural Biotechnology Market Size".

4. RAMMEVILKÅR OG VÆKSTBARRIERER

Dette kapitel sammenfatter, hvad der er de vigtigste rammebetingelser for at skabe vækst i bioøkonomien, samt hvordan virksomhederne vurderer kvaliteten af disse rammebetingelser.

Samtidig præsenteres udenlandske eksempler på indsatser på områder, hvor analysen peger på et behov for at styrke rammebetingelserne i Danmark.

Hovedpointer:

- Arbejdet med at udvikle, teste, skalere, demonstrere og afsætte biosolutions følger i høj grad den samme rute. Der er bred enighed om, hvad der er de centrale rammevilkår i de forskellige faser af en biosolutionsvirksomheds udvikling.
- Hvis potentialerne for vækst i den danske biosolutionsklynge skal realiseres, er der behov for at løfte rammebetingelserne på en vifte af området. Det gælder 1) kommercialisering af forskning, 2) adgang til faciliteter, 3) adgang til risikovillig kapital, 4) nye uddannelser, der kombinerer dataforståelse og biologisk faglighed, 5) EU-regulering.

De centrale rammebetingelser for biosolutions

Vi har i interviewene med virksomheder spurgt ind til, hvad de betragter som vigtige rammevilkår i hele "værdikæden" fra forskning og udvikling af nye produkter, til produkterne sælges på det globale marked. I forlængelse heraf blev virksomhederne spurgt til, hvordan de vurderer kvaliteten af rammevilkårene i Danmark, og om de på nogle områder har oplevet væsentlige vækstbarrierer.

Etablerede virksomheder blev både spurgt til vigtige rammevilkår i dag, og hvad de eventuelt har oplevet som gode rammevilkår eller vækstbarrierer undervejs i deres udvikling. Yngre virksomheder i udviklingsfasen blev omvendt spurgt til rammevilkår og vækstbarrierer i dag, og hvad de betragter som vigtige rammevilkår fremadrettet.

Selvom der naturligvis er forskelle på tværs af bioøkonomiens segmenter, er der flere ting, der samler virksomhederne, end der skiller dem. Arbejdet med at udvikle, teste, skalere, demonstrere og afsætte biosolutions følger i høj grad den samme rute. Og der er bred enighed om, hvad der er de centrale rammevilkår i de forskellige faser af en biosolutionsvirksomheds udvikling.

Det har vi forsøgt at illustrere i figuren på næste side. Figuren illustrerer i midten et produkts eller en startup-virksomheds vej fra forskning til marked. Det starter typisk med forskning, hvor fx egenskaber ved et nyt enzym eller et protein identificeres. Eller hvor der udvikles nye biologiske produktionsprincipper med lovende perspektiver. Denne forskning kan foregå på universiteter eller i virksomheder, men ofte trækker virksomheder på universiteter som samarbejdspartnere i denne fase.

Derefter følger en fase, hvor idéen modnes, og hvor produktet, processen eller stoffet testes ved forsøg i meget lille skala (proof of concept). Er resultaterne lovende, fortsættes med forsøg i større skala, hvor det testes, om et produkt kan produceres stabilt og med høj kvalitet i et større produktionssetup. Udviklingsfasen slutter typisk med, at produktet produceres i semiindustriell skala i et demonstrationsanlæg.

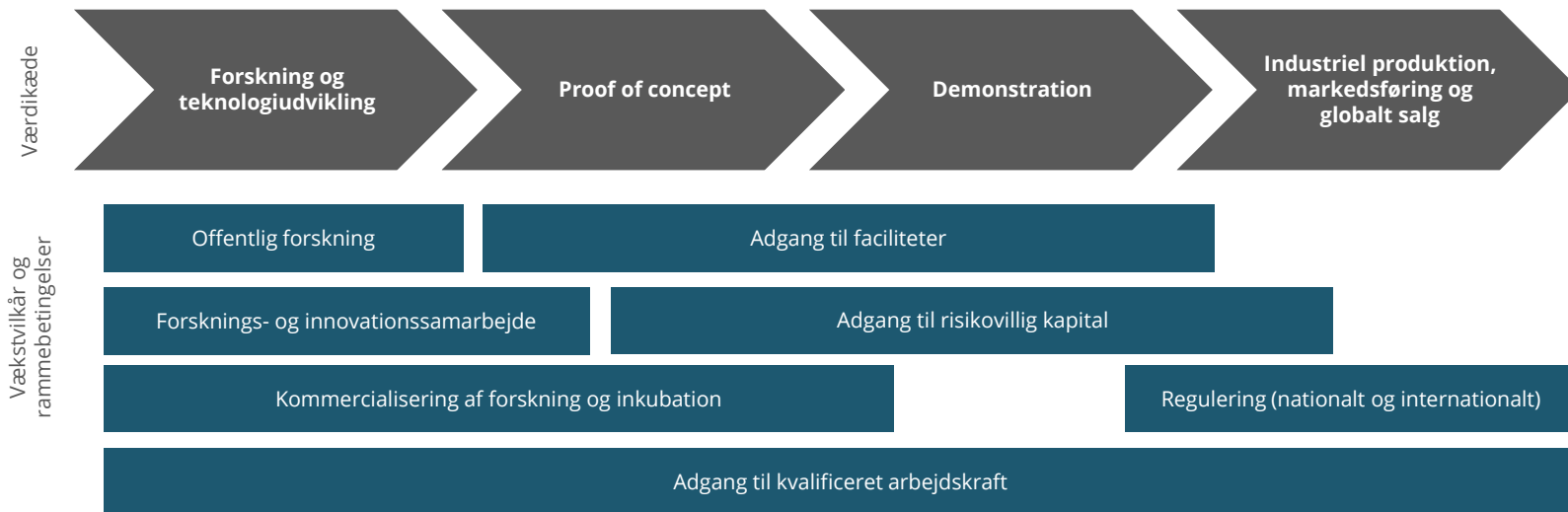
Derefter etableres fuldskala-produktionsanlæg, og virksomhederne intensiverer arbejdet med at opbygge et globalt setup – ofte med produktion i flere lande og salg gennem partnere på centrale markeder. Hele processen tager ofte 10-15 år og er naturligvis omkostningstung. Især startups er afhængige af ekstern kapital, og en del købes op i takt med, at de viser lovende resultater.

Figuren viser, hvad der er de centrale rammebetingelser, og hvilke faser de især knytter sig til. Fx er samarbejde med universiteterne især vigtigt i de tidlige faser, mens regulering spiller den største rolle i salgsfasen. Adgang til kvalificeret arbejdskraft er vigtigt i alle faser, men på en måde, hvor tekniske/naturvidenskabelige kompetencer spiller den største rolle i forsknings- og udviklingsfasen.

Sammenfattende peger interviewene i retning af, at der især er behov for at styrke rammebetingelserne på fem områder:

- **Kommercialisering af forskning.** Sammenlignet med fx rød biotek starter der relativt få ny virksomheder i Danmark med afsæt i vores stærke forskningsbase. Der er behov for at udvikle et stærkere økosystem, der understøtter startups og letter anvendelsen af forskningsresultater på universiteterne i erhvervslivet.
- **Adgang til faciliteter.** Modsat andre europæiske lande er der i Danmark ikke faciliteter, som mindre virksomheder kan tilgå i opskalingsfasen.
- **Adgang til risikovillig kapital.** Det danske seed- og venturemarked har frem til i dag kun i meget lille grad fokuseret på biosolutions.
- **Regulering.** Biosolutions er ofte helt nye for markedet og produkt-godkendelsesfasen er lang og omkostningsfuld.
- **Adgang til kvalificeret arbejdskraft.** Klyngens virksomheder oplever generelt, at arbejdskraften fra universiteterne er af høj kvalitet. Men der forventes et stigende behov for ingeniører, der både har stærke naturvidenskabelige kompetencer og spidskompetencer inden for data, machine learning og kunstig intelligens.

På de følgende sider uddybes virksomhedernes syn på de centrale rammebetingelser, og der gives eksempler, der illustrerer både styrkerne og svaghederne i de danske rammebetingelser. Afsnittet indeholder også tre inspirationscases fra udenlandske biosolutionsmiljøer, der er længere fremme, end vi er i Danmark.



Biosolutionsvirksomhederne vurderer gennemgående, at forskningen på danske universiteter er af høj kvalitet og af stor relevans. Det afspejler sig i et vidtforenet forsknings-samarbejde, hvor universiteterne bidrager til udvikling af nye teknologier, nye teknikker i produktudviklingen, biobaserede produktionsprincipper og til afprøvning af ny teknologi.

Samtidig peger virksomhederne samlet på, at en lang række forskningsområder er vigtige for deres innovation og for adgangen til kvalificerede ingeniører. Det gælder bl.a. mikrobiologi, plantebiologi, fødevidenskab, kemi, biokemi, bioengineering og kemiteknik.

Som vist i afsnit 3 er biotek et område med en relativt stor forskningsaktivitet i Danmark. Samtidig viser andre analyser, at forskningen er af høj kvalitet i international sammenhæng. Danmark står bl.a. meget stærkt inden for mikrobiologi, plantebiologi, bioengineering og biokemi.⁴

Forskningens erhvervsrelevans er bl.a. resultatet af et mangeårigt samspil med store virksomheder som Chr. Hansen, Novozymes, Carlsberg og Arla Foods. De tætte erhvervsrelationer har bidraget til, at universiteterne har fokuseret på forskningsmæssige problemstillinger af stor relevans for industrien.

Herudover er der også foretaget betydelige satsninger på forskning, der kan have stor industriel impact inden for biosolutions. Det gælder fx Novo Nordisk Fondens (NNF) investeringer i biosustainability. Samlet har NNF investeret 1,5 mia. kr. over ti år til, at DTU Biosustain kan forske i bioindustrielle processer. Centret forsker bl.a. i værktøjer til optimering af organismer i form af produktionsværdier (fx gær, E-koli), der kan producere kemikalier, farvestoffer,

kosttilskud samt enzymer og proteinkilder til biobaserede fødevarer og foder. Ambitionen er at udvikle bæredygtige teknologier, der er konkurrencedygtige og kan erstatte petrokemiske produktionsteknologier.

Det grundlæggende billede er således, at forskningen på universiteterne udgør et stærkt fundament for innovation og teknologiudvikling inden for danske biosolutions.

Flere interviewpersoner peger dog også på, at der er behov for fortsatte investeringer i biotekforskningen og for en samlet vision for forskningen. Den er i dag spredt på mange universiteter og institutter uden at være knyttet op på fælles nationale mål og visioner. Biotekforskningen er så at sige bygget op fra bunden med afsæt i behov og potentialer, der er defineret af industrien og den teknologiske udvikling.

Biotekforskningen rummer store potentialer for at bidrage til bæredygtig produktion, produkter baseret på fornybare ressourcer og lavere forbrug af fossile brændsler. Og dermed til at yde et markant bidrag til at indfri klimamålene.

Men at realisere potentialet kræver fortsatte investeringer i forskning, der kan medvirke til at gøre både produktudviklingen og de biobaserede produktionsteknikker mere effektive. Bl.a. gennem øget forskning i brug af kunstig intelligens og machine learning inden for udvikling af værktøjer til biologisk produktudvikling og produktion.

Både virksomheder og forskere peger på et behov for en samlet national vision for biotekforskningen, der tager afsæt i bioøkonomiens enorme potentiale for at bidrage til at realisere de nationale og internationale klimamål.

En af **Novozymes** største akademiske samarbejdspartnere er DTU, hvilket er et afgørende argument for, at firmaet har placeret sit nye R&D center i Lyngby lige overfor DTU. Flere institutter spiller en nøglerolle for Novozymes' produkter og produktion:

- DTU Kemiteknik er nøglepartner, når det gælder udvikling af fermenteringsteknologi.
- DTU Bioengineering er samarbejdspartner inden for bl.a. gensplejsningsteknikker og metoder til dyrkning af enzymer.
- Forskningen på DTU Kemi har bidraget til at styrke Novozymes viden om proteinstrukturer.
- DTU Nanotech har inspireret Novozymes i udviklingen af ny teknologi til screening af enzymer.

Chr. Hansen samarbejder med universiteter i mange europæiske lande. Ifølge Chr. Hansen er især hollandske universiteter stærke inden for mikrobiologisk forskning.

Men Chr. Hansen har også et bredt samarbejde med især KU og DTU i Danmark. Virksomheden oplever KU som stærke i forskning i applikationer og effekter inden for fødevarer- og planteområdet. DTU opleves som førende, når det gælder bioindustrielle fremstillingsprocesser.

⁴ Se bl.a. IRIS Group (2017): "Dansk life science under mikroskop - en forskningsbaseret klynge, der forgrener sig".

Forsknings- og innovationssamarbejde

Langt de fleste interviewede virksomheder samarbejder med universiteter i både Danmark og udlandet. Forsknings-samarbejde spiller en stor rolle for virksomhederne i udviklingen af nye teknologier, nye produkt-områder (fx nye typer af planter, råvarer og mikro-organismer), test- og simuleringsmetoder samt produktions-processer. Det gælder alle grene af biosolutions.

Det gennemgående billede er, at virksomhederne er meget tilfredse med samarbejdet. Forskere fra både Københavns Universitet, DTU, Aarhus Universitet, Aalborg Universitet og Syddansk Universitet opleves (især af de store virksomheder) som meget interesserede i industrielt samarbejde – bl.a. fordi flere danske og internationale programmer stiller krav om virksomhedsdeltagelse.

Der er samtidig en udbredt opfattelse af, at mulighederne for at finansiere forsknings- og innovationssamarbejde er gode i Danmark. Innovationsfondens Grand Solutions, ErhvervsPhD og Erhvervsphd samt UDP-programmerne benyttes ofte og opleves som velfungerende virkemidler.

Der er dog to områder, hvor de interviewede forskere og virksomheder peger på forbedringsmuligheder:

- Når samarbejdet er etableret, opstår der ofte udfordringer, når samarbejdsaftaler og kontrakter skal forhandles på plads med universiteternes enheder for forskningsaftaler. Flere virksomheder har oplevet en manglende smidighed, og hvad de betegner som for store krav fra universiteternes side til IP-retigheder eller up front-betalinger, hvis samarbejdet skulle føre til fælles forskningsresultater med kommercielt potentiale. Det opleves som meget besværligt at indgå

samarbejde, fordi der skal bruges mange ressourcer på at afklare rettigheder, priser mv., før at samarbejdet overhovedet er kommet i gang.

- Rammerne for samarbejdsprojekter mellem universiteter og mindre virksomheder er ikke optimale. Det opleves fra begge sider som administrativt besværligt at indgå og finansiere samarbejde, når projekternes størrelse tages i betragtning. Der bruges for mange ressourcer på at opbygge relationer, ansøge midler samt at indgå samarbejde i forhold til projekterne og tilskuddenes størrelse.

Den sidste problematik har også betydet, at universiteterne i stigende grad orienterer sig mod større virksomheder og større projekter. Det er bl.a. opfattelsen, at de tidligere klyngeorganisationer ikke var gode nok til at udvikle ydelser, der smidiggør samarbejdet mellem universiteter og SMV'er. Det er forventningen, at den nye, nationale klynge Food & Bio Cluster vil arbejde for at løfte denne opgave mere effektivt gennem bedre matchmaking, tilskud til mindre projekter (der er nemme at søge) og hjælp til at søge midler fra fonde, mv.

Inden for forsknings- og licensaftaler efterspørger flere virksomheder et paradigmeskifte. Virksomhedernes opfattelse er, at flere universiteter værdisætter patenter og opfindelser for højt i forhold til risiko og omkostninger ved at produktudvikle og commercialisere biosolutions. Virksomhederne peger på en model, hvor evt. værdiansættelse og honorering ikke sker up front, men først, når der eventuelt opnås kommercielt gennembrud, og når det kan opgøres, hvilke følgeinvesteringer virksomhederne selv har måtte foretage.

KMC udvikler og producerer kartoffelbaserede ingredienser til fødevarerindustrien, og indgår i flere vigtige samarbejder. Bl.a. samarbejder virksomheden med KU og AAU om udvikling af resistente kartoffelarter, der ikke udvikler kartoffelskimmel. Sammen med DTU forskes i enzymatisk modificering af stivelse, der kan erstatte kemisk modificerede ingredienser (E-numre).

KMC oplever store udfordringer med at indgå aftaler med universiteterne, når det gælder rettigheder til resultater af fælles forskningsprojekter. Derfor har virksomheden valgt alene at anvende ErhvervsPHD og Erhvervsphd-ordningerne på områder, der er forretnings-kritiske. Under disse ordninger ejes projekter og rettigheder af virksomhederne.

NatuRem er en startup fra 2018, som er i udviklingsfasen, men står på grænsen til at påbegynde opskalering af deres teknologi. Virksomheden udspringer ikke fra et universitet, men NatuRem har fra starten haft et forskningsmæssigt frugtbart samarbejde med KU Food. NatuRem oplever generelt, at der eksisterer visse modsatrettede interesser mellem kommercielle virksomheder og forskningsinstitutioner. Det gælder ift. publicering vs. fortrolighed af forskningsresultater og ift. forhandling af rettighederne til fælles forskningsresultater.

Kommercialisering af forskning og inkubation

Bioøkonomien drives også af entreprenører, der arbejder på at bringe opfindelser fra universiteternes laboratorier ud på markedet. Det er vigtigt med en underskov af forsknings-baserede iværksættere, der fokuserer på at modne, teste og opskalere opfindelser og idéer fra forskningen.

Der er flere eksempler på spinouts, der har vokset sig til globale succeser. Et godt eksempel er ingrediensvirksomheden Glycom, der har udviklet en metode til at producere humane mælkeoligosaccharider, der indgår i modermælk. Glycoms produkt anvendes derfor som ingrediens i modermælksersatning. Virksomheden er en spinout fra DTU fra 2005, og den beskæftiger i dag ca. 160 medarbejdere. Glycom blev i 2019 solgt til hollandske DSM for 5,7 mia. kr. Andre gode eksempler er Aquaporin og Unibio, der som beskrevet i case-eksemplerne i afsnit 2 står på tærsklen til globale væksteventyr.

Men trods de gode rollemodeller er det billedet, at der etableres få spinouts fra universiteterne inden for biosolutions. Det afspejler sig også i, at der ikke er så mange unge biosolutions-virksomheder i Danmark, jf. afsnit 2.

Hvor der inden for rød biotek er et mere velfungerende økosystem med specialiserede forskerparker, gode tilskuds- og finansieringsmuligheder, adgang til laboratorier, professionelle investorer, mentortilbud, mv., så halter innovationssystemet inden for biosolutions. Som Vice President, Birgitte Skadhauge, Carlsberg Research Lab udtrykte det i det gennemførte interview, så "mangler der en infrastruktur til at materialisere de idéer og løsninger, der kommer ud af forskningen på universiteterne."

Mange interviewpersoner peger på vigtigheden af at opbygge de samme typer af funktioner og finansieringsmuligheder, som er tilgængelige for "rød biotek". Især inkubations-

/accelerationsmuligheder, adgang til faciliteter og nemmere adgang til finansiering i de tidlige faser anses som vigtige områder (se også side 35).

En løsning kan være et samarbejde på tværs af universiteter om at udvikle et målrettet inkubations- og accelerationsprogram inden for biosolutions. Det vil sige et program, der stiller lokaler, sparring, opstartsfinansiering og faciliteter til rådighed for lovende virksomheder.

Det kan samtidig være indgangen til, at store virksomheder i højere grad engagerer sig i startup-miljøet – bl.a. motiveret af at skabe en stærk pipeline af virksomheder og teknologier, som de senere kan opkøbe (se case fra Holland på næste side). Store virksomheder kan bidrage som sparringspartnere og mentorer for nystartede virksomheder. Samtidig kan et tydeligt og ambitiøst opstartsmiljø være et springbræt for, at store virksomheder etablere egne corporate venture-enheder, der kan investere i mindre virksomheder.

Endelig er teknologioverførselsenhederne (TTO) på universiteterne også af de interviewede startups blevet oplevet som besværlige at samarbejde med, når det gælder aftaler om rettigheder til forskningen. Oplevelsen er – som beskrevet på forrige side – at enhederne har en lidt urealistisk forestilling om værdien af de forskningsresultater, de bidrager med til spinouts.

Det skal dog understreges, at de pågældende startups alle refererer til, hvordan de oplevede samarbejdet med TTO'erne, da de etablerede sig. De danske universiteter har alle som ambition at bidrage til at skabe flere iværksættere, og indsatsen er hele tiden under udvikling. Men interviewene understreger vigtigheden af en fortsat dialog om at skabe smidige rammer for at etablere nye virksomheder – ikke mindst inden for biosolutions.

Cysbio er en spinout fra DTU Biosustain, der har udviklet to biotekplatforme, som kan producere biobaserede kemikalier billigt og i store mængder. De forventer at gå på markedet med de første produkter i 2021.

Cysbio oplevede DTU Tech Transfer som usmidige, og at processen kostede dem to år. DTU var ifølge Cysbio bange for at gå glip af værdi og stillede meget høje krav ift. at overdrage rettigheder til Cysbio, herunder forlangte DTU betydelige royalties af fremtidig indtjening.

Novo Holdings er Danmarks klart største investor inden for life science-området.

Selskabet yder gennem Novo Seeds både tilskud til lovende projekter på nordiske universiteter og investerer i startups. Frem til i dag har Novo Seeds primært haft fokus på "rød biotek", og forskere og startups inden for biosolutions er ofte blevet afvist. Novo Nordisk Fonden har imidlertid i 2020 kanaliseret flere midler til Novo Holdings mhp. at investere mere i biosolutions.

Case: Planet B.io

Dedikeret accelerator for biosolutions

Planet B.io er den seneste tilføjelse til økosystemet for industriel biotek i Holland. Mens Leiden er centrum for Hollands røde biotek, har Delft opbygget et stærkt økosystem for biosolutions.

Planet B.io er en accelerator lokaliseret på Biotech Campus Delft tæt på det tekniske universitet, TU Delft, den store biosolutionsvirksomhed, DSM, og opskalingsfaciliteter ved Bioprocess Pilot Facility. Det er en af de eneste inkubations-/acceleratormiljøer i Europa, som har et eksklusivt fokus på industriel biotek.

Acceleratoren startede med, at DSM inviterede fire lovende biosolutions-startups ind i nogle istandsatte forskningslokaler i 2019. I sommeren 2020 blev Planet B.io etableret som en fond i et samarbejde mellem fem partnere (DSM, TU Delft, det regionale udviklingsagentur, InnovationQuarter samt Delft Kommune og den Sydhollandske Provins).

Ved udgangen af 2020 havde 11 biosolutionsvirksomheder lejet sig ind i miljøet. Virksomhederne er primært fra Holland, men mange har medarbejdere ansat fra hele Europa. Lejeperioden er ikke tidsbegrænset, da virksomhederne skal have lov til at vokse og opskalere i miljøet. På den måde adskiller Planet B.io sig fra klassiske acceleratore.

En bred vifte af tilbud og faciliteter

Foruden 3.000 kvm kontorer, fællesområder og laboratorier tilbyder Planet B.io en lang række tilbud, som trækker på kompetencer og finansiering fra de fem partnere, herunder:

- Netværk til verdensførende biotekeksperter, herunder på DSM Biotechnology Centre og TU Delft. Der arrangeres jævnligt events, hvor forskere, virksomheder og iværksættere kan mødes.
- Adgang til BioProcess Pilot Facility (BPF), som ligger 500 meter væk, med udstyr og kompetencer til opskalering i demonstrationsfasen (op til 9.000 liter).
- Viden om øvrige tilbud og aktører i økosystem, fx tech-inkubatoren, YES!Delft.
- Hjælp til finansiering via netværk blandt dedikerede biotekfonde, business angels, mv.
- Adgang til talenter gennem samarbejde med regionens uddannelsesinstitutioner.
- Generel hjælp til opstart af virksomhed, herunder netværk af revisorer og jurister.

Derudover har den Sydhollandske Provins (en af de fem partnere bag Planet B.io) oprettet og finansieret en voucherordning, som yder støtte eksklusivt til lejere i acceleratoren i tre trin :

1. Opstart, fx leje af kontor og laboratorie samt indkøb af udstyr (50 pct. egenfinansiering, støtte max. 15.000 euro (ca. 110.000 kr.).
2. Videnservice, køb af ekstern ekspertise til at løse en teknisk eller videnskabelig udfordring i præ-pilotfasen (0 pct. egenfinansiering, støtte max. 15.000 euro (ca. 110.000 kr.).
3. Scaleup, demonstration på BPF (50 pct. egenfinansiering, støtte max. 50.000 euro (ca. 370.000 kr.).

Ingen plan(et) B

Acceleratorens navn antyder, at der ikke findes en Planet B, der kan bruges som Plan B, hvis vi globalt fortsætter en fossilbaseret og ressourcekrævende produktion. Navnet indikerer således formålet med acceleratoren; nemlig at booste omstillingen til en bæredygtig biobaseret økonomi.

Etableringsomkostningerne på omkring 3,5 mio. euro (26 mio. kr.) er primært afholdt af DSM, Delft Kommune og den Sydhollandske Provins. DSM ejer lokalerne, som stilles gratis til rådighed. De øvrige driftsomkostninger på ca. 800.000 euro (ca. 6 mio. kr.) årligt er primært lønninger til acceleratorens ansatte og dækkes dels af lejeindtægter og dels af fonden. Acceleratoren skal, når alle lokaler er besat, være økonomisk bæredygtig.



Adgang til faciliteter

Både virksomheder og videninstitutioner fremhæver etablering af åbne pilot- og demonstrationsanlæg i Danmark som et område, der kraftigt vil styrke vækstmulighederne for biosolutions. Fraværet af faciliteter til opskalering er særligt et problem for startups, da etablerede virksomheder har egne faciliteter.

Den store opmærksomhed om faciliteter til opskalering skyldes, at biosolutions adskiller sig fra rød biotek og farma, ved at værdien ligger i volumen. Biosolutionsvirksomheder skal kort fortalt kunne producere store mængder billigt for at demonstrere en god forretning.

Man kan dele opskaleringsprocessen for et biosolutionsprodukt op i tre faser:

1. **Proof of concept**, hvor løsningen skaleres fra en petriskål eller flaske til en mindre tank på 20-30 liter.
2. **Demonstration**, hvor løsningen skaleres til flere hundrede eller få tusinde liter.
3. **Industriel skala**, hvor løsningen produceres i fuldskala.

Den første fase foregår ofte på et universitet, som har udstyr til at gennemføre mindre laboratorieforsøg. Det er fase 2, demonstrationsfasen, som er særligt udfordrende for startups. Det er dyrt og besværligt, fordi virksomhederne skal til udlandet for at finde de rette faciliteter. Samtidig er det vanskeligt at tiltrække investorer til at etablere egne faciliteter på dette trin, da virksomheden først skal demonstrere, at den rentabelt kan producere store mængder i høj, ensartet kvalitet. Først derefter kan en troværdig business plan fremlægges. Der er nemlig meget,

som kan gå galt, når bioraffinerer opskaleres til semi-industriell skala (fx ifm. ernærings- og ilttilførsel til tankene). Samtidig er det afgørende, at virksomheden kan vise, at de har styr på downstreamprocessen, dvs. kemien for oprensning, som kan være en lige så stor udfordring som selve opskaleringen.

Det nødvendige udstyr til opskalering er relativt ensartet på tværs af grøn/gul/hvid/grå biotek. Det handler om adgang til fermenteringstanke i forskellige størrelser, samt kompetente procesingeniører, som kan vejlede virksomhederne ift. både opskalering og oprensning.

Pointen er også, at anlæg til opskalering er en vigtig del af den samlede værdikæde for bio-innovation. Det vil markere en markant satsning på klyngen og bidrage til at bygge bro mellem forskningen på universiteterne og ambitionen om at bringe forskningsbaserede produkter på markedet.

Flere interviewpersoner argumenterer også for, at en dansk pilotfacilitet vil kunne danne ramme for flere samarbejdsprojekter mellem universiteter, startups og store virksomheder. Den vil således kunne bidrage til et større engagement i økosystemet blandt store virksomheder.

En facilitet kan fx etableres via et samarbejde mellem investorer, fx Vækstfonden, og de store, toneangivende virksomheder i den danske biosolutionsklynge. Det vil være naturligt at drive den på private vilkår, men hvor staten i opstartsfasen bidrager til udstyrsinvesteringer.

Flere andre europæiske lande har etableret sådanne faciliteter til stor nytte for de lokale klynger (se case på næste side).

Cysbio afsøgte investormarkedet bredt (både nationalt og internationalt), da spinout-virksomheden fra DTU skulle videreudvikle og opskalere sine to bioteknologiske platforme. Da der i Danmark hverken var faciliteter eller investorer, valgte Cysbio at gå med en kinesisk partner, som både har indskudt kapital i virksomheden og kan fungere som produktionsfacilitet.

Cysbio benytter derudover Bio Base Europe Pilot Plant I Belgien ifm. et Horizon2020-projekt, som virksomheden leder.

Chromologics lejer for øjeblikket bioreaktorfaciliteter hos DTU. Men de kigger også mod Holland og Belgien i forhold til opskalering. I modsætning til personalet hos DTU, kan personalet på de udenlandske pilotanlæg også bidrage med viden om opskalerings- og downstreamprocessen, som Chromologics ikke selv har.

Det vil omkostnings- og tidsmæssigt være en stor barriere at anvende udenlandske anlæg, da det er en fordel at være *on site*, når nye processer testes. Men det er den eneste mulighed for, at Chromologics kan demonstrere sin teknologi i større skala.

Case: Bio Base Europe Pilot Plant

Brobygger fra laboratoriet til markedet

Bio Base Europe Pilot Plant (BBEPP) i Gent er et åbent demonstrationsanlæg og blandt de ledende i Europa. Anlægget blev etableret i 2010 med støtte fra EU samt de belgiske og hollandske myndigheder i Flandern og Zeeland.

I dag er der lignende anlæg i fx Holland og Tyskland. Men for ti år siden var disse anlæg endnu ikke etableret. Derfor havde mange virksomheder svært ved at opskalere deres teknologi fra laboratorium til industriel skala. Formålet med BBEPP var, dengang som nu, at hjælpe virksomheder inden for bioøkonomien med at opskalere deres teknologier og dermed bygge bro over de dele af udviklingsprocessen som populært kaldes "the Valley of Death".

Lidt over halvdelen af virksomhederne, der kommer til BBEPP, er små eller mellemstore virksomheder, som ikke har midlerne eller kompetencerne til at købe og drive et demonstrationsanlæg. De store virksomheder kommer for at teste deres teknologier, inden de eventuelt selv investerer i en produktionslinje.

Fra biomasse til bioprodukt

BBEPP fungerer som en *one-stop-shop* for virksomhederne, hvor alle dele af omdannelsen fra biomasse til det endelige produkt håndteres på samme anlæg. På nuværende tidspunkt har BBEPP udstyr til forbehandling af biomasse, biokatalyse, fermentering samt oprensning og produktudvinding. Kapaciteten spænder fra nogle få kg til flere tons.

Udover opskalering, som er den primære service, får virksomhederne hjælp til at udvikle og optimere produktionsprocessen. I den forbindelse spiller BBEPP's ca. 70 ingeniører og teknikere ofte en central rolle, da de har den nødvendige viden om produktionsteknikker og -processer, som virksomhederne ofte selv mangler.

Omdrejningspunkt for bioøkonomien

Siden etableringen har BBEPP haft stor indflydelse på udviklingen i den lokale bioøkonomi. Især for de mindre virksomheder og startups er vejen fra laboratorie til produktion blevet kortere og mindre risikofyldt. Samtidig er BBEPP et *Stamp of approval* for private investorer, som gør det nemmere for virksomhederne at rejse kapital.

BBEPP har også været med til at skabe større opmærksomhed i andre sektorer om gevinsterne ved biotek. Fx er en større stålproducent i Flandern begyndt at undersøge muligheden for at omdanne restgas fra produktionen til biobrændstof. Flere udenlandske virksomheder er også flyttet til Flandern for at være tættere på BBEPP. I de seneste 3-4 år har tre virksomheder fra blandt andet USA og Israel således valgt at placere deres produktion i Flandern, efter de afsluttede deres forsøg hos BBEPP.

Regionalt demonstrationsanlæg, der servicerer hele Europa

Selvom BBPF startede som et regionalt initiativ, opfatter de sig selv som en del af den internationale bioøkonomi. Det ses også på deres kunder. Ud af de ca. 80 virksomheder, som BBPF årligt servicerer, kommer 5-10 fra Belgien, mens de øvrige primært kommer fra Europa.

BBEPP vurderer, at efterspørgslen på deres services vil stige markant de kommende år som følge af den øgede fokus på bioøkonomien og den grønne omstilling. Konkret forventer BBEPP at ansætte yderligere 50 medarbejdere for at imødekomme den stigende efterspørgsel.

Demonstrationsanlæg bliver ikke bygget på en dag

BBEPP blev oprindeligt etableret med en samlet finansiering på 13 mio. euro (97mio. kr.). Men som det ofte er inden for biotek, har det taget mange år og investeringer at nå en størrelse, hvor det giver mening – økonomisk set – at drive et pilotanlæg. Alt i alt vurderer BBEPP, at det har kostet 30-40 mio. euro (200-300 mio. kr.) at nå den kapacitet, de har i dag.

BBEPP er en privat, non-for-profit organisation og finansieres gennem salg af serviceydelser til virksomheder og projekter med forskningsinstitutioner. I 2020 forventer de, at omsætningen vil ligge på omkring 14 mio. euro (ca. 104 mio. kr.). En væsentlig del (100.000-500.000 euro) af deres indtægter investeres hvert år i nyt udstyr, som suppleres med nationale eller EU-projekter.



Finansiering og adgang til risikovillig kapital

At udvikle og bringe biosolutions på markedet er en kapitalkrævende proces. For startups forudsætter det ikke alene adgang til offentlige tilskudsprogrammer til innovation og forskningssamarbejde. Det er også afgørende med et velfungerende marked for risikovillig kapital, der kan bidrage til at finansiere udvikling og demonstration samt de aktiviteter forbundet med at kommercialisere teknologierne.

Offentlige programmer som InnoBooster og UDP'erne opleves som velfungerende virkemidler i den tidlige udviklingsfase. Det gælder imidlertid for biosolutions, at et lovende koncept relativt hurtigt skal demonstreres i stor skala, da værdien ligger i volumen og prisen på slutproduktet. Opskaleringsfasen er kapitaltung, da den kræver mange forsøg, adgang til dyrt udstyr og ressourcer til demonstration. Ofte koster det 300-400 mio. kr. at bringe en løsning på markedet. Med andre ord er der et betydeligt behov for risikovillig og tålmodig kapital til at dække omkostninger ved at opskalere lovende koncepter. Og senere til at etablere fuldskala produktionsanlæg.

Mange af de interviewede virksomheder peger på, at der i Danmark ikke findes et marked for risikovillig kapital inden for biosolutions. Der er – modsat lande som Belgien og Frankrig – hverken business angels, corporate venturefonde eller private equity fonde, der fokuserer på området.

Efter innovationsmiljøerne lukkede i starten af 2019, varetager Vækstfonden alene opgaven med at investere kapital på vegne af staten. Flere af de interviewede virksomheder har oplevet, at biosolutions ligger uden for Vækstfondens investeringsfære og kompetenceområde – i hvert fald i de tidlige faser, hvor teknologien er usikker og vejen til markedet lang.

Resultatet er, at perspektivrige idéer på universiteterne ikke kommer kommer, og at danske startups i stedet henter kapital i udlandet. Et eksempel er Unibio, der etablerede hovedkontor i London for at hente kapital til deres udvikling.

Der peges i interviewene også på, at det er vanskeligt at etablere venturefonde inden for biosolutions, fordi store virksomheder på området mangler erfaring med corporate venture, og da pensionskasserne har mere fokus på farma og rød biotek. Et andet problem er, at biosolutions ikke opleves som et samlet investeringsområde, således at overvejelser om etablering af venturefonde har fokuseret på fx ingrediensområdet, som isoleret set ikke har kritisk masse i forhold til at tiltrække fx pensionskasser.

Vi vurderer samlet, at manglen på et stærkt og engageret investormiljø inden for biosolutions udgør en væsentlig barriere for at udvikle nye vækstvirksomheder fx med afsæt i universiteternes forskning. Det bør bl.a. overvejes, om der kan etableres en venturefond inden for biosolutions i et samarbejde mellem branchens virksomheder, pensionskasser, private fonde og Vækstfonden, evt. i samarbejde med en udenlandsk fond for at få de rette kompetencer ombord.

Perspektiverne for at skabe et stærkere venturemarked er endvidere styrket i 2020. Dels har Novo Nordisk Fonden tilført deres holdingselskab flere midler med et klart mandat om at fokusere mere på industriel biotek. Dels betyder etableringen af Den Grønne Fremtidfond, at Vækstfonden har fået et mandat til at investere mere inden for biosolutions (især rettet mod fødevarer, landbrug og biomaterialer).

Unibio forsøgte for nogle år tilbage at rejse kapital til opskalering af deres teknologi.

Virksomheden var i dialog med forskellige investorer i Danmark, herunder Vækstfonden, der først ville investere, når teknologien var valideret i kommerciel skala. Unibio valgte i stedet at rejse ny kapital i UK, hvor der ifølge Unibio er et langt mere gunstigt miljø for investorer til at indskyde risikovillig kapital i opstartsvirksomheder.

Unibio har indtil videre hentet for mere end 200 mio. kr. kapital blandt investorer i UK.

Aquaporin er en af de vækstiværksættere, der er lykkedes med at hente kapital fra en dansk investor. Tidligt i virksomhedens udvikling blev der hentet investeringer fra et innovationsmiljø samt et privat investeringselskab, der har fulgt op med yderligere investeringer. Siden er også Danica Pension gået ind som medejer.

Aquaporin var også forbi Vækstfonden på et vigtigt tidspunkt i virksomhedens udvikling og var i dialog med to uafhængige afdelinger i Vækstfonden. Den ene afdeling gav udtryk for, at de ikke forstod teknologien, men så et stort markedspotentiale, mens den anden afdeling forstod teknologien, men ikke kendte til mulighederne i vandbehandlingsmarkedet.

Regulering

Bioteknologi har skabt grundlaget for at udvikle produkter med bedre egenskaber og mindre klimabelastning end mange af de produkter, vi kender i dag. Biosolutions adskiller sig grundlæggende fra konventionelle produkter, men reguleres under samme regelsæt. Dvs. at nye biobaserede produkter og teknikker skal testes og godkendes efter standarder udviklet på baggrund af konventionelle produkters egenskaber og risikovurderinger.

På tværs af interviewene tegner der sig et billede af, at det særligt er i produktgodkendelsesfasen og i forbindelse med markedsføring af bioprodukter – altså sidst i værdikæden – at virksomhederne møder regulatoriske udfordringer.

Men helt overordnet peger flere virksomheder også på CO2-beskatning som et centralt værktøj til at fremme klimavenlige biosolutions.

Marked pull gennem CO2-beskatning

Der er på ingen måde ensartethed i den nuværende beskatning af drivhusgasudledning. Det er gratis at udlede drivhusgasser fra nogle kilder (fx landbruget), mens der omvendt pålægges en betydelig afgift i andre dele af dansk økonomi.

Klimarådet anbefalede i 2018 en ensartet CO2-afgift på tværs af alle sektorer. En anbefaling som Rådet gentog i 2020.⁵

Klimarådet har peget på, at afgiften formodentligt skal være i omegnen af 1.500 kroner per ton CO2 i 2030. Det er et afgiftsniveau, som afspejler omkostningen af de dyreste elementer i den grønne omstilling.

Et princip om at forurenere betaler, vil skabe et marked

pull for grønne løsninger, herunder biosolutions, der ikke længere vil være dyrere end petrokemisk fremstillede produkter og løsninger, som i dag fortsat er det billige alternativ.

Den grønne skattereform fra december 2020 har imidlertid parkeret ambitionen om en ensartet afgift på CO2-udledning for alle sektorer frem til 2023.

Fælles EU-lovgivning

Mens CO2-beskatning er et nationalt anliggende, er juraen omkring produktgodkendelse en del af en fælles europæisk lovgivning, der – som nævnt ovenfor – ikke er tilpasset biosolutions.

Der stilles fx skrappe krav til fødevareremballage for at beskytte forbrugeren mod forgiftning. Disse krav er fornuftige, når emballagen er fremstillet petrokemisk. Men regler, der er formet med den konventionelle plastindustri for øje, er ikke meningsfulde for biobaserede alternativer, som ikke vil kunne udvikle samme giftstoffer. Ikke desto mindre må bioplast til fx vandflasker i dag designes til at opfylde de gældende regler for oliebaseerede plastflasker, hvilket øger udviklings- og produktionsomkostningerne.

De mindre virksomheder er især udfordret, når de skal bringe et produkt på markedet for første gang, da godkendelsesprocessen tager lang tid og omkostninger til juridisk bistand mv, er store. Her er de større virksomheder hjulpet på vej af interne juridiske afdelinger.

Omvendt relaterer de store virksomheders regulatoriske udfordringer sig især til sundhedsanprisninger (især inden for ingrediensområdet) og GMO-forordningen (se næste side).



⁵ Se Klimarådet (2018) "Fremtidens grønne afgifter på energiområdet" og Klimarådet (2020) "Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion"

Regulering (fortsat)

Sundhedsanprisninger og CRISPR-teknologi

Sundhedsanprisninger er budskaber på fødevarer, kosmetik eller lignende, der fortæller noget om sammenhængen mellem brug af et produkt og effekten på sundheden. Udfordringen for danske biosolutionsvirksomheder er dels, at EU-lovgivningen er strammere end i fx USA og Kina, hvorfra forbrugere i stigende grad køber sundhedsanpriste produkter online, og dels at EU-lovgivningen fortolkes forskelligt i medlemslandene. Fx er det i EU ikke tilladt at anvende angivelser om, at en fødevarer kan forebygge, lindre eller have gavnlige virkninger på sygdomme eller sygdomssymptomer. De spanske myndigheder har imidlertid godkendt at ordet "probiotika" må benyttes til at markedsføre fødevarer, hvilket ikke er lovligt i Danmark. Felte mellem fødevarer og sundhed (også kaldet "orange biotek") smelter mere og mere sammen, og danske virksomheder har et stort potentiale inden for især probiotiske produkter, som gerne må sælges, men ikke markedsføres som sunde.

EU's GMO-lovgivning udgør en anden barriere for danske biotekvirksomheder. Lovgivningen dækker genetisk modificerede organismer (GMO) frembragt ved gensplejsning eller præcisionsmutagenese. Det omfatter også den relativt nye CRISPR-teknologi, som gør forskere i stand til præcist og billigt at ændre på forskellige organismers gener. Foruden det sundhedsteknologiske potentiale ser mange biosolutionsvirksomheder CRISPR-teknologien som et nyttigt værktøj i forsknings- og udviklingsarbejdet. Men CRISPR-behandlede produkter kan ikke anvendes og markedsføres så længe, at teknologien henregnes til en GMO-teknologi i EU. På dette område er lovgivningen i EU langt mere restriktiv end i fx USA, Kina og – efter Brexit – også Storbritannien.

Da EU-lovgivning spiller ind på alle biosolutionsområder, er

et vigtigt skridt at styrke samarbejdet mellem danske virksomheder, brancheorganisationer og myndigheder med henblik på at modernisere lovgivning i EU. Et sådant samarbejde er allerede løbet i gang på ingrediensområdet.

Fast track-ordning for godkendelse af biosolutions i EU

Som nævnt ovenfor, er det tids- og ressourcerkrævende at få godkendt nye produkter i EU. Det gælder især inden for landbrugs- og fødevarerområdet, hvor en fuld godkendelsesproces kan tage 5-8 år. Biosolutions er kendetegnet ved at være produkter, som er helt nye for markedet. Det betyder fx på fødevarerområdet, at biosolutions kategoriseres som *novel food*. Godkendelse af *novel food* kræver særlig grundig dokumentation for, at produktet ikke udgør en sundhedsrisiko, vildleder forbrugeren eller er ernæringsmæssigt ufordelagtig i forhold til den oprindelige fødevarer, hvis produktet er tiltænkt at erstatte et eksisterende produkt.

Den særligt lange godkendelsesproces for biosolutions skyldes, at nye landbrugs- og fødevarerprodukter foruden evaluering i Den Europæiske Fødevarsikkerhedsautoritet (EFSA) skal godkendes af nationale myndigheder i et medlemsland, hvor kun få medlemslande har ekspertise inden for biosolutions.

En alliance af danske biosolutionsvirksomheder og Dansk Erhverv har foreslået en regulatorisk fast track-ordning for godkendelse af biosolutions i EU. Forslaget handler bl.a. om at opbygge kompetencer i medlemslandene til at kunne håndtere godkendelser af biosolutions.

En fast track-ordning for biosolutions vil ifølge alliancen kunne reducere sagsbehandlingstid og -omkostninger for biosolutionsvirksomheder og samtidig accelerere den grønne omstilling – ikke mindst i landbrugssektoren, hvor en række kemiske pesticider kan erstattes af biologiske løsninger.

KMC udvikler og producerer kartoffelbaserede ingredienser til fødevarerindustrien. Ift. klima og miljø er KMC's største udfordring, at kartoflerne skal sprøjtes med pesticider flere gange årligt for at forhindre kartoffelskimmel. KMC samarbejder derfor med Københavns Universitet og Aalborg Universitet om at udvikle en resistent kartoffelart, der reducerer behovet for at sprøjte med pesticider.

I forsknings- og udviklingsarbejdet bruges CRISPR-teknologien. KMC regner snart med at have en ny sort klar, men den kan ikke anvendes og markedsføres så længe, at CRISPR-teknologien henregnes til en GMO-teknologi i EU. Der er ingen af KMC's kunder, der vil købe ingredienser, der regulatorisk opfattes som GMO-baserede.

Chr. Hansen har i mange år arbejdet for at kunne deklarere probiotiske egenskaber i fødevarer, da det er et stort område i Danmark. Men Danmark opfattes samtidig som et af de mest restriktive lande i EU, når det gælder sundhedsanprisninger.

Adgang til kvalificeret arbejdskraft

De danske biosolutionsvirksomheder er dybt afhængige af højt kvalificeret arbejdskraft – især ingeniører inden for basal mikrobiologi, fødevareteknologi, kemiteknik, bioengineering og plantevidenskab.

Det samstemmende billede blandt interviewvirksomhederne er, at danske ingeniører inden for biovidenskaberne har høj kvalitet.

Mange af virksomhederne har endvidere en betydelig andel udenlandsk arbejdskraft. Virksomhederne har et globalt mindset, og det er vigtigt, at arbejdskraften afspejler den internationale profil og repræsenterer forskellige kulturer og akademiske miljøer.

Når det gælder spørgsmålet om, hvorvidt virksomhederne kan rekruttere den arbejdskraft, de har behov for, varierer svarene. De interviewede virksomheder i Hovedstadsområdet giver alle udtryk for, at det er nemt at besætte ingeniørstillinger med højt kvalificerede ansøgere fra både Danmark og andre lande.

Uden for Hovedstadsområdet er billedet et lidt andet. Nogle mindre virksomheder oplever, at de kan have svært ved at konkurrere med større virksomheder, fordi lønniveauet er højere i store virksomheder. Denne gruppe peger således på en begyndende ingeniørmangel.

Men der er også større virksomheder uden for de store byområder (fx KMC i Brande), der oplever udfordringer med at tiltrække højtuddannet arbejdskraft. En tværgående pointe er, at den danske arbejdskraft er meget lidt mobil, og at virksomheder uden for hovedstaden i en del tilfælde har lettere ved at tiltrække udenlandsk end dansk arbejdskraft.

Et andet aspekt er, at DTU er klart førende, når det kommer til uddannelse af ingeniører inden for bioindustrielle fremstillingsmetoder. Det betyder, at vækstvirksomheder inden for industriel biotek beliggende i Vestdanmark peger på risikoen for, at der kommer til at mangle ingeniører inden for bioprocessing generelt.

Voksende behov for tværgående kompetencer

Det er en vigtig pointe hos mange virksomheder, at der over de kommende år vil ske en eksplosion inden for anvendelse af big data, kunstig intelligens og machine learning inden for biosolutions.

Det gælder både i forhold til at styre og optimere produktionsprocesser og i forhold til at forudsige egenskaber og effekter ved nye enzymer, mikroorganismer og produktionsprincipper.

Der vil både i virksomhederne og på universiteterne være behov for forskere, der kan designe biologiske produktionsmetoder og bygge modeller, der kan regne på energiudvikling, produktionsmængder, effekter, mv. Det kræver ingeniører, der både forstår biologien og datasiden.

Hvis vi i Danmark skal realisere potentialerne inden for bioøkonomien, er det derfor vigtigt at tænke i både forskning og uddannelse, der accelererer, hvad der kan betegnes som en "industri 4.0 udvikling" inden for biosolutions.

Fx peger et par virksomheder på, at vi har gode erfaringer med bioinformatik-uddannelser, der styrker anvendelse af data i farmaindustrien. Men at andre lande – især Holland og USA – er længere fremme, når det gælder om at arbejde med kunstig intelligens og data på biosolutionsområdet (se næste slide).

Pond er ved at etablere en fabrik ved Aarhus Havn, der skal producere komposterbar bioresin, der kan binde alle naturlige fibre sammen til at erstatte plastik.

Pond forventer at skulle ansætte 300 medarbejdere på fabrikken, men forventer udfordringer med at rekruttere specielt ingeniører, fordi det kræver et betydeligt materialekendskab at arbejde i industrien. Pond peger også på, at en vestdansk bioprocessingeniøruddannelse vil være ideel for virksomheden.

Carlsberg Research Lab ser det som en stor fordel at styrke kompetencerne inden for kunstig intelligens (AI) og machine learning (ML). Bl.a. fordi databaserede forecast og forudsigelser kan øge produktiviteten i udviklingen af nye produkter væsentligt.

Enheden ser gerne en betydelig vækst af kapaciteten inden for AI/ML-bacheloruddannelser samtidig med, at der udvikles tværdisciplinære kandidatuddannelser, hvor AI/ML kobles med forskellige biobaserede applikationsområder.

Case: Bioinformatik, AI og biosolutions

Hollands specialiserede biotekmiljøer

Holland har flere stærke biotekmiljøer. Overordnet kan man sige, at Leiden er stærk inden for rød biotek, Delft er førende inden for hvid/industriel biotek, mens Wageningen er specialiseret i grøn biotek.

Specialiseringerne udspringer naturligvis af det faglige fokus på de tre store universiteter, som miljøerne er formet omkring. Leiden University har et stærkt medicinsk fakultet, TU Delft er Hollands tekniske universitet og i Wageningen ligger Wageningen University & Research, som har verdensførende forskning og uddannelse inden for naturressourcer og biobaseret produktion.

I takt med at mulighederne og interessen for at koble biologiske og datalogiske teknologier er vokset, har biotekmiljøerne i Holland udviklet både forskning og uddannelser i dette spændingsfelt. Der findes kun to egentlige bioinformatik-kandidatuddannelser i Holland (mod fire i Danmark⁶) i henholdsvis Amsterdam og Wageningen. Men de øvrige miljøer, fx TU Delft, har lavet bioinformatiske specialiseringer inden for relevante kerneuddannelser, fx computer science.

Selve bioinformatikuddannelsen eller en specialisering inden for bioinformatik er ikke i sig selv begrænset eller orienteret mod en bestemt biotek-sektor. Ifølge de interviewede uddannelsesansvarlige i hhv. Delft og Wageningen hænger kandidaternes sektorbeskæftigelse i høj grad sammen med, hvilke bioteknologiske applikationsområder de begynder at interessere sig for under uddannelsen. På bioinformatikuddannelsen i Wageningen starter mange studerende med en interesse for rød biotek, men ender ofte med et speciale eller industrisamarbejde relateret til grøn, hvid eller gul biotek.

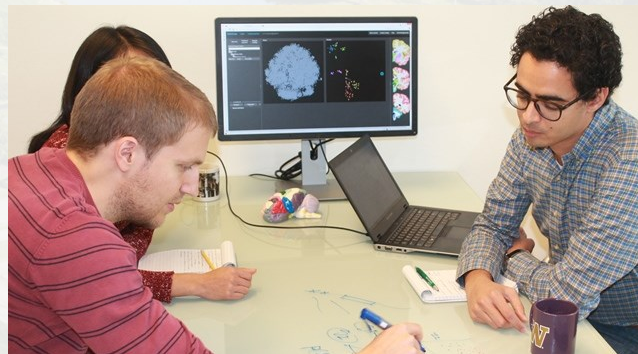
Den forskningsbaserede uddannelsestradition medfører, at de studerende i høj grad eksponeres for de forskningsmiljøer, som omgiver dem. Biotek-selskaberne omkring Delft og Wageningen er også engagerede i undervisningen gennem gæsteforelæsnings, studieture og studentsamarbejder, fx i form af *challenges* og *industry sprints*, hvor de studerende bliver stillet overfor en konkret udfordring i en virksomhed, som skal løses hen over nogle uger. Blandt de særligt engagerede virksomheder er DSM (gul/grå/hvid biotek), KeyGene (grøn biotek), FrieslandCampina (gul biotek) og Cosun Beet Company (gul/grøn biotek).

Europas første AI/Bioscience Lab

I starten af 2021 har TU Delft og biosolutionsvirksomheden DSM annonceret, at de vil etablere Europas første forskningsenhed med fokus på, hvordan kunstig intelligens kan udnyttes i storskala-bioproduktion. Forskningsenheden kommer til at gå under navnet The Artificial Intelligence Lab for Biosciences (AI4B.io Lab), og er en del af Hollands nationale innovationscenter for kunstig intelligens.

AI4B.io Lab skal integrere bioteknologi og digitale teknologier med henblik på at forkorte den traditionelle (og kostbare) innovationsproces fra prototype til skalering og kommercialisering. Konkret vil AI4B.io Lab ved hjælp af digitale tvillinger vende innovationsprocessen for bioprodukter på hovedet. Slutproduktet "fødes" digitalt med alle dets ønskede egenskaber, hvorefter machine learning-teknologier kan hjælpe med at fastlægge, hvordan den biologiske produktion skal fastlægges i den virkelige verden. Det at bruge digitale tvillinger er ikke nyt. Vindmølleindustrien har fx taget teknologien til sig i forbindelse med udvikling og optimering af vindmøllevinger. Men AI og biosolutions har i Europa ikke tidligere været koblet i en strategisk satsning.

DSM og TU Delft forventer at forskningsenheden vil hjælpe den Hollandske biosolutionsklynge ind i en biologisk "industri 4.0" ved at levere viden og på sigt specialiserede kandidater.



⁶ AU, DTU, KU og SDU

BILAG



Virksomheder

- Anders Brandt-Clausen, Managing Director, Biomar
- Birgitte Skadhauge, Vice President, Charlsberg Research Lab
- Christopher Kjølbj Jensen, CEO, NatuREM Bioscience
- Emmelie Abildgaard, Regulatory and Scientific Affairs Manager
- Esben Laulund, Vice President, Chr. Hansen
- Gerit Toldborg, Founder/CEO, Chromologics
- Hanne Bengaard, chefkonsulent, Dansk Industri
- Henrik Brinch-Pedersen, professor MSO, Healthycrop
- Henrik Busch-Larsen, CEO, Unibio
- Henrik Meyer, CEO, Cysbio
- Jesper Bryde Jacobsen, adm. direktør, Bioscavenge
- Jonas C. Svendsen, handelschef, Natureenergy
- Kenneth Frederiksen, adm. direktør, Dangødning
- Kristian Ebbensgaard, CEO, BioPhero
- Leif Nielsen, branchedirektør, DI Fødevarer
- Mikkel Skovborg, Senior Vice President, Novo Nordisk Fonden
- Niels Østergaard, Vice President R&D, Arla Foods Ingredients
- Ole Bandsholm Sørensen, udviklingsdirektør, KMC
- Ole Kirk, Vice President, R&D, Novozymes
- Peter Holme Jensen, CEO, Aquaporin
- Steen Brock, projektleder, Microbiota Foods
- Svend Aage Brandstrup, CEO, Dansk Biokemi
- Thomas Brorsen Pedersen, CEO & Founder, Pond

Videnmiljøer

- Anna Haldrup, institutleder, KU Food
- Christian Beenfeldt, projektchef, Knowlegde Hub Zealand
- Henning Høeg Jensen, afdelingschef, DTU Food
- Jens Kindtler, Chief Business Officer, DTU Biosustain
- Peter Stougaard, professor, AU ENVS
- Svend Christensen, institutleder, KU Plante- og Miljøvidenskab

Udenlandske aktører

- Cindy Gerhardt, Managing Director, Planet B.IO
- Hendrik Waegeman, Head of Business Operation, Biobase Europe
- Raimo van der Linden, Business Development Manager, Bioprocess Pilot Facility
- Rob F. Beudeker, Investment Director, DSM Venturing
- Samuel Scheer, Innovation Officer, Innovation Center Denmark
- Sonja Isken, Programme Director Bioinformatics, Wageningen University & Research
- Thomas Abeel, Assistant Professor, TU Delft - Bioinformatics Lab

IRIS GROUP

JORCKS PASSAGE 1B, 4. SAL | DK-1162 KØBENHAVN K

IRISGROUP@IRISGROUP.DK | WWW.IRISGROUP.DK