Dansk life science under mikroskop

- En forskningsbaseret styrkeposition der forgrener sig

Marts, 2017

IRISgroup

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1 Sammenfatning 3

1.1 Indledning 3

1.2 Dansk life science i tal 4

1.3 Forskningens betydning for dansk Life science 5

1.4 Universiteternes rolle som vækstmotorer 7

Kapitel 2 Hvad er life science? 12

2.1 indledning 12

2.2 Life science erhvervene 12

Kapitel 3 Analysens formål og fokus 14

3.1 Indledning 14

3.2 Vores tilgang 14

Kapitel 4 Life science sektorens udvikling og samfundsøkonomiske betydning 16

4.1 Fakta om dansk life science 16

4.2 Life science sektorens potentiale 18

4.3 Hvor ligger life science virksomhederne? 20

Kapitel 5 Dansk life science forskning i et internationalt perspektiv 23

5.1 Indledning 23

5.2 Sammenligning af forskningsproduktionen inden for life science 23

5.3 Sammenligning af forskningens kvalitet og gennemslagskraft 25

5.4 Udviklingen over tid 27

5.5 Hovedstadsregionens forskningsmæssige styrkepositioner 28

5.6 DTU´s styrkepositioner 31

Kapitel 6 Life science forskning på DTU 34

6.1 Indledning – life science økosystemet på DTU 34

6.2 DTU´s Life science forskning i et værdikædeperspektiv 35

Kapitel 7 Samspil mellem universiteterne og life science sektoren 43

7.1 Indledning 43

7.2 Uddannelse som videnbro 43

7.3 Forsknings- og innnovationssamarbejde 46

7.4 Iværksætteri 48

Kapitel 8 Effekter - Hvad betyder samspillet med danske universiteter for life science sektoren? 51

8.1 Effekter på konkurrenceevne og vækst 51

8.2 DTU set i forhold til andre danske universiteter 55

Kapitel 9 Rammebetingelser for forskning og vidensamarbejde 56

9.1 Indledning 56

9.2 Virksomhedernes vurdering af rammebetingelserne 56

9.3 Særligt om samspillet med DTU 59

Bilag: Metode 61

Kapitel 1

Sammenfatning

1.1 INDLEDNING

Life science sektoren er en af de sektorer, der bidrager mest til dansk økonomi. Den skaber masser af eksport, højproduktive jobs og skatteindtægter til staten.

Sektoren er mest kendt for store farmavirksomheder som Novo Nordisk, Lundbeck, Leo Pharma og bioteknologiske gazeller som Genmab.

Men life science sektoren er meget mere end det. Det fælles udgangspunkt for life science virksomheder er, at de baserer sig på forskning i "det levende". Life science sektoren består af et stort økosystem af forskningsaktive virksomheder, der baserer deres produkter og produktion på forskning inden for 1) genetik, proteiner, celler, gær, bakterier, planter, dyr og mennesker, 2) nye biobaserede former for produktion.

Med til dette økosystem hører andre kendte virksomheder som Carlsberg, Chr. Hansen, Arla Foods, Novozymes, Oticon og Coloplast.

Hertil kommer en stor underskov af mindre, højteknologiske virksomheder, hvoraf en del udspringer af life science forskningen på danske universiteter.

Life science er i det hele taget en sektor, der både vækster og forgrener sig. Der er over de sidste 15-20 år sket en lang række videnskabelige gennembrud, der skaber grundlag for mange nye produkter og anvendelse af life science teknologi. Konkrete eksempler er;

- Kortlægningen af det humane genom, der danner grundlag for en række nye lægemidler samt individuel behandling og forebyggelse.
- Udviklingen af teknologi til bioengineering (biologiske produktionsmetoder). Fx i form af såkaldte cellefabrikker, der betyder, at fremtidens ingredienser og produkter inden for bl.a. kosmetik, plastik og fødevarer kan produceres effektivt og CO2-neutralt gennem genmanipulerede mikroorganismer (dyreceller, gærceller, mv.).
- Proteinforskning, der danner grundlag for eksempelvis nye industrielle enzymer til produktion af biobrændstof og nye fødevareingredienser.
- Forskning i bioaktive stoffer (i fx planter), der kan anvendes til at udvikle sundere foder, cremer, fødevarer og farmaprodukter.
- Teknologiske landvindinger inden for nanoteknologi, der skaber langt mere effektive behandlingsformer til kræftpatienter.
- Forskning i mikrobiologiske processer, der skaber grundlag for renere drikkevand, færre sygdomme og mere effektiv rensning af spildevand.
- Forskning i akustik og audiologi, der betyder, at fremtidens høreapparater kan selektere mellem vigtige og ikke-vigtige lydsignaler.

Derfor er det også helt centralt for Danmark, at vi har en ambitiøs og stærk forskning inden for life science området. Og at vi formår at bygge bro mellem life science forskningen på universiteterne og de virksomheder, der skal tage de nye teknologier i anvendelse.

Denne rapport er bestilt af DTU, der har haft følgende ambitioner med analysen;

- At give den første, samlede statistiske belysning af life science sektoren, der i dag er præget af virksomheder fra mange forskellige brancher, og som derfor ikke tidligere har været belyst statistisk.
- At analysere sektorens historiske vækst og potentialerne for fremtidig vækst.
- At skabe større indsigt i sektoren og dens betydning for dansk økonomi og velfærd.
- At kortlægge Danmarks forskningsmæssige udgangspunkt. Hvor stærkt står vi inden for life science forskning på danske universiteter? Og hvad betyder en stærk life science forskning for danske life science virksomheder?
- At belyse samarbejdet mellem life science virksomheder og danske universiteter, og hvad virksomhederne får ud af dette samarbejde.
- At illustrere hvad life science forskning handler om gennem kortlægning og formidling af DTU´s egen forskning på området.

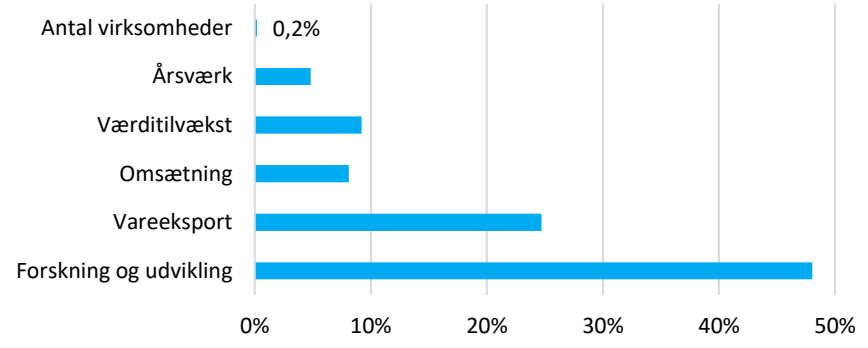
1.2 DANSK LIFE SCIENCE I TAL

Life science sektorens betydning for dansk økonomi er kort opsummeret i figuren i næste spalte.

Der var ved udgangen af 2015 knapt 600 aktive life science virksomheder i Danmark. De udgør kun en brøkdel af alle danske virksomheder (0,2 procent). Til gengæld dækker sektoren fem procent af den samlede private beskæftigelse og hele ni procent af værdivæksten i Danmark.

Det betyder også, at life science sektoren har en meget høj værditilvækst pr. medarbejder. Således er sektorens produktivitet dobbelt så høj som gennemsnittet af dansk erhvervsliv. Hertil kommer, at 25 procent af vores indtægter på vareeksport kommer fra life science sektoren, og at hele 48 procent af erhvervslivets udgifter til forskning og udvikling ligger inden for life science.

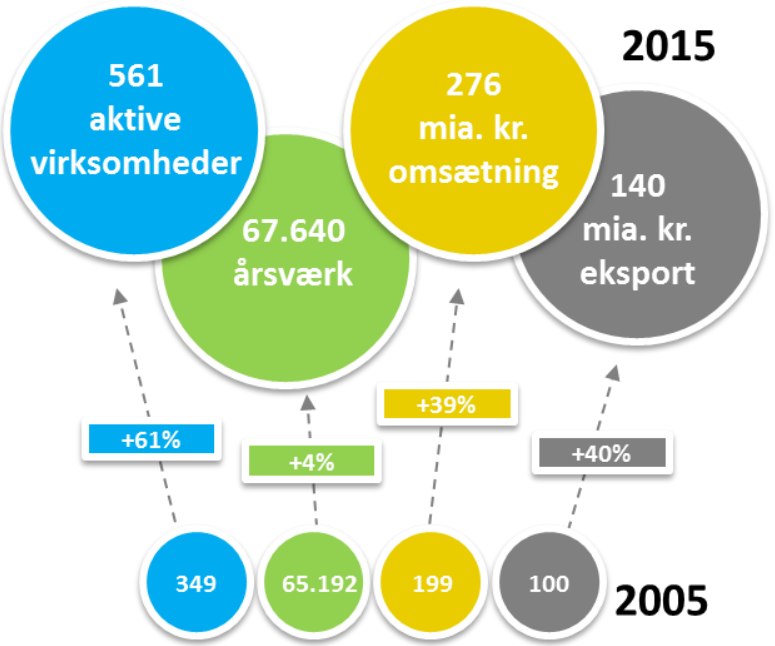
Figur 1.1. Life science sektorens andel af dansk erhvervslivs aktiviteter i 2015



Kilde: Baseret på IRIS Groups life science database & Danmarks Statistik (særkørsel).

Life science sektoren er også vokset på alle parametre. Der er siden 2005 kommet væsentlig flere aktive virksomheder og lidt flere life science jobs. Samtidig er omsætning og eksport steget med ca. 40 procent. Det ses af figuren på næste side.

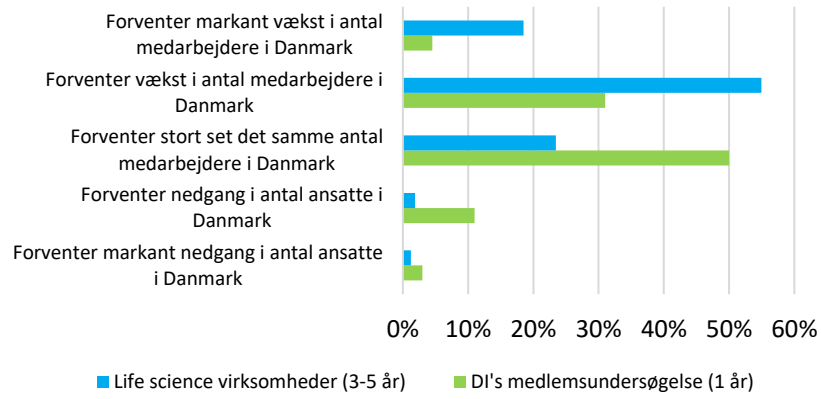
Figur 1.2. Life science sektorens vækst 2005-2015



Kilde: Baseret på IRIS Groups life science database & Danmarks Statistik (særkørsel).
Note: Omsætning og vareeksport er opgjort i 2015-priser.

Også vækstperspektiverne ser gode ud. Selv om omsætning og eksport vokser hurtigere end beskæftigelsen i sektoren, så forventer mere end 70 procent af life science virksomhederne også vækst i beskæftigelsen i de kommende år. Det er væsentligt flere end industrien som helhed, jf. figur 1.3. Stort set ingen life science virksomheder forventer nedgang i beskæftigelsen.

Figur 1.3. Forventning til udvikling i antal ansatte de kommende år



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder og DI Analyse (2016): "Virksomhederne forventer fremgang i 2017".

De positive vækstforventninger hænger sammen med et marked, der er i kraftig vækst. Fx forventes det globale marked for farmaprodukter at vokse med 4,5 procent om året. Markedet for biomasse forventes at stige med 150 procent frem mod 2020, og der forventes mere end en fordobling i verdensmarkedet for industriel biotek frem mod 2030.

1.3 FORSKNINGENS BETYDNING FOR DANSK LIFE SCIENCE

At dansk life science er i fremgang og står stærkt internationalt skyldes i høj grad, at vi også forskningsmæssigt står stærkt. En stor del af den viden og teknologi, life science sektoren baserer sig på, er skabt i forskningen på danske universiteter.

Danmark er sammen med Schweiz det *land* i verden, der har den største produktion af videnskabelige artikler på life science området, når produktionen sættes i forhold til indbyggertallet.

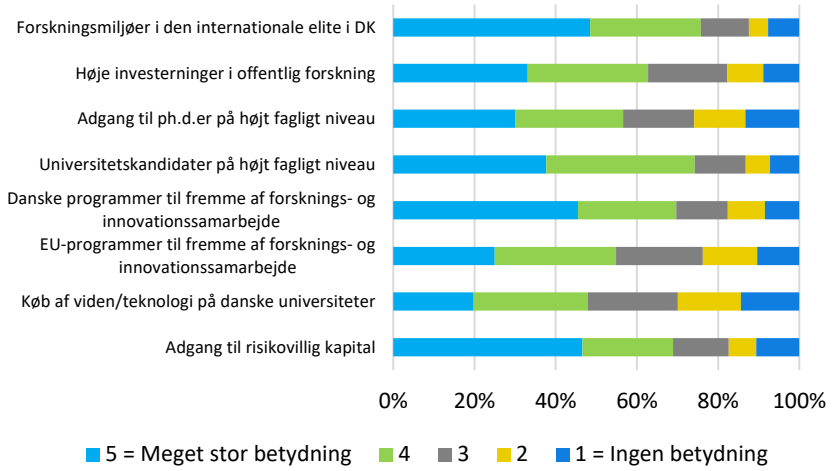
Life science sektoren er dog i høj grad koncentreret i regioner snarere end i lande, hvilket hænger sammen med, at virksomhederne placerer sig tæt på stærke life science forskningsmiljøer, som de kan samarbejde med og hente kandidater fra. Over 50 procent af alle danske life science virksomheder ligger under 5 km fra et universitet, og 71 procent ligger i Hovedstadsregionen.

Sammenligner man i stedet de stærkeste life science *regioner* rundt omkring i verden, kommer Boston (USA) og Cambridge (UK) stærkest ud. Men Hovedstadsregionen klarer sig også fint i denne sammenligning. Forskningen er dog helt på niveau med de nævnte regioner samt San Diego i Californien. Men generelt ligger Hovedstadsregionen godt til i sammenligning med andre europæiske life science regioner. Målt på indikatorer for forskningsproduktion, kvalitet af forskningen og antal forskningsmæssige styrkepositioner klarer vi os således godt i den sammenligning, vi i analysen har foretaget blandt 11 af verdens førende life science regioner.

Det er vigtigt, at vi holder fast i denne position. For danske life science virksomheder er dybt afhængige af et stærkt dansk forskningsmiljø, hvis sektoren skal realisere sit vækstpotentiale. Det afspejler figuren i næste spalte.

Næsten 80 procent af de danske life science virksomheder tillægger det stor eller meget stor betydning, at vi i Danmark har forskningsmiljøer, der er i den internationale elite.

Figur 1.4. Hvad betyder rammevilkår inden for forskning, uddannelse og vidensamarbejde for virksomhedens vækst og udvikling?



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

60 procent lægger stor eller meget stor vægt på at kunne rekruttere forskeruddannede (ph.d.er) på et højt fagligt niveau. Og her forklarer de virksomheder, vi har interviewet, at det netop er vigtigt, at forskerne uddannes i forskningsmiljøer, der er i international topklasse. Det er ligeledes vigtigt, at universiteterne har en konstant dialog med virksomhederne om indholdet af uddannelserne, og at de studerende opnår praktisk erfaring med sektoren allerede i løbet af uddannelsen, fx gennem specialer skrevet i samarbejde med en virksomhed.

Figur 1.4. viser, at det også er vigtigt for de fleste life science virksomheder, at der udbydes attraktive programmer til at finansiere forsknings- og innovationssamarbejde med universiteterne. Det direkte vidensamarbejde

med universiteterne er vigtigt for sektorens teknologi- og produktudvikling. Endelig er adgang til risikovillig kapital ikke overraskende en væsentlig rammebetingelse for mange life science virksomheder.

Samspil vigtigt i hele værdikæden

En central konklusion i analysen er endvidere, at det tætte samspil med universiteterne er vigtigt i *hele værdikæden* – fra udvikling af helt nye teknologier, over produktudvikling, til produktion, dokumentation og kvalitetssikring af de produkter, der allerede er på markedet.

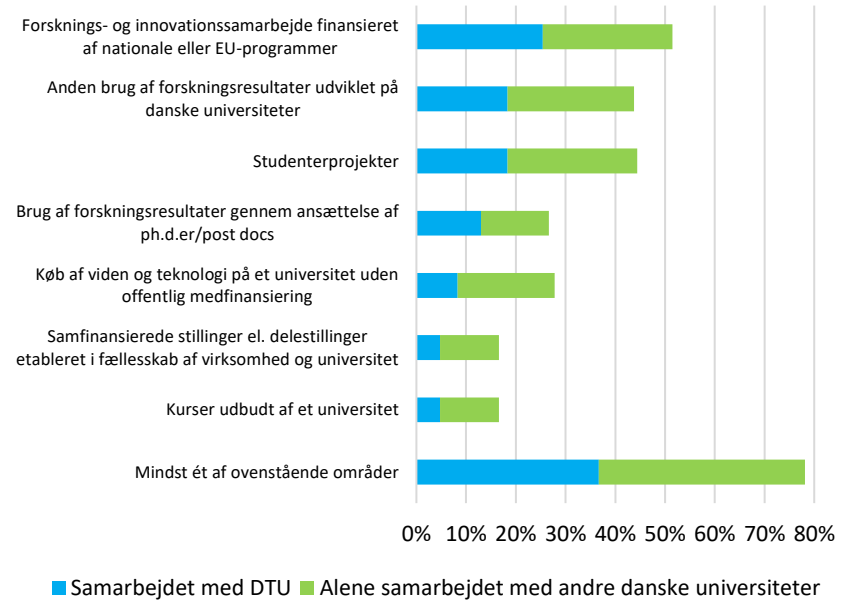
Det er bl.a. dette forhold, der gør, at forskning og forskningssamarbejde er så vigtigt for life science virksomhederne. Rapporten bringer en lang række eksempler på dette. Fire gode eksempler (fra DTU´s forskning) fra hver sin del af den industrielle værdikæde er følgende;

- **Forskning i helt nye teknologier:** DTU forsker i at forstå proteiners strukturer og kemiske egenskaber. Målet er både at skabe et teknologisk grundlag for nye typer af lægemidler (fx til behandling af Alzheimers) og for nye enzymtyper, der kan bruges til industriel produktion og til fremstilling af bioenergi.
- **Forskning i produktudvikling:** DTU forsker i høreteknologi, akustisk og audiologi, som er vigtig for høreapparatindustrien i forhold til, hvordan udnyttelsen af høreapparater kan forbedres.
- **Forskning i produktion:** DTU forsker i fermenterings- og gæringsteknikker, der bruges til fremstilling af en lang række life science produkter – øl, enzymer, fødevareingredienser, lægemidler, mv.
- **Kvalitetssikring og dokumentation:** DTU forsker i mikrobiologiske processer i grundvand og rensning af spilde- og drikkevand**,** hvilket spiller en stor rolle for kvalitets- og procesoptimering på danske vandværker.

1.4 UNIVERSITETERNES ROLLE SOM VÆKSTMOTORER

Analysen viser, at universiteterne spiller en central og vigtig rolle for udvikling og vækst i alle dele af dansk life science. Fire ud af fem virksomheder i sektoren har samarbejdet med et dansk universitet i perioden 2014-16, som det fremgår af figur 1.5.

Figur 1.5. Andel af life science sektoren der har samarbejdet med danske universiteter, 2014-2016

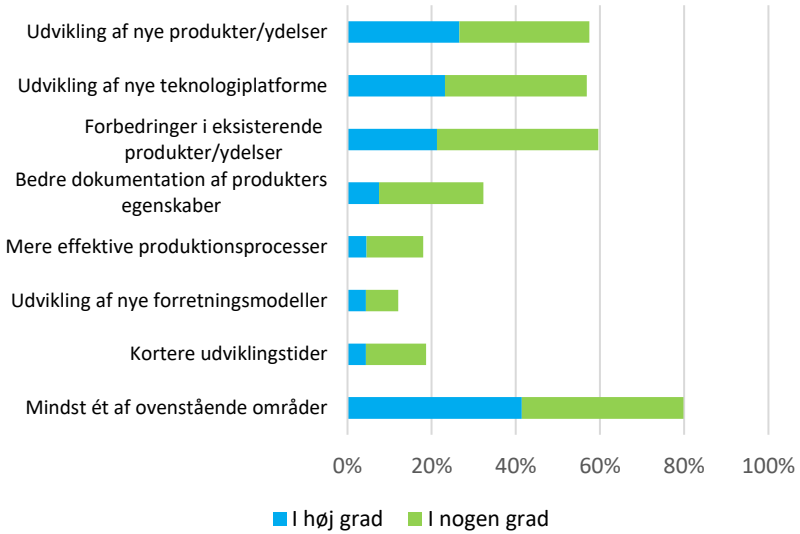


Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

Den største andel af life science virksomhederne har samarbejdet med et universitet om et konkret forsknings- og innovationsprojekt finansieret af offentlige tilskud fra enten staten eller EU. Men der er også en stor andel af virksomhederne, der har indgået i studenterprojekter samt købt viden og teknologi på universiteterne.

Resultaterne af samarbejdet er generelt gode. Det fremgår af figur 1.6, der viser hvor stor en andel af de virksomheder, som samarbejder med danske universiteter, der vurderer, at samarbejdet fører til forbedringer i konkurrenceevnen.

Figur 1.6. Resultater af universitetssamarbejde i form af styrket konkurrenceevne



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

De fleste virksomheder oplever, at samarbejdet med danske universiteter fører til produktudvikling – enten i form af helt nye produkter eller forbedringer i eksisterende produkter eller services. Ca. 60 procent angiver, at de realiserer effekter på disse områder, jf. figur 1.6. Næsten lige så mange angiver, at samarbejdet fører til nye teknologiplatforme – det vil sige teknologier med brede anvendelsesperspektiver.

Men også bedre dokumentation af produkters egenskaber og mere effektive produktionsprocesser fremhæves som et resultat af universitetssamarbejdet i en række virksomheder.

DTU som eksempel på integreret samarbejde med life science sektoren

Da analysen er gennemført for DTU, er vi i vores dataindsamling gået et spadestik dybere med hensyn til at kortlægge netop DTU´s life science forskning og dens betydning for sektoren.

Hele 14 ud af DTU´s 24 institutter og centre forsker inden for life science. Nogle institutter er rene life science institutter, mens andre forsker i teknologi, der bl.a. har stor relevans for life science sektoren.

Alle 14 institutter og centre samarbejder med en bred vifte af life science virksomheder – og de udgør tilsammen et forskningsmæssigt life science økosystem på DTU med forskellige roller og indbyrdes relationer, jf. figuren på næste side.

Inden for cirklen befinder sig to typer af institutter;

- Institutter der beskæftiger sig med **grundlæggende naturvidenskabelig forskning**: DTU Bioengineering og DTU Kemi.
- Institutter der forsker i **teknologier og værktøjer** med brede anvendelsesmuligheder i life science sektoren: DTU Mekanik, DTU Nanotech, DTU Bioinformatik, DTU Elektro og DTU Compute.

Disse to typer af institutter har både et direkte samarbejde med life science virksomheder, men også stor betydning for forskningen på de øvrige institutter og for uddannelse af kandidater på DTU.

Uden for cirklen befinder sig to andre typer af institutter/centre:

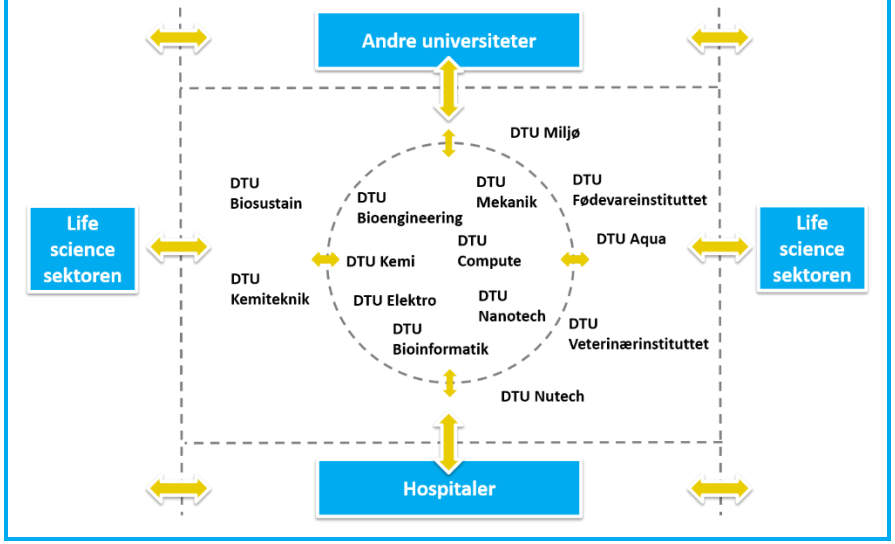
- **Sektorrettede** institutter: DTU Nutech, DTU Miljø, DTU Fødevareinstituttet, DTU Aqua, DTU Veterinærinstituttet.
- Institutter/centre der har fokus på forskning i **produktionsteknologi:** DTU Kemiteknik og DTU Biosustain.

Disse institutter og centre har således en særlig betydning for specifikke dele af life science sektoren og for vores evne til at fremstille life science produkter.

Figuren viser endvidere, at DTU´s samspil med life science sektoren også foregår i samspil med andre videninstitutioner. Dels indgår DTU i forskningssamarbejde med andre life science universiteter rundt omkring i verden, dels har flere institutter et udbredt samarbejde med hospitaler om udviklingen af ny teknologi til fx scanning, test, vacciner, mv.

Inden for de seneste tre år har 37 procent af alle danske life science virksomheder samarbejdet med et af de 14 institutter/centre. Og mange af virksomhederne har samarbejdet med to eller flere institutter.

Figur 1.7. Life science økosystemet på DTU



Kilde: IRIS Group i samarbejde med DTU.

DTU´s samspil med life science sektoren kan sammenfattes i følgende tal;

- Næsten 200 life science virksomheder har inden for de seneste tre år indgået i forsknings- og innovationsprojekter, hvor DTU indgår.
- Danske life science virksomheder ansætter hvert år ca. 400 nyuddannede ingeniører fra DTU samt 140 ph.d.´er uddannet på DTU.
- Der startede i 2015 ti nye life science virksomheder baseret på DTU-forskning. Der er her tale om en betydelig stigning i forhold til tidligere år, hvor antallet af spinouts har været mere beskedent.
- DTU indgik i 2015 11 aftaler om salg af patenter eller licensrettigheder til life science virksomheder – baseret på DTU-opfindelser. I alt

indgik DTU i 2015 24 aftaler om salg af patenter eller licensrettigheder til virksomheder.

Analysen forholder sig ikke til, hvorvidt disse tal er høje i international sammenhæng. Der er ingen tvivl om, at fx KTH[1] i Stockholm, University of Cambridge, Massachusetts Institute of Technology (MIT) m.fl. også spiller en nøglerolle for life science klyngerne i de pågældende regioner. Og der er fx indikationer af, at Hovedstadsregionen ikke skaber lige så mange spinouts på life science området som andre stærke life science regioner.

Samtidig har Københavns Universitet og Aarhus Universitet formentlig også et stort samspil med life science sektoren.

Men tallene dokumenterer det store samspil, som life science sektoren har med DTU – og dermed også den betydning, som det har for dansk life science at have et teknisk universitet med en stor fokus på området.

Særlige karakteristika ved life science sektorens samspil med DTU

Vi har som led i analysen gennemført virksomhedsinterview blandt en række af DTU´s samarbejdspartnere.

Stort set alle interviewede virksomheder fremhæver, at DTU uddanner dygtige ingeniører og forskere, der samtidig har en god industriel forståelse. Netop kvaliteten af arbejdskraften fremhæves som regionens største styrke – og som en afgørende forudsætning for sektorens fortsatte vækst i regionen. Herudover er det ifølge virksomhederne en væsentlig styrke ved DTU, at forskningen har et stærkt anvendelsesperspektiv – og i forlængelse heraf, at DTU råder over udstyr, apparatur og teknologi, der er et vigtigt omdrejningspunkt for konkrete samarbejdsprojekter.

Det fremhæves også som en styrke ved DTU, at universitetet arbejder med at udvikle nye samspilsformer og i stigende grad indgår i langsigtede, strategiske samarbejder med de enkelte virksomheder.

Herudover fremhæver virksomhederne det som et kendetegn ved DTU, at universitetet har stor bredde inden for life science forskningen.

I den sammenhæng peger flere virksomheder endvidere på et behov for stærkere samarbejde på tværs af DTU-institutter – bl.a. i lyset af, at life science teknologier i stigende omfang skabes i krydsfeltet mellem forskellige forskningsdiscipliner. Et konkret eksempel på hvor DTU kunne styrke det tværvidenskabelige samarbejde er at etablere mulighed for, at flere institutter kan samarbejde om ph.d.-forløb (i dag skal ph.d.-studerende være indskrevet på et bestemt institut).

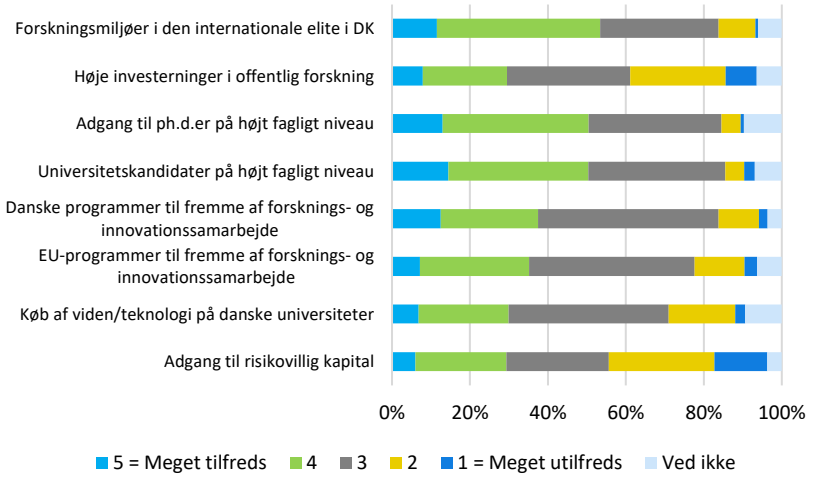
Rammebetingelser er ikke helt i top

Vi har i den gennemførte spørgeskemaundersøgelse også bedt virksomhederne om at angive deres vurdering af kvaliteten af forskellige typer af rammebetingelser.

Det fremgår af figuren på næste side, at der er en rimelig tilfredshed med de fleste rammebetingelser. Men også at der er plads til forbedringer, hvis målet er at skabe rammebetingelser, der er helt i top.

[1] Sveriges største tekniske universitet.

Figur 1.8. Life science virksomhedernes tilfredshed med forskellige typer af rammebetingelser



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.
Note: Figuren omfatter de virksomheder, der har svaret 4-5 på skalaen for rammebetingelsernes vigtighed (se figur 1.4).

På de fleste områder giver flest virksomheder rammebetingelserne 3-4 points på 1-5 skalaen, hvor 5 er "meget tilfreds" og 1 er "meget utilfreds".

Der er størst utilfredshed med rammebetingelserne "høje investeringer i offentlig forskning" og "adgang til risikovillig kapital".

Udfordringerne omkring risikovillig kapital er en velkendt problemstilling – ikke mindst på life science området, hvor det kræver meget kapital at bringe nye idéer og produkter på markedet.

Analysen konkluderer, at der særligt inden for den medicinske biotek (udvikling af nye lægemidler, vacciner og diagnostik) er udfordringer på dette område, der gør det vanskeligt at realisere vækstpotentialerne. Det gælder lige fra finansiering af den tidlige kommercialiseringsindsats på universiteterne til aktiemarkedets funktion i Danmark.

Herudover peger analysen på, at kvaliteten af forskningen kan løftes yderligere. Den peger på følgende udfordringer i Danmark, når der sammenlignes med de regioner, der er førende inden for life science forskning;

- Danske forskningsmiljøer (centrale forskergrupper) er forholdsvis små i international sammenhæng.
- Der er få basismidler i det danske forskningssystem, og selv de bedste forskere/miljøer er afhængige af ofte at skulle ansøge om midler i Danmark, der er relativt små i international sammenhæng.
- Den forskningsmæssige infrastruktur (apparatur/udstyr) er ofte på et højere niveau på udenlandske universiteter, der er førende på life science området.
- De danske forskningsmiljøer opleves som lidt mere siloagtige og lidt mindre tværvidenskabeligt tænkende end miljøer på førende universiteter som MIT og Harvard Medical School.

Kapitel 2

Hvad er life science?

2.1 INDLEDNING

Life science er kort fortalt videnskaberne om alt det levende samt om de teknologier, produktionsprocesser og produkter, vi udvikler med afsæt i vores viden om levende organismer.

Life science sektoren har således biologien – og den grundlæggende kemi bag biologien – som fælles udgangspunkt. Den består af et stort økosystem af virksomheder, der baserer deres produkter og produktion på forskning inden for 1) gener, proteiner, celler, gær, bakterier, planter, dyr, mennesker, mv., 2) nye biobaserede former for produktion.

Danmark har en stærk tradition inden for både life science forskning og udvikling af life science teknologi.

En lang række af Danmarks største virksomheder er life science virksomheder – eksempler er Novo Nordisk, Lundbeck, Chr. Hansen, Novozymes og Carlsberg. Også virksomheder som Danisco, Haldor Topsøe og Arla Foods baserer sig i stigende grad på life science forskning.

Hertil kommer, at vi har en stor underskov af mindre life science virksomheder, der blandt andet springer ud af forskningen på universiteterne. Det gælder virksomheder inden for udvikling af lægemidler, enzymer, bioenergi, avancerede fødevarer og medicoteknik. Men også en række underleverandører til life science industrien, der beskæftiger sig med rådgivning og analyse (eksempelvis inden for bioinformatik). Som vi vender tilbage til i kapitel 4, er der i dag 561 aktive life science virksomheder i Danmark, og tallet er støt voksende.

Det fælles udgangspunkt for life science virksomheder er således, at de alle baserer sig på grundvidenskabelige opdagelser inden for forskning i levende organismer.

Et andet fælles træk er, at de alle er forskningsbaserede – og dermed selv investerer i forskning og udvikling. Det er evnen til at anvende nye forskningsresultater eller selv at frembringe dem, der gør virksomheder til life *science* virksomheder. Vi har derfor i denne rapport lavet den afgrænsning af life science virksomheder, at forskning og udvikling mindst skal udgøre fem procent af omsætningen, eller at mindst to årsværk skal være beskæftiget med forsknings- og udviklingsaktiviteter[2].

2.2 LIFE SCIENCE ERHVERVENE

Life science sektoren går på tværs af traditionelle brancheskel, idet life science forskning netop kan anvendes inden for flere forskellige brancher. Fx kan grundvidenskabelige opfindelser inden for proteinkemi føre til nye enzymer, der kan anvendes i så forskellige produkter som nye vaskemidler,

[2] For en nærmere definition af life science henvises til metodebilaget.

bioenergi, nye lægemidler og til mere ernæringsholdige fødevarer. Forskning i såkaldte cellefabrikker[3] kan føre til nye måder at producere proteiner på, der kan bruges i så forskellige produkter som kosmetik, fødevarer, plast og lægemidler. Blot for at nævne et par eksempler.

Life science sektoren omfatter i dag virksomheder inden for primært følgende sektorer:

- **Farma, diagnostik og medicinsk biotek** – lægemidler mv. samt diagnostiske produkter, der anvendes i sundhedssektoren.
- **Medicoteknik og sundheds-it –** fx høreapparater, it-løsninger til hospitalerne, scannere og medicinsk udstyr, der forudsætter forskning i den menneskelige organisme.
- **Industriel biotek** – udvikling af industrielle enzymer, der anvendes til en lang række formål (eksempelvis i tekstiler, vaskemidler og pladtprodukter).
- **Bioenergi** – udvikling af enzymer og teknologi, der kan anvendes til at producere energi (bioethanol) ved hjælp af biomasse.
- **Avancerede fødevarer** – fx genmodificerede fødevarer, biobaserede fødevareingredienser, naturlige farvestoffer og biobaserede foderstoffer.
- **Støtteerhverv** – en række forskellige underleverandører af rådgivning og analyse, fx bioinformatik.

Boks 2.1. Eksempler på life science virksomheder og teknologier

Carlsberg er bl.a. en life science virksomhed, fordi øl fremstilles vha. fermenteringsprocesser (gæring), hvor sukkerstoffer i urten omdannes til alkohol. Carlsberg forsker løbende i at udvikle deres fermenteringsprocesser mhp. at udvikle nye øltyper, bedre smag og sundere øl. Herudover forsker Carlsberg i anvendelse af nye ingredienser og råmaterialer, der endvidere kan bidrage til nye øltyper og til at holde øl friskere.

Chr. Hansen er en industriel biotekvirksomhed, der udvikler naturlige ingredienser til fødevarer, farma og landbrugssektoren. Chr. Hansen forsker bl.a. i kulturer, enzymer, probiotika og naturlige farver.

Zealand Pharma er en biotekvirksomhed, der udvikler nye lægemidler til især hormonsygdomme baseret på selskabets beskyttede teknologi.

BioMar udvikler foder til opdrættede højværdifisk, som sælges i forskellige lande. Virksomheden forsker bl.a. i bioaktive stoffer i planter og alger, der kan anvendes i fiskefoder, herunder øge indholdet af omega-3 fedtsyrer.

TracInnovations er en spinout virksomhed fra DTU, der udvikler scanningsteknologi til brug for patienter, der ikke kan ligge stille (typisk børn), og hvor scanninger derfor ofte bliver forringede. Virksomheden har udviklet et markørløst trackingsystem, der kan registrere bevægelser og korrigere for disse i scanningsresultaterne.

Unibio er en anden spinout virksomhed fra DTU, der har udviklet et nyt fermenteringssystem, der kan udvikle et protein- og næringsrigt produkt til dyrefoder baseret på naturgas.

[3] Cellefabrikker består af celler (fx gærceller), der er designet til at producere bestemte produkter bæredygtigt (typisk ved brug af affald fra fx landbruget som råstof).

Kapitel 3

Analysens formål og fokus

3.1 INDLEDNING

DTU har med denne analyse ønsket en nærmere analyse af den danske life science sektor og dens samspil med danske universiteter, herunder naturligvis DTU.

Formålet har været at analysere sektorens størrelse, vækst og betydning for Danmark, samt hvor stor betydning forskning, uddannelse og forskningssamarbejde har for sektorens udvikling. Konkret har vi med analysen forsøgt at svare på følgende spørgsmål;

- Hvor stor er life science sektoren, og hvordan bidrager den til vores samlede eksport, produktivitet samt forskning og udvikling?
- Hvordan er sektoren sammensat på delbrancher og virksomhedstyper?
- Hvad er væksten i sektoren, og hvad er forventningerne til vækst i de kommende år?
- Hvad er Danmarks forskningsmæssige udgangspunkt? Hvor stærkt står vi inden for life science forskning på danske universiteter, og hvad betyder en stærk life science forskning for danske life science virksomheder?
- Hvilke samspilsrelationer med danske life science virksomheder indgår DTU i, og hvilken betydning har relationerne for virksomhederne?

DTU´s forskning og erhvervssamarbejde inden for life science området vil således gennem rapporten blive anvendt som eksempler på, hvad life science forskning handler om, og hvad den betyder for sektorens vækst og udvikling.

3.2 VORES TILGANG

Vi har som grundlag for analysen gennemført følgende aktiviteter;

- Interview med institutdirektører og udvalgte forskningsledere på alle de 14 DTU-institutter og -centre, der beskæftiger sig med life science forskning[4].

[4]DTU's ledelse identificerede på forhånd de institutter og centre, der forsker inden for life science området. Der er tale om 12 institutter og 2 centre (DTU Biosustain og DTU Nutech) ud af i alt 24 institutter og centre på DTU. For læsevenlighedens skyld omtaler vi samlet de 14 enheder som institutter i rapporten. Nogle institutter som DTU Bioengineering og DTU Biosustain er "rene" life science institutter, mens andre institutter (fx DTU Kemi, DTU Elektro og DTU Nanotech) beskæftiger sig med life science forskning som et af flere områder.

- Spørgeskemaundersøgelse blandt virksomheder i den danske life science klynge – spørgeskemaet blev udsendt til 503 virksomheder, og vi modtog 169 svar (svarprocent på 34 %)[5].
- Interview med ledende profiler i 11 life science virksomheder, der har erfaring med at samarbejde med DTU og andre danske universiteter.
- Analyse af dansk life science forskning og Danmarks forskningsmæssige styrker ved hjælp af databasen Scopus, der er verdens største forskningsdatabase.
- Registerbaseret analyse baseret på samkøring af 1) CVR-numre for life science virksomheder og 2) firmastatistikken samt forsknings-, udviklings- og innovationsstatistikken i Danmarks Statistik.

Life science sektoren er ikke defineret som en branche eller en sektor hos Danmarks Statistik. Derimod findes der som nævnt i kapitel 2 life science virksomheder inden for en række forskellige brancher.

Det har derfor været nødvendigt at opbygge en database og statistik fra bunden. IRIS Group har derfor udviklet en life science database, der omfatter samtlige danske life science virksomheder baseret på en definition af life science, som er udviklet i et samarbejde mellem IRIS Group og DTU (se metodebilaget). Metodebilaget uddyber, hvordan databasen er designet.

Analyse, foreløbige resultater og rapport er blevet forberedt og drøftet i en styregruppe med deltagelse af DTU´s direktion, DTU´s Afdeling for Forskning og Relationer samt tre institutdirektører. Det er dog IRIS Group alene, der er ansvarlige for rapportens analyser og konklusioner.

Den resterende del af rapporten er disponeret på følgende måde:

Kapitel 4 analyserer life science sektorens udvikling, vækstperspektiver og struktur.

Kapitel 5 belyser dansk life science forskning i et internationalt perspektiv, mens kapitel 6 går i dybden med den life science forskning, der foregår på DTU.

Kapitel 7 analyserer samspillet mellem danske universiteter og life science sektoren, mens kapitel 8 gennemgår, hvad samspillet med danske universiteter betyder for life science sektorens vækst og konkurrenceevne.

Endelig går kapitel 9 i dybden med virksomhedernes syn på rammebetingelserne for forskning og vidensamarbejde.

[5] Se metodebilaget.

Kapitel 4

Life science sektorens udvikling og samfundsøkonomiske betydning

4.1 FAKTA OM DANSK LIFE SCIENCE

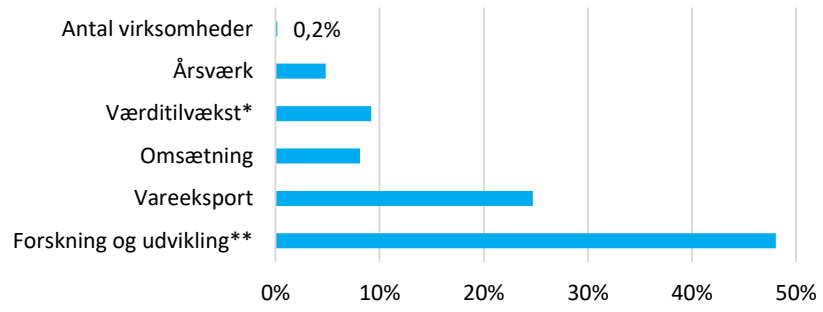
I dette afsnit sætter vi fokus på life science sektorens størrelse, vækst og samfundsøkonomiske betydning. Udgangspunktet er IRIS Groups life science database, der indeholder CVR-numre for samtlige danske life science virksomheder (også virksomheder der er ophørt), og som er blevet sammenkoblet med data fra forskellige registre hos Danmarks Statistik.

Figur 4.1 giver indledningsvist et overblik over life science sektoren med hensyn til antal virksomheder, beskæftigelse og økonomisk aktivitet.

Figuren viser, at life science virksomheder kun udgør en brøkdel af alle danske virksomheder (0,2 procent). Til gengæld dækker sektoren fem procent af den samlede private beskæftigelse og hele ni procent af værdivæksten. Hertil kommer, at en fjerdedel af vores samlede vareeksport er life science produkter, og at hele 48 procent af den private sektors forsknings- og udviklingsudgifter ligger inden for life science.

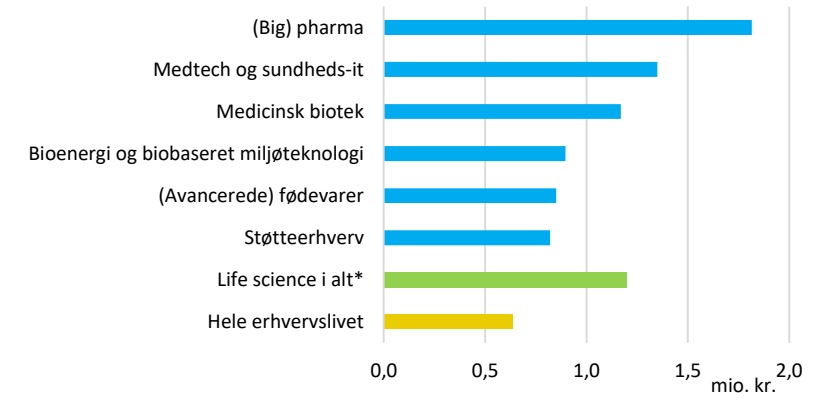
Samlet illustrerer figuren, at sektoren har en stor samfundsøkonomisk betydning – ikke mindst når det handler om at bidrage til valutaindtægter og højproduktive jobs. Det sidste er afspejlet i figur 4.2, hvor vi har sammenlignet produktiviteten i de forskellige dele af life science sektoren med gennemsnittet for dansk erhvervsliv.

Figur 4.1. Life science sektorens andel af dansk erhvervslivs aktiviteter i 2015



Kilde: Baseret på IRIS Groups life science database & Danmarks Statistik (særkørsel).
**Eksklusiv data for industriel biotek grundet diskretionshensyn i Danmarks Statistik.*
***Opgjort som købt FoU + udgifter til egen FoU*

Figur 4.2. Værditilvækst pr. medarbejder i life science sektoren



Kilde: Baseret på IRIS Groups life science database & Danmarks Statistik (særkørsel).
*Note: *Eksklusiv data for industriel biotek grundet diskretionshensyn i Danmarks Statistik.*

Figuren viser, at produktiviteten i dansk life science er ca. dobbelt så høj som i dansk erhvervsliv under ét. Det betyder også, at produktivitet, velstand og grundlaget for at finansiere velfærd i Danmark bliver styrket, når life science sektoren vokser.

Og som tabel 4.1 viser, så er life science sektoren netop vokset på alle parametre i de senere år.

Tabel 4.1. Væksten inden for life science sektoren 2005-2015

	2005	2010	2015	Vækst 2005-2015	
				Life science	Hele erhvervslivet
Antal aktive virksomheder	349	467	561	**61%**	7%
Beskæftigelse (årsværk)	65.193	62.787	67.640	**4%**	3%
Omsætning (mia. kr.)	198,8	233,8	276,3	**39%**	9%
Vareeksport (mia. kr.)	100,1	113,5	140,3	**40%**	7%

Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel) baseret på IRIS Groups life science database.
Note: Omsætning og eksport er opgjort i 2015-priser.

Tabellen viser, at der har været en stor vækst i antallet af life science virksomheder. Der har således været en stor tilgang af nye, videnbaserede iværksættere, der bidrager til en større og mere dynamisk sektor. Det afspejler også, at en stor del af fremtidens life science teknologi netop bliver udviklet blandt unge iværksættervirksomheder, hvoraf en betydelig del er spinout virksomheder fra universiteterne.

Samtidig er både omsætning og vareeksport steget med ca. 40 procent. Det afspejler, at sektorens samlede samfundsøkonomiske betydning er vokset kraftigt i de senere år. Væksten i hele det danske erhvervsliv i samme periode er vist yderst til højre. Her fremgår det tydeligt, at life science sektoren skiller sig ud.

I tabel 4.2 har vi endvidere brudt sektoren ned på delbrancher og sammenlignet brancherne på en række økonomiske nøgletal.

Tabel 4.2. Fordeling af samlet life science aktiviteter på brancher 2015

	Aktive virksomheder	Årsværk	Værditilvækst	Omsætning	Vareeksport
Big pharma	15%	35%	49%	38%	38%
Medicinsk biotek	19%	5%	4%	4%	2%
Medicoteknik og sundheds-it	20%	12%	13%	6%	8%
Avancerede fødevarer	10%	33%	23%	41%	41%
Industriel biotek	4%	6%	5%	5%	9%
Bioenergi og biobaseret miljøteknologi	7%	3%	2%	2%	0%
Støtteerhverv	26%	7%	4%	5%	2%
I alt	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel) baseret på IRIS Groups life science database.

Det fremgår, at big pharma (store farmavirksomheder) og avancerede fødevarer er de største brancher målt på beskæftigelse, omsætning og eksport. Store etablerede virksomheder som Novo Nordisk, Lundbeck, Leo Pharma, Carlsberg og Arla Foods trækker en stor del af læsset i sektoren.

Men målt på antal virksomheder er billedet langt mere nuanceret. Fx står medicinsk biotek, medicoteknik og sundheds-it for ca. 40 procent af virksomhederne. Også virksomheder inden for bioenergi og biobaseret miljøteknologi bidrager væsentligt til bestanden. Disse tal afspejler, at det har stor betydning, at der etableres gode vækstbetingelser for nye og mindre life science virksomheder (herunder adgang til risikovillig kapital).

4.2 LIFE SCIENCE SEKTORENS POTENTIALE

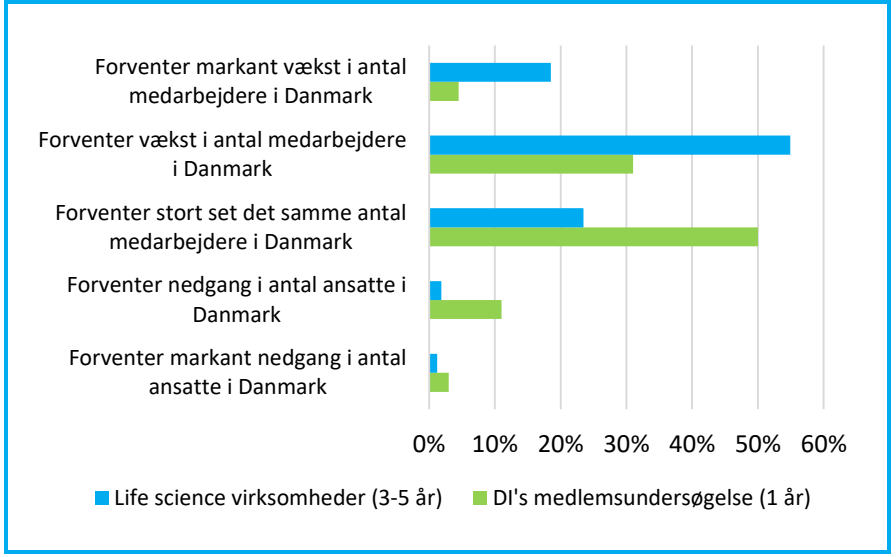
Et væsentligt spørgsmål i forlængelse af afsnit 4.1 er naturligvis, hvorvidt vi kan forvente fortsat vækst i life science sektoren. Vil sektorens betydning for den samlede produktion, beskæftigelse og eksport i Danmark vokse eller aftage i de kommende år?

Dette spørgsmål har vi forsøgt at besvare i den gennemførte spørgeskemaundersøgelse. Her er virksomhederne blevet bedt om at angive, hvorvidt de forventer fremgang eller tilbagegang i beskæftigelsen de næste 3-5 år.

Figur 4.3. viser life science virksomhedernes svar på dette spørgsmål. I figuren er virksomhedernes svar endvidere sammenlignet med svarene (på et tilsvarende spørgsmål) fra hele dansk industri i en analyse gennemført af Dansk Industri på stort set samme tidspunkt.

Det skal dog understreges, at der i DI´s undersøgelse kun spørges til forventninger det næste år, hvorfor tallene ikke er fuldt sammenlignelige.

Figur 4.3. Forventning til udvikling i antal ansatte i life science virksomheder de næste 3-5 år og i industrivirksomheder generelt



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder og DI Analyse (2016): "Virksomhederne forventer fremgang i 2017".

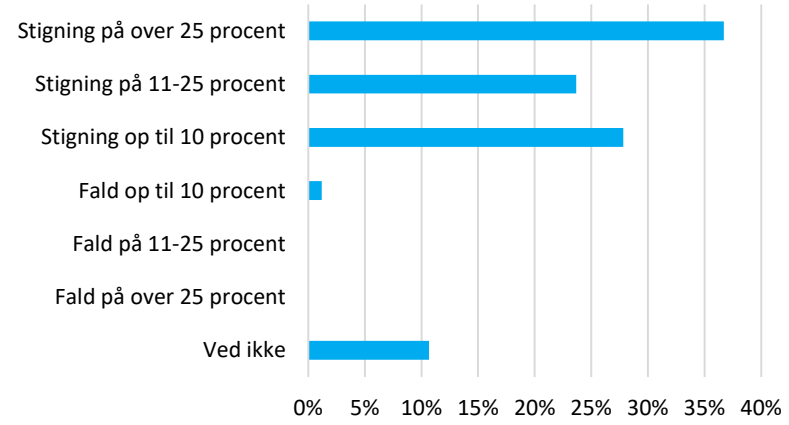
Det fremgår, at mere end 70 procent af alle life science virksomhederne forventer vækst i beskæftigelsen, herunder forventer knapt 20 procent markant vækst. Det er langt flere end i industrien som helhed, hvor 35 procent forventer vækst i beskæftigelsen.

Kun ca. tre procent af life science virksomhederne forventer nedgang i beskæftigelsen.

Der er således stor optimisme med hensyn til sektorens fremtidige vækst. Det er ikke overraskende i lyset af virksomhedernes vurdering af udviklingen på verdensmarkedet.

Vi har således også spurgt virksomhederne, hvorvidt de forventer, at der vil ske en stigning eller et fald i den samlede efterspørgsel efter den type af produkter, som virksomheden beskæftiger sig med. Svarene fremgår af figur 4.4.

Figur 4.4. Forventning til udvikling på verdensmarkedet de næste 3-5 år inden for virksomhedens produktområde.



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

Figuren viser, at der er meget stor optimisme omkring udviklingen på verdensmarkedet. Kun 2 ud af de 169 virksomheder, der har deltaget i undersøgelsen, forventer tilbagegang. I alt 88 procent forventer vækst på markedet, mens 11 procent har svaret "ved ikke" på spørgsmålet. Hele 37 procent – eller mere end hver tredje – forventer en vækst i efterspørgslen på mere end 25 procent.

Virksomhedernes forventninger er i fin overensstemmelse med forskellige internationale prognoser. Der foreligger ikke samlede prognoser for verdensmarkedets udvikling for life science produkter. Men der foreligger prognoser på forskellige delområder, der alle peger i retning af en betydelig stigning i efterspørgslen og i markedets størrelse. Boks 4.1 sammenfatter nogle af de nyere prognoser på området.

Boks 4.1. Internationale prognoser over udviklingen på life science området

Sundhedsområdet: Deloitte forventer i "Global Life Science Outlook 2017" en stigning i de samlede udgifter på sundhedsområdet fra $7 billioner i 2015 til $8,7 billioner i 2020 (svarende til en stigning på 24 procent). I samme analyse forventes fx en stigning i antallet af diabetikere på mere end 50 procent på verdensplan til 642 millioner i 2040.

Farma: Samme rapport forudser, at det globale salg af farmaceutiske produkter vil stige fra $1.017 milliarder dollars i 2015 til $1.263 milliarder i 2020.

Medtech: Evaluate forventer i *"EvaluateMedTech® World Preview 2015, Outlook to 2020",* at verdensmarkedet vil have en årlig vækstrate på 4,1 procent mod 2020. Det samlede medtech-salg forventes dermed at nå $477 milliarder i 2020.

Biomasse: I *"Biomass 2020: Opportunities, Challenges and Solutions"* har Eurolectric regnet sig frem til, at det europæiske forbrug af biomasse vil stige fra de nuværende 85 mtoe (megaton olie-ækvivalenter) til 215 mtoe i 2020 – dvs. en stigning på 153 procent.

Industriel biotek: BIO-TIC forventer i *"A roadmap to a thriving industrial biotechnology sector in Europe",* at det europæiske marked for industriel biotek kan stige fra 28 milliarder EUR i 2013 op til 50 milliarder EUR i 2030.

Samlet set er der således meget, der tyder på, at den danske life science sektor kan realisere fortsat vækst i de kommende år, hvis de rette rammebetingelser er til stede.

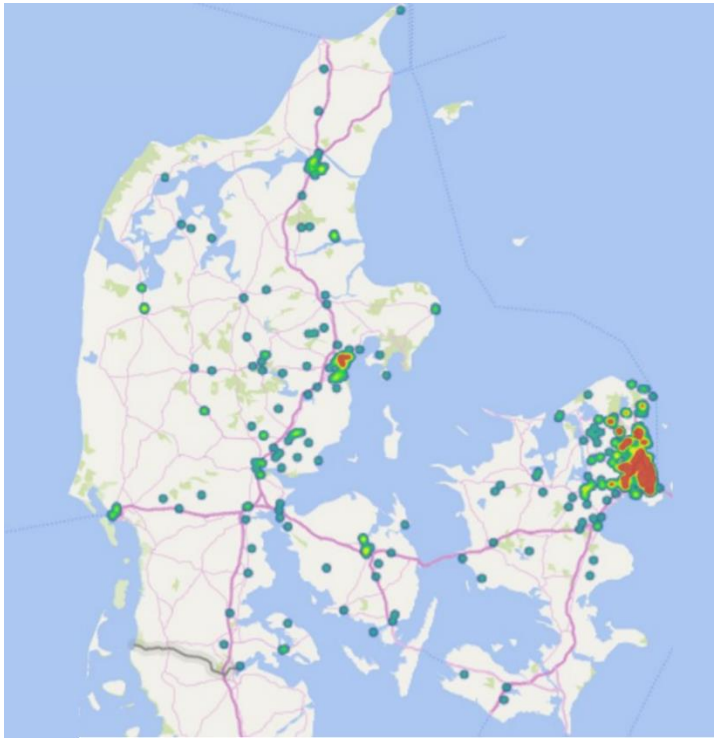
4.3 HVOR LIGGER LIFE SCIENCE VIRKSOMHEDERNE?

Life science sektoren er *ikke* en sektor, hvor arbejdspladserne er spredt ud over hele landet – hverken i Danmark eller i andre lande.

Derimod har life science virksomhederne en stærk tendens til at samle sig om de miljøer, der forsker i life science. Et godt eksempel er verdens største life science klynge, der ligger i Boston/Massachusetts, og som er samlet omkring verdens stærkeste forskningsmiljø med Massachusetts Institute of Technology (MIT) og Harvard Medical School som de vigtigste universiteter[6].

I figuren i næste spalte har vi illustreret, hvor de 561 aktive life science virksomheder er lokaliseret. Det fremgår, at der er en ekstrem koncentration i Hovedstadsregionen, og at mange af de virksomheder, der ligger uden for Hovedstaden, samler sig omkring Aarhus (og Aarhus Universitet/Universitetshospital). De røde områder på kortet er således de områder, hvor der er en meget høj koncentration af life science virksomheder.

Figur 4.5. Lokaliseringen af Danmarks life science virksomheder (kun hovedsæder)



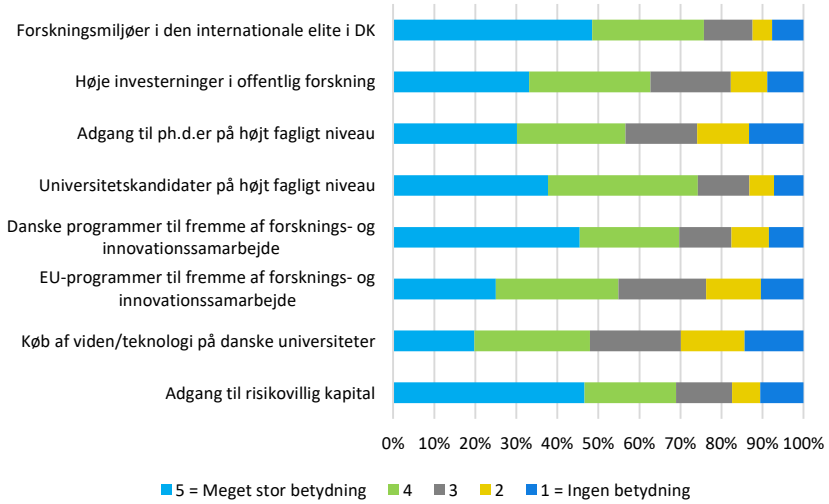
Kilde: IRIS Groups life science database, NNmarkedsdata og Bing

[6] Harvard Medical School på Harvard University og MIT ligger hhv.nr. 1 og 4 inden for life science på QS World University Rankings (2015).

Man kan opnå en dybere forståelse for life sektorens geografiske koncentration ved at se på, hvordan virksomhederne vurderer betydningen af rammevilkår inden for forskning, uddannelse og vidensamarbejde.

Virksomhederne er i den gennemførte spørgeskemaundersøgelse blevet bedt om at angive, hvor stor betydning forskellige typer af rammevilkår har for deres vækst og udvikling. Virksomhederne har kunnet angive deres svar på en skala fra 1-5, hvor 5 er "meget stor betydning" og 1 er "ingen betydning". Svarene fremgår af figur 4.6.

Figur 4.6. Hvad betyder rammevilkår inden for forskning, uddannelse og vidensamarbejde for virksomhedens vækst og udvikling.



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

De forskellige typer af rammevilkår har alle væsentlig betydning i et flertal af virksomhederne. Næsten 80 procent af de adspurgte life science virksomheder giver udtryk for, at det har meget stor eller stor betydning, at vi i Danmark har forskningsmiljøer i den internationale elite (og hele 50 procent tillægger dette meget stor betydning). Det samme gælder universitetskandidater på et højt niveau, mens næsten 60 procent lægger vægt på at kunne ansætte Ph.d.-uddannede på et højt fagligt niveau.

Det er også vigtigt for de fleste af virksomhederne at have adgang til forskellige typer af programmer, der kan bruges til at medfinansiere forsknings- og innovationssamarbejde med universiteterne. 70 procent angiver, at det er af meget stor eller stor betydning, at der udbydes den type af programmer i Danmark (eksempelvis InnoBooster, ErhvervsPhD og Grand Solutions under Innovationsfonden).

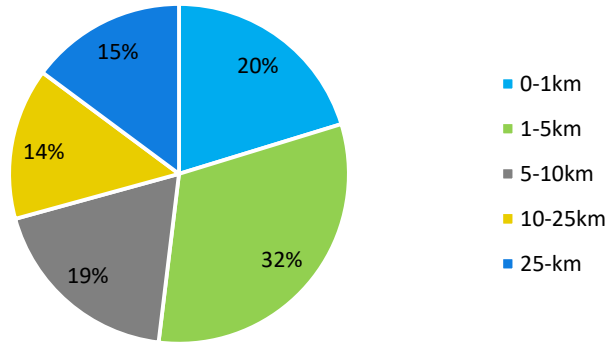
Samlet illustrerer svarene, hvor stor betydning samspillet med DTU og andre danske universiteter har for life science virksomhederne. De lægger vægt på både forskning, adgang til dygtige kandidater og det direkte samarbejde. I dette lys er det naturligvis ikke overraskende, at virksomhederne lokaliserer sig tæt på de universiteter, der forsker i life science.

"For Oticon er samarbejdet med universiteter – ikke mindst DTU – afgørende for den vækst og udvikling, vi har haft. Den geografiske nærhed og de uformelle indgange er vigtige og meget værdiskabende. Jeg er eksempelvis selv på DTU mindst en gang om ugen".

Uwe Andreas Hermann, Head of Eriksholm Research Centre, Oticon

Vi har i figuren på næste side gået et spadestik dybere og set på, hvordan life science virksomheder fordeler sig, når det gælder afstanden til universiteter, der forsker i life science.

Figur 4.7. Danske life science virksomheder fordelt efter afstand til nærmeste universitet med life science forskning

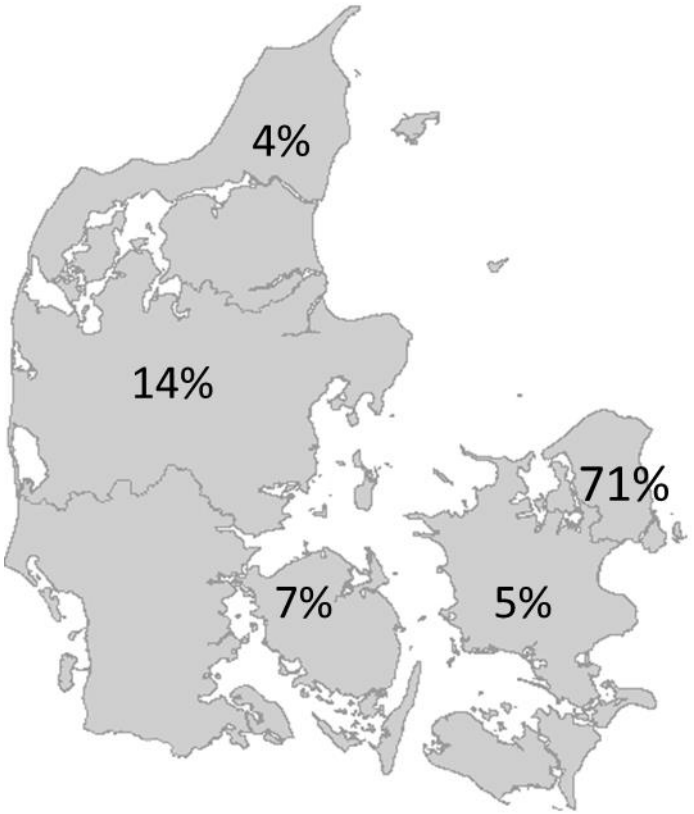


Kilde: IRIS Groups life science database og NNmarkedsdata.
Note: Data er opgjort på hovedsædet.

Det fremgår, at mere end 50 procent af alle life science virksomheder ligger i en afstand på max. 5 km fra enten DTU, Københavns Universitet, Aarhus Universitet, Aalborg Universitet eller Syddansk Universitet.

Når det gælder life science virksomhedernes geografiske fordeling, ligger 71 procent i Hovedstadsregionen, jf. figuren i næste spalte.

Figur 4.8. Life science virksomheders regionale fordeling



Kilde: IRIS Groups life science database og NNmarkedsdata.

Kapitel 5

Dansk life science forskning i et internationalt perspektiv

5.1 INDLEDNING

Kapitel 4 viste, at life science sektoren tillægger det stor betydning, at Danmark har forskningsmiljøer i den internationale elite. I dette lys er det naturligvis interessant at kigge nærmere på, hvordan dansk life science forskning rent faktisk klarer sig. Har vi forskning på et højt niveau, der skaber grobund for nye virksomheder, dygtige ph.d.er og kandidater samt perspektivrige forskningssamarbejder mellem universiteter og virksomheder?

Vi belyser i dette kapitel emnet på flere niveauer. Kapitlet ser således nærmere på;

- Hvordan Danmark klarer sig i forhold til andre lande med stærke life science klynger.
- Hvordan Hovedstadsregionen klarer sig i forhold til andre førende life science regioner.
- Hovedstadsregionens styrkepositioner på life science området.
- DTU's styrkepositioner på life science området.

Vi har anvendt den internationale database *Scopus* til formålet, der er verdens største internationale database over forskningsartikler, mv. I Scopus er produktionen af forskningsartikler opdelt på 334 forskellige underområder, hvoraf de 108 ligger inden for life science forskning (se metodebilaget).

Det er disse 108 områder, der har dannet udgangspunkt for analysen. Vi baserer os i kapitlet på tre typer af indikatorer:

- **Forskningsproduktion –** hvor mange artikler produceres der inden for et givent forskningsområde eller i et land/region?
- **Forskningskvalitet –** hvor ofte citeres de enkelte artikler af andre forskere?
- **Excellent forskning –** hvor stor en andel af forskningsartiklerne er blandt de 10 procent mest citerede i verden inden for det pågældende forskningsfelt?

5.2 SAMMENLIGNING AF FORSKNINGSPRODUKTIONEN INDEN FOR LIFE SCIENCE

Når man skal sammenligne forskningsproduktion er flere forskellige indikatorer relevante. Den samlede videnskabelige produktion (antal forskningsartikler) fortæller, hvor meget forskning der foregår i fx et land, mens forskningsproduktionen sat i forhold til indbyggertallet giver bedst mening, hvis lande eller regioner af forskellig størrelse skal sammenlignes.

Herudover er det i forhold til denne analyse relevant at sammenligne både med andre lande og regioner. Det er interessant at se, hvordan Danmark klarer sig i forhold til andre lande, der klarer sig godt inden for life science. Men det er også vigtigt at holde Hovedstadsregionen op mod andre life science regioner.

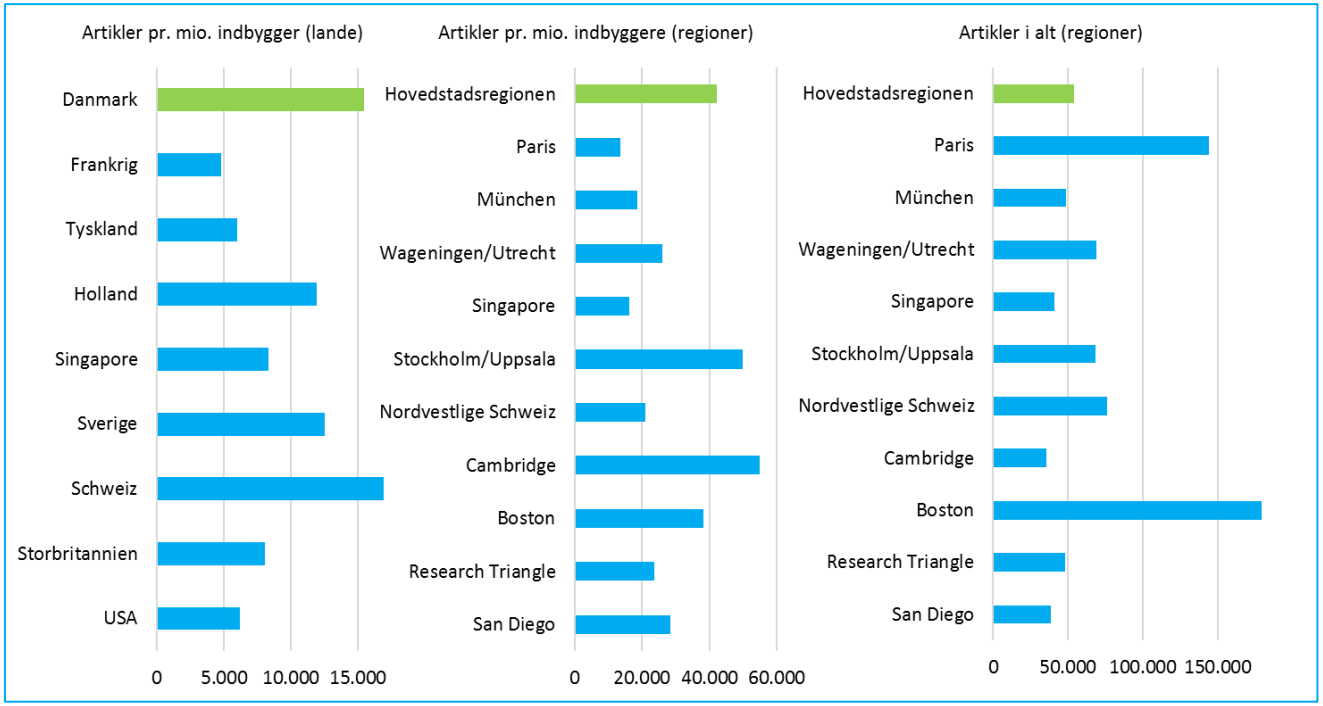
Det giver fx begrænset mening at sammenligne med hele USA, hvor life science sektoren er koncentreret i bestemte stater/områder. Og hvis vi skal

fastholde og videreudvikle den danske styrkeposition inden for life science, er det netop vigtigt at holde sig op mod de bedste.

Figur 5.1. indeholder tre forskellige figurer. Den første sammenligner antallet af videnskabelige artikler pr. indbygger inden for life science i en række lande, der er kendetegnet ved at huse stærke life science klynger.

Den viser, at Danmark sammen med Schweiz er de lande, der har den højeste produktion af life science forskning, når landenes størrelse tages i betragtning. Også Holland og Sverige ligger højt på denne indikator – det er altså de mindre lande, der klarer sig bedst på denne indikator.

Figur 5.1. Antallet af videnskabelige artikler inden for life science, 2011-2015



Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival/Scopus & OECD.Stat.

Billedet er noget anderledes, hvis man i stedet sammenligner på regionsniveau. I det andet søjlediagram i figur 5.1. har vi således sammenlignet den videnskabelige produktion pr. indbygger i den vigtigste life science region i hvert land. For USA's vedkommende har vi taget tre regioner med – Boston, The Research Triangle (i North Carolina) og San Diego.

Cambridge i Storbritannien er den region, der har den største videnskabelige life science produktion pr. indbygger. Herefter følger Stockholm, Hovedstadsregionen og Boston.

Det sidste søjlediagram i figuren viser, at Boston og Paris derimod er de regioner, der skiller sig ud, hvis man sammenligner den totale produktion af life science forskningsartikler – uden at tage højde for indbyggertallet. Det skyldes naturligvis, at disse to regioner har mange indbyggere. Denne indikator er også relevant, fordi virksomhederne også ser på den samlede forskning, antallet af forskeruddannede mv., når de beslutter sig for, hvor de fx skal placere fremtidige forskningsaktiviteter, jf. kapitel 4 om virksomheders vurdering centrale rammevilkårs betydning.

Samlet kommer Hovedstadsregionen således pænt ud i sammenligningen. Men regionen ligger hverken i top på volumen eller på forskningsproduktion pr. indbygger.

5.3 SAMMENLIGNING AF FORSKNINGENS KVALITET OG GENNEMSLAGSKRAFT

Figur 5.1. gav et billede af forskningens volumen, men sagde ikke så meget om *kvaliteten* af den forskning, der foregår i de forskellige regioner. Og som det fremgik af kapitel 4, lægger life science virksomhederne stor vægt på, at forskningen er på et højt internationalt niveau.

Vi har som nævnt anvendt to typer af indikatorer til at sammenligne life science forskningens kvalitet og gennemslagskraft i de forskellige life science regioner[7];

- **Forskningskvalitet** – hvor ofte life science artikler fra en region i gennemsnit citeres af andre forskere, opgjort i form af et citationsindeks, hvor værdien 1 svarer til verdensgennemsnittet[8].
- **Excellent forskning** – opgjort som den andel af de offentliggjorte forskningsartikler, der er blandt de 10 procent mest citerede artikler inden for deres område. Her svarer 10 procent således til verdensgennemsnittet.

Tabel 5.1. sammenligner life science forskningen i de 11 regioner (fra figur 5.1.) på de to indikatorer. Ud over de samlede regionstal har vi også vist, hvordan DTU klarer sig på de to indeks (kun life science forskning[9]).

Tabel 5.1. Indikatorer for kvalitet og gennemslagskraft af life science forskning, fordelt på regioner, 2011-2015

	Citationsindeks	Andel artikler blandt de 10 % mest citerede i verden
DTU	1,9	21%
Hovedstadsregionen	1,9	20%
Cambridge	2,4	26%
Boston	2,3	24%
San Diego	2,2	23%
Nordvestlige Schweiz	1,9	21%
Wageningen-Utrecht	1,9	21%
North Carolina	2	20%
München	1,8	19%
Central Singapore	1,8	19%
Stockholm-Uppsala	1,9	19%
Paris	1,7	18%

Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival/Scopus.
Note: Data er udregnet som et vægtet gennemsnit af de forskellige forskningsområder.

[7] Se også metodebilaget.

[8] Et indekstal på 2 er udtryk for, at artikler fra den pågældende region citeres dobbelt så hyppigt som gennemsnittet af verdens offentliggjorte life science artikler.

[9] 64 procent af DTU´s samlede forskningsproduktion (registreret i Scopus) i perioden 2011-2015 lå inden for life science området.

Tabellen viser, at alle de udvalgte life science regioner på begge indeks ligger betydeligt over verdensgennemsnittet for al life science forskning. Men den viser også, at Boston og Cambridge er de to regioner, der klarer sig bedst på begge indikatorer – efterfulgt af San Diego.

Hovedstadsregionen, hvor DTU er placeret, ligger ca. midt i feltet og klarer sig med andre ord pænt i international sammenhæng. Og DTU klarer sig stort som Hovedstadsregionen under ét.

Life science forskningen består naturligvis af en række forskellige hovedområder og underområder. Og der er inden for områderne forskelle på, hvordan regionerne klarer sig.

I tabel 5.2. er life science forskningen opdelt på otte hovedområder, der følger inddelingen i Scopus. Vi har for hvert hovedområde og hver region vist indikatoren for "excellent forskning" – det vil sige, hvor stor en andel af artiklerne, der er blandt de 10 procent mest citerede i verden. De tre bedst præsterende regioner inden for hvert af de otte områder er fremhævet med gult.

Tabel 5.2. Andel artikler blandt de 10 procent mest citerede, 2011-2015

	Hovedstads-regionen	Boston	Cambridge	München	Nordvestlige Schweiz	North Carolina	Paris	San Diego	Singapore (Central)	Stockholm-Uppsala	Wageningen-Utrecht
Organisk kemi	11%	16%	20%	10%	14%	17%	9%	14%	21%	13%	14%
Biokemi, genetik og molekylær biologi	20%	24%	27%	20%	21%	20%	17%	22%	21%	18%	21%
Immunologi og Mikrobiologi	19%	24%	23%	22%	23%	20%	19%	26%	19%	18%	21%
Neuroscience	15%	21%	24%	18%	20%	20%	16%	21%	15%	16%	20%
Farmakologi, toksikologi og farmaci	19%	21%	26%	17%	22%	17%	17%	21%	20%	15%	20%
Medicin mv.	21%	24%	27%	19%	21%	22%	18%	23%	20%	20%	21%
Landbrug og biologiske videnskaber	20%	23%	24%	20%	23%	18%	18%	24%	15%	19%	22%
Veterinær-videnskab	24%	19%	18%	18%	18%	19%	20%	12%	24%	19%	22%
I alt	20%	24%	26%	19%	21%	20%	18%	23%	19%	19%	21%

Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival/Scopus.

Note: Data er opgjort på life science hovedområder i Scival/Scopus.

Tabellen bygger på de klassiske hovedområder inden for life science og er delt op på den måde, at de øverste områder vedrører den grundlæggende naturvidenskabelige forskning inden for kemi, genetik, molekylær biologi og mikrobiologi, som har relevans for alle dele af sektoren. De tre efterfølgende områder vedrører sundhedsforskning, mens de to sidste vedrører fødevare-, landbrugs- og veterinærområdet.

Det fremgår, at Boston, San Diego og Cambridge ligger i top 3 på 6-7 af de otte områder. Cambridge fremstår som den region, der klarer sig bedst på andelen af excellent forskning.

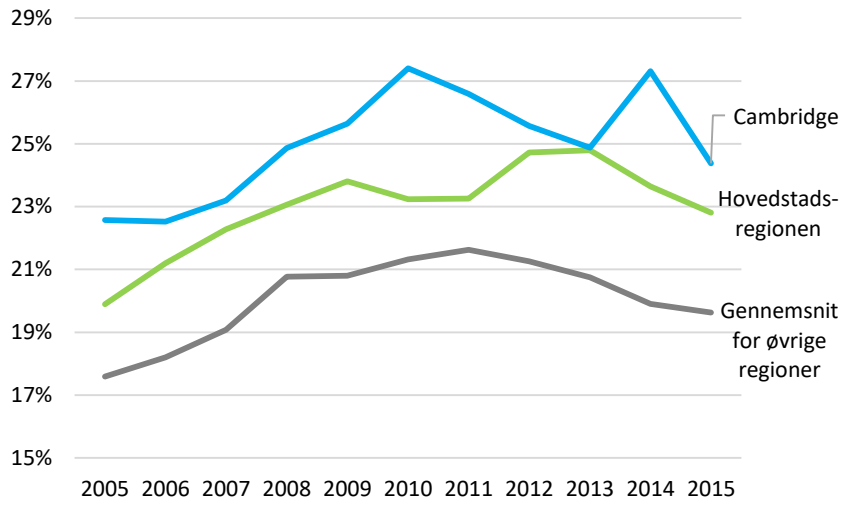
Hovedstadsregionen klarer sig bedst inden for veterinærvidenskab (top 2) og svagest inden for kemi og neuroscience. Den veterinærvidenskabelige forskning er hovedsageligt forankret på KU. DTU Veterinærinstituttet står dog for omkring en fjerdedel af Hovedstadsregionens forskningsproduktion på området, herunder en del sampubliceringer med KU.

5.4 UDVIKLINGEN OVER TID

Et væsentligt spørgsmål er naturligvis også, hvordan *udviklingen* har været på området. Det vil sige, om forskningens kvalitet og gennemslagskraft er stigende, og hvordan Hovedstadsregionen klarer sig på dette område i forhold til andre life science regioner.

Figur 5.2. viser udviklingen siden 2005 i andelen af artikler, der er blandt de 10 procent mest citerede på deres område. Udviklingen er vist for henholdsvis Hovedstadsregionen, gennemsnittet af alle andre regioner samt den region, der klarer sig bedst på den pågældende indikator (Cambridge).

Figur 5.2. Udvikling i andel artikler, der er blandt de 10 procent mest citerede 2005-2015



Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival/Scopus.

Det fremgår, at andelen af artikler blandt de 10 procent mest citerede er øget i Hovedstadsområdet - fra 20 procent i 2005 til 23 procent i 2015. Væksten har dog ligget på et tilsvarende niveau i de øvrige life science regioner og i Cambridge, der gennem hele perioden ligger stabilt højere end de øvrige regioner set under ét. Hovedstadsregionen har således hverken forbedret eller forværret sin position i forhold til andre stærke life science regioner.

5.5 HOVEDSTADSREGIONENS FORSKNINGSMÆSSIGE STYRKEPOSITIONER

Hvor afsnit 5.3-5.4 beskæftigede sig med dansk life science forsknings generelle niveau, kigger dette afsnit nærmere på, hvor vi har specifikke styrkepositioner, og hvor mange styrkepositioner vi har i forhold til andre regioner.

Danske life science virksomheder lægger vægt på, at Danmark har en række topforskningsmiljøer, der kan konkurrere med de bedste miljøer rundt omkring i verden. Det er påvist i tidligere analyser[10] og bekræftet i de gennemførte interview. De væsentligste argumenter er følgende;

- **Talentrekruttering.** De dygtigste ph.d.er uddannes i de stærkeste forskningsmiljøer. Derfor er det afgørende for rekrutteringen og kvaliteten i den private forskning, at der findes et betydeligt antal højkvalitetsmiljøer i den offentlige forskning i Danmark.
- **Forskningssamarbejde.** For mange life science virksomheder er det vigtigt, at samarbejdet foregår med de bedste forskningsmiljøer i verden. Samtidig har nærhed betydning. Selv om de danske life science virksomheder samarbejder globalt, er det også vigtigt med lokale samarbejdspartnere. Nærhed til samarbejdspartnere i den offentlige forskning giver grundlag for hyppigere kontakt, bedre muligheder for at følge forsøg, kulturforskellene er mindre, osv. Men det giver kun mening for virksomhederne, hvis miljøernes forskning samtidig er i international topklasse.
- **Økosystemets udvikling.** Excellent forskning skaber grundlag for de opfindelser, der fører til nye, højteknologiske virksomheder, fx inden for biotek. Højkvalitetsforskning er således afgørende for, at der skabes nye life science virksomheder. De nye virksomheder bidrager samtidig til det samlede økosystem og til pipelinen af nye produkter og teknologier.

Vi har lavet styrkepositionsopgørelsen med afsæt i forskningsdatabasen Scopus´ 108 life science forskningskategorier.

I tabel 5.3. på næste side har vi vist, hvor mange styrkepositioner de enkelte regioner har, og hvor stor en andel de pågældende styrkepositioner udgør af den samlede life science forskning på verdensplan. Det sidste giver et billede af, om styrkepositionerne i de enkelte regioner repræsenterer store forskningsområder eller mindre nicheområder.

Tabellen deler styrkepositionerne op i ”sikre styrkepositioner” og ”måske styrkepositioner”.

Denne sondring skyldes, at der ikke findes en sikker og universal metode til at beregne forskningsmæssige styrkepositioner.

Vi har opgjort styrkepositionerne ud fra følgende kriterier[11];

[10] Se fx IRIS Group (2016); ”Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri”. Udarbejdet for Lif.

[11] Se uddybning i metodebilaget.

- Regionen skal inden for det givne forskningsområde have både et højt citationsindeks og en høj andel artikler, der er blandt de ti procent mest citerede.
- Samtidig skal regionen på det givne forskningsområde ligge i toppen blandt de undersøgte life science regioner på begge indikatorer. Det er altså ikke nok at have en høj score på fx citationsindekset – scoren skal også være høj i forhold til de life science regioner, som vi sammenligner med i analysen.
- Der skal være en forskningsaktivitet af en vis størrelse for, at det kan være en styrkeposition.

Vi har gennemført fem beregninger, hvor vi har varieret lidt i kravene, som et forskningsområde skal opfylde under hvert kriterium[12]. Hvis et givent forskningsområde kommer ud som en styrkeposition i mindst fire af de fem beregninger, har vi kaldt det en "sikker styrkeposition". Kommer den derimod ud som styrkeposition i 1-3 beregninger, har vi kaldt den en "måske styrkeposition".

Det skal dog understreges, at "måske styrkepositioner" under alle omstændigheder også er områder, hvor den enkelte region klarer sig godt.

Tabel 5.3. viser, at Hovedstadsregionen har fire sikre og fem måske styrkepositioner (i alt ni). Vi ligger på dette område betydeligt efter Boston og Cambridge, men til gengæld på niveau med eller over de øvrige regioner.

Tabel 5.3. Antal forskningsmæssige styrkepositioner inden for life science, 2011-2015

Regioner	Sikre	Måske	Styrkepositionernes andel af samlet life science forskning i verden*
Hovedstadsregionen	4	5	5 %
Boston	16	18	27 %
Cambridge	8	5	15 %
North Carolina	4	5	6 %
Nordvest Schweiz	3	6	7 %
San Diego	3	8	7 %
Stockholm-Uppsala	3	2	4 %
Central Singapore	2	1	3 %
Wageningen-Utrecht	2	9	8 %
Paris	1	1	1 %
München	0	0	-

*Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival/Scopus. *Andelen er et udtryk for bredden i styrkepositionerne – altså om de enkelte universiteters styrkepositioner ligger inden for store forskningsområder eller er mere nichepræget.*

[12] Se metodebilaget.

Herudover viser tabellen, at de ni styrkepositioner udgør ca. fem procent af den samlede forskningsproduktion inden for life science på verdensplan.

Det fortæller, at de danske styrkepositioner er lidt nichepræget. Til sammenligning udgør Cambridge 13 styrkepositioner 15 procent af den samlede forskningsproduktion. Men også flere af de øvrige regioner har styrkepositioner inden for områder, der i gennemsnit er lidt større end styrkepositionerne i Hovedstadsområdet.

De opgjorte styrkepositioner i Hovedstadsregionen er følgende (de fire sikre nævnt først);

- Medicinsk biokemi
- Dermatologi
- Obstetrik og Gynækologi
- Reproduktiv medicin (behandling af barnløshed, mv.)
- Anæstesiologi og smertemedicin
- Pulmonal og respiratorisk medicin
- Rehabilitering
- Generel veterinærvidenskab
- Farmaceutisk videnskab

Som det fremgår, er der overvejende tale om sundhedsvidenskabelige forskningsområder – og særligt forskning inden for specifikke sygdoms- og behandlingsområder. De afspejler bl.a., at regionen står godt inden for den kliniske forskning. Den eneste ikke sundhedsvidenskabelige styrkeposition er veterinærvidenskab[13].

Det skal til sidst nævnes, at styrkepositionsberegninger afspejler gennemsnittet af al forskning i regionen inden for det pågældende område. Der kan sagtens inden for andre områder være forskere eller forskergrupper i den globale elite, der ikke kommer frem i opgørelsen, fordi der inden for samme område kan være forskergrupper, der måske klarer sig mindre godt.

Hertil kommer, at nogle forskergrupper beskæftiger sig med forskning, der falder inden for flere kategorier.

Fx har Hovedstadsregionen nogle meget stærke forskergrupper inden for proteinforskning og genetik, der ikke kommer frem som styrkepositioner i beregningerne.

Endvidere afhænger resultatet af en analyse af styrkepositioner naturligvis afhænger af, hvem der sammenlignes med. To nyere analyser sammenlig-

[13] I tabel 5.2. klarer Hovedstadsregionen sig bedst inden for veterinærvidenskab (top 2). Tabel 5.2. sammenligner imidlertid blot regionerne på én indikator – nemlig ”excellent forskning” - mens styrkepositionsanalysen er konstrueret af flere indikatorer, hvilket betyder, at veterinærvidenskab bliver en ”måske” styrkeposition.

ner forskningen i Hovedstadsregionen med henholdsvis andre nordeuropæiske metropoler samt regioner, der står stærkt inden for bioteknologisk forskning[14].

I disse analyser kommer de nævnte områder også frem som styrkepositioner. Men også følgende områder kommer frem som sikre/måske styrkepositioner i disse analyser;

- Anvendt mikrobiologi og bioteknologi.
- Bioengineering.
- Akut medicin og intern medicin.
- Diabetes, endokrinologi, stofskiftesygdomme.

5.6 DTU´S STYRKEPOSITIONER

Vi har også lavet en analyse af DTU´s styrkepositioner. Den er lavet på tilsvarende måde som regionsanalysen, idet vi i stedet for at sammenligne regioner har sammenlignet universiteter inden for de 11 regioner.

I alt ca. 100 universiteter og forskningsinstitutioner beskæftiger sig med life science forskning i de 11 life science regioner, vi har fokuseret på i analysen.

Vi har igen lavet forskellige beregninger med varierende kriterier for, hvad det kræver at opnå en styrkeposition (se metodebilaget). Herunder at et universitet skal være blandt de 6-12 bedste af de 100 universiteter inden for henholdsvis citationsindekset og andel artikler, der er blandt de ti procent mest citerede.

Analysen viser, at DTU i sammenligningen med andre life science universiteter har fem sikre og fem "måske" styrkepositioner, jf. tabel 5.4 på næste side. Tabellen viser for hver styrkeposition;

- Antallet af DTU-artikler publiceret i perioden 2011-2015 (registreret i Scopus).
- Andel artikler der er blandt de ti procent mest citerede på området (verdensgennemsnit = ti procent).
- Værdien af citationsindekset (verdensgennemsnit = 1).
- DTU´s placering blandt de ca. 100 universiteter på de to indeks.

[14] Se IRIS Group (2016); "Greater Copenhagens forskningsstyrker med potentiale for investeringsfremme". Udarbejdet for Copenhagen Capacity. Og IRIS Group (2017); "Analyse af perspektiver og vækstbarrierer for udvikling af dansk biotek – benchmarking af Hovedstadsregionens biotekklynge med seks udenlandske biotekklynger". Udarbejdet for Novo Nordisk Fonden m.fl.

Tabel 5.4. DTU's forskningsmæssige styrkepositioner inden for life science, 2011-2015

DTU's styrkepositioner	Sikre styrkepositioner					Måske styrkepositioner				
Forskningsområde: / Indikator:	Kræft-forskning	Endo-krinologi	Molekylær Medicin	Farma-kologi	Toksi-kologi	Agronomi & afgrøde-videnskab	Anvendt mikrobiologi & biotech.	Kognitiv Neuroscience	Skovbrug	Plante videnskab
Antal DTU-artikler*	47	47	118	154	121	118	314	29	64	129
Andel DTU-artikler blandt de 10% mest citerede	57%	38%	37%	41%	43%	30%	36%	41%	28%	34%
DTU's placering: Andel artikler blandt de 10% mest citerede	#6	#4	#8	#5	#3	#4	#6	#4	#9	#10
DTU's citationsindeks	2,57	2,09	2,5	2,70	2,28	2,3	2,17	1,98	2,56	2,37
DTU's placering: Citationsindeks	#5	#3	#4	#1	#3	#5	#12	#7	#4	#7

*Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival/Scopus. *Kun artikler registreret i Scopus.*

Det fremgår af tabellen, at DTU´s styrkepositioner er en kombination af;

- Basal forskning inden for plantevidenskab, mikrobiologi og bioteknologi.
- Forskning i visse sygdomme (kræft og hormonsygdomme), som relaterer sig til DTU-forskning i bl.a. proteinkemi og bioinformatik.
- Generel sygdomsforståelse (farmakologi).
- Toksikologi (bl.a. giftstoffer i fødevarer)
- Forskning i agronomi/afgrøder/skovbrug.

Det er bemærkelsesværdigt, men ikke overraskende, at DTU´s styrkepositioner er meget forskellige fra regionens samlede styrkepositioner. Det afspejler, at DTU´s forskning både adskiller sig fra og supplerer den life science forskning, der foregår på KU og på regionens hospitaler.

Graver vi et spadestik dybere, kan vi se, at de forskningsmæssige styrkepositioner på DTU inden for life science fordeler sig på lidt over halvdelen af de 14 DTU institutter og centre, der beskæftiger sig med life science.

Meget af den basale forskning i mikrobiologi og bioteknologi foregår på DTU Kemiteknik, DTU Biosustain og DTU Bioengineering.

DTU Bioinformatik, DTU Bioengineering og DTU Kemi står for størstedelen af forskningen af DTU's forskning relateret til kræft, endokrinologi og medicin. Det er områder, der på DTU samlet fylder betydeligt mindre end på

Københavns Universitet og universitetshospitalerne. Men DTU har nogle stærke nicher inden for forskning i fx sundhedsdata og proteinkemi (relateret til sygdomsforståelse), der kommer frem i en styrkepositionsanalyse (se også kapitel 6).

Dog står DTU Fødevareinstituttet for hovedvægten af forskningsproduktionen inden for endokrinologi (hormonsygdomme), og instituttet har også betydelig forskningsaktivitet inden for farmakologi og toksikologi.

De forskningsmæssige styrkepositioner inden for forskning i agronomi, afgrøder og skovbrug er primært relateret til DTU Kemiteknik og DTU Miljø, mens DTU Compute står stærkt inden for forskning relateret til kognitiv neuroscience.

I næste kapitel behandler vi life science forskningen på DTU mere dybdegående.

Når vi ser på antallet af forskningsmæssige styrkepositioner, klarer DTU sig fint sammenlignet med andre af Europas førende tekniske universiteter. Det fremgår af tabel 5.5. i næste spalte, hvor antallet af styrkepositioner på DTU er holdt op mod fire europæiske tekniske universiteter, der alle rangerer højt – samt mod verdens førende life science universitet (Massachusetts Institute of Technologi – MIT i Boston)[15].

Det fremgår, at EPFL Lausanne i Schweiz har flest styrkepositioner, efterfulgt af ETH Zürich (der regnes som Europas førende tekniske universitet[16]) og DTU. ETH Zürichs styrkepositioner repræsenterer desuden de bredeste forskningsfelter, idet ETH Zürichs ti styrkepositioner ligger inden for områder, der samlet dækker 23 procent af verdens life science forskning. For DTU er andelen 10 procent.

Der er ikke overraskende langt op til MIT, der har hele 43 sikre styrkepositioner.

Tabel 5.5. Forskningsmæssige styrkepositioner inden for life science for udvalgte tekniske universiteter i perioden 2011-2015

Regioner	Sikre	Måske	Styrkepositionernes andel af samlet life science forskning i verden*
DTU	5	5	10%
EPFL Lausanne (Schweiz)	13	7	16%
ETH Zürich (Schweiz)	6	4	23%
KTH Royal Institute of Technology (Sverige)	1	3	5%
Wageningen University (Holland)	1	1	3%
MIT (USA)	43	2	34%

*Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival/Scopus. *Andelen er et udtryk for bredden i styrkepositionerne – altså om de enkelte universiteters styrkepositioner ligger inden for store forskningsområder eller er mere nichepræget.*

[15] MIT ligger nr. 4 inden for life science på QS World University Rankings (2015) og er derved det førende tekniske universitet. Top 3 er hhv. Harvard University, University of Cambridge og Oxford University, som ikke er tekniske universiteter.

[16] ETH Zürich ligger nr. 38 inden for life science på QS World University Rankings (2015) og er derved det bedst placerede tekniske universitet i Europa.

Kapitel 6

Life science forskning på DTU

6.1 INDLEDNING – LIFE SCIENCE ØKOSYSTEMET PÅ DTU

Life science forskningen på DTU er et godt eksempel på, at dansk life science forskning er vidt forgrenet og vedrører mange forskellige forskningsområder, der spiller sammen på kryds og tværs.

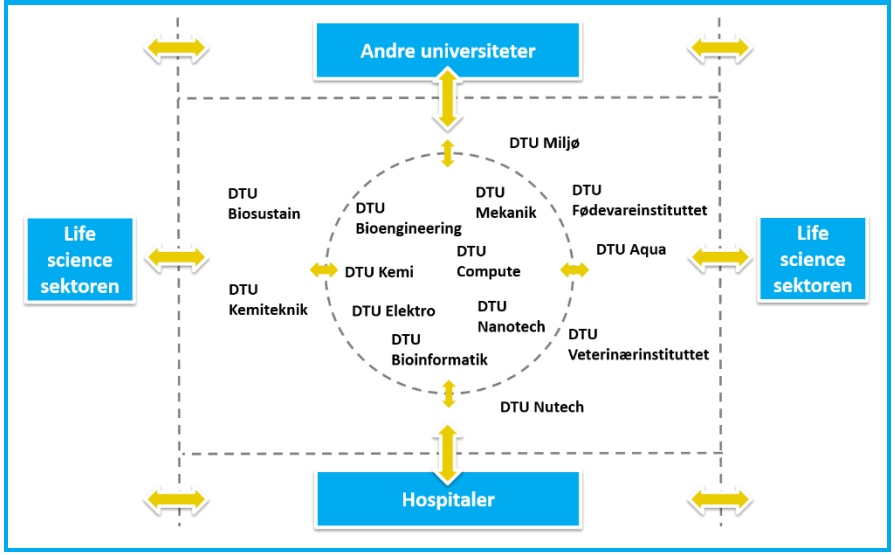
Som led i analysen har vi i samarbejde med DTU´s ledelse identificeret de institutter, der forsker i life science teknologi og samarbejder med virksomheder i life science sektoren. Kortlægningen viste, at hele 14 institutter og centre på DTU enten er specialiserede inden for life science forskning eller har life science forskning som et vigtigt hovedområde.

Vi har foretaget dybdegående interview med hver af de 14 institutters og centres direktører og i de fleste tilfælde også ledere af de væsentligste forskergrupper. Formålet var at kortlægge life science forskningen på hvert institut og det samspil, som institutterne har med sektoren.

Interviewene tegner et billede af et særligt life science økosystem på DTU, hvor nogle institutter er sektororienterede, mens andre beskæftiger sig med basal life science forskning (fx proteinkemi, biologi, bioengineering) eller teknisk forskning, der har brede anvendelsesmuligheder i life science sektoren (fx bioinformatik, dataanalyse og avancerede computermodeller).

Figur 6.1. illustrerer, hvordan forskningen på de 14 institutter relaterer sig til hinanden og til life science. Samtidig er det illustreret, at samspillet med life science sektoren ofte kan involvere andre universiteter og hospitaler. DTU Nutechs placering nederst i figuren udspringer af centrets tætte samarbejde med hospitaler omkring forskning i radioaktive lægemidler, hvilket fylder meget relativt til fx DTU Miljø, der samarbejder med life science sektoren, offentlige myndigheder og andre universiteter, men ikke med hospitaler. Også DTU Elektro har et tæt samarbejde med en række hospitaler om udvikling af bl.a. medicotekniske produkter, fx MR-scannere.

Figur 6.1. Life science økosystemet på DTU



Kilde: IRIS Group i samarbejde med DTU.

De syv institutter i den midterste cirkel (Bioengineering, Bioinformatik, Compute, Elektro, Kemi, Mekanik og Nanotech) har også et tæt samarbejde

med life science virksomheder. Men samtidig forsker de i forskellige teknologier, som er vigtige for de øvrige institutters forskning, uddannelsesaktiviteter og samspil med life science sektoren. De gælder fx forskning i mikroorganismer, bakterier, sensorteknologi, algoritmer, computermodellering, kemiske egenskaber med nye proteiner og materialer på mikro- og nanoniveau.

De sektororienterede institutter er placeret til højre i figuren. Eksempler er DTU Aqua og DTU Veterinærinstituttet, der har tætte relationer til specifikke dele af life science sektoren (henholdsvis akvakulturelle og veterinære virksomheder)[17].

Institutterne til venstre er de mest produktionsrettede institutter. De samarbejder med hele life science sektoren, men har særlig fokus på produktionsprocesser og på design af nye life science produkter. Eksempelvis forsker DTU Kemiteknik i fermenteringsprocesser, mens DTU Biosustain forsker i cellefabrikker, der kan producere eksempelvis enzymer og stoffer, der fx bruges i lægemidler.

Alle 14 institutter har et tæt samspil med en række life science virksomheder. Det er også kendetegnende for alle institutter, at samarbejdet med sektoren foregår på mange forskellige måder – i form af langsigtede forsknings- og innovationsprojekter, køb af forskningsydelser på DTU (rekvireret forskning, studenterprojekter, sponseret forskning, osv.).

6.2 DTU´S LIFE SCIENCE FORSKNING I ET VÆRDIKÆDEPERSPEKTIV

I det følgende gives en række eksempler på den forskning, som foregår på de 14 life science relevante DTU-institutter og -centre.

Den overordnede pointe fra gennemgangen af institutternes forskning er, at forskningen på DTU er relevant for *hele værdikæden* i en life science virksomhed. Fra forskning i helt nye teknologier, over produktudvikling, til produktion, kvalitetskontrol og dokumentation.

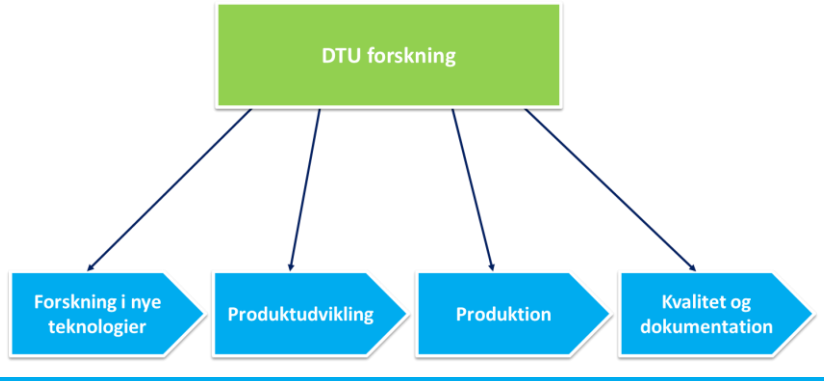
Det er således langt fra alene i udviklingen af fx helt nye lægemiddelteknologier, enzymer, scanningssystemer og biobaserede fødevareingredienser, at DTU spiller en væsentlig rolle som samarbejdspartner for life science virksomheder. Det er også i optimeringen af produktionsteknologier, forbedringer i eksisterende produkter, bedre systemer til overvågning og dokumentation, osv.

Denne analyse viser, at life science virksomheder i høj grad er afhængig af universitetsforskning og et tæt samspil med universiteter på alle disse områder. Hvor andre sektorer primært samarbejder med universiteter om forhold i de tidlige dele af værdikæden, så bruger life science sektoren universiteter til at løse komplekse problemstillinger på alle niveauer.

[17] Frem til primo 2017 har DTU Aqua og Vet desuden været fysisk placeret uden for DTU Lyngby Campus i hhv. Charlottenlund og på Frederiksberg. De to institutter vil fremover være at finde sammen med DTU Fødevareinstituttet i et nyt Life Science & Bioengineering kompleks på Lyngby Campus. DTU Fødevareinstituttet har samtidig flyttet sin afdeling i Søborg til det nye kompleks.

DTU´s betydning for dansk life science skal derfor også ses i det lys, at DTU er et teknisk universitet, der prioriterer forskning i en lang række teknologier, der griber ind i alle dele af værdikæden.

Figur 6.2. DTU-forsknings betydning for life science værdikæden



Kilde: IRIS Group.

Beskrivelsen af DTU's forskning er derfor struktureret i fire underafsnit, der dækker de forskellige dele af en typisk værdikæde. Mange af institutternes forskning spænder dog over flere led i værdikæden. Vi har i hver del af værdikæden derfor beskrevet nogle gode *eksempler* på vigtige DTU-forskningsområder, og hvordan de har betydning for life science sektoren. Det skal understreges, at der er tale om eksempler, og at der ikke er tale om en udtømmende beskrivelse af DTU's life science forskning. Appendikset bagerst i dette kapitel giver et mere overskueligt og institutopdelt overblik over de centrale DTU-forskningsområder inden for life science.

6.2.1 Forskning i nye teknologier

Alle 14 institutter og centre beskæftiger sig med basal forskning i life science teknologi, der kan føre til helt nye typer af produkter inden for lægemidler, energi, fødevarer, industriel biotek, mv.

Neden for har vi givet tre eksempler på DTU-forskning og deres anvendelsesperspektiver i den tidlige del af værdikæden.

Nanoteknologi

DTU Nanotech udgør sammen med DTU Mekanik og Nano Science Centret på Københavns Universitet et af de 5-10 stærkeste forskningsmiljøer i verden inden for nanoteknologi[18].

Nanoteknologi vedrører udvikling, egenskaber og anvendelser af materialer på molekyleniveau. Forskningen fokuserer på manipulation af materialer i mikro- eller nanoskala, dvs. i størrelsesordenen en til hundrede milliontedele af en millimeter. DTU Nanotech´s forskning retter sig både mod life science og andre sektorer. Inden for life science forskes i biologiske materialer (biomaterialer), og hvordan de kan anvendes til bl.a. vacciner, sygdomsbehandling og diagnostik. Eksempler er;

[18] Se IRIS Group (2016); "Greater Copenhagens forskningsstyrker med potentiale for investeringsfremme".

- Udvikling af såkaldt *"drug delivery teknologi"*, hvor nanoteknologien bruges til at indkapsle et lægemiddel og føre midlet til et bestemt sted i kroppen, hvor det frigives, således at der opnås større effekt og færre bivirkninger (se boks 6.1.).
- *Immunterapi*[19], hvor nanoteknologi bruges til at aktivere immunceller uden for kroppen, indsætte dem og styre dem til at angribe kræftceller (såkaldt T-celleterapi). Der forskes også i teknologi, der kan få immunsystemet til at genkende og angribe kræftceller.
- Sensorteknologi på mikroniveau, der fx anvendes til at udvikle teknologi til hurtige målinger af blod (såkaldt "lab on a chip").

Boks 6.1. Drug delivery teknologi – lægemidler med adressebog

DTU Nanotech forsker bl.a. i drug delivery systemer, der er en metode til at føre lægemidler til det sted i kroppen, hvor det skal frigives (i immunceller, kræftvæv, inflammatorisk væv, etc.). Fordelen er, at nanoteknologien kan målrette behandlingen, således at lægemidlet rammer mere præcist. Midlet har med andre ord en adressebog. DTU Nanotech har bl.a. udviklet et biomateriale i form af et sukkerstof, der kan sprøjtes ind i tumorvæv, hvor det bliver til en gel, der binder til vævet. Biomaterialet kan bruges til stråleterapi, da det indeholder et højt kontrastniveau. Hvis tumoren flytter sig, mens man stråler, kan strålebehandlingen stoppes/reguleres, således at kun tumoren bestråles. Materialet kan også bruges ifm. operationer. Hvis tumoren er meget lille, kan hårdheden af det indsprøjtede biomateriale styres, således at man fysisk kan mærke tumoren. Det højner sikkerheden for, at man får alle knuder med ud i en operation.

Proteinforskning

Proteinforskning i Hovedstadsregionen er tværfaglig og fordelt over flere institutter og centre på både DTU og Københavns Universitet.

DTU´s proteinforskning foregår bl.a. på DTU Bioengeneering og DTU Kemi, hvor der forskes i at kortlægge og forudsige proteiners strukturer, deres indbyrdes vekselvirkninger og kemiske egenskaber. Det kan føre til ny indsigt i, hvordan sygdomme opstår og udvikles, og til udvikling af nye typer af proteiner og molekyler til industrielle eller farmaceutiske formål. DTU forsker således i en række konkrete anvendelsesområder i samarbejde med life science virksomheder. Det gælder fx;

- Design af nye typer af industrielle enzymer, der kan anvendes til produktion af biobrændstof (gennem nedbrydning af biomasse).
- Udvikling af nye molekyler til anvendelse i bl.a. modermælkserstatning (i form af sukkerstoffer med samme effekt som naturlige sukkerstoffer i almindelig modermælk, og som derved kan styrke børns immunforsvar).
- Forståelse af neurologiske sygdomme og udvikling af nye metoder til diagnostik og til at angribe de proteiner, der fører til Alzheimer og Parkinsons.
- Studier af proteinernes indbyrdes vekselvirkning, som er vigtig ved opbevaring og produktformulering.

[19] Aktivering af kroppens eget immunsystem til at angribe kræftceller eller forebygge kræft.

Bioinformatik

DTU har et stærkt forskningsmiljø inden for bioinformatik, der består af en blanding af forskere inden for naturvidenskab, datalogi og computervidenskab. Bioinformatik vedrører analyser af store mængder af biologiske data og registerbaserede sundhedsdata, der bl.a. kan afdække sammenhænge mellem patienttyper, genetik, behandlingsformer og sygdomme.

Forskningen er primært forankret på DTU Bioinformatik, der er specialiseret i at håndtere store mængder af sundhedsdata og i at udvikle værktøjer til at analysere og anvende sundhedsdata (der også sælges på licensvilkår til industrien). Instituttet driver bl.a. en supercomputer, der er specialdesignet til analyser på life science området.

DTU Bioinformatik har bl.a. et tæt samarbejde med danske hospitaler om opsamling og analyse af patienters genomdata. Målet er dels at udvikle forståelse af sammenhænge mellem genetik og risici for bestemte sygdomme, dels at udvikle benhandlingsformer, der er tilpasset den enkelte patients genetik (også kaldet "personalised medicine). DTU Bioinformatik forsker endvidere i metoder og værktøjer, som kan styrke private virksomheders forskning i at udvikle nye lægemidler og enzymer til industrielt brug.

6.2.2 Produktudvikling

Life science virksomheder er kendetegnet ved betydelige investeringer i udvikling og test af nye produkter. Produktudvikling i life science sektoren sker ofte med afsæt i nye forskningsresultater og ofte i samarbejde med forskningsinstitutioner. DTU har en række forskningsmæssige styrkepositioner, som spiller en betydelig rolle for produktudviklingen i life science sektoren. Neden for er gennemgået et par eksempler.

Bioaktive stoffer

DTU Fødevareinstituttet forsker i bæredygtige og værdiskabende løsninger inden for fødevarer og sundhed. Et af instituttets vigtige fokusområder er at forske i de naturlige indholdsstoffer, der findes i planter, alger, tang mv. Målet er at udvikle bioaktive stoffer, der kan anvendes i udviklingen af bedre produkter inden for bl.a. foder, cremer, fødevarer og farmaprodukter. Samarbejdet med life science virksomheder vedrører bl.a.;

- Optimering af plantebaseret foder til opdrættede fisk.
- Metoder til udvindelse og raffinering af bioaktive stoffer fra fx tang eller mikroorganismer til anvendelse i virksomheders produktudvikling.

Høreteknologi, akustisk og audiologi

DTU's forskning i høreteknologi, akustisk og audiologi er af særlig vigtig karakter for høreapparatindustrien, hvor danske virksomheder er verdensførende. Hovedstadsregionen har et veletableret økosystem inden for audiologi, og regionens knowhow er i den absolutte verdensklasse[20].

DTU Elektro er et tyngdepunkt, specielt med centrene "Centre for Applied Hearing Research" og "Oticon Centre of Excellence for Hearing and Speech

[20] Se fx IRIS Group (2016); "Greater Copenhagens forskningsstyrker med potentiale for investeringsfremme". Udarbejdet for Copenhagen Capacity.

Sciences", der arbejder med interdisciplinær audiologisk grundforskning, og hvordan udnyttelsen af høreapparater kan forbedres. Af konkrete anvendelsesområde for høreapparatindustrien kan nævnes;

- Udvikling af algoritmer til akustisk signalbehandling i høreapparater i samarbejde med DTU Compute og industrien. Hjernen kan normalt separere lyde og filtrere uønsket støj fra. Det er dog ikke tilfældet for hørehæmmede. Forskningen i avancerede algoritmer skal forbedre høreapparatteknologien, så apparatet automatisk selekterer mellem vigtige og ikke-vigtige lydsignaler.
- Forsknings- og innovationssamarbejde med høreapparatindustrien inden for høretab og hørerehabilitering mhp. at kunne designe og tilpasse høreapparater til den enkelte bruger.

DTU Elektro har etableret akustiske rum og en række testmetoder, som anvendes af både DTU-forskere og høreapparatindustrien.

6.2.3 Produktion

DTU har en betydelig forskning i produktion og produktionsteknologi, herunder også forskning inden for produktion af life science produkter. Neden for er tre eksempler præsenteret.

Cellefabrikker og biomanufacturing

Design af cellefabrikker er et stort forskningsfelt på DTU. Formålet er at erstatte den nuværende oliebaserede fremstilling af en række kemikalier med biologisk producerede stoffer. Ved at genmanipulere en mikroorganisme (fx bakterier, gær og celler fra dyr) kan man danne en cellefabrik (en produktionsorganisme), som kan producere store mængder af bestemte, værdifulde stoffer (biomanufacturing).

På DTU finder forskning i cellefabrikker sted på flere institutter, herunder DTU Bioengineering, DTU Miljø og det nye DTU Biosustain, der er specialiseret i udvikling og design af cellefabrikker. DTU forsker bl.a. i;

- Design af cellefabrikker, hvor sukkerstoffer eller restprodukter (biomasse) anvendes til at producere stoffer og ingredienser til bl.a. kosmetik-, fødevare- og kemikalieindustrien.
- Design af cellefabrikker til at omdanne organiske materialer (fx affald og plantevægge) til bioenergi.
- Design af cellefabrikker fra dyr til produktion af biologiske lægemidler som fx antistoffer og proteiner.
- Identifikation af genclusters fra bakterier kodende for antibakterielle naturstoffer, som efterfølgende udtrykkes og produceres i andre produktionscellefabrikker og udvikles til nye lægemidler.

På DTU Biosustain er målet med forskningen at reducere tid og omkostninger forbundet med at udvikle cellefabrikker betydeligt. Det skal gøre teknologien attraktiv og rentabel. Centret samarbejder med førende forskningsmiljøer over hele verden og har flere virksomhedssamarbejder. Herudover har centret etableret en særlig forretningsenhed på tre mand, der arbejder på at kommercialisere de teknologier, som centret udvikler.

Fermentering og skalering af produktion

En af DTU's styrker er evnen til at koble fundamental mikrobiologi og sofistikeret genetisk viden med fermenteringsteknologi. DTU har omfattende forskning inden for life science produktionsmetoder. Hvor DTU Bioengineering og DTU Biosustain i høj grad har fokus på optimering af "cellen som

fabrik", arbejder DTU Kemiteknik med fabrikken "rundt om cellen" og trækker her på erfaringer fra industrielle processer i andre sektorer til at optimere produktionsprocesser i life science sektoren.

DTU har et omfattende samarbejde med life science virksomheder, der bl.a. omfatter;

- Forskning i udvikling af bioteknologiske fermenteringsprocesser til fremstilling af nye produkter (fx nye industrielle enzymer). DTU forsker dels i metoder til at fremstille nye enzymer i mikroskala, dels i at opskalere produktionen, så den kan foregå i stor skala i store tanke. Det sker gennem en kombination af teoretisk modellering, forsøg og udvikling af nyt udstyr i samarbejde med industrien.
- Optimering og automatisering af produktion af lægemidler, herunder både op- og nedskalering i forhold til at optimere kemiske reaktioner og øge kapacitetsudnyttelsen i industrien (se boks 6.2).

Boks 6.2. Fra batch produktion til kontinuert produktion hos Lundbeck

DTU Kemiteknik prioriterer skalering af organiske-kemiske processer højt. Det har bl.a. betydet, at medicinalvirksomheden Lundbeck har indgået en langvarig samarbejdsaftale med instituttet om omlægning af dele af produktionen af aktive farmaceutiske ingredienser fra klassisk batch-produktion til kontinuert produktion. Dvs. en produktion der kører konstant med små mængder uden behov for at stoppe og rense anlæg. I det lange løb forventer Lundbeck at kunne producere billigere og mere miljømæssig forsvarligt.

Toksikologi

Toksikologi (videnskab om giftstoffer) er en af DTU's forskningsmæssige styrkepositioner som beskrevet i kapitel 5. Toksikologiforskning på DTU er primært forankret på DTU Fødevareinstituttet, der står for langt størstedelen af de videnskabelige publikationer inden for feltet. Der forskes bl.a. i tidlig screening af forskellige stoffer i fødevarer, bl.a. relateret til fødevaresikkerhed i produktionen.

Forskning i fødevaresikkerhed og -produktion på DTU har række konkrete anvendelsesområder, fx;

- Udvikling af modeller til at forstå sammenhænge mellem behandling af fødevarer og sikkerhed for, at fødevarer ikke indeholder sundhedsskadelige stoffer. Denne viden er relevant for både opbevaring og produktion af fødevarer.
- Forskning i hormonforstyrrende stoffer og deres indvirkning på reproduktionssystemet og forstyrrelser af stofskiftet.
- Forskning i fødevareproduktionsteknologi med henblik på at optimere produktion og distribution af sund, sikker og omkostningseffektive fødevarer af høj kvalitet med minimalt spild.

6.2.4 Kvalitet og dokumentation

DTU har en del forskning, der har betydning for life science virksomheders arbejde med kvalitetskontrol og dokumentation. I den sammenhæng samarbejder DTU med en lang række virksomheder. Nogle samarbejder udspringer af myndighedskrav, mens andre sker på initiativ fra virksomheder, der fx ønsker et videnskabeligt "kvalitetsstempel" af deres produkter.

Neden for er beskrevet to eksempler på vigtige forskningsområder inden for feltet.

Vandteknologi

DTU's forskning i mikrobiologiske processer i grundvand og i rensning af spilde- og drikkevand spiller en vigtig rolle for risikovurderinger samt kvalitets- og procesoptimering på de danske vandværker. På DTU foregår forskning i vandteknologier på DTU Miljø. Tre anvendelsesområder kan nævnes;

- Forskning i mikrobiologiske processer for rensning af spildevand med udgangspunkt i opbygning af systemer, hvor bakterier anvendes til effektiv vandrensning (fx kvælstoffjernelse)
- DTU´s forskning i mikrobiologiske processer i vand danner desuden grundlag for udvikling af metoder til rensning af drikkevand, herunder procesoptimering på vandværker. Fokus er på hygiejniske aspekter i distribution af drikkevand, risikovurderinger mv. for at undgå smitsomme bakterier i drikkevand.
- DTU Miljø samarbejder med DTU Bioinformatik om forskning i antibiotikaresistens, hvordan det spreder sig i vandmiljøer, og hvordan det kan forhindres.

Fiskeri og akvakultur

Den akvakulturelle forskning på DTU spænder vidt fra bæredygtig udnyttelse og produktion af levende ressourcer i hav og ferskvand ved fiskeri og akvakultur til havorganismers biologi og økosystemers udvikling. Denne sektorspecifikke forskning er samlet på DTU Aqua, der endvidere varetager en række dokumentationsopgaver og står for implementering af nye retningslinjer og lovgivning på området. Som eksempler kan nævnes;

- Udvikling af modelberegninger til bestandsvurdering af fiskebestande og fiskerikvotefastsættelser.
- Forskning i miljømæssige aspekter af maritime aktiviteter herunder vurdering af risiko for og forhindring af spredning af invasive arter som følge af belastvandsudledning. DTU's observationsteknologi kan kortlægge disse udbrud og forudsige økologiske og økonomiske konsekvenser af spredning af invasive arter.
- Sporbarhedsanalyser af fiskerelaterede produkter, fx om en dåse torskerogn indeholder det deklarerede indhold.

Boks 6.3. Kvalitetsstempel fra forskningen

En lang række virksomheder i life science sektoren er underlagt myndighedskontrol af deres produkter. Eksempelvis skal Chr. Hansen myndighedsdokumentere for hver eneste bakterie, der sælges, og her er universitetssamarbejderne vigtige.

BioMar, som producerer fiskefoder, anser også universitetssamarbejde omkring afprøvning og dokumentation af fodereffekter, som et vigtigt kvalitetsstempel over for kunderne. DTU's forskning i Hirtshals er i Danmark forskningsførende i akvakultur og var en afgørende faktor for, at BioMar har etableret en afdeling i Hirtshals.

Appendiks. Oversigt over de 14 life science institutter og centre på DTU med eksempler på den vigtigste life science forskning

DTU Aqua: Forsker bl.a. i bæredygtig udnyttelse og produktion af levende ressourcer i hav og ferskvand ved fiskeri og akvakultur samt havets biologi og økosystemers udvikling. Forskningen inkluderer både naturlige og menneskeskabte påvirkninger, som fx klima, forurening, skibsfart og offshore-energiproduktion.

DTU Bioengineering: Forsker i forekomster, vækst og udnyttelse af mikroorganismer (bakterier, gær, skimmelsvampe), hvordan de kan bruges som probiotika og biokontrol, og hvad de producerer af stoffer, der kan bruges industrielt i form af enzymer, pigmenter, nye lægemidler, mv. Hertil kommer basal forskning i hvordan man kan anvende mikroorganismer og mammale celler i cellefabrikker og fermenteringsprocesser samt hvordan menneskets celler responderer på mikroorganismer. DTU Bioengineering har desuden en del fundamental forskning i proteiners strukturer og biologiske funktioner.

DTU Bioinformatik: Forsker i at håndtere store mængder af sundhedsdata og at udvikle værktøjer til at analysere og anvende dem. Instituttet har udviklet en supercomputer, der er specialdesignet til life science. Instituttet indgår i samarbejde med en lang række organisationer (herunder sygehuse), der leverer data til instituttet. Et kerneforskningsområde er immundata/immunforudsigelser og genomdataanalyse, hvor instituttet står stærkt internationalt.

DTU Biosustian: Er etableret med det formål at udvikle ny viden og teknologier, der kan bidrage til effektive biologiske produktionsprocesser til fremstilling af kemiske stoffer og proteinbaserede produkter samt dermed til omstillingen fra oliebaseret fremstilling af kemikalier til en mere bæredygtig produktion. Forskningen fokuserer på design af en ny generation af produktionsværter – de såkaldte cellefabrikker.

DTU Compute: Rummer de grundlæggende videnskabelige discipliner, matematik, statistik og datalogi. Instituttets forskning inden for bl.a. avancerede algoritmer, kommunikationsteknologi og digitalisering er relevant for alle dele af life science sektoren.

DTU Elektro: Forsker bl.a. i magnetisk resonans med fokus på såkaldte kontraststoffer, der kan benyttes til en række industrielle formål, herunder medicinsk billeddannelse og udvikling af biokemiske industrielle processer. Et andet stort forskningsområde er biomedical engineering, der bl.a. fokuserer på teknologi til billeddannelse i 3D ifm. ultralydsbehandling. Instituttet har også etableret et større center i samarbejde med høreapparatindustrien, der forsker i høretab, høreteknologi og hørerehabilitering.

DTU Fødevareinstituttet: Forsker i en lang række områder med betydning for en bæredygtig fødevareproduktion for at brødføde den voksende befolkning og for at forebygge sygdom og fremme sundhed. Eksempler er bioaktive stoffer til anvendelse i foder, fødevarer og kosmetik, fermenteringsprocesser og fødevareteknologi, omdannelse af restprodukter til energi og fødevarer, udvikling af produkter der modvirker opståen af fødevareallergi, fødevaresikkerhed, toksikologi (tidlig screening af stoffer for skadelige virkninger), ernæring, mikrobiologi og genetisk epidemiologi (der anvendes til global sygdomsovervågning).

DTU Kemi: Forsker bl.a. i 1) proteinkemi, herunder proteiners strukturer og kemiske egenskaber som grundlag for udvikling af nye enzymer og lægemidler, 2) kemisk biologi, hvor der bl.a. forskes i plantecellevægge, og hvordan de kan anvendes som biomasse til at producere bioethanol, 3) organisk kemi, hvor der forskes i fx NMR-teknik til analyse af biomolekyler, udvikling af enzymer til biomasseomdannelse (i samarbejde med DTU Bioengineering) og bakteriestruktur mhp. udvikling af bedre vacciner.

DTU Kemiteknik: Forsker i produktdesign, procesdesign og produktion på tværs af kemi, bioteknologi, fødevarer, farma, og energi. Forskningen foregår i nært samspil med erhvervslivet og synergien mellem brancherne udnyttes inden for life science bl.a. til optimering af fermenteringsprocesser i industriel skala, til oprensning af produktstrømme og inden for kontinuert produktion af lægemidler baseret på organisk-kemisk syntese.

DTU Mekanik: Forsker ikke direkte i life science, men mange life science virksomheder er afhængige af opfindelser og løsninger, der stammer fra instituttet. Forskning i fx termisk energi er relevant for den del af life science sektoren, som er interesseret i løsninger inden for køl/varme. Og instituttets viden om materiale- og produktionsteknologier spiller en vigtig rolle for produkt- og produktionsudviklingen i life science sektoren.

DTU Miljø: Forsker i at forstå miljø- og ressourceproblemer samt i udvikling af teknologier og planlægningsmetoder for et bæredygtigt samfund. Forskningen fokuserer bl.a. på mikrobiologiske systemer for rensning af drikke- og spildevand samt på omdannelse af organiske materialer, herunder affald, til bioenergi og andre bioprodukter vha. mirkobiologiske processer (fermentering, gæring mv.).

DTU Nanotech: På life science området forskes bl.a. i udvikling og anvendelse af biomaterialer, der kan bruges i drug delivery systemer, hvor et lægemiddel målrettes og frigives et bestemt sted i kroppen. Sensorteknologi i nanoskala er desuden et stort forskningsområde, der fx kan flytte biologiske analyser fra laboratoriet ud i felten - de såkaldte lab on chip. Instituttet forsker endvidere i immunterapi.

DTU Nutech: Er Danmarks kompetencecenter for nukleare teknologier. Forskning i dosimetri (måling af stråling) er en kerneopgave og kan deles op i to anvendelsesområder, hhv. 1) industriel dosimetri, der bl.a. føder ind i medical device sektoren, hvor medtech-firmaer får verificeret, at deres udstyr måler rigtigt, og 2) medicinsk dosimetri, hvor viden om måling af stråling bruges til at retningsbestemme strålekanoner til cancerpatienter. Foruden forskning i dosimetri forsker DTU Nutech også i radioaktive lægemidler i tæt samarbejde med hospitalerne.

DTU Vet: Forsker bl.a. i diagnostik, hvilket danner grundlag for det konstante veterinære beredskab, som instituttet opretholder for effektivt at kunne forebygge og bekæmpe smitsomme virus- og bakteriesygdomme i produktionsdyr. Instituttet forsker derudover i immunologi, herunder udvikling af nye behandlingsmetoder for alvorlige sygdomme i mennesker (fx cancer og autoimmunitet) og dyr (fx vacciner).

Kapitel 7

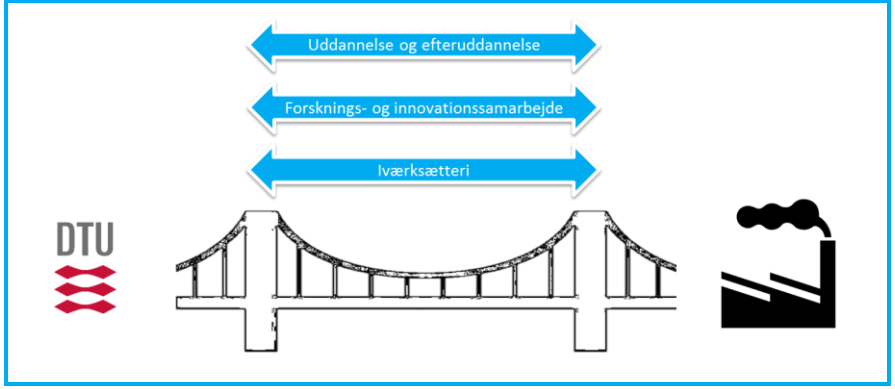
Samspil mellem universiteterne og life science sektoren

7.1 INDLEDNING

Life science forskningen på de danske universiteter skaber først værdi i life science sektoren, når den transmitteres ud og forankres i virksomhederne. I den forbindelse er det relevant at se nærmere på de mekanismer, der skaber forbindelse mellem forskning, uddannelse og erhvervsudvikling.

Samspillet mellem universiteterne og den danske life science sektor tager mange former. Det kan overordnet deles op i tre typer af videnbroer (uddannelse og efteruddannelse, forsknings- og innovationssamarbejde samt iværksætteri), jf. figur 7.1.

Figur 7.1. Videnbroer mellem DTU og life science virksomheder



Kilde: IRIS Group.

Som forskningsbaserede uddannelsesinstitutioner er DTU's og andre danske universiteters forsyning af kandidater og ph.d.er til danske life science virksomheder en vigtig videnbro. De studerende modtager undervisning baseret på den nyeste forskning og uddannes til at varetage højt specialiserede jobfunktioner i life science sektoren. Samtidig uddannes og udvikles ph.d.er i universiteternes forskningsmiljøer og tager en masse viden og indsigt i ny teknologi med sig, når de ansættes i fx en life science virksomhed.

Forsknings- og innovationssamarbejde er ligeledes en vigtig indgang for virksomhederne til den nyeste forskning – og til at omsætte nye forskningsresultater i praktisk produktudvikling, bedre produktion, mere effektiv kvalitetskontrol og meget andet. Samarbejderne sker på mange niveauer fra studenterprojekter, over rekvireret forskning, til internationale forskningskonsortier med mange parter.

Endelig er start af nye virksomheder en vigtig vej til at bringe DTU´s og andre universiteters opfindelser i anvendelse.

I de følgende afsnit præsenterer vi en række nøgletal for samspillet mellem DTU og dansk life science på de tre videnbroer. Herudover præsenteres resultater fra den gennemførte spørgeskemaundersøgelse.

7.2 UDDANNELSE SOM VIDENBRO

Flere af de interviewede virksomheder (specielt de større) giver udtryk for, at forsyningen af dygtige kandidater og forskere er den vigtigste funktion for DTU (og andre universiteter). Mange studerende stifter allerede under deres uddannelsesforløb bekendtskab med life science sektoren, fx når de skriver speciale i samarbejde med virksomheder, hvilket hyppigt sker på DTU.

7.2.1 Kandidater fra DTU

Studerende på DTU er ikke tilknyttet et bestemt institut, og modtager altid undervisning på flere institutter og centre i løbet af deres uddannelse. Kandidatstuderende skriver deres afsluttende speciale tilknyttet et institut. I uddannelsesåret 2015/2016 afleverede 1.411 studerende speciale og dimitterede derved fra DTU. Heraf afleverede 865 speciale ved et af de 12 life science institutter, svarende til omtrent seks ud af ti kandidater[21]. Det er dog ikke alle dimittender fra de 12 institutter, der er specialiseret i en life science retning. På baggrund af interviews med institutdirektørerne har vi opgjort, at life science sektoren årligt ansætter ca. 400 nye kandidater fra DTU. De ansættes i en række forskellige jobfunktioner fra forskningsafdelinger, over business intelligence enheder og kvalitetsfunktioner til salgsingeniører, mv.

7.2.2 Ph.d.er fra DTU

Da life science virksomheder pr. definition er forskningsbaserede, er efterspørgslen efter ph.d.er meget højere end i andre sektorer. De seneste par år er ph.d.-produktionen steget på DTU med omkring 5-10 procent årligt. I 2016 uddannede DTU 395 ph.d.er, hvoraf 275 var tilknyttet et af de 12 life science institutter. I en spørgeundersøgelse foretaget af Epinion blandt dimitterede ph.d.er fra DTU blev ph.d.erne bedt om at angive deres ansættelsessted[22]. En efterfølgende opgørelse, som IRIS Group har foretaget, viser, at ca. hver fjerde ph.d. fra DTU arbejder i life science sektoren, mens det gælder for ca. halvdelen af ph.d.erne uddannet fra et af de 12 life science institutter.

Op mod halvdelen af DTU's ph.d.er kommer fra udlandet og mange de dem skønnes at blive i Danmark og finde arbejde i den danske life science sektor.

Samlet ansætter danske life science virksomheder således årligt ca. 140 nye ph.d.er fra DTU – og en ikke uvæsentlig del er udenlandsk arbejdskraft, der tiltrækkes til Danmark af DTU´s forskning.

7.2.3 DTU-uddannede i life science sektoren

En betydelig del af de beskæftigede i danske life science virksomheder er således uddannet fra DTU.

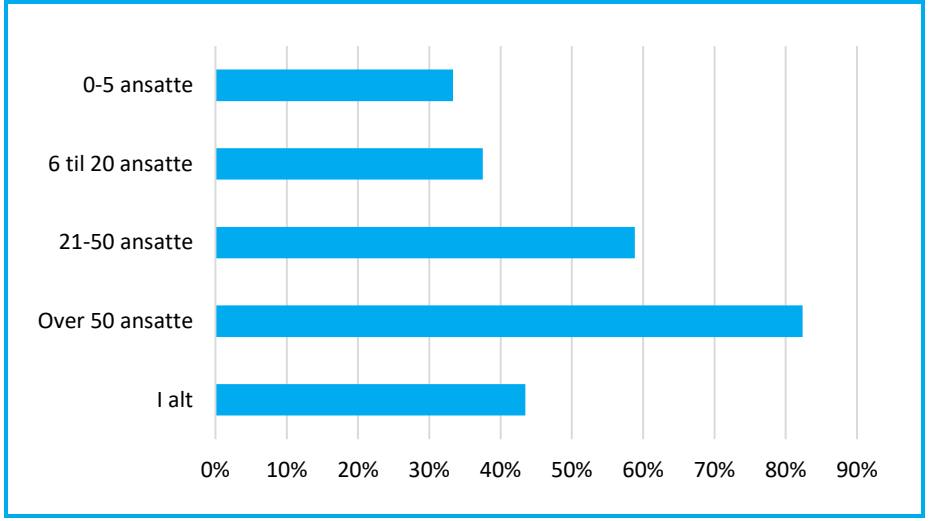
I figur 7.2 har vi opgjort life science virksomhederne efter, om de har ansat medarbejdere med en bachelor- eller kandidatgrad fra DTU, mens figur 7.3 viser andelen, der har ansat medarbejdere med en ph.d.-grad fra DTU. I begge figurer har vi opdelt virksomhederne efter antal ansatte.

Godt fire ud af ti life science virksomheder har medarbejdere med en bachelor- eller kandidatuddannelse fra DTU. Andelen af virksomheder med DTU-uddannede medarbejdere vokser – ikke overraskende – i takt med virksomhedernes størrelse. I life science virksomheder med over 50 ansatte er det således mere end 80 procent, der har medarbejdere uddannet fra DTU.

[21] Uddannelsesåret på DTU opgøres fra 1. oktober – 30. september.

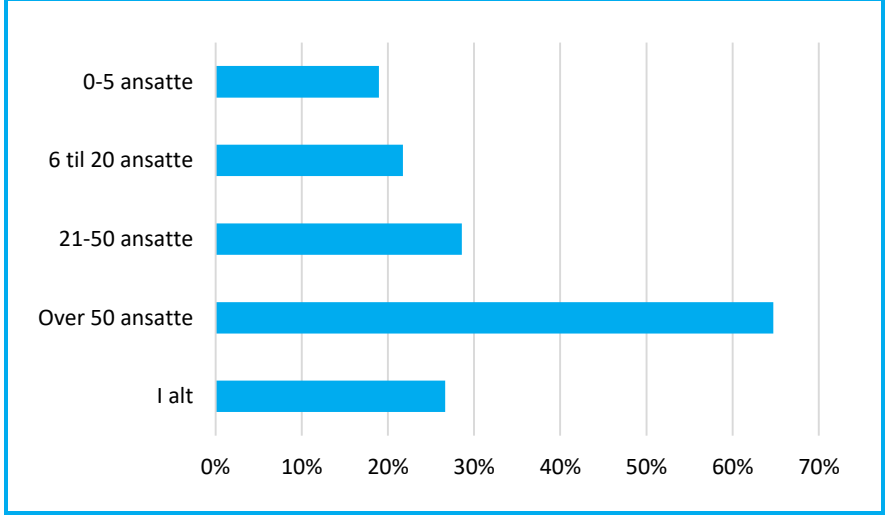
[22] Rådata fra Epinion pba. rapporten "The DTU PhD programme: Results from a survey among PhD graduates and recruiters" (2015).

Figur 7.2. Andel danske life science virksomheder, der har ansat bachelorer eller kandidater fra DTU, fordelt efter virksomhedsstørrelse



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

Figur 7.3. Andel danske life science virksomhederne, der har ansat ph.d.er fra DTU, fordelt efter virksomhedsstørrelse



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

Der er ikke overraskende lidt færre virksomheder, der har ansat medarbejdere med en ph.d.-grad fra DTU. Dog kan man i mere end hver fjerde life science virksomhed finde en ph.d.-uddannet fra DTU. Det er især de store virksomheder med omfattende F&U-aktiviteter, der hyrer mange ph.d.er. 65 pct. af life science virksomhederne med over 50 medarbejdere har således ph.d.er fra DTU ansat.

Vi har også spurgt de enkelte institutter, i hvilket omfang de udbyder *efteruddannelse* rettet mod life science sektoren. Efteruddannelsesaktiviteter varierer en del fra institut til institut. Mest aktiv er DTU Nutech, der udbyder kurser flere gange årligt, som følges af life science virksomheder over hele verden, herunder Fortune 500 virksomheder.

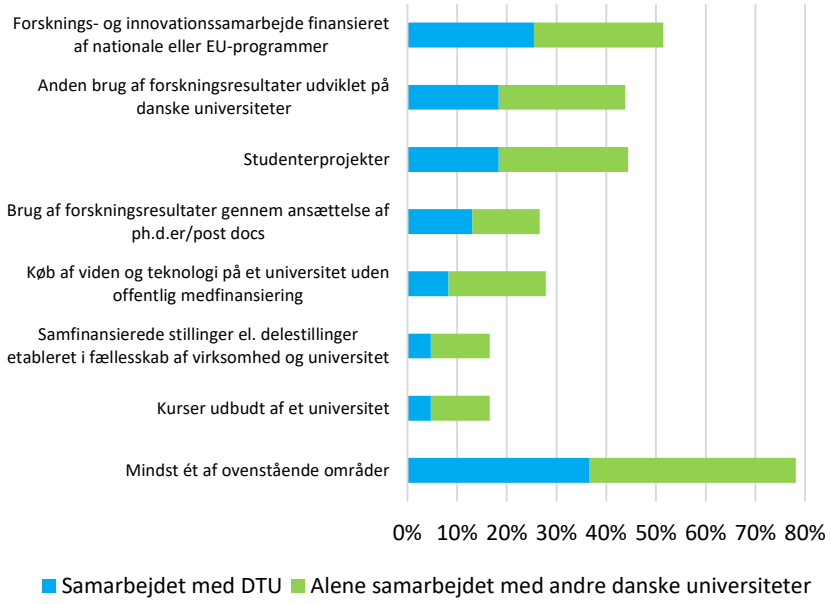
Det generelle billede er dog, at udbuddet af kurser er beskedent, og at der ligger et potentiale for at styrke videnoverførslen gennem kursusaktiviteter inden for både 1) generel opdatering omkring den nyeste forskning og 2) kurser, der retter sig mod konkrete udfordringer i life science industrien.

Som det fremgår af figur 7.4 i næste afsnit har ca. 15 procent af life science virksomhederne erfaring med at købe efteruddannelse på et universitet (og under fem procent på DTU).

7.3 FORSKNINGS- OG INNNOVATIONSSAMARBEJDE

Samarbejde om forskning og innovation mellem virksomheder og universiteter kan tage mange former. Figur 7.4. viser hvor stor en andel af life science virksomhederne, der har samarbejdet med et af de danske universiteter de sidste tre år inden for en række forskellige samspilsformer. Det fremgår endvidere, hvor stor en andel af virksomhederne der har samarbejdet med DTU.

Figur 7.4. Andel af life science sektoren der har samarbejdet med danske universiteter, 2014-2016



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

Næsten 80 procent af den danske life science sektor (svarende til mere end 400 virksomheder) har indgået i en form for samarbejde med et dansk universitet, og knap 40 procent af virksomhederne har samarbejdet med DTU, som det fremgår af søjlen nederst i figuren.

Den største andel af virksomhederne har erfaringer med forsknings- og innovationssamarbejde finansieret af nationale programmer eller EU-programmer (fx under Innovationsfonden og EU´s Horizon 2020). Således har over halvdelen af life science virksomhederne deltaget i projekter finansieret af offentlige forsknings- og innovationsfremmeprogrammer. Herudover har lidt mere end hver fjerde rekvireret forskning fra et dansk universitet.

Det fremgår desuden, at ca. 45 procent af life science virksomhederne har indgået i studenterprojekter. Det kan fx være i form af kandidatstuderende, der skriver speciale i samarbejde med virksomheder. På den ene side giver det virksomhederne mulighed for at præge kandidater tidligt, og særligt for de mindre virksomheder kan den ekstra kapacitet være vigtig. På den anden side får de studerende erhvervsrelevante kompetencer og et aktuelt forskningsområde til specialet.

> *Studentersamarbejder er vigtige. Især for en lille startup virksomhed som vores. I øjeblikket har vi to studerende tilknyttet virksomheden. Det har stor betydning for os at få kvalificeret arbejdskraft og det er en stor fordel, at vi kan få dygtige kandidater gennem vores projekter og studentersamarbejder med DTU.*
>
> Oline Vinter Olesen, Stifter og CTO, TracInnovations

Samfinansierede stillinger eller delestillinger etableret i fællesskab af virksomhed og universitet er lidt mindre udbredt (jf. figur 7.4.), men kan ikke desto være en vigtig videnbro for specielt de lidt større virksomheder. De

af interviewvirksomheder, der har forsøgt sig med forskerudveksling, har haft stor succes, som eksemplet med Oticon nedenfor illustrerer.

Boks 7.1. Frugtbar forskerudveksling mellem DTU og Oticon

Blandt de mange samarbejder mellem DTU og Oticons forskningscenter, Eriksholm, findes et interessant forsøg med forskerudveksling.

I 2016 begyndte professor på DTU Michael Kai Petersen at forske på Eriksholm uden binding til et konkret projekt eller et bestemt område for på den måde at skabe de videste rammer for nye tanker.

Oticon lancerede i april 2016 det nye høreapparat Oticon Opn, der bl.a. muliggør trådløs kommunikation via bluetooth mellem høreapparat og eksterne enheder som fx brugerens smartphone. For brugeren er fordelene indlysende – høreapparatet fungerer som head set til telefonsamtaler, musikstreaming og meget mere. Men for Michael Kai Petersen, der på DTU forsker og underviser i User Experience Engineering, er den største nyskabelse muligheden for at lære brugeren at kende på en helt ny måde.

Det faktum, at Opn er forbundet til brugerens smartphone og derved internettet, medfører, at data om adfærd og præferencer hos brugeren kan indsamles og kontinuerligt bruges i den fortsatte forskning og produktudvikling.

Det er denne mulighed Michael Kai Petersen har valgt at fokusere sin forskningstid på de fire dage om ugen, han er på Eriksholm. Den sidste ugedag gennemfører han kurser på DTU, hvor mange af de studerende også har valgt at skrive eksamensprojekter i samarbejde med Oticon.

Oticon´s forskningsdirektør er ikke i tvivl om værdien i den form for forskerudveksling, der faciliterer en videnbro hele vejen fra den mere grundlæggende forskning, over anvendt forskning, til produktudvikling og kommercialisering;

"Ideelt set ville flere forskere gennem hele karrieren veksle mellem positioner på universiteter og i virksomheder."

Uwe Andreas Hermann, Head of Eriksholm Research Centre, Oticon

En nærmere analyse af spørgeskemadata viser ikke overraskende, at store virksomheder i højere grad indgår i universitetssamarbejde end mindre virksomheder. Men det er bemærkelsesværdigt, at der selv blandt de helt små virksomheder med 0-5 ansatte er 72 procent, der har indgået i samarbejdsrelationer med universiteter under denne videnbro.

Tabel 7.1. Forsknings- og innovationssamarbejde fordelt på samarbejdsformer og virksomhedsstørrelser

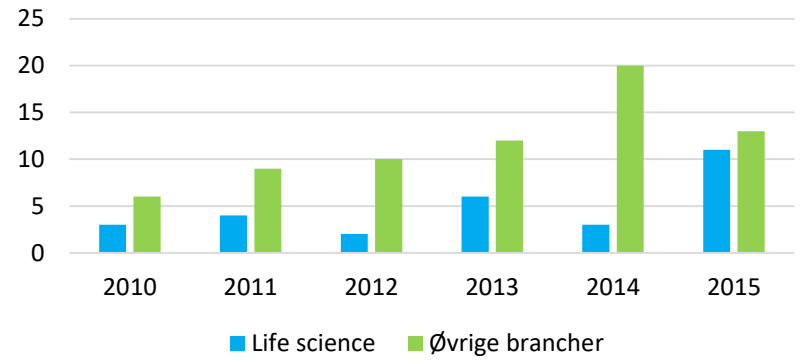
	0-5 ansatte	6-20 ansatte	21-50 ansatte	Over 50 ansatte
Forsknings- og innovationssamarbejde finansieret af nationale programmer eller EU-programmer	38%	62%	52%	68%
Køb af viden og teknologi på et universitet uden offentlig medfinansiering	20%	35%	22%	40%
Studenterprojekter	36%	40%	52%	68%
Kurser udbudt af et universitet	13%	12%	13%	40%
Samfinansierede stillinger el. delestillinger etableret i fællesskab af virksomhed og universitet	12%	13%	13%	40%
Udnyttelse af forskningsresultater udviklet på universiteter gennem ansættelse af PhDer og post docs	25%	23%	22%	44%
Andre former for udnyttelse af forskningsresultater udviklet på danske universiteter, fx resultater offentliggjort i tidsskrifter	49%	35%	35%	56%
Mindst ét af ovenstående områder	**72%**	**81%**	**74%**	**92%**

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

Som det fremgik af figur 7.4, har knap 10 procent af life science virksomhederne købt viden og teknologi på DTU. En del af dette vedrører kommercialiseringsaftaler, hvor DTU og en virksomhed indgår en aftale om salg af patentrettigheder eller en licensaftale, hvor virksomheden opnår rettighederne til at anvende et DTU-ejet patent.

Figur 7.5. på næste side viser udviklingen i antallet af kommercialiseringsaftaler indgået på DTU siden 2010.

Figur 7.5. Indgåede licens-, salgs- og optionsaftaler mellem DTU og erhvervslivet, 2010-2015



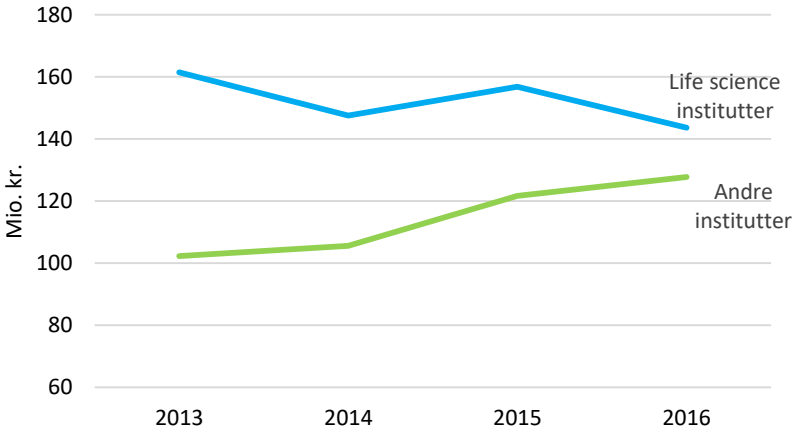
Kilde: DTU og IRIS Groups life science database

Det fremgår, at der er sket en betydelig stigning – især på life science området, hvor der blev indgået 11 aftaler i 2015 ud af alt 24 aftaler.

Herudover kan virksomhederne også købe rådgivning, test og konkrete forskningsydelser på universiteterne (og på enkelte institutter forskningsbaserede produkter og software udviklet til salg til industrien). Figur 7.6 viser udviklingen i indtægtsdækket virksomhed (rekvireret forskning) på de 14 life science institutter/centre og for de ti øvrige institutter på DTU.

Som det fremgår, er den indtægtsdækkede virksomhed (der også dækker salg af ydelser til den offentlige sektor) på life science institutterne reduceret en smule i perioden 2013-2016. Gennemsnitligt ligger den på omkring 150 mio. kr. om året set over hele perioden.

Figur 7.6. Indtægtsdækket virksomhed på DTU's institutter, 2013-2016



Kilde: DTU

Note: Dækker alt indtægtsdækket virksomhed på DTU's institutter og centre.

7.4 IVÆRKSÆTTERI

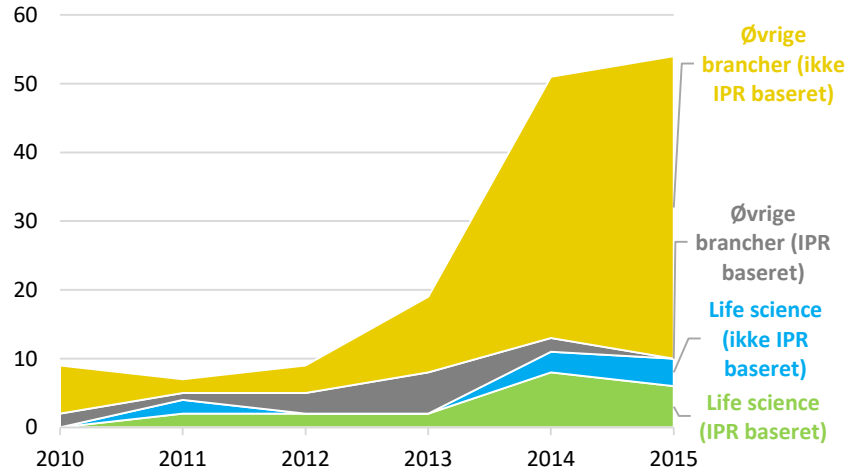
Spinouts fra universiteter og iværksætteri spiller en vigtig rolle i at bringe viden fra universiteterne i anvendelse. Det gælder ikke mindst inden for life science området, hvor små, udviklingsfokuserede selskaber ofte danner den bedste ramme for at udvikle ny teknologi. Her kan ledelsen give forskning, udvikling og test af teknologi fuld opmærksomhed.

Iværksætteri kan både tage form af spinout virksomheder baseret på patenterede opfindelser fra universitetet eller studerende, som starter virksomhed på baggrund af ikke-patenteret viden.

Omfanget af universitetsbaseret iværksætteri er steget i de senere år – en udvikling som DTU har bidraget til[23].

I figur 7.7. har vi opgjort antallet af DTU-iværksættere efter type. Dels i forhold til, om der er tale om life science eller ikke. Dels efter om der er tale om en egentlig spinout (IPR-baseret) eller en anden form for iværksætteri (typisk studenteriværksættere).

Figur 7.7. Antal DTU-iværksættere opdelt på life science og øvrige brancher



Kilde: DTU og IRIS Groups life science database.

De blå og grønne områder viser udviklingen i life science iværksættere, mens de gule og grå områder viser udviklingen af DTU-baserede iværksættere i øvrige brancher. Specielt studenter startups er svære at opgøre, da der ikke er pligt til at oplyse DTU om evt. opstart af virksomhed. Antallet af ikke IPR-baserede iværksættere i figuren omfatter de virksomheder, som DTU har kendskab til. Antallet kan derfor være større.

Det er især antallet af ikke-IPR baserede iværksættervirksomheder i øvrige brancher, der er vokset markant siden 2012. Men der er også sket en stærk stigning inden for life science, hvor antallet af DTU-baserede iværksættere er femdoblet fra to virksomheder i 2013 til ti virksomheder i 2015 (hvoraf seks var IPR-baserede spinouts).

I tabel 7.2. på næste side har vi sammenlignet antallet af life science spinout virksomheder baseret på IPR fra hhv. DTU, KU, Region Hovedstaden (herunder Rigshospitalet) og Statens Serum Institut (SSI).

Den øverste grønne række svarer til det grønne område i figur 7.7. Det fremgår, at DTU i perioden 2010-2015 har spundet flest virksomheder ud baseret på life science teknologi patenteret på universitetet.

Samlet set er antallet af life science spinouts i Hovedstadsregionen steget markant siden 2010, hvor der ikke blev skabt en eneste life science virksomhed baseret på IPR fra en af forskningsinstitutionerne.

[23] Se fx Styrelsen for forskning og Innovation (2016); "Viden til Vækst. Offentlig-privat samspil om forskning".

Tabel 7.2. Antal life science spinouts (IPR-baseret) i fordelt på forskningsinstitutioner i Hovedstadsregionen

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
DTU	0	2	2	2	8	6
KU	0	0	4	2	2	3
Reg. H	0	0	0	0	1	2
SSI	0	0	0	0	0	0
I alt	**0**	**2**	**6**	**4**	**11**	**11**

Kilde: IRIS Group på baggrund af institutionerne.

Sammenlignet med andre stærke life science regioner i verden, er Hovedstadsregionen dog langt bagefter fx Boston, Stockholm og Paris, når det handler om at skabe life science spinouts fra universiteterne[24]. Disse regioner skaber betydeligt flere nye life science virksomheder – også når forskelle i den samlede forskningsproduktion inden for life science tages i betragtning.

[24] Se IRIS Group (2017); "Analyse af perspektiver og vækstbarrierer for udvikling af dansk biotek – benchmarking af Hovedstadsregionens biotekklynge med seks udenlandske biotekklynger".

Kapitel 8

Effekter - Hvad betyder samspillet med danske universiteter for life science sektoren?

8.1 EFFEKTER PÅ KONKURRENCEEVNE OG VÆKST

Vi har i analysen kigget nærmere på, hvor stor betydning samspillet med danske universiteter har for life science virksomhederne.

Vi har i den gennemførte spørgeskemaundersøgelse afdækket effekterne på tre niveauer som illustreret i figur 8.1. For det første er det kortlagt, hvorvidt samarbejdet fører til nye kompetencer og styrker virksomhedernes forretningsgrundlag. For det andet er det afdækket, om de evt. tilførte kompetencer fører til konkrete forbedringer i konkurrenceevnen i form af nye produkter, bedre produktionsmetoder, nye forretningsmodeller, mv. Endelig har vi afdækket virksomhedernes vurdering af, om forbedringerne i konkurrenceevnen påvirker omsætning, beskæftigelse, mv.

Da resultaterne af forsknings- og innovationssamarbejde ofte først vil vise sig efter nogle år, har vi både spurgt til realiserede og forventede effekter.

Figur 8.1. giver et overblik over de tre typer af effekter, som spørgeskemaundersøgelsen afdækker.

Figur 8.1. Hovedelementer i spørgeskemaundersøgelsen

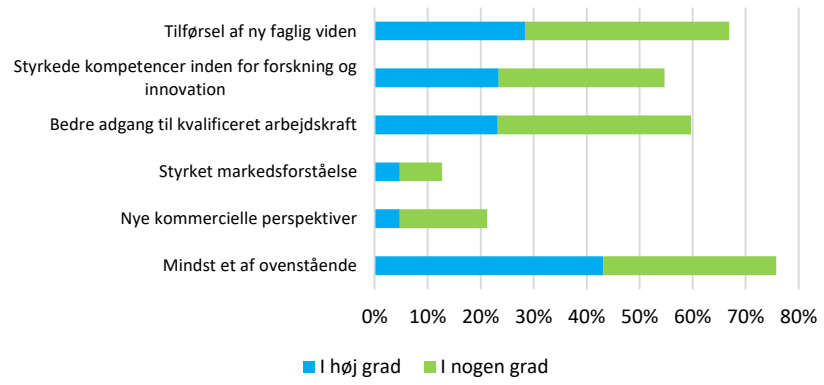
Kilde: IRIS Group.

I undersøgelsen er alle life science virksomheder, der angiver at have samarbejdet med et dansk universitet[25] i perioden 2014-2016, blevet bedt om at vurdere effekterne af samarbejdet på de tre niveauer.

Figur 8.2. viser resultaterne på spørgsmålet om, hvorvidt samarbejdet med danske universiteter fører til nye kompetencer og styrket forretningsgrundlag.

[25] Samarbejde kan omfatte forsknings- og innovationsprojekter, køb af viden/teknologi (rekvireret forskning), studenterprojekter, samfinansierede stillinger, skræddersyede kurser og andre veje til at udnytte offentlige forskningsresultater.

Figur 8.2. Resultater af universitetssamarbejde i form af styrkede kompetencer og forretningsgrundlag



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

Det fremgår nederst i figuren, at ca. 75 procent af virksomhederne vurderer, at samarbejdet har betydet tilførsel af nye kompetencer eller styrket forretningsgrundlag. Mere end 40 procent vurderer, at de *i høj grad* har fået styrket kompetencer og forretningsgrundlag på mindst ét område.

Flest virksomheder vurderer, at de har fået styrket deres faglige kompetencer (tilført ny faglig viden). Ca. 65 procent af virksomhederne har i høj eller nogen grad fået styrket deres faglige kompetencer. Men der er også mange virksomheder, der vurderer, at samarbejdet udvikler deres kompetencer i forhold til selv at arbejde med forskning og innovation.

Hertil kommer, at 60 procent angiver, at samarbejdet i høj eller nogen grad styrker deres adgang til kvalificeret arbejdskraft. Samarbejde – fx i form af studenterprojekter – er således også en vej til at styrke rekrutteringen.

Der er færre virksomheder, der angiver, at universitetssamarbejdet medvirker til at styrke markedsforståelse eller at skabe nye kommercielle perspektiver. Det afspejler, at samarbejdet ofte handler om udvikling af grundlæggende teknologi, eller om løsning af specifikke tekniske udfordringer inden for produktudvikling og produktion, jf. boks 8.1.

Boks 8.1. Novozymes har samarbejdet med DTU om udvikling af mange af virksomhedens grundlæggende teknologier

Novozymes konkurrerer grundlæggende på to faktorer; 1) At udvikle enzymer, der er bedre og mere stabile end konkurrenternes, 2) At holde priserne på produkterne (enzymerne) nede gennem effektiv produktion.

Novozymes har et tæt samarbejde med DTU på begge områder, hvor DTU bidrager med at udvikle den grundlæggende teknologi, der gør Novozymes konkurrencedygtig. Forskningssamarbejdet med DTU har bl.a. omfattet;

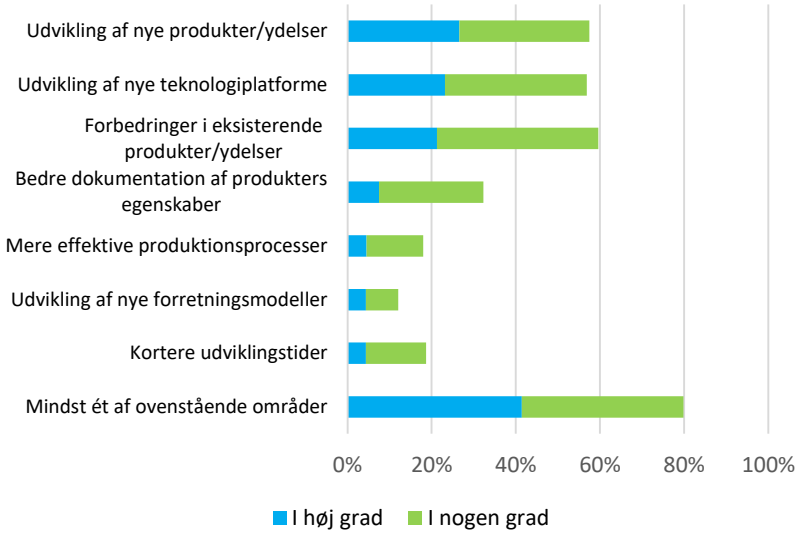
- Metoder til dyrkning af enzymer og produktion af mikroorganismer i større udbytter.
- Gærings- og fermenteringsprocesser.
- Gensplejsningsteknikker.
- Teknikker til hurtig screening af enzymkandidater, herunder test af effektivitet i forhold til konkrete anvendelser.
- Identifikation af potentielt skadelige gener i de svampe, som Novozymes bruger til at producere mikroorganismer.

Novozymes er pt. i gang med at flytte en stor del af virksomhedens forskning til nye lokaler i Lyngby. Målet er at komme tættere på DTU – dels for at styrke adgangen til kandidater, dels fordi virksomheden anser tæt fysisk kontakt som vigtigt for et godt forskningssamarbejde.

Derimod spiller DTU og andre universiteter en mindre rolle, når det gælder forretningsudvikling og indsatsen for at finde nye anvendelsesområder. Her foregår produktudviklingen i et direkte samarbejde med Novozymes´ kunder.

De fleste samarbejdsprojekter fører også til konkrete, forretningsmæssige forbedringer i virksomhederne. Fire ud fem virksomheder har realiseret eller forventer at realisere forbedringer i deres konkurrenceevne, som det fremgår af figur 8.3.

Figur 8.3. Resultater af universitetssamarbejde i form af styrket konkurrenceevne



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

De fleste virksomheder oplever, at samarbejdet med danske universiteter i høj/nogen grad fører til produktudvikling – enten i form af helt nye produkter eller forbedringer i eksisterende produkter eller services. Ca. 60 procent angiver, at de har realiseret eller forventer at realisere effekter på disse områder. Næsten lige så mange angiver, at samarbejdet fører til nye teknologiplatforme – det vil sige teknologier med brede anvendelsesperspektiver.

Også bedre dokumentation af produkters egenskaber er en væsentlig effekt i en del virksomheder (ca. 1/3 angiver høj eller nogen effekt på dette område).

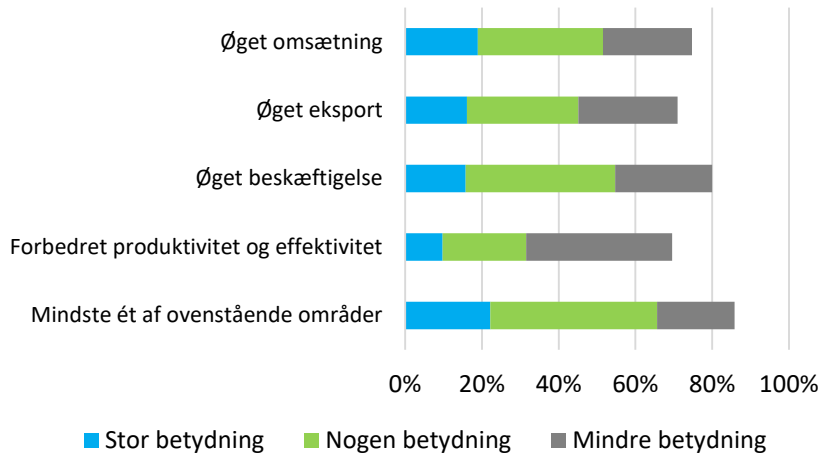
Endelig er kortere udviklingstider for nye produkter og mere effektive produktionsprocesser effekter, der opleves i høj/nogen grad af ca. 20 procent af virksomhederne.

At "kun" 20 procent oplever forbedringer i produktionsteknologien kan bl.a. skyldes, at mange life science virksomheder er unge udviklingsvirksomheder, der enten ikke fokuserer på denne del af værdikæden, eller som endnu ikke har produktion.

Hvor vigtige virksomhederne vurderer disse konkurrencemæssige forbedringer kan belyses ud fra deres svar på spørgsmålet om, hvorvidt samarbejdet også betyder vækst i omsætning, eksport, beskæftigelse og produktivitet. Figur 8.4. på næste side viser hvor stor en andel af virksomhederne, der angiver økonomiske effekter af samarbejdet.

Det fremgår, at ca. 65 procent af virksomhederne (i høj/nogen grad) har realiseret eller forventer (inden for 1-3 år) at realisere økonomiske effekter af samarbejdet.

Figur 8.4. Andel virksomheder, der har eller forventer at realisere økonomiske effekter af samarbejdet med danske universiteter



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.

Der er nogenlunde lige mange virksomheder, der forventer effekter på henholdsvis beskæftigelse, omsætning og eksport. Det afspejler, at life science sektoren består af virksomheder, der afsætter på et internationalt marked, hvor øget omsætning i langt de fleste tilfælde er lig øget eksport.

Ca. en ud af tre virksomheder vurderer, at samarbejdet gør dem mere effektive og produktive.

Flest virksomheder har realiseret eller forventer økonomiske effekter i "nogen grad". Det er et mønster, vi har set i tilsvarende analyser[26], og vores fortolkning heraf er, at der er en vis usikkerhed knyttet til effekterne, hvorfor virksomhederne har en tilbøjelighed til at vælge denne svarmulighed. Det skyldes blandt andet;

- At nogle af projekterne endnu ikke er afsluttet eller lige afsluttet.
- At der grundlæggende er en stor usikkerhed knyttet til forsknings- og innovationsprojekter. Projekterne kan føre til markante forbedringer i produkter eller produktivitet – eller til ingenting.
- At det kan være svært at isolere effekterne, da samarbejdet med DTU eller andre universiteter måske er en af flere aktiviteter inden for et konkret udviklingsområde.

"Vi var nok ikke vokset med ti procent om året de sidste ti år, hvis det ikke havde været for vores tætte samspil med universiteterne. Værdien skal ikke bare måles i patenter. Det har stor betydning for tilliden hos kunderne, når et anerkendt universitet som DTU har været inde over".

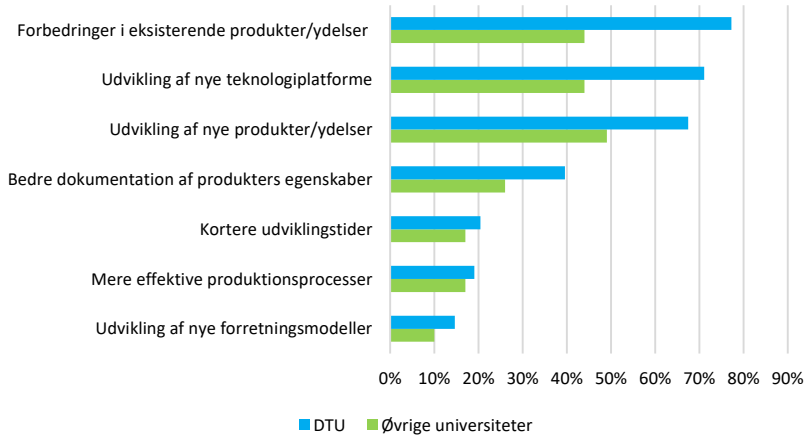
Mads Bennedsen, Senior Scientist, Chr. Hansen

[26] Fx IRIS Group (2017); "Aalborg Universitets vidensamarbejde – effekter for virksomheder, myndigheder og samfund".

8.2 DTU SET I FORHOLD TIL ANDRE DANSKE UNIVERSITETER

Vi har i spørgeskemaundersøgelsen ikke spurgt specifikt til effekterne af at samarbejde med DTU. Men virksomhederne kan, jf. kapitel 7, opdeles i tre grupper: 1) Virksomheder der har samarbejdet med DTU, 2) Virksomheder der alene har samarbejdet med andre danske universiteter, 3) Virksomheder der ikke har samarbejdet med danske universiteter i perioden 2014-2016. I figur 8.5. har vi sammenlignet de vurderede effekter på konkurrenceevnen for de to førstnævnte grupper.

Figur 8.5. Resultater i form af styrket konkurrenceevne fordelt efter hvem virksomhederne har samarbejdet med, 2014-2016



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder

Som det fremgår af figuren, er der en markant højere andel i DTU-samarbejdsgruppen, der oplever effekter af universitetssamarbejde.

Det gælder på alle områder, men især inden for udvikling af nye produkter og teknologiplatforme er forskellen stor. Fx angiver næsten 80 procent af DTU´s samarbejdspartnere, at samarbejdet fører til forbedringer i eksisterende produkter, mens andelen i den anden gruppe er på godt 40 procent.

Det er ikke muligt at give en udtømmende forklaring på disse forskelle. Men flere af de interviewede virksomheder fremhæver DTU som et universitet, som det er nemt at samarbejde med (når samarbejdet først er i gang), og hvor vejen fra forskning til succesfuld innovation er mindre snørklet.

Det skyldes ifølge virksomhederne, at DTU´s forskning netop har et stort anvendelsesfokus, og at DTU har en langvarig tradition for erhvervssamarbejde. Det fremhæves også i nogle interview, at DTU – når der sammenlignes med de førende life science universiteter i verden – nok ikke er et førende universitet, når det gælder større videnskabelige gennembrud. Til gengæld er DTU meget stærke, når det gælder videreudvikling af forskningen og i at koble ny viden med anvendelsesmuligheder. Denne styrke kommer naturligvis virksomhederne til gode, når de samarbejder med DTU omkring fx udvikling af nye produkter.

Et eksempel er virksomheden TracInnovations, der som angivet i kapitel 2 arbejder med trackingsystemer, der muliggør hjernescanninger hos patienter, der ikke kan ligge stille. Virksomheden fremhæver, at DTU Compute har en gruppe, som forsker i lige præcis den teknologi, som deres system bygger på. Det skaber grundlag for en række samarbejdsprojekter og gør naturligvis vejen fra forskning til anvendelse kort.

Kapitel 9

Rammebetingelser for forskning og vidensamarbejde

9.1 INDLEDNING

Analysen i denne rapport har dokumenteret, at;

- Life science sektoren har været præget af en positiv udvikling; at sektoren har stor betydning for dansk økonomi; og at der er gode perspektiver for fortsat vækst inden for life science.
- At sektorens vækst og udvikling i høj grad afhænger af adgang til forskning af høj kvalitet, veluddannede ph.d.er og kandidater samt forsknings- og innovationssamarbejde med universiteterne.

I dette lys er det naturligvis vigtigt at se på, om de danske rammebetingelser for forskning og vidensamarbejde er på et tilstrækkeligt højt niveau.

Det er velkendt, at der fra 2016 er sket en betydelig reduktion i både de samlede statslige bevillinger til forskning og i bevillingerne til de offentlige fonde[27], der medfinansierer forsknings- og innovationssamarbejde mellem universiteter og virksomheder.

Det er ikke formålet med denne rapport at vurdere betydningen heraf, og hvordan Danmark i dag ligger i forhold til andre life science lande, når det gælder bevillinger til forskning og vidensamarbejde.

Men analysen understreger, at mulighederne for at opbygge og fastholde life science styrkepositioner og finansiere forsknings- og innovationssamarbejde har stor betydning for life science sektorens vækst og konkurrencevilkår.

Dette afsluttende kapitel bidrager i stedet til drøftelsen af de danske rammebetingelser for forskning og vidensamarbejde ved at gengive, hvordan life science virksomhederne vurderer de nuværende rammebetingelser.

Herudover kigger kapitlet nærmere på, hvad virksomhederne oplever som styrker og udviklingsområder relateret til at samarbejde med DTU.

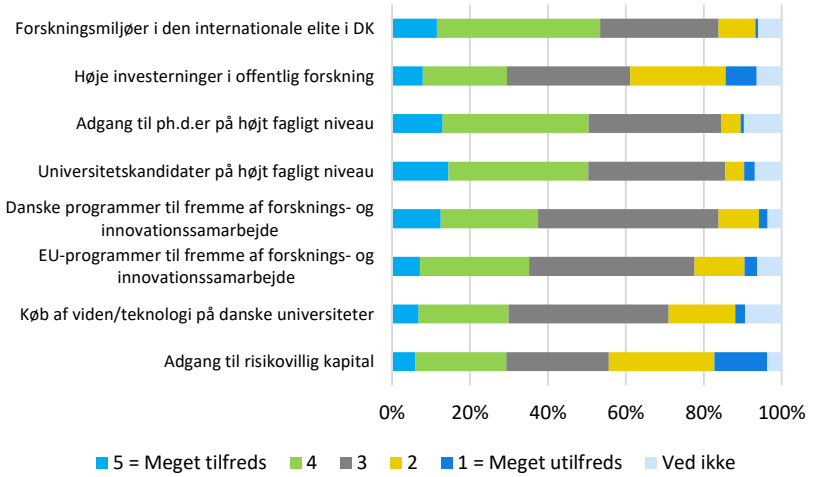
9.2 VIRKSOMHEDERNES VURDERING AF RAMMEBETINGELSERNE

Vi har i den gennemførte spørgeskemaundersøgelse bedt virksomhederne om at angive deres vurdering af kvaliteten af forskellige typer af rammebetingelser knyttet til samspillet mellem universiteter og virksomheder.

Resultaterne fremgår af figur 9.1, der alene omfatter svarene fra de virksomheder, der samtidig har svaret, at de pågældende rammebetingelser er vigtige for dem (se også figur 4.6. i kapitel 4).

[27] Fx Innovationsfonden, Markedsmodningsfonden og EUDP.

Figur 9.1. Life science virksomhedernes tilfredshed med forskellige typer af rammebetingelser



Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.
Note: Figuren omfatter de virksomheder, der har svaret 4-5 på skalaen for rammebetingelsernes vigtighed (se kapitel 4).

På langt de fleste områder giver flest virksomheder rammebetingelserne 3-4 points på 1-5 skalaen, hvor 5 er "meget tilfreds" og 1 er "meget utilfreds". Der er således en rimelig grad af tilfredshed med rammebetingelserne, men der er ifølge virksomhederne også plads til forbedringer, hvis målet er at skabe rammebetingelser, der er helt i top.

Der er størst grad af utilfredshed med rammebetingelserne inden for "høje investeringer i offentlig forskning" og "adgang til risikovillig kapital", hvor henholdsvis ca. 35 procent og ca. 40 procent svarer, at de er utilfredse (2) eller meget utilfredse (1).

Den udbredte utilfredshed med investeringerne i forskning skal naturligvis ses i lyset af den reduktion, der har været i de statslige forskningsbevillinger, jf afsnit 9.1.

Udfordringerne omkring adgang til risikovillig kapital er en velkendt problemstilling, der er påvist i flere analyser – ikke mindst på life science området, hvor det kræver meget kapital at bringe nye idéer og produkter på markedet.

En ny analyse sammenligner rammebetingelserne inden for biotekområdet i Hovedstadsregionen med seks andre stærke life science regioner og konkluderer bl.a., at de øvrige regioner typisk har bedre vilkår på følgende områder[28];

- Finansiering af den tidlige kommercialiseringsindsats på universiteter (proof-of-concept).

[28] Se IRIS Group (2017); "Analyse af perspektiver og vækstbarrierer for udvikling af dansk biotek – benchmarking af Hovedstadsregionens biotekklynge med seks udenlandske biotekklynger".

- Antallet af investorer i de tidlige faser af en virksomheds/teknologis udvikling (innovationsmiljøer, venturefonde, mv.).
- Attraktivitet af statslige tilskudsordninger.
- Aktiemarkedets funktion, herunder vilkår for børsnoteringer af højteknologiske virksomheder.

Det generelle billede fra figur 9.1. af, at rammevilkårene for forskning, adgang til kvalificeret arbejdskraft og vidensamarbejde er tilfredsstillende, men ikke helt i top, genfindes i de gennemførte interviews.

En gennemgående pointe er, at virksomhederne har gode erfaringer med at samarbejde med danske forskningsmiljøer (ikke mindst DTU), og at de har adgang til dygtige kandidater og ph.d.er. Men også at kvaliteten ofte lige er et niveau under de stærkeste life science regioner – især Boston og Cambridge.

Flere af de interviewede virksomheder lægger især vægt på, at den basale forskning skal være af høj kvalitet. I den sammenhæng peger de bl.a. på følgende udfordringer i Danmark, når der sammenlignes med andre stærke life science regioner;

- De danske forskningsmiljøer (centrale forskergrupper) er forholdsvis små i international sammenhæng.
- Der er få basismidler i det danske forskningssystem, og selv de bedste forskere/miljøer er afhængige af ofte at skulle ansøge om midler i Danmark, der er relativt små i international sammenhæng.
- Den forskningsmæssige infrastruktur (apparatur/udstyr) er ofte på et højere niveau på udenlandske universiteter, der er førende på life science området.
- De danske forskningsmiljøer opleves som mere siloagtige og mindre tværvidenskabeligt tænkende end miljøer på førende universiteter som MIT og Harvard Medical School.

Virksomhederne anerkender, at dansk life science forskning klarer sig godt, jf. analysen i kapitel 5. Men de peger også på, at de bibliometriske indikatorer ikke kan stå alene i vurderingen af dansk life science forskning. Og at der skal sættes ind på flere områder, hvis niveauet skal op blandt de stærkeste life science regioner i verden. Der peges i interviewene på fire områder;

- **Fokusering.** Vi kan ikke prioritere alle forskningsområder, men må specialisere os mere på delområder inden for hvert af de store hovedområder (kemi, molekylær biologi, medicin, sygdomsforskning, klinisk forskning) samt inden for tværgående og understøttende forskningsområder som bioinformatik.
- **Kritisk masse.** Det er vigtigt at skabe forskningsmiljøer, der i mandskab, ressourcer og udstyr, ph.d.-miljø, mv. kan konkurrere med de stærkeste udenlandske miljøer.
- **Frihedsgrader, fokus på eliteforskning og langsigtede bevillinger.** Det er vigtigt, at både eksisterende og potentielle topforskningsmiljøer har midler og rum til at tænke langsigtet i deres forskning. Og at de *ikke* er afhængige af løbende at skulle søge om nye midler til deres grundlæggende forskning, der fx er bundet af specielle krav til output og samarbejde.

- **God ledelse**. En vigtig pointe er, at god forskningsledelse ofte er det, der adskiller excellente miljøer fra andre. Det er vigtigt med ledende topforskere, der også formår at sætte ambitiøse mål, motivere og være sparringspartnere for deres kollegaer og forskerstuderende.

> *"Basismidler til grundforskning og opdyrkning af nye forskningsområder er vigtigere end den strategiske forskning, der er politisk bestemt. Der bruges for megen energi på ansøgninger til fonde og råd med meget lave succesrater. Basismidlerne er for små i Danmark".*
>
> Ole Kirk, forskningsdirektør, Novozymes

9.3 SÆRLIGT OM SAMSPILLET MED DTU

Vi har i de gennemførte virksomhedsinterview også spurgt virksomheder om særlige karakteristika eller kendetegn ved samarbejdet med DTU.

Virksomhedernes oplevelser og fokus i samarbejdet varierer naturligvis, men følgende styrker i samspillet med DTU trækkes frem af en række af de interviewede virksomheder;.

- Stærkt uddannelsesmiljø med kandidater og ph.d.er på højt niveau og med god industriel forståelse.
- Stærkt anvendelsesperspektiv i forskningen
- Adgang til unikke faciliteter og udstyr
- Åbenhed og let adgang til forskere
- Fokus på nye og strategiske samspilsformer

Stort set alle virksomheder fremhæver, at DTU uddanner dygtige kandidater og forskere. Adgangen til netop højt kvalificeret arbejdskraft trækkes frem af især de større virksomheder som DTU´s vigtigste impact på life science sektoren.

En anden styrke er som nævnt i kapitel 8, at DTU´s forskning ofte har et stærkt anvendelsesperspektiv – målet i store dele af forskningen på DTU er at udvikle teknologi, der kan anvendes i samfundet.

Et perspektiv er i den sammenhæng, at DTU også investerer i faciliteter og udstyr, hvor teknologi kan afprøves. I en række tilfælde er disse faciliteter omdrejningspunkt for konkrete samarbejdsprojekter. Et eksempel er fermenteringsanlæg etableret hos DTU Kemiteknik og i DTU Biosustain.

Endelig fremhæver flere virksomheder det som en styrke, at DTU arbejder med at udvikle nye, strategiske samspilsformer, der skaber større integration, flere idéer til nye samarbejdsprojekter, og som øger det gensidige kendskab til hinanden og opbygger tillid.

Fx har Carlsberg Research Laboratory indgået en strategisk samarbejdsaftale med DTU, der indebærer, at Carlsberg Research Laboratory regelmæssigt mødes med en gruppe forskningsledere fra DTU Fødevareinstituttet, DTU Bioengineering, DTU Kemi og DTU Kemiteknik. Målet er bl.a. at drøfte, hvordan DTU´s forskning kan være relevant for den langsigtede innovation og teknologiudvikling på Carlsberg – som grundlag for fx ph.d.-projekter, studenterprojekter og fælles ansøgninger til bl.a. Innovationsfonden.

Et andet eksempel er DTU Kemiteknik, der har etableret virksomhedsnetværk inden for fermentering og fremstilling af lægemidler og enzymer. Netværkene fokuserer bl.a. på, hvordan erfaringer fra industrielle processer i

andre sektorer kan anvendes inden for life science. Virksomhederne betaler et lille kontingent for at være med i netværkene, der danner grundlag for inspiration, videndeling og udvikling af nye samarbejdsprojekter.

Der er også nogle virksomheder, der peger på forbedringsområder i samspillet mellem DTU og virksomhederne.

Fx har flere virksomheder oplevet udfordringer relateret til forhandlinger om rettigheder til fælles forskningsprojekter og fastlæggelse af priser knyttet til at købe eller licensere DTU-patentrettigheder. Der er hos flere virksomheder en oplevelse af, at disse ting fx foregår mere gnidningsfrit med udenlandske universiteter, selv om det også som områder, hvor der er sket forbedringer. Oplevelsen hos nogle virksomheder er, at DTU har haft en tendens til at overvurdere værdien af den IPR, der udvikles på eller i samarbejde med DTU.

Herudover fremhæver virksomhederne det som et karakteristikum ved DTU, at universiteter har stor bredde i deres life science forskning. I den sammenhæng peger flere virksomheder endvidere på et behov for stærkere samarbejde på tværs af DTU-institutter – bl.a. i lyset af, at life science teknologier i stigende omfang skabes i krydsfeltet mellem forskellige forskningsdiscipliner. Et konkret eksempel på hvor DTU kunne styrke det tværvidenskabelige samarbejde er at etablere mulighed for, at flere institutter kan samarbejde om ph.d.-forløb (i dag skal ph.d.-studerende være indskrevet på et bestemt institut).

Herudover peger eksempelvis Arla Foods på, at de ser perspektiver i at samarbejde med DTU om udvikling af avancerede produktionsteknologier til fødevareområdet. Men at et sådant samarbejde kun kan realiseres, hvis DTU inddrager spidskompetencer fra flere institutter.

Bilag: Metode

Dette bilag uddyber kort metoden anvendt i følgende dele af analysen;

- Afgrænsning og definition af dansk life science.
- Spørgeskemaundersøgelse blandt danske life science virksomheder.
- Den bibliometriske analyse.

AFGRÆNSNING OG DEFINITION AF DANSK LIFE SCIENCE

Life science forskning er afgrænset ved hjælp af følgende definition udviklet i samarbejde med den nedsatte styregruppe på DTU:

Definition af life science forskning:

"Life science forskning består af alle områder af videnskab, der involverer forskning i biologiske systemer og levende organismer (såsom celler, bakterier, planter, dyr, mennesker) samt forskning i teknologi (herunder bioengineering) til udvikling og produktion af life science baserede produkter inden for medicin, sundhedsteknologi, fødevarer, industriel biotek, miljø og bioenergi".

Life science virksomheder er afgrænset som forskningsaktive virksomheder, der baserer sig på life science forskning, og hvis hovedaktivitet ligger inden for life science området, jf. boksen i næste spalte.

Definition af life science virksomheder:

- *Virksomheder, der forsker inden for life science området, og/eller hvis produkter eller produktion baserer sig på life science forskning/teknologi.*
- *Forskning og udvikling skal udgøre mindst fem procent af omsætningen, eller mindst to årsværk skal være beskæftiget med FoU-aktiviteter.*
- *Kun virksomheder inden for følgende sektorer er medtaget: Farma, medico, sundheds-it, (avancerede) fødevarer, industriel biotek, biobaseret energi og miljø (hvis de opfylder de to øvrige betingelser).*

Opbygning af life science database

Life science databasen indeholder i alt ca. 800 virksomheder, fordelt på brancher. Den er opbygget på følgende vis;

- Med afsæt i definitionen af life science virksomheder har vi indsamlet virksomhedsnavne fra en række forskellige aktører, der organiserer, huser og samarbejder med life science virksomheder. De omfatter brancheorganisationer, klyngeorganisationer, innovationsnetværk, innovationsmiljøer, teknologioverførselskontorer på universiteterne, forskerparker, m.fl.
- Vi har gennemført supplerende desk research dels i forhold til at identificere yderligere life science virksomheder, dels i forhold til at sikre, at virksomhederne lever op til vores definition af life science virksomheder.
- Vi har indhentet cvr-numre for alle virksomheder.

- Virksomhederne er defineret som life science virksomheder, hvis hele eller hovedparten af virksomheden baserer sig på life science teknologi (enten i produktet eller i produktionsteknologien), samt hvis de opfylder minimumskrav til forskning og udvikling.
- I databasen er der til hver virksomhed knyttet en række baggrundsoplysninger, herunder lokalisering, kontaktpersoner, DB07-branche, etableringsår, udspringskilde, m.fl.
- Virksomhederne er ud fra oplysninger på hjemmeside mv. indplaceret i delbrancher.

IRIS Group har kvalitetssikret samtlige virksomheder i databasen og kategoriseret dem. Der er intet krav til virksomhedernes aktivitet i databasen. Derfor indeholder databasen også ophørte virksomheder med henblik på at kunne lave bagudrettede analyser af udviklingen i sektoren. Der findes i databasen 561 aktive virksomheder.

CVR-numre fra databasen er blevet sendt til Danmark Statistik, der gennem særkørsler har opgjort life science branchernes størrelse, vækst, forsknings- og udviklingsaktivitet, mv.

SPØRGESKEMAUNDERSØGELSE BLANDT LIFE SCIENCE VIRKSOMHEDER

Spørgeskemaundersøgelsen er gennemført i november-december 2016 og fokuserer på life science sektorens vækst, samfundsøkonomiske betydning og den rolle, som DTU og andre danske universiteter spiller for sektorens innovation og konkurrencekraft.

Spørgeskemapopulationen består af aktive life science virksomheder fra life science databasen. Spørgeskemaet er sendt ud til den administrerende direktør i mindre virksomheder, mens det i større virksomheder er sendt til en direktør med ansvar for forskning, udvikling og innovation.

Det vil sige den person i virksomheden, der har den største viden om virksomhedens forsknings- og udviklingsindsats, samarbejder med eksterne organisationer, og om forskellige typer af rammebetingelsers betydning for virksomhedens innovation og udvikling.

Undersøgelsen er gennemført som en online-baseret undersøgelse vha. programmet Survey-Xact. Der er modtaget svar fra 169 virksomheder. Det svarer til svarprocent på 34 procent, hvilket er relativt højt for den type af undersøgelser.

I tabellen på næste side er svarprocenten opgjort for hver delbranche.

Det fremgår, at svarprocenterne ikke udviser stor variation, dog med undtagelse af en relativ lav svarprocent for virksomheder beskæftiget med (avancerede) fødevarer.

Det samlede antal svar fra de enkelte delbrancher er ikke stor nok til, at det i rapporten har været muligt at foretage mere detaljerede analyser, hvor resultaterne er fordelt på delbrancher.

Antal udsendelser, antal svar, frafald og svarprocent

	Antal udsendte emails	Inaktive emails	Respondenter, der ønskede at blive taget ud af populationen	Samlet respondent-population	Delvis besvarede	Besvarede spørgeskemaer	Svar-procent
(Big) pharma + medicinsk biotek	118	15	0	**103**	9	30	**29%**
Medtech og sundheds-IT	204	12	1	**191**	7	71	**37%**
Avancerede fødevarer	42	7	1	**34**	2	6	**18%**
Industriel biotek	26	0	1	**25**	2	10	**40%**
Bioenergi og biobaseret miljøteknologi	39	0	0	**39**	5	10	**26%**
Støtteerhverv	124	11	2	**111**	7	42	**38%**
I alt	**553**	**45**	**5**	**503**	**32**	**169**	**34%**

DEN BIBLIOMETRISKE ANALYSE

Til analysen af life science forskning har vi anvendt *Scival*. Scival er en online platform til bibliometrisk analyse, og den trækker data fra *Scopus*, der er verdens største forsknings- og citationsdatabase. Scopus indeholder ca. 55 mio. registreringer af forskningsartikler, konferencebidrag mv.

I Scopus er produktionen af forskningsartikler mv. opdelt på 334 underområder. IRIS Group har i dialog med DTU udarbejdet en liste over samtlige forskningsområder, der er life science relateret. I alt blev 108 forskningsområder fordelt på 12 hovedområder udvalgt til analysen (jf. tabel i højre spalte).

Det næste skridt i analysen var at identificere sammenligningsregioner og tilhørende lande. De valgte regioner er blandt de stærkeste life science regioner i verden - når der ses på koncentrationen af stærke universiteter og forskningsinstitutioner inden for life science forskning samt antal life science virksomheder. Regionerne og landene er udvalgt i samarbejde med DTU.

Med dette afsæt identificerede vi alle relevante universiteter (herunder universitetshospitaler) og forskningsinstitutioner, der har væsentlig life science produktion i hver region. I tabellen på næste side er landene, regionerne og antallet af universiteter/forskningsinstitutioner oplistet.

Forskningsområder i den bibliometriske analyse

Hovedområdekategorier	Antal forsknings-områder i analysen	Eksempel på forskningsområde
Medicin	50	Infektionssygdomme
Biokemi, Genetik & Moleky-lærbiologi	13	Cellebiologi
Landbrugs- & biologisk vi-denskab	12	Fødevarevidenskab
Neuroscience	10	Sansesystemer
Immunologi & mikrobiologi	7	Virologi
Farmakologi, toksikologi & farmaci	6	Drug Discovery
Veterinærvidenskab	5	Equine
Kemisk ingeniørvidenskab	1	Bioteknik
Kemi	1	Organisk kemi
Ingeniørvidenskab	1	Biomedicinsk ingeniørvidenskab
Miljøvidenskab	1	Sundhed, toksikologi og mutagenese
Materiale videnskab	1	Biologiske materialer

Note: Den komplette liste er uddybet i særskilt metodenotat, der kan rekvireres hos IRIS Group.

Oversigt over lande, regioner og antal institutioner i analysen

Land	Region	Antal forskningsinstitutioner i regionen
Danmark	**Hovedstadsregionen**	**3 (DTU, KU, SSI)**
Frankrig	Paris	20
Holland	Wageningen-Utrecht	3
Schweiz	Nordvestlige Schweiz	5
Singapore	Central Singapore	14
Storbritannien	Cambridge	5
Sverige	Stockholm-Uppsala	8
Tyskland	München	8
USA	Boston North Carolina San Diego	9 3 6

Note: Den komplette liste er uddybet i særskilt metodenotat, der kan rekvireres hos IRIS Group. I Scival er forskningen på universitetshospitaler typisk inkluderet i data på større universiteter. Det gælder eksempelvis for Hovedstadsregionen.

Derefter er den bibliometriske analyse gennemført ved at sammenligne forskningsproduktion, kvalitet og gennemslagskraft for landene, regionerne og universiteterne.

Forskningsmæssige styrkepositioner

Til analysen af forskningsmæssige styrkepositioner har vi opstillet en række kriterier. Hvis et forskningsområde i den enkelte beregning lever op til samtlige kriterier, er det blevet betragtet som en styrkeposition.

Kriterierne er valgt ud fra den forudsætning, at en styrkeposition skal være kendetegnet ved;

- **Høj kvalitet** – dvs. at forskningsartiklerne hyppigt citeres.
- **Forskningsmæssig excellence**- dvs. at en stor del af de videnskabelige artikler er blandt de mest citerede i verden.
- **Høj performance ift. andre life science regioner/universiteter** – dvs. at det pågældende universitet eller den pågældende region på de oven for nævnte indikatorer klarer sig godt ift. de life science regioner, vi sammenligner med i denne analyse.
- **Høj forskningsproduktion** – den samlede forskningsproduktion skal på regionalt niveau også være høj inden for området (kritisk masse), og der skal være en vis minimumsproduktion af artikler for at kunne blive betragtet som en styrkeposition.

Analysen er foretaget på to niveauer – regioner og universiteter.

For at sikre robusthed i analysen er der foretaget hhv. 4 og 5 forskellige beregninger. Det er gjort ved at variere tærskelværdierne for at være en styrkeposition under hver indikator (variationen i tærskelværdierne fremgår af tabellen på næste side).

Tærskelværdier anvendt i styrkepositionsberegningerne

	Regionalt niveau	Universitetsniveau
Andel artikler blandt de 10% mest citerede i verden*	22 - 26 %	26 - 32 %
- Placering blandt sammenligningsgrundlag	Top 2 - 4	Top 6 - 12
Placering blandt sammenligningsgrundlag – antal artikler blandt de 10% mest citerede i verden*	Top 4-6	Intet krav
Fagområdevægtet citationsindeks	1,9 - 2,1	1,7 - 2,0
- Placering blandt sammenligningsgrundlag	Top 2 - 4	Top 6 - 12

*Note: Tabellen viser både minimumsværdien og maksimumsværdien anvendt i de hhv. 4 og 5 beregninger på hvert niveau. De eksakte værdier og modeller er uddybet i særskilt metodenotat, der kan rekvireres hos IRIS Group. *Fagområdevægtet.*

En styrkeposition bliver betragtet som *sikker* i udregningsmodellerne, hvis den lever op til kriterierne 3-4 gange på universitetsniveau (hvor der er foretaget fire styrkepositionsberegninger), mens den på regionsniveau skal leve op til kriterierne i mindst fire af de fem beregninger. Lever den op til færre – men flere end 0 – bliver den betragtet som en *"måske" styrkeposition.*

Metoden tager højde for, at beregning af styrkepositioner ikke er en eksakt videnskab, hvor der kan opstilles præcise tærskelværdier for, hvad der kendetegner en styrkeposition.