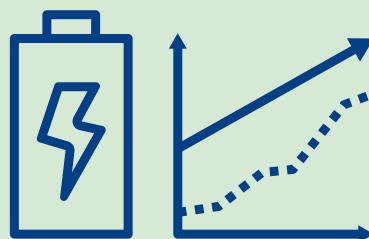


# Batteriverdikjeden

Prosess21 Ekspertnotat



## Forord

Litium-ion-batteri (LIB) er allerede utviklet til et slikt modenhetsnivå at teknologien utgjør en viktig faktor for omstillingen til lavutslippssamfunnet. I Norge er dette eksemplifisert i form av økende andel nybilsalg av el-biler hvor norske myndigheter har motivert til, og fortsatt motiverer for, kjøp gjennom avgiftsfritak. I Europa er den økte bruken av batterier i biler motivert gjennom endret lovverk for bilprodusentene. Krav til redusert CO<sub>2</sub> utslipp fra produsert bilpark lar seg ikke gjennomføre uten elektrifisering av bilmodellene. Fremtidige krav fører til at enkelte store produsenter ser for seg et helelektisk modellutvalg innen få år.

Kina har gjennom det siste tiåret blitt ledende på batteriteknologi og produksjon av elektriske biler. Også i Norge ser vi en betydelig inntreden av kinesiske bilmerker på markedet. Kina har sett omstillingen til lavutslippssamfunnet som en mulighet for industriutvikling. Kinas utfordring, med lokal forurensning og avhengighet av import av olje, har blitt snudd til en mulighet. Kinas utfordring er fortsatt at kraft som benyttes for å produsere batterier, og lade, i stor grad er basert på kullkraft som begrenser miljøeffekten.

Ettersom kraft produsert på solceller i land som har mange soldager er rimeligere enn noen annen kilde, er endringen betydelig også i et land som India. 70% av kjøretøy i landet er lette kjøretøy som motorsykler og mopeder. Ettersom batteriet i dag er den dyreste komponenten på mopeden er det allerede et system introdusert med leie av fulladet batteri på etablerte bensinstasjoner. Batterier vil også være viktig i andre utviklingsland grunnet mangelfull kraftinfrastruktur.

Ettersom produksjonen vokser og teknologien ytterligere automatiseres vil prisen på batterier synke betydelig og dette igjen åpner for bruk i andre områder. Da ny fornybar produksjon ofte er forbundet med variabel produksjon (når solen ikke skinner og vinden ikke blåser) vil det være viktig å oppnå betydelig kapasitet for lagring også i kraftsystemet. Dette igjen muliggjør bedre utnyttelse av produsert kraft og unngår dyr infrastrukturbygging. Videre muliggjør det at hvert hjem i større grad kan være selvforsynt ved produksjon av kraft.

Mineraluttaket for produksjon av batterier er forbundet med større naturinngrep. Avhengighet av import fra områder med ikke-akseptable standarder vil medføre spørsmålstegn ved bærekraften av batteriproduksjon. Uttaket av materialer for batterier er i noen land forbundet med etiske utfordringer, og det mest kjente er uttak av kobolt i Kongo (DRC) hvor enkelte ikke-industrielle private gruver er forbundet med ikke-eksisterende HMS standard og barnearbeid. Amnesty International har satt søkelys på dette og alle bedrifter i denne verdikjeden bør sikre sporbarhet på sine råmaterialer for å kunne fremstå med nødvendig integritet. Over tid vil det også kreves sporbarhet gjennom hele verdikjeden for å synliggjøre sluttproduktets materialsammensetning, andel resirkulert andel materialer og produktets karbonintensitet.

Batteriproduksjon i Norge er en unik mulighet for landbasert høyteknologisk produksjon med store eksportmuligheter og mange arbeidsplasser. Norge er unikt posisjonert med kompetansedrevet materialesektor (prosessindustrien) og tilnærmet 100 % fornybar kraft. I rapporten Grønne Elektriske Verdikjeder utarbeidet av en tverrsektoriell industriledergruppe er batterier fremhevet som ett av de største potensialene for Norge. Potensialet er estimert til 200 mrd. NOK omsetning i 2030 og en fordobling av dette innen 2050 forutsatt investeringsvilje, vertskapsattraktivitet og tilrettelagte rammebetingelser. All produksjon vil kunne gå til eksport og det meste av verdikjeden kan bygges i Norge. Potensialet er større enn norsk havvind og hydrogen samlet. Batterimaterialer og battericelleproduksjon i Norge vil kunne bety en mulighet for å øke eksportverdi, sikre arbeidsplasser i distriktene og balansere vår avhengighet av olje/gass-eksport.

Prosess21 ønsker med dette ekspertnotatet å sette søkelys på batteriverdikjeden som den største mulighet det neste tiår for landbasert industri i Norge. De fleste EU-land satser betydelig, og Norge er unikt posisjonert. Det haster for mobilisering av bedrifter i samarbeid med norske myndigheter.

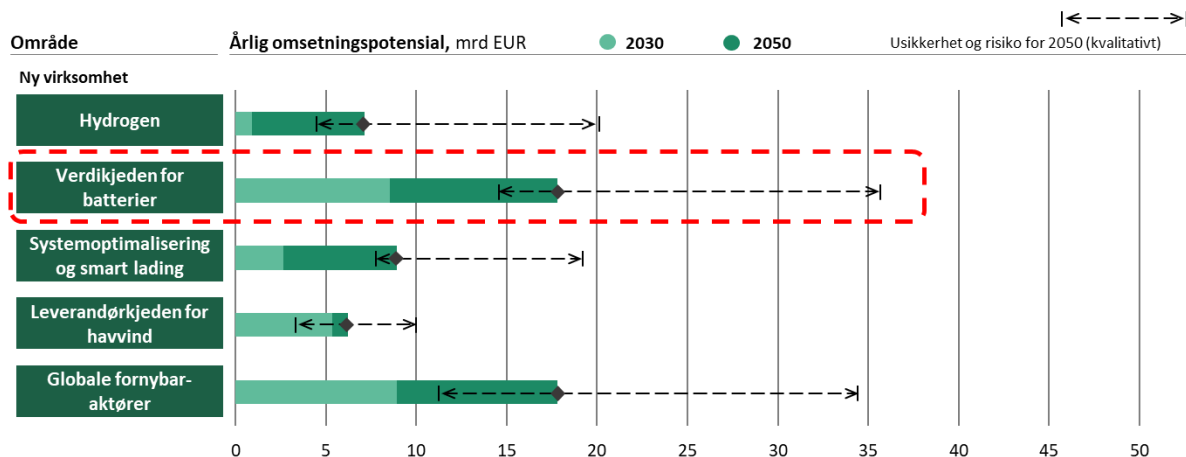
Ekspertnotatet er satt sammen av **Stephen Sayfritz** (Eyde-klyngen / Battery Norway), **Ivar Valstad** (Hydro), **Fride Vullum-Bruer** (Sintef), **Edel Sheridan** (Sintef), **Hanne Flåten Andersen** (IFE), **Nora Rosenberg Grobæk** (Invest in Norway), **Håvard Gautneb** (NGU), **Terese Birkeland** (UiA), **Stina Torjesen** (UiA) og **Erik Figenbaum** (TØI). Videre har norske bedrifter engasjert i battericelleproduksjon og batterimaterialer gitt innspill til rapporten.

Lars Petter Maltby, Sekretariatsleder, Prosess21

## Sammendrag

**Batteriverdikjeden** er en eksepsjonell bærekraftig verdiskapingsmulighet for Norge som bygger på Norges komparative fortrinn med en kompetansedrevet materialsektor basert på fornybar kraft, og vår mulighet til å levere til et europeisk vekstmarked.

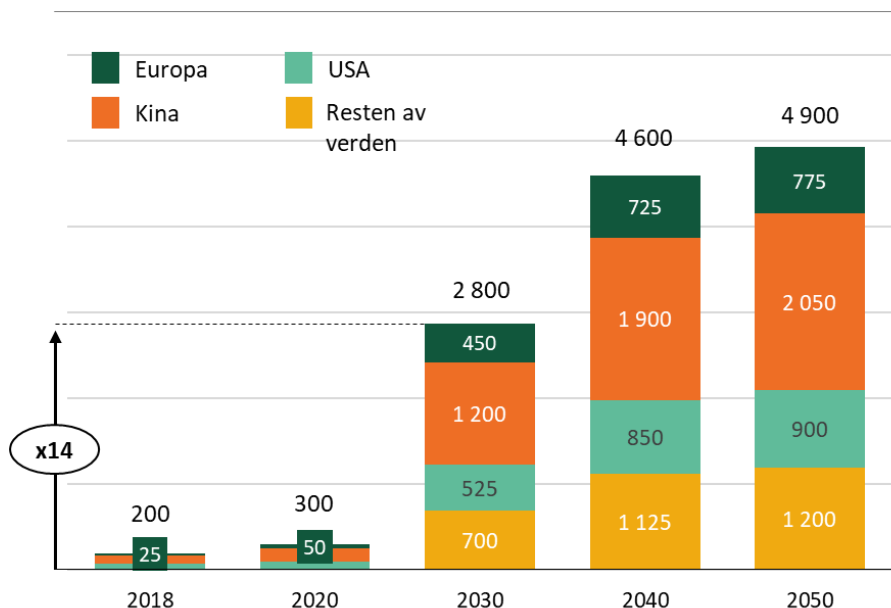
Dersom man lykkes med battericelleproduksjon vil dette skape store verdier for Norge, med et omsetningspotensial på 9 mrd EUR/år i 2030 og 18 mrd EUR/år i 2050 (Utfallsrom 2050: 13 – 36 mrd EUR/år). Norske muligheter i grønne elektriske verdikjeder, NHO.



Figur 1 - Norske muligheter i årlig omsetningspotensiale (mrd. EUR) hvor verdikjeden for batterier er uthevet, kilde: Grønne elektriske verdikjeder, NHO 2020

Den forventede økningen av elektro-mobilitet, elektrifisering av industrien og overgang til fornybar energi vil føre til en eksponentiell vekst av markedet for litium-ion-batteri (LIB) og andre typer energilagring, som kondensatorer, og som et resultat av dette, bruk av relevante råvarer, se Figur 2 - Forventet vekst av litium-ion-batteri (LIB)-markedet målt i GWh. Kilde: McKinsey analysis. Det økede behovet representerer en enorm mulighet for norske virksomheter, både store og små. Norsk potensial er basert på i) prosess- og materialkompetanse ii) strategisk geografisk plassering tett på Europa-markedet iii) som en «first-mover» innen den elektriske mobilitetssfæren vil Norge kunne posisjonere seg godt i forhold til denne verdikjeden.

### Global batterietterspørsel, GWh



Figur 2 - Forventet vekst av litium-ion-batteri (LIB)-markedet målt i GWh. Kilde: McKinsey analysis

Ettersom Norge har en høy andel av elektriske biler, vil vi også oppleve de første store volumene med «utbrukne» bilbatterier. Dette gir betydelige muligheter innenfor annengangs bruk og resirkulering av batteriene. Dette muliggjør utvikling av nye forretningsmodeller og teknologiske løsninger, før de eventuelt kan eksporteres og anvendes i europeisk målestokk. For å produsere batterier er det behov for mye kraft. Ettersom den produserte norske energimiksen er tilnærmet 100 % fornybar vil produksjon av battericeller, «precursors» og batteriråstoff i Norge redusere det totale karbonavtrykket til batteriproduksjon i Europa.

## Norske vekstmuligheter i batteriverdikjeden

Norge er godt posisjonert til å kunne lykkes innen flere deler av verdikjeden for batterier:

### Prosessering av råvarer

Mulighet: Opprettholde og utvikle dagens sterke posisjon innen prosessering av råmaterialer som nikkel, kobolt, mangan, grafitt, silisium og aluminium.

Rasjonale: Norsk industri og forskningsmiljøer har god kompetanse innen materialteknologi knyttet til avanserte tekniske applikasjoner, og norske aktører har en stor eksisterende fabrikkportefølje i Norge og internasjonalt. Norge har et godt økosystem med sterkt samarbeid mellom forskning og prosessindustrien.

### Sammensetning og integrasjon

Mulighet: Utvikle og utvide eksisterende posisjon innen nisjesegmenter nedstrøms som f.eks. sammensetning og integrasjon for applikasjoner i maritim sektor. Dette gir muligheter i andre spesialiserte nisjesegmenter.

Rasjonale: Norge har kompetanse innen prosessautomatisering, og et stort og verdensledende norsk marked for maritime batterier. Det er etablert produksjonslinjer i Trondheim og Bergen for maritime batterier, og norske aktører har utviklet proprietære konsepter skreddersydd for maritime bruksområder. Sterke industri- og forskningsmiljøer innenfor energi og maritim sektor muliggjør komplisert systemintegrasjon.

### Resirkulering

Mulighet: Etablere effektiv batteriresirkulering for regionalt batterivolum.

Rasjonale: Norge har et allerede betydelig volum av batterier i bruk som gir mulighet til å etablere resirkulering i skala og ta tidlige posisjoner. I kombinasjon med materialprosessering og celleproduksjon kan det gi styrket konkurranseposisjon. Øket gjenbruk av batterier for forlenget levetid er viktig.

Disse tre forretningsmulighetene vil styrkes betydelig dersom det etableres celleproduksjon i Norge. Norge har gode nok forutsetninger for å lykkes med celleproduksjon, og gode muligheter for å lykkes innen resirkulering. På tvers kan dette gi kostnadssynergier, teknologisynergier og større kontroll på verdi og forsyningskjeden. Følgende mulighet og rasjonale finnes for battericelleproduksjon i Norge:

### Storskala battericelleproduksjon (delvis inkludert komponentproduksjon)

Mulighet: Etablere storskala battericelleproduksjon i Norge og ta en vesentlig posisjon i det europeiske markedet.

Rasjonale: Norge har likt utgangspunkt som andre aktuelle europeiske land for å lykkes innenfor storskala battericelleproduksjon. Kostnadsposisjonen til Norge er på nivå med andre europeiske land ettersom konkurransedyktig, norsk kraft og relativt produktiv arbeidskraft utjevner høyere logistikk- og bygge-kostnader. I et svært konkurransutsatt marked er effektiv produksjon klart mer avgjørende for konkurransedyktighet enn hvilket land produksjonen ligger i. Skala er også kritisk for å oppnå konkurransedyktighet. På sikt er det viktig å bygge opp betydelig batteriteknologi- og automatiseringskompetanse for å øke og opprettholde konkurranseevnen. Norske aktører vil måtte være konkurransedyktige også i et globalt perspektiv, og mot asiatiske aktører spesifikt, hvilket er oppnåelig. Prosessering av råmaterialer, sammensetning og integrasjon, resirkulering og battericelleproduksjon er områder prosjektet anbefaler for videre satsning basert på norske konkurransefortrinn, samt verdiskapingspotensialet.

### Reguleringer

Rapporten på Grønne Elektriske Verdikjeder peker på flere reguleringer og vertskapsområder som er viktig for å utløse Norges potensial for vekst innen batteriverdikjeden:

- Norske myndigheter må behandle konsesjonssøknader og andre tillatelser raskt og effektivt.
- Norske aktører må få nødvendig støtte til bygging av pilot og fullskala-anlegg.
- Norske aktører bør ha tilgang til fornybar energi på konkurransedyktige vilkår.
- Norske myndigheter må ha en effektiv og transparent prosess for tilgang til nødvendig fagkompetanse og arbeidskraft (også fra utenfor EEA), og må etablere relevante skatteordninger for utenlandsk kompetanse.

### Konkurransedyktige finansielle støtteordninger

Samme rapport peker også på flere ordninger som kan støtte etablering av batteriverdikjeden i Norge:

- Norske finansielle ordninger må søke å utnytte maksimalt støttenivå innenfor EU/EØS-regelverket.
- Fremtidsrettet grunnforskning i regi av universiteter og forskningsinstitutter må motta konkurransedyktig finansiering.
- Forstudier og FoU, inkl. etablering av laboratorier og andre fasiliteter, må motta økt tilskudd og støtte.
- Programmene for pilotering og innovasjons- og prosessforbedringer må motta økt tilskudd og støtte.
- De første etableringene av fullskala produksjonsanlegg må motta finansieringsstøtte.
- Norske aktører må ha tilgang til risikovillig kapital (lån og egenkapital) med langsiktig horisont, inkl. ESG premium.
- Norske aktører må ha tilgang til garantier, herunder lånegarantier og eksportgarantier.
- Norske myndigheter må utforme hensiktsmessig skatte og avgiftspolitik.

### Anbefalinger oppsummert

**Anbefaling 1** - Fasiliteter for å prosessere og pilotere produksjon av batterimaterialer for battericeller i skala titalls kilo bør gjøres tilgjengelig som en del av Norges nasjonale industrielle infrastruktur. De norske katapultsentrene er skreddersydd for denne oppgaven og bør videreutvikles i denne retningen.

Katapultsentrene Future Materials og Sustainable Energy har allerede investert i infrastruktur for knappcelle-batteritestning. Fullskala infrastruktur for større celledtesting er også viktig for å demonstrere materialytelse, og er ikke tilgjengelig i Norge per i dag (noen få aktører tester nå i utlandet). Med tanke på battericelleproduksjon (beskrevet senere) vil også ekspertise i produksjonsoppskalering være nødvendig.

På mellomlang sikt vil teknologiutviklingen endre etterspørselen og spesifikasjonen av batterimaterialer. Det å forstå, delta og dra nytte av denne utviklingen vil gi en langsiktig, bærekraftig verdiskapingsmulighet for Norge. Det er derfor kritisk å få tilgang på testkapasitet i denne størrelsen raskt. Det må være en systematisk og koordinert nasjonal tilnærming til teknologi- og produktutvikling i alle utviklingsfaser (TRL-nivå).

**Anbefaling 2** – Norges forskningsråd, Innovasjon Norge, Siva, Enova og Nysnø bør benytte en koordinert og langsiktig tilnærming. Det er mulig dette kan utvikles gjennom Regjeringens nye satsing: «**Grønn plattform**». Et nasjonalt utviklingsløp («product pipeline») bør bygge på eksisterende virkemidler, som Sentre for fremragende forskning (SFF), Forskningssentrene for miljøvennlig energi (FME), Sentere for forskningsdrevet innovasjon (SFI), Pilot-E, Norsk katapult, Miljøteknologiordningen, og Klimavennlig teknologi og kapital adgang. Dette er avgjørende for å sikre at alle stadier av utviklingsløpet dekkes fra grunnleggende forskning til kommersialisering, samt å sikre den nødvendige kapitalen som kreves for å oppnå dette. Grunnet markedsutvikling og forventet økning i elbilbatteri som må gjenbrukes eller gjenvinnes fra 2026<sup>1</sup>, bør dette iverksettes gjennom en koordinert tilnærming og operasjonaliseres innen utgangen av 2021.

<sup>1</sup> [Mapping of lithium-ion batteries for vehicles | Nordic cooperation \(norden.org\)](https://norden.org/mapping-of-lithium-ion-batteries-for-vehicles)

Faraday battery challenge (2017) i Storbritannia kan være et eksempel til etterfølgelse:

**What is the Faraday battery challenge?**

**There is growing demand for batteries for electrification, with the market estimated to be worth £5 billion to the UK and £50 billion to Europe by 2025.**

**In the UK this is driven in part by government's plan to ban new conventional petrol and diesel vehicles by 2040 to be replaced by electric and zero emissions vehicles.**

**Through this challenge, the government will invest in research and innovation projects and new facilities to scale-up and advance the production, use and recycling of batteries. It will lower carbon and air pollution in the UK, while creating new opportunities and industries.**

**While the government investment will focus on the automotive sector initially to meet its commitment and the growing global demand for electric vehicles, this will also help advance battery development for other applications for an electrified economy.**

<https://www.ukri.org/innovation/industrial-strategy-challenge-fund/faraday-battery-challenge/>

<https://faraday.ac.uk/>

### **Produksjon av battericeller**

Storskala av battericelleproduksjon er kapital-, IPR- og kunnskaps-intensiv. Etablering av slik produksjon i Norge representerer betydelige direkte fordeler både med tanke på utenlandske investeringer og lokal sysselsetting. En slik industriell utvikling vil styrke og utfylle det eksisterende økosystemet for batterimaterialer og batteripakkeproduksjon i Norge. I tillegg vil gjenvinning av produksjonsskrap fra slike anlegg kunne bidra til å starte storskala LIB-gjenvinning i Norge. Norges tilgang til ren energi, kan være en betydelig fordel, spesielt om EU innfører en CO<sub>2</sub> «grenseskatt» forutsatt at ordningen implementeres rettferdig, som inkluderer alle utslipp fra råvare til sluttprodukt og ikke går på bekostning av andre ordninger som CO<sub>2</sub>-kompensasjon og frikvoter.

**Anbefaling 3** - Om Norge kan tiltrekke seg flere større aktører langs hele verdikjeden, vil det styrke de eksisterende aktørene betydelig og gi ringvirkninger nasjonalt samt øke konkurransekraften i de ulike delene av verdikjeden. Tilgang på ren energi, materialer og tilhørende materialkompetanse kan anses som komparative fortrinn for Norge og dermed muliggjøre produksjon av batterier med lavest mulig CO<sub>2</sub>-fotavtrykk. Invest In Norway oppfordres til å bruke LIB-celleproduksjon til «benchmarking» i deres arbeid, samt produksjon av «precursor»/aktivt materiale. Myndighetene bør også vurdere hvordan IPCEI-ene påvirker Norge og vår tilgang til EUs interne marked.

**Anbefaling 4:** Det anbefales et spisset utdanningstilbud på batterier på B.Sc., M.Sc. og Ph.d. -nivå for å bygge opp og sikre nasjonal kompetanse på batterier og verdikjeden. I tillegg, bør relevante tilbud på videregående og fagskolenivå vurderes samt tilbud om videreutdanning og/eller omskolering for arbeidstakere som nå jobber innen andre industrisektorer. Behov for fremtidig batterikompetanse bør utredes nærmere.

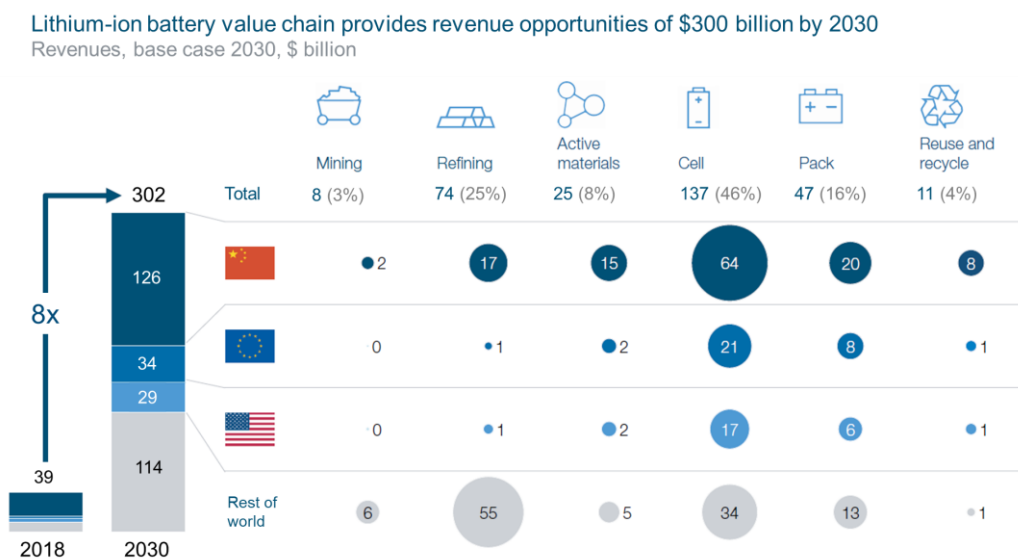
# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>2</b>
Norske vekstmuligheter i batteriverdikjeden .....	3
Anbefalinger oppsummert .....	4
<b>Innledning</b> .....	<b>7</b>
EUs satsing på batteriverdikjeden .....	8
Eksisterende batteriverdikjede i Norge .....	9
<b>Den globale Verdikjeden</b> .....	<b>11</b>
Råmaterialer .....	11
Norges ressurser av batterikritiske råstoffer, kobolt, nikkel, litium og grafitt. ....	11
Internasjonale programmer relatert mineraler og råstoffer .....	13
Forekomster i Europa og Norge .....	13
Kobolt og Nikkel .....	13
Litium .....	13
Grafitt .....	14
Urban mining .....	15
Aktivt batterimateriale .....	15
«Precursor» og «Cathode Active Material» produksjon .....	15
Produksjon av anodemateriale .....	16
Celleproduksjon .....	16
Batterisystemer .....	18
Gjenvinning .....	18
Energibehov .....	19
<b>Utdanning</b> .....	<b>21</b>
<b>European Green Deal og Europeiske batterisatsinger</b> .....	<b>21</b>
EUs batteriregulering .....	21
Politikk og næringsliv hånd i hånd .....	22
Batteri IPCEI .....	22
Nasjonale initiativ i Europa .....	22
Svensk batteristrategi .....	23
<b>EU Batteri forskningssatsing og norsk deltagelse</b> .....	<b>24</b>
Batteries Europe ETIP .....	24
Batteries European Partnership Association og Battery 2030+ .....	24
<b>Aktører i et voksende Norsk økosystem</b> .....	<b>26</b>
<b>Norske vekstmuligheter i batteriverdikjeden</b> .....	<b>27</b>
Konkurransefortrinn for attraktive forretningsområder .....	27
Prosessering av råvarer .....	27
Sammensetning og integrasjon .....	27
Resirkulering .....	27
Storskala battericelleproduksjon (delvis inkludert komponentproduksjon) .....	27
Fremtidig mulighetsrom .....	28
<b>Anbefalinger</b> .....	<b>30</b>
<b>Appendiks</b> .....	<b>32</b>

## Innledning

Den forventede økningen av elektro-mobilitet, elektrifisering av industrien og overgang til fornybar energi vil føre til en eksponentiell vekst av markedet for batterier, både Li-ion batterier (LIB) og andre typer energilagring, som kondensatorer, og som et resultat av dette økt bruk av relevante råvarer<sup>2</sup>, se Figur 3 Forventede inntektsmuligheter innen batteriproduksjon innen 2030. Det økede behovet representerer en enorm mulighet for norske virksomheter, både store og små. Norsk potensial er basert på i) prosess og materialkompetanse ii) strategisk geografisk plassering tett på Europa-markedet iii) som en «first-mover» innen den elektriske mobilitetsfæren vil Norge kunne posisjonere seg i forhold til denne verdikjeden.

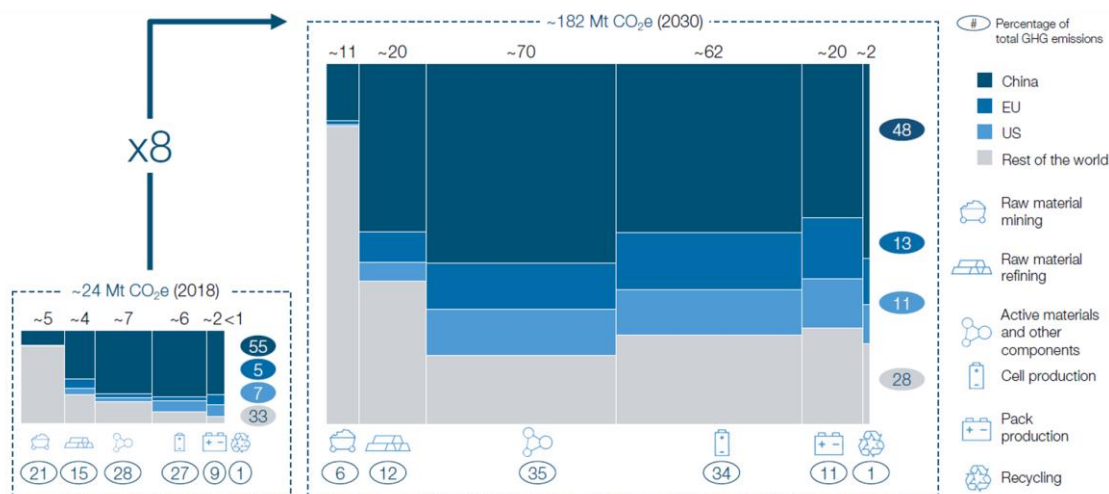
Ettersom Norge har en høy andel av elektriske biler, vil landet også oppleve de første volumer med «utbrukte» bilbatterier. Dette gir betydelige muligheter innenfor annengangs bruk og resirkulering av batteriene. Dette muliggjør utvikling av nye forretningsmodeller og teknologiske løsninger, før de eventuelt kan eksporteres og anvendes i europeisk målestokk. På grunn av den norske fornybare energimiksen vil produksjon av battericeller, «precursors» og batteriråstoff i Norge redusere det totale karbonavtrykket til batteriproduksjon i Europa<sup>2</sup>, se Figur 4 Batteriproduksjon, CO<sub>2</sub>-avtrykk. I 2016 var 48% av kinas energiproduksjon fra kull.



Figur 3 Forventede inntektsmuligheter innen batteriproduksjon innen 2030, Kilde: Insight report WEF

Battery production with significant CO<sub>2</sub> footprint, mainly driven by active materials and other components as well as cell production in China

Greenhouse gas emissions by value chain step, Mt CO<sub>2</sub>e per annum (2030)



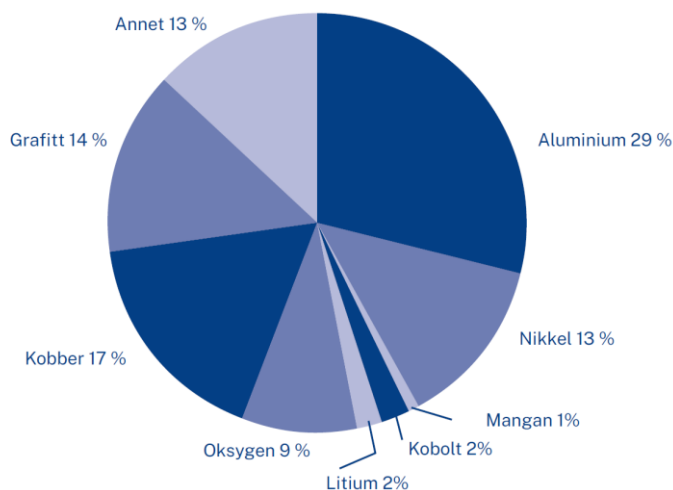
<sup>2</sup> A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030 | World Economic Forum (weforum.org)



Figur 4 Batteriproduksjon, CO<sub>2</sub>-avtrykk. I 2016 var 48% av kinas energiproduksjon fra kull<sup>3</sup>, Kilde: Insight report WEF

## EUs satsing på batteriverdikjeden

European Battery Alliance<sup>4</sup> (EBA) har et uttalt mål om å etablere en europeisk batteriverdikjede med en årlig verdi på 250 milliarder euro innen 2025. Råvarer vil være en viktig nøkkelfaktor i dette. For eksempel vil 250 GWh av Generation 3A (NMC811) batteriproduksjon i Europa kreve omtrent 250.000 tonn batterigrad grafitt for anoden, og



Figur 5 Innhold i Li-ione batteri fordelt på ulike materialer (Kilde Prosess21 rapport Produktutvikling)

batterikatoder (nikkel og kobolt) og anodene (kobber som strømsamler), mens både Alcoa og Hydro ASA produserer aluminium. Råvarer til kondensatorer er noenlunde likt sammensatt, med mindre andel av grafitt og ingen bruk av kobber og nikkel. I dag er batteriverdikjeden dominert av Asia, hovedsakelig Kina, og spesielt innen materialprosessering.

Gjenvinning av brukte batterier representerer en betydelig bærekraftig verdiskapingsmulighet for prosessindustrien i Norge. Det verdifulle materialet i EV-batterier (bilbatterier) må resirkuleres, helst etter annengangs bruk, som for eksempel i energilagringssystemer, på en måte som muliggjør gjenbruk av materialene i nye EV-batterier. Dette



Figur 6 Materialflyt må bli sirkulær i batteriverdikjeden (Kilde EIT Raw Materials)

188.000 tonn nikkel med høy renhet i klasse 1, 24.000 tonn kobolt, 70.000 tonn mangan og 49.000 tonn litium for katoden. For øyeblikket er utvinning og prosessering av flere batteriråvarer i Europa på et marginalt nivå. Figuren til venstre viser prosent vekt av hvert materiale/ element som brukes i en hel (Gr/NMC811) LIB-celle<sup>5</sup>. Norge kan spille en ledende rolle som leverandør av bærekraftige batterimaterialer til europeisk produksjon basert på den eksisterende prosessindustriens produksjonskapasitet og kompetanse. Elkem tar en ledende rolle innen syntetisk grafittproduksjon i Europa, Skaland Grafitt er en av Europas hovedprodusenter av naturlig grafitt mens selskaper som Glencore Nikkelverk kan levere materialer til både Li-ion

har potensial til å gi en stabil tilførsel av nye/sekundære råvarer til batteriproduksjon i Europa, og reduserer samtidig prosessindustrien i Norge sin avhengighet av utvunnet materiale, illustrert i Figur 6 Materialflyt må bli sirkulær i batteriverdikjeden (Kilde EIT Raw Materials). Nye forskrifter i Kina<sup>6</sup> krever at 98% av Ni, Mn og Co, sammen med 85% av Li, skal utvinnes gjennom gjenvinning av batterier. Dette er en viktig utvikling som bør/skal påvirke oppdateringen av EUs batteridirektiv som nylig ble lansert (se avsnitt **Feil! Fant ikke referanse kilden.**). Det er en betydelig

<sup>3</sup> <https://www.iea.org/weo/china/>

<sup>4</sup> <https://www.eba250.com>

<sup>5</sup> [Produktutvikling i prosessindustrien \(prosess21.no\)](https://www.prosess21.no)

<sup>6</sup> [China launches NEV battery recycling regulations \(argusmedia.com\)](https://www.argusmedia.com)

forbedring i forhold til dagens krav til gjenvinning av 50 % av vekten av batteriet. Norge bør ta en ledende rolle i gjenvinning, med fokus på gjenbruk og høy utvinningsgrad.

I tillegg til EBA, har Europakommisjonen nylig opprettet European Raw Materials Alliance<sup>7</sup> (ERMA). ERMA skal bidra til å sikre pålitelig, sikker og bærekraftig tilgang til råvarer for å sikre et globalt konkurransedyktig, grønt og digitalt Europa. Alliansen skal blant annet se på kritiske og strategiske råvarebehov, inkludert de som er relatert til materialer for energilagring og konvertering (batterier og brenselceller).

For å oppnå FNs bærekraftige utviklingsmål (SDG) er det viktig at råvarer blir utnyttet maksimalt, og ettersom Norge produserer mange av de kritiske materialene i batteriverdikjeden, åpner dette for ekstraordinære markedsmuligheter.

## Eksisterende batteriverdikjede i Norge

Norge er en betydelig produsent av raffinerte metaller og kan bruke sin akademiske og industrielle ekspertise til å utvikle mer spesialiserte/resirkulerte produkter for bruk i batterimarkedet. For tiden leverer Norge 21% av EUs aluminium, 13% av nikkell og 8% av kobolt-råstoffimporten<sup>8</sup>. Andre selskaper utvikler spesialiserte produkter og operasjoner for å levere batterimaterialer som naturlig og syntetisk grafitt (Skaland Grafitt AS og Elkem Carbon)<sup>9</sup>.

Det er for tiden fire initiativer for battericelleproduksjon i Norge. **Freyr AS** søker å bygge et 32 GWh LIB-produksjonsanlegg i Mo i Rana, har fått støtte fra InnoEnergy<sup>10</sup> med planlagt produksjonsstart i 2023. **Beyond AS** er fokusert på produksjon av en Li-ion kondensator-hybrid. Beyonders løsning baserer seg på en kombinasjon av Li-ion og kondensatorteknologi som gir celler med betydelig høyere effekt enn vanlige Li-ionebatteri og egner seg dermed godt i anvendelser knyttet til kraftsystemet, fornybar energi, transport og offshore energiinfrastrukturmarkeder. **Morrow Batteries AS** søker å bygge et 32 GWh LIB-produksjonsanlegg i Agder med dagens «state-of-the-art» elbil batteriteknologi, tillegg arbeider de med oppskalering av Li-S batterier (en videre utvikling av dagens teknologi). Det fjerde og siste hoved-initiativet er et nylig annonsert samarbeid mellom **Norsk Hydro**<sup>11</sup>, **Equinor**<sup>12</sup> og **Panasonic**<sup>13</sup> som skal se på mulighet for å bygge en storskala batteri produksjonsanlegg i Norge og Europa. I tillegg til disse, har Eidsiva Energigjennomført en mulighetsstudie for batteriproduksjon i Innlandet, hvor storskala batteriproduksjon utredes<sup>14</sup>.

Norge er internasjonalt ledende på elektrifisering av transport og produksjon av batteri/systemer for bruk i dette markedet. **ZEM Energy**, **Corvus Energy** og **Siemens** har stor batteripakkeproduksjon i Norge ved bruk av celler produsert i Kina/Korea. **Schive AS**, basert i Asker lager skreddersydde batterier for ulike anvendelser innen industri, forsvar, subsea og offshore. I mindre skala utvikler selskaper som **Evoy AS** og **Greenwaves AS** helelektriske produkter for småbåtmarkedet. Figur 7 Forenklet oversikt over batteriverdikjeden vises en forenklet oversikt av batteriverdikjeden.

<sup>7</sup> [European Raw Materials Alliance \(ERMA\) - Homepage](#)

<sup>8</sup> [Metals for a Climate Neutral Europe 0.pdf \(ies.be\)](#)

<sup>9</sup> [Elkem to establish battery graphite pilot plant in Kristiansand, Norway | News articles | Elkem.com](#)

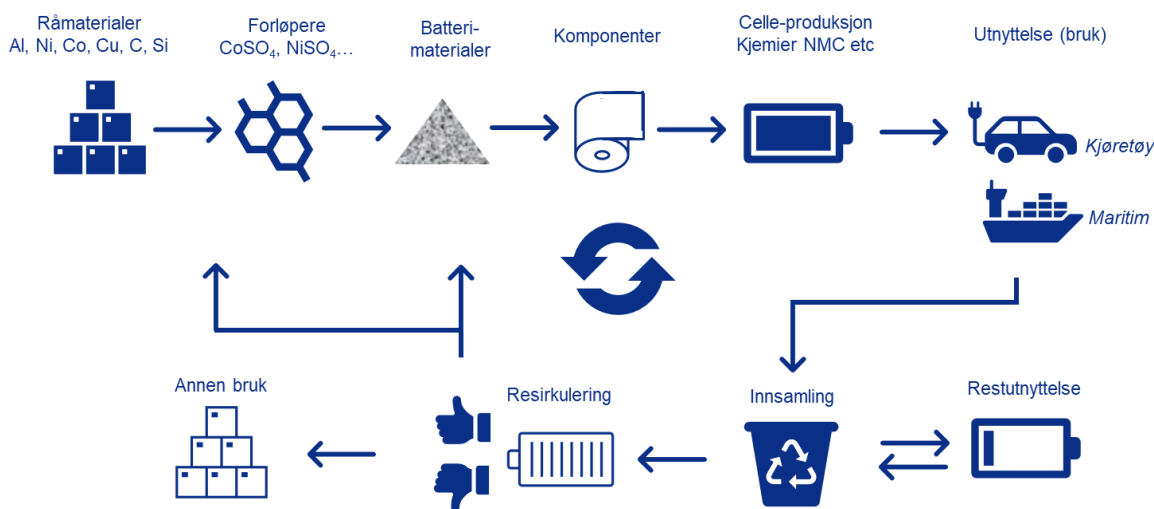
<sup>10</sup> [FREYR secures €7.25 million investment from EIT InnoEnergy to build a 32 GWh battery cell production facility in Norway - FREYR \(cision.com\)](#)

<sup>11</sup> [Panasonic, Equinor and Hydro to explore potential for European battery business](#)

<sup>12</sup> [Panasonic, Equinor and Hydro to explore potential for European battery business - equinor.com](#)

<sup>13</sup> [Panasonic, Equinor and Hydro to explore potential for European battery business | Headquarters News | Panasonic Newsroom Global](#)

<sup>14</sup> [Batteriproduksjon i Innlandet - Bellona.no](#)



Figur 7 Forenklet oversikt over batteriverdikjeden

Energitransformasjonen krever et fleksibelt elektrisk system der forskjellige typer fornybare energikilder kan integreres. Dessuten er et robust transport- og distribusjonssystem essensielt, der forskjellige typer og nye etterspørsler kan innkomme. Lagring av elektrisk energi (EES) som litium-ion (Li-ion) -batterier kan redusere forbrukstopper av fornybar energi og maksimere fornybar utnyttelse ved å lagre overskuddsstrøm. For lagringstid på 30 minutter til tre timer er LIB for tiden den mest kostnadseffektive løsningen, og har den beste energitettheten sammenlignet med alternativene. Gjenbruk av LIB innen EES representerer en mulighet til å levere nye dynamiske energisystemer og økt levetid og dermed utnyttelsesgrad av EV-batterier. Det er flere oppstarts-/små selskaper som **ECO Stor**, **RePack**, **Alternativ Energi** og **Marna Energi**, som har kommet inn i markedet for batteribaserte energilagringssystemer for husholdning, ofte i kombinasjon med sol- og vindkraftproduksjon. Andre bedrifter som **Hagal**, spesialisere seg på utvikling av teknologi som muliggjør effektiv bruk av brukte batteri med betydelig reduksjon av kostnad og sikkerhetsrisiko knyttet til brukte batteri.

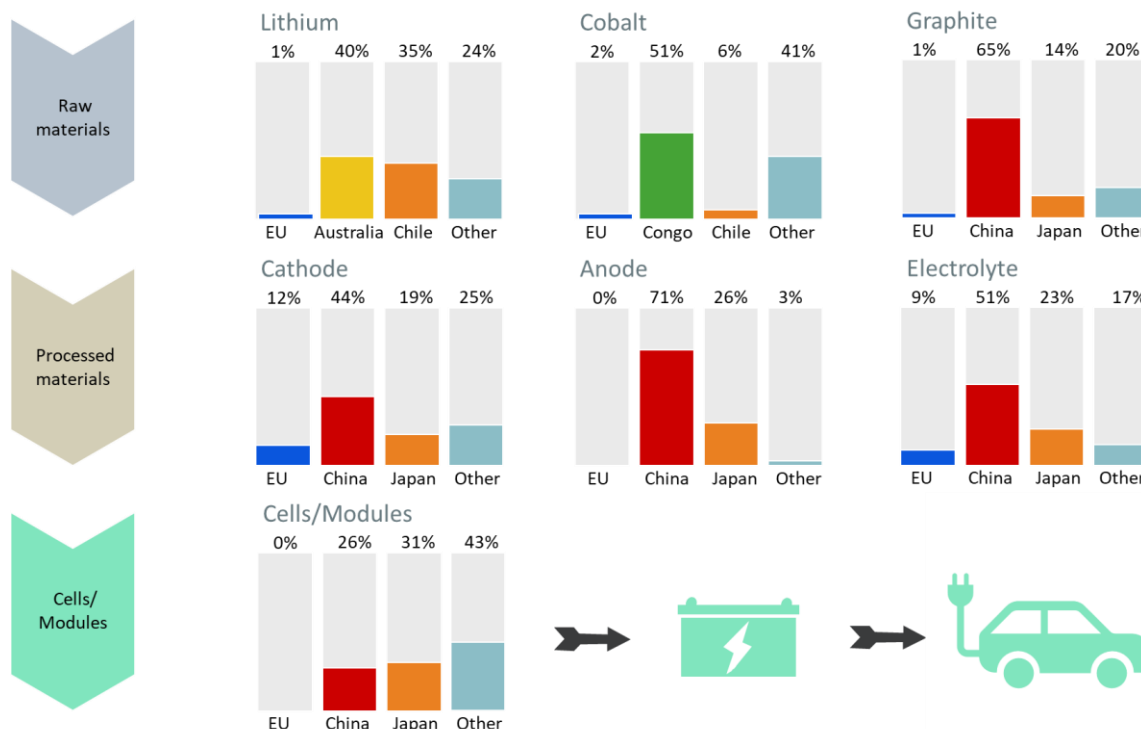
Annengangs bruk av batterier er en betydelig mulighet for verdiskaping i Norge grunnet tidlig introduksjon og høy markedsandel for elbiler. Etter hvert som volumene fra brukte el-biler øker de neste fem årene, kan Norge ta en viktig rolle i å utvikle gjenbruk og gjenvinning. Dette kan oppnås med mindre bilene tillates eksportert ettersom de er lavt priset i Norge sammenlignet med andre europeiske land. Norge har et godt utviklet innsamlingsystem som kan være en konkurransefordel. **Batteriretur Høyenergi AS** er spesialisert innen håndtering og gjenvinning av LIB fra mobilitetssektoren. I tillegg søker det pågående forskningsprosjektet LIBRES<sup>15</sup> å full-automatisere effektiv demontering og gjenvinning av brukte LIB fra EVs for videre prosessering. LIBRES prosjektet har vært viktig for etablering av **Hydrovolt AS**, et «joint venture» mellom **Norsk Hydro AS** og Sveriges **Northvolt AB**. Hydrovolt skal gjenvinne elbilbatteri fra den norske elbilflåten.

Sidestrømmer fra eksisterende industriell aktivitet representerer en interessant mulighet hvis materialene kan oppgraderes til batterikvalitet. Dette gjelder spesielt for grafitt og området kartlegges, og det er foreløpig for usikkert å definere mulige forretningsmuligheter fra dette. Det er behov for innledende tester og kartlegging av mulighetene på området.

<sup>15</sup> <https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/282328>

## Den globale Verdikjeden

I dag er batteriverdikjeden dominert av Asia, hovedsakelig Kina, og spesielt innen materialprosessering. Oversikt over viktige kilder for råmaterialer, prosesserte materialer og battericelleproduksjon er vist i EU-kommisjonens rapport på implementering av en strategisk tiltaksplan for bygging av batteriverdikjede i Europa<sup>16</sup>. Det finnes muligheter for Norge, særlig innen materialprosessering og celleproduksjon, men også råmaterialer.



Figur 8 - Oversikt over viktige kilder for råmaterialer, prosesserte materialer og battericelleproduksjon. Kilde: EU-kommisjonen

## Råmaterialer

Norges ressurser av batterikritiske råstoffer, kobolt, nikkel, litium og grafitt.

Norge er en betydelig produsent av metaller og er i dag blant Europas viktigste produsenter av aluminium (Al), sink (Zn), nikkel (Ni), mangan (Mn) og kobolt (Co). Dette er basert på import av halvfabrikata slik som alumina og nikkematte og raffinerte metaller produseres i Norge på grunn av tilgang på fornybar og konkurransedyktig elektrisk energi. Historisk sett har Norge i perioder vært verdensledende i produksjon av f.eks. kobolt fra Blåfargeverket på Modum og har vært svært viktige produsenter av kobber fra gruver slik som på Røros, Løkken og Sulitjelma. Det er derfor ikke tvil om at i Norge er mange steder, der geologiske prosesser har ført til en anriking interessante metaller og mineraler som bør undersøkes nærmere.

Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) har registrert ca. 8.000 mineralforekomster fordelt på ca. 6.000 malmforekomster og 2.000 industrimineral forekomster. Norsk lov deler mineral forekomstene inn i to grupper: 1) Statens mineraler som er metallene med en egenvekt/massetetthet 5 g/cm<sup>3</sup> eller høyere og 2) Grunneiers mineraler som er alle andre mineralforekomster. Det er svært variabel kunnskap om den enkelte mineral forekomst. NGU deler mineralforekomstene inn i følgende grupper (i henhold til EU's INSPIRE direktiv<sup>17</sup>) basert på den kunnskap vi har om dem:

**Forekomst (deposit):** Et punkt med et arealfestet område (polygon) der det finnes en dokumentert ressurs, som antas å være økonomisk interessant og som enten er eller kan være utnyttbare i fremtida. Klassifiseres etter offentlig betydning, basert på et sett standard kriterier. Klassene er internasjonal betydning, nasjonal betydning, regional betydning, lokal betydning og ikke vurdert.

<sup>16</sup> [resource.html \(europa.eu\)](#)

<sup>17</sup> [INSPIRE | Welcome to INSPIRE \(europa.eu\)](#)

**Prospekt (prospect):** Et punkt med et arealfestet område (polygon) med høy sannsynlighet for funn av hittil lite eller ikke dokumenterte økonomisk interessante mineralressurser. Et prospekt er et område der NGU vil anbefale nærmere ressursgeologiske undersøkelser før annen arealbruk fastsettes.

**Registrering (occurrence):** Et punkt med eller uten et arealfestet område (polygon) der det er observert og/eller analysert forhøyete verdier, over normale gehalter av utvinnbare mineraler. Kan inneholde lite eller mye informasjon og kan også inkludere gamle skjerp og nedlagte gruver og massetak.

**Provins (province):** En mineralprovins er et eller flere arealfestete områder (polygon-er) der det finnes forhøyete muligheter for funn av angitte mineralressurs-er. En mineralprovins kan omkranse en eller flere forekomster, prospekter og registreringer.

En **forekomst** vil derfor være en lokalitet med den mest detaljerte informasjonsmengde, en registrering vil ha minst.

Et annet viktig forhold er at metaller stort sett alltid opptrer i grupper med *kompanjong*-metaller sammen med et *hovedmetall*. Dette er illustrert på Figur 9 - Hjulet av metall kompanjonger (wheel of metal companionliality). Innerst har man de primære basemetallene, utover har man kompanjongmetaller som ikke kan produseres uten at primærmettet også produseres. fra (Nassar et al., 2015). Hjulet av metalkompanjonger (*wheel of metal companionliality*), Nassar et al., 2015<sup>18</sup>. Kompanjongmetaller kan ikke produseres uten at det også produseres det primære metallet i midten av sirkelen. Glencore's metallraffinering i Kristiansand er et godt eksempel. Importert nikkematte, hovedsakelig fra Canada raffineres til nikkell, kobber kobolt og platinagrupperens metaller (PGE).

---

<sup>18</sup> Nassar, N. T., Graedel, T. E., & Harper, E. M. (2015). By-product metals are technologically essential but have problematic supply. *Science Advances*, 1(3), e1400180. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400180>

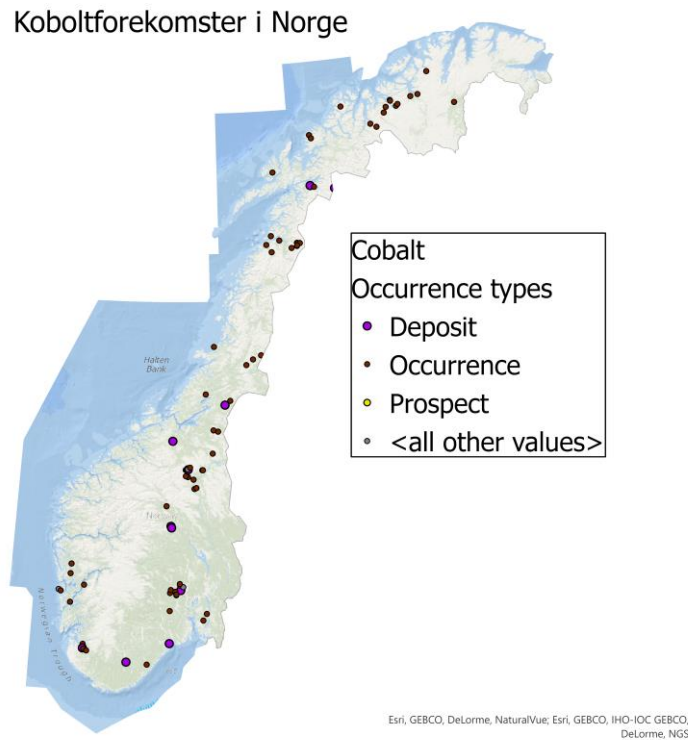




Appendiks.

### Kobolt og Nikkel

Figur 10 - Kart over koboltressurser i Norge (modifisert etter (Gautneb et al., 2020a) viser kart over koboltforekomstene i Norge. Siden kobolt er et kompanjongmetall hovedsakelig til nikkel og kobber er kartet også et kart over disse forekomstentypene. Kartet er filtrert slik at det kun viser lokaliteter der malmen inneholder mer enn 300 ppm. andel kobolt. Vi har satt dette som minimumsgehalt for at en forekomst skal regnes som en koboltressurs.

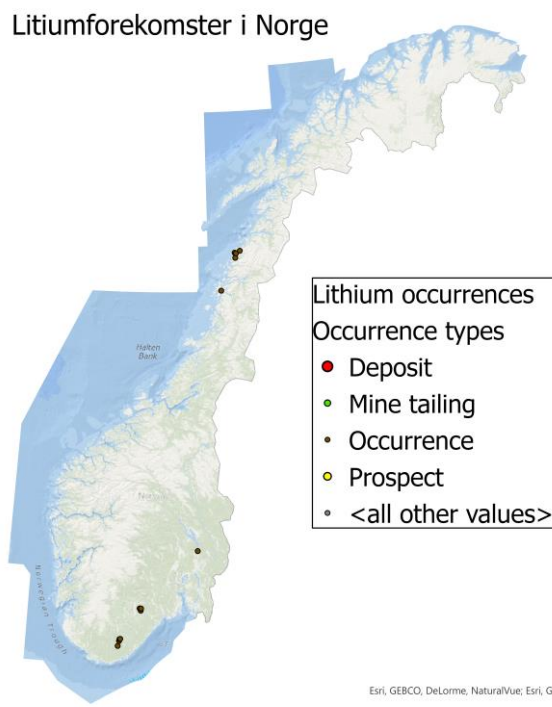


Figur 10 - Kart over koboltressurser i Norge (modifisert etter (Gautneb et al., 2020a)

Basert på kartleggingen vet vi at Fennoskandia (Norge, Sverige og Finland) er blant de stedene som har den største tetthet av forekomster i Europa. For Norges del skyldes dette at de såkalte vulkanske massive sulfidforekomstene, som gruvene på Røros og i Sulitjelma et eksempel på, er ganske koboltrike. Hovedproduktet var kobber den gang de var i drift. Over store deler av Norge har geologiske prosesser anrikt kobolt til nivåer langt over det som er normale gehalter i forekomster som utgangspunktet er registrert som et annet metall, for det meste nikkel og kobberforekomster.

### Litium

Figur 11 - Kart over Norges registrerte litiumforekomster (modifisert fra (Gautneb et al., 2020) viser tilsvarende kart for Litium. Her ser vi at Norge har liten eller ingen ressurser. Det største Europeiske potensialet for Litium finnes i Spania og Portugal, med noen mindre forekomster i Frankrike (Massif Central), Tyskland (Ertzgebirge), Ukraina og Sverige og Finland. Ingen av de aktive litiumprodusentene i EU produserer litium til batterier i dag, men litiummineralene går hovedsakelig til fluxmiddel i glassindustri.



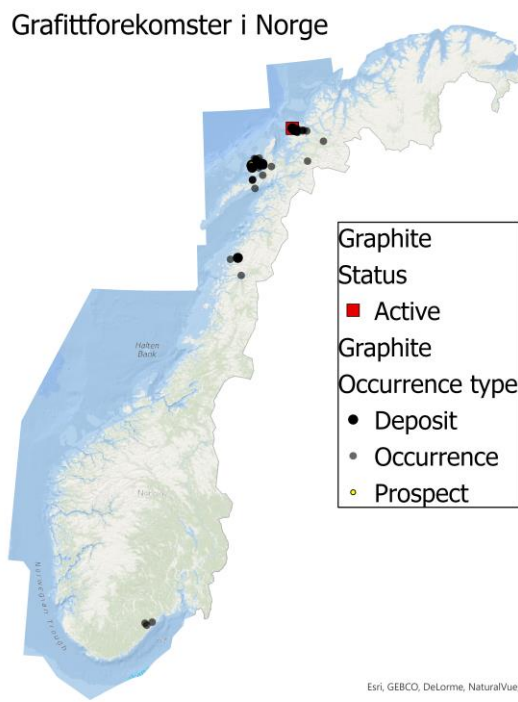
Figur 11 - Kart over Norges registrerte litiumforekomster (modifisert fra (Gautneb et al., 2020))

#### Grafitt

Figur 12 - Kart over Europas grafittforekomster og aktive produsenter av naturlig grafitt viser oversikt over Norske grafittforekomster med aktive produsenter. Det er også en klynge av forekomster i Østerrike og Slovakia. Dette er forekomster av såkalt amorf grafitt som er en lavere kvalitet av grafitt enn det som produseres fra forekomstene i Ukraina og Norge, som leverer flake grafitt. I Norge er det tre grafittprovinser: Senja, Lofoten Vesterålen og Holandsfjorden, i alle har det vært gruver i produksjon, men kun Skaland på Senja er i drift i dag. Ingen av grafittprodusentene i Europa produserer sfærisk grafitt til batterier. Grafitten fra Skaland skal kunne modifiseres til sfærisk type, dersom anlegg for dette etableres. NGU har i snart 10 år prioritert undersøkelser av Norges grafittpotensial. Det er nylig gitt ut oversikter over ressurspotensialet for grafittforekomstene på Senja, Vesterålen og Holandsfjorden (Gautneb et al., 2020b)<sup>21</sup>. I disse områdene er det beskrevet 28 forekomster med en gjennomsnittlig grafittgehalt på 11.6% og en samlet tonnasje på 241.6 millioner tonn, som tilsvarer 21.51 millioner tonn med ren grafitt.

<sup>21</sup> Gautneb, H., Rønning, J. S., Engvik, A. K., Henderson, I. H. C., Larsen, B. E., Solberg, J. K., Ofstad, F., Gellein, J., Elvebakk, H., & Davidsen, B. (2020b). The Graphite Occurrences of Northern Norway, a Review of Geology, Geophysics, and Resources. *Minerals*, 10(7), 626. <https://doi.org/10.3390/min10070626>





Figur 12 - Kart over Europas grafittforekomster og aktive produsenter av naturlig grafitt

Det er viktig å poengtere at norsk gruve- og mineralforedlende industri er integrert i EU på samme måte som tilsvarende industri fra dagens medlemsland, og har vært det fra før EU ble opprettet. I flere tilfeller er denne industrien også integrert i en global verdikjede fra primærproduksjon til sluttprodukt. Ressurspotensialet og produksjon av batterier og batteriråstoffer kan derfor ikke sees kun i et norsk perspektiv, men må betraktes minimum på europeisk nivå.

#### Urban mining

Sidestrømmer (spesielt grafittbasert) fra eksisterende industriell aktivitet representerer en interessant mulighet hvis de kan oppgraderes til batterikvalitet. Dette området kartlegges for tiden, men det er foreløpig for usikkert å definere mulige forretningsmuligheter fra dette. Det er behov for innledende tester og kartlegging av mulighetene på området. I forhold til utvinning av batterimetaller som nikkel, litium og kobolt, fra sidestrømmer er det trolig få muligheter ifølge Bergfald, 2019 rapport<sup>22</sup>.

## Aktivt batterimateriale

### «Precursor» og «Cathode Active Material» produksjon

«Precursor» («forløpere» på norsk) er råmaterialene i form av metallsulfater eller -nitrater som benyttes i produksjon av de aktive elektrodematerialene som så brukes i LIB-celleproduksjon. Det kan også være et mellomprodukt i form av en ferdig blanding som representerer den endelige batterielektrodekjemien, for eksempel en blanding av nikkel-mangan- og koboltsalter i et gitt forhold, for eksempel 6:2:2. Dette mellomproduktet vil måtte videreforedles før det kan settes inn i battericelleproduksjon.

Krystalliserte nikkel- og koboltsulfater (og klorider) med høye renhetskrav brukes typisk i batteribransjen som utgangspunkt for den aktive katodematerialfremstillingen. Disse nikkel- og koboltkrystallene blir oppløst og danner metallsulfat-løsninger sammen med andre metaller som er nødvendige i den spesifikke batterikjemien, som mangan. En utfellingsreaksjon kan så induseres ved ulike metoder, som danner et fast produkt med den ønskede materialsammensetningen. Dette mellomproduktet videreforedles gjennom varmebehandling, hvor også litium introduseres i materialet.

<sup>22</sup> [Mindre-deponering-av-farlig-avfall\\_1.9\\_web.pdf \(bergfald.no\)](#)

For litiumbatterier blir litium typisk introdusert til katodeforløpermaterialiet i litieringstrinnet i prosessen, hvor litiumkarbonatet eller litiumhydroksyd-råstoffet blir introdusert til den kommende katodestrukturen. Katodematerialet (Cathode active material) i pulverform blir blandet sammen med et bindemiddel, løsemiddel og karbon, ofte i form av carbon black, før denne flytende blandingen påføres en metallfolie som fungerer som strømsamler. Metallfolie er produsert av aluminium eller kobber.

Produksjon av «precursor» er hensiktsmessig å legge til rette for i Norge grunnet nærhet til råmaterialer som er betraktet som energiintensiv produksjon. Med økende fokus på bruk av fornybar energi til batteriproduksjon vil Norge vil ha et komparativt fortrinn så lenge kraft er rikelig tilgjengelig til konkurransedyktige priser.

### Produksjon av anodemateriale

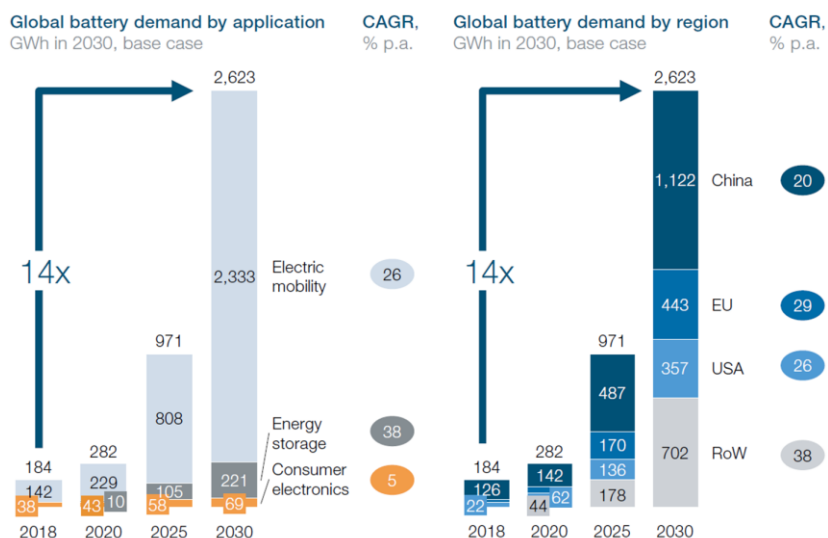
Grafitt er hovedkomponenten i Li-ion-batterianoder som brukes i elektrisitetsmobilitet, med tilsetning av silisium (5-10%) som en del av den siste generasjonen NMC 8:1:1, kjent som *State-of-the-art*. Li-ion-batterier som kun inneholder grafitt og silisium-grafitt komposittanoder vil spille en nøkkelrolle i å levere EV-revolusjonen i stor skala i Europa mot 2030. Det er derfor viktig at Europa utvikler sikre og bærekraftige forsyninger av i) anodegrafitt og ii) kompositter av silisium-grafitt. Norge er en stor produsent av primærsilisium, og materialet produseres på en miljøansvarlig måte. Norge produserer også både naturlig (Skaland Grafitt) og syntetisk grafitt (Elkem), men foreløpig ikke i de betydelige kvantitetene som trengs. I dag produserer Kina mesteparten av begge disse typene grafitt, med et estimert CO<sub>2</sub>-fotavtrykk på 4 til 14 tonn CO<sub>2</sub> per tonn grafitt. Bruk av grafitt hentet og produsert på denne måten vil kunne føre til 900.000 ekstra tonn CO<sub>2</sub> som slippes ut bare i produksjonen (dvs. ikke inkludert transport til Europa) av anodegrafitten for 250 GWh LIB. Derfor vil forbedring av utbytte og materialytelse, samtidig som redusert energiforbruk og CO<sub>2</sub>-fotavtrykk av grafitt være sentralt i europeisk bærekraftig produksjon av anodematerialer. I tillegg vil utviklingen av silisium-grafitt-komposittproduksjon ikke bare forbedre batteriytelsen, men redusere det totale CO<sub>2</sub>-fotavtrykket til anodematerialet.

## Celleproduksjon

Det indre EU-markedet for LIB forventes å være 170 GWh innen 2025 og 443 GWh innen 2030<sup>2</sup>, se Figur 13 - forventet vekst i etterspørselen etter batterikapasitet per region. I dag er anslagsvis 350 GWh celleproduksjonskapasitet i drift hovedsakelig i Kina, Sør-Korea, Japan og USA. Ytterligere 510 GWh kapasitet er kunngjort til og med 2025, totalt 860 GWh celleproduksjonskapasitet, hvorav 60% vil være lokalisert i Kina. For å imøtekomme 2.600 GWh-etterspørselen i 2030, er det behov for ytterligere 1.700 GWh kapasitet. Basert på dagens investeringsnivåer, vil det være nødvendig med et ekstra investeringsvolum på 140 milliarder dollar frem til 2030 for å imøtekomme etterspørselen. Med tilgang til og overskudd av fornybar kraft, samt nærhet til det europeiske bilmarkedet, bør Norge ha muligheter til å ha 2-5 gigafabrikker (64 til 160 GWh).

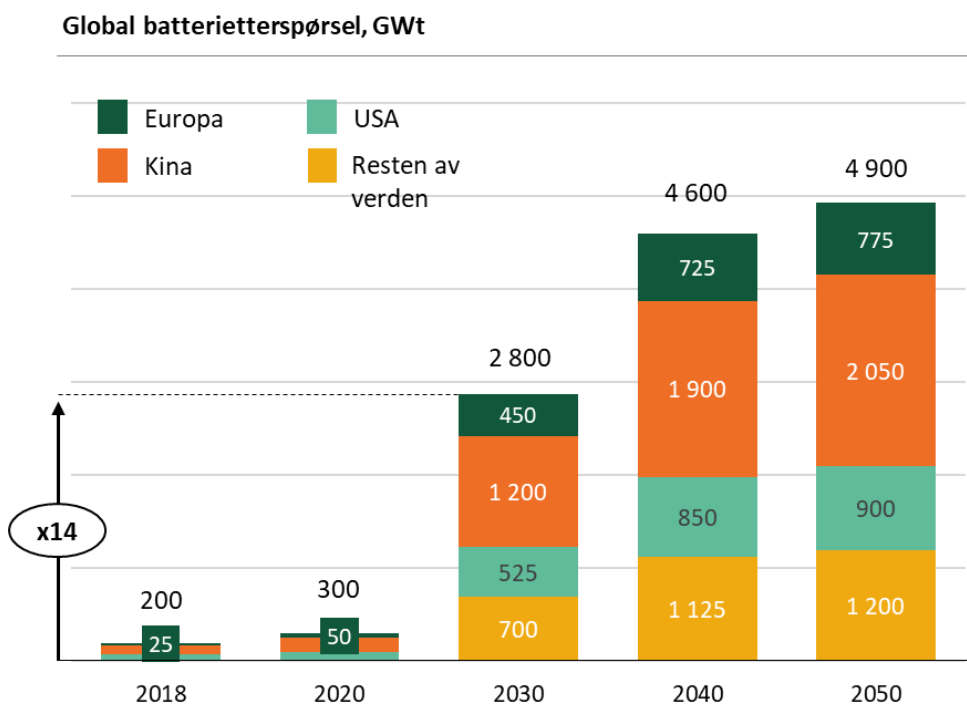
### Global battery industry growth by application and region by 2030

Compared to today, global battery demand is expected to grow by a factor of ~14 to reach ~2,600 in 2030



Figur 13 - forventet vekst i etterspørselen etter batterikapasitet per region, Kilde: Insight report WEF

Rapporten Grønne Elektriske verdikjeder<sup>23</sup> peker på de store potensialene det ligger i batteriverdikjeden for Norge. Figur 14 - Forventet vekst av litium-ion-batteri (LIB)-markedet målt i GWh. Kilde: McKinsey analys viser global batterietterspørsel fordelt på Europa, Kina, USA og resten av verden.

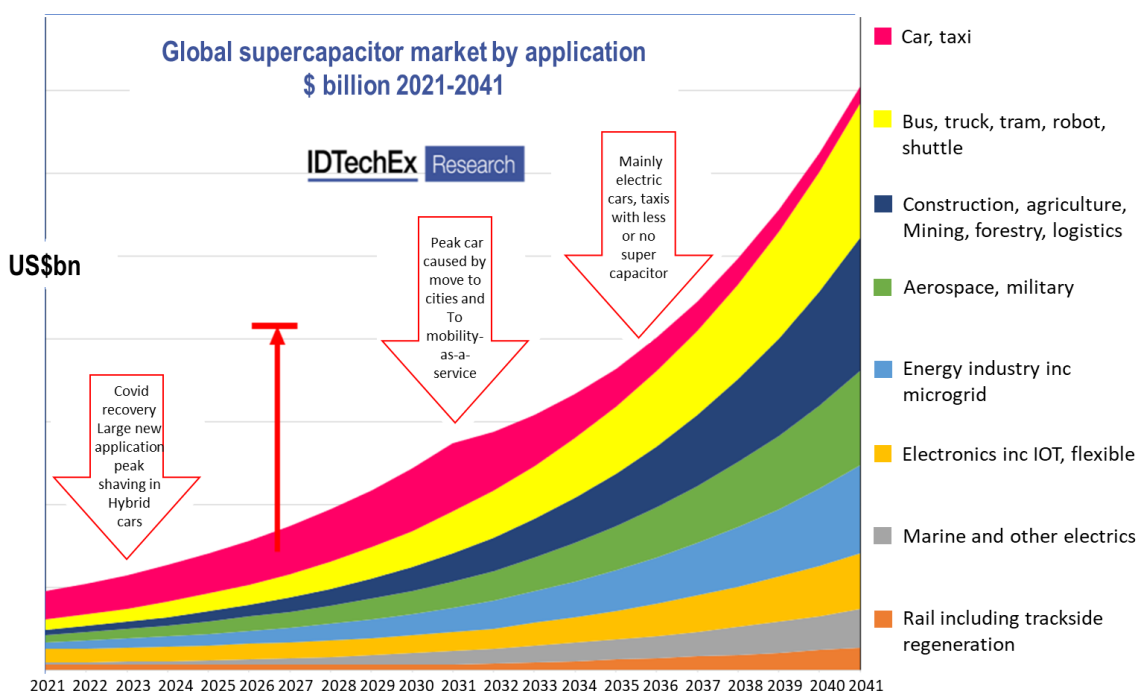


Figur 14 - Forventet vekst av litium-ion-batteri (LIB)-markedet målt i GWh. Kilde: McKinsey analysis

Også i markedet for superkondensatorer forventes det en formidabel vekst i årene fremover<sup>24</sup>. Hybride løsninger som Li-ion kondensatorer vil kunne ta markedsandeler i begge markedene. Oversikt ses i Figur.

<sup>23</sup> [20200801-gronne-elektriske-verdikjeder\\_final.pdf \(nho.no\)](#)

<sup>24</sup> [IDTechEx: Market Research, Scouting and Events on Emerging Technologies](#)



Figur 15 - forventet vekst for superkondensatorer, Kilde IDTechEX Research

## Batterisystemer

Norge er internasjonalt ledende på elektrifisering av transport og produksjon av batteri/systemer for bruk i det maritime markedet. ZEM Energy, Corvus Energy og Siemens har stor batteripakkeproduksjon i Norge ved bruk av celler produsert i Kina/Korea. I oppstart av celleproduksjon i Norge, kan man i samarbeid med disse aktørene utløse synergier og utvikle et hjemmemarked for cellene som produseres.

## Gjenvinning

I fremtiden må alle batterier gjenvinnes. Dette er på grunn av begrensninger i tilgjengeligheten av primærmess metall kombinert med behovet for råvarer til nye batterier. Gjenbruk skjer for tiden hovedsakelig i Kina, fordi man der til dags dato har hatt en betydelig mengde batterier å resirkulere. Siden Kina produserer et stort volum batterier og batteriforløpere, er man der vant til å bruke resirkulerte metaller fra batterier som input for ny produksjon.

Batterier er utsatt for degradering som følge av tid og alder, og levetiden til et batteri vil være avhengig av kjemi og bruksmønster. Vanligvis vil definisjonen av *End-of-Life* (EoL) være når batteriet har nådd 70 % av sin opprinnelige kapasitet. På dette tidspunkt må det vurderes om batteriene skal byttes ut og deretter enten resirkuleres eller brukes på nytt i en annen applikasjon. Selv om rekkevidden til en bil vil være betydelig redusert ved EoL, kan batteriene ha tilstrekkelig kapasitet til mindre krevende applikasjoner hvor kapasitet/vekt forholdet er mindre viktig, slik som for eksempel stasjonær lagring.

For både ombruk og resirkulering vil batteriene fjernes fra kjøretøyet og demonteres. Demontering av batteripakker fra elbiler er komplisert, arbeidskrevende og forbundet med ulike farer. Per i dag eksisterer kun manuell demontering på et industrielt nivå, men vi ser at industrien nærmer seg robotisert, automatisert håndtering ved uttak og demontering av batteripakker. Utfordringen for bilindustrien hvor de større volumene av brukte batterier er, vil være de ulike løsningene som finnes og mangel på standardisering.

På grunn av den høye andelen av elbiler i Norge (andelen av nye biler som ble solgt i Norge i 2019 var ca. 50 % elektriske<sup>25</sup>) og den forventede store veksten i batterimarkedet, vil batterier som når EoL øke kraftig og gjøre både resirkulering og ombruk av batterier til relevante forretningsområder. Bloomberg New Energy Finance<sup>26</sup> estimerer

<sup>25</sup> Bilsalget i juni 2019 | Opplysningsrådet for veitrafikken (ofv.no).

<sup>26</sup> Electric Vehicle Outlook 2018 | Bloomberg New Energy Finance

at det vil være 95 GWh av EoL batterikapasitet tilgjengelig globalt innen 2025, og at ca. 26 GWh av dette kan brukes i ombruksapplikasjoner.

Gjennom BATMAN-prosjektet<sup>27</sup> har Transportøkonomisk institutt (TØI) sett på antall elkjøretøy som estimeres å komme til EoL innen 2030<sup>28</sup>. Det er først og fremst elbiler (personbiler) som vil bidra til betydelige volumer for resirkulering av Li-Ion-batterier innen 2025 og frem til 2030 i Norge og i resten av Europa. Beregningen av antall batterier som kommer inn i bilflåten og vrakes etter bruk er derfor begrenset til batteri elektriske personbiler i denne rapporten. Dette betyr at volumet av batterier er noe undervurdert da volumet av batterier fra ladbare hybridbiler og el-varebiler ikke tas med i beregningen. Disse anslås å utgjøre relativt små volumer sammenlignet med elbiler siden bare ca. 7.300 el-varebiler var i bilparken i starten av 2020 mot 260.600 elbiler, og fordi ladbare hybridbiler selges i mindre volumer enn elbiler, har mye mindre batterier og trolig kan ha noe lenger levetid. I tillegg kom de på markedet i større volumer først fra 2016 og få vil være gamle nok i 2030 til å bli skrapet. Li-Ion-batterier fra tunge lastebiler og busser er det usannsynlig at blir tilgjengelig for gjenvinning i betydelig antall før etter 2030. Kjøretøyer som kommer inn i den norske bilparken ble lagt inn i en modell (BIG-Bil Generasjon) over bilparkens utvikling over tid. Modellen genererer antall biler som vil bli tilgjengelig for skraping per år. Ved å kombinere dette tallet med estimater av typer og størrelser på batterier som har blitt brukt, og estimater for fremtidig utvikling av batteristørrelsen, for perioden 2011 til 2030, kan det beregnes et estimat for mengden batterier som vil bli tilgjengelige for gjenbruk eller gjenvinning hvert år fremover i tid. 2018 var det siste året med tilgang på historiske salgstall. Batterityper og -størrelser for 2019 ble antatt å være lik som i 2018. Batteristørrelser for produksjonsårene 2020-2030 ble estimert ved utgangspunkt i batteristørrelser på kjente elbilmodeller som kom på markedet fra 2020. Alle elbiler solgt etter 2019 ble tilordnet som ukjent Li-ion batteritype, ettersom batteritypen for fremtidige modeller og i salgsmiksen i 2020 er ukjent. Anslaget for den totale batterikapasiteten installert i nye elbiler i Norge på tvers av Li-Ion-batterityper ble estimert til å være 2,4 GWh for 2018, økende til ~ 8,5 GWh i år 2030. Netto mengde batterier som blir tilgjengelig for gjenbruk eller resirkulering per år ble for Norge beregnet til å være ca. 0,6 GWh i 2025, og ca. 2,2 GWh i 2030. Disse batteriene kan potensielt gjenbrukes til ulike bruksområder, f.eks. hyttestrøm, men det kan være mer økonomisk å resirkulere dem»

For å gjenvinne et batteri må det tas hensyn til ulike størrelser, form og kjemier, samt legge til rette for sikker og riktig håndtering av skadelige komponenter i batteriene. Per i dag er det et stort avvik mellom produksjonskapasitet og resirkuleringskapasitet for litium-ionebatterier. Dette skyldes delvis manglende mengder av batterier som blir returnert, og delvis at resirkuleringsprosessene fokuserer på komponentene som gir høyest økonomisk verdi, slik som kobolt, kobber, jern og aluminium. Den lave graden av resirkulering skyldes også ineffektive innsamlingssystemer, ulik lovgivning og regulativer i de enkelte landene, samt mangel på etablert gjenvinningsteknologi.

Storskalagjenvinning av litium-ionebatterier utføres hovedsakelig i Kina, selv om det også er noen gjenvinningsaktører i Europa, USA og et par andre land. En av grunnene til den lave gjenvinningsgraden i Europa, er at de fleste gjenvinningsaktørene utenfor Kina mangler en direkte forbindelse til batterimaterialmarkedet i EU. Batteriene blir derfor eksportert eller solgt for gjenbruk til Asia. HydroVolt vil være den viktigste aktøren i Norge fremover.

## Energibehov

Rapporten Grønne Elektriske Verdikjeder<sup>23</sup> viser til et adresserbart marked på 30-60 mrd EUR eksportverdi basert på en produksjon av 32 GWh batterier innen 2030 og 100 GWh fra 2030-2040 i Norge. For å beregne kraftbehovet kan vi legge dette til grunn for batteriproduksjon i Norge i 2030 og 2040, og legger videre en ekstrapolering til 2050. Det svenske instituttet IVL har beregnet at energibruk i verdikjeden for batteriproduksjon kan være 350-650 MJ/KWh batteri<sup>29</sup>, og vi har brukt 350 MJ/KWh for å gi et konservativt anslag.

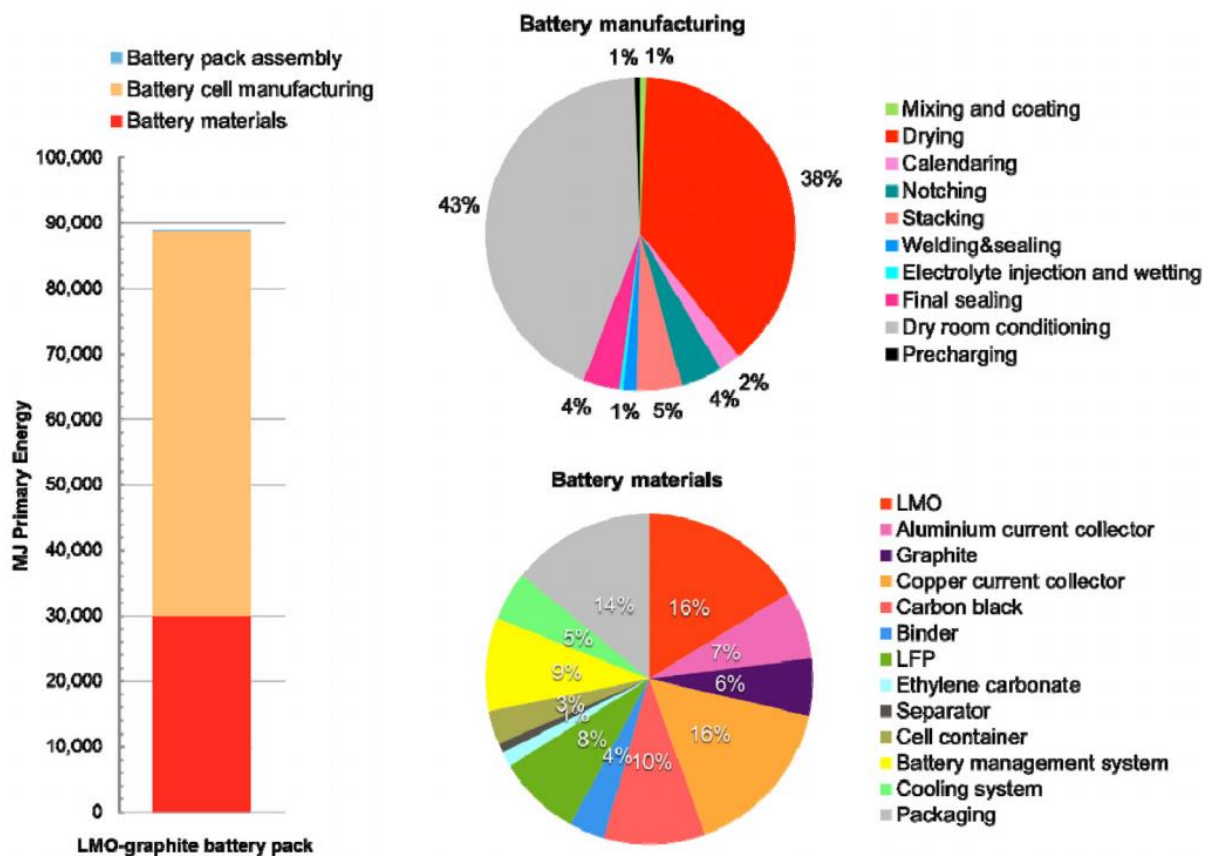
Basert på forutsetningene over har vi lagt inn i analysen et økt kraftbehov til produksjon av batterier på 3,1 TWh i 2024 basert på at ett av prosjektene om en stor norsk batterifabrikk blir realisert. Videre kan dette ekstrapoleres til 9,7 TWh i 2040 og 16,3 TWh i 2050.

<sup>27</sup> <https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/299334>

<sup>28</sup> [Fra markedsopptak til vraking. Li-Ion batteriers vei gjennom vegtransportsektoren - Transportøkonomisk institutt \(toi.no\)](#)

<sup>29</sup> [The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries \(energimyndigheten.se\)](#)

Figur 16 - energiforbruk i Aktivt batterimateriale produksjon samt battericelle produksjonvises energiforbruk i produksjon av aktivt batterimateriale og battericelle produksjon<sup>30</sup>. Dette viser et 24kWh *lithium manganese oxide* (LMO) batteri fra en første generasjon Nissan Leaf. En tredjedel av totalt energiforbruk går til produksjon av aktivt batterimateriale. Fremstilling av *Cathode Active Material* og *current collectors* er også energikrevende prosesser. Battericelleproduksjon står for nesten to tredjedeler av det totale energiforbruket. Her er tørking av elektrodene og energi for opprettholder tørt rom betingelse, dominerende. Energiforbruk vil variere avhengig av batteri-type, spesielt i forhold til aktivt batterimateriale. I tillegg, kan ny prosesseteknologi som *dry electrode* redusere strømforbruk for eksempel i elektrodeproduksjon. Ut ifra dette åpner det seg en mulighet for Norge å satse på energiintensive prosesser ved bruk av elektrisk kraft som er fornybar.



Figur 16 - energiforbruk i Aktivt batterimateriale produksjon samt battericelle produksjon, Kilde: Yuan, Chris & Deng, Yelin & Li, Tonghui & Yang, Fan. (2017)

<sup>30</sup> Yuan, Chris & Deng, Yelin & Li, Tonghui & Yang, Fan. (2017). Manufacturing energy analysis of lithium ion battery pack for electric vehicles. CIRP Annals - Manufacturing Technology. 66. 10.1016/j.cirp.2017.04.109



## Utdanning

Økt fokus på batterier krever god kunnskap fra kandidater som utdannes fra UoH-sektoren. I dag tilbyr NTNU, Institutt for materialteknologi og UiO, Institutt for teknologisystemer fag der batterier utgjør hele eller deler av faget, eksempelvis Hydrogenteknologi, brenselceller, batteri og solceller fra NTNU og Battery Technology fra UiO. Selv om Norge er gode på utdanning tilpasset prosessindustri og tilliggende bransjer i dag, vil ikke nåværende utdanninger være tilstrekkelig til å møte kompetansebehovet et fremvoksende batterimarked krever om få år. I tillegg, bruk av batteri i energisystemer bør i større grad tas inn i utdanningsløpet rundt fornybar energi, for eksempel M.Sc. i Fornybar energi som tilbys av Universitetet i Agder.

I tillegg til utdanning på UoH nivå, bør relevante tilbud på videregående og fagskolenivå vurderes. Generelt bør dette tema utredes nærmere. Battery Norway har begynt en tidlig fase utredning på vegne av industribedriftene. Utdanning bør sees på et nasjonalt, Nordisk og Europeisk nivå.

## European Green Deal og Europeiske batterisatsinger

EUs nye batteriregulering er tett knyttet til European Green Deal (EGD) og den tilhørende handlingsplanen på sirkulærøkonomi<sup>31</sup>. Disse er allerede grundig omtalt i Prosess 21-rapporten European Green Deal<sup>32</sup> og betydningen for norsk prosess industri. EDG er sannsynligvis den mest omfattende tiltakspakken som norsk industri har stått overfor noensinne, og det gjelder i særlig stor grad batterirelatert industri i Norge. Norske industriaktører vil blant annet påvirkes av EUs ønske om å verne om og premiere produksjon med lavt karbonfotavtrykk. EUs planer om å trigge en omlegging til sirkulære verdikjeder ved lovpålagt reduksjon av avfall blir også viktig for den fremtidige utviklingen i batteriindustrien. Batterier identifiseres eksplisitt i EGD som en av flere *breakthrough technologies* eller *climate and resource frontrunners*. EU vil bidra med en rekke former for støtte, inkludert til forskning og utvikling, slik at ulike batteriinitiativ kan vokse frem og bli lønnsomme og skalerbare.

### EUs batteriregulering

Europakommisjonen lanserte et forslag til ny batteriregulering (forordning) 10 desember 2020. Dette er den første store oppdateringen siden batteridirektivet fra 2006 og reguleringen har hatt høy prioritet under det tyske formannskapet i Rådet for den europeiske union (European Council). Den underliggende visjonen bak den nye reguleringen er grunnleggende forskjellig fra det opprinnelige direktivet. Batterier var tidligere først og fremst et miljøavfallsproblem som måtte håndteres. Den nye reguleringen er formulert slik at den aktivt legger til rette for utviklingen av en sirkulær og grønn europeisk batteriindustri som skal kunne hevde seg i konkurransen med dagens markedsledere i Kina.

Den foreslåtte reguleringen inkluderer krav om at CO<sub>2</sub> utslipp i hele produksjonsprosessen skal dokumenteres. Deretter introduseres et klassifiseringssystem i 2026 der batterier blir rangert i forhold til høyt og lavt CO<sub>2</sub> avtrykk. Fra og med 2027 vil EU kommisjonen også sette absolutte grenser for tillatt CO<sub>2</sub> fotavtrykk i batterier. Det foreslås også spesifikke pålegg om resirkulering og gjenvinning av mineralene som inngår i batterier. EU legger opp til en utvikling på feltet der resirkulering og gjenvinningsgrader skal bli betydelig høyere enn i dag. Batteriprodusenter må fra 2027 rapportere på andelen gjenvunnet mineraler som har inngått i produksjonen av nye batterier. Fra 2030 er det foreslått at produsentene så blir pålagt å bruke gjenvunne mineraler i produksjonen. I første omgang må nye batterier som inneholder de gitte mineralene bestå av minst 12 % kobolt, 85 % bly, 4 % litium og 4 % nikkel. Fra 2035 vil disse kravene øke ytterligere. EU-kommisjonen ønsker samtidig et fungerende marked for gjenbrukte (*second-life*) batterier der brukte bilbatterier lettere vil kunne anvendes direkte på andre områder. I forslaget til den nye reguleringen foreslås det enklere og tydeligere regler for slik bruk. Batterireguleringen vil også bidra til vidstrakt tilgang og deling av informasjon knyttet til hvert enkelt batteri gjennom digitale løsninger slik som QR koder og batteri-pass (*battery passport*). Her vil informasjon om mineralers opprinnelse, inkludert etiske hensyn bli inkludert.

Batterireguleringen ble lagt fram som et forslag fra EU kommisjonen til Rådet for den europeiske union (European Council) og Europaparlamentet 10. desember 2020 og aktuelle underkomiteer vil behandle forslaget våren 2021. Gitt at det har vært en bred konsultativ prosess i forkant av forslaget vil det sannsynligvis være få store endringer rundt hovedtrekkene i forslaget. Europeisk industri, inkludert bilindustrien er i stor grad positiv til forslaget, selv om

<sup>31</sup> [https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new\\_circular\\_economy\\_action\\_plan.pdf](https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf)

<sup>32</sup> [boldt-prosess21-oppdatering-231120.pdf](#)

noen medlemsland ønsker seg større frihetsgrader i implementeringen. Etter at Rådet og Parlamentet har fattet en beslutning sendes dette til EFTAs organer som så tar en avgjørelse på om reguleringen skal gjelde i EFTA-landene. EU-kommisjonen og det påtroppende portugisiske formannskapet i Rådet for den europeiske union jobber for at beslutningsprosessen skal gå så raskt som mulig. Målet er at reguleringen skal tre i kraft i alle EU-land fra 1. januar 2022.

## Politikk og næringsliv hånd i hånd

EUs satsning på batterier skjer i tett dialog med europeisk næringsliv og industri, inkludert de store bilprodusentene og nye gigafabrikkinisiativ som Northvolt i Sverige. Miljøkravene vil være tøffe med økende ambisjonsnivå utover 2020-tallet. Påleggene synes samtidig å være akseptert av de store industriaktørene og disse er allerede i gang med justering og posisjonering. The European Battery Alliance (EBA), hvor flere norske bedrifter er medlemmer, spiller en sentral rolle i dialogen mellom næringsliv og EU-institusjonene. EGD fremhever eksplisitt EBA som en viktig og nyttig organisasjon i arbeidet med å bygge en konkurransedyktig og bærekraftig batteriindustri og er i ferd med å lansere flere liknende allianser på andre felt, eksempelvis for hydrogen.

## Batteri IPCEI

EU lanserer i løpet av 2020 to betydelige industrielle satsninger innen batterifeltet. Disse er oppsiktsvekkende store både når det gjelder antall aktører som er med og omfanget på offentlige midler og private investeringer som mobiliseres.

Satsningen skjer gjennom lanseringen av to Important Project of Common European Interest (IPCEI). Offentlig støtte, særlig i form av subsidier og direkte støtte til næringslivsinitiativ er strengt regulert i EUs indre marked, men disse kan, under særlige omstendigheter settes til side. IPCEI er en type mekanisme som muliggjør dette. EU-kommisjonen begrunner satsningen med at initiativene har strategisk verdi for hele Europa, bidrar til omfattende innovasjon og vil fremme vekst, konkurransekraft og sysselsetting langt utover batterisektoren. Den utstrakte og samkjørte industristøtten som ligger i de to IPCEI-ene varsler en ny type industripolitikk i EU i 2020-årene. Vi ser konturene av en mer proaktiv industripolitikk der EU og medlemslandene tillater seg å satse på utvalgte sektorer og hvor behovet for å styrke europeisk konkurransekraft vis-à-vis Kina, samt sikre Europas strategiske autonomi gir klare føringer. Liknede IPCEI-er ventes for hydrogen og digital kommunikasjonsteknologi i løpet av kort tid.

European Green Deal danner et viktig bakteppe for IPCEI-ene og mekanismen er også eksplisitt trukket frem i dokumentet som avgjørende for at ny grønn industri skal vokse frem. Europeiske land var tidligere ledende batteriprodusenter, men ble utkonkurrert av asiatiske land. IPCEI-ene brukes for at Europa igjen skal bli ledende innen batteriproduksjon i en global sammenheng. Det globale batterimarkedet domineres i dag av fire store asiatiske selskaper. EU vil ta opp konkurranse med disse, motvirke monopoltendenser og sørge for at batterier som brukes i Europa produseres i Europa. IPCEI-ene senker risiko for hvert enkelt selskap og gir gode rammer for satsning for forskning, innovasjon og etablering av ny aktivitet. Selskapene får tilgang til betydelige støttebeløp, men skulle IPCEI-ene bli mer innbringende enn det som er stipulert vil noe av overskuddet sluses tilbake (*claw-back mechanism*) til de offentlige bidragsyterne.

Arbeidet med den første IPCEI-en<sup>33</sup> (*summer IPCEI*) har vært ledet av Frankrike. Syv medlemsland deltar (Frankrike, Belgia, Finland, Tyskland, Italia, Polen og Sverige) sammen med 17 bedrifter og ytterligere 70 andre partnere. IPCEI-en utløser 3.2 milliarder euro i støtte til deltakerne, samtidig som minst 5 milliarder euro mobiliseres fra privat sektor. Initiativet skal utvikle ny batteriteknologi som gir mer miljøvennlige batterier med betydelig bedre yteevne. All produksjon skal være sirkulær og bærekraftig. Arbeidet i denne IPCEI-en er organisert i fire pakker: råmaterialer, celler og moduler, batterisystemer og gjenbruk og resirkulering.

Den andre IPCEI-en (*autumn IPCEI*) er ikke formelt godkjent enda av EU-kommisjonen, men forventes å bli det i løpet av kort tid. Tyskland har ledet arbeidet og her er 12 medlemsland samt over 50 bedrifter med. I tillegg er 200 bedrifter og andre aktører indirekte involvert.

## Nasjonale initiativ i Europa

I tillegg til IPCEI-ene, har flere land i Europa lansert tydelig batteriforskning og innovasjons satsninger, eksempelvis:

<sup>33</sup> State aid: €3.2 billion public support battery value chain ([europa.eu](http://europa.eu))



- Den tyske regjeringen vil finansiere (**500 millioner euro**) et forskningsanlegg for å tilby firmaer i Tyskland kunnskap om å utvikle battericeller for elektriske kjøretøyer<sup>34</sup>
- Allerede i 2017 finansierte den britiske regjeringen «*Faraday battery challenge*». Her skal **318 millioner pund** brukes til å støtte utvikling av batteriteknologier som er kostnadseffektive, med høy ytelse, langvarig, trygg, lav vekt og resirkulerbar<sup>35</sup>. Boris Johnson hadde også nylig kronikk i Financial times med tiltak på 2.8 milliarder pund i elektriske kjøretøy, ladeinfrastruktur og UK gigafabrikker<sup>36</sup>
- I Sverige bevilger det svenske energibyrået **575 millioner svenske kroner** i støtte til elektromobilitetssenteret (SEEL), Swedish Electric Transport Laboratory. SEEL, er en omfattende investering i et testsenter for elektriske biler og ladebiler<sup>37</sup>.
- Frankrike har i en Covid19 tiltakspakke på 30 mrd. euro. allokert 10 mrd. euro til energitransisjon.

## Svensk batteristrategi

I Sverige har «*Fossil Free Sweden*» og InnoEnergy nylig publisert en felles batteristrategi<sup>38</sup> som fokuseres på hvordan Sverige kan bygge sin batteriindustri. Et tett samarbeid med Sverige (og Finland) er meget relevant for oppbygging av et felles Nordisk kraftinitiativ. Dette muliggjør å kombinere komparative fortrinn i hele regionen hvor Sveriges industrielle ekspertise kan kombineres med Finsk mineral og prosesseteknologi og kompletteres med Norsk material og prosesskompetanse basert på fornybar energi. Slikt samarbeid er aktuelt både industrielt og akademisk. Rapporten anbefaler flere tiltak, men vi trekker ut tre anbefalinger som har relevans til arbeidet som gjøres i Norge:

- Regjeringen bør bevilge omtrent **500 millioner euro** per år over 10 år for å gjøre en stor nasjonal investering i batterikompetanse: materialvitenskap, raffinering, elektriske systemer og installasjoner, overvåkings- og kontrollsystemer, struktur og design av batteripakker, batterisikkerhet og digitalisering. Å trene 1000 personer per år i batteriferdigheter fra videregående skole, høyere utdanning og forskning.
- Redusere risikoen ved import / kjøp av store mengder råvarer ved å innføre råvaregarantier. Disse garantiene kan gis innenfor rammen av **50 milliarder euro** i statlige kredittgarantier via det svenske eksportkredittgarantibyrået (EKN).
- Gi Sveriges geologiske undersøkelse (SGU) beskjed om å utarbeide støttedokumentasjon for mineralstrategien i samarbeid med relevante etater og aktører for å utvikle effektive og transparente tillatelsesprosesser for utvinning av primære og sekundære innovasjonskritiske metaller og mineraler, og fortsette å ta Sveriges miljølovgivning i betraktning.

Sverige er et viktig land for det industrielle Europa. Strategien bekrefter at Sverige ønsker å sats videre satser ettersom transportsektoren elektrifiseres.

<sup>34</sup> [Germany to fund research facility for EV battery technology | Reuters](#)

<sup>35</sup> [Future of mobility – UKRI](#)

<sup>36</sup> [Boris Johnson: Now is the time to plan our green recovery | Financial Times \(ft.com\)](#)

<sup>37</sup> [575 miljoner kronor till testcenter för el- och laddfordon \(energimyndigheten.se\)](#)

<sup>38</sup> [Strategy for sustainable batter\\_value\\_chain.pdf \(fossilfritt Sverige.se\)](#)

## EU Batteri forskningsatsing og norsk deltagelse

I løpet av de siste 4-5 årene er det etablert flere store satsninger innen batteriforskning i EU.

### Batteries Europe ETIP

Batteries Europe – European Technology and Innovation Platform (ETIP) er et nettverk bestående av mer enn 550 eksperter som jobber langs hele batteriverdikjeden. Denne ekspertgruppa bidrar til å forme teknologiveikart og den strategiske forskningsagendaen (*Strategic Research Agenda – SRA*) for europeisk batteriforskning. Batteries Europe ETIP ble lansert i juni 2019 av Maroš Šefčovič, visepresident for EU-kommisjonen, og er koordinert av et sekretariat som er drevet i samarbeid mellom EIT InnoEnergy<sup>39</sup>, EERA<sup>40</sup>, EASE<sup>41</sup> og Zabala<sup>42</sup>, og er støttet av EU-kommisjonen. Batteries Europe fungerer også som et samlingspunkt for mange av de store batteriinitiativene i Europea (Battery 2030+<sup>43</sup>, LiPlanet<sup>44</sup>, Battery European Partnership<sup>45</sup>) og knytter sammen disse store prosjektene med andre relaterte initiativer (2Zero Partnership<sup>46</sup>, Waterborne<sup>47</sup> and Clean Aviation partnerships<sup>48</sup>) og bidrar til å skape nyttige synergieffekter. Siden oppstarten i 2019, Batteries Europe har utviklet viktige R&I strategidokumenter i tillegg til det nylig publiserte SRA som har spilt inn avgjørende bidrag til Horizon Europe sitt nye rammeprogram og medlemslandenes forskningsprogram.

Batteries Europe jobber i tillegg med benchmarking av teknologi samt tverrfaglige tema, inkludert digitalisering, sikkerhet, bærekraft og utdanning. Utgangspunktet for Batteries Europe ble lagt av arbeidsgruppen for implementering av SET (*Strategic Energy Technology*) Plan Action 7. Batteries Europe ETIP skal derfor også rapportere progresjon og ytelsesmål for batteriteknologi til SET Plan. En nasjonal og regional koordineringsgruppe som er involvert i ETIP representerer medlemslandenes virkemiddelapparat.

Norge har flere representanter aktivt med i Batteries Europe hvor Dr. Edel Sheridan fra SINTEF, assosiert med EERA, er leder for den tekniske koordineringen. SINTEF, IFE, NTNU, Eyde-Klyngen og UiA er alle involverte i flere av arbeidsgruppene, bl.a. WG1 på "New and Emerging Technologies", WG2 på råmaterialer og resirkulering, og WG6 på integrasjon i stasjonær lagring. I tillegg er Norges Forskningsråd representert i den nasjonale og regionale koordineringsgruppa.

### Batteries European Partnership Association and Battery 2030+

Batteries European Partnership Association<sup>49</sup> (BEPA) er planlagt lansert i løpet av desember 2020. BEPA skal være ansvarlig for samarbeid og dialog med EU-kommisjonen i saker som angår forskning på batteri og batteriteknologi innen Horizon Europe sine forskningsprogram. Partnerskapet vil sørge for betydelig involvering av industripartnere som enten jobber med eller har store interesser innen batteriteknologi. Forskningsmiljøene vil også være representert i BEPA, og SINTEF, IFE og Eyde-klyngen er norske aktører som per nå har tilsluttet seg partnerskapet.

Battery 2030+ er et stor-skala forskningsinitiativ av typen CSA (*coordination and support action*) ledet av Prof. Kristina Edström fra Universitetet i Uppsala. Visjonen til Battery 2030+ er å bidra til etablering av prosjekter som kan finne fremtidens bærekraftige batterier og gjøre det mulig for Europa å nå de målene som er skissert i European Green Deal. Våren 2020 lanserte prosjektet et veikart<sup>50</sup> for langsiktig forskning mot fremtidens batteriløsninger. SINTEF, er en norsk forskningspartner i Battery 2030+, bidro til utformingen av dette veikartet. IFE er med i Battery 2030+ som *supporting organisation*.

Li-ionebatteri spiller en viktig rolle i veikartet som er utformet av Battery 2030+, men det fokuserer samtidig på langsiktige forskningsretninger basert på en kjeminøytral tilnærming. Li-ionebatteri vil ikke alene kunne dekke fremtidens behov for elektrokjemisk energilagring, og de foreslåtte forskningstemaene vil ha innvirkning på flere forskjellige typer batterikjemier med høy ytelse. Battery 2030+ mener det er viktig å løfte frem andre kjemier for å

<sup>39</sup> [EIT InnoEnergy- Accelerating sustainable energy innovations](#)

<sup>40</sup> [EERA - European Energy Research Alliance \(eera-set.eu\)](#)

<sup>41</sup> [The European Association for Storage of Energy \(ease-storage.eu\)](#)

<sup>42</sup> [Zabala Innovation Consulting | Home](#)

<sup>43</sup> [Start - Battery 2030](#)

<sup>44</sup> [LIPLANET | Network of research pilot lines for lithium battery cells](#)

<sup>45</sup> [Publication of a proposal for an European Partnership for the Industrial Battery Value Chain | Energy \(europa.eu\)](#)

<sup>46</sup> [2Zero - A Draft Proposal for a new European Partnership - EGV1](#)

<sup>47</sup> [Welcome to Waterborne - Setting the agenda for Maritime Research in Europe - waterborne.eu](#)

<sup>48</sup> [Call for future Clean Aviation partnership | European Commission \(europa.eu\)](#)

<sup>49</sup> [Publication of a proposal for an European Partnership for the Industrial Battery Value Chain | Energy \(europa.eu\)](#)

<sup>50</sup> [Microsoft Word - Roadmap 27 March.docx \(battery2030.eu\)](#)

bidra til at disse kan nå sitt potensial ved å lukke gapet mellom den praktiske kapasiteten og den teoretiske grenseverdien for disse teknologiene.

Ideene som lanseres gjennom Battery 2030+ gir Europa mulighet til å innfri og kanskje til og med overgå de ambisiøse målene for batteriytelse som er foreslått i SET-planen. Samtidig vil det kunne gi industrien et konkurransefortrinn for fremtidige bærekraftige batteriteknologier. Arbeidet som gjøres gjennom Battery 2030+ bidrar også til utforming av nevnte veikart som bidrar inn i forsknings- og innovasjonsarbeidet i Batteries Europe - European Technology and Innovation Platform (ETIP).

Utformingen av forskningsveikartet var en del av prosjektets første fase. Battery 2030+ har nå startet fase 2 hvor det er fokus på å etablere generiske verktøy som kan bidra til en omstilling i måten batterier utvikles og designes i Europa. Fase 2 har mottatt 40,5 millioner EUR i støtte fra EU kommisjonen over en 3-årsperiode. Dette skal bidra til å kickstarte implementeringen av det langsiktige forskningsveikartet. Fra 1. september 2020 består Battery 2030+ av sju ulike prosjekter, hvorav Battery 2030PLUS (CSA-prosjekt) er ett av disse og skal videreføre første fase av Battery 2030+. De seks andre prosjektene er forskningsprosjektene BIG-MAP (ledes av DTU, Danmark), INSTABAT (ledes av CEA, Frankrike), SENSIBAT (ledes av IKERLAN, Spain), SPARTACUS (ledes av Fraunhofer, Tyskland), HIDDEN (ledes av VTT, Finland) og BAT4EVER (ledes av VUB, Belgia). Her er SINTEF med som partner i prosjektet BIG-MAP (Battery Interface Genome – Materials Acceleration Platform) som blant annet vil benytte kunstig intelligens, høy-ytelse databehandling og autonom robotikk til å radikalt endre måten vi forsker på og utvikler batterier og batterimaterialer. Verktøyene som BIG-MAP skal legge grunnlaget for, vil bidra til at utviklingen vil kunne skje betydelig raskere enn det gjør i dag.

## Aktører i et voksende Norsk økosystem

**Invest in Norway** er en del av Innovasjon Norge som kartlegger investeringsmuligheter for internasjonale selskaper på vegne av Innovasjon Norge. Invest in Norway jobber for tiden med å utvikle potensialet for "Norge som batterinasjon" og er i ferd med å kartlegge hele økosystemet for å vise frem og selge Norges fulle potensial i denne bransjen. Det holdes kontinuerlig kundemøter med internasjonale interessenter. Her er det særs viktig at det er et godt samarbeid med kunnskapsmiljøer, sikrer såkalte «*subject matter experts*» i dialogene med kunder.

I lys av Covid-19 ble det som et fellesprosjekt mellom Innovasjon Norge, Eyde-klyngen, Hydro, NHO, Sintef og Northvolt arrangert en serie nettmøter om batteriøkosystemet i Norden sommeren 2020. Det var tung faglig deltakelse på foredragsliste, og det at EUs visepresident Maroš Šefčovič deltok er et vitnesbyrd om at Norge fremstår interessant og attraktivt. Det er viktig å fortsette det gode samarbeidet for å øke og styrke synligheten for Norge som batterinasjon. Dette innebærer prosjekter som strategisk posisjon, målrettet arbeid med merkevaren Norge.

Innovasjon Norge ser på økosystemet for batteri opp mot Norges komparative fortrinn med elektrifisering av transport, og er i gang med å utforme en ny type satsing på områder med høyt strategisk relevans (HPO - *High Potential Opportunities* / HQI - *High Quality Investments*) der industrien inviteres med. Batteriøkosystemet kvalifiserer godt til en pilot på første HPO/HQI. Målsetning er å koordinere en felles innsats for å løfte økosystemet med tanke på eksport, utenlandsinvesteringer, Grønn Plattform, EU-finansiering og utvikling (nytt regulativ), etc. På nordisk nivå har Innovasjon Norge sammen med Business Sweden og Business Finland innledet dialog om felles innsats på batteriverdikjeden, blant annet med et felles nordisk verdibudskap.

**MoZEES (Mobility Zero Emission Energy Systems)**, er et forskningscenter for miljøvennlig energi (FME), som skal bidra til utvikling av nye batteri- og hydrogenmaterialer, batterikomponenter og -systemer for eksisterende og framtidige applikasjoner innen transportsektoren (vei, bane og sjø). Forskningscenteret bidrar til design og utvikling av sikre, pålitelige og kostnadseffektive nullutslippsløsninger for transport. Forskningscenteret er et samarbeid mellom fire forskningsinstitusjoner, tre universiteter, syv offentlige partnere, tre private interesseorganisasjoner og 22 nærings- og industripartnere, inkludert leverandører av materialer, nøkkelkomponenter, teknologi, og systemer innen batterier og hydrogen. Institutt for Energiteknikk (IFE) er vertskap for FME MoZEES.

**BATMAN**-prosjektet, ledet av Eyde-klyngen, skal utvikle et dynamisk strategisk verktøy basert på materialstrømsanalyse (MFA) som gjør det mulig for norske bedrifter å ta ledende roller innenfor LIB-verdikjeden (litium-ion batterier). Partnerbedrifter kan identifisere sine verdiskapningsmuligheter innen i) Re-manufacturing, ii) sekundær bruk, iii) resirkulering og iv) nye energisystemer og modeller. Dette gjør bedriftene i stand til å ta strategiske beslutninger, og bedre forstå når de skal investere i produktutvikling og / eller fasiliteter.

**BEACON** er startet på initiativ fra SINTEF og Forskningsrådet, som er ment å gi en stemme i det norske og europeiske økosystemet for batterier, tilby informasjon om status og fremtidig utvikling i Europa, gi tilgang til kunnskap og informasjon om den teknologiske utviklingen, og skape en arena for å etablere sterke partnerskap og samarbeid med andre aktører. I tillegg vil BEACON samlet representere deltakerne i dialog med norske og europeiske myndigheter og finansieringsorganer.

**Battery Norway** er en nasjonal industriell samarbeidsplattform med fokus på innovasjon og markedsmuligheter, som omfatter hele batteriverdikjeden. Battery Norway er en industriell møteplass som muliggjør samarbeid på tvers av verdikjeden nasjonalt og internasjonalt. I tillegg, skal Battery Norway motivere for og bidra til kompetansedeling og erfaringsoverføring der det styrker aktørene. Det er viktig at norske bedrifter har tilgang til kompetanse for å skape vekst. Batteri Norge skal også bidra til å definere og utvikle grunnutdannings- og etter- og videreutdanningstilbud som dekker hele verdikjeden for batterier i samarbeid med utdanningsinstitusjoner.

**NABLA** er en søknad om nasjonal forskningsinfrastruktur for batteri sendt til Norges Forskningsråd, med et foreslått budsjett på 168 million NOK. Det primære målet for NABLA er å tilby en nasjonal infrastruktur dedikert til batteriforskning og utvikling til norsk forsknings- og industriorganisasjon. NABLA dekker forskningsbehov og interesser fra batterifeltet og er bygget på ekspertise fra seks store norske forskningsinstitusjoner innen batteriforskning: IFE, FFI, NTNU, SINTEF, UiA og UiO. NABLA vil bli koordinert av IFE.

I tillegg, til denne forskningsinfrastrukturen har SIVA katapultsenterne **Future Materials** og **Sustainable Energy** investert i mindre batteri industrialiseringsinfrastruktur. Her er det også behov for større investeringer i infrastruktur som kan gi flere tilgang til kostbart pilotering- og industrialiseringsutstyr.

## Norske vekstmuligheter i batteriverdikjeden

### Konkurransefortrinn for attraktive forretningsområder

Norge er godt posisjonert til å kunne lykkes innen flere deler av verdikjeden for batterier:

#### Prosessering av råvarer

**Mulighet:** Opprettholde og utvikle dagens sterke posisjon innen prosessering av råmaterialer som nikkel, kobolt, mangan, grafitt og aluminium.

**Rasjonale:** Norsk industri og forskningsmiljøer har god kompetanse innen materialteknologi knyttet til avanserte tekniske applikasjoner, og norske aktører har en stor eksisterende fabrikkportefølje i Norge og internasjonalt. Norge har et godt økosystem med sterkt samarbeid mellom forskning og prosessindustrien.

#### Sammensetning og integrasjon

**Mulighet:** Utvikle og utvide eksisterende posisjon innen nisjesegmenter nedstrøms som f.eks. sammensetning og integrasjon for applikasjoner i maritim sektor. Dette gir muligheter i andre spesialiserte nisjesegmenter.

**Rasjonale:** Norge har kompetanse innen prosessautomatisering, og et stort og verdensledende norsk marked for maritime batterier. Det er etablert produksjonslinjer i Trondheim og Bergen for maritime batterier, og norske aktører har utviklet proprietære konsepter skreddersydd for maritime bruksområder. Sterke industri og forskningsmiljøer innenfor energi og maritim sektor muliggjør komplisert systemintegrasjon.

#### Resirkulering

**Mulighet:** Etablere effektiv batteriresirkulering for regionalt batterivolum.

**Rasjonale:** Norge har et allerede betydelig volum av batterier i bruk som gir mulighet til å etablere resirkulering i skala og ta tidlige posisjoner. I kombinasjon med materialprosessering og celleproduksjon kan det gi styrket konkurranseposisjon. Øket gjenbruk av batterier for forlenget levetid er viktig.

Disse tre forretningsmulighetene vil styrkes betydelig dersom det etableres celleproduksjon i Norge. Norge har gode nok forutsetninger for å lykkes med celleproduksjon, og gode muligheter for å lykkes innen resirkulering. På tvers kan dette gi kostnadssynergier, teknologisynergier og større kontroll på verdi og forsyningskjeden. Følgende mulighet og rasjonale finnes for battericelleproduksjon i Norge:

#### Storskala battericelleproduksjon (delvis inkludert komponentproduksjon)

**Mulighet:** Etablere storskala battericelleproduksjon i Norge og ta en vesentlig posisjon i det europeiske markedet.

**Rasjonale:** Norge har likt utgangspunkt som andre aktuelle europeiske land for å lykkes innenfor storskala battericelleproduksjon. Kostnadsposisjonen til Norge er på nivå med andre europeiske land ettersom konkurransedyktig, norsk kraft og relativt produktiv arbeidskraft utjevner høyere logistikk- og bygge-kostnader. I et svært konkurransutsatt marked er effektiv produksjon klart mer avgjørende for konkurransedyktighet enn hvilket land produksjonen ligger i. Skala er også kritisk for å oppnå konkurransedyktighet. På sikt er det viktig å bygge opp betydelig batteriteknologi- og automatiseringskompetanse for å øke og opprettholde konkurranseevne. Norske aktører vil måtte være konkurransedyktige også i et globalt perspektiv, og mot asiatiske aktører spesifikt, hvilket er oppnåelig. Prosessering av råmaterialer, sammensetning og integrasjon, resirkulering og battericelleproduksjon er områder prosjektet anbefaler for videre satsning basert på norske konkurransefortrinn, samt verdiskapingspotensialet.

#### Reguleringer

Rapporten på Grønne Elektriske Verdikjeder peker på flere reguleringer og vertskapsområder som er viktig for å utløse Norges potensial for vekst innen batteriverdikjeden:

- Norske myndigheter må behandle konsesjonssøknader og andre tillatelser raskt og effektivt.
- Norske aktører må få nødvendig støtte til bygging av pilot og fullskala-anlegg.
- Norske aktører bør ha tilgang til fornybar energi på konkurransedyktige vilkår.
- Norske myndigheter må ha en effektiv og transparent prosess for tilgang til nødvendig fagkompetanse og arbeidskraft (også fra utenfor EEA), og må etablere relevante skatteordninger for utenlandsk kompetanse.

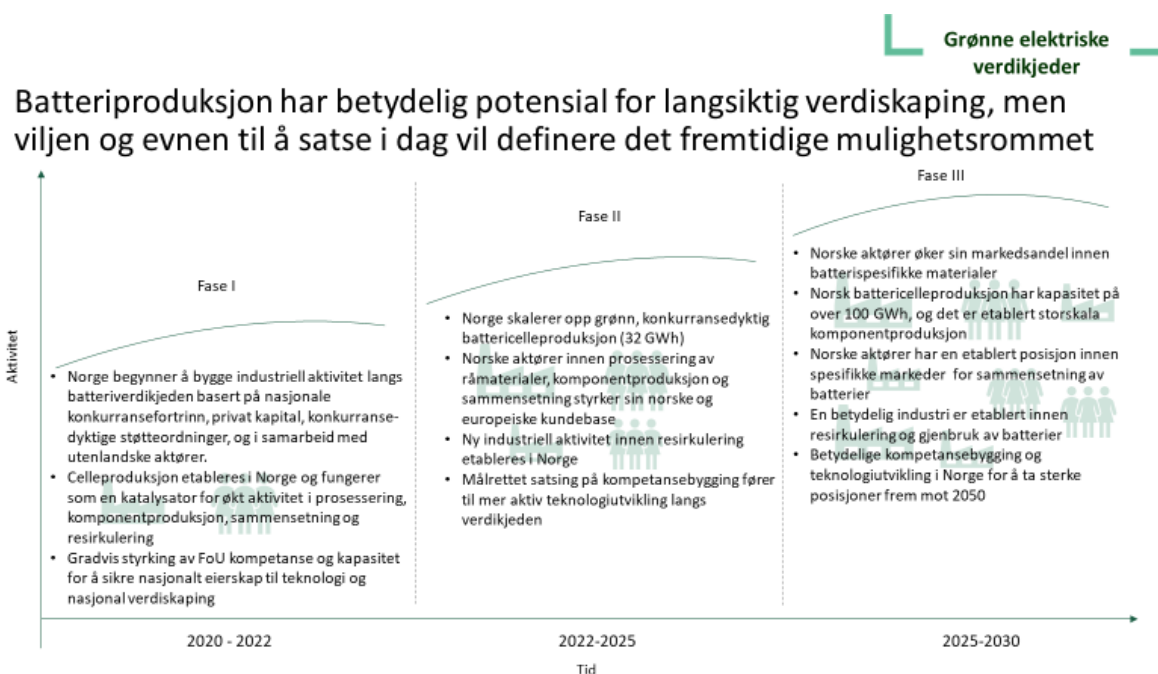
### Konkurransedyktige finansielle støtteordninger

Samme rapport peker også på flere ordninger som kan støtte etablering av batteriverdikjeden i Norge:

- Norske finansielle ordninger må søke å utnytte maksimalt støttenivå innenfor EU/EØS-regelverket.
- Fremtidsrettet grunnforskning i regi av universiteter og forskningsinstitutter må motta konkurransedyktig finansiering.
- Forstudier og FoU, inkl. etablering av laboratorier og andre fasiliteter, må motta økt tilskudd og støtte.
- Programmene for pilotering og innovasjons- og prosessforbedringer må motta økt tilskudd og støtte.
- De første etableringene av fullskala produksjonsanlegg må motta finansieringsstøtte.
- Norske aktører må ha tilgang til risikovillig kapital (lån og egenkapital) med langsiktig horisont, inkl. ESG premium.
- Norske aktører må ha tilgang til garantier, herunder lånegarantier og eksportgarantier.
- Norske myndigheter må utforme hensiktsmessig skatte og avgiftspolitik.

### Fremtidig mulighetsrom

Basert på vurderinger av markedspotensial, norske konkurransefortrinn og verdiskapingspotensial, er følgende målbylde utviklet for en norsk batteriindustri i perioden frem mot 2030:



Figur 17 - Lysbilde fra Grønne Elektriske Verdikjeder, Presentert under webinar arrangert av Eydeklyngen og Teknologirådet 9.des.2020

#### **2020-2025**

- Norge begynner å bygge industriell aktivitet langs batteriverdikjeden, basert på nasjonale konkurransefortrinn, privat kapital, konkurransedyktige støtteordninger, og i samarbeid med utenlandske aktører.
- Celleproduksjon etableres i Norge og fungerer som en katalysator for økt aktivitet innen prosessering av råmaterialer, komponentproduksjon, sammensetning og resirkulering.
- Gradvis styrking av FoU-kompetanse og kapasitet for å sikre nasjonalt eierskap til teknologi og nasjonal verdiskaping

#### **2025-2030**

- Norge skalerer opp grønn, konkurransedyktig battericelleproduksjon (32 GWh)
- Norske aktører innen prosessering av råmaterialer, komponentproduksjon og sammensetning styrker sin norske og europeiske kundebase
- Ny industriell aktivitet innen resirkulering etableres i Norge
- Måltrettet satsing på kompetansebygging fører til mer aktiv teknologiutvikling langs verdikjeden

#### **2030-2040**

- Norske aktører øker sin markedsandel innen batterispesifikke materialer
- Norsk battericelleproduksjon har kapasitet på over 100 GWh, og det er etablert storskala komponentproduksjon
- Norske aktører har en etablert posisjon innen spesifikke markeder for sammensetning av batterier
- En betydelig norsk industri innen resirkulering og gjenbruk av batterier er etablert
- Betydelig kompetansebygging og teknologiutvikling i Norge for å ta sterke posisjoner frem mot 2050



## Anbefalinger

**Anbefaling 1** - Fasiliteter for å prosessere og pilotere produksjon av batterimaterialer for battericeller i skala titalls kilo bør gjøres tilgjengelig som en del av Norges nasjonale industrielle infrastruktur. De norske katapultsentrene er skreddersydd for denne oppgaven og bør videreutvikles i denne retningen.

Katapultssentrene Future Materials og Sustainable Energy har allerede investert i infrastruktur for knappecelle-batteritestning. Fullskala infrastruktur for større celletesting også viktig for å demonstrere materialytelse, og er ikke tilgjengelig i Norge per i dag (noen få aktører tester nå i utlandet). Med tanke på battericelleproduksjon (beskrevet senere) vil også ekspertise i produksjonsoppskalering være nødvendig.

På mellomlang sikt vil teknologiutviklingen endre etterspørselen og spesifikasjonen av batterimaterialer. Det å forstå, delta og dra nytte av denne utviklingen vil gi en langsiktig, bærekraftig verdiskapingsmulighet for Norge. Det er derfor kritisk å få tilgang på testkapasitet i denne størrelsen tilgjengeligheten raskt. Det må være en systematisk og koordinert nasjonal tilnærming til teknologi- og produktutvikling i alle utviklingsfaser (TRL-nivå).

**Anbefaling 2** – Norges forskningsråd, Innovasjon Norge, Siva, Enova og Nysnø bør benytte en koordinert og langsiktig tilnærming. Det er mulig dette kan utvikles gjennom Regjeringens nye satsing **Grønn plattform**. Et nasjonalt utviklingsløp («*product pipeline*») bør bygge på eksisterende virkemidler, som Sentre for fremragende forskning (SSF), Forskningsentrene for miljøvennlig energi (FME), Sentere for forskningsdrevet innovasjon (SFI), Pilot-E, Norsk katapult, Miljøteknologiordningen, og Klimavennlig teknologi og kapital adgang. Dette er avgjørende for å sikre at alle stadier av utviklingsløpet dekkes fra grunnleggende forskning til kommersialisering, samt å sikre den nødvendige kapitalen som kreves for å oppnå dette. Grunnet markedsutvikling og forventet økning i elbilbatteri som må gjenbrukes eller gjenvinnes fra 2026<sup>1</sup>, bør dette iverksettes gjennom en koordinert tilnærming og operasjonaliseres innen utgangen av 2021.

*Faraday battery challenge* (2017) i Storbritannia kan være et eksempel til etterfølgelse:

### ***What is the Faraday battery challenge?***

***There is growing demand for batteries for electrification, with the market estimated to be worth £5 billion to the UK and £50 billion to Europe by 2025.***

***In the UK this is driven in part by government's plan to ban new conventional petrol and diesel vehicles by 2040 to be replaced by electric and zero emissions vehicles.***

***Through this challenge, the government will invest in research and innovation projects and new facilities to scale-up and advance the production, use and recycling of batteries. It will lower carbon and air pollution in the UK, while creating new opportunities and industries.***

***While the government investment will focus on the automotive sector initially to meet its commitment and the growing global demand for electric vehicles, this will also help advance battery development for other applications for an electrified economy.***

<https://www.ukri.org/innovation/industrial-strategy-challenge-fund/faraday-battery-challenge/>

<https://faraday.ac.uk/>

## Produksjon av battericeller

Storskala av battericelleproduksjon er kapital-, IPR- og kunnskaps-intensiv. Etablering av slik produksjon i Norge representerer betydelige direkte fordeler både med tanke på utenlandske investeringer og lokal sysselsetting. En slik industriell utvikling vil styrke og utfylle det eksisterende økosystemet for batterimaterialer og batteripakkeproduksjon i Norge. I tillegg vil gjenvinning av produksjonsskrap fra slike anlegg kunne bidra til å starte storskala LIB-gjenvinning i Norge. Norges tilgang til ren energi, kan være en betydelig fordel, spesielt om EU innfører en CO<sub>2</sub> «grenseskatt» forutsatt at ordningen implementeres rettferdig, som inkluderer alle utslipp fra råvare til sluttprodukt og ikke går på bekostning av andre ordninger som CO<sub>2</sub>-kompensasjon og frikvoter.

**Anbefaling 3** - Om Norge kan tiltrekke seg flere større aktører langs hele verdikjeden, vil det styrke de eksisterende aktørene betydelig og gi ringvirkninger nasjonalt samt øke konkurransekraften i de ulike delene av verdikjeden.

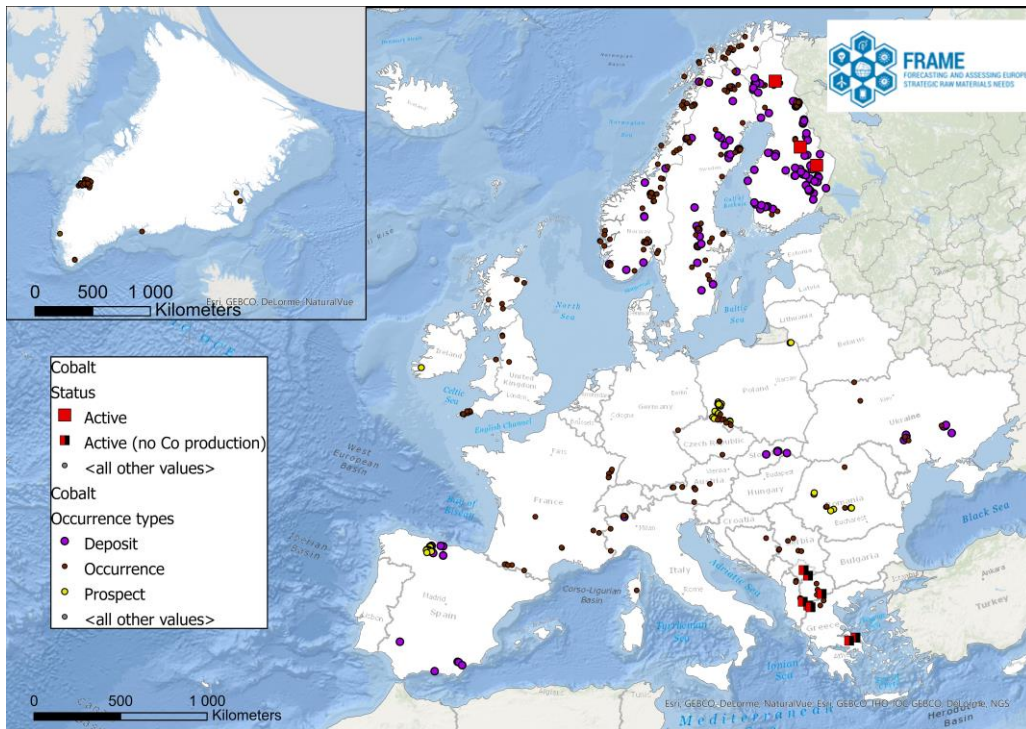


Tilgang på ren energi, materialer og tilhørende materialkompetanse kan anses som komparative fortrinn for Norge og dermed muliggjøre produksjon av batterier med lavest mulig CO<sub>2</sub>-fotavtrykk. Invest In Norway oppfordres til å bruke LIB-celleproduksjon til «benchmarking» i deres arbeid, samt produksjon av «precursor»/aktivt materiale. Myndighetene bør også vurdere hvordan IPCEI-ene påvirker Norge og vår tilgang til EUs «single market».

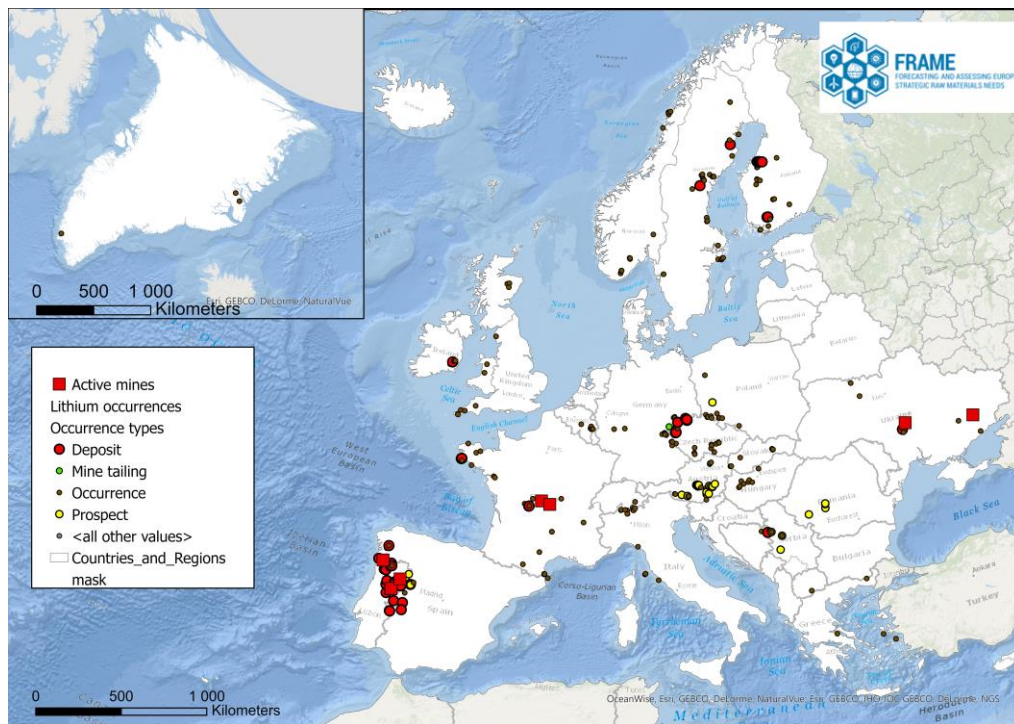
**Anbefaling 4:** Det anbefales et spisset utdanningstilbud på batterier på B.Sc., M.Sc. og Ph.D. -nivå for å bygge opp og sikre nasjonal kompetanse på batterier og verdikjeden. I tillegg, bør relevante tilbud på videregående og fagskolenivå vurderes. Behov for fremtidig batterikompetanse bør utredes nærmere.

# Appendiks

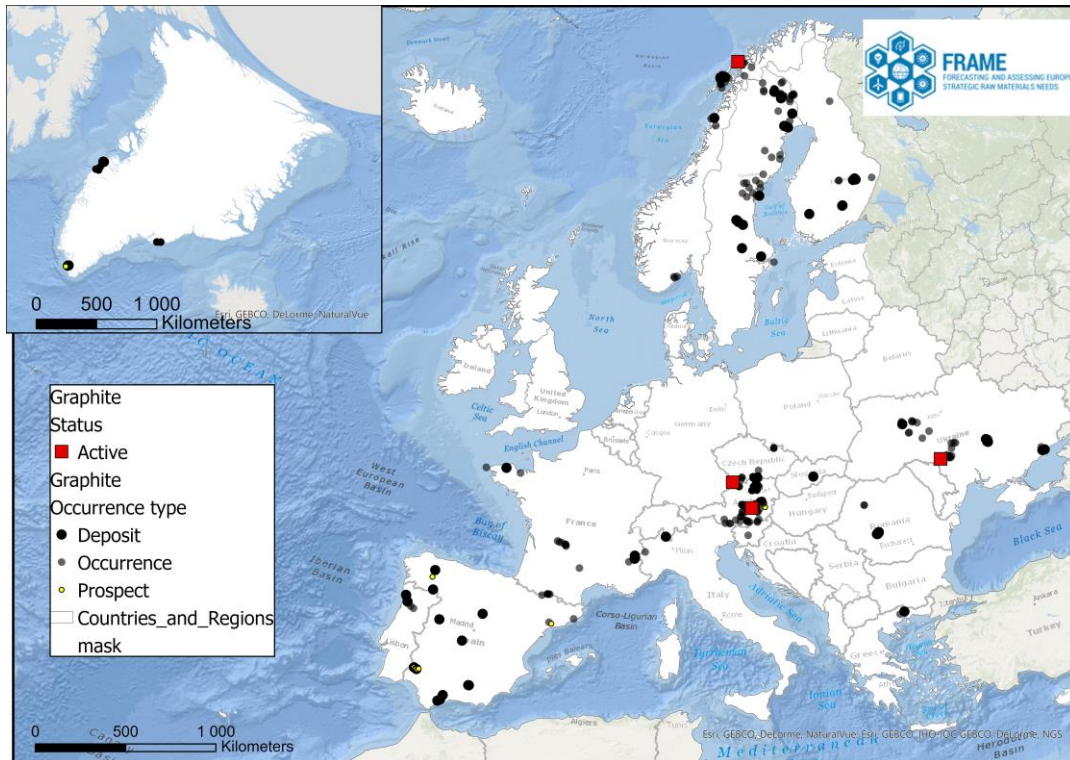
Kart over Kobolt- Lithium- og Grafittforekomster på Europeisk skala



Kart over Europeiske Koboltforekomster.



Kart over Europeiske Litiumforekomster.



Kart over Europeiske grafittforekomster

**Prosess21**  
**Batteriverdikjeden Ekspertnotat**  
prosess21.no

Desember 2020  
Design: Miksmaster as · [www.miksmaster.no](http://www.miksmaster.no)

Publikasjonen kan lastes ned fra  
[www.forskningsradet.no/publikasjoner](http://www.forskningsradet.no/publikasjoner)