

Havbunnsmineraler - Testinfrastruktur

- Muligheter og behovskartlegging

Rev.00 - 29.mars 2023

Jon Oddvar Hellevang R&D MANAGER, GCE OCEAN TECHNOLOGY



Forord



- Vi har i dette prosjektet utrede behovet for nasjonale testfasiliteter og områder for bærekraftig kartlegging og senere eventuell utvinning av havbunnsmineraler.
- Hovedmålet er å etablere grunnlaget for felles nasjonale testinfrastruktur(er) for havbunnsmineraler.
- Energiomstillingen fra et fossilt til fornybar energisystem krever vesentlig økning i tilgangen på mineraler.
- Havbunnsmineraler blir av flere vurdert som en kilde for å sikre ansvarlig tilgang på kritiske mineraler.
- Regjeringen skal etter planen legge åpningsmeldingen knyttet til havbunnsmineraler frem for Stortinget våren 2023.
- Internasjonalt er lovverk for utvinning (The Mining Code) forventet ferdigstilt i 2023.
- Det er fortsatt uavklarte spørsmål knyttet til miljøkonsekvenser og ressursgrunnlaget.
- For at Norge skal lykkes med havbunnsmineraler må en rekke forhold være på plass.
- I denne rapporten fokuserer vi på FoUI-infrastruktur og testfasiliteter som vil være viktig for å akselerere teknologiutviklingen og kunnskapsinnhenting.
- Hensikten er å legge grunnlag for en ansvarlig industriutvikling med fokus på miljø, ressursgrunnlaget og utnytting/forvaltning av ressursene.
- Vi takker Siva for finansiering av prosjektet, samt alle som har bidratt med innspill.



Organisering av prosjektet:

- Adm leder: Bjarte Horn, Ocean Innovation Catapult
- Prosjektleder: Jon O. Hellevang, GCE Ocean Technology

Referanse/ressurs/styringsgruppe:

- Bjarte Horn (leder)
- Lars Sørum (SINTEF)
- Rolf Birger Pedersen (UiB)
- Martin Ludvigsen (NTNU)
- Rolf Røsland (NUI)
- Andries Ferla (Deep Ocean)
- Egil Tjåland (NMM)
- Stig Morgen Knutsen (OD) – Observatør
- Jon Johansen (SIVA) – Observatør

Underleverandører:

- EY: Veikart, senario og innspill på hovedrapport
- SINTEF: Kartlegging av internasjonal infrastruktur
- NUI: Tilpasningsmuligheter eksisterende infrastruktur
- Prosjektet er finansiert av Siva

Hvorfor satse på testinfrastruktur?



- Realisere nye teknologier og metodikk
- Redusere risiko i en trinnvis prosess

- Styrket internasjonal konkurransekraft
- Akselerere omstillingen av norsk næringsliv

- Læring og samarbeid på tvers av bransjer og fagmiljø
- Styrke utdanning og kunnskapsbygging

*Norsk katapult er en ordning med nasjonale sentre som tilbyr fasiliteter, utstyr, kompetanse og nettverk. Katapult-sentrene gjør det enklere for innovative bedrifter å utvikle prototyper, teste, simulere og visualisere, slik at **ideer utvikles raskere, bedre og med mindre risiko.***

Katapult-sentrene får offentlig støtte for å bistå små og mellomstore bedrifter over hele landet.



Se Vedlegg A med mer informasjon om Katapult-ordningen



Innholdsfortegnelse

1. Oppsummerende funn og anbefalinger
2. Introduksjon til havbunnsmineraler
3. Behovs- og gapanalyse
4. Veikart og investeringsbehov

Vedlegg:

- A. Om Katapult-ordningen
- B. Behovskartlegging (Mer detaljerte svar på spørreundersøkelse gjennomført)
- C. Eksisterende infrastruktur (SINTEF+)
- D. Perspectives on the development of a deep-sea mineral industry in Norway (EY)
- E. Mer om havbunnsmineraler
- F. Byfjorden som testarena (NUI)



Skann QR-koden for å laste ned rapporten og vedlegg



Picture: The Metals Company



1 Oppsummerende funn og anbefalinger

Oppsummering

- Jo høyere klimaambisjon – jo større er behovet for mineraler.
- Havbunnsmineraler har mulighet for å styrke bærekraft og forsyningssikkerhet.
- Norge er i en unik posisjon.
- Testinfrastruktur er sentral for å utvikle og demonstrere ny teknologi og metodikk
- → Styrket kunnskapsgrunnlag, bedre forvaltning, grunnlag for en ny havnæring.
- **Det viktigste tiltaket er å etablere en målrettet og helhetlig satsing (*)**

(*) Se neste side for våre overordnede anbefalinger.

[Se også Forskningsrådet, 2019](#)

- *«Utvinning av mineraler fra havbunnen kan i fremtiden bli en ny og viktig næring for Norge og samtidig bidra til å sikre den globale tilgangen på viktige metaller»
«En forutsetning for slik utvinning er at ressursene kan høstes på en lønnsom måte med akseptabel grad av miljøpåvirkning» - [Regjeringen 2022, lansering KU](#)*
- *«WWF er ikke imot utvinning av havbunnsmineraler, men mener det er avgjørende å ha nok kunnskap om livet i havet til å kunne utelukke at aktiviteten kan ødelegge hele økosystemer og deres funksjon for livet på jorden» - Karoline Andaur Generalsekeretær i WWF Norge. [BT 15. januar 2022](#)*
- *«Med en liten, dedikert finansiering og en fragmentert forskningsinnsats er det vanskelig for Norge å opparbeide seg en ledende internasjonal posisjon»
«Det synes å være kunnskaps- og teknologigap i store deler av verdikjeden» - [Forskningsrådet, 2019](#)*

Overordnede anbefalinger: Målrettet og helhetlig satsing



Rammevilkår som gjør det forutsigbart og attraktivt å satse.



Etablere en nasjonal FoUI-strategi med dedikert finansiering (*)



Gjennomgående fokus på bærekraft og ESG.



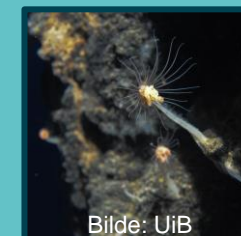
Bilde: Hydro

Etablere helhetlige og integrerte verdikjeder. Unngå «siloer» mellom nasjonale strategier og departementer.



Bilde: PLOCAN

Etablere verdensledende FoUI-infrastruktur og testfasiliteter.



Bilde: UiB

Styrke samarbeidet mellom miljø- og ressurskartlegging.



Styrke internasjonalt samarbeid. Bli ISA sponsor stat.



Offshore Norge

Etabler teknologi- og kompetanseoverføringsprogram langs verdikjeden. Støtte større pilotprosjekt.



Styrke tverrfaglig samarbeid mellom industri, forskning og det offentlige.

(*) Etter modell fra [OG21](#), DEMO2000 & Petromaks. [Frankrike satser 3.5 milliarder til 2030](#) - Norge bør ha minst like store ambisjoner.

Forslag til infrastrukturinvesteringer på kort sikt



- Oppgradering nasjonal ROV
- Kostnad: ~ 20 + 20 MNOK



- Tilpassing eksisterende testfasiliteter og kystnære områder for testing av utstyr for kjerneboring og kartlegging.
- Kostnad: ~10-100 MNOK



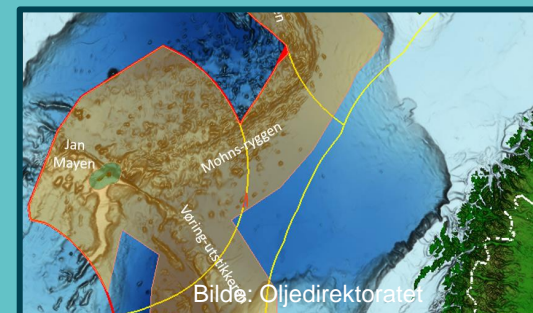
- Ny nasjonal AUV (*)
- Kostnad: ~75-90 MNOK



- Utvide fasiliteter for oppredning/prosessering.
- Kostnad: ~10-100 MNOK



- Øke tilgangen på forskningsfartøy med AUV/ROV(*)
- Kostnad: ~50-150 MNOK per år



- Vurdere mulighet for testområde i dyphavet.
- Innretning må sees i sammenheng med åpningsprosessen.

(*) Her vil økt offentlig-privat samarbeid, samt modeller med leie/leasing av industrielle fartøy/utstyr/personell kunne være en god løsning for å fremskaffe/øke kapasiteten

Andre innspill og investeringsforslag

- Følge opp og oppdatere Forskningsrådets «[Forslag til ny forskningssatsning](#)» (fra 2019)
- Øremerket midler til [INFRA](#) programmet (Forskningsrådets infrastrukturprogram)
- Styrke [Katapult-ordningen](#) og heve investeringsrammen
- Sikre en enhetlig og god metodikk for datainnsamling, datadeling og tilgjengeliggjøring - Vurdere oppretting av type [Diskos](#) for havbunnsmineraler (se også <https://versalearth.com/>).
- Økt bevilgning til Oljedirektoratets kartleggingstokt/arbeid (*)
- Økt bevilgning til [MAREANO](#) med målrettet kartlegging i dyphavet (**)
- Tettere samarbeid mellom miljø- og ressurskartlegging (***)

(*) Budsjett har være ~30 millioner per år. Til sammenligning ble det i 2022 gitt ~30 milliarder til elbil fordeler.

(**) Budsjett har vært ~100 millioner per år. Kartlegging har i liten grad fokusert på detaljert kartlegging i dyphavene. Fokus neste par år er forventet å være på havvind.

(***) Se også generell anbefaling om styrket samarbeid mellom miljø- og ressurskartlegging.





2 Introduksjon til Havbunnsmineraler

Globale drivere

Bærekraft og ESG - Environment, Social and Governance:

«If not properly managed, production of critical raw materials, may have significant social and environmental impacts» – European Critical Raw Materials Act

Energiomstillingen:

«The data shows a looming mismatch between the world's strengthened climate ambitions and the availability of critical minerals that are essential to realising those ambitions» – Dr. Fatih Birol, IEA Executive Director

Forsyningsikkerhet:

«The green and digital transitions will massively increase our need for raw materials [...] Out of the 30 critical raw materials, today 10 are mostly sourced from China. So we have to avoid falling into the same dependency as with oil and gas. We should not replace old dependencies with new ones [...] We have to diversify the supply [...]» – Ursula von der Leyen, President of the European Commission

Andre drivere:

- Studier som viser mulighet for mindre negativ påvirkning i dyphavet enn på land
- Rask teknologisk utvikling (ref. [The Metals Company / Allseas pilot](#))
- Nye arbeidsplasser – Omstilling av næringsliv
- Global vekst i levestandard og befolkning

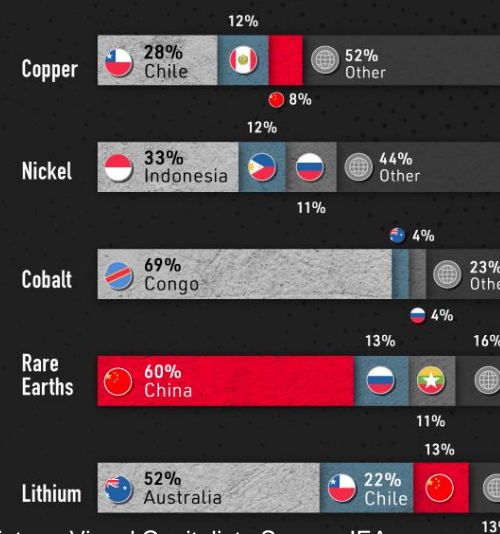


The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions

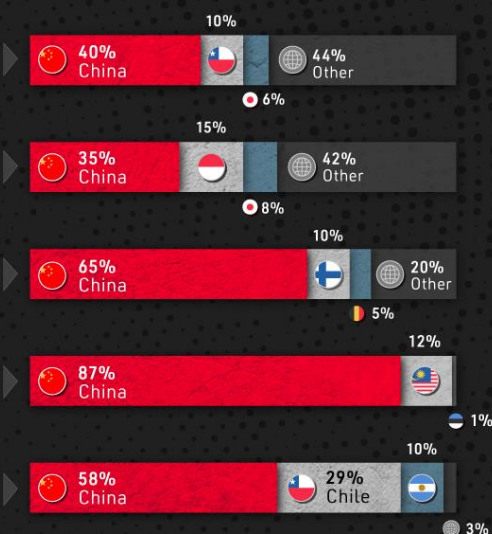


World Energy Outlook Special Report

Where Clean Energy Metals are Produced

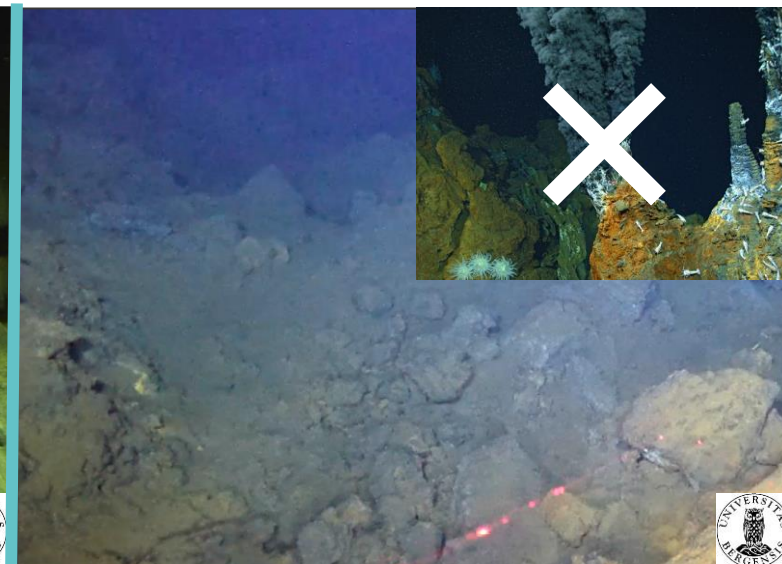
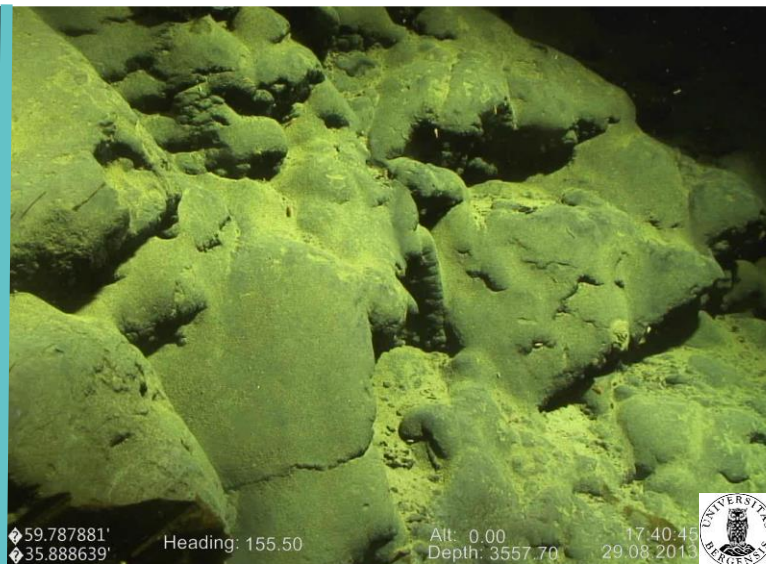
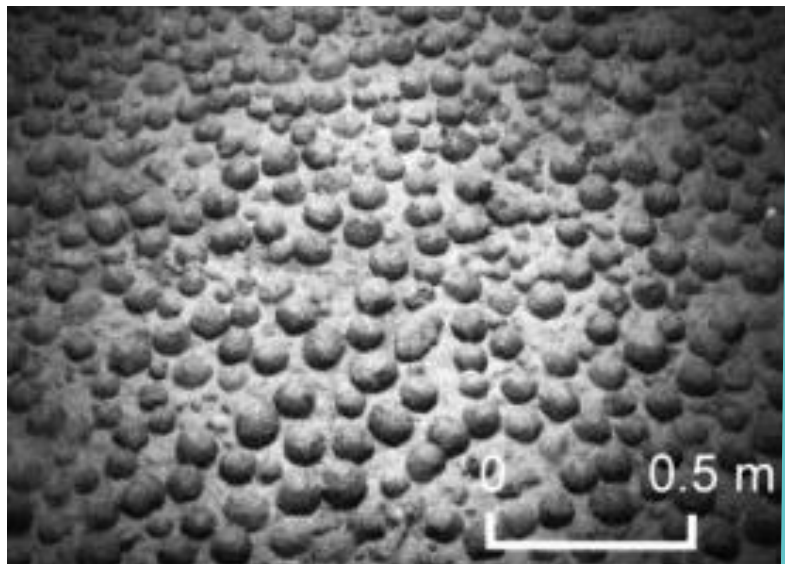


Where Clean Energy Metals are Processed



Picture: Visual Capitalist Source: IEA

Hovedtyper av dyphavsmineraler



Polymetalliske noder	Manganskorper	Sulfider
2D avsetning ~5-25 kg/m ²	2D avsetning ~5-30cm tykk	3D avsetning < 1km ²
Ligger løst, lav tetthet	Festet til skråninger, lav tetthet	Festet/begravd, høy tetthet
Ni, Co, Cu, Mn, Mo, Fe +	Co, Ni, Cu, Mo, Mn, REE +	Cu, Zn, Co, Au, Ag +
Ikke funnet i Norge	Funnet i Norske farvann	

- Mineraler finnes i ulike dyphavsmiljøer → Det er forventet like med også forskjellig påvirkning på miljøet
- Det vil være likheter, men også forskjeller i teknologi og metodikk for utforskning, produksjon og prosessering

X - Ingen selskaper planlegger å produsere mineraler fra aktive hydrotermale system. Kun inaktive avsetninger blir vurdert for utvinning.

Historisk tidslinje i Norge

Utforskning

1999 Første undersøkelse
SUBMAR-prosjektet (UiB)

2002 Første funn
SUBMAR-prosjektet (UiB) oppdaget
Mohnskatten på 2600 m dyp.

2005 Funn av hydrotermisk felt
Det første aktive hydrotermiske
feltet blir funnet av UiB

2010 → Starter leteprogram
Oljedirektoratet (OD) og UiB starter et
flerårig leteprogram og oppdager skorper

2016 MarMine
3 årlig kompetansebyggende prosjekt
ledet av NTNU. Et tokt i 2016.

2018 → OD starter leteprogram
Basert på kommersiell utlysing

2020
OD-tokt med kjerneprøve
OD og UiT-tokt

2021 →
Eco-Safe oppstart. Ledet av UiB
Årlige miljøkartlegging 2022 - 2024

2023-2025
Grønn Plattform Havbunnsmineraler
Ledet av Adepth Minerals (innvilget)

2023 Åpningsvedtak
Planlagt sendt til Stortinget (Q2 23)

2022 Konsekvensutredning
Lagt ut til høring

2021 Prosess for konsekvensutredning
Ut på høring og vedtatt

2020 Starter åpningsprosessen

2018 «Seabed Minerals Act»

2017 OED
Olje og energidepartementet fikk ansvaret
for forvaltning av havbunnsmineraler

Lowverk

Status lovverk

Internasjonalt

- Regulert av the International Seabed Authority (ISA)
- ISA har mandat og er organisert under FN (UNCLOS)
- 167 medlemstater og EU
- Regulering for utforskning (exploration) etablert i 2000 – 2012
- 31 exploration lisenser med 22 kontraktører kopling til en sponsor stat
- Skisse til lovverk for utvinning (“The Mining Code”) i juni 2018
- Mål om å ferdigstille lovverk for utvinning i 2023

Norge

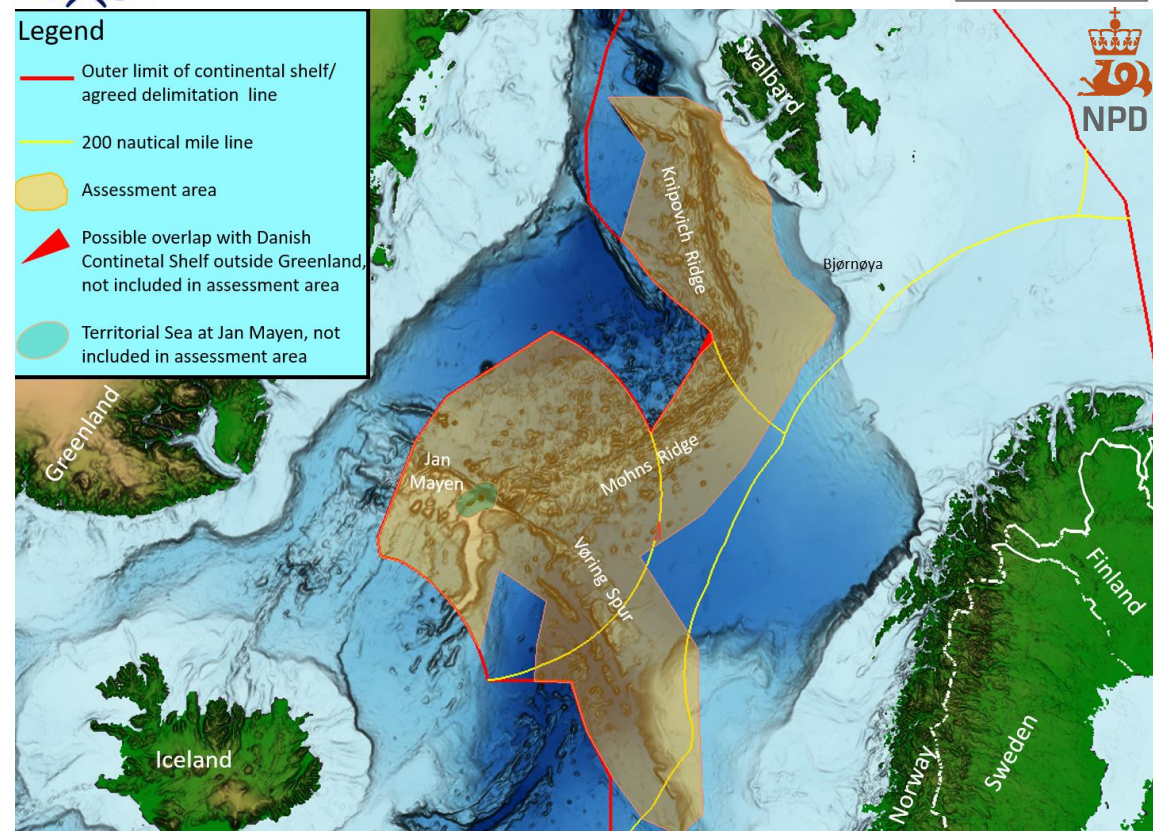
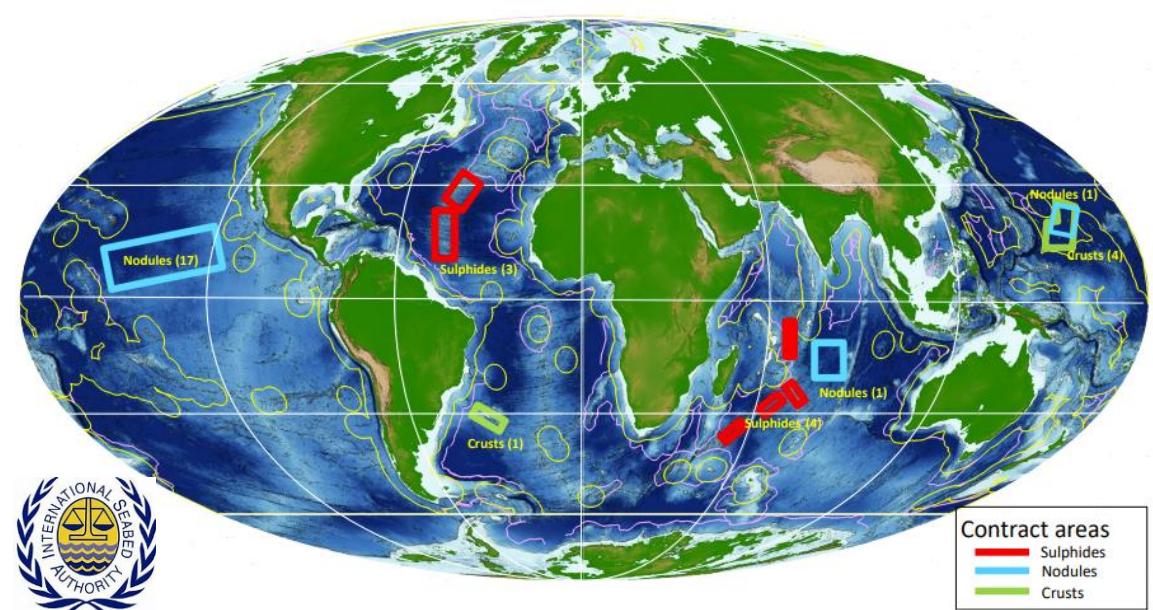
- Regulert av Olje og energidepartementet (siden 2017)
- “Seabed Minerals Act” vedtatt av Stortinget (2019)
- Konsekvensutredningen lagt frem (27.november 2022)
- Åpningsmelding planlagt lagt frem for Stortinget (Q2 2023)
- Norge har signert på UNCLOS og må minst etterleve det

Andre land som jobber aktivt med havbunnsmineraler: Japan, Brazil, China, Russland, EU og øygrupper i Stillehavet.

Cook Island del ut 3 letelisenser i 2022.

■ ■ ■ ■ ■

Kilde: ISA, OD, OED



Konsekvensutredningen

- «Utvinning av mineraler fra havbunnen kan i fremtiden bli en ny og viktig næring for Norge og samtidig bidra til å sikre den globale tilgangen på viktige metaller»
- «En forutsetning for slik utvinning er at ressursene kan høstes på en lønnsom måte med akseptabel grad av miljøpåvirkning»
- «For å få avklart dette, er en åpningsprosess for mineralvirksomhet på havbunnen som **legger til rette for en videre kunnskapsinnhenting**, avgjørende»
- «Denne konsekvensutredningen som del av åpningsprosessen, legger grunnlaget for en vurdering av spørsmålet om åpning av områder slik at andre aktører enn staten nå kan lete etter, og **når kunnskapsgrunnlaget eventuelt tilsier det, utvinne havbunnsmineraler**»
- For å kunne ta stilling til om det er ønskelig å åpne for slik virksomhet på norsk kontinentalsokkel, er det viktig med et godt og oppdatert faktagrunnlag. Dette er formålet med en åpningsprosess. Samtidig er det viktig å understreke at en ev. havbunnsmineralvirksomhet på norsk sokkel vil være **en skrittvis prosess**, og at **det vil kreves ytterligere kunnskapsinnhenting før det eventuelt kan godkjennes utvinning av forekomster av mineraler på havbunnen.**

Forventet beslutning i Stortinget Q2-2023

■ ■ ■ ■ ■

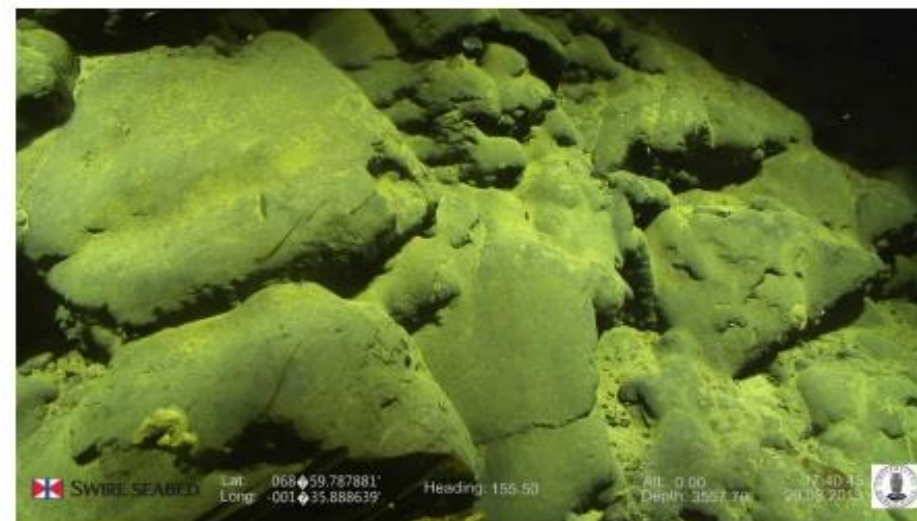
Kilde: [Regjeringens høringsnotat 27.oktober 2022](#) (Merk: Uthevinger gjort av redaktør)

Høringsdokument



Konsekvensutredning - undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel

Del av åpningsprosessen etter Lov om mineralvirksomhet på kontinentalsokkelen (havbunnsmineralloven)
27. oktober 2022



Kunnskapsstatus globalt

- **Ressursgrunnlag:** Ressursgrunnlag for noder er relativt godt kjent, mens for sulfidavsetning og skorper, som vi har i Norge, er det fortsatt stor usikkerhet.
- **Miljø:** Kunnskapen om økosystemet i dyphavet er fortsatt begrenset. Kunnskapen om deler av Stillehavet er rimelig god. Se også neste side.
- **Konkurranseskraft:** Høyere konsentrasjon (gehalt) av mineraler i havet må oppveie økte kostnader med å opererer til havs. Totalt kostnadsbilde fortsatt usikkert. Gehalt er ansett som en av de mest sentrale faktorene for konkurranseskraft.
- **Teknologisk:** Rask teknologisk utvikling. [Store piloter utført på noder](#) i Stillehavet Q4-2022. Teknologien er mindre moden knyttet til kartlegging og utvinning av sulfidavsetning og skorper som vi har i Norge.
- → **Innovasjon og gode testinfrastrukturer** blir sentralt for å styrke kunnskapsgrunnlaget og legge grunnlaget for en helhetlig verdikjede.



«Det er i dag stor usikkerhet både knyttet til omfanget av lønnsomme havbunnsmineraler på kontinentalsokkelen og hvilke – og hvor store – økonomiske og sosiale effekter en ev. utvinning vil ha»

- *Konsekvensutredningen 2022, Regjeringen*



Allseas og The Metals Company pilot Q4-2022
3000 tonn noder hentet fra NORI-lisensen i Stillehavet.

Miljø

- Det synes å være en bred enighet om at mer kunnskap er påkrevd før man starter med utvinning av havbunnsmineraler.
- «I utredningsområdet ... er kunnskap om fauna og naturmiljø begrenset» «..det vil kreves ytterligere kunnskapsinnhenting før det eventuelt kan godkjennes utvinning av forekomster av mineraler på havbunnen» - Konsekvensutredningen 2022, Regjeringen.
- «WWF er ikke imot utvinning av havbunnsmineraler, men mener det er avgjørende å ha nok kunnskap om livet i havet til å kunne utelukke at aktiviteten kan ødelegge hele økosystemer og deres funksjon for livet på jorden» - Karoline Andaur Generalsekeretær i WWF Norge. BT 15. januar 2022
- Det er dilemma knyttet til behov for mineraler til energiomstillingen (klima) og sikre minimal negativ miljøpåvirkning knyttet til utvinningen av mineraler.
- Det kan bli utfordrende å sammenligne miljøpåvirkning mellom land og hav.
- Det er usikkert hvor «grønt» havbunnsmineraler vil blir vurdert/ranget av finansielle institusjoner.

■ ■ ■ ■ ■



The Contribution of the
International Seabed Authority
to the Achievement of the 2030
Agenda for Sustainable Development



Havbunnsmineraler – Positive bidrag til bærekraft



Tilgang til kritiske mineraler er sentralt for å akselerere energiomstillingen.



Jo høyere klimaambisjon – Jo større er behovet for mineraler.



Viktig å sikre kunnskap og innovasjon som minimaliserer areal og miljøinnvirkninger.



Automatisering og fjernstyring



Unngår forurensning av grunnvann



Sikrer kompetansearbeidsplasser og økonomiske vekst



Sentral innsatsfaktor til batteri, fornybar og høgteknologi



Høy konsentrasjon (gehalt) gir mer ansvarlig produksjon



Redusere miljøpåvirkning på land



Diversifisering reduserer grobunn for geopolitiske konflikter



Samarbeid mellom forskning, private og offentlige viktig

Norge er i en unik posisjon

Ressurser



Bilde: Jon Hellevang, GCE Ocean Technology

Påviste mineralressurser på egen kontinentalsokkel. Store havområder hvor mineraler avsettes.

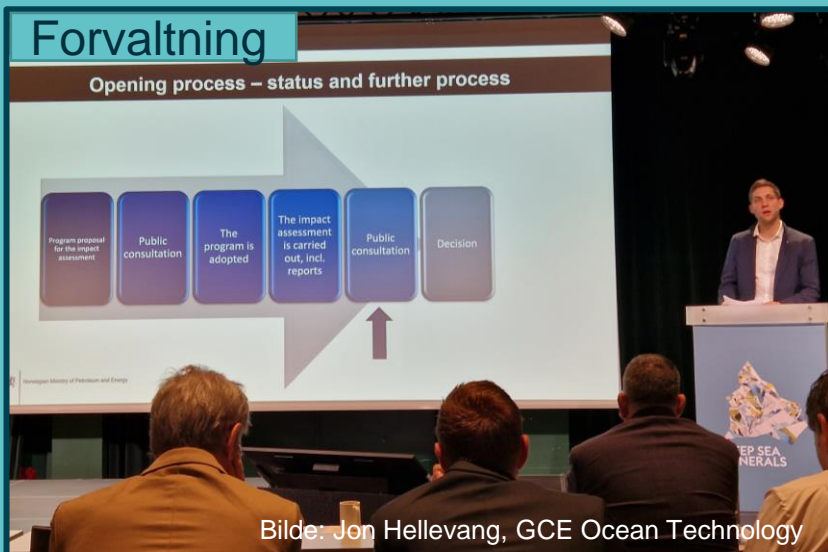
Teknologi og kompetanse



Bilde: Øyvind Knoph Askeland, Offshore Norge

Verdensledende offshore kompetanse. Store teknologi-overførings-muligheter.

Forvaltning



Bilde: Jon Hellevang, GCE Ocean Technology

Lang og god erfaring med forvaltning av havressurser. Etablert lovverk. Høy ESG-standard. God HMS erfaring fra petroleum.

Verdikjede



Bilde: Hydro

Verdensledende prosessindustri. → Mulighet for å etablere en helhetlig og komplett verdikjede.



3 Behovs- og gapanalyse

Behovs- og gapsanalyser: Introduksjon



- Arbeidet har vært utført som en kombinasjon av en åpen spørreundersøkelse og påfølgende dialog med ulike aktører.
- Det har vært gjennomført et generelt seminar/arbeidsmøte knyttet til havbunnsmineraler, hvor flere innspill er relevant for dette prosjektet.
- Vedlegg B inneholder mer detaljerte svar på den åpne spørreundersøkelse.
- Vedlegg C inneholder mer detaljerte svar på eksisterende infrastruktur. Her er det videre utført egne kartlegginger.
- Videre følger en oppsummere av behov/gap som er kommet fram i prosjektet.

▪ ▪ ▪ ▪ ▪

Answer our survey about test infrastructure for marine minerals



Bilde: NUI

<https://www.gceocean.no/news/posts/2022/march/answer-our-survey-about-test-infrastructure-for-marine-minerals/>

Behovskartlegging: Respondenter



Industri

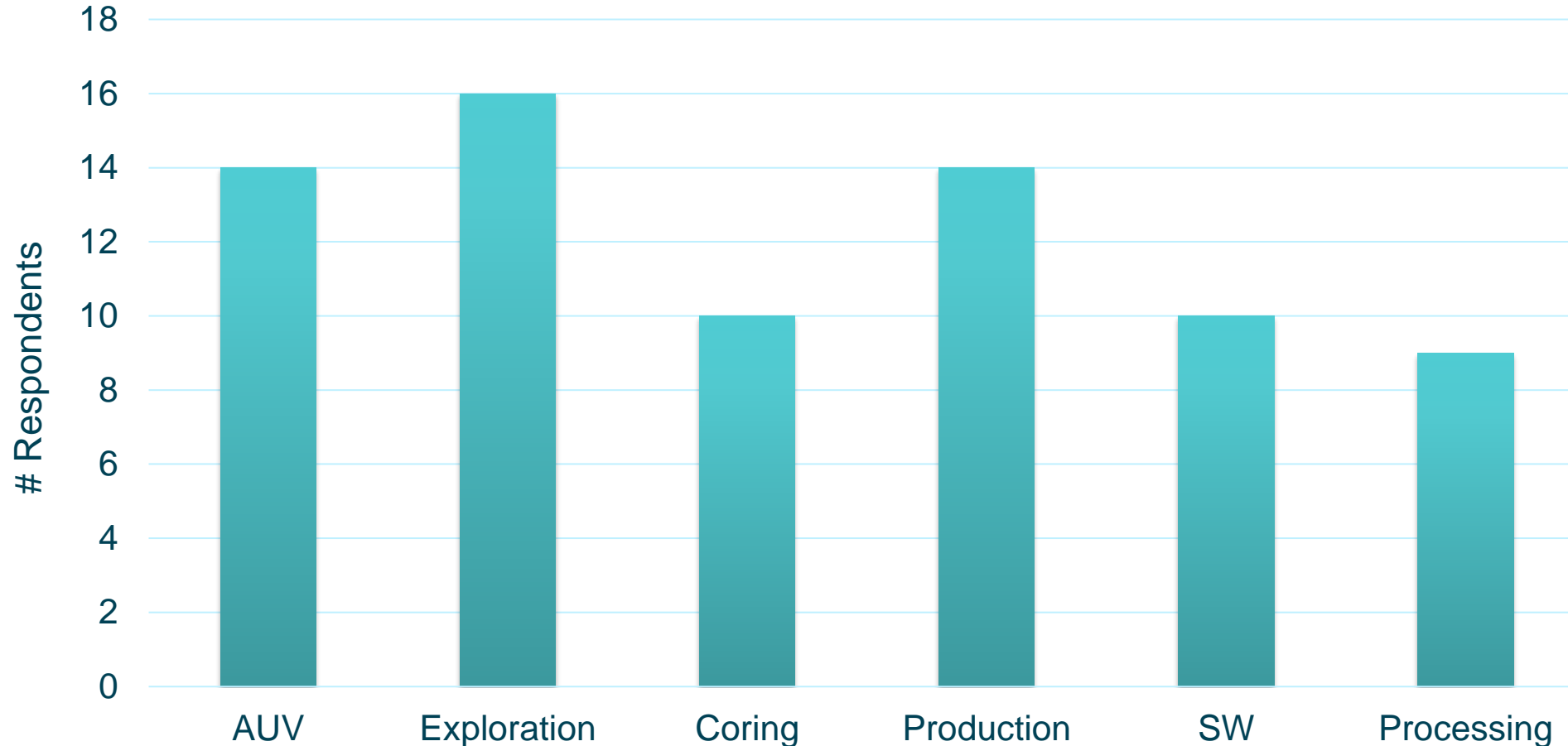
- Adepth Minerals
- Akastor
- AKOFS Offshore
- ARGUS Remote Systems
- Atlantic Geodrill
- CGG
- Deep Ocean
- Equinor
- Fugro
- Glencore Nikkelverk

- Green Minerals
- HMM
- Kongsberg Maritime
- Loke
- Mandals
- NOV
- OneSubsea
- TechnipFMC
- TGS
- Transmark Subsea

FoU & 3.parts aktører

- DNV
- FFI
- NORCE
- NTNU
- NUI
- ReSiTec (del av Future Materials Katapult)
- SINTEF
- UiT The Arctic University of Norway
- University in Bergen

Behovsanalyse: Flervalgsspørsmål



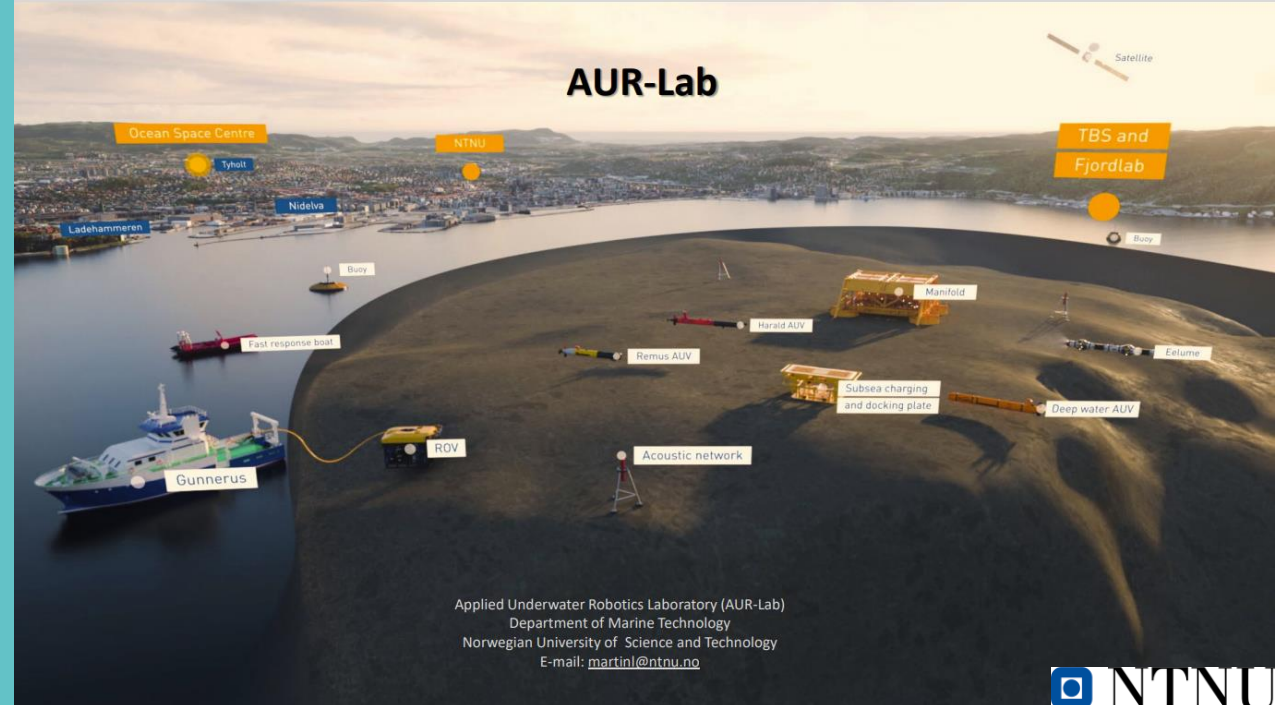
- Påfølgende sider lister mer detaljerte svar på hvert område
- Fullstendig (anonymisert) svar på undersøkelsen finne i Vedlegg B



Kartlegging (Exploration)

- Kartlegging av miljø og mineraler er sentralt
- Innspill kan grovt grupperes i tre hovedkategorier
 - Uttesting av utstyr/metodikk for miljø- og økosystemkartlegging
 - Uttesting/kalibrering av AUV (miljø og ressurs)
 - Område i dyphavet hvor man vet det er mineralavsetninger som kan brukes for uttesting av ulike teknologier
- Her vil det være aktuelt med testområder både ved/langs kysten, samt i dyphavet.
- **Anbefaling:** I første omgang anbefaler vi bruk av og tilpassing av eksisterende områder langs kysten, samt vurdere testområder i dyphavet.
- Det er uklart om hva som er mest hensiktsmessig innretning knyttet til testområde i dyphavet. Per i dag kan man få forskningstillatelse til uttesting av ulike teknologi/metodikk. Om sokkelen åpnes i 2023 vil dette kunne gi tilgang på testområder.

■ ■ ■ ■ ■



Innspill gitt i undersøkelsen:

«Ett kalibreringsområde for AUV og sensorer vil være praktisk både for uttesting av ny teknologi og klargjøring for prosjekter, i tillegg til generell testing og opplæring»

«Testing av AUV er svært krevende da område bør ha terreng som et mest mulig likt Mohnsryggen (kuppert)»

«Teste ut kost-effektive geofysiske målemetoder, er et slikt definert testområde svært viktig»

“Anbefaler å selektere ett mindre område som inneholder kjente aktive SMS, inaktive/utdødde SMS og mineralskorpor som åpnes for uttesting av ny teknologi, prøvetaking og analyse av mineraler og biologisk aktivitet i detalj”

AUV

- AUV (Autonomous Underwater Vehicles) og ROV (Remotely Operated Vehicles) operert fra forskningskip har vært sentrale hjelpemiddel for å utforsking av både miljø og mineralressurser.
- Norge har en Nasjonal AUV gjennom HUGIN HUS samarbeidet, koordinert av FFI – Denne AUVen er moden for utskifting.
- Norge har en Nasjonal ROV ([Ægir6000](#)). Denne er nå i år 8 av sin 10-års periode. Denne bør oppgraderes og sikres drift utover 2025.
- **Anbefaling:** Vi anbefaler at det blir investert i ny nasjonal AUV (*). Vi anbefaler at dagens ROV blir oppgradert og får forlenget driftsstøtte.
- Alternative modeller/finansieringer AUV (**)
 - Katapult + Privat
 - Ocean Space Centre + Katapult + Privat
 - Forskningsinfrastruktur (INFRA)

(**) Alternativer må utredes videre. Det ene utelukker ikke nødvendigvis det andre og hybrider er mulig.

For ROV er det naturlig å gjøre investering via INFRA-programmet.

■ ■ ■ ■ ■

(*) En modeller med leie/leasing av industrielle utstyr kan være et alternativ.



Bilde: Universitetet i Bergen

Innspill gitt i undersøkelsen:

«Havbunnen er utforsket og det er store regionale og lokale usikkerheter knyttet til både geologi og biologi. En velutstyrt AUV vil fremover kunne bidra til å redusere denne usikkerheten»

«Vi anser AUV som en god platform for å gjøre steds spesifikke geofysiske undersøkelser, på kjente DSM forekomster. SAS målinger kan være verdifulle som semi-regionale måleverktøy»

«AUV (og ROV) kan begge være aktuelle med hensyn til å utvikle leteteknologi for marine mineraler og ikke minst for miljøkartlegging på havbunnen»

«Utprøving av AUV-teknologi og datainnsamling for utvikling av avansert prosessering og automatisk dataanalyse»

Kjerneprøve (Coring)

- Kjerneprøver er viktig for ressurskartlegging.
- Tester av denne type utstyr blir i dag typisk testet (tørt) på land og på grunt vann fra kai før dyphavstesting.
- Testing er/blir typisk utstyrs- og prosjektspesifikke.
- Flere respondenter påpeker at uttesting av kjerneprøveboring bør skje under mest mulig realistiske forhold på konkrete forekomster i dyphavet.

- For testing av enkelte typer utstyr kan et lukket område være relevant å vurdere videre.
- I Norge er det eksempelvis område hos Wergeland i Sløvåg som kan tenkes brukt/tilpasset.

- **Anbefaling:** I første omgang anbefaler vi bruk av og tilpassing av eksisterende områder langs kysten. Området i Sløvåg vil være aktuelt å utrede videre for prosjekt som ser behov for lukket område.



Bilde: INESC TEC. Oversvømt gruve i Portugal brukt til utstyrstesting/utvikling



Område på Wergeland Basen i Sløvåg
Bilde: GCE Ocean Technology

Innspill gitt i undersøkelsen:

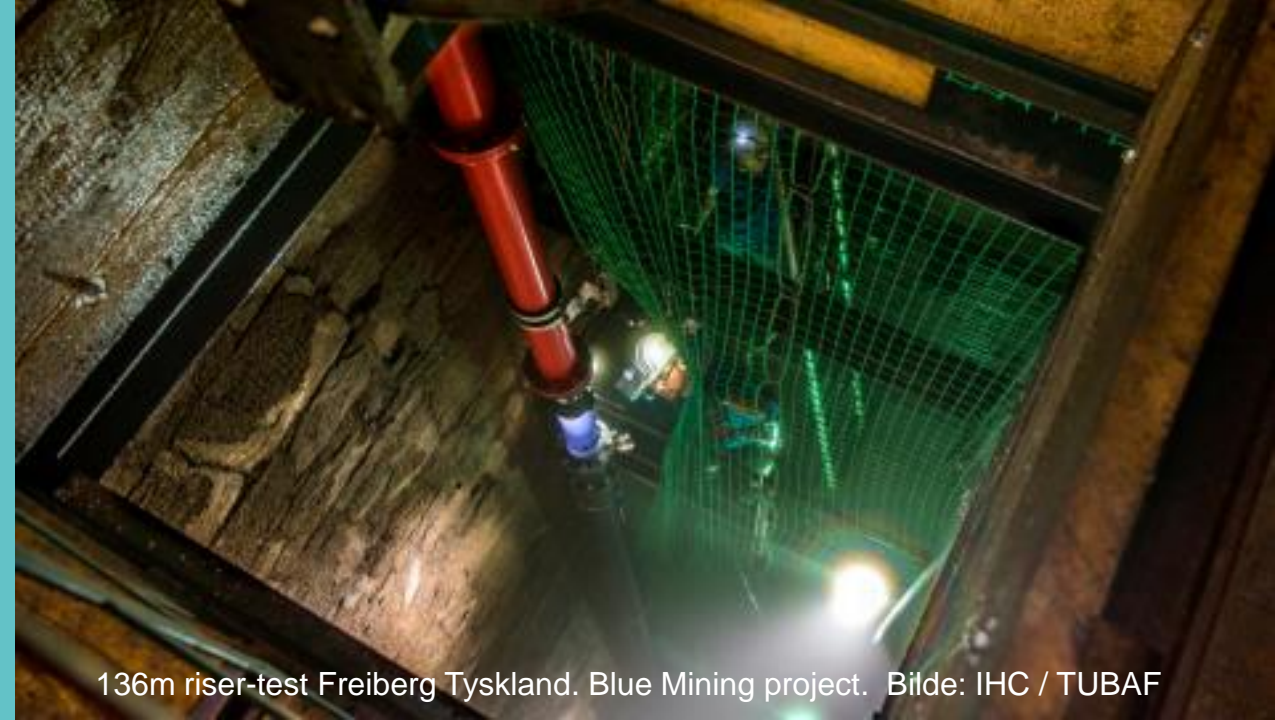
«*Testing av utstyr under kontrollerte forhold, direkte sammenligning av teknologier*»

«*Relevant for å teste drillingutstyr*»

«*Utstyr for kjerneboring vil være viktig for 3D undersøkelse av forekomster*»

Produksjon (Production)

- Det blir påpekt at teknologi for utvinning er i en tidlig fase og mye utvikling og testing er påkrevd fra komponentnivå til pilotskala.
- Miljøkartlegging knyttet til utvinning blir også fremhevet.
- Testing er/blir typisk utstyrs- og prosjektspesifikke.
- Det fremstår som det er noe ulike behov knyttet til de tre ulike mineraltypene.
- Pilotområder/prosjekt for uttesting av produksjonsutstyr i dyphavet vil være av stor interesse.
- **Anbefaling:** En stegvis åpningsprosess bør legge inn reguleringer til hvordan pilotprosjekt kan gjennomføres på en gode måte. Behov for testfasiliteter på land/langs kysten bør vurderes videre. Som eksempel er Sognefjorden 1300 meter dyp.
- For mer spesialisert testfasiliteter, spesielt knyttet til noduler anbefales at man ser til Europa (Se Vedlegg D)



136m riser-test Freiberg Tyskland. Blue Mining project. Bilde: IHC / TUBAF

Innspill gitt i undersøkelsen:

«En sånt test område ville være nyttig for å unngå lang reiser mellom kysten og et dypt område. Sånt tester ville bli orientert imot maskinkontrol/våtttest og vertikal transport systemer. Ideelt sagt burde område være dypt nok til å delvis representere aktuelle forhold på ryggen»

«Testing av teknologi for produksjon og vertikal transport av marine mineraler»

«Flerfase vertikaltransport som kan håndtere både airlift og ulike pumpeteknologier (minst pilotskala)»

Data/programvare (SW)

- Deling av data er sentralt for å lykkes.
- Det er viktig å sikre en enhetlig og god metodikk for datadeling og tilgjengeliggjøring.
- I et seminar [2.juni 2022](#) delte Oljedirektoratet data samlet inn gjennom egne tokt, samt mye av data samlet inn av Universitetet i Bergen (2011-2021) og Universitetet i Tromsø (2020-2021).
- Se oversikt over [datainnsamling og analyser](#) (OD)
- Oljedirektoratet har planer om å tilgjengeliggjøre mer data etter hvert som de blir klare.
- **Anbefaling:** Sikre enhetlig og god metodikk for datadeling og tilgjengeliggjøring. Vurdere oppretting av type «Diskos» for havbunnsmineraler.



Innspill gitt i undersøkelsen:

«En sånt test område ville være nyttig for å unngå lang reiser mellom kysten og et dypt område. Sånt tester ville bli orientert imot maskinkontrol/våtttest og vertikal transport systemer. Ideelt sagt burde område være dypt nok til å delvis representere aktuelle forhold på ryggen»

«Innsamling og lagring av data fra felt er viktig slik at disse er tilgjengelig for alle»

«I et effektivt leteprogram må mange datatyper og enorme datamengder analyseres, her bør maskinlæring brukes og at all informasjon samles i ett nettverk/database»

«Digital tvilling for utvinning av havbunnsmineraler»

Prosessering

- Oppredning og prosessering av mineraler er sentralt for å kunne etablere en helhetlig verdikjede.
- Om man kan etablere oppretning-/pre-prosesseringsmetoder som gjør at havbunnsmineraler kan inngå i eksisterende prosessanlegg vil det kraftig redusere behovet for nye investeringer.
- Fokus på og bevisstheten rundt prosessering har økt betydelig blant aktørene innen havbunnsmineraler det siste året.
- **Anbefaling:** Det fremstår som det er store behov for oppbygging av testfasiliteter knyttet til oppredning/prosessering. Her er det naturlig å se på synergier innen landbasert industri.
- Nøyaktig hva det bør investeres i og finansieringsmodell må vurderes nærmere.

■ ■ ■ ■ ■



Bilde: Elkem

Innspill gitt i undersøkelsen:

«Utvinning og prosesseringsteknologi for dyphavsmineraler er det viktigste delen av en potensiell ny industri»

«Dette er veldig viktig - her må vi trekke på landbasert industri kunnskap»

«En industri for havbunnsmineraler er betinget det finnes avtak fasiliteter»

Annen infrastruktur

- Andre ønsker som er spilt inn er:
 - Bedre tilgang på forskningsfartøy
 - Tilgjengelig skipstid for AUV og ROV operasjoner
 - Glider med dyphavskapasitet
- Begrenset med personell/forskere med kompetanse innen dyphavsmiljø.
- Det er vanskelig og dyrt å få tilgang på forskningsfartøy med AUV, ROV, grab o.l. utstyr for dyphavutforskning.
- Viktig å utnytte og dra veksler på eksisterende utstyr, kompetanse og testfasiliteter:
 - <https://www.eurofleets.eu/> Plattform for utstyrsdeling. Har fått innspill på at det har vært vanskelig/dyrt å få tilgang på utstyr.
 - <https://www.marinefacilitiesplanning.com/> viser planlagte forskningstokt.
- **Anbefalinger:**
 - Fortsette den pågående åpningsprosessen. Industrien har mye utstyr og kompetanse som kan brukes til utforskning.
 - Styrke internasjonalt samarbeidet innen dyphavsforskning.
 - Styrke tverrfaglig samarbeidet mellom forskningsmiljøer og industrien knyttet til dyphavsforskning. Konkrete prosjekt.



Innspill gitt i undersøkelsen:

«Tilgjengelig skipstid for AUV operasjoner»

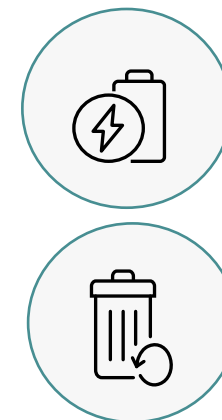
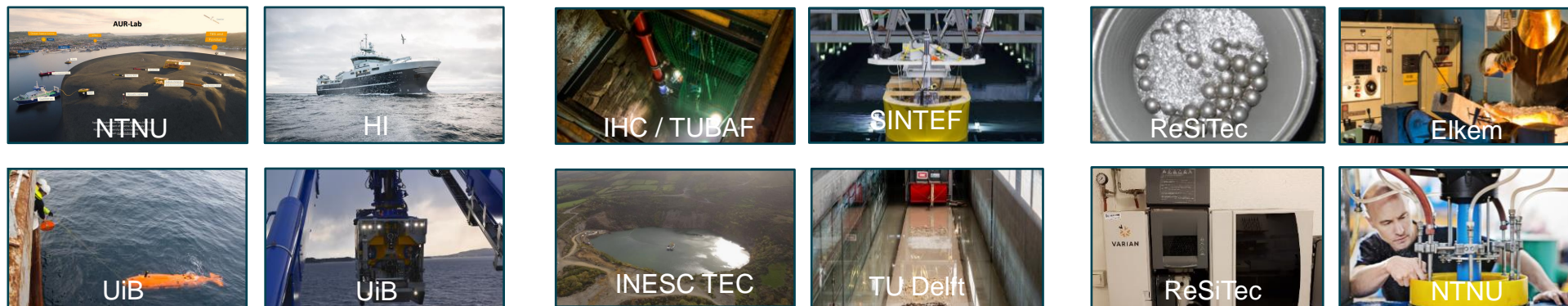
«Bedre tilgang på forskningsfartøy»

«Dra veksler på eksisterende testfasiliteter»

«Mest mulig av testing bør gjøres i sjø/dyphavet»

«Godt initiativ!»

Testinfrastruktur langs hele verdikjeden



Kartlegging	Produksjon	Prosessering	Bruk/resirkulering
-------------	------------	--------------	--------------------

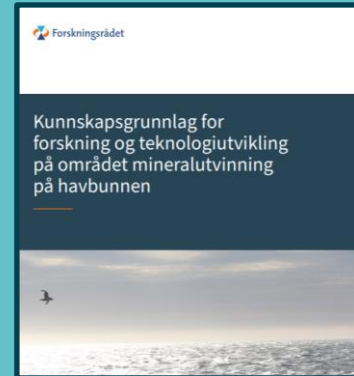


• • • • •



4 Veikart og investeringsbehov

Forslag til ny forskningssatsing (2019)



Oppsummering fra rapporten:

- Det er økt internasjonal oppmerksomhet mot mineralvirksomhet på grunn av behov for sikker tilgang til essensielle råmaterialer.
- En økende bevissthet om bærekraft medfører blant annet økt behov for råstoffer som muliggjør en grønnere økonomi.
- Samtidig er mineralindustriens påvirkning på miljøet en økende bekymring, og minimalisere det miljømessige fotavtrykket er en forutsetning for virksomheten.
- Med en liten, dedikert finansiering og en fragmentert forskningsinnsats er det vanskelig for Norge å opparbeide seg en ledende internasjonal posisjon.
- Det synes å være kunnskaps- og teknologigap i store deler av verdikjeden. Store havområder er fortsatt ikke undersøkt.
- Det er sannsynlig at det er en betydelig mulighet for forskningen til å nyttiggjøre kunnskaps- og teknologioverføring fra olje og gasssektoren.

Anbefalt forskningssatsing:

- **Mål:** Satsingen skal gi ny kunnskap om ressursgrunnlaget, ny teknologi som muliggjør undersøkelse og utvinning av mineralressurser på norsk kontinentalsokkel og miljøperspektiver ved virksomheten.
 - **Det viktigste tiltaket er å etablere en målrettet og helhetlig satsing**, som kan se de forskjellige forskningsbehovene i sammenheng.
 - Det viktig å prioritere forskning og teknologiutvikling som gjør det mulig å etablere sikre ressursanslag.
 - **Tre pilarer:**
 - Ressursgrunnlaget
 - Teknologi for undersøkelse
 - Utvinning og miljøperspektiver
- Bidra til bærekraftig forvaltning og legge grunnlag for utvikling av mulig ny næringssektor.

Skisse av mulig tidslinje i Norge



Fullskala produksjon

Pilot prosjekt

Ressurvaluering - kjerneprøve

Miljø- og ressurskartlegging

Bærekraft, ESG, miljøstudier, miljøovervåking og konsekvensreducerende tiltak



Bilde: Havforskningsinstituttet



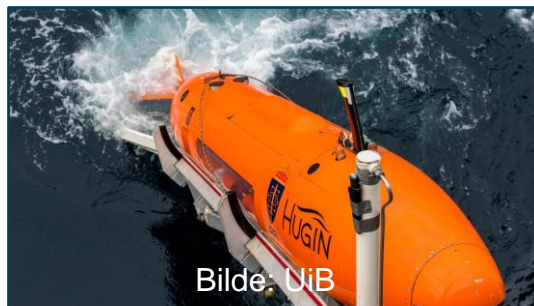
Bilde: Oljedirektoratet



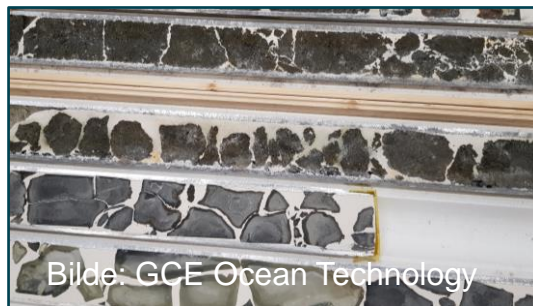
Bilde: GSR



Bilde: AllSeas



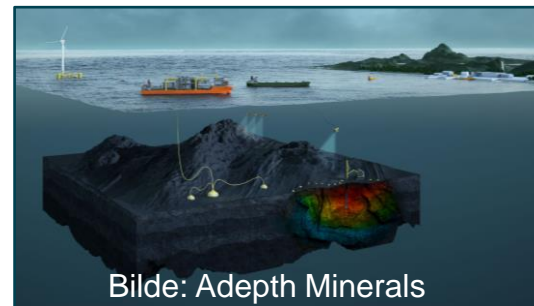
Bilde: UiB



Bilde: GCE Ocean Technology



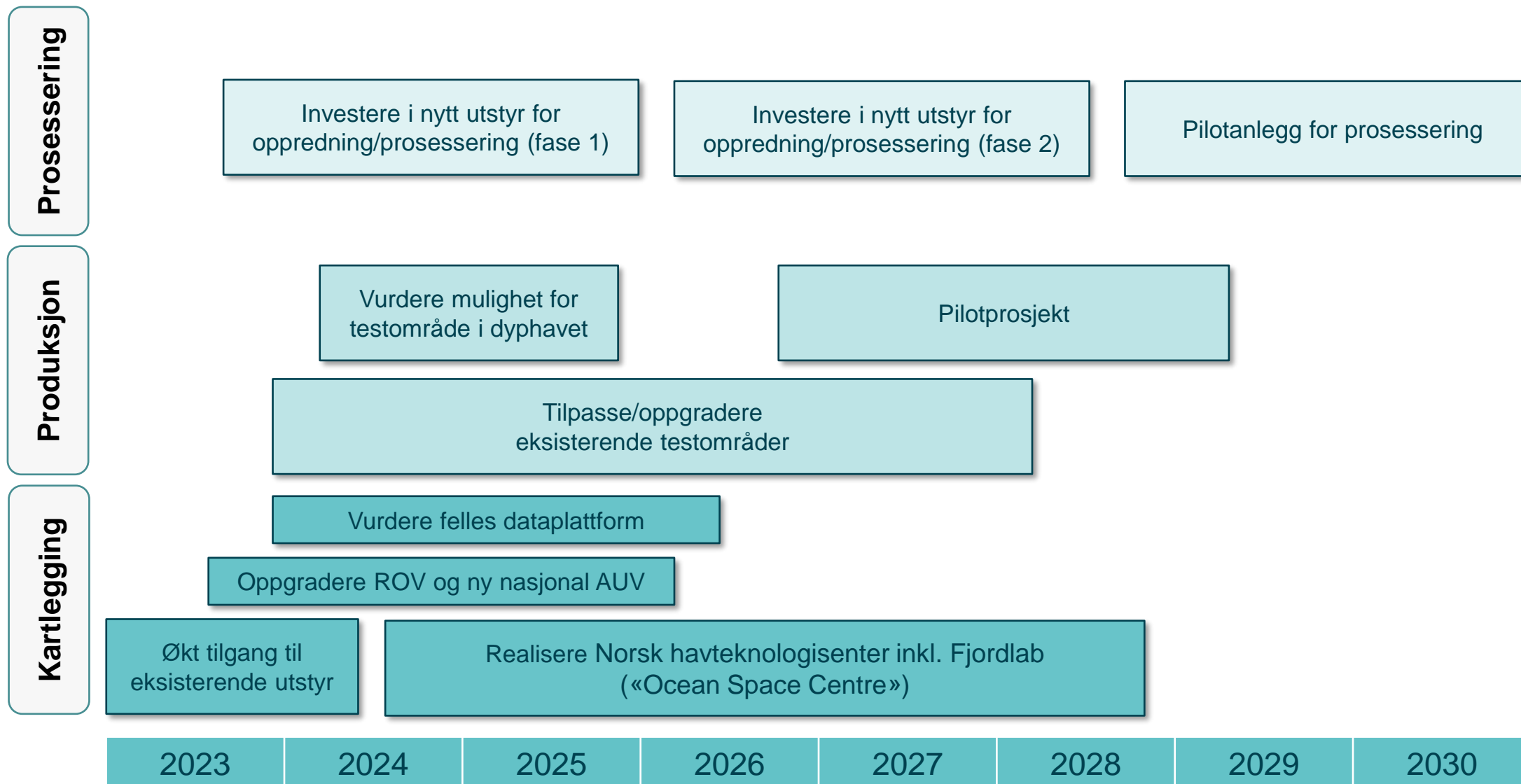
Bilde: GSR



Bilde: Adepth Minerals

2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2035 2040

Mulig veikart for FoU-infrastruktur og testfasiliteter



Mulig veikart for forskning, utvikling og innovasjon (FoUI)

Styrket
satsinger

Økt bevilgning til miljø- og ressurskartlegging: OD, MAREANO etc.

Nye
virkemidler

MM
21

Piloteringsmidler

FoUI-prosjekt

Eksisterende
Virkemidler

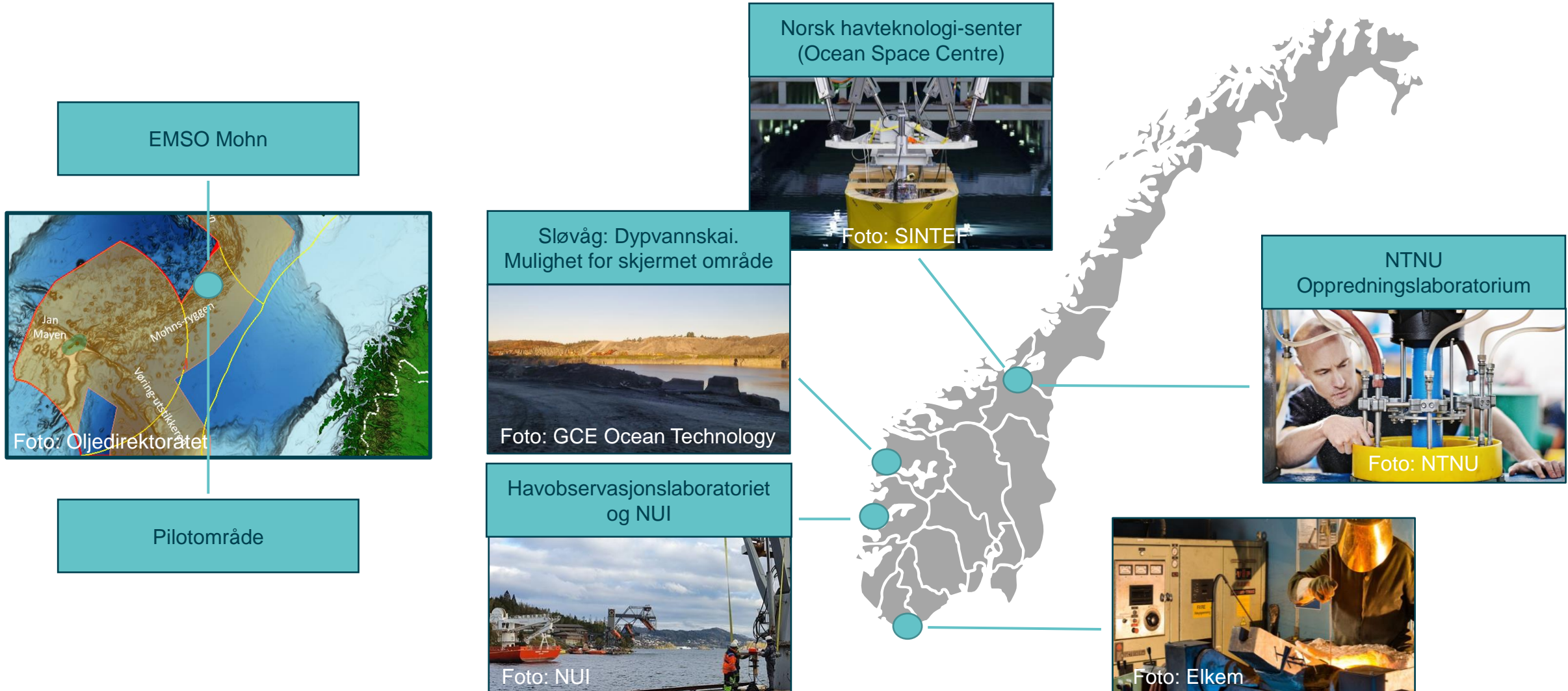
SFI / FME

Kapasitetsløft

Eksisterende program/utlysinger (Innovasjon Norge, Norges Forskningsråd, Siva, EU etc.)

2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030

Mulige testområder og fasiliteter å oppgradere



■ ■ ■ ■ ■



Key input and takeaways from

Workshop - Accelerate deep sea exploration

Stavanger 3 June 2022

About the Workshop

- The aim with the workshop was to gather the Norwegian industry and researchers to discuss an action plan and areas of collaboration about how to accelerate deep sea exploration.
- About 60 participants from 41 different companies/organisations (see next slide)
- See the [programme](#)
- **Workshop question #1:** Imagine you are outlining the Norwegian framework for marine minerals for the next decade (i.e. “Hurdalsplattformen 2.0”) – What will be your key action points?
- **Workshop question #2:** Imagine you are getting the responsibility for 1 billion per year from 2023-2027 over the state budget for marine minerals activities – What will be your key budget posts?

■ ■ ■ ■ ■



Participating organisations



Industry:

- Adepth Minerals
- Aker
- Aker BP
- Allton
- Argeo
- Argus Remote Systems
- CGG
- DeepOcean
- DigG&G
- DNV
- Equinor
- Green Minerals
- HMM
- Kongsberg Maritime
- Loke Marine Minerals
- NOV
- NUI

- OCTIO
- PGS
- ReSiTec
- Schlumberger
- Shearwater Geoservices
- Stratum Reservoir
- Styrehuset
- TGS
- uSEA Ocean Data

University and R&D

- FFI
- IFREMER
- NORCE
- NTNU
- SINTEF Ocean
- Universitetet i Bergen
- Universitetet i Stavanger

Other organisations:

- Forskningsrådet
- Future Materials Norwegian Catapult
- Norwegian Petroleum Directorate
- Ocean Innovation Norwegian Catapult

Organisers:

- GCE NODE
- GCE Ocean Technology
- Norsk olje og gass
- Norwegian forum for Marine Minerals

Summary of workshop #1: 10 key action points



1. Establish RDI funding programme ~1BNOK/year over 10 years
2. Execute the opening process with associated tax regime which makes it attractive for industry
3. Establish/support larger pilot project(s)
4. Strengthen education and knowledge building
5. Focus on technology transfer possibility
6. Establish world-class test infrastructure covering the entire value chain
7. Focus on high standards for environmental monitoring, sustainability, HSE
8. Establish MM21 strategy
9. Norway become a ISA sponsoring state
10. Establish EU collaboration, especially related to processing

General key input and reflections:

- Important to have focus on the entire value chain
- Strengthen *collaboration along value chain, in Europe, industry-R&D/universities, private-public*

Summary of workshop #2: Key budget posts



- Significant increase funding for NPD exploration cruises
- Establish private-public funding/support for exploration cruises
- Targeted funding for pilot testing / programmes
- Establish dedicated R&D program in the Research Council of Norway (RCN)
- Increased funding for research cruises: Environment and resource mapping
- Strengthen education across value chain
- Establish world-class research infrastructure
- Establish targeted SFI / FME centres

PS: Naturally some overlap with points from workshop #1.



Skann QR-koden for å laste
ned rapporten og vedlegg



Jon O. Hellevang

R&D MANAGER

jon.hellevang@gceocean.no

+47 988 488 28



Follow us on

