

Forslag til

Strategi for bærekraftig energi

for

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Innstilling fra et utvalg

20.oktober 2014

Innholdsfortegnelse

1	Oppsummering og anbefalinger	3
2	Oppnevning og mandat.....	5
2.1	Oppnevning og sammensetning av arbeidsgruppen	5
2.2	Overordnede rammer	5
2.3	Mandat	5
2.4	Tolkning av mandatet	6
2.5	Utvalgets arbeidsform	6
2.6	Anbefalinger knyttet til universitetets videre strategiprosess	6
3	Framtidens behov og nasjonale rammer	6
3.1	Status og trender	6
3.2	Nasjonale rammer	8
3.3	Forskningsfinansiering	9
4	Eksisterende aktivitet innen utdanning og forskning	10
4.1	Organisering	10
4.2	Kompetanse og forskningsaktivitet	10
4.3	Utdanning	13
4.4	Vurdering av aktivitet opp mot fremtidens behov	14
5	Muligheter for energirelatert forskning og utdanning	14
5.1	Forskning	14
5.2	Utdanning	16
6	Målsetninger og tiltak for styrking, vekst og synliggjøring	17
6.1	Målsetninger	17
6.2	Tiltak for styrking, vekst og synliggjøring	18
6.2.1	Gjennomgang av organiseringen ved UiB	18
6.2.2	Oppbygging og vekst i forskningsaktivitet	19
6.2.3	Styrking av samarbeid på tvers av institutter, fakulteter og institusjoner ...	19
6.2.4	Synliggjøring av energiutdanning og tverrfaglige utdanningsmuligheter	20
6.2.5	Styrking av undervisningstilbud på fakultetet	20
	Referanser	21

1 Oppsummering og anbefalinger

Forskning og utdanning med betydning for framtidige energiløsninger.

Teknologiutvikling, klimaendringer, miljøutfordringer, befolkningsvekst og fattigdom har stor betydning for valg av framtidige energiløsninger. Det globale energiforbruket øker, og den største økningen vil komme i utviklingsland, der over 1.2 milliarder mennesker i dag mangler tilgang til elektrisitet. Ny teknologi for mer effektive energitjenester, bl.a. ved elektrifisering, gjør imidlertid at forbruket av primærenergi i velstående områder kan komme til å reduseres.

Utdannings og -forskningsaktivitet ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet må baseres på en erkjennelse av nåværende tilstand, raske endringer og framtidig usikkerhet i den globale energimiksen. For å sikre en bærekraftig utvikling er en omstilling mot økt fornybar og renere energiproduksjon og energieffektivisering nødvendig, og denne må også innebære sterke bidrag fra forsknings- og utdanningsinstitusjonene. Nye, komplekse problemer må møtes med grunnleggende disiplinbasert forskning så vel som kombinasjon av ekspertise fra flere fagfelt, og kandidater må utdannes slik at de får den best mulige bakgrunn for senere å kunne gi sine bidrag til å møte framtidens energiutfordringer, også med løsninger som nå ikke er kjent.

For at UiB skal kunne gi sine bidrag behøves en styrket satsing både innen utdanning og forskning. Universitetets ansatte bør engasjeres i en felles bestrebelse for å løse komplekse forskningsoppgaver og etablere et godt utdanningstilbud for å bidra til å løse globale energiutfordringer.

Organiseringen av forskning og utdanning knyttet til bærekraftig energi på ulike fakulteter ved UiB bør gjennomgås. Utvalget anbefaler opprettelse av et sentralt organ som har ansvar for forskning og utdanning, nettverksarbeid og ekstern kommunikasjon. En koordinator for energisatsingen bør tilsettes.

Oppbygging og vekst i utdannings- og forskningsaktivitet knyttet til bærekraftig energi ved Universitetet i Bergen er nødvendig for å møte samfunnets behov. Spesifikt for fakultetet bør det opprettes tre nye vitenskapelige stillinger (energiprofessorat) inn mot forskning og utdanning. For universitetet som helhet anbefaler utvalget at det avsettes såkornmidler for å stimulere til økt forskningsaktivitet innen området.

Mye av forskningen på bærekraftig energi og energiomstilling i Bergensområdet er fragmentert, og foregår i relativt små og isolerte grupper. Styrket forskningsaktivitet vil derfor også kreve samarbeid mellom forskere fra flere institutter, fakulteter og institusjoner. For å synliggjøre og legge til rette for slikt samarbeid, bør det vurderes å opprette tidsbegrensede "Bergensforskergrupper" som skal samarbeide med målsetning om å levere fremragende bidrag til forskningen innen bærekraftig energi og energiomstilling. Videre gir det planlagte EnTek-bygget mulighet til å oppnå samlokalisering av energiforskningsgrupper som i dag er spredd, og det anbefales at dette momentet vektlegges i vurderingen av hvilke aktiviteter som skal inn i det nye bygget.

For å møte samfunnets behov må fakultetet utdanne flere studenter med kompetanse innen bærekraftig energi og energiomstilling. Mye av styrken i energiutdanningen som tilbys ved fakultetet i dag ligger i en disiplinbasert tyngde. Samtidig mener arbeidsgruppen det er viktig at studenter som ønsker en utdanning rettet mot energi tidlig får kjennskap til området i et bredere faglig perspektiv og blir engasjert i dagsaktuelle problemstillinger og prosjekter gjennom studiet.

"Energistudier ved UiB" bør opprettes som en felles samlebetegnelse for universitetets utdanningstilbud innen energi og synliggjøres som en del av studietilbudet. Profileringen bør inkludere både disiplinbaserte og tverrfaglige studieprogram med muligheter for fordypning inn mot bærekraftig energi. Alle fakulteter bør inviteres til en slik felles satsing, og bidra med kurs som kan tilbys til studenter ved andre fakulteter. Fakultetene må arbeide for å videreutvikle studietilbudet og gjøre tilpasninger slik at enkeltkurs kan tas av studenter fra andre fakultet. Spesifikt for Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet anbefaler utvalget opprettelse av to nye kurs på Bachelornivå.

2 Oppnevning og mandat

2.1 Oppnevning og sammensetning av arbeidsgruppen

I forbindelse med utarbeiding av ny strategiplan for Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet for perioden 2016-2020, har dekanen 30.april 2014 oppnevnt en arbeidsgruppe som skal utforme forslag til strategi for fakultetets videre satsing på forskning og utdanning innen bærekraftig energi. Gruppen er en videreføring av en "tenketank" som ble oppnevnt høsten 2013 og har hatt følgende sammensetning:

- Professor Jostein Bakke
- Professor Inga Berre (leder)
- Professor Vidar R. Jensen
- Professor Peter Haugan
- Professor Jan Petter Hansen

2.2 Overordnede rammer

I oppnevningensbrevet heter det: "Dagens energilandskap er i hurtig endring både lokalt og globalt. Dette er perspektiver fakultetet, i dialog med andre aktører, ønsker et bevisst forhold til, for tilpassing til morgendagens behov for omfang og innretning på energirelatert forskning og utdanning ved fakultetet og ved UiB som helhet."

Arbeidsgruppen ble bedt om å levere sin innstilling innen 20.oktober 2014.

2.3 Mandat

Arbeidsgruppens mandat er gitt i oppnevningensbrevet, der det heter:

"Gruppen skal utforme forslag til strategi for fakultetets videre satsing på forskning og utdanning innen bærekraftig energi. Denne skal senere innarbeides i en helhetlig energistrategi for fakultetet. Forslaget skal ha som mål å styrke fakultetets energirelaterte aktivitet, og omfatte fornybare energikilder, kjernekraft, CCS og relevante tverrgående områder som energilagring, - distribusjon og -effektivisering.

- Gruppen skal gjøre rede for eksisterende aktivitet ved fakultetet
- Gruppen skal definere områder der fakultetet har naturlige forutsetninger og/eller muligheter for å bidra med viktig forskning
- Gruppen skal vurdere om fakultetets utdanningstilbud svarer på de samfunnsmessige og faglige behovene tilbudet bør dekke.
- Gruppen skal foreslå tiltak for styrking og vekst i forskning og utdanning, og særlig foreslå tiltak som styrker samarbeid og koordinering internt på fakultetet og UiB og i samarbeid med andre aktører.
- Gruppen skal foreslå tiltak for sterkere synliggjøring av fakultetets aktivitet.

Gruppen skal vurdere muligheter for fremtidig satsing i lys av det kommende ENTEK-bygget, etableringen av Bergen Science City og etablering av sivilingeniørstudier i Bergen."

I etterkant av oppnevningen har gruppen blitt bedt om å se arbeidet i lys av etablering av klima og energi som et nytt satsingsområde ved Universitetet i Bergen, og også uttale seg om sentrale og tverrfakultære aktiviteter.

2.4 Tolkning av mandatet

I sin gjennomgang av status og kompetanse har arbeidsgruppen valgt å gjennomføre en kartlegging av kompetanse og aktivitet innen hele energifeltet på fakultetet. Denne kartleggingen er samordnet med leder for arbeidsgruppen som skal legge fram forslag til ny strategi for petroleumsforskning ved fakultetet.

2.5 Utvalgets arbeidsform

På vegne av utvalget ble det sendt ut en kartleggingsundersøkelse til instituttene der instituttene ble bedt om å gi tilbakemeldinger på eksisterende aktivitet og kompetanse ved å fylle ut et skjema for kompetansekartlegging (jf. tabell 1 og 2 i vedlegg 1). I tillegg ble instituttene bedt om å oppgi navn på vitenskapelig ansatte med kompetanse og forskningsinteresser knyttet til tema innen energi. Utvalget har hatt direkte kontakt mot de mest sentrale fagmiljøene, og disse har bidratt i utfyllende beskrivelser av de ulike områdene (jf. vedlegg 1). Teksten reflekterer innspillene som er kommet inn, og utvalget har i liten grad redigert disse. Utvalgets leder har også hatt møte med CMR og Uni.

Forslag til tiltak ble lagt fram på Horisontdebatten 2014, som ble arrangert på VilVite 8.september 2014 med svært god deltakelse.

2.6 Anbefalinger knyttet til universitetets videre strategiprosess

I lys av det utvidete mandatet har utvalget vurdert muligheter og tiltak som angår hele universitetet, men utvalget har i liten grad hatt kontakt mot andre fakulteter. Utvalget anbefaler at universitetsledelsen vurderer å oppnevne en arbeidsgruppe som kan vurdere forslagene fra utvalget og legge fram et helhetlig forslag til strategi for forskning og utdanning innen energiomstilling og bærekraftig energi for Universitetet i Bergen.

3 Framtidens behov og nasjonale rammer

3.1 Status og trender

Teknologiutvikling, klimaendringer, miljøutfordringer, befolkningsvekst og fattigdom har stor betydning for valg av framtidige energiløsninger. Det globale energiforbruket øker og den største økningen vil komme i utviklingsland, der over 1.2 milliarder mennesker i dag mangler tilgang til elektrisitet. Ny teknologi for mer effektive energitjenester, bl.a. ved elektrifisering, gjør imidlertid at forbruket av primærenergi i velstående områder kan komme til å reduseres.

Verdens forbruk av primærenergi ligger nå på ca. 17 TW og forventes å stige grunnet befolkningsøkning og global velstandsutvikling. Energieffektivisering vil ventelig redusere energibehovet, men ikke kunne kompensere for økningen. Effektiviserer man dagens energiforbruk per Europeer med 25% og tillegger alle mennesker på jorden et slikt energiforbruk så er verdens energiforbruk i siste halvdel av 2100-tallet omkring 40 TW. Med kjent teknologi i dag er det kun solenergi som kan dekke et slikt energibehov. Samtlige andre fornybare

energikilder til sammen er vurdert til å ha et realistisk utnyttbart potensiale på om lag 10 TW hvor vind- og bioenergi er hovedbidragsytere (Narbel, Hansen og Lien 2014). Til sammenlikning er det i dag installert en kapasitet på om lag 0,5 TW sol og vindkraft globalt. Det er viktig å påpeke at forskning og ny teknologi kan endre dette bildet til fordel for andre energikilder, som for eksempel kunstig fotosyntese, geotermisk energi, havvind eller kjernekraft (GenIV, fusjon) utover i århundret. Det er også studier som konkluderer med at man kan oppnå redusert globalt energiforbruk innen 2030 og dekke alle behov med fornybar energi i 2050 (Jacobson og Delucchi 2011), men utviklingsbanene i den store og omfattende analysen Global Energy Assessment indikerer 50-100% økning frem mot 2050 (GEA 2012).

Sol- og vindkraft har hatt en dramatisk vekst de siste 10 årene. Utbyggingen i perioden 2010-2013 ligger på om lag 80 GW installert kapasitet per år, men det faktiske bidraget i kraftproduksjonen er langt mindre grunnet stor variabilitet i tilgangen på energi. Det er grunn til å tro at prisreduksjonene vil fortsette nå som sol og vind er kommet opp i industriell skala. Vannkraft er i dag den største globale kilden til moderne fornybar energiproduksjon (1 TW), men det er et begrenset potensiale for ytterligere økning (3-4 TW). Potensialet vannkraft har som balansekraft er mye diskutert i takt med utbygging og forbedring av internasjonale overføringskabler.

På litt lengre sikt kan moderne bioenergi følge etter utviklingen av vind og solenergi ettersom avfallshåndtering og energiutvinning fra dyrkbar mark og skog har et betydelig potensiale og kjent konverteringsteknologi. Utnytting av havområder til bioenergi er en fremtidig mulighet til både å øke potensialet for bioenergi globalt.

Energiutvinning fra havbølger, tidevannsstrømmer og saltgradienter har også et betydelig potensiale på opp mot et par TW, men disse teknologien er svært umodne og vil kreve mye FOU innsats før de evt. kan bidra til kommersiell energiproduksjon. Den økonomisk utvinnbare geotermiske energiressursen er foreløpig geografisk begrenset, men kan bli mer tilgjengelig avhengig av forskningsmessig framgang. Hvis den geotermiske energiressursen kan utnyttes, er energibehovet dekket på en tidsskala på mange millioner år med dagens forbruk.

Innen energisystemer og energibruk/energieffektivisering forventes store endringer. Elektrifisering står sentralt i de fleste fremtidsscenarier, men hvilke energikilder som bidrar vesentlig til produksjonen mer enn 20 år inn i fremtiden er avhengig av så mange ukjente faktorer at det ikke er hensiktsmessig å omtale det her. Mulighetene for distribuert energiproduksjon, lokalt eierskap, særlig av solenergianlegg, og forbrukermakt gjør at strukturen i energibransjen vil utfordres. Utviklingen av infrastruktur for energiforsyning er i stor grad bestemt av offentlige reguleringer, skatteregler m.m. Politiske veivalg, inkludert hensyn til nasjonal energisikkerhet og helse, og kanskje også klima, kan derfor spille en viktig rolle.

Norge har en spesiell energisituasjon ved at kraftforsyningen nesten utelukkende er basert på fornybar energi, i tillegg til at potensialet for ytterligere fornybare energiresurser er stort, men i liten grad utnyttet. Norsk energibruk er relativt høy, blant annet på grunn av kraftkrevende olje- og gassproduksjon og industri, omfattende transport og kaldt klima, og potensialet for energieffektivisering og utslippsreduksjoner er betydelig. I 2013 var Norges samlede klimagassutslipp 52,8 tonn CO₂-ekvivalenter (Statistisk Sentralbyrå 2014). Utslipp fra olje- og gassproduksjon utgjorde 27%, mens utslipp fra Industri og bergverk utgjorde 22% og utslipp fra veitrafikk 19%.

3.2 Nasjonale rammer

De viktigste førende dokumentene for nasjonale forskning rettet mot energiomstilling er listet i det følgende.

Energi21 er Olje- og energidepartementets strategiorgan for forskning, utvikling og demonstrasjon innen energiområdet. Energi21 anbefaler i sin tredje strategi (Energi21 2014) "en sterk vekst i de offentlige bevilgningene til forskning, utvikling og demonstrasjon innen 6 strategiske satsingsområder: vannkraft, fleksible energisystemer, solkraft, offshore vindkraft, energieffektivisering og CO₂-håndtering". I tillegg blir "betydningen av å sikre og kontinuerlig videreutvikle kompetanseplattformen som er en forutsetning for hele den tematiske bredden i energiområdet" understreket. Når det gjelder offentlige bevilgninger, anbefaler Energi21 "en finansiell opptrappingsplan over fire år, med en samlet vekst i offentlige bevilgninger på 1 milliard kroner".

Klimaforliket (Miljøverndepartementet 2012) vektlegger en målsetning om "en langsiktig omstilling av Norge til et lavutslippssamfunn" der "regjeringen vil forsterke den nasjonale virkemiddelbruken for å nå dette målet." Til forskning og utvikling innen fornybare energikilder og karbonfangst- og lagring "bevilges det, i tillegg til Mongstad-satsingen, nær 800 mill. kroner i året ..., opp fra et nivå på i overkant av 200 mill. kroner i 2008." Av konkrete tiltak som er vedtatt er følgende av særlig interessante for forskningsmiljøene ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet:

- "Doble støtten til Forskningscenter for miljøvennlig energiteknologi."
- "Opprette to nye FME-senter, for geotermisk energi og for Thorium, hvorav sistnevnte skjer i samarbeid med IFEs Haldenreaktor."

Forskningsmeldingen (Kunnskapsdepartementet 2013) framhever at norsk forskningspolitikk fortsatt skal "rettes inn mot fem strategiske mål", hvorav ett er "løsninger på globale utfordringer, særlig innenfor miljø, klima, hav, matsikkerhet og energi". I tillegg vektlegges næringsutvikling innen energiområdet. Videre i meldingen står det at forskning på "klimatiltak og omstilling til lavutslippssamfunnet, bl.a. fornybar energi og energieffektivisering, CO₂-håndtering herunder også ordningen med forskningscentre for miljøvennlig energi,..." skal prioriteres.

Langtidsplan for forskning og høyere utdanning (Kunnskapsdepartementet 2014) utpeker "Klima, miljø og miljøvennlig energi" som en av seks langsiktige prioriteringer der bevilgningene til forskning og høyere utdanning skal trappes

opp. Meldingen vektlegger at forskningsinnsatsen må "være integrert på tvers av fagdisipliner som natur- og samfunnsvitenskap, teknologi og humaniora" "for å kunne forstå og håndtere effekter av endringene og møte samfunnets og næringslivets omstillingsbehov på en kostnadseffektiv måte". Videre heter det at

"Regjeringen vil trappe opp innsatsen til forskning og høyere utdanning om klima, miljø og miljøvennlig energi for å oppnå:

- utvikling av norsk teknologi for verdens klima-, miljø- og energiutfordringer omstilling til lavutslippssamfunnet
- bedre forståelse av klimaendringene og god tilpasning til dem
- en miljøtilpasset samfunnsutvikling.

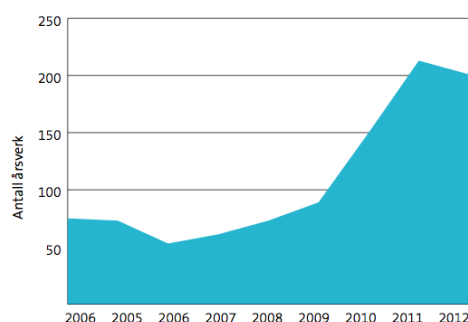
Utvikling av norsk teknologi og omstilling til lavutslippssamfunnet vil bli særskilt prioritert. "

3.3 Forskningsfinansiering

Det første klimaforliket ble vedtatt i 2008, med forpliktelse om å øke finansieringen av forskningen på miljøvennlig energi med minst 600 millioner kroner i året. I det andre klimaforliket fra 2012 ble det av Stortinget blant annet vedtatt at FME-ordningen skal styrkes.

De to klimaforlikene har gitt gode muligheter for eksternfinansiering fra Norges forskningsråd gjennom RENERGI-programmet (2004-2013), ENERGIX-programmet (2013-2022), CLIMIT-programmet (2005-2020) og FME ordningen (2008-2014). Satsingen har gitt en kraftig økning i antall doktorgradsårsverk innen energi (Forskningsrådet 2014); se Figur 1.

Forskning på fornybar energi og energiomstilling finansieres i hovedsak av ENERGIX-programmet, som definerer tyngdepunkt for forskningen innen fornybar energi, energibruk- og konvertering, energipolitikk, økonomi og samfunn og nye energikonsepter. Programmet legger opp til å styrke næringslivets og forvaltningens satsing på forskning, og det har i stor grad vært lagt føringer på utlysningene som begrenser muligheter for å søke om midler til forskningsprosjekter uten kontantbidrag fra næringslivet. Tilsvarende legger FME-ordningen opp til sterke bidrag fra næringslivet til forskningssentrene som etableres.



Figur 2: Utviklingen av doktorgradsårsverk innen energi basert på prosjekter i RENERGI, CLIMIT og FME-ene. Kilde: Forskningsrådet.

EUs forskningsprogram Horisont 2020 - The EU Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020) har "Societal Challenges" som en av tre hovedpilarer. Innen denne er "Secure, Clean and Efficient Energy" og "Smart, Green and Integrated Transport" igjen to av sju hovedsatsingsområder. I tillegg har pilaren "Excellent Science" gode muligheter for å finansiere grunnleggende forskning knyttet til bærekraftig energi.

4 Eksisterende aktivitet innen utdanning og forskning

4.1 Organisering

Strategiutvalg for energiforskning (SEF) ble opprettet på fakultetsnivå i 2011 og "er et rådgivende organ for å initiere, koordinere, og ivareta forskning og utdanning innenfor energiområdet på tvers av instituttene" (Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet 2011)¹. Utvalget ledes av visedekan og fakultetets institutter er representert i utvalget etter ønske. Instituttleder eller stedfortreder representerer instituttet i utvalget. Sentrale oppgaver for utvalget (Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet 2011) er som følger

- "Være fakultetets organ for å gi innspill til og følge opp strategier innen energiforskning og bidra til at disse blir implementert.
- Bidra til at fakultetet profilerer Energi som eget satsingsområde
- Bidra til effektiv ressursbruk
- Medvirke til at MN-fakultetet sender søknader til Forskningsrådet og EUs programmer innen energiforskning og prioritere søknader når det er aktuelt
- Bidra til utvikling av samarbeid med eksterne aktører".

Utvalget er blant annet sentralt i oppfølging og prioritering av fakultetets aktiviteter innen rammeavtaler med Statoil (Akademiaavtalen) og BKK.

Det matematisk naturvitenskapelige fakultet har tatt initiativ til og deltar i "Science City Bergen", som er et samarbeid mellom forsknings- og utviklingsmiljøer, utdanningsinstitusjoner og næringsliv i regionen innenfor naturvitenskap med vekt på energi og teknologi som ble etablert i 2013. Science City Bergen har følgende målsetninger:

- "Bidra til at regionen kan tilby høykvalitets utdanningsveier innenfor området energi, fra grunnskole til doktorgradsutdanning. Tilbudet skal dekke alle relevante deler av energiområdet.
- Etablere godt samarbeid mellom videregående skoler og de høyere utdanningsinstitusjonene og bedriftene.
- Sette Bergen/Hordaland på det globale kartet når det gjelder tverrfaglig samarbeid innen forskning og næringsutvikling innenfor energisystemer.
- Etablere avansert felles infrastruktur for forskning, utvikling og master/PhD utdanning i form av gode forskningslaboratorier, avansert instrumentering og møteplasser.
- Etablere samarbeidsprosjekter mellom forskning og utdanningsinstitusjonene, og mellom disse og næringslivet.
- Etablere og styrke felles møteplasser/arenaer. "

4.2 Kompetanse og forskningsaktivitet

Kompetansen og interessene til forskerne ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet vil langt på vei bestemme hvilken energiforskning som kan og bør utvikles ved fakultetet. Grunnleggende kompetanse i de enkelte disiplinene er avgjørende, og ligger til grunn for ny utvikling på anvendte områder, så også når det gjelder bærekraftig energi.

¹ Før dette hadde fakultetet et Strategiutvalg for energi- og petroleumsforskning (2006-2011).

En viktig del av utvalgets arbeid har derfor vært å kartlegge hvilken kompetanse som finnes i de enkelte miljøene ved fakultetet, og i hvilken grad den allerede benyttes mot energirelatert forskning; se vedlegg 1. Denne kartleggingen er oppsummert i tabell 1, vedlegg 1, som gir en oversikt over relevant kompetanse ved fakultetet innen forskningsområder knyttet til utnyttelse av ulike energikilder, og tabell 2, vedlegg 1, som gir en oversikt over tverrfaglige tema knyttet til energi. Hovedinntrykket er at fakultetet totalt sett besitter betydelig kompetanse innen en rekke disiplinorienterte og tverrfaglige energirelaterte forskningsområder som spenner en stor faglig bredde.

Fakultetet har, og har gjennom flere tiår hatt, stor aktivitet rettet mot petroleumsforskning, og dette ser en tydelig i kolonnene for fossile energikilder i tabell 1 i vedlegg 1, der flere institutter kan vise til aktiviteter som har pågått i mer enn fem år. Videre ser en også at forskning innen CO₂-håndtering står sterkt ved fakultetet. For de fornybare energikildene er det lengre mellom de godt etablerte aktivitetene, og forskningen er også mer begrenset i omfang. Lyspunktene er at bioenergiforskning ved fakultetet er bygget opp over snart 20 år, og at det i løpet av bare de siste fem årene også er etablert betydelig forskningsaktivitet rettet mot vindenergi og geotermisk energi. Fakultetets forskning innen bærekraftig energi er forankret i en rekke disiplinorienterte og tverrfaglige områder, og spenner svært bredt faglig sett. I tillegg besitter flere forskningsmiljøer grunnleggende ekspertise for å kunne gå løs på forskningsoppgaver knyttet til bærekraftig energi.

For en del områder ser man at det er samme type grunnleggende ekspertise som anvendes. Dette gjelder for eksempel for geotermisk energi, fossil energi og CO₂ lagring, der det er en stor grad av overlapp med hensyn til hvilke fagområder som danner grunnlaget for forskningen. Med utgangspunkt i basiskompetanse bygget opp gjennom grunnleggende forskning på problemstillinger som i stor grad har vært motivert av petroleumsutvinning, har fakultetet de siste 20 årene kunnet markere seg sterkt i forskning på CO₂-lagring. Innen dette området har fakultetet en stor aktivitet, som inkluderer deltakelse i FME SUCCESS og en stor ekstern prosjektportefølje ved flere institutter.

Utgangspunktet for forskningen på geotermisk energi ved fakultetet har igjen i stor grad blitt lagt gjennom fakultetets grunnforskning motivert av anvendelser innen petroleum og CO₂-lagring. Forskningsaktiviteten foregår i hovedsak på Matematisk institutt og Institutt for geovitenskap. Disse instituttene har etablert samarbeid innen geologisk og geofysisk kartlegging og matematisk modellering og simulering, med mål om forbedret forståelse av flyt, varmetransport, oppsprekking og deformasjon i geotermiske reservoarer. Instituttene har sammen gjennomført et større forskningsprosjekt i perioden 2009-2013 med støtte fra Forskningsrådets RENERGI-program og Akademiaavtalen, og en felles prosjektsøknad ble sendt ENERGIX-programmet i september 2014. Ved Matematisk institutt pågår det for tiden et prosjekt finansiert av ENERGIX. Samarbeid mot CMR og Uni er også godt etablert, og UiB, Uni og CMR deltar i et felles initiativ for etablering av et FME innen geotermisk energi.

Aktiviteten innen vindkraft ved fakultetet er markant, og i stor grad knyttet til fakultetets deltakelse i FME NORCOWE. Innen vindenergi er Geofysisk institutt den største aktøren, men også Institutt for informatikk har betydelig aktivitet og eksterne prosjekter, særlig knyttet til kompetansen i optimering. Meteorologer og oseanografer ved Geofysisk institutt har i mange år vært svært etterspurt i klimaforskning, og vindenergi var ikke noe aktivt forskningstema selv om noen utdannede kandidater gikk til denne bransjen. Med FME-utlysningen i 2009 kom imidlertid en mulighet til å utnytte og dreie noe av kompetansen inn mot havvind. Særlig har målinger av vindvariabilitet og havtilstand nær havoverflaten vært et fokusert område og blitt den mest internasjonalt profilerte og anerkjente delen av NORCOWE. Miljøet har også vært sentral i å få finansiert og etablert nasjonal forskningsinfrastruktur (Offshore Boundary Layer Observatory - OBLO), som brukes i internasjonale målekampanjer rettet mot bedre forståelse og kontroll av store vindturbiner i store havvindparker og også har trukket nye internasjonale industripartnere inn i NORCOWE. Det samarbeides tett med både forsknings- og brukerpartnere, særlig CMR, Statoil, Statkraft, Met.no og StormGEO, og det er etablert helt nye samarbeidsrelasjoner til komplementær kompetanse ved UiS, UiA og i Danmark.

Innen bioenergi finner vi de mest markante aktivitetene ved Kjemisk institutt, der energimaterialer og (katalytisk og ikke-katalytisk) kjemisk konvertering til biodrivstoff står sterkt. Denne aktiviteten er spredd over tre forskningsgrupper, og har lenge ikke vært samordnet. Det jobbes med å få til samarbeid, og bl.a. ble det nylig sendt inn en felles søknad (som altså involverer de tre gruppene) til ENERGIX-programmet. Ved Molekylærbiologisk institutt og Biologisk institutt finnes det kompetanse og aktiviteter relevant for produksjon av (marin og ikke-marin) biomasse til energiformål. I randsonen har Uni Research, ved Uni miljø og Senter for anvendt bioteknologi, betydelige aktiviteter knyttet til produksjon og anvendelse av alger. Et godt eksempel på hva en kan få til gjennom tverrfaglig samarbeid, også på tvers av institusjonene, er Tunikat-prosjektet. Dette prosjektet tar for seg dyrking og bruk av kappedyr (tunikater) til blant annet biodrivstoff, og er et samarbeid mellom UiB (Biologisk institutt) og Uni Research (Uni Miljø). Fakultetet har kompetanse og aktiviteter som involverer hele verdikjeden fra produksjon av biomasse til produksjon av bioenergi og biodrivstoff, men den er i begrenset grad integrert. Økt samarbeid mellom de ulike miljøene gir mulighet til å få mer ut av de eksisterende aktivitetene.

For solenergiforskning, et felt som ikke kan sies å stå sterkt ved fakultetet, er kompetanse og aktiviteter spredd på tre institutter (Kjemisk institutt, Institutt for fysikk og teknologi og Geofysisk institutt). Ved både Kjemisk institutt og Institutt for fysikk og teknologi handler ekspertisen/aktiviteten om materialer for nye og mer effektive solceller. Geofysisk institutt var bl.a. svært tidlig med i europeiske prosjekter om solenergi og har fortsatt en viss aktivitet. Kompetansen her retter seg særlig mot ressursgrunnlaget.

Et bærekraftig energisystem innebærer også løsninger for elproduksjon, -transport og -distribusjon, energieffektivisering, og energilagring. Også innenfor disse tverrgående områdene har fakultetet en viss aktivitet (jf. tabell 2, vedlegg 1) selv om denne er mindre enn innen fornybar energi. Ved Institutt for fysikk og

teknologi er det etablert en god kompetansebase for forskning på brenselcelleteknologi gjennom flere forskningsprosjekter knyttet til fundamentale problemstillinger. Instituttet har gode samarbeidsrelasjoner mot andre forskningspartnere og det sendt inn flere forskningssøknader for å opprettholde forskningsaktiviteten. Det samme miljøet arbeider med å etablere forskningsaktivitet knyttet til energieffektivisering i skipstransport i samarbeid med Kjemisk institutt, CMR, Uni Research og NHH.

4.3 Utdanning

Utdanning spesifikt knyttet til områdene strategien behandler har i hovedsak vært gitt på masternivå ved fakultetet, både gjennom de disiplinorienterte programmene og i Masterprogrammet i energi. Studentene har da anvendt grunnleggende kompetanse fra disiplinene inn mot energirelaterte problemstillinger. En forutsetning for flere av disse masterprosjektene er en utdanningsbakgrunn med tilstrekkelig faglig dybde. For eksempel har en bakgrunn i matematisk modellering og numeriske metoder vært en forutsetning for mastergradsprosjekter rettet mot CO₂-lagring eller geotermisk energi tilknyttet Matematisk institutt, og på samme måte har en disiplinorientert utdanning i kjemi vært en forutsetning for å kunne arbeide med problemstillinger knyttet til biodrivstoff i masterprosjekter ved Kjemisk institutt. En gjennomgang av aktiviteter (se vedlegg 1) viser at det er gjennomført mange mastergradsprosjekter rettet mot problemstillinger knyttet både til fornybar energi og kjernekraft innen disiplinorienterte masterprogrammer ved instituttene på fakultetet. Når det gjelder tverrgående tema, utpeker CO₂-lagring seg som et område som er behandlet av mange masteroppgaver. Innen andre områder, som elektrisitetssystemer, elektrisitetsproduksjon og energieffektivisering, er det også skrevet masteroppgaver ved flere institutter.

Masterprogrammet i energi ble opprettet i 2011 med oppstart i 2012 som et tverrfaglig studieprogram koordinert av Geofysisk institutt. Målsetningen med studiet er å utnytte forskning og ekspertise, både fra universitetets fagmiljø og eksterne forskningsmiljø innen energi, til å utdanne kandidater med kompetanse som er velegnet for arbeid i næringsliv så vel som i forvaltning og universitets- og høyskolesektoren. Energimasteren legger opp til at studentene som kommer fra UiB har en god forankring i de disiplinbaserte fagmiljøene gjennom sin bachelorutdanning. Dette skaper muligheter for både tverrfaglige og disiplinorienterte masteroppgaver, samtidig som studentene vil ha gode jobbmuligheter etter fullført utdanning.

Studiet har fra starten hatt fire studieretninger: Fornybar energi, CO₂-håndtering, Kjernekraft og Energiteknologi. Innen hver av studieretningene kan det velges en rekke forskjellige master-tema med forskjellige opptakskrav, veiledere og opplegg, men slik at alle studentene skal ha to obligatoriske fellesemner Energi200 og Energi210 på 10 studiepoeng hver. Høyskolen i Bergen er samarbeidspartner og særlig involvert i temaet Termiske maskiner som tilhører studieretning for energiteknologi. De tre første uteksaminerte kandidatene fordelte seg over temaene geotermisk energi, tidevannsenergi og vindenergi. Andre kull er dominert av mer enn 10 studenter innen termiske maskiner. Før opptaket av tredje kull høsten 2014 ble det lagt til flere tema innen

fornybar energi og tatt opp flere enn måltallet på 20, med god spredning på tema innen både fornybar energi og energiteknologi. Det har ikke vært noen studenter innen kjernekraft eller CO₂-håndtering i noen av de tre årene. En av flere mulige årsaker kan være at studenter med interesser for disse retningene ser seg bedre tjent med en tradisjonell disiplinær mastergrad. Programstyret har anbefalt at disse to studieretningene legges ned. Programstyret anbefaler også etablering av nytt tema elkraftteknikk under studieretning Energiteknologi og økning av antall studieplasser fra 20 til 30 fra 2015, særlig for å imøtekomme ønsker og behov for kandidater til næringslivet.

Undervisningen i Energi200 og Energi210, har vært utført av ansatte i II-stillinger og fast vitenskapelig ansatte, i tillegg til at det har vært gitt gjesteforelesninger fra internasjonale forskere. Personer i II-stillinger har vært ansvarlig for mer en halvparten av undervisningen i de to kursene.

4.4 Vurdering av aktivitet opp mot fremtidens behov

Utdannings og -forskningsaktivitet ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet må baseres på en erkjennelse av nåværende tilstand, raske endringer og framtidig usikkerhet i den globale energimiksen. For å sikre en bærekraftig utvikling er en omstilling mot økt fornybar og renere energiproduksjon og energieffektivisering nødvendig, og denne må også innebære sterke bidrag fra forsknings- og utdanningsinstitusjonene. Nye, komplekse problemer må møtes med grunnleggende disiplinbasert forskning så vel som kombinasjon av ekspertise fra flere fagfelt, og kandidater må utdannes slik at de får den best mulige bakgrunn for senere å kunne gi sine bidrag til å møte framtidens energiutfordringer, også med løsninger som nå ikke er kjent.

Utvalget mener at UiB i dag ikke i tilstrekkelig grad gir sine bidrag i denne utviklingen. Den energirelaterte forskningen ved fakultetet holder høy vitenskapelig kvalitet, men er for begrenset sett i lys av globale og nasjonale utfordringer. Tilsvarende er det også et behov for styrking og vekst i utdanningstilbudet.

5 Muligheter for energirelatert forskning og utdanning

I det følgende gis en gjennomgang av muligheter for energirelatert forskning og utdanning ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetet og for Universitetet i Bergen som helhet i lys av eksisterende kompetanse og aktivitet og fremtidens behov.

5.1 Forskning

Fornybar energiforskning får stor ekstern oppmerksomhet og det er gode muligheter for UiB å ta nasjonalt og internasjonalt ledende roller.

En vekst i forskningen rettet mot bærekraftig energi ved fakultetet vil i hovedsak måtte kunne komme gjennom

- økning i eksternfinansiert forskningsprosjekter
- endring av forskningsprofil for vitenskapelige ansatte i retning bærekraftig energi

- strategiske nyansettelser i vitenskapelige stillinger rettet mot bærekraftig energi
- vekst i basisfinansieringen av aktiviteten innen bærekraftig energi som følge av økt studenttilstrømning til energistudier ved fakultetet.

Av disse mulighetene er den siste muligheten for vekst kun mulig i et lengre tidsperspektiv.

Fakultetet har sterk ekspertise og gode muligheter til å bidra med forskning finansiert av eksterne midler. En omstilling i denne retningen vil innebære at fakultetets forskningsressurser blir benyttet inn mot dagsaktuelle og viktige utfordringer innen bærekraftig energi. Det vil også gi mulighet for i større grad å dra nytte av eksterne forskningsmidler dersom trenden der en økende andel av nasjonale og europeiske forskningsmidler går til forskning mot fornybar energi fortsetter. En satsing på forskning rettet mot spesifikke fornybare energikilder og tverrgående områder vil være viktig både for å utløse muligheter i tverrfaglig samarbeid innad på fakultetet, men også for å posisjonere fakultetets miljøer sterkere mot Forskningsrådets programmer ENERGIX og CLIMIT og EUs Horisont 2020.

En forutsetning for å etablere sterke og dynamisk forskningsmiljøer som kan vokse over tid er vitenskapelig ansatte som initierer og leder forskningsaktiviteten. Bortsett fra innen CO₂-lagring, er det i dag få ansatte ved fakultetet som bruker mye av sin tid på forskning rettet mot tema som er dekket av arbeidsgruppens mandat. Muligheter for vekst i forskningsaktivitet innen bærekraftig energi forutsetter at flere vitenskapelig ansatte velger å innrette sin forskning inn mot områder knyttet til bærekraftig energi og/eller at forskere med en forskningsprofil rettet mot bærekraftig energi rekrutteres ved nytilsetninger.

For å vurdere fakultetets muligheter for videre satsing innen ulike områder knyttet til energi og energiomstilling er følgende faktorer av betydning:

- nåværende kompetanse og forskningsaktivitet ved fakultetet
- langsiktig globalt forskningsbehov
- mulighet for å ta sterke posisjoner nasjonalt og internasjonalt
- involvering fra flere forskergrupper og institutter
- potensial for tverrfaglig samarbeid
- potensial for vekst gjennom ekstern finansiering
- forskningsaktivitet i UiBs randsone.

Basert på kompetansekartleggingen som er gjennomført og oppsummert i Seksjon 3, er det tydelig at de områdene der fakultetet i dag står sterkest er CO₂-lagring, bioenergi, geotermisk energi og vindenergi. Innen disse områdene har det pågått forskningsaktivitet over tid, og flere forskergrupper ved fakultetet er involvert. Dette er områder der fakultetet har naturlige fortrinn grunnet i eksisterende kompetanse og også har mulighet til å ta ledende roller nasjonalt og internasjonalt. Potensialet for vekst gjennom ekstern finansiering fra Forskningsrådet og Horisont 2020 er også god.

Gjennomgangen i kapittel 4.2 (se også vedlegg 1) viser at mye av kompetansen og mange av aktivitetene innen fornybar energi både ved fakultetet og i randsonen er fragmentert, typisk med internasjonalt sett ganske små forskningsgrupper som jobber hver for seg med ulike aspekter av samme hovedtema. Det samme gjelder for den ekspertisen som i prinsippet kunne vært benyttet til slik forskning. Potensialet for økt tverrfaglig samarbeid innad på fakultetet og mot randsonen er dermed betydelig. Knyttet til bioenergi er det muligheter for noe av dette potensialet kan hentes ut i form av samlokalisering av per i dag fragmenterte miljøer i det planlagte Energi- og teknologi-bygget.

Fakultetet har også noe aktivitet innen havenergi og dette er også et område der Universitetet i Bergen har mulighet til å ta en sterk rolle, men det skiller seg fra områdene nevnt over ved at det i mindre grad er prioritert i nasjonale satsinger.

Fakultetet har noe forskningsaktivitet og forskningsinitiativer knyttet til brenselcelleteknologi, energieffektivisering for transportsektoren og energilagring. Fakultetet har mulighet til å gi sterke bidrag til forskning innen disse områdene.

I forskning rettet mot bærekraftig energi og energiomstilling er det gode muligheter for å bygge opp ledende forskning gjennom økt samarbeid på tvers av institutter og fakulteter og mot randsonen. En mekanisme for å bedre utnytte tverrfaglige muligheter og komplementære og sammenfallende interesser er etablering av tidsbegrensete forskningsgrupper der forskere får mulighet til å sammen bygge fremragende forskningsmiljøer, gjennom etablering av felles prosjekter og posisjonering mot større utlysninger. Det er også aktuelt bl.a. å delta i tverrfaglige FME sammen med andre institusjoner. Dette gjelder særlig for forskning knyttet til kraftsystemer og energieffektivisering.

5.2 Utdanning

Mye av styrken i utdanningen som tilbys ved universitetet i dag ligger i en disiplinbasert tyngde. Samtidig mener arbeidsgruppen mener det er viktig at studenter som ønsker en utdanning rettet mot energi tidlig får kjennskap til området og blir engasjert i problemstillinger, oppgaver og prosjekter gjennom studiet. Dette vil bedre legge til rette for planlegging av både disiplinbaserte og tverrfaglige studieløp innen energi. En disiplinbasert bachelorgrad kan både gi grunnlag for opptak på masterprogrammet i energi eller et disiplinbasert masterstudium med en energirelatert masteroppgave.

Universitetet har flere muligheter for å styrke sitt utdanningstilbud i energi

- opprettelse av nye studieprogrammer på bachelor- og masternivå
- nye kurstilbud
- økt oppmerksomhet omkring energi- og energispørsmål i eksisterende kurs
- tilbud om master- og bacheloroppgaver rettet mot energi og energiomstilling innenfor eksisterende disiplinorienterte studieprogram
- opprettelse av sivilingeniørutdanning
- bedre utnyttelse av tverrfakultære og tverrinstitusjonelle muligheter
- styrket samarbeid med næringsliv i regionen

Ved Det matematisk- naturvitenskapelige fakultet tilbys det i liten grad undervisning i energi- og energiomstilling på bachelornivå innenfor eksisterende studietilbud. Et undervisningstilbud i energi på bachelornivå vil føre til at fakultetet i større grad utdanner kandidater med kompetanse på energi- og energiomstilling, og vil også være viktig for at flere studenter skal se muligheter for å ta energirelaterte masteroppgaver. Å opprette egne bachelorprogram i energi ved fakultetet ser ikke utvalget som en god løsning, siden energifeltet spenner svært bredt, og dette kan skape utfordringer med å gi studentene tilstrekkelig faglig dybde til å kunne gjennomføre et masterstudium, også innen de tema som tilbys i energimasteren.

Et utdanningstilbud innen energi- og energiomstilling som inkluderer kontakt mot industri og næringsliv vil bidra til at utdanningen i sterkere grad møter samfunnsmessige behov, og også legge til rette for sterkere bidrag fra industri og næringsliv inn mot energiutdanningen. Det er allerede god kontakt med regionale og nasjonale energiselskap samt leverandørindustri innen visse tema slik som vind, vann og elkraft, men potensiale for mer kontakt, bl.a. til medveiledning, gjesteforelesninger og ekskursjoner.

Basert på ekspertisen som finnes ved flere fakulteter på universitetet er det også gode muligheter for å styrke utdanningstilbudet i tverrfaglig retning. Dette kan gjøres ved at ulike fakulteter tilbyr undervisning også til studenter fra andre fakulteter gjennom bidrag til et felles kurstilbud. Tilbud om prosjektarbeidskurs, der studenter fra ulike institutter og/eller fakulteter samarbeider om å løse energirelaterte problemstillinger, er også en mulighet. Universitetet har erfaring med tilsvarende type kurs gjennom "Dannelsesemnene". Energikompetansen ved fakultetet har vært trukket inn i dannelsesemnet VIT212 "Klima, hva vet vi, hva skal vi gjøre?" og i MNF490 "Vitenskapsteori med etikk". Erfaringene bl.a. herfra og fra sommerskoler i regi av NorRen viser at energifeltet er svært egnet til tverrfaglig refleksjon og vekselvirkning mellom flere disipliner.

Fakultetet planlegger å etablere flere sivilingeniørprogram i tråd med en utvikling mot et mer teknologiorientert fakultet, og det er oppnevnt en egen arbeidsgruppe for vurdering av et sivilingeniørprogram rettet mot energiomstilling. Utvalget anbefaler at denne rapporten tas med i det videre arbeidet med vurdering av nye sivilingeniørprogram.

6 Målsetninger og tiltak for styrking, vekst og synliggjøring

6.1 Målsetninger

Utvalget anbefaler følgende mål for universitetets og fakultetets energistrategi: Forskning og utdanning innen energi og energiomstilling ved UiB og Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet skal være av betydelig omfang og stå sterkt internasjonalt innen utgangen av neste strategiperiode (2016-2022).

Dette skal oppnås gjennom følgende delmål:

- Grunnleggende forskning mot fornybar energi og energiomstilling der UiB har forskningsaktivitet skal prioriteres tydeligere i nasjonale satsinger.
- UiB skal ha sterk vekst i eksternfinansiert forskning knyttet til energi og energiomstilling.
- UiB skal ha nasjonalt ledende roller i flere forskningsområder knyttet til energi og energiomstilling.
- UiB skal delta aktivt i nye Forskningscenter for miljøvennlig energi (FME).
- UiB skal delta aktivt i energirelaterte forskernettverk og satsinger nasjonalt og internasjonalt.
- UiB skal ha en aktiv og koordinert deltakelse internasjonale nettverk som European Energy Research Alliance (EERA) og EPUE (European Platform of Universities Engaged in Energy Research, Education and Training).
- UiB skal opprettelse av et tverrfakultært undervisningstilbud i energi og energiomstilling for alle studenter ved UiB knyttet til ulike fakulteter og fagområder.
- UiB generelt, og Det matematisk naturvitenskapelige fakultet spesielt, skal ha en sterk vekst i antall kandidater som tar utdanning knyttet til energiomstilling.

6.2 Tiltak for styrking, vekst og synliggjøring

Arbeidsgruppen vil foreslå sju tiltak for styrking og vekst i forskningen innen bærekraftig energi ved UiB, knyttet til fem områder.

6.2.1 Gjennomgang av organiseringen ved UiB

Forskning og utdanning innen bærekraftig energi er i dag fragmentert og for lite synlig. For å kunne realisere muligheter på tvers av institutter, fakulteter og randsoneinstitusjoner, vil en sentral organisering være av betydning. Bedre oversikt over fagmiljøene og forskningen som gjøres vil kunne legge til rette for tverrfaglige initiativer, felles strategisk arbeid og deltakelse i internasjonale fora. En felles organisering vil også bidra til koordinering av felles innspill inn mot nasjonale og internasjonale aktører og deltakelse i internasjonale fora som EERA, Horisont 2020, ETP-RHC, EPUE (European Platform of Universities Engaged in Energy Research, Education and Training). I tillegg vil det bedre kontakten mot forskningsråd og myndigheter i spørsmål som angår bærekraftig energi, og bidra til posisjonering av fakultetets forskningsaktivitet i forskningsrådets programmer og H2020. En sentral koordinering gir også muligheter for bedre tilrettelegging for tverrfaglige utdanninger innen bærekraftig energi.

Tiltak 1: Organiseringen av forskning og utdanning knyttet til bærekraftig energi på ulike fakulteter ved UiB bør gjennomgås. Utvalget anbefaler opprettelse av et sentralt utvalg som har ansvar for forskning og utdanning innen energiomstilling, særlig knyttet til opprettelse og drift av tverrfakultære aktiviteter innen forskning og utdanning (jf. tiltak 4, 5, og 6), fordeling av såkornmidler (jf. tiltak 2), deltakelse i nettverk og ekstern kommunikasjon mot forskningsråd, myndigheter og andre. En koordinator for energisatsingen bør tilsettes.

6.2.2 Oppbygging og vekst i forskningsaktivitet

Oppbygging og vekst av forskningsaktivitet knyttet til bærekraftig energi er nødvendig for å møte samfunnets behov, men kan bare oppnås ved at vitenskapelige ansatte som har forskningsaktivitet rettet mot områdene styrker denne aktiviteten, ved at forskere endrer sin forskningsaktivitet slik at den i større grad er rettet mot forskningsutfordringer relatert til bærekraftig energi eller energiomstilling, eller ved at fakultetet ansetter flere forskere med en vitenskapelig profil rettet inn mot disse områdene.

Tiltak 2: Avsetting av såkornmidler for å stimulere til økt forskningsaktivitet innen bærekraftig energi og energiomstilling ved UiB. Disse midlene kan gå til

- a) frikjøp til skriving av større søknader (f.eks. senter- og Horisont 2020-søknader)
- b) professor II-stillinger for å styrke eksisterende miljøer
- c) driftsmidler til reiser og organisering av arbeidsmøter for faglig utvikling
- d) prosjektmidler i form av stipendiatstillinger for å styrke miljøer som er i ferd med å bygge opp aktivitet.

Tiltak 3: Opprettelse av tre stillinger (energiprofessorat) med oppstartspakker innen energi- og energiomstilling. En forutsetning for tilsetting bør være at forskningsaktivitet kan knyttes opp mot forskningsaktivitet i eksisterende miljøer ved fakultetet og/eller i randsonen (jf. kapittel 4.2 og 5.1), og at de som ansettes kan bidra inn mot fakultetets energirelaterte undervisningstilbud.

6.2.3 Styrking av samarbeid på tvers av institutter, fakulteter og institusjoner

En styrking av forskningen vil kreve samarbeid mellom forskere fra flere institutter, fakulteter og institusjoner. Realiseringen av EnTek-bygget gir muligheter til å oppnå samlokalisering og etablering av møteplasser for energiforskningsgrupper som i dag er spredt over flere institutter, fakulteter og institusjoner.

Tiltak 4: Opprettelse av tidsbegrensete "Bergensforskergrupper" i samarbeid med CMR, Uni, NHH og Høgskolen i Bergen for å stimulere til samarbeid mellom institusjonene og legge grunnlag for ny felles forskningsaktivitet og synliggjøring av denne. Bergensforskergruppene skal ha som målsetning å levere fremragende bidrag til forskningen innen bærekraftig energi og energiomstilling. Som ledd i dette skal forskergruppene samarbeide om større søknader og etablere en felles prosjektportefølje. Ordningen bør gjelde for hele universitetet. Science City Bergen bør bidra i synliggjøring av satsingen.

Tiltak 5: Samlokalisering av energiforskningsgrupper bør vurderes i EnTek-bygget. Forskningsgrupper med fokus mot fornybar energi og energiomstilling som har behov for moderne laboratoriearealer og den tunge infrastrukturen som en ser for seg i EnTek-bygget, for eksempel innen bioenergi, er særlig aktuelle. Det anbefales videre at det i EnTek-bygget vurderes å tilrettelegge for møteplasser for energiforskningsgrupper (jf. tiltak 5) som ikke har sitt daglige virke i bygget, i tråd med tankegangen bak Science City Bergen.

6.2.4 Synliggjøring av energiutdanning og tverrfaglige utdanningsmuligheter

Mye av styrken i energiutdanningen som tilbys ved fakultetet i dag ligger i en disiplinbasert tyngde. Samtidig mener arbeidsgruppen det er viktig at studenter som ønsker en utdanning rettet mot energi tidlig får kjennskap til området i et bredere faglig perspektiv og blir engasjert i dagsaktuelle problemstillinger og prosjekter gjennom studiet. Dette vil bedre legge til rette for studentenes planlegging av både disiplinbaserte og tverrfaglige studieløp innen energi. Utdanning knyttet til bærekraftig energi bør være et satsingsområde ved fakultetet og universitetet, og UiBs eksisterende utdanningstilbud knyttet til energi må synliggjøres og videreutvikles.

Tiltak 6: "Energistudier ved UiB" bør opprettes som en felles samlebetegnelse for universitetets utdanningstilbud innen energi og synliggjøres som en del av studietilbudet. Profileringen bør inkludere både disiplinbaserte og tverrfaglige studieprogram med muligheter for fordypning inn mot bærekraftig energi. Alle fakulteter bør inviteres til en slik felles satsing, og bidra med kurs som kan tilbys til studenter ved andre fakulteter. Fakultetene må arbeide for å videreutvikle studietilbudet og gjøre tilpasninger slik at enkeltkurs kan tas av studenter fra andre fakultet.

6.2.5 Styrking av undervisningstilbud på fakultetet

For å møte samfunnets behov må fakultetet utdanne flere studenter med kompetanse innen bærekraftig energi og energiomstilling. Studenter som tar kurs knyttet til energi tidlig i studiet, tilegner seg kompetanse som er viktig for samfunnet samtidig som de har bedre muligheter planlegge disiplinorienterte og tverrfaglige studieløp innen bærekraftig energi og energiomstilling.

Tiltak 7: Styrking av undervisningstilbud innen energimasteren og på bachelornivå ved ansettelse av tre nye vitenskapelige stillinger (jf. tiltak 3) og opprettelse av to nye kurs:

- a) Et innledende, overordnet kurs som kan tas tidlig i studiet (2. eller 3. semester) som tar for seg energikilder og energibruk fra et matematisk-naturvitenskapelig perspektiv.
- b) Et prosjektarbeidskurs som innledes med en dagskonferanse ("Energistudentkonferansen") der inviterte foredragsholdere fra industri, næringsliv og academia presenterer aktuelle problemstillinger. Med utgangspunkt i tema som blir løftet fram på konferansen, skriver studentene prosjektoppgaver knyttet til dagsaktuelle problemstillinger, som så presenteres på et seminar ved kursslutt.

Kurset beskrevet i punkt a) kan eventuelt erstatte PTEK100-kurset. Begge kursene bør kunne tilbys til alle studenter ved UiB gjennom "Energistudier ved UiB" og også gjøres tilgjengelig for studenter ved samarbeidende institusjoner. Kurset beskrevet i punkt a) bør opprettes av fakultetet, men kan etableres og/eller videreutvikles i samarbeid med andre fakulteter (jf. opprettelse av "Energistudier ved UiB"), slik at studenter med ulik fagbakgrunn kan jobbe sammen om tverrfaglige prosjektoppgaver. Kurset bør utformes slik at det dekker skrivekrav i bachelorgraden.

Referanser

- Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet. «Mandat for Strategiutvalg for energiforskning.» *Fakultetsstyresak 51, saksnr 2011/1801*. Bergen: Universitetet i Bergen, 8 September 2011.
- Energi21. *Energi21 - Strategi 2014 Nasjonal Strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny energiteknolog, Del 1/2*. Rapport, Lysaker: Energi21, 2014.
- Forskningsrådet. *Mobilisering av energiforskningen*. Rapport, Oslo: Norges forskningsråd, 2014.
- GEA. *Global Energy Assessment*. Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria: Cambridge University Press, 2012.
- IPCC. *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. IPCC Report, New York: Cambridge University Press, 2012.
- Jacobson, M.Z., og M.A. Delucchi. «Providing all global energy with wind, water and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure and materials.» *Energy Policy* 39 (2011): 1154-1169.
- Kunnskapsdepartementet. *Lange linjer - kunnskap gir muligheter, Meld. St. 19 (2012-2013)*. Melding til Stortinget, Oslo: Det kongelige norske kunnskapsdepartement, 2013.
- Kunnskapsdepartementet. *Langtidsplan for forskning og høyere utdanning*. Melding til Stortinget, Oslo: Det kongelige norske kunnskapsdepartement, 2014.
- Miljøverndepartementet. *Norsk klimapolitikk, Meld. St. 21 (2011-2012)*. Melding til Stortinget, Oslo: Det kongelige norske miljøverndepartement, 2012.
- Narbel, P. A., J. P. Hansen, og J. R. Lien. *Energy Technologies and Economics*. Springer, 2014.
- Statistisk Sentralbyrå. *Utslipp av klimagasser - årlig, foreløpige tall - SSB*. 14 Oktober 2014. <http://www.ssb.no/klimagassn>.