



IRISgroup

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri

Analyse og debatoplæg, november 2016



Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Indholdsfortegnelse

Indledning.....	3
1. Kort sammenfatning.....	4
2. Lægemiddelindustrien er en danske styrke- position.....	6
3. Hvad er højkvalitetsforskning?.....	7
4. Hvor vigtig er dansk højkvalitetsforskning for lægemiddelindustrien?.....	11
5. Danmarks forskningsmæssige præstationer..	14
6. Udviklingen i de forskningsmæssige præsta- tioner.....	18
7. Investeringsfremmebalancen	21
8. Veje til at styrke højkvalitetsforskning i Danmark.....	22
9. Danske styrkepositioner inden for læge- middelforskning.....	24
10. Bilag 1. Interviewpersoner.....	29

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Indledning

Ambitionen med dette oplæg er at sætte fokus på høj kvalitetsforskning på danske universiteter og universitetshospitaler – og på den betydning, som kvaliteten af den offentlige forskning har for lægemiddelindustrien.

Det er et faktum, at Danmark står stærkt, når det gælder meget af den offentlige forskning, der danner udgangspunkt for udvikling af nye lægemidler, og at vi samtidig har en stærk og konkurrencedygtig lægemiddelindustri.

Men hvor tæt er de to ting forbundne? Er høj kvalitet i grundforskningen og i den kliniske forskning en forudsætning for at fastholde vores styrkeposition inden for lægemidler? Hvordan står vi i dag i forhold til tidligere, når det gælder kvalitet i den offentlige forskning sammenlignet med andre lande? Hvad er de forskningsmæssige fyrtårne i Danmark inden for lægemiddelrelaterede områder – og hvordan har de opnået verdensklasse?

Har universiteter og erhvervsliv den samme opfattelse af, hvad god forskning er? Og hvad skal der til for at fastholde eller skabe flere forskningsmiljøer af høj kvalitet på lægemiddelområdet?

Debatoplægget forsøger at give svar på disse spørgsmål og samtidig kaste lys over sammenhængen mellem høj forskningskvalitet og den fortsatte udvikling af dansk lægemiddelindustri.

Herudover præsenterer oplægget også fakta om den danske lægemiddelindustri samt om balancen mellem indadgående og udgående investeringer på lægemiddelområdet.

En væsentlig ambition har således også været at vurdere, hvorvidt vi er lige så gode til at tiltrække udenlandske investeringer, som danske lægemiddelvirksomheder er til at investere i forsknings- og udviklingsaktiviteter i andre lande. Og dermed om Danmark fremstår som en attraktiv region at placere pharma-aktiviteter i.

Oplægget er udarbejdet af IRIS Group på opdrag fra Lægemiddelindustriforeningen (Lif).

Det er baseret på en række interviews, som IRIS Group har gennemført i løbet af sommeren 2016 med førende lægemiddelvirksomheder, universitetsledelser og førende danske forskere fra nogle af vores topforskingsmiljøer¹.

Herudover baserer oplægget sig på eksisterende statistik og en bibliometrisk analyse gennemført af IRIS Group.

Debatoplæg er bygget op som følger;

- *Afsnit 1* er en kort sammenfatning.
- *Afsnit 2* præsenterer nogle få nøgletal for den danske lægemiddelindustri.
- *Afsnit 3* diskuterer begrebet høj kvalitetsforskning med afsæt i de gennemførte interviews.
- *Afsnit 4* diskuterer den betydning, som høj kvalitetsforskning i Danmark har for den danske lægemiddelindustri.
- *Afsnit 5* belyser de danske forskningspræstationer inden for lægemiddelforskning med afsæt i tilgængelige data.
- *Afsnit 6* analyserer udviklingen i forskningspræstationerne baseret på både bibliometriske indikatorer og kvalitative input fra de gennemførte interviews.
- *Afsnit 7* kigger nærmere på de direkte investeringer, herunder tiltrækning af udenlandske investeringer inden for lægemiddelområdet.
- *Afsnit 8* diskuterer, hvad der skal til for at styrke omfanget af høj kvalitetsforskning.
- *Afsnit 9* identificerer danske styrkepositioner og topforskere/topforskingsmiljøer inden for lægemiddelområdet.

¹ Interviewpersoner fremgår af bilag 1.

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

1. Kort sammenfatning

Lægemiddelindustrien er en markant, dansk styrkeposition. Den beskæftiger 26.500 medarbejdere. Dermed er vi sammen med Schweiz det land i Europa, hvor lægemiddelindustrien udgør den højeste andel af den private beskæftigelse. Produktiviteten i sektoren er dobbelt så høj som i det øvrige erhvervsliv.

Lægemiddelindustrien er en meget forskningstung industri, og sektorens vækst og udvikling er i meget høj grad baseret på et tæt samspil med den offentlige forskning på universiteter og hospitaler.

Det gælder ikke alene i udviklingen af nye lægemidler. Faktisk er samspil med den offentlige forskning vigtig i hele den lægemiddelindustrielle værdikæde. Fra forskning i molekylær biologi, der fører til nye lægemiddelkandidater. Over forskning i fx medicinalkemi, der er afgørende for tidligt at kunne fastlægge et stofs forventede effekter på en given sygdom. Til kliniske afprøvninger af nye lægemidler og forskning i fx kemiteknik, der danner grundlag for fremstilling af lægemidler.

Alle lægemiddelvirksomheder i Danmark samarbejder med en række forskellige universiteter og hospitaler. Ikke bare i Danmark, men i hele verden. For virksomhederne er det vigtigt, at samarbejdet foregår med miljøer, der er blandt de bedste i verden inden for deres felt.

Vigtigt med mange excellente forskningsmiljøer i Danmark

Debatoplægget konkluderer, at det er vigtigt for danske lægemiddelvirksomheder – trods deres globale fokus – at der findes mange højkvalitetsforskningssmiljøer i Danmark. Det skyldes tre forhold;

- **Talentrekruttering.** De dygtigste ph.d.'er og postdocs 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.
- **Nærhed har betydning.** Selv om de danske lægemiddelvirksomheder 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.
- **Økosystemets udvikling.** Excellent forskning skaber grundlag for de opfindelser, der fører til nye lægemiddelkandidater og biotekvirksomheder. Højkvalitetsforskning er således afgørende for, at der skabes nye lægemiddelvirksomheder. De bidrager samtidig til det samlede økosystem og til pipelinen af nye produkter og teknologier.

Hvad er højkvalitetsforskning?

Vi har spurgt både universitetsledelser, forskere og virksomheder, hvad der kendetegner højkvalitetsforskning. Der er nuanceforskelle i svarene, men følgende faktorer sammenfatter de interviewedes karakteristisk af højkvalitetsforskning;

- Evne til at publicere i de mest anerkendte tidsskrifter, samt hvor ofte tidsskrifterne citeres (bibliometriske mål).
- Tilstedeværelse af stjerneforskere og evne til at tiltrække internationale topforskere.
- Kritisk masse af forskere og gode fysiske faciliteter.
- Høj evne til at tiltrække forskningsmidler, især "excellence midler" som EU's Advanced ERC-grants og Grundforskningsfondens Centers of Excellence, der tildeles forskningsmiljøer af særlig høj kvalitet.
- Evne til at skabe værdi i samfundet og sætte forskningen i perspektiv.
- God forskningsledelse – især evne til at give rum til de dygtigste unge forskere og til visionære idéer.

Dansk lægemiddelforskning har højt niveau, men få topforskningssmiljøer

Målt på bibliometriske indikatorer ligger Danmark godt til i lægemiddelforskningen. Det gælder både

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

forskningsproduktion (antal artikler), kvaliteten af forskningen (hvor ofte artiklerne citeres) og forskningens gennemslagskraft (evne til at publicere i de mest anerkendte tidsskrifter).

Specielt inden for sundhedsforskningen står vi stærkt internationalt. Lidt mindre imponerende er resultaterne inden for de tekniske og naturvidenskabelige fag (kemi, biokemi, molekylær biologi, mv.).

Resultaterne er en naturlig konsekvens af, at de danske investeringer i offentlig forskning er øget over de senere år. Danmark er det land, der i 2015 brugte flest midler til offentlig forskning i procent af BNP. Og vi var samtidig det land i OECD, der anvendte den største andel af midlerne til sundhedsforskning.

I det lys må det også være forventningen, at vi ligger stærkt internationalt inden for forskning i fx medicin, immunologi, farmakologi, mv.

Men der er også en række indikationer af, at de gode placeringer på de bibliometriske indikatorer mere er udtryk for, at vi har mange dygtige og flittige forskere, end at de er udtryk for, at vi har mange topforskningsmiljøer. Det vil sige forskergrupper, der globalt er førende inden for specifikke forskningsfelter. Oplægget viser således, at;

- At vi klarer os middelmådigt på hjemtag af EU-midler til excellent forskning (advanced ERC-grants).

- Både virksomheder og forskere oplever, at de stærkeste konkurrerende universitetsforskningsmiljøer i andre life science regioner står stærkere end de danske. Det gælder på områder som størrelse, antal topforskere, udstyr og infrastruktur, komplementære kompetencer og adgang til langsigtede forskningsbevillinger.
- At der er stagnation i de indadgående investeringer. For den globale life science sektor fremstår Danmark ikke som blandt de mest attraktive regioner at investere i.

Herudover tyder analysen på, at flere af de forskningsområder, hvor Danmark klarer sig flot i bibliometrien, *ikke* er kendetegnet ved mange topforskere og topforskningsmiljøer. Vi har med andre ord måske mange dygtige enkeltforskere, men få topforskere og få unikke miljøer.

Vejen til flere højkvalitetsforskningsmiljøer

Afsnit 8 i debatoplægget indeholder en række bud på tiltag og indsatsområder, der kan føre til flere højkvalitetsforskningsmiljøer i Danmark. De samler sig i fire overskrifter;

- **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, PhD-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 excellent 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.

Herudover betones den stigende betydning af de private fonde og deres investeringer i nye forskningscentre og excellent forskning. Deres betydning gør endvidere, at der er behov for at tænke i, hvordan der kan skabes mere synergi mellem offentlige og private forskningsinvesteringer i forhold til at fastholde og udvikle flere styrkepositioner.

2. Lægemiddelindustrien er en dansk styrkeposition

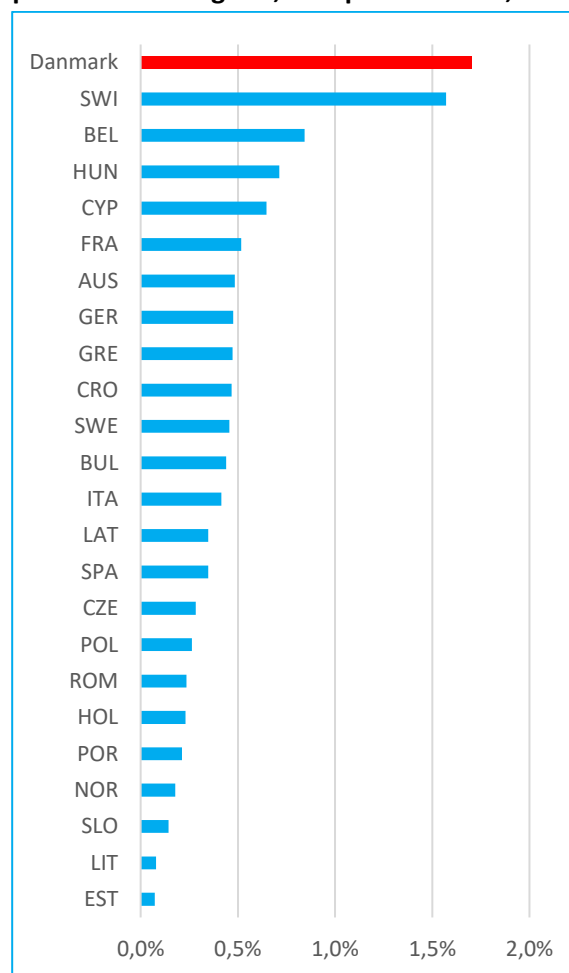
Den danske lægemiddelindustri markerer sig stærkt. Lægemidler er Danmarks største eksportvare og udgør 13,5 % af den samlede danske vareeksport. Samtidig beskæftiger sektoren 26.500 medarbejdere, der hver skabte værdi for 1,5 mio. kr. – hvilket er dobbelt så højt som gennemsnittet i andre erhverv². På den måde bidrager sektoren markant til udviklingen i produktivitet og velstand.

Også internationalt står dansk lægemiddelindustri stærkt. Danmark er sammen med Schweiz det land i verden, hvor den højeste andel af de privatbeskæftigede er ansat i lægemiddelvirksomheder, som det fremgår af figuren i næste spalte.

Samtidig er farmaindustrien meget forskningsintensiv. Ca. 22 % af de private forskningsinvesteringer i Danmark ligger inden for farmaindustrien (excl. biotekselskaber), og her overgås vi kun af Schweiz og Belgien, som det fremgår af figur 2.2.

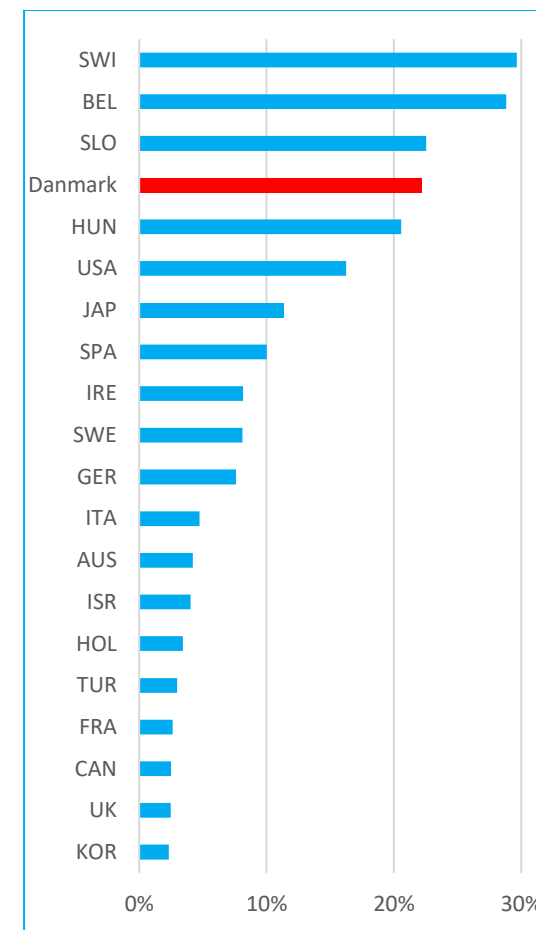
Det er med dette afsæt, at debatoplægget sætter fokus på, hvad høj kvalitet i den offentlige forskning betyder for industrien, og hvad der kan gøres for at stimulere høj kvalitetsforskning på universiteter og hospitaler.

Figur 2.1. Farmaindustriens andel af den samlede private beskæftigelse, europæiske lande, 2013



Kilde: IRIS Group på baggrund af EUROSTAT (sbs_na_sca_r2)

Figur 2.2. Farmaindustriens andel af de samlede private forsknings- og udviklingsudgifter i 2013, OECD-lande



Kilde: IRIS Group på baggrund af OECD.STAT. Note: Data for farmaindustri omfatter kun producenter af lægemidler, men ikke udviklingsselskaber, fx inden for biotek.

² Lif's årsberetning 2015.

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

3. Hvad er højkvalitetsforskning?

Vi har i interviewene med virksomheder, universitetsledelser og forskere forsøgt at afdække, hvad de tre typer af aktører betragter som højkvalitetsforskning. Universitetsledere, forskere og virksomheder ser naturligvis på forskning og forskningskvalitet med lidt forskellige briller.

For *forskerne* er publicering, karriereudvikling, finansiering af forskning, international anerkendelse og udvikling af eget forskningsmiljø i fokus.

Universitetsledelserne ser høj kvalitet i forskningen som et middel til at tiltrække flere midler til universiteterne. Og som et grundlag for at konkurrere på forskellige ranglister. Derfor betyder bibliometrien en del i denne gruppe sammen med ambitionen om at bringe forskning i anvendelse.

For *virksomhederne* handler kvalitetsforskning især om hvilke forskningsmiljøer, der fremstår som attraktive samarbejdspartnere og om universiteternes evne til at uddanne dygtige forskere, som de kan rekruttere til egne forskningsafdelinger.

Alligevel er der mange lighedspunkter i aktørernes vurdering af, hvad der kendetegner højkvalitetsforskning på lægemiddelområdet. Neden for har vi kort skitseret, hvad henholdsvis universitetsledelser, forskere og virksomheder i de gennemførte interview har fremhævet som de væsentligste kendetegn ved højkvalitetsforskning.

Hvad kendetegner højkvalitetsforskning på lægemiddelområdet, og hvordan vurderer aktørerne, om forskningsmiljøer har høj kvalitet?

Universitetsledelser;

- Høj performance på bibliometriske indikatorer, herunder forskningsproduktion, citationer og publiceringer i anerkendte tidsskrifter.
- Evne til at tiltrække internationale topforskere til universitetet.
- Evne til at tiltrække forskningsmidler – især ”prestigeifulde” midler som advanced ERC-grants (EU-midler målrettet exceptionelle forskningsledere), Centers of Excellence midler (Grundforskningsfonden) og eliteforskningsmidler.
- Evne til at skabe værdi i samfundet – fx i form af omfanget af erhvervsamarbejde og anvendelse af forskningsresultater til løsning af samfundsudfordringer.
- Høj kvalitet af forskningsinfrastruktur.

”Selv hvis du får en artikel i Nature, er den intet værd, hvis ikke den inspirerer andre og er med til at skabe værdi i samfundet. Højkvalitetsforskning skal på sin vis ryge over i klinisk afprøvning – og skabe værdi for samfundet – for at være ”høj kvalitet”. Det er ikke impact scores, som definerer det”.

Allan Flyvbjerg, Dekan, HEALTH, Aarhus Universitet

Forskere;

- Evne til at publicere i de mest anerkendte tidsskrifter, samt hvorvidt artiklerne bliver citeret.
- Konkurrencepræget miljø ledet af topforskere og med dygtige forskere/forskerstuderende, der komplementerer hinanden.
- Evne til at tiltrække særlige bevillinger – især advanced ERC-grants og Centers of Excellence.
- Anvendelse af forskningen, herunder 1) hvorvidt forskningen bliver kommercialiseret, 2) evne til at tiltrække opgaver fra virksomheder.

”Vi kigger på, om vi publicerer i anerkendte tidsskrifter. Men det er ikke målet i sig selv. Vi betragter det som en proxy for, at vi er det rigtige sted.”

Poul Nissen, professor, Institut for Molekylær Biologi, Aarhus Universitet

Virksomheder;

- Internationalt førende miljøer med kompetente professorer, kritisk masse af ph.d.’er og postdocs – og rammer til at satse på langsigtede og visionære forskningsprogrammer.
- Høj synlighed, kritisk masse og kapacitet til at samarbejde med virksomheder.
- Stjerneforskere, der kan udvikle miljøet og tiltrække forskningsmidler. Forskningsfrihed og evne til at opdyrke nye områder.

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

- Evne til at tænke tværvideenskabeligt og sætte forskningen i perspektiv.
- Gode faciliteter med mange specialister og adgang til relevant apparatur.
- God forskningsledelse. Især evne til at give rum til de dygtigste forskere og visionære idéer.
- Relevans, fx målt på patenterbarhed.

"Høj kvalitetsforskning afdækker nye problemstillinger og er interessant for andre end forskerne selv"

Peter Kurtzhals, Forskningschef, Novo Nordisk

"Høj kvalitetsforskning handler om at tænke tværvideenskabeligt og have perspektiver på sin forskning. Forskningen skal have problemløsende karakter. Det kan fx handle om at koble genomforskning og dataanalyse"

Thomas Kongstad, underdirektør, Leo Pharma

Det fremgår, at traditionelle, bibliometriske indikatorer som publiceringer i anerkendte tidsskrifter og citationer langt fra er det eneste, aktørerne kigger på.

Det understreges af både forskere og universitetsledere, at disse indikatorer er bagudskuende og ikke tager højde for nye miljøer og områder, der er på vej frem. Men forskere og forskningsmiljøerne bruger dem til at vurdere, hvorvidt den forskning, de udfører, er internationalt kompetitiv. Samtidig

er de traditionelle indikatorer for forskningskvalitet med til at skabe international synlighed i forskningsmiljøet.

Flere af forskerne og universitetslederne forklarer, at de ser de skitserede kendetegn som hinandens forudsætninger. Fx er topforskere, god forskningsinfrastruktur og evnen til at tiltrække "excellence-midler" som ERC-grants vigtigt for fremadrettet at kunne publicere i internationale tidsskrifter.

Lægemiddelvirksomhederne lægger vægt på kritisk masse og "operational excellence"

De interviewede lægemiddelvirksomheder lægger mindre vægt på de bibliometriske mål – heller ikke, når de i praksis skal identificere, hvem der er de rette samarbejdspartnere internationalt til konkrete projekter og test.

"Høj kvalitetsforskning skal ikke måles på metrik. Hvilken virksomhed følger med i forskningen på den måde? Høj kvalitetsforskning handler om at have samfundsrelevans – ikke kortsigtet industriel relevans. Og det er først meget længe efter dens start, at det kan måles. Efter min mening handler det om at skabe miljøer med stærke professorer, en kritisk masse af ph.d.'er og postdocs med god adgang til vejledere og så rammer til at satse på visionære forskningsprogrammer"

Kim Andersen, Forskningschef, H. Lundbeck

Men omvendt lægger virksomhederne alligevel vægt på flere forhold, der i sidste ende har stor betydning for evnen til fx at publicere i internationale tidsskrifter. Det gælder fx evnen til at tiltrække og udvikle stjerneforskere.

Det er endvidere værd at fremhæve, at alle tre grupper lægger stor vægt på anvendelsesperspektivet. Forskning har ikke høj kvalitet, hvis det alene kommer til udtryk i anerkendelse i andre forskningsmiljøer.

På virksomhedssiden betoner flere i den sammenhæng, hvad der betegnes som "operational excellence". Det vil sige, at miljøet er tilgængeligt, at samarbejder kan komme hurtigt i gang, og at der er smidighed omkring jura, finansiering, mv.

"Kapacitet til at samarbejde" er i den sammenhæng også et forhold, som flere virksomheder fremhæver. Det handler om en kritisk masse af forskere, adgang til en mangfoldighed af kompetencer og udstyr samt laboratoriefaciliteter med fx gode laboranter.

Flere virksomheder bemærker, at forskningsmiljøerne typisk er større og bredere kompetencemæssigt i USA og i de stærkeste engelske miljøer (fx i Cambridge) end i Danmark.

Det gør, at de ofte er lettere og hurtigere at etablere samarbejde med. Samtidig betoner flere virksomheder, at netop kritisk masse er vigtigt i forhold til at udvikle et dynamisk og kompetitivt

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

miljø, hvor forskerne har komplementære kompetencer, hvor de kan udfordre hinanden, og hvor ph.d.-studerende har de bedste forudsætninger for at udvikle sig til dygtige forskere.

”Vi lægger stor vægt på kritisk masse, når vi skal vælge samarbejdspartnere. Fx har vi for nylig valgt at samarbejde med et miljø i USA, der har fået 300 mio. dollars til at bygge et nyt kæmpe center op inden for big data. Det er vigtigt med fleksibilitet i ressourcerne, og at begge parter hurtigt kan komme med ressourcer og dermed sætte ting i gang”.

Thomas Kongstad, underdirektør, Leo Pharma

Fælles for alle tre typer af aktører er, at de betragter høj kvalitetsforskning som noget, der er forbundet med;

- Et miljø i form af en eller flere forskergrupper ledet af topforskere.
- Et miljø der markerer sig ekstraordinært, fx ved at tiltrække internationale topforskere og excellence-midler.
- Et miljø der har adgang til moderne apparatur og infrastruktur.
- Et miljø der formår at sætte perspektiv på forskningen og bringe den i anvendelse.
- At være førende inden for sit område i international sammenhæng.

Miljøernes vej til høj kvalitetsforskning

Vi har også spurgt de interviewede forskere om, hvad der har været afgørende faktorer bag, at deres forskningsmiljø har udviklet sig til et topforskningsmiljø.

Der er naturligvis væsentlige nuanceforskelle. Nogle af miljøerne har en lang historisk tradition og har været styrkeområder i mange år, mens andre er af yngre dato.

Der tegner sig dog langt flere ligheder end forskelle, når forskerne fremhæver de væsentligste drivkræfter bag udviklingen af de styrkepositioner, de har opnået i international sammenhæng.

De væsentligste drivkræfter er følgende;

- Stærke forskningsledere, der 1) tør sætte ambitiøse mål for, hvad man vil med forskningen, 2) evner at udvikle unge forskere samt at motivere og sammensætte de rigtige teams.
- Fokus, dvs. at miljøerne har skilt sig ud ved at have et stærkt fokus på delområder, hvor man har prioriteret at blive internationalt førende. Flere af miljøerne har været first movers på et eller flere forskningsområder og har typisk haft adgang til originale data, der ikke har været anvendt tidligere i andre forskningsmiljøer.

- Kritisk masse i form af 1) en eller flere forskergrupper med ambitiøse forskere med komplementære kompetencer, og 2) adgang til state-of-the-art udstyr.
- Visionær ledelse, dvs. stor grad af frihed fra universitetets side til de enkelte ledere og forskergrupper til selv at udvikle forskningsmiljøet og opdyrke nye forskningsområder.
- Adgang til store og langsigtede forskningsbevillinger.
- Forskere med erfaring fra udenlandske topuniversiteter og et miljø, der har formået at tiltrække forskningstalenter fra hele verden.

Det er således en kombination af betydelige frihedsgrader, ambitiøs ledelse, kritisk masse, fokus i forskningen, first mover fordele på data, internationalt netværk samt adgang til langsigtet finansiering, der samler de miljøer, vi har talt med.

De interviewede forskere repræsenterer både styrkepositioner, der har mange årtiers historik på bagen og styrkepositioner, der er opstået på grund af satsning på helt nye forskningsfelter.

Det illustrerer, at vejen til at skabe høj kvalitetsforskning både vedrører det lange seje træk, hvor vi værner om at videreføre eksisterende styrkeområder, og evnen til at være blandt de første til at opdyrke nye forskningsområder.

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

To styrkepositioner med forskellig historik

Aarhus Universitet har en stærk position inden for **strukturbiologi**, der stammer helt tilbage fra 1970'erne. På daværende tidspunkt skabte universitetets videnskabelige gennembrud inden for ionpumper, der indbragte professor Jens Christian Skou nobelprisen i kemi.

Gennembruddene skabte en lang efterglød på universitetet med flere stærke og komplementære forskergrupper.

Det stærke forskningsfundament blev yderligere styrket af, at forskerne fik ophold på nogle af de førende udenlandske universiteter og skabte et stærkt internationalt netværk.

I dag er miljøet bl.a. stærkt inden for membranproteiner og funktionelle studier, der baserer sig på den stærke forskningstradition inden for ionpumper. Miljøet har bl.a. stor ekspertise i at kortlægge, hvordan forskellige lægemiddeltargets fungerer.

Danmark har været et af de første lande til at udvikle en styrkeposition inden for **bioinformatik**. Afsættet var Søren Brunaks forskning inden for machine learning og biologiske data på Niels Bohr Institutet.

Det var svært at kategorisere denne forskning, og den mødte en betydelig ledelsesmæssig skepsis på KU og senere på DTU. Muligheden for at udvikle bioinformatik til en dansk styrkeposition blev grundlagt, da Grundforskningsfonden bevilligede midler til forskningen, og DTU på denne baggrund besluttede at give Søren Brunak en fast ansættelse og rum til at bygge et forskningsmiljø op.

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

4. Hvor vigtig er dansk højkvalitetsforskning for lægemiddelindustrien?

Vi har i de gennemførte interviews spurgt virksomhederne om, hvad højkvalitetsforskning betyder for deres udvikling, og hvad det betyder at have offentlig forskning af høj kvalitet i Danmark.

Lægemiddelindustrien er formentlig det mest globalt orienterede erhverv. Ikke bare i forhold til eksport af produkter, men også i forhold til forskning, forskningssamarbejder med universiteter, kliniske afprøvninger, mv. Det er derfor naturligvis også relevant at stille spørgsmålet, om det overhovedet er vigtigt, at *dansk* grundforskning og *dansk* klinisk forskning ligger i top internationalt.

Højkvalitetsforskning er vigtig for niveauet i den private forskning

Ud over at være global skiller lægemiddelindustrien sig som nævnt også ud som en industri, der er ekstrem forskningstung. I Danmark står lægemiddelindustrien for 51 % af den industrielle forskning³.

Det betyder, at virksomhederne er afhængige af at kunne tiltrække dygtige forskere til deres forsknings- og udviklingsafdelinger. Og dygtige ph.d.'er

og postdocs uddannes og udvikles bedst i højt kvalificerede forskningsmiljøer på universiteter og universitetshospitaler.

Højkvalitetsforskning er vigtig for hele den lægemiddelindustrielle værdikæde

Lægemiddelindustrien er også en industri, der indgår i mange forskellige samarbejdsprojekter med universiteter og hospitaler.

Alle de interviewede virksomheder giver udtryk for, at det er vigtigt for deres forskning og innovation, at de samarbejder med miljøer, der er førende inden for de pågældende områder. De søger derfor globalt, når de skal finde samarbejdspartnere til konkrete projekter.

Flere interviewpersoner fremhæver det særlige faktum, at den offentlige forskning er vigtig i *hele den lægemiddelindustrielle værdikæde*.

- Den basale forskning i fx molekylær biologi og strukturbiologi har skabt grundlag for mange af de lægemidler, der i dag er under udvikling. De fleste nye lægemiddelvirksomheder starter med afsæt i forskningsresultater udviklet på universiteter og hospitaler.
- Forskning inden for bioinformatik og big data danner grundlag for ny sygdomsforståelse og for udvikling af nye behandlingsformer, hvor

medicineringen kan tilpasses den enkelte patient (såkaldt "personalized medicine").

- Forskningen inden for medicinalkemi og proteinkemi er afgørende for metoder til tidligt at fastlægge et stofs forventede effekter på en given sygdom.
- Klinisk forskning på højt niveau skaber grundlag for, at virksomhederne kan samarbejde med hospitaler om afprøvninger af nye produkter.
- Forskning i kemiteknik mm. danner grundlag for udvikling af effektive og sikre produktionsmetoder for fremstilling af lægemidler.

De interviewede virksomheder understreger, at den offentlige forskning har meget stor betydning på alle disse områder. Fra nye molekyler til fremstilling af lægemidler i produktionshallerne.

Det betyder også, at det er vanskeligt at sætte samfundsnytte af lægemiddelforskning på en bestemt formel. Eller at måle den på isolerede indikatorer som antallet af patenter, spinouts eller forskningssamarbejder.

Specielt når det gælder den basale, grundvidenskabelige forskning viser de samfundsmæssige perspektiver sig ofte først efter mange år. Den

³ Lif (2015); "Årsberetning 2015"

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

grundlæggende, uafhængige og langsigtede forskning er ifølge mange af de interviewede forskere og virksomheder helt afgørende for, at vi som land kan konkurrere på at udvikle fremtidens lægemidler.

Omvendt er den løbende vekselvirkning mellem forskning og erhvervsamarbejde vigtig på flere af de øvrige områder. Adgang til test og afprøvninger samt til samarbejde om udvikling af nye teknologier og metoder er af stor betydning for lægemiddelindustrien.

De interviewede virksomheder understreger også, at en lang række af de problemer og udfordringer, som de står over for i deres produktudvikling og produktion, løses i samarbejde med universiteter.

Samtidig bruger virksomhederne mange ressourcer på at finde de universitetsmiljøer, der er de bedste i verden på de pågældende områder, jf. de kriterier der blev præsenteret i afsnit 3.

Vigtigt med højkvalitetsforskning i Danmark

Som beskrevet er lægemiddelindustrien globalt orienteret i deres tilgang til at indgå forskningssamarbejde.

Hvad betyder det i det lys, at den *danske* lægemiddelforskning på universiteter og hospitaler er af høj kvalitet, og at *Danmark* huser excellente forskningsmiljøer inden for lægemiddelområdet? Er det overhovedet relevant for en global industri?

De fem interviewede virksomheder har meget sammenfaldende holdninger til disse spørgsmål. Tre forhold fremhæves som årsager til, at det har stor betydning for industrien, at vi har højkvalitetsforskningsmiljøer i Danmark;

- **Talentrekruttering.** Typisk er ca. 80 % af virksomhedernes forskningsmedarbejdere i Danmark danske, selv om rekrutteringen er global. Virksomhederne betoner, at de dygtigste ph.d.'er og postdocs er dem, der uddannes i de bedste forskningsmiljøer. Topforskningsmiljøer i egen region er med andre ord en forudsætning for, at den private forskning og udvikling kan være af høj kvalitet.
- **Nærhed til samarbejdspartnere.** Selvom virksomhederne søger globalt efter de rette samarbejdspartnere i forbindelse med forskningssamarbejder og test, så vægter nærhed også en del i valget af universitet eller hospital. Nærhed giver grundlag for hyppigere fysisk kontakt, bedre muligheder for at overvære forsøg, kulturforskellene er mindre, osv.
- **Økosystemets udvikling.** Det er vigtigt for lægemiddelindustrien, at den indgår i et stærkt, regionalt økosystem. Det vil sige et system med mange dygtige forskere og kandidater, høj grad af videnudveksling på tværs af virksomheder og sektorer samt et stort antal innovative iværksættere, der står for udviklingen af fremtidens lægemidler.

Højkvalitetsforskning er således bl.a. vigtig for økosystemet, fordi nye biotekvirksomheder netop udspringer af grundvidenskabelige opfindelser – skabt i stærke forskningsmiljøer.

Talentrekruttering fremhæves dog på tværs af virksomhederne som den vigtigste årsag til, at det er centralt for dem at have højkvalitetsforskningsmiljøer i Danmark. Virksomhederne lægger bl.a. vægt på;

- At ph.d.'er og postdocs uddannes og udvikles i miljøer, hvor der er adgang til vejledning og inspiration fra topforskere.
- At forskerne uddannes i miljøer med kritisk masse, hvor de har adgang til det nyeste apparatur og mange kollegaer, som de kan måle sig med og få feedback fra.

Herudover fremhæver et par virksomheder, at der også er en sammenhæng mellem nærhed til samarbejdspartnere og rekruttering. En vigtig sidegevinst ved forskningssamarbejde er således, at virksomhederne efterfølgende kan have mulighed for at rekruttere ph.d.'er eller postdocs, der har medvirket i projekterne. Dette er endvidere en måde at styrke kvaliteten af den videnudveksling, der sker i forbindelse med samarbejdsprojekter. Ansættelse af forskere, der har deltaget i konkrete samarbejdsprojekter, gør det nemmere at implementere resultaterne i virksomhedernes forskning.

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Endelig fremhæver et par af virksomhederne og forskerne det forhold, at de samfundsøkonomiske gevinster af højkvalitetsforskning rækker videre end de gevinster, virksomhederne umiddelbart selv oplever.

De store farmavirksomheder har forskningsenheder flere forskellige steder i verden. De har muligheder for at lokalisere fremtidige forsknings- og udviklingsaktiviteter præcist de steder i verden, hvor rammebetingelserne, herunder kvaliteten af den offentlige forskning og omfanget af topforskningsmiljøer, er bedst. Derfor koncentrerer aktiviteterne i de førende life science regioner som Boston, Cambridge, m.fl.

De interviewede virksomheder betoner, at de i høj grad ser på kvaliteten af den offentlige forskning, regionernes forskningsmæssige specialisering og adgangen til arbejdskraft af høj kvalitet, når de beslutter sig for lokaliseringen af FoU-aktiviteter.

Omfanget af højkvalitetsforskning og stærke forskningsmiljøer i Danmark har således på sigt betydning for;

- I hvilken grad danske lægemiddelvirksomheder lægger deres forsknings- og udviklingsaktiviteter i Danmark.
- Hvorvidt vi kan tiltrække forsknings- og udviklingsenheder fra udenlandske farmavirksomheder.



5. Danmarks forskningsmæssige præstationer

Dansk forskning klarer sig godt samlet set

Det er naturligvis ikke muligt at benchmarke Danmark op mod andre lande på alle de faktorer, som universitetsledelser, forskere og virksomheder lægger vægt på i deres vurderinger af, hvad der er høj kvalitetsforskning, jf. afsnit 3.

Men målt på de traditionelle indikatorer for forskningsproduktion, kvalitet og gennemslagskraft står dansk forskning i dag stærkt.

Specielt siden midten af 00'erne er de danske forskningsinvesteringer øget betydeligt. Når det gælder offentlige forskningsudgifter i procent af BNP, lå Danmark i den seneste opgørelse nummer et i verden med en andel på 1,11 % i 2013⁴. Denne position kan blive udfordret med den politiske beslutning om at reducere forskningsbevillingerne. Men Danmark vil fortsat ligge højt på listen.

De øgede bevillinger afspejler sig bl.a. i en høj og stigende forskningsproduktion. Målt på antallet af videnskabelige publikationer pr. mio. indbyggere lå Danmark i perioden 2010-2014 nummer tre i OECD efter Schweiz og Israel⁵.

⁴ Styrelsen for Forskning og Innovation (2015); "Forskningsbarometer 2015".

I forhold til hovedområder (teknik, naturvidenskab, sundhed, landbrug, humaniora og samfundsfag) ligger Danmark især højt inden for sundhedsforskning. Danmark er det land i OECD, der bruger den største andel af de offentlige forskningsinvesteringer inden for sundhedsforskning.

Men lægemiddelforskning er også naturvidenskab og teknik. Fx er forskningen inden for områder som molekylærbiologi, kemi og genetik vigtige for udviklingen af nye lægemidler. Når det gælder naturvidenskab og teknik ligger Danmark omkring en 10. plads i OECD, hvad angår offentlige forskningsinvesteringer i forhold til BNP.

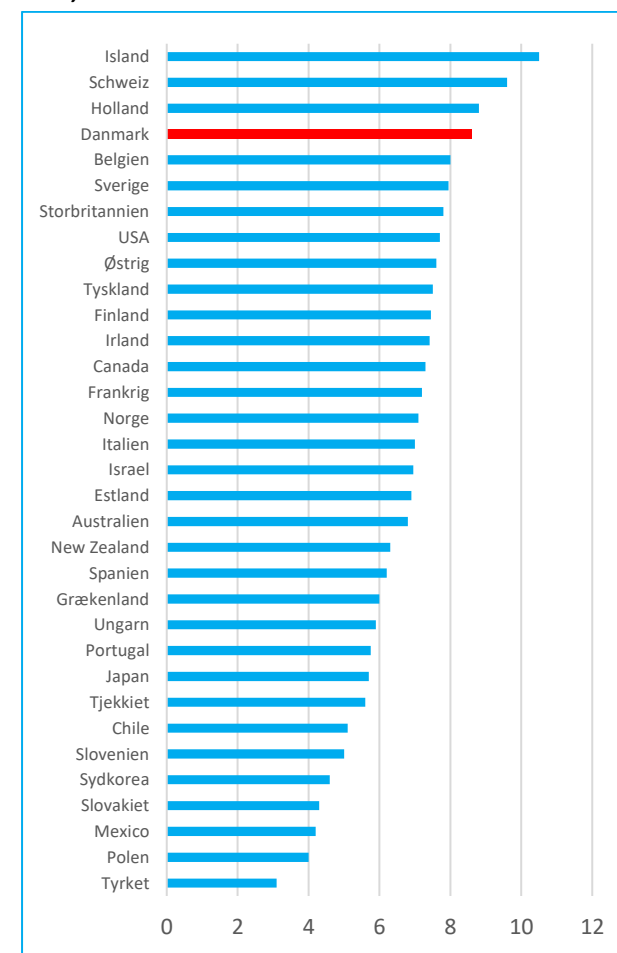
Også når det gælder forskningens kvalitet og gennemslagskraft klarer Danmark sig flot på de generelle indikatorer. Fx ligger Danmark nr. 4 blandt OECD-landene, når det gælder antallet af citationer pr. videnskabelig publikation på den seneste opgørelse, som det fremgår i figuren i næste spalte.

Og målt på andelen af artikler offentliggjort i de 10 % mest citerede tidsskrifter ligger Danmark nr. 3 – kun overgået af Schweiz og Holland.

Med andre ord har Danmark *samlet set* en stærk position, både når der måles på kvantitet og kvalitet i forskningen.

⁵ Styrelsen for Forskning og Innovation (2015); "Forskningsbarometer 2015".

Figur 5.1. Citationer pr. videnskabelig publikation, 2009-2013



Kilde: Forskningsbarometer 2015 på baggrund af InCites TM, Thomson Reuters (2012). Udtræk pr. 06-05-2015

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Lægemiddelforskning: Danmark står især stærkt inden for den medicinske forskning og sygdomsforskning

Som beskrevet i afsnit 4 kan lægemiddelforskningen betragtes som en værdikæde, der dækker alt fra forskning i molekylærbiologi og biokemi, over sygdomsforståelse, til kliniske forsøg og produktion af lægemidler. Den internationale forskningsstatistik er dog skruet lidt anderledes sammen. Her kan lægemiddelforskningen inddeles i syv hovedområder, som det fremgår af tabel 5.1. De fire første områder er de tekniske og naturvidenskabelige forskningsfelter, der bl.a. danner grundlag for udvikling af nye typer af lægemidler. De tre sidste

områder er sundhedsvidenskabelige forskningsfelter opdelt på medicin, neuroscience samt farmakologi mv. (sygdomsforståelse).

Tabellen viser den samlede videnskabelige produktion pr. indbygger opdelt på de syv hovedområder.

Der er i analysen udvalgt ni lande, der alle er kendetegnet ved en stærk lægemiddelindustri og ved at huse stærke life science klynger.

Med andre ord har vi forsøgt at sammenligne lægemiddelforskningen i Danmark med lande, som vi konkurrerer med om at skabe gode betingelser for lægemiddelindustrien.

Tabellen viser, at Danmark lægger godt placeret på stort set alle syv hovedområder.

Specielt inden for de sundhedsvidenskabelige hovedområder markerer Danmark sig stærkt, hvilket ligger i naturlig forlængelse af, at vi som nævnt er det land i OECD, der bruger flest midler på sundhedsforskning i forhold til BNP, jf. afsnit 4.

På de fleste områder er Danmark og Schweiz de lande, der har den største forskningsproduktion pr. indbygger.

Dog ligger Singapore også stærkt til, når det gælder forskning inden for kemi.

Tabel 5.1. Antal publikationer pr. mio. indbyggere fordelt på overordnede fagområder (2015)

	Kemi	Kemisk ingeniørvidenskab	Biokemi, genetik og molekylærbiologi	Immunologi og mikrobiologi	Medicin	Farmakologi, toksikologi og Farmaci	Neuroscience	I alt
Canada	157	88	335	75	909	55	120	1.739
Danmark	267	124	690	177	1.663	124	152	3.196
Frankrig	146	62	198	54	466	36	48	1.010
Tyskland	178	72	249	60	561	45	75	1.240
Singapore	395	225	395	81	786	63	84	2.028
Sverige	242	115	524	138	1.343	83	125	2.569
Schweiz	392	156	687	189	1.736	158	202	3.521
UK	152	73	319	85	874	64	106	1.672
USA	107	55	244	57	617	52	75	1.206

Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival.

Scival er en online platform til bibliometrisk analyse og trækker på data fra Scopus, som er verdens største citationsdatabase.

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Også når det gælder forskningens *kvalitet og gennemslagskraft* indtager Danmark sammen med Schweiz førerpositionen blandt de ni lande, når det gælder den sundhedsvidenskabelige forskning. Det fremgår bl.a. af tabel 5.2, der viser de ni landes score på et indeks for citationshyppighed. Det vil sige antal gange, som videnskabelige artikler bliver citeret af andre forskere.

På de tekniske og naturvidenskabelige områder markerer vi os dog mindre stærkt på denne indikator. På disse områder er citationshyppighed af dansk forskning væsentligt bedre end verdensgennemsnittet (der pr. definition er "1" på det pågældende indeks), men omkring gennemsnittet, når der sammenlignes med andre, stærke life science lande.

Det samme billede gør sig i øvrigt gældende, når der kigges på evnen til at publicere i de mest anerkendte tidsskrifter. Også her viser den bibliometriske analyse, at vi sammen med Schweiz og Singapore ligger i top 3 blandt de ni lande på de sundhedsvidenskabelige hovedområder, mens placeringerne er mere gennemsnitlige inden for kemiske fag og molekylærbiologi.

Samlet set ligger på altså godt til på sundhedsforskningen i sammenligning med de vigtigste konkurrentlande, mens andre lande indtager førerpositionerne, når det kommer til den tekniske og naturvidenskabelige forskning.

Tabel 5.2. Citationsindeks fordelt på overordnede fagområder (2005-2015)

	Kemi	Kemisk ingeniørvidenskab	Biokemi, genetik og molekylærbiologi	Immunologi og mikrobiologi	Medicin	Farmakologi, toksikologi og Farmaci	Neuroscience	I alt
Canada	1,43	1,44	1,45	1,48	1,74	1,3	1,36	1,58
Danmark	1,67	1,55	1,68	1,71	1,97	1,58	1,51	1,80
Frankrig	1,39	1,33	1,44	1,5	1,47	1,29	1,28	1,43
Tyskland	1,43	1,43	1,52	1,58	1,48	1,31	1,41	1,47
Singapore	2,19	2,19	1,77	1,64	1,67	1,59	1,4	1,76
Sverige	1,63	1,52	1,58	1,57	1,84	1,5	1,5	1,70
Schweiz	1,87	1,71	1,83	1,88	1,9	1,63	1,63	1,85
UK	1,55	1,55	1,62	1,63	1,66	1,42	1,54	1,62
USA	1,56	1,62	1,55	1,55	1,58	1,34	1,44	1,56

Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival.

Note: Scival er en online platform til bibliometrisk analyse og trækker på data fra Scopus, som er verdens største citationsdatabase.

Citationsindekset udtrykker antal citationer per publikation i forhold til verdensgennemsnittet for det pågældende område. En værdi over 1 betyder, at forskningen er mere citeret end verdensgennemsnittet. En værdi på 2 betyder fx, at forskningspublikationen citeres dobbelt så hyppigt i det pågældende land sammenlignet med resten verden.

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Vi tiltrækker ikke nok excellencemidler

Hvor de ovenstående indikatorer udtrykker, hvordan dansk forskning og dansk lægemiddelforskning generelt klarer sig, så fortæller de ikke så meget om, hvorvidt de enkelte lande har mange *top-forskningsmiljøer*. Det vil sige miljøer, som er blandt de globalt førende inden for deres område.

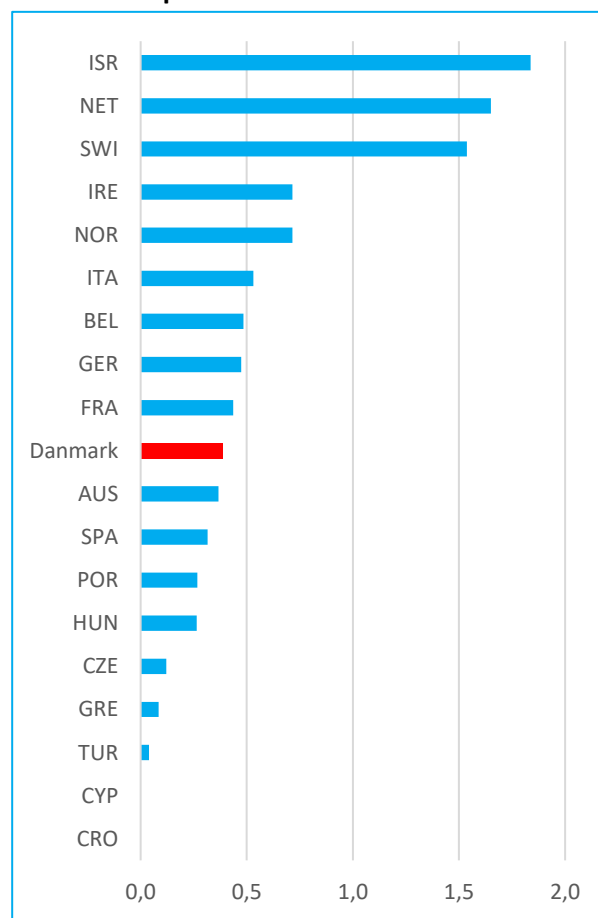
En indikator for dette er forskningsmiljøernes evne til at tiltrække såkaldte excellence midler. Det vil sige midler, der bruges til at finansiere banebrydende forskning, og som typisk bevilges til forskere og forskningsgrupper, der allerede har markeret sig med fremragende forskning. I Danmark er et eksempel herpå "Centers of Excellence" midler, der bevilges af Grundforskningsfonden.

På EU-niveau bevilger Det Europæiske Forskningsråd såkaldte ERC-grants, der uddeles til særlige forskningstalenter og til, hvad der betegnes som exceptionelle forskningsledere, der allerede har præsteret fremragende forskningsresultater (advanced ERC-grants).

Figurerne i de næste spalter viser henholdsvis antallet af tildelte advanced ERC-grants pr. forsker samt succesraten i ansøgninger til ERC-grants. Der er fokuseret på teknik, naturvidenskab og sundhedsvidenskab.

Det fremgår, at Danmark på specielt den første indikator indtager en noget beskedne placering i den seneste periode med foreliggende data.

Figur 5.2. Antal advanced ERC-grants pr. 1.000 forskere for perioden 2013-2014

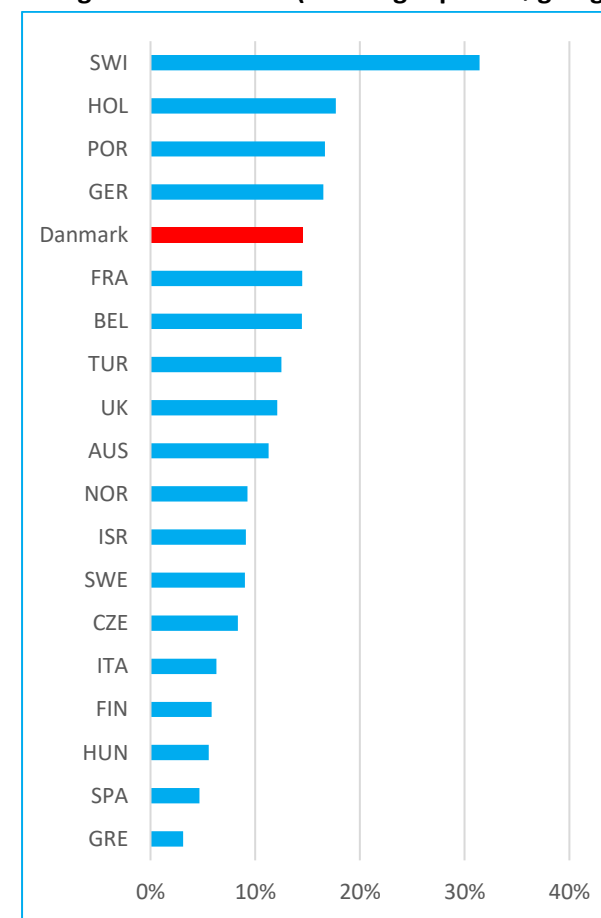


Kilde: IRIS Group på baggrund af European Research Council, Eurostat og OECD

Note: Data er afgrænset til "Physical Science & Engineering & Life Science".

Data vedrørende antal forskere er opgjort som fuldtidsårsværk inden for "Higher Education Sector" inden for de samme områder.

Figur 5.3. Succesrate i ansøgninger til advanced ERC-grants 2013-2014 (bevillinger pr. ansøgning)



Kilde: IRIS Group på baggrund af European Research Council
Note: Data er afgrænset til "Physical Science & Engineering & Life Science".

6. Udviklingen i de forskningsmæssige præstationer

Et vigtigt spørgsmål er naturligvis også, hvordan *udviklingen* er i de forskningsmæssige præstationer og i vores evne til at udvikle topforskning inden for lægemiddelområdet.

Det kan i et historisk lys belyses gennem bibliometriske data for udviklingen i vores forskningsproduktion og forskningskvalitet.

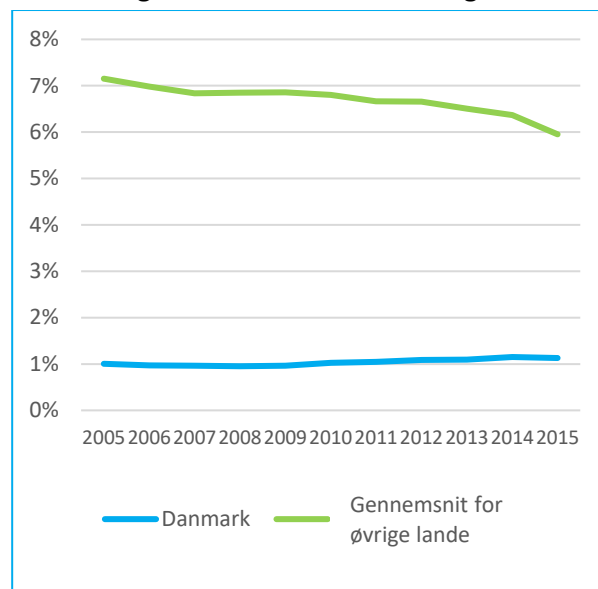
Men kvalitative vurderinger fra forskere, virksomheder og universitetsledelse er også vigtige, fordi de har fingeren på pulsen, kan vurdere de nuværende forskningsmiljøer og deres muligheder for at levere topforskning fremadrettet.

Kigges der på udviklingen i forskningsproduktionen de seneste ti år klarer Danmark sig godt. Figur 6.1 viser udviklingen i Danmarks andel af verdens samlede forskningsproduktion inden for de områder, der er lægemiddelrelaterede, jf. afsnit 5.

Figuren er konstrueret på den måde, at der er sammenlignet med den *gennemsnitlige andel* for de øvrige otte lande, som indgår i denne analyse.

Danmarks andel af den globale produktion inden for lægemiddelforskning steg i perioden 2005-2015 fra 1,0 % til 1,11 %. For de øvrige lande faldt den gennemsnitlige andel fra 7,2 % til 6,0 %.

Figur 6.1. Udviklingen i andelen af den samlede globale produktion af videnskabelige artikler inden for lægemiddelrelateret forskning



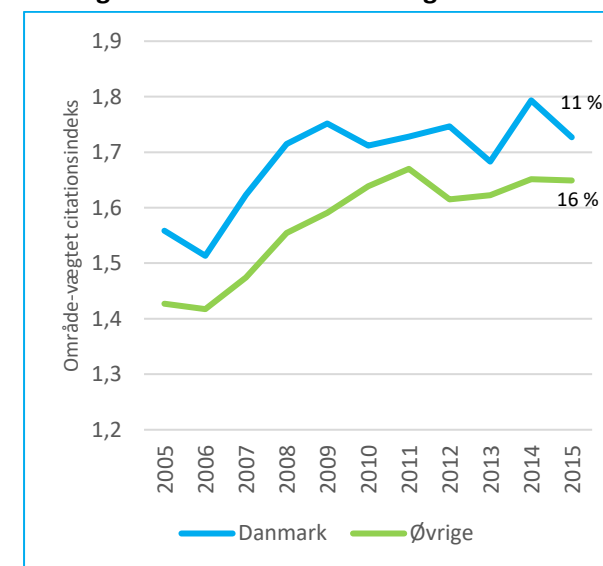
Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival

Note: Figuren for øvrige lande angiver gennemsnittet af andelen for hver af sammenligningslandene.

Resultatet er naturligvis ikke overraskende i lyset af, at de danske bevillinger til offentlig forskning har været stigende.

Når det gælder indikatorer for forskningens kvalitet og gennemslagskraft, har udviklingen også været positiv. På det citationsindeks, der blev præsenteret i afsnit 5, er Danmarks score steget fra 1,58 til 1,72 (svarende til en vækst på 11 %), når den lægemiddelrelaterede forskning ses under ét, jf. figur 6.2.

Figur 6.2 Område-vægtet citationsindeks inden for lægemiddelrelateret forskning



Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival.

Note: Figuren viser antal citationer pr. videnskabelig artikel relativt til verdensgennemsnittet. En værdi over én betyder, at landets forskning er mere citeret end verdensgennemsnittet.

For de otte sammenligningslande er scoren steget lidt mere – nemlig fra 1,42 til 1,64. Samlet set har sammenligningslandene således indhentet lidt af Danmarks forspring.

Delte meninger om perspektiverne for øget forskningskvalitet – og indikationer af at udenlandske topforskningsmiljøer har bedre vilkår

De bibliometriske indikatorer giver ikke et fuldkomment billede af, hvordan dansk lægemiddel-

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

forskning klarer sig. For det første er de bagudskulende, hvorfor de ikke nødvendigvis afspejler kvaliteten eller potentialet i de nuværende forskningsmiljøer. For det andet udtrykker de viste indikatorer det generelle niveau inden for lægemiddelforskning, men ikke hvorvidt vi har topforskningsmiljøer i den absolutte internationale elite.

Vi har i de gennemførte interviews spurgt både virksomheder, forskere og universitetsledere om deres vurdering af udviklingen i kvaliteten i den lægemiddelrelaterede offentlige forskning.

Interviewene giver ikke noget klart svar på spørgsmålet.

Universitetsledelserne vurderer samlet, at der er god indikation for, at kvaliteten fortsat er stigende, og at der er gode forudsætninger for at fortsætte denne udvikling;

- Der er kommet flere prestigefulde forskningscentre (fx de af Novo Nordisk Fonden finansierede centre).
- Universiteterne oplever at tiltrække et stigende antal internationale topforskere.
- Der opleves samlet fra de tre store universiteters (KU, DTU og AU) side et styrket grundlag for at tiltrække excellence midler, herunder ERC grants.

For de fleste af de interviewede forskere og virksomheder er billedet imidlertid et lidt andet.

De holder deres egne forskningsmiljøer (for forskernes vedkommende) eller vigtigste samarbejds miljøer (for virksomhedernes vedkommende) op mod konkurrerende miljøer i andre lande.

Ud fra interviewene er det samlede billede, at de konkurrerende miljøer i andre life science klynger – samlet set – har bedre forudsætninger for at levere topklasseforskning end mange af de danske miljøer.

Følgende forhold trækkes frem, når forskere og virksomheder holder de danske miljøer op mod de stærkeste konkurrentmiljøer i fx USA, Schweiz eller Storbritannien;

- De udenlandske miljøer er typisk større og har dermed mere kritisk masse.
- De udenlandske miljøer har i højere grad adgang til langsigtet finansiering. Det er vigtigt på life science området at kunne tænke langsigtet for at opnå forskningsmæssige gennembrud. Grundforskningsfondens midler er vigtige i den sammenhæng, men det opleves som en udfordring, når de udløber. De udenlandske miljøer har lettere ved at opnå fortsat og langsigtet finansiering, når blot de præsterer fremragende forskning.
- De udenlandske miljøer har bedre adgang til midler til investeringer i udstyr og infrastruktur, fx til supercomputere.

Det samlede billede blandt forskere og virksomheder er således, at Danmark fortsat vil ligge godt placeret internationalt på grund af de betydelige midler, der afsættes til sundhedsforskning. Men også at vi får sværere ved at konkurrere med topforskningsmiljøerne i andre life science regioner.

Det er en udbredt holdning, at både forskningsråd, nationale myndigheder og universitetsledelser i højere grad prioriterer og præmierer eliteforskning i lande som USA, Storbritannien, Schweiz og Israel.

”Vi ser ikke Danmark som specielt stærke på life science området. Der er enkelte stjerner, der dukker op, men det er svært at lave en lang liste over topforskere og topforskningsmiljøer. Det afspejler den danske strategi. Vi har en masse dygtige forskere, der formår at tiltrække midler til dem selv. Men vi har ikke en strategi om at blive ledende. Styrker i Danmark opstår om enkeltforskere, der ofte er i konkurrence med hinanden. Det er meget bottom up baseret. Vi oplever, at udenlandske topforskningsmiljøer løber fra de danske, fordi de vil mere og har større ambitioner”.

Thomas Kongstad, underdirektør, Leo Pharma

Samtidig er life science forskning speciel derved, at den bliver mere tværdisciplinær, mere udstyrt og stiller større krav til tålmodighed og langsigtet tænkning.

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Interviewene med forskere og virksomheder er således med til at bekræfte det billede, der blev tegnet i afsnit 5. Nemlig at Danmark præsterer pænt, når den lægemiddelrelaterede forskning ses under ét, men mindre godt på topforskning, herunder evnen til at hjemtage internationale midler til excellent forskning (advanced ERC-grants).

Afsnit 9 belyser dette aspekt nærmere ved at identificere specifikke danske styrkepositioner, topforskere og topforskningsmiljøer.

Vigtigt at fokusere forskningen, men også at prioritere både teknisk, naturvidenskabelig og sundhedsvidenskabelig forskning

Interviewpersonerne er også blevet spurgt om, hvorvidt der er områder, som det er vigtigt at prioritere i den fremtidige forskningspolitik.

Den grundlæggende holdning er, at vi som et lille land skal specialisere os og fokusere på områder, hvor vi allerede står stærkt, eller hvor vi har forudsætninger for at opdyrke nye forskningsområder.

Det er dog samtidig en udbredt holdning blandt de interviewede virksomheder, at det er vigtigt både at prioritere teknisk, naturvidenskabelig og sundhedsvidenskabelig forskning inden for life science området. Det er således vigtigt for ethvert stærkt life science økosystem, at vi har stærk grundforskning og formår at udvikle topforskningsmiljøer inden for følgende fire grundlæggende områder;

- Kemi, herunder biokemi.

- Molekylærbiologi og strukturbiologi (herunder også biologisk modellering).
- Sygdomsforskning (bl.a. farmakologi).
- Klinisk forskning.

Kort sammenfattet er de interviewede forskeres og virksomheders vurdering af udviklingen på disse områder følgende;

- Vi har tabt terræn i forhold til førende udenlandske life science regioner inden for *kemi og biokemi*. Al lægemiddeludvikling bygger i et eller andet omfang på forskning i kemi, og det er derfor vigtigt at prioritere den basale forskning i kemi og biokemi. Vi har topforskningsmiljøer som Institut for Kemi på AU, men DTU og KU står ikke så stærkt som tidligere.
- Vi har stærke traditioner inden for bl.a. *strukturbiologi, cellebiologi og genetik*, men den langsigtede grundvidenskabelige forskning prioriteres ikke i samme omfang som andre lande/regioner.
- Vi står stærkt på en lang række fagområder inden for sygdomsforskning. Fx fedmeforskning, endokrinologi, immunologi, neuroforskning og CNS. Det er vigtigt fortsat at prioritere disse områder og skabe grundlag for, at topforskningsmiljøerne her har lige så gode vilkår som i konkurrerende lande/regioner.

Om højkvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

7. Investeringsfremmebalancen

Et interessant aspekt i vurderingen af Danmarks attraktivitet som lægemiddelregion – herunder adgang til højkvalitetsforskning samt dygtige forskeruddannede og kandidater – er investeringsfremmebalancen.

Det er vigtigt for en konkurrencedygtig lægemiddelindustri, at de danske lægemiddelvirksomheder er globale, og at de investerer i regioner, der er vigtige i forhold til både markedsadgang og adgang til viden.

Men det er også vigtigt for Danmark som lægemiddelregion, at vi formår at tiltrække udenlandske investeringer. Det styrker dynamik, vækst og udviklingen af et stærkt økosystem. Og det er en indikation af, at vi fremstår som en attraktiv region med adgang til excellente forskningsmiljøer og højt kvalificeret arbejdskraft.

Over de seneste 10 år er danske lægemiddelindustrivirksomheders udadgående investeringer mere end fordoblet fra godt 15 mia. kr. i 2004 til godt 40 mia. kr. i 2014.

Omvendt er omfanget af indadgående investeringer stagneret. Frem mod 2008 var der tale om en pæn stigning på næsten 90 %, men efter finanskrisen er de indadgående investeringer aftaget, og de samlede investeringer lå i 2014 kun en smule over niveauet i 2004, jf. figur 7.1.

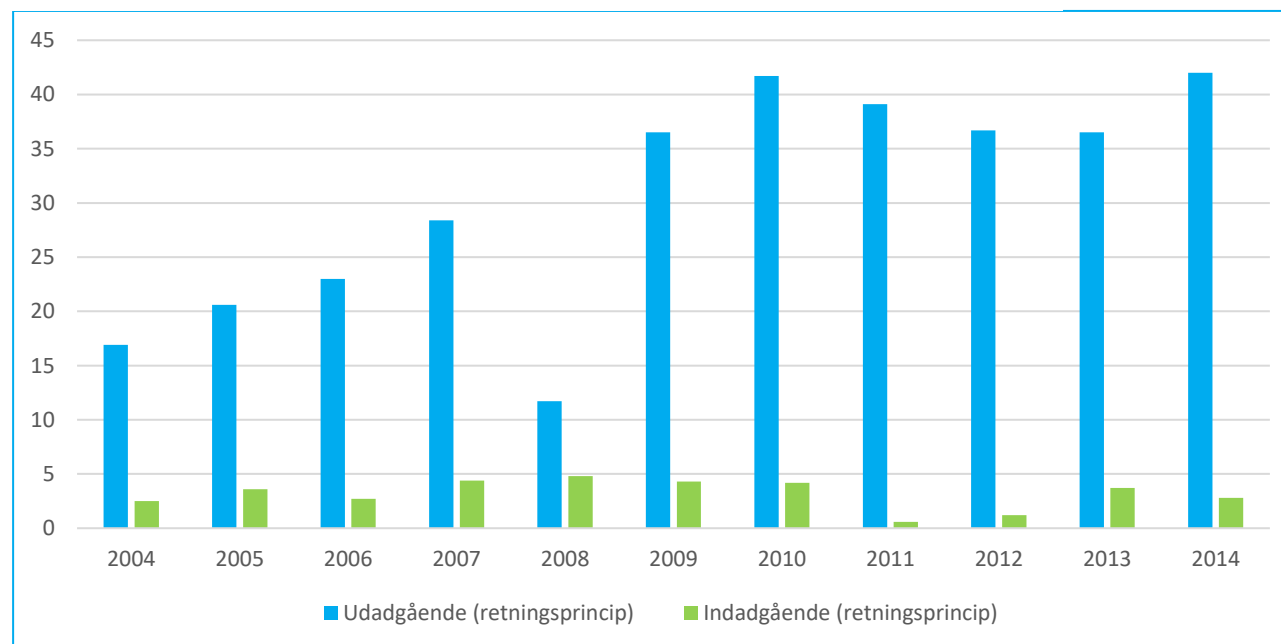
Der kan være flere årsager til den voksende forskel mellem de indadgående og de udadgående investeringer.

En af grundene kan være, at Danmark/Hovedstadsregionen som antydnet i afsnit 6 ikke fremstår så attraktiv som andre life science kraftcentre. Det vil sige, at vi ikke helt kan konkurrere med fx Cambridge og Basel på de parametre, der har betydning for tiltrækning af investeringer.

En anden grund kan være investeringsfremmeindsatsen. Altså at andre regioner er bedre til at brande sig som life science regioner, kommunikere deres styrker og generelt tilbyde attraktive vilkår for life science virksomheder.

Under alle omstændigheder kan tallene indikere, at Danmark i den globale life science industris øjne ikke fremstår som et af de hot spots, hvor det er vigtigt at have forsknings- og salgsaktiviteter.

Figur 7.1. Direkte investeringer 2004-2014, medicinalindustri (mia.kr.)



Kilde: Danmarks Statistik (DNDIA)

8. Veje til at styrke høj kvalitetsforskning i Danmark

Virksomheder, forskere og universitetsledelser er også blevet spurgt om, hvad der skal til for at skabe flere høj kvalitetsforskningsmiljøer i Danmark.

Svaret på dette spørgsmål er naturligvis ikke helt entydigt, da der fx er forskel på basal kemisk forskning og klinisk forskning. Og da det ikke er samme opgave at fastholde excellent forskning, som det er at opdyrke og satse på nye styrkepositioner.

Fire temaer går dog igen i interviewpersonernes vurderinger af, hvordan vi skal styrke høj kvalitetsforskningen i Danmark.

- **Fokusering.** Overordnet set kan vi som land ikke prioritere at være med inden for alle forskningsområder (fx sygdomsområder). Budskabet er, at der bør være en større specialisering inden for hvert af de store hovedområder (kemi, molekylær biologi, sygdomsforskning, klinisk forskning samt tværgående og understøttende forskningsområder som bioinformatik), hvor midlerne i højere grad prioriteres eksisterende styrkeområder eller områder, hvor vi har gode forudsætninger for at udvikle topforskningsmiljøer.
- **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 afhængig 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 i interviewene 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 sparingspartnere for deres kollegaer og forskerstuderende.

Under disse overskrifter gav informanterne forskellige input til, hvad forskningsråd, universiteter, stat og regioner konkret kan gøre, og hvad der kan være opmærksomhedspunkter i den fremtidige indsats for at skabe mere høj kvalitetsforskning i Danmark.

Neden for er i ikke-prioriteret rækkefølge listet en række af de inputs, der kom frem i interviewene.

I. Fokusering;

- Mere fokus i både stat, forskningsråd, Innovationsfonden og universiteter på, hvor vi overordnet skal være stærke (fx biokemi, genetik,

proteinforskning, farmakologi, diabetes, klinisk forskning, etc.).

- Sørg for flere midler, herunder basismidler, til at prioritere nye satsningsområder. Der skal være bedre vilkår for at opbygge topforskning fra bunden.
- Bedre profilering af danske styrkepositioner – både nationalt og internationalt.
- De private fondsmidler har fået langt større betydning – det er derfor vigtigt at fokusere på, hvordan der kan skabes synergi mellem offentlige og private forskningsinvesteringer.

II. Kritisk masse;

- Samling af fagområder på de enkelte universiteter – der er for mange små, uafhængige grupper, der konkurrerer indbyrdes. Skab også incitamenter til øget samarbejde om ansøgninger til danske og udenlandske programmer og råd.
- Skab større synergi mellem grundforskning og klinisk forskning via flere delestillinger.
- Koordiner investeringer i infrastruktur mellem regionerne mhp. at samle ressourcer, fx inden for imaging.
- Centraliser forskningen på færre universiteter.
- Styrk forskningsinfrastrukturen – det er et problem, at dette område hverken prioriteres af

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

staten, forskningsrådene og de private fonde. Det er en afgørende præmis for at udvikle høj kvalitetsforskning.

III. Frihedsgrader, fokus på eliteforskning og langsigtede bevillinger;

- Skab bedre balance mellem fri forskning og strategisk forskning/teknologiuudvikling. En stor del af bevillingerne til lægemiddelforskning er baseret på ansøgninger, hvor der stilles konkrete, kortsigtede mål. Stil (fx på life science området) færre krav til virksomhedsinvolvering fra starten, men gør midlerne milepælsorienterede og stil større krav til erhvervsinvolvering hen ad vejen.
- Skab større sammenhæng i fundingsystemerne, således at midler fra fx Innovationsfonden lettere og hurtigere udløses, hvis der viser sig perspektivrige forskningsresultater under projekter finansieret af fx Det Fri Forskningsråd.
- Sats mere på stjerneforskere og giv dem særligt gunstige vilkår. Sats yderligere på at tiltrække stjerneforskere fra udlandet.
- Etabler særlige eliteplejeprogrammer for yngre forskere med stort potentiale.
- Skab mere automatik i bevillingerne, så eksellente forskningsmiljøer sikres fortsat og langsigtet funding.

IV. God ledelse;

- Mål forskningsledere på deres evne til at sætte ambitiøse mål og en klar vision for deres forskningsområde, herunder hvordan forskningen skal spille ind i det samlede life science økosystem. I den sammenhæng er det vigtigt, at de enkelte miljøer fokuserer på, hvor de har stort potentiale.
- Sæt større fokus på lederudvikling samt lederkompetencer (som supplement til faglige kompetencer) ved besættelse af lederstillinger.
- Sæt fokus på god ledelse af yngre forskere – skab rum for at yngre forskere selv publicerer og udvikler sig karrieremæssigt.
- Skab større synergi og videnuudveksling mellem offentlig og privat forskning – flere delestillinger, samfinansierede professorater, mv.

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

9. Danske styrkepositioner inden for lægemiddelforskning

Vi har i analysen også identificeret specifikke områder, hvor dansk lægemiddelforskning rager op internationalt. Det vil sige konkrete forskningsområder, hvor 1) dansk lægemiddelforskning på tværs af universiteter og forskergrupper samlet set skaber unikke resultater, og 2) vi har topforskere eller topforskingsmiljøer, der er blandt de bedste i verden på deres område.

Tilgangen har været en kombination af kvantitativ og kvalitativ metode. Vi har således;

- Gennemført en bibliometrisk identifikation af danske forskningsmæssige styrker.
- Bedt de interviewede virksomheder og universitetsledere pege på, hvem de betragter som danske topforskere og/eller topforskingsmiljøer, jf. afsnit 3.

Den *bibliometriske analyse* baserer sig på forskningsdatabasen Scopus, der rummer en lang række data om forskningsproduktion, -kvalitet og -gennemslagskraft opdelt på 334 forskningsområder, hvoraf 94 er lægemiddelrelaterede.

Vi har identificeret styrker som områder, hvor;

- Danmark på de to indikatorer for citationer og andel publiceringer i top 10 tidsskrifter ligger nr. 1 på et indeks og ikke dårligere end i top 2

på det andet indeks blandt de ni fokuslande i analysen (Danmark, Canada, Frankrig, Schweiz, Singapore, Storbritannien, Sverige, Tyskland, USA).

Tabel 9.1 viser resultatet. I alt 15 områder fremstår som danske styrkepositioner – fordelt på fem hovedområder.

Tabel 9.1. De største styrkeområder i dansk lægemiddelforskning

Fagområde	Citationsindeks	Andel top-10 artikler	Citationsindeks - rangering	Top-10 -rangering
Medicin				
Reproduktiv Medicin	2,39	29,2	1	1
Dermatologi	2,10	26,8	1	1
Anæstesiologi og Smertestillende medicin	2,13	25,9	1	1
Kardiologi og Kardiovaskulær medicin	2,22	24,5	1	1
Intern medicin	2,11	24,0	1	1
Obstetrik og Gynækologi	1,98	24,1	1	1
Ortopædi og Sportsmedicin	1,84	22,0	1	1
Reumatologi	2,17	23,4	2	1
Endokrinologi, Diabetes og stofskifte	1,84	20,9	2	1
Sundhedsinformatik	1,48	15,6	1	1
Immunologi og mikrobiologi				
Mikrobiologi	1,70	19,2	1	1
Biokemi, genetik og molekylærbiologi				
Genetik	1,96	20,2	1	2
Endokrinologi	1,57	16,1	2	1
Farmakologi, toksikologi og farmaci				
Farmakologi	1,68	18,3	2	1
Neuroscience				
Neurologi	1,74	17,5	1	1

Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival.

Note: Tabellen viser de 15 fagområder (ud af i alt 94 lægemiddelrelaterede fagområder) hvor den danske lægemiddelforskning rangerer bedst ift. de 8 sammenligningslande. De to første kolonner viser områdets score på de to kvalitetsindeks. De to næste kolonner viser Danmarks rangering på det pågældende område blandt de ni sammenligningslande.

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

I lyset af resultaterne i kapitel 4 er det ikke overraskende inden for hovedområdet medicin, at Danmark har flest styrkepositioner.

Hovedområdet medicin består af i alt 43 underområder, hvoraf 10 områder ifølge den opstillede definition er danske styrkepositioner.

Vi har således styrker inden for en række sygdomsområder som diabetes, dermatologi (hudsygdomme), kardiologi (hjertesygdomme) og reumatologi (gigt). Samtidig står vi stærkt inden for forskning i medicin og sundhedsinformatik (forskning i sundhedsdata).

I forlængelse heraf udgør farmakologi (forskning i lægemidlers anvendelse) under hovedområdet farmakologi/toksikologi/farmaci også en styrkeposition.

Herudover har vi styrkepositioner inden for neurologi, mikrobiologi, genetik og endokrinologi (forskning i hormoner).

Topforskere og topforskningsmiljøer

Herudover har vi som nævnt forsøgt at identificere konkrete topforskere og forskningsmiljøer, der fremstår som særligt stærke inden for deres felter.

Vi har bedt hver af de interviewede virksomheder om at liste forskere, som de anser som globalt førende inden for deres felter (uanset om virksomhederne har samarbejde med disse eller ikke).

Samtidig har vi bedt de interviewede universitetsledere om at pege på forskere og forskningsmiljøer, som de opfatter som særligt stærke (i et globalt perspektiv) på deres felter.

I forhold til den bibliometriske analyse skiller denne delanalyse sig ud på følgende måde;

- Den er kvalitativ frem for kvantitativ.
- Den tager afsæt i interviewpersonernes egne definitioner af, hvad der karakteriserer høj kvalitetsforskning, jf. afsnit 4.
- Den tegner et nutidsbillede, hvor bibliometrien i nogen grad er tilbageskuende (om end bibliometrisk performance også spiller en væsentlig rolle i de interviewedes vurdering af, hvad der er høj kvalitetsforskning, jf. afsnit 4).
- Den har mere fokus på konkrete miljøer end på dansk forsknings samlede præstationer inden for de forskellige fagområder.

Interviewpersonerne har i alt peget på 34 forskere eller konstellationer af forskere, der repræsenterer topforskning, og som leder forskergrupper af en kvalitet, der gør dem til førende inden for deres respektive fagområder.

Disse forskere er listet på de kommende sider med en kort beskrivelse af, hvor de kommer fra, og hvad de forsker i.

Forskerne er inddelt i de samme hovedområder som tabellerne i afsnit 4. Det fremgår af oversigten, at der også er flere "stjerneforskere" inden for områder, der ikke er omfattet af listen over styrkepositioner på forrige side.

Omvendt er der også forskningsområder fra listen over styrkepositioner, der ikke eller kun i begrænset omfang (en enkelt forsker(gruppe) er repræsenteret på listen over topforskere.

Det afspejler, at unikke høj kvalitetsforskningsmiljøer ikke nødvendigvis baserer sig på en bred national styrke.

Men det afspejler også en anden problemstilling, som blev fremhævet af flere af de interviewede virksomheder. Næmlig at flere af de danske topforskningsmiljøer er mindre og i en national kontekst relativt isolerede miljøer. Det vil sige, at de repræsenterer smalle nicheområder, hvor de er globalt ledende, men ikke brede danske satsninger og styrkepositioner. Det afspejler, at vi som land måske ikke i så stort omfang som andre lande og life science regioner prioriterer vores forskningsinvesteringer inden for lægemiddelforskning.

Oplevelsen blandt de interviewede virksomheder er således også, at de danske topforskningsmiljøer inden for lægemiddelområdet generelt er betydeligt mindre i størrelse end tilsvarende miljøer i andre life science regioner, jf. også afsnit 5.

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Tabel 9.1. Fagområderne kemi og kemisk ingeniørvidenskab

Person(er)	Institut/Center	Forskningsområde
Professor Rasmus Bro	Institut for Fødevarervidenskab, KU	Chemometrics. Leder stærk forskergruppe inden for process analytical technology (PAT)
Professor Mads Clausen	Institut for Kemi, DTU	Organisk kemi, herunder karakteristisk af molekyler
Professor Karl Anker Jørgensen	Institut for Kemi, AU	Basal grundforskning i intelligent udvikling af molekyler (molekylære byggesten).
Professor Kurt Gothelf og professor Troels Skrydstrup	INANO Centeret og Institut for Kemi, AU	DNA Nanoteknologi. Bl.a. finansieret af Centers of Excellence midler fra Grundforskningsfonden.
Professor Jesper Wengel	Institut for Fysik og Kemi, SDU	Grundvidenskabelige gennembrud inden for LNA (<i>Locked nucleic acid</i>).

		DNA. Bl.a. nyt livsmolekyle (PNA), der kan få vigtig rolle i fremtidens genetiske lægemidler.
Professor Lene Odgershede	Niels Bohr Institut, KU	Leder af forskergruppe inden for optisk pincet. Nyt forskningsfelt, der anvender og udvikler avancerede fysiske teknikker og analysemetoder til at forstå fundamentale egenskaber af biologiske systemer. Leder af Grundforskningscenter.
Professor Anders Krogh m.fl.	Center for Bioinformatik, KU	Leder af projekt med formålet at kortlægge genernes samspil i sygdomme som kræft og diabetes gennem et tæt samarbejde mellem eksperimentelle forskere og bioinformatikere.
Professor Poul Nissen og Professor Leif Østergaard	Institut for Molekylær Biologi, AU	Molekylærbiologiske og biokemiske beskrivelser af fysiologi og cellebiologi med udgangspunkt i strukturbestemmelser af proteiner ved røntgenkrystallografi. Leder af Grundforskningscenter.

Tabel 9.2. Fagområdet Biokemi, genetik og molekylær biologi

Person(er)	Institut/Center	Forskningsområde
Professor Christian Helin	Center for Epigenetik, BRIC, KU	Forsker i hvordan molekylære mekanismer fører til cancer. Finansiering fra bl.a. Grundforskningsfonden.
Professor Jiri Lukas	Proteincetret, KU	Leder af stærk forskergruppe inden for kromosomstabilitet.
Professor Henrik Semb	Stamcellecentret, KU	Produktion af betaceller, der kan anvendes til behandling af diabetes.
Professor Peter E. Nielsen	Institut for Cellulær og Molekylær Medicin, KU	Grundforskning inden biomolekyler der kan genfinde specifikke steder på

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Tabel 9.3. Fagområdet Immunologi og mikrobiologi

Person(er)	Institut/Center	Forskningsområde
Professor Ali Salanti m.fl.	Institut for Immunologi og Mikrobiologi	Behandlingsmetoder inden for kræft.
Professor Søren Riis Paludan	Institut for Biomedicin	Forsker i immunsystemets genkendelse af mikroorganismer. Leder en internationalt anerkendt forskergruppe under Lundbeck-forskningscenteret LUNA

Tabel 9.4. Fagområdet medicin

Person(er)	Institut/Center	Fremhævet forskningsområde
Professor Jens Juul Holst	Afdeling for Endokrinologisk Forskning, KU	Enzymer og hormoner i mavearmsystemet. Banebrydende opfindelser inden for diabetes.
Professor Anders Sjødin	Institut for Idræt og Ernæring, NEXS, KU	Forskning i behandling og forebyggelse af fedme.
Prof. Søren Brunak	Proteincentret, KU	Big data baserede analyser af sygdoms- og sundhedsdata (bioinformatik)
Professor Thomas Andresen	DTU Nanotech, DTU	Drug delivery i form af nanoinkapslingsmetoder mhp. optimal medicinering
Lektor Ramneek Gupta	DTU Bioinformatik	Stærk inden for bioinformatik på cancer- og børneonkologiområdet
Professor Jens Overgaard	Institut for Klinisk Medicin, AU	Forskning i stråleterapi til behandling af kræft.

Professor Ulrik Lassen	Klinisk Institut, Rigshospitalet (leder af fase 1 enheden)	Forskning i kræftsygdomme og personalized medicine
Professor Niels Borregaard	Institut for Klinisk Medicin, Rigshospitalet	Intern medicin og hæmatologi vedr. nyfødtes immunforsvar
Professor Thomas Engstrøm	Hjertemedicinsk Klinik, Rigshospitalet	Kardiologiske sygdomme
Professor Henrik Toft Sørensen	Klinisk Epidemiologisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital	Bredt spektrum af klinisk, epidemiologisk forskning, bl.a. udvikling af kliniske registre og biobanker
Professor Hartwig Siebner	Institut for Klinisk Medicin, Hvidovre Hospital	Forskning i MR-scanning af hjernen samt transkranielle stimulationsteknikker.

Tabel 9.5. Fagområdet Farmakologi, toksikologi og farmaci

Person(er)	Institut/Center	Forskningsområde
Professor Kristian Strømgaard	Institut for Lægemiddeldesign og Farmakologi, KU	Forsker i udvikling af nye lægemidler baseret på proteiner og peptider. Bl.a. finansieret af Lundbeckfonden.
Professor Ulrik Gether	Institut for Lægemiddeldesign og Farmakologi, KU	Basal forskning inden for sygdomsforståelse og anvendelse af lægemidler (bl.a. genetiske årsager til at lægemidler virker forskelligt).
Instituttleder Flemming Madsen (Instituttleder)	Institut for Farmaci, KU	Drug delivery og avanceret lægemiddelanalyse

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Tabel 9.6. Fagområdet neuroscience

Person(er)	Institut/Center	Forskningsområde
Professor Maiken Nedergaard	Center of Basic and Translational Neuroscience, KU	Neuroforskning, herunder forskning i Alzheimers og Parkinson.
Professor Anders Nykjær	Institut for Biomedicin, AU	Forskning i karakterisering af neuronale receptor netværk med fokus på neurodegenerative sygdomme som f.eks. Alzheimers.
Professor Jes Olsen	Institut for Klinisk Medicin, Rigshospitalet	Forskning i hovedpine og migræne
Professor Birte Glenthøj	Psykiatrisk Center, Glostrup Hospital	Interdisciplinær forskning inden for skizofreni.
Professor Thomas Werge	Forskningsinstitut for Biologisk Psykiatri, Sct. Hans Hospital	Identifikation af genetiske og miljømæssige risikofaktorer, der kan føre til udviklingen af psykiske sygdomme.

Om høj kvalitetsforskning og dens betydning for dansk lægemiddelindustri?

Bilag 1. Interviewpersoner

Universitetsledere;

- Dekan Allan Flyvbjerg, HEALTH, Aarhus Universitet
- Prorektor Henrik Wegner, DTU
- Direktør Marianne Thellersen, DTU
- Prodekan for forskning Morten Pejrup, SCIENCE, Københavns Universitet
- Prodekan for Erhvervssamarbejde og Omverdensrelationer Sven Frøkjær, SUND, Københavns Universitet.

Forskere;

- Professor Søren Brunak, Proteincentret, Københavns Universitet
- Professor Mads Cluasen, DTU Kemi
- Professor Karl Anker Jørgensen, Institut for Kemi, Aarhus Universitet
- Professor Poul Nissen, Institut for Molekylær Biologi, Aarhus Universitet
- Professor Ulrik Lassen, Klinisk Institut, Rigshospitalet

Virksomheder;

- Senior Vice President of Research Kim Andersen, H. Lundbeck A/S

- Senior Vice President Peter Kurtzhals, Novo Nordisk A/S
- Vice President Thomas Kongstad, Leo Pharma A/S
- Vice President & Head of Research Thomas Koch, Roche
- Senior Vice President Adam Steensberg, Zealand Pharma A/S