

# BattKOMP

Kompetansebehov i batteriindustrien

## Innhold

1 Innledning.....	2
2 Sammendrag.....	3
3 Metode .....	5
3.1 Sysselsetting og tall .....	5
3.2 Sysselsetting – batteritidsklemma .....	8
3.1.1 Rekruttering på kort og mellomlang sikt.....	9
4 Batteriverdikjeden.....	10
4.1 Komplette og komplekse verdikjeder.....	10
4.2 Samarbeid i den nordiske batteriverdikjeden.....	12
5 Nærmere om kompetansebehovene .....	15
5.1 Materialindustri.....	15
5.1.1 Mangler forskere med industriell erfaring og testfasiliteter .....	15
5.2 Celleprodusenter.....	16
5.2.1 Celledesign.....	16
5.2.2 Celleproduksjon.....	17
5.3 Fagopplæring.....	18
5.4 Bransjeprogram – mulige batterimoduler for etter- og videreutdanning .....	19
5.4.1 Bransjeprogram - fagskole.....	20
5.4.2 Bransjeprogram – høyere utdanning.....	22
6 Kompetanseoverføring .....	23
6.1 Kompetanseoverføring fra utenlandske eksperter .....	23
6.2 Re-skilling/kompetanseomstilling fra annen industri .....	23
6.2.1 Reskilling / oppskilling fra olje- og gassindustri .....	24
6.2.2 Kompetanseoverføring fra vareproduserende industri .....	25
6.3 Onboarding og internopplæring.....	25
6.4 Nærhet og mobilitet.....	26
6.5 Testsentre og kompetanse.....	26
7 Avslutning.....	27
8 Referanser .....	28
Vedlegg 1 Spørreskjema .....	29

# 1 Innledning

Batterier blir regnet for å være kjerneteknologi for omstillingen til fornybar energi, særlig knyttet til transportsektoren. Men utvilsomt er også batterier for stabilisering av strømmnett, energiforsyning og energilagring for andre formål enn transport relevant. Batteriindustri globalt er i kraftig fremvekst. Mesteparten av litumbatteriene som benyttes i Europa i dag er produsert i Asia, men dette bildet vil i løpet av neste tiår endres vesentlig. Innen 2030 forventes batteriproduksjonen i Europa å utgjøre 30 prosent av global produksjon<sup>1</sup>. Denne raske fremveksten av europeisk batteriindustri drives nå frem av bestemmelsen om at EU fra 2035 vil forby salg av nye bensin- og dieselmotorer. Europa har en klar ambisjon om å bringe batteriproduksjonen nærmere europeisk bilproduksjon. Slik skal europeisk bilindustri gjøre seg mindre avhengig av batteriimport fra Asia, samtidig som EU får i gang en ny industriell storsatsing som delvis kan kompensere for reduksjon i sysselsetting i europeisk bilindustri ved elektrifisering.

Men elektrifisering av transport handler også om maritim transport, om flytransport på sikt og ikke minst vil batterier til energilagring utgjøre en viktig del av fremtidens energisystemer. Derfor bygges nå en rekke storskala battericellefabrikker i Europa. Mens det i dag er 6 fabrikker i drift, forventes tallet å øke til ca. 35 innen 2030. Dette er en sjelden industrimulighet for Norge.

Norske industribedrifter produserer allerede innsatsfaktorer, produkter og tjenester på flere områder av den komplekse batteriverdikjeden. Over mange tiår har materialkunnskap blitt utviklet i tett samspill mellom prosessindustri og akademia. Ut fra dette spinner nå fagmiljøer som tar kunnskapen videre inn i utviklingen av avanserte batterimaterialer. Veletablert materialkunnskap fra prosessindustri er også relevant for etableringen av en bærekraftig batteriverdikjede. Dette er nøkkelkompetanse når battericelleprodusentene har mål om å bli best på miljøfotavtrykk, med høyest mulig grad av gjenbruk og resirkulering av råvarer. Den norske batteriverdikjeden har også med seg spisskompetanse på avansert systemintegrasjon og pakking av batterimoduler – i symbiose med brukere fra maritim industri.

Det er i dag fire aktører som har planer om å bygge battericellefabrikk i Norge (tre battericeller og en superkapsitator), og den første har ambisjon om å starte driftsfase allerede i 2022. Det er vanskelig å anslå eksakt sysselsettingseffekt fra de planlagte fabrikkene, men et anslag på 7000 direkte ansatte virker realistisk i dag. Dertil kommer alle de samfunnsmessige ringvirkningene for hele batteriverdikjeden.

Men skal norsk industri lykkes med storskala batteriindustri, har vi ingen tid å miste. Det er dette vi i rapporten har kalt "batteritidsklemma". For den europeiske konkurransen er stor, og

---

<sup>1</sup> BloombergNEF

tidsvinduet er relativt kort, og industrialiseringen er i gang. Tilgang på batterikompetanse kan komme til å bli en flaskehals for satsingen. For selv om vi har mye relevant kompetanse i verdikjeden i Norge i dag, er det også store batterispesifikke kompetansebehov. Dette er situasjonen også for resten av Europa, og konkurransen om å tiltrekke batteriekspertter fra Asia er derfor stor. For å sikre en bærekraftig tilgang på relevant arbeidskraft, må Norge lykkes med å etablere nødvendig batterikompetanse fra utdanning innen rimelig tid. Derfor må vi nå gå sammen om å bygge landslag – slik vi lykkes med etableringen av oljeindustri på 70-tallet.

Denne rapporten viser resultatene fra en analyse av kompetansebehov fra batteriindustri i Norge, og utgjør første del av prosjektet BattKOMP. Prosjektet ledes av Norsk Industri, og gjennomføres i samarbeid med LO og Prosess21. Neste fase av prosjektet vil sammenligne behov for kompetanse fra industrien med tilbud fra utdanningen, og anbefale tiltak for å etablere en nasjonal satsing på batterikompetanse.

Rapporten er ført i pennen av Katrine Vinnes, Petter Arnesen og Hans Petter Bøe Rebo fra Norsk Industri.

## 2 Sammendrag

Batteriindustri er en unik industrimulighet for Norge. Det er mange paralleller til etableringen av oljeindustri i Norge på 70-tallet, og det er mye som må på plass for at vi skal lykkes som storskala batterinasjon. En av de aller viktigste, er å få etablert en nasjonal satsing på batterikompetanse som går gjennom hele utdanningsløpet fra fagbrev til forskning. Oppsummert presenterer vi her kompetansebehovene i form av "de ti batterikompetansebud":

1. Bygge kompetanse som et landslag
  - *Utdanningsaktørene må sammen etablere et komplett nasjonalt batterikompetansetilbud.*
  - *Regional nærhet til arbeidsmarkedet er viktig, og skoler og universiteter bør samarbeide om å tilby "batteriutdanning" på flere steder.*
2. Bygge vertskapsattraktivitet, og den norske modellen er en del av dette
  - *Tilby et attraktivt arbeidsmarked med muligheter for et internasjonalt miljø å kunne jobbe med «noen av de beste» innenfor batteriproduksjon.*
  - *Arbeidsforhold, lønnsvilkår og organisert arbeidsliv.*

3. Bygge komplette verdikjeder
  - *Norge er godt skodd for å bygge komplette og bærekraftige batteriverdikjeder, med battericelleprodusenter i kjernen.*
  - *Bygge opp en sterk merkevare for grønn batteriverdikjede med bærekraftig produksjon, bærekraftige innsatsfaktorer, høy grad av gjenbruk og resirkulering av materialer og effektive produksjonsprosesser.*
4. Utvikle batterimoduler gjennom bransjeprogrammet o.l.
  - *Vi har mye relevant fra eksisterende utdanning, men dette må spisses med kortere moduler for etter- og videreutdanning.*
5. Etablere skreddersydde utdanningsløp for batteri
  - *Batterifagbrev og batteriingeniør som baseres på en blanding av eksisterende læreplaner og studieløp.*
  - *Må inkludere batterispesifikke moduler, og hente inn lærekrefter fra industrien der det er relevant.*
6. Øke kapasiteten på eksisterende utdanningstilbud for:
  - *prosesskjemi, elektrokjemi, materialkunnskap*
  - *automatikerfaget, Industri 4.0, storskala manufacturing*
7. Etablere effektive løp for rekruttering av batterispecialister fra utlandet
  - *Batteritidsklemma gir et akutt behov for industrielle eksperter med forskerbakgrunn.*
8. Nasjonal satsing på forsknings- og testinfrastruktur for batteri
  - *Det må etableres nasjonale sentre som i sum dekker behov for forskning og industriell testing for TRL-nivåer opp til 5-6.*
  - *Sentrene vil også være viktige læringsarenaer for industrianvendelse personer i utdanning fra fagoperatør til Ph.D.*
9. Jobbe langsiktig med å bygge et internasjonalt konkurransedyktig fagmiljø på batteri, basert på tett samspill mellom industri og akademisk
  - *Eksempelvis satse på Professor 2*
  - *Styrke batteriforskning i nasjonale forskningsprogrammer med deltakelse av både industri og akademisk.*

10. Styrke det nordiske batterikompetansesamarbeidet
  - *For fagskolenivå så vel som høyere utdanning*

### 3 Metode

Kompetanseanalysen er basert på:

- Spørreundersøkelse sendt til 67 bedrifter fra hele batteriverdikjeden i Norge. Spørreundersøkelsen hadde en svarprosent på 57 prosent. Spørreskjemaet er gjengitt i vedlegg 1.
- Dybdeintervjuer av utvalgte industribedrifter:
  - Freyr, Morrow og Beyonder
  - Hydro og Equinor
  - Elkem/Vianode og Glencore
  - Omfattende kartlegging av hvordan Northvolt ett har rekruttert til sin batterifabrikk.
- I tillegg har også Lars Petter Maltby, som er sekretariatsleder for Prosess21 vært en viktig ressurs som har bidratt som faglig ressurs underveis i prosjektet.

En oversikt over andre kilder som er omtalt i denne analysen finnes i referanselisten.

Bedriftene har vist stort engasjement, og har bidratt til arbeidet med åpenhet, innsikt og et genuint ønske om å få i gang et sterkt nasjonalt kompetanseløft for batteriindustri i Norge.

#### 3.1 Sysselsetting og tall

De aller fleste aktørene (92 prosent) i den norske batteriverdikjeden gir uttrykk for at tilgangen på relevant batterikompetanse er en utfordring, og det gjelder samtlige battericelleprodusenter. Foreløpig er alle i en tidlig fase, og det er primært de med høyere utdanning som ansettes nå. Det er først om 1-2 år at tallet på ansettelser begynner å skyte fart, siden behovet for teknikere og fagarbeidere da begynner å melde seg. Det er denne gruppen som vil utgjøre hoveddelen av de ansatte i batterifabrikkene.

I tidlig fase av fabrikketableringen (nå) ansettes «topplaget» som typisk bygges rundt spesialister som hentes fra utlandet. Det er stort sett MSc og PhD med utdanning og industrierfaring fra batteriproduksjon, og de fleste kommer fra Asia (Sør-Korea, Kina og Japan), Europa (Tyskland, Frankrike, Belgia, Polen og Sverige) og USA. Også nordmenn med

relevant bakgrunn fra universiteter og høyskoler rekrutteres nå, men i motsetning til de utenlandske spesialistene mangler disse industriell erfaring fra batteriproduksjon. Kompetanse innen metallurgi/gruvedrift hentes hovedsakelig fra Norge, Finland og Canada.






Det er vanskelig å oppgi eksakte tall for hvor mange som skal ansettes i batterifabrikkene de nærmeste årene, men basert på presseoppslag vil tallet ligge på ca. 7000 om 4-5 år. I tillegg kommer de som skal ansettes i andre deler av verdikjeden. Dette betyr at det vil være et betydelig behov for utdanning på alle nivåer de nærmeste årene. Både når det gjelder spesialisert batteriarbeidskraft og etter- og videreutdanning av personell som kommer fra andre bransjer. Alle aktørene uttrykker et tydelig ønske om minst mulig "kannibalisering" på andre bransjer og det må derfor utdannes et tilstrekkelig antall som kan gå rett inn i batteriindustrien. Intervjuene og artikler om batteri viser også at det er større "turnover" enn normalt i bransjen, antagelig fordi eksperter og andre bytter arbeidsted og miljø hyppigere. I sum gir dette at risikoen ved å la være å utdanne flere med batterikompetanse er mye større enn risikoen ved å la være.

I rapporten "Future Expert Needs in the Battery Sector"<sup>2</sup> er det utført en metaanalyse for å forstå behovet for arbeidskraft til batteriindustrien i Europa og globalt. Her konkluderes det med at behovet for batteriarbeidskraft i den totale batteriverdikjeden kan være 5-10 ganger høyere enn de direkte ansatte i batterifabrikkene (materialer, celler, pakking). Med den totale kjeden menes mineraler/metaller, batterimaterialer, celler, moduler, pakking, systemer, leveranse til sluttbruker, gjenbruk og resirkulering. Det anslås at rundt 2030 vil antallet jobber i hele verdikjeden globalt være rundt 10 millioner, mens antall jobber relatert til batteri alene (materialer, celler, pakking) vil være rundt 1 million. 300 000 av disse forventes å være i Europa.

Som nevnt vil de fleste som ansettes i battericelleproduksjon være operatører, men andelen vil avhenge av selskap og teknologi. Operatørandelen vil utgjøre mellom ca. 50 og 80 prosent av de fabrikkansatte. Typisk vil dette være personer med fagbrev og/eller fagskole. Noen fabrikker ønsker operatører som i tillegg til en praktisk utdanning også har bachelor eller mastergrad. Det er hovedsakelig den produksjonsteknologien til ulike battericelleløsninger og graden av automasjon som er avgjørende for andelen operatører vs. andre ansatte. Det er kjent at potensialet for automasjon, utbytte og effektivisering er stort, og dette blir spesielt viktig for Norge i den internasjonale konkurransen.

---

<sup>2</sup> RawMaterials/Fraunhofer

		Antall ansatte
	<b>Beyonder</b> Utvikler teknologi som benytter sagflis i produksjonen av batteri. Har startet pilotproduksjon, og jobber for fullskala produksjon i 2024.	500 (2024)
	<b>Freyr</b> Skal utvikle litium-ionbaserte battericeller. Planlegger for fem fabrikker, med en samlet kapasitet på 43 GWh i 2025. Jobber for produksjonsstart første halvdel i 2022.	1500 (2025)
	<b>Morrow Batteries</b> Ambisjon om å utvikle og produsere verdens mest kostnads-effektive og bærekraftige battericeller. Skal starte byggingen av pilot og innovasjonssenter i år. Jobber for produksjonsstart i 2024.	2000-2500 (2026)
	<b>JBI</b> Samarbeidsprosjekt mellom Hydro, Equinor og Panasonic. Sonderer mulig norsk batterifabrikk.	2000 (2025)
	<b>Vianode – Produksjon av avanserte batterimaterialer</b> Vianode er 100 prosent eid av Elkem. Planlagt fabrikk i Porsgrunn som skal produsere avansert batterimateriale.	400 (2026)

Figur 3.1 Når kommer ansettelsene i Norge? Kilde: Bedriftene / Norsk Industris spørreundersøkelse

Cellefabrikkene har også behov for kompetanse på områder oppstrøms og nedstrøms for cellefabrikken, slik som råvarer, sporbarhet, aktive materialer, komponenter, modulpakking samt resirkulering.

I et intervju med Teknisk Ukeblad i april 2021 uttalte Beyonder-gründer Svein Kvernstuen:

“ Når hovedfabrikken etter planen står klar i 2024 med 500 ansatte, vil rundt 70 prosent ideelt sett ha kompetanse innen prosess- og elektrokjemi på yrkesskole eller fagskolenivå. I tillegg skal 150 ansatte jobbe i FoU-senteret.

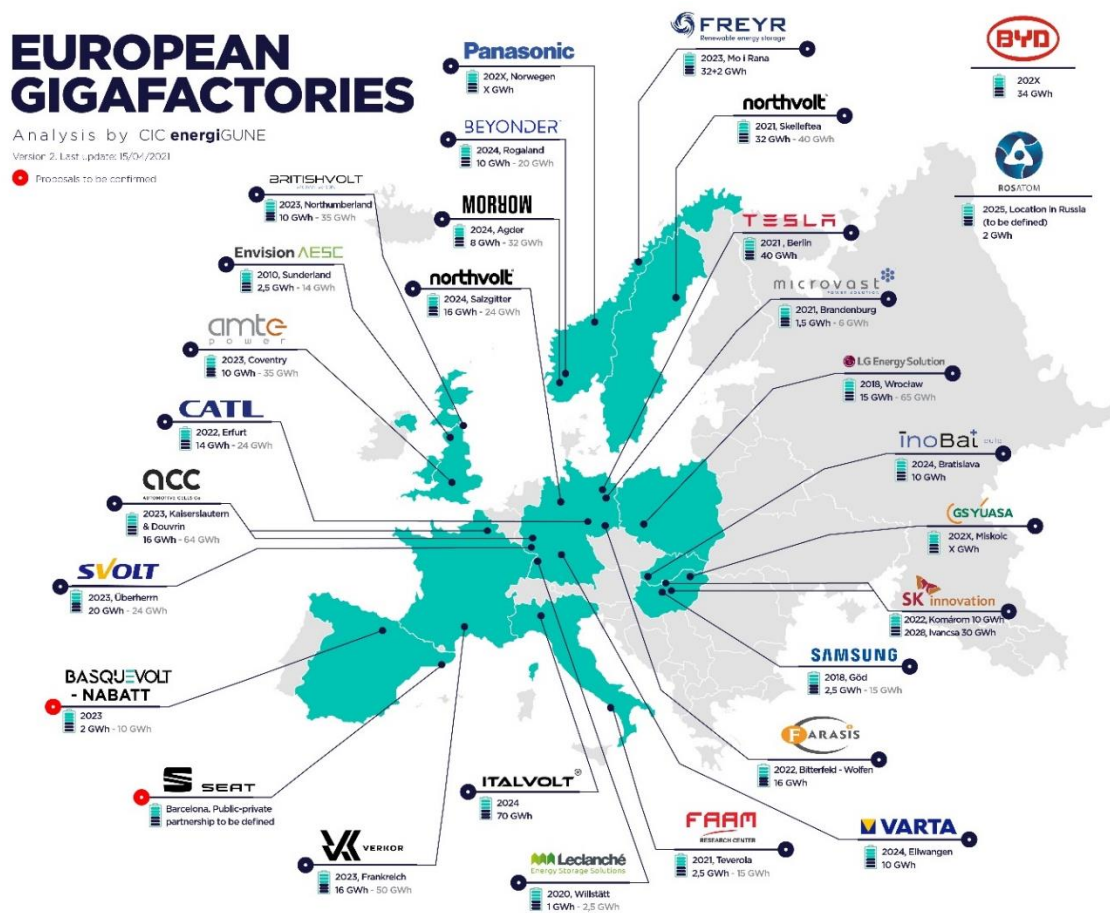
Dette inntrykket er befestet av lignende uttalelser i media fra andre aktører, og behovet for fagutdannede har blitt bekreftet gjennom spørreundersøkelse og dybdeintervjuene gjennomført i perioden juli-oktober i 2021.

Ansatte med mastergrad eller tilsvarende, samt de med Ph.D., vil typisk jobbe med utvikling på applikasjon i utviklingsløp med kunder, men også prosessutvikling som inkluderer fagområder som råvarer, aktive materialer, celledesign, modulpakking, osv. og det er disse som i oppstartsfasen dekkes opp av utenlandsk arbeidskraft.



### 3.2 Sysselsetting – batteritidsklemma

Mesteparten av litumbatteriene som benyttes i Europa er produsert i Asia og denne avhengigheten ønsker europeiske politikere og industriledere raskest mulig å gjøre frigjøre seg fra. Ved utgangen av 2021 forventes den totale globale produksjonskapasiteten for litumbatterier å være 740 GWh (tredobling fra 2017), men bare 8 prosent av batteriene vil være produsert i Europa<sup>3</sup>.



Figur 3.2 CIC energiGUNE

Etableringen av europeiske batterifabrikker er derfor i full gang (figur 3.2) og mens det i dag er seks fabrikker i drift forventes tallet å øke til ca. 30 i 2025 og 35 i 2030. Europa vil da ha en produksjonskapasitet på rundt 785 GWh som forventes å utgjøre ca. 30 prosent av den globale kapasiteten<sup>4</sup>.

"Batteritidsklemma" oppstår i dette korte tidsvinduet hvor en rekke aktører i Europa konkurrerer om å tette etterspørselsgapet på batteriproduksjon. Batteriekspertene fra Asia med industriell anvendelseskompetanse er et knapphetsgode som "alle" vil ha tak i samtidig. I tillegg er det

<sup>3</sup> www.fleeteurope.com

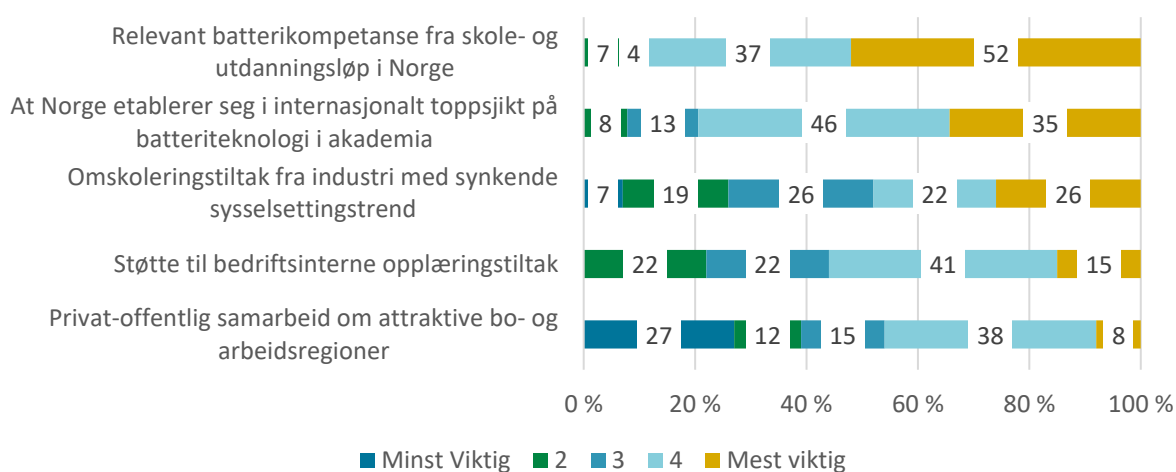
<sup>4</sup> BloombergNEF, 2021

tøff konkurranse om å utvikle og kvalifisere teknologi mot mer bærekraftige løsninger og høyere produktivitet.

For raskest mulig å bøte på "batteritidsklemma" må det iverksettes tiltak som bygger på eksisterende utdanninger, f.eks. tilleggsmoduler til relevante fagskoleutdanninger og etter-/videreutdanning (EVU) av fagfolk med overførbar kompetanse. I tillegg må det raskest mulig etableres programmer og EVU-kurs for å utdanne spesialiserte batterikandidater på høgskole-/universitetsnivå. Norske aktører ønsker seg også et utdanningssamarbeid i Norden slik at det etableres felles pool av batterispesialister som alle kan nyte godt av.

### 3.1.1 Rekruttering på kort og mellomlang sikt

Som beskrevet over er den første fasen av etablering av batteriindustri preget av å dekke de akutte kompetansebehovene (batteritidsklemma). Tilbakemeldingen fra spørreundersøkelse og dybdeintervjuer er tydelig om at Norges suksess som batteriprodusent krever at det raskt bygges en solid rekrutteringsstamme av batterikompetanse i hele utdanningsløpet (fagopplæring til forskningsfront). Figur 3.3 viser hva bedriftene mener er viktigst å få på plass for at de skal kunne basere seg på hovedrekruttering fra Norge.



**Figur 3.3** Viktigste områder for bedriftene for å kunne rekruttere fra Norge på sikt. Kilde: Norsk Industris spørreundersøkelse

Når det gjelder rekruttering av eksperter i dag, finnes det norske eksperter på noen relevante områder, for eksempel innenfor materialkjemi, men tilgangen på slike norske eksperter nok til å dekke behovet. Antagelig er også legemiddelbransjen, kvalitets- og sikkerhetsarbeid fra olje og gass, produksjonsteknologi med mere relevant (se kapittel 6 for nærmere omtale).

Batteriekspertene er ettertraktet over store deler av verden og mange kan derfor velge og vrake i tilbud. I denne situasjonen er behovet for å korte ned prosessene med å skaffe oppholds- og arbeidstillatelse stort. Bedriftene beskriver at disse prosessene har tatt opp mot ni måneder, og noen har opplevd at kandidater har falt fra underveis i ventingen, og heller valgt land med raskere prosesser. Et intervjuobjekt foreslår en "fast-track for batteriekspertene" som støtte i batteritidsklemma.

Det er imidlertid en tydelig tilbakemelding fra intervjuene om at den utenlandske arbeidskraften er ustabil fordi eksperter ofte ønsker seg videre etter få år. Den høye turn-over raten gir høye rekrutterings- og opplæringskostnader. To viktige suksessfaktorer for kompetansebyggingen vil derfor være:

- At industrien lykkes med god intern kompetanseoverføring fra ekspertene. For eksempel ved at ekspertene brukes til omstilling ("re-skilling") av arbeidskraft fra annen industri, lærlinger og nyutdannede.
- At Norge innen rimelig tid (mellomlang sikt) lykkes med å få på plass godt dimensjonert og batterispesifikk utdanning for hele utdanningsløpet fra fagopplæring til forskning. Dette kan gjerne være i samspill med de andre nordiske aktørene.

## 4 Batteriverdikjeden

### 4.1 Komplette og komplekse verdikjeder

Batteriverdikjeden utgjør er en sjelden mulighet for Norge til å bygge ny, bærekraftig industri på en rekke områder, og med leveranser til et europeisk marked i sterk vekst. Rapporten "Grønne elektriske verdikjeder"<sup>5</sup> anslår en eksportverdi for batteriindustri på 70-90 milliarder i 2030. Norge er allerede sterkt inne i flere deler av verdikjeden:

- Prosessering av råmaterialer og videreforedling til avanserte materialer. Norsk industri og forskningsmiljøer har høy kompetanse innenfor prosess- og materialteknologi.
- Sammensetning og integrasjon. Norsk industri har tatt en sterk posisjon på nisjeområdet sammensetning og integrasjon for applikasjoner i maritim sektor. Sterke industri- og forskningsmiljøer innenfor energi og maritim sektor muliggjør avansert systemintegrasjon.

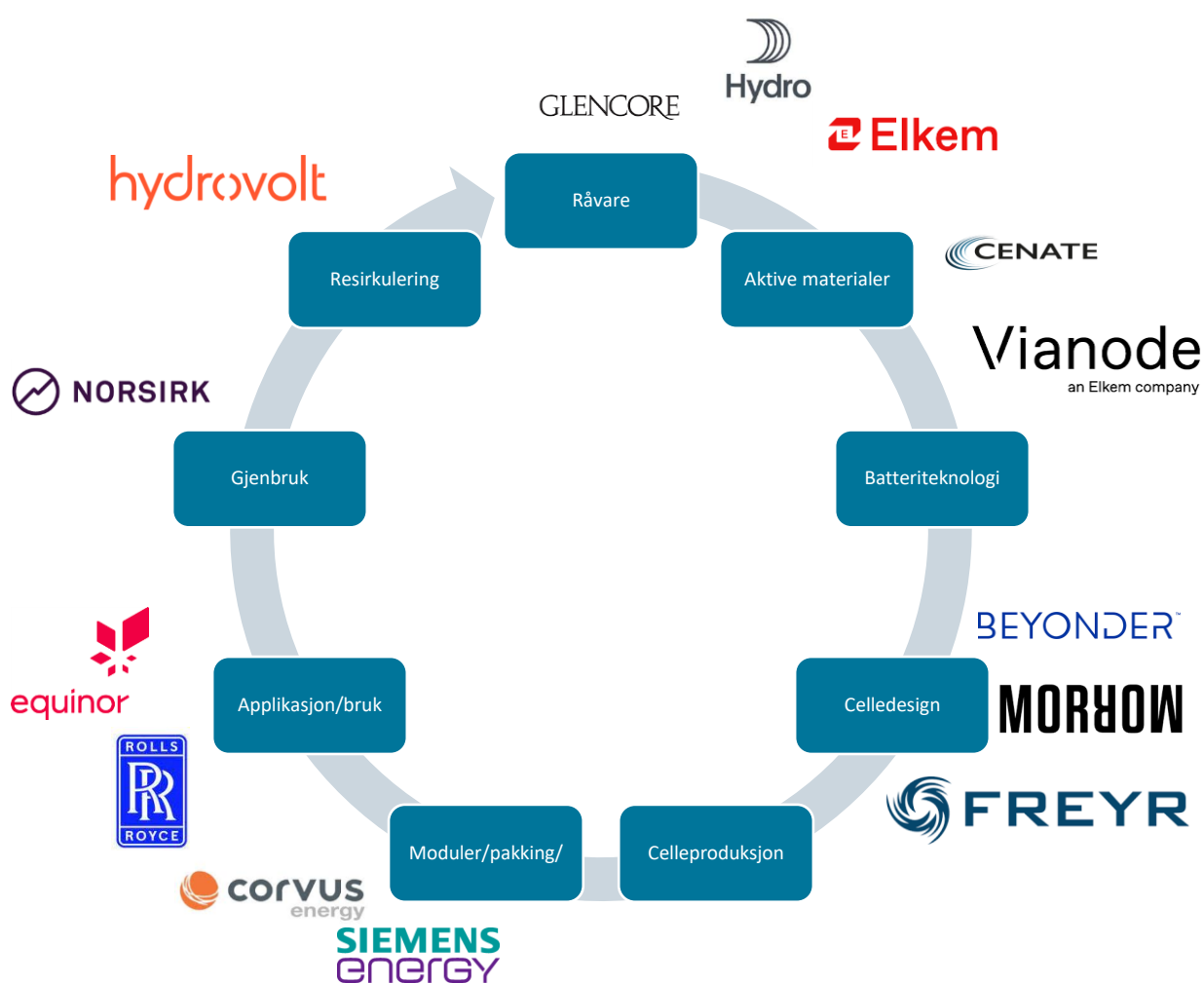
---

<sup>5</sup> NHO, LO m. fl.

- Resirkulering av batterimaterialer - Norge har allerede et betydelig volum av batterier i bruk som gir mulighet til å etablere resirkulering av større volum. Sammen med materialkunnskapen fra prosessindustri utgjør dette et kompetansemessig og komparativt fortrinn for Norge.

Med etablering av battericelleprodusenter i Norge utvikles enda tettere integrasjon av det raskt voksende batteriøkosystemet. I tillegg kommer ringvirkninger i form av teknologiutvikling og kompetansebygging på tvers av batteriverdikjeden, basert på gode norske tradisjoner for samspill og kompetansedeling, som også samspillet med academia og klyngesamarbeid er en viktig del av. Komplette verdikjeder bidrar også til kostnadsreduksjoner og bedre forsyningssikkerhet.

Batteriverdikjeden er kompleks. Dette medfører at det stilles krav til innsikt og tverrfaglighet som strekker seg langt ut over den enkelte aktørs kjernevirksomhet i batteriverdikjeden.



Figur 4.1 Eksempler på aktører fra batteriverdikjeden i Norge

I et av intervjuene ble nettopp kompleksiteten i batteriverdikjeden beskrevet som et mulig konkurransefortrinn for batteriproduksjon i Norge:

“ Grunnen til at Norge har god mulighet til å ta en posisjon i batteribransjen, er at det er en veldig kompleks verdikjede. Dette er ulikt sol, hvor den kinesiske stat kunne rulle ut storproduksjon og utradere tysk industri. I batteriindustrien vil det være mye produktutvikling, hvor du lager et produkt som har differensierende egenskaper fra konkurrentenes produkter.

Som batteriaktør må man forstå hele batteriverdikjeden for å lykkes med å utvikle nye avanserte materialer, nye prosesser og for å møte kundens behov for spesialtilpasning eller nisjeprodukt. Dette passer godt for samspill med etablert industri og industrinettverk slik vi kjenner det i Norge. Hvor mye av produktutviklingen skjer gjennom tett samspill i verdikjeden, med høy grad av tillit, villighet til å dele på kompetanse og teknologinær ledelse.

## 4.2 Samarbeid i den nordiske batteriverdikjeden

På spørsmålet "Bør Norge, Sverige og Finland samarbeide om utvikling av batterikompetanse i regionen?" svarer 79 prosent at det bør gjøres. Blant disse finner vi alle "nøkkelaktørene" fra batteriindustrien.

Kommentarer er at mange (særlig sett fra Asia) vil se på Norden som ett arbeidsmarked, og at en felles kompetansesatsing i den nordiske regionen vil gjøre regionen mer konkurransedyktig når det gjelder å tiltrekke eksperter.

“ Viktig at Norden etablerer en felles kompetanseforståelse, slik at arbeidsmarkedet omfatter flyt mellom landene. Dette vil gjøre mobilitet mer attraktivt.

“ Sett fra Asia (og fra deler av EU) vil vi fremstå som ett nordisk arbeidsmarked, og samlet sett vil regionen fremstå sterkere med hensyn til batterimiljø – og bli mer konkurransedyktige når det gjelder å tiltrekke oss kompetanse.

“ Vi er gjensidig avhengig av hverandre for å bygge robust kompetanse og tilgjengelighet på folk.

“ Kompetansesenter på tvers av landegrenser blir viktig.

Flere respondenter trekker også frem tjenester og logistikk langs verdikjeden som viktige samarbeidsområder i en nordisk kontekst:

“ Vi er også gjensidig avhengig av å få bygget opp en infrastruktur av tjenester; fra råvare, vedlikehold av maskiner, moduler/pakking til resirkulering.

“ Nærhet med tanke på logistikk i verdikjeden, og mobilitet av kunnskap. Det er mer enn nok til alle, men hver for oss blir vi for små.

Fordelen av komplementær kompetanse i den nordiske batteriverdikjeden blir også nevnt. Her nevnes områder hvor de andre landene ligger foran, som Sveriges industriproduksjonskompetanse (storskala), og at Finland har mange av råvarene og er gode på resirkuleringsdelen. Gjennom et forsterket nordisk kompetansesamarbeid kan vi utnytte nettopp dette – hente det beste fra de beste, og spre tilbudet i Norden. Dette potensialet bør undersøkes nærmere.

86 prosent av respondentene er også positiv til å tillate bedriftsbesøk som en del av et nordisk samarbeid om batterikompetanse, inkludert nøkkelaktørene fra batteriindustri. En respondent skriver:

“ I dag er det en del samsnaking, men lite samarbeid.

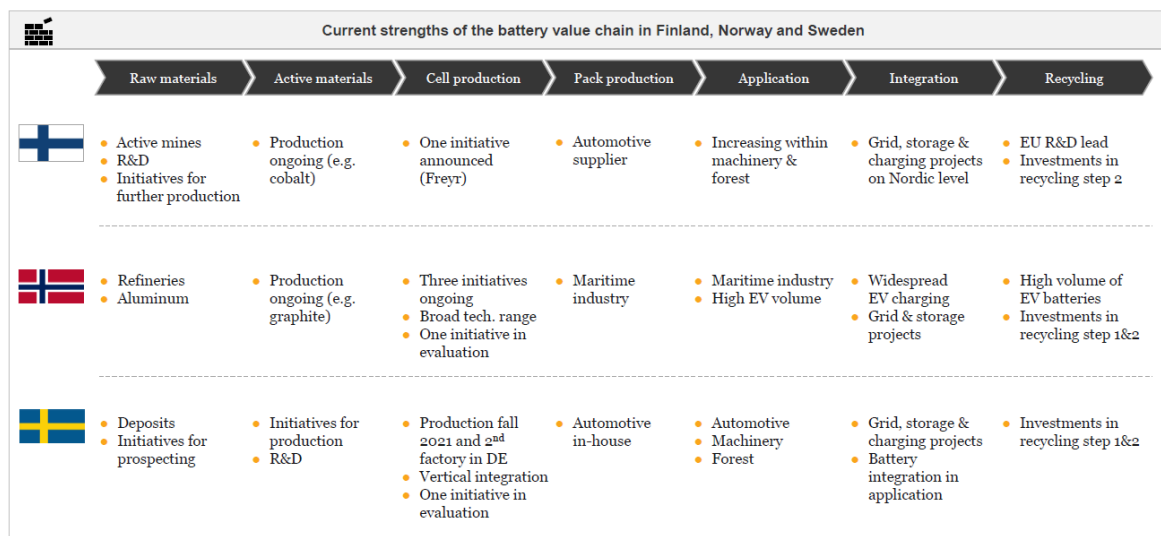
Rapporten "The Nordic Battery Value Chain"<sup>6</sup> fokuserer på verdikjeden for litium-ion batterier, men går også inn på utvikling av andre teknologiløsninger. Rapporten er skrevet fra et markedspektiv, og nøkkelbedrifter fra Sverige, Finland og Norge har deltatt i dybdeintervjuer. Rapporten konkluderer med at det er et stort potensial for de nordiske landene til å utvikle en sterk posisjon i det raskt voksende europeiske markedet, men at mulighetsvinduet er kort. Styrker i et nordisk samarbeid som trekkes frem i en europeisk kontekst er:

- Bygge videre på en sterk nordisk merkevare for bærekraftig batteriverdikjede; som forventes å få en stadig større markedsverdi etter hvert som det europeiske batterimarkedet vokser.
- Den nordiske batteriverdikjeden har komplementære styrker langs hele verdikjeden, og vil stå sterkere med økt samarbeid.

---

<sup>6</sup> Business Sweden, august 2021

## Finland, Norway and Sweden have complementary strengths in every step of the battery value chain



Figur 4.2 "The Nordic Battery Value Chain". Kilde: Business Sweden

Kritiske faktorer for suksess som trekkes frem i rapporten er blant annet tilgang på kompetanse og tilgang på utenlandske investeringer. Et utvidet nordisk samarbeid om erfaringsutveksling, testsentre og langsiktig kompetansebygging på alle nivå er blant forslagene i rapporten.

Et element som berører dette har blitt drøftet i prosjektstyret til BattKOMP, og handler om promotering av den norske modellen, med mål om å bidra til en styrket norsk vertskapsattraktivitet for batteriindustri.

Kjennetegn ved den norske arbeidslivsmodellen er arbeidskraft med høy kompetanse, tillit, høy grad av autonomi på arbeidsplassen og et sterkt partssamarbeid. Flate hierarkiske strukturer, et lavt konfliktnivå i arbeidslivet og høy fleksibilitet i arbeidsstokken er andre viktige kjennetegn. Den norske modellen gjør at vi som høykostland likevel er svært konkurransedyktige. Den høye produktiviteten gjør at vi kan utføre mer arbeid med færre ansatte som har høy kompetanse i alle ledd i produksjonen. En sammenlikning av kun lønnskostnad per ansatt eller antall ansatte, vil gi et feilaktig bilde av hvor lønnsomt det vil være å investere i Norge. Til sammen bør disse særtrekkene bidra til å styrke Norge og Nordens attraktivitet når det gjelder å:

- tiltrekke utenlandske direkte investeringer i batteriindustriverdikjeden
- tiltrekke de fremste ekspertene fra land med lang industriell batterierfaring
- lykkes med rask og robust kompetanseomstilling og kompetansebygging for en fremvoksende industri

Alle disse tre parameterne innvirker på hverandre. Den norske (nordiske) modellen er anerkjent, men kanskje ikke godt nok kjent utenfor Norden. Nettopp derfor bør den benyttes mer strategisk når det gjelder å bygge merkevare og vertskapsattraktivitet for ny industri. Norsk Industri og LO er i ferd med å utarbeide den norske modellens innvirkning på kompetanseomstilling, og hvordan dette bidrar til vertskapsattraktivitet for industribygging i Norge.

## 5 Nærmere om kompetansebehovene

### 5.1 Materialindustri

Norge har kjente fagmiljøer og utdanninger innenfor materialkompetanse. Historisk har behovet for metallurgi- og materialkompetanse vært etterspurt innen gruvedrift, prosessindustri, vannkraft, olje og gass-industrien offshore og maritim industri. Langt på vei skal vi produsere det samme, men etablere en lengre del av verdikjeden i Norge.

Ved å utnytte nasjonale fortrinn som fornybar energi, rikelige mengder med kjølevann og høyt utdanningsnivå skal norske batteriprodusenter bli best i verden på batterier med lavest miljø- og CO<sub>2</sub>-fotavtrykk. Aktørene har også ambisjoner om å ligge i forkant av den teknologiske utviklingen og uttrykker derfor et stort behov for å etablere et sterkt samspill mellom industrien og akademien. Spesielt opp mot miljøer som allerede driver forskning og utvikling innen relaterte områder som metallurgi, material-kunnskap, prosesskjemi, osv. Historisk har et slikt samarbeid vært viktig for industriutvikling i Norge, blant annet den høykompetente prosessindustrien.

#### 5.1.1 Mangler forskere med industriell erfaring og testfasiliteter

På de høyeste utdanningsnivåene henter materialprodusentene og de som jobber med celledesign kandidater både fra Norge og utlandet, og da særlig fra Asia.

Materialprodusentene oppgir at vi har gode akademiske fagmiljøer på materialteknologi, herunder nanoteknologi, fra eksempelvis UiO og NTNU. Det er likevel et kompetansegap innen anvendelse og kundeforståelse (industrialisering). Med dette menes de som har konkret erfaring fra produksjon av battericeller hos en bestemt celleprodusent eller leveranse til celleprodusent. Her rekrutteres i dag eksperter fra utlandet som har jobbet hos celleprodusenter eller hos utenlandske produsenter av aktive materialer. Disse ekspertene er det vanskelig å få tak i på grunn av at det er mange europeiske konkurrenter som jakter på den samme ekspertisen.



**Beyonder** har utviklet katode som ikke inneholder kobolt og nikkel. I stedet brukes aktivt karbon som kan lages av sagflis fra gran og furu.

**Freyr** vil ha økende aktivitet oppstrøms og bl.a. ha behov for eget personell med råvare-/materialkompetanse.

**Morrow** skal produsere eget aktivt materiale i form av katode pulver av grafitt. I deres annengenerasjons batterier skal kobolt erstattes med mangan. Morrow har patent på generasjon 3 faststoff batterier.

**Joint Battery Initiative (JBI)**. Hydro skal benytte egenprodusert aluminium i battericellene.

**Elkem/Vianode** har ambisjoner om å bli ledende på produksjon av anodematerialer av syntetisk grafitt. På sikt skal de utvikle neste generasjons batterimaterialer av grafitt og silisium. Resirkulering av anodegrafitt vil også være en del av kjernevirksomheten.

**Glencore** er en stor produsent av mineraler som er viktig for batteriindustrien, blant annet 30 prosent av verdens kobolt og et betydelig volum med nikkel. Selskapet har stort fokus på å produsere nikkel med lavt CO<sub>2</sub>-utslipp, noe som er veldig relevant for batteri. Vil styrke egen kompetanse etter hvert som det blir tydeligere hva batteriindustrien vil etterspørre av mineraler og kvalitet i fremtiden. Krav til renhet, osv. Må også ha personell som har kompetanse på resirkulering og gjenbruk av batterimaterialer.

**Tabell 5.1 Nøkkelaktører fra batteriverdikjeden i Norge**

I en moden industriverdikjede skjer mye av produktutviklingen i samspillet mellom leverandør og kunde, gjennom detaljerte kravspesifikasjoner fra kunde. Kundens kravspesifikasjon er da basert på de beste teknologiske løsningene på markedet. For en umoden verdikjede vil det i en etableringsfase være behov for å bygge denne domenekompetansen gjennom rekruttering av eksperter fra utlandet som har forskerutdanning kombinert med lang industriell erfaring. Her er det også veldig viktig med pilotering og industrialiseringssentere, som omtales i kapittel 7. Norske produsenter må bygge opp kunnskap på industrielle applikasjoner. Det kan man ikke gjøre uten god tilgang til egen «testbed» - dette gjelder både materialprodusenter og celleproduksjon.

## 5.2 Celleprodusenter

### 5.2.1 Celledesign

Sentralt i celledesign står utforming/sammensetning av anode, katode og elektrolytt og det er bl.a. endringer i disse bestanddelene som har betydning for batteriets ytelse og kapasitet. Det forventes at utviklingen av nye generasjoner med batterier vil gå raskt og norske aktører har tatt mål av seg til å ligge i forkant. Dette for å sikre konkurransekraft og posisjonen som foretrukket leverandør av "grønne" batterier. F.eks. skal Morrow sine andregenerasjons battericeller produseres helt uten kobolt, noe som gjør produktet med bærekraftig (se faktaboks), og tredje generasjon skal være et faststoffbatteri gir høyere energitetthet. Et annet eksempel er

*Kobolt er "problematisk" da det hovedsakelig hentes fra Kongo hvor enkelte uavhengige gruver forbindes med barnarbeid og annen uetisk drift*

*(Litiumbatterier Teknologi og utviklingstrender enkelt forklart – Prosess 21, september 2021)*

Beyonder som har utviklet egen produksjonsteknologi med en katode som hverken inneholder kobolt eller nikkel. I stedet brukes aktivt karbon som kan lages av sagflis fra gran og furu.

Utvikling av nye celledesign krever høykompetent arbeidskraft. Her trengs både forskere og innovative produksjonsmedarbeidere. F.eks. opplever Beyonder industriell erfaring som svært viktig i utviklingsarbeidet og derfor er FoU og produksjon helt integrert, dvs. at også operatører deltar i FoU-arbeidet.

Utvikling av celledesign vil foregå i egne pilot-/FoU-fabriker, men det er enighet om at også felles forsøksfasiliteter kan være viktig for dette arbeidet<sup>7</sup>.

### 5.2.2 Celleproduksjon

Når vi kommer til selve produksjonsdelen av battericellene, i stor skala, vil en del av suksessfaktoren for europeiske produsenter være knyttet til i hvilken grad man lykkes med å ta i bruk Industri 4.0-teknologi, inkludert høy grad av automasjon og robotikk. Her vil man kunne ta utviklingen et skritt videre fra konkurrenter i Asia, spesielt Kina og Sør-Korea, som har høyere grad av manuelt arbeid i produksjon. EUs batteriregulering vil også stille krav til CO<sub>2</sub>-fotavtrykk, resirkulert andeler av kobolt, litium og nikkel; samt krav om batteripass.

En tydelig tilbakemelding fra undersøkelsene og dybdeintervjuene, er at Norge har mangelfullkompetanse på storskala manufacturing, og at dette er et område hvor det er behov for å øke kapasiteten fra utdanningen fremover. I tillegg vil batteriprodusentene måtte belage seg på å måtte hente inn ekspertise fra utlandet også på dette området. Rapporten *Future Expert Needs in the Battery Sector*<sup>8</sup>: *"In the coming years (materials, cell to pack) manufacturing will be ramped up in Europe and knowledge and skills with respect to large-scale production will be needed. It will be needed in terms of very deep insights (e.g. on processes, quality control, automation, machine learning for an Industri 4.0 battery production) but also in terms of pure numbers of workers due to the economies of scale."*

Produksjonsteknisk kan det for produksjon av battericeller enkelt forklart skilles mellom assembly-utstyr, hvor det vil være kritisk å oppnå høyest mulig automasjonsgrad, og robotikk – knyttet til for eksempel finmotorikk og logistikk i produksjonshallen.

Assembly-utstyr gjelder maskiner knyttet til for eksempel belegging og kalandring (valsing) av tynne materialer og metallfoiler, tørking under kontrollert atmosfære og maskiner som setter cellene sammen. Cellene skal også "bakes" og fylles med elektrolytt. I tillegg er det behov for

---

<sup>7</sup> ("Piloteringsbehov ved kvalifisering av materialer og produkter i batteriverdikjeden – Industrialiseringscenter», Battery Norway, april 2021)

<sup>8</sup> RawMaterials/Fraunhofer

lading/utlating av alle celler for å sikre kvalitet. Til disse produksjonsprosessene er det knyttet en rekke kompetansebehov for celleprodusentene. For det første er det mangel på storskala assembly line-produksjon i Norge. En bedrift beskriver sin planlagte kompetansebygging på dette området slik:

“ For utstyrstyper som er ukjent for norsk industri i dag, vil man måtte belage seg på en kombinasjon av å rekruttere eksperter fra utstyrsleverandører, kombinert med tidlig innfasing av automatikere fra utdanningen. Automatikerlæringer vil involveres i alt fra trening på relevante maskiner, testing av utstyr, innkjøp, installasjon og til slutt oppstart av produksjon. Disse vil utgjøre en kompetansegrunnstamme som utvikles over tid.

Andre deler av produksjonsprosessen handler om finmotorikk, logistikk mellom maskiner, lager og pakking – hvor målet er at prosessene skal være mest mulig effektivt i.e. robotisert. Her vil det være relevant å se på læringsoverføring fra eksisterende vareproduksjon i Norge (se kapittel 7).

### 5.3 Fagopplæring

Det er mange relevante utdanningsaktører for fagopplæring på videregående skolenivå og teknisk fagskole. Basert på dybdeintervjuene er det etterlatte inntrykket at det allerede pågår en rekke samarbeid mellom utdanning og industri på regionalt nivå om så vel oppskalering av eksisterende tilbud, som utvikling av nye skreddersydde utdanningsløp for batteriindustri. Videre har det i den senere tid også skjedd mye positivt i form av samsnacking mellom aktørene om å løfte blikket fra regionalt til nasjonalt nivå. Målet må være at utdanningsaktørene sammen lykkes med å bygge landslag som i sum kan dekke behovet for hele studieløp, så vel som kortere moduler for etter- og videreutdanning.

Et poeng som nevnes gjentatte ganger i intervjuene, er det særnorske fortrinnet med operatører som har høyt faglig nivå og stor grad av autonomi på industriarbeidsplassen. Dette er også beskrevet i notatet om vertskapsattraktivitet fra Norsk Industri og LO som er under utarbeidelse. I et intervju ble Hydros anlegg på Karmøy trukket frem som eksempel. Operatørene her blir beskrevet som så gode på prosessene at de tør å utfordre prosessingeniørene på det de gjør. Dette samspillet må også batteriprodusentene få til for å bli verdensledende. Samspill mellom ingeniør og operatør er en viktig del av forståelse og forbedring av prosessene og produksjonen, fordi de praktiske og vitenskapelige ressursene kombineres.

I besvarelsene fra spørreundersøkelse og intervjuer skiller det ikke tydelig mellom fagbrev på videregående skole og teknisk fagskole. I ett intervju ble det forklart at man blant annet ønsker

å tilrettelegge for lærlingeplasser allerede i tidlig fase, når nytt utstyr testes og installeres. Hovedinntrykket er at batteriprodusentene vil ansette fra begge nivå. Videre dannes det et bilde av at det tilbys mye relevant kompetanse fra eksisterende utdanning, men at det er behov for å spisse dette mot skreddersydde batterifagbrev i tillegg til de tradisjonelle for mekanisk, elektrisk og automasjon.

Som et intervjuobjekt beskriver det:

“ Vi skal ikke finne opp hjulet på nytt, men plukke fra eksisterende tilbud.

Denne bedriften anbefaler at man jobber nasjonalt med å etablere et fagbrev for grønn industri, eller et "batterifagbrev", som består av en blanding av eksisterende læreplaner for prosesseteknikk, prosesskjemi og CNC-faget; og spisser dette til en skreddersydd batteripakke for batterioperatører.

“ Med denne kombinerte kompetansen kan vi få litt av magien på gulvet. En fagarbeider må forstå at batteriproduksjon består av et helt sett av trinnvise prosesser. Bare en liten forurensning på ett av trinnene kan ødelegge kjemien i hele prosessen, og forårsake at flere ukers produksjon må skrotes når den oppdages på et senere trinn av prosessen, fordi cellen ikke fungerer.

Det må altså bygges opp en produksjonskultur med forståelse for at batteriproduksjon er en prosess over mange steg. Hvis det svikter på ett steg, påvirkes hele batterisystemet og prosessen.

## 5.4 Bransjeprogram – mulige batterimoduler for etter- og videreutdanning

Bransjeprogram for industri- og byggenæringen<sup>9</sup> er et samarbeid mellom regjeringen og partene i arbeidslivet. Målet med bransjeprogrammet er økt deltakelse i kompetanseutvikling i de bransjene som inngår i programmet. Industribransjeprogrammet består i dag hovedsakelig av korte moduler av fagskoleutdanning, men fra høsten 2021 er det også åpnet for søknader for høyere utdanning. I spørreundersøkelsen ble utvalget spurt om å liste opp aktuelle tema for kortere batterispesifikke moduler etablert gjennom bransjeprogrammet. Her kom det inn mange forslag, som vist i tabell 5.2, sortert etter tema og plassering på batteriverdikjeden. Besvarelsene her bør også leses som relevante innspill til elementer som kan inngå i utviklingen av helhetlige studieløp for "batterifagbrev" og "batteriingeniør".

---

<sup>9</sup> Kompetanse Norge: <https://www.kompetansenorge.no/bransjeprogram-med-studie--og-opplaringstilbud/bransjeprogram-for-industri--og-byggenaringen/>

### 5.4.1 Bransjeprogram - fagskole

Spørsmål i undersøkelsen:

*Det vurderes å opprette et bransjeprogram/fagskolemodul for etterutdanning av teknikere for å lære hele batteriverdikjeden (10-20 studiepoeng). Hva tenker du bør inngå av faglige tema?*

Svarene er skjematisk fremstilt i tabell 5.2.

Tema	Beskrivelse
<b>Batteriverdikjeden</b>	
	Leddene i verdikjeden, aktørbildet, innføring i grunnleggende kompetanse om teknologi og produksjon gjennom hele verdikjeden fra mineraler til gjenbruk og resirkulering.
	Forstå den røde tråden gjennom verdikjeden
<b>Materialer: mineraler, råvare, anode/katode- aktive materialer</b>	
	Utvinning av mineraler
	God kunnskap om materialer og deres virkemåte må til for å utvikle nye teknologier
	Råvareutvinning
	Produksjon av batterimaterialer
	Produksjon av anode og katode fra slurry til endelig produkt
	Hydrometallurgi – rettet mot produksjon, resirkulering og precursor*-produksjon (forløpere).
	Mineraler og råvare - metallurgisk prosessering og raffinering
	Aktive materialer – prosessering og raffinering
	Generell kjemi og elektrokjemi
<b>Battericelle – design</b>	
	Grunnleggende battericellekunnskap
	Ulike typer batteriteknologi
	Andre batterier enn Li-ion
	Elementær cellekonstruksjon og cellekemier, celle typer, celleproduksjon
	Grunnleggende celledesign
	Design av DC-systemer
	Produksjonsprosesser for produksjon av ulike celle typer.
	Kvalitetskrav til celler
	Sikkerhet ved håndtering, lagring og bruk
	Kjemi/miljø sikkerhet
	El-sikkerhet
<b>Battericelle – produksjon</b>	
	Automasjon – behov for vesentlig opptrapping (dimensjonering) av automasjonskompetanse, særlig for store volumer (assembly line production)
	Generell produksjonsteknikk.
	Etablering av mest mulig kostnadseffektiv produksjon

	Effektiv produksjon
	Sammenstilling av celler på industrielle produksjonslinjer
	Kvalitetskontroll og krav, krav til renhet ol.
	Prosesstrinn, prosessflyt, oppetid (maskiner)
	Logistikk
	Produksjonsprosesser for produksjon av ulike celletyper
<b>Pakking/moduler</b>	
	Grunnleggende modul- og pakkekonstruksjoner
	Produksjonsteknologi for arbeid med moduler
	Batteripakke-produksjon
	Systemdesign
	Sammensetning av systemer
<b>Applikasjon/bruk</b>	
	Applikasjonskunnskap, ulike bruksområder
	Service og vedlikehold
<b>Bærekraft/LCA/sirkulærøkonomi</b>	
	Bærekraft/LCA betraktninger opp mot andre energikilder
	LCA analyse
	Resirkulering av råvarer
	CO <sub>2</sub> -avtrykk analyse
	Gjenbruk
	Økonomiske analyser
	Smart strømstyring
<b>Sikkerhet, HMS</b>	
	Opplæring i sikkerhet i produksjon
	Celleproduksjon: Sikkerhet ved håndtering, lagring og bruk
	Kjemi og miljø sikkerhet
	El-sikkerhet
	Sikkerhet knyttet til arbeid med batterisystemer
	Håndtering av skadete batterier
	Risikostyring
	Brann sikkerhet
	Håndtering av lekkasjer
<b>Logistikk og håndtering</b>	
	Logistikk
	Frakting, lagring, montasje

**Tabell 5.2 Aktuelle tema for batterikompetansemøder, fagskole. Kilde: Norsk Industri**

## 5.4.2 Bransjeprogram – høyere utdanning

Spørsmål i undersøkelsen:

*Det vurderes å opprette fag på høyskole/universitet for å lære hele batteriverdikjeden som kan inngå i både i eksisterende utdanningsløp og etterutdanning av ingeniører (10-20 studiepoeng). Hva tenker du bør inngå av faglige tema?*

Flere av respondentene oppgir at emner for kortere moduler for høyere utdanning vil være de samme som for fagskolenivå, men med dypere læring. For respondenter som oppgir faglige tema ser vi også stor grad av overlapp med besvarelsen for korte moduler på fagskolenivå. I tabellen under oppgir vi derfor kun fagområder som ikke også er nevnt for fagskolenivå, eller som utdyper samme tema som på fagskolenivå.

Tema	Beskrivelse
<b>Avanserte materialer</b>	
	Fremtidig bruk av silisium som anodemateriale
	Hydrometallurgi, med tanke på produksjon, resirkulering og for å lage forløpere (pCAM)
	pCAM og CAM produksjon
	Avansert materialprosessering og raffinering
	End-life metallurgisk resirkulering og raffinering
	Elektrokjemi og materialteknologi som fokuserer på batterispesifikke tema.
	Metallurgisk resirkulering og raffinering
	Pilotering og oppskalering
<b>Batteriteknologi og celledesign</b>	
	Design av battericeller og celledesign
	Design av materialer og pulver for prosessering mot batteri
	Forståelse av hvordan batteriytelse måles
	Batterikjemi-engineering
	Cellekonstruksjon og cellekemi
	Celletyper
	Design av kjølesystemer for batteri
	Design av DC systemer
	Pilotering og oppskalering
<b>Produksjonsteknologi – Industri 4.0</b>	
	Lean manufacturing, Oppetider (maskiner), produktivitet
	Prosesstrinn, prosessflyt
	Logistikk
	Optimaliserte skrap-rater / optimalisert utbytte
	Ulike produksjonsteknologier for batterier
	Kybernetikk
	Bruk av Big Data
	Dataanalyse, lage algoritmer, statistikere
<b>Modul/pakking</b>	

	Sammensetning for ulike applikasjonsområder
	Tilpasning til spesifikke krav fra kunde – produksjon for "nisje"-markeder
	Systemdesign
<b>Annet/generelt</b>	
	"Kjemi og mer kjemi"
	Sirkulærøkonomi, LCA, CO <sub>2</sub> -avtrykk analyse, økonomiske analyser ..
	EUs batteriregulering

**Tabell 5.3 Aktuelle tema for batterikompetansemøduler, høyere utdanning. Kilde: Norsk Industri**

## 6 Kompetanseoverføring

### 6.1 Kompetanseoverføring fra utenlandske eksperter

Som beskrevet tidligere, vil en viktig del av batteriindustriens kompetansestrategi være å sørge for gode interne opplæringsystemer som sikrer en varig kompetanseoverføring fra utenlandske batteriekspertene. Dette står nå høyt på agendaen hos battericelleprodusentene. Batteritidsklemma gjør at det kortsiktige behovet, som handler om nettopp å sikre rask kompetanseoverføring gjennom internopplæring, må prioriteres først.

På noe lengre sikt, vil det være nødvendig å tenke nytt og langs flere spor når det gjelder å så raskt som mulig få på plass kritisk domenekompetanse i industrien – i tett samspill med akademia. Kompetansedeling i nettverk og klynger og samarbeid gjennom organisasjonene er viktige aktører i dette kompetansesamspillet. Gjennom tett samarbeid Norge lykkes med dette på andre industriområder, som prosessindustri og petroleumsindustri. Her vil for eksempel styrking av batteriforskning gjennom nasjonale, næringsrettede forskningsprogram (eksempelvis IPN, kompetanseprosjekter og Grønn Plattform); styrking av samhandlingsvirkemidlene, så vel som økt bruk av Professor 2 være aktuelle tema som bør drøftes videre. Denne type industri-/akademia-/klyngesamspill vil være attraktivt også for mobiliteten av forskere til akademia fra sterke utenlandske batterifagmiljø.

### 6.2 Re-skilling/kompetanseomstilling fra annen industri

Flere av de norske battericelleprodusentene som har vært intervjuet har rekruttert personell fra andre næringer som prosessindustri og næringsmiddel. Dette er eksempler på personell som gjennom kortere kurs og opplæring i forbindelse med "onboarding" kan kvalifisere seg til jobb i batteriindustrien. I forbindelse med etableringen av fabrikken til Northvolt (Northvolt Ett) i Skellefteå er det laget en oversikt over relevant kompetanse (tabell 6.1).



Oppgave	Etterspurt bakgrunn
<b>Oppstrøm (forberedelse av aktivt batteripulver fra råvarer)</b>	Kjemikere, Laboratorieassistenter Legemiddelindustri
<b>Nedstrøm – miksing, påføring av anode/katode foil og tørking</b>	Samme som for oppstrøm Næringsmiddelindustri
<b>Kalandring, splitting, stabling, sveising og påfylling av elektrolytt</b>	Klassisk verkstedindustri Papirproduksjon
<b>Ren/tørr-rom arbeid</b>	Elektronikkindustri
<b>Forming, aldring og testing</b>	Statistikere, Datateknikere Personer som er vant til å jobbe med tall, er nøyaktige, og kreative når det gjelder feilsøking
<b>Gjenvinning</b>	Gjenvinningssektoren og fra raffinering av metaller o.l. (personer som kan biohydrometallurgi, elektrolyse, osv.)
<b>Vedlikehold</b>	De som kan skru og montere, f.eks. bilmekanikere

*Tabell 6.1. Eksempler på overførbart kompetanse fra annen industri (Skellefteå kommune)*

Behovet for spesialisert kompetanse øker jo nærmere en kommer lukking av cellen. For eksempel når det gjelder robotikk, CNC, programmering av maskiner, finmotorikk i maskinkjøring, mm. For enkelte grupper fabrikkansatte vil også andre kvalifikasjoner være avgjørende, bl.a. evnen til å arbeide i spesielle omgivelser som rom med ekstremt lav luftfuktighet (<1%).

### 6.2.1 Re-skilling / oppskilling fra olje- og gassindustri

Flere uttaler om det grønne skiftet at "olje og gass-kompetansen kan gå rett inn i grønne næringer", "nye næringer står på skuldrene av de gamle" osv. Dette er unyansert, og intervjuer og undersøkelse har gitt mer innsikt om hvilken del av kompetanse og erfaring som er anvendbar. Generelt gjelder nok at etter- og videreutdanning eller i alle fall opplæring i den enkelte batteribedrift er helt nødvendig. Olje og gass kompetansen har nok begrenset verdi direkte ettersom det ikke er høyvolumproduksjon. Olje og gass-industrien er relevant gjennom at det er generelt høyt kompetansenivå, god systemforståelse, mange med kompetanse innen ulike fagdisipliner, erfaring fra utbygginger, prosjekt og drift og en god sikkerhetskultur. Mye generell kompetanse også innenfor forskning, prosjektmiljøer, tekniske krav, risikohåndtering, anskaffelser, kontrakt og ledelse osv. vil kunne være relevant

Men vi må være ydmyke for at en slik høyvolumproduksjon som battericellefabrikker er, det er noe annet enn råvareutvinning og begrenset med videreforedling. Men det betyr jo ikke at dette ikke kan læres, og kanskje spesielt fra vareproduserende industri er det nok mye å lære.

Produksjon av batterier i Norge vil skille seg fra produksjonen i de asiatiske landene, spesielt Kina og Sør-Korea, hvor det er mer manuelt arbeid. Derfor er det ønskelig å hente inn tverrsektoriell industrikompetanse som drar i retning av å utvikle en batteriindustri med høyest mulig automasjonsgrad. For å illustrere, produserer en gigafabrikk typisk celler for 32 GWh for 800 000 biler. Tesla S har 7100 celler pr bil. Om en gjennomsnittlig bil ligger på 4000 celler betyr dette produksjon av 3,2 millioner celler som gir over 6000 celler pr. sekund. Per linje betyr dette 1500 celler per sekund

### **6.2.2 Kompetanseoverføring fra vareproduserende industri**

Den avanserte vareproduksjonen i Norge omfatter typisk produksjon av skreddersydde nisjekomponenter til for eksempel europeisk bilindustri, maritim industri eller forsvarsindustri. I tett samspill med disse industrimiljøene er det utviklet gode utdanningsløp for produksjon og produktutvikling, både innenfor fagopplæring og høyere utdanning. For å ivareta behovet for blant annet automatikere fra utdanning, både for eksisterende industri og for ny battericelleproduksjon, må kapasiteten fra utdanningen skaleres opp fremover. Det bør også være et godt potensial for kompetanseoverføring fra avansert vareproduserende industri til battericelleindustri; for eksempel gjennom Manufacturing Technology Norwegian Catapult Centre (MTNC)<sup>10</sup> på Raufoss.

## **6.3 Onboarding og internopplæring**

Enkelte bedrifter oppgir at de har satt sammen digitale onboarding-kurs for nyansatte, både grunnleggende introduksjonskurs og egne kurs for R&D-ansatte.

Flere bedrifter beskriver at de er i planleggingsfasen for dette, og at man vil basere mye av opplæringen på kompetanseoverføring fra et kjerneteam av eksperter. Også opplæring og onboarding i forbindelse med testing og kjøp av utstyr nevnes av flere som planlagt opplæringsstrategi.

---

<sup>10</sup> <https://www.sintef.no/en/projects/2018/manufacturing-technology-norwegian-catapult-centre/>

Flere av temaene nevnt i tabell 5.2 og 5.3 synes å være hensiktsmessige å tilby som onboarding-kurs som kan spres bredt blant aktørene, som introduksjon til batteriverdikjeden, batterirelatert HMS og EUs batteriregulering.

## 6.4 Nærhet og mobilitet

Alle nøkkelbedriftene fra batteriverdikjeden er opptatt av samarbeid nasjonalt for å få lykkes med bygging av et robust utdanningstilbud for batteriindustri - for alle ledd av utdanningsløpet. Mye samarbeid og aktivitet er allerede i gang regionalt, og dette er bra. Nå handler det om å løfte blikket, og om å spille på lag for å sikre tilgang på kompetanse fra et nasjonalt perspektiv. Her må målet være at tilbyderne kan samarbeide om å tette gap, og om å spre tilbudene. Selv om alle batteriaktørene ønsker at vi tenker landslag for utdanning, så er det også et viktig poeng med regional nærhet til arbeidsmarkedet. Særlig for fagbrev/fagskole vil nærhet til arbeidsmarkedet være et behov som må ivaretas, men også for høyere utdanning er nærhet til arbeidsplassene et behov. Studier bør gjøres tilgjengelig på tvers av ulike universiteter via samarbeid og digitale undervisningsplattformer. Vi anbefaler derfor at det utvikles modeller i samarbeid mellom utdanningsaktørene, som gjør det mulig for studenter å ta "batteristudiet", utviklet av flere universiteter og gjort tilgjengelig ved flere universiteter.

## 6.5 Testsentre og kompetanse

I spørreundersøkelsen spurte vi ikke om behovet for felles testsentre som læringsarena, men dette ble drøftet på overordnet nivå i samtlige dybdeintervju.

Samtlige av bedriftene vi intervjuet er interessert i bruk av VR/AR/XR knyttet til opplæring i forbindelse med onboarding. Et par bedrifter trakk også frem andre potensielle bruksområder for VR/AR/XR, som planlegging av produksjon, prediktivt vedlikehold eller testing i forbindelse med studentoppgaver. Hvorvidt noe av dette er egnet for felles testlaboratorier bør undersøkes videre.

Bilindustri er som nevnt underlagt et svært strengt kvalifiseringsregime, og dette gjør det nødvendig for storskala batteriprodusenter å ha egne test- og piloteringsfasiliteter. Men dette utelukker ikke behovet for oppbygging av nasjonal forsknings- og testinfrastruktur for tidligere faser av teknologiutviklingen. Det er blant annet søkt om støtte til etablering av batteriforskningsinfrastruktur gjennom prosjektet NABLA<sup>11</sup>, med IFE og SINTEF som de største aktørene, sammen med UiO, NUNU, UiA og FFI. Denne type infrastruktur er viktig for

---

<sup>11</sup>Norwegian Advanced Battery Laboratory Infrastructure (NABLA) (Forskningsrådet)

batteriøkosystemet, for styrking av batteriforskning i akademia, for samspill mellom akademia og industri, for bruk i utdanning, og vil også være en viktig arena for start-up-bedrifter i batteriøkosystemet.

Men det er fortsatt et udekket behov for nasjonale batteritestfasiliteter, som bør knyttes nærmere industriell produksjon (høyere TRL-nivå enn forskningslaboratoriene). Til sammenligning finnes/etableres slike industrielle testfasiliteter i Sverige, UK og Tyskland. Disse testfasilitetene vil også kunne ha en vesentlig rolle i utdanningen av kandidater og elever fra alle utdanningsnivå, noe som vil være viktig for å bringe industriell anvendelseskompetanse inn i utdanningen. Bedriftene vi intervjuet var samstemte i at det vil styrke batterisatsingen med slik nasjonal testinfrastruktur, gjerne knyttet opp mot ordningen Norsk Katapult. Men spørsmål knyttet til struktur, arbeidsdeling, finansiering og samarbeidsform må analyseres nærmere. Notatet "*Piloteringsbehov ved kvalifisering av materialer og produkter i batteriverdikjeden – industrialiseringssenter*"<sup>12</sup> drøfter dette behovet.

## 7 Avslutning

Det er en høy bevissthet om at det er i alles interesse å få gode fagmiljøer og tilstrekkelig med utdannede som er relevante for batteri-industrien. Risikoen ved å la være å satse stortilt på relevant utdanning for batteri-industrien virker å være mye større enn risikoen ved ikke å trappe opp utdanningene (både faglig innhold og volum) raskt. Behovet for batterier er stort, og med det følger en stor industrimulighet for Norge. Vi har allerede en etablert batteriverdikjede. Dersom industrien nå lykkes som battericelleprodusent, vil det innebære en komplettering av batteriverdikjeden som forsterker tilhørende verdikjede, både oppstrøms og nedstrøms. Men dette kan vi bare få til gjennom samarbeid om utvikling og spredning av kompetanse.

---

<sup>12</sup> Battery Norway

## 8 Referanser

["Future Expert Needs in the Battery Sector"](#), eit Raw Materials / Fraunhofer (March 2021)

---

"The Nordic Battery Value Chain" - Step 2: The feasibility of a joint Nordic value proposition to attract investments and partnerships within the battery value chain, Business Sweden (på oppdrag fra Swedish Energy Agency), August 2021

---

Notat om vertskapsattraktivitet og kompetanseomstilling (LO/Norsk Industri) *Kommer*

---

Rapport "[Grønne elektriske verdikjeder](#)" (NHO, LO m. fl.):

---

"Piloteringsbehov ved kvalifisering av materialer og produkter i batteriverdikjeden – Industrialiseringscenter", Battery Norway, 2021

---

[Bransjeprogrammet for industri- og byggenæringen](#)

---

"[New Energy Outlook 2021](#)", BloombergNEF:

---

[Litiumbatterier. Teknologi og utviklingstrender enkelt forklart](#). Prosess21

---

## Vedlegg 1 Spørreskjema

Overgangen fra bruk av fossilt drivstoff til elektriske kjøretøy og lagring av grønn energi har ført til at batteriindustrien har vokst markant i hele verden. For Europa er det viktig å etablere en verdikjede uavhengig av Kina, og Norge er i en god posisjon til å starte ett nytt industrieventyr ved å etablere batteriindustri. Men det holder ikke med fornybar kraft og erfaring fra andre bransjer alene. Skal Norge lykkes, er det viktig at vi har tilgjengelig kompetent arbeidskraft. For å møte det kommende behovet til bedriftene, må både dagens utdanning skaleres opp og det må opprettes nye, spesialiserte utdanningsløp. Vi må også sørge for etter- og videreutdanningstilbud til arbeidstakergrupper som har erfaring fra annen relevant industri og som ønsker overgang til batteriindustrien.

Norsk Industri har i samarbeid med partene i arbeidslivet, Prosess21, Battery Norway, industriklynger og tillitsvalgte på tvers av batteriverdikjeden startet et kompetansekartleggingsprosjekt. Målet er å identifisere behovene til bedriftene, og definere gapet mellom behovene og nåværende kapasitet. Vi sender derfor denne undersøkelsen ut til de vi har identifisert som relevante og viktige aktører i den norske batteriverdikjeden. Resultatene fra prosjektet vil utgjøre et viktig kunnskapsgrunnlag for arbeidet med å få etablert nasjonale skole- og utdanningstilbud relatert til batteri og sikre tilgang på nødvendig arbeidskraft.

Svarene du gir i undersøkelsen vil bli behandlet konfidensielt. Resultatene vil kun bli presentert på en generisk og anonymisert måte.

Hvilken bedrift representerer du?

\_\_\_\_\_

Hva er din rolle/stilling i bedriften?

\_\_\_\_\_

Hvor i batteriverdikjeden ligger din bedrift?

- (1)  råvarer
- (3)  celledesign
- (4)  celleproduksjon
- (5)  modul pakking
- (6)  applikasjon/bruk
- (7)  gjenbruk
- (8)  resirkulering
- (9)  annet: \_\_\_\_\_

Er tilgang på batterikompetanse en relevant problemstilling for din bedrift?

- (1)  Ja
- (2)  Nei
- (3)  Vet ikke

Når og hvor mange trenger din bedrift på de forskjellige utdanningsnivåene?

I dag 1-2 år 3-4 år 5-6 år <sup>lengde</sup> <sup>Ikke</sup> <sup>relev</sup> <sup>ant</sup>

Fagarbeidere

(1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  \_\_\_\_\_

I dag 1-2 år 3-4 år 5-6 år <sup>lengde</sup> <sup>Ikke</sup> <sup>relev</sup> <sup>ant</sup>

Fagskole teknikere (1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  \_\_\_\_\_

Bachelor Ingeniør (1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  \_\_\_\_\_

Master Ingeniører (1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  \_\_\_\_\_

Phd. (1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  \_\_\_\_\_

Annet (1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  \_\_\_\_\_

Annet - spesifiser:

\_\_\_\_\_

Hvilken kompetanse har dere rekruttert/planlegger dere å rekruttere fra utlandet?

Er dette pga. mangelfull batterikompetanse (skills) eller for lite tilgjengelig arbeidskraft (kapasitet) i Norge?

Kapasitet

Skills

råvarer (1)  (1)  (2)

aktive materialer (1)  (1)  (2)

celledesign (1)  (1)  (2)

celleproduksjon (1)  (1)  (2)

modulpakking (1)  (1)  (2)

applikasjon (1)  (1)  (2)

gjenbruk (1)  (1)  (2)

resirkulering (1)  (1)  (2)

annet (1)  (1)  (2)

Annet - spesifiser:

\_\_\_\_\_

Hvilke land er mest aktuelt å hente kompetanse fra?

---

Dersom din bedrift baserer seg på delvis rekruttering fra utlandet på kort sikt – hvor viktig vil følgende tiltak være for at bedriften på lengre sikt kan belage seg på hovedrekruttering fra Norge?

VIKTIGHETSGRAD

	Minst viktig	2	3	4	Mest viktig
Relevant batterikompetanse fra skole- og utdanningsløp i Norge (1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
Omskoleringstiltak fra industri med synkende sysselsettingstrend (1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
privat-offentlig samarbeid om attraktive bo- og arbeidsregioner (1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
Støtte til bedriftsinterne opplæringstiltak (1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
At Norge etablerer seg i internasjonalt toppsjikt på batteriteknologi i akademia (1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	
Annet (1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>	

Annet - kommenter:

---

Bør Norge, Sverige og Finland samarbeide om utvikling av batterikompetanse i regionen?

Ja	Nei	Vet ikke
(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

Eventuell kommentar/begrunnelse:

---

I et nordisk samarbeid om batterikompetanse – vil din bedrift tillate bedriftsbesøk som en del av en felles kompetansesatsing, gitt at også samarbeidende nordiske aktører åpner for dette?

Ja	Nei	Vet ikke
(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

Kommentar:

---

Kan du spesifisere land, universiteter, fagmiljøer e.l. i utlandet som er ledende på den kompetansen/utdanningen dere etterspør?

---

Det vurderes å opprette et bransjeprogram/fagskolemodul for etterutdanning av teknikere for å lære hele batteriverdikjeden (10-20 stp).  
Hva tenker du bør inngå av faglige tema?



---

Det vurderes å opprettes fag på høyskole/universitet for å lære hele batteriverdikjeden som kan inngår i både i eksisterende utdanningsløp og etterutdanning av ingeniører (10-20 stp)  
Hva tenker du bør inngå av faglige tema?

---

Hvilke ambisjoner har dere for internopplæring om batteri i bedriften?  
Inkluder gjerne noe om varighet og fagområder i svaret.

---

Har du andre innspill om batterikompetanse?

---

Takk for at du tok deg tid til å svare på disse spørsmålene.

Vennlig hilsen Norsk Industri