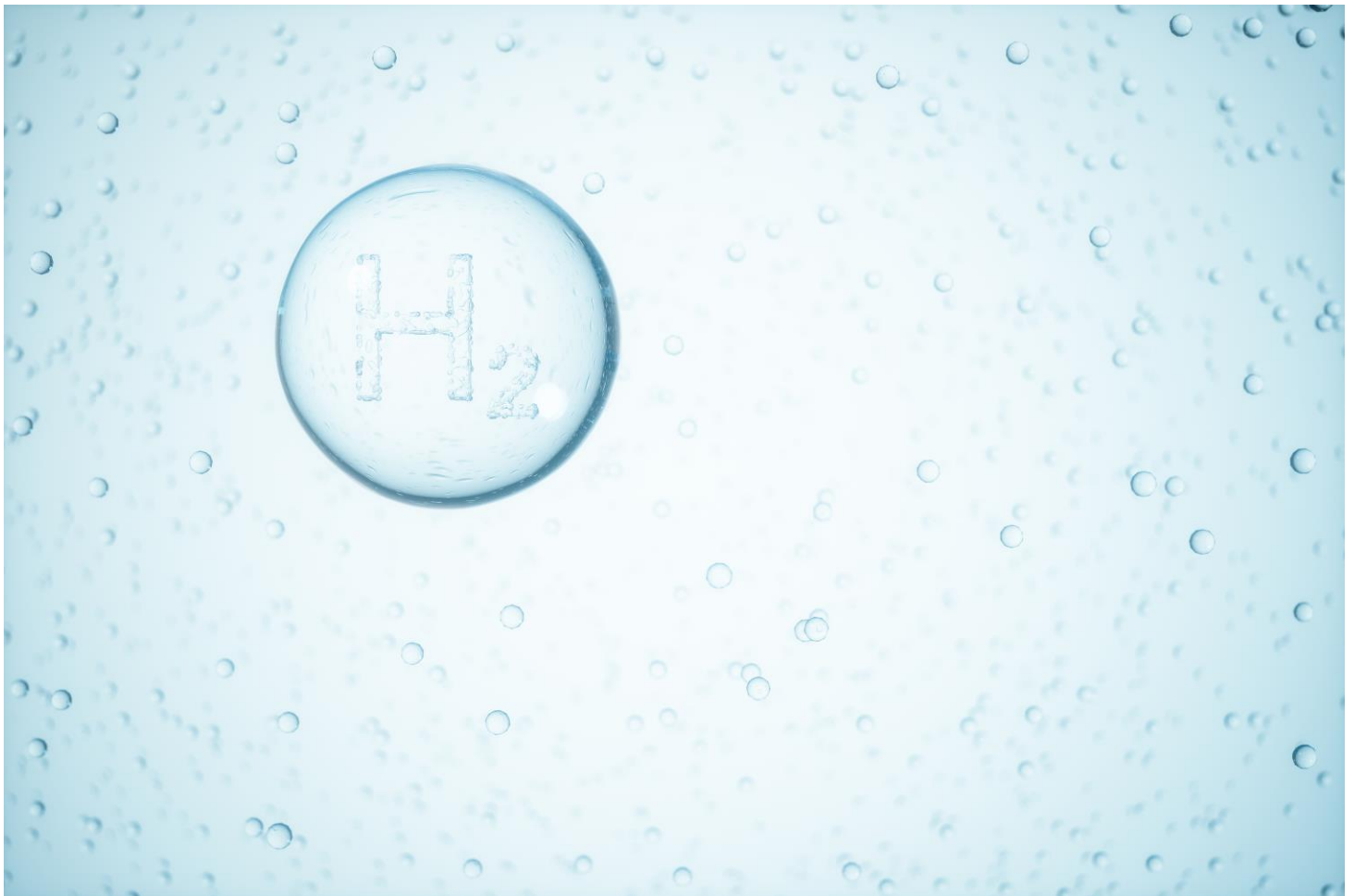


RAPPORT

VERDIEN AV DEN NORSKE HYDROGENNÆRINGEN

Status og fremtidsutsikter



MENON-PUBLIKASJON NR. 134/2022

Av Even Winje, Sigrid Hernes, Henrik Foseid, Aljoscha Schöpfer og Erik W. Jakobsen



Forord

På vegne av den norske hydrogenklyngen, Arena H2 Cluster, med samarbeidspartnere har Menon Economics gjennomført en næringsøkonomisk analyse av den norske hydrogennæringen, med fokus på status og fremtidsutsikter. Samarbeidspartnerne er NHO, LO, Norsk Industri, Offshore Norge, Energi Norge, Tekna, NITO, Innovasjon Norge, Enova og Norsk Hydrogenforum. Ocean Hyway Cluster og GCE Node har bidratt i kartleggingen.

Prosjektet har vært ledet av Even Winje. Sigrid Hernes, Henrik Foseid og Aljoscha Schöpfer har vært prosjektmedarbeidere. Erik Jakobsen har vært kvalitetssikrer.

Menon Economics er et forskningsbasert analyse- og rådgivningsselskap i skjæringspunktet mellom foretaksøkonomi, samfunnsøkonomi og næringspolitikk. Vi tilbyr analyse- og rådgivningstjenester til bedrifter, organisasjoner, kommuner, fylker og departementer. Vårt hovedfokus ligger på empiriske analyser av økonomisk politikk, og våre medarbeidere har økonomisk kompetanse på et høyt vitenskapelig nivå.

Vi takker Arena H2 Cluster med samarbeidspartnere for et spennende oppdrag.

November 2022

Even Winje
Prosjektleder
Menon Economics

Innhold

SAMMENDRAG	3
EXECUTIVE SUMMARY	7
1. INNLEDNING OG BAKGRUNN	11
1.1. Formål med studien	11
1.2. Bakgrunn	11
1.3. Informasjonskilder og metodisk tilnærming	15
2. STATUS FOR DEN NORSKE HYDROGENNÆRINGEN	16
2.1. Kort om den norske hydrogenneringen	16
2.2. Hydrogen- og ammoniakkprosjekter i Norge	19
2.3. Nøkkeltall for den norske hydrogenneringen 2021	25
3. AMBISJONER OG FORVENTNINGER FRAM MOT 2030	29
3.1. Næringens forventninger frem mot 2030	29
3.2. Viktige sluttbrukermarkeder frem mot 2030	33
4. KONKURRANSEFORTRINN, BARRIERER OG SUKSESSKRITERIER	36
4.1. Tilgang på fornybar kraft og naturgass er et viktig konkurransefortrinn	36
4.2. Tilgang på kompetanse er en barriere for videre vekst	37
4.3. Manglende etterspørsel og infrastruktur begrenser vekstpotensialet	40
4.4. Behov for langsiktige ambisjoner og tilrettelegging fra myndigheter	42
4.5. Samarbeid mellom aktører er en forutsetning for langsiktig vekst	45
REFERANSELISTE	47
ZUSAMMENFASSUNG	50

Sammendrag

Menon Economics har på vegne av den norske hydrogenklyngen, Arena H2 Cluster med samarbeidspartnere utarbeidet et kunnskapsgrunnlag, hvor formålet er å gi oversikt over nåværende status i hydrogennæringen, samt aktørens forventninger frem mot 2030. Kunnskapsgrunnlaget tar utgangspunkt i dagens aktørbilde med et fokus på å kartlegge sysselsetting, omsetning, investeringer og vekstutsikter. Etter vår kjennskap er dette den første næringsøkonomiske analysen som utelukkende fokuserer på den norske hydrogennæringen. Rapporten er delt inn i følgende tre hoveddeler:

- **Del 1:** Status for den norske hydrogennæringen og norske hydrogenprosjekter under utvikling
- **Del 2:** Ambisjoner og forventninger til dagens norske hydrogennæring frem mot 2030
- **Del 3:** Norske aktørers konkurransefortrinn og barrierer, samt suksesskriterier

Hydrogen og ammoniakk er viktig for den grønne omstillingen mot et lavutslippssamfunn

Verden står overfor klimaendringer med storstilte konsekvenser, hvor land gjennom Parisavtalen har forpliktet seg til å begrense klimaendringene. For å nå målene i Parisavtalen er man avhengig av en storstilt omstilling i verdensøkonomien, og ikke minst måtene vi bruker og produserer energi på. Overgangen til et lavutslippssamfunn er ikke bare en stor utfordring, men innebærer også store næringsøkonomiske muligheter for land som evner rask strukturell omstilling. Hydrogen og ammoniakk ligger an til å få en helt sentral rolle i omstillingen ettersom de som energibærere har et svært bredt anvendelsesområde. Dette reflekteres også i et betydelig omsetningspotensial både globalt, regionalt og nasjonalt. I Europa kan hydrogenmarkedet (salg av hydrogen), ifølge Aurora Energy Research, nå en omsetning på opp mot 1 500 milliarder kroner i 2050. EU utaler selv et investeringsbehov på mellom 2 000 til 4 000 milliarder kroner (bare i Europa) frem mot 2050.

De største usikkerhetsmomentene er i dag styrken i myndighetenes klimaambisjoner, utviklingen knyttet til konkurrerende lavutslippsteknologier og den pågående energikrisen. Signalene fra EU er imidlertid tydelige: hydrogen vil bli en sentral energibærer på veien mot lavutslippssamfunnet. I REPowerEU, EUs strategi for å øke tempoet i det grønne skiftet og redusere avhengigheten til russisk gass, er hydrogen blitt omtalt som «ryggraden i energiomstillingen», hvor EU har satt som målsetning å produsere 10 millioner tonn hydrogen i EU-land og importere ytterligere 10 millioner tonn innen 2030. Også norske myndigheter peker på hydrogen som et viktig satsingsområde, senest i regjeringens Veikart for grønt industriløft fra våren 2022. Regjeringen ønsker å utvikle en komplett verdikjede for produksjon, distribusjon og bruk av hydrogen produsert med ingen eller lave utslipp, og har satt i gang en videre utredning av dette høsten 2022.

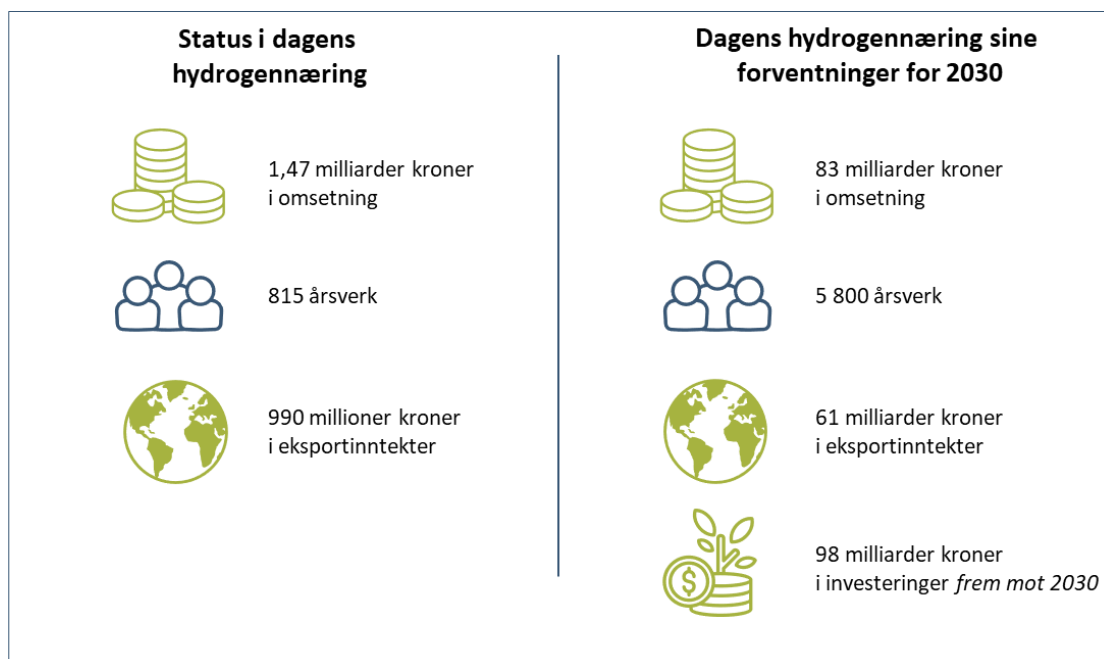
Den norske hydrogennæringen er per i dag relativt begrenset i omfang, men svært ambisiøs

Den norske hydrogennæringen består av utstys- og teknologileverandører, tjenesteleverandører, produsenter av hydrogen og ammoniakk, samt distribusjonsaktører. Aktører som leverer utstyr og tjenester utgjør den største andelen av hydrogennæringen i dag, målt i antall bedrifter, tett fulgt av produsenter. Våre estimater viser at hydrogennæringen omsatte for total 1,47 milliarder kroner i 2021. En større andel av dette, nærmere 70 prosent, var eksport eller omsetning i utenlandske datterselskap. Videre sysselsatte næringen 815 årsverk i 2021. Omsetningen er i hovedsak drevet av enkelte utstys- og teknologileverandører som har etablert seg som leverandører til et globalt marked. Den resterende hydrogennæringen kjennetegnes av et større antall bedrifter som er i oppstarten av en satsing og hvor kun en svært begrenset andel av bedriftenes ansatte jobber opp mot hydrogenmarkedet.

Selv om hydrogennæringen som helhet er relativt begrenset i omfang per i dag, preges den av svært ambisiøse aktører hvor de fleste satser inn mot markedssegmenter med et betydelig vekstpotensial. Dette kommer tydelig frem ved det faktum at en betydelig andel av dagens aktiviteter er knyttet til utvikling av nye prosjekter. Vår kartlegging viser at det høsten 2022 er 59 hydrogen- og ammoniakkprosjekter under utvikling i Norge. Dette er prosjekter for å etablere fabrikker for å produsere hydrogen/ammoniakk, samt etablering eller utvidelse av produksjonsenheter for utstyr som inngår enten i produksjon eller til anvendelse. Majoritet av prosjektene som er under utvikling er rettet inn mot produksjon av hydrogen. I flere av disse prosjekter planlegger man både for å etablere produksjon av hydrogen samt legge til rette for bunkring og distribusjon. Vi finner færre prosjekter hvor man planlegger for å etablere enten nye utstyrsfabrikker, eller utvider produksjonskapasiteten på eksisterende fabrikker. Det er imidlertid viktig å påpeke at det foreligger planer om enkeltprosjekter av betydelig størrelse innen dette verdikjedesegmentet. Et flertall av prosjektene identifisert i denne studien er lokalisert på Vestlandet og i Nordland, samt i Vestfold og Telemark.

I prosjektporteføljen har vi identifisert et potensielt produksjonsvolum på om lag 3 300 tonn hydrogen per dag fordelt på 31 prosjekter som har som formål å etablere produksjonsenheter for hydrogen. Dette tilsvarer en årlig produksjon på nærmere 1,2 millioner tonn. Vi har videre identifisert seks ammoniakk-produksjonsprosjekter, som samlet vil ha en produksjon på rundt 5 200 tonn ammoniakk per dag, eller 1,8 millioner tonn per år. Ammoniakkporteføljen kjennetegnes med andre ord av enkeltprosjekter av betydelig skala. Total markedsverdi for produksjonsvolumet vi har kartlagt ligger mellom 30 og 60 milliarder kroner per år, avhengig av prisutviklingen. Anslaget baserer seg på at alle prosjekter hvor vi har informasjon om produksjonskapasitet blir realisert. Det er derfor viktig å påpeke at det vil være konkurranse mellom enkeltprosjekter som eksempelvis planlegger å etablere seg samme sted og forsyne samme marked. I tillegg kan elementer som dagens høye kraft- og gasspriser samt usikkerhet rundt fremtidig utvikling føre til forsinkelser eller redusert investeringsomfang. Vi har imidlertid også har identifisert norske aktører som forventer å investere i produksjonsfasiliteter i Europa. Disse investeringene vil også bidra til verdiskaping i Norge, selv om sysselsettingseffektene er mer begrenset. Produksjonskapasitet og «norskandelene» for denne porteføljen har ikke vært mulig å identifisere i dette prosjektet. Aktørens forventninger til deres *samlede* investeringsomfang er presentert under.

Nøkkeltall for dagens hydrogennæring i 2021 og dagens hydrogennæring sine forventninger for 2030



Aktørene i dagens hydrogennæring forventer en storstilt vekst frem mot 2030

Dagens norske hydrogenaktører er involvert i en rekke prosjekter som er under utvikling og satser aktivt på å bygge en hydrogennæring i Norge. Dette reflekteres i deres forventninger til egen vekst det neste tiåret. Vår kartlegging viser at hydrogenaktørenes forventninger til egen omsetning og sysselsetting i 2030 utgjør i sum 83 milliarder kroner og 5 800 årsverk. Forventningene til omsetningsvekst er spesielt høy innenfor produksjon og distribusjon, noe som henger tett sammen med dagens prosjektportefølje. I tråd med at markedet modnes, forventer også flere aktører å øke aktiviteten utenfor Norge. Aktørenes samlede forventning til eksport og utenlandsomsetning i 2030 er estimert til 61 milliarder kroner, som tilsvarer en andel på nærmere 75 prosent av total omsetning. Europa, Asia og Nord-Amerika forventes å være viktige geografiske markeder fremover, mens maritim transport og maritime operasjoner vil være det viktigste markedssegmentet, fulgt av industri og landtransport. Den norske hydrogennæringen og spesielt produksjonsdelen kjennetegnes også av en høy produktivitet. Våre estimater viser at næringens forventningsnivå vil legge grunnlag for en verdiskaping på opp mot 20 milliarder kroner, som gir en verdiskaping per sysselsatt på 3,6 millioner kroner. Til sammenligning er gjennomsnittet for den norske fastlandsindustrien i 2021 en verdiskaping per sysselsatt på 1,1 millioner kroner.

Næringens investeringsnivå vil legge føringer for næringens størrelse i årene som kommer. Våre estimater peker på at aktørene i dagens hydrogennæring forventer å gjennomføre investeringer som i sum utgjør 98 milliarder kroner frem mot 2030. 45 prosent av respondentene i spørreundersøkelsen oppgir at de vil investere i hydrogen- og/eller ammoniakkproduksjon i løpet av dette tiåret. Med bakgrunn i hvor kapitalintensive investeringer i produksjonskapasitet vil være, peker dette på at en betydelig andel av næringens forventede investeringer på 98 milliarder kroner vil være rettet mot produksjonskapasitet. Det er i denne sammenheng viktig å påpeke at det vil være konkurranse mellom prosjektene som i dag er under utvikling og dermed rimelig å anta at ikke alle vil nå sine forventninger. Samtidig forventer vi at hydrogennæringen også vil vokse med hensyn til antall aktører langs hele verdikjeden frem mot 2030, noe som utvider det næringsøkonomiske mulighetsrommet. Til tross for den underliggende usikkerheten knyttet til fremtidig omsetning gir disse punktestimaterne verdifull innsikt i ambisjonene og potensialet som foreligger. Samtidig kan de tjene som «benchmark» for næringen på veien mot en fullt operativ og kommersialisert verdikjede for hydrogen og ammoniakk i Norge.

Den norske hydrogennæringen har flere konkurransefortrinn, men enkelte barrierer begrenser potensialet

Den norske hydrogennæringen har forventninger om en storstilt vekst, både her hjemme og i sentrale eksportmarkeder. Men hvilke konkurransefortrinn har norske aktører, hvilke barrierer står de overfor og hva er suksesskriteriene for å lykkes med å etablere en konkurransedyktig hydrogennæring? Norge er en energinasjon, og en betydelig andel av dagens industri er basert på foredling av de nasjonale energiressursene. Tilgang på fornybar kraft og naturgass er også av aktørene identifisert som et av de sterkeste konkurransefortrinnene hydrogennæringen besitter. Ettersom man forventer en betydelig vekst i energibruk frem mot 2030 reflekterer dette også at man forventer at tilgangen vil opprettholdes på mellom-lang sikt. På motsatt side finner vi manglende tilgang på relevant arbeidskraft og infrastruktur tilknyttet distribusjon, lagring og transport, samt manglende etterspørsel. Dette er barrierer som aktørene ser på som svært viktig å adressere for å realisere omsetningspotensialet som foreligger. Sistnevnte reflekteres også i hvordan prosjektene vi har kartlagt er innrettet, hvor en betydelig andel av hydrogenprosjektene som planlegges enten skal inngå som ledd i eksisterende produksjonslinjer eller selges til et konkret fartøy, heller enn som eget produkt solgt på det åpne markedet.

Det kreves både forutsigbare ambisjoner og tilrettelegging fra myndigheter, samt vilje i næringslivet

Aktørene trekker frem at det er behov for langsiktige og konkrete ambisjoner fra norske og europeiske myndigheter. Dette fordi det bidrar til å redusere usikkerhet og risiko for aktørene. Ambisjonene må imidlertid følges opp med konkrete industri- og klimapolitiske tiltak. Dette gjelder spesielt prising av utslipp (i viktige markeder) og etablering av økonomiske støttesystem. Aktørene trekker imidlertid også frem at man er helt avhengig av omstillings- og investeringsvilje i næringslivet, både i næringen selv, i tilgrensende næringer og blant aktører i sluttbrukermarkeder. Videre står samarbeidsrelasjoner sentralt. Utvikling av et økosystem med et bredt aktørmangfold vil være en viktig forutsetning for langsiktig vekst i den norske hydrogenneringen, hvor aktører i samarbeid utvikler og skalerer nye prosjekter og teknologiske løsninger.

Executive summary

On behalf of Arena H2 Cluster and partners, Menon Economics has conducted a study that presents an overview of the current state of the hydrogen industry, as well as industry players' expectations towards 2030. This report focuses on mapping employment, revenues, investments and growth outlooks for industry players currently developing projects. The report is divided into the following three main parts:

- **Part 1:** State of the Norwegian hydrogen industry and projects under development
- **Part 2:** Ambitions and expectations of the Norwegian hydrogen industry towards 2030
- **Part 3:** Norwegian market players' competitive advantages and barriers for growth, as well as criteria for success

Hydrogen and ammonia are key for the green transition towards a low-emission society

The world is facing severe consequences of climate change, and nations, through the Paris Agreement, have committed to limiting these changes. If the global community is to reach the goals set out in the Paris Agreement, major transformation of the world economy is needed. This is particularly true for the manner in which we consume and produce energy. The transition to a low-emission society presents not only a great challenge, but also economic opportunities for nations that are able to quickly enact structural change. Hydrogen and ammonia are expected to be critical components for this structural transition as they are energy carriers that hold a wide range of applicability. This is also reflected in a substantial revenue potential globally, regionally as well as nationally. In Europe the hydrogen market (sale of hydrogen) may reach revenue levels of up towards 1,500 billion NOK in 2050 according to Aurora Energy Research. The EU itself has expressed an investment need of between 2,000 and 4,000 billion NOK (in Europe) towards 2050.

The largest uncertainties surrounding the hydrogen market today are government climate ambitions, the development of competing low emissions technologies and the energy crisis. The signals from the EU are however clear: hydrogen is to be a key energy carrier in the road towards a low-emission society. In REPowerEU, the EU's strategy for speeding up towards the green transition and reducing its dependence on Russian gas, hydrogen is referred to as the "backbone of the energy transition". With this, the EU has stated a goal of producing 10 million tonnes of hydrogen in EU countries as well as an import of 10 million tonnes within 2030. Norwegian authorities also point to hydrogen as a strategic area of investment, latest expressed in the government's *Roadmap – The green industrial initiative* launched in the spring of 2022. The government has an ambition to develop a complete value chain for production, distribution and utilisation of hydrogen produced with zero or low emissions.

The Norwegian hydrogen industry is currently of limited size, but holds large potential

The Norwegian hydrogen industry consists of equipment and technology distribution, service providers, hydrogen and ammonia production as well as distribution. Equipment and technology distributors and service providers currently make up the majority of the industry today, closely followed by production, when measured in number of companies present in Norway. Our estimates show that the hydrogen industry generated a total revenue of 1.47 billion NOK in 2021. A larger share of this revenue, close to 70 per cent, was export or revenue generated in subsidiaries abroad. Further, the industry employed 815 full time equivalents (FTE's) in 2021. The revenue generated is primarily driven by equipment or technology distributors that cater to a global market. The remaining part of the industry is characterized by a larger number of companies who are in the early stages of

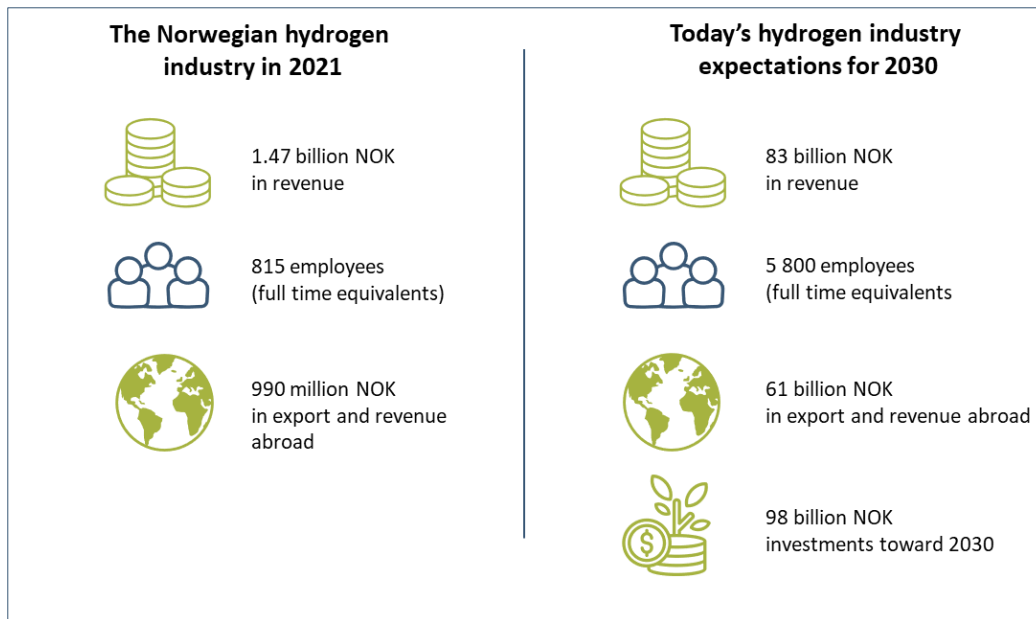
developing their business opportunities within hydrogen, where only a limited share of the employees is dedicated to this work.

Despite the hydrogen industry as a whole being of relatively limited size today, it consists of ambitious industry players where the majority are targeting market segments with substantial growth potential. This is made clear by the fact that a substantial share of today's activities is related to development of new projects. Our mapping shows that there were 59 hydrogen and ammonia projects under development in Norway during the fall of 2022. These are projects set on building production facilities for hydrogen/ammonia, as well as building or expanding production units for equipment that are part of production processes or application. The majority of the projects under development are set on production of hydrogen. In several of these projects there are plans for both establishing hydrogen production as well as facilitating bunkering and distribution. We find fewer projects that plan to build new equipment factories or expand production capacities of current facilities. It is however important to point out that there are planned projects of substantial size within this segment of the value chain. A majority of the projects identified in this study is located in Western and Northern Norway (Vestlandet and Nordland), as well as in Vestfold and Telemark.

In the project portfolio we have identified a potential production volume of around 3,300 tonnes of hydrogen daily by 31 projects whose intent is to establish hydrogen production facilities. These levels of production imply a yearly production of closer to 1.2 million tonnes. Further, we have identified six ammonia production facilities, that together will hold a capacity to produce around 5,200 tonnes of ammonia daily, or 1.8 million tonnes yearly. The ammonia portfolio under development is in other words characterised by fewer projects, but where each project is of substantial size. The total market value for these projects is estimated to 30-60 billion NOK yearly, depending on price developments.¹ These estimates are based on the assumption that all the identified projects will be completed. It is important to point out that there will be competition between individual projects that, for example, plan to establish themselves in the same location and supply the same markets. This could lead to some projects not being completed. In addition, elements such as today's high power and gas prices and market uncertainties can lead to delays or cause projects not to be completed. However, it is important to point out that we also have identified several Norwegian players that expect investment in production facilities outside of Norway. This type of investments will contribute directly to value creation in Norway, but employment effects will be more limited. Production capacity and "Norwegian shares" for this portfolio have not been successfully identified in this year's report. However, industry players' expected collective investments are presented below.

¹ Estimate based on expected yearly production and a range of potential future prices based on Bloomberg and Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

Key figures for the hydrogen industry in 2021 and market expectation for 2030



Today's hydrogen industry expects substantial growth towards 2030

Today's Norwegian hydrogen companies are involved in a series of projects under development and are actively investing in building a Norwegian hydrogen industry. This is reflected in their expectations for own growth in the coming decade. Our mapping shows that hydrogen players' expectations for revenue and employment makes up 83 billion NOK and 5,800 FTE's in total, respectively. Expectations for revenue growth are especially high within production and distribution, which is closely related to the composition and size of today's project portfolio. In cadence with developing the local market, industry players expect to increase activities abroad. The industry's total expectation for export and revenue abroad in 2030 is estimated to 61 billion NOK, which corresponds to a share closer to 75 per cent of total revenue. Europe, Asia and North America are expected to make up important markets going forwards, while maritime transport and operations is expected to be the most important market segment, followed by industry and land transport. The Norwegian hydrogen industry and especially hydrogen production is characterised by high levels of productivity. Our estimates show that the industry's expectation will lay the foundation for value creation of up towards 20 billion NOK, which implies a value creation per employee of 3.6 million NOK. For reference, the average value creation per employee in the Norwegian mainland industry is 1.1 million NOK.

The industry's investment activities will affect the industry's size in the years to come. Our estimates indicate that market players in today's hydrogen industry expect to carry out investments that in total make up 98 billion NOK toward 2030. 45 per cent of respondents in our survey state that they will invest in hydrogen and/or ammonia production within this decade. Seeing how capital-intensive investments in production capacity will be, this implies a substantial share of the industry's expected investments to be focused on production capacity. In this context it is important to point out that there will be competition between the projects planned, and it is likely that not all projects will reach their expectations. At the same time, we expect that the hydrogen industry will grow across the value chain towards 2030, which widens the scope of business opportunities. Despite the underlying uncertainty surrounding future revenues, our estimates provide meaningful insight regarding ambitions and the potential for the industry. Our estimates may also serve as benchmarks for the industry going forwards toward a fully operational and commercialised value chain for hydrogen and ammonia in Norway.

The Norwegian hydrogen industry has multiple competitive advantages, but certain barriers may hinder the potential

The Norwegian hydrogen industry expects large growth, both domestically and in export markets. But what competitive advantages do Norwegian companies have, what barriers do they face, and what are criteria for success in building a competitive hydrogen industry? Norway is an energy nation, and a substantial share of today's industry is based on refinement of local energy resources. Access to renewable energy and natural gas is also identified by hydrogen companies as one of Norway's biggest competitive advantages. As significant growth in energy use is expected towards 2030, this also reflects that it is expected that access will be maintained in the medium to long term. On the other hand, we find lack of access to a relevant workforce and infrastructure for distribution, storage and transportation, as well as lack of demand. These are barriers the market players see as most critical to address in order to reach the revenue potential present. The latter point is also reflected in how the projects we have mapped are set up. A substantial share of hydrogen projects planned are either to be part of existing production lines or to be sold to a specific vessel, rather than being a commodity sold on the open market.

Clear ambitions and conditions set by authorities, as well as demand and willingness from the private sector will be needed

Local market players point to the need for clear long-term ambitions both from Norwegian and European authorities. This is expected to reduce market uncertainties and risk for the private sector. The ambitions will however need to be followed up by concrete actions within industrial development and climate policy. In particular, emissions pricing (in relevant markets) and establishing economic support systems are relevant actions from the perspective of national and international authorities. In addition, industry players point towards a need for a large-scale willingness for transformation and investment, both in the industry itself, in adjacent industries and in end user markets. Further, a cooperative approach is key. Development of an ecosystem with a wide range of players will support cooperative endeavours in developing and scaling new projects and solutions, leading to long term growth in the Norwegian hydrogen industry.

1. Innledning og bakgrunn

1.1. Formål med studien

Menon Economics har på vegne av den norske hydrogenklynge, Arena H2 Cluster, med samarbeidspartnere utarbeidet denne næringsanalysen. Formålet med oppdraget er å etablere et kunnskapsgrunnlag som gir oversikt over nåværende status i hydrogennæringen, samt aktørenes forventninger frem mot 2030. Kunnskapsgrunnlaget tar utgangspunkt i dagens aktørbilde med et fokus på å kartlegge sysselsetting, omsetning, investeringer og vekstutsikter. Rapporten er delt inn i følgende tre hoveddeler:

- **Del 1:** Status for den norske hydrogennæringen og norske hydrogenprosjekter under utvikling
- **Del 2:** Ambisjoner og forventninger til dagens norske hydrogennæring frem mot 2030
- **Del 3:** Norske aktørers konkurransefortrinn og barrierer

1.2. Bakgrunn

Verden står overfor klimaendringer med storstilte konsekvenser. Siden førindustriell tid har verden blitt om lag én grad varmere, og temperaturøkningen er forventet å fortsette utover dette århundret. Verdens land har gjennom Parisavtalen forpliktet seg til å begrense klimaendringene til en økning på 2 grader, men helst ikke mer enn 1,5 grader. For å nå klimamålene er vi avhengig av en storstilt omstilling i verdensøkonomien, og ikke minst måtene vi bruker og produserer energi på (Klima- og miljødepartementet, 2021a).

Nye utslippsfrie verdikjeder krever overgang til alternative energibærere basert på fornybar kraft, energi-effektivisering og renseteknologier. Dette legger grunnlag for å utvikle nye grønne næringer, både innen produksjon, distribusjon og gjennom økt anvendelse av lavutslippsløsninger. Overgangen til et lavutslippssamfunn er altså ikke bare en stor utfordring, men innebærer også store næringsøkonomiske muligheter. Økonomisk litteratur peker på at det er land som evner rask strukturell omstilling, gjennom å tilrettelegge for og flytte investeringer mot nye vekstområder, som har størst sannsynlighet for å lykkes med å gjøre grønn omstilling til grønn vekst.² Bakgrunnen for dette er at tidlige tiltak gir muligheter til å utvikle og teste ny teknologi i et hjemmemarked før den globale etterspørselen tar seg opp. Dette kan gi aktører et konkurransefortrinn i utviklingen og implementeringen av nye løsninger i møte med de globale klimautfordringene.

Hydrogen og ammoniakk ligger an til å få helt sentrale roller i overgangen til et lavutslippssamfunn på bakgrunn av deres mange bruksområder. Det reflekteres også i betydelig omsetningspotensial. I Europa kan hydrogenmarkedet (salg av hydrogen) ifølge Aurora Energy Research nå en omsetning på opp mot 400 milliarder kroner i 2030 og 1 500 milliarder kroner i 2050 (Aurora Energy Research, 2020). Bloomberg (2020) vurderer det globale omsetningspotensialet til å ligge opp mot 6 000 milliarder kroner i 2050.³

De største usikkerhetsmomentene er per i dag styrken i myndighetenes klimaambisjoner, utviklingen knyttet til konkurrerende lavutslippsteknologier og den pågående energikrisen. Signalene fra EU er imidlertid tydelige: hydrogen vil bli en sentral energibærer på veien mot lavutslippssamfunnet. I REPowerEU, unionens strategi for å øke tempoet i det grønne skiftet og redusere avhengigheten av russisk gass, ble hydrogen omtalt som

² Se blant annet McMillan, Rodrik, & Sepúlveda (2013) og Aghion et al. (2016).

³ Markedsanslagene fokuserer kun på hydrogenmarkedet. Ammoniakkproduksjon står for over halvparten av dagens hydrogenforbruk. Det samlede markedet for hydrogen og ammoniakk vil derfor trolig være større. Vi har imidlertid ikke lykkes med å identifisere slike markedstall.

«ryggraden i energiomstillingen» (Europakommisjonen, 2022a). Strategien legger også til grunn en målsetning om å produsere 10 millioner tonn hydrogen i EU-land og importere ytterligere 10 millioner tonn innen 2030. REPowerEU bygger på hydrogenstrategien som EU lanserte i 2020. For å sikre tilstrekkelig produksjonskapasitet og tilhørende infrastruktur vil det være behov for enorme investeringer, som i seg selv representerer et næringspotensial for eksisterende og nye leverandørbedrifter. EU estimerer selv et investeringsbehov på 2 000-4 000 milliarder kroner (bare i Europa) frem mot 2050 i deres hydrogenstrategi fra 2020 (Europakommisjonen, 2020).

Norges fokus: Nasjonal klimaomstilling og grønn næringsutvikling

Norske myndigheter forsterket i november 2022 sine målsetninger om å redusere utslipp av klimagasser med minst 55 prosent innen 2030, sammenlignet med 1990-nivået.⁴ Fra tidligere var ambisjonen minst 50 prosent og opp mot 55 prosent innen 2030. For å redusere klimagassutslipp benytter myndighetene økonomiske virkemidler som avgifter og kvoter som priser utslipp, i tillegg til andre virkemidler som lovreguleringer og støtteordninger (Klima- og miljødepartementet, 2021b). Mot slutten av juni 2022 lanserte Regjeringen et veikart for grønt industriløft (Nærings- og fiskeridepartementet, 2022). Veikartet presenterer nye ambisjoner, virkemidler og tiltak for å nå klimamålene. Veikartet peker ut noen satsingsområder som regjeringen mener er særlig viktige. Blant disse står hydrogen sentralt, hvor regjeringen ønsker å utvikle en komplett verdikjede for produksjon, distribusjon og bruk av hydrogen produsert med ingen eller lave utslipp. Samtidig ønsker regjeringen å bidra til å utvikle det europeiske hydrogenmarkedet. Veikartet legger vekt på norske forutsetninger som legger til rette for produksjon av hydrogen med lave eller ingen utslipp, og viser samtidig til utfordringene knyttet til dagens lave grad av lav- eller nullutslippsløsninger ved dagens produksjon.

Norge la fram sin hydrogenstrategi i slutten av mai 2021 (Olje- og energidepartementet & Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Samme år ble det varslet om at det skulle komme et eget veikart for hydrogen i Norge. Dette veikartet ble lansert i starten av juni 2021, som en del av Stortingsmeldingen *Energi til arbeid* (Olje- og energidepartementet, 2021). Med veikartet ønsker norske myndigheter å legge til rette for at det i samarbeid med private aktører kan etableres knutepunkter for maritim transport, ett til to industriprosjekter med tilhørende produksjonsanlegg for hydrogen og flere pilotprosjekter for utvikling og demonstrasjon av nye og mer kostnadseffektive hydrogenløsninger. Til forskjell fra veikartet som ble publisert som en del av stortingsmeldingen i 2021 legger regjeringen i *Veikartet for industriløft* fra 2022 opp til å tilrettelegge for produksjon av hydrogen med lave eller ingen utslipp, for å dekke nasjonal etterspørsel i 2030. Dette henger sammen med nye mål om å bygge en komplett verdikjede for hydrogen.

Norske myndigheter ønsker at det skal fokuseres på videreutvikling av lavutslippsteknologi og nye lavutslippsløsninger. Samtidig er det sentralt for norske myndigheter å ha et internasjonalt konkurransedyktig næringsliv. En satsing på hydrogen har vært på dagsordenen for norske myndigheter i en periode, med utgivelse av egen hydrogenstrategi, hvor fokuset på internasjonalt samarbeid og utvikling står sterkt. Som nevnt over har dette arbeidet blitt tatt videre gjennom veikartet for grønt industriløft. Her viser myndighetene til hvordan de i best mulig grad kan bidra til å utvikle et internasjonalt marked for hydrogen i Europa. Til forskjell fra tidligere ønsker myndighetene nå å sette ut en ekstern utredning for å styrke det faglige grunnlaget for hvordan staten i best mulig grad kan bidra til å bygge opp en sammenhengende verdikjede. Statlig eierskap som virkemiddel står nå sentralt hos myndighetene. Tidligere har myndighetene gjennom Regjeringens hydrogenstrategi ytret et ønske om å bygge en norskbasert næring innen hydrogenproduksjon, og viste i strategien at tilretteleggelse for økt

⁴https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nytt-norsk-klimamal-pa-minst-55-prosent/id2944876/?utm_source=www.regjeringen.no&utm_medium=rss&utm_campaign=RSS-2581966

bruk av hydrogen i andre næringer samt eksport sto sentralt. Norske myndigheter ønsker blant annet et nordisk samarbeid, og norsk deltakelse i internasjonalt forskningssamarbeider. Samtlige av de nordiske landene har ambisiøse klimamål, og bruken av hydrogen og hydrogenbaserte løsninger har dermed potensialet til å være en sterk bidragsyter, som myndighetene har ønsket å dra nytte av. Umiddelbar nærhet til disse landene samt allerede eksisterende samarbeider, gjennom blant annet Nordisk ministerråd, åpner opp for felles løsninger og infrastruktur. I tillegg er Norge deltaker i IPCEI Hydrogen⁵, hvor formålet er å støtte prosjekter som har stor felles europeisk interesse innen hydrogen.

Norge har også et etablert tysk-norsk energisamarbeid hvor hydrogen står sentralt. Innovasjon Norge og seks aktører fra næringsklynger, forskningsmiljøer og virkemiddelaktører i de nord-tyske delstatene undertegnet en forsterket samarbeidserklæring under det tysk-norske hydrogenforumet i Hamburg juni 2022.⁶ Erklæringen fokuserer i første omgang på styrket samarbeid om produksjon og verdikjeder for hydrogen. Innunder det tysk-norske partnerskapet jobbes det med konkrete initiativ og prosjekter, knyttet blant annet til utvikling av infrastruktur for eksport, herunder rørtransport.

Dagens hydrogenproduksjon

Per i dag benyttes flere ulike energikilder for å produsere hydrogen, hvor majoriteten produseres fra fossile energikilder, da særlig naturgass. Eksempelvis produseres kun 10 prosent av Europas hydrogenforbruk med fornybare energikilder, mens resten hovedsakelig produseres ved hjelp av fossile kilder (uten fangst og lagring av karbon) (Olje- og energidepartementet & Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Dagens produksjonsmåte innebærer betydelige utslipp, og store omstillingsprosesser er nødvendig for å redusere utslippene. Den globale hydrogenetterspørselen var i 2021 på nærmere 94 millioner tonn, og IEA viser til en vekst på drøyt 50 prosent de siste 20 årene (IEA, 2021b). Så godt som all hydrogenetterspørsel stammer fra raffinerier og industrielle anvendelser, hvor raffineriene står for nærmere 40 prosent av forbruket. Resterende forbruk benyttes som råstoff til kjemikalieindustri og produksjon av stål. Denne etterspørselsfordelingen har holdt seg nærmest uendret siste 20 år. Hydrogen kan videreføres til produksjon av ammoniakk, hvor den kombineres med nitrogen fra luft gjennom Haber-Bosch prosess.

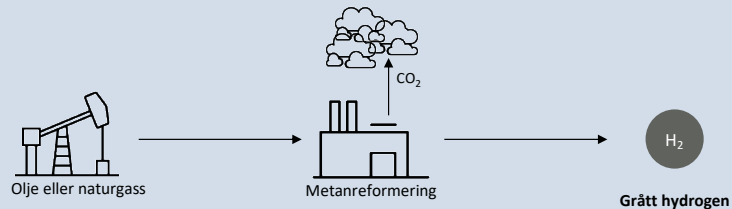
Det er produksjonsmetoden for hydrogen som bestemmer utslippintensiteten. Man skiller hovedsakelig mellom grått, blått og grønt hydrogen. Forskjellen mellom disse er utdypet i tekstboksen under. Ammoniakk er i all hovedsak en videreføring av hydrogen, hvor også nitrogen inngår. Gjennom Haber-Bosch-prosessen reagerer hydrogen (H₂) og nitrogen (N₂) under høy temperatur og høyt trykk, hvor sluttproduktet er ammoniakk (NH₃).

⁵ IPCEI er en engelsk forkortelse for viktige prosjekter med stor felles europeisk interesse.

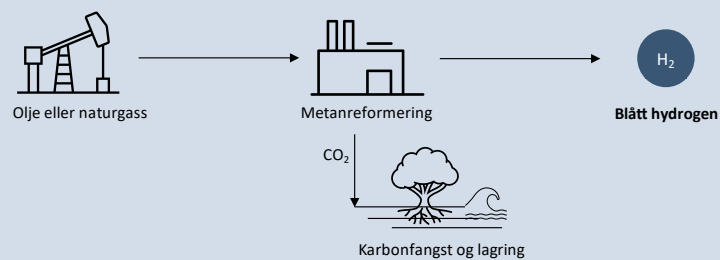
⁶ <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/styrket-hydrogensamarbeid-med-nord-tyskland/id2918423/>

Boks 1-1: Beskrivelse av ulike typer hydrogen

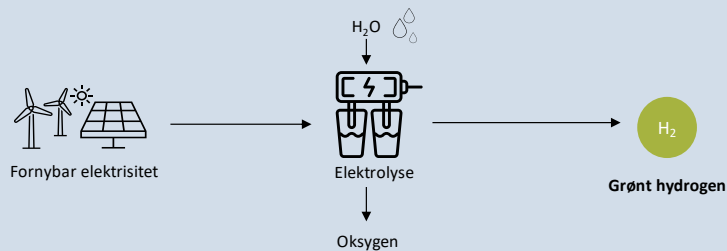
Grått hydrogen: Hydrogen produsert fra kull, olje eller naturgass kalles grått hydrogen. Grått hydrogen utgjør nærmest all produksjon av hydrogen i dag. Grått hydrogen produseres ved dampreforming av naturgass og er derfor ikke fornybar. Her blir metanet i naturgassen blandet med vanddamp som holder høy temperatur. Gjennom en katalytisk reaksjon gir reaksjonen fra seg hydrogen og karbondioksid. Karbondioksidet slippes så ut i atmosfæren, og hydrogenet lagres i tanker under svært høyt trykk.



Blått hydrogen: Dersom karbondioksidet man ellers ville sluppet ut gjennom metanreforming (dampreforming) fanges og lagres, kalles det ferdigproduserte hydrogenet for blått. Teknologi for å fange og lagre karbondioksid er utviklet og tilgjengelig, men det er behov for å øke effektiviteten av systemene.



Grønt hydrogen: Ved produksjon av grønt hydrogen splittes vann til hydrogen og oksygen ved hjelp av elektrolyse. For at hydrogenet skal kalles grønt må elektrisiteten stamme fra fornybare energikilder, som vann-, vind- og solkraft.



1.3. Informasjonskilder og metodisk tilnærming

Analysene som presenteres i denne rapporten baserer seg på et bredt informasjonsgrunnlag, fra flere ulike kilder. Disse er beskrevet under.

- **Regnskapsdata:** Menons regnskapsdatabase inneholder regnskapsinformasjon for alle foretak i Norge med plikt til å levere regnskap til Brønnøysundregistrene. Databasen har blitt utviklet over flere år og inneholder data tilbake til 1990-tallet.
- **Spørreundersøkelse.** Det ble i forbindelse med denne studien gjennomført en spørreundersøkelse til norske aktører som er rettet inn mot markedet for hydrogen og ammoniakk. I spørreundersøkelsen ble aktørene blant annet spurt om konkurransefortrinn og barrierer, markeds- og kostnadsdrivere, samt nøkkeltall knyttet hydrogenspesifikk aktivitet i egen virksomhet, og forventninger frem mot 2030. Om lag 56 aktører besvarte denne. Vi har videre identifisert 120 bedrifter knyttet til dagens næringspopulasjon. Dette utgjør en responsrate på 47 prosent.
- **Intervjuer.** I studien er det også blitt gjennomført supplerende intervjuer for å innhente informasjon om bedrifters aktivitet innen næringen, samt i forbindelse med enkelte av case-studiene. I tillegg bygger vi på relevant informasjon fra intervjuer som Menon har gjennomført i forbindelse med relaterte studier. I løpet av de siste månedene har Menon gjennomført om lag 40 intervjuer med bedrifter og øvrige aktører i hydrogennæringen.
- **Litteratur.** Det er utarbeidet en rekke studier og utredninger som tar for seg hydrogenmarkedet generelt og markedet for fornybart hydrogen spesielt. Disse rapportene utgjør en sentral del av kunnskapsgrunnlaget, og inngår i analysene gjennomført i denne studien. Dette inkluderer internasjonale studier gjennomført av blant annet IEA, Bloomberg, og Aurora Research samt DNV. I tillegg er flere strategiplaner gjennomgått, hvor vi både har sett på internasjonalt og nasjonalt nivå. Menons tidligere arbeid innenfor temaet utgjør også en viktig del av kunnskapsgrunnlaget.⁷
- **Offentlig tilgjengelig informasjon** om hydrogen- og ammoniakkprosjekter som utvikles i Norge.

Metodisk tilnærming

Formålet med denne studien er å estimere størrelsen på dagens hydrogennæring, samt fremtidsutsiktene til denne næringen. Våre estimater av næringens omsetningsstørrelse og antall sysselsatte er basert på en rekke metodiske tilnærminger. Estimaten tar utgangspunkt i innhentet informasjon om omsetning og sysselsetting gjennom spørreundersøkelse, intervjuer og tilgjengelig regnskapsdata. I tillegg benytter vi offentlig tilgjengelig informasjon om pågående prosjekter og data på kostnader knyttet til dagens hydrogenproduksjon. Dataene er så sammenstilt og ekstrapolert ut ifra innhentet informasjon om foretakenes aktivitet som kan knyttes til hydrogenrelaterte formål.

⁷ Se for eksempel Menon Economics (*Menon Economics, 2022a; 2022b; 2022c; 2020a*), i tillegg til et pågående arbeid for Nordisk ministerråd om et nordisk veikart for nullutslippsløsninger i maritim sektor.

2. Status for den norske hydrogennæringen

Den norske hydrogennæringen består av utstys- og teknologileverandører, tjenesteleverandører, produsenter av hydrogen og ammoniakk, samt distribusjonsaktører. Aktører som leverer utstyr og tjenester utgjør den største andelen av hydrogennæringen i dag, målt i antall bedrifter, tett fulgt av produsenter. Estimerer peker på at hydrogennæringen omsatte totalt for 1,47 milliarder kroner i 2021. En større andel av dette, nærmere 70 prosent, var eksport eller omsetning i utenlandske datterselskap. Videre sysselsatte næringen 830 årsverk i 2021. Den totale omsetningen er i hovedsak drevet av enkelte utstys- og teknologileverandører som har etablert seg som leverandører til et globalt marked. Resten av hydrogennæringen kjennetegnes av et større antall bedrifter som er i oppstarten av en satsing, hvor de kun har noen få årsverk som jobber opp mot hydrogen og tilnærmet ingen omsetning. Dette illustreres blant annet ved at en stor del av dagens aktivitet er knyttet opp mot utvikling av nye hydrogen- og ammoniakkprosjekter. Vår kartlegging viser at det er 59 hydrogen- og ammoniakkprosjekter under utvikling i Norge, rettet mot produksjon av hydrogen/ammoniakk eller produksjon av utstyr. Samlet peker dette på at til tross for at hydrogennæringen er relativt liten i dag, er den svært ambisiøs. Våre analyser viser et årlig omsetningspotensial tilsvarende 45 milliarder kroner innen produksjon alene, om man legger til grunn at alle prosjekter som nå er under utvikling i Norge realiseres.

For å kunne si noe om størrelsen av dagens hydrogennæring i Norge redegjør vi i dette kapitlet for hvordan næringen i dag er utformet, hvilke aktører som inngår og hva slags karakteristikk disse besitter. Videre presenteres en kartlegging av hydrogen- og ammoniakkprosjekter under utvikling i Norge. Disse legger grunnlaget for aktiviteten i næringen, og muliggjør analyser av omsetning og sysselsetting, både i dag og fremover i tid. Til slutt presenteres næringens eksportomfang og omsetning i utenlandske datterselskaper.⁸

2.1. Kort om den norske hydrogennæringen

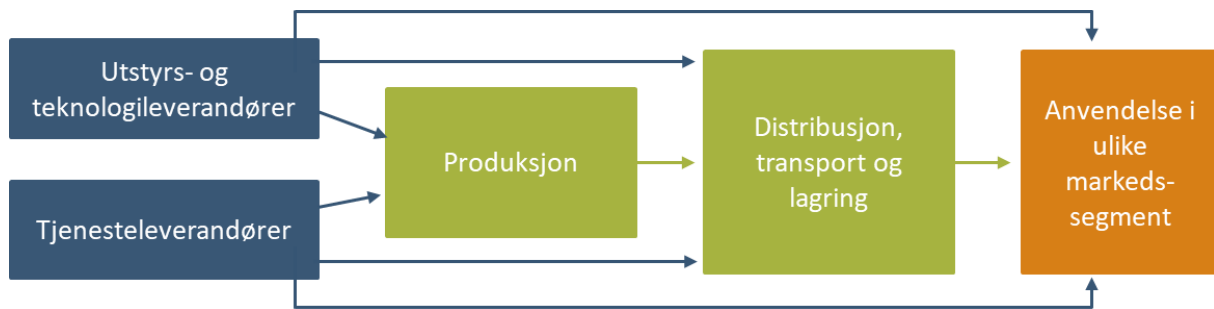
I analysene som presenteres i denne rapporten har vi tatt utgangspunkt i et verdikjedeperspektiv. En verdikjede er et sett bedrifter (og kunnskapsleverandører) som er vertikalt sammenkoblet, det vil si at de inngår i kundeleverandørrelasjon. Verdikjeder står sentralt i faglitteraturen knyttet til eksportrettet næringsutvikling og er viktig for å bygge økonomiske økosystem med internasjonal konkurransekraft. I norsk sammenheng finner man eksempler på dette både innen maritim næring og olje- og gassindustrien. Verdikjeden til den norske hydrogennæringen kan defineres ut fra fire ledd, samt sluttbrukermarkedet hvor hydrogenet anvendes (markedssegment). Dette er illustrert i figuren under, og nærmere utdypet i den påfølgende tekstboksen.

- **Ustys- og teknologileverandører** består av aktører som utvikler og leverer utstyr, komponenter og teknologier til både produksjon, distribusjon og bruk av hydrogen.
- **Tjenesteleverandørene** består av foretak som leverer tekniske, forskningsbaserte, finansielle/økonomiske og/eller juridiske tjenester til alle aktører i den hydrogenrelaterte verdikjeden.
- **Hydrogen- og ammoniakkprodusenter** består av aktører som produserer hydrogen eller ammoniakk, enten til eget bruk i industri eller som ferdigvare for anvendelse i andre markeder.⁹
- Distribusjon utgjør **distribusjonsaktører**, som til slutt leverer hydrogen til ulike markedssegment(er).

⁸ Estimaten som presenteres i dette kapitlet er sammenlignet med estimatene som Multiconsult har kartlagt i forbindelse med studien de utarbeider om den norskbaserte fornybarnæringen denne høsten for en overordnet kalibrering.

⁹ Videreføring av hydrogen til ammoniakk er en sentral del av enkelte aktørers aktivitet, og vil derfor bli belyst i denne rapporten.

Figur 2-1: Illustrasjon av verdikjeden til den norske hydrogennæringen. Kilde: Menon Economics



Boks 2-1: Ytterligere beskrivelse av de ulike leddene i hydrogenverdikjeden

Utstyr- og teknologileverandører er produsenter av teknologi og utstyr som er nødvendig for å muliggjøre produksjon og distribusjon av hydrogen. Disse aktørene utvikler og produserer utstyr som rørsystemer, elektrolyser, teknologier knyttet til CCS og andre komponenter som muliggjør produksjon og bruk av alle typer (grått, blått, grønt) hydrogen. Utstyr- og teknologileverandørene leverer samtidig nødvendige løsninger til samtlige ledd i verdikjeden, og har derfor omfattende tilstedeværelse i verdikjeden. På den måten sikrer utstyr- og teknologileverandørene løsninger som er viktige for å muliggjøre både produksjon, distribusjon og anvendelse av hydrogen.

Tjenesteleverandører består typisk av rådgivnings- og forskningsaktører som leverer tjenestebaserte løsninger. Dette er typisk juridiske, økonomiske/finansielle, tekniske og forskningsbaserte tjenester. Som utstyr- og teknologileverandørene leverer rådgivnings- og forskningsaktørene sine tjenester til alle ledd i verdikjeden.

Produksjonsaktører er aktører som produserer hydrogen. Her inngår produsenter av alle hydrogentyper. Ettersom store deler av dagens hydrogenproduksjon brukes som innsatsfaktor i andre industriprosesser, inngår industriaktører som produserer eller planlegger å produsere hydrogen til eget bruk her.

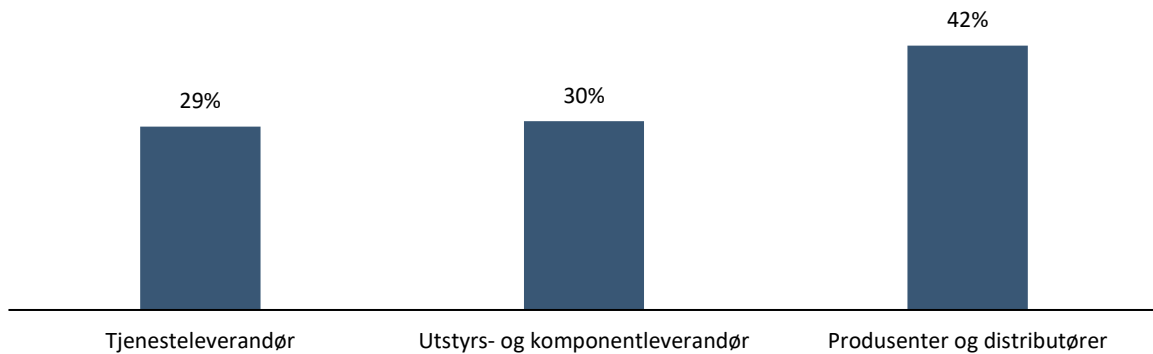
Distribusjonsaktører er aktører som distribuerer hydrogen til sluttbrukermarkedet. I enkelte tilfeller er det hydrogenprodusentene selv som distribuerer hydrogenet til sluttbrukeren. Hydrogen kan transporteres med trailere, via rørledninger eller med LNG-skip. Transportmetode avhenger hovedsakelig av distanse mellom produsent og sluttbruker, og ved kortere distanser er gjerne rørledninger å foretrekke. I så tilfelle vil aktørene som betjener rørsystemet inngå her.

Markedssegment består av sluttbrukerne av hydrogen, og utgjør et stadig bredere landskap av aktører innenfor blant annet maritim sektor, kraftsystem, industri og landtransport. Disse omtales ytterligere i egen tekstboks.

Hydrogennæringen er en bredt sammensatt næring, og det er overlapp mellom leddene i verdikjeden. Eksempelvis oppgir over 40 prosent av respondentene i spørreundersøkelsen at de har aktivitet inn mot to eller flere deler av verdikjeden. Det er spesielt aktører som definerer sin hovedaktivitet enten innen utstyr- og komponentleveranser eller innen produksjon, som oppgir å ha aktivitet også i andre ledd i verdikjeden. I resten av analysen har vi kategorisert hydrogenaktørene etter deres hovedaktivitet.

Per i dag har vi identifisert 120 selskaper knyttet til den norske hydrogenneringen. I overkant av 40 prosent av disse har definert produksjon og/eller distribusjon som sin hovedaktivitet.¹⁰ Deretter følger utstys- og komponentleverandører, samt tjenesteleverandører med en andel på rundt 30 prosent. I tillegg har vi identifisert enkelte industriforetak som jobber med å utvikle egne industriprosesser, på bakgrunn av at de selv skal ta i bruk grønt/blått hydrogen på bekostning av fossile energibærere. Disse er ikke inkludert i analysen.

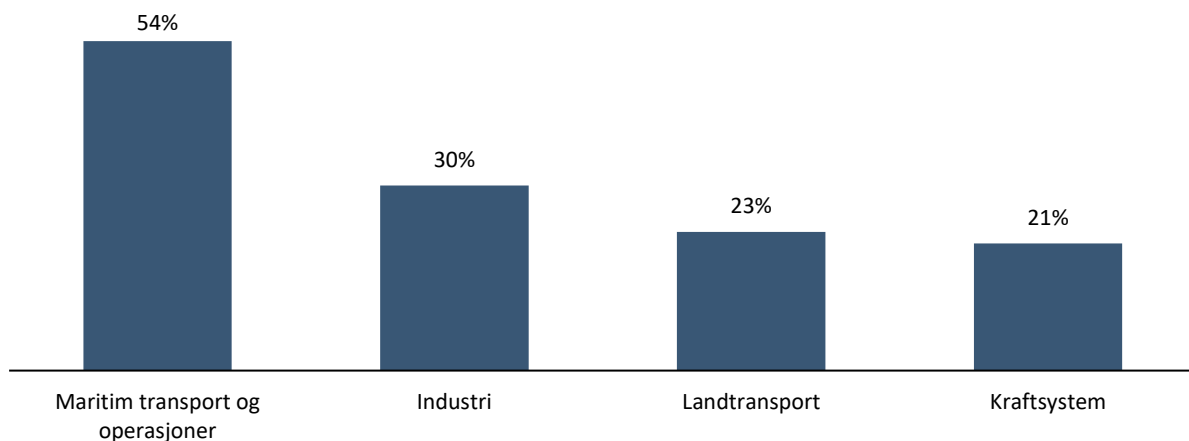
Figur 2-2: Fordeling av aktører i verdikjeden, etter hvilke ledd i verdikjeden aktørene har sin hovedaktivitet. Kilde: Menon Economics



Hydrogennæringens markedessegment

Hydrogenets potensial som energibærer i overgangen til nullutslippssamfunnet gir næringen et bredt nedslagsfelt med hensyn til sluttbrukermarked. Som illustrert i figuren viser våre analyser at om lag 70 prosent av bedriftene i hydrogenneringen, per i dag, har aktivitet rettet inn mot maritim transport og operasjoner. Maritim transport og operasjoner dominerer på tvers av alle verdikjedesegmentene, etterfulgt av kraftintensiv industri og landtransport. Om lag 25 prosent av bedriftene oppgir å jobbe inn mot økt anvendelse i kraftsystemet. Våre funn reflekterer i all hovedsak sammensetningen i hjemmemarkedet i Norge, hvor maritim sektor står i en særstilling.

Figur 2-3: Andel av respondentene som har aktivitet inn mot de fire anvendelsesmarkedene. N=54 Kilde: Menon Economics



¹⁰ Vi gjør leseren oppmerksom på at verdikjedeleddene produksjon og distribusjon er i denne analysen slått sammen, ettersom det er betydelig overlapp mellom aktører i disse to leddene, og dermed har det vært vanskelig å skille. Dette skyldes at de fleste som jobber med distribusjon også skal etablere produksjonsenheter lokalt.

Boks 2-2: Utdypende informasjon om fire markeder for anvendelse

Maritim inkluderer gods- og persontransport, samt **maritime operasjoner**. Maritim godstransport er per i dag den mest energieffektive transportformen, og står for omtrent 90 prosent av den totale godstransporten globalt. For den norske maritime næringen er særlig maritime operasjoner knyttet til offshore installasjoner og havbruk viktig. Den globale shippingbransjen utgjør omkring 3 prosent av alle klimagassutslipp globalt, og betydelige utslippsreduksjoner er nødvendig for å nå de ambisiøse klimamålene i 2030 og 2050 (GEFCO, 2022). En overgang til fornybare drivstoffløsninger vil være nødvendig for å redusere utslippene. Her kan hydrogen spille en viktig rolle for flere skipstyper og skipsoperasjoner.

Landtransport utgjør en av næringene med stort potensial for hydrogenbaserte løsninger, hvor behovet for utslippsreduksjoner er betydelig. Næring for landtransport inkluderer vei- og jernbanebaserte transportmetoder, hvor den veibaserte delen av næringen inkluderer lastebiler, busser, drosjer og turbusser. Jernbanebasert transport inkluderer både gods- og mennesketransport. Ettersom transportsektoren bidrar til betydelige utslipp (SSB & Miljødirektoratet, 2020), har NTP satt ambisiøse utslipps- og teknologimål om halvering av utslippene i transportsektoren innen 2030, som viser til et stort skifte i næringen. Til tross for kraftig utrulling av elbiler er målet om nullutslipp i landbasert transport fortsatt i startfasen. Sektoren har ikke gode nok løsninger eller virkemidler for å sette fart på omstillingen til nullutslippssamfunn (NHO, 2021). Fornybar drivstoff – som hydrogen – har potensial til å bidra positivt inn mot nullutslippsmålene, og er derfor et sentralt marked for hydrogen.

Kraftintensiv industri kjennetegnes hovedsakelig ved høyt energiforbruk (målt i kWh) *relativt* til den aktiviteten som gjennomføres (SSB, 2010). Ettersom energiforbruket i slik industri er høyt, har hydrogen potensialet til å erstatte bruken av fossil energi i produksjonsprosessen. I tillegg kan utslipp fra industriprosesser som i dag benytter grått hydrogen reduseres ved å benytte produsert hydrogen. Stadig flere norske bedrifter planlegger bruk av hydrogen produsert med ingen eller lave utslipp, for å imøtekomme stadig hardere konkurranse og utslippsmål (Norsk Hydrogenforum, u.d.).

I tillegg til ovennevnte markeder kan hydrogen benyttes i **kraftsystemet**, i situasjoner hvor direkte elektrifisering ikke er tilstrekkelig. Langtidslagring av hydrogen spiller derfor tilsvarende rolle som vann i magasiner. THEMA (2019) har i en rapport sett på betydningen av hydrogen i et fremtidig energisystem i Europa, og viser at med mye vind- og solkraftproduksjon kan hydrogen produseres kostnadseffektivt. Dette har potensialet til å øke fleksibiliteten, og reduserer behovet for flere vind- og solkraftanlegg.

2.2. Hydrogen- og ammoniakkprosjekter i Norge

Hydrogennæringen er en relativt umoden næring, hvor en stor del av dagens aktiviteter er knyttet til utvikling av nye prosjekter. Det er derfor relevant å undersøke hvilke hydrogen- og ammoniakkprosjekter som er under utvikling. Vår kartlegging viser at det høsten 2022 er 59 hydrogen- og ammoniakkprosjekter under utvikling i Norge. Dette er prosjekter hvor aktører i verdikjeden investerer i følgende:¹¹

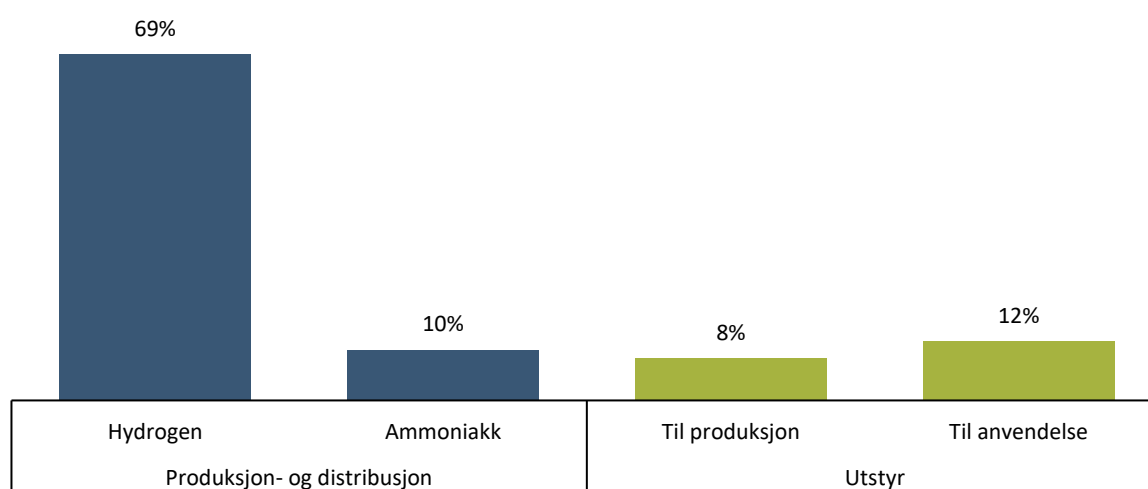
- *Produksjon- og distribusjon*: Etablering av produksjonsenhet/fabrikk for hydrogen og/eller ammoniakk, samt distribusjonsanlegg. Store knutepunktprosjekter omfatter ofte begge disse verdikjedefelementene.

¹¹ Vi gjør leseren oppmerksom på at listen trolig ikke er komplett, og inkluderer i hovedsak de større prosjektene i Norge. Informasjonen er i hovedsak innhentet fra offentlig tilgjengelige kilder og intervjuer.

- *Utstyr*: Etablering av produksjonsenhet/fabrikk for utstyr til å produsere hydrogen/ammoniakk, eller utstyr til å ta hydrogenet/ammoniakken i bruk.

Kartleggingen viser at en majoritet av prosjektene som er under utvikling (79 prosent) er rettet inn mot produksjon av hydrogen og/eller ammoniakk. Dette er spesielt hydrogenproduksjon. Flere av disse prosjektene er prosjekter hvor man både planlegger å etablere produksjon av hydrogen samt legge til rette for eksempelvis bunkring og distribusjon. Vi finner færre prosjekter hvor man planlegger for å etablere enten nye utstyrsfabrikker, eller utvider produksjonskapasiteten på eksisterende fabrikker. Det er imidlertid viktig å påpeke at det foreligger planer for enkeltprosjekter av betydelig størrelse innen dette verdikjedesegmentet. Fordelingen mellom de to ulike prosjekttypene i undergrupper er vist i grafen under.

Figur 2-4: Hydrogen- og ammoniakkprosjekter, fordelt på underkategorier¹²



Vi har også i denne studien kartlagt prosjekter knyttet til anvendelse av hydrogen/ammoniakk. Dette er prosjekter hvor investeringer gjøres utenfor verdikjeden til hydrogen (hos sluttbruker). Dette inkluderer eksempelvis prosjekter for å utvikle og bygge fartøy som skal gå på hydrogen/ammoniakk, samt bruk av hydrogen og/eller ammoniakk produsert med ingen eller lave utslipp i industri, med andre ord prosjekter hvor industribedrifter bygger om/legger til rette for bruk i egen produksjonslinje. Vi har identifisert minst 32 slike prosjekter, som er spesielt drevet av maritime fartøy som utvikles/planlegges utviklet. Trolig er antallet betydelig høyere. Disse prosjektene legger til rette for omsetningsvekst gjennom økt etterspørsel av hydrogen og ammoniakk, og viser til aktivitetsnivået i sluttbrukermarkeder. I tillegg er enkelte aktører fra hydrogenverdikjeden involvert i disse prosjektene, ved eksempelvis å levere brenselceller eller annen hydrogenrelatert teknologi.

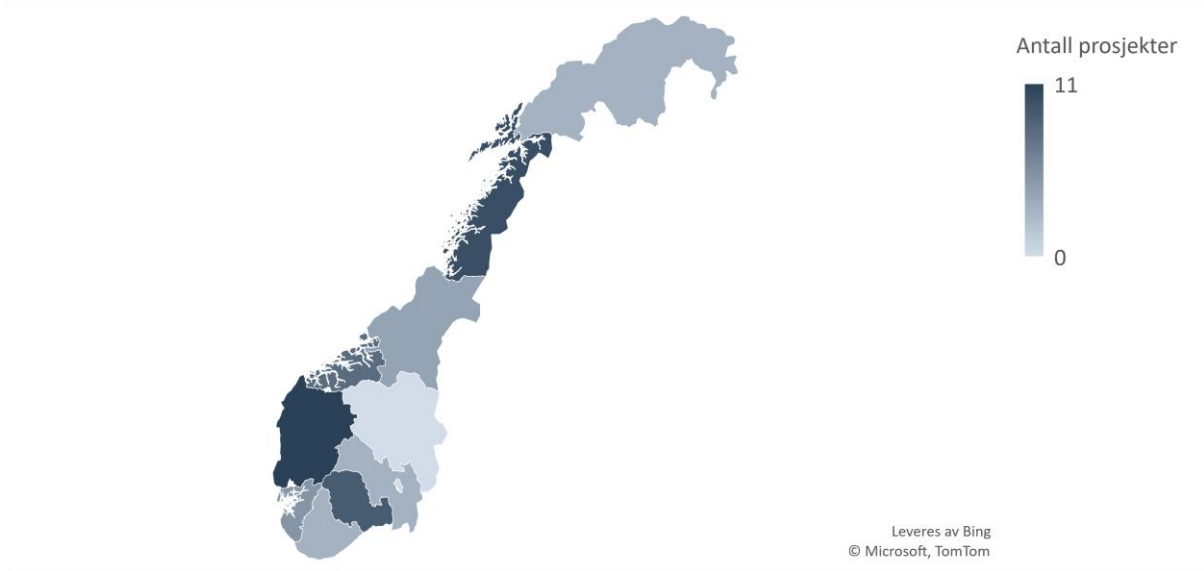
Geografisk fordeling av prosjekter

Figuren under illustrerer den geografiske fordelingen av prosjektene som er identifisert. Vestland og Nordland er fylkene hvor flest prosjekter er under utvikling, tett fulgt av Vestfold og Telemark, og Møre og Romsdal. I Nordland er det spesielt mange prosjekter knyttet til produksjon av hydrogen som planlegges. Eksempelvis har vi identifisert fem prosjekter rundt Bodø som planlegges blant annet for å levere hydrogen til Vestfjord-

¹² Flere av de større produksjonsprosjektene inkluderer også distribusjonsleddet, som bunkring og etablering av infrastruktur. I denne kartleggingen er de definert som produksjon.

sambandet. For Vestland har vi identifisert investeringsprosjekter knyttet til både produksjon av hydrogen og produksjon av utstyr. Dette gjelder også for Vestfold og Telemark, samt Møre og Romsdal.

Figur 2-5: Hydrogen- og ammoniakkprosjekter, fordelt på fylker



Produksjonskapasitet under utvikling

Det er som nevnt identifisert et betydelig antall prosjekter hvor formålet er å etablere fabrikker/ produksjonsanlegg for enten hydrogen eller ammoniakk. Hydrogenproduksjon dominerer blant disse (40 prosjekter). For hydrogen-produksjonsprosjektene som har informert om produksjonskapasitet (31 prosjekter)¹³ har vi identifisert et potensielt produksjonsvolum på om lag 3 300 tonn per dag, noe som tilsvarer en årlig produksjon på nærmere 1,2 millioner tonn.¹⁴ Vi har videre identifisert seks ammoniakk-produksjonsprosjekter, som samlet vil ha en produksjon på rundt 5 200 tonn ammoniakk per dag, eller 1,8 millioner tonn per år. Vår kartlegging viser at et flertall av disse prosjektene forventer å være operative i løpet av perioden 2024-2028. Total markedsverdi for disse prosjektene ligger mellom 30 og 60 milliarder kroner per år, avhengig av prisutviklingen.¹⁵ Disse anslagene baserer seg på at alle kartlagte prosjekter med informasjon om produksjonskapasitet blir realisert. Imidlertid er det viktig å påpeke at det vil være konkurranse mellom enkeltprosjekter som eksempelvis planlegger å etablere seg samme sted og forsyne samme marked, som vil kunne føre til at alle planlagte prosjekter ikke blir realisert. I tillegg kan elementer som dagens høye kraft- og gasspriser og usikkerhet rundt fremtidig utvikling føre til forsinkelser eller medføre at prosjekter ikke blir realisert.

Et flertall av hydrogenproduksjons-prosjektene som er kartlagt er som nevnt lokalisert i Nordland og Vestland. Bildet endrer seg imidlertid om man ser på forventet produksjonskapasitet og ikke antall prosjekter. Bakgrunnen for dette er at det er stor variasjon i produksjonskapasiteten til prosjektene, og at det er identifisert enkeltprosjekter av betydelig skala. I figuren under ser vi at Vestland og Møre og Romsdal er de fylkene hvor man har planer om størst produksjonskapasitet. I Møre og Romsdal finner vi Aukra Hydrogen Hub, hvor man planlegger

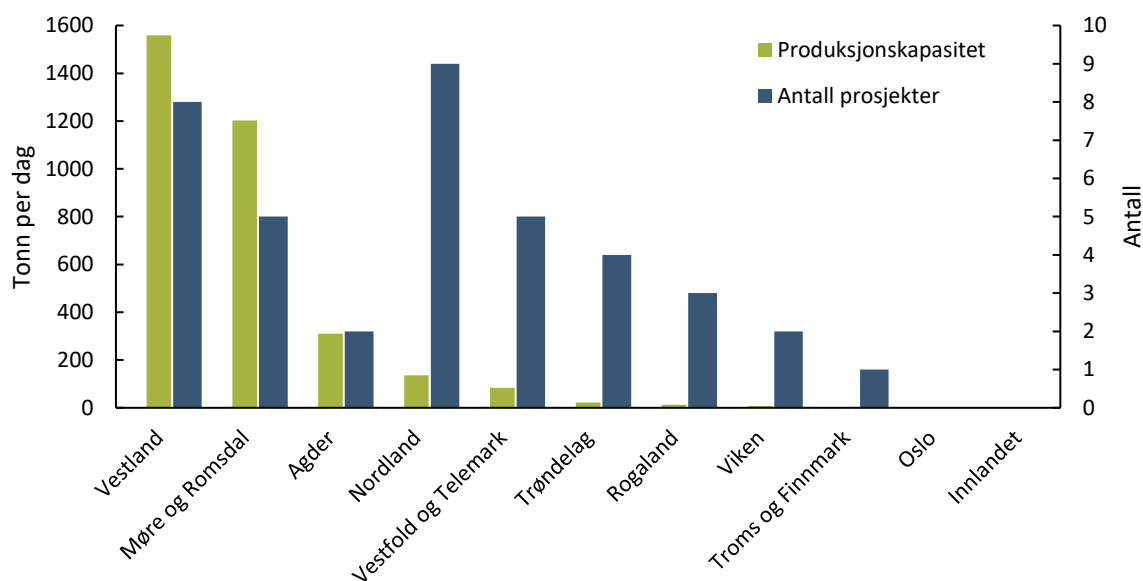
¹³ Prosjektene hvor vi ikke har lyktes med å identifisere produksjonskapasitet ventes å være mer begrenset i skala.

¹⁴ Gitt en produksjon på 350 dager i året, basert på tilbakemelding fra aktører i bransjen. Prosjekter som vil basere seg på «overskuddsstrøm» vil ha lavere brukstid.

¹⁵ Estimert basert på forventet årlig produksjon og et utfallsrom for fremtidige priser basert på Bloomberg og Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

for en produksjon tilsvarende 1 200 tonn per dag. For Vestland er det Equinors planer om å produsere blått hydrogen på et av selskapets prosessanlegg som slår ut. Equinor planlegger for en produksjon på 0,5 millioner tonn per år innen 2030 (om lag 1 400 tonn per dag).¹⁶ De har imidlertid ikke bestemt hvilket prosessanlegg de vil satse på. Slik vi forstår det står det mellom Kårstø, Mongstad eller Kollsnes. Siden to av tre alternative lokasjoner ligger i Vestland fylke har vi i denne kartleggingen valgt å legge produksjonskapasiteten der. Nordland, som har mange planlagte prosjekter, ligger betydelig lavere når vi tar utgangspunkt i produksjonskapasitet. Dette er fordi prosjektene som planlegges i Nordland forventes å være av mindre skala, med en produksjon på mellom 5 og 40 tonn per dag. Det samme gjelder til dels Vestfold og Telemark.

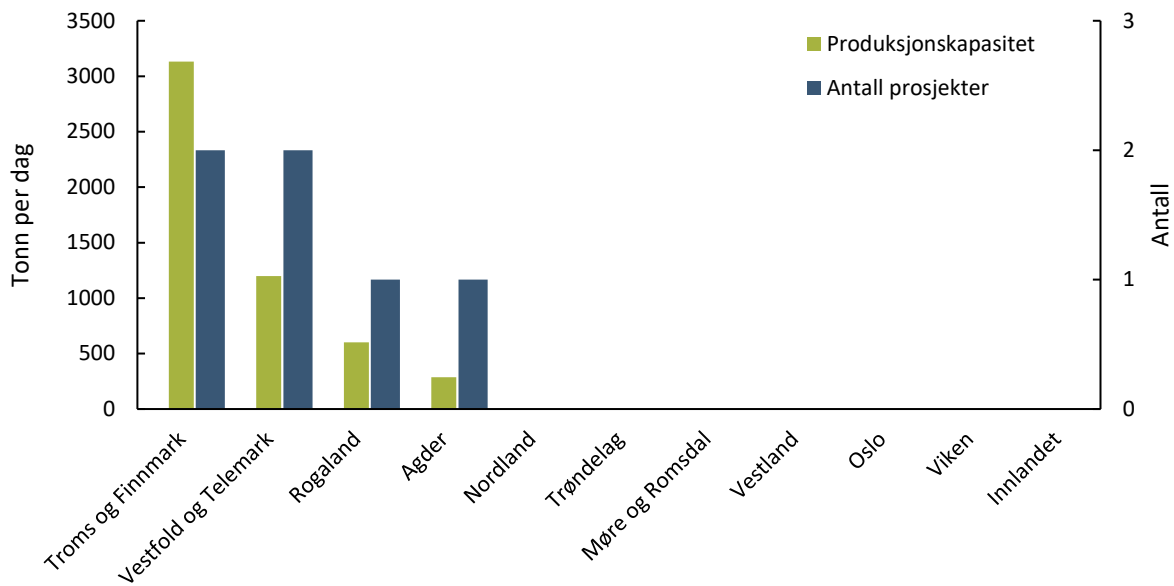
Figur 2-6: Antall hydrogen-produksjonsprosjekter og deres produksjonskapasitet, fordelt på fylker



Med hensyn til ammoniakkproduksjon har vi identifisert fem prosjekter knyttet til grønn ammoniakk, mens ett har som målsetning å produsere blå ammoniakk. Imidlertid er sistnevnte av betydelig størrelse og står for om lag halvparten av produksjonen vi har identifisert. I figuren under illustreres fordelingen på fylkesnivå. Troms og Finnmark er fylket hvor det samlet planlegges for størst produksjonskapasitet av ammoniakk. Her finner vi Blue Barents som planlegger for en produksjon på over 2 800 tonn blå ammoniakk. I Troms og Finnmark er også prosjektet Green Ammonia Berlevåg lokalisert, som planlegger å ta i bruk innestengt vindkraft fra land. I Vestfold og Telemark er Yara i gang med å utvikle to prosjekter, HEGRA og SKREI. I Rogaland planlegger Iverson eFuels for en betydelig produksjonskapasitet i Sauda, mens North Ammonia planlegger et anlegg i Arendal (Agder).

¹⁶ Produksjonen forventes senere å bli oppskalert til 2,5 millioner tonn per år.

Figur 2-7: Antall ammoniakk-produksjonsprosjekter og deres produksjonskapasitet, fordelt på fylker



Det er viktig å påpeke at vi også har identifisert flere norske aktører som forventer å investere i produksjonsfasiliteter utenfor Norge. Denne typen investeringer vil bidra til betydelig verdiskaping, selv om sysselsettingseffektene her hjemme er mer begrenset. For mange av disse prosjektene vil norske aktører investere sammen med internasjonale aktører. Produksjonskapasitet og «norskandelene» for denne porteføljen har vi ikke lyktes med å identifisere i årets analyse. Investeringsomfanget fanges imidlertid opp i estimatene som presenteres i kapittel 3.

Prosjektene som inngår i porteføljen presentert i dette kapittelet kan også kategoriseres langs en rekke andre dimensjoner knyttet til teknologimodenhet, i hvilken fase prosjektet er og om investeringsbeslutning er tatt. På bakgrunn av begrensning i omfang er dette ikke inkludert i årets utgave av rapporten. Dette er imidlertid relevant informasjon som man bør etterstrebe å kartlegge i kommende utgaver.

Case om Barents Blue

Barents Blue skal bli et fullautomatisert produksjonsanlegg for blå ammoniakk i Finnmark med mål om å produsere over 1 million tonn blå ammoniakk per år fra 2025. Hvis prosjektet lykkes, vil det være Europas første storskalaproduksjonsanlegg for blå ammoniakk. Barents Blue er flaggskip-prosjektet til Horisont Energi og gjennomføres i samarbeid med Equinor og Vår Energi.

I produksjonsanlegget blir naturgass i første omgang omdannet til hydrogen. Gasset som reformeres gjennom Auto-thermal reforming (ATR) til ammoniakk kommer fra Melkøya LNG-anlegget. Et karbonfangstanlegg fanger CO₂ som slippes ut i prosessen. Det blå hydrogenet kan så sammen med nitrogen brukes som input i Haber-Bosch-prosessen for å produsere blå ammoniakk. Karbondioksidet skal så lagres permanent i Polaris-reservoaret under havbunnen i Barentshavet. Det blir dermed den andre kommersielle karbonlagringsfasiliteten i norsk sokkel.

Barents Blue fikk tildelt 482 millioner kroner i støtte fra Enova i 2021. Videre har Horisont Energi og Port of Rotterdam signert en intensjonsavtale for bygging av en transportkorridor for blå ammoniakk mellom Norge og Rotterdam. Barents Blue har per i dag de tekniske studiene på plass for konseptfasen. I tillegg har Horisont Energi fått politisk godkjenning fra kommunen for å bruke området på Markoppneset i Hammerfest og planprosessen for Markoppneset har vært på høring. For tiden blir flere studier utført som senere kan brukes for en investeringsbeslutning. Det er forventet at investeringsbeslutningen skal tas i slutten av 2022.

Testfasiliteter for hydrogen og ammoniakk i Norge

For å utvikle ledende løsninger og skape nye konkurransefortrinn i umodne markedssegment er man avhengig av testfasiliteter av tilstrekkelig skala og kvalitet. Testfasiliteter bidrar til å øke den teknologiske kompetansen i verdikjeden samt kommersiell modning. Testfasiliteter er med andre ord viktig for å både bygge konkurransekraft i en norskbasert verdikjede knyttet til hydrogen, men også i sektorene som skal ta løsningene i bruk.

Høsten 2022 har Menon Economics i et eget prosjekt kartlagt hva som finnes av eksisterende og planlagt testinfrastruktur for hydrogen og ammoniakk i Norge (Menon Economics, 2022a). Kartleggingen viser at selv om det eksisterer flere testfasiliteter for hydrogen og ammoniakk i Norge, er dette i hovedsak fasiliteter som er rettet mot komponent- og materialtesting og da i mindre skala. Dette kalles ofte for forskningsinfrastruktur. Det er med andre ord begrenset testkapasitet i dag. I figuren under presenteres en overordnet oversikt over testinfrastrukturen som ble kartlagt i prosjektet, fordelt på ulike deler av verdikjeden og hvorvidt den er allment tilgjengelig eller ikke.¹⁷

¹⁷ I kartleggingen benyttes begrepene allment tilgjengelig og ikke allment tilgjengelig. Infrastruktur som er allment tilgjengelig kan benyttes av andre aktører enn dem som eier testfasilitetene.

Figur 2-8: Oversikt over eksisterende og planlagt testinfrastruktur innen hydrogen og ammoniakk i Norge. Kilde: Menon Economics, 2022a

	Til produksjon	Til distribusjon, transport og lagring	Til anvendelse	Ukjent
FoU-aktører	Allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • HYNOR (metanreformering) • HYNOR (vannelektrolyse) • SINTEF 	Allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • SINTEF (Anvendt Geoscience lab) 	Allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • HYNOR (brenselcelle) • Corvus/HVL* • SINTEF (hybridlab. og brenselcelle) 	Allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • Clara Venture Labs • NORCE
Teknologi- og utstyrsleverandører	Allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • Energy House (Sustainable Energy) • Seidr Energipark* Ikke allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • H2 Production* • HydrogenPro • Hardanger Hydrogen Hub* • Deep Purple* 	Allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • Energy House (Sustainable Energy) • Seidr Energipark* Ikke allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • Hardanger Hydrogen Hub* • Deep Purple* 	Allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • Energy House (Sustainable Energy) • SEAM • Mo Industripark • Seidr Energipark* Ikke allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • PSW Power & Automation 	Ikke allment tilgjengelig: <ul style="list-style-type: none"> • K-lab og P-lab (Equinor)**

* Testfasiliteter som per september 2022 ikke er i drift, men er enten under utbygging eller planlagt er markert med stjerne. ** P-lab og K-lab har per dags dato ikke testfasiliteter for hydrogen, men det planlegges/er åpnet for å gjennomføre tester av nye grønne teknologier.

Selv om det foreligger flere planer for utvikling av testfasiliteter, vurderte studien at det både er et behov for flere testfasiliteter (antall) og testfasiliteter av større skala. Dette gjelder spesielt for utstyrs- og teknologi-leverandører, som utvikler løsninger som brukes i produksjon av hydrogen og ammoniakk, til distribusjon, transport og lagring, samt til maritim og industriell anvendelse av hydrogen og ammoniakk. For å tette gapet mellom tilbud og etterspørsel av testfasiliteter er det nødvendig å etablere nye testfasiliteter, øke kapasiteten på eksisterende testfasiliteter og gjøre eksisterende testfasiliteter allment tilgjengelig.

Den største barrieren som ble identifisert for å etablere og tilgjengeliggjøre testfasiliteter var knyttet til at det er kapitalintensivt å etablere testinfrastruktur, herunder selve investeringen i fasilitetene, infrastrukturen rundt og driften av anlegget. En tilknyttet barriere er manglende risikoavlastning, ettersom det er utfordrende å få andre til å investere i slike anlegg grunnet usikkerhet om teknologi, anvendelse og markedspotensial.

2.3. Nøkkeltall for den norske hydrogennæringen 2021

Kartleggingen over viser en særdeles ambisiøs næring hvor et betydelig antall prosjekter i større og mindre skala utvikles, på tvers av verdikjede og sluttbrukermarked. Samtidig er det viktig å påpeke at næringen og markedet som næringen jobber mot er relativt umodent. Dette gjenspeiler også nøkkeltallene for næringen i dag.

Omsetning og sysselsetting

Med utgangspunkt i våre analyser estimerer vi at den norske hydrogennæringen i dag har en total omsetning på 1,47 milliarder kroner¹⁸ og sysselsetter 815 årsverk. Våre estimater viser at omsetningen i all hovedsak drives av enkeltaktører med betydelig aktivitet både hjemme og i utlandet. De øvrige bedriftene som er aktive i dag kjennetegnes ved at de er i oppstarten av egen satsing på hydrogen, hvor de kun har noen få årsverk som jobber opp mot hydrogen, og svært begrenset omsetning. For næringen som helhet gir dette en lav omsetning per sysselsatt. Dette reflekterer imidlertid at den norske hydrogennæringen er svært ambisiøs, og at majoriteten av de sysselsatte er knyttet til prosjektutvikling, med forventning om en betydelig omsetningsvekst fremover i tid.

¹⁸ Omsetningsestimatet inkluderer både omsetning i Norge, eksport og omsetning i utenlandske datterselskap.



1,47 milliarder kroner
i omsetning



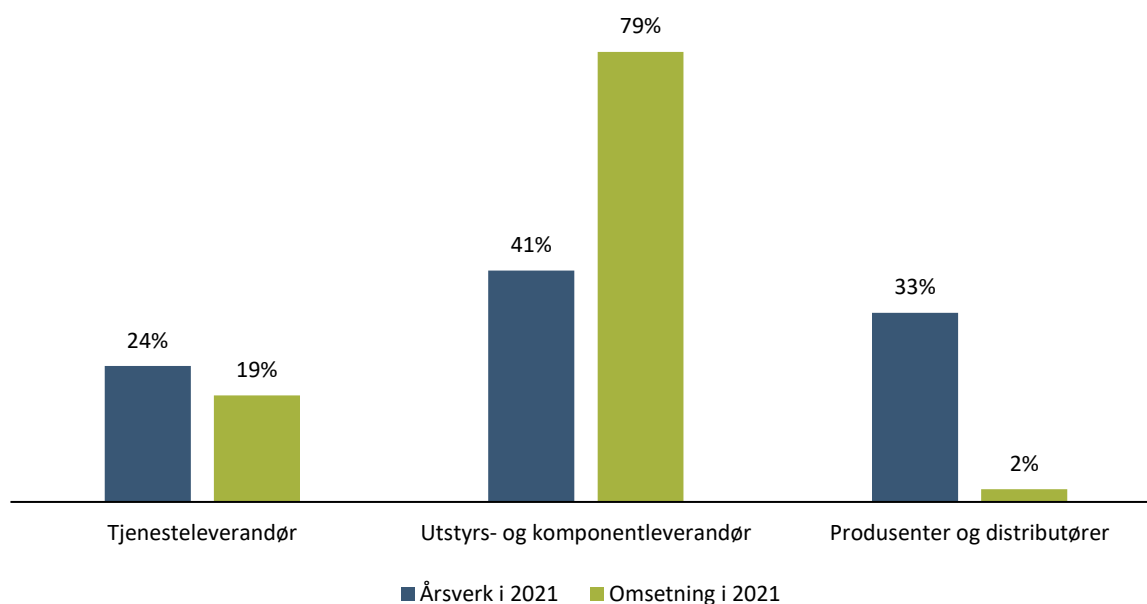
815 årsverk

Boks 2-3: Kort om metodisk tilnærming

Våre estimater av næringens omsetningsstørrelse og antall sysselsatte tar utgangspunkt i innhentet informasjon om omsetning og sysselsetting gjennom spørreundersøkelse, intervjuer og tilgjengelig regnskapsdata. I tillegg benytter vi offentlig tilgjengelig informasjon om pågående prosjekter og data på kostnader knyttet til dagens hydrogenproduksjon. Dataene er så sammenstilt og ekstrapolert ut ifra innhentet informasjon om foretakenes aktivitet som kan knyttes til hydrogenrelaterte formål.

I hydrogennæringen i dag er det utstys- og komponentleverandørene som har mest aktivitet, både målt i deres andel av næringens totale omsetning og årsverk. I denne gruppen finner vi enkeltaktører som allerede i dag har betydelig aktivitet, og leverer til et globalt marked. Tjenesteleverandører er den nest største gruppen, målt i omsetning. I denne gruppen finner vi tekniske konsultantselskaper som DNV og Multiconsult, men også forskningsaktører som SINTEF, NORCE og IFE. Sistnevnte er spesielt viktige i en tidligfaseutvikling, men vil også bidra med teknologiutvikling på lang sikt. Aktører som kategoriseres som produsenter av hydrogen og ammoniakk jobber hovedsakelig med å utvikle nye prosjekter, hvor omsetningspotensialet ligger fremover tid.

Figur 2-9: Fordeling av årsverk og omsetning i 2021 på verdikjede



Eksportinntekter

Norge har gjennom hele sin historie vært avhengig av eksport. Norsk eksport legger grunnlag for både inntekter, arbeidsplasser og velferd. Selv om eksportinntekt fra et samfunnsperspektiv ikke er mer verdifull eller høyverdig enn inntekter fra andre markeder, er det en grunn til at eksport er viktig. Eksport bidrar til økt produktivitet og dermed økt verdiskaping både i de eksporterende bedrifter og i økonomien samlet.

Den norske hydrogennæringen består i dag av noen enkeltaktører som har betydelig omsetning hvor eksport og omsetning i utenlandske datterselskap¹⁹ utgjør en større del av dette. For resten av den norske hydrogennæringen er derimot eksportandelen mer begrenset. Dette skyldes både at markedet fremdeles er å regne som relativt umodent, og at en betydelig andel av dagens aktivitet er knyttet til prosjektutviklingsfasen. På bakgrunn av våre analyser estimerer vi at den norske hydrogennæringen hadde en eksport på 990 millioner kroner i 2021. Vårt estimat på 990 millioner kroner betyr altså at 67 prosent av norske aktørers totale omsetning innen hydrogen er eksport.



990 millioner kroner
i eksportinntekter



67 prosent
av omsetning

Vi har ikke lyktes med å identifisere i hvilke geografiske markeder (land) norske aktører i dag eksporterer, eller har datterselskap. Men funn fra spørreundersøkelsen indikerer at eksporten følger «tradisjonelle» handelsmønstre med et hovedfokus på Vest-Europa og Norden, etterfulgt av Nord-Amerika.

¹⁹ Inntekt en norsk bedrift får fra et datterselskap i utlandet er overskuddet fra dette selskapets virksomhet i utlandet. Denne inntekten inngår typisk som finansinntekter i det norske morselskapets regnskaper og bidrar dermed positivt til morselskapets regnskapsmessige overskudd og til økt nasjonalinntekt, i samfunnsøkonomisk forstand.

Boks 2-4: Norske utstys- og teknologileverandører

I Norge har det etablert seg en rekke utstys- og teknologileverandører som jobber med hydrogen og ammoniakk. Følgende liste presenterer et utvalg av viktige aktører innenfor næringen:

- **Nel** er en global leverandør av elektrolysører og utstyr for produksjon av grønt hydrogen. Nel har røtter tilbake til 1927 da de første elektrolyseinstallasjonene ble bygget ved Hydros anlegg på Notodden. Nel har opprinnelig produsert elektrolysører på Notodden, men valgte å etablere en ny fabrikk på Herøya istedenfor å utvide kapasiteten på det eksisterende anlegget. På Herøya har Nel bygget et produksjonsanlegg med en kapasitet på 500 MW, som ble ferdigstilt i slutten av 2021. Kapasiteten på anlegget skal nå dobles til 1 GW, og på sikt kan det utvides til 2 GW. Totalt har Nel en ambisjon om 10 GW i produksjonskapasitet innen 2025. Sommeren 2022 fikk Nel sin største ordre på elektrolysører noensinne til en verdi på i overkant av 460 millioner kroner. Ordren har en verdi på 460 millioner kroner og skal leveres innen midten av 2024.
- **HydrogenPro** er lokalisert på Herøya og skal bli en global leverandør av storskala (ferdige) elektrolyseanlegg. Selskapet har utviklet en egen elektrolyseteknologi, som sies å være mer effektiv enn vanlig vannelektrolyse. Selskapet jobber nå med å oppskalere teknologien. I dag har selskapet etablert et testanlegg på Herøya, hvor formålet er å teste i større skala et nyutviklet elektrodeopplegg og coating-belegg for å kunne redusere energiforbruket til elektrolysører. HydrogenPro har store vekstambisjoner, innen utgangen av 2030 er målet å ha en produksjonskapasitet på 1,3 GW.
- **HyStar** er et spinn-off selskap fra SINTEF etablert i 2020, som utvikler og leverer PEM elektrolysører til produksjon av grønt hydrogen. Teknologien til Hystar skiller seg fra andre PEM-leverandører, ved å bruke tynnere membraner som skal redusere energibruken. Teknologien skal testes på Kårstø sitt anlegg i samarbeid med Equinor og Gassco. HyStar har fått 38 mill kroner i støtte fra Enova for denne pilottestingen, som vil være et viktig skritt på veien til storskala kommersialisering av produktene til Hystar.
- **TECO 2030** planlegger å produsere hydrogenbaserte brenselceller til bruk i skipsfarten. Målet er å bidra til å gjøre skipsfarten utslippsfri, og redusere miljø- og klimaavtrykk i maritim industri generelt. Selskapet som ble opprettet i 2019 har flyttet inn i RECs gamle solcellefabrikk, og delvis bygd om bygget for å tilpasse det til brenselcelleproduksjon. Oppstart for pilotproduksjon i fabrikk er planlagt i løpet av 2022, og de venter å skape 500 nye arbeidsplasser i Narvik innen 2030. Over tiårsperioden 2020-2030 ventes de å totalt investere opp mot én milliard kroner i fabrikk og produksjonen.

3. Ambisjoner og forventninger fram mot 2030

Dagens norske hydrogenaktører er involvert i en rekke prosjekter som er under utvikling og satser aktivt på å bygge en hydrogennæring i Norge. Dette reflekteres i deres forventninger til egen vekst det neste tiåret. Vår kartlegging viser at hydrogenaktørenes forventninger til egen omsetning og sysselsetting i 2030 utgjør i sum 83 milliarder kroner og 5 800 årsverk. Forventningene til omsetningsvekst er spesielt høy innenfor produksjon og distribusjon, noe som henger tett sammen med prosjektene som i dag er under utvikling. I tråd med at markedet modnes, forventer også flere aktører å øke aktiviteten utenfor Norge. Aktørenes samlede forventninger til eksport og utenlandsomsetning i 2030 er estimert til 61 milliarder kroner, som tilsvarer en andel på nærmere 75 prosent av total omsetning. Europa, Asia og Nord-Amerika forventes å være viktige geografiske markeder fremover, mens maritim transport og operasjoner vil være det viktigste markedssegmentet, fulgt av industri og landtransport. Verdiskapingen i 2030 er imidlertid estimert til å være på opp mot 20 milliarder kroner. Næringens investeringsnivå er med på å legge føringer for næringers størrelse i årene som kommer. Vår kartlegging viser at dagens hydrogennæring forventer å gjennomføre investeringer som i sum utgjør 98 milliarder kroner frem mot 2030.

Norske hydrogenaktører er involvert i en rekke prosjekter som er under utvikling og satser aktivt på å bygge en hydrogennæring i Norge. I dette kapittelet redegjør vi for hvilke forventninger norske aktører i hydrogennæringen har for framtidig utvikling i produksjon og bruk av hydrogen som energibærer i Norge. Dette inkluderer aktørenes forventninger til egen omsetning og sysselsetting i 2030, samt forventninger til eksport og investeringer. Videre presenterer vi funn knyttet til hvilke sluttbrukermarkeder næringen ser på som sentrale i tiden som kommer.

Estimatene er basert på data innhentet fra selskapene som inngår i dagens næringspopulasjon. Vår kartlegging fokuserer med andre ord på den forventede utviklingen blant de kartlagte bedriftene. Frem mot 2030 forventer vi at hydrogennæringen vil vokse både i omsetning og ikke minst antall selskap. Samtidig vil det være konkurranse mellom dagens aktører i etableringsfasen, og det vil være rimelig å anta at alle ikke vil nå sine forventninger. Estimatene vi her presenterer må derfor tolkes som et punkttestimat på veien mot en fullt operativ næring, og kan brukes for benchmarking av utviklingen vi observerer de neste årene.

3.1. Næringens forventninger frem mot 2030

Hydrogennæringens forventninger til omsetning og sysselsetting i 2030

Som nevnt i forrige kapittel kjennetegnes hydrogennæringen i dag ved et større antall bedrifter som er i oppstarten av en satsing, hvor de kun har noen få årsverk som jobber opp mot hydrogen, og har tilnærmet ingen omsetning. De kartlagte hydrogenaktørene er imidlertid svært ambisiøse og forventer en betydelig vekst frem mot 2030, hvor de både vil ha flere årsverk tilknyttet dette, og en større omsetning. Med utgangspunkt i våre analyser finner vi at dagens hydrogenaktørers forventninger til egen omsetning og sysselsetting i 2030 utgjør i sum 83 milliarder kroner og 5 800 årsverk. Det er viktig å presisere at dette er aktørenes forventninger til egen aktivitet, og vi har ikke gjort en vurdering hvorvidt det er reelt at aktørene vil lykkes i sine forventninger. Eksempelvis er flere av aktørene i konkurranse med hverandre, slik at en aktørs suksess vil fortrenge en annens mulighet til suksess.



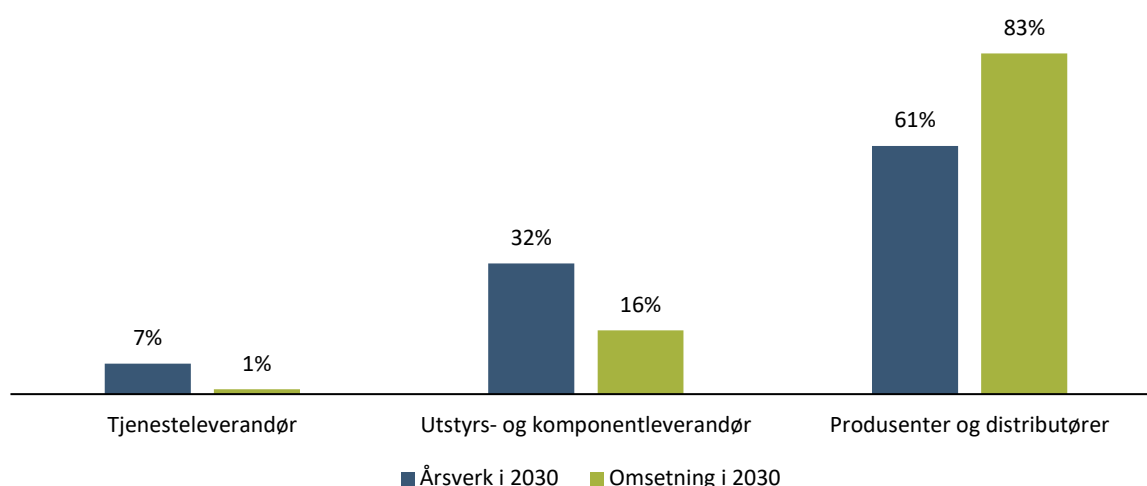
**83 milliarder kroner
i omsetning**



5 800 årsverk

Til forskjell fra status i dag, forventes det størst aktivitet innen produksjon og distribusjon, både med hensyn til innen omsetning og antall årsverk. Dette peker på at man innen 2030 forventer å ha etablert flere produksjonsfasiliteter for hydrogen (og ammoniakk) i Norge. Aktørene legger med andre ord til grunn betydelig modning i markedet, hvor etterspørselen også øker betraktelig. Utstys- og komponentleverandører forventer også å være en betydelig aktørgruppe, drevet av et større volum av utstysleveranser. Dette illustrerer som nevnt forventninger til den nåværende hydrogennæring, og erfaring har vist at i takt med at markedet modnes vil det komme flere utstys- og komponentleverandører til. Disse er ikke inkludert i våre estimater. Fordelingen mellom de ulike aktørgruppene er vist i figuren under.

Figur 3-1: Fordeling av omsetning og årsverk på verdikjede i 2030



Våre beregninger peker på at den samlede forventede omsetningen kan legge grunnlaget for en verdiskaping på opp mot 20 milliarder kroner i 2030.²⁰ Dette vil gi en verdiskaping per sysselsatt tilsvarende 3,6 millioner. Til sammenligning er gjennomsnittet for den norske fastlandsindustrien i 2021 en verdiskaping per sysselsatt på 1,085 millioner kroner. Verdiskaping per sysselsatt, som også kan sees på som et mål på produktivitet, vil være spesielt høy innenfor produksjon og distribusjon. Verdiskaping er en viktig samfunnsøkonomisk størrelse, hvor summen av verdiskaping for en næring kan sees på som næringens bidrag til Norges bruttonasjonalprodukt.

Hydrogennæringens forventninger til eksportinntekter i 2030

Den norske hydrogennæringen forventes å bli mer globalt rettet frem mot 2030. Mens kun et fåtall aktører oppgav at de har eksport i dag, er det svært mange som oppgir at de forventer å ha eksport og/eller omsetning i utenlandske datterselskap i 2030.²¹

²⁰ Anslag på verdiskaping er beregnet med utgangspunkt i estimater på verdiskaping per sysselsatt for ulike aktørgrupper. Estimaterne er hentet fra sammenlignbare aktørgrupper i andre næringer fra tidligere Menon-rapporter som Menon Economics (2022b; 2021).

²¹ I 2030 forventer nærmere 70 prosent av respondentene at de vil ha eksport og/eller omsetning i utenlandske datterselskap. Sammenlignet med andel respondenter som oppgav at de i 2021 hadde eksport (11 prosent) eller omsetning i utenlandske datterselskap (5 prosent) er dette en markant økning.

Dagens hydrogenaktørers forventninger til egen eksport i 2030 peker i sum på en eksport på 61 milliarder kroner.²² Dette vil da utgjøre nærmere 75 prosent av den forventede omsetningen det året. Dette illustrerer at markeder utenfor Norge vil være svært sentrale for hydrogennæringen i 2030. Det er spesielt produsenter og utstyrsløseleverandører som forventer å eksportere i 2030. Det er viktig å påpeke at det er behov for en betydelig distribusjonskapasitet om man skal produsere hydrogen og/eller ammoniakk for det europeiske markedet i Norge. Ammoniakk transporteres allerede i dag via globale sjøbaserte ruter, og vurderes som relativt modent i denne sammenheng (Menon Economics, 2022e). Når det gjelder hydrogen er blant annet Gassco i gang med gjennomføringen av en mulighetsstudie knyttet til rørtransport til kontinentet.



**61 milliarder kroner
i eksportinntekter**



**73 prosent
av omsetning**

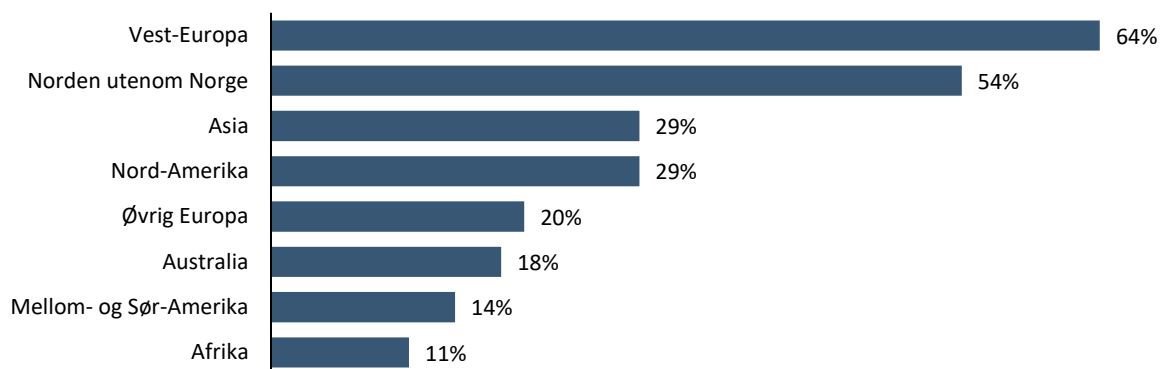
Våre analyser peker på spesielt Europa som et viktig marked. Som illustrert i figuren under er det en betydelig andel av respondentene som forventer eksport til Vest-Europa, samt Norden. Disse to geografiske områdene er også de som flest eksporterer til i dag, selv om det er få som i dag eksporterer. At viktige geografiske markeder for eksport innen hydrogen og ammoniakk er nære handelspartnere til Norge, er naturlig. Som presentert i Eksportmeldingen 2022 utarbeidet av Menon Economics, er EU Norges viktigste eksportmarked. Total eksport til Europa i 2021, inkludert olje og gass, utgjorde nærmere 80 prosent av den samlede eksporten (Menon Economics, 2022d). I tillegg har EU lansert en ambisiøs strategi (REPowerEU) hvor de ønsker å importere 10 000 tonn hydrogen i 2030, som understøtter at EU vil være et viktig marked i årene fremover. Også andre rapporter fremhever EU som et viktig marked. I rapporten *Green Hydrogen Market Size – Trend Forecast Report 2030* (Strategic Market Research, 2022) er det ventet at Europa vil fortsette å være et viktig geografisk marked for hydrogen i 2030.

Etter Europa følger markeder som Asia og Nord-Amerika som viktige for norske aktører. At Asia trekkes frem som et viktig marked henger trolig sammen med den økonomiske utviklingen man har sett i asiatiske land de siste tre tiårene. Menon har tidligere trukket fram i rapporter at verdens globale vekstmotor har flyttet seg østover, hvor 60 prosent av global BNP-vekst i 2019 kom fra Asia.²³ Den ovennevnte rapporten trekker også fram forventninger til sterk vekst i det asiatiske markedet fremover. Per i dag eksporteres kun 3 prosent av total eksport i 2021 fra asiatiske nasjoner, og rapporten viser derfor til ambisiøse planer i det asiatiske markedet, og at planer fra asiatiske myndigheter kan påvirke bildet dramatisk for kommende år (Strategic Market Research, 2022).

²² Dette inkluderer også omsetning i utenlandske datterselskap.

²³ Se eksempelvis Menon Economics (2020b).

Figur 3-2: Andel av respondentene som forventer å ha eksportinntekter fra ulike geografiske markeder i 2030. N=56. Kilde: Menon Economics



Nord-Amerika vil som nevnt være et viktig marked i 2030 for norske aktører. Global Market Insights (2022) forventer at det nord-amerikanske markedet for grønt hydrogen vil oppleve sterk vekst i årene som kommer, i takt med at teknologier modnes, og implementering av stadig strengere dekarboniseringsmål fases inn. Blant annet viser USA sin langsiktige nullutslippsstrategi (United States Department of State, 2021) at en reduksjon i totale utslipp på 50-55 prosent fra 2005-nivået innen 2030 er nødvendig for å nå målet om å bli et nullutslippsamfunn i 2050. Den langsiktige nullutslippsstrategien viser i den sammenheng at hydrogen vil spille en sentral rolle i myndighetenes strategiske arbeid i årene som kommer. Hydrogens betydning i USA blir ytterligere understreket i det nylig lanserte utkastet på en nasjonal hydrogenstrategi og veikart fra september 2022 (United States Department of Energy, 2022).

Hydrogennæringens forventede investeringer fremover

I kapittel 2.2 viser vi at det er mange prosjekter som utvikles i Norge. Mange av prosjektene er fremdeles i en tidlig fase, og det er stor variasjon i prosjektenes modenhet. Frem mot 2030 er det imidlertid tydelig at næringen forventer å gjennomføre betydelig investeringer. Investeringsnivået er derfor med på å legge føringer for næringens størrelse i årene som kommer, ettersom næringen fortsatt er i en utviklingsfase.

Vi finner av vår kartlegging at dagens hydrogennæring forventer å gjennomføre investeringer som i sum utgjør 98 milliarder kroner fram mot 2030. Som for omsetnings- og sysselsettingsanalysen gir vi her et bilde av forventninger til investeringer blant de kartlagte aktørene. Investeringer fra eventuelle nye aktører i hydrogenbransjen er derfor ikke inkludert, samtidig er det usikkerhet knyttet til dagens aktørers forventningsnivåer. Sistnevnte henger tett sammen med at det vil være konkurranse mellom flere av prosjektene som er under utvikling, samt at utviklingen på etterspørselssiden er en avgjørende *enabler* for å øke produksjonsvolumet.

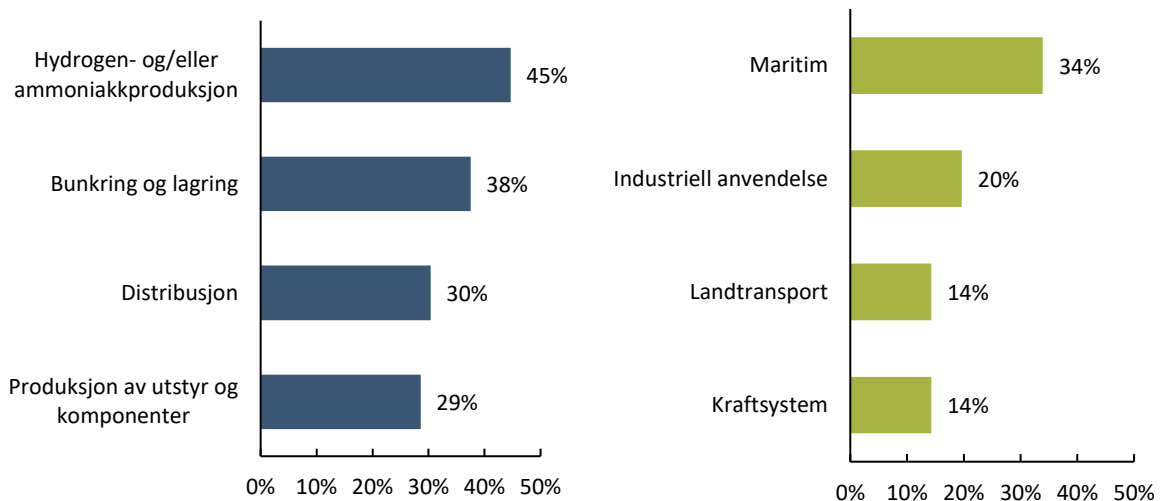


**98 milliarder kroner
i investeringer frem mot 2030**

Vi har i denne studien *ikke* lykkes med å kartlegge hvordan dette investeringsbeløpet fordeler seg på verdikjeden og sluttbrukermarkedene man retter seg inn mot. Vi har imidlertid kartlagt hvor stor andel av aktørene som forventer å investere per segment. Figuren under til venstre viser andel bedrifter som forventer å investere per verdikjedelement. 45 prosent av respondentene oppgir at de vil investere i hydrogen- og/eller ammoniakproduksjon i løpet av dette tiåret. Med bakgrunn i hvor kapitalintensive investeringer i produksjonskapasitet vil være, peker dette på at en betydelig andel av næringens forventede investeringer på 98 milliarder kroner vil

være rettet mot produksjonskapasitet. Deretter følger bunkring og lagring. Om lag 30 prosent av respondentene forventer å investere i distribusjon og produksjon av utstyr og komponenter.

Figur 3-3: Andel av respondentene som forventer å investere i følgende deler av hydrogenverdikjeden (blått) og sluttbrukermarkeder (grønt) frem mot 2030. N=56. Kilde: Menon Economics



I figuren over til høyre presenteres hvilke sluttbrukermarkeder aktørenes investeringer retter seg mot. Det er i forbindelse med anvendelse i maritim transport at flest oppgir at de forventer å investere. Dette sammenfaller med at maritim er et sentralt sluttbrukermarked for norske aktører, på bakgrunn av det betydelige hjemmemarkedet. Hver femte respondent forventer å gjøre investeringer i industriell anvendelse, mens færre oppgir å skulle investere i anvendelse av hydrogen i landtransport og kraftsystem. Bakgrunnen for at færre oppgir disse områdene henger trolig sammen med at slike investeringer vil gjennomføres av aktører i sluttbrukermarkedet, og ikke av aktører i hydrogenverdikjeden.

Investeringene som aktørene forventer å gjennomføre i løpet av det neste tiåret skal i hovedsak gjennomføres sammen med andre (35 prosent av respondentene) eller både alene og sammen med andre (31 prosent). Av aktørene som skal investere sammen med andre forventer 36 prosent av respondentene at investeringen vil gjøres sammen med utenlandske aktører.

3.2. Viktige sluttbrukermarkeder frem mot 2030

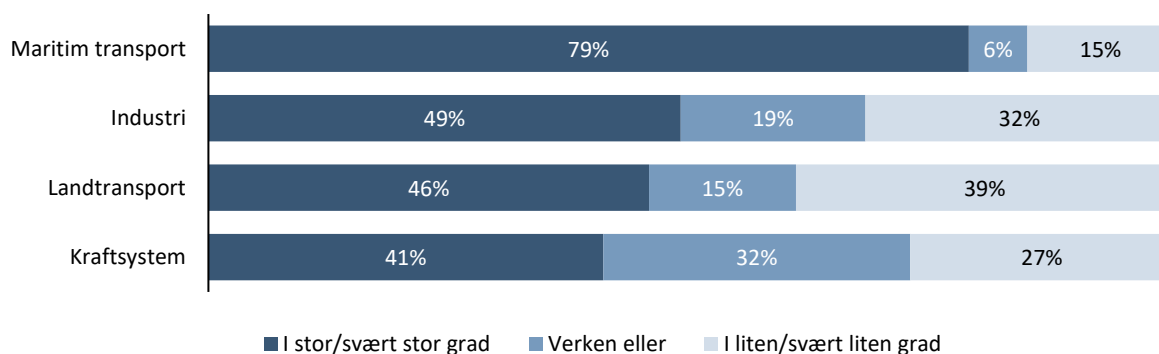
I kapittel 3.1 presenterte vi hvilke sluttbrukermarkeder som norske hydrogenaktører i dag jobber inn mot. Vi finner at aktørenes forventninger til hvilke sluttbrukermarkeder som vil være viktigst for deres fremtidige vekst frem mot 2030 følger samme rangering. Med andre ord er de sluttbrukermarkedene som flest i dag er aktive i, også markedene som det forventes vil være viktigst for fremtidig vekst. Dette viser til at de fleste aktører i hovedsak vil fortsette sin aktivitet innenfor sluttbrukermarkeder hvor de allerede er aktive.

Aktørene i dagens næring vurderer fortsatt maritim transport som det viktigste sluttbrukermarked for deres omsetningsvekst frem mot 2030. Som illustrert i figuren under oppgir nærmere 80 prosent av respondentene dette. Til sammenligning oppga 68 prosent dette som et marked de er aktive i per i dag. En betydelig andel av denne veksten kan tillegges utstyrsleverandører som domineres av leveranser av maritime fremdriftssystemer eller andre hydrogenspesifikke maritime produkter. De økte forventningene til maritim transport må sees i lys av både potensialet hydrogen og ammoniakk har som energibærer i sektoren samt de uttalte klimakravene som

land i FNs sjøfartsorganisasjon (IMO) har blitt enige om. I rapporten *The Future of Hydrogen* viser IEA at maritim transport er et av flere viktige sluttbrukermarkeder fremover for hydrogen og ammoniakk (IEA, 2019). IEA viser at uten klimautslippsreducerende tiltak i den maritime transporten vil etterspørselen etter fossil energi øke med nærmere 50 prosent innen 2050 i næringen. Mens scrubbere og andre installasjoner bidrar til å redusere utslipp, har hydrogen og ammoniakk potensial til å kutte utslipp fullstendig i enkelte segmenter.

Etter maritim transport følger kraftintensiv industri og landtransport. Tilsvarende som for maritim transport er det flere som forventer at markedet vil bli viktig for dem enn det er aktører som i dag har aktivitet innenfor disse sluttbrukermarkedene i dag. Eksempelvis forventer 50 prosent av respondentene at anvendelse i kraftintensiv industri vil være viktig eller svært viktig for vekst fremover, mens 44 prosent av bedriftene er aktive innenfor segmentet i dag. For landtransport er andelen 47 prosent opp mot 39 prosent. Hydrogenrelatert bruk inn mot kraftsystemet er det sluttmarkedet hvor færrest oppgav å ha aktivitet i dag (26 prosent). Imidlertid er dette det markedssegmentet som har størst differanse mellom andel som er aktive og andel som oppgir at dette er viktig for deres fremtidige vekst. Differansen ligger her på 14 prosentpoeng.

Figur 3-4: Viktig sluttbrukermarked for bedriftenes omsetningsvekst frem mot 2030. N=45-51. Kilde: Menon Economics



Samlet peker disse trendene på at norske hydrogenaktører forventer en teknologisk og markedsmessig modning knyttet til hydrogen innenfor samtlige av de fire markedssegmentene vi omtaler her. Funnet understreker tydelig hvor viktig maritim er fra et norsk perspektiv, hvor aktiviteter i den norske hydrogennæringen er tett knyttet opp mot anvendelse i maritim sektor. Dette gjenspeiles også tydelig i prosjektkartleggingen som er gjennomført, hvor mange prosjekter er rettet inn mot å levere utstyr og/eller drivstoff til eksempelvis ferjer og annen maritim transport.

Fra et europeisk perspektiv vil vi imidlertid påpeke at industriell anvendelse vil være svært viktig for den langsiktige markedsutviklingen for hydrogen. Industri er i dag største etterspørre av hydrogen, og IEA forventer en betydelig etterspørselsvekst fremover (IEA, 2019). Stålintustrien er blitt trukket frem av flere som et viktig sluttbrukermarked for hydrogen. I Europa står stålintustrien for 4 prosent av kontinentets CO₂-utslipp, og 22 prosent av industriens CO₂-utslipp. En studie som sammenligner flere metoder for å redusere CO₂-utslipp i stålintustrien har vist at hydrogenteknologi²⁴ er den mest utviklede teknologien og den som reduserer mest utslipp (Ito, 2020). Å avkarbonisere stålintustrien vil kreve en betydelig mengde hydrogen. I en rapport fra Hydrogen Europe er det estimert at en gjennomsnittlig stål-fabrikk i EU vil kreve all hydrogenproduksjon fra en 1,2-1,3 GW elektrolyser på full kapasitet (Pawelec & Fonseca, 2022).

²⁴ DRI/EAF (direct reduced iron/electric arc furnac)

Boks 3-1: Store norske energiselskap som satser inn mot hydrogen

I Norge finnes det en rekke store og etablerte bedrifter som har identifisert hydrogenbaserte energibærere som et satsingsområde. Følgende liste viser noen nøkkelbedrifter som er spesielt relevante:

- **Statkraft** er en statlig kraftprodusent i Norge og Europas største produsent av fornybar energi. Selskapet satser nå mot å tilby grønt hydrogen til industriell og maritim anvendelse, samt landtransport. Statkraft er allerede involvert i en rekke prosjekter for å utvikle produksjonen av og verdikjeder for grønt hydrogen og har målsetning om å ta en ledende rolle i Norge og Sverige samt andre utvalgte markeder.
- **Equinor** er Norges største energiselskap, som hovedsakelig jobber opp mot olje og gass. Hydrogen er et av flere nye satsingsområder til Equinor, hvor selskapet ønsker å bli en produsent av hydrogen basert på elektrolyse (grønn) og naturgass med karbonfangst og lagring (blå). I selskapets omstillingsplan fra mars 2022 presenteres det at selskapet skal tilby hydrogen til 3-5 store industrielle clustere innen 2035, og setter som mål en europeisk markedsandel på 10 prosent. Equinor planlegger å etablere en storskala fasilitet for produksjon av blått hydrogen ved et av selskapets prosessanlegg i Norge (Mongstad, Kollsnes eller Kårstø), som innen 2030 vil produsere 0,5 millioner tonn blått hydrogen. Ambisjonen er på sikt å øke dette opp mot 2,5 millioner tonn blått hydrogen. Sistnevnte forutsetter imidlertid at det bygges infrastruktur (rør) for transport av hydrogen til Europa. Gassco jobber nå med en mulighetstudie knyttet til dette. Equinor er også involvert i flere hydrogenprosjekter med formål om å vise hvordan hydrogen kan gi skalerbar og lønnsom vekst. Eksempelvis deltar Equinor i Blue Barents, samt i flere tyske og nederlandske produksjonsprosjekter.
- **Yara** er en av verdens største produsenter av ammoniakk, og produksjonsanlegget på Herøya i Porsgrunn er et av Norges største CO₂-utslippspunkt. På bakgrunn av dette har Yara lansert selskapet **Yara Clean Ammonia** som jobber mot dekarbonisering av ammoniakkproduksjon. Selskapet har i den forbindelse etablert prosjektene HEGRA og SKREI på deres anlegg på Herøya. For mer informasjon om Yara og prosjektene se eget case.
- **Norsk Hydro** er et selskap som produserer aluminium og kraft, og har 31 000 ansatte i 40 land. I 2021 etablerte Hydro et grønt hydrogenselskap, **Hydro Havrand**, som skal tilby grønt hydrogen produsert med fornybar energi. Hydro Havrand planlegger å levere til en rekke sektorer, industri, maritim næring og tungtransport.
- **Aker (Aker Horizons)**. Aker ASA er et industrielt investeringsselskap med tradisjonelt satsingsområde innen olje og gass, men også med økende fokus på fornybar energi og grønn teknologi. Aker lanserte i februar 2021 selskapet Aker Clean Hydrogen. Året etter, i mars 2022, ble selskapet slått sammen med Aker Horizons, sammen med Aker Offshore Wind. Aker Horizons skal utvikle grønne industriprosjekter og teknologier globalt.

4. Konkurransefortrinn, barrierer og suksesskriterier

Det er stor investeringsvilje og høye ambisjoner i den norske hydrogennæringen. Dette speiles i betydelige forventninger til vekst, både her hjemme og i sentrale eksportmarkeder. Men hvilke konkurransefortrinn har norske aktører, hvilke barrierer står de overfor og hva er suksesskriteriene for å lykkes med å etablere en konkurransedyktig hydrogennæring? Norge er en energinasjon, og en betydelig andel av dagens industri er basert på foredling av de nasjonale energiressursene. Tilgang på fornybar kraft og naturgass er også identifisert som et av de sterkeste konkurransefortrinnene hydrogennæringen besitter. Ettersom man forventer en betydelig vekst i energibruk frem mot 2030 reflekterer dette også at man forventer at tilgangen vil opprettholdes på mellom-lang sikt. På motsatt side finner vi tilgang på relevant arbeidskraft og infrastruktur tilknyttet distribusjon, lagring og transport, samt manglende etterspørsel. Dette er barrierer som aktørene ser på som svært viktig å adressere for å realisere omsetningspotensialet som foreligger. Sistnevnte reflekteres også i hvordan prosjektene vi har kartlagt er innrettet, hvor en betydelig andel av hydrogenprosjektene som planlegges enten skal inngå som ledd i eksisterende produksjonslinjer eller selges til et konkret fartøy, heller enn som eget produkt solgt på det åpne markedet. Det er behov for langsiktige og konkrete ambisjoner fra norske og europeiske myndigheter for å redusere usikkerhet og risiko, og ambisjonene må følges opp med konkrete industri- og klimapolitiske tiltak. Dette inkluderer prising av utslipp og etablering av økonomiske støttesystem. Aktørene påpeker imidlertid også at man er helt avhengig av omstillings- og investeringsvilje i næringslivet, både i næringen selv, i tilgrensende næringer og blant aktører i sluttbrukermarkeder. Videre står samarbeidsrelasjoner sentralt. Utvikling av et økosystem med bredt aktørmangfold vil være en viktig forutsetning for langsiktig vekst i den norske hydrogennæringen, hvor aktører i samarbeid utvikler og skalerer nye prosjekter og teknologiske løsninger.

Det er stor vilje og ambisjoner i den norske hydrogennæringen, samt høye forventninger til videre vekst. Men hvilke konkurransefortrinn har norske aktører, hvilke barrierer står de overfor og hva er deres suksesskriterier? Dette sier noe om næringens konkurransekraft sett opp mot internasjonale konkurrenter, og hva som må til for å lykkes.

Figur 4-1: Sammenheng mellom konkurransekraft, markedspotensial og omsetningspotensial. Kilde: Menon Economics



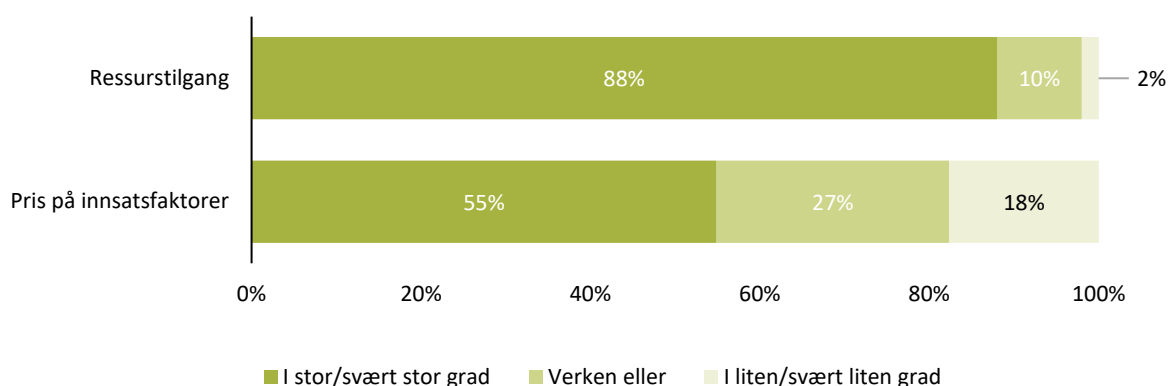
4.1. Tilgang på fornybar kraft og naturgass er et viktig konkurransefortrinn

Norge er en energinasjon, og en betydelig andel av dagens industri er basert på foredling av de nasjonale energiressursene. Tilgang på fornybar kraft har vært viktig for tradisjonell kraftintensiv industri, og dette gjelder også hydrogennæringen. Produksjon av hydrogen er en kraftintensiv prosess, og er avhengig av stabil tilførsel av store mengder energi. Nærmere 90 av respondentene oppgir at ressurstilgang, enten til fornybar kraft eller naturgass, er i stor eller svært stor grad et konkurransefortrinn overfor internasjonale konkurrenter. Også i rapporten «Grønne norske verdikjeder» trekkes tilgangen på fornybar energi frem som et av de sterkeste konkurransefortrinnene norske aktører besitter (NHO, 2020). For aktørene er altså Norges naturressurser en viktig faktor for fremtidig konkurransekraft. Produksjonsvolumet som er identifisert i denne studien (kapittel

2.2.) vil imidlertid bidra til en betydelig økning i energibruk, både for gass og fornybar kraft. For å understøtte denne utbyggingen vil man være avhengig av å tilrettelegge for tilstrekkelig tilgang på energiresurser også på lang sikt. At respondentene trekker dette frem som et konkurransefortrinn kan således tolkes som at de også forventer at tilgang opprettholdes.

Imidlertid er det færre som oppgir pris på innsatsfaktor som et konkurransefortrinn. Dette er både knyttet til kostnaden for utstyr og komponenter, men også kraft og naturgass. Sistnevnte kan tolkes i lys av utviklingen vi har sett det siste året, men også en forventning om en priskonvergering på sikt. Samtidig er det viktig å påpeke at den pågående energikrisen har bidratt til en større politisk vilje og tempo i den grønne omstillingen i Europa, hvor hydrogen vil spille en viktig rolle.

Figur 4-2: I hvilken grad ressurstilgang og pris på innsatsfaktorer er et konkurransefortrinn sammenlignet med internasjonale konkurrenter. N=50-51. Kilde: Menon Economics



4.2. Tilgang på kompetanse er en barriere for videre vekst

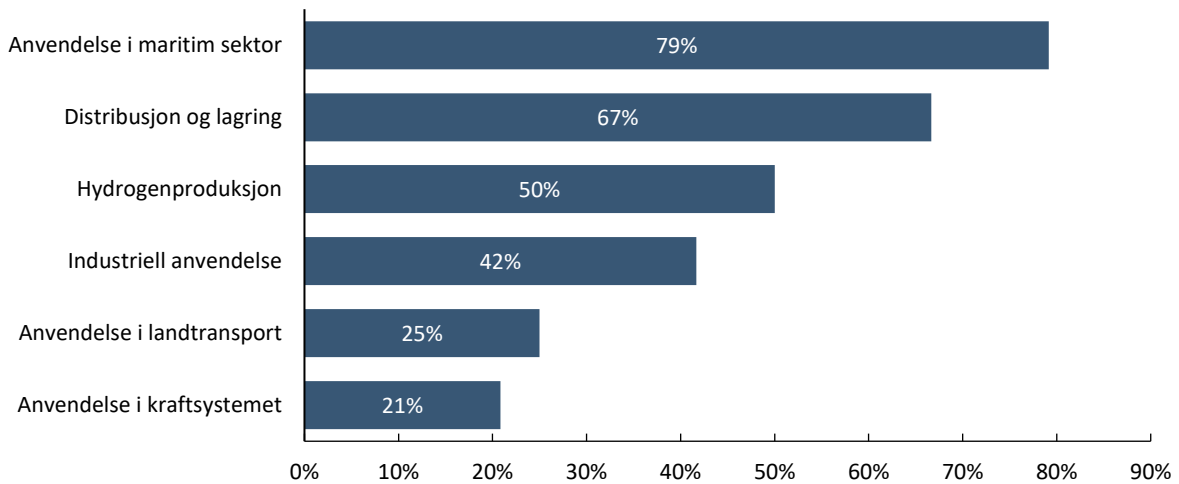
Omstilling til et lavutslippssamfunn krever at industrien må utvikle nye produkter, endre produksjonsprosesser og raskere ta i bruk ny teknologi og kombinasjoner av teknologier. Selv om få hydrogenaktører oppgir at tilgang på relevant teknologi er en barriere for videre vekst, vil det stilles nye krav til arbeidskraftens kompetanse, både i eksisterende og nye bedrifter.

I Norge har hydrogen blitt produsert i lang tid, og hydrogen blir allerede anvendt i industriprosesser i stor skala. Eksempelvis har enkelte norske aktører sterk industrikompetanse knyttet til elektrolysører til produksjon av grønt hydrogen (Teknologirådet, 2021), samt løsninger knyttet til CCS for å utvikle blått hydrogen. Det eksisterer også en rekke forskningsmiljøer i Norge som besitter betydelig kompetanse knyttet til utvikling av nye løsninger for bruk av hydrogen. I disse miljøene jobbes det med pilotprosjekter for å både utvikle nye teknologier og teste hydrogen til ulike energitilknyttede formål. Selv om enkeltaktører besitter betydelig kompetanse på enkeltområder tilknyttet hydrogen, er dette ikke gjennomgående for hele næringen. Dette kommer tydelig frem i vår kartlegging, hvor nærmere halvparten av respondentene oppgir at kompetanse ikke er et konkurransefortrinn i deres bedrift per i dag.

Vi finner derimot at det er et betydelig behov for kompetanseheving. Dette understøttes også av en tidligere DNV-rapport (DNV, 2019). DNV trekker blant annet frem at det er betydelige utfordringer knyttet til implementering av sikre og effektive løsninger for maritim sektor. Dette understøttes av våre analyser, hvor spesielt et behov for kompetanseutvikling i forbindelse med anvendelse i maritim sektor trekkes frem av

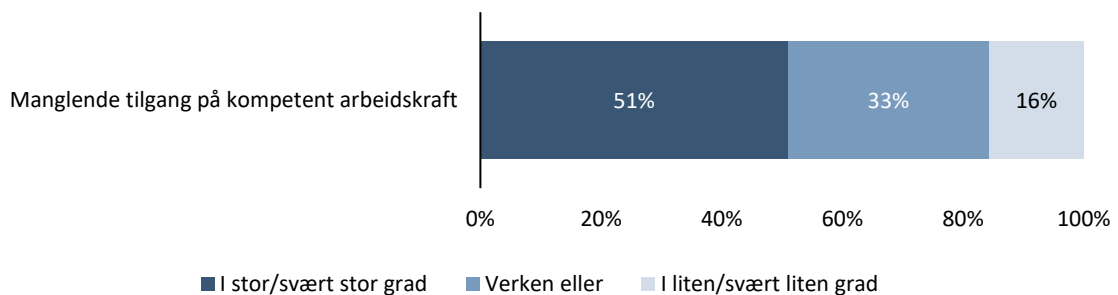
respondentene. I tillegg er ser vi et betydelig behov for kompetanseutvikling i forbindelse med distribusjon og lagring samt produksjon og industriell anvendelse.

Figur 4-3: Spørsmål: I hvilke(n) del(er) av hydrogenneringen det er størst behov for kompetanseutvikling. Blant respondenter som oppgav manglende tilgang på kompetent arbeidskraft som en barriere for videre vekst. Flere svar mulig. N=24. Kilde: Menon Economics



Utfordringen knyttet til kompetanse vil også være gjeldende fremover. 50 prosent av respondentene oppgir at manglende tilgang på kompetent arbeidskraft vil bli en barriere for bedriftens videre vekst frem mot 2030. Kompetanseutvikling i hydrogenneringen trekkes også frem som et viktig suksesskriterium for vekst i den norske hydrogenneringen fremover. I studier tilknyttet hydrogenneringen og dets potensielle bruksområder legges det vekt på at kompetanseoverføringer fra tilgrensende industrier og næringer må til for å dekke kompetansebehovet, samt at kompetanseløftet må gjenspeiles i hele verdikjeden.²⁵

Figur 4-4: I hvilken grad manglende tilgang på kompetent arbeidskraft er en barriere for bedriftens videre vekst frem mot 2030. N=51. Kilde: Menon Economics



²⁵ Se eksempelvis DNV (2019).

Høsten 2022 har Menon Economics i et eget prosjekt kartlagt behovet for *ingeniørkompetanse* i nye grønne næringer, herunder batteriproduksjon, havvindnæringen og hydrogen- og ammoniakkproduksjon. Dette inkluderer både en kartlegging av dagens behov og hvilken type ingeniørkompetanse det er behov for, samt prognoser på hva behovet vil være i 2030.

Rapporten peker på at det allerede i dag er mangel på ingeniører, og at denne knappheten kan bli en enda større utfordring også etter analyseperioden som går til 2030. Dersom disse næringene skal være konkurransedyktige i Norge, vil man være avhengig av fortsatt teknologisk utvikling og økt automatisering og robotisering. Dette vil trolig bidra til at ingeniørtettheten vil øke i årene etter 2030, og at behovet for ingeniører dermed vil vokse raskere enn det generelle sysselsettingsbehovet i næringene. En viktig faktor som peker mot større tilgang på ingeniører i årene etter 2030 er den forventede nedbygging av petroleumsnæringen. Hos operatører og den mest spesialiserte leverandørnæringen jobber det i dag rundt 18 000 ingeniører. Dette antallet vil antakeligvis falle i årene som kommer, og dermed frigjøre kompetent arbeidskraft til resten av økonomien.

Hydrogen- og ammoniakknæringen opplever *i dag* mangel på ingeniører, men i mindre grad enn de to andre analysenæringene. Dette har bakgrunn i størrelsen og dynamikken i næringen. Næringen er i dag liten, og etterspør mindre arbeidskraft. I tillegg driver sentrale markedsaktører i dag med en stor grad av intern bedriftsopplæring, der bedriften på egen hånd sikrer at de nyansatte har tilstrekkelig kompetanse innenfor sentrale områder. Næringen har særlig bruk for ingeniører med kompetanse om materialer, varmeprosesser, elektro og termodynamikk. Siden denne kombinasjonen av fag er såpass viktig for næringsaktørene, blir det for tiden opprettet en egen hydrogenlinje på Universitetet i Sørøst-Norge (USN).

Samtidig viser rapporten at det er et større behov for ingeniører i produksjonen av elektrolyser fram mot 2030. I tillegg er det behov for kompetanse innenfor elektrokjemi, kraftelektronikk, materialteknologi, automasjon, termodynamikk, varmeprosesser og simuleringer, samt en overordnet «risikokompetanse» med tanke på eksplosjonsfaren knyttet til hydrogen. Gjennom intervjuer kommer det frem at bedriftene er positivt innstilt til at denne type kompetanse er relativt enkelt å skaffe seg siden mye av kompetansen allerede eksisterer i dagens utdanningsløp. Det er verdt å merke seg at kompetansen som er etterspurt i hydrogen- og ammoniakknæringen i stor grad er overlappende med kompetansen som er etterspurt i batteri-næringen. Dette gjør at de to næringene i stor grad vil konkurrere om de samme ressursene, men det betyr også at ingeniører potensielt kan forflytte seg mellom de to næringene, og dermed bidra til et mer dynamisk arbeidsmarked.

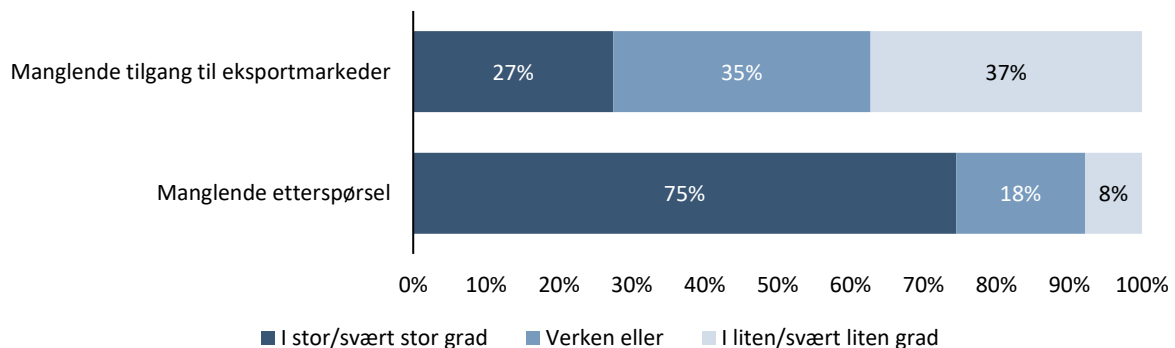
Et kompetanseområde som trekkes frem som en mangel i hydrogennæringen, og hvor det er mye rom for videre kompetanseutvikling, er ingeniørutdannede med kommersiell erfaring. Å jobbe inn mot hydrogen krever både teknisk og kommersiell erfaring, samt evnen til å kunne jobbe med dynamiske case. Prosjektledelse, forretningsutvikling og tilstrekkelig tyngde til å kunne sette ting i sammenheng er i tidlige faser vel så viktig som det tekniske. Sivilingeniørutdanning innen industriell økonomi og teknologiledelse, eller en teknisk utdanning på bachelornivå kombinert med en kommersiell spesialisering, er derfor høyt etterspurt.

4.3. Manglende etterspørsel og infrastruktur begrenser vekstpotensialet

Dagens marked preges av manglende etterspørsel etter hydrogen. Dette trekkes blant annet frem av IEA, som peker på manglende etterspørsel som en sentral barriere for videre vekst (IEA, 2021a). Dette reflekteres også i vår undersøkelse, hvor hele 75 prosent av respondentene mener manglende etterspørsel i stor/svært stor grad er en barriere for norske aktører. Markedet for lavutslippshydrogen er med andre ord fortsatt umodent, noe som blant annet reflekteres i hvordan prosjektene vi har kartlagt er innrettet. Produksjonen som planlegges skal i all hovedsak inngå som ledd i eksisterende produksjonslinjer eller selges via bilaterale avaler til maritime anvendelser og/eller industriaktører. Ifølge IEA bør virkemidler knyttet til økt elektrolyserkapasitet stå sentralt for å gjøre eksempelvis grønt hydrogen konkurransedyktig med fossile alternativer (særlig fossilt-produsert hydrogen). I tillegg til dette peker rapporten på myndigheters generelt lave fokus på utvikling av etterspørsel etter nye anvendelser av lav- eller nullutslippshydrogen, og at dagens virkemidler på etterspørselsiden ikke er tilstrekkelige. Et viktig tiltak for å stimulere til økt etterspørsel er høyere prising av utslipp i viktige markeder. Dette fremheves også av respondentene i studien, hvor 66 prosent oppgir at mangelfull prising av utslipp er en barriere for videre vekst. Myndighetenes innsats og rolle diskuteres ytterligere i delkapittel 4.4.

Selv om manglende etterspørsel begrenser vekstpotensialet til norske aktører, er det få som oppgir manglende tilgang til eksportmarkeder som en barriere for videre vekst. Dette har trolig bakgrunn i at Norge er en eksportnasjon, og at man vil ha store muligheter for både å eksportere utstyr og hydrogen/ammoniakk når etterspørselen kommer.

Figur 4-5: I hvilken grad manglende etterspørsel og manglende tilgang til eksportmarkeder er en barriere for bedriftens videre vekst frem mot 2030. N=51. Kilde: Menon Economics



Case om YARA og prosjektene HEGRA og SKREI

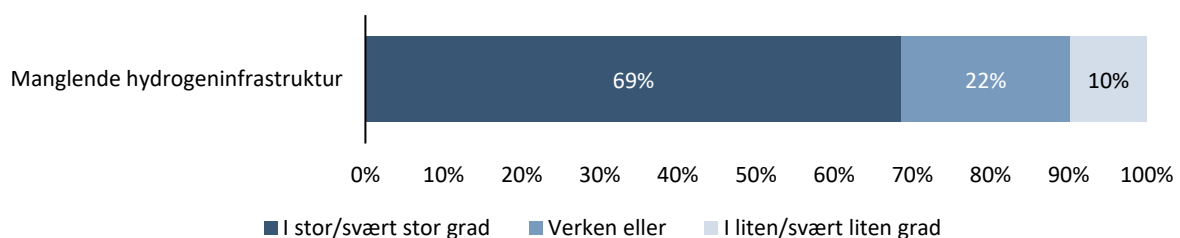
Yara er et norsk gjødsel- og kjemikalieselskap, og er en av verdens største produsenter av ammoniakk. Yara har en markedsandel på 20 prosent av ammoniakkvolumet som handles i dag. Om lag 6,5 prosent (450 000 tonn) av Yaras totale produksjon av ammoniakk produseres ved produksjonsanlegget på Herøya i Porsgrunn. Ammoniakkfabrikken på Herøya er et av Norges største utslippspunkt, og står bak om lag 1,5 prosent av Norges totale utslipp.

Yara har lansert HEGRA-prosjektet, som har målsetning om å endre produksjonen fra grå ammoniakk (omdanning av naturgass til ammoniakk uten karbonfangst) til grønn ammoniakk (omdanning av vann til hydrogen med vannelektrolyse og reformering av hydrogen til ammoniakk). Slik er det mulig å drive en ammoniakkfabrikk som er tilnærmet utslippsfri. Yara har planer om å installere 450 MW vannelektrolyseanlegg for å produsere 400 000 tonn grønn ammoniakk i året. Ved elektrifisering av ammoniakkproduksjon estimerer Yara å fjerne 800 000 tonn med årlige CO₂-utslipp. Statkraft og Aker Clean Hydrogen var med som partnere i HEGRA, men har trukket seg fra samarbeidet på grunn av strategiske og kommersielle vurderinger, og Yara fortsetter prosjektet alene.

I tillegg har Yara SKREI-prosjektet, som setter søkelys på å teste ut hydrogenproduksjon. SKREI og HEGRA er to uavhengige prosjekter med like formål: Å etablere grønn ammoniakkproduksjon. SKREI-prosjektet skal hjelpe til å kvalifisere forskjellige produksjonsstørrelser av hydrogen før det iverksettes fullskalaproduksjon for HEGRA. I SKREI-prosjektet bygger Yara et 24 MW vannelektrolyseanlegg, hvor selskapet har fått 283 millioner kroner i støtte fra Enova. Produksjonsanlegget skal komme i drift i løpet av 2023. Hydrogenet som produseres i SKREI-prosjektet skal brukes som innsatsfaktor i ammoniakkproduksjonen.

En viktig muliggjørende faktor for å skape et større marked for hydrogen, og dermed etterspørsel, er infrastruktur, herunder mulighet for bunkring, lagring og distribusjon. Dette er en utfordring i dag. Blant respondentene oppgir nærmere 70 prosent at manglende hydrogeninfrastruktur vil være en barriere for videre vekst frem mot 2030. Dette peker på at infrastruktur tilknyttet produksjon, lagring og transport må etableres for å møte økende etterspørsel og sikre flyt i distribusjonsleddene.

Figur 4-6: I hvilken grad manglende hydrogeninfrastruktur er en barriere for bedriftens videre vekst frem mot 2030. N=51. Kilde: Menon Economics



Case om Ammonia fuel bunkering network

«Ammonia fuel bunkering network» er et prosjekt som har som formål å bygge et nettverk av bunkringsterminaler i hele Skandinavia som skal gjøre det mulig å bruke grønn ammoniakk som drivstoff i skip. Prosjektet består av prosjektpartnere ECONNECT Energy, Amon Maritime, SINTEF, Fjord Base, Global Ocean Technology, Yara, Viridis Bulk Carriers, HYEX Safety og Arena Ocean Hyway Cluster.

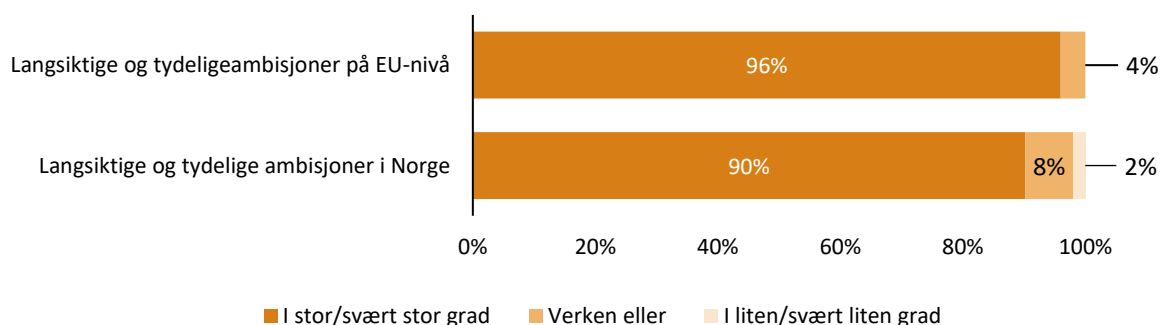
Industri-delen av prosjektet ledes av Azane Fuel Solutions med selskapene ECONNECT Energy og Amon Maritime bak. Målet er å utvikle og demonstrere et fleksibelt og sikkert nettverk av terminaler for bunkring av ammoniakk for bruk i skip. For å nå dette målet skal Azane Fuel Solutions utvikle, bygge, teste og drive den første terminalen for mottak og levering av grønn ammoniakk i en norsk havn. Det skal gjøres med en helhetlig tilnærming som ivaretar hele verdikjeden samt sikkerhet i distribusjon og lagring av ammoniakk. Det første fysiske pilotanlegget skal stå klart i 2024. I 2021 fikk prosjektet 89 millioner kroner i støtte fra Grønn plattform. Støtten ble tildelt for å bygge og etablere den første bunkringsterminalen. Det er ikke offentliggjort hvor denne terminalen skal etableres.

Kompetanse-delen av prosjektet, MaritimeNH3, ledes av SINTEF. Målet av denne delen er å utvikle og spre kompetanse som skal bidra til å løse utfordringene ved å opprette en verdikjede for ammoniakk som drivstoff i skip. Blant annet vil SINTEF forske på brenselcellers levetid, motorforbrennings effektivitet og ammoniakk-dispersjon. I tillegg vil det utarbeides metoder for teknoøkonomisk analyse og klimagassvurderinger av hele verdikjeden for ammoniakk.

4.4. Behov for langsiktige ambisjoner og tilrettelegging fra myndigheter

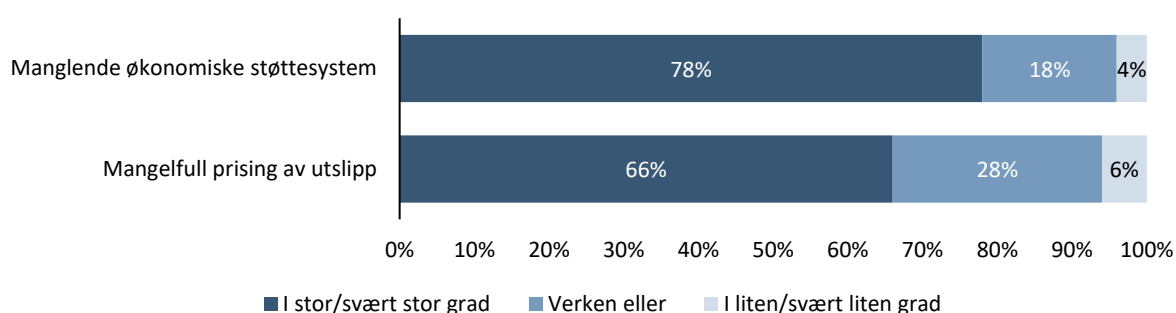
Tydelige og ambisiøse målsetninger trekkes frem som avgjørende suksesskriterier for å legge til rette for investeringer og vekst i den norske hydrogenneringen. Dette henger sammen med at konkrete og etterprøvbare målsetninger bidrar til å redusere risiko for aktører å gjennomføre større investeringer, samt legger til rette for å flytte ressurser fra andre virksomhetsgreiner over mot hydrogen. Dette er spesielt viktig sett i lys av barrierer knyttet til manglende tilgang på arbeidskraft. Med andre ord vil norske aktører i både hydrogenneringen samt i tilgrensende næringer tørre å investere betydelig i prosjekter som gir en læringseffekt ved å videreutvikle/modifisere sine tjenester og produkter. Ettersom den norske hydrogenneringen vil være avhengig av markeder utenfor Norge for å oppnå sine forventninger, spiller både norske og øvrige myndigheters ambisjoner en viktig rolle. Dette bekreftes i vår studie, ved at langsiktige og tydelige ambisjoner både i Norge og på EU-nivå trekkes frem som de viktigste suksesskriteriene for vekst i den norske hydrogenneringen.

Figur 4-7: I hvilken grad langsiktige og tydelige ambisjoner i Norge og på EU-nivå er viktige suksesskriterier for vekst i den norske hydrogenneringen frem mot 2030. N=50-51. Kilde: Menon Economics



Imidlertid er det viktig at slike ambisjoner følges opp med konkrete industri- og klimapolitiske tiltak. Til grønn næringsutvikling generelt benyttes økonomiske virkemidler som avgift og kvoter som priser utslipp, men også andre virkemidler som reduserer utslipp, eksempelvis lovreguleringer og støtteordninger (Klima- og miljødepartementet, 2021a). Som tidligere nevnt er mangelfull prising av utslipp en barriere for hydrogenaktørens videre vekst, ved at det begrenser etterspørselen etter hydrogen produsert med ingen eller lave utslipp i viktige geografiske markeder. I tillegg trekker aktører frem manglende økonomiske støttesystem som betydelig barriere. Dette er både knyttet til usikkerhet rundt rammevilkår, samt at det er behov for subsidier for å utvikle nye teknologier og etablere produksjonsenheter. Bakgrunnen for dette er blant annet knyttet til markedssvikt, og er utdypet i tekstboksen under. Manglende støtte kan bidra til å begrense investerings- og omstillingsviljen sammenlignet med land som setter en enda tydeligere kurs og etablerer konkrete og forutsigbare rammevilkår.

Figur 4-8: I hvilken grad manglende økonomisk støttesystem og mangelfull prising på utslipp er en barriere for bedriftens videre vekst frem mot 2030. N=50. Kilde: Menon Economics



Boks 4-2: Markedssvikt knyttet til utvikling av klimavennlig energiteknologi.

Utvikling av klimavennlige energiteknologier er utsatt for noen særskilte utfordringer som skiller de fra andre forretningsområder. For det første er det en negativ eksternalitet knyttet til klimagassutslipp som forurenser ikke tar tilstrekkelig inn over seg. Videre er det positive eksternaliteter knyttet til forskning og utvikling av ny teknologi som utvikleren heller ikke kan forvente å få hele fordelene av. Og ikke minst krever mange av de nye løsningene koordinering om ny infrastruktur for alternative energibærere. Alle disse tre faktorene er kilder til markedssvikt og skaper i sum potensielt et stort behov for offentlig virkemiddelbruk dersom den nødvendige teknologiutviklingen skal skje. Acemoglu m.fl. (2012) viser at den samfunnsøkonomisk optimale klimapolitikken innebærer rask handling og en kombinasjon av karbonskatter og subsidier av forskning og utvikling i ny klimavennlig energiteknologi.

Selv om flere peker på behov for bistand fra det offentlige, har det norske virkemiddelapparatet bredt anlagte støtteordninger som kan støtte hydrogen teknologi i alle faser av utviklingsløpet. Dette inkluderer aktører og ordninger som Forskningsrådet, Innovasjon Norge, Gassnova, Enova og Grønn plattform. En samlet oversikt over deres støtteordninger er å finne på plattformen *Hydrogen som Energibærer for Lavutslipp og Omstilling* (Heilo). I 2021 og per november 2022 har de ovennevnte aktørene bevilget henholdsvis 1,7 og 1,8 milliarder kroner til utvikling av hydrogenrelaterte prosjekter.²⁶ Dette er en betydelig økning fra 2020, hvor den samlede bevilgningen

²⁶ Informasjon hentet fra <https://www.enova.no/heilo/stotte-til-hydrogenprosjekter/>. Vi antar at dataene er oppdaterte per november 2022.

var på om lag 850 millioner kroner. Disse bevilgningene har samlet utløst privat kapital på 2,6 milliarder kroner i 2021 og 2,2 milliarder kroner per november 2022. Det er spesielt prosjekter knyttet til bruk og system, altså anvendelse av hydrogen/ammoniakk som har fått støtte, tett fulgt av prosjekter knyttet til fremstilling og prosessering av hydrogen.

For å bygge en ledende hydrogenverdikjede i Norge er man imidlertid også avhengig av en betydelig innsats fra næringslivet. Dette bekreftes av våre funn, hvor over 90 prosent av respondentene fremhever at omstillings- og investeringsvilje i næringslivet er et viktig suksesskriterium for videre vekst i den norske hydrogennæringen frem mot 2030. For hydrogennæringen handler dette både om en innsats blant aktører i den norske hydrogen-næringen og i tilgrensende næringer, men også blant aktører i sluttbrukermarkeder som skal ta løsningene som utvikles og hydrogenet/ammoniakken i bruk.

Case om Enova og knutepunktsprosjekter

I juni 2022 har Enova tildelt 1,12 milliarder kroner til hydrogen- og ammoniakkprosjekter innenfor maritim sektor. Totalt ga Enova bevillinger til 12 prosjekter, hvorav fem er produksjonsanlegg for grønt hydrogen (669 millioner kroner) og sju er hydrogen- og ammoniakkdrevne fartøy (451 millioner kroner). Planen er at de fem produksjonsanleggene kan muliggjøre videre teknologiutvikling, men også at de kan levere drivstoff til de hydrogendrevne fartøyene som Enova har støttet. Disse fem produksjonsanleggene har fått støtte fra Enova:

- **Glomfjord.** Glomfjord Hydrogen AS sitt prosjekt for etablering av et grønt hydrogenproduksjonsanlegg har fått 150 millioner kroner i støtte. Anlegget skal produsere 10 tonn hydrogen per dag..
- **Rørvik.** NTE og H2 Marine ble tildelt 126 millioner kroner for bygging av produksjonsanlegg for grønt hydrogen i Rørvik. Produksjonsanlegget skal produsere opptil 8 tonn grønt komprimert hydrogen som kan leveres til en rekke fartøy.
- **Hitra.** Etablering av produksjonsanlegget for grønt hydrogen på Hitra fikk tildelt 113 millioner kroner støtte. Det skal i tillegg bygges et anlegg for bunkring, som skal stå klart innen 2025. Hovedaktørene bak dette prosjektet er TrønderEnergi og Statkraft.
- **Florø.** I Florø ble HyFuels produksjonsanlegget for grønt hydrogen støttet med opptil 132 millioner kroner. HyFuels vil utvikle, drifte og eie anlegget og planlegger å levere hydrogen og hydrogenbærende stoffer til den maritime næringen i inn- og utlandet.
- **Kristiansand.** Hydrogenknutepunkt Agder får støtte med 148 millioner kroner. Hydrogen-anlegget vil i første fase ha en kapasitet på 8 tonn grønt hydrogen per dag, som i 2027 vil utvides til en produksjon på 24 tonn per dag. Forretningsmodellen rundt fasilitetene er basert på produksjon og å etablere et distribusjonssenter.

I tillegg fikk følgende syv skip støtte fra Enova:

- **Færder Tankers Norway AS.** Selskapet vil utvikle og bygge to tank- og to bilskip som kjører på ammoniakk. Selskapet ble tildelt 206 millioner kroner av Enova.
- **Ocean Infinity.** Ocean Infinity og Samskip har fått 149 millioner kroner for å bygge og drive to hydrogendrevne containerskip. Skipene skal seile mellom Oslofjorden og Rotterdam.
- **Thor Dahl Bulk.** Enova støtter et hydrogendrevet bulkfartøy med 97 millioner kroner. Det vil kjøre på en brenselcelle som omdanner komprimert hydrogen til elektrisitet. Det vil være et 5 000 tonn bulkskip som kan seile opptil 1000 nautiske mil.

4.5. Samarbeid mellom aktører er en forutsetning for langsiktig vekst

Norske næringsaktører har historisk sett vært preget av et tett samarbeid, spesielt innen maritim industri og olje- og gassnæringen. Samarbeid kan i denne sammenheng gjøre seg gjeldende i to dimensjoner: både samarbeid mellom bedrifter som er knyttet sammen gjennom komplementaritet i markedet (horisontalt) og mellom bedrifter som er knyttet sammen gjennom kunde-leverandørrelasjoner (vertikalt). I en rapport utarbeidet på vegne av Norsk Industri synliggjøres nødvendigheten av næringsklynger for å fremme industriutvikling (Bjerknes, et al., 2021). Her illustreres det at næringsklynger kan bidra til kunnskapsbasert og industriell vekst, og at næringsklynger har et særegent fortrinn i seg selv.

I hydrogennæringen vil samarbeid være sentralt både i utviklingen av nye prosjekter, samt i utvikling og skalering av nye teknologiske løsninger. Kartleggingen vår viser at det eksisterer flere samarbeid mellom norske hydrogenaktører, noe som bekreftes i spørreundersøkelsen. I spørreundersøkelsen fremheves også tverrsektorielt samarbeid som et konkurransefortrinn. Basert på øvrige funn peker sistnevnte mot den pågående omstillingen i maritim transport, og industri og de teknologiske løsningene som må utvikles for å kunne ta hydrogen og ammoniakk i bruk der. Markedet vil i starten være preget av bilaterale avtaleverk, mens man på lang sikt bør jobbe for å bygge et økosystem. Samarbeidet som i dag foregår mellom næringsliv og akademia i forskningssentre for miljøvennlig energi (se tekstboks under) bidrar til dette. En viktig muliggjørende faktor for dette er tilgang på relevante leverandører og samarbeidspartnere, som svært få respondenter trekker frem som en barriere for videre vekst. Imidlertid peker vår kartlegging på at samarbeidet vil i hovedsak være nasjonalt rettet. Mens nærmere 53 prosent fremhever samarbeid mellom aktører i den norske hydrogennæringen som et svært viktig suksesskriterium for videre vekst i den norske hydrogennæringen, er det svært få som fremhever et europeisk og nordisk samarbeid som et slikt kriterium. Dette er med på å understøtte fokuset deler av hydrogennæringen har på hjemmemarkedet i Norge i dag. Samtidig er man avhengig av et internasjonalt fotavtrykk om man skal nå eksportforventningene vi har identifisert. Næringens fokus på hjemmemarkedet bør derfor, i det minste på sikt, vris mot våre handelspartnere og utviklingen som skjer på etterspørselssiden i blant annet Europa. En tidlig posisjonering vil bidra til at man kan både delta i og påvirke prosjektene som snart rulles ut både i Europa og i resten av verden. Norske myndigheter har allerede tatt initiativ til et eksportprogram for hydrogen i Tyskland (HPO²⁷) gjennom Innovasjon Norge. Målet for eksportprogrammet er å posisjonere norsk industri mot hydrogenutvikling i Tyskland, med fokus på den maritime sektoren i de nordlige regionene.²⁸

²⁷ High Potential Opportunity.

²⁸<https://www.innovasjon Norge.no/no/tjenester/internasjonalt-satsing/kurs-og-kompetanse/High-Potential-Opportunities-HPO/hydrogen-og-maritime-losninger-i-tyskland/>

Boks 4-3: Forskningsentre for miljøvennlig energi som er rettet inn mot hydrogen i Norge

FME HyValue er et av åtte forskningsentre for miljøvennlig energi (FME) i Norge. HyValue er ledet av forskningsinstituttet NORCE og utvikler kunnskap, metodikk og innovative løsninger for hydrogenenergibærere med en helhetlig tilnærming. Det adresseres produksjonsmetoder, risikovurderinger og samfunnsmessig forankring. Senteret utvikler blant annet maritim teknologi knyttet til hydrogen som for eksempel trygg drift av hydrogenbaserte ferger. HyValue har tilgang til NORCE sine fasiliteter, men også til fasiliteter ved partnerinstitusjoner. HyValue samarbeider med flere universiteter og forskningsinstitutter i inn- og utlandet. I tillegg kommer det partnere fra næringsliv og forvaltning.

FME MoZEES er et annet eksempel på et forskningsenter for miljøvennlig energi (FME) i Norge. Senteret setter søkelys på nullutslippsenergisystemer for transport. Målet er å utføre forskning for utvikling og innovasjon på nye batteri- og hydrogenmaterialer, komponenter og teknologier for eksisterende og fremtidige transportapplikasjoner på vei, jernbane og sjø. Senteret er lokalisert hos IFE på Kjeller og benytter seg av IFE sine testfasiliteter. MoZEES er et felles prosjekt av IFE, NTNU, SINTEF, TØI og UiO, men har i tillegg flere partnere fra næringen, offentlig sektor og akademia.

FME HYDROGENi er et tredje forskningsenter for miljøvennlig energi (FME) som jobber mot forskning og innovasjon innen hydrogen og ammoniakk. Formålet med senteret er å muliggjøre teknologisk utvikling som trengs for å oppfylle 2030- og 2050-målene i det norske veikartet for hydrogen. HYDROGENi vil fokusere på kostnadseffektiv og skalerbar produksjon, transport og lagring i Norge og Europa, sluttbruksteknologier, og sikkerhet og materialintegritet. Forskningsenteret har et budsjett på omtrent 530 millioner kr. og over 50 partnere fra industri og akademia.

Referanseliste

- Aghion, P., Dechezleprêtre, A., Hémous, D., Martin, R., & Reenen, J. V. (2016). Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry. *Journal of Political Economy*, 124(1).
- Aurora Energy Research. (2020, November 3). *Hydrogen could be a €120billion+ industry in Europe by 2050, with Germany emerging as the most favourable market for electrolysers*. Retrieved from <https://auroraer.com/media/hydrogen-could-be-120-billion-industry-in-europe-by-2050/>
- Bjerknes, E., Rebo, H. P., Hundseid, H., Andersen, K. S., Nesse, A., Gutzkow, J., . . . Austrheim, E. H. (2021). *Leveransemodeller for havvind*. Oslo: Norsk Industri.
- BloombergNEF. (2020). *Hydrogen Economy Outlook: Key Messages*. Bloomberg Finance L.P.
- Collins, L. (2022, mai 26). EU plan to import vast amounts of green hydrogen from North America 'makes little sense': study finds. *RECharge*.
- DNV. (2019). *Produksjon og bruk av hydrogen i Norge*. Oslo: DNV.
- Erbach, G., & Jensen, L. (2020). *EU hydrogen policy - hydrogen as an energy carrier for a climate-neutral economy*. Brussel: European Parliament.
- Europakommisjonen. (2020). *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*. Brussel: Europakommisjonen.
- Europakommisjonen. (2022a). *REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition*. Retrieved from European Commission: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131
- Europakommisjonen. (2022b). *EU Solar energy strategy*. Brussel: European Commission.
- FTI Consulting. (2021). *Hydrogen: A realistic plan to deliver on Europe's ambitious strategy*. Washington D.C.: FTI Consulting.
- GEFCO. (2022). *Maritime transport*. Retrieved from GEFCO: <https://www.gefco.net/en/glossary/definition/maritime-transport/>
- Global Market Insights. (2022). *Green Hydrogen Market by Technology*. Delaware: Grand View Research.
- Grand View Research. (2022). *Green Hydrogen Market Size, Share & Trends Analysis Report by Technology*. San Francisco: Grand View Research.
- HEILO. (n.d.). *Hydrogen som Energibærer for Lavutslipp og Omstilling*. Retrieved from HEILO: <https://www.enova.no/heilo/>
- Horne, H., & Hole, J. (2019). *Hydrogen i det moderne energisystemet*. Oslo: NVE.
- IEA. (2019). *The Future of Hydrogen*. Paris: IEA.

- IEA. (2021a). *Could the green hydrogen boom lead to additional renewable capacity by 2026?* Paris: IEA.
- IEA. (2021b). *Global Hydrogen Review 2021*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2022). *Global Hydrogen Review 2022*. Paris: IEA.
- Ito, A. (2020). *Europe's Steel Industry at a Crossroads*. München: Roland Berger.
- Klima- og miljødepartementet. (2021a). *Klimaendringer og norsk klimapolitikk*. Oslo: Klima- og Miljødepartementet.
- Klima- og miljødepartementet. (2021b). *Klimaplan for 2021-2030*. Oslo: Klima- og Miljødepartementet.
- Klima- og miljødirektoratet. (2021c, desember 17). *Milliardstøtte til hydrogenprosjekter*. Retrieved from Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/milliardstotte-til-hydrogenprosjekter/id2892615/>
- Malkenes Hovland, K. (2020, november 1). Jubler for hydrogenferge i Lofoten: - Vil bli lagt merke til. *E24*.
- McMillan, M., Rodrik, D., & Sepúlveda, C. (2013). *Structural Change, Fundamentals and Growth: A Framework and Case Studies*. Washington D.C.: The International Food Policy Research Institute.
- Menon Economics. (2020a). *Klimavennlig energiteknologi: Forsknings- og innovasjonsdrevet næringsutvikling*. Oslo: Menon Economics.
- Menon Economics. (2020b). *Omstillingsbehov i Møre og Romsdals eksportnæringer*. Oslo: Menon Economics.
- Menon Economics. (2021). *Ringvirkninger av nye kraftintensive industrier i Nordland*. Oslo: Menon Economics.
- Menon Economics. (2022a). *Kartlegging av behovet for testfasiliteter for hydrogen og ammoniakk*. Oslo: Menon Economics.
- Menon Economics. (2022b). *Grønn maritim 2022 - Teknologi, utslipp, verdiskaping og sysselsetting*. Oslo: Menon Economics.
- Menon Economics. (2022c). *Behov for ingeniørkompetanse i lys av den grønne omstillingen*. Oslo: Menon Economics.
- Menon Economics. (2022d). *Eksporthemeldingen 2022*. 2022: Menon Economics.
- Menon Economics. (2022e). *Nordic Roadmap: Future Fuels for Shipping. Task 1-A*.
- NHO. (2020). *Norske muligheter i grønne elektriske verdikjeder*. Oslo.
- NHO. (2021). *Grønt landtransportprogram - mål og prosjektbeskrivelse*. Oslo: NHO.

- Norsk Hydrogenforum. (n.d.). *Bruksområder - Industri*. Retrieved from Norsk Hydrogenforum: <https://www.hydrogen.no/bruksomrader/industri>
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2022). *Veikart - Grønt Industrieløft*. Oslo: Nærings- og fiskeridepartementet.
- Olje- og energidepartementet & Nærings- og fiskeridepartementet. (2021). *Regjeringens hydrogenstrategi*. Oslo: Olje- og energidepartementet & Nærings- og fiskeridepartementet.
- Olje- og energidepartementet. (2021). *Energi til arbeid - langsiktig verdiskaping fra norske energiressurser*. Oslo: Olje- og Energidepartementet.
- Pawelec, G., & Fonseca, J. (2022). *Steel From Solar Energy: A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing*. Brussel: Hydrogen Europe.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2021). *Energy max*. Retrieved from Our World in Data: <https://ourworldindata.org/energy-mix>
- Rodrik, D. (2013). *The past, present and future of economic growth*. New York: Global Citizen Foundation.
- SSB & Miljødirektoratet. (2020). *Klimagassutslipp fra transport i Norge*. Trondheim: Miljødirektoratet.
- SSB. (2010). *Kraftintensiv industri*. Oslo-Kongsvinger: SSB.
- Strategic Market Research. (2022). *Green Hydrogen Market Size - Trend Forecast Report 2030*. Strategic Market Research.
- Teknologirådet. (2021). *Hydrogenproduksjon i Norge*. Oslo: Teknologirådet.
- THEMA Consulting Group. (2019). *Systemvirkninger og næringsperspektiver ved hydrogen*. Oslo: THEMA Consulting Group.
- United States Department of Energy. (2022). *DOE National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap - Draft*. Washington D.C.: United States Department of Energy.
- United States Department of State. (2021). *The long-term strategy of the United States: Pathways to net-zero greenhouse gas emissions by 2050*. Washington D.C.: United States Department of State.
- Valstad, I., Grooss Viddal, M., Blindheim, K., Hoen Hersleth, H., Øren, K., & Bakke Lossius, T. (2020). *Norske muligheter i grønne elektriske verdikjeder*. Oslo: Styrekomiteen for Grønne Elektriske Verdikjeder.
- WBCSD. (2021). *Policy recommendations to accelerate hydrogen deployment for a 1,5 degrees Celsius scenario*. Singapore: WBCSD.
- World Integrated Trade Solution. (2021). *Hydrogen exports by country in 2021*. Retrieved from World Integrated Trade Solution: <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/ALL/year/2021/tradeflow/Exports/partner/WLD/product/280410>

Zusammenfassung

Menon Economics hat im Auftrag von Arena H2 Cluster mit verschiedenen Kooperationspartnern eine Wissensgrundlage ausgearbeitet. Das Ziel des Rapportes ist, eine Übersicht über den aktuellen Status der norwegischen Wasserstoffindustrie und die Erwartungen der Akteure bis 2030 zu geben. Die Wissensgrundlage beinhaltet Informationen über den aktuellen Stand der Industrie mit einer Übersicht über Beschäftigung, Umsatz, Investitionen und Wachstumsperspektiven. Der Rapport besteht aus den folgenden drei Hauptteilen:

- **Teil 1:** Status der norwegischen Wasserstoffindustrie und norwegischen Wasserstoffprojekten in Entwicklung
- **Teil 2:** Ambitionen und Erwartungen der heutigen Wasserstoffindustrie in Norwegen bis 2030
- **Teil 3:** Wettbewerbsvorteil, Hindernisse und Erfolgskriterien für die norwegischen Akteure

Wasserstoff und Ammoniak sind wichtig für die Energiewende in Richtung einer emissionsarmen Gesellschaft

Die Welt steht vor einer Klimaveränderung mit weitreichenden Folgen, weshalb sich die internationale Gemeinschaft mit der Unterzeichnung des Übereinkommens von Paris dazu verpflichtet hat, den Klimawandel zu begrenzen. Um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen, muss sich die Weltwirtschaft grundlegend verändern. Nicht zuletzt betrifft diese Umstellung auch die Art und Weise, wie wir Energie produzieren und verbrauchen. Der Übergang zu einer Gesellschaft mit tiefen Emissionen ist nicht nur eine grosse Herausforderung, sondern beinhaltet auch grosse wirtschaftliche Chancen für Länder, die zu einem raschen, strukturellen Wandel fähig sind. Wasserstoff und Ammoniak dürften dabei eine zentrale Rolle spielen, da sie als Energieträger ein sehr breites Anwendungsspektrum haben. Dies spiegelt sich in einem erheblichen Umsatzpotenzial sowohl global, regional als auch national wider. In Europa kann der Wasserstoffmarkt (Absatz von Wasserstoff) laut Aurora Energy Research im Jahr 2050 einen Umsatz von bis zu 1'500 Milliarden norwegischen Kronen (ca. 146 Milliarden Euro) erreichen. Die EU gibt einen Investitionsbedarf von 2'000 bis 4'000 Milliarden norwegischen Kronen (ca. 194 bis 389 Milliarden Euro) in Europa bis 2050 an.

Die grössten Unsicherheiten für die Wasserstoffindustrie sind heute die Ambitionen der Behörden in der Klimapolitik sowie Entwicklungen im Zusammenhang mit konkurrierenden emissionsarmen Technologien. Die Signale der EU sind jedoch eindeutig: Wasserstoff wird zu einem zentralen Energieträger auf dem Weg in eine emissionsarme Gesellschaft. In REPowerEU, der EU-Strategie zur Beschleunigung der Energiewende und zur Verringerung der Abhängigkeit von russischem Gas, wurde Wasserstoff als „Rückgrat der Energiewende“ bezeichnet, wobei sich die EU das Ziel gesetzt hat, in den EU-Ländern 10 Millionen Tonnen Wasserstoff zu produzieren und weitere 10 Millionen Tonnen bis 2030 zu importieren. Auch die norwegischen Behörden weisen auf Wasserstoff als wichtigen Schwerpunktbereich hin, zuletzt in der Roadmap der Regierung für die Förderung einer grünen Industrie vom Frühling 2022. Die Regierung will eine vollständige Wertschöpfungskette für die Herstellung, Verteilung und Nutzung von emissionsfreiem oder -armem Wasserstoff entwickeln.

Die norwegische Wasserstoffindustrie ist derzeit in ihrem Umfang relativ begrenzt, aber sehr ehrgeizig

Die norwegische Wasserstoffindustrie besteht aus Ausrüstungs- und Technologielieferanten, Dienstleistern, Produzenten von Wasserstoff und Ammoniak sowie Vertriebsakteuren. Gemessen an der Anzahl Unternehmen machen Akteure, die Ausrüstung und Dienstleistungen liefern, heute den grössten Anteil der Wasserstoffindustrie aus, dicht gefolgt von den Produzenten. Gemäss unseren Schätzungen hatte die Wasserstoffindustrie im Jahr 2021 einen Gesamtumsatz von 1,47 Milliarden norwegischen Kronen (ca. 147 Millionen Euro). Fast 70 Prozent davon entfiel auf Exporte oder Umsätze in ausländischen Tochtergesellschaften.

Darüber hinaus beschäftigte die Branche 815 Angestellte (Vollzeitäquivalent) im Jahr 2021. Die treibende Kraft hinter den Umsatzzahlen sind hauptsächlich einzelne Ausrüstungs- und Technologieanbieter, die sich bereits als Zulieferer auf einem globalen Markt etabliert haben. Die übrige Wasserstoffbranche ist durch eine Vielzahl von Unternehmen gekennzeichnet, die in Zukunft auf Wasserstoff setzen wollen, bei denen aber zurzeit nur ein sehr geringer Anteil der Angestellten im Wasserstoffbereich tätig ist.

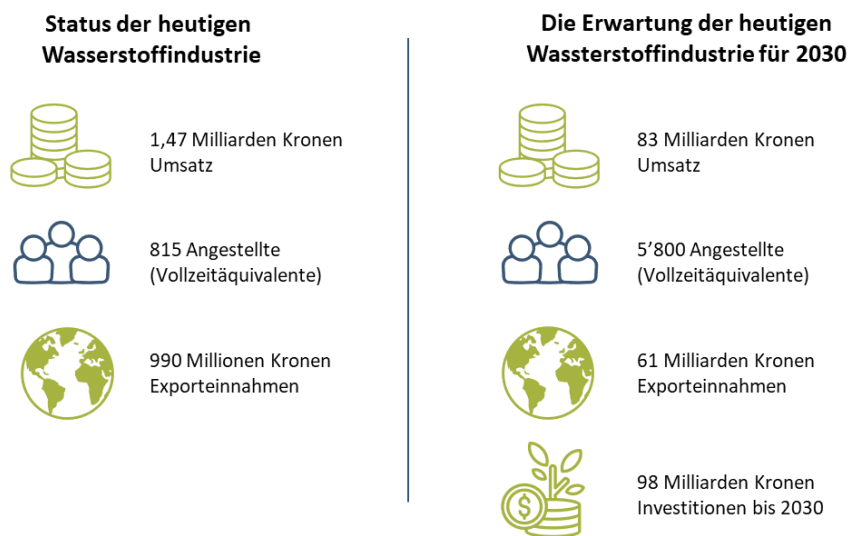
Obwohl die Wasserstoffindustrie heute klein ist, zeichnet sie sich durch sehr ehrgeizige Akteure aus, von denen sich die meisten auf Marktsegmente mit erheblichem Wachstumspotenzial konzentrieren. Dies äussert sich darin, dass ein bedeutender Anteil der laufenden Aktivitäten mit der Entwicklung neuer Projekte verbunden ist. Unsere Zusammenstellung zeigt, dass sich im Herbst 2022 in Norwegen insgesamt 59 Wasserstoff- und Ammoniakprojekte in Entwicklung befinden. Der eine Teil dieser Projekte hat zum Ziel, Anlagen zur Herstellung von Wasserstoff oder Ammoniak zu errichten. Der andere Teil der Projekte erstellt Produktionsanlagen für Ausrüstung, die entweder in der Wasserstoff- und Ammoniakproduktion oder in der Nutzung dieser Energieträger verwendet werden. Die Mehrheit der Projekte zielt auf die Herstellung von Wasserstoff ab. In den meisten dieser Projekte ist geplant, sowohl die Produktion von Wasserstoff zu etablieren als auch das Bunkern und Verteilen zu ermöglichen. Wir haben weniger Projekte identifiziert, bei denen geplant ist, entweder neue Produktionsanlagen für Ausrüstung zu errichten oder die Produktionskapazität bestehender Fabriken zu erweitern. Es ist jedoch wichtig, darauf hinzuweisen, dass innerhalb dieses Teils der Wertschöpfungskette einzelne Projekte von beträchtlicher Grösse geplant sind. Die Mehrheit der in dieser Studie identifizierten Projekte befinden sich in West- und Nordnorwegen sowie in Vestfold und Telemark.

Im Projektportfolio haben wir ein potenzielles Produktionsvolumen von ca. 3'300 Tonnen Wasserstoff pro Tag identifiziert, verteilt auf 31 Projekte. Dies entspricht einer Jahresproduktion von knapp 1,2 Millionen Tonnen.²⁹ Wir haben ausserdem sechs Ammoniakproduktionsprojekte identifiziert, die insgesamt eine Produktion von rund 5'200 Tonnen Ammoniak pro Tag, beziehungsweise 1,8 Millionen Tonnen pro Jahr haben werden. Das in Entwicklung befindliche Ammoniakportfolio zeichnet sich demnach durch eine kleinere Anzahl Projekte aus, die jedoch alle von erheblichem Umfang sind. Der Gesamtmarktwert dieser Projekte liegt je nach Preisentwicklung zwischen 30 und 60 Milliarden norwegischen Kronen (ca. 3 bis 6 Milliarden Euro) pro Jahr.³⁰ Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass wir auch mehrere norwegische Akteure identifiziert haben, die beabsichtigen, in Produktionsstätten ausserhalb Norwegens zu investieren. Diese Art von Investition wird ebenfalls zur Wertschöpfung in Norwegen beitragen, aber die Beschäftigungseffekte hierzulande werden begrenzt sein.

²⁹ Bei einer Produktion von 350 Tagen im Jahr, basierend auf Angaben von Akteuren in der Branche. Projekte, die auf „Überschussstrom“ basieren, haben eine kürzere Nutzungsdauer.

³⁰ Schätzung berechnet mit der erwarteten Jahresproduktion und einer Ergebnisspanne für zukünftige Preise basierend auf Bloomberg und Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

Kennzahlen der Wasserstoffindustrie im Jahr 2021 und Erwartungen der Branche für 2030



Die Akteure der heutigen Wasserstoffindustrie erwarten ein grosses Wachstum bis 2030

Die norwegischen Unternehmen, welche in die Entwicklung von Wasserstoffprojekten involviert sind, konzentrieren sich aktiv auf den Aufbau einer Wasserstoffindustrie in Norwegen. Dies spiegelt sich in ihren eigenen Wachstumserwartungen in den nächsten zehn Jahren wider. Unsere Analyse zeigt, dass sich gemäss den Erwartungen der Unternehmen der Umsatz auf 83 Milliarden norwegische Kronen (ca. 8,1 Milliarden Euro) und die Beschäftigung auf 5'800 Angestellten (Vollzeitäquivalent) in 2030 belaufen wird. Ein besonders hohes Umsatzwachstum wird in den Bereichen Produktion und Distribution erwartet, welche bereits heute stark im Projektportfolio vertreten sind. Sobald der Markt reifer wird, rechnen mehrere Akteure auch damit, ihre Aktivitäten ausserhalb Norwegens zu verstärken. Die Unternehmen schätzen den Wert der Exporte und des Auslandsumsatzes auf 61 Milliarden norwegische Kronen (ca. 6,1 Milliarden Euro) im Jahr 2030, was einem Anteil von fast 75 Prozent des erwarteten Gesamtumsatzes entspricht. Europa, Asien und Nordamerika werden voraussichtlich in Zukunft für die norwegischen Akteure wichtige geografische Märkte sein. Das wichtigste Marktsegment wird wahrscheinlich maritime Anwendungen sein, gefolgt von Industrie und Landverkehr. Die norwegische Wasserstoffindustrie (insbesondere der Produktionsteil) zeichnet sich durch eine hohe Produktivität aus. Unsere Schätzungen zeigen, dass gemäss den Erwartungen der Branche eine Wertschöpfung von bis zu 20 Milliarden norwegische Kronen (ca. 2 Milliarden Euro) erreicht werden kann, was einer Wertschöpfung pro Beschäftigten von 3,6 Millionen norwegischen Kronen (ca. 352'000 Euro) entspricht. Im Vergleich dazu liegt der Durchschnitt der norwegischen Festlandindustrie im Jahr 2021 bei einer Wertschöpfung pro Beschäftigten von 1,1 Millionen norwegischen Kronen (ca. 107'000 Euro).

Das Investitionsniveau der Branche wird in den kommenden Jahren den Massstab für die Grösse der Industrie setzen. Unsere Schätzungen zeigen, dass die heute aktiven Unternehmen in der Wasserstoffindustrie bis 2030 mit Investitionen in der Höhe von insgesamt 98 Milliarden norwegischen Kronen (ca. 9,57 Milliarden Euro) rechnen. 45 Prozent der Befragten gaben in unserer Umfrage an, in diesem Jahrzehnt in die Wasserstoff- und/oder Ammoniakproduktion zu investieren. Ein bedeutender Teil der erwarteten Investitionen wird vermutlich in die Erstellung oder Erweiterung von Produktionskapazitäten fließen, da diese Investitionen besonders kapitalintensiv sind. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Projekte in Entwicklung in Konkurrenz miteinander stehen, und daher davon auszugehen ist, dass nicht alle ihre Erwartungen erfüllen werden. Gleichzeitig erwarten wir, dass die Wasserstoffindustrie bis 2030 auch in Bezug auf die Zahl der Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette wachsen wird, was die wirtschaftlichen Möglichkeiten

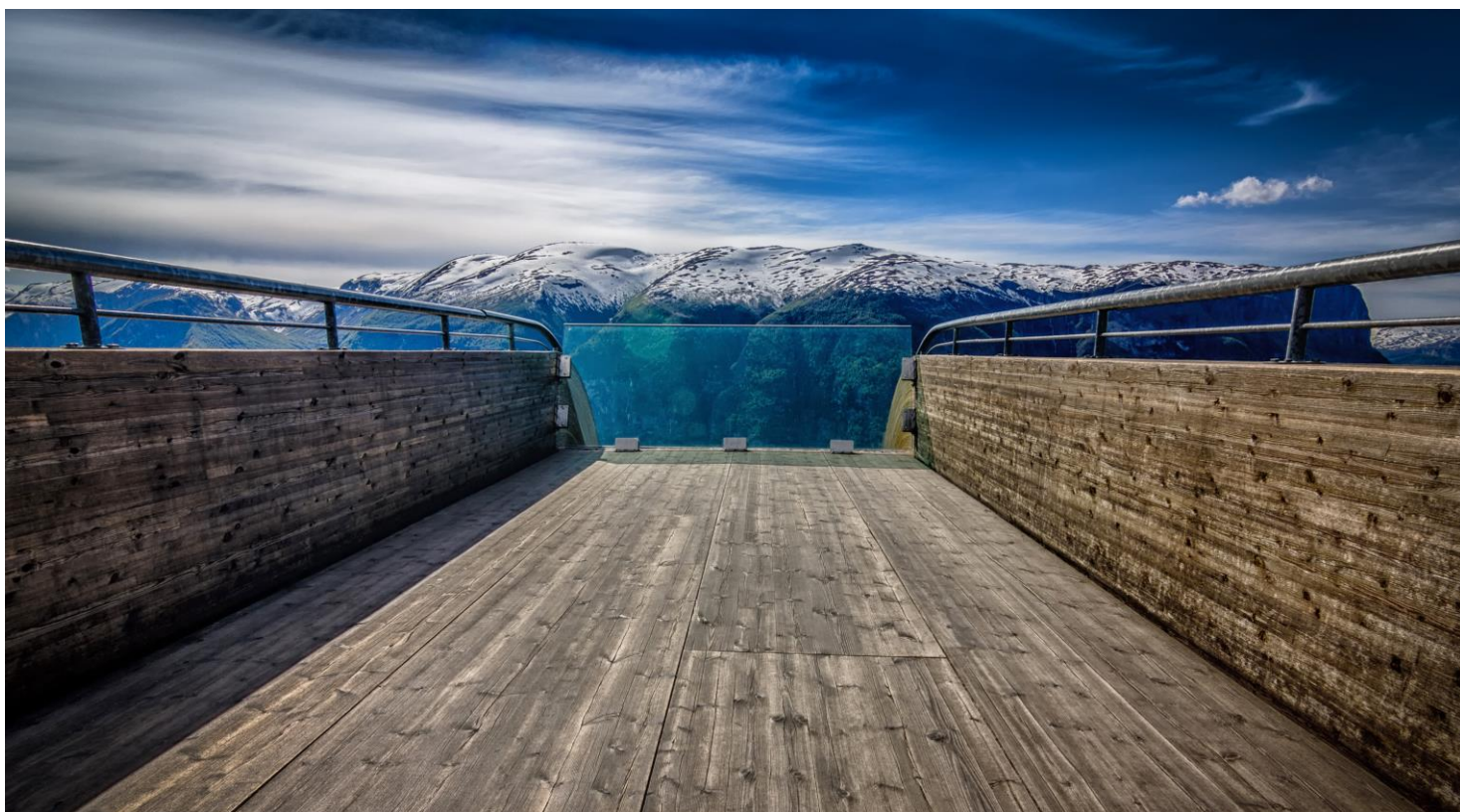
erweitert. Trotz der zugrundeliegenden Unsicherheit im Zusammenhang mit künftigen Umsätzen bieten diese Punktschätzungen wertvolle Einblicke in die bestehenden Ambitionen und Potenziale. Gleichzeitig können diese Schätzungen der Industrie als Referenzwert auf dem Weg zu einer vollständig operativen und kommerzialisierten Wertschöpfungskette für Wasserstoff und Ammoniak in Norwegen dienen.

Die norwegische Wasserstoffindustrie hat mehrere Wettbewerbsvorteile, aber bestimmte Hindernisse schränken ihr Potenzial ein

Die norwegische Wasserstoffindustrie erwartet ein großes Wachstum, sowohl im Inland als auch auf den wichtigsten Exportmärkten. Aber welche Wettbewerbsvorteile haben norwegische Akteure, welchen Hindernissen stehen sie gegenüber und was sind die Erfolgskriterien für den erfolgreichen Aufbau einer wettbewerbsfähigen Wasserstoffindustrie? Norwegen ist eine Energienation, und ein erheblicher Teil der heutigen Industrie basiert auf der Veredelung der nationalen Energieressourcen. Der Zugang zu erneuerbarem Strom und Erdgas wurde von den Akteuren auch als einer der stärksten Wettbewerbsvorteile der norwegischen Wasserstoffindustrie identifiziert. Der erhebliche erwartete Anstieg des Energieverbrauchs bis 2030 zeigt, dass davon ausgegangen wird, dass der Zugang mittel- bis langfristig aufrechterhalten wird. Auf der anderen Seite identifizierten wir den Zugang zu relevanten Arbeitskräften und Infrastruktur im Zusammenhang mit Vertrieb, Lagerung und Transport sowie einen Mangel an Nachfrage als potenzielle Hindernisse. Die Akteure betonen die Wichtigkeit, diese Hindernisse anzugehen, um das vorhandene Umsatzpotenzial auszuschöpfen. Der mögliche Mangel an Nachfrage spiegelt sich in der Struktur der von uns untersuchten Projekte wider. So wird ein erheblicher Teil der geplanten Wasserstoffprojekte entweder Teil bestehender Produktionslinien, oder das Produkt wird an einen bestimmten Verbraucher (beispielsweise ein Schiff) verkauft werden, anstatt es separat auf dem offenen Markt zu verkaufen.

Es sind sowohl voraussehbare politische Ambitionen und Unterstützung durch die Behörden als auch Bereitschaft von Seiten der Unternehmen erforderlich

Die Akteure weisen darauf hin, dass langfristige und konkrete Ambitionen seitens der norwegischen und europäischen Behörden erforderlich sind, um Unsicherheiten und Risiken zu reduzieren. Den Ambitionen müssen jedoch konkrete wirtschafts- und klimapolitische Massnahmen folgen. Dies betrifft insbesondere die Bepreisung von Emissionen (in wichtigen Märkten) und die Einrichtung eines finanziellen Fördersystems. Allerdings weisen verschiedene Akteure der Wasserstoffindustrie auch darauf hin, dass man auf den Willen zur Umstellung und die Investitionsbereitschaft in der Geschäftswelt angewiesen ist. Dies gilt für die Wasserstoffbranche selbst, aber auch für angrenzende Branchen, und bei Akteuren in Endverbrauchermärkten. Darüber hinaus sind Kooperationsbeziehungen zentral. Die Entwicklung eines Ökosystems mit einer breiten Vielfalt von Akteuren wird eine wichtige Voraussetzung für das langfristige Wachstum der norwegischen Wasserstoffindustrie sein, in der die Akteure gemeinsam neue Projekte und technologische Lösungen entwickeln und skalieren.



Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Vi er et medarbeidereiet konsultentselskap som opererer i grenseflatene mellom økonomi, politikk og marked. Menon kombinerer samfunns- og bedriftsøkonomisk kompetanse innenfor fagfelt som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, verdsetting, nærings- og konkurranseøkonomi, strategi, finans og organisasjonsdesign. Vi benytter forskningsbaserte metoder i våre analyser og jobber tett med ledende akademiske miljøer innenfor de fleste fagfelt. Alle offentlige rapporter fra Menon er tilgjengelige på vår hjemmeside www.menon.no.

+47 909 90 102 | post@menon.no | Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo | menon.no