

UNIVERSITETET I BERGEN

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Arkivkode:

Saksnr.: 2016/11518

Fakultetsstyresak: **31**

Møte: 15. juni 2017

STRATEGISK UTVIKLINGSOMRÅDE MOLEKYLÆR LIVSVITENSKAP INKL. BIOINFORMATIKK – ANBEFALINGER FRA EN ARBEIDSGRUPPE

Det vises til sak 83/2016, *Strategisk utviklingsområde: molekylær livsvitenskap ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet* som ble behandlet i fakultetsstyremøtet 3. november 2016. Saken gir bakgrunn for oppnevningen av arbeidsgruppen, føringer for utforming av arbeidsgruppens mandat og oppnevning av leder for arbeidet.

Arbeidsgruppen ble oppnevnt 27. januar 2017 med følgende sammensetning:

- Professor Mathias Ziegler, Instituttleder, Molekylærbiologisk institutt (leder)
- Professor Bengt Erik Haug, Kjemisk institutt
- Professor Kari Fladmark, Molekylærbiologisk institutt
- Forsker Steffen Leth Jørgensen, Senter for geobiologi og Institutt for geovitenskap
- Forsker Eivind Valen, Institutt for informatikk, CBU og Sars-senteret

Seniorrådgiver Kari Nordvik har vært gruppens sekretær

Arbeidsgruppens mandat:

«Gruppen skal utrede hvilken faglig innretning det strategiske utviklingsområdet Molekylær livsvitenskap inkl. bioinformatikk bør ha på kortere og lengre sikt for å skape styrke og utvikling framover, med særlig fokus på:

- Å identifisere de områdene innen eksperimentell molekylærbiologi som bør særlig styrkes og utvikles for å videreutvikle aktivitetene i forskning og utdanning.
- Hvordan den faglige aktiviteten innen den eksperimentelle molekylære livsvitenskapen kan struktureres og støttes på tvers av fagmiljø for å utnytte det store potensialet som ligger i samspillet med beregningsbiologien ved fakultetet.
- Hvordan faget over tid kan utvikle relevans og muligheter i en mer teknologisk retning relatert til strategiske satsinger ved MN-fakultetet.
- Å identifisere og beskrive den faglige profilen for en ny fast vitenskapelig stilling inn mot molekylærbiologi

Forslag til faglig innretning for molekylær livsvitenskap må være basert både på eksisterende ressurser og satsingen på bioinformatikk nevnt over, samt medvirke til en styrking som gjør fakultetet i stand til å fylle og videreutvikle de utdannings- og forskningsoppgaver faget bør svare på framover ved vår institusjon.

Fakultetet ber om at gruppen i sitt arbeid har en aktiv dialog med relevante fagmiljø utenfor fakultetet om en felles innsats for å oppnå størst mulig grad av faglig synergi.»

Arbeidsgruppen har hatt seks møter. I tillegg har arbeidsgruppens medlemmer gjennomført samtaler med enkeltforskere ved relevante institutt og enheter ved UiB. Fakultetsstyret er holdt orientert om arbeidsgruppens arbeid ved muntlig orientering i møte 4. mai 2017.

Arbeidsgruppen leverte sin innstilling 2. juni 2017, med blant annet følgende anbefalinger:

Den raske utviklingen innen molekylær livsvitenskap samt dens multidisiplinære natur stiller store krav til fagmiljø og utdanningsprogram, på tvers av instituttgrenser, og med god forankring i basale molekylære prinsipper og metoder. Samtidig genereres det svært store datamengder som krever evne og kapasitet for nyttiggjørelse. De som lykkes med å utnytte de mulighetene som ligger i en tett kobling mellom eksperimentell molekylær livsvitenskap, bioinformatikk og beregningsvitenskap for øvrig, vil dermed ha et viktig fortrinn både på den internasjonale forskningsarena og i etablering av samarbeid nasjonalt. Arbeidsgruppen har identifisert tre områder hvor fakultetet har særlig gode forutsetninger for å bygge sterke tverrfaglige miljøer, basert på eksisterende kompetanse ved fakultet og i samhandling med andre fagmiljøer ved UiB og eksternt. De tre områdene er:

- i) Funksjonell genomikk
- ii) Metabolomikk
- iii) Molekylær cellebiologi og avbildning

Arbeidsgruppen anbefaler å arbeide videre med å etablere forpliktende tverrfaglige samarbeid innen disse tre områdene.

Forskning og utdanning av høy kvalitet krever tilgang til relevant og oppdatert infrastruktur. Det finnes i dag omfattende infrastruktur knyttet til molekylær livsvitenskap ved MN-fakultetet, og arbeidsgruppen foreslår å etablere en felles organisering av infrastruktur på tvers av instituttene. Dette for å bidra til bedre utnyttelse av eksisterende infrastruktur, samarbeid om drift og innkjøp samt bedre nyttiggjørelse av kompetanse knyttet til instrumentering.

Arbeidsgruppen anbefaler at den faglige innretningen for en ny fast vitenskapelig stilling innen molekylærbiologi knyttes til ett av de tre områdene over, og at erfaring fra tverrfaglig samarbeid vektlegges i utlysning av stillingen.

VEDTAK

Fakultetsstyret takker arbeidsgruppen for viktige innspill knyttet til videreutvikling av fakultetets utviklingsområde *molekylær livsvitenskap, inkludert bioinformatikk*. Fakultetsstyret tar innstillingen til orientering, og ber fakultetsledelsen om å legge fram en konkret plan for oppfølging i løpet av høsten 2017.

6. juni 2017/KANO

Elisabeth Müller Lysebo
fakultetsdirektør

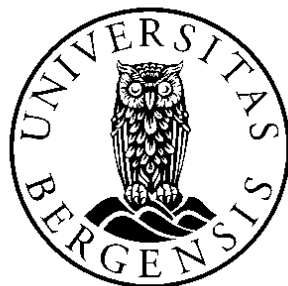
Vedlegg

1. Rapport fra arbeidsgruppe Molekylær livsvitenskap inkl. bioinformatikk

Strategisk
utviklingsområde:
Molekylær
livsvitenskap inkl.
bioinformatikk

2. Juni 2017

Rapport fra arbeidsgruppe ved Det matematisk-
naturvitenskapelige fakultet, UiB



Innhold

1. Innledning.....	2
2. Oppsummering og anbefalinger.....	3
3. Mandat og arbeidsgruppens sammensetning.....	3
4. Definisjon, tolking av mandatet og gruppens arbeid	4
5. Vitenskapelig kompetanse og profil.....	4
6. Fremtidsrettet utvikling av eksperimentell molekylær livsvitenskap	6
6.1 Tre vitenskapelige områder med særlig potensiale	7
6.1.1. Funksjonell genomikk (fra nye gener til nye funksjoner)	7
6.1.2 Metabolomikk	7
6.1.3 Molekylær cellebiologi og avbildning.....	8
6.2 Samspillet med beregningsvitenskapen.....	9
6.3 Utdanning	9
7. Virkemidler og organisering for å oppnå samarbeid og synergier	9
Appendiks.....	11

1. Innledning

Molekylær livsvitenskap er inne i en gullalder. Oppdagelsene som daglig blir gjort innen molekylærbiologi har potensiale til å endre på livets byggesteiner, kurere sykdommer, skape kunstig liv, omprogrammere bakterier til å rense oljesøl og forlenge livet. Det er nå relativt enkelt å endre vårt DNA, noe som åpner for helt fundamentale spørsmål om vår arts fremtid og hva det vil si å være menneske. Betydningen og ringvirkningene av fremskritt som blir gjort innen dette fagfeltet er nesten umulig å overdrive.

Utgangspunktet for denne revolusjonen er at vår forståelse av hvordan levende systemer fungerer på et molekylært nivå har økt dramatisk de siste 50 årene. Ved å integrere metoder fra en rekke disipliner har molekylærbiologien åpnet for å forstå liv på et helt grunnleggende nivå. Potensialet er bare så vidt utforsket og store muligheter ligger åpne for forskere med visjoner. Foruten kunnskap gir molekylærbiologien oss også verktøy til å møte noen av samfunnets største utfordringer som for eksempel å optimere fødevarer for å sikre mat til hele jordas befolkning og å finne løsninger for å møte de raskt økende tilfeller av antibiotikaresistens.

Sentrale målsettinger for fakultetets¹ og UiBs strategi² er å bidra til å løse store samfunnsutfordringer og møte behovet for omstilling gjennom samarbeid på tvers av fag og disipliner. UiB sin satsing på molekylær livsvitenskap har særlig vært knyttet til Sars International Centre for Marine Molecular Biology (Sars-senteret), større infrastruktur og Computational Biology Unit (CBU), senest nå gjennom en tverrfaglig bioinformatiksatsing godt hjulpet av Bergens forskningsstiftelse (BFS). Ved MN-fakultetet ble livsvitenskap som fagområde gjennomgått av en egen arbeidsgruppe som leverte sine anbefalinger 13. august 2012³. Hovedanbefalingen fra gruppen var å arbeide videre med å konkretisere en mulig satsing inn mot molekylær biovitenskap. Dette er fulgt opp i fakultetets strategi for 2016-2022, hvor molekylær livsvitenskap inkl. bioinformatikk er definert som ett av fakultetets strategiske utviklingsområder, som i løpet av planperioden skal utvikles gjennom sterkere tverrfaglig samarbeid internt og med andre fakultet og eksterne partnere.

Molekylær livsvitenskap er en driver innen moderne biologi og medisin, og MN-fakultetet kan og bør styrke sin aktivitet og synlighet innen området. Sterke fagmiljø innen molekylær livsvitenskap vil gi ringvirkninger langt utover grunnforskning innen fagområdet, med konsekvenser blant annet for marin forskning og medisinske miljø som er tunge brukere av metoder og kunnskap fra molekylærbiologi.

¹ <http://www.uib.no/matnat/95205/dypere-innsikt-felles-innsats-sterkere-innflytelse>

² <http://ekstern.filer.uib.no/ledelse/strategi.pdf>

³ <http://www.uib.no/matnat/strategi/83076/arkiv-strategiske-utviklingsomr%C3%A5der-innspill-til-strategiprosessen>

2. Oppsummering og anbefalinger

Den raske utviklingen innen molekylær livsvitenskap samt dens multidisiplinære natur stiller store krav til fagmiljø og utdanningsprogram, på tvers av instituttgrenser, og med god forankring i basale molekylære prinsipper og metoder. Samtidig genereres det svært store datamengder som krever evne og kapasitet for nyttiggjørelse. De som lykkes med å utnytte de mulighetene som ligger i en tett kobling mellom eksperimentell molekylær livsvitenskap, bioinformatikk og beregningsvitenskap for øvrig, vil dermed ha et viktig fortrinn både på den internasjonale forskningsarena og i etablering av samarbeid nasjonalt. Arbeidsgruppen har identifisert tre områder hvor fakultetet har særlig gode forutsetninger for å bygge sterke tverrfaglige miljø, basert på eksisterende kompetanse ved fakultetet og i samhandling med andre fagmiljø ved UiB og eksternt. De tre områdene er:

- i) Funksjonell genomikk
- ii) Metabolomikk
- iii) Molekylær cellebiologi og avbildning⁴

Arbeidsgruppen anbefaler å arbeide videre med å etablere forpliktende tverrfaglige samarbeid innen disse tre områdene.

Forskning og utdanning av høy kvalitet krever tilgang til relevant og oppdatert infrastruktur. Det finnes i dag omfattende infrastruktur knyttet til molekylær livsvitenskap ved MN-fakultetet, og arbeidsgruppen foreslår å etablere en felles organisering av infrastruktur på tvers av instituttene. Dette for å bidra til bedre utnyttelse av eksisterende infrastruktur, samarbeid om drift og innkjøp samt bedre nyttiggjørelse av kompetanse knyttet til instrumentering.

Arbeidsgruppen anbefaler at den faglige innretningen for en ny fast vitenskapelig stilling innen molekylærbiologi knyttes til ett av de tre områdene over, og at erfaring fra tverrfaglig samarbeid vektlegges i utlysning av stillingen.

3. Mandat og arbeidsgruppens sammensetning

Gruppen skal utrede hvilken faglig innretning det strategiske utviklingsområdet Molekylær livsvitenskap inkl. bioinformatikk bør ha på kortere og lengre sikt for å skape styrke og utvikling framover, med særlig fokus på:

- Å identifisere de områdene innen eksperimentell molekylærbiologi som bør særlig styrkes og utvikles for å videreutvikle aktivitetene i forskning og utdanning.
- Hvordan den faglige aktiviteten innen den eksperimentelle molekylære livsvitenskapen kan struktureres og støttes på tvers av fagmiljø for å utnytte det store potensialet som ligger i samspillet med beregningsbiologien ved fakultetet.
- Hvordan faget over tid kan utvikle relevans og muligheter i en mer teknologisk retning relatert til strategiske satsinger ved MN-fakultetet.
- Å identifisere og beskrive den faglige profilen for en ny fast vitenskapelig stilling inn mot molekylærbiologi

Forslag til faglig innretning for molekylær livsvitenskap må være basert både på eksisterende ressurser og den pågående satsingen på bioinformatikk, samt medvirke til en styrking som gjør fakultetet i stand til å fylle og videreutvikle de utdannings- og forskningsoppgaver faget bør svare på framover ved vår institusjon.

⁴ Imaging

Fakultetet ber om at gruppen i sitt arbeid har en aktiv dialog med relevante fagmiljø utenfor fakultetet om en felles innsats for å oppnå størst mulig grad av faglig synergi.

Arbeidsgruppens sammensetning

- Professor Mathias Ziegler, Instituttleder, Molekylærbiologisk institutt (leder)
- Professor Bengt Erik Haug, Kjemisk institutt
- Professor Kari Fladmark, Molekylærbiologisk institutt
- Forsker⁵ Steffen Leth Jørgensen, Senter for geobiologi og Institutt for geovitenskap
- Forsker⁶ Eivind Valen, Institutt for informatikk, CBU og Sars-senteret

Kari Nordvik (Seniorrådgiver, MN-fakultetet) har vært gruppens sekretær

4. Definisjon, tolking av mandatet og gruppens arbeid

Arbeidsgruppen avgrensner molekylær livsvitenskap til *forskning som har som mål å forstå biologiske prosesser på et molekylært nivå*. Dette gir en avgrensning mot endel miljø som benytter molekylærbiologiske metoder og/eller drar nytte av et sterkt molekylærbiologisk miljø, men ikke selv i vesentlig grad bidrar til utvikling av feltet.

Arbeidsgruppen har hatt seks møter. I tillegg har arbeidsgruppemedlemmer gjennomført samtaler med enkeltforskere ved Institutt for biologi (inkl. Sea Lice Research Centre (SLRC)⁷), Institutt for biomedisin og Sars-senteret. Arbeidsgruppen har lagt vekt på å identifisere fagområder hvor fakultetet har særlig vitenskapelig eller teknologisk styrke og å foreslå mekanismer som kan bidra til å bygge gode fagmiljøer på tvers av fagdisipliner. I tråd med mandatet har arbeidsgruppen også fokusert på samarbeid med bioinformatikk, og har (der det er relevant) inkludert kompetanse ved samarbeidende enheter ved UiB (Sars-senteret og Det medisinsk-odontologiske fakultet (MOF)). Arbeidsgruppen fokuserer på virkemidler og muligheter som kan iverksettes umiddelbart og som har potensiale til å styrke fagområdet på lengre sikt. Kartlegging av det samlede eksisterende fagmiljø har ikke vært del av arbeidsgruppens mandat og det vises derfor til rapporten fra arbeidsgruppe Life Science (2012) for mer utfyllende informasjon om aktivitet knyttet til livsvitenskap.

5. Vitenskapelig kompetanse og profil

Molekylær livsvitenskap, med den definisjon av fagområdet som arbeidsgruppen har lagt til grunn, inkluderer en rekke fagmiljø på tvers av institutt- og fakultetsgrenser, og er særlig knyttet til MN-fakultetet, Institutt for biomedisin ved MOF og Sars-senteret. Viktige eksterne samarbeidspartnere inkluderer Uni Research, Haukeland universitetssykehus (HUS) og Havforskningsinstituttet. Fagmiljøene under vurderes av arbeidsgruppen som særlig viktige for utvikling av molekylær livsvitenskap ved vårt fakultet, i tett samhandling med fagmiljø innen tilgrensende fagfelt, samt samarbeidspartnere ved UiB og eksternt.

⁵ BFS rekrutteringsprogram

⁶ BFS rekrutteringsprogram

⁷ Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI)

Marin mikrobiologi (K.G. Jebsen senter for dyphavsforskning og BIO)

Ved Senter for geobiologi og K.G. Jebsen senter for dyphavsforskning er det etablert tung kompetanse innen analyse av metagenome data, inkludert *de novo* genomsamling og genprediksjon. Denne kompetansen gjør oss i stand til å være i forskningsfronten på utforskning av marine virus, karakterisering av dyp-marin biosfære og bidrar også til at vi er attraktive partnere i prosjekter innen bioprospektering. Dette er bekreftet gjennom flere storskala internasjonale prosjekter som Horisont2020 prosjektene Virus-X, SponGES og INMARE, samt NorZymeD finansiert av Forskningsrådet.

Utviklingsbiologi og dyremodeller (BIO, MBI)

Utviklingsbiologi er et tverrfaglig forskningsfelt, der eksperimentell forskning med bruk av molekylærbiologiske og fysiologiske metoder er tett koblet til bioinformatiske analyser. BIO og Sars-senteret har særlig sterke fagmiljø innen utviklingsbiologi. Sebrafisk blir brukt som dyremodell av forskningsgrupper både ved BIO, MBI, og Sars-senteret. Fokus er på molekylær utviklingsbiologi (også rettet mot akvakultur), basale cellebiologiske mekanismer og sykdomsrelevans. Sars-senteret har i tillegg flere veletablerte marine evertebratmodeller for molekylær utviklingsbiologi og SLRC har en parasitt/vertsmoell som er etterspurt.

Struktur-funksjon analyser av proteiner (MBI, KI)

Proteiner er grunnlaget for alle molekylære prosesser i levende systemer. Ett av MBI sine viktigste kompetanseområder har vært produksjon og opprensing av rekombinante proteiner i tillegg til teknikker for å karakterisere struktur og funksjon til proteiner. Teknikkene muliggjør blant annet studier av i) enzymaktivitet ii) interaksjon med andre makromolekyler eller ligander iii) post-translasjonelle modifikasjoner og iv) tredimensjonale strukturer ved hjelp av NMR. Dette er kompetanse som også er sterk ved KI, med utgangspunkt i den nasjonale NMR plattformen. Videre er cellebaserte assays tilgjengelig for å bestemme intracellulær lokalisering eller regulatoriske funksjoner. I tillegg til noe kompetanseoverlapp med Institutt for biomedisin ved MOF, er det også klare synergier med samme institutt knyttet til deres styrke innen proteinkrystallisering og røntgenstrukturanalyse. Det er sterke koblinger til CBU når det gjelder simulering av proteiners molekylære dynamikk, særlig deres interaksjon med biologiske membraner.

Bioanalytiske metoder (KI, MBI, BIO, MI, IFT)

Flere forskergrupper ved fakultetet har bred kompetanse innen kvalitativ og kvantitativ analyse, særlig innen strukturoppklaring av komplekse naturprodukter ved bruk av NMR spektroskopi. Dette inkluderer et sterkt miljø innen biokjemometri (analytisk kjemi kombinert med bioinformatikk) der multivariat dataanalyse er et viktig verktøy. Det finnes betydelig kompetanse innen analyse av små molekyler knyttet til metabolitt målinger (relevant for metabolomikk) ved både KI og MBI, og ved Senter for geobiologi er det bygget opp kompetanse innen kvantitativ genomikk, metagenomikk og sekvenseringsteknologier. Sars-senteret har svært gode mikroskopifasiliteter for avbildning og i tillegg finnes høyst relevant elektronmikroskop-instrumentering ved både Elektronmikroskopisk felleslaboratorium ved MN-fakultetet og The Molecular Imaging Centre (MIC) ved MOF. Fagmiljø ved MI har kompetanse og samarbeid med medisinske fagmiljø innen billedbehandling og ved IFT finnes det mer teknologisk rettet kompetanse innen medisinsk billeddiagnostikk (detektorteknologi, dataanalyse, modellering og tomografisk avbildning).

Fiskehelse og miljøtoksikologi (BIO, SLRC)

Innen fiskehelse fokuseres det særlig på karakterisering av patogener (virus, bakterier og parasitter) i fisk, spesielt relatert til sykdommer i akvakultur, samt immunologi. Aktiviteten inkluderer genomsekvensering av parasitter og virus, og utvikling av egne bioinformatiske analyser for å skille vert/virus genom, og karakterisering av immunrespons og immunceller.

Ved SLRC arbeider man spesifikt inn mot lakselus og lakselus-relaterte parasitter, for å utvikle kunnskap om parasittens molekylære biologi og parasitt/vert interaksjoner. Hovedmålet med senteret er å utvikle metoder for bekjempelse og bedre kontroll av parasitten i akvakultur, herunder mulige mål for en fremtidig vaksine samt mulighetene knyttet til bruk av RNA-interferens (RNAi) - basert nedregulering i lakselus. SLRC involverer fagmiljø ved flere institutt (BIO, MBI, II og MI), og tett samarbeid mellom den eksperimentelle aktiviteten (BIO og MBI), bioinformatikk (II) og matematisk modellering knyttet til dynamiske systemer (MI).

Miljøtoksikologigruppen arbeider særlig med molekylære tilpasninger hos marine organismer til håndtering av og forsvar mot giftige stoffer, og har blant annet tett samarbeid med fagmiljø innen bioinformatikk og matematikk.

Kjemisk syntese (KI)

Fakultetet har et aktivt forskningsmiljø innen kjemisk syntese, der fremstilling av organiske molekyler som er relevant for molekylær livsvitenskap har en sentral rolle. Gruppen har særlig arbeidet med utvikling av nye syntesemetoder, prosessoptimering, flyt-kjemi og kjemisk fremstilling av biologisk aktive peptider. Gruppen jobber også med fremstilling av flere ulike klasser av marine naturprodukter der nye syntesemetoder og undersøkelse av struktur-aktivitetssammenhenger er sentralt. Gruppen har tilknytning til Senter for farmasi (organisert under Klinisk institutt 2 (K2)) og PET-senteret ved HUS.

Bioinformatikk (II)

Bioinformatikkmiljøet ved UiB er sentrert rundt CBU som består av kjernegrupper med tilknytning til ulike institutter. Foruten disse er det flere grupper med tilknytning til CBU som knyttes sammen av Bioinformatikk i Bergen (BiB) nettverket. Miljøet i Bergen er godt organisert og trolig det ledende bioinformatikkmiljøet i Norge. Fagmiljøet arbeider med å utvikle metoder og program som kan bidra til å løse molekylærbiologiske problemstillinger, inkludert analyse av DNA- og protein-sekvenser og -strukturer og funksjonell genomforskning. CBU har prosjektsamarbeid på tvers av flere ulike institutter og sentre, f.eks. med MBI om proteininteraksjoner, med Sars-senteret om mikropeptider, med SLRC og med K2 om genetiske assosiasjonsstudier.

6. Fremtidsrettet utvikling av eksperimentell molekylær livsvitenskap

Som vist i kapittel 5 har fakultetet en rekke sterke og til dels unike kompetanser innen molekylær livsvitenskap. Samtidig ser arbeidsgruppen at miljøene har varierende grad av kjennskap til hverandres kompetanse og metoder. Gjennom å samle eksisterende kompetanse/fagmiljø rundt enkelte tematiske områder der vi har særlig stort potensiale, vil vi kunne oppnå bredere samarbeidsflater og større faglig mobilisering enn hvert enkelt miljø klarer alene. Det vil kunne bidra til ytterligere utvikling av sterke og internasjonalt attraktive fagmiljø. Kompetanse og infrastruktur innen beregningsvitenskap og bioinformatikk er allerede et stort fortrinn ved UiB, men kan utnyttes enda bedre gjennom tettere samarbeid på tvers av eksisterende enheter.

Fakultetet har investert betydelig i infrastruktur som er viktig for molekylær livsvitenskap de senere årene, og leder i dag to svært sentrale nasjonale infrastrukturer; ELIXIR og NNP. God utnyttelse av eksisterende infrastruktur vil være et konkurransefortrinn og bidra til bedre muligheter for reinvesteringer. Fremtidsrettet organisering av infrastruktur er viktig og må vektlegges i en videre satsing på molekylær livsvitenskap. Det planlagte Entek bygget vil være et sentralt bidrag for å videreutvikle fagområdet også i en mer teknologisk retning.

6.1 Tre vitenskapelige områder med særlig potensiale

Arbeidsgruppen har identifisert tre områder innen molekylær livsvitenskap, som alle har potensiale til å utvikles til faglige flaggskip ved fakultetet og UiB:

- Funksjonell genomikk
- Metabolomikk
- Molekylær cellebiologi og avbildning

Disse områdene kjennetegnes ved at fakultetet har eksisterende sterke enkeltmiljø, relevant infrastruktur og potensiale for økt samhandling med bioinformatikk og med fagmiljø utenfor vårt fakultet.

6.1.1. Funksjonell genomikk (fra nye gener til nye funksjoner)

To fundamentale aspekter innen funksjonell genomikk er dekket gjennom eksisterende kompetanse ved fakultetet: i) Det oppdages stadig nye gener, for eksempel gjennom metagenomikk fra dypmarine organismer. Disse genene er ofte kun fjernt relatert til kjente gener og deres reelle funksjon predikeres ved bioinformatiske algoritmer. Det er nødvendig å bruke en rekke bioteknologiske og bioanalytiske metoder for å uttrykke disse genene og å verifisere hvilken funksjon de har. ii) Nye teknologier bidrar til at man kan modifisere gener og dermed også modifisere funksjonen til proteiner. Gjennom målrettede eller ikke-målrettede modifikasjoner av proteiner kan nye katalytiske egenskaper med et bredt anvendelsesområde oppnås. Proteiner med nye funksjoner kan finne anvendelse innen, for eksempel fremstilling av finkjemikalier og farmasøytiske preparater, økt biomasseproduksjon, stress-resistens og miljøvennlig avfallshåndtering.

Eksisterende kompetanse:

- 1) Innsamling/tilgang på relevant biologisk materiale (K.G. Jebsen senter for dyphavsforskning, BIO)
- 2) Metagenom konstruksjon, sekvensering og gen-prediksjon (Senter for geobiologi, K.G. Jebsen senter for dyphavsforskning)
- 3) Protein funksjon og karakterisering (Institutt for biomedisin, MBI, KI).
- 4) Screening og gen-ekspresjon (Senter for geobiologi, K.G. Jebsen senter for dyphavsforskning)
- 5) Proteinsyntese og modifikasjon (MBI)

Mye av den nødvendige kompetansen og samarbeidsrelasjoner er etablert gjennom prosjekter. I tillegg er også mye av den nødvendige teknologien og infrastrukturen på plass, enten gjennom større nasjonale plattformer og samarbeid (f.eks. NorCryst og NorStruct) eller internt ved fakultetet.

6.1.2 Metabolomikk

Metabolomikk er et felt i svært rask utvikling med et stort antall applikasjoner knyttet til biomarkører, miljøtoksikologi, sykdomsdiagnostikk og terapeutisk utvikling. Analogt med proteomikk (analyse av proteomer), bestemmer metabolomikk tilstedeværelse og mengde av (relativt) små biomolekyler (metabolitter) i levende systemer. Det er flere tusen metabolitter i hver celle, som

resultat av et stort antall metabolske veier (komplekse systemer av biokjemiske reaksjoner som konverterer for eksempel næringsstoffer for energibærere eller byggesteiner for DNA syntese). Metabolomene er spesifikke for individuelle organismer, vev og celletyper, og gir dermed en helt unik signatur. Enhver forstyrrelse av biologiske system (f.eks. eksponering for miljøgifter) gir endringer i metabolomet som kan påvises og analyseres gjennom metabolomikkstudier. Kompleksiteten i disse undersøkelsene krever godt utviklet arbeidsflyt innen bioinformatikk, noe som inkluderer avansert instrumentering, dataanalyse, og høy kompetanse innen metabolisme. Metabolomikk gir mulighet for oppdagelse og kartlegging av sykdomsspesifikke signaturer i blodet, og slik redusere behovet for vevsprøver. Metabolomikk kan også påvise tidligere eksponering for toksiner eller andre agenter, en tilnærming blant annet brukt i dCod 1.0 prosjektet innen Digitalt Liv programmet⁸. Med utgangspunkt i studier som inkluderer genekspresjonsanalyse og proteomikk (se «funksjonell genomikk»), kan det utvikles matematiske modeller som kan beskrive metabolisme, basert på kunnskap om biokjemiske reaksjoner som er involvert. Disse modellene er blant annet svært nyttige for å bestemme terapeutiske intervensjoner for å motvirke metabolske endringer som følge av sykdom eller toksiner. Utover fagmiljøene som samarbeider i dCod 1.0 prosjektet (BIO, II og MI) er det også aktiviteter innen metabolomikk ved KI og ved MBI, hvor MBI har hovedfokus på spesifikke metabolske veier. Disse aktivitetene er basert på avansert instrumentering og har potensiale til å utvides til analyse av nylig oppdagende mikroorganismer (se eksempel 1 i appendiks), samt til å benyttes innen bioteknologi. Det er behov for å utvikle kompetanse innen metabolsk modellering ved CBU for å støtte opp om den eksperimentelle aktiviteten.

6.1.3 Molekylær cellebiologi og avbildning

Grunnforskning innen molekylær cellebiologi er en grunnpilar i moderne biologi og bidrar til å styrke og støtte også de mer anvendte områdene. Å opprettholde høy kompetanse innen molekylær cellebiologi er derfor viktig ikke bare for de molekylære forskningsmiljøene, men også for store deler av UiBs øvrige biologiske og medisinske relaterte forskning. I dag er molekylær cellebiologi primært aktiviteter ved MBI og ved Sars-senteret, med støtte fra CBU. MBI fokuserer på de rent molekylære aspektene, mens Sars-senteret har et mer generelt cellebiologisk fokus. I tillegg benytter Sars-senteret en rekke molekylære cellebiologiske metoder i studier innen evolusjon og utviklingsbiologi. Områder vi nå er i ferd med å utmerke oss innen er funksjonell analyse av proteiner, deres interaksjoner og modifikasjoner, samt metabolske konsekvenser. Vi har også aktivitet knyttet til RNA biologi, særlig ved CBU.

Fakultetet har tilgang til en rekke modellorganismer gjennom MBI, BIO og Sars-senteret. Dette inkluderer både konvensjonelle og ukonvensjonelle arter og cellelinjer som er viktige for molekylær cellebiologi. Vi har Norges største fasilitet for sebrafisk, en raskt voksende modellorganisme innen biologien, relevant for forskning på vertebrater, og for problemstillinger innen akvakultur.

Forutsetningen for å utvikle et sterkt miljø innen molekylær cellebiologi er i stor grad tilstede, men fagmiljøene er i dag noe fragmentert og mangler gode mekanismer som kan bringe dem sammen. Den eksisterende kompetansen bør i større grad samles og kompetansegap bør dekkes inn. To områder som med fordel kunne styrkes er basal molekylær cellebiologi og single-cell RNA biologi. Innen flow cytometri og avbildning av levende celler finnes det viktig komplementær kompetanse ved MOF.

⁸ <https://digitallifenorway.org/gb/projects/dcod-1-0>

Molekylær avbildning er sentralt innen medisinsk teknologi og et område hvor fakultetet har flere gode fagmiljø både innenfor det molekylære og de mer teknologiske aspektene av feltet. Det bør vurderes hvordan fagmiljø innen molekylær livsvitenskap og medisinsk teknologi kan bidra til felles styrking av aktiviteten innen molekylær avbildning, gjerne i samarbeid med relevante fagmiljø ved MOF. Her vil molekylærbiologi, kjemisk syntese og radiokjemi, matematisk modellering og dataanalyse samt basal detektorteknologi stå sentralt.

6.2 Samspillet med beregningsvitenskapen

Utviklingen av fagfelt innen beregningsvitenskapen er særlig knyttet til forskning ved Institutt for informatikk og Matematisk institutt, mens beregningsvitenskapelige metoder i dag benyttes innen de fleste fagfelt ved fakultetet. Av beregningsvitenskapene er det særlig bioinformatikk som står sentralt for forskning innen molekylær livsvitenskap. UiB sitt sterke fagmiljø innen bioinformatikk ved CBU er dermed et særlig fortrinn for vår aktivitet innen molekylær livsvitenskap. Med støtte fra Bergens forskningsstiftelse er CBU nå i ferd med å styrkes gjennom fem nye vitenskapelige stillinger (gruppeledere) som skal bidra til å styrke bioinformatikk og beregningsbasert livsvitenskapelig forskning og utdanning ved UiB, og bidra til å etablere CBU som et ledende senter for bioinformatikk i Europa. Stillingene vil bli knyttet til instituttene BIO, KI, II, MBI, samt K2 ved MOF, og det vil bli særlig viktig at disse stillingene integreres godt både i fagmiljøene ved instituttene og i aktiviteten ved CBU, og slik bidrar til tettere samarbeid mellom de eksperimentelle fagmiljøene og CBU.

Ved Matematisk institutt er det en økende aktivitet knyttet til beregningsbasert biologi, med hovedfokus på områdene dataanalyse, dynamisk modellering og billedbehandling, og med samarbeid med flere biologiske og medisinske fagmiljø ved MN-fakultetet og MOF, blant annet gjennom SLRC og prosjekt innen Digitalt Liv programmet.

6.3 Utdanning

Utdanningsprogram innen molekylær livsvitenskap inkl. bioinformatikk er særlig knyttet til MBI og II, men involverer også MI, KI og BIO. I tillegg er det nyetablerte sivilingeniørstudiet i medisinsk teknologi (administrert ved KI) relevant for molekylær livsvitenskap. For et fagområde i så rask utvikling som molekylær livsvitenskap, er det særlig viktig at studentene opparbeider kompetanse for å kunne møte et fagområde i stadig endring. Arbeidsgruppen mener derfor at solid kunnskap innen disiplinene er avgjørende. Samtidig er evnen til å benytte kunnskap på tvers av disipliner stadig viktigere, og noe arbeidsgruppen mener dagens studenter i liten grad blir utfordret på. Etablering av forskningsmiljøer innen ovennevnte temaområder vil være en viktig ressurs i utviklingen av fremtidsrettede utdanningsprogram som kan balansere behovene for både god disiplinkompetanse og tverrfaglighet. Av mer konkrete utdanningsbehov mener arbeidsgruppen at en styrking av utdanning innen avansert molekylær cellebiologi og avansert fysiologi er nødvendig for en videreutvikling av utdanningstilbudet innen molekylær livsvitenskap.

7. Virkemidler og organisering for å oppnå samarbeid og synergier

Uten å måtte foreta store investeringer innen molekylær livsvitenskap anser arbeidsgruppen det som mest realistisk at man på kort sikt legger til rette for økt samarbeid mellom eksisterende grupper, som fortrinnsvis hver for seg er sterke fagmiljø med eksterne prosjekter og motivasjon for tverrfaglig samarbeid om felles problemstillinger. En mulig mekanisme for å få til økt samarbeid kan være å invitere til utforming av faglige samarbeidsforslag som ved hjelp av strategisk støtte kan etablere seg som konkurransedyktige fagmiljø med fokus på samarbeid om prosjekter, karriereutvikling og med

klare ambisjoner om større oppgaver som SFF. Etablerte samarbeid bør knyttes til minst ett av de overstående tematiske områdene (pkt. 6.1).

For å oppnå reell samhandling mellom ulike grupper bør det legges til rette for samlokalisering. For eksempel etter CBU modellen der de involverte har tilhørighet ved et institutt, men har tilgang til kontorplass ved CBU. En mulig lokalisering kunne være i MBI sine arealer, der mye relevant infrastruktur allerede finnes, og med nærhet til CBU. Samlokalisering av tverrfaglige grupper kunne tenkes å være midlertidig (for eksempel 5 årig), noe som vil bidra til dynamikk i samarbeid og kompetanse. Mulige insentiver for samlokaliserte grupper kan være såkornmidler, stipendiater og prioritert tilgang til viktig infrastruktur. Etablering av fagmiljø på tvers av instituttene bør ikke begrenses til vårt fakultetet, men også inkludere fagmiljø fra andre deler av UiB (som MOF og Sars-senteret) der det er naturlig. Samarbeid med fagmiljø ved samarbeidende institusjoner som HUS og Uni Research bør også vektlegges.

For å kunne levere forskning og utdanning av høy kvalitet kreves det tilgang til relevant og oppdatert infrastruktur. Det finnes i dag omfattende infrastruktur knyttet til molekylær livsvitenskap ved MN-fakultetet og for å utnytte eksisterende infrastruktur best mulig samt bidra til samarbeid om innkjøp og drift, foreslår arbeidsgruppen å etablere en felles organisering av infrastruktur på tvers av instituttene. Ved å samle infrastruktur og teknisk kompetanse under en felles paraply, med felles nettsider med informasjon om bestilling, priser og tilgjengelige teknikker/teknologier kan man oppnå bedre oversikt (for de vitenskapelige) over hvilken infrastruktur vi har ved fakultetet. Det vil også kunne bidra til bedre utnyttelse av utstyret og bedre nyttig gjøring av spisskompetanse blant teknisk tilsatte til å videreutvikle metodikk, tjenester og utførelse av mindre service oppgaver. Et eksempel er kromatografi og massespektrometri hvor det finnes mye kompetanse ved KI og MBI, men lite samarbeid på "teknisk nivå", dvs. kunnskap- og kompetanseutveksling om selve instrumenteringen.

For å oppnå en styrking av det strategiske utviklingsområdet molekylær livsvitenskap er det nødvendig å motivere til tettere samarbeid på tvers og slik bedre utnytte den samlede kompetansen ved fakultetet innen dette området. Arbeidsgruppen peker på tre faglige områder hvor fakultetet anses å ha særlig potensiale for å etablere sterke fagmiljø på tvers og tilsetting av en ny fast vitenskapelig molekylærbiolog vil være et viktig bidrag til dette. Arbeidsgruppen anbefaler at den faglige innretningen for stillingen knyttes til ett av de tre områdene, og at erfaring fra tverrfaglig samarbeid vektlegges i utlysningen. Arbeidsgruppen anbefaler også at stillingen så langt som mulig bidrar til en styrking av utdanningstema innen molekylær livsvitenskap, som i dag oppfattes som underrepresentert (kap. 6.3).

Appendiks

Eksempler på mer konkrete tematikker som kan utvikles til samarbeidsprosjekt:

1. The ocean microbiome – a resource for biotechnology

At the faculty of Mathematics and Natural Sciences there is clearly expertise that if organized into a streamlined pipeline for the discovery of new enzymes and of biomolecules of medical importance, could lead to frontiers research. There exists interdisciplinary and transdisciplinary knowledge that spans the whole pipeline from the use of advanced marine sampling technology to sample the marine environment including the deep-ocean, to the use of modern high-throughput DNA-sequencing technologies, protein chemistry, inorganic and organic chemistry as well as advanced bioinformatics expertise.

"Work flow":

1. Data mining: Use the extensive ocean sample material to generate genomic data (Centre for Geobiology/BIO).
2. Big Data analyses: gene prediction, function prediction (CBU, Centre for Geobiology)
3. Proteomics and metabolomics: purification, identification, characterization and biosynthesis of new proteins and metabolites (KI, MBI)
4. Metabolic and structural modelling and predictions (CBU)
5. Function optimization and production: This can be achieved either through genetic modifications or through chemical synthesis of natural proteins and metabolites (BIO, MBI, KI)
6. Commercial perspectives: Close contact with industrial partners could be maintained and organised by Uni Research (Uni Research, industrial partners)

2. The Cell Observatory

The Cell Observatory is an idea for a meta-platform combining expertise from various platforms already present at the UiB and the addition of emerging technology to create a convergence of methods that is aimed at exploring single cells. Modern molecular biology is becoming increasingly able to resolve the activity of single cells at a variety of levels and this often underutilized in medical or marine oriented research. Since the cell is one of the basic units of an organism exploring the processes in this context (rather than in a "bulk" of cells) enables us to at a greater detail understand how the machinery of life operates and by extension what happens when something goes wrong. The Observatory would aim to combine sequencing (K2, CBU, Sars Centre) with proteomics and Mass Cytometry (The Proteomics Unit, K2 and MBI) and imaging (Sars Centre, MBI, MedViz, Visualization group at II) with computational frameworks to explore disease and mechanisms at the single cell level.

3. The evolution, functional role and practical use of protein modifications

Proteins form the molecular machinery of life. Their functional and structural diversity is enormous and much larger than can be built from the 20 different amino acids. Much of this diversity is achieved by endowment of amino acids with small chemical groups after protein biosynthesis, so called posttranslational modifications (PTMs). Few PTMs have been extensively studied, while most of them are largely unexplored. There is an estimated 5-25 PTMs in each of the ~20,000 human proteins. Since proteins can carry multiple combinations of PTMs, the number of functional states during the lifetime

of a protein can vary substantially, thus adding a new dimension to protein structures and functions. Owing to their transient nature, the proteome as a whole can be modulated by PTMs in a short time. Well-studied PTMs, such as phosphorylations and acetylations, have been mapped in various proteins and many cases of dysregulation have been causally linked to diseases. However, it is still a major task for the molecular life sciences to unravel and understand the fundamental principles of PTMs as part of the biological processes that enable life. A concerted effort is needed to systematically identify i) the full repertoire of PTMs, ii) general mechanisms of their insertion and removal, iii) underlying principles of structure/function relationships of PTMs. These challenges necessitate collective efforts from experts in key areas of PTM research with established competences in experimental, structural and evolutionary biology, chemistry, and bioinformatics. Based on the competences currently present at the Faculty, one major focus could be on the evolutionary origin of PTMs and their chemical and functional diversification. Such a project would represent a promising field for inter-department and -faculty synergies. The outcome would be not only fundamentally new insights into the development of life, but also is likely to provide a great potential for biotechnological applications by improving protein stability and function as well as the identification of new biomarkers.