



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Teknologisk Udsyn · September 2024

Biosolutions i Danmark

Skalering af fremtidens løsninger

Teknologisk Udsyn giver en oversigt over den seneste udvikling på et teknologifelt med betydning for Danmarks fremtid. Vi giver et indblik i aktørlandskaber og fremtidige tendenser, Danmarks aktuelle position samt anbefalinger til samfundets implementering.

Udarbejdet af
Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup

Teknologisk Udsyn · September 2024
Forfattere: Thomas Kjeldager Ryan, Stig Yding Sørensen,
Christina Løth, Teknologisk Institut.

ISSN 2794-6320

Indhold

Perspektiv	5
Executive Summary	6
Indledning	12
Introduktion til biosolutions.	13
Internationalt udsyn for biosolutions	15
Dansk indblik – væksttrin og finansiering	34
Danske biosolutions i et internationalt perspektiv	48
Bibliografi	50
Tre hovedpointer.	53



For at indfri biosolutions' potentiale kræver det anerkendelse som strategisk prioritet på linje med andre kritiske, grønne teknologier

Perspektiv

Europa er langsomt ved at vågne op til nye geopolitiske dynamikker drevet blandt andet af en tiltagende rivalisering mellem Kina og USA. Ruslands invasion af Ukraine og Covid-krisen har vist, at globale forsyningskæder er sårbare, hvilket bidrager til at så tvivl om fremtiden for den regulerede frihandel, der har tjent også Danmark så godt gennem snart mange årtier. Den globaliserede verden er under pres, og i de kommende år vil hensynet til national sikkerhed få voksende betydning også for vores syn på teknologi, handel, infrastruktur og strategiske industrier. Adgang til og kontrol med forsyningskæder vil i stigende grad trumfe hensyn til markeder og pris. Samtidig kæmper verdens regeringer med at reducere drivhusgasudledninger og bremse klimaforandringerne.

Det er i denne geopolitiske sammenhæng, at biosolutions med rekord fart er gået fra at være et næsten ukendt fænomen til et potentielt nøgleværktøj til at tackle disse overlappende udfordringer. Potentialet er stort: betydelige drivhusgasreduktioner i fødevarer og tung industri, forbedret forsyningssikkerhed samt bevarelse af europæiske industrielle styrkepositioner og strategisk vigtige arbejdspladser. Teknologiernes potentiale er da også blevet bemærket, og strategiske satsninger i særligt USA og Kina forstærker den globale konkurrence og presset på en tidligere europæisk styrkeposition. Biosolutions kan meget let blive den næste front i det industripolitiske kapløb.

For at indfri biosolutions' potentiale skal det prioriteres strategisk på linje med andre kritiske, grønne teknologier i EU. Ellers risikerer Europa at miste markedsandele til især Kina,



som allerede dominerer forsyningskæderne for solceller, elbiler og batterier. Med vores stærke tradition inden for bioteknologi og kommende EU-formandskab i 2025 kan Danmark komme til at spille en nøglerolle i at sikre biosolutions som centralt element i Europas klima- og industripolitik. Skal det lykkes, kræver det både en positiv fortælling om biosolutions' potentiale og især en skarp analyse og formidling af de barrierer, der står i vejen for at indfri det.

"Teknologisk Udsyn" er et vigtigt bidrag i denne sammenhæng. Udsynet giver et unikt overblik over det danske økosystem for biosolutions og dyb indsigt i markedsudviklingen. Det identificerer både unikke og fælles behov på tværs af sektorer og teknologier. Disse datapunkter er afgørende for markedsaktører og beslutningstagere. Samlet kvalificerer og perspektiverer rapporten de politiske og markedsbaserede indsatser, der er undervejs for at fremme biosolutions som en strategisk industriel styrkeposition for Danmark og Europa. God læsning

Bo Lidegaard

Partner ved Kaya Partners samt tidligere ansvarshavende chefredaktør Politiken

Executive Summary

Biosolutions i Danmark

Skalering af fremtidens løsninger

Verden har behov for løsninger, hvor ressourcerne er fornybare og tilgængelige, og hvor klimabelastningen er mindre. I Danmark har biosolutions, hvor naturens egne mekanismer og processer udnyttes, fået opmærksomhed som en vej til en mere bæredygtig verden. Dette Teknologiske Udsyn viser, at Danmark står stærkt inden for både forskning, teknologjudvikling og markedet for biosolutions. Der eksisterer også et godt økosystem af vidende universiteter, engagerede virksomheder og understøttende foranstaltninger. Men at rejse en ny virksomhed inden for biosolutions kræ-

ver tid, kompetencer og viden samt kapital og adgang til laboratorier, test- og produktionsfaciliteter. Måske er det mere vanskeligt, end det behøver være for nye virksomheder på de tidlige udviklingstrin. Der er færre mikrovirksomheder inden for biosolutions end i andre brancher. Teknologisk Udsyn konstaterer, at Danmark er længere fremme på forskning end på innovation og etablering af nye virksomheder. For seed- og startup-virksomheder er de største barrierer adgang til risikovillig kapital og adgang til laboratorier, test- og skaleringsfaciliteter. Scaleup-virksomhederne kan være

Biosolutions – kort fortalt

Biotechnologi er en bred betegnelse for teknologiske løsninger, der udnytter biologiske systemer, organismer og processer. En stor del af biotechnologien handler om udvikling af medicin, og de store gennembrud på medicin overskygger ofte andre anvendelser af biotechnologien. Begrebet biosolutions sætter fokus på "den anden del" af biotechnologien, som leverer ingredienser, fødevarer, materialer og industrielle produkter, der fx kan bidrage til et bedre miljø og klima. Efterhånden bliver begrebet biosolutions anvendt af mange organisationer og har på kort tid udviklet sig til et relativt velkendt begreb i Danmark.

'Biosolutions' er et dansk begreb trods den engelske betegnelse. Der findes ikke et tilsvarende samlende begreb, hverken i Europa eller resten af verden. Teknologierne findes naturligvis også internationalt, og der refereres ofte mere specifikt til fx food biotechnology, environmental biotechnology, biomanufacturing eller bio-based products. Politisk optræder biosolutions i høj grad sammen med andre beslægtede koncepter såsom bæredygtighed, bioøkonomi og cirkulær økonomi.

på en lang vækstrejse, som måske varer en generation eller to. Danmarks etablerede og modne virksomheder har selv været på lange vækstrejser. Det kræver tålmodig kapital.

Biosolutions er teknologi, der udnytter biologi til at skabe nye innovative løsninger. Det kan fx være at udnytte enzymer, mikroorganismer eller biologisk materiale til at tackle globale udfordringer. Det sker i mange sektorer, fx i fødevarerproduktion, landbrug, industri og miljøbeskyttelse. Biosolutions udnytter naturens egne organismer og biologiske processer til fx at reducere miljøpåvirkning og forbedre resourceeffektivitet og sundhed.

I dette udsyn kortlægger Teknologisk Institut, hvad der skal til for at skalere biosolutions og dermed forblive en samfundsmæssig drivkraft i Danmark. Teknologisk Udsyn bygger på dybdegående analyser af udgivet forskningslitteratur, patentanalyser og økonomiske data. Der er desuden gennemført ekspertinterviews med investorer og interesseorgani-

sationer samt indhentet svar fra en e-survey med 81 danske biosolutions-virksomheder. Kortlægning og analyse er gennemført i foråret 2024.

Biosolutions repræsenterer en vigtig del af den danske bioteknologiske dagsorden og har potentialet til at vokse yderligere, både nationalt og internationalt.

Teknologisk Institut har kortlagt biosolutions inden for industriel bioteknologi, fødevarer og ingredienser, landbrug, miljøteknologi, energi samt marine biosolutions.

Danmarks globale position

Kortlægningen viser, at Danmark er centralt placeret inden for biosolutions, både når det gælder forskning og kommercialisering. Målt pr. indbygger:

- leverer danske forskere mere forskning end nogen anden nation.

Dansk styrkeposition inden for biosolutions

Status

1

Science

Dansk forskning på 1. pladsen målt pr. indbygger

4

Teknologi

Dansk patentering på en global 4. plads målt pr. indbygger

6

Marked

Danmark har 6. flest biosolutions-virksomheder målt pr. indbygger

Næste skridt

Forbedret adgang til faciliteter der understøtter innovation og opskalering

Langsigtet og tålmodig kapital til vækstrejsen for nye biosolutions-virksomheder

Større opmærksomhed på, at både typen og omfanget af barrierer varierer afhængigt af virksomhedernes udviklingsniveau

- leverer kun tre lande i verden flere patenterede løsninger inden for biosolutions end danske virksomheder.
- har kun fem lande i verden flere virksomheder inden for biosolutions end Danmark.

Dansk forskning i verdensklasse

Dansk forskning er blandt de mest fremtrædende i verden. Danmark publicerer flest biosolutions-artikler pr. indbygger på globalt plan. Vi har også høj gennemslagskraft målt på citationer, ligesom Portugal, Holland, Belgien og Sverige. På verdensplan har Kina, USA og Italien flest forskningsorganisationer i top-100 målt på citationsimpact. I Europa er Danmark, Spanien, Storbritannien, Belgien og Holland højt placeret. Dansk forskning er førende inden for industriel bioteknologi (højeste citationsimpact globalt), efterfulgt af miljøbioteknologi (nummer 2 globalt) og bioenergi (nummer 7 globalt). Det internationale samarbejde og de tætte industrielle partnerskaber er kendetegnende, og 17 % af danske forskningsartikler er produceret med forskere fra industrien.

Biosolutions-sektoren nyder godt af, at Danmark har et veletableret og samarbejdende økosystem i triangel mellem virksomheder, videninstitutioner og offentlige og private aktører. Offentlige midler fra Innovationsfonden og private fonde, især Novo Nordisk Fonden, støtter forskningen i biosolutions, mens EIFO, Erhvervsfremmebestyrelsen og Novo Holdings er nøgleaktører på kapitalmarkedet. F.eks. forsøger EIFO blandt andet at tiltrække risikovillig kapital til biosolutions-sektoren blandt andet igennem aktivt ejerskab af kapitalfonde. Samtidig spiller organisationer som Bioinnovation Institute, og Biosolutions Zealand vigtige roller i sektoren støttet af klyngeorganisationer som Dansk Erhverv, Dansk Industri og Food and Bio Cluster.

Dansk teknologi skaber værdi

Siden år 2000 har vi fundet 400.000 biosolutions-patenter og ansøgninger, som har kom-

merciel værdi i mere end et land. Patenter er en stærk indikator for teknologisk udvikling, da de beskytter intellektuelle rettigheder og indikerer kommerciel interesse. Udviklingen går hurtigt. I de sidste 20 år er antallet af biosolutions-patenter tredoblet. USA, Japan, Kina og Sydkorea fører globalt, mens Tyskland, Frankrig og Storbritannien er de mest patenterende i Europa. Kina har investeret massivt i biosolutions, og var i 2020 verdens mest patenterende land. Kina planlægger at investere USD 3,28 milliarder i sektoren inden 2025.

Danmark indtager en imponerende 12. plads globalt målt på patenter, og ligger nummer fire målt pr. indbygger. Danmark fører inden for landbrug, ingredienser og miljøpatenter, men er lidt lavere placeret inden for industrielle løsninger og marine biosolutions. Sydkorea, Schweiz og Japan topper samlet set målt pr. indbygger.

Danske biosolutions er synlige – også globalt

Teknologisk Institut anslår, at der globalt eksisterer 156.000 biosolutions-virksomheder. Irland, Israel og USA har den højeste koncentration pr. indbygger, med Danmark på en sjettedeplads. Skalering fra startups til scaleups kræver finansiering. I 2023 stod USA for 71 % af den globale biosolutions-investering, efterfulgt af Europa og Kina. Danske virksomheder ligger på en global fjerdeplads per capita for at tiltrække investeringer, kun overgået af USA, Irland og Island.

Der er nu over 200 biosolutions-virksomheder i Danmark med mange nye startups og scaleups. I front er de helt store virksomheder, som fx Novonesis, Danisco (nu Dupont), Carlsberg og Arla, som har en stærk tradition med dybe rødder inden for biosolutions.

Biosolutions-virksomheder har forskellige barrierer og behov alt efter deres udviklingstrin. Teknologisk Institut har spurgt de danske biosolutions-virksomheder, hvor de væsentligste vækstbarrierer ligger for virksomhederne.

Svarene reflekterer, hvilket udviklingstrin virksomhederne er på, fra den spæde begyndelse, hvor virksomheden søger kapital til at komme i gang, til startup, hvor virksomheden igangsættes, og til scaleup, hvor virksomheden er klar til for alvor at udvide. Tidligt i vækstrejsen for fremtidens biosolutions-virksomheder er det typisk kapital og bedre adgang til test- og laboratoriefaciliteter, der efterspørges, mens det for de mere etablerede og modne virksomheder er administrative procedurer og bureaukrati, der er barrierer.

Analysen illustrerer også, at virksomhederne i de første år flytter sig fra seed-niveauet til scaleup relativt hurtigt, mens rejsen fra scaleup til etableret virksomhed er et trin, der ofte tager mange år. Det koster tid at etablere sig på markeder og at få kompetencer, teknologier, udstyr, organisation og aftaler på plads. Scaleup-trinnet kræver derfor kapital med større tålmodighed, fordi rejsen fra scaleup til global succes dels er risikofyldt og dels tager tid.

Selvom der er forholdsvis meget innovation i Danmark, og selvom vi har et stort antal biosolutions-virksomheder, så er det påfaldende, at førstepladsen inden for videnskabelig forskning ikke er omsat til en førsteplads i innovation - og heller ikke i en førsteplads i erhvervs-mæssig aktivitet målt i antal virksomheder. De store virksomheder har været årtier undervejs, er ledende på deres markeder og i tæt dialog med forskningen. Det rejser spørgsmålet om, hvorvidt transformationen fra forskning til virksomheder kan effektiviseres, så underskoven af seed-, startup- og scaleup-virksomheder kan udvikles hurtigere.

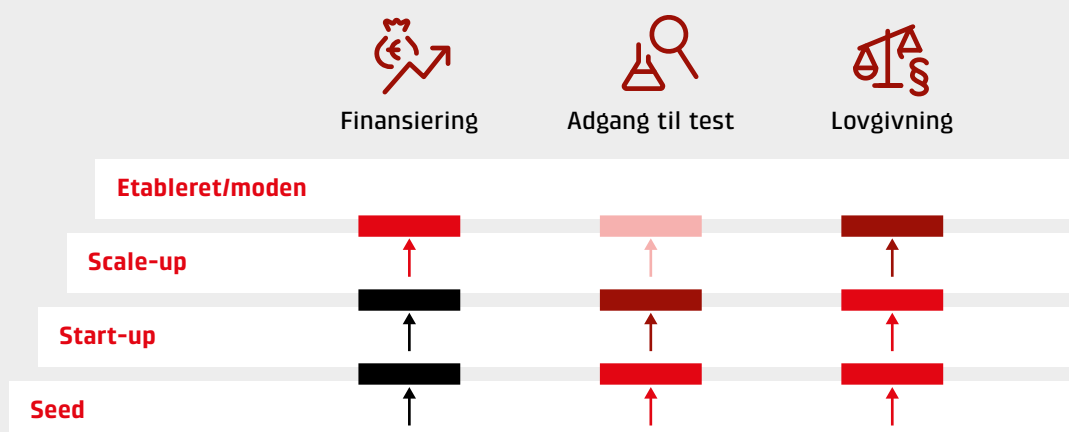
Skalering af biosolutions

Denne rapport skitserer en biosolutions-sektor med flere karaktertræk, som er med til at forværre generelle barrierer for virksomheds-skalering:

- En særlig lang udviklings- og skaleringshorisont

Figur 1. Forskellige barrierer alt efter virksomhedens udviklingstrin

Virksomheder der oplever området som en stor barriere: ■ <29% ■ 30-44% ■ 45-59% ■ >60%



51 svar. Spørgsmål: Hvilket udviklingsstadium befinder din virksomhed sig på?

Note: Farverne indikerer, hvor stor en procentdel af virksomhederne inden for hvert udviklingsstadium, der finder at a) finansiering, b) testfaciliteter eller c) lovgivning er en barriere i høj eller meget høj grad. Kun stillet til seed, startup og scaleup virksomheder.

- En lovgivning tilpasset traditionelle produkter og processer
- Konkurrence med virksomheder, der har etableret en global værdi- og forsyningskæde samt politisk mobilisering
- Biosolutions-produkter og processer, der kræver betydelige ændringer i logistik og forbrugsvaner
- En ung og ufuldstændig global biosolutions-værdikæde, som skal integreres i et eksisterende system.

Disse faktorer gør især finansiering af materielle aktiver udfordrende, alt imens skaleringen af biosolutions er særligt kapitaltung, hvorfor en relativt lille investorgruppe finder denne type investering relevant.

Udover finansieringen har adgang til test-, demonstrations- og skaleringsfaciliteter været en begrænsning for især startups og scaleups, hvor adgangsbegrænsningen kan være både teknologisk og økonomisk. Problemstillingen for de nye og små virksomheder er dog ikke overset, og i 2024 er der åbnet nye testfaciliteter designet til at støtte tidlig udvikling og skalering. Samtidig udbyder Biosolutions Zealand vouchers, som giver støtte til opskalingsforløb på faciliteter i Danmark, med det formål at gøre det muligt for SMV'er og startups, med en løsning inden for biosolutionsområdet, at demonstrere potentiale for investorer og aftagere uden selv at skulle foretage investeringer i egne faciliteter.

Men det til trods, så påpeger virksomheder, interesseorganisationer og investorer dels et fortsat behov for kapital, der kan følge med i vækststrejsen, og dels et yderligere behov for storskala-faciliteter til kontraktproduktion, svarende til de faciliteter, som findes i Tyskland, Italien, Belgien og Holland.

Teknologisk Institut har følgende forslag til, hvor fokus kan lægges i den videre udvikling af økosystemet, herunder hvordan især vilkårene for de nye og små virksomheder kan forbedres, så flere virksomheder og investorer får mod på en vækstrejse med biosolutions:

- **Forbedret adgang til faciliteter der understøtter innovation og opskalering.** Fokus på adgang til og kontinuerlig udvikling af faciliteter for nye og små biosolutions-virksomheder. Vigtigt at faciliteterne har de rette kompetencer og infrastrukturer til at støtte de forskelligartede produktudviklingsopgaver, der findes på biosolutions-området. Adgang kan både handle om geografi, kompetencer og økonomi. Støttemuligheder, rådgivning og et forbedret overblik over mulighederne i Danmark og internationalt, fx for kontraktproduktion.
- **Undersøge mulighederne for at understøtte langsigtet kapital** i nye og små biosolutions-virksomheder. For scaleup-virksomheder skal investorer være indstillet på at binde deres midler i længere tid for at støtte virksomhedens langsigtede vækst og innovation, selvom det indebærer højere risici. Langsigtede, forpligtende aftaler med offentlige partnere eller andre virksomheder som aftagere kan være en vej.
- **I højere grad at inkludere de små og nye virksomheder i økosystemet** mellem forskning, virksomheder og det offentlige for også at tilgodese de nye og små virksomheders behov. Fx ved en anden prioritering af nye forskningsprojekter, mentorordninger eller adgang til kompetencer og ved at fokusere økosystemets indsats, så virksomheder på alle trin af udviklingstrappen tilgodeses.

**Adgang til test-,
demonstrations- og
skaleringsfaciliteter
har været en begræns-
ning for især startups
og scaleups**



Indledning

Danmark har etableret sig som en nøglespiller på den globale scene inden for biosolutions. Biosolutions, der bruger bioteknologi til at skabe bæredygtige løsninger, åbner nye muligheder for dansk erhvervsliv. Fra store virksomheder til små og mellemstore virksomheder (SMV'er) og startups leverer danske sektorer innovative og klimavenlige løsninger, der spænder over en lang række industrier - fra landbrug og fødevarerproduktion til materialer og meget andet.

Analysen har tidligere peget på biosolutions som et vigtigt tværgående erhvervsområde med stort vækstpotentiale samt en potentielt stor bidragsyder til forbedret miljø og klima (IRIS Group, 2021; HBS Economics, 2021; Good Food Institute, 2022; Rambøll, 2021). Med omkring 200 danske virksomheder inkluderer sektoren udvikling og produktion af enzymer, bakterier, ingredienser, fødevarer og biomaterialer, der finder anvendelse i en lang række produkter og processer, såsom vaskepulver og biologisk nedbrydeligt plastik, samt udvikling af udstyr og teknologiske løsninger til området.

Teknologisk Udsyn kaster nyt lys over biosolutions som en central del af den grønne omstilling. Biosolutions har potentialet til at tackle nogle af de største udfordringer, vi står overfor i dag – herunder klimaforandringer, ressourceknaphed, fødevarerikkerhed og miljøforurening. Denne rapport går tættere på mulighederne for erhvervsmæssig udvikling af biosolutions, herunder særligt skalering af biosolutions og finansiering, som findes primært hos startups og deres investorer. Rapporten bidrager med en mere detaljeret afdækning af, hvordan rammerne for biosolutions-sektoren i Danmark opleves

af virksomhederne på forskellige udviklingstrin. Rapporten danner derfor et solidt grundlag for at udvikle sektoren samt en effektiv forsknings- og innovationspolitik, som kan realisere biosolutions' store potentiale.

Rapporten henvender sig til en bred vifte af interessenter, herunder politikere, forskere, erhvervsledere, investorer og andre, der er involveret i eller interesseret i bioteknologisk innovation og bæredygtig udvikling. Vi ønsker at skabe en fælles forståelse af biosolutions' potentiale og at fremme samarbejde på tværs af sektorer for at accelerere den grønne omstilling.

Data er indsamlet i foråret 2024. Det inkluderer dybdegående undersøgelser af udgivet forskningslitteratur, globale patentanalyser, økonomiske data, ekspertinterviews og en e-survey med 81 danske biosolutions-virksomheder. Rapporten giver et øjebliksbillede af biosolutions-sektorens tilstand og udviklingstendenser.

Rapportens afsnit belyser hver især forskellige aspekter af biosolutions. Først en introduktion til biosolutions og dets betydning, derefter en international gennemgang af forskning, teknologi og marked. Dernæst ser vi nærmere på det danske marked, herunder virksomhedernes væksttrin, finansiering og udfordringer. Vi afslutter med en dybdegående analyse af investorerens syn på sektoren og fremtidsudsigterne for danske biosolutions-virksomheder.

Om biosolutions

Biosolutions repræsenterer bioteknologiske løsninger og produkter, der udnytter biologiske systemer, enzymer, mikroorganismer og bio-baserede materialer til at tackle udfordringer på tværs af forskellige brancher (Dansk Erhverv, 2024). Biosolutions overlapper ofte med andre begreber som bioøkonomi, biobaserede løsninger, cirkulær økonomi og plantebaserede fødevarer, og der findes lige så mange definitioner som aktører. I rapporten har vi forsøgt at omfavne den brede konsensus om, hvad biosolutions indeholder, som samtidig kan anvendes instrumentelt i afgræsningen af biosolutions produkter, forskning, teknologi og virksomheder. Biosolutions som begreb er ikke mejslet i sten og er i konstant forhandling mellem interessenter samt betinget af teknologisk udvikling. Baseret på interviews med centrale aktører og en analyse af 18 forskellige definitioner i rapporter og på hjemmesider,¹ har vi i denne rapport afgrænset biosolutions til følgende definition:

Ved hjælp af bioteknologiske metoder såsom fermentering og bioraffinering udnytter biosolutions biologiske processer, enzymer, mikroorganismer, alger og andre biologiske materialer til at skabe planteværn og gødning til landbruget, forbrugsvarer samt produkter og ingredienser, som anvendes i industrielle fremstillings- og produktionsprocesser.

Udover de elementer, som indgår i definitionen ovenfor, fremhæves biosolutions ofte som



højteknologiske (Copenhagen Economics, 2022), forskningsbaserede (IRIS Group, 2021) og skalerbare alternativer til konventionelle klima og miljøskadelige produkter (Biosolutions Zealand, 2024). Enten fordi forbruget af produktet har et lavere aftryk, eller fordi produktet eller teknologien muliggør en mere bæredygtig produktionsproces, ressourceudnyttelse eller forbrugsmønstre.

Samlet set beskrives biosolutions som alsidige og bæredygtige redskaber på tværs af forskellige kontekster, der driver innovation, fremmer

¹ Biosolutions definitionerne, som ligger til grund for rapportens definition, stammer fra følgende organisationer og er fundet via hjemmesider og rapporter: Novozymes, Novonosis, BASF, EU-Kommissionen, Erhvervsministeriet, BTC teknologisk institut, Biosolutions Zealand, KU Food, GAB, The European Coalition for biosolutions, DI Bio, Alliance for biosolutions, DI business, Copenhagen Economics, HBS economics, IRIS Group.

ressourceeffektivitet og adresserer udfordringer i fødevarereproduktion, landbrug, sundhedssektor, miljøbeskyttelse, energi m.m.. Ved at udnytte biologiens kraft baner disse løsninger vejen for en grønnere, mere bæredygtig fremtid på tværs af forskellige brancher (Dansk Erhverv, 2024).

Biosolutions omfatter en bred vifte af innovative produkter og teknologier, der udnytter biologiske systemer til at skabe bæredygtige løsninger på tværs af industrier. I fødevarerektoren finder vi fermenterede produkter som yoghurt og kombucha, samt biobaserede smagsstoffer og ingredienser, der reducerer behovet for kunstige tilsætningsstoffer. Kosmetikindustrien anvender algeekstrakter og planteolier som naturlige, bæredygtige ingredienser.

Industrielle processer optimeres gennem brug af enzymer, som øger effektiviteten i vaskemidler, bioenergiproduktion og fødevarerforarbejdning. Materialevidenskaben nyder godt af bioplast og biokompositter, der anvendes i emballage, byggeri og bilindustrien.

I landbruget anvendes biogødning og biologisk planteværn, der forbedrer jordens frugtbarhed og beskytter afgrøder på en miljøvenlig måde. Energisektoren transformeres gennem biomassseudnyttelse og biogasproduktion, hvilket reducerer afhængigheden af fossile brændstoffer.



Alternative proteinkilder, såsom plantebaserede proteiner og kultiveret kød, revolutionerer fødevarereproduktionen og adresserer udfordringer relateret til fødevarerikkerhed og miljøpåvirkning.

Disse eksempler illustrerer den brede anvendelse og det store potentiale for biosolutions til fremme af bæredygtighed og innovation på tværs af forskellige sektorer. Vi har anvendt en typisk opdeling af biosolutions baseret på en ofte anvendt opdeling af bioteknologi (DI, 2024; IRIS Group, 2021; HBS Economics, 2021; Barcelos, Lupki, & Campolina, 2018), og på den måde søger vi at skabe mere transparens i hvilke typer af biosolutions, der er tale om:

Inden for **industriel bioteknologi** fokuserer biosolutions på udvikling af enzymer og mikroorganismer til industrielle processer, såsom fremstilling af nedbrydelig plastik, tekstiler og fornybare biomaterialer. Inden for **fødevarer og ingredienser** spiller biosolutions en afgørende rolle ved at forbedre smag, forlænge holdbarheden af fødevarer, optimere fødevarerikkerheden og forbedre bæredygtigheden. Inden for **landbrug** bidrager biosolutions til udvikling af nye plantesorter, optimering af udbytte, forædling af foderproduktion og introduktion af biobaseret gødning og pesticider. **Miljøteknologiske biosolutions** fokuserer på miljømæssige anvendelser af biologiske systemer. Dette inkluderer brugen af mikroorganismer og planter til opgaver som rensning af affald- og spildevand samt fjernelse af forurenende stoffer i miljøet. Inden for **energi** bidrager biosolutions til at reducere kulstofemissioner og fremme vedvarende energikilder ved at omdanne biomasse til biogas og brændstoffer gennem biologiske processer. Marine biosolutions udforsker udnyttelsen af marine ressourcer som tang og alger til industrielle applikationer samt fødevarer- og foderproduktion. Grupperingen giver et overblik over, hvad biosolutions er, selvom områderne ikke altid er helt uden overlap.

Internationalt udsyn for biosolutions

Biosolutions og bioteknologi vækker interesse over hele verden med løsninger, der kan sikre miljø og bæredygtighed, fødevarer sikkerhed, sundhed, og som muliggør effektiv brug af ressourcer. I det internationale udsyn sætter vi fokus på udviklingen inden for science, teknologi og marked – og vi sætter udviklingen i Danmark i et internationalt perspektiv.

Analyserne bekræfter den stigende internationale interesse for en sektor, der er drevet af stærk forskning, teknologisk innovation og betydelige markedsinvesteringer.

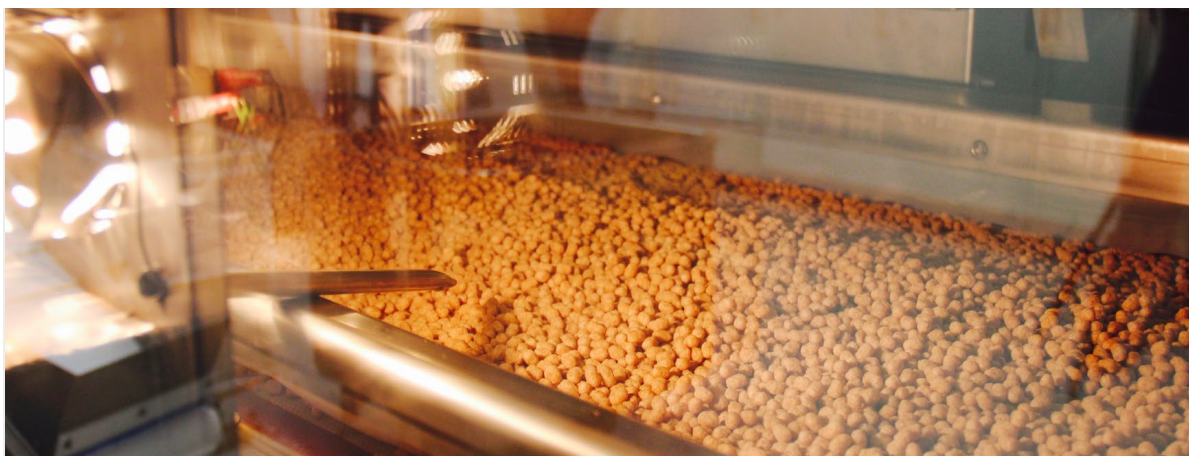
Science

Biosolutions er tæt forbundet med bioteknologisk forskning. En stor andel af de nye teknologier, som anvendes til at producere alternative proteiner, udvinde feromoner eller udnytte biomasse, er baseret på mange års forskning, som hovedsageligt foregår på universiteter og institutter rundt om i verden. Biosolutions startups har ofte et udspring fra universitetsmiljøet eller fra de store biotech-aktører, som også er dybt engageret i forskningen. Derfor er et lands forskningsaktivitet og gennemslagskraft et vigtig grundlag for udviklingen af nye løsninger. Ydermere er det vigtigt, at landets forskningsinstitutioner og forskere er en del af det førende internationale forskningsmiljø og samtidig forstår at samarbejde og inddrage aktører og industri-forskning. På den måde er den nyeste internationale forskning til rådighed i landet og industriens behov repræsenteret, og den kan

derfor omsættes til samfundsmæssig værdi hurtigt og effektivt.

Analysen af forskningen i biosolutions er gennemført som bibliometriske analyser af data fra openalex.org. Bibliometriske analyser er kvantitative undersøgelser af publikationer og publiceringsmønstre, og sitet openalex.org giver et overblik over verdens forskningsartikler og adgang til bibliografiske oplysninger på mere end 250 millioner artikler.

Et land kan siges at have en forskningsmæssig "førerposition", når landets forskere producerer en høj volumen af højt citeret forskning, som er produceret i samarbejde med både internationale forskningsorganisationer og aktører i industrien. Derfor ser dette Teknologiske Udsyn på tre essentielle indikatorer for forskningen i biosolutions: 1) Antal publikationer (absolut og



per capita) giver et absolut og relativt mål for forskningsaktiviteten i et land, 2) Felt-normaliserede citationer² giver en indsigt i den gennemslagskraft forskningen har, 3) Andelen af publikationer skrevet i samarbejde med internationale samarbejdspartnere og af eller i samarbejde med industrien giver et mål for, hvor godt forankret landets forskning er i hhv. det internationale forskningsmiljø samt industriens forskning, udviklingsaktiviteter og behov.

Den bibliometriske analyse af artikler relateret til biosolutions viser, at forskere i Kina, USA og Indien publicerer langt de fleste publikationer på biosolutions-området. Mens Italien, Australien, Danmark, Nederlandene, Belgien og Storbritannien bidrager med en betydelig produktion målt pr. indbygger. Ligeledes har sidstnævnte gruppe lande en forskningsproduktion med meget høj gennemslagskraft. De førende organisationer inden for biosolutions-forskning er desuden også at finde i disse otte lande. Ser man nærmere på de lande, der har førertrøjen på inden for biosolutions, er de enten meget store økonomier eller

kendetegnet ved at være internationalt forankret med en høj andel af publikationer, publiceret sammen med udenlandske forskningsorganisationer samt et tæt samarbejde med industrien, hvilket ses i en høj andel af industrielle medfatterskaber på tidsskriftsartikler.

Hvordan identificeres forskning inden for biosolutions?

Biosolutions er pr. definition noget, der beskriver markedsrettede løsninger og produkter. I denne rapport kaldes forskning, som forventes at ligge til grund for biosolutions, for biosolutions-forskning. Biosolutions-forskningen er sammensat af en bred vifte af emner og fagområder og er ikke kun relevant for biosolutions.

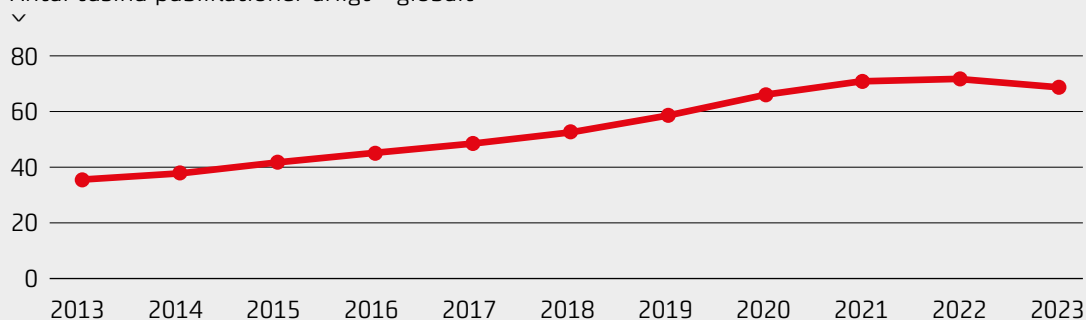
Den bibliometriske analyse er baseret på i alt 595.003 tidsskriftsartikler. Biosolutions-forskning er identificeret ved at søge OpenAlex topics baseret på nøgleord, som i litteraturen bliver anvendt til at beskrive biosolutions.³

² Antal citationer til en artikel divideres med det forventede antal citationer baseret på publiceringsår og forskningsområde. En værdi på 1 kan læses som verdensgennemsnittet, mens en værdi på 1.5 betyder, at artiklen eller gruppen af artikler er citeret 50 % oftere end forskning inden for samme år og forskningsområde på verdensplan. Feltnormaliserede citationer er beregnet med inspiration fra metoden anvendt til The Leiden ranking (Waltman, 2012). Til afgrænsning af forskningsområde anvendes "topics" i Open Alex (docs.openalex.org/api-entities/topics), som er de samme som anvendes i Leiden Ranking (www.leidenranking.com).

³ OpenAlex er et omfattende, open-source katalog over det globale forskningssystem, skabt af nonprofit-organisationen Our-Research. OpenAlex indekserer forskningsartikler, datasæt, bøger og afhandlinger, og kortlægger relationer mellem disse værker som citationer, forfattertilknytninger og finansieringskilder. Dataene er tilgængelige gennem en API. vha. R pakken openalexR (Aria, Le, Cuccurullo, Belfiore, & Choe, 2024). En bruttoliste af "topics" inden for hvert undertema af biosolutions blev samlet og valideret af interne eksperter fra Teknologisk Institut i projektets styregruppe. Herefter blev alt bibliometrisk data hentet i løbet af april og maj via API for årene 2013-2023 inden for de valgte "topics" (Aria, Le, Cuccurullo, Belfiore, & Choe, 2024).

Figur 2. Biosolutions-forskning 2013-2023

Antal tusind publikationer årligt - globalt

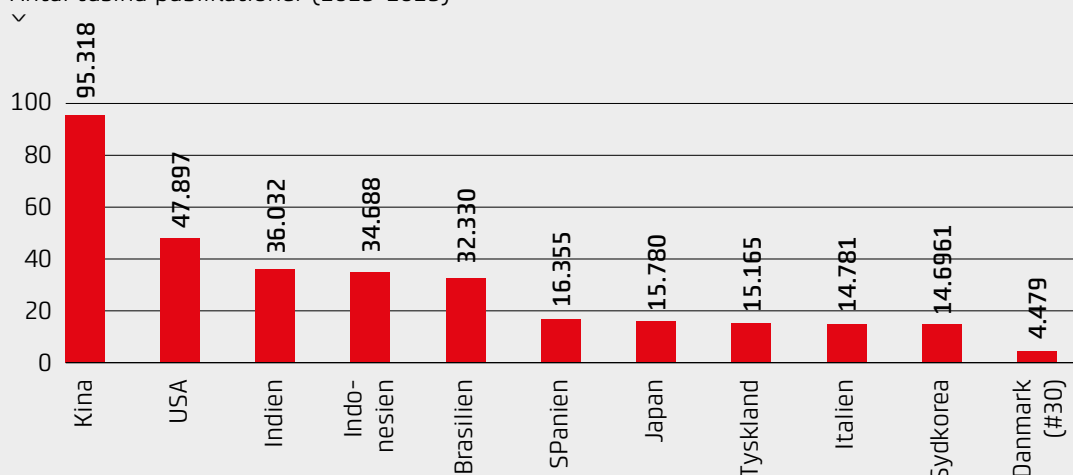


Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i Open Alex.

Alle publikationer mellem 2013-2023 med DOI er medtaget. 2023 data er ikke fuldt indrapporteret i Open Alex databasen.

Figur 3. De mest forskningsaktive lande inden for biosolutions

Antal tusind publikationer (2013-2023)



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i Open Alex.

Alle publikationer mellem 2013-2023 med DOI er medtaget. 2023 data er ikke fuldt indrapporteret i Open Alex databasen.

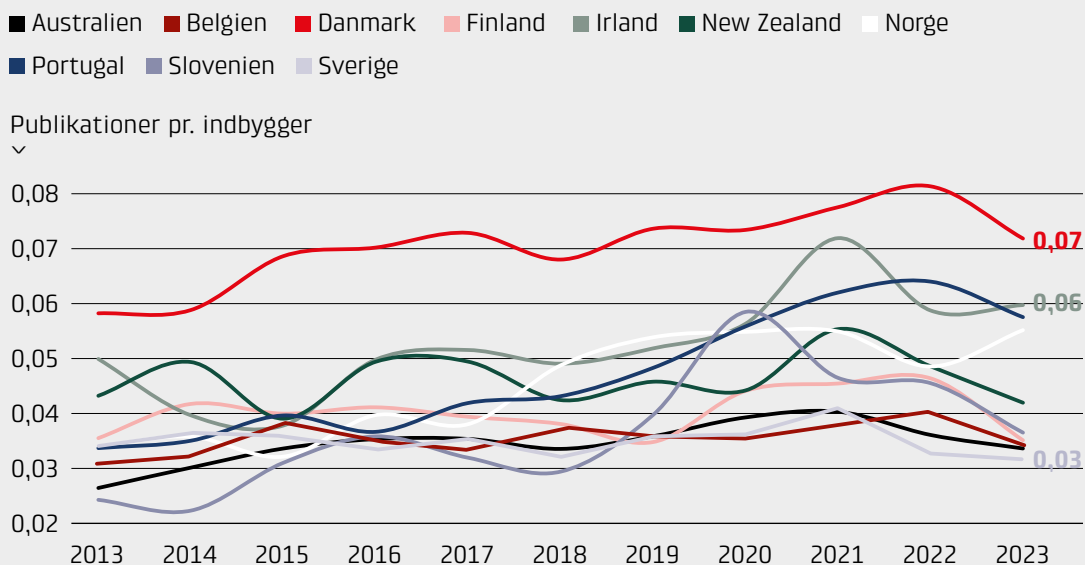
Biosolutions-forskningen i tal

Udviklingen er over de sidste ti år kun gået en vej. Forskning relateret til biosolutions er fordoblet over ti år (Figur 2). I 2022 blev der publiceret over 70.000 publikationer inden for emner, som relaterer sig til biosolutions. Tendensen ligner en aftagende stigning over de næste år efter en årrække med meget høj vækst. Dette kan tyde på, at væksten i

forskningsproduktionen finder et mere stabilt leje.

Ikke overraskende, er det de store økonomier i Nordamerika, Asien og Europa, der publicerer flest tidsskriftsartikler på biosolutions. Her er især Kina, USA og Indien de store bidragsydere af publikationer til den samlede forskning. Danmark bidrager med en tyvendedel af det, Kina leverer.

Figur 4. Biosolutions pr. indbygger, top 10 lande



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i OpenAlex.
Alle publikationer mellem 2013-2023 med DOI er medtaget. 2023 data er ikke fuldt indrapporteret i Open Alex databasen.

Figur 5. Fordeling af anvendelsesområder inden for forskning i biosolutions



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i Open Alex.
Alle publikationer mellem 2013-2023 med DOI er medtaget. 2023 data er ikke fuldt indrapporteret i Open Alex databasen.

Hvis man til gengæld måler biosolutions-forskningen pr. indbygger, får man en idé om det relative bidrag til den internationale forskning (Figur 4). Her har dansk forskning de sidste ti år bidraget med flest publikationer pr. indbyg-

ger, efterfulgt af Irland, Portugal og Norge. Det eneste ikke-europæiske land i top-10 er Australien, der producerer halvt så meget forskning pr. indbygger som Danmark.



Fordeling af biosolutionsforskning på anvendelsesområde

De største forskningsområder inden for biosolutions er relateret til landbrug, fødevarer og ingredienser samt industrielle anvendelser, mens bioenergi og marin bioteknologi er relativt mindre forskningsområder (Figur 5). Alle områder har over det sidste årti oplevet betydelig vækst. Den største vækst er dog i landbruget, efterfulgt af fødevarer og ingredienser og marine biosolutions. Foruden landbrug, er det fælles for alle områder, at stigningen er aftagende.

I Danmark er der forfattet 4.479 publikationer relateret til biosolutions i perioden 2013-2023. Dansk forskning fordeler sig anderledes ift. sammensætningen på verdensplan. Her produceres mest biosolutions-forskning inden for bioenergi, mens fødevarer og ingredienser, industri og anvendelser inden for landbruget er nogenlunde lige store. I 2023 blev der publice-

ret mellem 75 og 100 publikationer inden for hvert af de tre emner. Selvom forskningsoutputtet er fordoblet over de sidste ti år, er marine biosolutions stadig det mindste forskningsområde både i Danmark og på verdensplan.

Gennemslagskraft af forskning inden for biosolutions

Mens antallet af publikationer indikerer, hvor meget forskning der foregår i et land, giver det meget lidt information om kvaliteten og betydningen af den forskning, der produceres. Forskningens kvalitet eller samfundsmæssige betydning derimod er en svær størrelse, som heller ikke kan måles entydigt. Det bedste redskab, der findes, er dog citationer, når man taler mere bredt om gennemslagskraft. Jo flere citationer en artikel får, jo højere gennemslagskraft har den. En del af den gennemslagskraft kan sandsynligvis tilskrives kvaliteten og betydningen af forskningen (Waltman, 2012). Der



er dog også flere andre faktorer, der påvirker, hvor meget en publikation citeres, herunder hvor længe den har været udgivet og inden for hvilket felt. Der er stor forskel på, hvor mange citationer en betydningsfuld artikel får inden for matematik, kemi eller biologi. Derfor er det best practice at anvende feltnormaliserede citationer. Citationer divideres med gennemsnittet for lignende artikler skrevet i samme år. Hvis en artikel har en feltnormaliseret citationsscore på 1 eller 2, vil det sige, at den er citeret henholdsvis lige så ofte eller dobbelt så ofte som gennemsnittet af sammenlignelige artikler publiceret i samme år. I Figur 6 fremgår de gennemsnitlige feltnormaliserede citationer for hvert lands forskningsproduktion i perioden 2013-2023.

Nederlandene er førende målt på gennemslagskraft (1,78). Forskningen her citeres i gennemsnit 78 % mere end en gennemsnitlig biosolutions-publikation på verdensplan. Tæt herefter kommer Belgien med 75 %, mens Danmark ligger på en delt tredjeplads med Storbritannien med en citationsrate, der er 73 % højere end verdensgennemsnittet. I alt ligger syv lande side om side med en meget høj gennemslagskraft. Efter dem er der et større hop ned til de næste lande.

Saudi-Arabien ligger nummer 1 i tabellen, men det er imidlertid almindelig kendt, at de

overlagt forsøger at tilegne sig citationer ved at betale højtciterede udenlandske forskere for at skifte tilknytning til en saudiarabisk institution proforma, hvorfor indikatorerne ikke kan anvendes i dette lands tilfælde.⁴

Forskningsimpact fordelt på emne

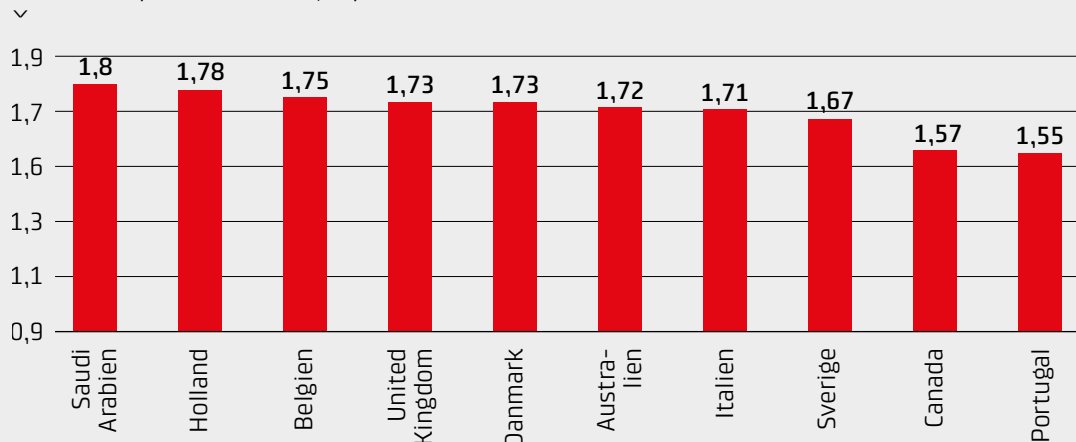
I Figur 7 er lande rangeret på baggrund af normaliserede citationer inden for hvert biosolutions-forskningsfelt. Italien og Israel er førende inden for biosolutions-forskning relateret til landbrug. De to landes forskning er hhv. 155 % og 141 % mere citeret end i resten af verden i gennemsnit. I energiteknologisk biosolutions-forskning er Singapore, Norge, Vietnam og Hong kong førende. På dette område ligger Danmark lige efter de førende på en 7. plads.

Forskning relateret til miljøteknologiske biosolutions er domineret af Nederlandene og Danmark, som er citeret 112 % og 107 % mere end verdensgennemsnittet, og springet til nummer tre og fire er hhv. 20 og 44 procentpoint. Fødevarer og ingredienser er en af de større forskningsområder målt på publikationer. Israel og Finland efterfulgt af Belgien er højt citeret inden for dette område. En anden af de helt store forskningsfelter er den industrielle

⁴ Nature 2013. www.nature.com/articles/d41586-023-01523-x. www.sirisacademic.com/blog/a-turning-point-for-saudi-arabian-affiliations-in-the-2023-highly-cited-researchers-list-from-clarivate

Figur 6. Citationsimpact 2013-2023, top-10 lande

Citationsimpact 2013-2023, top 10 lande



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i Open Alex.

Alle publikationer mellem 2013-2023 med DOI er medtaget. 2023 data er ikke fuldt indrapporteret i Open Alex databasen. Saudi Arabien er kendt for at "game" citationssystemet, hvorfor dennes impact ikke nødvendigvis afspejler landets forskningsmiljø (Nature, 2013).

Figur 7. Top-5 lande i verden målt på citationsimpact, inden for hvert biosolutionsområde

Landbrug	Energi	Miljø	Fødevarer og ingredienser	Industriel	Marine
IT 2,55	HK 1,85	NL 2,12	IE 2,40	DK 1,92	SE 2,65
IL 2,41	VN 1,82	DK 2,07	FI 2,22	SG 1,91	NL 2,57
FI 2,22	NO 1,78	SG 1,87	BE 2,01	SA 1,83	GB 1,43
CH 2,15	SG 1,76	AU 1,63	SA 1,84	AU 1,76	IT 1,90
SA 2,13	SE 1,65	GB 1,57	NL 1,83	NZ 1,75	NO 1,86
DK #18 1,78	DK #7 1,59		DK #16 1,56		DK #8 1,71

Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i Open Alex.

Alle publikationer mellem 2013-2023 med DOI er medtaget for lande, som har produceret minimum 250 publikationer på området mellem 2013-2023.

forskning inden for biosolutions, hvor Danmark og Singapore er placeret som de mest dominerende forskningsmiljøer i verden. Det mindste, men dog hurtigst voksende forskningsmiljø, er forskning inden for marine biosolutions, hvor Sverige, Nederlandene og Storbritannien har

et højt niveau målt på citationer. Her indtager Danmark en 8. plads. Danmark ligger i top-10 på fire ud af seks områder, mens vi ligger på en 18. og 16. plads inden for hhv. landbrug og fødevarer og ingredienser.

Hvilke forskningsorganisationer driver biosolutions-forskningen frem på verdensplan?

I figuren nedenfor ses et kort over de forskningsorganisationer, som mellem 2013 og 2023 har bidraget til de 3.000 mest citerede artikler inden for biosolutions (Figur 8). De aktive forskningsorganisationer inden for den førende forskning ligger i Danmark, Storbritannien, Spanien, Portugal, Nederlandene, Belgien og Italien i Europa, i USA og Canada i Nordamerika, og i Kina, Japan og Malaysia i Asien.

Vi har rangeret forskningsorganisationer baseret på antal publikationer og dernæst feltnormaliserede citationer. Baseret på denne fremgangsmåde er det Beijing Technology and Business University, der er placeret i toppen, efterfulgt af University of Queensland, South

China Agricultural University, University of Alberta samt KU Leuven. Disse er således de førende forskningsorganisationer på verdensplan.

Danske forskningsorganisationer ligger også godt. På denne rangering er Københavns Universitet placeret som nummer 20 (5 i Europa), DTU som nummer 24 (7 i Europa) og Aarhus Universitet som nummer 25 (8 i Europa). Der er i alt 8 europæiske forskningsorganisationer i top-25, hvoraf de tre er danske.

Aalborg Universitet (AAU) er ikke med på denne liste, da de ikke er blandt de 100 mest publicerende inden for biosolutions-forskningen. AAU er en relativt lille producent af biosolutions-forskning målt på forskningsoutput med 863 publikationer inden for biosolutions i perioden, svarende til ca. 100 publikationer pr. år. Hvis man ser blandt alle organisationer med

Figur 8. Førende forskningsorganisationer inden for biosolutions

Kortet viser de organisationer, som har været medforfatter på én eller flere af de 3000 mest citerede artikler mellem 2013-23 (viser kun organisationer med mindst 10 artikler i top 3000 mest citerede artikler)

■ Stærk koncentration ■ Mindre stærk koncentration



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i Open Alex.

mindst 500 publikationer i perioden, ville AAU ligge som nummer 11 i verden (5 i Europa) målt på feltnormaliserede citationer (2.64).⁵

Industriens rolle i forskningen

Mange af de lande som har en høj produktion og gennemslagskraft, er ligeledes de lande, der har en meget høj grad af samarbejde med industrien og internationalt (f.eks. Danmark, Nederlandene og Storbritannien).

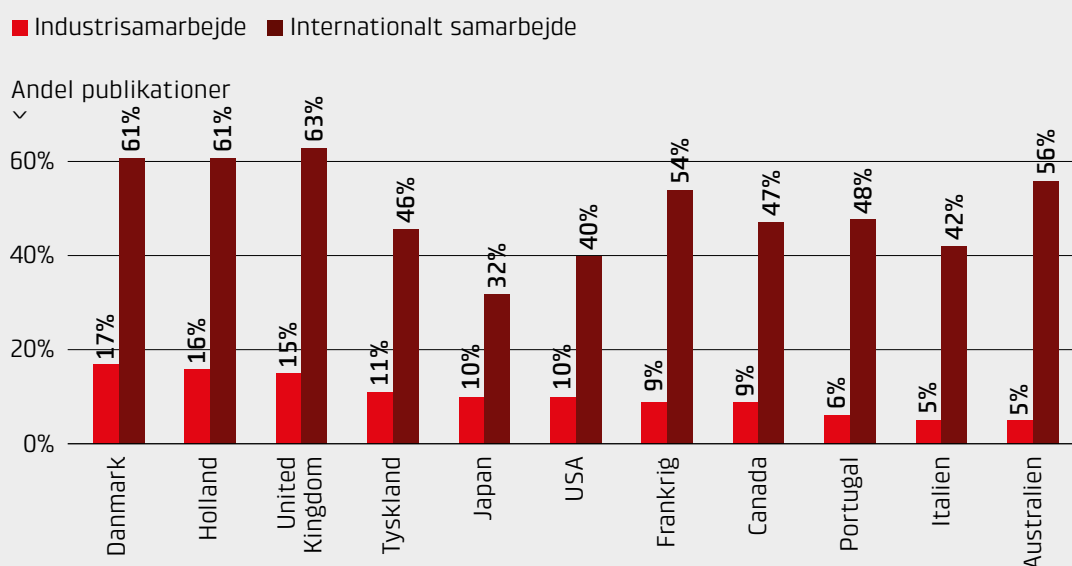
I Danmark er der en høj grad af samarbejde over landegrænser og derved forankring i et internationalt forskningsmiljø. På samme tid er Dan-

mark det land i verden, hvor den højeste andel af forskningen publiceres af og i samarbejde med industrien (17 %) (Figur 9). Dette indikerer, at Danmark har aktive kanaler i økosystemet, som sikrer, at den mest opdaterede og førende forskning er forankret hos danske aktører. Desuden at der er en kanal for, at industrien kan gøre opmærksom på de for markedet mest relevante teknologiske udfordringer.

De virksomheder, som over de sidste ti år har publiceret flest publikationer inden for biosolutions, er Novonesis, DuPont, Sinopec, Evonik, Nestle, DSM. I en dansk sammenhæng er der, udover Novonesis, en stærk deltagelse i forskningen blandt Carlsberg Group, Dupont,

⁵ AAU er en relativt lille producent af biosolutions-forskning målt på forskningsoutput med 863 publikationer inden for biosolutions i perioden, svarende til ca. 100 publikationer pr. år. Med denne alternative definition ville Aarhus Universitet blive placeret som 194, DTU 149 og KU 186. Samtidig ville andre mindre institutioner toppe listen, deriblandt University of Stirling i Storbritannien, som har publiceret 645 biosolutions-publikationer i perioden, og University of Vienna i Østrig, som har produceret 755 publikationer i

Figur 9. Andel publikationer med industri og internationale samarbejdspartnere



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i Open Alex. Alle publikationer mellem 2013-2023 med DOI er medtaget. Saudi Arabien har det højeste internationale samarbejde (79 %), men kun 2% industrisamarbejde, og optræder derfor ikke i figuren.

Haldor Topsoe, Arla Foods (ingredients), Ørsted, Biomar og Bioneer. Derudover er der en lang hale af forskelligartede virksomheder, som har deltaget i forskningsproduktion en eller få gange i løbet af de sidste ti år.

De store danske virksomheder har sandsynligvis haft en betydning for, at dansk forskning har rettet øjnene mod biosolutions. Desuden har universiteterne haft muligheden for at bygge succesfulde forskningsmiljøer omkring disse temaer. Virksomheder som Novonesis, Carlsberg, Arla Foods og Dupont har i mange år deltaget aktivt i forskning sammen med universiteterne. Ydermere har de også finansieret forskning inden for biosolutionsrelaterede forskningsområder. Derudover har fonde som Carlsbergfondet og Novo Nordisk Fonden (NNF) investeret betydeligt i dansk forskning. NNF investerede allerede i 2011 i at skabe et bioteknologisk miljø ved DTU. DTU Biosustain blev etableret på en bevilling på DKK 700 millioner fra NNF i 2011, og har sidenhen modtaget yderligere støtte (i alt ca. DKK 2 milliarder) (DTU, 2024). Senest har Novo Nordisk Fonden finansieret DKK 200 mio. i et open science initiativ, Plant2Food. Projek-

ter udvikles og udføres i et samarbejde mellem universitets- og industrideltagere, hvor der er fokus på at udvikle basal viden om afgrøders egenskaber og deres funktionalitet i fødevarer (Aarhus Universitet, 2024).

Foruden den direkte finansiering af forskning sikrer det danske FoU-system en høj grad af samarbejde omkring biosolutionsrettet forskning. GUDP, MUDP, EUDP og Innovationsfonden har i mange år finansieret forskning, der fokuserer på biologiske løsninger inden for flere områder. Fra 2011–2023 har der alene været 54 forskningsprojekter i disse fire fonde direkte relateret til fermentering.⁶ I mange af disse projekter samarbejder deltagere fra industrien, GTS og universitetsverdenen. Det er dog først i løbet af 2024, at et decideret "biosolutions call" er blevet til. GUDP har søsat et biosolutions-udviklings- og demonstrationsprogram på DKK 45 millioner, hvor projekter skal understøtte udviklingen af biobaserede ingredienser og fermenteringsteknologi, bioraffinering, industrielle enzymer, biobaseret foder, plante- og frøforædling, bioenergi og biobaserede miljøteknologier (Landbrugsstyrelsen, 2024).

⁶ Fundet ved én søgning på "ferment*" i den grønne projektbank (www.groenprojektbank.dk).



Teknologi

Når teknologi flytter sig fra forskning og bliver udviklet til kommercielle produkter, har opfinderne en stærk kommerciel interesse i at beskytte deres intellektuelle rettigheder. Det sker typisk ved brug af patenter, som beskriver teknologien eller innovationen. Patenter udtages typisk på de markeder, hvor der er kommerciel interesse. Det er ikke alle teknologier og innovationer, der patenteres.

Teknologisk Institut har identificeret 1.769.280 patenter med relation til biosolutions, som alle er ansøgt eller udstedt mellem januar 2000 og maj 2024. Der er kun medtalt patenter og ansøgninger, der er ansøgt i mere end et land. Begrænsningen betyder, at patenter fra lande som overproducerer patenter, som fx Kina,⁷ kun tæller med, når de er ansøgt i flere lande. Overproduktion af patenter kan fx forekomme, hvis der er statsstøtte eller særlige skattefordele tilknyttet det at have indsendt en patentansøgning. Både ansøgnin-

ger og patenter er medtaget for at illustrere innovationsaktiviteten.

Da den samme innovation kan optræde i patenter i flere lande, samles patenter, der i virkeligheden er samme opfindelse, i "patentfamilier" og omtales i det følgende som "patenter". Fra år 2000 til maj 2024 er der i alt 399.449 patenter i hele verden, og heraf er 3.228 fra Danmark, hvilket gør Danmark til det 12. mest patenterende land. Patenterne udgør 80 % af de patenter, der nogensinde er taget vedrørende biosolutions.

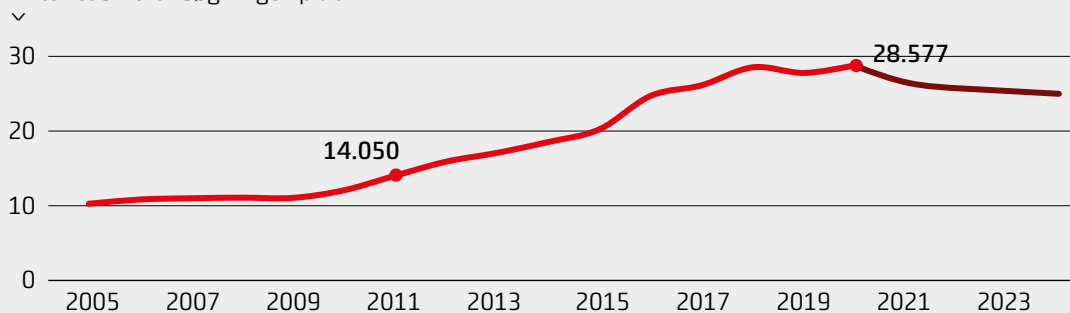
Biosolutions bliver stadig mere udbredt i verden. I 2020 var der 28.577 patenter, hvilket er en fordobling af det årlige antal på ti år (Figur 10). Fordoblingen illustrerer både en hurtig teknologisk udvikling og en stigende markeds-mæssig interesse. Data efter 2020 ligner en nedgang i antal, men verdens patentbureauer er typisk bagefter med registreringen af patenter i de globale patentdatabaser, så det er van-

⁷ I Kina skyldes overproduktionen af patenter flere faktorer. Regeringen giver økonomiske incitamenter og subsidier for at fremme patentansøgninger, hvilket motiverer virksomheder til at prioritere kvantitet over kvalitet. Mange patenter er af lav kvalitet og har lav kommercialiserings- og internationaliseringsrate, da de ofte ikke kan klare internationale standarder (He, 2021) (Zhu, 2020).

Figur 10. Antal patenter 2005-2020

■ Innovation ■ Trend

Antal tusind ansøgninger pr. år



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i PatSnap.

Alle ansøgninger om bioteknologiske patenter undt. medicin siden 2005 er medtaget. Fra 2020 er tallet estimeret, da ikke alle ansøgninger er registreret endnu. Antallet af ansøgninger er fordoblet ca. hver tiende år. Muligvis en mindre afmatning efter 2020, men endnu for tidligt at vurdere. Normalt bliver omkring 65 % af ansøgninger til publicerede patenter.

skeligt at vurdere udviklingen for de seneste år og frem uden en betydelig usikkerhed. Desuden kan der gå lidt tid, fra registreringen sker i det første land til det næste. Trendlinjen i grafen er dannet ved anvende den gennemsnitlige årlige stigning som forecast, og den antyder et stort set uændret højt niveau.

Innovationsaktiviteten er vist på verdenskortet illustreret med farver, hvor den røde farve viser, hvor der er stærkest aktivitet. De 10.000 nyeste patenter indgår i optællingen. Alle regioner med højteknologisk ekspertise er med. I Europa fra London og ned langs Rhinen – også kaldet den "blå banan". Danmark står helt tydeligt med en stærk koncentration. I USA er der aktivitet på øst- og vestkysten og langs søerne. I Kina i de tætbeboede områder langs kysten og i Beijing, og også Japan og Korea er godt repræsenteret (se Figur 11).

Kina er den nye store spiller inden for biosolutions. I 2005 udtog kinesiske patentholdere

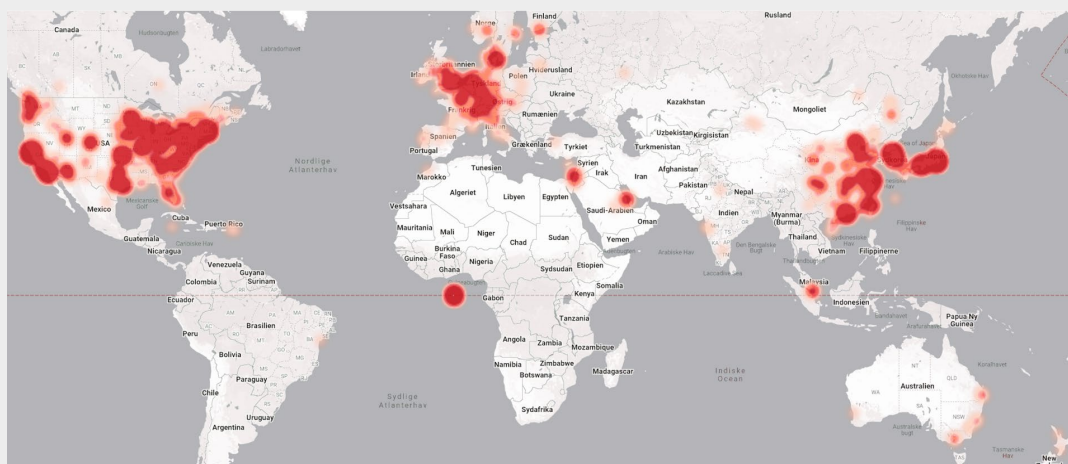
263 patenter i mere end et land. I 2020 udtog de 9.523 patenter – eller 36 gange så mange patenter. USA, som var førende målt på antal i 2005 med 3.255 patenter, havde i samme periode knapt fordoblet antallet af patenter til 6.261 patenter, og er nu det næstmest patenterende land i verden efter Kina. Den kinesiske satsning er reflekteret i seneste femårsplan (2021), hvor Kina investerer USD 3,28 milliarder (svarende til cirka DKK 22,6 milliarder) i bio-landbrug, bioteknologi, bio-brændstoffer, bio-information og andre sektorer (World Bio Market Insights, 2021).

Det danske bidrag steg fra 104 patenter i 2005 til 174 i 2020, altså en stigning på lidt mindre end den amerikanske aktivitet. I det totale antal innovationer på verdensplan fylder danske patenter ikke meget, men rækker dog til en global 12. plads (se Figur 12). Det er også værd at bemærke, at Indien ikke syner meget på kortet trods forskning og virksomhedsaktivitet. Forklaringen kan være, at der skal være

Figur 11. Innovationsaktiviteten i verden efter koncentrationen af patenter

Kortet viser de 10.000 nyeste patenter, der er udtaget i mere end 1 land. Bemærk, at mærket i Guineabugten er sammentælling af WIPO patenter.

■ Stærk koncentration ■ Mindre stærk koncentration



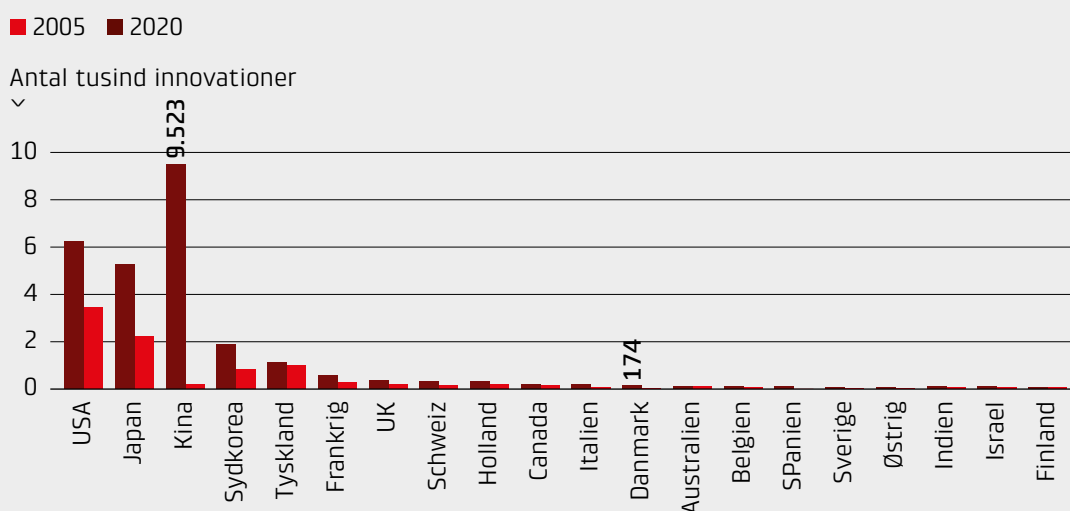
Kilde: Beregning foretaget af Teknologisk Institut med data fra PatSnap.

udtaget patent i mindst to lande for at få en placering på kortet, og indiske firmaer leverer muligvis primært løsninger til deres eget store, indiske marked. Desuden undgår virksomheder i Indien ofte at tage patent på grund af høje omkostninger, komplekse procedurer og strenge patentlove som paragraf 3(d) i den indiske patentlov, der begrænser patenter på inkrementelle innovationer. Derudover er der

lav forståelse for patenter (AIM, 2022) (Joshi attorneys + counselors, u.d.) (Daureeawo, u.d.) (Doctors Without Borders - USA).

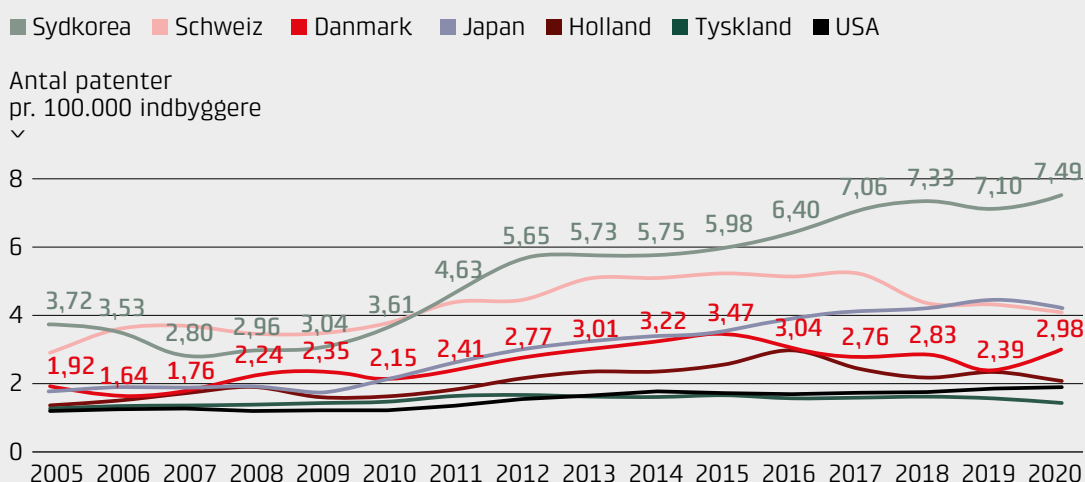
Danske biosolutions-virksomheder og forskningsinstitutioner har en teknologisk innovationsaktivitet, der ligger et godt stykke over, hvad man skulle forvente ud fra Danmarks størrelse. Hvis innovationsaktiviteten sættes i re-

Figur 12. Antal innovationer fra de 20 mest patenterende lande i 2005 og 2020



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i PatSnap. Alle ansøgninger om bioteknologiske patenter undt. medicin siden 2005 er medtaget for de 20 mest patenterende lande.

Figur 13. Antal patenter pr. 100.000 indbyggere



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i PatSnap. Alle ansøgninger om bioteknologiske patenter undt. medicin siden 2005 er medtaget for de 7 mest patenterende lande. (Danmark er nr. 12 i absolutte tal).

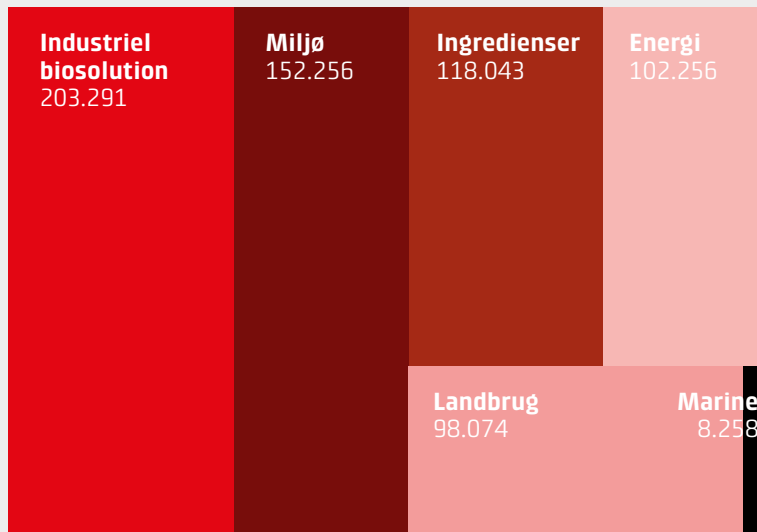
lation til antal indbyggere, er Danmark verdens fjerde mest patenterende land med 2,98 patenter pr. 100.000 indbyggere inden for biosolutions. Foran ligger Sydkorea med 7,49 patenter pr. 100.000 indbyggere, og Schweiz og Japan med lidt mere end fire patenter pr. 100.000 indbyggere. Nederlandene har i perioder tangeret aktiviteten i Danmark (se Figur 13).

Patenter inden for biosolutions kan opdeles efter type (se Figur 14). Alle patenter har patentkoder, og da et patent kan have flere koder, er der overlap mellem kategorierne. Den største gruppe er industrielle biosolutions med 203.000 patenter. Et eksempel er biopolymerer som biologisk nedbrydelig harpiks fra Bio Bond ApS (Patent EP2015020214, 2015). Miljørela-

terede biosolutions har oplevet en tredobling siden 2005 med over 152.000 patenter. Novonosis har udviklet en screeningsmetode til at finde biologiske produkter, der kan erstatte kemikalier (Patent WO2001032829A2, 2000). Ingredienspatenter tæller 118.000, som for eksempel Chr. Hansen A/S' forbedring af bakteriekulturer til bedre holdbarhed (Patent WO2023031178A1, 2023). Energiproduktionspatenter udgør 102.000. Haldor Topsøe A/S har udviklet en metode til effektiv gasrensning for bedre energiproduktion (Patent WO2017202582A1, 2017). Landbrugspatenter er næsten 100.000. FMC Agricultural Solutions A/S har udviklet et biopesticid baseret på enzymer fra insekter (Patent EP2023/068179, 2023). Den sidste kategori, marine biosolu-

Figur 14. Fordeling af innovationer mellem typer af biosolutionsløsninger (global fordeling)

Tabellen viser antallet af innovationer efter tema inden for biosolutions siden år 2000. Innovationer er her defineret som ansøgninger og patenter af samme slags uanset status publiceret mellem januar 2000 og maj 2024. Tallene viser antallet af innovationer i verden og hvor mange, der har oprindelse i Danmark. Alle innovationerne ligger inden for bioteknologi, mens de enkelte områder har overlappende innovationer – og altså tælles med mere end en gang. Bioteknologisk innovation på det medicinske område indgår ikke.



Biosolutions ekskl. medicin: Verden: 399.449 patenter.
Danmark: 3.228 patenter.

Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i PatSnap. Bemærk, der er kun medregnet innovationer, som er udtaget i mere end et land. Tallet for Danmark er beregnet efter, "original assignee region" for en patent-familie. En familie er en gruppe af patenter fra flere lande, hvor det vurderes at innovationen er stort set den samme. Hvis et dansk patent også ansøges i USA udgør det en familie på 2. Fx dækker Danmarks 2.259 patentfamilier over 21.571 patenter / ansøgninger. Bag de 399.449 innovationer er der 1.769.280 patenter / ansøgninger.

tions, har knap 10.000 patenter og er den hurtigst voksende. Pure Algae Denmark har udviklet en metode til at dyrke alger i bioreaktorer (Patent WO2022268732A1, 2022).

Danmark er et lille land med knap 6 mio. indbyggere, men som vist i Figur 11, er koncentrationen af biosolutions i Danmark betydelig. Hvis antallet af patenter sættes i relation til antallet af indbyggere, står det klart, at danske virksomheder og forskere står sig overordentlig godt i den internationale sammenligning. I Figur 15 er antallet af patenter for hvert delområde opgjort pr. indbygger. Figuren viser, at når det gælder biosolutions for landbrug, ingredienser, miljø og energi, så indtager Danmark en 1. plads. For de marint baserede biosolutions har danske forskere og virksomheder en 4. plads, når det gælder patentering – og ved de industrielle anvendelser ligger Danmark på en 12. plads – mens Japan befinder sig på en næsten urørlig 1. plads. Pla-

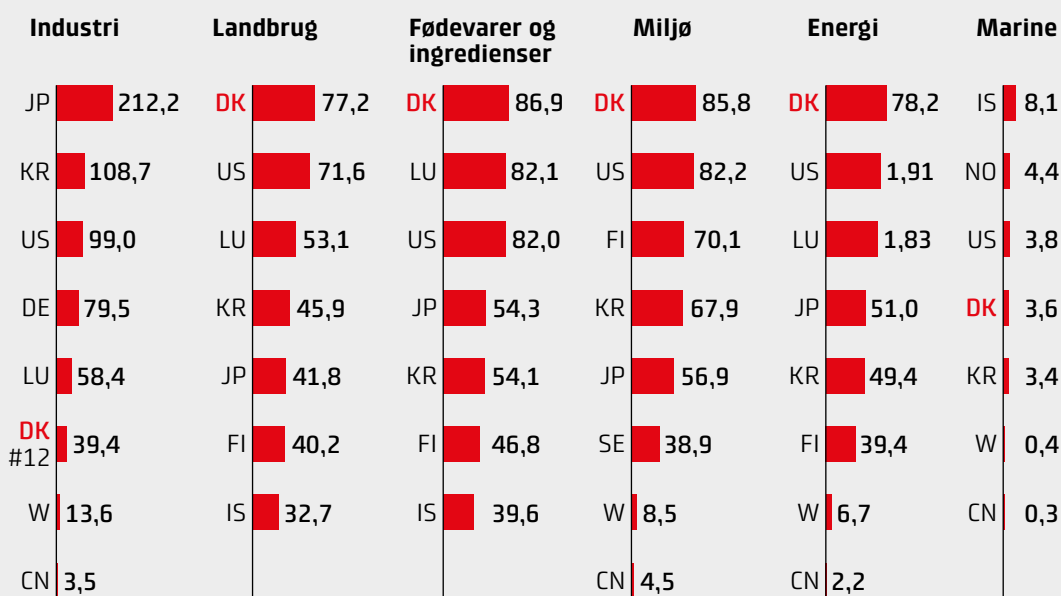
ceringen inden for industrielle biosolutions er interessant, idet det er et af de områder, hvor dansk forskning står stærkest.

Globale aktører

De førende globale spillere kan identificeres gennem deres patenter. Danske virksomheder, som Novonesis, er prominente, og de er blandt de ti mest patenterende globalt på fem ud af seks forskningsområder med undtagelse af industrielle anvendelser. Japanske Nitto Denko Corp. er leder inden for industrielle biosolutions med 2.837 patenter. De udvikler avancerede produkter som omvendte osmosemembraner til afsaltning af havvand og neodymiummagneter ved hjælp af hybridteknologi. BASF er den eneste virksomhed, der er i top-10 både i industrielle og andre biosolutions-områder. De udvikler bioteknologiske

Figur 15. Patenttagere for typer af biosolutions

Antal patenter pr. 100.000 indbyggere. W = Verden



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i PatSnap. Viser top 5 lande + USA, Kina og Verden. Bemærk. San Marino ligger med 5 patenter som nr. 1 med 15 patenter pr. 100.000 indbyggere ved plantebaserede biosolutions. Ikke vist. Alle ansøgninger om bioteknologiske patenter undt. medicin siden 2005 er medtaget.

produkter, der fremmer bæredygtighed på tværs af flere sektorer, og de havde en omsætning på EUR 59,3 milliarder i 2022. Californiske universiteter, især UC Berkeley, er også fremtrædende. Eksempelvis samarbejder de med virksomheder som Lygos og Demetrix, der bruger syntetisk biologi til at producere bæredygtige kemikalier og højværdikomponenter. Koreanske CJ Cheil Jedang er stærkt repræsenteret inden for ingredienser, miljø og marine biosolutions og har udvidet globalt med fokus på fødevarer, biopharma, og logistik. Japan-

ske Ajinomoto, grundlagt i 1909, er kendt for MSG. De opererer globalt inden for fødevarer og biosolutions med fokus på fermenteringsteknologier. Pioneer Hi-Bred Int Inc., en del af Corteva Agriscience, udvikler højtydende frø og landbrugsløsninger. Fermentalg fra Frankrig fokuserer på mikroalgebaserede løsninger, mens Corbion Biotech Inc. specialiserer sig i biobaserede ingredienser som mælkesyre. De havde en omsætning på EUR 1 milliard i 2022, og promoverer cirkulær økonomi.

Marked

Markedet for biosolutions-produkter er stigende. Flere forbrugere indikerer, at de vil have miljø og klimavenlige produkter at vælge imellem, og de er blevet opmærksomme på miljøskadelige stoffer i dagligdagsprodukter (Good Food Institute, 2024; Deloitte, 2024). Virksomheder over hele verden søger samtidig at finde alternative måder at imødekomme denne efterspørgsel samt at leve op til politiske klima- og miljømål. Ifølge en rapport udarbejdet af Rambøll konkluderes det, at markedet for plantebaserede fødevarer alene i USA forventes at vokse med cirka USD 47 milliarder mellem 2020 og 2035. En stigning svarende til en gennemsnitlig årlig vækstrate på 13 % (Rambøll, 2021). Dette understøttes af andre analyser, som viser, at der har været en eksplosiv vækst mellem 2020 og 2022 på mere end 60 % på in-

vesteringer inden for plantebaserede proteiner (Good Food Institute, 2022).

Over hele verden er der ligeledes virksomheder, der beskæftiger sig med biosolutions. Globale databaser, som Crunchbase, registrerer virksomhedernes aktivitetsområde. Med udgangspunkt i Crunchbase anslås det, at 156.000⁸ virksomheder i verden beskæftiger sig med biosolutions, og heraf har 4.700 virksomheder mere end 50 ansatte. På kortet nedenfor (se Figur 17) er det på baggrund af 1.500 biosolutions virksomheder illustreret, hvor den kommercielle aktivitet er størst.

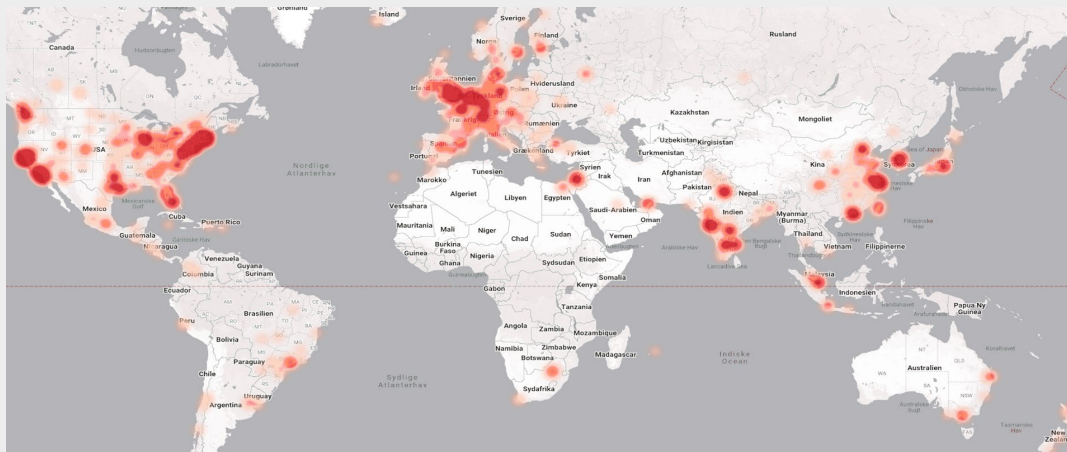
Fordelingen af virksomheder minder til forveksling om fordelingen af patentaktivitet – især i Europa - hvor også Danmark lyser op som et

⁸ Ifølge Danmarks Statistik har 4.815 danske virksomheder mere end 50 ansatte, og de udgør knap 3 % af den danske population af virksomheder. Crunchbase finder ikke alle, men har dog fundet 3.021 danske virksomheder med mere end 50 ansatte (uanset branche). Crunchbase mangler således godt 1.800 virksomheder med mere end 50 ansatte. Hvis vi antager, at Crunchbase har samme registreringsmangler i andre lande, kan vi bruge de danske nøgletal til at anslå den fulde population. Globalt set har vi via Crunchbase fundet 3.380 bioteknologiske virksomheder med mere end 50 ansatte i verden, som beskæftiger sig med andet end medicin. Hvis usikkerheden i andre lande er som i Danmark, antager vi, at der mangler næsten 30 %. Så det sande antal er knap 4.682 virksomheder med mere end 50 ansatte, og regnes hele den globale population med, så lidt over 156.066. Men da Crunchbase sandsynligvis dækker bedre i nogle lande end andre, er der en betydelig usikkerhed knyttet til estimeringen. I estimerne har vi anvendt ovenstående tal. Men usikkerheden illustreres af, at Teknologisk Institut har identificeret 53 virksomheder i Danmark med mere end 50 ansatte – og i Crunchbase er der fundet 18. Til sammenligning finder OECD Key Biotech Indikatoren 12.882 biotech-virksomheder med R&D i OECD landene, men OECD's tal er fundet via survey og omfatter al biotech og er uden angivelse af virksomhedsstørrelse, så det er vanskeligt at sammenligne tallene.

Figur 17. Global virksomhedsaktivitet med biosolutions

Placeringen af biosolutions-virksomheder i hele verden. 1500 virksomhedsadresser indgår.

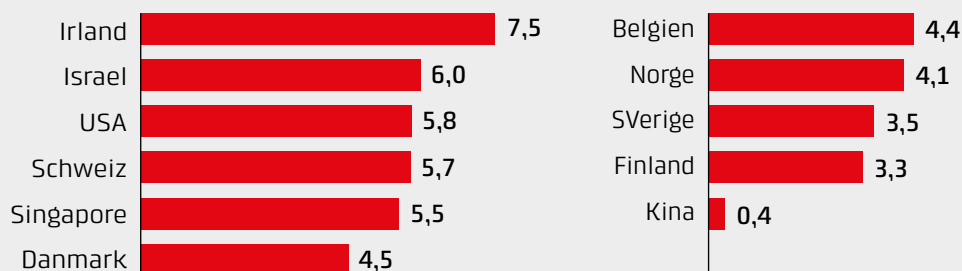
■ Stærk koncentration ■ Mindre stærk koncentration



Kilde: Beregning foretaget af Teknologisk Institut data fra Crunchbase

Figur 18. Verdens førende biosolutions-regioner målt efter antal virksomheder med +50 ansatte

Antal biosolutions-virksomheder pr. 100.000 indbyggere



Kilde: Teknologisk Institut. Egne beregninger efter søgning i Crunchbase. Beregningen er holdt til Crunchbase data for at have et lige sammenligningsgrundlag. I beregningen indgår skønnet antal med mere end 50 ansatte. Kina's pladsering på listen er som nummer 42.

Alle bioteknologiske virksomheder med mere end 50 ansatte, der ikke arbejder inden for farma, er medtaget Lichtenstein, Island, Cayman øerne og Luxemburg rangerer højere, men har alle 3 eller færre relevante virksomheder, så de er udeladt af grafikken.

"hotspot". Den største forskel, som ikke var synlig ved analysen af patenterne, er aktiviteten i Indien, hvor der er betydelig virksomhedsaktivitet. Crunchbase finder 299 virksomheder. Det betyder, at det reelle antal virksomheder i Indien meget vel kan være omkring 13.800 virksomheder af enhver størrelse, hvoraf de 414 har

⁹ Efter ovenstående metodeestimering.

mere end 50 ansatte.⁹ I den opgørelse befinder Indien sig på en global 3. plads, når det gælder antal virksomheder inden for biosolutions.

I USA er der fundet 1.308 virksomheder inden for biosolutions, som har mere end 50 ansatte, hvilket er lig med en estimeret population på



78.180 virksomheder, heraf 2.085 større virksomheder. USA har en klar, global lederposition, når det gælder antal virksomheder. Kina holder, med estimeret knap 22.000 virksomheder, en 2. plads – og Storbritannien placerer sig på en global 4. plads med estimeret 9.025 biosolutions-virksomheder.

Hvis virksomhedsaktiviteten sættes i forhold til befolkningstallet,¹⁰ får vi et bedre mål for områdernes "styrke", når det gælder biosolu-

tions. Resultatet af beregningen er vist i Figur 18. Beregningen ser bort fra lande med tre eller færre virksomheder. Selv fra det perspektiv formår USA at holde sig i top-10, med en 3. plads – mens Kina placerer sig som nummer 42. Danmark indtager en 6. plads.

Som beskrevet ovenfor er der en betydelig usikkerhed i estimererne af det reelle antal virksomheder, men med undtagelse af USA, som kan have en overrepræsentation, er det

¹⁰ I en styrkesammenligning er det ikke rimeligt at sammenligne de små seks millioner mennesker, der bor i Danmark, med et land med fx mere end en milliard mennesker.

rimeligt at antage, at usikkerheden er omtrent lige stor i alle lande – og at nationerne derfor forholdsmæssigt placerer sig som opgjort her. Kina kan være underrepræsenteret.

Investeringer

Data om omfanget af investeringer i private virksomheder er ikke altid offentligt tilgængeligt. Crunchbase indhenter oplysninger om investeringer fra en lang række kilder fra private investorer (risikovillig kapital, 'business angels', kapitalfonde), inkubatorer, banker, tilskudsprogrammer, fonde, offentlig finansiering m.v.).

I 2023 slog USA sin position som førende inden for finansiering af biosolutions fast. USA tegnede sig for 71 % af den globale investering i biosolutions og tiltrak i alt USD 159 milliarder i finansiering, ifølge Teknologisk Instituts analyse af Crunchbase-data. Derefter kom Europa, som samlet sikrede sig mere end USD 32 milliarder og repræsenterede 15 % af den verdensomspændende finansiering af biosolutions. Næst i rækken var Kina, som bidrog med omkring 10,7 % til den globale finansieringspulje, der i 2024 var på USD 224 milliarder.^{11,12}

Ifølge Crunchbase-data trak de danske virksomheder omkring USD 1,5 mia. i funding, men da de i Crunchbase kun fordeles på 18 virksomheder, ligger de danske biosolutions-virksomheder gennemsnitligt på en global fjerdeplads overgået af amerikanske, irske og islandske virksomheder. De 18 danske virksomheder i Crunchbase tiltrak hver i gennemsnit USD 85 millioner i

funding. Til sammenligning var det amerikanske gennemsnit på USD 121 millioner – og det europæiske på USD 1,4 millioner. Teknologisk Institut vurderer Crunchbases data til at være mangelfulde,¹³ men ikke mere end at det er troværdigt, at danske biosolutions-virksomheder ser ud til at trække funding hjem i et omfang, som er et godt stykke over det globale gennemsnit.

Innovationsaktivitet

Ved at sammenligne antallet af patenter pr. publiceret videnskabelig artikel for et land opnår man et forholdstal, som kan bruges til at få en idé om et lands innovationskapacitet og effektivitet i at omsætte forskning til kommercielt udnyttelige opfindelser. Ved vurderingen af indikatoren skal det holdes in mente, at data stammer fra to forskellige kilder, og at søgningerne ikke kan være helt parallelle. Desuden at der kan være tidsforskydninger i forskning, og patenter der ikke tages højde for, og at værdien af patenterne ikke er udtrykt i tallet. Med det in-mente er der samlet for biosolutions i perioden 2013 til 2023 i Danmark udtaget 0,45 patenter pr. artikel, og i Kina 0,68. I Sydkorea er raten 1,36, og i USA er raten på 1,46, mens Japan når helt op på 3,43 patenter pr. videnskabelig artikel. Der er store forskelle mellem de europæiske lande, fx Tyskland med 0,93 og Spanien med 0,09. Tallene kan desuden illustrere forskelle på vægtning af grundforskning og anvendt forskning landene imellem. Men alt i alt indikerer tallet, at det kommercielle udbytte af forskningsindsatsen i Japan, Sydkorea og USA kan være større end i Danmark.

¹¹ Til sammenligning var BNP i USA i 2022 på 25,44 trillioner dollars. Verdensbanken [t.ly/5rPIQ](#)

¹² Til sammenligning har et studie fra Good Food Institute opgjort, at der alene i offentlige midler blev annonceret investeringer for omkring USD 523 millioner i OECD-landene i 2023 (fraregnet Kina) i udvikling af alternative proteiner, som udgør et hjørne af biosolutions (Good Food Institute, 2024). Samme studie sætter i øvrigt Danmark på en tredjeplads, når det gælder investeringer i alternative proteiner – kun overgået af Canada og EU samlet. Det er ikke velbelyst, men et ældre studie fra OECD (OECD, 1998) viste, at offentlige investeringer typisk udgør omkring 20 % af investeringerne (med variationer over tid og mellem lande), hvilket kunne indikere, at de samlede investeringer alene i alternativt protein er omkring USD 2,5 mia.

¹³ Crunchbase henter data fra mere end 4,000 globale investeringsfirmaer, som hver måned sender oplysninger om deres porte folio, aktive brugere bidrager til virksomhedsprofiler, der arbejdes med AI og et ekspertteam validerer oplysningerne. Se [t.ly/ZN8fy](#). Investeringsdata omfatter en lang række kilder fra Business Angels, crowdfunding, fundraising til venture kapital, fondsmidler og statstilskud mv.

Dansk indblik – væksttrin og finansiering

Teknologisk Institut har kortlagt i alt 212 virksomheder i Danmark, som har services eller produkter inden for biosolutions. I alt 203 virksomheder med en e-mailadresse er kontakttet i en e-survey i foråret 2024, hvor 81 virksomheder har valgt at svare, og 6 har meddelt, at de ikke ønskede at svare. Det svarer til en svarprocent på 41 %, hvilket er meget tilfredsstillende.¹⁴ De væsentligste temaer for den korte e-survey er skalering af virksomhederne, barrierer for vækst og adgang til finansiering. I det følgende gennemgås de væsentligste resultater af e-surveyen, hvor resultaterne og fortolkningen også støttes af interviews med eksperter (investorer og interesseorganisationer) samt virksomheder i branchen.

Analysen viser, at der er forskel på hvilke barrierer, der opleves afhængig af udviklingstrin. Virksomheder i den spæde start har i høj grad svært ved at finde passende finansieringskilder, mens startups og scaleups i højere grad end mere modne virksomheder ser adgangen til passende test og demonstration som en væsentlig barriere for vækst og succes. De modne og etablerede virksomheder er mere optaget af de regulatoriske rammer, som sænker eller hindrer markedsføringen af deres produkter.

Udover at biosolutions som sektor har en stor variation i produkter og målgrupper, er oplevelsen som virksomhed også varieret ift. hvor man er i skaleringprocessen. Derfor er det vigtigt, at man i et land som Danmark er strategisk med midler til forskning og innovation inden for biosolutions – og er opmærksom på, at løsninger rettet mod forskellige områder vil sænke og fjerne barrierer i højere grad for nogle virksomheder end for andre.

Profil af danske biosolutions-virksomheder: marked, fordele og udfordringer

Næsten halvdelen af de 212 kortlagte biosolutions-virksomheder i Figur 19 er lokaliseret i hovedstadsområdet, mens kun 5 % er fundet i Nordjylland og 7 % i Region Sjælland. Virksomhederne er typisk større virksomheder. I Danmark som helhed har 3 % af virksomhederne mere end 50 ansatte, mens omkring hver fjerde biosolutions-virksomhed har mere end 50 ansatte. Hver tredje biosolutions-virksomhed arbejder med FoU eller er vidensrådgivere. Fødevarevirksomheder udgør 22 %. Blandt de 212 virksomheder har 71, knap hver tredje, udtaget et patent. I alt er 2.071¹⁵ patenter siden 2012 knyttet til de identificerede virksomheder.

¹⁴ Da antallet af svar ikke er stort i absolutte tal, og enkelte virksomheder er så nyopstartede, at de endnu ikke er tildelt et CVR-nummer, så har vi undladt at beregne en vægtning. Virksomheder i alle størrelser har svaret, men store virksomheder med over 50 ansatte er underrepræsenteret i svarene; det samme gælder virksomheder inden for industri og landbrug.



Danske biosolutions virksomheder

Teknologisk Institut har kortlagt i alt 212 virksomheder i Danmark, som har services eller produkter inden for biosolutions

Se kortet på www.teknologisk.dk



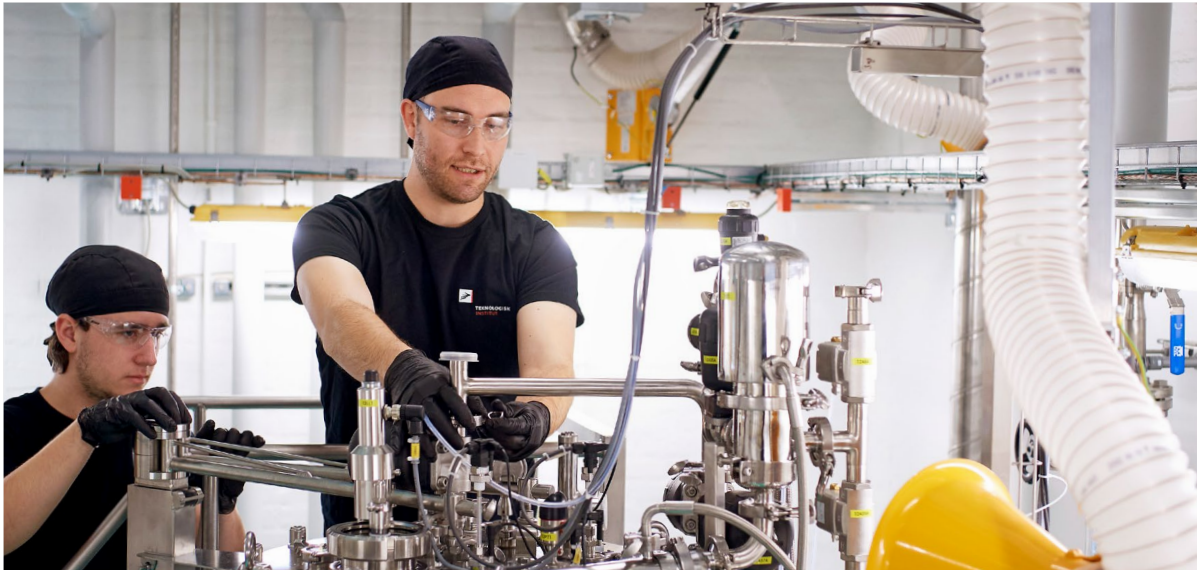
De danske biosolutions-virksomheder spreder sig over en bred vifte af biosolutions, og dækker alle de typer, som er præsenteret i ovenstående afsnit. Dog ligger tyngden omkring fødevarer og ingredienser, som 35 % af virksomhederne arbejder med.

Fra spørgeskemaundersøgelsen fremgår det, at hver fjerde virksomhed (23 %) endnu ikke har introduceret produkter på markedet, og langt de fleste er mest aktive som underleverandører til andre virksomheder (68 % af virksomhederne er på B2B-markedet). Halvdelen af virksomhederne er eksporterende virksomheder, hvilket understreger, at det kan være en stærk økonomisk fordel for det danske samfund at have en stærk biosolutions-brancher, hvor markedet i høj grad er globalt.

Virksomhederne er i høj grad opmærksomme på, at et skift til biosolutions kan give både miljø og klimafordele. Hele syv ud af ti virksomheder mener, at deres produkt eller produktionsproces har en lavere miljøbelastning i sammenligning med konventionelle produkter og processer.

Undersøgelsen viser også, at biosolutionsprodukter skal passe ind i forsynings- og værdikæder, som de ikke nødvendigvis er gearret til. Syv ud af ti virksomheder svarer, at skiftet til biosolutions-løsninger fra mere konventionelle løsninger kræver omstilling hos kunderne i fx forbrugeradfærd (B2C) eller omstilling i operationelle procedurer eller forsyningskæder (B2B). Desuden svarer mere end halvdelen af virksomhederne, at deres produkter kan være dyrere

¹⁵ Tallet er mindre end det samlede antal biosolutions-patenter i Danmark, fordi ikke alle kan knyttes direkte til de identificerede virksomheder – fx fordi patentet er knyttet til personnavn, og ikke en virksomhed, eller til virksomheder som ikke længere er aktive.



end konventionelle produkter, samtidig med at kunderne ikke er villige til at betale mere. Det er klart, at løsninger, som kræver forandringer hos kunderne, og som er dyrere end konventionelle løsninger, også har en større markedsudfordring, end når det ikke er tilfældet. I flere interviews blev det dog argumenteret, at markedsværdien af biosolutions-produkter ofte er lavere end den totale samfundsværdi af produktet, hvis man inkluderer miljø-, klima- og sundhedseffekter. Ydermere, blev det argumenteret af nogle virksomhedsejere, at konventionelle alternativer har en fordel, da afgifts- og støttesystemer, lovgivning, logistik, forsyningskæder og forbrugermønstre er tilpasset de konventionelle producenter, hvilket gør deres produkter mere konkurrencedygtige end biosolutions alternativer.

Fra seed til scaleup til moden virksomhed: vækst

Biosolutions-virksomhederne befinder sig på alle trin af udviklingsstappen fra de første "frø" til modne og etablerede virksomheder (se Figur 20). 10 % af virksomhederne er på seed-trinnet, hvor det handler om konceptudvikling, 33 % er regulære startups, hvor fokus fortsat er pro-

duktudvikling, 21 % er scaleups, som er i gang med en skaleringsproces, 23 % er etablerede virksomheder og 14 % er modne virksomheder med en solid markedsposition. Med andre ord befinder de danske biosolutions-virksomheder sig på alle stadier af væksttrappen, hvilket indikerer, at der stadig er potentiale for vækst.

Det tager tid at vækste en virksomhed fra den spæde start med konceptudvikling til en moden virksomhed. Dette illustreres i Figur 20, hvor virksomhedernes etableringsår (medianen for gruppen) er vist trin for trin i udviklingsstappen. De modne virksomheder kan være etableret for mere end hundrede år siden, mens den midterste virksomhed i gruppen er fra 1999. For de nyeste virksomheder tager det 2-4 år at skifte fra konceptudviklingsstadiet til scaleup. Herefter går der yderligere 10-15 år, før virksomhederne kan kalde sig etablerede eller modne. Mens der ikke er stor forskel på virksomhedernes alder på de første tre trin, eksisterer et væsentligt spring til de etablerede virksomheder med 30 års anciennitet, og de modne virksomheder med en gennemsnitsalder på 48 år. Antallet af patenter i virksomhederne er en yderligere illustration af innovationsomfanget, og der er en betydelig forskel i antallet af patenter fra scaleup-virksomhederne, som

Figur 20. Udviklingstrappen fra seed til etableret

		Etableringsår (median)	Alder (gns.)	Patenter (median)
Moden 14%	Har solid markedsposition med fokus på at opretholde konkurrenceevne	1999	48	32
Etableret 23%	Fokus på at optimere operationer, udvide produktudvalg eller markeder	2002	30	22
Scale-up 21%	Fokus på skalering af drift og øge markedsandele	2015	8	2
Start-up 33%	Fokus på produktudvikling og test og evt. yderligere finansiering til skalering	2019	8	2
Seed 10%	Fokus på at validere forretningsidé eller koncept og sikre finansiering	2021	8	2

80 svar. Spørgsmål: Hvilket udviklingsstadium befinder din virksomhed sig på?

typisk har to patenter, til etablerede virksomheder, der typisk har omkring 22 patenter.

Tendensen til at scaleup-virksomheder skal bruge mange år på at skalere til en moden og etableret virksomhed, skyldes ifølge survey-respondenterne flere aspekter:

"Scaleup-fasen er den klart vanskeligste, når man arbejder inden for et nyt område, som ingen har erfaring med. Det er svært at tiltrække kapital og støtte, da de fleste investorer foretrækker startups. Det er meget vigtigt at have de rette kompetencer på plads til dette trin, og disse er ofte ikke de samme som dem, der er nødvendige i en startup-fase. Et forlænget forløb kan ofte tømme investorernes kistebund, og så mangler der også ofte et realistisk syn på afsætningen, da salgsfolk med markedserfaring sjældent er blandt de første ansatte."
(Virksomhedsrespondent).

Virksomheder i scaleup-fasen oplever således både udfordringer med manglende erfaring

inden for nye områder, kapital og støtte, kompetencer og ressourcer samt markedsføring og salg. De komplekse og mangefacetterede udfordringer, der opstår i scaleup-fasen, understreger nødvendigheden af at tiltrække kapital, anskaffe de rette kompetencer og have en realistisk og erfaren tilgang til markedsføring og salg for at sikre skalering og vækst.

Det skal imidlertid bemærkes, at længden på rejsen fra seed til moden virksomhed naturligvis vil variere fra virksomhed til virksomhed. Tallene i figuren såvel som citatet antyder dog, at det kan tage mange år. I surveyen blev virksomhederne spurgt, hvor sandsynligt det er, at de om to år er på næste niveau af udviklingstrappen. Vækstoptimismen er stor på trods af de barrierer, virksomhederne også har peget på. 75–80 % af virksomhederne på trappens tre nederste trin forventer, at det er sandsynligt, at de rykker et trin op inden for de næste par år.

Der kan være mange grunde til, at det kan tage år at blive en etableret virksomhed: Det tager tid at opbygge og udbygge markeder, opbyg-

ge netværk til partnere og kunder, etablere kendskab, opbygge og optimere produktionen, rekruttere de rette medarbejdere, udbrede produktporteføljen og opnå den nødvendige erfaring. De mange skridt skal hele tiden tilpasses kundernes efterspørgsel, produktionskapacitet,



de finansielle muligheder og konkurrencen fra andre virksomheder – alt imens rammebetingelserne løbende ændrer sig. De helt store biosolutions-lokomotiver illustrerer, at rejsen kan være lang. Novonesis har fx rødder tilbage til 1920'erne, Carlsberg til midten af 1800-tallet og CP Kelco til 1930'erne.

Barrierer for vækst og kommerciel succes

På alle udviklingstrin søger virksomheder vækst og kommerciel succes, hvilket er nødvendigt for at kunne bevæge sig fra et trin til det næste – eller for at overleve og bevare positionen på trappen. Seed-, startup,

Figur 21. Virksomhedernes største barrierer for kommerciel succes



51 besvarelser. Flere svar mulige. I gennemsnit 2,5 udfordring er udpeget. Spørgsmål: Hvad er de største udfordringer, jeres virksomhed står overfor i dag ift. at opnå større kommerciel succes? Kun stillet til seed, startup og scaleup virksomheder.

og scalup-virksomheder blev spurgt, hvad de oplever som de største udfordringer for større kommerciel success (se Figur 21).

I svarene fordeler virksomhederne sig over en relativt stor vifte af udfordringer. Selvom manglende finansiering falder i øjnene, fremgår også administrativt bøvvl (lovgivningsmæssige udfordringer), manglende adgang til test- og udviklingsfaciliteter, skalering, omkostninger og markedsadgang som væsentlige barrierer. Dog afspejler listen over nævnte udfordringer også

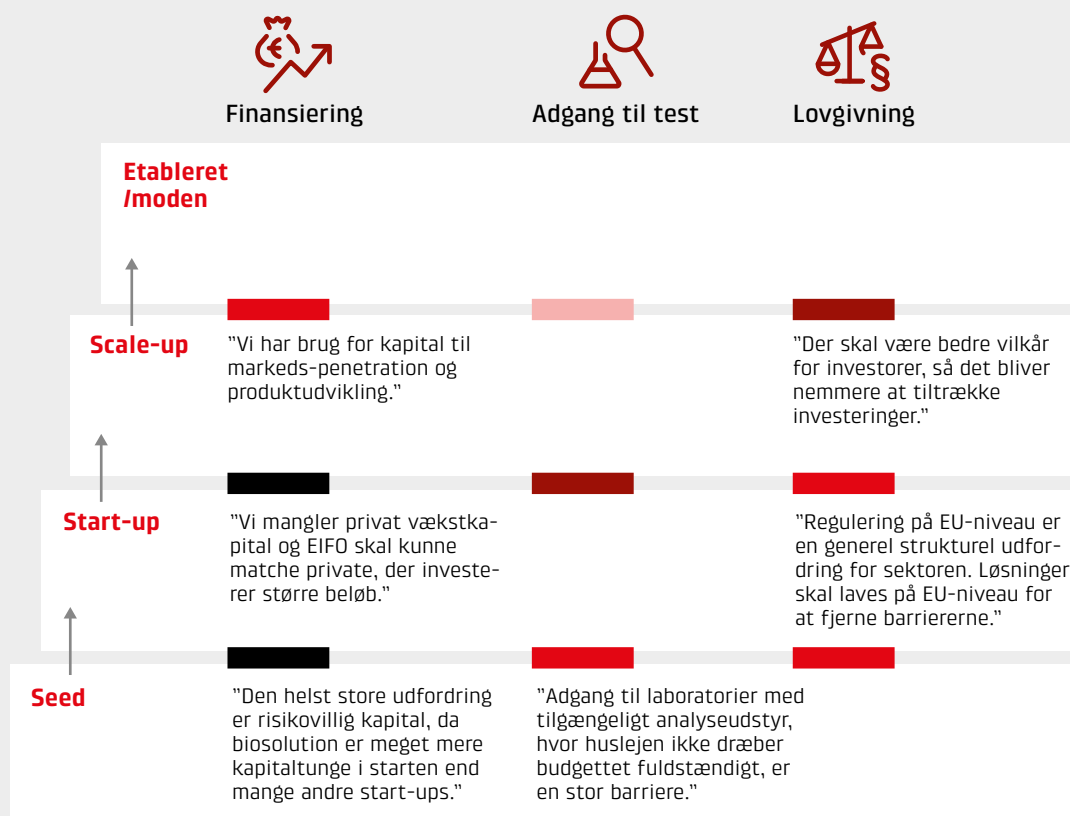
en grad af selvtillid i teknologiudvikling (kun 10 % ser udfordringer i produktudvikling), og tillid til virksomhedens egen kapacitet til strategisk ledelse og sparring er kun en væsentlig udfordring for et fåtal af virksomhederne (kun 8 %).

I de næste afsnit går rapporten i dybden med de tre mest relevante udfordringer, samt hvordan de kommer til udtryk på de tre første udviklingsstadier for biosolutions-virksomhederne.¹⁶ Figur 22 illustrerer og eksemplificerer, hvordan, hvor meget og hvornår finansiering,

¹⁶ Mens udfordringer med skalering af produktionen bliver fremhævet næsten lige så ofte som manglende adgang til testfaciliteter, pegede svarene i de åbne spørgsmål på, at dette ofte hang sammen med de tre andre barrierer, eller det blev fremhævet som et vilkår inden for udvikling og skalering af nye teknologier. Rapporten dykker derfor ned i de mest relevante udfordringer.

Figur 22. Primære udfordringer ift. vækst og skalering

Virksomheder der oplever området som en stor barriere: ■ <29% ■ 30-44% ■ 45-59% ■ >60%



51 svar. Spørgsmål: Hvilket udviklingsstadium befinder din virksomhed sig på?

Note: Farverne indikerer, hvor stor en procentdel af virksomhederne inden for hvert udviklingsstadium, der finder at a) finansiering, b) testfaciliteter eller c) lovgivning er en barriere i høj eller meget høj grad. Kun stillet til seed, startup og scaleup virksomheder.

lovgivning og adgang til testfaciliteter er barrierer for vækst i biosolutions-virksomheder. Den efterfølgende analyse understreger, at det er vigtigt at være opmærksom på, at afhængigt af hvilken barriere man forsøger at fjerne, vil det gavne og påvirke virksomheder i forskellig grad afhængigt af deres udviklingsniveau. Dette er også relevant, når man skal vurdere effekten af de mange politiske tiltag og infrastrukturer, som er kommet til i løbet af 2024. Figuren viser, at finansielle udfordringer og adgang til testfaciliteter er barrierer, som primært påvirker virksomheder på de nederste trin af udviklingstrappen, mens lovgivningsmæssige udfordringer er den største barriere for scaleups.

Finansieringen af biosolutions-virksomheder

I surveyen indikerede 43 % af virksomhederne at have modtaget FoU-støtte. FoU-midlerne ligger højt på listen over kilder til finansiering, og da bioteknologi ofte er både forsknings- tungt og højteknologisk, er det ikke overraskende. 41 % har modtaget equity eller egenkapitalfinansiering inden for de sidste tre år; dvs. har skaffet kapital ved at sælge ejerandele i virksomheden. Kun 20 % af virksomhederne har finansieret via banklån, og det er oftest modne og etablerede virksomheder (Figur 23).

For seed og startup-virksomhederne er adgang til finansiering en barriere for to ud af tre virksomheder, men knap 9 ud af 10 har fundet finansiering. For scaleup-virksomhederne er finansiering en udfordring for 65 %, selvom 75 % har fundet finansiering inden for de sidste 3 år.

Svarene på de to spørgsmål er ikke nødvendigvis i modstrid, da den finansiering, man har modtaget, fx kan have været utilstrækkelig, eller der har været vilkår knyttet til finansieringen, som virksomheden har haft svært ved at leve op til. Tre år udgør en stor del af

eksistensen for en virksomhed på seed-trinnet eller på startup-trinnet, og der kan bruges mange kræfter på at finde finansieringen.

Virksomhederne blev også spurgt, hvor de ville prioritere tid og ressourcer til at tiltrække finansiering, og her peger 81 % på FoU-midlerne, mens 48 % vil bruge tid på at skaffe et banklån. Der er nuancer i svarene alt efter virksomhedernes udviklingstrin:

- 88 % af seed-virksomhederne satser i høj grad på FoU-midler, 25 % på tilskud og vouchers til faciliteter og udstyr og 13 % på tilskud og vouchers til rådgivning og mentorordninger.
- 60 % af startup-virksomhederne satser på egenkapitalinvestering, 44 % på FoU-midler, 20 % på tilskud og vouchers til faciliteter og udstyr eller egenkapitalinvestering og 12 % på tilskud og vouchers til rådgivning og mentorordninger eller inkubatorer.
- 27 % af scaleup-virksomhederne satser på FoU, 20 % på egenkapitalinvestering, og 12 % på tilskud og vouchers til rådgivning og mentorordninger eller inkubatorer.

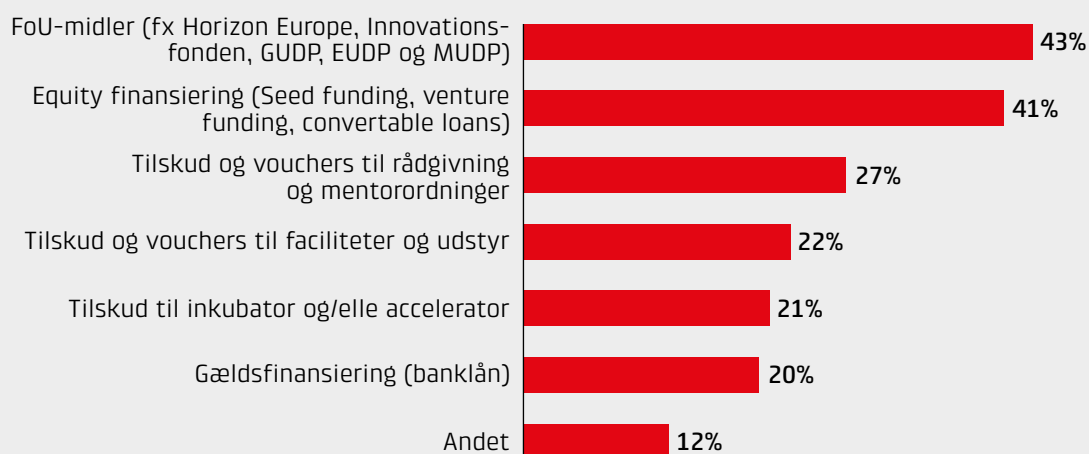
De modne og etablerede virksomheder peger kun i mindre grad eller slet ikke på de foreslåede finansieringskilder.

Hvori ligger barriererne?

Selvom det er lykkedes for syv ud af ti at finde ekstern finansiering ved en af de listede kilder i Figur 23 inden for de seneste tre år, svarer 53 % af biosolutions-virksomhederne, på de tre første udviklingstrin, at 'manglende adgang til finansiering' udgør den største barriere for vækst og skalering. En respondent fra en seed-virksomhed skriver fx i et åbent svarfelt, at "*den helt store udfordring er risikovillig kapital, da biosolutions er meget mere kapital-tung i starten end mange andre startups*".

Adgangen til finansiering bliver dog et mindre problem, efterhånden som virksomheden

Figur 23. Finansieringskilder for biosolutions-virksomheder inden for de sidste tre år



Procent af alle 81 besvarelser. Flere svar mulige. 31 procent har ikke modtaget tilskud. Hvorfra har din virksomhed modtaget finansiering inden for de sidste 3 år? Andel, der har modtaget

vækster. Mens 63 % af seed-virksomhederne og 65 % af startups anser manglende adgang til finansiering som en væsentlig hindring for kommerciel succes, er det samme gældende for 35 % af scaleups.

Egenkapital og lån

Finansiering af biosolutions-virksomheders investeringer og aktiviteter udgør en særlig udfordring. I vores interviews udtrykker både virksomheder og investorer flere strukturelle og markedsrelaterede barrierer, der ligger til grund for denne udfordring.

I sin helhed synes det at være svært for de danske biosolutions-virksomheder at optage lån. Virksomhederne oplever, at lånet er stærkt afhængigt af, at man har en salgsaftale, før der kan lånes til fx at bygge produktionslokaler.

Både virksomheder og investorer oplever, at der mangler risikovillig kapital specifikt til produktionsfaciliteter i biosolutions-industrien. Desuden opleves det, at investorer mangler forståelse for, at både produktudvikling og det

at komme ind på markedet kan tage lang tid inden for biosolutions-industrien:

"Det tager lang tid fra at have et produkt til at være på markedet. Udviklingstiden sammen med finansieringsmulighederne for skalering er ikke en god kombination."

(Ejer af biosolutions-virksomhed).

En gennemgående oplevelse er, at der mangler risikovillig kapital, som ifølge én investor er en vedvarende udfordring. For startups og scaleups forstærkes kapitalmanglen yderligere af en oplevelse af, at der er for høje renter på lån i Danmark:

"For mange scaleups, når de skal låne, er det for dyrt hos EIFO. For høj rente. 10-12 %. Så kigger de til Tyskland og kan få andre vilkår. Og skal man låne i udlandet, skal man nok også etablere sig der. Lånet betinger, at pengene bliver i landet. Det er det samme for danske lån."

(Medarbejder i biosolutions-virksomhed).

Den danske læsning af reglerne om statsstøtte opleves, ifølge flere af de interviewede, mere "rigid" end fx i Tyskland, hvor der er en forståelse af, at man bør være mere kreativ i design af lån og kreditter, når det fx gælder grønne lån. Det skal dog bemærkes, at vi ikke kan finde dokumentation, der bekræfter, at det faktisk er billigere at optage lån i Tyskland, men ikke desto mindre er det en delt opfattelse blandt flere af de interviewede virksomheder.

EIFO udtrykker i et interview at være meget interesseret i biosolutions som investeringscase og forsøger at bidrage med risikovillig og tålmodig kapital. De medvirker til direkte og indirekte finansiering og investering, yder langsigtet og tålmodig finansiering, og arbejder aktivt på at etablere et finansielt økosystem. EIFO må ikke underbyde markedet og træffer kommercielle beslutninger med høj risikovillighed, men de er afhængige af, at andre finansielle aktører vil være med (investorer eller pengeinstitutter). Det er bestemt vanskeligt at tiltrække privat kapital til området, men de synes at spille en væsentlig rolle i segmentet, selvom deres lån anses som værende værdifulde:

"Vi tager den risiko, som det almindelige marked siger nej til. Så vi spiller bestemt en rolle for segmentet, selvom vi så måske er dyrere."
(Sara Sande, Partner og chef for EIFOs grønne investeringsteam).

EIFO opererer på markedsvilkår og altid sammen med det private marked. De arbejder på at trække aktører og kapital til, både gennem bidrag til låne- og egenkapitalfinansiering – og også indirekte gennem investeringer i private venturefonde i ind- og udland. Sammen med andre aktører som Bio Innovation Institute og Novo Holdings er EIRO blandt de mest aktive investorer inden for biosolutions i Danmark:

"Vi er i EIFO meget opmærksomme på de udfordringer, der er for grønne virksomhe-

der, herunder biosolutions-virksomheder, der repræsenterer et af Danmarks helt store vækstpotentialer. Der synes at være et markant funding gap i markedet. Vores ambition er derfor, at vi sammen med det private marked kan udvikle økosystemet, så mere risikovillig kapital flyder til."
(Sara Sande, partner og chef for EIFOs grønne investeringsteam).

FoU-finansiering

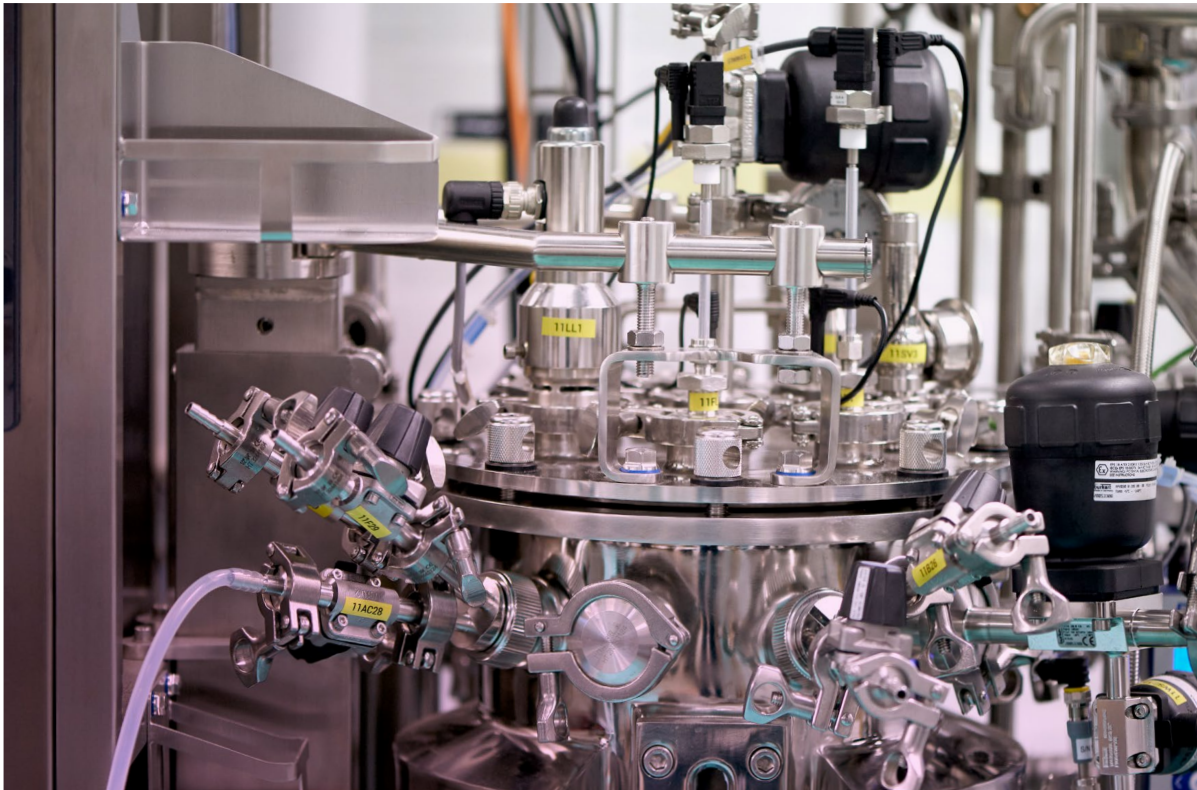
43 % af virksomhedsrespondenterne havde modtaget finansiering fra et FoU-program inden for de sidste tre år. Derfor er det også en væsentlig del af virksomhedernes finansieringskilde til udviklings- og demonstrationsagendaer.

Ligesom for hard funding fortæller de interviewede også om barrierer relateret til soft funding/FoU-finansiering. Først og fremmest anses bedømmelsesprocessen som værende for kompleks, og afgørelser opleves som mere eller mindre tilfældige:

"Det er vanskeligt at opnå funding fra EU-midler på grund af komplekse ansøgningsformularer og utilstrækkelig bedømmelse. I programmer som EuroStars er det tre anmeldere, der afgør, om din ansøgning skal videre. En enkelt anmelder kan misforstå din ansøgning og afvise den uden at give mulighed for forsvar eller respons. Dette kan være spild af tid."
(Surveyrespondent fra startup-virksomhed).

Adgangen til soft funding opleves således også svær, og i værste tilfælde som "spild af tid". Men selv hvis fundingen bliver en realitet, er det heller ikke uden bump på vejen:

"Det er meget omkostningstungt at udvikle og realisere det første projekt. Vores første kommercielle projekt viste sig at være meget dyrt at gennemføre – vi tabte penge, samtidig med at tilskudspengene først blev udbetalt 1-1,5 år efter, at pengene var blevet brugt."
(Surveyrespondent fra scaleup-virksomhed).



Som nyopstartet virksomhed, der fortsat er i udviklingsfasen, kan det altså være omkostningstungt og kræve penge "fra egen lomme"; dels fordi det kan blive dyrere end forventet, og dels fordi udbetalingerne sker forsinket sammenlignet med tidspunktet for, at pengene skal falde.

Hvad skal der til?

Virksomheder gør sig tanker om, hvad de skal gøre for at kunne tiltrække finansiering fra långivere og investorer. Her nævner langt de fleste (51 %), at dokumentation for deres produkts markedspotentiale spiller en helt central rolle. Udover nødvendigheden af dokumentation er det ellers ret spredt, hvad virksomhederne fremhæver fra listen: cash-flow, kompetencer, IP-beskyttelse, forudgående offentligt tilskud. Det er tydeligt, at forretningen står forrest i vurderingen. Som en respondent skriver i surveyet, kommer det imidlertid an på, hvilken type finansiering der er tale om:

"Hvis der er tale om equity-investeringer (egenkapitalinvesteringer), er det markedspotentiale, uniqueness og kompetencer. Og hvis der er tale om bankfinansiering, kommer det an på virksomhedens soliditet, tidligere resultater og virksomhedens evne til at tilbagebetale lån, hvilket er yderst problematisk, da det ofte ikke er muligt for scale-ups inden for heavy machinery."
(Surveyrespondent fra moden virksomhed).

Virksomhederne blev også bedt om at indikere hvilke tre faktorer, de tror ville øge deres sandsynlighed for at tiltrække investorer og långivere. Her blev følgende fremhævet af seeds, startups og scaleups: finansiering via FoU-systemet (55 %), bedre økonomi og cash-flow i virksomheden (43 %), bedre dokumentation af markedspotentiale (39 %), introduktion af flere markedsmodne produkter (35 %).¹⁷ Dette understreger en forventning om, at investorer ser soft funding, som en kvalitetsindikator. Sam-

¹⁷ Dette spørgsmål blev ikke givet til modne og etableret virksomheder.

tidig viser det vigtigheden af at have adgang til testfaciliteter til at dokumentere virkningen af produkter og produktionsprocesser, samt at kunne dokumentere hvordan produktet vil blive modtaget på markedet.

I vores interviews med investorerne har vi også fået deres perspektiver på, hvad der er vigtigt for at tiltrække finansiering som biosolutions-virksomhed. Centralt er vigtigheden af stærke kommunikative egenskaber og et langsigtet perspektiv på organisationsudvikling:

"Det er utroligt meget menneskene, der driver selskaberne, og hvorvidt de mennesker er i stand til at kommunikere deres selskab. [Dem de har haft succes med] har været nogen, der har været meget synlige i vores økosystem også. Og så tror jeg, at de har været gode til at bygge et selskab op og ikke bare fokusere på deres teknologi. De har tænkt organisationsudvikling, så der har været mennesker, der kunne støtte dem fra alle vinkler, og de har haft et ret tydeligt billede af, hvem de skulle være efter fem år."
(Investor).

Et element er således dokumentationen af faktuelle sundhedstegn, såsom markedspotentiale, cash-flow i virksomheden, og finansiering i FoU-systemet, som virksomhederne selv nævner. Et andet element er evnen til effektivt at kunne præsentere og forklare virksomhedens mission, produkter og potentiale til investorer og andre interessenter. Her kan biosolutions-virksomheder ifølge investorerne af og til adskille sig fra eksempelvis software-orienterede virksomheder, som typisk har mere "CBS-erhvervs erfaring med sig". Med andre ord skal biosolutions-virksomheder ifølge investorer blive bedre til at "gå ud og sælge det her til nogle investorer, som ikke nødvendigvis forstår lige den her teknologi".

Test- og udviklingsfaciliteter

En anden væsentlig barriere for vækst er 'manglende adgang til test- og udviklingsfaciliteter', hvilket udtrykkes af 37 % af respondenterne. Flere beskriver problematikken i surveyens kommentarfelt. Fx nævner en respondent, at "adgangen til laboratorier med tilgængeligt analyseudstyr, hvor huslejen ikke dræber budgettet fuldstændigt, er en stor barriere." Adgangen til test- og udviklingsfaciliteter kan således også knyttes til behovet for finansiering, hvor det er jordnære udfordringer som husleje såvel som adgang til højteknologi, der udfordrer virksomhederne.

En nærmere analyse opdelt efter udviklingsstadier viser et tilsvarende mønster som for oplevelser af manglende finansiering: Hele 63 % af seed-virksomhederne angiver "manglende adgang til tekst- og udviklingsfaciliteter" som en central udfordring for at opnå større kommerciel succes.

Bekymringen er også stor blandt startups, hvor 42 % ser adgang til test- og laboratoriefaciliteter som en barriere. Dette kan forklares af virksomhedernes centrale fokus på produktudvikling og test kombineret med deres tidlige stadie. For scaleups, hvor den første produktudvikling ofte er på plads, skifter fokus snarere til skalering af drift og forøgelse af markedsandele – men også her oplever 24 % manglende adgang til test- og udviklingsfaciliteter som en udfordring: For at komme videre til næste trin er innovation og udvikling i både processer og produkter fortsat nødvendigt.

Virksomhedernes anvendelse af eksterne laboratorier, test- og/eller udviklingsfaciliteter

Biosolutions-virksomheder trækker på den tilgængelige test- og innovationsinfrastruktur. 80 % af virksomhederne har benyttet eksterne laboratorier og faciliteter inden for de sidste tre år (Figur 25). Adgangen til test- og udviklingsfaciliteter er afgørende for succes

i biosolutions-virksomhederne. Derfor kan begrænset adgang til sådanne faciliteter netop opleves som en central barriere for virksomhederne. Den udbredte anvendelse af eksterne laboratorier understreger dels nødvendigheden af kapacitet for et velfungerende økosystem, dels vigtigheden af finansieringen til at dække omkostningerne ved adgang til disse faciliteter.

Brugen af eksterne laboratorier, test- og udviklingsfaciliteter varierer i nogen grad efter virksomhedernes udviklingsstadium. Med deres fokus på produktudvikling, test og yderligere finansiering til skalering er det startup-virksomhederne, der anvender faciliteterne mest (92 %). Behovet for eksterne faciliteter i de tidlige stadier kan også forklare, hvorfor startup-virksomhederne oplever de største barrierer i adgangen til finansiering og testfaciliteter.

For scaleup-virksomheder viser resultaterne, at 80 % anvender eksterne laboratorier, test- og udviklingsfaciliteter. Dette indikerer et vedvarende behov for eksterne faciliteter til at støtte vækst og udvikling, selvom disse virksomheder potentielt har flere interne kapaciteter sammenlignet med startups. Seed-virksomhederne anvender derimod mindst eksterne laboratorier, test- og udviklingsfaciliteter. Dette kan skyldes deres tidlige udviklingsstadium, hvor fokus primært er på udvikling og validering af forretningsidéer, samt begrænsede ressourcer til at finansiere adgang til eksterne laboratorier.

Blandt etablerede og modne virksomheder angiver henholdsvis 69 % og 75 %, at de anvender eksterne laboratorier. Den lavere anvendelse sammenlignet med scaleups og startups tyder på, at disse virksomheder har større interne kapaciteter, hvilket reducerer behovet for og afhængigheden af eksterne faciliteter.

På trods af den høje anvendelse af eksterne laboratorier og faciliteter står danske biosolutions-virksomheder over for betydelige udfordringer også på dette område. I interviewene er

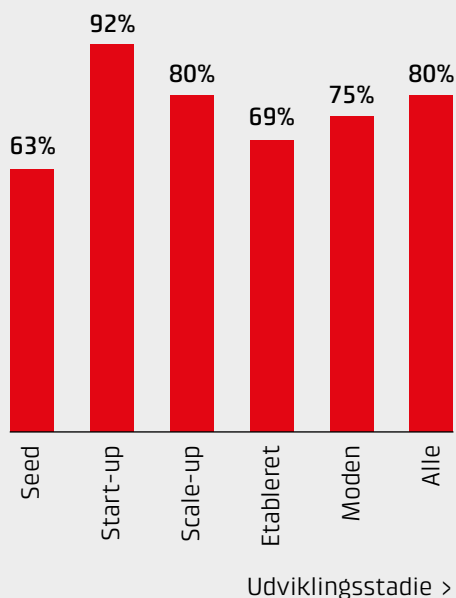
en gennemgående problematik en manglende adgang til fuldskala-fermenteringsfaciliteter og avanceret udstyr:

"Adgang til fuldskala-fermenteringsfaciliteter findes ikke i Danmark, og derfor må vi søge efter muligheder i andre lande. Det samme gælder for spraytørring. Disse aktiviteter er afgørende for opskalering, men de er også meget ressourcekrævende, hvilket begrænser adgangen til de rette kompetencer eller antallet af forsøg, som en opstartsvirksomhed i de tidlige faser har råd til."
(Leder fra scaleup-virksomhed).

En anden central problematik er omkostningerne ved at leje sig ind i de laboratorier, der er findes i Danmark:

"Adgang til laboratorier med tilgængeligt analyseudstyr, hvor huslejen ikke fuldstændigt

Figur 25. Virksomhedernes brug af test- og demonstrations-faciliteter



69 svar. Flere svar mulige. Spørgsmål: Har din virksomhed anvendt eksterne laboratorier, test- og/eller udviklingsfaciliteter inden for de sidste 3 år? Efter udviklingsstadium.



dræner budgettet, er en stor barriere. For os er der særlige krav til adgang til GMO-laboratorier, hvor udvalget er meget begrænset. Kun hos BII [Bioinnovation Institute red.], som har den højeste husleje af alle laboratorier i Danmark, er der adgang til både analyseudstyr og laboratorier."
(Surveyrespondent fra seed-virksomhed).

Udfordringerne viser en mangel på passende test- og udviklingsfaciliteter i Danmark. Høje omkostninger, begrænset adgang til specialiserede faciliteter samt ineffektive lejeprocesser hæmmer virksomhedernes evne til at skalere effektivt. I løbet af 2024, er der dog åbnet test-, udviklings- og demonstrationsfaciliteter samt voucherordninger hertil. I hvor høj grad, denne udvikling afhjælper denne oplevelse blandt virksomhederne kan derfor ikke vurderes nu.

Hvilke testfaciliteter anvender danske biosolutions-virksomheder?

Til trods for de nævnte udfordringer viser spørgeskemaresultaterne, at de danske biosolutions-virksomheder anvender en forholdsvis bred vifte af laboratorier og testfaciliteter til understøttelse af deres forsknings- og udviklingsaktiviteter. 51 respondenter fortalte hvilke laboratorier og testfaciliteter, de benytter. Det var især startup-virksomhederne, der svarede på det spørgsmål (85 %), mens mindre end halvdelen af de modne og etablerede virksomheder meldte tilbage.

Tre ud af fire virksomheder nævnte laboratorier og testfaciliteter, der tilhører universiteter. Næsten halvdelen af disse benytter faciliteter hos DTU. Derudover anvendes også faciliteter på andre danske universiteter som SDU, AU og

KU, erhvervsakademiet i Aarhus samt udenlandske universiteter som Cambridge og Kansas State University.

GTS-institutter som Teknologisk Institut specialiserer sig i forskellige biosolutions teknologier og tilbyder også laboratoriefaciliteter. Ligesom universiteterne gælder dette en lang række områder såsom fødevarer, miljø og landbrug. Cirka hver tredje har anvendt laboratorier og testfaciliteter tilhørende GTS-institutter, heraf hovedparten ved Teknologisk Institut. Andre virksomheder nævner testfaciliteter hos fx EUROFINS, SEGES Innovation, FCM Testing, Agrolab samt industrielle partnere, og i mindre omfang udenlandske centre i fx Holland.

Det er imidlertid ikke alle, der anvender eksterne test- og demonstrationsfaciliteter. 11 virksomheder forklarer dette ved, at de enten har deres egne, tilstrækkelige faciliteter, at der ikke har været et behov for eksterne faciliteter. Og for to seed-virksomheder er årsagen alene, at eksterne test- og demonstrationscentre er for dyre for dem.

Lovgivningsmæssige udfordringer

En højtplaceret barriere for virksomhederne i forbindelse med kommerciel vækst er lovgivningsmæssige udfordringer. Disse inkluderer bl.a. negative oplevelser med godkendelsesprocesser, ugunstige vilkår for investorer og en generel opfattelse af reguleringer som strukturelle hindringer for sektoren. Samlet set svarer 37 % af virksomhederne, at lovgivning og reguleringer udgør en central hindring for skalering og kommerciel succes. En survey-respondent svarer fx:

"De største udfordringer, vi har mødt, er: De uhensigtsmæssige afgifter, der favoriserer plast- og papirløsninger på markedet. Lovgivning og bureaukrati der tager mange år, før et

materiale eller produkt kan blive godkendt."
(Surveyrespondent fra startup virksomhed).

I modsætning til de to andre former for barrierer viser analysen af lovgivningsmæssige udfordringer et andet mønster baseret på virksomhedernes udviklingsstadium: For seed-virksomheder oplever 38 % lovgivningsmæssige udfordringer, for startups er det 32 %, mens det for scaleup-virksomheder udtrykkes af 44%. At bekymringen er størst blandt scaleup-virksomheder afspejles også i kommentarfeltet. Her nævner en respondent fx, at *"der skal være bedre vilkår for investorer, så det bliver nemmere at tiltrække investeringer"*. Han påpeger opfattelsen af et *"langvarigt og byrdefuldt bureaukrati vedr. godkendelser og støtteordninger på både dansk og EU-niveau."* I et virksomhedsinterview fortæller den interviewede desuden, at *"EU er usikre i deres strategi og er faldet bagud globalt. Brasilien er førende på vores område. Her godkendes biopesticider inden for 1-2 år, mens det i EU kan tage 5-12 år."* (Surveyrespondent fra moden virksomhed).

Scaleup-virksomheder befinder sig netop på det stadium, hvor omdrejningspunktet er at komme ud på markedet. De konfronteres derfor direkte med de udfordringer, der er forbundet med at få de nødvendige tilladelser, hvilket kan være en betydelig hindring for deres vækst og kommercielle succes. Ramebetingelserne kan øge risikoen for virksomheden eller trække implementeringen i langdrag, og også dét kan få investorer til tøve.

Dette fremhæver, hvordan komplekse og langvarige regulatoriske processer kan hæmme vækstpotentialet for virksomheder, der ellers er klar til at ekspandere yderligere – og at de større virksomheder, der eksporterer, er udfordret af dels at skulle forholde sig til regelsæt i mange lande, og dels af at nationale eller europæiske ambitioner i lovgivningen kan være konkurrencehæmmende, når virksomhedernes konkurrenter og marked befinder sig fx i USA eller Kina.

Danske biosolutions i et internationalt perspektiv

Danmark er centralt placeret inden for både forskning og kommercialisering af biosolutions. Danske forskere publicerer flere artikler inden for biosolutions pr. indbygger end nogen anden nation, og Danmark har en høj gennemslagskraft målt på citationer. Danske virksomheder er også blandt de mest patenterende inden for biosolutions, og flere virksomheder har opnået betydelige internationale markedsandele. Denne stærke position er resultatet af et tæt samarbejde mellem universiteter, forskningsinstitutioner og industrien, samt politiske organisationer og interesseorganisationer.

Selvom Danmark står stærkt, er der flere lande, der ligesom Danmark, har stærke aktører og satser på at være førende inden for biosolutions. I EU har lande som Belgien, Nederlandene og Italien alle stærke forskningsmiljøer, biosolutions-virksomheder og startup-miljøer ligesom Danmark. Samtidig har de ofte bedre adgang til kontraktproduktionsfaciliteter (CMO- og CD-MO-faciliteter). Internationalt står lande som Storbritannien, Australien, Indien, Kina og USA også stærkt, og de har desuden en fordel i en mere fleksibel tilgang til regulering af fx alternative fødevarer, ingredienser og biobaseret gødning i forhold til den europæiske. Virksomheder i disse lande står dog over for mange af de samme udfordringer og barrierer som i Danmark. En afgørende konkurrenceparameter for danske biosolutions vil derfor være, hvor hurtigt og effektivt disse barrierer mindskes, og udfordringerne løses, i forhold til de andre førende lande.

Biosolutions-sektoren har flere karaktertræk, som er med til at forværre kendte barrierer for virksomhedsskalering:

- En særlig lang udviklings- og skaleringshorisont
- En lovgivning tilpasset traditionelle produkter og processer, samt en stor usikkerhed omkring fremtidige ændringer
- Konkurrence med virksomheder, der har etableret en global værdi- og forsyningskæde samt politisk mobilisering
- Biosolutions-produkter og processer, der kræver betydelige ændringer i logistik og forbrugsvaner
- Og en ung og ufuldstændig global biosolutions-værdikæde, som skal integreres i et eksisterende konservativt system.

Disse faktorer gør især finansiering udfordrende, alt imens skaleringen af biosolutions er særligt kapitaltung, hvorfor en relativt lille investorgruppe finder denne type investering interessant.

Forslag til at opretholde og udnytte en dansk styrkeposition

For at Danmark kan opretholde sin førerposition og oversætte viden, teknologi og ideer til rentable biosolutions, forslår Teknologisk Institut en række tiltag. I lyset af den forventede stigning i efterspørgslen på biosolutions er hastighed et meget vigtigt parameter. Jo hurtigere, der findes løsninger og fjernes barrierer for udviklingen, finansieringen og markedsføringen af biosolutions, jo større en andel af det voksende marked kan de danske virksomheder få.

Det er afgørende at fortsætte med at dyrke internationalt forankrede forskningsmiljøer, der erfaringsudveksler og samarbejder tæt med industrien. Denne tilgang kan hjælpe med at balancere behovet for et højt niveau i det grundvidenskabelige samt evnen til at se og forstå, hvordan forskningen kan bidrage til samfundsmæssige og industrielle udfordringer. Derudover bør der være fokus på adgang til og kontinuerlig udvikling af nye faciliteter for startups og scaleups. I dag anvender 80 % af biosolutions-systemet eksterne test- og udviklingsfaciliteter, og det er vigtigt, at disse faciliteter har de rette kompetencer og infrastrukturer til at støtte de forskelligartede produktudviklingsopgaver på biosolutions-området.

Der er behov for støtte til skalering gennem mere konkurrencedygtig finansiering, bedre overblik over CMO- og CDMO-landskabet i EU og udbygning af eksisterende test- og skaleringsfaciliteter, der kan håndtere højere produktionsvolumen. Samtidig skal der være opmærksomhed på administrative og finansielle byrder i støttesystemet. En proaktiv brug af regulatoriske sandkasser i Danmark samt national lovgivning, der understøtter efterspørgslen efter klima- og miljøvenlige produkter, vil også kunne bidrage med en hurtigere vej til markedet for biosolutions. Desuden bør der udvikles værktøjer, der skaber incitamenter for grossister og producenter til i højere grad at forpligte sig til bæredygtighed gennem kommercielle aftageraftaler. Dette vil give de nye biosolutions-virksomheder bedre mulighed for at finansiere skalering af biosolutions.

Figur 26. Forslag til opretholdelse af Danmarks førerposition inden for biosolutions



Adgang til internationalt forankrede forskningsmiljøer

Fokus på erfaringsudveksling og tæt samarbejde med industrien. Balance mellem grundvidenskabelig forskning og anvendelse til samfundsmæssige og industrielle udfordringer.



Adgang og udvikling af faciliteter

Bedre understøttelse af startups og scaleups med de rette kompetencer og infrastrukturer. 80 % af biosolutions-systemet bruger eksterne test- og udviklingsfaciliteter. Manglende adgang hertil opleves som den næststørste barriere for vækst og kommerciel succes hos biosolutions-virksomheder.



Støtte til skalering samt kontraktproduktion

Mere konkurrencedygtig finansiering. Bedre overblik over CMO- og CDMO-landskabet i EU. Udbygning af test- og skaleringsfaciliteter med henblik på højere produktionsvolumen.



Administrative og finansielle byrder

Fokus på at reducere byrder i støttesystemet. Bedre finansieringsmuligheder for skalering af biosolutions. Eksempelvis udvidelse af voucherordninger til biosolutions-SMV'er



Regulatoriske sandkasser og national lovgivning

Proaktiv brug af regulatoriske sandkasser. Lovgivning der fremmer udviklingen af klima- og miljøvenlige produkter.



Incitamenter for bæredygtighed

Værktøjer til at skabe incitamenter til flere aftageraftaler mellem biosolutionsstartups og grossister og producenter.

Bibliografi

- AIM. (2022). The Real Reason Why India Falls Behind in Innovation. Retrieved from AIM: www.analyticsindiamag.com/the-real-reason-why-india-falls-behind-in-innovation
- Aria, M., Le, T., Cuccurullo, C., Belfiore, A., & Choe, J. (2024). openalexR: An R-Tool for Collecting Bibliometric Data from OpenAlex. *The R journal*, 167-180.
- Barcelos, M. C., Lupki, F. B., & Campolina, G. A. (2018). The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green and blue areas. *FEMS Microbiology Letters*, Volume 365, Issue 21.
- Biosolutions Zealand. (2024, 05). biosolutions zealand. Retrieved from What are biosolutions: www.biosolutionszealand.dk/english
- Copenhagen Economics. (2022). The potentials of biosolutions.
- Dansk Erhverv. (2024, 05 06). Om biosolutions. Retrieved from www.allianceforbiosolutions.dk: www.allianceforbiosolutions.dk
- Daureeawo, R. R. (n.d.). Controcrsery of Section 3(D) of The Indian Patent Act. Retrieved from Legal Service India: [www.legalserviceindia.com/article/I400-Controversy-of-Section-3\(D\)-of-The-Indian-Patent-Act.html](http://www.legalserviceindia.com/article/I400-Controversy-of-Section-3(D)-of-The-Indian-Patent-Act.html)
- Deloitte. (2024). The Sustainable Consumer 2023. Retrieved from www.deloitte.com/uk/en/Industries/consumer/research/sustainable-consumer.html
- DI. (2024, Juni 20). Retrieved from DI om EU's ny bio-strategi: Stort grønt spring fremad: www.danskindustri.dk/di-business/arkiv/nyheder/2024/3/di-om-eus-ny-bio-strategi-stort-gront-spring-fremad
- DTU. (2024, 06 24). www.biosustain.dtu.dk/about/history. Retrieved from www.biosustain.dtu.dk/about/history
- Good Food Institute. (2022). Good Food Institute. Record \$5 billion invested in alt proteins in 2021, surging 60 percent since 2020. Good Food Institute. (2024). Consumer Insights. Retrieved from www.gfi.org/resource/consumer-insights/#key-insights
- Good Food Institute. (2024). State of Global Policy 2023. Retrieved from GFI: www.gfi.org/wp-content/uploads/2024/06/State-of-Global-Policy-on-Alternative-Proteins.pdf
- HBS Economics. (2021). Økonomisk, klima- og miljømæssigt fodaftryk af biosolutions i Danmark - Rapport for Erhvervsministeriet.
- He, A. (2021). What Do China's High Patent Numbers Really Mean? Retrieved from Centre for International Governance Innovation: www.cigionline.org/articles/what-do-chinas-high-patent-numbers-really-mean
- IRIS Group. (2021). Biosolutions i Danmark, Analyse af bioøkonomiens potentialer og vækstbetingelser.
- Jenkins, T. Á. (2024). Protecting the piglet gut microbiota against ETEC-mediated post-weaning diarrhoea using specific binding proteins. *npj Biofilms Microbiomes* 10, 42. doi:[www.doi.org/10.1038/s41522-024-00514-8](https://doi.org/10.1038/s41522-024-00514-8)
- Joshi attorneys + counselors. (n.d.). Changes In India's Patent Law. Retrieved from Joshi attorneys + counselors: www.joshiattorneys.com/articles-and-publications/cross-border-and-international-law-topics/changes-in-indias-patent-law
- Landbrugsstyrelsen. (2024, 06 24). gudp.lbst.dk/hvad-stoetter-vi/saerpuljer-i-2024. Retrieved from gudp.lbst.dk/hvad-stoetter-vi/saerpuljer-i-2024
- OECD. (1998). Public Investment Activity: An Overview. Retrieved from fm.dk: www.fm.dk/media/14534/Redegoerelseomoffentligeinvesteringer.pdf
- Rambøll. (2021). Rambøll. The assessment of the market potential for deployment of Biosolutions within the U.S. Food and Agriculture sector.
- Scispot. (n.d.). Driving Biotech Innovation:

Discovering the Top 30 Berkeley-Based Companies. Retrieved from Scispot: www.scispot.com/blog/driving-biotech-innovation-discovering-the-top-30-berkeley-based-companies

Waltman, L. e. (2012). The Leiden ranking 2011/2012: Data collection, indicators, and interpretation. Journal of the American Society for Information Science and Technology.

World Bio Market Insights. (2021). China's bio-based future. Retrieved from World Bio Market Insights: t.ly/KP65N

Zhu, A. M. (2020). What Does China's Rise in Patents Mean? A Look at Quality vs. Quantity. Retrieved from Economic Research: research.stlouisfed.org/publications/economic-synopses/2018/05/04/what-does-chinas-rise-in-patents-mean-a-look-at-quality-vs-quantity

Aarhus Universitet. (2024). Plant2Food. Retrieved from projects.au.dk/plant2food

Følgende eksperter blev interviewet til rapporten

Teknologisk Institut er meget taknemmelig for de mange nuancerede input og den dybe viden, som interviews og samtaler har bidraget med.

Stor tak til følgende eksperter for at berige rapporten med deres iagttagelser og erfaringer.

Ekspert	Organisationer
Julie Cordes	BioInnovation Institute
Christopher Jensen	NatuRem Bioscience ApS, FermHub Zealand ApS
Louise Krogh Johnson	Food and Bio Cluster, Biosolutions Zealand
Mikael Wraae Valsted	Danish Industry
Anne Christine Steenkjær Hastrup	Danish Technological Institute
Sofie Carsten Nielsen	DI Biosolutions, European Biosolutions Coalition
Sara Sande	EIFO
Jens Legarth	Ferm Food, European Protein, Fermentationexperts
Rybak-Andersen	Pre-seed Ventures
Theis Malmberg	NOON Ventures
Josephine Schrøder Warming	Nordic Bioventures
Jonas Ahm-Lundgren	The Footprint Firm
Claus Gunge Ellegaard Mortensen	Food and Bio Cluster
Kasper Bruun	Novonesis
Morten Carlsbæk	DAKOFA
Søren Mohr	DAKA
Mette Damborg Hansen	Aarhus University, Plant2Food



Se fremad, fremad! Aflur den kommende tid de veje, den vil bane for udviklingen, og stil jer så dér, hvor I aner, at Instituttets hjælp bliver fornøden. Vent ikke, at nyt land nås ad gamle, banede veje. Ad ukendte stier og snarveje vil vejen ofte gå, og fejlgang kan ej heller undgås, men hellere den risiko end alt for forsigtigt kun at ville gå ad den gammelkendte serpentinevej fremad og opad, for til slut ved vejs ende at erfare, hvor meget man nu kom for sent.

*Gunnar Gregersen,
Grundlægger af Teknologisk Institut*

Tre hovedpointer

Dansk forskning og industri inden for biosolutions har dybe rødder. Danmark står stærkt når det gælder forskning og innovation, og der er værdier at hente ved større opmærksomhed på vækstlaget. Rejsen fra etablering til etableret virksomhed tager ofte flere år.

Forbedret adgang til faciliteter, der understøtter innovation og opskalering

Adgang til teknologisk infrastruktur og kompetencer skal lattes for nye og små biosolutions-virksomheder.

Langsigtet og tålmodig kapital til vækstrejsen for nye biosolutions-virksomheder

Særligt investorer til scaleup-virksomheder skal være med til langsigtet vækst og innovation. Forpligtende aftaler med andre virksomheder eller offentlige partnere kunne være en vej.

Større opmærksomhed på, at både typen og omfanget af barrierer varierer afhængigt af virksomhedernes udviklingsniveau

Særligt vil ændringer i støttesystemet samt test- og udviklingsinfrastrukturen gavne nye virksomheder, mens regulatoriske forbedringer vil være til gavn for både nye og etablerede aktører.

Teknologisk Udsyn skaber klarhed i et komplekst landskab ud fra fakta om teknologi, marked, tendenser og kortlægning af aktører. Vi viser mulighederne for at styrke de danske virksomheders konkurrenceevne gennem innovation, samarbejde og investering i teknologi. Vi har som mål at vise vejen til en banebrydende, bæredygtig og økonomisk levedygtig fremtid.

Lad os bygge en bedre fremtid sammen!

Juan Farré,
Adm. direktør, Teknologisk Institut



Teknologisk Institut rådgiver om biosolutions

Teknologisk Institut hjælper både store og små virksomheder med at udvikle bæredygtige processer, teknologier og produkter, som bidrager til at skabe "Et biobaseret samfund". Teknologisk Institut har gennem mange nye initiativer været med til at sætte dagsordenen på dette område og har etableret mange partnerskaber både nationalt og internationalt.

Hvad kan virksomheder bruge BTC til?

Teknologisk Institut tilbyder en bred vifte af ydelser og faciliteter til virksomheder, der arbejder med biosolutions. Instituttets ekspertise og avancerede udstyr gør det muligt at udvikle, teste og opskalere innovative bioteknologiske løsninger, hvilket kan bidrage til bæredygtig udvikling inden for flere industrier, herunder fødevarer- og foderproduktion.

Demonstration, afprøvning og skalering

Teknologisk Instituts nyetablerede Biosolutions Technology Center (BTC) er designet til at hjælpe virksomheder med at udvikle, demonstrere, afprøve og opskalere biotek-

nologiske løsninger. BTC's faciliteter inkluderer et bioraffineringsanlæg i pilotskala, et fermenteringsanlæg med en række nye fødevarer- og ATEX-godkendte bioreaktorer, der spænder fra 1 liter, 20 liter og op til 200 liter. I 2027 udvides kapaciteten med en 2.000 liter tank, samt en større variation af downstream processingsudstyr. Disse faciliteter gør det muligt for virksomheder at teste nye idéer under realistiske forhold og tilpasse deres protokoller baseret på konkrete resultater.

Rådgivning og ekspertbistand

BTC tilbyder rådgivning og ekspertbistand til virksomheder, der ønsker at udvikle og opskalere nye biosolutions. Teknologisk Instituts eksperter kan hjælpe med udvikling, test, validering og opskalering af processer inden for bioraffinering, biofermentering, downstream processing og bionedbrydelighed. Dette inkluderer både udvikling af nye plantebaserede fødevarer og avancerede teknologier til produktion af alternative fødevaringredienser.

Hvilke opgaver kan løses i BTC?

BTC's faciliteter og ekspertise gør det muligt at gennemføre en række specifikke opgaver og projekter:

- Proof of Principle: Udvikling og afprøvning af idéer under kontrollerede forhold.
- Proof of Concept: Udvikling og test af prøver på produkter og processer.
- Prototyper: Levering af prototype-produkter til fødevareregodkendelse, produktudvikling og markedsføring.
- Tekno-økonomisk vurdering: Udarbejdelse af vurderinger som input til business cases og Life Cycle Analysis (LCA).
- Opskalering: Levering af proces og infrastruktur for indledende industrialisering af processer.

- Kemiske- og mikrobiologiske analyser: Løbende karakterisering af produkt- og procesforløb.

Krumtap i økosystem

Teknologisk Instituts Biosolutions Technology Center giver virksomheder unikke muligheder for at udvikle og opskalere bæredygtige bioteknologiske løsninger. Med avancerede faciliteter og ekspertbistand kan virksomheder teste og tilpasse deres idéer under realistiske forhold, hvilket fremmer innovation og bæredygtighed i industrien.



Anne Christine Steenkjær Hastrup

Centerchef, bioressourcer

acha@teknologisk.dk

+45 72 20 16 02



www.teknologisk.dk

Teknologisk Institut er et uafhængigt og almen-nyttigt forsknings- og udviklingsinstitut, der er godkendt som GTS-Institut af Uddannelses- og Forskningsministeren.

Instituttet har siden 1906 arbejdet for at fremme udnyttelsen af teknologiske fremskridt til gavn for erhvervsliv og samfund gennem udvikling, rådgivning og formidling.

Vi opfylder dette formål ved at udvikle ny viden gennem forsknings- og udviklingsaktiviteter, som omsættes til teknologiske serviceydelser og stilles til rådighed på markedsvilkår.

