

Life science
forskning & utdanning

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet



Anbefalinger fra en arbeidsgruppe
Dato 13. august 2012

Arbeidsgruppen, oppnevnt av dekanen, legger med dette fram resultatet av sitt arbeid og ett konkret tiltak for håndtering/organisering av life science relatert forskning og utdanning ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet.

Arbeidsgruppen ble oppnevnt med følgende sammensetning:

Prodekan/Professor Lise Øvreås, MN-fakultetet/Institutt for biologi (leder)

Instituttleder Rein Aasland, Molekylærbiologisk institutt

Instituttleder Petter E. Bjørstad, Institutt for informatikk

Professor Øyvind Moksheim Andersen, Kjemisk institutt

Professor Corinna Schrum, Geofysisk institutt

Professor Michiel Postema, Institutt for fysikk og teknologi

Professor Eric Thompson, Institutt for biologi

Professor Sigurd Stefansson, Institutt for biologi

Professor Xue-Cheng Tai, Matematisk institutt

Professor Hans Julius Skaug, Matematisk institutt

Forsker Nicola McLoughlin, Senter for geobiologi/Institutt for geovitenskap

Rådgiver Kari Nordvik har vært gruppens sekretær

Innholdsfortegnelse

1. BAKGRUNN, MANDAT OG ARBEIDSGRUPPE	4
1.1 OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER.....	4
1.2 BAKGRUNN	4
1.3 MANDAT	5
1.4 ARBEIDSGRUPPE OG ARBEIDSFORM	6
2. LIFE SCIENCE VED UIB	6
3. LIFE SCIENCE VED MN-FAKULTETET	7
3.1 HISTORIKK	7
3.2 FORSKNING	8
3.3 UTDANNING	11
4. INFRASTRUKTUR.....	11
4.1 TEKNOLOGIPLATTFORMER BYGGET OPP GJENNOM FUGE PROGRAMMET	11
4.2 ANNEN RELEVANT FORSKNINGINFRASTRUKTUR	12
5. HVORDAN STYRKE FORSKNING INNEN LIFE SCIENCE?	13
6. MOLEKYLÆR BIOVITENSKAP – FORSLAG OM ET STRATEGISK SATSINGSOMRÅDE INNEN LIFE SCIENCE.....	14
6.1 INTRODUKSJON OG AVGRENSNING.....	14
6.2 OVERORDNET MÅLSETTING	15
6.3 FAGLIG LEDELSE	16
7. MOLEKYLÆR BIOVITENSKAP UTDANNING VED MN-FAKULTETET.....	16
8. KONKLUSJON	17

1. Bakgrunn, mandat og arbeidsgruppe

1.1 Oppsummering og anbefalinger

I strategiplan for Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet for perioden 2011-2015, har dekanen oppnevnt en arbeidsgruppe som skal gjennomgå aktiviteten ved fakultetet relatert til life science, og komme med innspill til strategiplanen om life science-relatert forskning og utdanning. Det er flere grunner til at fakultetet har behov for en slik gjennomgang. Fakultetet ønsket en prosess for å identifisere tverrfaglige satsingsområder for strategiperioden. Slike tverrfaglige satsinger må videre bygge på samarbeidet mellom faglige sterke miljø, vitenskapelig kvalitet og mulighet for ekstern finansiering. Satsingen bør videre være forankret i den internasjonale fagevalueringen av biologi, medisin og helsefag¹. Det må også utvikles et helhetlig og kvalitetsmessig fremragende utdanningstilbud innen life science.

Ved MN-fakultetet er det stor bredde innen feltet life science og alle instituttene ved fakultetet har forskningsaktivitet relatert til fagfeltet. Den store bredden og kompetansen innen life science ved MN-fakultetet kan bidra til synergi og til å løfte frem satsingsområder hvor fakultetet har et komparativt fortrinn. Arbeidsgruppen har identifisert ett slikt mulig samarbeid innen *molekylær biovitenskap (molecular life science)*. Dette tiltaket vil kunne danne grunnlag for en satsing som kan samle grupper på tvers av fag og institutter. Det har ikke lyktes arbeidsgruppen å komme frem til en innstilling i konsensus, men det anbefales at fakultetet følger opp arbeidsgruppens arbeid med en ytterligere konkretisering av mål og organisering.

1.2 Bakgrunn

I løpet av de senere årene har den biologiske forskningen gjennomgått en formidabel utvikling. Det er gjort store fundamentale gjennombrudd, hovedsakelig på grunn av betydningsfull ny kunnskap og innsikt. Teknologien utvikles raskt og medvirker til stadig forbedrede og mer tilgjengelige verktøy for forskningen. Denne utviklingen har resultert i et økende behov for et tettere samspill mellom biologi og de andre realfagene.

Forskningsrådet gjennomførte i 2010/2011 en fagevaluering av biologi, medisin og helsefag som inkluderte Institutt for biologi, Molekylærbiologisk institutt og bioinformatikk ved Institutt for informatikk. I denne evalueringen løftes life science fram som et område hvor Bergen har stort potensiale, særlig relatert til marin forskning. Samtidig peker evalueringen på at forskningen innen life science i Norge er for fragmentert og integreringen av ulike forskningsdisipliner er langt fra optimal. Den hurtige utviklingen internasjonalt gjør at man bør legge opp til større grad av dynamikk og fleksibilitet i organisasjonen.

Fagevalueringen fremhever bioinformatikk som et viktig område bygget opp blant annet gjennom FUGE programmet. Evalueringen av FUGE programmet ²(2011) påpeker at selv om programmet i høyeste grad har gitt en positiv utvikling innen fagområdet, er det et stort

¹ [Evaluering av biologi, medisin og helsefag, Forskningsrådet 2011](#)

² [Evaluering av FUGE plattformene, Forskningsrådet 2011](#)

potensial for bedre utnyttelse av den kompetansen som er opparbeidet, og for et enda mer omfattende og produktivt samspill med næringslivet. Det er også viktig med et godt samarbeid med de tilgrensende fagfeltene biostatistikk, epidemiologi og registerforskning.

Bioteknologi spiller en sentral rolle innenfor flere kunnskapsintensive næringsområder. Sterk offentlig satsing det siste tiåret har styrket norsk bioteknologisk forskning både kvalitets- og kapasitetsmessig og dette har bidratt til etablering av nye bedrifter, økt sysselsetting og verdiskaping.

Norge har internasjonalt ledende forskning på flere fagområder innenfor life science og bioteknologi, og er dermed med på å definere fagområdet på den europeiske forskningsagenda innen områder av nasjonal betydning. Det er viktig at UiB deltar i denne utviklingen og er førende innenfor områder av nasjonal interesse. Nasjonal strategi for bioteknologi³ (2011-2020) fremhever 4 hovedtema for bioteknologi i Norge frem mot 2020: (1) Havbruk, sjømat og forvaltning av det marine miljø (2) Landbruksbasert mat – og biomasseproduksjon (3) Miljøvennlige industrielle prosesser og produkter (4) Helse, helsetjenester og helserelaterte næringer. Den nasjonale innsatsen må være målrettet og en større bruk av bioteknologi i havbruksnæringen kan legge grunnlag for økt verdiskaping.

Befolkningsveksten på verdensbasis fordrer store utfordringer og estimerer viser at vi skal fø 9 milliarder mennesker i løpet av de neste 50 år. Dette vil stille store krav til utvikling av den internasjonale bioøkonomien gjennom grønn biologi og økt fokus på grønn karbon. Bioøkonomi refererer til produksjon og omdanning av biomasse til en rekke mat-, helse-, fiber- og industriprodukter, samt energi. Fornybar biomasse omfatter ethvert biologisk materiale (landbruk, skogbruk, dyr inkl. fisk) som produkt i seg selv eller brukt som råmateriale (The European Bioeconomy in 2030⁴).

MiT beskriver i sitt «White paper», *The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences, and Engineering*, konvergens som en forutsetning for innovasjon og teknologisk utvikling. Konvergens er sammenfatningen av distinkte teknologier eller disipliner, til et hele som gir opphav til en rekke nye retninger og muligheter, hvor teknologiske fremskritt gir endringer innen life science og hvor life science også endrer teknologien og naturvitenskapen. Konvergens innebærer en bred endring i oppfatningen av hvordan forskning kan utføres for dermed å oppnå utvikling innen en rekke kunnskapsbaser fra mikrobiologi til datavitenskap og engineering. Biomedisinen vil ha stort utbytte av konvergens ettersom interdisiplinær forskning bidrar til økt kunnskap og derigjennom utvikling av ny medisin og nye behandlingsmåter.

1.3 Mandat

Arbeidsgruppen har fått følgende mandat:

- Å synliggjøre life science kompetanse, forskningsaktivitet og utdanning som vi har ved fakultetet i dag med mål om at:

³ [Nasjonal strategi for bioteknologi](#)

⁴ [The European Bioeconomy in 2030](#)

- Life science forskning og utdanning ved fakultetet blir etablert som et eget satsingsområde enten på institusjons eller fakultetsnivå
 - Life science som tematisk område blir godt ivaretatt og tilrettelagt for videre utvikling i løpet av strategiperioden 2011 – 2015
- Arbeidsgruppen skal angi hvilke områder/aktiviteter som bør inkluderes i en tematisk satsing innen life science.
 - Det bør søkes kontakt med samarbeidende institusjoner som MOF, HI, NIFES, UNI Research mfl. for å forankre satsingen og se på muligheter for forankring i, og deltagelse i en slik satsing også ut over MN-fakultetet.
 - Gruppens leder har ansvaret for å koordinere arbeidet med fakultetets overordnede strategi prosess

1.4 Arbeidsgruppe og arbeidsform

Arbeidsgruppen ble oppnevnt med følgende sammensetning:

- Prodekan Lise Øvreås (leder), Institutt for biologi
- Instituttleder Rein Aasland, Molekylærbiologisk institutt
- Instituttleder Petter E. Bjørstad, Institutt for informatikk
- Professor Corinna Schrum, Geofysisk institutt
- Professor Michiel Postema, Institutt for fysikk og teknologi
- Professor Eric Thompson, Institutt for biologi
- Professor Sigurd Stefansson, Institutt for biologi
- Professor Øyvind Moksheim Andersen, Kjemisk institutt
- Professor Xue-Cheng Tai, Matematisk institutt
- Professor Hans Julius Skaug, Matematisk institutt
- Forsker Nicola McLoughlin, Senter for geobiologi/Institutt for geovitenskap

Rådgiver Kari Nordvik vil bidra med administrativ støtte til gruppen etter behov.

Gruppen har hatt 5 møter, og har i tillegg behandlet dokumentet på sirkulasjon.

2. Life science ved UiB

Ved Universitetet i Bergen er hele aktiviteten ved det medisinsk-odontologiske fakultetet (MOF) innenfor området life science. Det gjelder også aktiviteten ved Institutt for biologi og Molekylærbiologisk institutt ved MN- fakultetet. I tillegg er det life science relatert forskning ved alle de øvrige instituttene ved MN-fakultetet: Kjemisk institutt, Institutt for informatikk, Institutt for fysikk og teknologi, Matematisk institutt, Institutt for geovitenskap og Geofysisk institutt, samt ved SFFen Senter for Geobiologi. Ved Det psykologiske fakultetet er det noe life science knyttet til ERC Kenneth Hugdahl og ved Det samfunnsvitenskapelige fakultet er

det life science aktivitet ved Senter for vitenskapsteori. Ved Juridisk fakultet er det fagområder innen miljørettsforskning som kan defineres under life science. Her kan nevnes bioprospektering, i tillegg til flere tverrfaglige prosjekt som går ut på å finne fram til regelverk som operasjonaliserer naturvitenskapelig forskning og kompetanse som grunnlag for en bærekraftig utvikling. I tillegg kan nevnes rettssikkerhet og DNA analyser.

3. Life science ved MN-fakultetet

3.1 Historikk

Bergen har lange tradisjoner for forskning og utdanning innen fagområder som favnes av begrepet life science. Bergen Museum ble opprettet i 1825 og Norge fikk sin første Biologiske stasjon i 1892, lagt til Marineholmen. Ved Biologisk stasjon ble grunnlaget lagt for den marine forskningsvirksomheten vi ser i dag og begge institusjoner var viktige da universitetet i 1946 ble opprettet med tre fakulteter: Det matematisk-naturvitenskapelige, Det historisk-filosofiske og Det medisinske fakultet.

I 1966 ble Biokjemisk institutt etablert og var et kraftsentrum for biokjemi og molekylærbiologi. På 80-tallet vokste det frem to uavhengige forskningsmiljø som fokuserte på genteknologi og marin molekylærbiologi og ga opphav til henholdsvis Felleslaboratorium for bioteknologi (FLB) og Laboratorium for marin molekylærbiologi (LMM). Etter MN-fakultetets ønske om å få et sterkere inngrep i molekylærbiologi, gikk FLB og LMM og deler av Biokjemisk institutt i 1997 sammen og dannet Molekylærbiologisk institutt.

Samlokaliseringen av (deler av) biologi, informatikk, og molekylærbiologi i Høyteknologisenteret på tidlig 90-tall skapte grobunn for etablering av bioinformatikk ved UiB og Bioinformatikkgruppen ved Institutt for informatikk ble etablert i 1993. Dette (og FUGE-programmet) ga grunnlag for etablering av Computational Biology Unit (CBU) i 2002. CBU er organisert i UNI Research.

I 1997 ble Sars Centre for Marine Molecular Biology opprettet ved et samarbeid mellom Universitetet i Bergen og Norges forskningsråd og er i dag del av UNI Research. Sars senteret kom i 2003 i partnerskap med EMBL⁵. I 2004 ble alle de rene biologiske instituttene ved MN-fakultetet (Institutt for mikrobiologi, Zoologisk institutt, Botanisk institutt og institutt for fiskeri og marinbiologi) slått sammen til Institutt for biologi (BIO) som dermed utgjør et av de største instituttene ved UiB. BIO er også det største biologiske institutt i Norge.

I 2007 ble det opprettet et tverrfaglig senter for fremragende forskning, Senter for Geobiologi, ved Universitetet i Bergen. Senter for Geobiologi er et samarbeid mellom Institutt for geovitenskap og Institutt for biologi og det er organisatorisk underlagt MN-fakultetet.

⁵ [European Molecular Biology Laboratory](http://www.embl.org)

3.2 Forskning

I det følgende gir vi et skissemessig bilde av forskningsaktiviteten ved MN-fakultetet innen life science.

Institutt for biologi (BIO)

All forskning ved Institutt for biologi faller inn under feltet life science. Instituttet har en svært bred forskningsportefølje og satser på grunnleggende vitenskap fra livets opprinnelse, evolusjon, prosesser og systemer helt opp til å forstå de store globale utfordringene. Instituttet har 3 faglige strategiske satsingsområder i) De store biologiske spørsmålene -livets opprinnelse, utvikling og evolusjon ii) Marine Økosystemer – fra genom til biom iii) Effekter av globale endringer. Forskningen ved BIO inkluderer økologi, funksjon og diversitet i (marine) økosystemer, inkludert mikrober, teoretisk og empirisk evolusjonsbiologi, effekter av klima- og miljøendringer på arter, populasjoner og økosystemer, geomikrobiologi, systematikk og biodiversitet, økologi og forvaltning av marine ressurser, utviklingsbiologi hos fisk (og evodevo), fiskehelse, genomikk og miljøtoksikologi. Det arbeides med ulike biologiske systemer (planter, dyr, alger og mikroorganismer) i laboratorier, i naturlige habitat og i storskala "mesocosmos" oppsett. Instituttet er organisert i 14 forskergrupper fordelt på 6 fagområder. Instituttet er involvert i 2 SFFer (Geobiologi og Bjerknessenteret) og 2 SFler (Sea Lice Research Centre v/BIO og CRISP v/HI).

Molekylærbiologisk institutt (MBI)

Forskningen ved MBI skjer innen tre satsingsområder: (i) Biomolekylær struktur- og funksjonsrelasjoner ii) Signalisering og regulering i biologiske systemer iii) beregningsorientert biologi (computational biology). Molekylærbiologien er fundamental for studier og forståelse av molekylære mekanismer og biologiske prosesser og representerer derfor en bærebjelke innen life science. Molekylærbiologisk forskning er en sentral leverandør av innsikt, premisser og metodikk til life science som bioteknologi, biomedisin, farmasi samt kjemiske og biologiske disipliner. Store deler av instituttets forskning har et biomedisinsk fokus, men instituttet er også aktiv innen marin forskning og bioinformatikk. Instituttet benytter cellekulturer, gjær og sebrafisk som viktige modellsystemer i sin forskning.

Kjemisk institutt (KI)

KI er organisert i 8 forskningsgrupper som reflekterer spennvidden i forskningsaktiviteten fra molekylnivå, teoretiske og spektroskopiske analyser, syntese og utforsking av komplekse molekyler til anvendte studier relatert til petroleumsutvinning og kjemisk prosessindustri. Instituttet fokuserer sin forskning inn mot følgende tre satsingsområder i) nanovitenskap ii) molekylær biovitenskap, og iii) petroleum, naturgass og bioenergi. Grenseflaten mellom disiplinene kjemi, biologi og medisin har i takt med den rivende utviklingen innen teknologi og metodikk blitt et område hvor det til stadighet gjøres store fundamentale oppdagelser for eksempel innen legemiddelindustri, bioteknologi, bioprospektering, miljøvitenskap og

medisin. Ved KI er det i dag en stor interdisiplinær aktivitet mellom fagområdene kjemi, farmasi, biologi og medisin. Her kan KIs kompetanse og instrumentering innen NMR, biofysikk, naturstoffkjemi, farmasi, nanovitenskap og kjemometri fremheves som særskilt relevant for life science og strukturbologi.

Institutt for informatikk

Instituttet er organisert i 6 forskningsgrupper hvor to av gruppene arbeider tett med fagmiljøer innen biologi, molekylærbiologi og /eller medisin. Visualiseringsgruppen arbeider for å finne nye løsninger for effektiv visualisering (3D) av store og komplekse datasett fra (i) målinger fra medisinsk skanning eller seismikk, (ii) datasimulering (basert på computational fluid dynamics) og (iii) analytisk modellering. Visualiseringsgruppen deltar i det interdisiplinære FoU konsortiet Medviz⁶, som arbeider med å utvikle nye diagnostiske bildebehandlingsverktøy. Bioinformatikkgruppen jobber med utvikling av program og metoder som skal være til hjelp i løsning av biologiske og bioteknologiske problemstillinger. Det inkluderer analyse av DNA- og proteinsekvenser og -strukturer. Videre blir det arbeidet med problemstillinger innen funksjonell genomforskning og særlig med analyse av data relatert til aktiviteten til gener og gen-produkter (proteiner). Det benyttes teknikker innen algoritmeutvikling, kunnskapsteknologi og statistikk. Bioinformatikkgruppen har tett samarbeid med Computational Biology Unit (CBU)⁷.

Geofysisk institutt

Geofysisk institutt har organisert forskningen i fire forskningsgrupper (i) meteorologi, (ii) klimadynamikk, (iii) kjemisk oseanografi og (iv) fysisk oseanografi. Forskningsgruppene kjemisk og fysisk oseanografi jobber blant annet med forståelse og modellering av marine økosystemer i globale og regionale biogeokjemiske kretsløp. De ser på klimapåvirkning på marine økosystemer og variabiliteten på lange tidsskalaer, samt utvikling og anvendelse av individbaserte modeller for fiskelarver, for å avdekke mulige påvirkninger av klimaendringer for forskjellige fiskearter. Instituttet deltar også i helserelaterte prosjekter gjennom samarbeid med Senter for internasjonal helse, hvor man kobler klima og meteorologiske data med epidemiologiske data (eks. utbredelse av malaria).

Institutt for geovitenskap (GEO)

Forskningsaktiviteten ved GEO er organisert i fem tematiske grupper: (i) kvartærgeologi og klima, (ii) maringeologi og geofysikk, (iii) geobiologi, (iv) petroleumsfag, (v) geodynamikk. Instituttet er involvert i SFFene Bjerknessenteret og CIPR, samt Senter for geobiologi som er et samarbeid med Institutt for biologi og som har hovedfokus på ekstreme miljøer (dyp havbunn og i den dype biosfæren). I samarbeid med Bjerknessenteret og Geofysisk institutt utvikler forskere ved GEO paleoklima modeller som inkorporerer biologiske komponenter.

Institutt for fysikk og teknologi (IFT)

⁶ [Medviz](#)

⁷ [FUGE finansiert enhet opprettet i 2002. Del av Uni Computing.](#)

IFT spanner over et bredt fagområde fra ren grunnforskning til anvendt forskning og teknologi. Forskningen er organisert i 9 forskergrupper med varierende grad av relevans for life science. Forskningsgruppen Optikk og atomfysikk gjør optisk fjernmåling f.eks. bestråling av hud eller innstråling av sollys i forskjellige havområder. Gruppen har også eksponentiell aktivitet innen høyoppløsnings avbildning av biologiske og medisinske systemer. Forskningsgruppen Akustikk arbeider blant annet med biomedisinske problemstillinger som inkluderer metoder og utstyr for medisinsk diagnostikk og terapi, og medisinsk ultralyd, inkludert molekylær billedbehandling. Gruppen er tett knyttet til MedViz, og samarbeider også med HI, CMR og National Centre for Ultrasound in Gastroenterology.

Matematisk institutt (MI)

Forskningen ved MI deles i følgende hovedområder: (i) anvendt og beregningsorientert matematikk (ABM), (ii) ren matematikk og (iii) statistikk, herunder biostatistikk. Forskningsgruppen Bergen Bildebehandling Gruppe (BBG) bruker matematiske og differensial teknikker for bildebehandling. Gruppen har nært samarbeid med MOF innen medisinsk bildebehandling, blant annet gjennom Medviz. Anvendt og statistisk gruppe arbeider med en rekke problemstillinger som er sentrale innen medisin og life science.

MedViz

Dette er et FoU konsortium i Bergen som utfører interdisiplinær forskning innen avansert billedbehandling og visualiseringsanalyser for lettere å kunne overføre kompetanse opparbeidet i laboratoriet til pasientene. MedViz inkluderer fysisk billedbehandling og fundamental biomedisinsk translasjonell forskning. Hovedintensjonen er å utvikle diagnostiske verktøy og øke kvaliteten i behandling av pasienter. MedViz ønsker å utvikle nye kliniske metoder for potensiell kommersialisering ved å benytte *denovo* software for analyse, beslutnings- og visuell kommunikasjon. MedViz er et samarbeid mellom UiB, Helse Vest og CMR. Fra MN-fakultetet deltar forskere fra Institutt for informatikk, Matematisk institutt og Institutt for fysikk og teknologi.

Senter for geobiologi (CGB)

CGB er et tverrfaglig Senter for fremragende forskning (SFF) ved BIO og GEO. Forskningen er organisert i fem tematiske emner: 1) geodynamics of the deep seafloor; 2) water-rock-microbe interactions and the deep biosphere; 3) vent and seep biota; 4) the roots of life; and 5) early earth and biosignatures. I løpet av de første fem årene har CGB oppnådd å etablere Norge som en nasjon med stor kompetanse innen dyphavsforskning, utvikle avanserte geoanalytiske fasiliteter samt etablere geomikrobiologi og biogeokjemiske fasiliteter. Senteret har økende fokus på bioprospektering og bioteknologi og er dessuten del av Norwegian Ocean Observatory Network (NOON)⁸ gjennom UiB sin deltakelse i nettverket.

SFI - Sea Lice Research Centre (SLRC)

⁸ [NOON – Norwegian Ocean Observatory Network](#)

SLRC er et Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) hvor BIO er vertsinstitutt og hvor både MBI og II deltar sammen med flere eksterne aktører som UNI Research, Havforskningsinstituttet, EWOS A/S, Norges veterinærhøgskole (NVH), Novartis, PatoGen A/S, Marine Harvest ASA og Lerøy Seafood Group ASA. Senteret vil fokusere på utvikling av nye medisiner, overvåking og kontroll av resistens, genetisk kartlegging av både vert og parasitt. Senteret er et svært godt eksempel på hvordan grunnforskning kombineres med anvendt forskning og industri, og hvor god kompetanse innen livsvitenskap representerer bærebjelken i senteret.

3.3 Utdanning

Ved BIO og MBI er alle bachelor og masterprogram som tilbys, innenfor life science feltet, samtidig som det er et tett samarbeid med de øvrige instituttene, hvor f.eks. bioinformatikk undervises ved II og MBI. Den rivende utviklingen innen life science fagene har ført til et stadig tettere og økende samarbeid mellom biofagene og de øvrige fagdisipliner ved MN-fakultetet og ved MOF. Den tverrfaglige utviklingen innen moderne life science vil kreve omfattende revisjon av kurstilbud og undervisningsformer. Framtidens studenter må kunne sammenstille kunnskap fra flere disipliner. Skal vi kunne møte morgendagens utfordringer innen livsvitenskap kreves et undervisningsopplegg som sikrer studentene en grunnleggende forståelse av de biologiske systemer og ulike nivåer av kompleksitet, det eksperimentelle grunnlaget for life science og kompetanse i håndtering og analyse av kvantitative data. Det er helt nødvendig at undervisningen omorganiseres slik at lærerkreftene koordineres og duplisering av emner unngås. Spesielt viktig her er forholdet mellom biologi og andre fag som matematikk, statistikk, informatikk, kjemi og fysikk.

4. Infrastruktur

4.1 Teknologiplattformer bygget opp gjennom FUGE programmet

Bioteknologi spiller en sentral rolle innen life science. Det siste tiåret har det vært en sterk offentlig satsing som har styrket norsk bioteknologisk forskning. Gjennom det store FUGE programmet bygde de norske universitetene opp et nasjonalt nettverk av teknologi plattformer, nasjonalt og internasjonalt forskningssamarbeid og institusjonell samhandling. Denne 10 år lange satsingen ble avsluttet ved utgangen av 2011. Teknologiplattformene i Bergen har så langt vært med på å bygge en god kultur for tilrettelegging og service. Brukererfaringene er generelt gode, det er godt belegg og plattformene har bidratt til vitenskapelig suksess. Plattformene er i stor grad anvendt av miljøer ved UiB og randsone (inkl. helseforetak), men i liten grad av næringslivet. Det er viktig å etablere en god strategi for videreføring av plattformene som er bygget opp gjennom FUGE programmet, slik at infrastruktur og kompetanse kan utvikles videre. UiB ble i 2011 tildelt midler til ELIXIR som er på veikartet til ESFRI. UiB skal koordinere den norske deltagelsen i ELIXIR som vil bli en paneuropeisk infrastruktur for bioinformatikk og biologisk informasjon. Formålet er å gi

forskere, forvaltning og industri i Europa tilgang til databaser og verktøy for å kunne lagre og dra nytte av forskning innen life science.

Det er bygget opp 4 teknologiplattformer gjennom FUGE programmet i Bergen

Bioinformatikk - Computational Biology Unit (CBU)

Teknologiplattformen for bioinformatikk ble etablert i 2002 og ligger under Uni Computing. Hovedmålet med CBU er å legge til rette for konkurransedyktig forskning innen bioinformatikk og beregningsorientert biologi, samt å utvide grensesnittet mellom bioinformatikk og eksperimentell biologisk og biomedisinsk forskning. Fire forskningsgrupper er for tiden assosiert med CBU med prosjekter som inkluderer sekvens og strukturanalyse, molekylær evolusjon og mikromatrise dataanalyse. CBU utfører forskningsbasert service og bidrar til utdanning innen bioinformatikk, primært gjennom intensive kurs.

Molecular Imaging Center (MIC)

Består av forskningsgrupper fra UiB ved Institutt for biomedisin, seksjon for anatomi og cellebiologi, i samarbeid med NTNU. MIC har som målsetting å etablere og utvikle bildeteknologier for analyse av celler, vev og organismer. Plattformen skal videre gi opplæring, støtte og assistanse til norske forskningsmiljøer innenfor sitt felt.

Norwegian Microarray Consortium (NMC)

Består av grupper fra Universitetet i Oslo (UIO), Rikshospitalet-Radiumhospitalet, NTNU og UIB. NMC ble stiftet i 1999 og har mottatt støtte fra den Norske Kreftforening, og driver nå National Microarray Platform under FUGE-programmet. Konsortiet er ansvarlig for den nasjonale FUGE plattformen for mikromatrise teknologi.

Proteomic Unit (PROBE)

Nasjonalt og regionalt senter for proteinanalyse. Tilbyr massespektrometri som verktøy for rask identifisering og karakterisering av proteiner, med vekt på protein-protein interaksjoner og post-translasjonelle modifikasjoner.

4.2 Annen relevant forskningsinfrastruktur

Forskere ved UiB har tilgang til en rekke infrastrukturer både internt ved UiB og i samarbeid med randsonen. Listen under er ikke uttømmende, men en oversikt over noen relevante infrastrukturer.

- UiB eier og drifter en marin forskningsstasjon på Espegrend hvor det er lagt til rette for å gjøre forsøk fra mikro- til mesoskala både i vann og på land. Denne stasjonen er også utstyrt med basis laboratoriebygg og boenheter.
- Sammen med Sarsia eier UiB Industrilaboratoriet (ILAB) som er et moderne marint forskningslaboratorium. ILAB sitt oppdrag er å bidra til en bærekraftig matforsyning av førsteklasses marine råvarer ved å legge til rette for marinbiologisk forskning i verdensklasse, samt å drifte høykvalitets forskningsfasiliteter for UiB.

- Sars senteret (Uni Research) har et stort akvariesystem som benyttes til transgene sebrafisk med særlig fokus på genetiske studier av nervekretser og atferd. Et lignende (noe mindre) sebrafiskanlegg driftes av BIO og MBI.
- Sammen med Havforskningsinstituttet eier UiB flere forskningsfartøy og har tilgang til ROV.
- MBI drifter en tradisjonell DNA-sekvenseringsfasilitet som betjener både UiB og andre life science-miljøer i Bergen.
- Laboratoriebygget ved Haukeland universitetssykehus ble åpnet i 2010 og er et samarbeid mellom UiB og helseforetaket. Bygget har en rekke fasiliteter knyttet til biomedisinsk forskning.
- Ved Institutt for fysikk og teknologi er det bygget opp et nanostrukturlaboratorium, hvor man blant annet kan bygge mikroelektroniske instrumenter. Heliumatommikroskopet ved nanostrukturlaboratoriet er gunstig å bruke på biologisk materiale på grunn av liten vekselvirkning med materialet. Innen fagområdet nanovitenskap har vi fire forskningsretninger ved UiB: (i) Nano basis, med forskning innen basalfagene fysikk og kjemi (ii) Nano bio, med prosjekter innen biologi og biomedisin (iii) Nano prosess, med prosjekter innen prosess teknologi og (iv) Nano etikk, med fokus på etiske spørsmål knyttet til nanoteknologi.

5. Hvordan styrke forskning innen life science?

MN-fakultetet har en svært bred forskningsportefølje hvor deler av den forskning vi driver ligger direkte inn mot life science, men hvor vi også har store grupper som har forskningsaktivitet som er mer perifer i forhold til life science. Et viktig grep på veien framover blir å utnytte både MN-fakultetets og UiB sin faglige bredde bedre. Dette vil også fordre til initiativ fra forskerne selv (bottom-up prosess) og samtidig gi muligheter for en bred og sterk disiplinforankring. For at vi skal lykkes med en slik satsing er det helt nødvendig med noen faglig sterke spydspisser i miljøet samtidig som avansert vitenskapelig utstyr og forskningsinfrastruktur er på plass.

Marin forskning er et satsingsområde ved UiB og et område hvor MN-fakultetet har utstrakt forskningsaktivitet, sterke forskningsgrupper og omfattende infrastruktur. Marin forskning er en viktig del av UiB sin internasjonale identitet og forskningsmiljøene ved MN-fakultetet har lange tradisjoner og høy ekspertise innen fiskebiologi, akvakultur og fiskehelse.

Innen medisinsk og biomedisinsk forskning har MN-fakultetet etablerte samarbeid med forskningsgrupper på MOF, og arbeidsgruppen anser mulighetene for å etablere ytterligere konvergens på tvers av fakultet og fagfelt som gode. UiB har et nært samarbeid om life science relatert forskning med en rekke institusjoner i randsonen, som UNI Research, Havforskningsinstituttet, Haukeland universitetssykehus og NIFES. En felles plattform for tverrfaglig samarbeid innen life science vil være et utmerket utgangspunkt for å inkludere randsonen og andre life science orienterte institusjoner nasjonalt og internasjonalt. Det vil bli viktig å identifisere konkrete muligheter for satsinger innen life science både innen marin forskning og biomedisinsk forskning.

Nasjonalt er det opprettet store populasjonsbaserte databaser og biobanker som spenner over hele vårt langstrakte land fra tempererte områder i sør til arktiske områder i nord. Det er viktig å få en best mulig utnyttelse av dette både med hensyn til epidemiologisk forskning og etablering og opprettholdelse av biobanker. Dette krever oppbygning av infrastruktur som kan muliggjøre utnyttelse av dataene, sikre vedlikehold og utvikle nye registre. Høy kompetanse innen bioinformatikk og beregningsbasert biologi er derfor helt essensielt for at vi skal kunne opprettholde et høyt faglig nivå og være internasjonalt ledende innen forskning på dette området. Innen biologi, bioteknologi og medisin er utviklingen så rask at infrastruktur fort blir utdatert i forhold til de krav som forskningen stiller. Nødvendig fagkompetanse i kombinasjon med analyse av life science relaterte data har blitt en flaskehals for optimal bruk av de produserte dataene.

Molekylær biovitenskap ligger til grunn for en rekke sentrale problemstillinger innen life science og her er det store muligheter for å oppnå synergi mellom fagmiljø og få fram nye faglige prioriteringer på tvers av forskningsgrupper og institutter. I arbeidsgruppen er det på bakgrunn av dette utarbeidet forslag til en egen strategisk satsing innen molekylær biovitenskap. Med en strategisk satsing innen dette fagområdet vil MN-fakultetet kunne mobilisere sterke fagmiljø for å bygge tverrfaglig forskning og utdanning i grenselandet mellom molekylær, strukturell, systembasert og beregningsbasert biovitenskap for bruk innen funksjonelle spørsmål knyttet til informasjonsflyt og reguleringsmekanismer i biologiske systemer. Molekylær biovitenskap ved MN-fakultetet er biovitenskap i bred betydning og tar høyde for de mange nye konseptuelle og teknologiske utviklingstrekk innen biovitenskap som nå trer fram i grenseflaten mellom biologi og kjemi, fysikk og teknologi, geologi, beregningsvitenskap og matematikk. Det er bred og internasjonal anerkjennelse for at molekylær biovitenskap er et viktig lokomotiv som driver og leder an i de fleste områder innen moderne biologi og vil fortsette å gjøre dette i overskuelig framtid.⁹

6. Molekylær biovitenskap – Forslag om et strategisk satsingsområde innen life science

6.1 Introduksjon og avgrensning

En av grunnene til at molekylær biovitenskap har så stor gjennomslagskraft i moderne biologi ligger i fagets evne til å belyse spørsmål på alle nivå av kompleksitet i naturen, fra atomer, via molekyler, organeller, celler, vev og organer, organismer, populasjoner, og også økosystemer. Det stadig voksende omfang av nye teknologier kan bygge bro mellom ulike nivåer av kompleksitet og gjøre det mulig og utforske de minste molekylære detaljer så vel som dynamikk i systemer og emergente egenskaper på høyere nivå. Bioinformatikk og

⁹ Biofagevalueringen, 2011, Executive report p7.

matematiske beregninger på systemnivå bidrar essensielt til denne utviklingen som i økende grad baserer seg på integrative tilnærminger. I tillegg til deres enorme styrke i å bringe ny innsikt basert på eksperimentelle data, er de også i ferd med å bli en drivkraft i utforming av nye retninger i forskningen og i å identifisere hittil ukjente grunnleggende biologiske spørsmål. Mens modellering også i økende grad representerer en effektiv og realistisk tilnærming, vil molekylær biovitenskap også ha stor nytte av den raske og slagkraftige utviklingen i komparativ- og evolusjonsbiologi. Vi ser også en hurtig vekst i nye teknologier som springer ut fra og er i grenseflaten til molekylær biovitenskap slik som for eksempel syntetisk biologi, nanobiologi og vevs- og organeteknologi. Denne interdisiplinære utviklingen er nå i ferd med å fremstå som et nytt paradigme for biovitenskap, kalt konvergens.

De generelle prinsipper for hvordan levende systemer fungerer er velkjent og funnet å være universelle for alle organismer. Det er derimot lite kjent hvordan forskjellige nivåer av kompleksitet er organisert og opprettholdt. Nøkkelen til å forstå disse forskjellene ligger i regulering av biologiske prosesser og overføring av informasjon mellom celler, vev, organismer; hvordan organismer i et økosystem samvirker, hvordan signalveier i ulike celler og vev kommuniserer, ned til de molekylære mekanismer for genregulering i den enkelte celle. Siden molekylær biovitenskap allerede er et enormt og fortsatt voksende forskningsfelt, foreslås det at MN-fakultetets strategi for molekylær biovitenskap blir fokusert omkring temaet: informasjonsflyt og regulatoriske mekanismer i biologiske systemer.

Det er essensielt at informasjonsflyt her skal forstås i vid forstand, og ikke bare være begrenset til informasjonsflyt fra gener til RNA og protein, men inkludere alle typer molekylære interaksjoner og kommunikasjon i biologiske systemer på alle nivåer av kompleksitet og deres relasjon til miljøet. Tilsvarende reguleringsmekanismer er de mekanismer som styrer og modulerer informasjonsflyten. Dette vil gi rom for en dypere forståelse av en rekke spørsmål som hvordan post-translasjonelle modifikasjoner regulerer og modulerer proteinenes funksjon og samspill, hvor ytre og indre signaler bidrar til genregulering, hvordan signaler innen og mellom cellene bidrar til riktig funksjon av vev, organer og organismer. Viktig innsikt kan også oppnås gjennom vurdering av hvordan regulatoriske prosesser endres når man sammenligner normal utvikling og fysiologi med patogenese og sykdomsutvikling, eller hvordan de regulatoriske modulene forandres og dermed fører til et fascinerende utvalg av ulike biologisk evolusjonære utfall. En slik tilnærming er også gyldig, og blir stadig mer benyttet for å forstå hvordan organismer i et økosystem samhandler.

6.2 Overordnet målsetting

For å oppnå MN-fakultetets ambisjoner og mål for fremtidige satsinger innen life science, er premissene for denne satsingen basert på biomolekylene som sentrale element. På denne måten vil strategien omfatte molekylær-, strukturell-, systembasert- og beregningsorientert biovitenskap. En slik satsing vil videre kunne involvere, mobilisere og forplikte sterke fagmiljøer på tvers av forskningsgrupper og institutter.

Innenfor en bredere definisjon av biovitenskapen har MN-fakultetet stor aktivitet og har gjort store investeringer i infrastruktur og forskningsaktivitet rettet mot en økt forståelse av marine biologiske systemer. Dette er et område hvor MN-fakultetet og UiB har en sterk internasjonal identitet, og den foreslåtte satsingen innen molekylær biovitenskap er konsistent med videreutvikling og styrking av denne identiteten på den internasjonale arena. Den foreslåtte satsingen innen molekylær biovitenskap tar sikte på å oppnå en lignende suksess, og vil tjene til å støtte og spille sammen med den fremtidige utviklingen i marine fag. På samme måte mener vi at denne satsingen også vil være gunstig for å stimulere til tettere samarbeid innen biomedisinsk forskning ved UiB som er den andre noden innen biovitenskapelig forskning ved vårt universitet. Det foreslåtte fokus og omfang innen denne strategien vil kunne fungere som en utmerket plattform for å samle kompetansen innen biovitenskap ved UiB i tillegg til andre aktører i regionen.

Viktige virkemidler for å oppnå dette er

- Utvikle tverrfaglige og fokuserte forskningsprogrammer som er konkurransedyktige både nasjonalt og internasjonalt.
- Utvikle et parallelt forskningsbasert utdanningstilbud.
- Styrke lokale, nasjonale og internasjonale samarbeidspartnere.

Et kjennetegn på at satsingen blir vellykket vil være at minst ett miljø innen satsingen kommer i posisjon til å konkurrere om status Senter for fremragende forskning.

6.3 Faglig ledelse

For at en satsing innen molekylær biovitenskap skal bli vellykket er det helt nødvendig at det er en sterk faglig ledelse på tvers av instituttgrenser, for eksempel ved å etablere en ledergruppe bestående av sentrale fagpersoner fra de aktuelle instituttene. Det vil ikke være tilstrekkelig å styrke lederskapet på hvert enkelt institutt da molekylær biovitenskap omfatter aktiviteten ved flere institutt. Det kan også være behov for å opprette en Scientific Advisory Committee med eksterne fagpersoner.

7. Molekylær biovitenskap utdanning ved MN-fakultetet

Det blir i dag gitt disiplinbasert utdanning ved både MN- fakultetet og MOF der tema er relatert til life science. Det bør derfor settes ned et utvalg som går gjennom fakultetenes kursporteføljer for å vurdere utviklingen av nye undervisningsprogram på bachelor-, master- og ph.d.- nivå som dermed kan sikre en tverrfaglig tilnærming til life science fagområdet. Nye studieprogram må være godt forankret i alle instituttene som bidrar med undervisning innen life science, slik at man sikrer en god og bred utdanning, inkludert mulighet for spesialisering innen utvalgte satsingsområder som molekylær biovitenskap.

8. Konklusjon

Alle instituttene ved MN-fakultetet har forskningsaktivitet relatert til life science og denne store bredden og kompetansen kan bidra til synergi og til å løfte frem satsingsområder hvor fakultetet har et komparativt fortrinn. Arbeidsgruppen har lagt vekt på å danne seg en oversikt over den life science relaterte forskningen som finnes ved fakultetet og å se på hvordan man kan danne grunnlag for økt synergi innen fagfeltet. Arbeidsgruppen presenterer en konkret satsing innen molekylær biovitenskap, hvor fakultetet har sterke fagmiljø og mulighet for økt og mer koordinert aktivitet. Dette vil kreve en faglig ledelse på tvers av institutter og en gjennomgang av fakultetets utdanning på området, fortrinnsvis i samarbeid med MOF.

En vellykket satsing innen molekylær biovitenskap som involverer, mobiliserer og forplikter sterke fagmiljøer på tvers av forskningsgrupper og institutter vil gi ny kunnskap og løsninger på problemer som har betydning for noen av biologiens store spørsmål.