

# Innspill til nytt norsk veikart for forskningsinfrastruktur

---

## *Uttalelser – høring*

Alle institusjoner som har søkt Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur om midler siden oppstart i 2009 har hatt mulighet til å gi innspill til nytt norsk veikart for forskningsinfrastruktur. Hver institusjon har blitt bedt om å levere ett samlet innspill for hvert fag-/temaområde som er relevant for institusjonen som er godt forankret i egen organisasjon.

## **ENERGI**

**Dato: 03.10.2022**

# ENERGI

## **Institusjoner som har sendt inn uttalelser**

- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- NTNU
- UiT Norges arktiske universitet
- Universitetet i Agder
- Universitetet i Bergen
- Universitetet i Oslo
- Universitetet i Sørøst-Norge
- Universitetet i Stavanger
- NIBIO
- Simula Research Laboratory
- IFE - Institutt for Energiteknikk
- NORCE - Norwegian Research Centre AS
- NORSAR
- RISE PFI AS
- SINTEF

Norges miljø- og  
biovitenskapelige universitet

### **Nasjonal infrastruktur for bioraffinering på Ås (NorBioLab)**

NMBU og NIBIO er del av NorBioLab 1 og 2, og ønsker NorBioLab 3. Innen NorBioLab har vi ansvar for biogass, enzymatisk prosessering, enzymproduksjon, analyse (primært diverse HPLC'er - High-Performance Liquid Chromatography) og en del fermentering (mer enn enzymproduksjon). Spesielt innen biogass har vi et tungt nasjonalt ansvar og det er også her tyngdepunktet av NMBU-Nibio-samarbeidet ligger. Det nasjonale biogasslaboratoriet på Ås kan tilby meget gode fasiliteter inkludert 25 CSTR reaktorer (CSTR - Continuous Stirred Tank Reactors). Det er sterke koblinger mot andre deler av Ås campus sine NorBioLab aktiviteter, spesielt inne forbehandling av biomassen og innen diverse typer avanserte analyser. Bioprosesseringsutstyret er samlet i NMBUs bioraffineri. Bioraffineringsanleggene er skalert i samarbeid med NorBioLab partnere og norsk industri og tillater forsøk opp til rundt 10 kg biomasse og 100 L volum. Dette kan omtales som minipilotskala; ytterligere oppskalering kan så bli utført i samarbeid med industrien selv eller med andre norske eller internasjonale (EU fasiliteter) aktører. Analysedelen av NorBioLab (se også ovenfor) er enormt viktig for mange prosjekter og veldig mange brukere, og gir Ås campus, og Norge, klare kompetitive fortrinn (pga utstyret og kompetansen). Infrastrukturen er sentrale i flere store prosjekter (FME, SFI) og en framtid uten NorBioLabs fasiliteter vil være vanskelig. Utstyret er dyrt å drifte, vedlikeholde og fornye, så her må det satses videre.

### **Ett mikrobielt elektrolyse system for å redusere CO<sub>2</sub> til mikrobiell biomasse eller ulike biokjemikaler**

På forskningssiden er det behov for å bygge opp infrastruktur hvor man kan overføre elektroner til mikroorganismer. Et slikt system kalles et mikrobielt elektrolyse system (MES). Mikrobene bruker da strøm direkte til å redusere CO<sub>2</sub> til mikrobiell biomasse eller ulike biokjemikaler. Man kan bruke renkulturer av spesielle mikrober eller mikrobielle samfunn (for eksempel bruke elektroder i biogassreaktorer for å øke produksjonen av metan). Utstyret består av en strømkilde, elektroder og en bioreaktor. På denne måten kan man produsere karbonkjeder uavhengig av fotosyntesen, og denne teknologien vil bli viktig i en framtidig bioøkonomi hvor tilgangen til biomasse vil være en begrensende faktor.

NTNU

### ***\* Forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område***

Det grønne skiftet er avhengig av å konvertere elektrisk energi til kjemisk energi og omvendt. I fornybar-sammenheng vil 80 % av dagens energiforsyning endres fra fossil energiproduksjon til elektrisk energi. Forskningen må bygge bro mellom vitenskap og teknologiutvikling på flere felt, slik at eksperimentell og numerisk forskning kan dra nytte av hverandre. Behov for nasjonal infrastruktur omfatter avansert lys, magnetfeltutstyr og annet bølgebasert karakteriseringsutstyr (XCT, NMR og ultralyd) – verktøy som forbinder faktisk anvendelse med modellering og materialutvikling. Det trengs spesielt bildebehandlingsverktøy basert på høyoppløselig røntgendatatomografi, NMR og ultralyd datatomografi som gjør det

mulig å kartlegge og oppdage tilstander, former og pågående prosesser i skalaen under mikrometernivåer.

Forskning på drift av kraftsystemer krever testsenter for å utvikle nye løsninger og som benytter nye sensorer, kommunikasjonssystemer og databaserte metoder. Dette henger også sammen med digital infrastruktur for energisektor og energi i bygninger (E-hubs for buildings).

Materialvitenskap og teknologi er avgjørende for utvikling innenfor energiteknologi og for det grønne skiftet. Det er behov for *state-of-the-art* forskningsinfrastruktur for materialsyntese, framstilling, deponering, materialkarakterisering og testing av strukturelle, kjemiske, fysiske, funksjonelle og mekaniske egenskaper. Studier og utvikling av materialer på nanoskala er vesentlig for utvikling og design av nye batterier og solceller, energilagingsmaterialer, materialer for CO<sub>2</sub>-fangst, membraner, energieffektiv elektronikk, lettere og smartere transportløsninger osv.

**\* *Hvilke eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle***

Det nasjonale SmartGrid-laboratoriet må videreutvikles med flere funksjonaliteter som styring og optimalisering, informasjonssikkerhet, kommunikasjon og datahåndtering. Dette gjelder også ZEB-Lab.

Videre investeringer i NorFab, NORTEM og MiMac er nødvendig for å opprettholde Norges kapasitet og kompetanse innen nanofabrikasjon og -karakterisering

Den norske NMR-plattformen (NNP) ble i 2021 tematisk utvidet til også å tilby infrastruktur innen områder som CO<sub>2</sub>-fangst og solcelleutvikling. Dette er infrastruktur som bør videreutvikles innenfor det tematiske området energi.

For den grunnleggende energiforskningen er det også viktig å beholde de nasjonale infrastrukturene RECX og NABLA samt tilgangen til internasjonale (se nedenfor).

**\* *Innenfor hvilke områder blir det spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt***

Utstyr for forskning på dynamiske prosesser i materialer og systemer for eksempel *cycling* i batterier, CO<sub>2</sub>-fangst, lav-energi elektronikk, overflatereaksjoner i krevende (*harsh*) miljø der røntgenteknikker er svært sentrale. (se under)

**\* *Hvilke hull kan dekkes gjennom utvikling av eksisterende nasjonale og /eller samarbeid om/tilgang til internasjonale forskningsinfrastrukturer***

Nyinvesteringer og oppgraderinger av Vannkraftlaboratoriet (HydroCen fase 2) står på dagens veikart og bør bestå i ny versjon.

Bruksområdet til SmartGrid-laboratoriet bør utvides ved etablering av en driftssentral koblet opp til simulatorer og til de fysiske komponentene i laboratoriet. Dette kan understøtte undervisning og forskning på drift av komplekse og kritiske infrastrukturer, spesielt utfordringer knyttet til overvåking

og styring av kraftsystemet i det grønne skiftet, men ikke begrenset til spesifikke systemer.

Røntgenteknikker bør utvikles innenfor det etablerte RECX-samarbeidet. Det må sikres fortsatt tilgang til Swiss-Norwegian Beamlines (SNBL), European Synchrotron Facilities (ESRF) og European Spallation Source.

Avansert materialkarakterisering på atomnivå ved bruk av elektronmikroskopiteknikker kan videreutvikles innenfor NorFab, NORTEM og MiMac.

**Overordnet kommentar:**

Nytt veikart for forskningsinfrastruktur skal inneholde 6 tematiske satsingsområder, sammenliknet med det nåværende veikart sine 12 områder. Tema Energi kan dermed tenkes å være en sammenslåing av temaene «Miljøvennlig energi» og «Petroleumsteknologi». Med tanke på det kraftige behovet for en grønn omstilling forslår derfor UiT å benytte det nye veikartet til en fokusering på infrastruktur som støtte opp om en sterk og nødvendig satsing på fornybar energi i ett fremtidig nullutslipps energisystem.

- **Behov for forskningsinfrastruktur** (Fra tema Miljøvennlig energi)  
*Forskningsinnsatsen innenfor miljøvennlig energi skal fremme en langsiktig og bærekraftig omstilling av energisystemet. Økt tilgang til ny fornybar energi, økt effektivisering og fleksibilitet og tettere integrasjon mot Europa, er viktige elementer. For CO2-håndtering er reduserte kostnader og realisering av lagringspotensialet i Nordsjøen, viktige mål. Satsingen skal bidra til reduksjon av norske og globale klimagassutslipp. Forskningen skal styrke næringslivet og gi økt internasjonal konkurransekraft. Energi21 er den nasjonale strategien for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av energiteknologi.*

*God forskningsinfrastruktur er avgjørende på energiområdet. En kombinasjon av laboratoriearbeid med modellutvikling og simulering er nødvendig for å sikre pålitelige og gode resultater. Uttesting i laboratorieskala er viktig for å kunne realisere nye og forbedrede løsninger og for å redusere risiko for feil og mangler når næringslivet tar disse løsningene i bruk.*

*Det er porteføljestyret for Energi, transport og lavutslipp som har ansvaret for de målrettede satsingene innenfor miljøvennlig energi. Porteføljeplanen for dette området beskriver mål og prioriteringer for satsingene. Aktivitet under andre porteføljestyre er også viktig for forskningen på området, dette gjelder særskilt porteføljestyret for Muliggjørende teknologier og porteføljestyret for Naturvitenskap og teknologi*

-----  
Overstående tekst foreslås omskrevet som følger:

- Avsnitt 1, setning 1: «*Forskningsinnsats innen miljøvennlig energi ...*» omskrives til: «Forskningsinnsats innen energi ...»
- Avsnitt 2, setning 2: «*En kombinasjon av laboratoriearbeid med modellutvikling og simulering er nødvendig for å sikre pålitelige og gode resultater.*» omskrives til: «Modellering og simulering av en økt andel av utslippsfrie

energiressurser i energisystemet er nødvendig for å sikre pålitelige og gode resultater.»

- Avsnitt 2, setning 3: «*Uttesting i laboratorieskala er viktig for å kunne realisere nye og forbedrete løsninger og for å redusere risiko for feil og mangler når næringslivet tar disse løsningene i bruk.*»

omskrives til: «Testfasiliteter og feltmålinger er viktig både for utvikling av ny teknologi og for å redusere risiko for feil og mangler når næringslivet tar disse løsningene i bruk.»

- Avsnitt 2, ny setning 4:  
«Kartlegging av økosystemer og grunnforhold er nødvendig for å sikre trygge løsninger og naturmangfold når nye energiressurser skal tas i bruk.»

- **Eksisterende nasjonale infrastruktur**

Her er det naturlig å ta med de som ligger under «Miljøvennlig energi» i dag. I tillegg bør en løfte frem Nasjonal infrastruktur for storskala beregninger og datalagring (E-infra), som bidrar med betydelig beregningskapasitet for ressurskartlegging og prediksjon av væravhengige fornybare energiressurser.

Andre relaterte forskningsinfrastrukturer er Lofoten-Vesterålen havobservatorium (LoVe) og Climate-ecological Observatory for Arctic Tundra (COAT), som begge har miljøovervåkning og naturmangfold som del av sin portefølje.

- **Områder for ny nasjonal infrastruktur og internasjonalt samarbeid**

Det er to viktige megatrender som påvirker samfunnet vårt i stor grad allerede i dag, men som forventes å ha langt større betydning for energibehovene i fremtiden. Den ene megatrenden er at det foregår en storstilt elektrifisering av samfunnet. Norge har spesielle forutsetninger for elektrifisering som skyldes vår gode tilgang til miljøvennlig vannkraft, men ettersom takten i elektrifiseringen øker svært raskt står vi overfor et elkraft-underskudd i Norge. Dette medfører et markedsdrevet press for å øke produksjonen av annen ny fornybar energi for å dekke inn det kommende kraftunderskuddet, og alle kjente produksjonsformer (f.eks. solenergi, vindenergi, geotermisk energi) vil komme til å ha betydning. Den andre store megatrenden er digitaliseringen av samfunnet, hvor Norge ligger langt framme. Digitaliseringen griper inn i nærmest alle våre aktiviteter, og er viktig for optimalisering i energisektoren og utvikling av ny fornybar energi.

Det internasjonale energibyrådet (IEA) presenterte i slutten av mai 2021 sin rapport Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector. Dette er et vegkart for å oppnå et tilnærmet karbonnøytralt samfunn innen 2050. For å nå dette målet må innovasjonsaktiviteten innen fornybar energi akselereres, arbeidet med storskala karbonfangst og lagring må intensiveres, og petroleumsaktiviteten må dreie fra leting til en utslippsfri utnyttelse av eksisterende fossile ressurser.

Norge har i dag nasjonal forsknings infrastruktur knyttet til solenergi og vannkraft, men mangler en infrastruktur for testing og utprøving knyttet til vindressurser og vindenergiproduksjon. Betydelige deler av Norges landbaserte vindressursene ligger i ett kompleks terreng med nærliggende fjell og fjorder hvor kaldt klima gjør vinterdrift utfordrende både med hensyn på produksjon og vedlikehold. Ising på infrastruktur, både vindturbiner og kraftledninger, kan bidra til redusert produksjon på tidspunkter hvor samfunnets behov for sikker energitilgang er kritisk.

Hydrogen er en utslippsfri og miljøvennlig energibærer som forventes å ta en sentral rolle i overgangen fra fossile ressurser spesielt knyttet til transport. Produksjon av hydrogen gjennom elektrolyse fra fornybare energikilder kan bidra til enklere lagring og transport av energi. Hydrogen kan også produseres fra naturgass, og da vil fangst og lagring av biproduktet CO<sub>2</sub> er en viktig komponent om dette skal kunne gjøres karbon-nøytralt. Hydrogen er også utgangspunktet for produksjon av ammoniakk, metanol og e-fuel, viktige energibærere i for bærekraftig transport på sjø, land og i luften, og det er behov for forsknings infrastruktur knyttet til både sikkerhet knyttet til produksjon, transport og forbruk av hydrogen samt en optimalisert bruk av overskuddsenergi fra lokale fornybare energikilder.

Kjernekraft i form av fusjon er en utslippsfri energikilde som kan gi betydelig bidrag til fremtidens energisystem gjennom kontinuerlig høy energiproduksjon uten fare for radioaktivt avfall eller stråling som er problematisk for tradisjonell kjernekraft fra fisjonsreaktorer. ITER fusjonsreaktor er ett Europeisk samarbeidsprosjekt som skal ferdigstilles i 2025, og forskningsreaktoren skal etterfølges DEMO fusjonsreaktor som skal produsere elektrisitet på kraftnettet i løpet av 2-3 tiår. Parallelt utvikles det mindre reaktorer som bygger på høytemperatur superledere, ett forskningsprosjekt med utspring fra MIT hvor både Equinor og UiT er involvert. Norge har tradisjonelt ett sterkt forskningsmiljø knyttet til plasmafysikk, og bør gå inn i EUROfusion programmet i Europa for å sikre tilgang til viktig forskningsinfrastruktur og ett fremtidig kvantesprang innen bærekraftig og utslippsfri energiproduksjon.

- **Utvikling av eksisterende infrastruktur for å dekke hull**

E-infra bør sikres tilstrekkelige ressurser for støtte innen modellering og simulering av energiressurser og -systemer. COAT har utviklet observasjonssystemer for økosystemer som kan utvides til også å studere og overvåke lokale og regionale endringer i miljøpåvirkning og naturmangfold knyttet til energiproduksjon. Dette vil være sentralt for å sikre ett godt faktagrunnlag for konsesjonsbehandling og beslutningstakere for fremtidig ny fornybar energiproduksjon.

Universitetet i Agder

A key requirement for a sustainable green shift is the reversible storage of (electrical) energy. Lithium-ion batteries are one possibility to reversibly store energy produced from renewable sources such as wind-, hydropower or photovoltaics.

It is of broad national (and international) interest for the new Norwegian roadmap for research infrastructure to cover the subsequent, battery-value-chain related requirements. It is important to emphasize the battery industry, and the related work opportunities (1000s of workers needed), span the Norwegian coast, from Mo I Rana (Freyr), via Stavanger (Beyond), Kristiansand (Vianode) and Arendal (Morrow Batteries) to Fredikstad (Batteriretur). Together with the other Nordic countries Sweden and Finland, Norway has the unique opportunity to establish the most sustainable battery industry worldwide, in close alignment with the UN sustainability goals.

Among the research infrastructure available directly at the University of Agder is A) the automatic battery demanufacturing equipment, a unique research activity in

Norway, and B) the characterization techniques and testers for 2nd use qualification. From our recycling project partners (e.g., Batteriretur) we receive feedback that recycling is a bottleneck already now, foreseeably getting more critical in the near future. Especially with Norway's high electrification rate in the automotive sector the further development of recycling and 2nd use research infrastructure is eminent. Depending on the scale (and correspondingly TRL level) at which battery demanufacturing and 2nd use qualifications is investigated (single cells vs. entire battery systems such as from electric vehicles) the infrastructure development costs range between 10 MNOK to 50 MNOK.

Regarding novel research infrastructure it is essential to mention the upcoming demand of the battery industry for A) piloting battery research activities at relevant scales to co-create the basis for future batteries in academia-industry projects and B) training the highly required battery workforce of the future with equipment at relevant scales. In these aspects it is crucial that production grade battery equipment is available at academic institutions such as the University of Agder. Research infrastructure should cover above mentioned piloting equipment (depending on scale 20 MNOK to 100 MNOK) as well as specialized characterization equipment (e.g., BET, XRD, NMR, particle sizer, 30 MNOK). It has to be noted that the lack of in-house access to production grade battery equipment at academic institutes poses a major risk for educating the skillset required to establish Norway's role in *sustainable* batteries.

In order to cover remaining gaps via national or international collaborations we want to highlight the necessity (possibly beyond the scope of this call) to plan funding options for it. For example, the usage of battery recycling infrastructure throughout Europe (despite likely challenges to get access) comes with a non-negligible cost of shipping entire battery systems (hazardous goods) throughout the continent.

Universitetet i Bergen

### **Innledning**

- UiB mener at forskningsinfrastruktur av høy kvalitet i bredden av fag er helt avgjørende for god forskning. Det er derfor viktig å beholde en ambisiøs opptrappingsplan for forskningsinfrastruktur.
- UiB mener at store, permanente satsinger på energifeltet bør finansieres løpende over statsbudsjettet og at fagdepartementene tar ansvar for slik nasjonal permanent forskningsinfrastruktur. UiB mener det lite formålstjenlig at investering og drift av slike infrastrukturer er konkurranseutsatt på samme måte som prosjekter som anvender denne infrastrukturen i stor grad vil være. Det bør løpende vurderes om andre infrastrukturer som også betraktes som nasjonale og almene bør løftes ut av konkurransearenaen.

### **Kunnskapsgrunnlag for det grønne skiftet**

Innen geofysikk er det viktig med nasjonal forskningsinfrastruktur som utgjør et nødvendig kunnskapsgrunnlag for energiomstilling av samfunnet som leting etter verdifulle mineraler på havbunnen, havbunnstabilitet for forankring av vindmøller og plassering av andre installasjoner på havbunnen. Behov for forskningsinfrastruktur deles i e-infrastruktur og infrastruktur for observasjoner:



- Tungregning, datalagring og klimaspesifikk e-infrastruktur er avgjørende både for klimaforskning, oseanografi og energi/havvind. Sigma2 som grunnleggende, felles ressurs for alle forskningsgrupper.
- Observasjonsinfrastruktur avgjørende for forskning på hav og klima. NorEMSO, OBLO, ICOS og den nasjonale Argoinfrastrukturen.

### Hydrogensikkerhet

Det er betydelig sikkerhetsutfordringer knyttet til utstrakt bruk av hydrogen i samfunnet, blant annet fordi hydrogen er langt mer reaktivt enn konvensjonelle brensler, som bensin og naturgass. Siden det i stor grad er snakk om ny teknologi, er det i praksis lite hensiktsmessig å benytte konvensjonelle risikoanalyser for å vurdere sikkerheten (pga. iboende mangel på relevante erfaringsdata). En av de største utfordringene når det gjelder sikker implementering av hydrogensystemer er å estimere av konsekvensene av ulykker, og kanskje spesielt eksplosjoner. Det er derfor av avgjørende betydning å gjennomføre eksperimenter som gjenspeiler både kompleksiteten og skalaen (størrelsen) til reelle hydrogeninstallasjoner, som for eksempel produksjonsanlegg, fyllestasjoner og skip. Resultatene fra slike eksperimenter kan benyttes direkte til sikkert design og optimalisering av systemene, utvikling av nye teknologier for brann- og eksplosjonsbeskyttelse, og ikke minst for validering av avanserte modeller som kan benyttes til optimalisering av design og risikovurderinger. Blindprediksjoner, der utviklere og brukere av avanserte konsekvensmodeller inviteres til å forutsi resultater fra tester før eksperimentene gjennomføres er kanskje den eneste pålitelige måten å faktisk vurdere presisjonsnivået som kan forventes i modellberegninger.

Konkret er det innen prosess-sikkerhet og eksplosjonsstudier et behov for å videreutvikle eksisterende laboratorium med utgangspunkt i det som er bygget opp på UiB til et nasjonalt laboratorium. Den neste fasen er et utendørs anlegg hvor man kan studere eksplosjoner i større skala, og med ulike modeller bygget opp for å kunne simulere eksplosjoner iblant annet bygg og båtkonstruksjon. Utvidelse av eksisterende anlegg på Sotra sammen med ulike industriaktører eller den nasjonale biologiske stasjonen på Espegren bør vurderes

Universitetet i Oslo

En rekke av UiOs fremste fagmiljøer innen kjemi, fysikk og geofag utgjør den naturvitenskapelige kjernen i UiO: Energi og miljø—ett av fire satsingsområder ved universitetet. Virksomheten er mangfoldig, men er i hovedsak konsentrert rundt nye materialer og metoder for omforming, lagring og effektiv bruk av energi. Dette bidrar til utvikling av teknologi med kraftig redusert utslipp av klimagasser, inklusive CO<sub>2</sub>-lagring, og redusert utslipp fra råstoffer. Det arbeides på bred front med avanserte metoder og materialer for fremstilling av hydrogen og ammoniakk, materialer til fotovoltaiske celler, fotoelektrokjemi, termoelektrisitet, batterier, og kraftelektronikk og sensorer for redusert transporttap ved overføring av elektrisitet. De nevnte fagmiljøene er fullstendig avhengige av tilgang til et arsenal av førsteklasses metoder for materialsyntese, og for kjemisk og fysisk karakterisering av de nye materialene (optiske, elektriske, kjemiske, magnetiske, termiske og strukturelle egenskaper). Fagmiljøene disponerer og sørger for driften av omfattende park av avanserte vitenskapelige instrumenter gjennom et større antall leiesteder hvorav mange er klassifisert som nasjonale infrastrukturer, finansiert av Forskningsrådet og universitetet. Mens noen av instrumentene våre er i toppklasse, er andre alderstegne og krever mye og kostbart vedlikehold for å

fungere. For å hegne om og videreutvikle disse viktige fagmiljøene er det avgjørende at Forskningsrådet viderefører de nasjonale infrastruktursatsingene RECX, NNP, NORTEM, NICE, Goldschmidt, NABLA og NORFAB, samt støtter nye initiativer som PPMS (integriert system for måling av fysiske egenskaper), TENOR (for SEM med fokusert ionestråle; FIB-SEM), samt nytt laboratorium for syntese ved høye trykk og temperaturer. Universitetet har tross sin størrelse begrenset mulighet til å eie og drive all nødvendig infrastruktur på egenhånd, og vil i fremtiden i enda høyere grad samarbeide med forskningsinstitutter og andre universiteter for samordning og effektivisering. Virksomheten er også avhengig av tilgang til store avanserte internasjonale anlegg hvor Norge er medlem; ESS, ESRF, og dessuten MAXIV, SOLEIL, ILL, Spring-8, APS, ALS, DESY, SLS, PSI, Elettra, ISIS, og GANIL for tilgang til kraftig bestråling (røntgen, UV, IR, nøytroner og ioner) og svært avanserte eksperimentoppstillinger vi ikke har her hjemme, og ber Forskningsrådet om i enda større grad å bidra til at norske forskere kan benytte anleggene, både gjennom direkte finansiering av driften og til program for reise og opphold for våre ansatte og studenter.

Mye tyder på at det vil bli vanskelig å gjennomføre overgangen fra fossilbasert energi uten et betydelig bidrag fra kjernekraft. Både Det internasjonale energibyrået IEA og EU anbefaler økt utbygging av kjernekraft fram mot 2050. Selv om det neppe er aktuelt å bygge termiske reaktorer for kjernefysisk kraftproduksjon i Norge med det første, er Norge koplet til et felles europeisk strømmnett med alle de implikasjoner for sikkerhet og beredskap det gir, og dermed særlig behov for nasjonal spisskompetanse. Den nasjonale detektorinfrastrukturen OSCAR på syklotronlaboratoriet (OCL) ved UiO bidrar til internasjonal forskning på egenskaper og reaksjonssannsynligheter for aktinidkjerner. Disse data er viktige for utvikling av nye brenselsykluser for kjernekraftverk, for eksempel basert på thorium, for transmutasjon av langlevende atomavfall til mindre farlige stoffer, og ikke-spredning av kjernevåpen. Forskingen ved OCL er vesentlig for å bygge kompetanse i kjernefysikk og nukleær teknologi i Norge, som ikke bare kreves for anvendelser av kjernekraft, men også i forhold til nukleære sikkerhet og beredskap, strålevern, og medisinske og industrielle anvendelser av radioisotoper. Forsking på nye eksperimentelle metoder og nye detektorteknologi vil styrke den nasjonale infrastrukturen og dens rolle i internasjonal kontekst. Medlemskap i internasjonale infrastrukturer som for eksempel ISOLDE ved CERN er komplementær til forskningen ved OCL. Den høyere energien fra CERN-akseleratorene gjør det mulig å undersøke mer ustabile atomkjerner med kortere halveringstider.

Universitetet i Sørøst-Norge / på veien av Viserektor for forskning, innovasjon og internasjonalisering

Det er mange utfordringer innen energi knyttet til det grønne skiftet. Det handler både om nye måter å utvinne og lagre energi på og om pålitelig og kostnadseffektiv drift av anlegg. Nanostrukturerte materialer kan bidra til mer effektive fotovoltaiske kilder og i kombinasjon med elektrokjemiske prosesser til og med kombinere dette med karbonfangst og utnyttelse som en ny og ettertraktet funksjonalitet.

Dette kan oppnås ved nye katalysemetoder for fotokjemisk/fotoelektrokjemisk H<sub>2</sub> fremstilling og/eller kjemisk CO<sub>2</sub> utnyttelse som for eksempel singel-atom katalyse. Likeledes er nanostrukturering essensielt i å få til signifikante

ytelsesforbedringer i energilager som batterier og ikke minst superkondensatorer. Smarte løsninger basert på mikrosystemer kan åpne for tilstandsovervåking eller mer optimal drift av anlegg og utstyr, f.eks. vindmøller. For å kunne forske på denne type teknologi er det nødvendig med tilgjengelig renromsfasiliteter for mikro- og nanofabrikasjon med tilhørende avanserte karakteriseringsmuligheter.

Norfab er en nasjonal forskningsinfrastruktur for mikro- og nanofabrikasjon og består av MST-Lab i Horten, UiO og Sintef MiNaLab i Oslo og NTNU Nanolab i Trondheim. Den tilbyr state-of-the-art laboratorier for norske forskere uavhengig av institusjons- eller firmatilhørighet. For å gjøre fremskritt innen nye metoder for fotokjemisk/fotoelektrokjemisk energiomvandling og lagring er ytterligere investeringer i den nåværende infrastrukturen nødvendig. Det er viktig at Norfab opprettholdes og videreutvikles som sentral infrastruktur for å støtte både akademisk forskning, innovasjon og kommersiell aktivitet innen området. Det er allerede kommet kommersialiseringer innen området basert på forskning muliggjort av denne infrastrukturen, f.eks. nanoCaps AS.

National Smart Grid Laboratory og Norwegian Research Centre for Hydropower Technology Laboratories ved NTNU er de mest relevante infrastrukturen for USNs forskningsmiljøer innenfor elkraft. Vi ønsker at de nasjonale laboratoriene styrkes og gis mulighet til å utvide sin aktivitet. Framover vil det være viktig at også mindre forskningsinstitusjoner får prioritert tilgang til infrastrukturen, for eksempel som en ny node i en pågående infrastruktur. Tilgang til infrastruktur er avgjørende for høykvalitetsforskning ved unge universiteter. Tilgang til en regional node vil også kunne øke forsknings- og innovasjonsaktivitet av høy kvalitet i regionalt næringsliv. Videre må det utarbeides et rammeverk der mindre laboratorier har mulighet til å kommunisere/utveksle digitalt med de nasjonale laboratoriene igjennom skybaserte løsninger. Igjennom dette kan man utveksle data og resultater i ett nytt digitalt rammeverk og sørge for et større FoU-momentum nasjonalt.

Norges satsing på avkarbonisering av industri og maritim transport ved bruk av nullutslipp energibærere som ammoniakk og hydrogen krever en ny forskningsinfrastruktur. Storskala implementering krever mer kunnskap om mulige farer som kan følge med uønskede hendelser i fullskala anlegg. Norge har flere internasjonalt anerkjente miljøer for forskning på sikkerhet innen hydrogen og nye energibærere, men mangler en nasjonal infrastruktur innen dette feltet. Teknologi som benytter energibærere som hydrogen og ammoniakk vil måtte vise at det er sikkert nok for å kunne erstatte tradisjonell teknologi. En infrastruktur for å gjennomføre forskning på sikkerhet i stor skala vil ikke bare ha stor nytteverdi for forskningsmiljøene, men også være viktig for industrien som utvikler teknologien.

Flere fakultet ved UiS:  
Tek.nat. fakultet, Det  
samfunnsvitenskapelige  
fakultet, Arkeologisk  
museum.

*Forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område*

“Energi” er et strategisk prioritert område for UiS. Dette spenner hele verdikjeden fra utnyttelse av ulike energiressurser, via omforming og overføring til fordeling og brukerutnyttelse. Alle deler i denne kjeden fordrer ulik type infrastruktur -- både spesiell og generisk. Innen energiressurser er det behov for utvikling av infrastruktur som dekker undergrunns-karakterisering på ulik skala, herunder lagring av fluider, og (spill-)varme i reservoarer.

Det er videre et behov for infrastruktur knyttet til utvikling og karakterisering av energilagingsmaterialer – herunder batterier. I første rekke analyse / karakteriseringsplattformer.

Bruk av nærområder (campus) som laboratorium (logging av geotermiske data over tid).

*Hvilke eksisterende nasjonale infrastrukturer er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle*

Norwegian BioCentre (NBioC) – Norwegian Centre for Bioprocessing & Fermentation

*Innenfor hvilke områder blir det spesielt viktig å etablere nye nasjonale infrastrukturer eller samarbeide om internasjonalt*

Batteriteknologi og hydrogen-basert teknologi.

Undergrunns-karakterisering for nullutslipp, herunder lagring av fluider, samt utnyttelse og lagring av spillvarme.

Infrastruktur knyttet til testing av lagring og transport av hydrogen på ulike skalaer, herunder hensyntagen til materialene som skal brukes.

*Hvilke hull kan dekkes gjennom utvikling av eksisterende nasjonale og /eller samarbeid om/tilgang til internasjonale forskningsinfrastrukturer»*

Se vårt svar under Datainfrastruktur og IKT.

NIBIO

De eksisterende temaene *Bioressurser* og *Miljøvennlig energi* er dels plassert under dette teamet. NIBIOs portefølje innen de to gjeldende temaene er kommentert under de øvrige nye temaene.

Gjeldende områdestrategi *Miljøvennlig energi* omtaler bl.a. de etablerte vind-, vann- og solkraftsatsningene. Behov for oppbygging av en nasjonal

forskningsinfrastruktur innenfor hele bredden av elektrifisering av transport er også omtalt. Etter NIBIOs vurdering bør omtalen også inkludere mulighetene for og effekten av solcellesatsning og elektrifisering i landbruket. Forskning for teknologiske løsninger og metoder som muliggjør solenergidrevet presisjonsjordbruk, for økt bærekraft og redusert miljøfotavtrykk i jordbrukssektoren er i støpeskjeen. Utfordringene videre for investeringsvilje i landbruket, og som vil kunne bidra vesentlig til klimaregnskapet, ligger nettopp i utbygging av infrastruktur, autonom utvikling og lagringsmuligheter for egenprodusert strøm.

Simula Research Laboratory

Energisektoren, spesielt relatert til olje og gass, har lenge brukt avanserte matematiske modeller og tilhørende ressurser for tungregning. Dette er også svært aktuelt for nyere, fornybare energisystemer, slik som vindkraft og solkraft, der forståelse av de underliggende naturprosessene og optimalisering av kraftproduksjonens plassering og konfigurering er avgjørende for suksess. Det er også karakteristisk at utbygging av nye anlegg for slike kraftkilder er tett instrumentert med sensorer, noe som gir nye muligheter til å samle og analysere viktige produksjonsdata som kan bidra til å optimalisere balansen mellom ytelse, inntjening og slitasje på utstyr og miljø. Dette er i skarp kontrast til typiske anlegg for vannkraft som er flere ti-år gamle, lite instrumenterte og ofte driftes vel så mye på erfaring som på et målbart datagrunnlag. Utvikling av framtidens energiprodusenter og distribusjonssystemer vil kreve forskningsinfrastrukturer for effektiv dataprosessering, tungregning og samhandlende, distribuerte systemer, som beskrevet under temaet *Datainfrastruktur og IKT*.

Institutt for Energiteknikk

Havvindtubiner FoU

Utvikling av nye havvindturbiner i industrien gjøres i stor grad via numeriske simuleringer. Utvikling og validering av praktisk brukbare og mer realistiske numeriske modeller og verktøy har derfor høy prioritet hos FoU-organisasjoner. For å kunne tas i bruk av industrien må disse forbedrede metodene og verktøyene valideres. Dette gjøres enklest via sammenligning med andre numeriske modeller eller via validering mot modellprøver. I praksis er det dessverre vesentlig usikkerhet knyttet til hvorvidt disse numeriske modellene og modellprøvene representerer virkeligheten. Det klart mest verdifulle er validering mot fullskala målinger. Slike måledata er det dessverre lite av og av variabel kvalitet. For å fjerne usikkerheter rundt målingene trenger man gode målinger av strukturenes krefter og bevegelser med samtidige målinger av bølger og vind. Det som også trengs, men som oftest også er et problem, er en komplett og detaljert beskrivelse av hele havvindturbinen, inkludert dens kontrollsystemer. Å skaffe til veie slike fullskala komplette datasett vil ha stor verdi for FoU og industri og det anbefales derfor at dette prioriteres. Dette kan f.eks. gjøres ved instrumentering av eksisterende flytende vindturbiner.

Området miljøvennlig energi – flytende hydrogen:

Hydrogen som energibærer har et sterkt økende nasjonalt og internasjonalt fokus. Det er nå tre FME-senter innen hydrogen-området: MoZEES, HyValue og HYDROGENi og to forskningsinfrastrukturer: Norwegian Fuel Cell and Hydrogen Centre som støtter forskning for produksjon og bruk av hydrogen (i drift) og SMART-H – Materialforskning for transport av hydrogen (under etablering). En effektiv og sikker metode for lagring er nødvendig for alle anvendelser av hydrogen. Flytende hydrogen er en effektiv lagringsform, volumetrisk tetthet er 70% større enn komprimert hydrogen ved 700 bar, men krever temperatur ned til 20 K. Viktige anvendelser av flytende hydrogen er for storskala hydrogenlagring og spesielt for tung-transport og maritim bruk.

Det er en rekke kunnskaps-gap som er nødvendig å avklare for flytendegjøring, lagring, transport og sikkerhet knyttet til effektiv bruk av flytende hydrogen. Disse forskningsaktivitetene vil kreve både teoretisk modellering og eksperimenter, men per i dag er det ingen forskningsinfrastruktur i Norge eller Norden for eksperimentell forskning, forsøk og testing av flytende hydrogen. Basert på nasjonal kompetanse og fokus på flytende hydrogen vil det være viktig å etablere forskningsinfrastruktur relatert til lagring og transport av flytende hydrogen i Norge.

#### Flytende Solkraft

Norge har en ledende rolle innen flytende solkraft internasjonalt med en rekke selskaper som enten utvikler teknologi, er underleverandører til bransjen eller bygger ut/drifter flytende solparker. Med rundt 4 GW installert kapasitet på verdensbasis, alt installert de siste årene, vil FPV være en viktig fornybar kilde fremover. Foreløpig domineres markedet av en type teknologi, og det er stort forbedringspotensial og store muligheter for norske selskaper å ta betydelige markedsandeler internasjonalt. For å utvikle og validere komponenter og ny teknologi for flytende solkraft er det avgjørende å kunne teste teknologien over tid og i en viss skala. Tilgjengelige testområder for flytende sol har hemmet utviklingstakten og vært en ulempe for norsk industri. For forskning innen flytende sol er mangel på data fra felt den største hemskoen. Data fra felt er avgjørende for validering av alle modeller, fra hydrodynamiske modeller til termiske modeller og komponentspesifikke degraderingsmodeller. Korrelasjon mellom klima og degraderingsmekanismer sett i felt er også avgjørende for å kunne utvikle nye akselererte aldringstester for solcellemoduler brukt til FPV applikasjoner, for å kunne bestemme parametere som inngår i energiytelsesanalyser og LCOE beregninger, som for eksempel U-verdier, soilingtap, mismatchtap og degraderingstap.

Det uten tvil klart største markedet for FPV er på ferskvann og rolige havområder. Et etablert, lett tilgjengelig testområde med forhold og infrastruktur som egner seg til testing av FPV teknologier for ferskvann og rolige havområder, vil derfor være svært viktig for videre forskning og utvikling.

#### Solcelleteknologi

Europeisk solcelleindustri er i vekst igjen på bakgrunn av EUs økte behov for fornybar, robust og selvforsynt elkraft og nylige foreslåtte solenergistrategi. Norsk industri som forsyner solcelleverdikjeden med lavkarbon materialer har sett en økt

interesse og har store ambisjoner for vekst. For å kunne forsyne norsk og europeisk industri med materialer, innovasjon og kompetanse trengs en betydelig forskningsaktivitet både med industrien og i forkant av der industrien er til enhver tid. For å kunne bidra godt til dette trengs en videreføring og oppgradering av infrastrukturen for relevant forskning i Norge. Partnerskapet og eksisterende infrastruktur i Norwegian laboratory for silicon-based solar cell technology (NSST) ønskes styrket. En viktig del av forskningsaktiviteten og industriutviklingen innen solenergi vil være knyttet til bærekraftig produksjon og sirkulære verdikjeder, her er norsk solcelleindustri verdensledende og det er svært viktig å holde denne posisjonen fremover. Mulighet for å behandle og karakterisere silisiummateriale og silisiumskiver for solceller relevante for dagens industri og forskningsfront vil være svært viktig. Kjemiske og strukturelle overflate- og bulkanalyser med nye metoder vil være viktig samt utvikling av metoder for å forstå endringer over tid i materialene som brukes ute under svært varierende klima. Dette kan f.eks. kobles til behov for utvikling innen flytende solkraft og analyse av degraderingsmekanismer som er viktige for ytelsen av slike systemer.

NORCE - Norwegian Research Centre AS

Det er sammenfallende interesser og behov mellom Petroleumsteknologi, Miljøvennlig Energi og Maritim Teknologi. I dag kan det se ut som om Petroleumsteknologi og strategien fra OG21 i stor grad beveger seg inn i de to andre, uten at de andre områdestrategiene (heller ikke Energi21) tar hensyn til dette. Det ligger et stort potensial i at disse tre områdene blir koblet tettere sammen.

Fremtidig norsk olje og gass produksjon med lave utslipp skal skje med CO2-fangst og lagring, energieffektivisering og bruk av fornybar kraft.

#### **Eksisterende infrastruktur:**

**Ullrigg Test Centre (boring og brønnenlegg):** En velkjent utfordring for de Nasjonale Infrastrukturer er drift, vedlikehold og videreutvikling av disse. Det er et sterkt ønske og behov for sikring av nødvendig videreføring i takt med FoU og innovasjons behov innen boring og brønn aktiviteter som Ullrigg Test Centre, UTC, er bidragsyter til. NORCE ved UTC har siden første INFRA tildeling i 2014, med videre tildeling til komplementær infrastruktur i **OpenLab Drilling** i 2018 (se innspill til IKT infrastruktur) bidratt til en grensesprengende demonstrasjon av første trinn mot en autonom boreprosess. Resultat og verdi av slike prosjekt vil være avgjørende for videre utnyttelse av eksisterende så vel som nye felt i Nordsjøen med betydelig bidrag til redusert fotavtrykk. UTC anses å være en moden Infrastruktur og således avhengig av oppgradering og videreutvikling for å styrke, videreutvikle og sikre fortsatt relevans som støtte til fortsatt verdifull teknologiutvikling jfr. OG21 rapport om verdiskapende teknologier som bla. Automatisert borekontroll. Behovet for oppgradering er innen hardware og software, der flere av maskinene trenger utskiftning og/eller betydelig oppgradering. På software siden er utviklingen av basis kontroll system kommet adskillig videre og nødvendig for å bære nye komplekse algoritmer og kontroll løsninger for måloppnåelse av autonom prosess. UTC bør også utvides for å levere forskningsstøtte innen geotermi.

**Havvind:** Det er viktig å opprettholde og oppgradere dagens infrastruktur innenfor fysisk simulering (**motion lab**) og modelltest i basseng. Det blir også viktig med økt kapasitet for **test-turbiner**. Dette baseres på industriens tilbakemeldinger om at det er lang ventetid og dårlig kapasitet ved dagens tilbud.

#### **Nye behov:**

**Havvind:** For å nå de framtidige samfunnsmessige og industrielle behovene ift. volum og levelized cost of energy (LCOE) innen offshore vind blir det viktig å utvikle nye innovasjoner, metoder, prosesser og løsninger for bedre samhandling langs verdikjedene både innen konstruksjon, og operasjon og vedlikehold. Dette vil kreve målrettet forskning innen digitalisering, automatisering, robotisering dataanalyse ifm. ytelse, diagnostikk og prognostikk både på turbin- og parknivå, og på tvers av bransjen.

I dag finnes det flere lab-miljø som kan tilby småskala testing av håndtering av sammensatte mekaniske systemer, men det finnes ikke infrastruktur hvor det kan testes oppskalerte løsninger. Dagens infrastruktur for vindkraft består av ferdige turbiner som kan instrumenteres opp og styres, men ikke **infrastruktur knyttet til sammenstillings- og installasjonsfasen**.

Et annet problemområde ved dagens infrastruktur er at det testes rett på havvind, som er svært krevende planleggingsmessig og dyrt. Industrien ønsker et **mellomsteg på land**.

Det er også et problem med tilgjengelighet med dagens systemer ift. kapasitet at det er tidkrevende å få anledning til å teste nye løsninger. Ved landbasert mellomsteg vil flere konsepter innen styring og overvåking kunne testes på en raskere og billigere måte, med verdifulle resultater selv om testingen ikke foregår til havs. Det vil være svært viktig å etablere forskningsinfrastruktur for å **teste nye automatiserte løsninger innenfor håndtering og sammenstilling av vindturbiner**.

**Batteri:** Norge trenger en forskningsinfrastruktur som støtter batteriforskning. To hovedbehov er identifisert: 1) en infrastruktur som støtter forskning på **batterikapasitet og effektivitet**, og 2) en infrastruktur som støtter forskning på **resirkulering av batterikomponenter**. Koblingen mellom **forskningsinfrastruktur og katapultinfrastruktur** er viktig i denne sammenheng. Tilpasning og komplementaritet med europeiske prioriteringer (European Green Deal) er et viktig kriterium for suksessen til en nasjonal "batteri"-infrastruktur.

**Geotermisk energi** er et område Forskningsrådet bør støtte nasjonale infrastruktur basert på eksisterende forskningsmiljøer og infrastruktur fra petroleumssektoren. Norge har et stort potensiale for å utnytte denne energiformen nasjonalt, men også med tanke på mulighetene som ligger i teknologioverføring og internasjonalt samarbeid.

En **forskningsinfrastruktur i pilotskala** er nødvendig for å studere scenarier for **felles bruk av havet** til energi (havvind), mat (oppdrett) og transport. Dette er avgjørende for å nå den nasjonale ambisjonen mot blå økonomi og felles bærekraftig vekst av marine næringer.



## NORSAR

Geologisk lagring av CO<sub>2</sub> er et av de viktigste teknologiene, sett fra et norsk og europeisk ståsted, for å redusere klimagassutslipp. Denne lagringen må foregå på en sikker måte. NORSAR utvikler effektive og trygge metoder for CO<sub>2</sub>-lagring ved hjelp av overvåking med mikroseismisk teknologi. Vi bidrar inn i den felleseuropeiske infrastrukturen ECCSEL som har som mål å utvikle teknologi som kan redusere utslippene av CO<sub>2</sub>. I denne sammenheng har vi utviklet et testlaboratorie for fiberanlegg på Kjeller og vi er i ferd med å utvide stasjonen vår på Løten med et topp moderne fiberanlegg for felt-skala testing av fiberoptisk sensing, blant annet for offshore utlegg for monitorering av CO<sub>2</sub> lagring, overvåking av petroleumsvirksomhet samt infrastruktur for plattformer og havvind. Vi tenker at det er helt sentralt at vi har effektive metoder og infrastruktur på plass for å sikre at lagringen av CO<sub>2</sub> gjøres på en sikker og forsvarlig måte for å unngå lekkasjer.

De mikroseismiske overvåkningsmetodene som vi har utviklet for CO<sub>2</sub>-lagring og geotermiske anlegg, kan blant annet også brukes til å overvåke gruver, kjernefysiske lagringsanlegg og dammer.

## RISE PFI AS

Klima- og miljøutfordringer er blant de største utfordringene vi står overfor i dagens samfunn. Klima, miljø og bærekraft er derfor høyt prioriterte tema, både på nasjonalt, europeisk og internasjonalt nivå. Klimaavtalene og FNs bærekraftsmål setter en overordnet agenda. EU har lansert en rekke policyer og regulativer med målsetning om å gjøre Europa klimanøytrale innen 2050. Disse vil også gi føringer for Norge og norske virksomheter. EUs Green Deal gir en viktig overbygging, med nye regelverksendringer og krav til standardisering som vil påvirke en lang rekke markeder, teknologier, sektorer og bedrifter. EUs "Circular Economy Action Plan" er en sentral del av EUs Green Deal, der det blant annet er foreslått et nytt regulativ med krav til produkters bærekrafts- og sirkularitetsegenskaper. EU-kommisjonen har også lansert EUs Taksonomi, med mål å styre investeringer og kapital inn mot bærekraftige virksomheter. RED II-direktivet (Revised Renewable Energy Directive) gir incentiver for fornybare energibærere, herunder avanserte biodrivstoff. En ny EU-strategi for bærekraftige og sirkulære tekstiler er etablert. EUs plaststrategi inngår i EUs «Circular Economy Action Plan», og har som mål at all plastemballasje innen 2030 skal være gjenbrukbar eller resirkulerbar på kostnadseffektivt vis. «Single Use Plastics»-direktivet inngår som en del av denne plaststrategien.

Tilgang til nok førråstoff er en av de største utfordringene for vekst i norsk oppdrettsnæring, og fiskemel og -olje er begrensede ressurser. Produksjon av soya legger beslag på dyrkbart land, og er også beskrevet som en av driverne for avskoging. Den geopolitiske situasjonen i verden i dag har økt fokuset på selvforsyningsgrad. Det er derfor et sterkt behov for alternative, bærekraftige og kortreiste proteiner til dyre- og fiskefôr.

Overgang fra fossilt kull til biokarbon som reduksjonsmiddel er på kort sikt den viktigste måten smelteverksindustrien kan redusere slitt klimaavtrykk på.

Den strukturelle mangelen på energi i Europa, som følge av bl.a. nedlagt kjernekraft, økte skatter på fossile energibærere og lavere gassleveranser fra Russland, setter også økte krav til energieffektive produksjonsprosesser.

Det er derfor et sterkt økende behov for omstilling mot nye fornybare, miljøvennlige og bærekraftige materialer, kjemikalier, energibærere og fôr- og matingredienser, produsert i energieffektive prosesser i henhold til prinsippene for sirkulærøkonomi og kaskadeprinsippet for ressursutnyttning. En sentral del av løsningen vil være biobaserte materialer, kjemikalier, energibærere og fôr- og matingredienser, produsert i nye og innovative bioraffineriprosesser. Ambisjonen om europeisk klimanøytralitet i 2050 er like nødvendig som den er krevende, og for å nå målsetningene vil det være avgjørende med en fortsatt sterk satsing på forskning og utvikling knyttet til bioraffineringsprosesser og utvikling av nye produkter produsert gjennom ulike bioraffineringsprosesser. En sentral del av disse forskningssatsingene vil være nasjonal tilgang til både state-of-the-art og spesialutviklet forskningsinfrastruktur relevant for den videre norske satsingen på biobaserte prosesser og produkter for fremtidens klimanøytrale samfunn.

Norwegian Biorefinery Laboratory (NorBioLab) og Norwegian Cellulose Laboratory (NORCELLab) er to nasjonale forskningsinfrastrukturer med høy relevans for ovennevnte tema. NorBioLab er i driftsfasen, og to runder med finansiering har gitt svært viktige løft i nye forskningsinfrastruktursenheter med relevans for forskning innen bioraffinering. NorBioLab skal bidra til å utvikle nye klima- og miljøvennlige prosesser og produkter basert på skogbaserte, landbruksbaserte og marine biomasser, og verifisere nye teknologiske prosesser før videre implementering.

NORCELLab har nylig fått bevilgning, og vil etter kontraktsforhandlinger gå over i investeringsfasen. Gjennom NORCELLab vil det bli investert i ny forskningsinfrastruktur som skal sikre at celluloseforskningen i Norge er i den internasjonale forskningsfronten, og fasilitere at det kommersielle og miljømessige potensialet i produksjon og bruk av cellulosebaserte materialer blir realisert. Infrastrukturen vil gi helt nye forskningsmuligheter, og tilrettelegge for internasjonalt ledende forskning på ny og innovativ produksjon, karakterisering og anvendelser av de cellulosebaserte byggesteinene.

Selv om de tidligere bevilgningene til NorBioLab og NORCELLab har gitt viktige infrastruktureløft til viktige nasjonale forskningsområder, vil det også fremover bli behov for ytterligere investeringer innen disse områdene. Vi ser det da som helt sentralt at man bygger videre på de forskningsinfrastrukturene og samarbeidskonstellasjonene som allerede er etablert, og som også er tett koblet mot nasjonale forskningsentra (som f.eks. Bio4Fuels og Foods of Norway).

SINTEF

"Energi" som temaområde favner bredt, SINTEF leder og er involvert i flere eksisterende nasjonale infrastrukturer (med finansiering fra Forskningsrådets INFRA program) relatert til dette området;

- ECCSEL(CO2 fangst og lagring, ESFRI prosjekt)
- EIPowerLab(Elkraftteknologi)
- HighEFFlab(Energieffektivisering i industrien)
- MARINTEK (Marin teknologi)
- Multiphase Lab (IMF) (Flerfaseteknologi, petroleumsteknologi)
- NABLA (Batterier) – under etablering
- NorBioLab(Bioraffinering, utnyttelse av biomasse)
- Norwegian laboratory for silicon-based solar cell technology(Solceller)

- OceanLab(Havlaboratorie)
- ZEBlab(Nullutslipps bygninger)
- SMART-H (Materialforskning for hydrogentransport)
- Norwegian Smartgrid laboratory(Smarthe nett, Nullutslippsmobilitet)
- Norsk brenselcelle- og hydrogensenter (N-FCH)

Disse er infrastrukturprosjekter knyttet til forskningsaktivitet i samarbeid med næringslivet, flere knyttet til langsiktige forskningscentre (f.eks. SFI og FME). Dette sikrer relevans og aktivitet i et lengre tidsperspektiv.

I framtidige strategiske prioriteringer for infrastruktur innen Energiområdet er det hovedsakelig Energi21 strategien som er det førende dokumentet. Hovedutfordringer som adresseres i Energi21er;

- Avkarbonisere transport og industri
- Sikker, konkurransedyktig og miljøvennlig energiforsyning
- Utvikle nye grønne industrier og marine energiteknologier

Satsingsområdet "Integrerte og effektive energisystemer" fremheves som bærebjelken i samfunnets grønne omstilling, mens de følgende seks er prioriterte satsingsområder; Energimarkeder og regulering, Havvind, Vannkraft, Solenergi, Batterier, Hydrogen og CO2 håndtering. Utover disse er det flere tema hvor det er behov for å videreutvikle en bred kunnskaps- og teknologiplattform, for å sikre teknologi og kompetanse over hele spekteret av klimavennlige energiteknologier.

Av andre relevante strategier bør man i prioriteringene hensynta;

- Maritim21: maritim forskning, utvikling og innovasjon – med en særlig gjennomgang av teknologi og forskningsmuligheter knyttet til grønn skipsfart og digitalisering.
- Prosess21: styrke samhandlingen mellom kompetansemiljøene i og rundt prosessindustrien og de ulike offentlige virkemiddelaktørene.
- OG21: hvordan ny teknologi og kunnskap blir viktig for fortsatt høy konkurransekraft for norsk petroleumsindustri, for reduksjon av klimagasser under produksjon og langs verdikjeder, og for å skape grobunn for nye industrier.
- Transport21: strategiske råd og anbefalinger om hvordan transportsektoren kan bruke forskning, utvikling og innovasjon for verdiskaping. Miljøvennlig transport er et tema som kan inngå innen flere av de 7 foreslåtte temaområdene.
- Digital21: fremme næringslivets evne og mulighet til både å utvikle og ta i bruk ny teknologi og kunnskap i takt med den økende digitaliseringen
- Strømnettutvalget: å foreslå tiltak som kan redusere tiden det tar å konsesjonsbehandle nye nettanlegg. Det kan bidra til raskere og mer effektiv utbygging av strømmettet
- Energikommisjonen: å kartlegge energibehovene og foreslå økt energiproduksjon, med mål om at Norge fortsatt skal ha overskuddsproduksjon av kraft og at norske strømkunder fortsatt skal ha rikelig tilgang på fornybar kraft.

For innspill til veikartet ønsker Forskningsrådet svar på følgende spørsmål:

**...forskningens behov for forskningsinfrastruktur for å løse utfordringer innenfor et strategisk prioritert område**

- Her anbefaler vi å se til de prioriterte områdene i de nasjonale strategiene for behov innen de relevante satsingsområdene
- Store nasjonale satsinger som Ocean Space Center bør også understøttes gjennom en ordning som dette programmet
- INFRA programmet har en prioritering innen spennet fra grunnleggende til anvendt forskning og relevante knytninger til f.eks. katapulter er relevant for pilotering/demonstrasjon, altså høyere TRL skala. Vi mener INFRA programmet understøtter grunnleggende og anvendt forskning på en god måte slik det er strukturert i dag.

**...hvilke eksisterende nasjonale forskningsinfrastrukturer dere mener er av stor verdi å opprettholde og videreutvikle**

- SINTEFs involvering er vist i starten av dette dokumentet. Dette er innen områder som er relevant for næringsrettet forskning og hvor det er betydelig medvirkning fra norske og internasjonale aktører, enten som en del av samarbeidsprosjekter eller direkteoppdrag. Det er infrastrukturer som er nødvendige i den grønne omstilling med fokus på energitransisjonen.

**...hvilke tematiske områder det blir spesielt viktig å etablere nye nasjonale forskningsinfrastrukturer på og/eller samarbeide om internasjonale forskningsinfrastrukturer**

- Hydrogen: Realisering av verdikjeden for hydrogen krever infrastruktur for løsninger knyttet produksjon, distribusjon og bruk av både grønt og blått hydrogen.
- Batterier: Understøtte utvikling og bygging av de planlagte gigafabrikkene i Norge. Til dette trengs kompetanseutvikling og infrastruktur som sikrer norsk verdiskapning.
- Havvind: Behov for infrastruktur som understøtter regjeringens satsing på havvind; at det skal tildeles områder for 30 GW havvind i Nordsjøen innen 2040.
- Energieffektivisering: Potensialet for redusert energibruk i industri og bygningssektoren må realiseres for å redusere energikrisens omfang i tiden fremover, dermed behov for ny teknologi, kunnskap og løsninger som adresserer dette.
- Noen av satsingsområdene påpekt i Energi21 har et spesielt behov for infrastruktur for full implementering;
- Teknologier og løsninger knyttet til forsyningssikkerheten for energi.
- Nasjonale infrastrukturer bidrar til å sikre utvikling av en kompetansebase i Norge som posisjonerer oss godt internasjonalt. ECCSEL er et eksempel på hvor dette har vært en suksess innen CCS som fagområde. Dette krever imidlertid større satsinger og prioriteringer innen utvalgte områder, også fra INFRAprogrammet.

**...hvilke hull som kan dekkes gjennom utvikling av eksisterende nasjonale og/eller samarbeid om eller tilgang til internasjonale forskningsinfrastrukturer**

- Det er gap mellom fundamental/anvendt forskning og pilotering/demonstrasjon. Internasjonale infrastrukturer dekker aktiviteter som er nærmere industriell realisering (såkalte "Technology Infrastructures").
- De norske Katapultene representerer et supplement til FoU-miljøenes infrastruktur. For å sikre norske aktører det nødvendige forsprang for fremtidig verdiskaping, er det et betydelig behov for å knytte FoU-miljøenes kompetanse tettere opp mot aktivitetene i Katapultene for dermed å ivareta de synergier som eksisterer i skjæringspunktet mellom anvendt forskning og teknologivalidering.