

Økonomisk, klima- og
miljømæssigt fodaftryk af
biosolutions i Danmark
Rapport for Erhvervsministeriet

FEBRUAR 2021

Indhold

Del 1: Indledning	03
Del 2: Det økonomiske fodaftryk	08
Del 3: Det klima- og miljømæssige fodaftryk	31
Del 4: Cases - biosolutions' bidrag til den grønne omstilling	51
Appendiks	65

01 Indledning

Sammenfatning	04
Definition og afgrænsning	06



Den danske biosolutions sektor

Biosolutions er udvikling og fremstilling af biologiske produkter og teknologier til produktionsprocesser inden for blandt andet industri, landbrug, fødevareteknologi, forsyning og maritime erhverv.

Denne rapport giver for første gang et samlet overblik over det økonomiske, miljø- og klimamæssige fodaftryk af biosolutions sektoren i Danmark. Derudover giver rapporten et indblik i, hvordan biosolutions kan bidrage til at igangsætte og accelerere den grønne omstilling i andre erhverv.

Analyserne viser, at den danske biosolutions sektor er et veletableret, efficient og forskningsbaseret erhverv med en stærk international forankring. Sektoren er en vigtig drivkraft for den grønne omstilling, og der ligger et stort dansk erhvervspotentiale i at bringe danske løsninger i spil for at igangsætte og accelerere den grønne omstilling i andre erhverv i Danmark og i udlandet.

EN VIGTIG BIDRAGSYDER TIL DANSK ØKONOMI

Biosolutions sektoren beskæftiger knap 7.000 årsværk og bidrager til BNP med omtrent 13 mia. DKK årligt. Biosolutions er blandt de erhverv, der skaber mest værdi pr. ansat i Danmark. Således har biosolutions den 17.-højeste produktivitet, hvis man sammenligner med den danske branchegruppering (117 brancher).

Sektoren er domineret af få store virksomheder, der udgør en vigtig drivkraft for det økonomiske økosystem. De fem største virksomheder har mere end 250 medarbejdere, står for omtrent 85 pct. af årsværkene og hovedparten af eksporten. Virksomhederne er især fokuserede på henholdsvis industriel biotek og fødevarerettede biotek.

Den danske biosolutions sektor har et solidt fodfæste på de internationale markeder og eksporterer for anslået 27 mia. DKK. Eksporten er størst til markederne uden for EU, især USA og Kina. Eksporten af industriel bioteknologi udgør en høj andel af den samlede vareeksport sammenlignet med andre EU-lande og samtidig er eksportspecialiseringen også høj. Det understøtter, at Danmark har en international styrkeposition inden for biosolutions.

Biosolutions skaber arbejdspladser til en bred vifte af faggrupper i Danmark. Sektoren er dog særligt karakteriseret ved at have en arbejdsstyrke med mange højtuddannede med en høj grad af specialisering inden for ingeniørvidenskab, kemi, biologi, matematik, informationsteknologi og laboratoriarbejde.

Udviklingen af biologiske produkter og teknologier er tæt knyttet til forskning og udvikling. Siden 2010 har antallet af udgivelser af videnskabelige artikler inden for biosolutions været støt stigende. Og sammenlignet med andre lande, så ligger Danmark i front med patentaktiviteten inden for industriel bioteknologi.

Siden 2010 har antallet af virksomheder inden for forskning og eksperimentel udvikling i bioteknologi været støt stigende. Virksomhedsdynamikken er kendetegnet ved, at opstartsvirksomhederne har få årsværk i deres første år, at der er en tendens til kortere levetid blandt virksomhederne samt at væksten i de overlevende virksomheder er relativ høj.

SEKTORENS KLIMA- OG MILJØMÆSSIGE FODAFTRYK

I biosolutions er der sket en afkobling af økonomisk vækst i forhold til udledningen af drivhusgasser samt forbrug af energi og vand. Det bidrager i sig selv til den grønne omstilling i Danmark. For affaldsproduktionen er afkobling ikke sket.

Udledningen af drivhusgasser er reduceret med 27 pct. på otte år og samtidig er sektorens værdiskabelse steget med mere end 50 pct. Hovedparten af den udledning, som branchen giver anledning til, ligger uden for sektoren i kraft af deres køb hos underleverandører. Det gør sig gældende for de fleste industribrancher.

Energiintensitet er et udtryk for, hvor meget energi der forbruges i forhold til den økonomiske værdi, der skabes. Energiintensiteten i biosolutions er faldet med knap 33 pct. fra 2010 til 2017, hvilket svarer til den generelle udvikling i industrien.

Den danske biosolutions sektor

El udgør over halvdelen af energiforbruget i biosolutions sektoren, hvilket er højere end i industrien generelt. El er en konverterbar energikilde, der i Danmark hovedsageligt er baseret på vedvarende energi. Flere af de store virksomheder har via fx certifikater sikret sig, at deres elforbrug er baseret på vedvarende energikilder.

Den næststørste energikilde er fossile brændsler, der skønnes til at udgøre 32 pct. af energiforbruget. Andelen er betydelig lavere end industrien som helhed. For nogle energitunge produktionsprocesser har energikilden traditionelt været baseret på fossile brændsler. Det gælder fx processer relateret til oprensning, fordampning, tørring samt rengøring og sterilisering. Der er fokus på at erstatte de fossile energikilder med vedvarende energikilder fx i form af varmepumper.

For så vidt angår affald, så producerede biosolutions sektoren i 2018 godt 30.000 ton affald, hvilket er 30 pct. mindre end i 2011. På trods af, at mængden af affald er faldet, så har der været en stigning, når man ser på affaldsproduktion pr. enhed værdiskabelse (affaldsproduktiviteten). Her er der sket en fordobling i perioden.

ERHVERVSPOTENTIALE I AT IGANGSÆTTE OG ACCELERERE DEN GRØNNE OMSTILLING I ANDRE ERHVERV I DANMARK OG UDLANDET

Biosolutions sektoren er en vigtig drivkraft for den grønne omstilling. Det gælder for sektoren selv, men de største miljø- og klimagevinster ligger i at igangsætte og accelerere den grønne omstilling i andre erhverv.

Potentialet for at igangsætte og accelerere den grønne omstilling i andre erhverv ligger i udvikling af mikrobiologiske løsninger, som konkurrerer med fx fossile og kemiske alternativer. Gevinsterne opstår, når det er muligt at erstatte konventionelle produktionsprocesser med metoder baseret på biosolutions, hvor negative miljø- og klimaeffekter fra traditionelle alternativer er elimineret eller kraftigt reduceret.

De mikrobiologiske løsninger kan eksempelvis skabe større effektivitet i landbruget, optimere affaldshåndtering og genanvendelse, reducere energiforbrug, forlænge holdbarhed i madvarer, levere alternative proteiner, afværge skadedyr og sygdomsfremkaldende organismer, forsinke fordævelsesprocesser, reducere behovet for pesticider eller antibiotika, eller erstatte fossile materialer med biologiske alternativer.

Dansk erhvervsliv er repræsenteret i alle segmenter inden for biosolutions, og løsningerne spænder fra udviklingsstadiet over pilot- og modningsprojekter til løsninger med fast forankring på markedet i industriel skala. Den danske biosolutions sektor omfavner således løsninger, der er tilgængelige nu og er rettet mod fremtiden.

Der ligger et stort dansk erhvervspotentiale i at bringe danske løsninger og teknologier i spil til at igangsætte og accelerere den grønne omstilling i andre erhverv i Danmark og i udlandet.

Definition og afgrænsning

Biosolutions er udvikling og fremstilling af biologiske produkter og teknologier til produktionsprocesser inden for blandt andet industri, landbrug, fødevareteknologi, forsyning og maritime erhverv. De biologiske produkter i biosolutions sektoren er ofte knyttet til mikroorganismer eller til at producere stoffer eller kemiske byggesten med bestemte egenskaber, som man ikke kan opnå med konventionelle metoder.

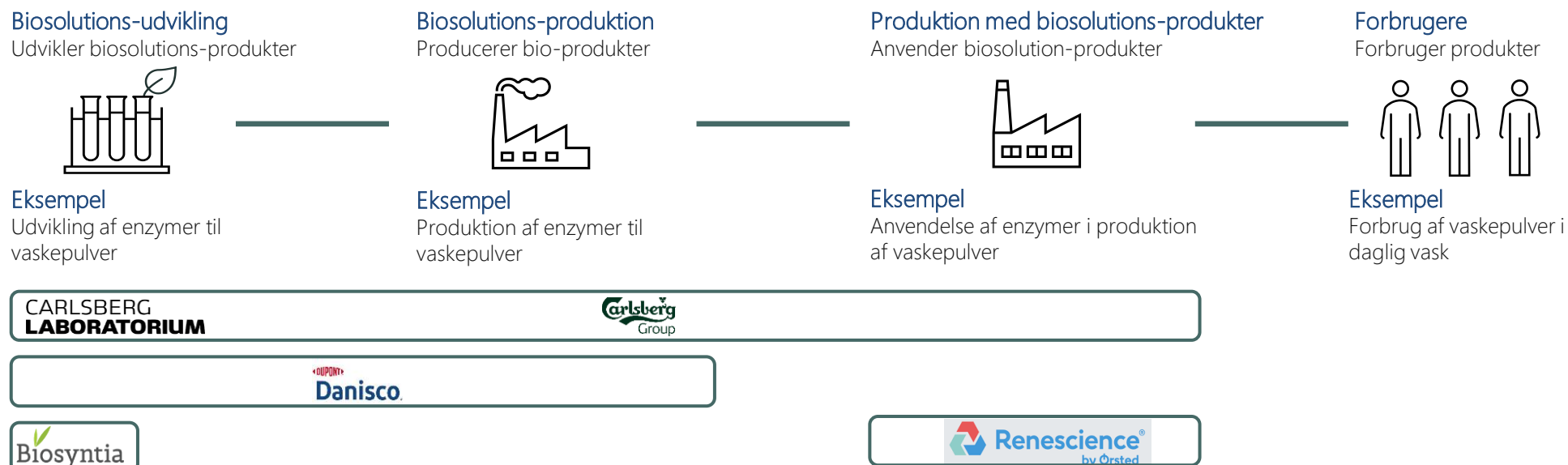
Biosolutions sektoren er en underkategori til den bredere biotek sektor. En væsentlig forskel imellem de to er, at biosolutions sektoren ikke indeholder biotek målrettet lægemiddelindustrien.

Analysen omfatter som udgangspunkt virksomheder med hovedaktivitet inden for biosolutions. En del virksomheder er ikke rene biosolutions virksomheder.

En række virksomheder udvikler og fremstiller produkter og teknologier inden for biosolutions som led i produktionen af fx forbrugsvarer. Virksomheder med denne type aktiviteter indgår i analysen såfremt de har væsentlige udviklingsaktiviteter inden for biosolutions, mens virksomheder der køber og anvender bioteknologiske produkter eller teknologier udviklet af andre virksomheder ikke indgår. Værdien er illustreret i Figur 1.

Til illustration er Carlsberg en virksomhed med væsentlige aktiviteter inden for såvel udvikling, produktion og anvendelse af biosolutions. For at afgrænse biosolutions sektoren, er det tilstræbt kun at medtage de dele af virksomheden, der falder inden for afgrænsningen af biosolutions. I opgørelsen af den økonomiske aktivitet genereret af biosolution medtages for Carlsberg alene de aktiviteter, der knytter sig til udvikling af bioteknologi og ikke aktiviteterne knyttet til salg af øl og sodavand.

Figur 1.1: Biosolutions i værdikæden



Virksomheder i Danmark inden for biosolutions

Biosolutions er en sektor, der går på tværs af de traditionelle brancher i Nationalregnskabet. For at opgøre den økonomiske aktivitet er det derfor nødvendigt etablere populationen af virksomheder fra bunden.

Først konstrueres en bruttoliste, der indeholder alle virksomheder i Danmark, som har aktiviteter inden for biotek, der er relevante for kortlægningen af økonomisk aktivitet i denne analyse. Biosolutions opfattes her som en underkategori til biotek.

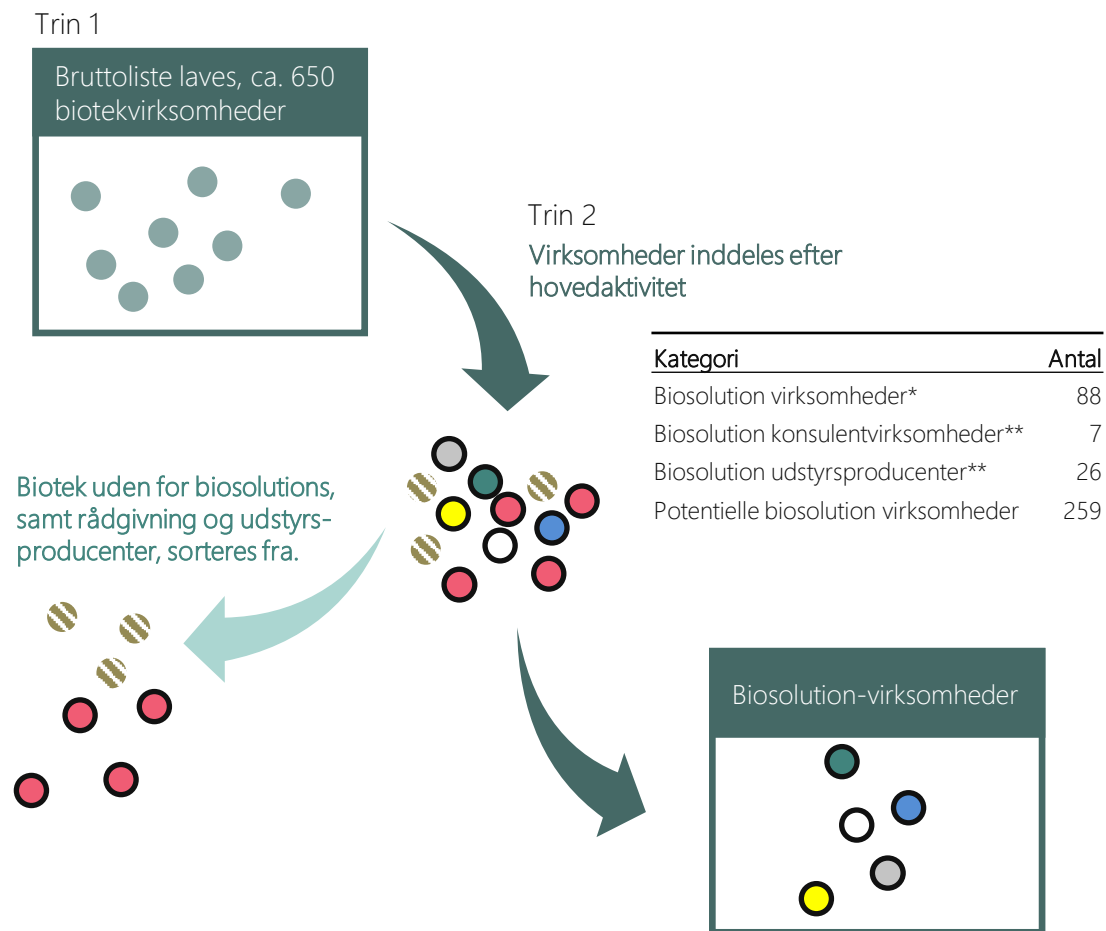
Denne bruttoliste dannes ud fra brancheangivelser, brancheorganisationer, forskningsartikler, jobopslag, startup-inkubatorer, faglige netværk og virksomhedsdatabaser. I andet trin gennemgås og kategoriseres alle virksomheder på bruttolisten ud fra deres hovedaktivitet.

I den afgrænsede biosolutions sektor til den økonomiske analyse er der 88 virksomheder. Derudover findes tre kategorier af virksomheder med relation til biosolutions, som ikke er medregnet i den endelige afgrænsning. Det drejer sig om:

- 7 biosolution-konsulentvirksomheder
- 26 biosolution-udstyrproducenter
- 259 potentielle biosolution-virksomheder

Biosolution-konsulentvirksomheder og biosolution-udstyrproducenter udvikler og producerer ikke selv biosolution-produkter. De regnes derfor med i den økonomiske analyse som underleverandører. De "potentielle biosolution virksomheder" er små virksomheder, der er relateret til biotek, men som ikke med sikkerhed falder under biosolutions, fordi der ikke er tilstrækkelig information tilgængelig om dem. Disse virksomheder regnes ikke med, dels på grund af usikkerheden om, hvorvidt de indgår i biosolution, dels fordi der ikke finder nogen økonomisk aktivitet af betydning sted i dem.

Figur 1.2: Proces for etablering af population



Kategori	Antal
Biosolution virksomheder*	88
Biosolution konsulentvirksomheder**	7
Biosolution udstyrproducenter**	26
Potentielle biosolution virksomheder	259

Kilde: Egen tilvirkning
 Noter: * I analysen Biosolutions i Danmark - analyse af bioøkonomiens potentialer og vækstbetingelser, 2021 udarbejdet af IRIS Group er antallet af virksomheder inden for biosolutions opgjort til 130 virksomheder. Den væsentligste forskel på de to opgørelser er, at nærværende analyse kun medtager virksomheder, der opfylder et minimumskrav til økonomisk aktivitet. ** ikke med i direkte biosolutions sektor, men regnet som indirekte effekt.

Segmentering af biosolutions

Denne rapport forstår biosolutions som udvikling og fremstilling af biologiske produkter og teknologier til produktionsprocesser inden for blandt andet industri, landbrug, fødevareteknologi, forsyning og maritime erhverv. Den kan kategoriseres i fem underkategorier ud fra aftageren af produktet: blå biotek, grøn biotek, gul biotek, grå biotek og hvid biotek.

Blå biotek: Anvendelse af marineressourcer til at udvikle produkter og applikationer af industriel interesse, fx tang- og algedyrkning til nye proteinkilder til fødevarer, foder mm.

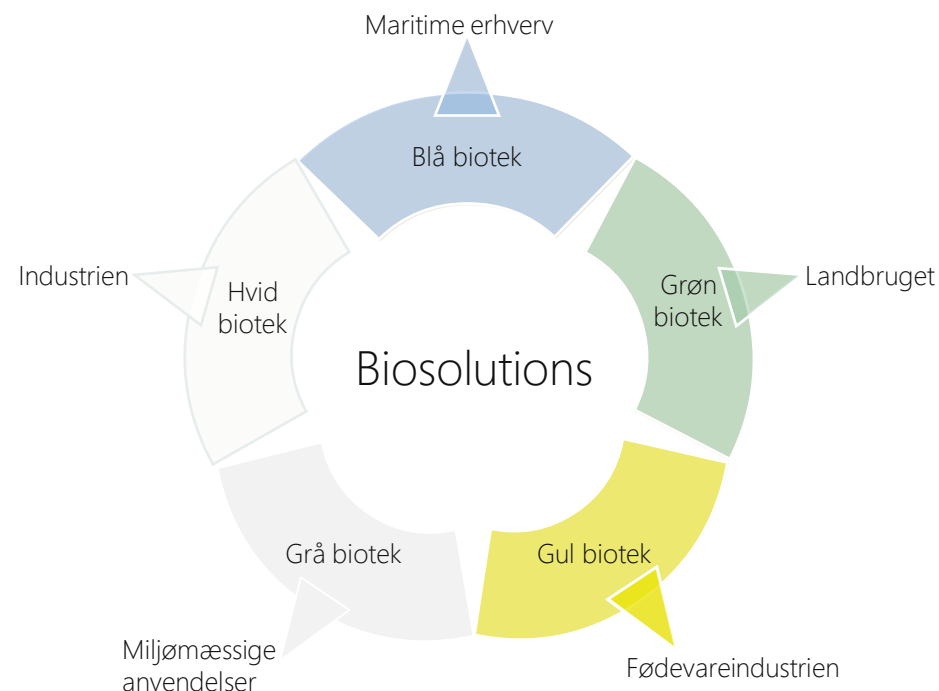
Grøn biotek: Anvendelse af bioteknologi inden for landbruget, fx dannelse af nye plantevariationer, produktion af foder, biogødning og biopesticider.

Gul biotek: Anvendelse af bioteknologi i madproduktion, fx til at lave vin, ost og øl via gæring eller ingredienser til funktionelle fødevarer. Derudover bioteknologi, der forlænger holdbarhed af madprodukter, optimerer fødevarerens sikkerhed, bæredygtighed mm.

Grå biotek: Anvendelse af bioteknologiske processer til miljømæssige formål, fx vand-, jord- og luftrensning.

Hvid biotek: Hvid biotek kaldes også industriel biotek og dækker over anvendelse af enzymer og mikroorganismer i industrielle processer, fx fremstilling af nye former for plastik, tekstiler og biobrændstoffer.

Figur 1.3: Biosolutions dækker blå, grøn, gul, grå og hvid biotek



Kilde: egen tilvirkning

02 Det økonomiske fodaftryk

Sammenfatning	09
Det samfundsøkonomiske bidrag	10
Uddannelse og geografi	15
International forankring	20
Økosystemet	23
Innovation og viden	28



Det samfundsøkonomiske bidrag

Biosolutions sektoren sammenfattet

NÆSTEN 7.000 ANSATTE OG MERE END 13 MIA. I BNP-BIDRAG

Biosolutions sektoren beskæftiger knap 7.000 årsværk og bidrager til BNP med omtrent 13 mia. DKK om året. Dette resulterer i en produktivitet på 2,0 mio. DKK per årsværk. Dette er en produktivitet over gennemsnittet for danske brancher; tilføjer man biosolutions til nationalregnskabets 117 brancher, har biosolutions den 17.-højeste produktivitet.

FÅ STORE VIRKSOMHEDER DOMINERER BIOSOLUTIONS SEKTOREN

Af de 88 virksomheder i biosolutions sektoren, har fem flere end 250 medarbejdere og klassificeres som "store". Disse store virksomheder står for omtrent 85 pct. af årsværkene. De store virksomheder er især fokuserede på henholdsvis "hvid" industriel biotek og "gul" fødevarerrettet biotek.

OVERREPRÆSENTATION AF HØJTUDDANNET ARBEJDSKRAFT

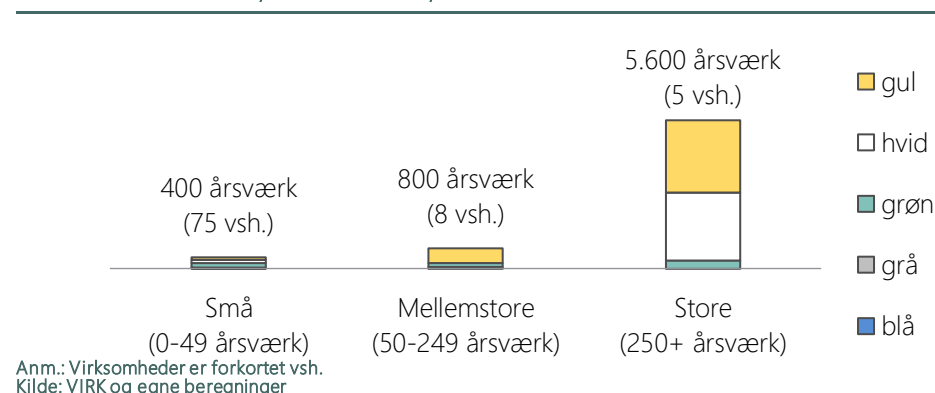
Biosolutions sektoren er særligt karakteriseret ved at have en arbejdsstyrke med mange højtuddannede. Hvor 13 pct. af den samlede arbejdsstyrke har en lang videregående uddannelse (LVU), har 21 pct. af arbejdsstyrken inden for biosolutions denne uddannelsesbaggrund.

Tabel 2.1: Biosolutions' økonomiske bidrag til samfundsøkonomien, 2020

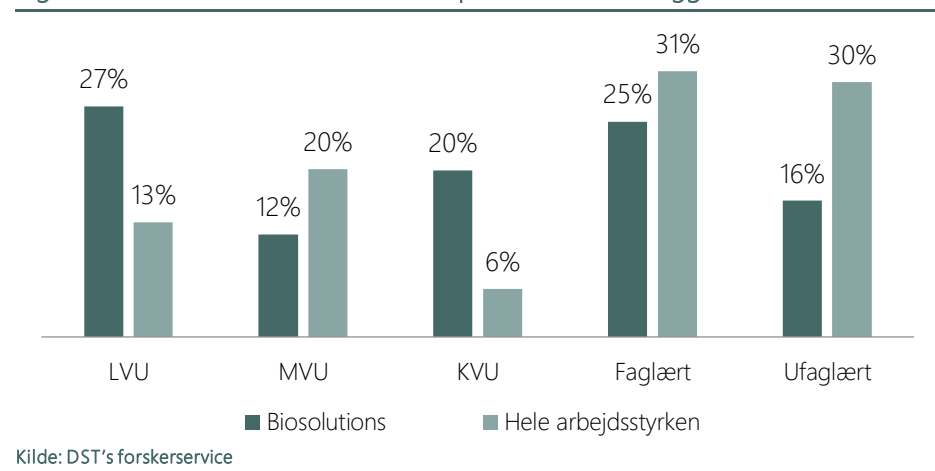
Bidrag til beskæftigelse	6.800 årsværk
Bidrag til BNP	13,5 mia. DKK
Produktivitet	2,0 mio. DKK

Anm.: der tages udgangspunkt i VIRKs beskæftigelsestal for 2020. Tal der ikke er tilgængelige for 2020 fremskrives til 2020, v.h.a. ændringen i beskæftigelse.
Kilde: VIRK, DST's forskerservice

Figur 2.1: Biosolutions' beskæftigelse, underopdelt på kategorier og virksomhedsstørrelse, antal årsværk, 2020



Figur 2.2: Biosolutions-ansatte fordelt på uddannelsesbaggrunde, 2018



Beskæftigelse og værdiskabelse

Beskæftigelsen i biosolutions sektoren er på 6.800 årsværk. Den er især drevet af gul og hvid biotek. Disse står tilsammen for ca. 90 pct. af årsværkene i biosolutions sektoren.

Underleverandører til biosolutions leverer input til produktionen i biosolution-virksomhederne. Beskæftigelsen hos underleverandører er på niveau med beskæftigelsen i selve biosolutions, hvilket giver en faktor imellem direkte og indirekte beskæftigelse meget tæt på én. Denne store "indirekte" beskæftigelseeffekt er konsistent med andre studier. De største underleverandører til biosolutions sektoren er engroshandel og landbruget.

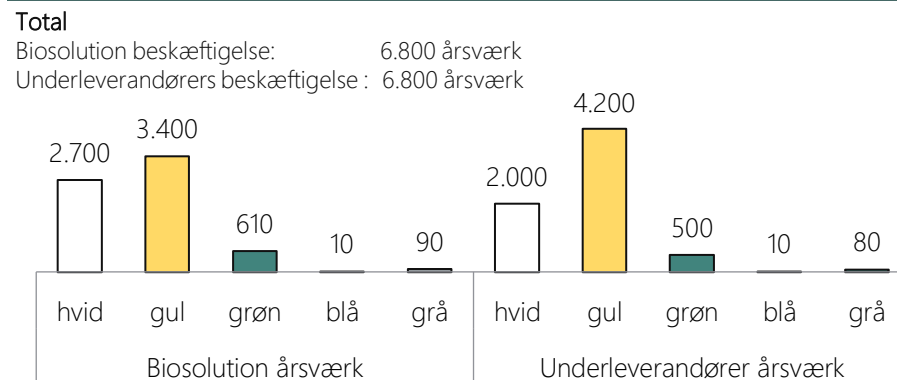
Også bidraget til BNP, her målt ved sektorernes bruttoværditilvækst (BVT), er domineret af hvid og gul biotek. BVT-effekten hos underleverandøren er mindre end hos selve biosolutions sektoren. Siden 2015 er bidraget til BNP steget med omtrent 1,7 mia. DKK, svarende til ca. 15 pct.

At biosolutions sektoren beskæftiger næsten lige mange direkte og indirekte, mens den direkte værdiskabelse i sektoren er dobbelt så stor som den indirekte, indikerer at biosolutions-sektoren har en højere produktivitet end sine underleverandører. Derudover peger det frem imod, at biosolutions sektoren er mindre arbejdskraftintensiv end sine underleverandører.

Bag om tallene

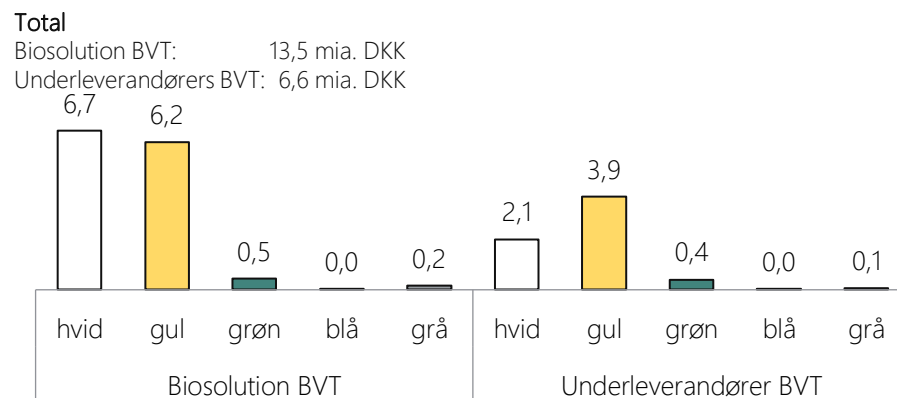
Når biosolutions sektoren producerer, benytter den halvfærdige varer og services fra underleverandører. Denne indirekte økonomiske effekt beregnes ved brug af en input-output model anvendt på nationalregnskabs tal for dansk økonomi. Ud fra disse kvantificeres produktionen, værditilvæksten og beskæftigelsen som biosolutions sektorens skaber hos sine underleverandører.

Figur 2.3: Biosolution-beskæftigede fordelt på underkategorier af biosolutions antal årsværk, 2020



Kilde: VIRK, DST's forskerservice og egne beregninger

Figur 2.4: Bidrag til BNP fordelt på underkategorier af biosolutions mia. DKK, 2020



Kilde: VIRK, DST's forskerservice og egne beregninger

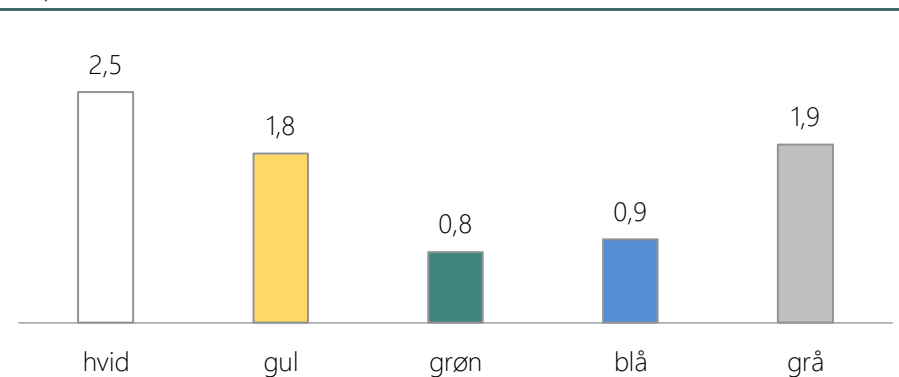
Produktivitet

Biosolutions ligger med en produktivitet på 2.0 mio. på en 17. plads målt på produktivitet, sammenlignet med nationalregnskabets 117 brancher. Det er omtrent dobbelt så højt som den gennemsnitlige produktivitet i 2017 for private erhverv (1,0 mio. DKK) og også markant højere end for hele industrien som helhed (1,2 mio. DKK).

Fordelt på underkategorier kan det ses, at internt i biosolution har særligt hvid industriel biotek en høj produktivitet. Dette synes især at være drevet af høj produktivitet inden for udvikling og produktion af enzymer.

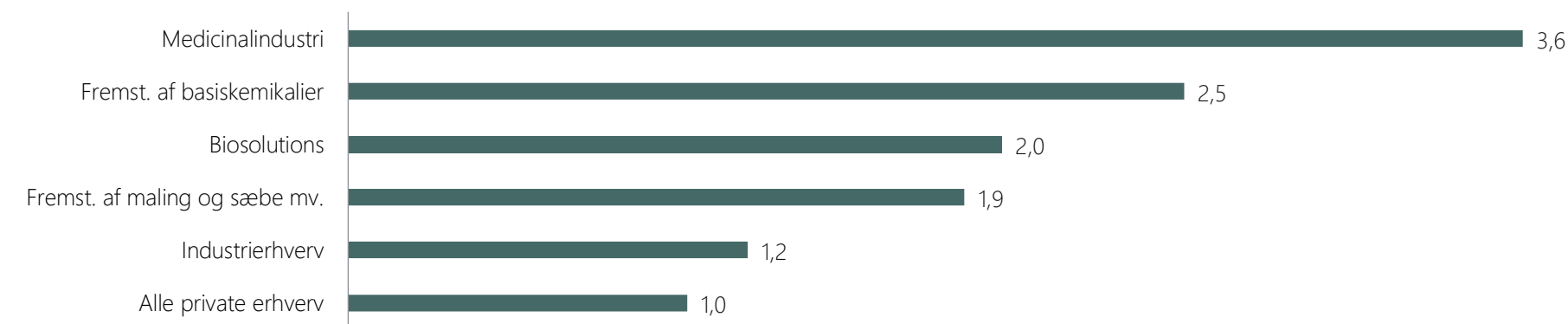
På grund af diskretionering er tallene for underopdelt produktivitet dog estimeret, frem for målt direkte på virksomhederne. Dette har primært betydning for de små grupper; grøn, blå og grå biotek.

Figur 2.5: Biosolutions produktivitet fordelt på underkategorier BVT per årsværk, mio. DKK, 2020



Kilde: VIRK, DST's forskerservice og egne beregninger

Figur 2.6: Biosolutions produktivitet sammenlignet med andre brancher BVT per årsværk, mio. DKK, 2020



Kilde: VIRK, DST's forskerservice og egne beregninger

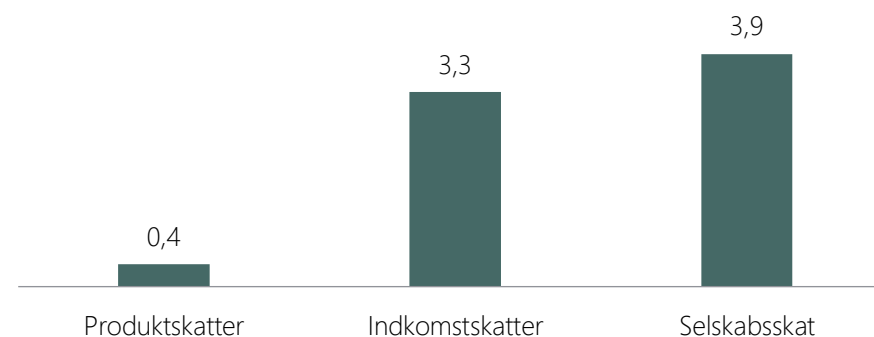
Biosolutions' skattebetalinger og lønninger

Den økonomiske aktivitet i biosolutions sektoren udmønter sig blandt andet i et skatteprovenu. Dette opstår både igennem beskatning af selskabernes profit, medarbejders indkomster og afgifter på forskellige dele af produktionen.

Biosolutions bidrager til statskassen med anslået 7,5 mia. DKK. Dette er primært drevet af selskabsskat af virksomhedernes overskud og indkomstskat på de ansattes løn. Selskabsskat står for omtrent halvdelen af skatteprovenuet og indkomstskatter for lidt under halvdelen.

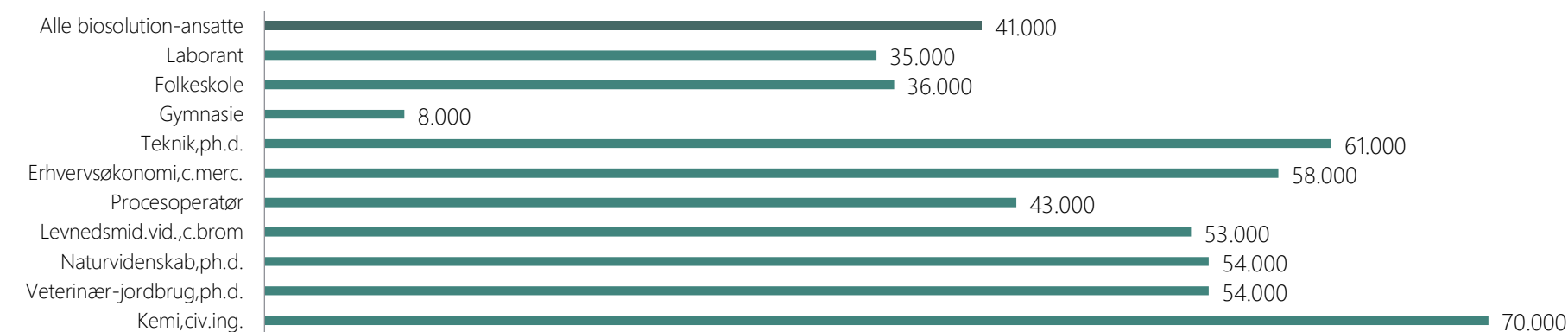
Indkomstskatter er naturligt forbundet til lønningerne i biosolutions sektoren. Den månedlige medianløn i sektoren er på omtrent 41.000 DKK. Dette er baseret på DST's brede lønbeløb, der også tager højde for personalegoder, herunder eksempelvis sundhedssikringer og kantineordninger.

Figur 2.7: Estimerede skatter betalt af biosolutions-sektoren, mia. DKK, 2020



Kilde: VIRK, DST's forskerservice og egne beregninger

Figur 2.8: Månedlig medianløn (DST's brede lønbegreb) for udvalgte uddannelsesgrupper i biosolutions sektoren, DKK, 2018



Kilde: DST's Forskerservice

Uddannelse og geografi

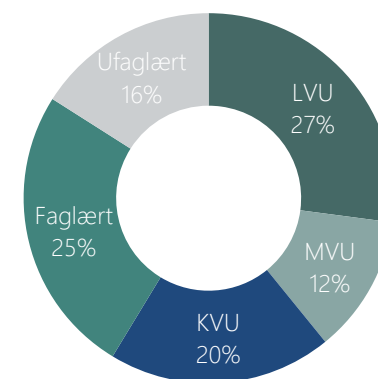
Højtuddannet arbejdskraft

Biosolutions sektoren er særligt kendetegnet ved, at en høj andel på 27 pct. af arbejdsstyrken har en lang videregående uddannelse (LVU). Denne uddannelsesgruppe er den største i sektoren. Andelen af beskæftigede i biosolutions sektoren, som har en LVU, er omtrent dobbelt så høj som andelen i hele arbejdsstyrken.

Derudover er korte videregående uddannelser også overrepræsenteret i biosolutions sektoren.

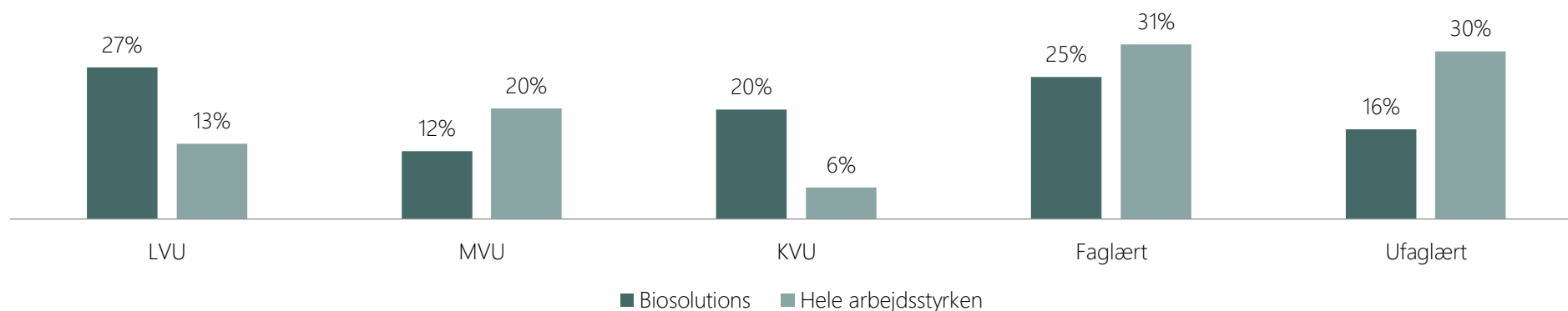
Den høje andel af LVU og KVU skal ses i lyset af en høj grad af specialisering inden for ingeniørvidenskab, kemi, biologi, matematik, informationsteknologi og laboratoriearbejde, der typisk kræver en uddannelse på videregående niveau.

Figur 2.9: Beskæftigede i biosolutions virksomheder fordelt efter uddannelse, andele, 2018



Kilde: DST's Forskerservice

Figur 2.10: Uddannelsesbaggrunde i biosolutions sammenlignet med hele arbejdsstyrken, andele, 2018



Kilde: DST's Forskerservice

Mest udbredte uddannelser

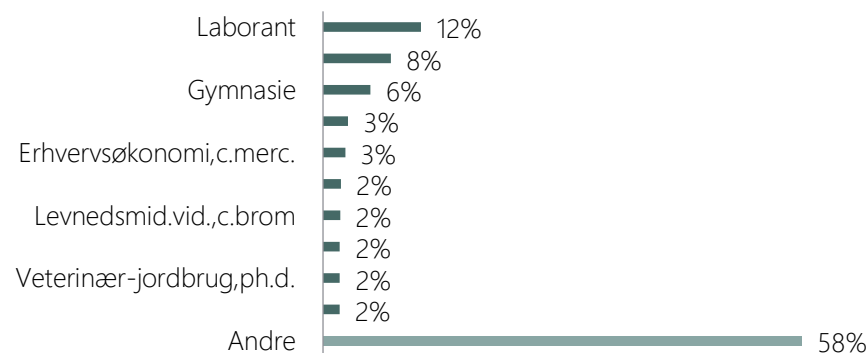
Langt den mest udbredte uddannelsesbaggrund blandt ansatte i biosolutions sektoren er laborantuddannelsen. Dette hænger intuitivt sammen med biosolutions sektorens fokus på biovidenskabeligt laboratoriearbejde. Laborantuddannelsen er netop en kort videregående uddannelse (KVU), og den høje andel af laboranter flugter med, at der er en overrepræsentation af arbejdskraft med KVU-baggrund inden for biosolutions sektoren.

Flere ph.d.-uddannelser er også på top 10 listen, hvilket afspejler at særligt særdeles lange uddannelser er efterspurgt inden for biosolutions sektoren. Dette understreger også at biosolutions sektoren er højt specialiseret. Anslået 8 pct. af arbejdskraften i biosolutions sektoren har en ph.d. som højest gennemførte uddannelse.

Ser man på uddannelsesinstitutioner, er KU og DTU højdespringerne. Copenhagen Business School og flere professionshøjskoler, særligt med fokus på laboranter eller fødevareteknologi, er også blandt de mest udbredte.

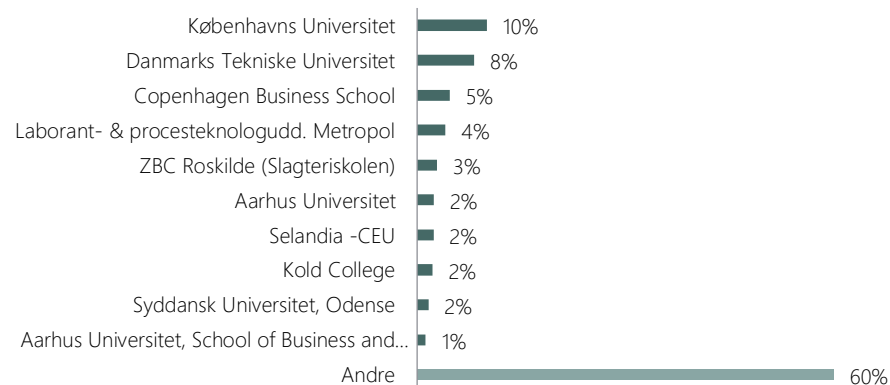
Det er her vigtigt at notere, at de viste top 10 lister er følsomme over for aggregeringen af uddannelserne/institutionerne. Ét stort universitet vil naturligt ligge højere end en samling små professionshøjskoler, også selvom professionshøjskolerne tilsammen står for en større andel af uddannelsesbaggrundene i biosolutions sektoren.

Figur 2.11: Top 10 mest udbredte uddannelser blandt ansatte i biosolutions virksomheder, andele, 2018



Kilde: DST's Forskerservice

Figur 2.12: Top 10 uddannelsesinstitutioner blandt ansatte i biosolutions virksomheder, andele, 2018



Kilde: DST's Forskerservice

Kommunal fordeling af arbejdspladser

Beskæftigelsen inden for biosolutions er ofte koncentreret i bestemte kommuner. Dette skyldes, at få store virksomheder fylder meget i sektoren.

Den geografisk mest markante klynge er i København og kommunerne umiddelbart nord for København. I disse kommuner udføres 3.800 af årsværkene i biosolutions – omtrent 60 pct. af alle biosolutions-årsværk.

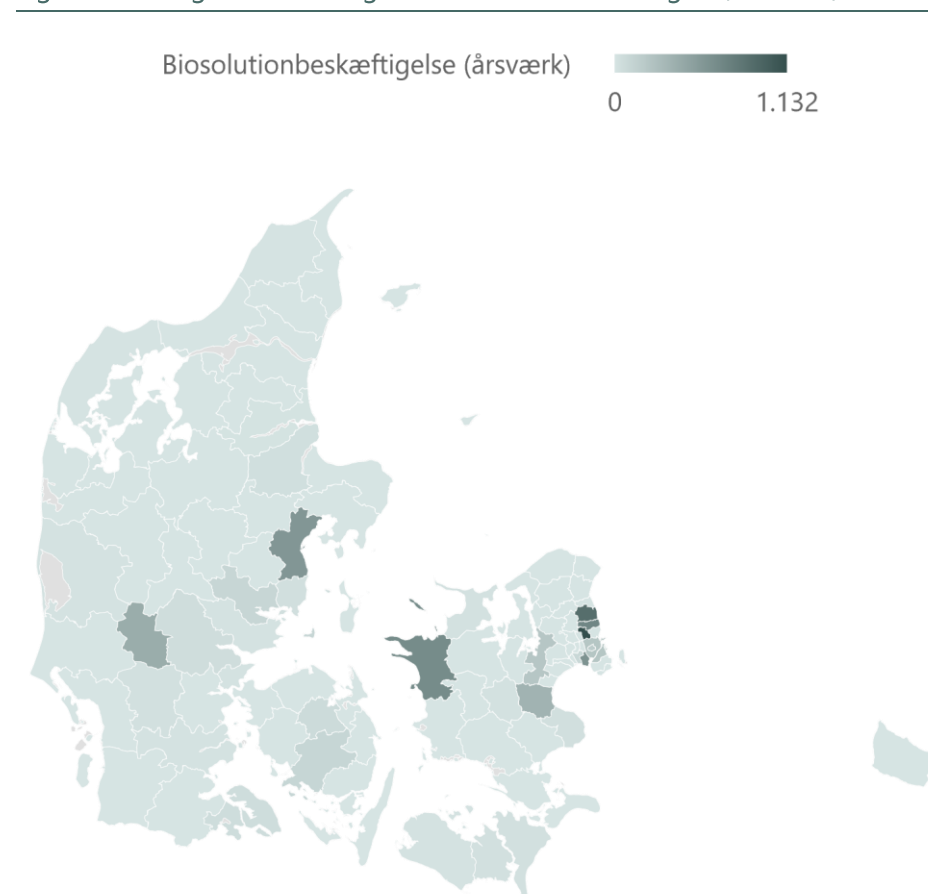
Uden for København træder Kalundborg, Aarhus, Billund og Køge tydeligt frem som kommuner med et signifikant antal biosolutions-arbejdspladser. Disse er ofte drevet af én stor virksomhed.

Tabel 2.2: Geografisk fordeling af biosolutions beskæftigelse, årsværk, 2020

Kommune	Årsværk	Største bidragydere
1 Gladsaxe Kommune	1.132	Novozymes
2 Rudersdal Kommune	897	Chr. Hansen
3 Lyngby-Taarbæk Kommune	712	Novozymes
4 Kalundborg Kommune	671	Novozymes
5 Hvidovre Kommune	617	Chr. Hansen
6 Aarhus Kommune	590	Dupont
7 Billund Kommune	419	Dupont
8 Køge Kommune	373	CP KELCO
9 Københavns Kommune	233	Carlsberg Forskningscenter, Dupont
10 Roskilde Kommune	225	Chr. Hansen, DLF Seeds

Kilde: VIRK

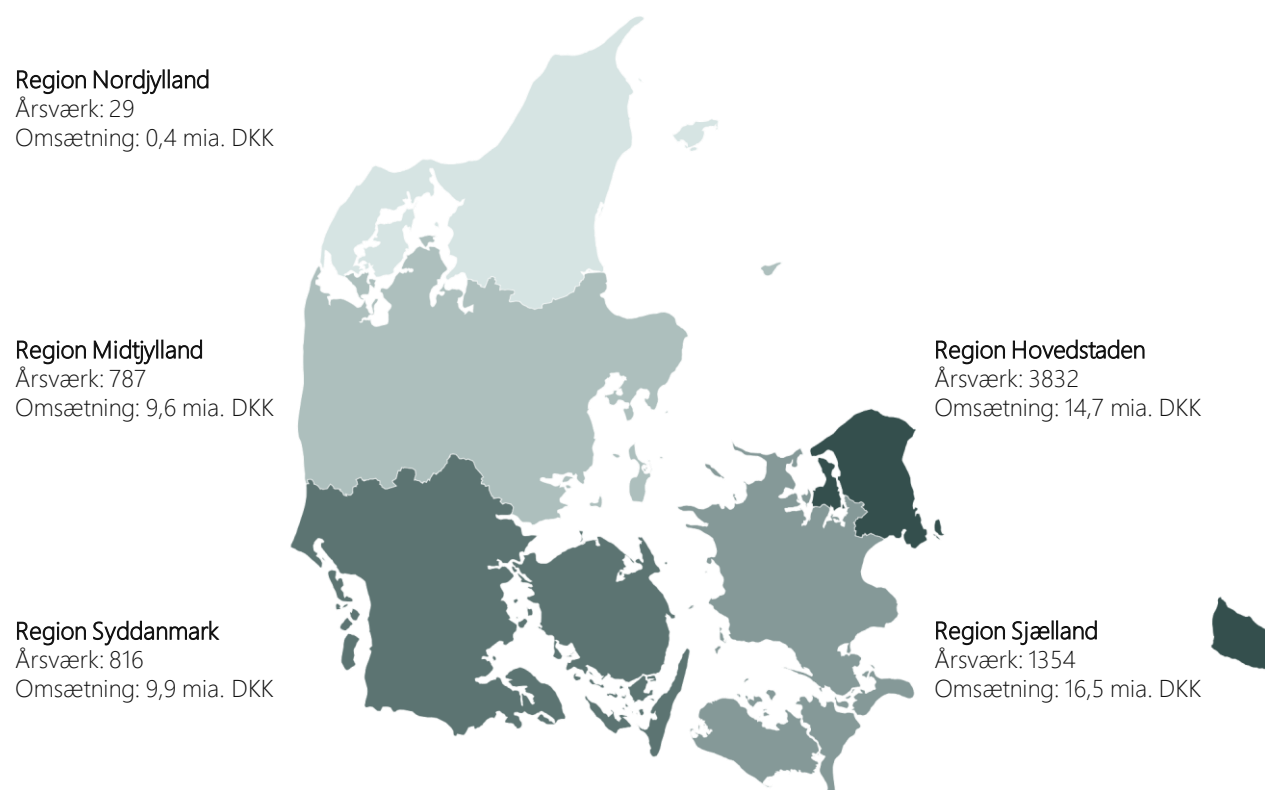
Figur 2.13: Geografisk fordeling af biosolutions' beskæftigelse, årsværk, 2020



Kilde: VIRK

Regional fordeling af arbejdspladser og omsætning

Figur 2.14. Regional fordeling af arbejdspladser og omsætning, årsværk og omsætning i mia. DKK, 2020



Eftersom beskæftigelsen i biosolution sektoren i høj grad er centreret omkring nogle få kommuner i København og nord for København, er beskæftigelsen koncentreret i Region Hovedstaden, hvor hele 56 pct. af arbejdspladserne i Danmark befinder sig.

Også i Region Sjælland er der mange biosolution-arbejdspladser, hvilket skyldes, at et par af de største danske biosolution virksomheder er lokaliseret i kommuner i denne region. Mens regionen er vært for 20 pct. af sektorens arbejdspladser, står den for 32 pct. af sektorens omsætning.

Som kortet til venstre også viser, er der relativt få arbejdspladser i Region Nordjylland inden for biosolution – mindre end 1 pct. af arbejdspladserne-, mens der er ca. 800 arbejdspladser i både Region Midtjylland og Region Syddanmark.

Omsætningen fordelt på regioner følger nogenlunde samme mønster som fordelingen af arbejdspladser, hvor det er Region Hovedstaden og Region Sjælland, som til sammen står for 60 pct. af sektorens omsætning.

Også i forhold til omsætning er Region Midtjylland og Region Syddanmark på niveau med hinanden med en omsætning på ca. 10 mia. DKK.

Kilde: DST og VIRK

International forankring

Biosolutions sektorens køb og salg

Biosolutions sektoren eksporterer for anslået 26,9 mia. DKK. Relativt set er det næsten fire gange højere end salget til indlandet. Dette indikerer, at den danske biosolutions sektor har et solidt fodfæste på de internationale markeder.

Biosolutions bruger varer og services fra andre brancher som input til sin produktion. Disse input købes næsten ligeligt i indland og udland. For alle industrier i Danmark udgør direkte import omtrent 40 pct. af inputtet til produktionen. Biosolutions-sektoren ligger altså lidt over dette niveau, hvilket indikerer at sektorens produktionskæde i høj grad er global.

Samlet køber biosolutions for 20,5 mia. DKK og sælger for 34,2 mia. DKK. Forskellen imellem disse to tal, på 13,7 mia. DKK, kan ses som værdiskabelsen i biosolutions sektoren før produktskatter, visse udenlandske transaktioner, mv.

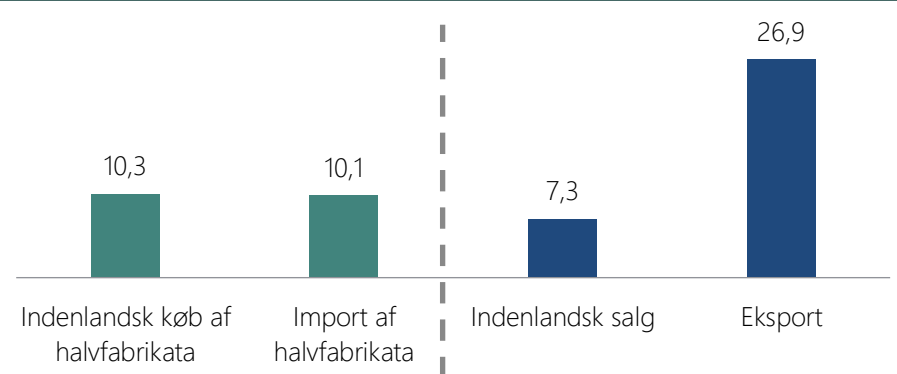
Eksempler på de produkter, som virksomhederne typisk importerer er enzymer, enzymkoncentrater, mikrobekulturer, vegetabiliske farvestoffer, planteslimmer og galatineringsmidler, glukose og –sirup og planteolier.

Stiller man skarpt på eksporten er de største aftagere USA og Kina, efterfulgt af en række europæiske lande. Aftagerne af biosolutions sektorens produkter tenderer til at være lande med veludviklede produktionsapparater. Dette kan hænge sammen med, at biosolutions produkter særligt anvendes i teknologisk avancerede produktionskæder.

Bag om tallene

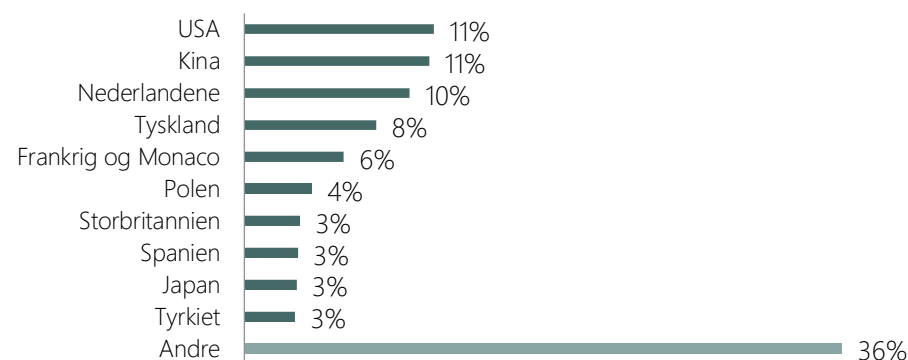
Tallene for køb og salg fordelt på indland og udland er beregnet ved at kombinere biosolutions-sektorens køb og salg fra IO tabeller og afstemme med DST's Forskerservice data om virksomhedernes køb og salg (VIRK).

Figur 2.15: Biosolutions' køb og salg af halvfabrikata og færdigvarer mia. DKK, 2020



Kilde: VIRK, DST's Forskerservice og DST's input-output tabeller

Figur 2.16: Eksport fordelt på lande/regioner, andele, 2018



Kilde: VIRK, DST's Forskerservice

Ekspor i en international kontekst

Danmarks omfattende eksport af teknologiske produkter understøtter, at Danmark har en international styrkeposition inden for bioteknologi.

I Danmark står eksporten af bioteknologiske produkter for 0,4 pct. af den samlede vareeksport. Set i en international kontekst bidrager den danske biosolutionssektor vis eksporten i større omfang til samfundsøkonomien end mange andre sammenlignelige lande. Belgien og Tyskland er blandt de lande, hvor eksporten af bioteknologiske produkter fylder mere end i Danmark.

Ser man på eksportspecialiseringen, så understøtter dette også, at Danmark har en international styrkeposition inden for bioteknologi. Således fylder Danmarks eksport af bioteknologiske produkter relativt meget på de globale markeder, jf. figur 2.18.

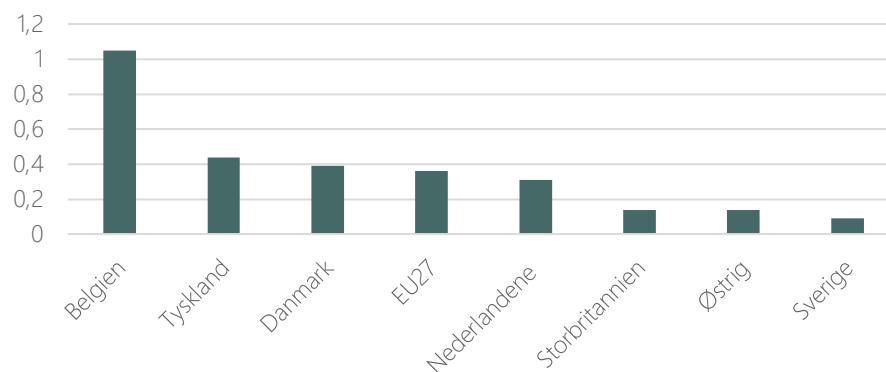
Opgørelsen er baseret på standardiseret international opgørelse, jf. boksen. Tager man udgangspunkt i en bredere definition, der i højere grad er målrettet den danske erhvervsstruktur inden for biotek, så udgør den bioteknologiske eksport godt 3 pct. af den samlede vareeksport. Det er noget højere end andre lande, herunder fx Belgien (1,2 pct.), Tyskland (0,7 pct.) og EU27 (0,8 pct.) Sammenligningen med andre lande skal her tolkes med forsigtighed, da opgørelsen favoriserer den danske erhvervsstruktur.

Bag om tallene

Den bioteknologiske eksport er afgrænset via 36 produktkoder fra udenrigshandlen, der er relateret til industriel bioteknologi. Opgørelsen er defineret af EU som led i "Advanced Technologies for Industry".

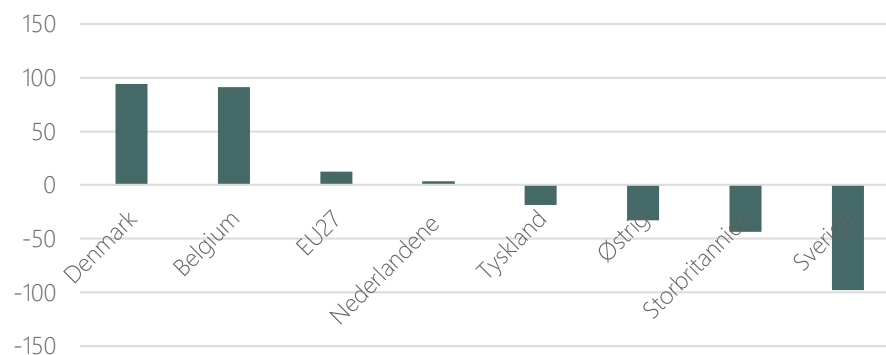
Ekspertspecialisering angiver et lands specialisering inden for bioteknologi. Indikatoren beregnes som andelen af bioteknologisk eksport i landets eksport divideret med landets andel af den bioteknologiske eksport i global eksport. Et land med en ekspertspecialiseringsgrad på mere end 0 er specialiseret indenfor bioteknologi - og vise versa.

Figur 2.17: Bioteknologisk andel af vareeksporten målt i pct. af den samlede vareeksport, 2017



Kilde: EU, Advanced Technologies for Industry

Figur 2.18: Ekspertspecialisering for bioteknologi, 2017, index



Kilde: EU, Advanced Technologies for Industry

Økosystemet

Nye biosolutions virksomheder

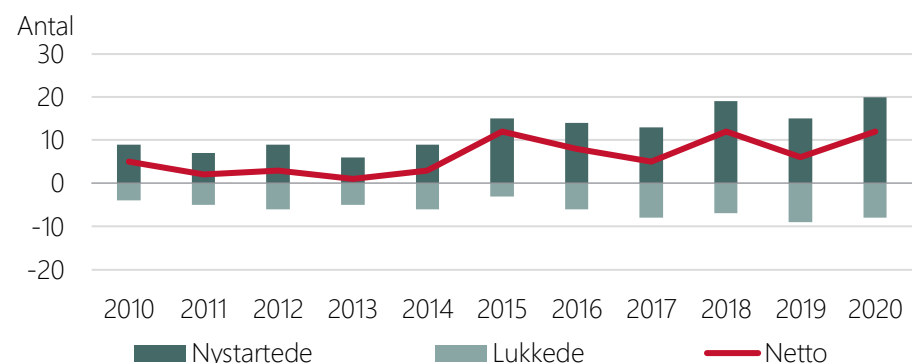
I dette afsnit fokuseres på det økonomiske økosystemet for biosolutions. En forudsætning for analysen er, at det er muligt at følge virksomhedsetableringer og -lukninger i sektoren over tid. I denne opgave anvendes branchen "Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi" som approksimation for livscyklusen blandt nystartede biosolutions virksomheder. Ved at følge virksomhedsdynamikken i denne branche år for år, kan livscyklusen blandt biosolutions virksomheder analyseres. Alle absolutte tal skaleres med biosolutions' andel af branchen "Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi".

Siden 2010 har antallet af virksomheder, der hvert år stiftes med denne branche som hovedbranche, været støt stigende. Da antallet af virksomheder i branchen, som lukkes, ikke er tilsvarende faldet, har der således været en netto-tilvækst.

Antallet af nystartede biosolutions virksomheder, der ophører, stiger støt i takt med levetiden. Efter ca. 3 år er 75 pct. af virksomheder fortsat aktive, og 5 år inde i deres levetid er ca. 50 pct. af alle biosolutions startups aktive. Efter 10 år er 15 pct. af biosolutions virksomhederne fortsat eksisterende, mens de resterende 85 pct. er lukket.

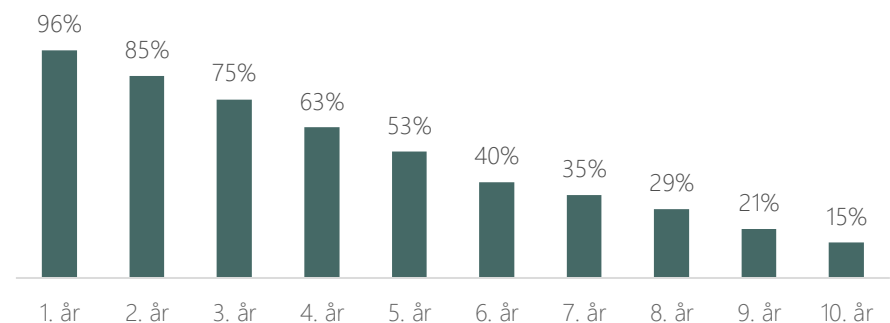
Det er på linje med andre naturvidenskabelige forskningsvirksomheder, men en lille smule højere end for en benchmark-gruppe af virksomheder inden for medicinalindustrien, kemisk industri, m.v. Dette uddybes på de følgende sider.

Figur 2.19: Estimeret udvikling i antallet af nystartede virksomheder inden for biosolutions, 2010-2020



Anm.: nystartede virksomheder regnes fra deres oprettelse i CVR-registeret. Estimeret ud fra antallet af nye virksomheder i branchen "Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi"
Kilde: VIRK

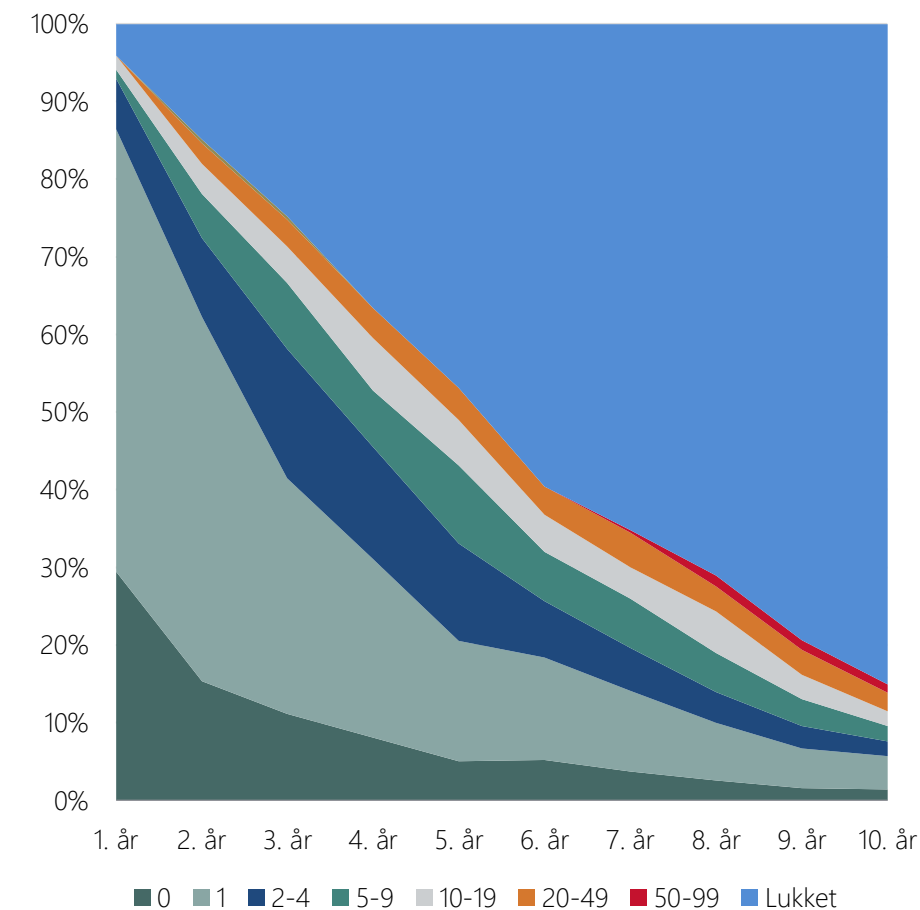
Figur 2.20: Andel aktive virksomheder fordelt på år efter virksomhedens stiftelse



Anm.: nystartede virksomheder regnes fra deres oprettelse i CVR-registeret. Estimeret ud fra antallet af nye virksomheder i branchen "Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi"
Kilde: VIRK

Nye biosolutions virksomheders livscyklus

Figur 2.21: Udvikling i biosolution-virksomheder, fordelt på leveår, årsværk



Anm.: Virksomheder oprettet i branchen "Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi" fra år 2000 og fremad
Kilde: VIRK

Livscyklus for biosolutions startups

Nye biosolutions virksomheder er kendetegnet ved:

1. at indeholde få årsværk i deres første år
2. halvdelen af dem ophører inden for 5 år
3. overlevende virksomheder tenderer til at vokse i antal årsværk.

Det første år har 90 pct. af alle aktive biosolutions virksomheder 0-1 årsværk. Efter 5 år er omtrent halvdelen af biosolutions virksomhederne lukket igen. Af de overlevende virksomheder har 39 pct. 0-1 årsværk, mens 61 pct. har 2 eller flere årsværk.

Efter 10 år er 85 pct. af virksomhederne lukket igen. De overlevende biosolutions virksomheder har spredt sig endnu mere ud på antal af årsværk. En lille gruppe, 7 pct., har over 50 årsværk.

Dette er stort set på linje med livscyklussen for andre naturvidenskabelige forskningsvirksomheder. Sammenlignet med en industriel benchmark-gruppe af virksomheder inden for medicinalindustrien, kemisk industri, m.v., skiller biosolutions sig dog ud på forskellige vis.

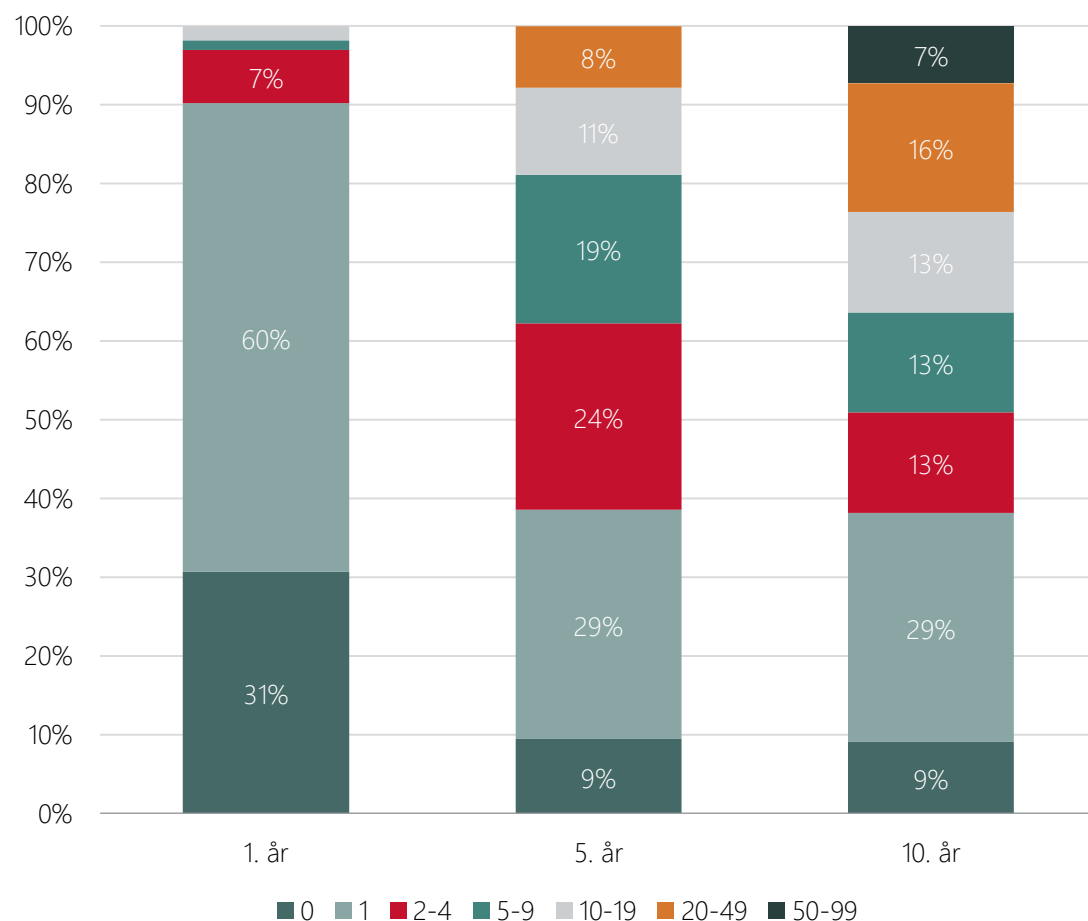
Biosolutions virksomheder har færre årsværk det første år. Hvor 90 pct. af nystartede virksomheder i biosolutions har 0-1 årsværk det første år af deres levetid, gælder dette kun 75 pct. i benchmark-gruppen.

Der er tendens til lidt kortere levetid blandt biosolutions virksomheder. I gennemsnit er andelen af lukkede virksomheder 5 pct.-point højere i biosolutions end i den industrielle benchmark-gruppe.

Væksten i årsværk i overlevende biosolutions virksomheder er højere end i begge referencegrupper. Efter 10 år har 24 pct. af de overlevende biosolutions virksomheder mere end 20 årsværk. Dette gælder kun 12 pct. i benchmark-gruppen og 6 pct. af nystartede virksomheder inden for naturvidenskabelig forskning.

Udvikling i overlevende biosolutions startups

Figur 2.22: Aktive virksomheder fordelt på antal årsværk, henover leveår



Anm.: Virksomheder oprettet i branchen "Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi" fra år 2000 og fremad.
Kilde: VIRK

De overlevende startups' udvikling

Figuren til højre er et udsnit af figuren på foregående side. Den viser, hvor mange årsværk hver enkelt nystartet virksomhed har for hvert år af deres levetid. Der ses kun på overlevende virksomheder i denne figur. Eksempelvis har 7 pct. af virksomhederne 2-4 årsværk i deres første leveår.

Overordnet er det tydeligt, at jo længere startups overlever, jo flere årsværk får de. Dette ses ud fra hvordan virksomhederne fordeler sig mere og mere jævnt henover kategorierne af årsværk som tiden skrider frem.

Man kan se, hvordan mange overlevende virksomheder fra 1. til 5. år rykker fra 1 årsværk til 2-4 eller 5-9 årsværk, der svulmer til at udgøre henholdsvis 24 pct. og 19 pct. af alle virksomheder. Fra 5. til 10. år er virksomhederne så forsat med at hyre flere, således at kategorierne 20-49 årsværk og 50-99 årsværk stiger tydeligt.

Som årene går, finder flere af årsværkkategorierne et leje. Fra 5. til 10. år ændrer kategorierne 0 årsværk og 1 årsværk sig således ikke nævneværdigt.

Innovation og viden

Udvikling i danske videnskabelige biotek-artikler

Udviklingen af teknologi til biosolutions er tæt knyttet til forskning inden for biotek. Ved at følge udviklingen i forskningsartikler kan man derfor få et fingerpeg om, hvorvidt interessen og aktiviteten inden for biosolutions stiger eller falder.

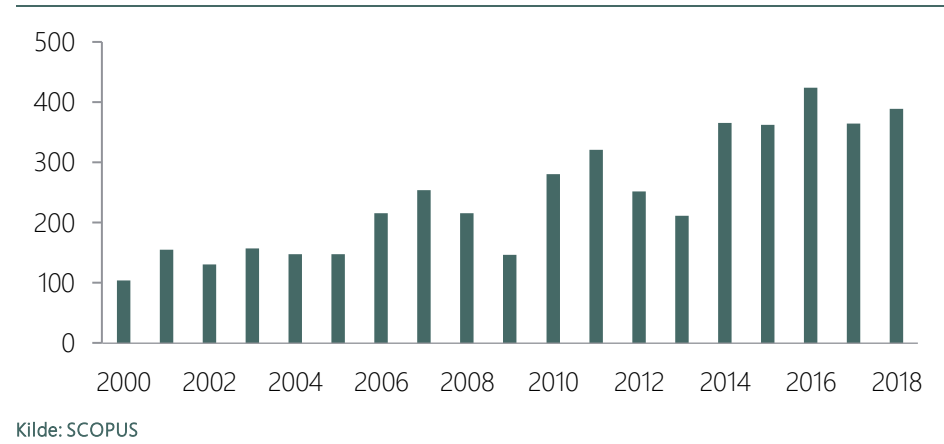
Med udgangspunkt i data om forskningsartikler fra SCOPUS er der dannet et datasæt med udgivelser inden for videnskabelige tidsskrifter fokuseret på biotek. Der bemærkes, at hele biotek indgår i opgørelsen.

Antallet af udgivelser af videnskabelige biotek-artikler med mindst en dansk forfatter har været støt stigende siden 2010. Artiklerne er her målt som artikler i dedikerede videnskabelige biotek-tidsskrifter.

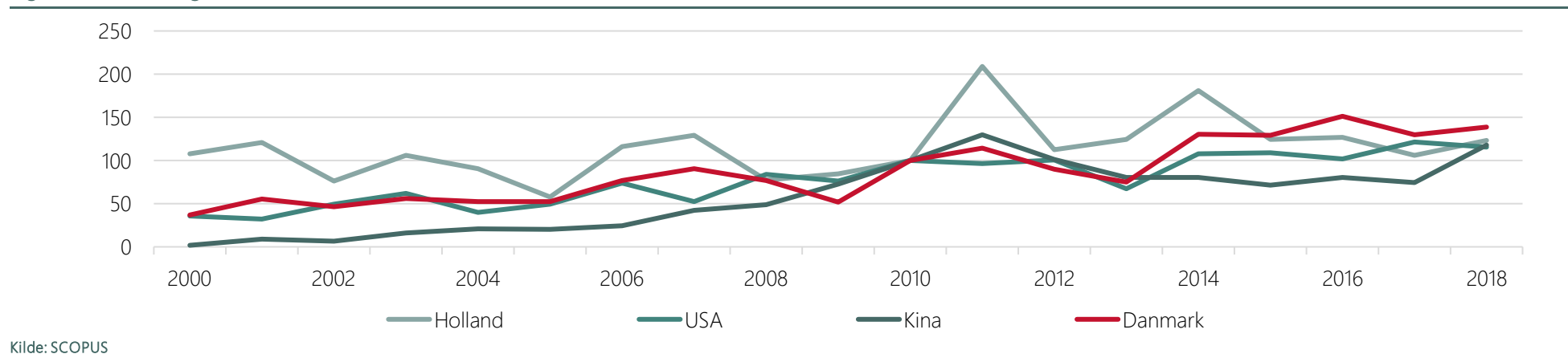
Sammenlignet med andre lande, har udviklingen i Danmark fulgt den globale trend imod flere og flere udgivelser.

Dette indikerer en støt stigende interesse for biotek – og at Danmark er en del af denne udvikling.

Figur 2.23: Udvikling i artikler i dedikerede biotek-tidsskrifter med mindst én dansk forfatter, antal artikler



Figur 2.24: Udvikling i artikler i dedikerede biotek-tidsskrifter med mindst én dansk forfatter, indeks 2010=100



Patenter i en international kontekst

Aktiviteterne inden for forskning og udviklingen relateret til patentaktiviteter inden for bioteknologi understøtter også, at Danmark har en international styrkeposition inden for bioteknologi.

Danmark er et af de udvalgte lande, som har den største andel af patenttagning inden for industriel bioteknologi. Omkring 3,3 pct. af patenterne i Danmark er således registreret inden for bioteknologi.

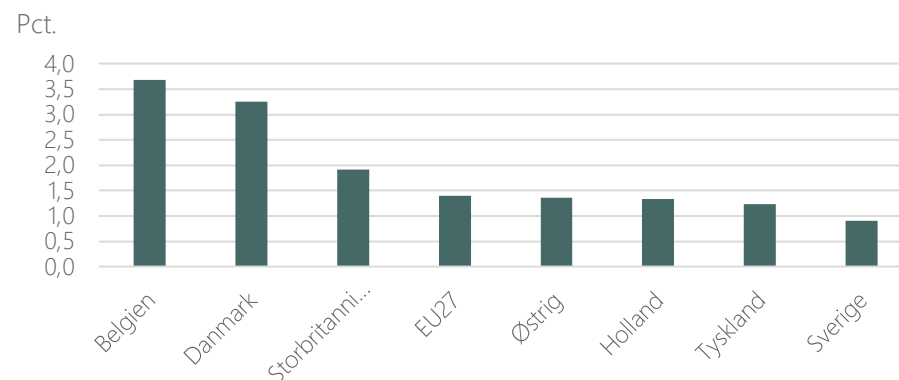
Ser man på patentspecialiseringen, så tegner der sig et billede af, at der i Danmark registreres flere patenter end vores globale markedsandel tilsiger. Det tyder på, at Danmark også i forhold til innovation og viden er relativt mere specialiseret inden for bioteknologi end sammenlignelige lande.

Bag om tallene

Den bioteknologiske patentaktivitet er afgrænset via IPC codes fra den internationale patentklassificering, der er relateret til industriel bioteknologi. Opgørelsen er defineret af EU som led i "Advanced Technologies for Industry".

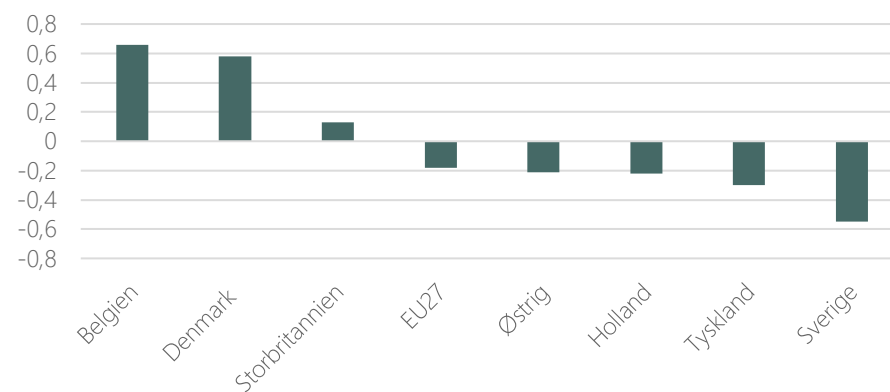
Patentspecialisering angiver et lands specialisering inden for bioteknologi. Indikatoren beregnes som andelen af bioteknologisk patenter i landets samlede patenter divideret med landets andel af bioteknologiske patenter i globale patenter. Et land med en patentspecialiseringsgrad på mere end 0 er specialiseret indenfor bioteknologi - og vise versa.

Figur 2.25: Bioteknologisk patentandel af målt i pct. af det samlede antal patenter, 2017



Kilde: EU, Advanced Technologies for Industry

Figur 2.26: Patentspecialisering indenfor bioteknologi, 2017, index



Kilde: EU, Advanced Technologies for Industry

03 Det klima- og miljømæssige fodaftryk

Sammenfatning	32
Drivhusgasudledning	33
Energiforbrug	37
Affaldsforbrug	42
Vandforbrug	46
Metode	50



Biosolutions klima- og miljøaftryk

I dette afsnit ser vi nærmere på biosolutions sektorens miljø- og klimaaftryk og sammenligner med industrien. Specifikt zoomer vi ind på sektorens direkte og indirekte drivhusgasudledninger, affalds-, vand- og energiforbrug. Det er fire indikatorer, som alle har betydning for det klima- og miljøaftryk, som sektoren sætter. Drivhusgasudledningen er vigtig for at nå klimalovens mål om 70 pct. reduktion i udledningen af drivhusgasser inden 2030. Affald er af betydning, fordi transport og deponering af affald kan øge udledningen af drivhusgasser. Forbruget af vand kan have betydning for de lokale økosystemer. Mens forbruget og sammensætningen af energi også har betydning for, hvor mange drivhusgasser sektoren udleder.



Drivhusgasudledninger

90 mio. kr.

For hver 1.000 tons CO₂-ækvivalenter biosolutions sektoren udleder, skaber den værdi for godt 90 mio. kr. Det er næsten dobbelt så meget som i industrien.

29 pct.

De direkte drivhusgasudledninger udgør ca. 29 pct. af biosolutions sektorens direkte og indirekte udledninger tilsammen. Det betyder, at de indirekte udledninger er mere end dobbelt så store som de direkte.



Affaldsforbrug

↓ 30 pct.

Fra 2011 til 2018 er affaldsforbruget i biosolutions sektoren faldet med godt 30 pct.

400.00 kr.

... så meget værdi skaber biosolutions sektoren hver gang den producerer et ton affald. Det er godt 100.00 kr. mere end i industrien.



Vandforbrug

4,5 mio.

I 2019 havde biosolutions sektoren et vandforbrug på knap 4,5 mio. m³ vand.

↑ 60 pct.

biosolutions sektoren har øget dens vandproduktivitet med godt 60 pct. fra 2010 til 2017. Denne stigning skyldes primært stigende bruttoværditilvækst samtidig med at vandforbruget ikke er steget.



Energiforbrug

55 pct.

... af biosolutions sektorens energiforbrug stammer fra el. El er en konverterbar energikilde som hovedsageligt består af vedvarende energi, hvilket gør sektorens energiforbrug relativt grønt i Danmark.

↓ 60 pct.

Energiintensiteten i biosolutions sektoren faldt med knap 60 pct. fra 1990 til 2017. Det betyder, at biosolutions skal bruge mindre energi for at skabe samme økonomiske vækst.



Hvad er drivhusgasser?

Drivhusgasser er gasser, som findes i jordens atmosfære og bidrager til drivhuseffekten ved at absorbere den infrarøde stråling fra jorden og sende den tilbage til jorden igen.

Denne analyse opgør udledningen af drivhusgasser som udledningen af kuldioxid, metan, lattergas og halocarbener.

Kuldioxid (CO_2) er den mest omtalte drivhusgas og kommer fra forbrænding af organisk materiale (fx fossile brændsler).

Metan (CH_4) dannes ved nedbrydning af organisk materiale i iltfattige miljøer. Metan slippes ud i bl.a. landbruget som følge af dyrenes fordøjelse, men der slippes også metan ud i forbindelse med behandling af affald.

Lattergas (N_2O) dannes ved nedbrydning og forbrænding af biomateriale og ved kunstgødning.

Halocarbener er menneskeskabte drivhusgasser fra industrien, som bruges til eksempelvis køleelementer. I analysen indgår halocarbenerne HFC, PFC og SF_6 .

Hver drivhusgas har en forskellig effekt på klimaet. For at kunne sammenligne dem omregnes hver drivhusgas til CO_2 -ækvivalenter (forkortet CO_2e). Fx er effekten af metan på klimaet 28 gange så stor som effekten af CO_2 , og derfor svarer udledningen af 1 ton metan til 28 tons CO_2e .

Kilde: Energistyrelsen, Fakta om drivhusgasser (2020) [\[link\]](#)

Afkobling mellem BVT og drivhusgasudledning i biosolutions sektoren

70-PROCENTSMÅLSÆTNING OG REDUKTION I DRIVHUSGAS-UDLEDNINGEN

I juni 2020 fik Danmark en ny klimalov, som lovfæster målet om 70-procent-reduktion i udledningen af drivhusgasser og sikrer, at Danmark arbejder mod klimaneutralitet i 2050. For at opnå 70-procents-målsætningen er det nødvendigt, at alle sektorer i dansk økonomi bidrager til den grønne omstilling ved at reducere deres udledning af drivhusgasser.

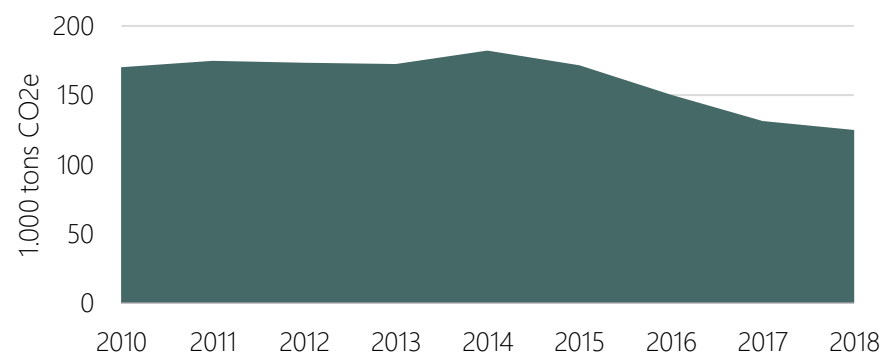
Figur 3.1 viser udviklingen i biosolutions sektorens egen udledning af drivhusgasser også kaldet den direkte udledning af drivhusgasser. Biosolutions sektorens udledning af drivhusgasser er faldet fra 170.000 tons CO₂e i 2010 til 125.000 tons CO₂e i 2018 og sektoren har således reduceret deres udledning af drivhusgasser med 27 pct. på otte år. Der er især sket et fald i udledningen drivhusgasser fra 2014-2018.

BIOSOLUTIONS SEKTOREN HAR OPLEVET GRØN VÆKST

Det er vigtigt, at den grønne omstilling kan foregå uden et økonomisk tab, således at en lavere udledning af drivhusgasser ikke skyldes mindre økonomisk vækst. Derfor ser figur 3.2 nærmere på udviklingen i biosolutions sektorens bruttoværditilvækst (BVT) og sektorens udledning af drivhusgasser og sammenligner med industrien.

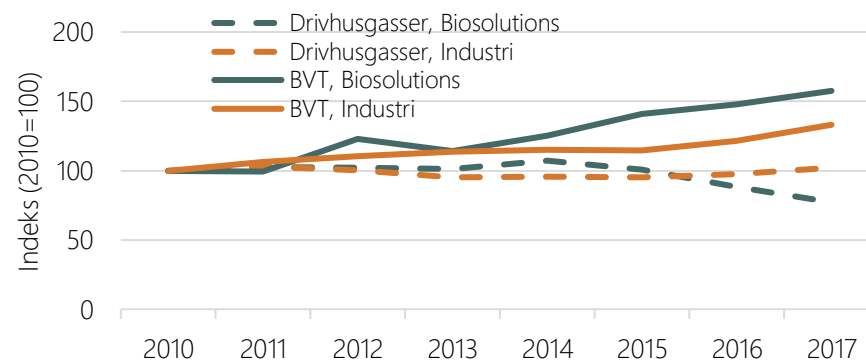
Heraf fremgår det, at biosolutions sektorens BVT er steget med mere end 50 pct. i perioden 2010-2017, mens sektoren har reduceret deres udledning af drivhusgasser i samme periode. Biosolutions sektoren har således formået at skabe grøn vækst, da der har været et fald i udledningen af drivhusgasser samtidig med at sektorens BVT er steget. Til sammenligning har industrien også oplevet grøn vækst, men BVT er steget relativt mindre og udledningen af drivhusgasser er tæt på samme niveau som i 2010.

Figur 3.1: Samlet drivhusgasudledning i biosolution, absolut, 2010-2018



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Drivhusgasser omfatter CO₂, CH₄, N₂O og halocarbener. CH₄ og N₂O er omregnet til CO₂e ved brug af standardfaktorer fra IPCC (se bilag).
Kilde: statistikbanken, tabel EMM1MU1

Figur 3.2: Udvikling i BVT sammenholdt med udledning af drivhusgasser, indeks, 2010-2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt 2010-kædede værdier.
Kilde: NAB117, NAB19, EMM1MU1

Den direkte drivhusgasudledning i biosolutions sektoren fylder ligeså meget som i industrien

BIOSOLUTIONS SEKTORENS INDIREKTE DRIVHUSGASUDLEDNING ER IKKE STOR SAMMENLIGNET MED INDUSTRIEN

Direkte og indirekte udledninger
 Når en branche producerer en vare vil den udlede en række drivhusgasser. Det kan fx være produktionen af brød som kræver energi til opvarmning af en ovn. Den udledning af drivhusgasser, som branchen selv skaber, kaldes **direkte udledning**.

Samtidig vil branchens forbrug lede til efterspørgsel og dermed udledning af drivhusgasser i andre brancher. Produktionen af brød kræver fx mel fra landbruget. Landbruget udleder en række drivhusgasser ifm. med produktionen af melet. Disse udledninger betegnes som den **indirekte udledning** af drivhusgasser produktionen af brød skaber.

Når vi vil belyse biosolutions sektorens CO₂-aftryk er det ikke kun relevant at se på sektorens direkte drivhusgasudledninger, men også de drivhusgasudledninger som sektoren indirekte skaber gennem dens efterspørgsel i andre brancher.

Figur 3.3 viser, at biosolutions sektorens direkte drivhusgasudledninger udgør ca. 29 pct. af sektorens samlede direkte og indirekte drivhusgasudledninger. Således er de indirekte drivhusgasudledninger mere end dobbelt så store som de direkte drivhusgasudledninger. Dette billede adskiller sig ikke fra industrien, hvor de

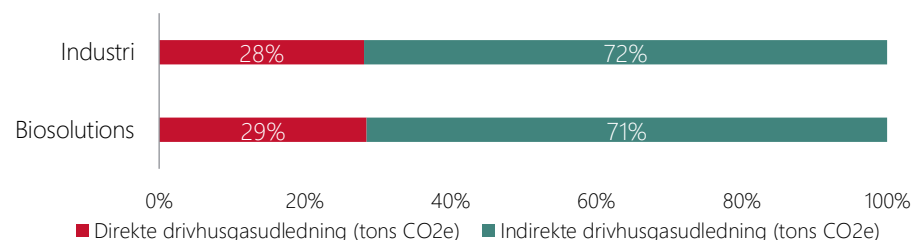
direkte drivhusgasudledninger udgør ca. 28 pct. biosolutions sektorens relative indirekte udledning af drivhusgasser er sammenlignelig med den for industrien.

Det indikerer, at selvom biosolutions sektoren har en relativt lav drivhusgasudledning, er der altså ikke tegn på at det skyldes en relativt høj udledning hos dens underleverandører.

SAMMENLIGNING MED UNDERINDUSTRIER

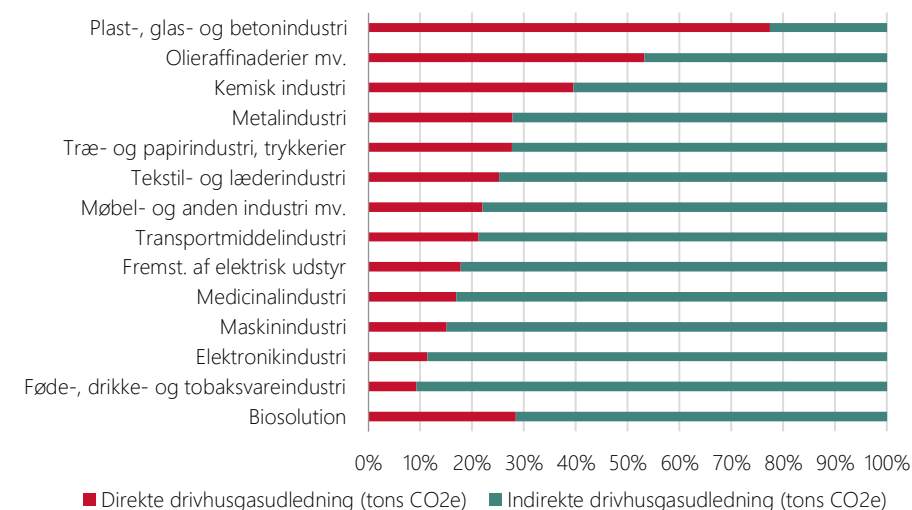
I figur 3.4 opdeles industrien yderligere og biosolutions sektoren sammenlignes med underbrancher i industrien. Heraf fremgår det, at biosolutions sektorens relative direkte udledning af drivhusgasser er lavere end i plast-, glas- og betonindustri, olieraffinaderier og kemisk industri. Det kan skyldes, at det er industrier med en produktionsstruktur, der gør at de har en høj direkte udledning af drivhusgasser.

Figur 3.3: Fordeling af direkte og indirekte drivhusgasudledning, 2017



Anm.: biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
 Kilde: Statistikbanken, tabel EMM1MU1

Figur 3.4: Fordeling af direkte og indirekte drivhusgasudledning, 2017



Anm.: biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
 Kilde: Statistikbanken, tabel EMM1MU1, NABP36, NABP117 og NIO1

Både den direkte og indirekte CO₂-produktivitet er højere i biosolutions sektoren end i industrien

HØJERE CO₂-PRODUKTIVITET I BIOSOLUTIONS SEKTOREN

CO₂-produktiviteten er et mål for, hvor god en branche er til at skabe værdi, ift. den mængde drivhusgasser den udleder. CO₂-produktiviteten måles som bruttoværditilvækst divideret med de samlede drivhusgasudledninger målt i CO₂-ækvivalenter. En højere CO₂-produktivitet betyder således, at det er muligt at skabe mere økonomisk vækst ved samme absolutte niveau for udledning af drivhusgasser, eller at man kan udlede færre drivhusgasser for det samme niveau af økonomisk vækst.

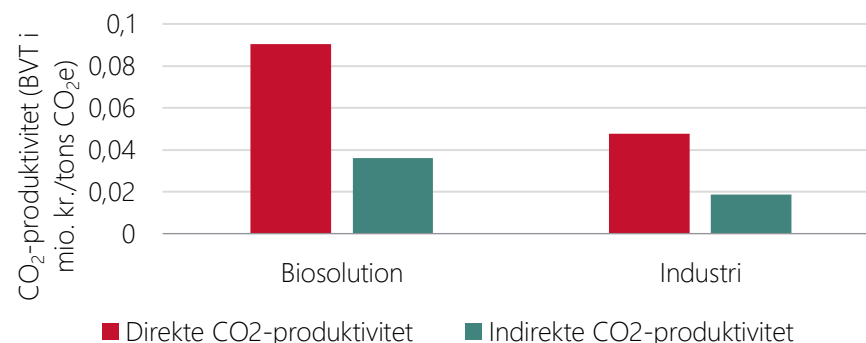
I 2017 var den direkte CO₂-produktivitet for biosolutions godt 0,09 mens den indirekte CO₂-produktivitet var knap 0,04, jf. figur 3.5. Det betyder, at hver gang biosolutions sektoren udledte ét ton CO₂-ækvivalenter skabte den værdi for 0,09 mio. kr. Mens den skabte værdi for knap 0,04 mio. kr. hver gang dens underleverandører udledte ét ton CO₂-ækvivalenter.

Både den direkte og indirekte CO₂-produktivitet i biosolutions sektoren var i 2017 næsten dobbelt så stor som i industrien. Biosolutions sektoren var således i stand til at skabe mere økonomisk vækst for den samme mængde drivhusgasudledninger end den gennemsnitlige virksomhed i industrien.

STØRRE CO₂-PRODUKTIVITETSSTIGNINGER I BIOSOLUTIONS

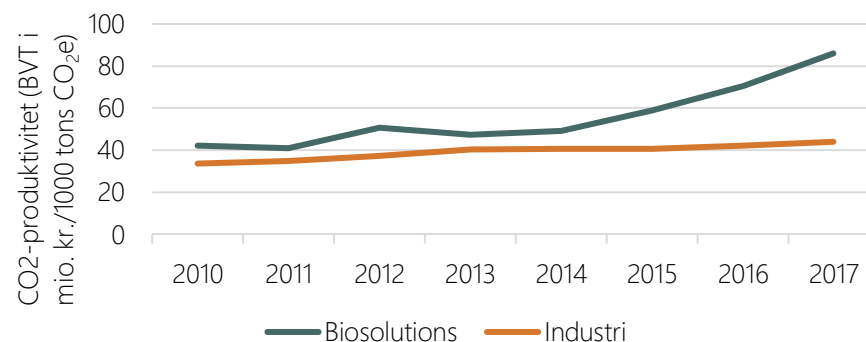
Biosolutions sektoren har i perioden 2010-2017 oplevet en stigning i CO₂-produktiviteten, således at den i 2017 var dobbelt så stor som i 2010. Stigningen skyldes lavere CO₂-udledninger og stigende BVT. CO₂-produktivtetsstigningen i biosolutions sektoren har været større end i industrien, både absolut og relativt, jf. figur 3.6. Biosolutions sektoren har særligt oplevet en stor CO₂-produktivtetsstigning fra 2014-2017.

Figur 3.5: Direkte og indirekte CO₂-produktivitet, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
Kilde: statistikbanken, egne beregninger på baggrund af tabel EMM1MU1, NABP117, NABP19 og NIO1

Figur 3.6: Udvikling i direkte CO₂-produktivitet for biosolutions sektoren og industrien, 1990-2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt 2010-kædede priser.
Kilde: NABP117, NABP19, EMM1MU1

Energiforbrug

Energiforbruget i biosolutions sektoren er faldet

ENERGIFORBRUGET ER FALDET

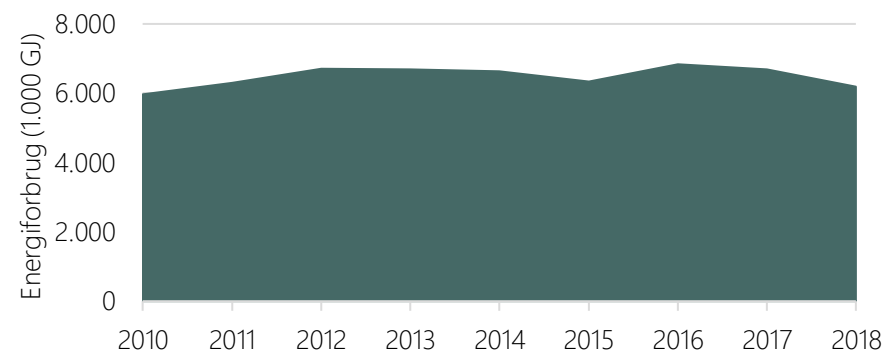
Et højere energiforbrug er med til at øge udledningen af CO₂. Hvor meget CO₂, der udledes afhænger af energisammensætningen, og derfor undersøger vi i dette afsnit biosolutions sektorens energiforbrug og –sammensætning.

I 2018 var energiforbruget i biosolutions sektoren knap 6,2 mio. GJ, hvilket er et fald på godt 0,2 mio. GJ siden 2010. Biosolutions sektoren har således øget sit energiforbrug i perioden 2010-2018 med knap 4 pct. Denne stigning skyldes delvist, at sektorens energiforbrug var relativt lavt i 2010 set historisk.

Det højere energiforbrug kan skyldes, at sektorens produktion er steget, eller at sektoren er blevet mere energiintensiv og således skal anvende mere energi til den samme produktion. Men da der er tale om en mindre relativ stigning, kan det også skyldes årlige udsving i energiforbruget.

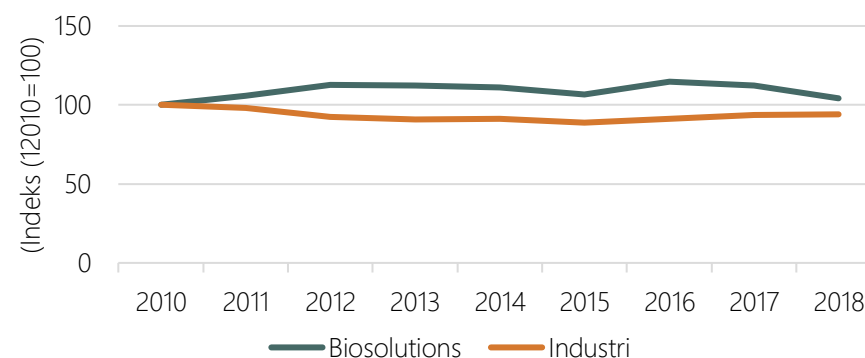
Energiforbruget er til gengæld faldet i industrien. I perioden 2010-2018 er energiforbruget i industrien faldet med knap 6 pct. En forklaring på at industrien har været i stand til at sænke dens energiforbrug kan være, at der traditionelt er mere energitunge virksomheder i denne branche, som har haft et større potentiale for at reducere deres energiforbrug. Det kan også skyldes, at biosolutions sektoren har haft større produktionsfremgang, hvorfor energiforbruget alt andet lige vil falde mindre/stige mere.

Figur 3.7: Absolut energiforbrug i biosolutions sektoren, 1990-2018



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C.
Kilde: Statistikbanken, tabel ENE2MU1

Figur 3.8: Udvikling i energiforbrug, indeks, 1990-2018



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C.
Kilde: Statistikbanken, tabel ENE2MU1

Energiforbruget i biosolutions udgøres hovedsageligt af el

BIOSOLUTIONS SEKTORENS ENERGISAMMENSÆTNING ER GRØN

Energisammensætningen har betydning for, hvor meget CO₂ der udledes. Fossile brændsler som olie, gas og kul forårsager udledning af CO₂ og er energikilder, som ikke er fornybare. Derimod er vedvarende energi i højere grad CO₂-neutrale. Det er altså ønskværdigt med en stor andel vedvarende energi for at mindske forbruget af CO₂.

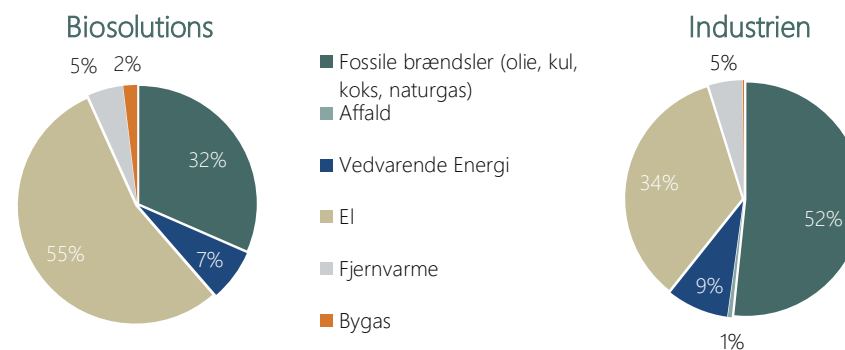
I 2017 udgjorde el over halvdelen af biosolutions sektorens energiforbrug, mens den næststørste energikilde var fossile brændsler, som udgjorde lidt under en tredjedel, jf. figur 3.9. El er sammen med fjernvarme og bygas konverterbare energikilder, som består af både vedvarende og ikke vedvarende energi. For el gælder det, at omkring 70 pct. udgøres af CO₂-frie energikilder som vind, solceller og biomasse. Det betyder, at biosolutions sektorens energisammensætning er rimelig grøn.

Til sammenligning udgør fossile brændsler lidt over halvdelen af energiforbruget i industrien, mens el udgør lidt over en tredjedel.

STIGENDE ANDEL AF VEDVARENDE ENERGI

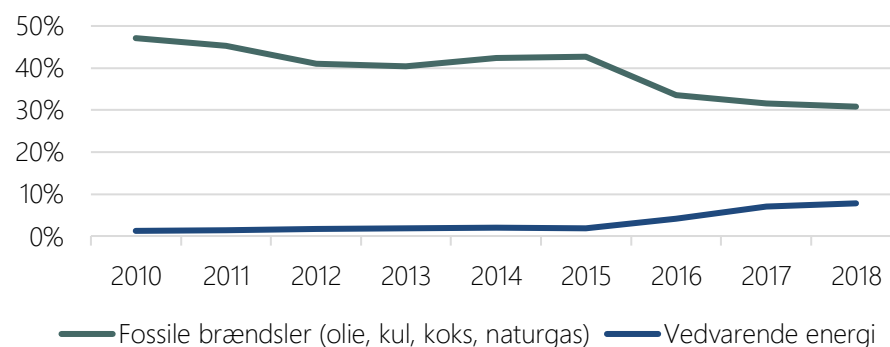
Biosolutions sektoren har derudover øget sin andel af vedvarende energi i perioden 2010-2018, således at knap 8 pct. af sektorens energiforbrug stammede direkte fra vedvarende energi i 2018, hvilket er en stigning på godt 6 pct. point siden 2010. Samtidig udgør fossile brændsler en faldende andel af sektorens energiforbrug. I 2010 udgjorde fossile brændsler godt 47 pct. af sektorens energiforbrug, mens det i 2018 udgjorde knap 31 pct.

Figur 3.9: Fordeling af energiforbrug, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C.
Kilde: Statistikbanken, tabel ENE2MU1

Figur 3.10: Udvikling i hhv. fossile brændsler og vedvarende energis andel af biosolutions sektorens energiforbrug, 1990-2018



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset til jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C.
Kilde: Statistikbanken, tabel ENE2MU1

Det direkte energiforbrug udgør en større andel i biosolutions end i industrien

DET INDIREKTE ENERGIFORBRUG ER ET UDTRYK FOR DET ENERGIFORBRUG, DER SKABES I ANDRE BRANCHER

Biosolutions sektoren forbruger energi i dens produktion – det kalder vi det direkte energiforbrug. Men den har også et indirekte energiforbrug, som opstår fordi den efterspørger varer og produktionsinputs fra andre brancher, som anvender energi i deres produktion.

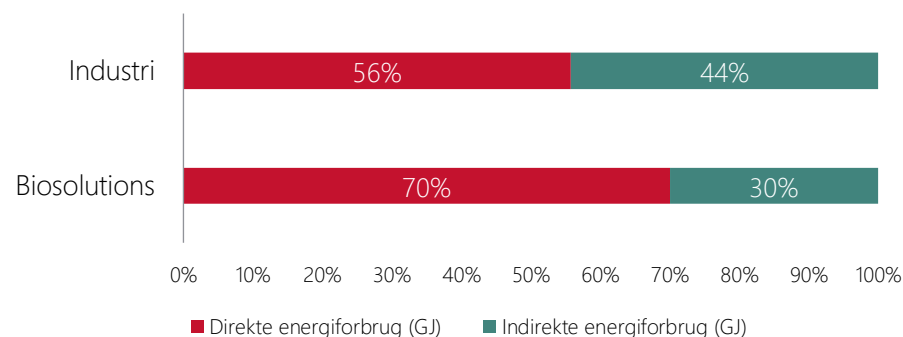
Figur 3.11 og 3.12 viser, hvor meget det direkte og indirekte energiforbrug i biosolutions sektoren udgør af det samlede energiforbrug (direkte og indirekte) og sammenligner med hhv. industrien i alt og dens underbrancher.

70 PCT. AF BIOSOLUTIONS SEKTOREN ENERGIFORBRUG ER DIREKTE

I 2017 udgjorde det indirekte energiforbrug 30 pct. af sektorens direkte og indirekte energiforbrug, jf. figur 3.11. Det indirekte energiforbrug er således mindre end halvdelen af sektorens direkte energiforbrug. Til sammenligning udgør det indirekte energiforbrug i industrien ca. 44 pct. Den relativt lave andel af det indirekte energiforbrug i biosolutions sektoren indikerer, at dens produktion kræver relativt meget energi ift. den energi, der forbruges af dens underleverandører.

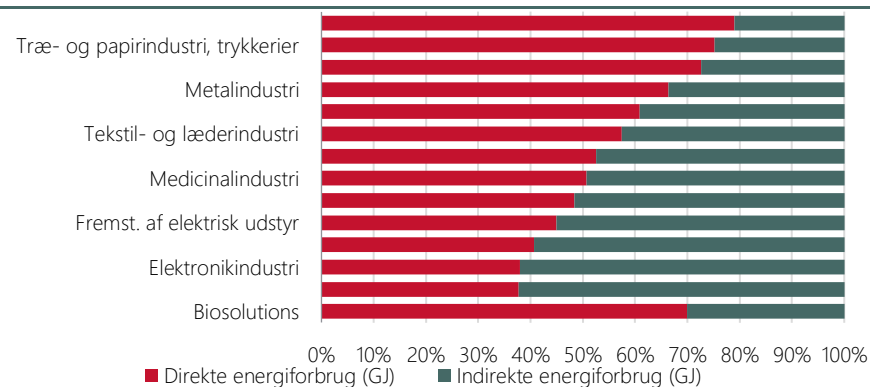
Hvis vi dykker ned i de underbrancher, som befinder sig i industrien, ser vi at biosolutions sektorens andel af det direkte energiforbrug kun er lavere end andelen af det direkte energiforbrug i brancherne i plast-, glas- og betonindustri samt træ- og papirindustri, jf. figur 3.12.

Figur 3.11: Fordeling af direkte og indirekte vandforbrug i biosolutions sektoren og industrien, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
Kilde: Statistikbanken, tabel ENE2MU1

Figur 3.12: Fordeling af direkte og indirekte vandforbrug i biosolutions sektoren og industrien, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Der er anvendt løbende priser.
Kilde: Statistikbanken, tabel ENE2MU1, NABP36, NABP117, NIO1 og egne beregninger.

Energiintensiteten i biosolutions er mere end halveret men er højere end i industrien

BIOSOLUTIONS SEKTORENS ENERGIINTENSITET ER HØJERE END I INDUSTRIEN

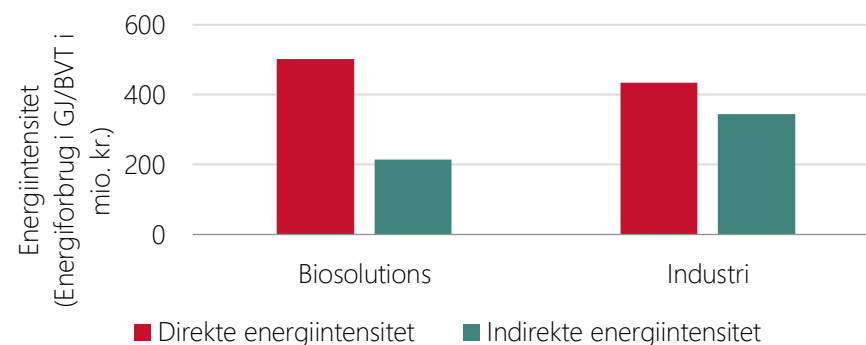
Energiintensitet er et udtryk for, hvor meget energi der forbruges ift. den økonomiske værdi, der skabes, og beregnes som energiforbrug divideret med bruttoværditilvæksten. Det er således ønskværdigt med en lavere energiintensitet, da det betyder, at der skal bruges mindre energi hver gang, der skabes værditilvækst.

I 2017 var energiintensiteten i biosolutions sektoren på godt 500, hvilket betyder at for hver én mio. kr. sektoren skabte af værdi brugte den energi for 500 GJ. Til sammenligning var energiintensiteten i industrien godt 430. Biosolutions sektoren anvender således mere energi til at skabe samme værdi sammenlignet med industrien. Dog så vi tidligere, at deres energisammensætning er mere grøn end industriens.

BIOSOLUTIONS SEKTORENS ENERGIINTENSITET ER FALDET

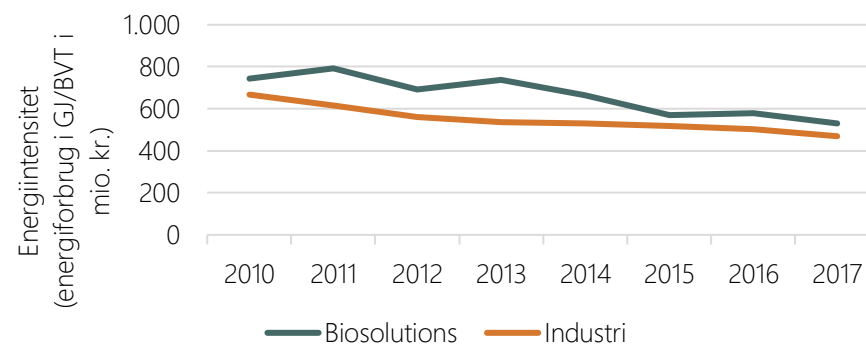
Biosolutions sektorens energiintensitet er faldet med knap 33 pct. fra 2010 til 2017, mens energiintensiteten i industrien er faldet med knap 30 pct. i samme periode. Således er energiintensiteten i biosolutions faldet både absolut og relativt mere end i industrien.

Figur 3.13: Direkte og indirekte energiintensitet i biosolutions sektoren og industrien, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
Kilde: Statistikbanken, tabel ENE2MU1

Figur 3.14: Udvikling i direkte og indirekte energiintensitet i biosolutions sektoren og Industrien, indeks, 1990-2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt 2010-kædede priser.
Kilde: Statistikbanken, tabel ENE2MU1

Affaldsforbrug

Biosolutions har mindsket affaldsforbruget

I 2018 blev der produceret 2,2 ton affald pr. indbygger i Danmark.¹ Noget af dette affald kan anvendes som en ressource ved fx at omdanne energien fra affald til varme eller elektricitet, og noget affald kan genanvendes og derigennem reducere behovet for at producere nye materialer.

Men ikke alt affald bliver genanvendt. Ifølge Miljøstyrelsen blev 3,2 pct. af det samlede affald i Danmark i 2019 deponeret og 25,2 pct. blev forbrændt.² Deponering af bl.a. bionedbrydeligt affald kan øge udledningen af drivhusgasser, da der frigives metan i processen. Derudover skal affald transporteres og behandles, og i denne proces frigives kuldioxid. Dårlig affaldshåndtering kan bidrage til klimaændringer, luftforureninger og påvirke økosystemer direkte.³

EU's affaldsrammedirektiv sigter derfor mod at medlemslandene skal forebygge skabelsen af affald samt genanvende affald som en ressource og sende mindst mulig affald til deponering. Dette afsnit omhandler produktion af affald.

LAVERE AFFALDSFORBRUG I BIOSOLUTIONS OG INDUSTRIEN

I 2018 producerede biosolutions sektoren godt 30.000 ton affald, hvilket er ca. 30 pct. mindre end i 2011, hvor der blev produceret godt 45.000 tons affald, jf. figur 3.15. Fra 2011-2013 faldt biosolutions sektorens produktion af affald med ca. 70 pct. Dog er sektorens forbrug af affald steget fra 2013 til 2018, men mængden af affald ligger i 2018 stadig under niveauet i 2011. I perioden 2011-2018 er der sket et tilsvarende fald i industriens affaldsforbrug, jf. figur 3.16.

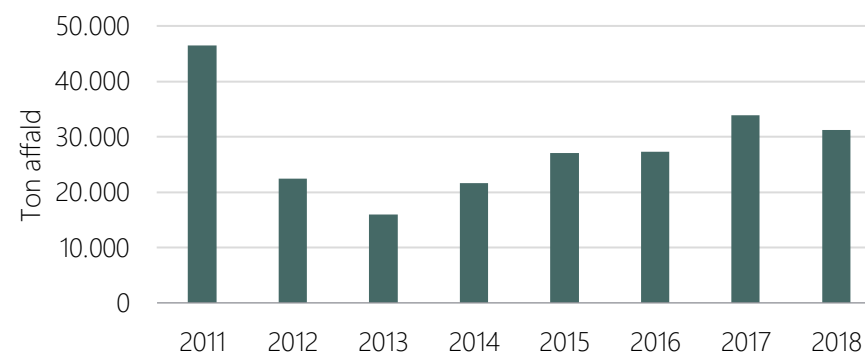
Det lavere affaldsforbrug kan skyldes, at sektoren producerer mindre eller er blevet bedre til at genanvende ressourcer og derfor har et mindsket behov for at anvende/producere nye materialer og derigennem mindsker dens affaldsforbrug.

¹ Egne beregninger på baggrund af statistikbanken tabel AFFALD og FOLK3. Der er taget udgangspunkt i brancher og virksomheders produktion af affald ekskl. jord.

² Miljøstyrelsen: Rapport (mst.dk)

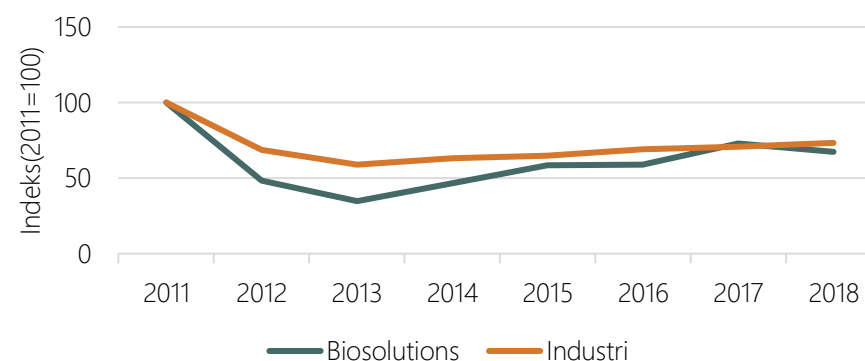
³ Det Europæiske miljøagentur (Affald: problem eller ressource? — Det Europæiske Miljøagentur (europa.eu))

Figur 3.15: Absolut affaldsforbrug i biosolutions, 2011-2018



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag.
Kilde: Statistikbanken, tabel AFF1MU1

Figur 3.16: Udvikling i affaldsforbrug, indeks, 2011-2018



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C.
Kilde: Statistikbanken, tabel AFF1MU1

Det direkte affaldsforbrug i biosolutions fylder ligeså meget som i industrien

BIOSOLUTIONS SEKTORENS INDIREKTE AFFALDSFORBRUG HAR SAMME RELATIVE STØRRELSE SOM I INDUSTRIEN

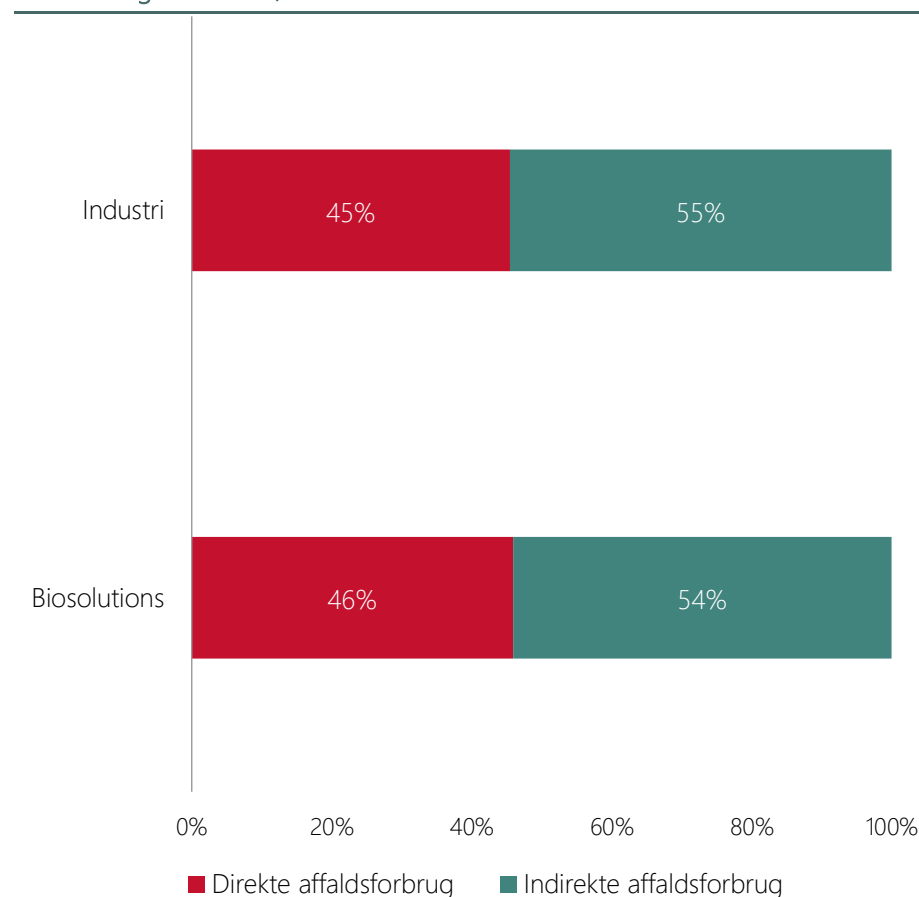
Når vi gerne vil belyse biosolutions sektorens miljø- og klimaaftryk er det ikke kun relevant at se på det direkte affaldsforbrug, mens også det affald, som sektoren indirekte producerer gennem dens efterspørgsel i andre brancher.

Figur 3.15 og 3.16 viser, hvor meget det direkte og indirekte affaldsforbrug i biosolutions sektoren udgør hver især og sammenligner med hhv. industrien i alt og dens underbrancher. En høj andel af det indirekte affaldsforbrug kan være et udtryk for, at sektoren indirekte skaber et stort affaldsforbrug gennem dens underleverandører. Men det kan også skyldes, at sektorens direkte forbrug ikke er særligt stor, hvorfor det indirekte forbrug nødvendigvis vil fylde mere.

Biosolutions' indirekte affaldsforbrug udgør ca. 54 pct. af dets direkte og indirekte affaldsforbrug tilsammen. Således er sektorens indirekte affaldsforbrug kun en smule større end sektorens eget affaldsforbrug. Dette er sammenligneligt med industrien generelt, jf. figur 3.17.

Det er således ikke tegn på, at biosolutions sektoren har et relativt højt indirekte affaldsforbrug.

Figur 3:17: Fordeling af direkte og indirekte affaldsproduktion i biosolutions sektoren og industrien, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
 Kilde: AFF1MU1, NAB117, NABP19, NIO1 og egne beregninger på baggrund heraf.

Affaldsproduktiviteten er højere i biosolutions sektoren og er steget mere

BEGREBET AFFALDSPRODUKTIVITET

Affaldsproduktiviteten er et mål for, hvor god en branche eller sektor er til at skabe værdi relativt til den mængde affald, som branchen producerer og derigennem belaster miljø og klima med (antaget at affaldet ikke genanvendes). Affaldsproduktiviteten måles som bruttoværditilvæksten divideret med affaldsproduktionen (i ton). En højere affaldsproduktivitet indikerer således, at det er muligt at skabe mere økonomisk vækst uden at producere mere affald.

BIOSOLUTIONS HAR BÅDE EN HØJERE DIREKTE OG INDIREKTE AFFALDSPRODUKTIVITET

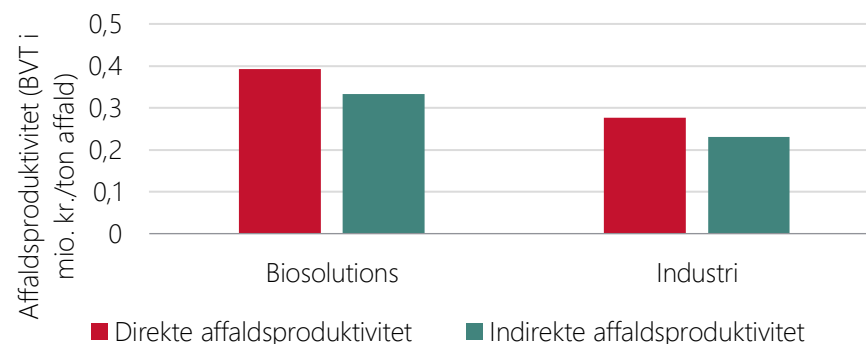
Figur 3.18 sammenligner den direkte og indirekte affaldsproduktivitet i biosolutions sektoren med industrien generelt. I 2017 var den direkte affaldsproduktivitet for biosolutions sektoren 0,4, hvilket betyder at hver gang biosolutions sektoren producerede ét ton affald skabte den værdi svarende til 0,4 mio. kr. Til sammenligning var den direkte affaldsproduktivitet i industrien knap 0,3. Den direkte affaldsproduktivitet i biosolutions sektoren var således ca. 40 pct. større end i industrien.

Ligeledes var den indirekte affaldsproduktivitet større end i industrien. Det betyder samlet, at biosolutions sektoren er bedre til at skabe værdi for den mængde affald sektoren producerer – både direkte og indirekte.

STIGENDE DIREKTE AFFALDSPRODUKTIVITET

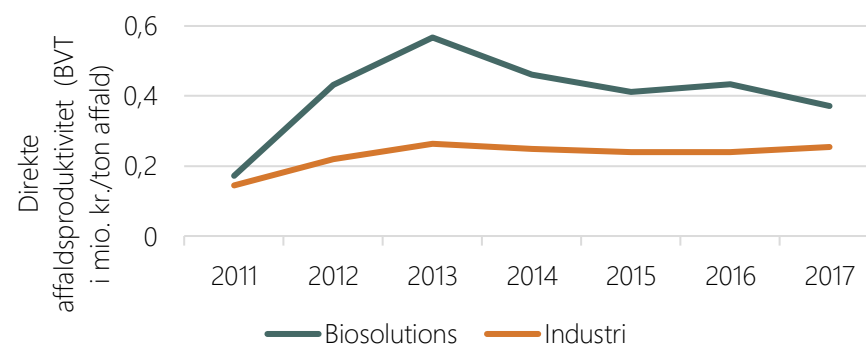
Fra 2011 til 2017 er den direkte affaldsproduktivitet i biosolutions sektoren steget fra 0,17 til ca. 0,37, jf. figur 3.19. Affaldsproduktiviteten er således mere end fordoblet i denne periode, hvilket betyder at biosolutions skaber mere end dobbelt så meget bruttoværditilvækst pr. ton affald den producerede i 2017 sammenlignet med 2011. Affaldsproduktiviteten er også steget mere i biosolutions sektoren end i industrien generelt i perioden 2011-2017.

Figur 3.18: Direkte og indirekte affaldsproduktivitet, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
Kilde: Tabel AFF1MU1, NAB117, NAB19, NIO1 og egne beregninger på baggrund heraf

Figur 3.19: Udvikling i direkte affaldsproduktivitet, indeks, 2011-2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt 2010-kædede priser.
Kilde: Tabel AFF1MU1, NAB117, NAB19 og egne beregninger på baggrund heraf

Vandforbrug

Ingen klar tendens til at det direkte vandforbrug er steget eller faldet

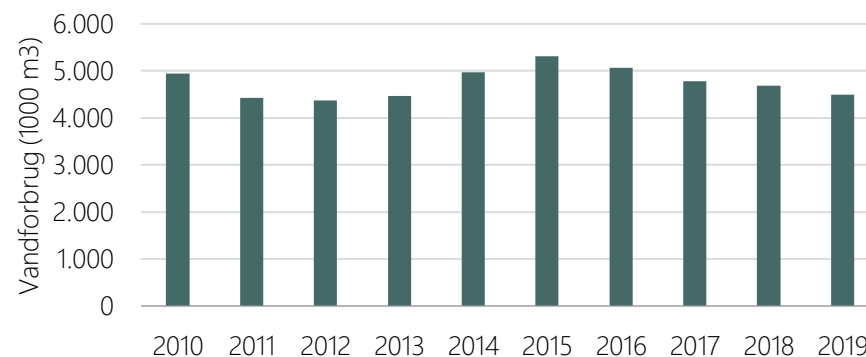
DET DIREKTE VANDFORBRUG ER UÆNDRET FRA 2010-2019

I industrien indgår vand i produktions- og forarbejdningsprocesser, hvor det fx bruges til køling, damp og rengøring mm.¹

I 2019 var vandforbruget i biosolutions sektoren på knap 4,5 mio. kubikmeter vand, hvilket er tæt på niveauet i 2010, jf. figur 3.20. Vandforbruget i biosolutions sektoren er således hverken steget eller faldet i perioden 2010-2019 til trods for en stigende bruttoværditilvækst. At vandforbruget ikke er faldet i perioden kan fx skyldes at sektoren har øget sin produktion.

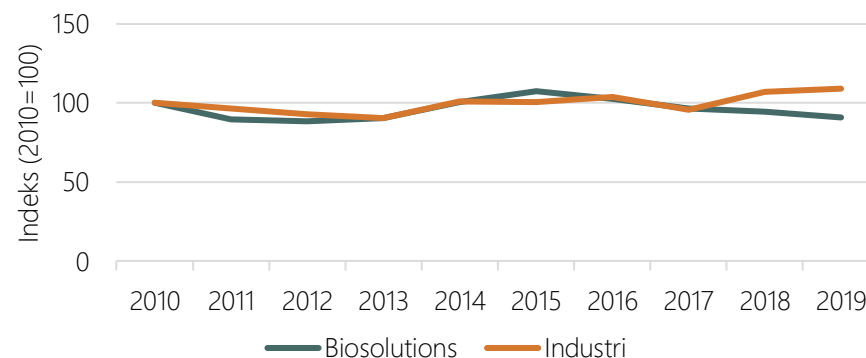
Ligeledes gælder det for industrien generelt, at der ikke er nogen tendens til, at vandforbruget er hverken stigende eller faldende i perioden 2010-2019, jf. figur 3.21.

Figur 3.20: Absolut vandforbrug i "Biotek", 2010-2019



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C.
Kilde: Statistikbanken, tabel VAND2MU1

Figur 3.21: Udvikling i vandforbrug, indeks, 2010-2019



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C.
Kilde: Statistikbanken, tabel VAND2MU1

¹ Fakta om vandforbrug i Danmark | Vandets Vej

Det direkte vandforbrug er relativt større i biosolutions sammenlignet med industrien

DET INDIREKTE VANDFORBRUG ER ET UDTRYK FOR DET VANDFORBRUG, DER SKABES I ANDRE BRANCHER

Når vi vil belyse biosolutions sektorens miljø- og klimaaftryk, er det ikke kun relevant at se på sektorens direkte vandforbrug, mens også det vand som sektoren indirekte forbruger gennem dens efterspørgsel i andre brancher.

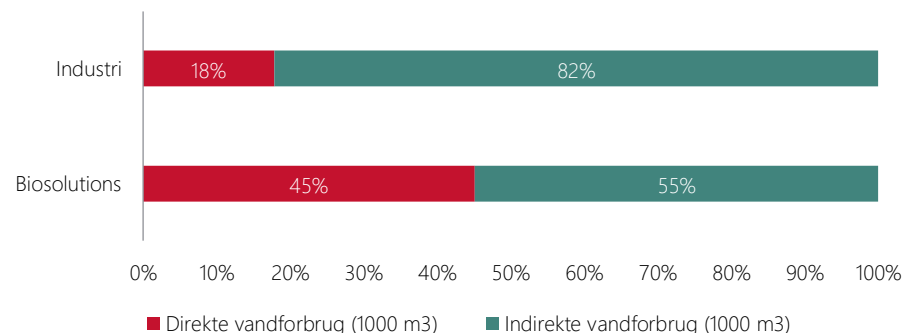
Figur 3.22 og 3.23 viser, hvor meget det direkte og indirekte vandforbrug i biosolutions sektoren udgør af det samlede vandforbrug (direkte og indirekte) og sammenligner med hhv. industrien i alt og dens underbrancher. En høj andel af det indirekte vandforbrug kan være et udtryk for, at sektoren indirekte skaber et stort vandforbrug gennem sine underleverandører. Men det kan også skyldes, at sektorens direkte forbrug ikke er særligt stor, hvorfor det indirekte forbrug nødvendigvis vil fylde mere.

55 PCT. AF BIOSOLUTIONS SEKTOREN VANDFORBRUG ER INDIREKTE

Biosolutions sektorens indirekte vandforbrug udgør ca. 55 pct. af sektorens direkte og indirekte vandforbrug tilsammen, jf. figur 3.22. Således er sektorens indirekte vandforbrug en smule større end dens direkte vandforbrug. Til sammenligning er det indirekte vandforbrug i industrien generelt næsten fire gange så stort som det direkte vandforbrug.

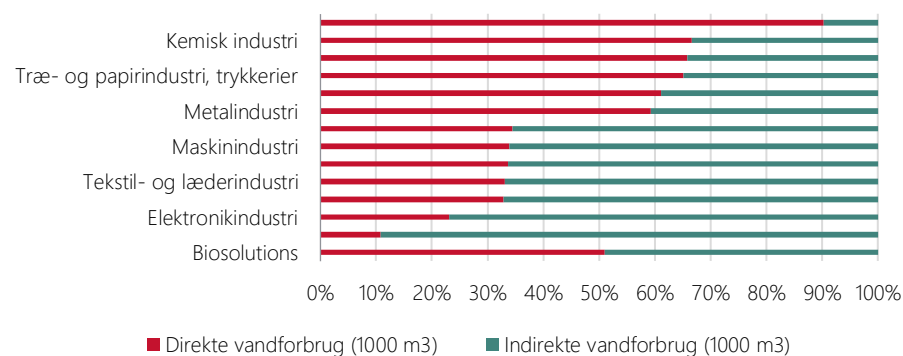
Hvis vi dykker ned i de underbrancher, som befinder sig i industrien, ser vi at biosolutions sektorens sammensætning af direkte og indirekte vandforbrug minder mest om metalindustrien, jf. figur 3.23.

Figur 3.22: Fordeling af direkte og indirekte vandforbrug i biosolutions sektoren og industrien, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
Kilde: Tabel VAND2MU1, NAB117, NAB19, NIO1 og egne beregninger på baggrund heraf

Figur 3.23: Fordeling af direkte og indirekte vandforbrug i biosolutions sektoren og industrien, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Der er anvendt løbende priser.
Kilde: Tabel VAND2MU1, NAB117, NAB36, NIO1 og egne beregninger på baggrund heraf

Den direkte vandproduktivitet er lavere i biosolutions sektoren, men er steget

VANDPRODUKTIVITETEN ER LAVERE I BIOSOLUTIONS

SAMMENLIGNET MED INDUSTRIEN

Vandproduktiviteten er et mål for, hvor meget vand der bruges ift. den økonomiske værdi der skabes, og den måles som bruttoværditilvækst divideret med vandforbruget. Vandproduktiviteten fortæller således, hvor god en branche eller sektor er til at udnytte vand og skabe værdi. En højere vandproduktivitet betyder, at det er muligt at skabe mere økonomisk vækst for samme vandforbrug.

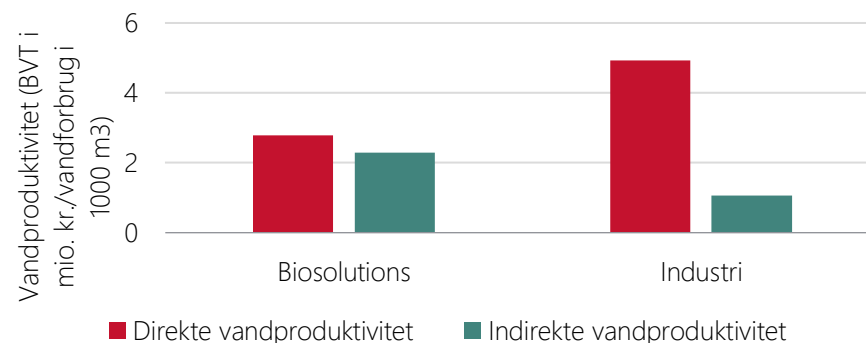
I 2017 var den direkte vandproduktivitet for biosolutions sektoren knap 2,8, mens den indirekte vandproduktivitet var knap 2,3, jf. figur 3.24. Det betyder, at for hver 1.000 kubikmeter vand som sektoren brugte, blev der skabt en værdi af 2,8 mio. kr. i biosolutions sektoren, og for hver gang sektorens underleverandører brugte 1.000 kubikmeter vand skabte biosolutions sektoren værdi for 2,3 mio. kr.

Den direkte vandproduktivitet i industrien var godt 4,9, hvilket er ca. 75 pct. større end i biosolutions sektoren. Biosolutions sektoren er således dårligere end industrien til at skabe værdi per enhed vand, som sektoren forbruger. Til gengæld var den indirekte vandproduktivitet i industrien ca. halvt så lav som i biosolutions sektoren.

BIOSOLUTIONS SEKTOREN HAR ØGET DERES VANDPRODUKTIVITET

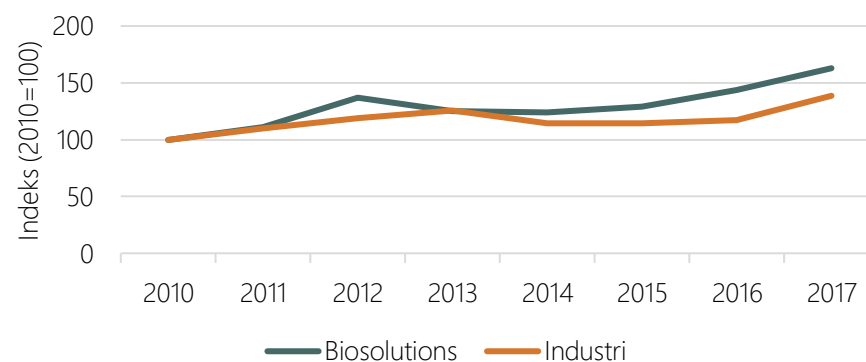
I perioden 2010-2017 er vandproduktiviteten i biosolutions sektoren forøget med godt 60 pct, jf. figur 3.25 og sektoren er således blevet bedre til at udnytte det vand, den forbruger. Til sammenligning er vandproduktiviteten i industrien steget med knap 40 pct. Den relativt højere stigning i vandproduktiviteten i biosolutions sektoren skal ses i lyset af, at sektorens direkte vandproduktivitet er lavere end i industrien, hvorfor de samme absolutte stigninger vil være relativt større.

Figur 3.24: Direkte og indirekte vandproduktivitet i biosolutions sektoren og Industrien, 2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C. Der er anvendt løbende priser.
Kilde: Tabel VAND2MU1, NAB117, NAB19, NIO1 og egne beregninger på baggrund heraf

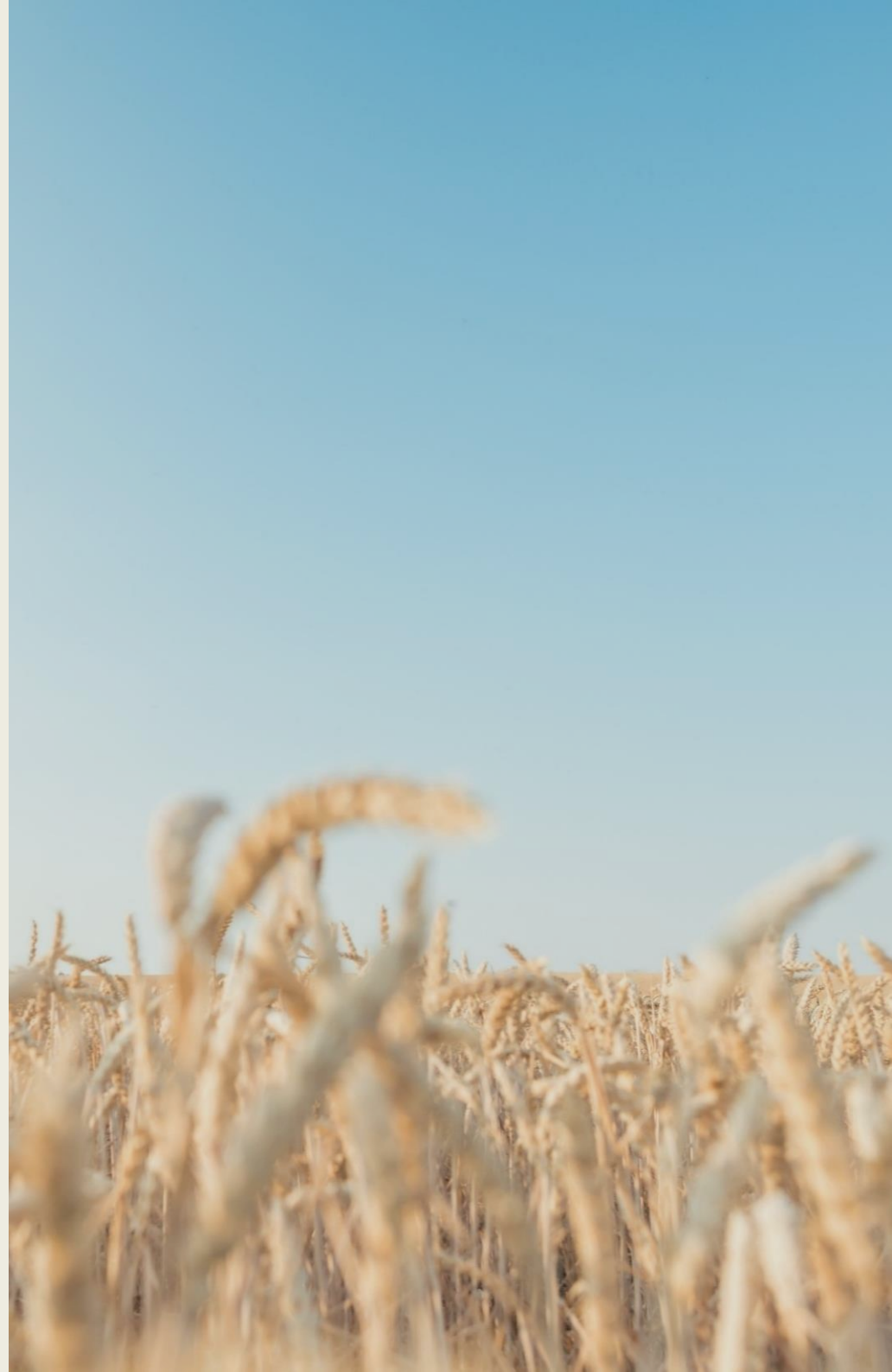
Figur 3.25: Udvikling i direkte og indirekte vandproduktivitet i biosolutions sektoren og Industrien, indeks, 2010-2017



Anm.: Biosolutions sektoren er afgrænset jf. bilag. Industrien er defineret som branchen C.
Kilde: Tabel VAND2MU1, NAB117, NAB19 og egne beregninger på baggrund heraf

04 Cases - biosolutions' bidrag til den grønne omstilling

Sammenfatning	52
Blå biotek	54
Grøn biotek	56
Gul biotek	58
Grå biotek	60
Hvid biotek	62
Metode	64



Biosolutions er nøglen til forandring i de sektorer, der er sværest at omstille

Biosolutions sektoren kan igangsætte og accelerere den grønne omstilling, både inden for sektoren selv og de sektorer, som biosolutions sælges til. Biosolutions sektorens miljø- og klimagevinster ligger hovedsageligt i anvendelsen af produkterne i diverse erhverv.

Biosolutions virksomheder udvikler mikrobiologiske løsninger, som konkurrerer med fossile og kemiske alternativer. Disse mikrobiologiske løsninger kan eksempelvis skabe større effektivitet i landbruget, optimere affaldshåndtering og genanvendelse, reducere energiforbrug, forlænge holdbarhed i madvarer, levere alternative proteiner, afværge skadedyr og sygdomsfremkaldende organismer, forsinke fordævelsesprocesser, reducere behovet for pesticider eller antibiotika, eller erstatte fossile materialer med biologiske alternativer.

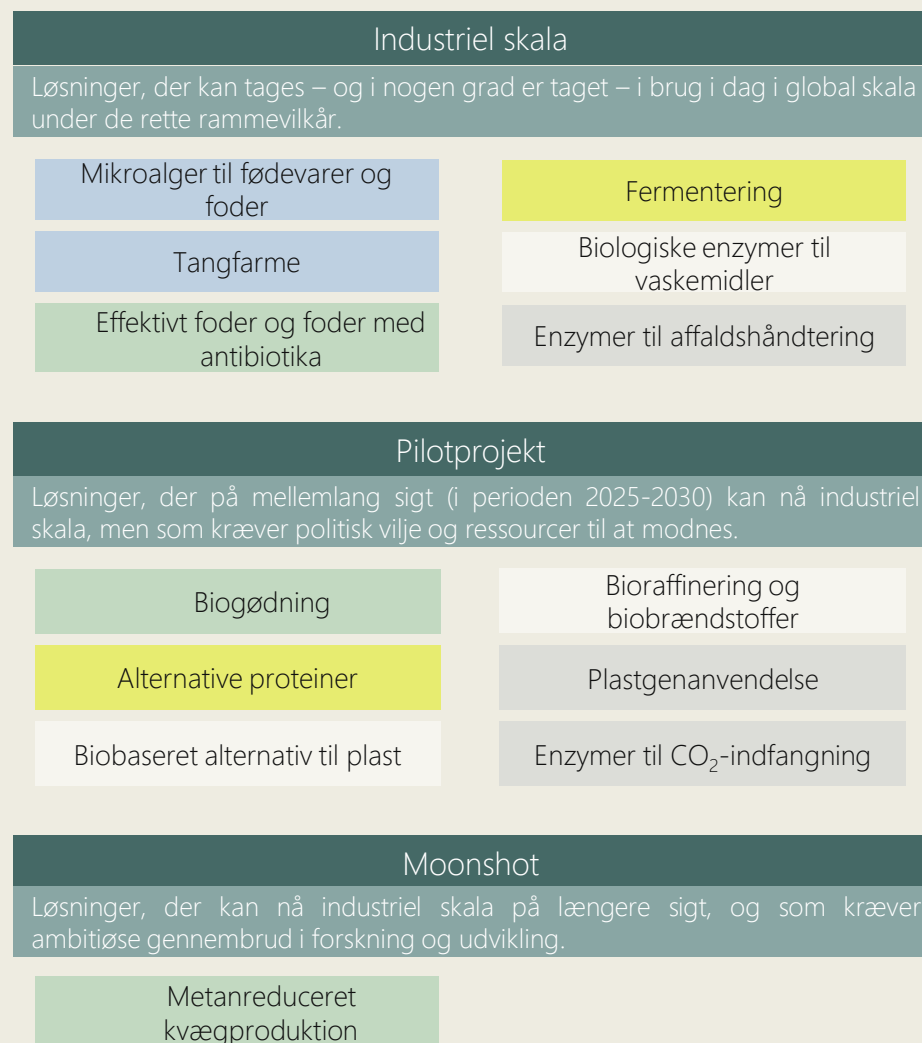
Processerne opnås ved brug af naturens egne processer, hvor negative miljø- og klimaeffekter fra fossile eller kemiske alternativer er elimineret eller kraftigt reduceret. Biosolutions indeholder typisk både et mindre miljømæssigt fodaftryk og 'håndaftryk', dvs. effekten på andre produkter eller sektorer. Det er særligt i andre sektorer, at de reelle miljømæssige gevinster ved biosolutions skal findes, fordi de her kan igangsætte og accelerere den grønne omstilling.

Udviklingen af biologiske produkter og teknologier er tæt knyttet til forskning og udvikling. I den danske biosolutions sektor er der produkter knyttet til alle udviklingsfaser; fra moonshots tidligt i udviklingsfasen, til pilotprojekter, der kræver lidt mere modning, og endelig en lang række løsninger, der er på markedet i industriel skala. Biosolutions sektoren har således både løsninger, der er tilgængelige nu og i fremtiden, som bidrager til den grønne omstilling.

I dette kapitel illustrerer vi et udpluk af de løsninger, den danske biosolutions sektor har udviklet og er i gang med at udvikle, der bidrager til den grønne omstilling i såvel Danmark som globalt set.

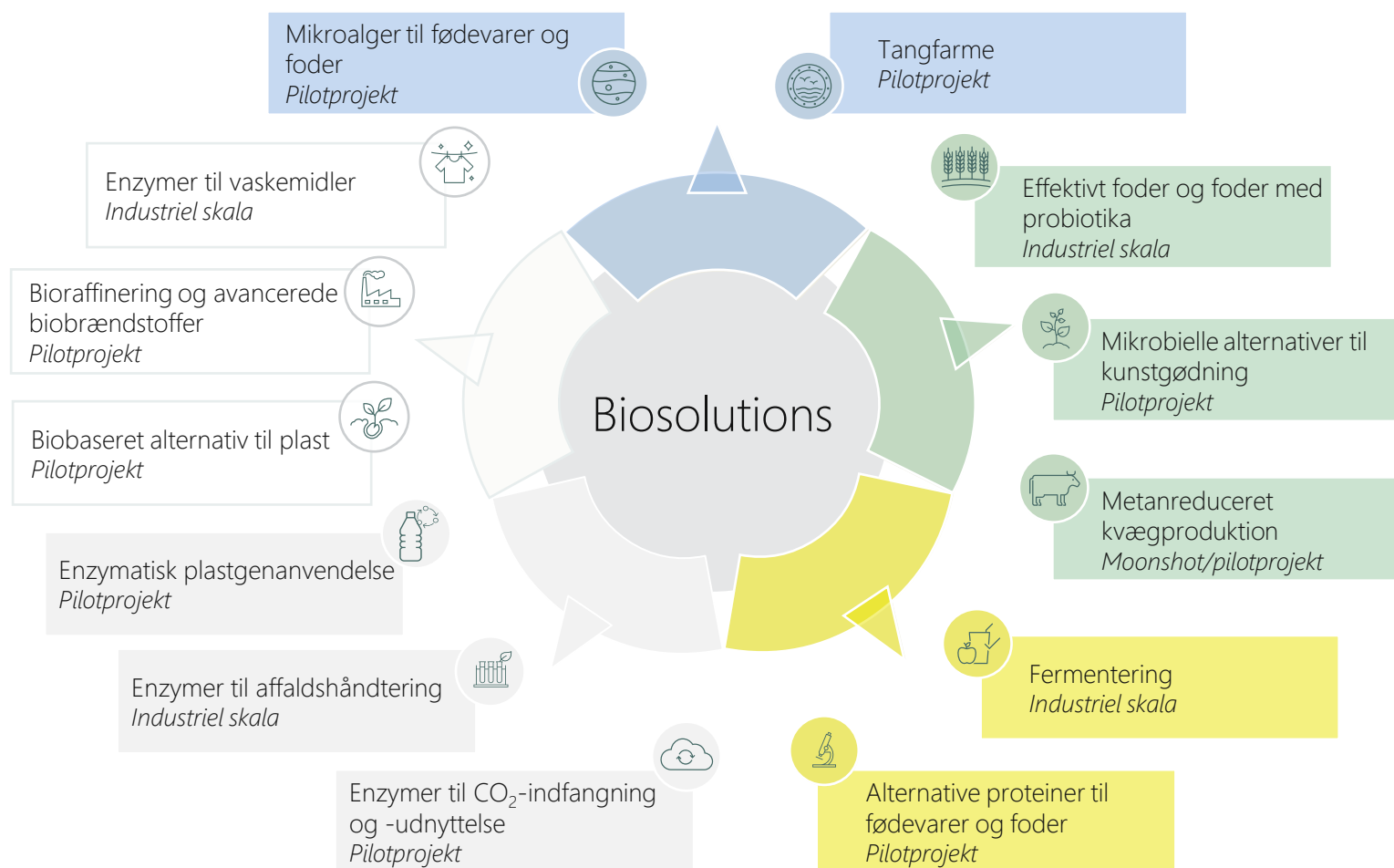
Løsningerne er kategoriseret efter udviklingsstadiene vist i figuren til højre for at illustrere, at der er mange løsninger tilgængelige nu samt i fremtiden.

Figur 4.1. Danske biosolutions befinder sig på forskellige udviklingsstadier



Biosolutions' bidrag til den grønne omstilling

Nedenstående figur viser en oversigt over nogle løsninger fra den danske biosolutions sektor, som enten kan bidrage eller allerede bidrager til den grønne omstilling i Danmark og globalt. Eksemplerne er ikke en udtømmende oversigt over alle løsninger, men blot et udpluk, der illustrerer sektorens bidrag. De følgende sider indeholder cases inden for hver af de fem typer biosolutions. Vi har udvalgt løsninger på forskellige modenhedsstadier, ligesom vi har udvalgt løsninger, som vurderes at rumme et vist reduktionspotentiale. Figurens farver illustrerer de fem inddelinger af biosolutions sektoren jf. figur 1.3: blå, grøn, gul, grå og hvid biotek.





Udnyttelse af havets potentiale

Inden for blå biotek er der primært danske løsninger i pilotprojektfasen. I både forskningsmiljøet og private virksomheder forskes der i bioteknologiske løsninger til at optimere vores havbrug, herunder hvordan vi kan anvende blå biomasse i fødevarerindustrien, landbruget og andre produkter. Der er altså et stort udnyttet potentiale inden for blå biotek.

TANGFARME

Tangfarme har af bl.a. Verdensbanken længe været i fokus som et udnyttet værktøj til fremstilling af fødevarer, materialer og energi. Det skyldes særligt, at dyrkning af tang giver et højt udbytte, ikke mindst grundet en høj væksthastighed. Derudover er optaget af CO₂ med til at mindske surhedsudviklingen i havene, som har været et resultat af øget CO₂ i atmosfæren og som har konsekvenser for plante- og dyrelivet i vandet. Tangfarmene medfører også, at nye ikke landbaserede arealer kan udnyttes til CO₂-optag og -lagring. Tangskove har en gavnlig effekt på biodiversiteten og bidrager væsentligt til sedimentering af biomasse (den proces, hvor faste molekyler sætter sig på en overflade og afskaller sig fra de flydende molekyler i biomassen). Deponerings-potentialet ved sedimentering er stort, og her kan Danmark komme i front.

Man vil med fordel kunne ressourceoptimere ved at sammenlægge havvind, Power-To-X og havtangdyrkning. Analyser af dette foreligger fra US Department of Energy og MIT, og der er tilmed dansk viden på området¹. Dansk Biokemi ser også tang som fremtidig kilde til bioplast.

Søuld er blandt de danske virksomheder, der udvikler produkter baseret på tang. Virksomheden arbejder med bygningskomponenter og får i 2021 sine første produkter i handlen. I første omgang udbydes lydpaneler baseret på ålegræs høstet i Danmark. Ålegræs har naturligt flammehæmmende egenskaber og repræsenterer en bioløsning med CCS-potentiale (Carbon Capture and Storage) til bygningselementer. Søuld arbejder i samarbejde med en anden dansk virksomhed, Pond, på de næste produkter inden for bl.a. fuldt biobaseret og CO₂-positiv isolering.

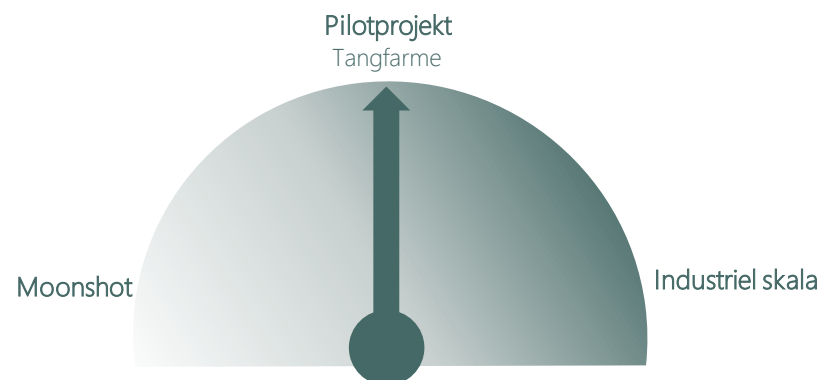
1. LiVecchi et al. (2019). Powering the Blue Economy; Exploring Opportunities for Marine Renewable Energy in Maritime Markets. U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. Washington, D.C.

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald	<input type="checkbox"/>
CO ₂	<input checked="" type="checkbox"/>
Energi	<input type="checkbox"/>
Vand	<input type="checkbox"/>

Tangfarmenes store bidrag til miljøet er øget biodiversitet og sedimentering af biomasse. Derudover har tang potentiale til at indgå som element i udviklingen af biobaserede produkter. Da den blå biosektor stadig er i pilotfasen i Danmark er der, så vidt vides, ikke beregninger på klima- og miljømæssige besparelser, som allerede er høstet.

Udviklingsstadiet





Alger kan erstatte andre proteinkilder

MIKROALGER

En anden biosolution med stort uudnyttet potentiale i den grønne omstilling er brugen af mikroalger som erstatning for traditionelle proteinkilder. Mikroalger indeholder store mængder protein (ofte over 50 pct.) og sunde fedtsyrer, og bl.a. EU's Farm-to-Fork strategi fremhæver alger som en vigtig alternativ proteinkilde i fremtidens bæredygtige fødevarerproduktion og globale fødevarerforsyningssikkerhed.¹

Mikroalger kan dyrkes indendørs, og dermed også i Danmark, ved hjælp af industriel fermenteringsteknologi. Det muliggør en effektiv og vejruafhængig biomasseproduktion, som kræver meget lidt plads, hvilket er til gavn for biodiversiteten. Desuden er såvel vandforbrug som drivhusgasudledning markant reduceret sammenlignet med traditionelle proteinproduktioner. Eksempelvis er CO₂-udledningen for algeprotein næsten 40 gange lavere end for kødprotein, ligesom vand- og jordforbrug er mere end hhv. 40 og 300 gange lavere.²

Industriel fermentering er et af dansk bioteks styrkepunkter, hvorfor Danmark har alle forudsætninger for at blive verdensledende inden for algefermentering. Både Bioøkonomipanelet og Klimarådet har også fremhævet potentialet for alger i en dansk kontekst.

NatuRem Bioscience er en af de få danske virksomheder, som arbejder med mikroalge-fermentering. NatuRem udvikler bæredygtige B2B-ingredienser, som kan udgøre et alternativ til f.eks. proteiner fra kød, mælk eller soja i fremtidens fødevarer- og foderproduktion. Virksomheden har påbegyndt pilotopskalering af deres teknologi og samarbejder med førende danske vidensinstitutioner og virksomheder.

Udover at mikroalger kan produceres langt mere bæredygtigt og ressourceeffektivt end eksisterende fødevarerløsninger, kan alger bidrage til landbrugets grønne omstilling ved at erstatte importeret soja i foder. Teknologien har dermed store perspektiver inden for cirkulær opgradering af industrielle sidestrømme til højværdiingredienser og biobaserede produkter.

1. Europa-Kommissionen (2020). [\[link\]](#)

2. Nadathur et al. (2016) Sustainable Protein Sources, 2016, Chapter 20: Heterotrophic Microalgae: A Scalable and Sustainable Protein Source

3. Statistikbanken (2020)

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald	<input type="checkbox"/>
CO ₂	<input checked="" type="checkbox"/>
Energi	<input type="checkbox"/>
Vand	<input checked="" type="checkbox"/>

Import af sojakager til foder i det danske landbrug udgjorde i 2018 684 mio. kg.³ Hvis blot 10 pct. af denne import blev substitueret med algeprotein, som med fordel kunne produceres i Danmark, ville det spare 410.400 tons CO₂ om året.² Denne substitution ville også spare 6,8 mio. m³ vand.²

Udviklingsstadiet





Effektivt foder og foder med probiotika

Danmark er et landbrugsland, og landbruget forårsager godt 14 pct. af landets drivhusgasemissioner.¹ Denne og den næste side showcaser udvalgte danske biosolutions til landbruget på forskellige udviklingsstadier for at vise grøn bioteks store potentiale i den grønne omstilling. Løsningerne enten øger udbyttet af afgrøder eller finder nye veje til en mere bæredygtig produktion af fødevarer.

EFFEKTIVT FODER OG FODER MED PROBIOTIKA

En løsning, der er på markedet, er mere effektivt foder og foder med probiotika. Industrielt producerede enzymer hjælper med at maksimere foderkonverteringsforholdet. Enzymer er proteiner, der kan fremskynde biokemiske reaktioner enormt. De er skabt af naturen og spiller en vigtig rolle for eksempel under fordøjelsen. I fordøjelsesprocesser fungerer enzymerne som en lille saks, der skærer foderingredienser i stykker, så de lettere kan frigive energi og næringsstoffer.

Fordøjelsessystemerne hos produktionsdyrene er nemlig ikke altid tilstrækkelige til at gøre brug af alle næringsstoffer og energi i deres foder. Men når de føjes til foderet, kan industrielt producerede enzymer hjælpe med at maksimere foderkonverteringsforholdet. Det gavner landmanden, fordi dyre ingredienser kan spares, og er samtidig en gevinst for miljøet; hvis der produceres mindre foder, udledes færre emissioner.

Der findes en række relevante enzymer, der tilsammen sikrer at større mængder protein, stivelse og fosfor optages fra foderet i dyrenes fordøjelsessystem og sænker mængden af skadelige emissioner i afføring. Disse løsninger er af stor betydning, da 50 pct. af dansk landareal bruges til at dyrke foder til husdyr.³

I takt med at verdens befolkning hastigt vokser, og flere mennesker rykker ind i middelklassen, efterspørges der stadig flere animalske produkter. Denne vækst er imidlertid ikke uden ulemper. På grund af foderproduktion og gødningsemmissioner har dyreproduktion en betydelig miljøpåvirkning. Den samlede drivhusgasemission fra husdyrforsyningskæder estimeres til 7,1 milliarder ton CO₂e - ca. 14,5 pct. af alle drivhusgasser forårsaget af menneskelig aktivitet.²

1. Statistikbanken (2020)

2. DSM & Novozymes. Making Feed More Sustainable. (2018)

3. Danmarks Statistik (2017)

4. Regeringens Klimapartnerskaber – Life Science og Biotek (2020)

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald

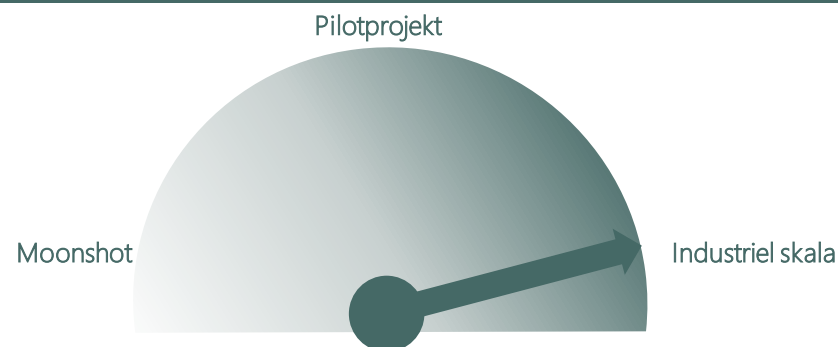
Drivhusgasser (CO₂, N₂O, CH₄ mm.)

Energi

Vand

Enzymer i foder kan sænke drivhusgasudledninger, reducere næringsstofs-emissioner, sænke fosforforbrug og reducere brugen af landbrugsland. Der er bl.a. lavet følgende beregninger. Brug af enzymet *xylanase* til svin kan medføre en potentiel global besparelse på ca. 20 mio. tons CO₂e årligt. Anvendelsen af enzymet *amylase* i brasiliansk slagtekyllingeproduktion kan reducere drivhusgasudledninger med ca. 750.000 tons CO₂ årligt. Anvendelsen af enzymet *protease* til fjerkræ kan reducere ammoniakemissionerne med 3-4 pct., hvilket giver en potentiel global besparelse på ca. 130.000 tons NH₃ årligt.² Klimapartnerskabet for Life Science og Biotek anslår, at disse løsninger tilsammen kan spare ca. 1.1 mio. tons CO₂e i Danmark i 2030.⁴

Udviklingsstadiet





Biogødning og metanfri kvægproduktion

BIOLOGISKE ALTERNATIVER TIL KUNSTGØDNING

For at skabe en bæredygtig fødevarerproduktion inden 2050 skal vi producere 60 pct. mere mad til at brødføde en stigende befolkning på 9 mia. mennesker i 2050 – uden at udvide landbrugsarealet og reducere drivhusgasemissionerne med 70 pct. for at skabe en bæredygtig fødevarerproduktion.

Produktionen og anvendelse af kunstgødning er en af kerneudfordringerne i denne overgang til et bæredygtigt landbrug, og produktionen står i dag for 1 pct. af verdens samlede energiforbrug.¹ Den danske biosolutions sektor forsker i og udvikler mikroorganismer, der hjælper planter med at optage atmosfærisk kvælstof og herved reducere behovet for, at kvælstof tilsættes igennem kunstgødning til at øge udbyttet.

Størstedelen af den gødning, som i dag bruges i store mængder til at optimere udbytte, udgøres af kvælstof, fosfor og kalium, som er essentielle næringsstoffer for planters vækst. Men kvælstof findes naturligt i store mængder i luften, da ca. 80 pct. af jordens atmosfære består af kvælstof.

Mikroorganismer, fundet i naturen og udviklet ved hjælp af genteknologi, kan hjælpe planten med at optage denne atmosfæriske kvælstof og herved erstatte behovet for kunstgødning. Mikroorganismen kan således erstatte den kunstgødning, som er produceret i en kemisk proces, der er meget energiintensiv og udleder betydelige mængder af CO₂e. Mikroorganismen lægges i jorden sammen med frøene og frigiver kvælstof i takt med, at planten har brug for det. Dens CO₂-aftryk er væsentligt lavere, idet den er produceret med grøn energi.³

METANREDUCERET KVÆGPRODUKTION

En dansk virksomhed er i gang med at udvikle en løsning, der ændrer bakteriesammensætningen i koens vom og derved nedbringer køernes metanudledning. Det sker fx ved at tilsætte særlige bakterier til foderet og er et område med stort potentiale, da metanudledning fra kvæg udgør ca. 40 pct. af landbrugets udledning. Studier viser, at en ændring i mikrobiomet kan reducere køernes metanudledning med 40 pct.²

1. DTU (23 april 2020)

2. DTU (17 september, 2020)

3. Novozymes (2020). Virksomhedens egne beregninger

4. Egne beregninger baseret på DTU (2020)

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald



Drivhusgasser (CO₂, N₂O, CH₄ mm.)



Energi



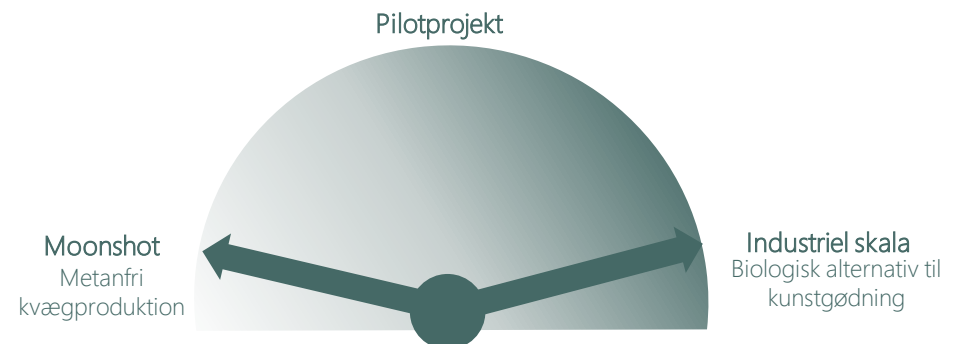
Vand



Ud fra et scenarie, hvor den mikroorganismen, der kan frigive kvælstof, kan erstatte 50 pct. af kunstgødning, kan der opnås følgende besparelser.³ I EU vil det reducere udledninger med 22 mio. tons CO₂e årligt. Det svarer til 5 pct. af Europas samlede emissioner fra landbruget - eller at vi fjerner 9 mio. biler fra vejene. Globalt vil det reducere udledninger med 139 mio. tons CO₂e årligt.³

Hvis forsknings Samarbejdet om metanreduceret kvægproduktion lykkes, vil det potentielt resultere i, at det danske landbrugs metanudledning reduceres med 16 pct.⁴

Udviklingsstadiet





CASE 3.1 – GUL BIOTEK

Fermentering

Virksomheder med fokus på bioteknologi udgør et væsentligt element i den danske fødevarerindustri. De udvikler og producerer en vifte af specialiserede produkter, eksempelvis proteiner, stivelse, tilsætningsstoffer, bioaktive stoffer, enzymer m.fl. Fælles for produkterne er, at de tilfører fødevarer nogle egenskaber, som er gavnlige for miljøet og klimaet: Længere holdbarhed, optimal fødevarer sikkerhed, bæredygtighed mm. Denne og næste side giver to eksempler på, hvordan gul biotek er en *enabler* til grøn omstilling i den danske fødevarerindustri.

BIOPROTECTION

Et eksempel er *bioprotection*, som er naturlige mikrobielle kulturer og enzymer, der tilføjes til fødevarer for at forlænge deres holdbarhed. Kulturen er et alternativ til konventionelle kemiske konserveringsmidler og forsinker væksten af fremmede mikroorganismer (både fordærvende og potentielt sygdomsfremkaldende). Derved øger den fødevarer sikkerhed og holdbarhed samt mindsker madspild.

Et eksempel er en stor dansk biosolution virksomheds produkt, der kan forlænge holdbarheden af mejeriprodukter, fx yoghurt med min. 7 dage. Kulturen indarbejdes i produktet hos fødevarer producenten i den første del af værdikæden. Til gengæld udmøntes dets effekt i mindsket madspild i hele værdikæden. Det vil sige, at den mindsker madspild hos producenten, forhandleren og især hos forbrugeren, hvor den største andel af madspild finder sted.¹

De deraf afledte miljø- og klimaeffekter af anvendelsen i fødevarer industrien omfatter mindre madspild, samt besparelser som resultat af, at der skal produceres færre varer, heraf en nedsat mængde energi, CO₂ og vandforbrug.

Et studie har undersøgt de samfundsøkonomiske effekter af indførelsen af dette produkt, og vurderet, at der også er økonomiske fordele for både producenter og forhandlere. Samtidig mindsker produktet madspild på tværs af hele værdikæden¹. Lignende mikrobielle kulturer kan også anvendes på kød og fisk til at øge fødevarer sikkerheden og -holdbarhed, og dermed udbrede dens positive bidrag til den grønne omstilling.

1. Qbis Consulting. Reducing food waste and losses in the fresh dairy supply chain (2016)
2. FN (2020)

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald



CO₂



Energi

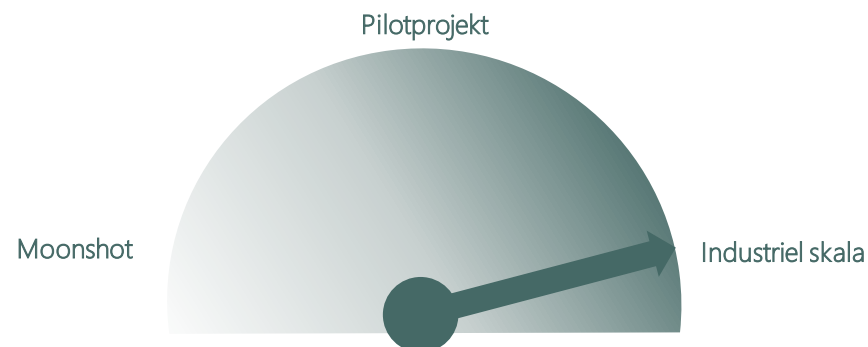


Vand



Da 1/3 af mad smides ud på verdensplan, kan bioprotection bidrage til den grønne omstilling i Danmark og globalt.² Som eksempel vil brugen af bioprotection i yoghurt forlænge produktets holdbarhed og mindske madspildet med knap 25 pct. (fra 17 til 13 pct. af den totale yoghurtproduktion i Europa). Besparelsen sker på tværs af værdikæden, men særligt hos forbrugeren. Der kan spares 520.000 tons CO₂e, og det reducerede madspild medfører økonomiske besparelser på €250 mio. i Europa.¹

Udviklingsstadiet





Alternative proteiner

BÆREDYGTIGE ALTERNATIVER TIL TRADITIONELLE PROTEINKILDER

Alternative proteiner til animalske kilder er i høj efterspørgsel. Dels fordi verdensbefolkningen vokser, og den globale fødevarereproduktion har brug for at understøtte flere proteinkilder for at føde flere mennesker, og dels fordi forbrugerne efterspørger flere og bedre alternativer til kød og mejeriprodukter. Planteproteiner har den fordel, at de kan produceres med et langt mindre CO₂-aftryk end de traditionelle animalske proteiner.

Planteproteiner kan produceres med store klima- og miljømæssige besparelser, fordi man kan undgå den relativt energiineffektive proces, som er produktionsdyrene. Men i mange tilfælde mangler planteproteinerne ernæringsmæssige eller funktionelle egenskaber for at kunne være reelle erstatninger for animalsk protein.

Novozymes designer enzymer til at forbedre fordøjeligheden og kvaliteten af planteproteiner. Det kunne for eksempel være opløseligheden eller smagen. Enzymer til forbedring af planteproteiner er allerede en integreret del af Novozymes' portfolio.

Et andet alternativ kan være at producere proteiner ved fermentering. Novozymes har årtiers erfaring med produktion og optimering af proteiner i form af aktive enzymer. Denne erfaring kan videreudvikles til at producere fødevarerproteiner direkte ved fermentering, og på den måde springe både produktionsdyr og planter over. Dette kan eliminere rigtig mange produktionstrin, hvilket giver en stor besparelse, ikke bare på CO₂, men også på vand- og landforbrug. Yderligere kan man ved at vælge specifikke mikroorganismer til at producere specifikke proteiner, undgå at have en stor produktion af restprodukter, som er svære at omdanne til brugbart materiale, og dermed mindske produktionen af affald. Produktion af såkaldt fermenteret rekombinant protein er under udvikling i Novozymes.

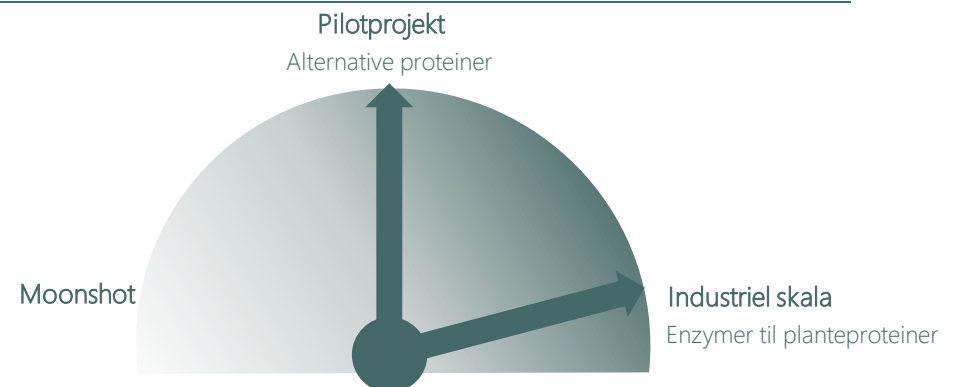
1. Bidrag fra følgegruppen, Novozymes

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald	<input type="checkbox"/>
CO ₂	<input checked="" type="checkbox"/>
Energi	<input checked="" type="checkbox"/>
Vand	<input checked="" type="checkbox"/>

Da løsningen med at producere proteiner ved fermentering stadig er pilotprojekt, er der ikke nogle beregninger på CO₂-besparelser i Danmark eller globalt. Der er dog ingen tvivl om, at en løsning, hvor man kan springe over både produktionsdyr og planter vil kunne eliminere en del produktionstrin og dermed resultere i en stor energi- og ressourcebesparelse både nationalt og internationalt.

Udviklingsstadiet





CASE 4.1 – GRÅ BIOTEK

Enzymer til affaldshåndtering og CO₂-fangst

En fjerde kategori af biosolutions er grå biotek, som omfatter udvikling af bioteknologiske processer og løsninger til miljømæssige formål, fx jord-, luft- og vandrensning. Her er der en række danske løsninger - på tværs af udviklingsfaser - inden for indfangning og anvendelse af CO₂, samt enzymer til brug i en mere miljøgavnlig affaldshåndtering og til at nedbryde PET-plastik (næste side).

ENZYMER I AFFALDSHÅNTERING

Et eksempel på en dansk løsning, der allerede findes i industriel skala, er brugen af enzymer i affaldshåndtering. Ved hjælp af enzymer, mekanisk sortering, genanvendt vand og anaerob fordøjelse (fordøjelse uden ilt) adskilles husholdningsaffald i forskellige genbrugsstoffer. Enzymerne nedbryder det organiske stof og separerer det fra det øvrige affald, hvorefter denne biomasse omdannes til grøn energi. Anvendelse af denne teknologi giver mulighed for en høj indfangningshastighed for biomasse og genanvendelse af materialer.

CO₂-FANGST OG -ANVENDELSE

På kort sigt vil danske biosolution virksomheder have udviklet løsninger, der kan indfange og anvende CO₂. Et forskningsprojekt på DTU, BioCO₂¹, forsker i, hvordan man under opgradering af biogas kan indfange den store mængde CO₂, der normalvis undslipper. Ved hjælp af den nye opgraderingsteknologi kan CO₂-udledningen undgås. Det sker ved at fange drivhusgassen. For at indfange den skal den 'skrubbes' i en proces, hvor CO₂'en føres gennem lange rør og kommer i kontakt med en væske, der består af bl.a. forskellige tilsætningsstoffer, som hjælper med at optage CO₂ i væsken. Tilsætningsstofferne kan være kemikalier, men i et forskningsprojekt ser man på, om enzymer kan hjælpe CO₂'en over i væsken. Målet er, at kvaliteten af BioCO₂'en er så høj, at den kan anvendes til fremstilling af fødevarer, biobrændsel og medicinproduktion.¹

Der er også søgt om midler til at bygge det første demonstrationsanlæg til at indfange CO₂ på Amager Bakke i København og omdanne det til flydende form.² Med et fuldskala-anlæg til CO₂-fangst vil Amager Bakke kunne fange ca. 500.000 tons CO₂ om året og dermed hjælpe København et stort skridt på vej mod at blive verdens første CO₂-neutrale hovedstad.

1. DTU (2020). [\[link\]](#)

2. State of Green (2020) [\[link\]](#)

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald



CO₂



Energi

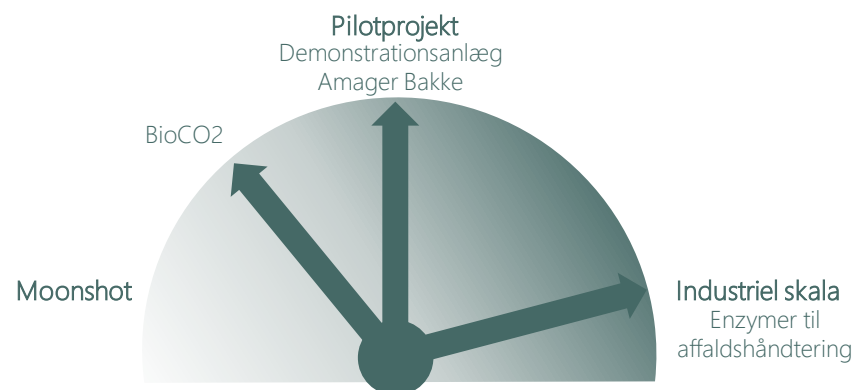


Vand



Det første demonstrationsanlæg, der indfanger og anvender CO₂ i Danmark, vil spare Danmark for 500.000 tons CO₂ om året. For Københavns Kommune vil en reduktion på 500.000 tons CO₂ betyde, at kommunen stort set kommer i mål med sin plan om at blive CO₂-neutral i 2025.

Udviklingsstadier





CASE 4.2 – GRÅ BIOTEK

Enzymatisk plastgenanvendelse

GENANVENDELSE AF PLASTIK VED HJÆLP AF ENZYMER

Plastforurening har forurennet hele planeten, fra Arktis til de dybeste have. Det er i øjeblikket meget vanskeligt at nedbryde plastflasker i deres kemiske bestanddele for at fremstille nye fra genbrugte flasker. Derfor brændes plastikken oftest i stedet for at blive genanvendt, eller den ender i havet. Det betyder, at der hvert år skabes mere ny plast af råolie, frem for at genanvende noget af det plastik, der er produceret.

At reducere brugen af plast er helt afgørende, men der er ikke tvivl om, at plastik er et meget stærkt og nyttigt materiale. Ægte genbrug af plastik er derfor en del af løsningen, og der er udviklet en dansk løsning inden for den grå bioteksektor, som vil aflaste miljøet væsentligt.

Det bakterieenzym, der er blevet udviklet, blev oprindeligt fundet i kompost, og kan bruges til at fremstille nye plastikflasker af høj kvalitet. Novozymes og den franske virksomhed Carbios samarbejder om at producere disse enzymer i en målestok, der kan gøre plast fuldt genanvendeligt.

Enzymet nedbryder PET-plast (som er den type plast, der findes i plastflasker) til kemiske byggesten, som derefter kan bruges til at fremstille nye produkter. Projektet er i øjeblikket i pilotfasen, men forventes at have et væsentligt positivt miljø- og klimamæssigt aftryk på global skala.

Enzymet kan nedbryde plastik 90 pct. på 10 timer. Løsningen har også betydelig kommerciel potentiale, da enzymerne kun koster 4 pct. af omkostningerne af ny plast fremstillet af olie. På grund af processen i nedbrydelsen, er den genbrugte PET-plastik dog stadig dyrere end ny plastik¹.

1. Bidrag fra følgegruppe, Pond Global
2. Bioplastics. Project Drawdown (2020) [link](#)

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald	<input checked="" type="checkbox"/>
CO ₂	<input checked="" type="checkbox"/>
Energi	<input checked="" type="checkbox"/>
Vand	<input type="checkbox"/>

Det skønnes, at den samlede produktion af plast stiger til ca. 800 mio. ton i 2050 fra ca. 300 mio. ton i 2013². Innovationsfondens Klimapanel vurderer, på baggrund af tal fra Project Drawdown, at hvis 50 pct. af den nye plast i 2050 erstattes af bæredygtige ressourcer (med eksempel i bioplastik) kan 4,3 mia. ton CO₂e reduceres¹.

Genanvendelse af fossilt plastik vil medføre, at man undgår at bruge nye bioressourcer til produktion, hvorfor besparelsen kan være endnu større.

Udviklingsstadiet





CASE 5.1 – HVID BIOTEK

Industrielle enzymer

Der er en række enzymer, som allerede er udviklede og anvendes i industrien med henblik på den grønne omstilling. Fordelene ved enzymerne er, at de mindsker affaldsforbruget og gør det nemmere at genindvinde energi fra affald og reducerer CO₂-udledninger og energiforbrug. Samtidig er de økonomisk fordelagtige for virksomheder på tværs af værdikæder. Danske biosolution virksomheder har dog stadig store forsknings- og udviklingsprojekter i gang, som skal udvikle nye enzymer, der kan bidrage til den grønne omstilling i særligt de erhverv, der ellers er svære at omstille.

Løsninger til industrien spænder bredt. Det er en række enzymer og mikroorganismer, som anvendes til at starte katalysatorprocesser eller til at nedbryde eller opbygge molekyler, som kan medføre en lang række bæredygtige løsninger i industrien. Denne og næste side går i dybden med et par eksempler.

ENZYMER TIL VASKEMIDLER OG BIOLOGISKE VASKEMIDLER

En løsning er enzymer til vaskemiddel, som muliggør at vaske ved lavere temperatur og spare energi, og som mere effektivt fjerner snavs og pletter. Det kan også vise sig muligt at fremstille 100% biologiske vaskemidler, dvs. helt fri for kemikalier, som er erstattet af enzymer og biologiske alternativer. Det vil have stor positiv betydning for klimaet, miljøet og vandforbrug, samt kemikalie-forurening i spildevandet, som kan videreføres til søer, floder og kystområder. Hvis man formår at udvikle 100% biologiske vaskemidler, vil miljø- og klimaeffekterne være langt højere. Modsat enzymrigt vaskemiddel, er det dog stadig en løsning i pilotfasen.

BIORAFFINERING OG BIOBRÆNDSTOFFER

Der er også pilotprojekter, der udvikler bæredygtige avancerede brændstoffer af eksempelvis biomasse (fx af halm fra landbruget) og indfanget CO₂. Disse løsninger har særligt potentiale i en energimatrix, hvor de supplerer den kulstofneutrale elektrificering, som vi ser i samfundet allerede i dag. Bioteknologien kan vise sig nyttig til at understøtte løsninger, der forbedrer effektiviteten, reducerer omkostninger og øger pålideligheden gennem hele energimatrixen. For eksempel kan uregelmæssigheden mellem vind og sol afbalanceres med brændstoffer, der kan lagres, og som er produceret med brændstoffer fra bæredygtige bio-råvarer.

1. Bridging the gap to a sustainable future. Novozymes (2018)

2. Novozymes Fact Sheet. Novozymes (2020)

3. Bidrag fra følgegruppen, Novozymes

Derudover kan CO₂ fanget fra bioraffinaderier bruges med brint fra vedvarende elektricitet i power-to-X-processer, der yderligere muliggør langvarig energilagring, giver brændstof med lavt kulstofindhold og forbedrer kulstofeffektivitet.¹ Bioethanol kan reducere drivhusgasemissioner med 40-130 pct. afhængig af råmateriale. Det er når man tager indirekte effekter i betragtning. Besparelser over 100 pct. kan opnås, hvis råvareproduktion fører til kulstofbinding i jord, og hvis biprodukter giver drivhusgasfordele ud over benzinforskydningen.³

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald



CO₂



Energi

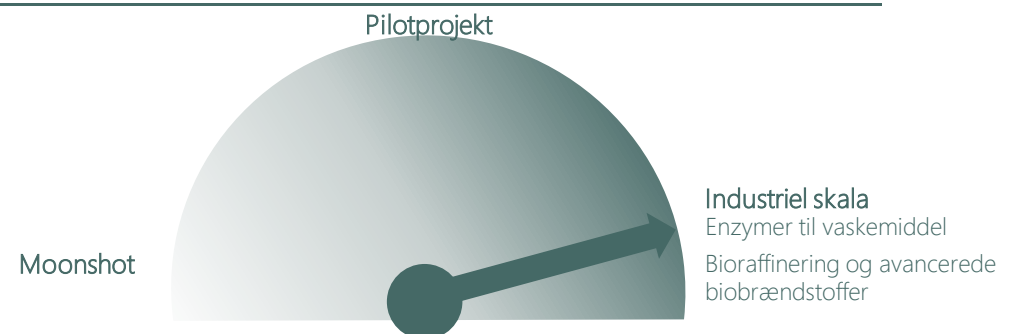


Vand



Til at illustrere enzymernes potentiale, så sparede en stor dansk virksomheds kunder ifølge egne opgørelser i 2019 ca. 87 mio. tons CO₂e ved at anvende virksomhedens produkter. Det svarer til 36 mio. færre biler på vejene.²

Udviklingsstadiet





Biobaseret alternativ til plast

BIOBASERET ALTERNATIV TIL PLAST

Den danske biotekvirksomhed, Pond, har udviklet en teknologi, der erstatter det fossile råstof, som plast igennem de seneste 100 år er blevet fremstillet af. Ved at erstatte råolien med biomasse opstår der et fuldt biobaseret, cirkulært og komposterbart materiale. I dag anvendes 8 pct. af alt udvundet råolie direkte til fremstilling af nuværende plastmaterialer, fordi det er den eneste kilde til zylen, som er byggestenen i PET (polyester).¹

Kilden til Ponds materiale er kulhydrater og plantefibre, som i store mængder bl.a. findes i affald fra landbrugs- og fødevarersektoren. Dyrkning af mikro- og især makroalger udviser også stort potentiale, og her kan kobling af havvindmølleparker med tangfarme på kommende energigårde give Danmark et forspring.¹

ERSTATTER POLYESTER-TØJFIBRE

Den danske biotekvirksomhed, Pond, har samarbejdet med en lang række globale virksomheder, og er i gang med at erstatte fossilt plastik i mange industrier, herunder møbel-, bil-, emballage- og tøjindustrien som nogle af de største.

I samarbejde med en stor dansk tøjkæde, har virksomheden de seneste tre år udviklet en teknologi til erstatning af polyester-tøjfibre. Produktet forventes i handlen midt 2021. Den årlige globale produktion af polyester estimeres til mere end 80 mio. ton, og udgør altså tæt på 1/4 af verdens plastforbrug.¹ Flere af verdens største tøjbrands står klar til at aftage produktet, når Ponds produktion i 2021 skaleres op i Aarhus.

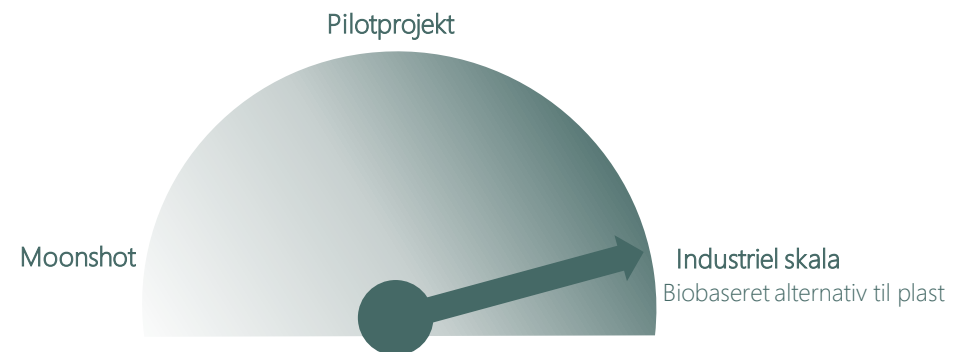
1. Bidrag fra følgegruppe, Pond Global
2. US Department of Energy Analysis

Klima- og miljømæssige besparelser

Affald CO₂ Energí Vand

En LCA-analyse (livscyklusvurdering) af materialet viser for nuværende fire gange lavere CO₂-udledning, sammenlignet med fossile produkter, men potentielt kan materialet betragtes som CCS (Carbon Capture and Storage), og dermed blive CO₂-positivt.² Mikroplast i hav- og landmiljø elimineres, da materialet omsættes af organismer. Materialet har vist sig velegnet i biogasanlæg, hvor Biokul-teknologien åbner stort potentiale til CO₂-neutralt flybrændstof og CCS i landbrugsjorden.

Udviklingsstadiet



Appendiks

Beregning af samfundsøkonomiske effekter

Input-output tabeller

En input-output tabel viser hvordan varer og tjenester bevæger sig imellem forskellige brancher og forbrugere. Dette giver et øjebliksbillede af samfundets økonomi og økonomiske struktur. I denne rapport benyttes DST's tabel fra 2016. De beregnede effekter fremskrives til 2019.

Leontieffmodellen beregner afhængigheder internt imellem brancher. Hjertet i modellen er en lineær produktionsfunktion, hvor hver branches totale produktion er bestemt af input fra andre brancher og efterspørgslen efter branchens output. På matrixform:

$$x = Ax + d$$

Hvor x er total produktion, A er en matrix med koefficienter der beskriver produktionsteknologi og d er efterspørgslen efter færdige produkter fra branchen. Modellen er baseret på en antagelse om, at den underliggende input-output tabel beskriver et øjebliksbillede af økonomien i ligevægt. Den økonomiske struktur beskrevet af input-output tabellen holdes fast. Modellen beskriver ikke hvordan der dannes ligevægt i økonomien og har ingen tidsdimension. I modellen antages det at der er konstant skalaafkast og ingen udbudbegrænsninger. Dvs. at arbejdskraft og input til produktionen altid kan skaffes, og øges alle inputfaktorer i en branche med x pct., øges produktionen i branchen også med x pct. Ligeledes antages det, at forbrugernes adfærd ikke ændrer sig, som følge af de simulerede stød.

Datagrundlag

Senest tilgængelige data for 2020 fra Erhvervsstyrelsens virksomhedsregister anvendes til at beregne antallet af årsværk i biosolutions-virksomheder. Værditilvækst og årsværk hentes fra FIRM-tabellen for 2018 på Forskerservice. Tallene fremskrives til 2020 ved at bruge væksten i årsværk mellem Firm 2018 og virksomhedsregisteret 2020.

Faktorer til at omregne imellem produktion, værditilvækst og årsværk samt beregne direkte, indirekte og inducerede effekter findes ud fra nationalregnskabet 2017, som er det senest validerede nationalregnskab.

Direkte effekter af aktivitet i biosolutions-virksomheder

De direkte økonomiske effekter af aktiviteten i biosolutions-virksomheder måler beskæftigelse og værdiskabelse direkte skabt af selve virksomhederne.

De nyeste beskæftigelsestal hentes fra VIRK, mens bidraget til værditilvæksten i samfundet kan hentes igennem DST. Data fremskrives hvor det er nødvendigt, som beskrevet under "Datagrundlag".

Indirekte effekter fra aktivitet genereret hos underleverandører

Indirekte effekter måler den ekstra produktion, som biosolutions-virksomhedernes indkøb af halvfabrikata fra underleverandører i Danmark medfører. De måles ved at beregne den "Leontieffinverse" fra Leontieffmodellen. Denne måler bl.a., hvor stor produktion en given branches efterspørgsel efter input til sin produktion, skaber i andre brancher. Den er defineret som:

$$L = (I - A)^{-1}$$

Hvor I er en enhedsmatrix, og A er matrixen med koefficienter der beskriver produktionsteknologi.

Afgrænsning af biosolutions-virksomheder

Biosolutions-virksomhederne er afgrænset i to trin. I trin 1 konstrueres en bruttoliste med alle virksomheder der har en fod inden for bioteknologi. Denne dannes ud fra virksomheders brancheregistrering, brancheorganisationer, startup-inkubatorer, branchenetværk, jobopslag, m.v. – og i løbende dialog med følgegruppen.

I trin 2 gennemgås bruttolisten af HBS. Virksomheder der ikke har hovedaktivitet inden for biosolutions sorteres fra. Særligt fjernes biotek-virksomheder hvis primære aftager er medicinalindustrien.

Virksomheders forskningsenheder inden for biosolutions tages i videst muligt omfang med, også når resten af virksomheden ikke falder inden for biosolutions.

Eksempler på biosolutions virksomheder

Tabel 3: Top 20 biosolution-virksomheder, sorteret efter årsværk

Navn	Årsværk Primær underopdeling	Branche	Hovedaktivitet
NOVOZYMES A/S	2.574 hvid	Fremstilling af andre organiske basiskemikalier	enzymet til industri
CHR. HANSEN A/S	1.486 gul	Fremstilling af andre kemiske produkter i.a.n.	fødevareingredienser
DUPONT NUTRITION BIOSCIENCES ApS	889 gul	Fremstilling af andre kemiske produkter i.a.n.	fødevareingredienser
CP KELCO ApS	373 gul	Fremstilling af andre kemiske produkter i.a.n.	fødevareingredienser
DLF Seeds A/S	306 grøn	Forarbejdning af frø/sædekorn til udsæd	forædling af afgrøder
CHR. HANSEN NATURAL COLORS A/S	162 gul	Fremstilling af andre kemiske produkter i.a.n.	farvestoffer
Arla Foods amba Arla Innovation Center	119 gul	Mejerier samt ostefremstilling	Arlas forskningscenter (p-enhed)
LACTOSAN A/S	109 gul	Mejerier samt ostefremstilling	ostepulver
CARLSBERG A/S	96 gul	Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi	Carlsbergs forskningscenter
DANESPO A/S	79 grøn	Engroshandel med frugt og grøntsager	forædling af afgrøder
HAMLET PROTEIN A/S	68 grøn	Fremstilling af færdige foderblandinger til landbrugsdyr	foder til landbrug
AKTIESELSKABET EINAR WILLUMSEN	63 gul	Fremstilling af æteriske olier	fødevareingredienser
AQUAPORIN A/S	62 grå	Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi	vandrensning baseret på biotek
NORDIC SEED A/S	47 grøn	Dyrkning af korn (undtagen ris), bælgfrugter og olieholdige frø	forædling af afgrøder
GLYCOM A/S	45 gul	Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi	biotek til modermælkserstatning
SEJET PLANTEFORÆDLING I/S	37 grøn	Forarbejdning af frø/sædekorn til udsæd	forædling af afgrøder
UNIBIO A/S	36 grøn	Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi	foder til landbrug
INBICON A/S	34 hvid	Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi	udvikling af biobrændsel
DSM NUTRITIONAL PRODUCTS A/S	28 gul	Engroshandel med medicinalvarer og sygeplejeartikler	fødevareingredienser
BIOFIBER-DAMINO A/S	25 grøn	Fremstilling af færdige foderblandinger til landbrugsdyr	foder til landbrug
<i>Andre</i>	181	-	-

Kilde: egne beregninger, se afgrænsningsafsnittet i starten af rapporten

Definitioner og afgrænsninger

DET GRØNNE NATIONALREGNSKAB

I analysen anvendes data fra det grønne nationalregnskab. Det grønne nationalregnskab er udarbejdet af Danmarks Statistik efter internationale standarder (SEEA CF) og inkluderer modsat energistyrelsens energistatistik emissioner fra international transport (fx emissioner fra dansk opererede skibe i udlandet) og grænsehandel (fx den mængde motorbenzin som indkøbes på den ene side af grænsen af privatpersoner/vognmænd og forbruges på den anden side af grænsen). Det grønne nationalregnskab dækker således emissioner fra dansk økonomi og ikke kun emissioner fra dansk territorium.

DIREKTE OG INDIREKTE EFFEKTER

De **direkte** effekter dækker over sektorens egne udledninger/forbrug.

De **indirekte** effekter dækker over de udledninger/forbrug sektoren indirekte skaber i andre brancher gennem dens produktion, da den efterspørger varer fra andre brancher.

AFGRÆNSNING AF BIOSOLUTIONS

Biosolutions sektoren er afgrænset ved brug af følgende branchevægte, der er etableret som led i den økonomiske analyse i del 1. Branchevægtene er kvalitetssikret ved stikprøver fra virksomhedsdata fra fx miljøregnskaber.

BENCHMARK

Gennem analysen sammenlignes biosolutions sektoren med branchen "C Industri". Det er valgt at sammenligne med industrien frem for fx det generelle erhvervsliv, hvor både landbrug og råstofindvinding indgår og dette er erhverv, som er kendetegnet ved at have en relativt stor belastning på klima og miljø.

DRIVHUSGASUDLEDNINGER

Udledningen af drivhusgasser opgøres ekskl. CO₂-udledning fra afbrænding af biomasse, da det anses for at være CO₂-neutralt.

Omregning til CO₂-ækvivalenter er foretaget ved brug af nedenstående faktorer.

OMREGNINGSFAKTORER

1 ton CO₂ = 1 ton CO₂e

1 ton CH₄ = 28 ton CO₂e

1 ton N₂O = 265 ton CO₂e

Kilde: IPCC (5th assessment report)

Fremgangsmåde til casebeskrivelser

Med henblik på at sikre en opgaveløsning af høj kvalitet og i overensstemmelse med den virkelige, som biosolutions virksomheder møder, er opgaven udarbejdet i samarbejde med en følgegruppe. Medlemmer af følgegruppen er blevet udpeget i et samarbejde mellem Erhvervsministeriet og HBS Economics. Følgegruppen har bidraget til afgrænsningen af biosolutions sektoren, viden om sektorens miljø- og klimaaftryk, samt i høj grad med viden og beregninger til casebeskrivelserne.

MEDLEMMER I FØLGEGRUPPEN

- Novozymes
- Chr. Hansen
- Pond
- DTU Bioengineering
- Klima-, Energi-, og Forsyningsministeriet

Derudover har vi modtaget input fra:

- NatuRem Bioscience

DATAKILDER

Casebeskrivelserne er udarbejdet på baggrund af fagligt specialiseret input fra følgegruppen, såvel som målrettet desk research.

De klima- og miljømæssige besparelser er vurderede skøn, hvorfor der kan forekomme en vis usikkerhed omkring estimaterne.