



# Biokarbon som Klimaløsning i Norsk Metallurgisk Industri

*En eksplorativ casestudie av en overgang til Biokarbon i Norsk  
Metallurgisk Industri*

**Bjørn Olav Blakstad og Bendik Kaarby Tollefsen**

**Veileder: Lasse Lien**

Masteroppgave, Økonomi og Administrasjon  
Strategi og Ledelse, Finansiell Økonomi

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer inntestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

# Forord

Denne utredningen er skrevet som en avsluttende del av vår mastergrad i økonomi og administrasjon ved Norges Handelshøyskole, innenfor hovedprofilene Strategi og Ledelse og Finansiell Økonomi. Utredningen utgjør 30 studiepoeng og er gjennomført høsten 2023.

Først og fremst vil vi uttrykke vår takknemlighet til vår veileder, Lasse Lien, for hans støtte gjennom hele semesteret. Hans faglige kompetanse og grundige veiledning har vært verdifull for utarbeidelsen av utredningen. Videre ønsker vi å rette en stor takk til vår informant fra Norsk Gjenvinning for verdifulle bidrag og innsikt knyttet til CRUDA sin inngang i biokarbonmarkedet. Til slutt ønsker vi begge å uttrykke vår takknemlighet til våre venner og familie for deres ubetingede støtte gjennom denne utfordrende og givende prosessen.

Norges Handelshøyskole  
Bergen, Desember 2023

---

Bjørn Olav Blakstad

---

Bendik Kaarby Tollefsen

# Abstrakt

I dag står metallurgisk industri for en betydelig del av Norges totale klimagassutslipp. Det er dermed et økende behov for å utforske bærekraftige alternativer til fossilt kull for å nå klimamålene. I denne sammenheng betraktes biokarbon som en lovende løsning. Biokarbon representerer et relativt nytt produkt med unike egenskaper, og kan fremstå som fremmed i en industri som tradisjonelt har benyttet seg av kull i sine smelteprosesser over en lang tidsperiode. Hensikten med denne avhandlingen er derfor å bidra med verdifull kunnskap som kan brukes til å legge til rette for en overgang til biokarbon gjennom to sentrale mål.

Det første målet er å utvikle en forståelse av de mest sentrale mulighetene og barrierene knyttet til implementeringen av biokarbon. Dette oppnås ved å bruke PESTEL-rammeverket for og analysere de eksterne drivkreftene. Analysen indikerer at myndighetene viser et økt engasjement for en overgang til biokarbon ved å etablere strategier og tilby subsidier. Likevel, grunnet biokarbon sin høye produksjonskostnad sammenlignet med fossilt kull, regnes ikke produktet som lønnsomt for øyeblikket. Dette fremkommer i avhandlingens andre analyse, Lønnsomhetstreet, hvor det kartlegges at aktørene i den metallurgisk industri ikke er villig til å betale mer for biokarbon enn prisen på fossilt kull inkludert karbonavgifter. Av denne grunn er det nødvendig med statlige tiltak frem til kostnadene ved biokarbonproduksjon synker eller prisen på karbon stiger.

Det andre målet er derfor å undersøke hvordan differansekontrakter kan brukes av myndighetene for å minimere barrierer og akselerere overgangen til biokarbon. Selv om det er usikkerhet om bruk av differansekontrakter er det mest effektive virkemiddelet, antyder funnene at de kan øke insentiver for investeringer i biokarbon. Differansekontrakter kan føre til tidligere produksjon og anvendelse av biokarbon, noe som vil styrke dens konkurransevne overfor fossile alternativer raskere enn forventet.

# Innholdsfortegnelse

<b>1 Introduksjon .....</b>	<b>1</b>
1.1    Motivasjon for tema.....	2
1.2    Begrensninger og antagelser .....	3
<b>2 Bakgrunn.....</b>	<b>4</b>
2.1    Klimaendringer og industriens rolle .....	4
2.2    Metallproduksjon og miljøbekymring .....	7
2.3    Det norske perspektivet.....	8
<b>3 Teoretisk Rammeverk.....</b>	<b>12</b>
3.1    PESTEL .....	13
3.2    Lønnsomhetstreet .....	15
3.3    Differansekontrakter .....	22
<b>4 Metode .....</b>	<b>24</b>
4.1    Forskningsdesign .....	24
4.1.1    Forskningstilnærming .....	24
4.1.2    Forskningsformål .....	25
4.1.3    Forskningsmetode .....	26
4.2    Forskningsstrategi .....	26
4.3    Datainnsamling .....	27
4.3.1    Sekundærdata: .....	27
4.3.2    Primærdata .....	28
4.4    Evaluering av datamaterialet.....	30
4.4.1    Kredibilitet .....	30
4.4.2    Overførbarhet .....	31
4.4.3    Avhengighet.....	32

4.4.4 Bekreftbarhet.....	32
<b>5 Analyse av PESTEL .....</b>	<b>33</b>
5.1 Politiske forhold.....	33
5.1.1 Norges politiske rammeverk .....	33
5.1.2 Net-Zero Industry Act.....	35
5.1.3 Karbonavgift og kvoter .....	35
5.1.4 CO2-kompensasjon og karbonlekkasje.....	38
5.1.5 Sammendrag av politiske forhold .....	39
<b>5.2 Økonomiske forhold.....</b>	<b>40</b>
5.2.1 Investeringskostnader .....	40
5.2.2 Driftskostnader.....	41
5.2.3 Økonomisk usikkerhet .....	44
5.2.4 Sammendrag av økonomisk forhold .....	46
<b>5.3 Sosiokulturelle forhold.....</b>	<b>47</b>
5.3.1 Fremvekst av middelklassen .....	47
5.3.2 Betalingsvillighet .....	48
5.3.3 Human kapital .....	49
5.3.4 Sammendrag av sosiokulturelle forhold .....	51
<b>5.4 Teknologiske forhold.....</b>	<b>52</b>
5.4.1 Biokarbonproduksjon.....	53
5.4.2 Karbonfangst og –lagring(CCS) .....	54
5.4.3 Kombinasjon av biokarbon og CCS (BioCCS) .....	55
<b>5.5 Miljømessige forhold.....</b>	<b>57</b>
5.5.1 Sammendrag av miljømessige forhold.....	60
<b>5.6 Juridiske forhold .....</b>	<b>61</b>

5.6.1 Internasjonale reguleringer .....	62
5.6.2 Nasjonal lovgivning .....	64
5.6.3 Oppsummering av juridiske forhold .....	65
<b>6 Analyse av bransjen .....</b>	<b>66</b>
6.1 Lønnsomhetstreet .....	66
6.1.1 Verdiskaping .....	66
6.1.2 Verdi per produktenhet .....	67
6.1.3 Endring i markedsstørrelse .....	73
6.2 Verdikapring .....	75
6.2.1 Forhandlingsmakt i produktmarkedet .....	76
6.2.2 Forhandlingsmakt i faktormarkedet .....	79
<b>7 Diskusjon.....</b>	<b>80</b>
7.1 PESTEL-analyse .....	80
7.2 Lønnsomhetstreet .....	82
<b>8 Analyse av implementering av differansekontrakter (CfDs) .....</b>	<b>86</b>
8.1 Differansekontrakter og investeringsvilje .....	86
8.2 Utforming av differansekontrakter .....	88
8.2.1 Målet med differansekontrakter .....	88
8.2.2 Referansepris.....	91
8.2.3 Tildeling av differansekontrakt .....	94
.....	99
8.3 Evaluering av differansekontrakter .....	96
<b>9 Konklusjon.....</b>	<b>99</b>
<b>10 Begrensinger og fremtidig forskning.....</b>	<b>100</b>
10.1 Begrensninger i denne studien .....	100

10.2 Fremtidig forskning .....	101
<b>11 Litteraturliste.....</b>	<b>103</b>
<b>12 Vedlegg .....</b>	<b>115</b>
12.1 Intervjugudie .....	115
12.1.1 Felles intervjuguide:.....	115
12.1.2 CRUDA.....	116
12.1.3 Norsk Biokullnettverk.....	116
12.2.4 Norsk Skogeierforbund.....	117
12.1.4 Sandwater.....	117

# Liste over figurer

Figur 1 - Trenden i antall naturkatastrofer, 1990 til 2019. Kilde: (Vision of Humanity, 2020).....	5
Figur 2 - Andel globale utslipp etter sektor. Kilde: (IPCC, 2023).....	6
Figur 3 - Utslipp av klimagasser i Norge fordelt på kilder fra 1990 til 2022. Kilde: (Miljødirektoratet, 2023).....	9
Figur 4 – Prosessflytskjema. Kilde: (Adolfson, 2023).....	10
Figur 5 - Oversikt over PESTEL-rammeverket. ....	14
Figur 6 – Lønnsomhetstreet. Kilde: (Lien & Jakobsen, 2016) .....	16
Figur 7 - Differansekontrakter. Kilde: (Hentschel, 2022).....	23
Figur 8 - Forskjellige prognoser av EUA-prisen under EU ETS. Kilde: (Pahle & Sitarz, 2022).	37
Figur 9 - Fordeling av produksjonskostnader for trekull. Kilde: (Suopajarvi , et al., 2018). ....	42
Figur 10 - Historisk kullpris og prosnose, \$/t. Referanseprisen: API2, mest brukt for kull levert til nordvestlige Europa. Kilde: (Statnett, 2023) .....	43
Figur 11 - CCS alene gir ikke negative utslipp, men CCS kombinert med bærekraftig biomasse kan gjøre det. Kilde: (Melvær & Kleppe, 2022).....	55
Figur 12 - Finnes det nok avfall og rester fra norsk skog?. Kilde: (Riise & Senstad, 2020).....	58
Figur 13 – Fremgangsmåte for analyse av verdiskapingspotensialet. Kilde: (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). ....	66
Figur 14 - Fremgangsmåte for analyse av verdikapringspotensialet. Kilde: (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016) .....	75
Figur 15 - Oppsummering PESTEL. ....	82
Figur 16 – Vekting av markedets lønnsomhet .....	85
Figur 17 - Grunnleggende funksjon av en tosidig CCfD. Kilde: (Hentschel, 2021) .....	92
Figur 18 - Lønnsomhet uten og med differansekontrakter .....	98



## Liste over tabeller

Tabell 1 - Datakilder .....	27
Tabell 2 - Oversikt over intervjuobjekt og varighet på intervju .....	30
Tabell 3 – Oppsummering av differansekontrakter .....	96

# 1 Introduksjon

FNs klimapanel (IPCC) anerkjenner at verden ikke er i rute til å nå målene i Parisavtalen, selv om det iverksettes mange viktige tiltak for å takle den globale klimakrisen (FN-Sambandet, 2023). For å begrense global oppvarming til under 1,5°C, er det nødvendig med en drastisk reduksjon av drivhusgassutslippene med 40 til 50 prosent innen 2030, og oppnåelse av netto nullutslipp innen 2050 (Prosess21, 2021). Dette understreker behovet for kraftige tiltak for å vri økonomien vekk fra kull, som er en av de mest forurensende kildene i dag, og fremhever derfor viktigheten av biokarbon som et klimavennlig alternativ til fossilt kull.

Den norske regjeringen bruker for tiden store ressurser for å oppfylle de internasjonale klimaforpliktelsene som er definert i Parisavtalen, og biokarbon har i nyere tid fått et stadig økt fokus. En industri som er avhengig av å tilpasse seg er den norske metallurgiske industri dersom aktørene skal forbli relevante også i lavutslippssamfunnet. Til tross for flere tiår med forskning på biokarbon, er det betydelige utfordringer knyttet til gjennomførbarhet og oppskalering av biokarbonproduksjon. Dette skyldes hovedsakelig tekniske, kommersielle og økonomiske utfordringer (Bellona, 2020, s. 7). Derfor eksisterer det i dag stort sett kun pilotprosjekter som er subsidierte av myndighetene. Disse utfordringene er et sentralt tema i denne utredningen. For å undersøke biokarbon og utfordringene knyttet til implementering i metallurgisk industri nærmere, vil to forskningsspørsmål besvares. Det første forskningsspørsmålet er:

*I hvilken grad legger makro- og konkurranseomgivelsene til rette for en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri?*

Dette forskningsspørsmålet muliggjør en omfattende evaluering av Norge sin tilnærming til biokarbon ved å identifisere eksisterende muligheter og barrierer, samt verdiskaping- og verdikapningspotensialet. Gitt at det økonomiske aspektet er kjent som en av de mest betydelige barrierene for en overgang, blir statlige tiltak særlig interessante. Et av tiltakene som brukes for å støtte grønne investeringer i andre land, og som også har fått økt oppmerksomhet i Norge, er differansekontrakter. Det vil derfor være av stor interesse å undersøke om differansekontrakter,

---

som et risikoavlastende tiltak, kan være passende for å støtte en overgang til biokarbon. Dette vil besvares gjennom utredningens andre forskningsspørsmål:

*Hvordan kan differansekontrakter bidra til å akselerere en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri?*

## **1.1 Motivasjon for tema**

Den nåværende klimakrisen nødvendiggjør en umiddelbar og effektiv respons. I denne sammenhengen blir biokarbon ansett som en av de mest sentrale løsningene for å kutte utslipp i norsk industri (Øystese, 2022). Likevel vil den planlagte produksjonen av biokarbon kun dekke en brøkdel av det forventede behovet innen 2030, som gjør Norge svært avhengig av import. Dette fremhever behovet for å akselerere utviklingen av egen biokarbonproduksjon (Melvær & Kleppe, 2022, s. 19). I september 2020 kunngjorde Elkem planer om å bygge et pilotanlegg for biokarbon, med mål om å utforske bruken av biokarbon som en erstatning for koks og fossilt kull i et forsøk på å få en bærekraftig metallproduksjon. Imidlertid valgte Elkem å etablere pilotanlegget i Canada fremfor Norge, hovedsakelig på grunn av Canadas gunstige rammevilkår og høyere støttenivåer sammenlignet med de norske (Melvær & Kleppe, 2022, s. 19). Dette illustrerer den nåværende realiteten mellom ønsket om å investere i en overgang til biokarbon, og barrierene som hindrer selskapene i å gjennomføre ønskede investeringer i Norge.

Norske myndigheter uttrykker også et ønske om å fremskynde overgangen til biokarbon gjennom finansiering av ulike typer prosjekter fra fundamental forskning til industrielle innovasjonsprosjekter (Skreiberg, 2018). På nåværende tidspunkt er det imidlertid en mangel på slike innovasjonsprosjekter for biokarbonproduksjon, og fremdriften mot en overgang er for langsom til å nå klimamålene. Selv om det finnes litteratur som fokuserer på spesifikke teknologier og utfordringer, mangler det en bredere analyse som dekker de mange barrierene for det nye biokarbonmarkedet. Det er derfor avgjørende for industriens aktører å forstå disse utfordringene i overgangsfasen, og samarbeid og koordinerte tiltak er nødvendig for å realisere flere biokarbonprosjekter. I denne sammenheng er det viktig at spesielt regjeringen tilrettelegger for flere politiske virkemidler for å fremskynde utviklingen. Blant de mange tiltakene som kan

---

implementeres har Stortinget bedt regjeringen innføre differansekontrakter (CfDs) for utslippskutt i industrien, spesielt prioritert opp mot biokarbon (Haltebrekken, Kjerstad, & Kaski, 2023).

I Nederland, Storbritannia og Tyskland har differansekontrakter vist seg å være effektive for å stimulere elektrifisering, karbonfangst og hydrogenutvikling (Aasland, 2023). På grunn av denne suksessen er det også foreslått som et virkemiddel for å fremme bruk av biokarbon i norsk industri. Derfor vil denne studien innhente empirisk data for å bedømme beredskapen til biokarbon som et reduksjonsmiddel i metallurgisk industri. Studien vil også vurdere mulighetene for implementering av differansekontrakter som et tiltak for å akselerere overgangen fra fossilt kull til biokarbon.

## 1.2 Begrensninger og antagelser

På grunn av tids- og ressursbegrensninger, samt behovet for å finne en god balanse mellom dybde og bredde, har forfatterne besluttet å avgrense omfanget av avhandlingen. Den vil derfor konsentrere seg om bruken av biokarbon som et reduksjonsmiddel i den norske metallurgiske industri. Selv om produksjonen av biokarbon genererer biprodukter som gass og energi, vil fokuset i denne utredningen være på hovedproduktet, biokarbon. Grunnet spesifikke produktspesifikasjoner er det mer utfordrende å erstatte fossile karbonkilder med biokarbon i noen deler av den metallurgiske industrien, slik som aluminiumsproduksjon (Norsk Biokullnettverk, 2020). Studien vil derfor være begrenset til å omhandle produsenter av ferrolegeringer, for eksempel ferrosilisium. De fremste aktørene i den norske ferrolegeringsindustrien, slik som WACKER, Elkem og Eramet, er kjent for sin betydelige import av fossilt kull og representerer derfor viktige potensielle kunder for biokarbon. Disse selskapenes relevans understrekes ytterligere av deres strategiske planer om å integrere biokarbon i sine operasjoner (Elkem, 2018).

Til tross for at Norges metallurgiske industri inneholder flere av verdens fremste produsenter av de reneste og mest energieffektive metallene, vil ytterligere reduksjon i utslipp være nødvendig, selv om det vil ha en begrenset global innvirkning. For å oppnå en betydelig reduksjon i globale utslipp, er det nødvendig at hver sektor søker etter løsninger for å redusere sine klimaavtrykk ytterligere. Overgangen til biokarbon i metallurgisk industri kan være et skritt i denne retningen og har potensial til å skape positive ringvirkninger ved å utvikle kompetanse og løsninger som kan overføres til andre sektorer, der biokarbon kan brukes for å kutte utslipp. Det er viktig å merke seg

at biokarbon har anvendelsesmuligheter utover det som fokuseres på i denne studien, som for eksempel i landbruk, og kan derfor tilby større samfunnsøkonomisk gevinst enn det som beskrives. Denne avgrensningen i studiet belyser derfor kun en del av biokarbonets fulle potensial.

## **2 Bakgrunn**

Dette kapittelet vil gi en oversikt over klimagassutslippene, med fokus på det betydelige bidraget fra industrisektoren. I denne sektoren vil det bli gitt en detaljert beskrivelse av metallurgisk industri sin rolle. Hovedmålet er å fremheve viktigheten av biokarbon i overgangen til en mer bærekraftig fremtid. Hensikten er å tilføre leseren essensiell informasjon for bedre å forstå hvorfor implementering av biokarbon i Norge kan være sentralt i arbeidet mot å nå klimamål.

### **2.1 Klimaendringer og industriens rolle**

I dag anerkjenner et flertall av klimaforskere at menneskeskapte klimagassutslipp er hovedårsaken til klimaendringene (Persson, 2019). Klimaendringene skyldes primært en økning i utslipp av drivhusgasser, som karbondioksid, utover naturlige nivåer. Dette forsterker drivhuseffekten ved at mindre varme slippes ut fra atmosfæren, noe som fører til en gradvis oppvarming av jorden (Danbolt, 2023). I den siste rapporten fra FNs klimapanel uttrykker forskerne at dersom det ikke iverksettes umiddelbare, omfattende og betydelige reduksjoner i utslippene, vil målet om å holde den globale oppvarmingen under 1,5 eller selv 2 grader være uoppnåelig (Miljødirektoratet, 2022). Allerede nå ser vi konsekvenser av økende temperaturer, og det er tydelig at denne trenden korrelerer med økningen i antall naturkatastrofer rundt om i verden (Danbolt, 2023). Figur 1 illustrerer økningen av antall naturkatastrofer fra 1990 til 2019. Dette til tross for mørketall og manglende rapportering fra forrige århundre.



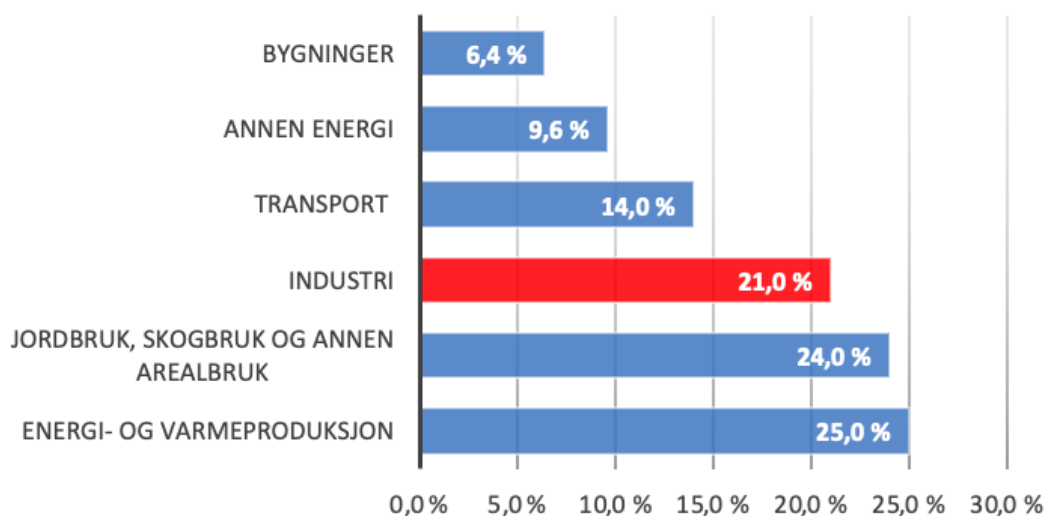
Figur 1 - Trenden i antall naturkatastrofer, 1990 til 2019. Kilde: (Vision of Humanity, 2020)

Klimaendingsrelaterte problemstillinger har over flere tiår vært gjenstand for internasjonal bekymring. Derfor initierte FNs miljøprogram opprettelsen av FNs klimapanel i 1987, med det formål å samle og vurdere det beste av tilgjengelig naturvitenskapelig og samfunnsøkonomisk informasjon om klimaendringer. I 1992 vedtok klimapanelet “FNs rammekonvensjon om klimaendring” (UNFCCC) som var den første internasjonale responsen på klimaendringene (Lahn, 2022). Likevel var det ikke før i 2015, under klimatoppmøtet (COP21) i Paris, at den banebrytende og juridisk bindende Parisavtalen ble inngått av 196 land. Disse landene, som står for en betydelig del av verdens klimagassutslipp, forpliktet seg til å bekjempe klimaendringer for å fremme en bærekraftig fremtid med lavt karbonutslipp (Key aspects of the Paris Agreement, u.d.). Gjennom Parisavtalen har medlemslandene forpliktet seg til å fremlegge nasjonale klimaløfter kjent som INDCs, hvert femte år for å redusere utslipp. Blant annet har Norge forpliktet seg til å kutte sine klimagassutslipp med 55 prosent innen 2030, noe som er i tråd med EUs klimapakke “Klar for 55”, som skal sikre at utslippene av klimagasser reduseres med 55 prosent fra 1990 til 2030 (Hjukse & Holmsen, 2022).

Selv om målene er tydelig formulert i INDC-ene, er de konkrete metodene for å realisere dem ikke nødvendigvis forhåndsdefinerte, og kan derfor kreve implementering av en rekke tiltak over flere sektorer. Særlig bør reduksjon av klimagassutslipp i de mest forurensende sektorene prioriteres, slik som innen olje og gass, transport og industri. FNs klimapanel identifiserer energi- og

varmeproduksjon som den sektoren som utgjør den største andelen av utslipp og understreker derfor nødvendigheten av å øke anvendelsen av fornybare energikilder i form av vann-, vind- og solkraft, i tillegg til andre substitutter for fossilt kull (Danbolt, 2023). Videre pekes det på andre betydelige utslippskilder som jord- og skogbruk, transport og industri, hvor sistnevnte alene står for 21 prosent av de globale utslippene som vist i Figur 2.

## Andel globale utslipp etter sektor



Figur 2 - Andel globale utslipp etter sektor. Kilde: (IPCC, 2023)

Overgangen til mer miljøvennlige løsninger i energi- og varmeproduksjon er ofte sett på som enklere sammenlignet med industrien. Dette skyldes i stor grad tilgjengeligheten av godt etablerte og kostnadseffektive grønne teknologier. Industrien på sin side står overfor utfordringer knyttet til komplekse produksjonsprosesser som ofte er avhengig av fossilt brensel for å være effektive og konkurransedyktige. Å oppnå en bærekraftig industri er derfor mer komplisert. Med utgangspunkt i denne kompleksiteten forventes det at industrien kan utgjøre den største kilden til utslipp innen 2050 (Melvær & Kleppe, 2022, s. 9). For å håndtere disse problemene har EU derfor introdusert en grønn industriplan, Green Deal, som tar sikte på å akselerere og forenkle den grønne omstillingen i industrien (Leyen, 2023). Det er derfor tydelig at en vellykket kamp mot klimaendringer krever en omfattende vurdering av innovative metoder og strategier for å redusere industrien sin miljøpåvirkning.

---

## 2.2 Metallproduksjon og miljøbekymring

Innenfor industrisektoren spiller prosessindustrien en særlig relevant rolle. Prosessindustrien kjennetegnes av relativt få aktører, utbredelse i flere land og at den er svært konkurranseutsatt internasjonalt. Prosessindustrien utgjør omtrent 23 prosent av Norges totale utslipp, og fremstår som en vesentlig bidragsyter til landets klimagassutslipp (Moen, 2021, s. 14). Den norske prosessindustrien er en samlebetegnelse på en rekke sektorer og inkluderer aluminium, ferrolegeringer, kjemisk industri, mineralsk industri, mineralgjødsel, raffinerer og treforedling (Norsk Biokullnettverk, 2020).

Den metallurgiske industrien er en sentral del av prosessindustrien og omfatter alle anlegg som deltar i produksjon og bearbeiding av metaller og legeringer. I 2014 stod aktiviteter tilknyttet den metallurgiske industri for 46 prosent av den totale produksjonsverdien og 11 prosent av BNP i EU (Stalios, 2014). I henhold til Det internasjonale energibyrået (IEA) viser den globale trenden at det vil være en økning i produksjon i industrien fram mot 2050, hovedsakelig grunnet Kina sine produksjonsprognoser (IEA, 2020). Uten målrettede tiltak vil utslippene i den metallurgiske industri fortsette å vokse de neste årene, en utvikling som er spesielt problematisk med tanke på industriens rolle i de totale globale utslippene. For eksempel utgjorde utslippene fra jern- og stålproduksjon omtrent 8 prosent av de totale globale menneskeskapte utslippene i 2018 (Hoffmann, Hoey, & Zeumer, 2020).

Utslipp fra metallurgisk industri kan deles inn i to hovedkategorier, direkte og indirekte. Indirekte utslipp kommer fra energien som brukes til å produsere elektrisiteten nødvendig for metallurgiske prosesser. Videre representerer direkte utslipp bruken av fossile brensler i selve produksjonsprosessen. I henhold til McKinsey stod direkte utslipp for omtrent 70 prosent av de totale utslippene fra jern- og stålproduksjon i 2018 (Hoffmann, Hoey, & Zeumer, 2020). Denne trenden kan også gjenspeiles i produksjon av ferrolegeringer, hvor en betydelig del av klimagassutslippene stammer direkte fra produksjonsaktiviteter. Der utslippene fra eksempelvis aluminium er redusert med omtrent 60 prosent siden 1990, har jern, stål og ferrolegeringer omtrent de samme utslippsnivåene (Norsk Klimastiftelse, 2022). Dette tydeliggjør implementering av tiltak mot direkte utslipp fra ferrolegeringsprodusenter.



---

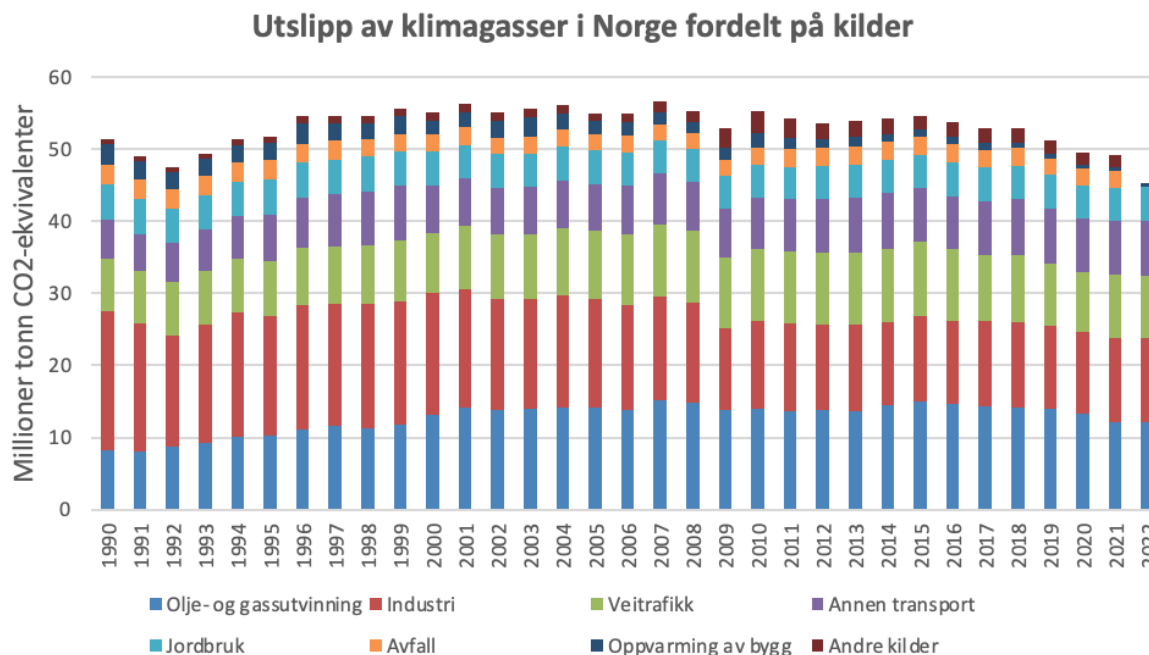
Den metallurgisk industri er sterkt avhengig av karbon som et produksjonsmateriale for å kunne produsere høykvalitetsmetaller. Utfordringen er at det karbonholdige innsatsmaterialet hovedsakelig kommer fra fossile kilder som kull. Hvert år forbrukes det omtrent en million tonn med fossile karbonkilder, noe som resulterer i betydelige utslipp av klimagasser (Norsk Biokullnettverk, 2020). For at Norge skal kunne oppnå et netto utslippsnivå lik null innen 2050, vil det derfor kreve store endringer. Et bytte fra fossile kilder til biokarbon representerer dermed et kritisk steg for at den metallurgiske industrien skal bidra til et lavutslippssamfunn (Norsk Biokullnettverk, 2023).

For å kunne redusere miljøavtrykket fra metallurgisk industri, finnes det et fåtall av mulige løsninger. Selv om en økning i bruk av fornybar energi kan bidra til å redusere de indirekte utslippene, vil denne effekten sannsynligvis være begrenset i Norge, gitt at størstedelen av energiforsyningen allerede er basert på fornybare kilder (Norsk Biokullnettverk, 2020). Dette er heller ikke direkte relatert til produksjonsaktivitetene og avhenger ikke primært av tiltak i den metallurgiske industri. Fokuset bør derfor være på å redusere direkte utslipp. I metallurgiske prosesser er karbon det eneste reduksjonsmiddelet som kan brukes i fremstillingen av en rekke metaller. Siden det ikke finnes alternativer til karbon for bruk i disse prosessene, fremstår biokarbon som en essensiell løsning for metallurgisk industri (Adolfson, 2023, s. 6).

### **2.3 Det norske perspektivet**

I denne utredningen vil forskningen hovedsakelig omhandle potensialet for å implementere biokarbon i Norge. Følgelig vil det være hensiktsmessig å gi en kort oversikt over denne problemstillingen ut i fra et norsk ståsted. Norge har, i samarbeid med EU, satt seg mål om å redusere klimagassutslipp med minst 55 prosent innen 2030, sammenlignet med 1990-nivå (Regjeringen, 2023). Selv om en nedgang i utslipp ble registrert tidlig på 1990-tallet, viser Figur 3 en oppadgående trend fra 1994. Til tross for en nedgang i industrisektoren, har det vært en markant vekst i utslipp fra både olje- og gassutvinning og veitrafikk. Tall fra Statistisk sentralbyrå indikerer at Norges klimagassutslipp kun har sunket med 4,6 prosent fra 1990 til 2022 (Miljødirektoratet, 2023). Til tross for fremskritt i industrien utgjør den fortsatt en av de største kildene til utslipp i landet. For å nå de fastsatte klimamålene er det derfor kritisk å fokusere på

utvikling av en grønn industri, hvor det må utformes tydelige strategier for å kutte enda mer utslipp i industrisektoren.



Figur 3 - Utslipp av klimagasser i Norge fordelt på kilder fra 1990 til 2022. Kilde: (Miljødirektoratet, 2023)

Hvis man analyserer industrisektoren nærmere, fremkommer det at over 40 prosent av sektorens klimagassutslipp er knyttet til metallurgisk industri (Norsk Klimastiftelse, 2022). Derfor har metallurgisk industri i Norge over lang tid undersøkt potensialet for å substituere det fossile kullet med biokarbon, ettersom dette kan spille en nøkkelrolle i reduksjonen av de totale utslippene. Utfordringen i overgangen til fornybare løsninger er å møte de spesifikke materialegenskapene som er nødvendige for en optimal og kostnadseffektiv smelteprosess. Følgelig er det viktig å undersøke hvordan biokarbon kan utvikles for å oppfylle disse egenskapene, noe som avhenger av hvilke materialer som kan utvinnes fra norsk skog og anvendes i produksjonen.

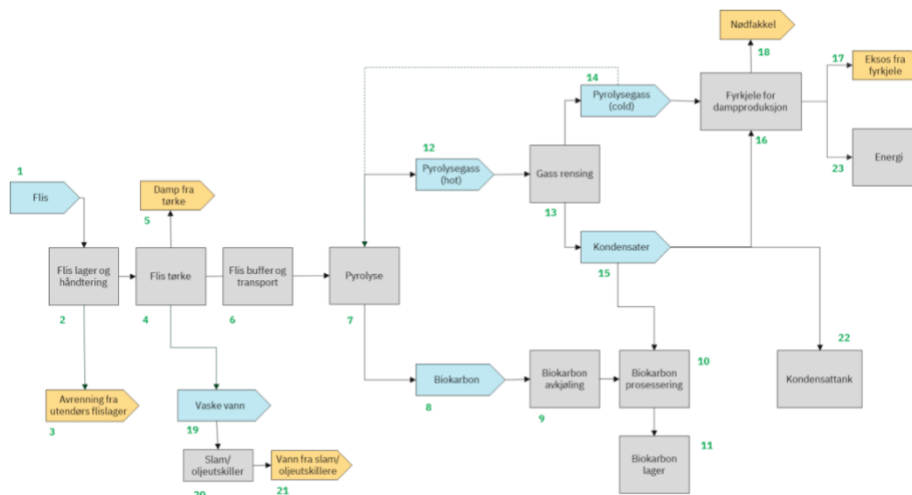
Det som muliggjør biokarbonproduksjon i Norge er at vi har en stor og økende skogressurs. I løpet av de siste 100 årene har skogvolumet tredoblet seg, og dekte i 2018 over 38 prosent av landarealet (Aarø, 2018, s. 12). FN's klimapanel påpeker at bruk av trevirke, et av få fornybare råstoff som produseres i stort omfang, må intensiveres for å oppfylle klimamålene (Norges Skogeierforbund, 2019). Selv om tilveksten av skog i Norge er dobbelt så stor som dagens tømmeruttak, betyr det

ikke at hogsten kan dobles. Forventningene tilsier imidlertid at det er mulig å øke skoghogsten i Norge. Det er anslått at det ville være bærekraftig å hogge opptil 15 millioner fm<sup>3</sup> årlig, hvilket representerer en økning på 2 til 3 millioner fm<sup>3</sup> sammenlignet med dagens nivåer (Lang, 2019).

Norge har videre en bred gruppe interessenter fra produsent til forbruker, alle med felles mål om å utvikle biokarbonmarkedet. Derfor ble Norsk Biokullnettverk etablert i 2019. Dette nettverket har som formål å posisjonere Norge til å bli ledende i verdiskapingen knyttet til produksjon og anvendelse av biokarbon (Norsk Biokullnettverk, 2023). Fordelen i Norge er at både tilbud og etterspørsel eksisterer innenfor landegrensene, noe som legger grunnlag for at hele verdikjeden kan utvikles nasjonalt. Slik kan man arbeide mot en sirkulær økonomi, med potensial for reduserte produksjonskostnader for biokarbon, samt kutt i Norges klimagassutslipp knyttet til metallurgisk industri.

## 2.4 Beskrivelse av produksjonsprosessen

På grunn av begrenset kjennskap til biokarbonproduksjon blant mange, vil dette delkapittelet gi en kort beskrivelse av de ulike komponentene i et slikt anlegg. Det påfølgende prosessflytskjemaet, som er hentet fra Vow Green Metal (VGM) sin søknad om driftstillatelse for et pyrolyseanlegg, gir en illustrativ fremstilling av prosessen for biokarbonproduksjon (Adolfson, 2023, s. 8). VGM er den eneste norske produsenten av biokarbon som til nå har igangsatt produksjon. Selv om andre fremtidige produsenter antagelig vil operere med ulik produksjonsprosess, gir denne beskrivelsen en indikasjon på hvordan biokarbonproduksjon vil kunne utarte seg.



Figur 4 – Prosessflytskjema. Kilde: (Adolfson, 2023).

### *Mottak, Lagring, Tørking, Mating (Boks 1 til 6)*

Råstoffet, hovedsakelig kvernet pyrolyseflis, mottas og lagres delvis utendørs, noe som medfører en viss mengde avrenning. Deretter tørkes pyrolyseflisen før den transporteres til fabrikk. Pyrolyseflisen vil måtte sorteres, bearbeides og males opp før levering. Dette sikrer at eventuelle rester av maling, lakk og metalleder fjernes, slik at kun rent materiale inngår i produksjonsprosessen.

### *Pyrolyseprosess (Boks 7)*

Biokarbon produseres ved å utsette biomasse for termisk dekomponering ved høye temperaturer, typisk i området 400 til 450 grader, i en lavtrykkene oksygenfri atmosfære. Denne prosessen, kjent som pyrolyse, foregår innenfor en reaktor. I tillegg til biokarbon genereres det også energirik gass og kondensat ansett som biprodukter.

### *Nedkjøling og Pelletering (Boks 8 til 11)*

Biokarbonet kjøles ned etter pyrolyse og pelleteres, hvor en del av kondensatet brukes som bindemiddel. Ferdige pellets lagres i containere for henting av kunder.

### *Energiproduksjon (Boks 14 til 16 og 23)*

Biproduktene fra pyrolyse (gass og rester av olje) brukes til å produsere damp eller elektrisitet. VGM anser damp som den mest sannsynlige løsningen og eventuell overskuddsenergi kan anvendes av andre industrier i nærheten.

### *Nødfakkell (Boks 18)*

Det vil installeres en nødfakkell for å sikre at man kan brenne av gass dersom det skulle oppstå overtrykk i gasssystemet. Denne vil kun benyttes ved behov for sikkerhet.

### *Utslipp til vann (Boks 19 til 21)*

Drift av tørkeprosessen innebærer en vaskesekvens. Dette vil medføre et begrenset utslipp til resipient.

---

### *Mellomlager av kondensat (Boks 22)*

Kondensat vil lagres i en buffertank. Buffertanken vil være dobbeltmantlet for å sikre at man ikke får lekkasje til ytre miljø.

Oppsummert har dette kapittelet beskrevet hvorfor biokarbon blir sett på som en løsning på miljøutfordringene til den norske metallurgiske industrien. Diskusjonen begynner med å understreke viktigheten av å redusere globale klimagassutslipp, før den videre adresserer metallurgisk industri sins sentrale rolle i å nå klimamålene for 2030 og 2050. Videre blir Norges potensial til å lede an i overgangen til å produsere og anvende biokarbon fremhevet. Avslutningsvis ble det gitt en sammenfattet fremstilling av biokarbonets produksjonsprosess. De påfølgende kapitlene vil utforske både mulighetene og utfordringene ved produksjon av biokarbon, samt dets verdiskapings- og verdikappingspotensial. Til slutt vil det bli vurdert hvordan myndighetene kan bidra til å gjøre det mer tiltrekkende for aktører å gå inn som produsent i det nye biokarbonmarkedet.

## **3 Teoretisk Rammeverk**

Dette kapittelet gjennomgår det teoretiske rammeverket som vil bli anvendt i denne utredningen. Først vil en analyse av makroomgivelsene gjennomføres ved bruk av PESTEL-rammeverket for å identifisere ikke-kontrollerbare faktorer som kan påvirke lønnsomheten i biokarbonmarkedet. Deretter vil teori om bransjeanalyse bli presentert, hvor konkurranseforholdene for biokarbonprodusentene undersøkes gjennom anvendelse av Lønnsomhetstreet. Dette vil utføres ved at de relevante teoriene først blir forklart, etterfulgt av en beskrivelse av deres betydning for å besvare det første forskningsspørsmålet:

*I hvilken grad legger makro- og konkurranseomgivelsene til rette for en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri?*

Videre vil kapittelet introdusere konseptet med differansekontrakter og deres potensielle rolle i å stimulere investeringsviljen for biokarbon. Selv om differansekontrakter ikke er teori, men et politisk instrument, anses det som hensiktsmessig å inkludere en forklaring på hva

---

differansekontrakter er og deres funksjon, da dette vil bidra til å besvare det andre forskningsspørsmålet i utredningen:

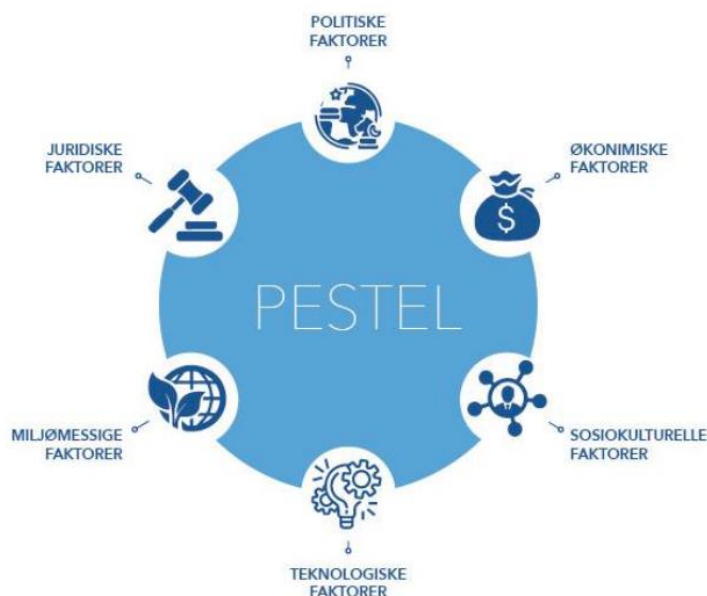
*Hvordan kan differansekontrakter bidra til å akselerere en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri?*

### **3.1 PESTEL**

PESTEL-rammeverket ble valgt for sin evne til å grundig analysere drivkreftene i makroomgivelsene som vil påvirke et selskap eller en industri, gjennom seks forskjellige nøkkelkategorier. Disse omfatter: *Politiske, Økonomiske, Sosiokulturelle, Teknologiske, Miljømessige og Juridiske* drivkrefter (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). PESTEL bistår dermed med en oversikt over ulike faktorer som kan være avgjørende for om en strategi lykkes eller mislykkes.

PESTEL gjør det mulig å analysere både økonomiske og ikke-økonomiske faktorer som kan påvirke industri og selskaper direkte ved å studere eksterne drivkrefter (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). Å studere et fenomen ved hjelp av PESTEL kan avdekke underliggende markedsutsikter ved å identifisere de sentrale drivkreftene for endring (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). Disse drivkreftene representerer muligheter og barrierer som enten kan fremme eller forhindre en overgang til biokarbon i den metallurgiske industrien. Dermed vil rammeverket brukes til å utføre en systematisk studie som gir en grundig og detaljert forståelse av mulighetene og utfordringene for biokarbon i den metallurgiske industrien.

Selv om PESTEL vanligvis brukes i bedriftsstrategiske analyser, er rammeverket i denne forskningen blitt tilpasset for å undersøke potensialet til biokarbon. Følgelig vil en beskrivelse av de seks ulike perspektivene som inngår i PESTEL-rammeverket presenteres:



Figur 5 - Oversikt over PESTEL-rammeverket.

*Politiske* faktorer vurderer omfanget av statlig innblanding i et gitt marked ved å se på statens funksjon, samt andre politiske faktorer (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). Denne analysen vil fokusere på norske og internasjonale politiske tiltak som enten støtter eller hindrer en overgang til biokarbon. Særlig vil analysen vektlegge norske myndigheters rolle, EUs funksjon som regulator og ulike støttemekanismer som er betydningsfulle for Norges bioøkonomi, samt deres mulighet til å støtte utviklingen av biokarbon.

*Økonomiske* faktorer fokuserer hovedsakelig på tradisjonelle makroøkonomiske drivkrefter (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). I analysen vil det fokuseres på kostnader knyttet til oppstart og drift av biokarbonproduksjon. Biokarbonets konkurransevne sammenlignet med fossilt kull vil også bli vurdert, samt fremtidige forventninger til biokarbonets markedsposisjon. Det vil også bli undersøkt om faktorer slik som høy inflasjon, renter og energipriser kan påvirke en eventuell overgang til biokarbon.

De *Sosiokulturelle* faktorene omfatter kultur, forbruker- og kundeferdigheter, samt demografiutvikling (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). Denne delen vil undersøke sluttbrukernes vilje til å betale for karbonfrie metaller, noe som forventes at påvirkes av

---

fremveksten av middelklassen. Videre vil human kapitalen, samt hvordan industriens økosystem bidrar til en potensiell overgang til biokarbon, undersøkes.

De *Miljømessige* faktorene fokuserer på problemstillinger knyttet til forurensning og klimaendringer, som kan føre til både muligheter og økte kostnader (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). I denne sammenheng vil studien understreke hvorfor biokarbon betraktes som miljøvennlig, samt dets rolle i en sirkulær økonomi som blir stadig mer sentral for å nå klimamål. Den vil også vurdere hvordan begrensende råvaretilgang kan gjøre at biokarbon kan representere en risiko for miljøet.

*Juridiske* faktorer er det siste elementet, og tar for seg gjeldende lovgivning og regulatoriske rammer (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). Denne delen av analysen vil utforske i hvilken grad juridiske lovgivningsmessige tiltak kan fremme eller hindre en overgang til biokarbon.

Det er viktig å anerkjenne at disse faktorene ikke alltid opererer uavhengig av hverandre. De er ofte interrelaterte og kan ha gjensidige påvirkning (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). For å sikre en klarere fremstilling vil forfatterne av utredningen behandle hver PESTEL-faktor separat, og vurdere de individuelle drivkreftene under den mest relevante kategorien. Selv om de endringsdriverne som inkluderes i analysen ikke vil omfatte alle tenkelige elementer, vil de representere de som betraktes som mest sentrale. Funnene fra PESTEL-analysen vil danne et fundament for å besvare det første forskningsspørsmålet på en god måte.

### **3.2 Lønnsomhetstreet**

Den andre teorien som anvendes for å besvare det første forskningsspørsmålet er Lønnsomhetstreet. Rammeverket brukes til analyse av konkurransesituasjoner og kan i hovedsak besvare to sentrale forhold, hvor store verdier som skapes på den aktuelle konkurransearenaen og hvilke aktører som er i posisjon til å ta ut disse verdiene (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Lønnsomhetstreet har til hensikt å gi en fundamental forståelse av hvorfor lønnsomheten i markedet varierer, samt hvilke mekanismer som kan resultere i disse endringene fremover. For å forstå dette, er det nødvendig å analysere både potensialet for verdiskaping og verdikapring i



markedet, da endringer i disse elementene direkte påvirker det samlede lønnsomhetsnivået. Lønnsomhetstreet fungerer dermed som et analytisk verktøy for å kartlegge og forstå hvordan ulike endringer påvirker lønnsomheten i et gitt marked.

Lønnsomhetstreet, utviklet av Lasse B. Lien og Erik W. Jakobsen, ble etablert på bakgrunn av begrensninger ved Porter femfaktormodell, som er et anerkjent verktøy for konkurranseanalyse. Porter sin modell antar at det allerede er skapt verdi i markedet, og fokuserer derfor utelukkende på verdikapring. For å danne et mer fullverdig bilde av lønnsomheten i et marked, inkludere Lønnsomhetstreet verdiskaping. På grunn av denne utvidede tilnærmingen, anser forfatterne av denne utredningen Lønnsomhetstreet som et passende rammeverk for å analysere det fremtidige lønnsomhetspotensialet i biokarbonmarkedet.



Figur 6 – Lønnsomhetstreet. Kilde: (Lien & Jakobsen, 2016)

Som vist i Figur 6 består Lønnsomhetstreet av fire nivåer, hvor det overordnede nivået er *markedets lønnsomhet*. Modellen bryter markedets lønnsomhet ned i to hovedfaktorer. Den første, *verdiskaping*, viser hvor store økonomiske verdier som skapes i markedet. Den andre, *verdikapring*, viser hvordan disse verdiene vil fordeles. Disse deles så opp i detaljerte forklaringsmekanismer, hvor hensikten med dekomponeringen er å tydeliggjøre hvilke innvirkning de vil ha på lønnsomheten i markedet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016).

### *Verdiskapingspotensial*

Verdiskaping refererer til prosessen hvor verdien per enhet av et produkt som distribueres i markedet, blir multiplisert med det totale antallet enheter som selges. Således kan den samlede verdiskapingen bli beregnet ved hjelp av følgende formel:

$$\text{VERDISKAPING} = \text{verdiskaping per produktenhet} \times \text{antall produktenheter}$$

Verdiskaping per produktenhet er nærmere bestemt differansen mellom kundenes reservasjonspris per enhet og leverandørens reservasjonspris per enhet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Kundens reservasjonspris, også kjent som betalingsvillighet, vil være den maksimale prisen en kunde vil være villig til å betale før de enten velger noe annet, det vil si deres beste alternativ, eller lar være å kjøpe (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Dette setter en øvre grense på verdiskapingen et produkt kan skape i markedet. Det første elementet som påvirker kundenes reservasjonspris, er deres oppfatning av balansen mellom pris og kvalitet på substituttene sammenlignet med det som tilbys av aktørene i markedet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Dersom forholdet mellom kvalitet og pris på substituttene forbedres i forhold til markedets egne produkter, vil dette føre til en nedgang i kundenes reservasjonspris. Det motsatte vil naturligvis føre til en oppgang i kundenes betalingsvillighet.

Et annet element som har en innvirkning på kundenes reservasjonspris, og derfor også på konkurransen mot substitutter, er prisen og kvaliteten på komplementære produkter. Et komplement er et produkt eller en tjeneste som brukes sammen med et annet produkt eller en annen tjeneste, og som øker betalingsvilligheten til det originale produktet eller tjenesten (Nale & Brandenburger, 1996 ; Lien et al., 2016, s.90). Et ytterligere aspekt som påvirker reservasjonsprisen er endring i kundenes økonomiske situasjon. Dersom kundens velstand eksempelvis har en positiv utvikling, øker vanligvis også betalingsvilligheten. Dette vil påvirke verdiskapingen i markedet. En nedgang i kundenes reservasjonspris medfører en reduksjon i verdiskaping per enhet, dersom alle andre faktorer forblir like. Tilsvarende vil en økning i kundenes reservasjonspris føre til en økning verdiskaping.

På motsatt side vil leverandørens reservasjonspris være den laveste prisen leverandørene vil være villig til å akseptere (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Leverandørene i markedet vil være de som bidrar med nødvendige innsatsfaktorer, men for å innsnevre analysen er det vanlig å fokusere på leverandørene som utgjør en vesentlig andel av de totale kostnadene. På samme måte som kundenes reservasjonspris er påvirket av deres beste tilgjengelige alternativ utenfor markedet, er leverandørens reservasjonspris også bestemt av det beste alternativet de har tilgjengelig utenfor markedet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Dersom leverandørene oppdager mer attraktive muligheter utenfor markedet, vil leverandørens reservasjonspris øke. Omvendt vil en reduksjon i de tilgjengelige mulighetene utenfor markedet medføre en nedgang i leverandørens reservasjonspris. Som et resultat av endring i leverandørens reservasjonspris, vil verdiskaping per enhet også endre seg. Følgelig kan verdiskaping per enhet beregnes ved hjelp av følgende formel:

VERDISKAPING PER ENHET = kundenes reservasjonspris - leverandørens reservasjonspris

Videre vil antall enheter solgt påvirke verdiskapingen i markedet. Både antall kunder og antall enheter per kunde vil ha en direkte innvirkning på antall enheter, og kan illustreres ved følgende ligning:

ANTALL ENHETER = antall kunder x antall enheter per kunde

Denne delkomponenten kan endre seg ved at det oppstår en endring i antall kunder eller antall enheter per kunde. Det er flere årsaker til at dette kan skje, som for eksempel at substitutter i markedet tiltrekker seg selskapets kunder. Den primære årsaken til at kunder vender seg til substitutter er forholdet mellom pris og kvalitet på produktene som tilbys i markedet, sammenlignet med hva substituttene kan tilby. Antall kunder kan også bli påvirket av skiftende kundepreferanser, eller endringer i kundenes økonomiske situasjon (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Tilsvarende vil endringer i forholdet mellom pris og kvalitet, samt endringer i kundenes økonomiske situasjon, påvirke antallet enheter hver kunde kjøper. Det totale antallet enheter som selges i markedet definerer markedets størrelse, noe som er en avgjørende faktor for markedets samlede verdiskaping. Dette innebærer at en utvidelse av markedets størrelse, ved økt salg av antall enheter, direkte bidrar til en forsterkning av den samlede verdiskapingen.

---

Ved å bryte ned verdiskaping i delkomponenter blir det lettere å forstå hvordan endringer i delkomponentene påvirker det totale lønnsomhetsnivået, samt hvordan dette utvikler seg fremover. Utvikling i størrelsene på de ulike delkomponentene vil altså ha en direkte innvirkning på utviklingen i verdiskapingen. Som et resultat av de ulike delkomponentene, kan hele verdiskapingen beskrives som følger:

$$\text{VERDISKAPING} = (\text{Kundens reservasjonspris} - \text{Leverandørens reservasjonspris}) \times (\text{Antall kunder} \times \text{Antall enheter per kunde})$$

### *Verdikapringspotensial*

Den andre hovedfaktoren er verdikapring, som fokuserer på hvordan verdiskapingen fordeles blant ulike aktører i markedet, og hvordan denne delingen vil endre seg over tid (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Overordnet vil markedets verdiskaping fordeles mellom tre hovedgrupper, til konsumentene i form av et konsumentoverskudd, leverandørene i form av leverandøroverskudd og det gjenværende vil definere fortjenesten til aktørene i markedet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Verdikapringen til aktørene i markedet bestemmes følgelig av hvordan verdiskapingen fordeles mellom de tre grupperingene, og dreier seg dermed om hvilke alternativer som finnes innenfor det bestemte markedet. Videre avgjøres markedsaktørenes evne til verdikapring av deres forhandlingsstyrke i forhold til kunder og leverandører, samt av utviklingen og endringene i disse forholdene over tid.

Det første elementet som påvirker verdikapringen i produktmarkedet, og dermed kundenes forhandlingsmakt, er intensiteten av rivaliseringen mellom deltakerne i det spesifikke produktmarkedet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Rivalisering handler om aktørenes kamp for å tiltrekke seg kunder, som typisk innebærer å tilby et konkurransedyktig konsumentoverskudd. Dette kan oppnås gjennom å redusere priser eller ved å forbedre kvaliteten på produktene, for å skape en sterkere konkurranseposisjon. Uavhengig av om konkurransen blant aktørene fokuserer på pris eller kvalitet, vil generelt en intensivering av rivaliseringen føre til en økning i konsumentoverskuddet, samtidig som det reduserer lønnsomheten i markedet.

---

Graden av rivalisering påvirkes av flere faktorer, slik som antall aktører og varianter i markedet, konsentrasjon i kundeledet og kapasitetsforhold (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). I et marked med flere aktører i markedet, vil hver enkelt stå overfor flere konkurrenter og følgelig vil det typisk bli lettere å kapre kunder fra rivalene ved å senke prisen eller øke kvaliteten. Et konsentrert kundeled øker også kundenes forhandlingsmakt, da hver kunde blir mer betydningsfull, og selskapene vil anstrenge seg for å vinne eller beholde hver enkelt kunde. Full kapasitetsutnyttelse blant markedets aktører kan derimot ha en positiv innflytelse på verdikappingen, da det blir mindre attraktivt å senke priser. Dersom kapasitetsutnyttelsen er full, vil aktørene ikke ha mulighet til å kapre flere kunder og priskutt vil kun resultere i tap av profitt fra eksisterende kunder. Disse elementene bidrar således til å gjøre rivalisering mer eller mindre intens, og påvirker dermed verdikappingen i markedet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016).

En annen faktor som har en innvirkning på kundenes forhandlingsmakt i produktmarkedet, er forholdene knyttet til etablering (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Dette omfatter tilstedeværelsen og effekten av barrierer for nye aktører som ønsker å tre inn i markedet. Slike etableringsbarrierer er avgjørende for å vurdere hvor tiltrekkende et marked er for nye deltakere, og spiller en sentral rolle i forståelsen av markedets lønnsomhetspotensial. Et marked preget av høy lønnsomhet og begrenset konkurranse, er ikke forenlig med lave etableringsbarrierer (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Årsaken er at slike forhold vil lokke til seg nye konkurrenter, noe som øker rivalisering og til slutt gagnar kundene. Denne trenden vil vedvare inntil lønnsomheten synker til et punkt der det ikke lenger er økonomisk attraktivt for nye aktører å etablere seg. Et marked kan ha lavere lønnsomhet enn hva etableringsbarrierene indikerer hvis konkurransen er høy, imidlertid er det umulig å opprettholde lav rivalisering med lave etableringsbarrierer (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Således vil etableringsforholdene være avgjørende for markedets langsiktige lønnsomhetsmuligheter.

Etableringsbarrierene kan kategoriseres som både strukturelle og strategiske, hvor denne utredningen har valgt å primært fokusere på de strukturelle etableringsbarrierene. Eksempler på strukturelle etableringsbarrierer er irreversible investeringer, skalafordeler og læringseffekter som vil ha en innvirkning på aktørenes forhandlingsmakt over sine kunder. Irreversible investeringer er investeringer som en nyetablert må foreta, som for eksempel spesialtilpasset produksjonsutstyr

---

eller opparbeidet kunnskap, som selskapet ikke kan dra nytte av ved å forlate markedet. Disse investeringene representerer en risiko for inntrengere, ettersom de kan stå overfor økonomisk tap ved etablering hvis de ikke klarer å generere betydelig fortjeneste i etterkant av etableringen. Høye irreversible investeringer kan dermed virke avskrekkende for inntreden i markedet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016).

Videre kan skalafordeler skape etableringsbarrierer, siden etablerte aktører har kapasitet til å fremstille sine produkter til lavere kostnader per enhet. Skalafordeler referer til kostnadsfordelene en virksomhet vil oppnå når gjennomsnittskostnaden faller ved en økning i produksjonsvolum (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 105). Dette resulterer i sterkere posisjoner i markedet, noe som gjør det vanskelig for nye aktører å konkurrere på prisnivå. Følgelig vil nyetablerte aktører i markedet stå overfor en kostnadsulempe inntil de oppnår en tilstrekkelig produksjonsskala. Dette henger sterkt sammen med læringseffekter, hvor selskaper over tid blir mer effektive og kunnskapsrike gjennom erfaring i produksjon og drift, noe som kan føre til kostnadsbesparelser (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Disse etableringsforholdene innebærer egenskaper som, når de er særlig fremtredende, gjør det mindre attraktivt for nykommere å etablere seg i et marked.

Den andre sentrale fordelingsnøkkelen er leverandørenes forhandlingsmakt, som har en vesentlig innvirkning på verdikappingen i faktormarkedet. Dette omfatter dynamikken og interaksjonen mellom aktørene i markedet og deres leverandører. Mekanismene i faktormarkedet vil ikke detaljert utdypes, da prinsippene er basert på de samme mekanismene som tidligere beskrevet, bare forrykket oppover i verdikjeden til leverandørene (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Med andre ord vil fokuset ikke være på rivalisering og etableringsbarrierer i bedriftens eget marked, men snarere på de tilsvarende mekanismene som opererer i leverandørens marked.

Mekanismene tilknyttet rivalisering i faktormarkedet vil imidlertid kort presenteres, da dette aspektet er spesielt relevant for å forstå forhandlingsmakten til aktørene i biokarbonmarkedet. Dersom konkurransen om kvalitet er intens blant leverandørene, vil dette svekke deres forhandlingsmakt og styrke verdikappingen for produsentene i biokarbonmarkedet. Dette skyldes at en økt konkurranse om kvalitet fører til at selv små forbedringer i kvalitet kan resultere i betydelige volumgevinster (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016). Den samme logikken gjelder i

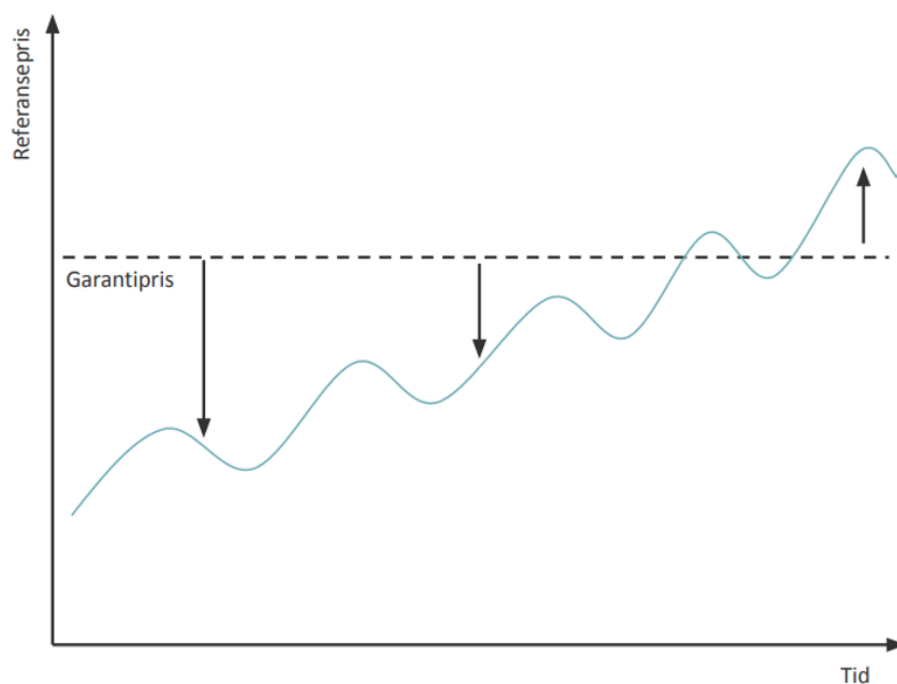
---

motsatt tilfelle, dersom dårligere kvalitet fører til reduserte volumgevinster. Videre vil en økning i antall leverandører i faktormarkedet typisk redusere leverandørenes verdikapring, ettersom graden av rivaliseringen øker. Konsentrasjonen i kundeledet vil, slik som i produktmarkedet, også påvirke verdikapringen. Dersom antall kunder og produkter opplever en raskere vekst, i forhold til antall leverandører, vil leverandørenes forhandlingsmakt styrkes. I tillegg vil kapasitetsutnyttelsen i faktormarkedet påvirke leverandørenes verdikapring. På den ene siden vil full kapasitetsutnyttelse blant leverandørene medføre styrket forhandlingsmakt og dermed høye priser, mens ledig kapasitet vil på den andre siden svekke forhandlingsmakten og medføre lavere priser.

Det er viktig å merke seg at betydningen av disse mekanismene vil variere mellom ulike markeder og over tid, og analysen vil derfor konsentrere seg om de som anses som mest relevante for å beskrive lønnsomhetsutviklingen i biokarbonmarkedet.

### **3.3 Differansekontrakter**

Differansekontrakter er finansielle kontrakter som inngås mellom to parter, hvor den ene parten ofte er staten og den andre en markedsaktør. Kontraktene omhandler differansen mellom to priser, en referansepris som finnes i markedet og en garantipris som fastsettes i kontrakten (Oslo Economics, 2022). Videre kan differansekontrakter konstrueres enten som ensidige eller tosidige avtaler (Byenstuen & Hentschel, 2022). I ensidige differansekontrakter vil innehaveren motta en utbetaling av differansen dersom referanseprisen synker under garantiprisen. Denne utbetalingen representerer differansen mellom de to nevnte prisene. Ved en tosidig differansekontrakt kan kontrakten imidlertid utformes på en slik måte at innehaver må betale tilbake det overskytende dersom referanseprisen er høyere enn garantiprisen, noe som illustreres i Figur 7:



Figur 7 - Differansekontrakter. Kilde: (Hentschel, 2022)

I ensidige kontrakter kan, for eksempel en produsent, over tid selge produktet sitt til referanseprisen i markedet og deretter få utbetalt differansen opp til den fastsatte garantiprisen gjennom kontrakten. Dette sikrer produsenten en garantipris for hver solgte enhet. Over tid vil størrelsen på utbetalingene fra kontrakten variere med referanseprisen. Hvis kontraktene utformes tosidig, kan utbetalingen bli negativ i tilfeller når referanseprisen overgår garantiprisen, slik at produsenten må betale det overskytende tilbake til staten. Slik kan differansekontrakter gi risikoavlastning hvis disse egenskapene dekker behovet markedsaktørene har, og hvis de utformes som en funksjonell støttemekanisme (Byenstuen & Hentschel, 2022). Differansekontrakter er særlig godt egnet i situasjoner hvor usikkerheten rundt fremtidige priser, enten det gjelder produkter eller karbon, er kritisk for den kommersielle attraktiviteten av en investering. De er også fordelaktige når driftskostnadene er høyere enn ved bruk av høyutslippsalternativer, eller i tilfeller hvor den teknologiske risikoen anses som lav (Hentschel, 2023). Et eksempel på dette er å garantere en fast inntekt for produsenter av grønne produkter, noe som reduserer risikoen forbundet med volatilitet i markedspriser og gjør det lettere å tiltrekke investeringer.



---

Det er imidlertid flere elementer som må hensyntas ved utformingen av differansekontraktene. Dette inkluderer blant annet påvirkning av investeringsinsentiver, målet med ordningen, valg av en passende referansepris, prosessen for tildeling av kontraktene, og de administrative kostnadene knyttet til systemet. Disse aspektene vil bli grundig vurdert i analysen av differansekontrakter.

## 4 Metode

I dette kapitlet presenteres den metodiske fremgangsmåten som er anvendt for å besvare forskningsspørsmålene. Kapitlet starter med en gjennomgang av forskningsdesignet og forskningsstrategien, etterfulgt av en beskrivelse av datainnsamlingsprosessen. Deretter vil det bli foretatt en vurdering av troverdigheten til det innsamlede datamaterialet.

### 4.1 Forskningsdesign

I henhold til Saunders et al. (2019) fungerer forskningsdesignet som en overordnet plan for å svare på forskningsspørsmål i en studie. Hensikten er å veilede forskere fra identifisering av forskningsproblemet til gjennomføring av empiriske observasjoner (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). I denne forskningsprosessen tas det viktige beslutninger om hva som skal undersøkes og hvilke metoder som skal brukes. Denne studien fokuserer på å analysere både makro- og konkurranseomgivelsene i biokarbonmarkedet for å identifisere muligheter og hindringer for en overgang, samt vurdere hvordan disse faktorene påvirker verdiskapings- og verdikapingspotensialet. Ut fra resultatene av disse analysene vil det videre være mulig å vurdere nødvendigheten av å bruke differansekontrakter som et virkemiddel for å fremskynde en overgang. Gitt et begrenset kunnskapsgrunnlag om dette temaet, vil denne studien anvende en *monometodisk eksplorativ casestudie* for å frembringe nye perspektiver og forståelse for temaet. I de påfølgende avsnittene vil det redegjøres for utredningens forskningsdesign gjennom valg av *forskningstilnærming*, *forskningsformål* og *forskningsmetode*.

#### 4.1.1 Forskningstilnærming

I dette forskningsarbeidet tas det i bruk en abduktiv forskningstilnærming, som består av en kombinasjon av en induktiv og deduktiv tilnærming (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). En deduktiv tilnærming fokuserer på å teste og videreutvikle allerede eksisterende teorier (Saunders,

---

Lewis, & Thornhill, 2019). Dette gjøres gjennom å bruke eksisterende teoretiske rammeverk til å veilede datainnsamling og analyse, samt forklare kausale sammenhenger mellom konsepter og variabler. En induktiv tilnærming tar på sin side sikte på å utlede en generell forståelse basert på tilgjengelig data for å forstå nye fenomener, der et lite teoretisk grunnlag eksisterer fra før (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Gitt at avhandlingen fokuserer på å analysere data for å forstå faktorene som driver en overgang til biokarbon, med mål om å foreslå et egnet politisk virkemiddel, kan det argumenteres for bruk av en induktiv metode. Ved å benytte en abduktiv tilnærming sikres det at dataen som samles inn er tilstrekkelig detaljert for å utforske fenomenet, slik at man kan oppdage og forklare ulike temaer og mønstre relatert til en implementering av biokarbon i norsk metallurgisk industri. Resultatene integreres deretter i et overordnet konseptuelt rammeverk, og danner grunnlag for å evaluere implementering av differansekontrakter.

#### **4.1.2 Forskningsformål**

Forskningen har et eksplorativt formål, ettersom hensikten er å danne en dypere forståelse av biokarbonmarkedet. I eksplorative studier er hovedformålet å øke innsikten av et fenomen, der temaet er lite utforsket og det finnes begrenset med eksisterende kunnskap (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Med en begrenset mengde litteratur som dekker samspillet mellom eksterne markedsforhold og interne bransjefaktorer i overgangen til biokarbon, samt den begrensede tilgjengeligheten av data på hvordan differansekontrakter kan bidra til denne overgangen, blir forskningens eksplorative natur tydeliggjort. Et eksplorativt forskningsdesign tillater også en fleksibel tilnærming og tolererer modifikasjoner etter hvert som forskningen utføres (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Dette ble ansett som fordelaktig siden fokuset og forskningsspørsmålene kunne justeres basert på ny innsikt i takt med at litteratur og data ble utforsket.

Et slikt eksplorativt formål var også essensielt gitt at tidligere studier på feltet ofte har hatt en smalere tilnærming og har behandlet de ulike aspektene hver for seg. Differansekontrakter har tidligere primært blitt vurdert for deres rolle i risikoreduksjon. Imidlertid har det vært en mangel på dyptgående forskning på de spesifikke barrierene som slike instrumenter kan overkomme, samt deres optimale utforming for biokarbonmarkedet. Videre skiller arbeidet seg ut ved å undersøke både barrierer og muligheter, samt potensialet for verdiskaping og verdikaping, og hvordan disse elementene påvirker hverandre. Med denne helhetlige tilnærmingen tar studien dermed sikte på å

---

dekke det identifiserte forskningsgapet, og tilby ny innsikt i hvordan politiske beslutningstakere bør utforme differansekontrakter for å gjøre det til et effektivt virkemiddel for biokarbonmarkedet.

### **4.1.3 Forskningsmetode**

Valg av forskningsmetode forklarer hvordan datainnsamlingen skal foretas (Ghauri & Grønhaug, 2010). Begrepet monometode indikerer bruk av kun én metode for innsamling og analyse av data (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). I henhold til forskningsformålet har det i denne studien blitt valgt en kvalitativt monometode. Dermed vil det hovedsakelig fokuseres på å forstå og tolke ikke-numeriske data, en tilnærming som tilbyr større fleksibilitet i tolkningen av data sammenlignet med kvantitative metoder (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Metodikken samsvarer med en utforskende og abduktiv tilnærming, og er svært passende for studier som sikter mot å utvikle ny forståelse (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019).

Forfatterne fant denne metoden passende ettersom den tillot en grundig innhenting av erfaringer og perspektiver fra individer som spiller en nøkkelrolle i utformingen av det nye biokarbonmarkedet. Når dette kombineres med sekundærdata, bidrar det til å gi en dypere forståelse av temaet som studeres. Dette tilrettelagte for en grundig utforskning av hvert element i analysen og medførte en mer helhetlig forståelse av de ulike faktorene som vil påvirke en overgang til biokarbon. Forskningsmetoden muliggjorde også en fleksibel utvelgelse av enheter og informasjon, hvor justering av retning og fokus ble gjort dynamisk i takt med datainnsamling og analyse. Dette harmonerer godt med den eksplorative naturen til studie.

## **4.2 Forskningsstrategi**

Forskningsstrategien valgt i denne utredningen er en casestudie, som er passende når formålet med forskningen er å undersøke et fenomen og dets kontekst, og har kapasitet til å produsere empiriske beskrivelser og teorier (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Fenomenet av interesse er overgangen fra fossilt kull til biokarbon i norsk metallurgisk industri, samt de underliggende forholdene som vil påvirke dette. Forfatterne anser derfor casestudiestrategien som passende, ettersom den tillater en detaljert forståelse av fenomenet i sin reelle kontekst og kan bidra til å beskrive samspillet mellom de ulike makro- og konkurranseomgivelsene. Forskningsstrategien er dessuten velegnet da tilgjengelig informasjon relatert til forskningsspørsmålet er generell, og ikke

særlig tilpasset forskningsfenomenet. Dette er i tråd med Saunders et al. (2019), som påpeker at kombinasjonen av en casestudie og sekundærdata er en god metode for å forbedre analyser der det er begrenset med eksisterende litteratur.

### 4.3 Datainnsamling

Prosessen med informasjonsinnhenting baserer seg på kvalitativ metode, der hovedandelen av informasjon kommer fra tilgjengelige sekundærdata. I tillegg har det blitt samlet inn primærdata, i form av semistrukturerte intervjuer og e-postkommunikasjon med relevante aktører tilknyttet biokarbonmarkedet. Denne seksjonen vil videre redegjøre for datainnsamlingen og de ulike kildene som er blitt benyttet i detalj. Tabell 1 gir imidlertid en kort oppsummering.

<b>Datakilde</b>	<b>Type data</b>	<b>Bruk i analysen</b>
<b>Sekundærdata</b>	Industrirapporter	<i>Utforske makroomgivelsene</i>
	Offentlige rapporter	<i>Utforske konkurranseforhold</i>
	Forskningsartikler	<i>Danne analysegrunnlag</i>
<b>Primærdata</b>	Semi-strukturerte intervju	<i>Forstå relevante aktørers oppfatning av biokarbonmarkedet, samt de viktigste mulighetene og barrierene</i>
	E-postkommunikasjon	<i>Forstå verdiskaping- og verdikapningspotensialet bedre</i>

Tabell 1 - Datakilder

#### 4.3.1 Sekundærdata:

Analysene i denne avhandlingen baserer seg i stor grad på sekundærdata, altså eksterne kilder som er samlet inn for andre formål enn denne utredningen (Ghauri, 2020). Dette inkluderer dokumenter fra en rekke kilder, og strekker seg fra offentlige og industrielle rapporter til akademisk litteratur. Bruk av slik data muliggjør innsamling av store mengder forskjellige datatyper i løpet av en begrenset tidsramme (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Dette har vært til fordel for forskningen ved å tilby et godt informasjonsgrunnlag for å analysere og besvare de ulike forskningsspørsmålene. Det kreves likevel en betydelig mengde bearbeiding av disse generelle

---

rådataene for å trekke ut relevant informasjon som kan brukes som analysegrunnlag og omdanne funnene til holdbare konklusjoner.

Dokumentene som har blitt innhentet har variert og vært rik på innsikt. For eksempel har ekspertrapporter fra Prosess21 bidratt med verdifull informasjon om den norske metallurgiske industriens historiske, nåværende og fremtidige tilnærming til biokarbon. Forskningsartikler fra SINTEF har belyst de teknologiske aspektene, mens publikasjoner fra Bellona og Norsk Biokullnettverk har gitt detaljert kunnskap om de utfordringer og potensialer som ligger i overgangen til biokarbon. Videre har akademiske artikler gitt økt forståelse for de økonomiske og sosioøkonomiske aspektene ved biokarbonproduksjon. I tillegg har årsrapporter fra Vow Green Metals (VGM) vært svært nyttige. De startet sin første produksjonslinje i november 2023, noe som har gitt verdifull innsikt fra selskapets etablering i 2021 til dagens produksjon. Regelmessige oppdateringer fra blant annet kvartalsrapporter har belyst deres milepæler, samt utfordringer knyttet til validering av produktet i større skala.

Studien har også benyttet seg av såkalt *grå litteratur*, som ifølge Saunders et al. (2019) er materiale og forskning produsert utenfor kommersielle distribusjonskanaler. Slike informasjonskilder inkluderer i denne utredningen dokumenter fra Regjeringen, FNs Klimapanel, IEA, og Confederation of British Industry (CBI). Disse har blitt brukt som supplerende informasjon om prognoser for fossilt kull og politisk innsikt, samt for å gi informasjon om hvor effektivt implementering av differansekontrakter har vært i Storbritannia. Disse kildene har vært verdifulle da de har støttet opp under diskusjonene i studien, og validert visse antakelser som har blitt foretatt.

#### **4.3.2 Primærdata**

Denne dataen ble spesielt tilpasset og samlet inn for å besvare utredningens forskningsspørsmål, og inkluderer semistrukturerte intervjuer og e-postkommunikasjon med relevante aktører. De semistrukturerte intervjuene ble gjennomført med en flytende samtalestruktur, der en veiledende intervjuguide bidro til å gi struktur og retning. Dette formatet sikrer dekning av relevante områder, samtidig som det tillater åpenhet for uventede innsikter (Robson, 2002). Slik samsvarer intervjuformen også med den eksplorative tilnærmingen. Intervjuene ble i tillegg tatt opp for å unngå at viktig informasjon ble utelatt, noe som bidrar til å forbedre forskningens kvalitet og

---

reducere misforståelser. Opptaket gjør det også mulig å være fullt tilstede og engasjert i intervjusituasjonen (Dalen, 2004).

Datainnsamlingen ble hovedsakelig utført gjennom kommunikasjon med representanter fra Standard Bio (SB) og Norsk Gjenvinning (NG). De har sammen dannet fellesforetak CRUDA, som offentliggjorde sitt biokarbonprosjekt 14. desember 2023, med den hensikt å iverksette biokarbonproduksjon. Kontaktformene har inkludert semistrukturerte intervjuer, e-post og uformelle samtaler med CEO i SB og Prosjektdirektør Biokarbon i NG. Dette har bidratt til å danne en grundigere forståelse av biokarbonproduksjonen og dens samspill med omgivelsene. Representantene distribuerte dessuten nyttig interne dokumenter for å øke forståelsen ytterligere. Ettersom biokarbonmarkedet er nytt og det finnes lite informasjon tilgjengelig om produksjonen, har denne kontakten vært essensiell. Særlig har det blitt avdekket verdifull innsikt om barrierer knyttet til etablering, samt perspektiver fra kundeforhandlinger hvor kundenes krav og betalingsvilje har kommet til syne.

Forfatterne fant det videre formålstjenlig å inkludere interaksjoner med diverse industriaktører for å styrke kunnskapsbasen og innhente innsikt fra varierte perspektiver. Suri (2011) påpeker at et heterogent utvalg bidrar til en mer helhetlig forståelse av et fenomen. I denne forbindelse ble det gjennomført semistrukturerte intervjuer med en rådgiver fra Norsk Skogeierforbund, en rådgiver fra Norsk Biokullnettverk og CEO i investeringselskapet Sandwater. Disse intervjuene ga innsikt i industriens nåværende utfordringer fra ulike ståsteder. Blant annet delte rådgiveren fra Norsk Skogeierforbund kunnskap om utfordringer relatert til råstoff, mens rådgiveren fra Norsk Biokullnettverk bidro med viktig informasjon om juridiske aspekter. I tillegg informerte CEO i Sandwater om investeringselementer tilknyttet biokarbonproduksjon. Ved å inkludere aktører som ikke er direkte involvert i biokarbonproduksjon, ble det mulig å få en bredere og mer objektiv forståelse av feltet, inkludert kritiske perspektiver. Dette tilførte forskningen en verdifull heterogenitet og dybde. En oversikt over de ulike intervjuobjektene og varigheten på intervjuene er illustrert i Tabell 2:

Intervjuobjekt	Varighet (minutter)
Prosjektdirektør Biokarbon Norsk Gjennvinning, Første Intervju	90
Prosjektdirektør Biokarbon Norsk Gjennvinning, Andre Intervju	45
Prosjektdirektør Biokarbon Norsk Gjennvinning, Tredje Intervju	30
Prosjektdirektør Biokarbon Norsk Gjennvinning, Fjerde Intervju	45
CEO Standard Bio	90
CEO Sandwater	30
Prosjektleder Norsk Biokullnettverk	50
Rådgiver Norsk Skogeierforbund	55

Tabell 2 - Oversikt over intervjuobjekt og varighet på intervju

## 4.4 Evaluering av datamaterialet

Som et avsluttende steg med håndteringen av datamaterialet bør det foretas en evaluering av datainnsamlingsprosessen. Det overordnede begrepet som brukes om kvaliteten på kvalitativ forskning er troverdighet, og avhenger av kredibilitet, overførbarhet, avhengighet og bekreftbarhet (Bryman, 2012). For å sikre utredningens troverdighet utdypes dette kapittelet en evaluering av de ulike kriteriene.

### 4.4.1 Kredibilitet

Kredibilitet (*credability*) handler om å sikre at studien gjennomføres i samsvar med anerkjente og etablerte forskningsmetoder, samt at funnene gjenspeiler informantenes oppfatning av fenomenet (Bryman, 2012). Det ble anvendt flere teknikker for å sikre studiens kredibilitet. Først og fremst ble det benyttet triangulering, som innebærer at det ble samlet data fra flere typer kilder (Yin, 2003). Av den grunn ble det både samlet inn et mangfoldig utvalg av dokumenter, samt data fra diversifiserte intervjuobjekter. Ved å kombinere de ulike kildene hadde vi muligheten til å avdekke om det var skjevheter blant de ulike perspektivene, i tillegg til å identifisere ulike kunnskapssyn.

Kredibiliteten ble videre sikret ved å benytte fagfelleevaluering, der forskerteamets medlemmer utfordret hverandres synspunkter. Saunders et al. (2016) påpeker at dette styrker forskningens kredibilitet, og reduserer risikoen for at deltakernes sosiale konstruksjoner prioriteres fremfor faktiske funn. Rollen som djevelens advokat ble bevisst anvendt systematisk for å motvirke

---

kognitive forutinntattheter. Denne prosessen ble gjennomført regelmessig gjennom hele forskningsperioden, spesielt etter intervjuer og veiledningsmøter i sammenheng med en debrief. Slik bidro fagfelleevalueringen til en kritisk gjennomgang av samlet informasjon og tolkninger.

Avslutningsvis har vi etablert kredibilitet gjennom deltakervalidering. I følge Lincoln og Guba (1985) innebærer dette å teste data, kategorier og tolkninger med deltakerne som dataen stammer fra. Dette ble utført formelt ved at vi sendte intervjureferat for å få bekreftet at vi hadde tolket dataen riktig, samt uformelt ved at vi bevisst bekreftet vår forståelse av informantenes utsagn gjennom oppfølgingsspørsmål.

#### **4.4.2 Overførbarhet**

Studiens overførbarhet (*transferability*) adresserer hvorvidt forskningen er generaliserbar. Det påpekes imidlertid at funn i kvalitativ forskning ofte er kontekstspesifikke og hovedsakelig rettet mot fenomenet som studeres, heller enn å være direkte anvendbar i andre sammenhenger (Bryman, 2012). Studiens overførbarhet til andre industrier er begrenset, ettersom fenomenet som studeres er biokarbon til den norske metallurgiske industri. Dette skyldes at hver industri og hvert land har sine særegne karakteristikk og kontekst, noe som bidrar til at funn og konklusjoner fra denne forskningen ikke nødvendigvis kan overføres til andre industrier eller land. Funnene tilknyttet biokarbonmarkedet er imidlertid forankret i anerkjente teoretiske rammeverk, slik som PESTEL og Lønnsomhetstreet. Dermed bør det å følge samme metodikk, som presentert i denne studien, gi tilsvarende resultater innenfor samme marked. Likevel er det viktig å merke seg at elementer studert i denne forskningen kan variere over tid.

For å øke graden av overførbarhet legges det vekt på å beskrive fenomenets kontekstuelle detaljer nøye, slik at andre forskere kan vurdere relevansen av funnene i forhold til deres egne forskningssammenheng. Det er videre vektlagt tykke beskrivelser av forskningsspørsmål, forskningsdesign, funn og tolkninger, med mål om en åpen og ærlig forskningsprosess. Ved å ha en transparent forskningsprosess, er det mulig for andre forskere å gjennomgå studiens forskningsprosedyrer og uavhengig vurdere kvaliteten og sammenhengen i analysene. Dette bidrar til å styrke forskningens overførbarhet, da uavhengige evalueringer kan bekrefte eller utfordre forskningens funn og metodologi.



### 4.4.3 Avhengighet

Avhengighet (*dependability*) referer til at det er gjort pålitelige redegjørelser av valg som har blitt utført i forskningsprosessen, slik at den kan vurderes av andre (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). De metodiske valgene som har blitt tatt er derfor veldokumentert og tungt vektlagt i metodekapittelet. Videre har det i løpet av forskningsprosessen blitt forsøkt å maksimere graden av avhengighet ved å etablere grundige diskusjoner om tolkninger av funn, og ved å ha et klart og tydelig forskningsformål. De semi-strukturerte intervjuene sikrer at intervjuprosessen følger en viss strukturert tilnærming. For å understreke denne strukturen, er intervjuguiden også vedlagt i utredningen. I tillegg har veileder under forskningsprosessen bidratt i form av tolkninger, innsikter og anbefalinger for videre arbeid. Dette sikrer at resultatene blir mer nøyaktig.

### 4.4.4 Bekreftbarhet

Bekreftbarhet (*confirmability*) dreier seg om hvorvidt eksterne parter kan verifisere forskningens resultater, og om funnene er en nøyaktig gjengivelse av deltakernes syn på det studerte fenomenet (Wahyuni, 2012). Denne type forskning tillater ikke fullstendig objektivitet, men det er likevel tilstrebet å unngå at personlige skjevheter påvirker funnene i forskningen.

Først og fremst kan det oppstå forskerfeil. Det vil foreligge en viss fare for at forskere legger til rette for å få de svarene som ønskes i løpet av innsamlingen av primærdata (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Det ble derfor forsøkt å stille åpne spørsmål, fremfor å legge føringer eller forventninger til svarene. Ettersom studien er eksplorativ vil oppfølgingsspørsmålene ofte være åpne, noe som gjør det mer utfordrende å legge føringer gjennom ledende spørsmål (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). I tillegg ble det vektlagt nøytral atferd og unngåelse av ikke-verbal kommunikasjon. Den innsamlede dataen kan likevel feiltolkes. Av den grunn ble det gjennomført lydopptak av intervjuene for å redusere denne sannsynligheten. Systematisk bruk av oppfølgingsspørsmål for å teste og bekrefte forståelse bidro ytterligere til å redusere risikoen for misforståelser.

I tillegg kan respondentfeil svekke studiens bekreftbarhet (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Hvorvidt informantene har gitt oss et korrekt bilde av biokarbonmarkedet er usikkert. Hver av informantene har sine egne fortolkninger av lønnsomheten i markedet, og hvilke muligheter og

barrierer som finnes. Dette er noe som ble forsøkte å ha et bevisst forhold til, og de ulike utsagnene ble varsomt fortolket i lys av de kontekstuelle forholdene. Det ble også etterstrebet å validere informasjon på tvers av datakilder, samt inkorporere rivaliserende synspunkter. En utfordring har likevel vært at det per i dag finnes begrenset informasjon fra eksterne kilder om markedets lønnsomhet. Ved å underbygge argumenter i analysen med bruk av sitater forsterkes også beskrivelser av de ulike funnene, og graden av studiens bekreftbarhet øker.

## 5 Analyse av PESTEL

Denne delen vil analysere hvordan de seks drivkreftene i makroomgivelsene vil påvirke en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri. Analysen vil ta utgangspunkt i PESTEL-rammeverket, som er presentert i delkapittel 3.1 *PESTEL*, for å gjennomføre en strukturert analyse. Formålet er å undersøke det første forskningsspørsmålet:

*I hvilken grad legger makro- og konkurranseomgivelsene til rette for en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri?*

### 5.1 Politiske forhold

Norges regjering har vært aktivt involvert i å fremme biokarbon gjennom forskjellige støtteordninger, motivert av de betydelige utslippene fra industrien. Dette engasjementet har utviklet seg til å inkludere ulike miljøstrategier og deltakelse i internasjonale miljøavtaler, med tydelig fokus på å lede nasjonen mot et nullutslippssamfunn. I dette delkapittelet vil derfor politiske forhold som har hatt innflytelse på en overgang til biokarbon analyseres. Både nasjonale og internasjonale politiske forhold vil undersøkes nærmere.

#### 5.1.1 Norges politiske rammeverk

Den norske regjeringen introduserte i 2016 en norsk bioøkonomistrategi som skulle gi overordnede føringer for en nasjonal innsats for å styrke det biobaserte næringslivet. Formålet med strategien er å utvikle en bærekraftig bioøkonomi som skal lede til grønn vekst og et lavutslippssamfunn som gjenbraker ressurser effektivt (Norges Forskningsråd, s. 4). Den norske bioøkonomistrategien fremhever flere prinsipper for effektiv bruk av fornybare biologiske ressurser. Et viktig prinsipp

---

dreier seg om å legge til rette for en mer sirkulær økonomisk modell. Her blir ideen om å utnytte forskjellige elementer av biologiske ressurser på en mest mulig effektiv måte fremhevet, og at avfall og biprodukter fra en verdikjede blir transformert til nyttige ressurser i en annen (Hegnes, 2019). Et viktig mål med denne satsingen er å fremme utviklingen av ny teknologi og relaterte næringsområder, gjennom en velbalansert bruk av virkemidler for blant annet pilotprosjekter og oppskalering av disse prosjektene (Norges Forskningsråd, s. 4).

To selskaper som aktivt påvirker markedene på vegne av myndighetene er Enova og Siva. Begge administrerer statlige midler og arbeider for utvikling og implementering av ny energi- og klimateknologi. Selv om statseide selskaper historisk sett har ytt støtte til flere biokarbonprosjekter, møter det nåværende virkemiddelapparatet kritikk for sin manglende evne til å omfatte hele prosessen, fra de innledende utviklingsfasene til den industrielle implementeringen (Melvær & Kleppe, 2022, s. 17). Miljøstiftelsen ZERO hevder at virkemiddelapparatet bidrar godt innen forskning og utvikling, men at det legges for lite vekt på klima, industrialisering og utrulling av etablerte klimalløsninger. I Enovas programmer er bioøkonomi også gitt begrenset plass, og disse programmene gir generelt ikke støtte til oppskalering av allerede etablerte teknologier (Post-Melbye & Schjølset, 2022, s. 2). Dermed vil det være essensielt å etablere virkemidler som fremmer en overgang til biokarbon, ved å minimere risikoen som er relatert til uventede merkostnader knyttet til industriell drift i tidlig fase.

For ytterligere å styrke bioøkonomien opprettet regjeringen statsforetaket, Bionova, som muliggjorde i 2023 å søke om finansiering til bioøkonomiprosjekter. Bionova har som mål å fremme utviklingen av bioøkonomien knyttet til landbruk, skogbruk og havbruk, samtidig som det skal bidra til å fremme en biobasert sirkulær økonomi (Regjeringen, 2022). Bionova vil støtte både små og store bedrifter som utvikler og implementerer løsninger innenfor bioressursproduksjon. De finansierer utviklingsprosjekter på tvers av verdikjedene for bioressurser, der kostnader knyttet til forbedret produksjon og tilgjengeliggjøring av bioressurser dekkes. I behandlingen av søknader vektlegges prosjekter som utvikler løsninger innenfor produksjon av bioressurser, samt prosjekter som bidrar til utvikling av markedsrettet strategi og åpning av nye markeder (Innovasjon Norge, 2018). Dette viser at regjeringen iverksetter tiltak for å legge til rette for implementering av bioteknologier slik som biokarbonproduksjon.

---

Per dags dato eksisterer det imidlertid ikke tiltak som er utformet spesifikt for å minske risiko og usikkerhet forbundet med merkostnader og høyere driftsutgifter i den tidlige fasen av overgangen fra fossilt til fornybart biokarbon (Biokullnettverk, 2023, s. 6). Det er utfordrende å predikere hvilken innvirkning etablering av Bionova vil ha på dette området i dens startfase. Likevel kan regjeringens økte satsing på bioøkonomien gi en indikasjon på at det kan innføres virkemidler som potensielt kan akselerere en overgang til biokarbon.

### **5.1.2 Net-Zero Industry Act**

EU kommisjonen foreslo i 2023 Net-Zero Industry Act (NZIA), som en del av EUs vekststrategi Green Deal. Dette politiske initiativet skal bidra til å skalere opp Europas produksjonskapasitet for lavutslippsteknologier ved å fremme økte investeringer i netto null teknologier (European Commission, 2023). Initiativet tar sikte på å støtte et mer oversiktlig og enklere lovverk, med det formål å legge til rette for kostnadseffektive, pålitelige og bærekraftige teknologiske løsninger. Formålet med plattformen er videre å minske investeringsrisikoen og forsterke samarbeidet og flyten av informasjon gjennom fastsettelse av tydelige mål. I tillegg er målet å lette den administrative belastningen knyttet til etablering av prosjekter, særlig ved å forenkle prosessen for å innhente tillatelser. VGM påpeker at NZIA har stort potensial og kan ved videreutvikling være avgjørende for oppskalering av biokarbonproduksjon (Vow Green Metals, 2023, s. 21).

### **5.1.3 Karbonavgift og kvoter**

To sentrale politiske verktøy for å regulere og redusere klimagassutslipp er karbonavgift og kvoter. Disse pålegges fossile brensler, som kull, basert på deres CO<sub>2</sub>-utslipp ved forbrenning.

#### *Karbonavgift*

Karbonavgiften ble introdusert i 1991 med det formål å fremme kostnadseffektive reduksjoner i utslipp av klimagasser (Regjeringen, 2020). Den har siden blitt et nøkkelinstrument for å akselerere overgangen til løsninger med lavere utslipp. Hvorvidt biokarbon vil bli adoptert som et reduksjonsmiddel for utslippsreduksjon i metallurgisk industri, er i stor grad avhengig av prisen på alternative løsninger, slik som fossilt kull. Dermed spiller karbonavgiften en kritisk rolle i å sikre biokarbons konkurransevne i markedet.

---

I 2023 er karbonavgiften på NOK 952 per tonn utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (Energifakta Norge, 2023). Det er imidlertid bred politisk konsensus om at avgiften vil øke jevnt og til slutt tangere NOK 2000 innen 2030 (Norges Bank, 2022). Det finnes flere studier som viser til at økninger i karbonavgifter fører til en reduksjon i utslipp. Dersom karbonavgiften fortsetter å øke vil den utgjøre en vesentlig kostnadsdriver, og i stor grad påvirke lønnsomheten til selskaper i den metallurgiske industri. Karbonavgiftene har derfor en umiddelbar innvirkning på reduksjonen av utslipp ved å påvirke prisene og selskapers atferd. På lengre sikt sørger disse avgiftene for at det alltid vil være lønnsomt for bedrifter å redusere utslippene sine, enten ved å forbedre eksisterende produkter eller ved å drive innovasjon for og utvikle helt nye, mer miljøvennlige løsninger (Civita, 2022). Slik brukes karbonavgiften som et avgjørende instrument for å akselerere skifte mot grønnere løsninger, samt for og gjøre de mer konkurransedyktige sammenlignet med fossile alternativer.

I tillegg genererer karbonavgiften betydelige inntekter for myndighetene, og i 2021 utgjorde dette NOK 14,7 milliarder (Bruvoll & Lindhjem, 2021, s. 19). I dagens system blir disse inntektene ført direkte opp på statsbudsjettets inntektsside og deretter fordelt gjennom den vanlige budsjetteringsprosessen. Imidlertid anbefales det at avgiftene bør rettes mot oppgavene i samfunnet hvor behovet til enhver tid er størst, slik som klimatiltak (Bruvoll & Lindhjem, 2021, s. 19). Dagens modell kan derfor utgjøre en svakhet, da inntektene ikke går direkte til prosjekter som kan kutte klimautslipp. Dersom inntektene fra karbonavgiftene heller ble reinvestert, kunne det blant annet støttet en storskala implementering av biokarbon.

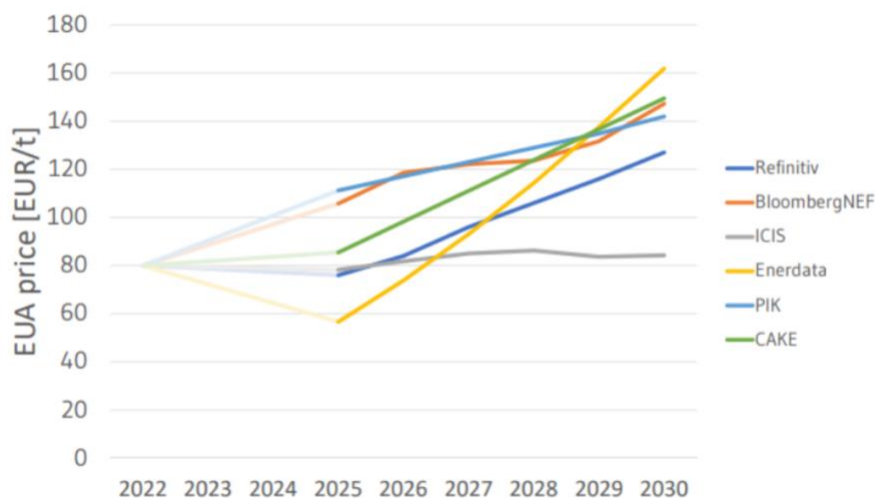
#### *EUs kvotesystem - EU ETS*

Den norske karbonavgiften er bare en av flere måter å prise utslipp. Mange bedrifter i konkurranseutsatt sektor, inkludert metallurgisk industri, er en del av EUs kvotesystem (EU ETS) (Norges Bank, 2022). Siden 2008 har Norge, gjennom EØS-avtalen, vært integrert i kvotesystemet, og omtrent halvparten av landets utslipp faller under denne kvoteordningen (Ibenholt & Grorud, 2012, s. 17).

Hver virksomhet som omfattes av kvotesystemet, må årlig kjøpe et visst antall klimakvoter som svarer til deres utslipp fra det foregående året. I kvotesystemet gir én klimakvote tillatelse til å

slippe ut et tonn med CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (Miljødirektoratet, 2019). Kvotesystemet fungerer ved at det etableres et årlig tak for maksimalt tillatte utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Dette taket blir gradvis redusert over tid for å oppnå reduksjoner i utslippene og på denne måten opprettes et marked for prising av CO<sub>2</sub>. Ettersom taket for utslipp gradvis reduseres og prisene på CO<sub>2</sub> stiger, oppmuntrer dette til å redusere utslippene i stedet for å kjøpe utslippskvoter (Ibenholt & Grorud, 2012, s. 17).

I en lengre periode har det vært overskudd av kvoter i EUs kvotesystem. Dette skyldes blant annet den økonomiske nedgangen under finanskrisen i 2008 som førte til nedlegging av mange europeiske industrielle virksomheter. Ettersom spørsmålet etter klimakvoter forble derfor lenge lavere enn forventet, og i 2018 var overskuddet av klimakvoter estimert til å være NOK 1,7 milliarder (Miljødirektoratet, 2019). På grunn av overskuddet har det i en lang periode vært høy fordeling av kvoter og dermed lave karbonpriser. Det er imidlertid foreslått endringer i EUs kvotesystem som del av EUs klimapakke “Klar for 55”, der kvotene i ETS er planlagt å reduseres vesentlig (Regjeringen, 2023). Figur 8 viser ulike prognoser fra flere kilder for å illustrere hvordan en slik utvikling kan påvirke kvoteprisen:



Figur 8 - Forskjellige prognoser av EUA-prisen under EU ETS. Kilde: (Pahle & Sitarz, 2022)

Et resultat av økte CO<sub>2</sub>-priser er en styrket konkurransevne for klimanøytrale produkter, og gjør overgangen til biokarbon mer lønnsomt for både biokarbonprodusenter og metallurgisk industri. Likevel, for å betydelig påvirke investeringsviljen til metallurgisk industri, må CO<sub>2</sub>-prisen øke vesentlig for å utløse en rask overgang. Siden den norske regjeringen ikke har kontroll over

---

kvoteprisene, er det nødvendig med sterke insentiver for å fremme grønne løsninger som biokarbon, samtidig som konkurransekraften til metallurgisk industri, som opererer internasjonalt, ikke svekkes.

#### **5.1.4 CO<sub>2</sub>-kompensasjon og karbonlekkasje**

EUs kvotesystem medfører reduksjon i klimautslipp, men påfører norske virksomheter en betydelig ulempe i konkurransen med land som har høye utslipp og svak klimapolitikk (Håvik, 2023). Derfor ble CO<sub>2</sub>-kompensasjon innført for å hindre karbonlekkasje. Karbonlekkasje innebærer at produksjonen blir strategisk flyttet til et annet land med mindre strenge klimaregelasjoner og lavere avgift på utslipp enn det Norge og EU har (Regjeringen, 2023). Det er viktig å påpeke at CO<sub>2</sub>-kompensasjonen ikke er direkte knyttet til utslippene fra industrien selv. Formålet med CO<sub>2</sub>-kompensasjonen er å håndtere at høyere kvotepriser bidrar til økte kraftpriser i Europa, som overføres gjennom utenlandskablene og resulterer i høyere kraftpriser for den norske industrien. Derfor fører økningen i CO<sub>2</sub>-kvoteprisen til at kostnadene for kull- og gasskraftverk overføres til den norske industrien, som benytter utslippsfri vann- og vindkraft (Industri Energi, 2023).

CO<sub>2</sub>-kompensasjonen i Norge har etablert et kvoteprisgulv, slik at industrien kun mottar kompensasjon for beløp som overskrider gulvet (Regjeringen, 2022). I 2024-budsjettet annonserte regjeringen kutt i CO<sub>2</sub>-kompensasjonen, hvor kvoteprisgulvet strammes inn fra 200 norske kroner til 375 norske kroner. Dette vil gi industrien en ekstra kostnader på 2,4 milliarder norske kroner i året (Birkelund & Jacobsen, 2023). Innstrammingen har blitt møtt med omfattende kritikk, særlig fordi industrien samtidig påvirkes av høyere energipriser, økte kvotepriser og økte skatter på fornybar energi (Håvik, 2023). Flere av aktørene i metallurgisk industri advarer om at dette vil svekke konkurranseevnen permanent, og vil føre til reduksjoner i kostnadsbasen og i investeringsplaner (Hovland, 2023). Videre har Norsk Industri uttalt at CO<sub>2</sub>-kompensasjonen er kritisk for investeringer i ny grønn industri, som biokarbon, og at det uten en slik ordning vil være utfordrende å rettferdiggjøre investeringer i Norge sammenlignet med land uten klimarelatert kostnader (Norsk Industri, 2023). Dermed kan en reduksjon i kompensasjonen bremse en overgang til biokarbon og i verste fall føre til karbonlekkasje og utflytting.

---

Bruken av kvotesystemet og karbonavgifter gir tydelige insentiver for metallurgisk industri til å redusere sine utslipp og vil sannsynligvis legge til rette for en overgang til biokarbon. Likevel vil en for stor avhengighet av EU ETS og karbonavgifter, samt kutt i CO<sub>2</sub>-kompensasjonen, for å oppnå klimamålene, være problematisk. Dette kan true konkurransevnen til metallurgisk industri og skape barrierer for overgangen. Således understrekes behovet for alternative virkemidler utover karbonavgifter for å effektivt fremme et skifte.

### **5.1.5 Sammendrag av politiske forhold**

#### *Regjeringens bioøkonomistrategi*

Regjeringens etablering av en norsk bioøkonomistrategi, sammen med opprettelsen av Bionova, signaliserer et sterkt engasjement for å fremme det biobaserte næringslivet. Denne innsatsen blir forsterket av betydelige investeringer i biokarbonprosjekter via statsforetakene Enova og Siva. Likevel møter de nåværende virkemidlene kritikk for å ikke omfatte hele spekteret fra utvikling til industriell implementering. Spesielt er det kritisk å etablere virkemidler som reduserer risiko for uforutsette merkostnader i de tidlige fasene av industriell drift for å stimulere en overgang til biokarbon.

#### *Net-Zero Industry Act (NZIA)*

EU-kommisjonen foreslo i 2023 NZIA for å øke Europas produksjonskapasitet for netto null teknologier og for å fremme investeringer i disse. Målet med NZIA er å redusere investeringsrisiko og støtte bærekraftige teknologiske løsninger gjennom et mer oversiktlig lovverk. NZIA anses å ha stort potensial for å stimulere oppskaleringen av biokarbonproduksjon.

#### *Karbonavgifter og karbonlekkasje*

Karbonavgiften og EU ETS er de to mest essensielle politiske instrumentene for å akselerere overgangen til lavutslippsløsninger. Prognoser peker på at disse utslippsprisene vil øke insentivene for grønne prosjekter i fremtiden, slik som biokarbon. Til tross for at økte karbonpriser vil styrke konkurransevnen til klimanøytrale produkter og gjøre overgangen til biokarbon mer lønnsom, må karbonprisene øke betydelig for å utløse en rask nok overgang. Dette kan være utfordrende, uten at den internasjonale konkurransekraften til metallurgisk industri svekkes betydelig og medfører en risiko for karbonlekkasje.



---

## 5.2 Økonomiske forhold

I denne delen vil de økonomiske kreftene som vil påvirke implementering av biokarbon analyseres. Både mikro- og makroøkonomiske forhold vil undersøkes for å sammenligne kostnadene for produksjon av biokarbon med fossilt kull. Derfor vil de viktigste kostnadskomponentene til biokarbonproduksjon identifiseres og vurderes. Formålet med analysen vil være å belyse om de økonomiske forholdene ligger til rette for en overgang til biokarbon.

### 5.2.1 Investeringskostnader

For selskap som ønsker å starte biokarbonproduksjon vil investeringskapital være et viktig aspekt for å kunne avgjøre hvor økonomisk levedyktig et slikt prosjekt vil være. Selv om industrielle fabrikker for biokarbonproduksjon ennå ikke er etablert i Norge eller Europa, har aktører som planlegger å bli ledende i det voksende biokarbonmarkedet allerede utviklet kostnadsestimater for etablering av slike anlegg.

Investeringskostnadene for biokarbonproduksjon er høy. For å kunne møte behovet for å produsere tilstrekkelig og forutsigbare volumer vil det være nødvendig å etablere nye anlegg og produksjonsfasiliteter, samt tilpasse eksisterende infrastruktur (Norsk Biokullnettverk, 2023, s. 6). Til tross for at pyrolyseteknologi tidligere har vært brukt i produksjon av biokarbon i mindre skala, spesielt innen landbruk, vil dens anvendelse for å produsere biokarbon til metallurgisk industri være et teknologisk gjennombrudd (Hauge & Badin, 2020). En radikal teknologiomstilling vil ikke finne sted før noen tar den første avgjørende beslutningen om å investere, utføre forskning og utvikle optimal teknologi. Disse investeringene vil være betydelig kostbare og risikable, med behov for omfattende kapital og kompetanse. Det forventes også at skalafordeler vil være begrenset ved ny teknologi i startfasen, ettersom det er usikkerhet rundt om teknologien vil fungere effektivt i større skala (Norsk Industri, 2016, s. 89).

For øyeblikket har bare selskapene VGM, som er i ferd med å bygge et industrielt anlegg, og Elkem, som allerede har etablert et pilotanlegg, gitt uttalelser om hvor kapitalintensivt biokarbonproduksjon kan være. I 2020 besluttet Elkem å investere 180 millioner kroner i et pilotanlegg i Canada, etter å ha vurdert etablering i Norge, men funnet bedre rammevilkår i Canada. Dette skyldtes høyere støttenivå fra den canadiske regjeringen sammenlignet med den

---

norske, hvor Elkem kun sto for 60 millioner kroner av investeringskostnadene i Canada (Elkem, 2023). VGM har på sin side bestilt teknologi, maskiner og annet produksjonsutstyr til sin fabrikk til en verdi på betydelige 332 millioner kroner (Badin, 2023). Selskapet har imidlertid sikret seg et tilskudd fra Enova på 80,7 millioner kroner for deres biokarbonprosjekt. Dette tilskuddet ble sett på som avgjørende for VGM endelige investeringsbeslutning (Finborud, 2021).

Det er viktig å anerkjenne at disse kostnadene kan avvike fra de virkelige, da det naturligvis er forbundet risiko og potensielle merkostnader ved å ta i bruk ny teknologi og ved utbygging av nye anlegg. Det ovennevnte gir imidlertid en god indikasjon på at det er betydelige investeringskostnader for biokarbonprodusenter og nødvendig med større politisk støtte for å akselerere overgangen til biokarbon.

### **5.2.2 Driftskostnader**

For å videre kunne vurdere om biokarbon er et levedyktig alternativ, er det avgjørende å undersøke driftskostnadene nærmere. Denne delen vil derfor belyse de viktigste kostnadsdriverne som gjør at metallurgisk industri for øyeblikket anser en overgang til biokarbon som dyrt sammenlignet med fossilt kull.

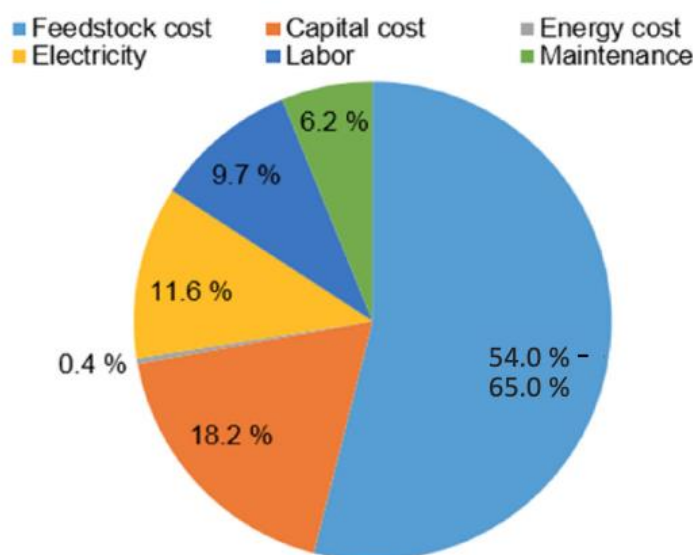
For å være villig til å satse på biokarbonproduksjon vil et viktig aspekt være å kunne tilby en konkurransedyktig pris. SINTEF påpeker at overgangen til biokarbon i metallurgisk industri kan by på utfordringer grunnet behovet for råstoff med både tilstrekkelig og forutsigbar kvalitet (Bellona, 2021). Bellona fremhever også at en akseptabel pris på råstoffet utgjør en stor barriere (Melvær & Kleppe, 2022, s. 11). Derfor vil dette delkapittelet fokusere på å belyse hvordan råstoffkostnadene vil påvirke prisen på biokarbon.

#### *Pris på produksjon av biokarbon*

I metallurgisk industri er kvalitetsstandarden for biokarbon betydelig høyere enn for andre former for biokarbon (Melvær & Kleppe, 2022, s. 4). Teoretisk sett kan all organisk materiale pyrolyseres, men kvaliteten på biokarbonet påvirkes betydelig av råstoffets kvalitet (Norsk Biokullnettverk, 2023). Dessuten varierer kravene til kvalitet betraktelig, der eksempelvis silisiumproduksjon kan

anvende standard trekull og flis, mens manganproduksjon har større krav til reaktivitet og mekanisk styrke (Bellona, 2021).

En studie av Suopajarvi et al. (2018) har forsøkt å beskrive hvordan produksjonskostnadene vil variere avhengig av hvilken type råstoff som benyttes. Biokarbonets produksjonskostnad ble estimert til å ligge mellom 233 til 513 €/tonn (Suopajarvi , et al., 2018, s. 38). Det brede spekteret skyldes at produktkvaliteten henger sterkt sammen med kvaliteten på råstoffet. Råstoffmiksen vil derfor måtte optimaliseres etter behov og kravspesifikasjoner fra metallurgisk industri (Adolfson, 2023, s. 4). Dette gjør at råvarekostnadene kan utgjøre mellom 54 og 65 prosent av de totale produksjonskostnadene tonn (Suopajarvi , et al., 2018, s. 60).



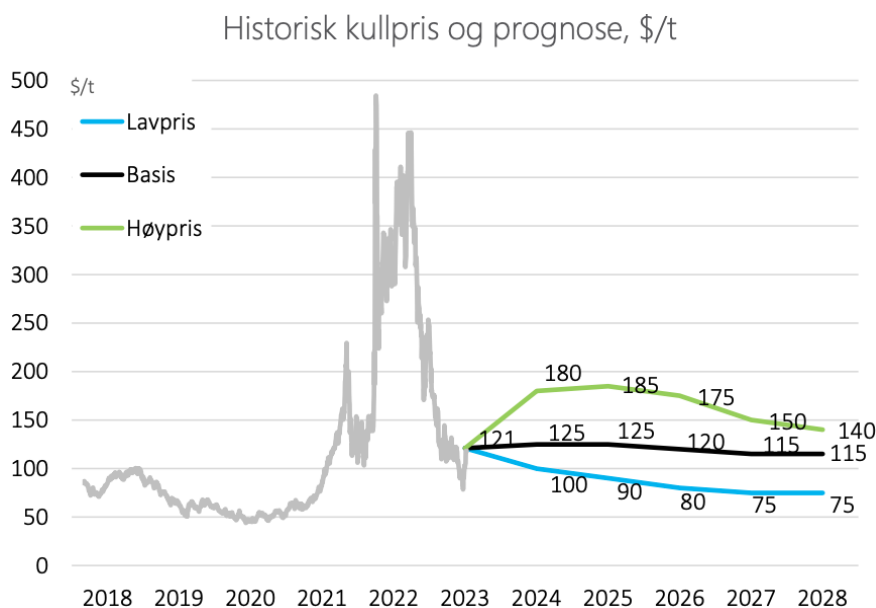
Figur 9 - Fordeling av produksjonskostnader for trekull. Kilde: (Suopajarvi , et al., 2018).

Prosentdelen forventes å øke i takt med dagens skogsdrift, da etterspørselen etter råstoff forventes å stige med økt produksjon av bioenergi, biodrivstoff og andre produkter basert på biomasse (Norskog, 2021). I tillegg utgjør rente- og energikostnader en vesentlig del av de totale produksjonskostnadene. Disse faktorene vil diskuteres nærmere i delkapittelet 5.2.3 *økonomisk usikkerhet*.

### Biokarbonets konkurransevne og prognoser

Metallurgisk industri er svært konkurranseorientert og for at aktørene i denne industrien skal vurdere et skifte, er det essensielt at prisen på biokarbon er konkurransedyktig og på linje med de fossile alternativene. I motsetning til biokarbon er de fossile reduksjonsmidlene basert på kostnadseffektive og veletablerte verdikjeder som er blitt optimalisert gjennom tiår (Bjørndal, 2023). SINTEF påpeker derfor viktigheten av forskning langs hele verdikjeden for å sikre at biokarbonproduksjon blir kostnadseffektivt (Bellona, 2021).

Kullmarkedet har imidlertid opplevd uro, dels på grunn av koronapandemiens virkninger i 2020, en betydelig økonomisk gjenopphenting i 2021, samt utfordringer knyttet til Russlands invasjon av Ukraina i 2022. Et resultat av dette har vært en energikrise med økte gasspriser, noe som har ført til en vesentlig overgang til kullkraft både i Europa og på verdensbasis (Løvås, 2023, s. 45). Dette har følgelig skapt en høy etterspørsel etter kull. Som et resultat av de høye gassprisene nådde kullprisene rekordnivåer i 2022, med en topp i kullprisene på 462 dollar per tonn (Parr, 2022).



Figur 10 - Historisk kullpris og prognose, \$/t. Referanseprisen: API2, mest brukt for kull levert til nordvestlige Europa. Kilde: (Statnett, 2023)

Etter en periode med høye priser og turbulens i kullmarkedet, rapporterer Statnett om en betydelig endring i 2023. Knappheten som tidligere dominerte markedet har avtatt, og kullprisene har

---

stabilisert seg. Det innebærer at kullprisene har falt til rundt 100 USD per tonn, og ifølge API2, referanseindeksen for kull levert til Nordvest-Europa, forventes en basisprognose på om lag 120 USD per tonn i de kommende årene (Løvås, 2023, s. 9). Dette skyldes forventningen om en redusert andel av kullkraft i energisammensetningen innen 2030, som en del av overgangen mot en økt bruk av fornybare energikilder (Løvås, 2023, s. 45). Skiftet i energipolitikken kan bidra til mindre etterspørsel etter kull og lavere priser, noe som kan ha konsekvenser for overgangen til biokarbon. Spesielt siden kull i metallurgisk industri er essensielt, ikke som en energikilde, men som et kritisk reduksjonsmiddel for metallproduksjon.

På grunn av usikkerhet og volatilitet i kullmarkedet har det blitt utviklet både høy- og lavprisprognoser, som illustrert i Figur 9. For eksempel kan et raskt skifte fra fossile energikilder føre til et overskudd og dermed lavere priser på kull, inntil det fører til nedleggelse av kullgruver. Omvendt kan en langsom overgangsprosess opprettholde en høy etterspørsel og føre til knapphet, noe som vil drive prisene opp (Kirkerud, 2023, s. 19). Usikkerheten knyttet til kullprisene fremhever betydningen av karbonavgifter. Disse avgiftene, som har til formål å øke kostnadene ved bruk av fossile brenslere, vil derfor være sentrale for å fremme en rask overgang til biokarbon.

### 5.2.3 Økonomisk usikkerhet

Den metallurgiske industrien møter i år utfordringer med svakere markedsforhold enn de to foregående årene, som var preget av rekordinntekter og resultater. Dette nødvendiggjør kostnadsreduksjoner og tilpasninger i investeringsplaner. Av den grunn vil dette delkapittelet vurdere om de svake økonomiske forholdene vil kunne være langvarig og om de kan identifiseres som en potensiell barriere for en overgang til biokarbon.

#### *Inflasjon og høyere renter*

Blant utfordringene globalt står den metallurgiske industri overfor utfordringer som høy inflasjon og økte renter, noe som vil påvirke selskapenes resultater (Hovland, 2023). Høyere renter, en konsekvens av sentralbankers forsøk på å kontrollere inflasjonen, øker driftskostnadene for selskaper. Likevel, på grunnlag av to år med eksepsjonelt gode resultater, har flere aktører i metallurgisk industri redusert sin gjeldsandel. Dette er spesielt gunstig i perioder hvor gjeldskostnadene øker. Samtidig har økt inflasjonspress medført svakere økonomisk etterspørsel

---

globalt, noe som har resultert i en reduksjon i forbruket og behovet for metallurgiske produkter (Slåke, 2023). Det er imidlertid indikasjoner på at markedene er i ferd med å stabilisere seg, og det er forventninger om at de vil gjenopprettes etter hvert (Sveen, 2023). Det forventes derfor ikke at inflasjon og høyere renter vil være en betydelig barriere for en overgang til biokarbon.

#### *Høye energipriser og svakere vekst*

Den pågående krigssituasjonen i Ukraina har ført til en nedgang i økonomisk aktivitet i Europa på grunn av flaskehalser i produksjon av varer og tjeneste og stigende energipriser (SSB, 2022). Flere av de store aktørene i metallurgisk industri har likevel ikke opplevd direkte økonomiske utfordringer på grunn av langsiktige kraftavtaler med varighet på flere tiår. Disse avtalene har resultert i at Elkem valgte å stenge sin produksjon i Thamshavn og Rana, for å dra nytte av høye strømpriser ved å selge sin egen strøm i det norske kraftmarkedet (Process Worldwide, 2022). Aktørene har imidlertid blitt indirekte påvirket, ettersom de høye energikostnadene har ført til omfattende nedstenging av industriell virksomhet over hele Europa (Elkem, 2023). WACKER, Eramet og Elkem har i sine kvartalsrapporter informert om at dette har resultert i en nedgang i etterspørselen etter blant annet silisium og ferrosilisium. Dette skyldes at deres hovedkunder, blant annet aluminiums- og stålverk, har måtte enten stenge eller redusere sin produksjonskapasitet (Hovland, 2023).

I løpet av 2023 har det europeiske energimarkedet i stor grad normalisert seg. Selv om det kan forventes økninger i gasspriser, anses en ny energikrise som lite sannsynlig (Løvås G. , 2023, s. 2). Følgelig kan man anta at etterspørselen etter metallurgiske produkter vil øke parallelt med at kapasiteten til deres kunder forbedres. Det anses som lite sannsynlig at dette vil være en stor hindring for implementering av biokarbon.

#### *Lave priser*

Inflasjon, svekket etterspørsel og nedleggelse, i kombinasjon med Kina sin langsomme økonomiske opphenting etter koronapandemien, har resultert i historiske lave priser og produksjonsvolumer i den metallurgisk industrien (Hovland, 2023). Dette har naturligvis ført til nedgang i resultatene, og den generelle markedstilstanden i metallurgisk industri oppfattes fortsatt som svak. Imidlertid har prisene i Kina vist en positiv utvikling mot slutten av tredje kvartal 2023,

---

til tross for at fremtidsutsiktene fortsatt er preget av usikkerhet. Videre er markedene i EMEA og Amerika fremdeles svake, selv om det er forbedring i noen segmenter. Til tross for dette blir aktørene i metallurgisk industri fremhevet som godt posisjonert når markedsforholdene bedres, takket være deres attraktive markedsposisjoner (Yahoo!finance, 2023). Det er likevel forventinger om at en strammere markedssituasjon, som følge av videre gjenåpning i Kina og kapasitetsreduksjoner i Europa, vil forbedre prisene (Slåke, 2023). Den norske metallurgiske industrien er dessuten en stor global produsent av et av de utpekte materialene på EUs liste over kritiske råvarer, silisium (Adolfson, 2023, s. 6). Dette vil sannsynligvis drive etterspørselen etter de norske råvarene opp i takt med det grønne skiftet.

Gitt at kundene til biokarbonprodusenter, kjent for deres robuste markedsposisjon og lønnsomhet, forventes å bevare sin sterke stilling i fremtiden, indikerer det at den nåværende økonomiske usikkerheten i markedet sannsynligvis ikke vil representere en vesentlig barriere for overgangen til biokarbon.

#### **5.2.4 Sammendrag av økonomisk forhold**

##### *Høye kostnader*

Biokarbonprodusenter står overfor betydelige kostnader, da de må foreta omfattende kapitalinvesteringer i prosessteknisk utstyr, fabrikker og nødvendig infrastruktur. Disse investeringskostnadene, kombinert med usikkerhet knyttet til produksjonskostnader på grunn av sterk konkurranse på råstoff, er en av de største barrierene for en overgang til biokarbon.

##### *Betalingsvillighet og prognoser*

Biokarbonets konkurransevne vil være sterkt avhengig av hvordan karbonavgiftene utvikler seg. Dette kommer av at prisprognosene for kull er relativt stabile, da etterspørselen etter kull og tilbudet forventes å avta på grunn av strengere regulering og nedleggelse av kullgruver. Derfor blir karbonavgiften avgjørende for å gjøre biokarbon økonomisk levedyktig, og gjøre overgangen fra fossilt kull til biokarbon nødvendig. Usikkerhet knyttet til utvikling av kullpriser og karbonavgifter vil følgelig kunne utgjøre en betydelig barriere for en overgang.

### *Økonomisk usikkerhet*

Den metallurgiske industrien møter for øyeblikket nedgangstider etter to år med høykonjunktur, noe som krever kostnadskutt og tilpasning i investeringer. Høy inflasjon og renter, samt en energikrise i Europa, har presset industrien. Til tross for disse utfordringene, viser industrien tegn på å stabilisere seg, og det er forventet at disse faktorene ikke vil forhindre en overgang til biokarbon på sikt. Prisene på metallurgiske produkter forventes å stige, som følge av forbedrede markedsforhold og økt etterspørsel etter råvarer som anses som kritisk for det grønne skiftet.

## **5.3 Sosiokulturelle forhold**

Denne analysen tar for seg de sosiokulturelle forholdene som antas å påvirke en overgang til biokarbon i metallurgisk industri. Først vil fremveksten av middelklassen og betalingsvilligheten for grønnere produkter undersøkes. Avslutningsvis vil det fokuseres på hvordan norsk humankapital kan legge til rette for overgangen.

### **5.3.1 Fremvekst av middelklassen**

Verden har sett en sterk økonomisk utvikling de siste tiårene. Global vekst av BNP har i stor grad vært drevet av raskt voksende økonomier. Parallelt observeres det en trend mot mer ensartede levestandarder på tvers av forskjellige økonomiske regioner. Som en konsekvens av dette vil utviklingsøkonomier sannsynligvis oppleve høyere vekstrater sammenlignet med økonomiene i OECD-landene, som tradisjonelt har vært mer stabile og modne (Agrawala, 2018, s. 6). Det forventes at dette vil medføre en global fremvekst av middelklassen, noe som vil resultere i økt etterspørsel etter bærekraftige metallbaserte materialer til bruk i transport og elektronikk, samt silisiumsbaserte fornybare teknologier som solenergi (Metals, 2023, s. 10). Dette vil pålegge jordens ressurser et betydelig press i løpet av det neste tiåret ettersom verdens forbruk vil øke i takt med befolkningsvekst og høyere velstand.

En sirkulær økonomi anses derfor som viktig for å kunne håndtere den kommende globale veksten. Ifølge Statistisk sentralbyrå genererer byggebransjen i Norge omtrent 1,8 millioner tonn avfall fra nybygg, renovering og nedrivning, og ytterligere en million fra anleggsaktivitet (Skogesal, 2019). Norge har satt seg mål om at avfallsveksten ikke skal overgå den økonomiske veksten, og det er nylig erkjent at det kreves endringer i både produksjon- og forbruksmønstre for å oppnå dette



---

(Regjeringen, 2022). Sirkulær økonomi er derfor fremmet som en nøkkelløsning for å forlenge levetiden til materialer ved å sørge for at de forblir i bruk så lenge som mulig, og deretter effektivt gjenbruke dem som råstoff i fremstillingen av nye produkter (Regjeringen, 2022). Dermed kan en økt bruk av returtre i biokarbonproduksjon bidra til å støtte produksjon av bærekraftige metaller. Med forventet økende etterspørsel etter slike metaller, vil denne tilnærmingen være sentral i å fremme en overgang til biokarbon.

### 5.3.2 Betalingsvillighet

Produksjon av biokarbon har høyere kostnader sammenlignet med produksjon av fossilt kull som diskutert i delkapittel 5.2.2 *driftskostnader*. Dette resulterer følgelig i en høyere pris for biokarbon. Dersom kundene likevel er villig til å betale ekstra for produktet, vil biokarbon bli mer lønnsomt, selv med høyere pris. Den ekstra kostnaden ved å velge et miljøvennlig produkt, fremfor en som slipper ut mer klimagasser, kalles “green premium” (Breakthrough Energy, 2023). Hvorvidt den metallurgiske industri påtar seg merkostnadene knyttet til biokarbon, vil avhenge av om sluttbrukerne av deres produkter er villig til å betale en høyere pris for grønnere metaller. Hvis kundene er villig til å akseptere en slik premium, ville det resultere i både økt etterspørsel og betalingsvilje for biokarbon. Følgelig ville biokarbon blitt mer lønnsomt og konkurransedyktig.

Li & McCluskey (2017) gjennomførte en studie som analyserte forbrukernes respons på bio-etanol drivstoff fra lignocellulose. Lignocellulose refererer til biomasse som blant annet trær og halm, som også biokarbon kan lages av. Resultatet av undersøkelsen viste at den gjennomsnittlige respondent var villig til å betale en premium på 11 prosent for det biobaserte drivstoffet sammenlignet med tradisjonelt drivstoff (Li & McCluskey, 2017, s. 2). Det må imidlertid påpekes at undersøkelsen ble gjennomført i USA i Portland, Minneapolis og Boston, og at det kan være nasjonale forskjeller på betalingsvillighet. Det vil også være forskjell på miljømessige preferanser basert på hvilke produkter som produseres av biomasse, noe som ikke gjør studien direkte overførbart.

En annen studie undersøkte effekten av tilgjengelig informasjon på forbrukeres vilje til å betale for biobaserte batterier. Resultatene indikerte at forbrukernes betalingsvillighet for biobaserte batterier økte signifikant når de ble presentert med produktspesifikk informasjon om produktet

---

(Choi, Chen, & Marsh, 2020, s. 392). Videre antyd det studien at innføring av informasjonskampanjer og utvikling av markedsføringsstrategier som fremhever de miljømessige fordelene ved produktet, potensielt kunne øke betalingsvilligheten ytterligere. Det ble imidlertid observert at informasjonens innvirkning varierte mellom de forskjellige regionene som ble studert. Disse funnene tyder allikevel på at sluttforbrukere kan være villig til å betale ekstra, men kun hvis det er tilstrekkelig informasjon tilgjengelig på produktet.

Selv om produktene som metallurgisk industri produserer er avgjørende for nullutslippssamfunnet, oppnår industrien i Norge typisk ikke bedre betalt for produkter produsert med lavere utslipp (TU, 2019). Likevel illustrerer de ulike studiene at forbrukerne kan være villig til å betale mer for biobaserte produkter, og det er dermed mulig at industrien vil oppleve en endring de kommende årene. I Norge forventes det også at strengere internasjonal klima- og miljøpolitikk vil føre til mer produktbevisste forbrukere, noe som vil kunne gi norsk næringsliv et grønt konkurransefortrinn i konkurransen med mer utslippsintensiv produksjon (TU, 2019).

### **5.3.3 Human kapital**

#### *Evner og kompetanse*

Den norske prosessindustrien har posisjonert seg som en konkurransedyktig aktør på det internasjonale markedet, delvis på grunn av industrien sin egen kompetanse (Prosess21, 2020, s. 2). Over flere tiår har industrien kontinuerlig forbedret sine produksjonsprosesser, noe som har ledet til at mange norske selskaper nå er ledende innen klima- og ressurseffektivitet. Dette skyldes i stor grad bruk av fornybar energi og innovativ teknologi. Industrien har også redusert sine utslipp med over 40 prosent siden 1990, samtidig som den har sett en økning i verdiskaping på rundt 30 prosent, justert for inflasjon (Regjeringen, 2022).

I møte med stadig økende global konkurranse, har prosessindustrien forbedret sin effektivitet parallelt med utvikling av en omfattende kompetanse i samarbeid med diverse forsknings- og utdanningsinstitusjoner (Norsk Industri, 2016, s. 7). Forskningsinstitusjoner som SINTEF spiller en viktig rolle i dette arbeidet, spesielt i den metallurgiske industrien, ved å bidra til utvikling av rene og energieffektive produksjonsmetoder gjennom omfattende forskning og innovasjon. For øyeblikket fokuserer SINTEF på å utarbeide bærekraftige verdikjeder for biokarbon til

---

metallurgisk industri. For at verdikjeden skal betraktes som bærekraftig, vil den måtte oppfylle kriterier som høy energieffektivitet, lav klima- og miljøbelastning, og økonomisk levedyktighet. De erkjenner imidlertid at en slik verdikjede ikke er på plass idag, men at Norge er på god vei (Weber, 2023). Gitt Norges avanserte forskning og kompetanse på området, kan dette gi norsk biokarbonproduksjon et konkurransefortrinn i det internasjonale markedet.

Med sin solide posisjon er norsk prosessindustri og metallurgisk industri godt forberedt på å styrke sin rolle i lavutslippssamfunnet. Fremtidig verdiskaping er avhengig av økt produksjon og utvikling av nye produkter og prosesser med lite karbonavtrykk (Norsk Industri, 2016, s. 39). Den norske prosessindustriens arbeidskultur, som fremmer innovasjon og som tidligere har kombinert utslippsreduksjon med økt verdiskaping, legger derfor grunnlaget for en enklere overgang til nye produkter som biokarbon.

### *Utdanning*

Til tross for at Norge besitter betydelige evner og relevant kompetanse for implementering av biokarbon, står landet fortsatt overfor visse kunnskaps- og kompetansegap som trenger å bli adressert. For å møte disse utfordringene ble Norsk Biokullnettverk etablert i 2019. Dette nettverket fremmer en tett dialog langs hele verdikjeden med representanter fra industri-, forsknings- og avfallssektoren. Hovedmålet med Norsk Biokullnettverk er å fremheve biokarbon som en viktig del av den sirkulære økonomien og bidra til at Norge blir ledende innen verdiskaping og anvendelse av biokarbon (Norsk Biokullnettverk, 2023). Nettverket består i dag av 39 bedrifter som deltar aktivt med problemstillinger knyttet til utvikling, produksjon og anvendelse av biokarbon, og utnyttelse av biprodukter fra produksjonen (Norsk Biokullnettverk, 2023). Til tross for at det finnes betydelig kunnskap om biokarbon, er det fortsatt et behov for å samle nøkkelaktører for å utvikle lønnsomme verdikjeder og skape synergier, noe nettverket er ment å bidra til. Dette arbeidet er avgjørende for å fremme grønn verdiskaping knyttet til biokarbon og for at Norge skal kunne spille en ledende rolle i den raskt utviklende sirkulærøkonomien.

### *Næringsklynger*

Biokarbon til metallurgisk industri representerer en innovativ teknologisk løsning, og derfor vil et godt fungerende økosystem være av stor betydning. For å utvikle både effektive og bærekraftige

---

verdikjeder, har en rekke aktører, inkludert produsenter, forbrukere og leverandører, dannet næringsklynger. Disse samarbeidene kan skape symbiotiske relasjoner som muliggjør optimal utnyttelse av felles ressurser og ekspertise, til fordel for alle involverte parter (Kommunikasjonsavdelingen, 2023).

Treklyngen på Follum og Eyde-klyngen illustrerer slike forhold på en god måte. Treklyngen arbeider med å finne forretningssynergier mellom forskjellige prosjekter og selskaper i sin næringspark (Aaberg, 2022). På sin side har Eyde-klyngen en samarbeidsarena som skal bidra til å utvikle en grønn prosessindustri for fremtiden, med et spesielt fokus på vekst og styrket verdikjede blant leverandørbedriftene til prosessindustrien. De understreker også at kjerneverdiene som åpenhet og engasjement er sentrale i all deres arbeid (Eyde-klyngen, 2023).

Disse klyngene, inkluderer aktører som produsenten VGM, kundene Elkem og Eramet, råstoffleverandøren Lindum og forskningsinstitusjonen SINTEF, styrker samarbeid og kunnskapsdeling på tvers av næringen. Dette samarbeidet er essensielt for å kutte utslipp i den metallurgiske industri og for å bygge bærekraftige verdikjeder for biomasse. Forsterket av korte geografiske avstander og gjensidig avhengighet, legger disse klyngene til rette for et effektivt samarbeid som kan vise seg å være viktig for overgangen til biokarbon.

#### **5.3.4 Sammendrag av sosiokulturelle forhold**

##### *Befolkningsvekst*

Den kraftige veksten i verdensøkonomien, hovedsakelig drevet av fremvoksende økonomier, har ført til en større global utjevning av levestandarder. Dette vil trolig øke veksten i utviklingsland sammenlignet med mer stabile OECD-land. Denne utviklingen vil styrke kjøpekraften til den globale middelklassen, øke etterspørselen etter bærekraftige materialer til transport og elektronikk, samt fremme teknologier som solenergi. Ettersom forbruket øker i takt med befolkningsvekst og velstand, vil dette legge press på jordas ressurser. En sirkulær økonomi blir derfor sett på som en løsning for å håndtere denne veksten. I Norge fokuserer det på gjenbruk av byggematerialer for å støtte bærekraftig produksjon, inkludert biokarbon, som en del av den sirkulære tilnærmingen.

### *Green Premium*

På bakgrunn av at biokarbon er et mer miljøvennlig alternativ enn fossilt kull, kan man forvente at forbrukere er villige til å betale mer for metaller produsert med dette reduksjonsmiddelet. Dette kan potensielt dekke noen av de høyere kostnadene forbundet med produksjon av biokarbon. Selv om metallurgisk industri per i dag ikke får betalt mer for miljøvennlige metaller, viser forskning at forbrukerne har en økende tendens til å verdsette og betale mer for bærekraftige alternativer når de er godt informert om miljøfordelene. Dette antyder at en økt forståelse og anerkjennelse av biokarbonets miljøgevinster kan bidra til høyere priser og et grønt konkurransefortrinn i fremtiden.

### *Klynger, kompetanse og utdanning*

Den norske metallurgiske industri utmerker seg globalt med sin kompetanse og høye innovasjonstakt, samt bruk av fornybar energi. Industrien har samarbeidet tett med forskningsinstitusjoner som SINTEF for å utvikle bærekraftige produksjonsmetoder, særlig innen biokarbon. Ulike næringsklynger har også fremmet samarbeid og kunnskapsdeling, noe som er essensielt for utvikling av bærekraftige verdikjeder. Kombinasjonen av innovasjon, kompetanse og samarbeid, posisjonerer Norge i en utmerket rolle for lavutslippssamfunnet og landet kan dermed lede an i bruken av biokarbon.

## **5.4 Teknologiske forhold**

Denne delen av analysen vil utforske de teknologiske aspektene som kan påvirke en overgang til biokarbon. Selv om en omfattende sammenligning av ulike karbonfjerningsteknologier ligger utenfor utredningens omfang, er det essensielt å vurdere modenhet og fremtidsutsiktene for disse teknologiene. Hensikten er å fastslå om behovet for biokarbon kan reduseres ved implementering av andre teknologier, eller om de heller bør anses som komplementære løsninger for å kunne nå klimamålene. Blant teknologiene som kan påvirke karbonfjerning, vil dette delkapittelet belyse karbonfangst og- lagring (CCS).

### 5.4.1 Biokarbonproduksjon

Fokuset i denne utredningen er biokarbon, og den mest brukte produksjonsmetoden av reduksjonsmiddelet er ved bruk av pyrolyseteknologi. Tidligere har pyrolyseteknologi vært relativt upopulær, da de tradisjonelle produksjonsmetodene for biokarbon har vært miljøbelastende. Disse metodene er fortsatt mye i bruk i regioner som Asia og Sør-Amerika og blir sett på som ineffektive. (Grønli, 2016, s. 1). Det skal derfor tas i bruk ny moderne og effektiv pyrolyseteknologi med nye produksjonsmetoder for fremstilling av biokarbon i Norge. Teknologien blir sett på som moden, integreres enkelt i industrielle prosesser og er ikke avhengig av stor og komplisert infrastruktur for å være effektiv (Nilsen, 2020, s. 2).

Selv om dagens mest effektive teknologier og metoder for biokarbonproduksjon anses som moden og ikke krever videre utviklingsløp, er det likevel flere usikkerhetsmomenter tilknyttet oppskalering til industriell skala. Pågående forskning sikter mot å etablere bærekraftige verdikjeder og bygging av industrielle pilotanlegg er i gang, men teknologiens effektivitet ved fullskala drift er enda ikke verifisert (Bellona, 2021). Selv om Enova tilbyr støtteordninger som fremmer utvikling av teknologi og etablering av demonstrasjonsanlegg, påpekes det et behov for større risikoavlastende kapital for å realisere større pyrolyseanlegg (Norsk Biokullnettverk, 2023)

På dette tidspunkt er Norges støttesatser til innovasjon og utvikling i mange tilfeller lavere enn i sammenlignbare land. I tillegg dekker ikke virkemiddelapparatet, som Enova, hele prosessen med kompetansebygging, utvikling og implementering av nye løsninger (Melvær & Kleppe, 2022, s. 17). Dette kan likevel endre seg i nærmeste fremtid, ettersom Enova anerkjenner prosjekter som skal erstatte fossilt karbon med biokarbon som den teknologiske løsningen nærmest kommersialisering. De ønsker derfor å finansiere prosjekter som driver teknologifronten videre, og som avlaster risiko for de som går fremst (Enova, 2022). For øyeblikket utgjør imidlertid en lav støttesats og mangelen på en helhetlig støtte, fra et tidlig stadium til implementering i industriell skala, en hindring i overgangen til biokarbon.

#### 5.4.2 Karbonfangst og –lagring(CCS)

I de fleste scenarioer som når klimamålene, er det en utbredt enighet om at karbonfjerningsteknologier må oppskaleres i løpet av dette tiåret, slik at kostnadene faller og løsningene tas i bruk. Blant disse teknologiene er karbonfangst og- lagring (CCS), som fanger opp karbondioksid og lagrer det (Peters, 2017). I henhold til FNs klimapanel vil ikke naturbaserte karbonløsninger, som biokarbon, være nok for å stoppe klimaendringene. Derfor forskes det regelmessig på alternativer til biokarbon som klimaløsninger. Blant disse er det få andre teknologiske løsninger som kan håndtere utslippene fra fossile reduksjonsmidler på en god måte, med unntak av CCS (Melvær & Kleppe, 2022, s. 12).

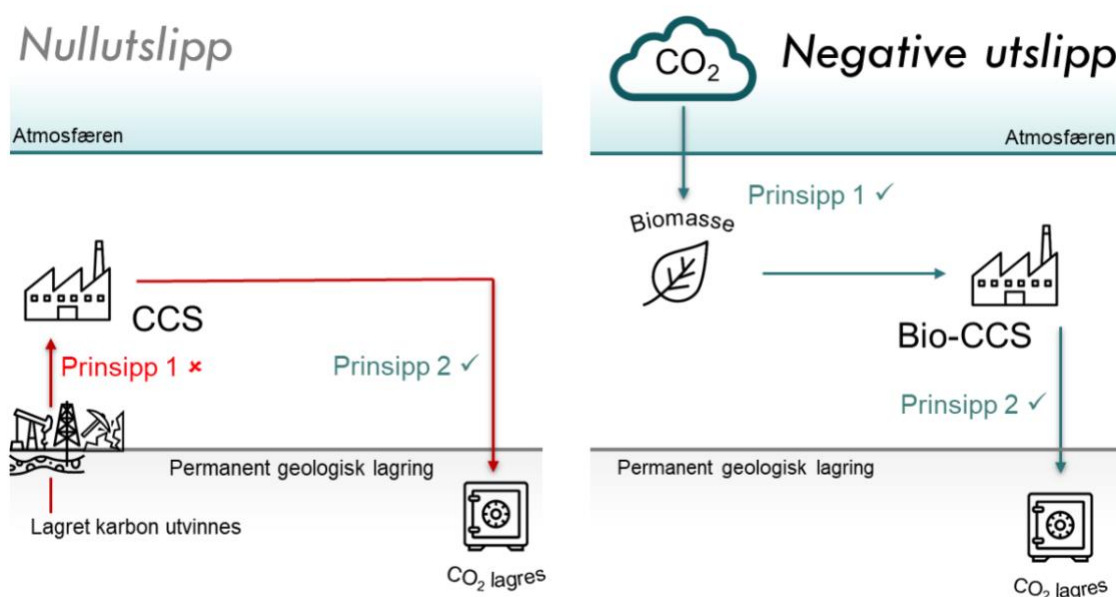
I rapporten “Transforming Industry through CCUS” fra IEA, blir karbonfangst og –lagring (CCS) fremhevet som en av metodene for å kutte utslipp av klimagasser. IEA anslår at omtrent 60 prosent av eksisterende industrielle anlegg, samt nye kraftverk, vil trenge å ta i bruk karbonfangst innen 2050 for å møte klimamål (Prosess21, 2020, s. 11). Dermed kan det reises spørsmålet om hvorfor metallurgisk industri skal ta i bruk biokarbon, som er klimanøytralt, samtidig som de må utforske mulighetene for karbonfangst. Det er delte meninger om dette. Noen ser på biokarbon som en midlertidig løsning inntil fullstendig CO<sub>2</sub>-frie teknologier blir tilgjengelig (Prosess21, 2020, s. 42) Andre stiller spørsmål om hvorvidt kostnadene knyttet til bruk av biokarbon potensielt kan overgå de som er forbundet med å fortsette å bruke kull i kombinasjon med CCS-teknologi (Peters, 2017). Samtidig hevder noen at biokarbon fremstår som vesentlig billigere og teknologisk enklere enn storskala CCS (Norges Skogeierforbund, 2018, s. 25). Den løsningen som for øyeblikket anses som mest gjennomfør- og skalerbar for å minske utslipp fra industriprosesser er å erstatte fossilt karbon med biokarbon (Skreiberg Ø. , 2022, s. 18).

På sikt argumenterer SINTEF imidlertid for at en kombinasjon av biokarbon og CSS kan være den beste løsningen for å begrense global oppvarming til under 2 grader celsius (Sintef, 2023). Dette skyldes at selv om all CO<sub>2</sub>-utslipp ble stoppet i dag, ville jordkloden fremdeles stått overfor klimautfordringer, noe som viser at strategier for nullutslipp alene ikke strekker til for å møte klimamålene (Benjaminsen, 2016). Det vil derfor være nødvendig med ulike teknologibaserte metoder, både for å ta opp CO<sub>2</sub> fra atmosfæren og for å redusere utslipp. Følgelig er det ikke nok

å kun satse på biokarbon eller CCS, noe som gjør at biokarbon fortsatt forventes å spille en avgjørende rolle for å kunne redusere utslipp.

### 5.4.3 Kombinasjon av biokarbon og CCS (BioCCS)

En kombinasjon av biokarbon og CCS kalles for BioCCS, og blir sett på som den mest ideelle karbonnegative teknologien for industrien. Teknologien blir sett på som en “negativ utslippsteknologi”, ettersom den omfatter fangst og lagring av CO<sub>2</sub> fra biobaserte bærekraftige råvarer, og direktefangst av CO<sub>2</sub> fra luft med permanent lagring (Miljødirektoratet, 2023).



Figur 11 - CCS alene gir ikke negative utslipp, men CCS kombinert med bærekraftig biomasse kan gjøre det. Kilde: (Melvær & Kleppe, 2022)

Teknologien har tidligere blitt oppfattet som marginal, kostbar og av begrenset rekkevidde. Den har imidlertid, med økende bevissthet rundt negative utslipp, fanget oppmerksomhet hos deler av norsk industri, og aktører som Bellona og SINTEF som jobber for et gjennombrudd (Gemini, 2016). Den største barrieren for oppskalering er tilknyttet en begrenset tilgang på bærekraftig biomasse (Mørk, 2022, s. 25). Derfor må industrien prioritere biomasse til produkter med høy verdiskaping som støtter opp under eksisterende industri (NHO, 2021, s. 12). I kombinasjon med CCS vil biokarbon kunne produsere karbonnegative produkter, noe som tydeliggjør hvorfor biomasse bør gå til biokarbonproduksjon. Derfor vil dette være en metode med svært gunstige



---

verdiskapingspotensial både økonomisk og samfunnsøkonomisk. I tillegg vil industrielle anlegg allerede ha behov for CCS, så ved å inkludere bruken av biokarbon, kan kostnadene for å oppnå negative utslipp reduseres (Nordic Energy Research, 2018, s. 7). De ovennevnte faktorene vil derfor kunne legge til rette for en overgang til biokarbon.

### *Teknologiske muligheter og infrastruktur*

Norge besitter viktige teknologiske og infrastrukturelle konkurransefortrinn som kan tilrettelegge for en overgang til BioCCS. For det første er det gunstig for både metallurgisk industri og biokarbonprodusenter at Norge har et Norsk Biokullnettverk hvor informasjon om pyrolyseteknologi og biokarbon deles (Norsk Biokullnettverk, 2023). Nettverket samler aktører fra hele verdikjeden til biokarbon, hvor det årlig avholdes fagturneer der medlemmene blant annet besøker andre pyrolysenettverk. Dette gir en unik mulighet til kunnskaps- og informasjonsdeling mellom de ulike aktørene.

Videre utgjør karbonfangst og -lagring en stor del av den norske klimaløsningen. Northern Lights-prosjektet til Equinor, Shell og TotalEnergier inngår i satsingen regjeringen kaller Langskip (Equinor, 2023). Med en kombinasjon av kompetanse, politisk handlekraft og gunstige geologiske forhold, står Norge derfor i en sterk posisjon globalt. Northern Lights-lageret vil fra 2024 kunne lagre 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> årlig (TU, 2021).

Det forventes også at posisjoneringen av norske smelteverk nært kaianlegg vil medføre at det blir enklere å koble seg på fremtidig infrastruktur for karbonfangst (Prosess21, 2020, s. 14). Derfor har Eramet og Northern Light inngått en avtale med det primære målet om å samarbeide om en teknisk løsning for transport og lagring av CO<sub>2</sub>. Hensikten med avtalen er å optimalisere logistikken rundt denne prosessen, samt å identifisere både lokale og regionale fordeler og synergier som kan oppstå som følge av denne CCS-utviklingen. Dette initiativet har potensial til å være fordelaktig ikke bare for Eramet, men også for andre aktører i industrien (Haugaland Vekst, 2022). I starten av 2023 åpnet også Elkem opp verdens første karbonfangstpilot for ferrosilisiumssmelteovner (Norsk Industri, 2023). I henhold til klimadirektør i Elkem vil en oppskalering koste mellom en og to milliarder kroner, og vil følgelig avhenge av et samarbeid med myndighetene (Skjelvik & Nygård, 2022).

---

Disse forholdene åpner opp for en unik mulighet for Norge til å investere i BioCCS. Dersom den norske metallurgiske industrien lykkes med en overgang til både biokarbon og karbonfangst, kan metallproduksjon bli karbonnegativ. Dette er i tråd med industrien sitt mål om å oppnå karbonnegativitet innen 2050 (Elkem, 2023). FNs klimapanel trekker også frem BioCCS som essensiell for å nå klimamålene (Sintef, 2023). Derfor kan kombinasjonen av geologiske fortrinn, kompetanse og teknologiske fremskritt sette landet i en gunstig posisjon sammenlignet med andre nasjoner.

#### **5.4.4 Oppsummering av teknologiske forhold**

##### *Modenhet*

I Norge satses det på en avansert og ny pyrolyseteknologi for å produsere miljøvennlig biokarbon. Dette er en moden teknologi og produktet kan enkelt integreres i eksisterende industrielle prosesser uten behov for omfattende endringer. Økt finansiering er imidlertid nødvendig for å skalere opp produksjonen og Enova viser interesse for å øke støtten av videre teknologisk utvikling. Selv om andre karbonfjerningsteknologier sin modenhet potensielt kan påvirke etterspørselen etter biokarbon, anbefales BioCCS som avgjørende for å nå klimamål. Dette representerer en karbonnegativ tilnærming til karbonreduksjon i industrien, hvor biokarbon vil være viktig.

##### *Infrastruktur og muligheter .*

Norge er godt rustet for en overgang til BioCCS, støttet av et aktivt Norsk Biokullnettverk og banebrytende karbonfangstprosjekter som Northern Lights. Smelteverkenes kaianlegg tilbyr direkte tilkobling til karbonfangstanlegg, noe som gir Norge en unik mulighet til å investere i BioCCS. Denne tilnærmingen kan potensielt gjøre metallproduksjonen karbonnegativ, en metode som FN betrakter som viktig for å nå globale klimamål. Med tilgang til gode geologiske ressurser, kompetanse og teknologisk fremgang er Norge godt posisjonert for denne overgangen.

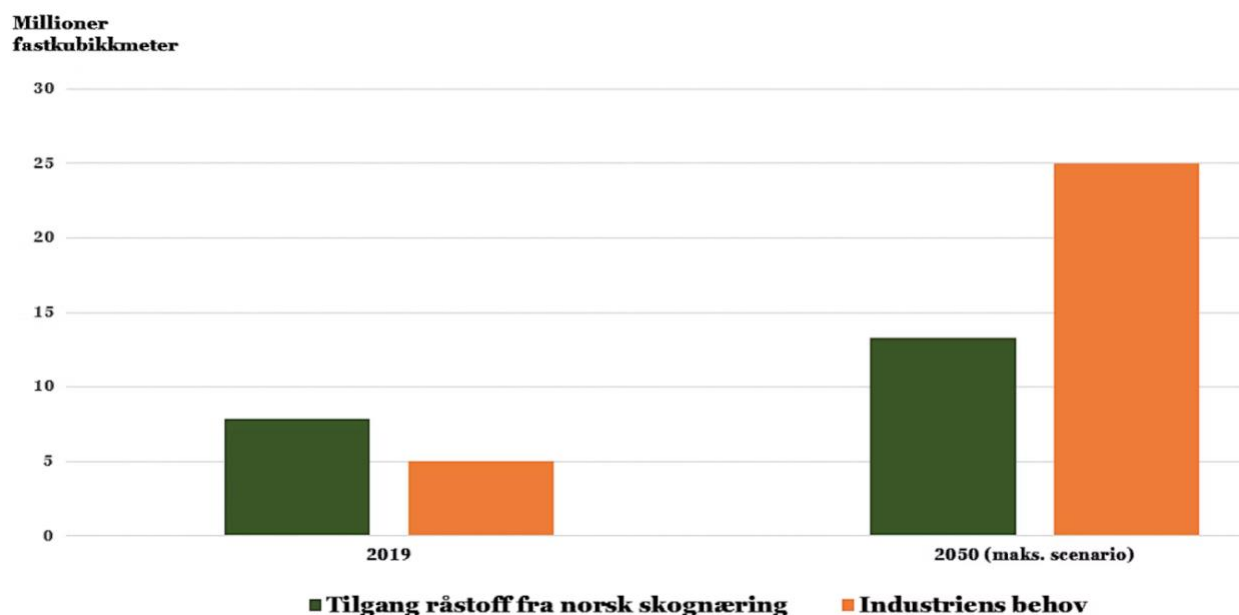
#### **5.5 Miljømessige forhold**

Dette kapittelet inkluderer de miljøfaktorene som påvirker en overgang til biokarbon. Først vil miljøulempene tilknyttet biokarbon presenteres. Deretter vil potensialet for en utvidelse av dagens skogsdrift belyses. Avslutningsvis vil miljøfordelene ved bruk av biokarbon undersøkes.

### Miljøulempen

Til tross for at biokarbon blir ansett som klimanøytralt, kan det være ulike miljømessige ulemper knyttet til produksjon. I henhold til Melvær & Kleppe (2022), vil en fullstendig overgang til biokarbon kreve biomasse fra omtrent halvparten av den totale årlige avvirkningen i Norge, tilsvarende seks til syv millioner fm<sup>3</sup> biomasse. Basert på dagens skogdrift, og balansen mellom årlig tilvekst og avvirkning, fremstår det derfor som svært utfordrende med en fullstendig omlegging til biokarbon (Melvær & Kleppe, 2022, s. 11)

Tilgangen på biomasse fra norsk skog er begrenset i forhold til de ambisiøse planene som involverer bruk av biomasse. Dersom produsenter av biokarbon sikrer tilstrekkelig tilgang til råstoff fra norske skoger, vil dette potensielt føre til at andre industriaktører må begrense sin produksjon eller søke etter råstoff i utlandet. Alternativt, hvis biokarbonprodusentene ikke klarer å dekke sitt råstoffbehov nasjonalt, må de selv se utenlands for å sikre nødvendige ressurser (Riise & Senstad, 2023). Figur 12 illustrer gapet mellom tilgjengelighet og det økte behovet for masse- og restvirke i norsk industri, og viser til Prosess 21 sin prediksjon av et maksimumsscenario i 2050:



Figur 12 - Finnes det nok avfall og rester fra norsk skog?. Kilde: (Riise & Senstad, 2020)

Den store differansen mellom tilgang og behov for råstoff kan medføre en økt etterspørsel etter miljøsertifisert og bærekraftig skogsråstoff utenfor Norge. En konsekvens av dette vil være at plantasjeiere må bruke en større andel av sine godkjente plantasjer for å møte denne etterspørselen. Dette kan resultere i økt avskoging og etablering av nye ikke-sertifiserte plantasjer, for å møte behovene til kunder som prioriterer pris over miljøsertifisering. Enhver økning i etterspørselen etter råstoff vil sette press på skogområdene, selv om noen kunder foretrekker sertifisert råstoff. Eksempelvis er det dokumentert at produksjon av biodrivstoff i Norge tidligere har medført betydelig tap av matjord og skogsområder i Sør-Amerika og Asia (Riise & Senstad, 2023). I en kontekst der globale utslipp må reduseres til null, er det ikke tilstrekkelig med tiltak som bare flytter utslipp fra ett ledd i verdikjeden til et annet (Melvær & Kleppe, 2022, s. 8). Derfor vil bruk av biokarbon ha begrenset klimaeffekt hvis det fører til økt avskoging. De ovennevnte faktorene vil potensielt kunne biokarbon mindre attraktivt.

#### *Utvidelse av dagens skogdrift og bruk av returtre*

Selv om det fremstår som utfordrende med en fullstendig overgang til biokarbon med dagens skogdrift, har Prosess21 sett nærmere på potensialet av en betydelig utvidelse av dagens avvirking. Det er estimert et potensial for økt avvirking mellom 2 til 3 millioner fm<sup>3</sup>, hovedsakelig bestående av furu- og løvtresorter. Disse tresortene er spesielt velegnet for produksjon av biokarbon på grunn av deres høye karbontetthet (Melvær & Kleppe, 2022, s. 12). I tillegg er det beregnet at det er mulig å øke innsamlingen av grener og topper, også kjent som GROT. Innsamlingen av GROT utgjør et potensial for å høste 6 millioner fm<sup>3</sup>, men på grunn av råstoffets funksjon som gjødsling av tilvekst er det praktiske volumet justert ned til om lag 3 millioner fm<sup>3</sup> (Prosess21, 2020, s. 8).

For øyeblikket er utfordringene knyttet til GROT at det ikke finnes effektive verdikjeder for innsamling, noe som gjør utnyttelsen relativt kostbar. I 2009 ble det imidlertid innført tilskudd til virksomheter som samlet inn GROT til energiformål, noe som økte uttaket betraktelig. Da tilskuddsordningen ble avviklet i 2013 tok uttaket slutt, og store mengder GROT blir i dag derfor liggende (Norges Skogeierforbund, 2018, s. 18). På tross av disse utfordringene, representerer det ovennevnte en betydelig mulighet for innhenting av GROT. Det argumenteres derfor for et behov for stabile rammevilkår som kan sikre lønnsom uttak ved for eksempel å etablere spleiselag for innhenting (Riise & Senstad, 2023).

Som følge av utfordringene relatert til verdikjedene for uthenting av GROT er returtre fra byggenæringen identifisert som en verdifull kilde til råstoff for produksjon av biokarbon (Melvær & Kleppe, 2022, s. 11). På grunn av sin sammensetning og forekomst av urenheter, er bruksområdene for returtrevirke begrenset. Likevel, er det vurdert som egnet for produksjon av biokarbon, hovedsakelig fordi pyrolyseprosessen, som er en robust teknikk, kan anvende alle typer organisk materiale (Norsk Biokullnettverk, 2023). Metallurgisk industri har imidlertid strenge krav til kvalitet på reduksjonsmiddelet, men det er først og fremst karbonatomet som er av interesse og ikke nødvendigvis biomassens opphav. Industriaktørene er derfor positive og interessert i å ta i bruk side-, rest- og avfalls biomasse som i liten grad utnyttes i dag (Norsk Biokullnettverk, 2022, s. 7). I tillegg regnes dette råstoffet som et av de mest kostnadseffektive alternativene tilgjengelig på markedet. Da det også forventes lavere konkurranse om dette råstoffet på grunn av dets få andre anvendelsesområder, anses dette markedet som en betydelig mulighet for biokarbonproduksjon (Norsk Biokullnettverk, 2019). Forventningen om mindre konkurranse i markedet for returtrevirke, kombinert med industriens positive innstilling ved å benytte dette råstoffet, vil være til fordel for biokarbon.

### *Miljøfordeler*

Klimakrisen fremhever behovet for å redusere utslipp i industrien, og biokarbon betraktes som det eneste modne alternativet for betydelige utslippsreduksjoner i metallurgisk industri (Melvær & Kleppe, 2022, s. 10). I tillegg til å være miljøvennlig i produksjon, har biokarbon potensiale til å optimalisere ressursbruk ved å benytte materialer som returtrevirke. Dette bidrar til økt utnyttelse, gjenvinning og verdiskaping basert på biomasse fra ulike side-, rest- og avfallsstrømmer (Regjeringen, 2022). På denne måten kan bruk av biokarbon i industrien øke ressursutnyttelsen og materialgjenvinning. Videre kan biokarbon bistå byggenæringen i å nå EUs sirkularitetsmål for trebasert avfall ved å forlenge materialets livssyklus sammenlignet med dagens praksis, der returtrevirke primært brukes i ren energiproduksjon (Adolfson, 2023, s. 6)

## **5.5.1 Sammendrag av miljømessige forhold**

### *Miljømessige gevinster ved biokarbon*

Biokarbon anses som det eneste modne alternativet for å oppnå betydelige utslippsreduksjoner i metallurgisk industri. Videre tilbyr biokarbon muligheter for optimalisering av ressursbruk ved å

---

anvende materialer som returtrevirke, noe som bidrar til økt utnyttelse og verdiskaping. Dermed kan biokarbon hjelpe byggenæringen med å nå EUs sirkularitetsmål for trebasert avfall.

### *Risiko for miljøbelastning globalt*

Det er identifisert ulike potensielle miljøulemper knyttet til produksjon av biokarbon. En fullstendig overgang til biokarbon i Norge vil kreve en betydelig del av landets årlige avvirking, noe som vil være utfordrende gitt dagens skogdrift. Begrenset tilgjengelighet av biomasse fra norske skoger kan føre til at biokarbonprodusenter enten må sikre seg nasjonale ressurser, noe som kan tvinge andre industriaktører til å importere råstoff, eller selv måtte søke råstoff internasjonalt. En vekst i den globale etterspørselen kan resultere i økt avskoging, noe som potensielt kan lede til tap av matjord og opprettelse av plantasjer uten miljøsertifisering. Dersom biokarbon bidrar til avskoging kan det utgjøre en betydelig barriere for hvor attraktivt det vil være.

### *GROT og returtre*

Det er identifisert et potensial for å øke skogavvirkingen og innhente GROT innenfor bærekraftige rammer. Innhenting av GROT har imidlertid noen utfordringer, som inkluderer ineffektive verdikjeder og høye kostnader, hvor det vil være nødvendig å etablere rammevilkår for å gjøre innsamling mer lønnsom. Dette har gjort at returtre er identifisert som en verdifull råstoffkilde for biokarbonproduksjon, fordi det anses å være kostnadseffektivt på grunn av begrensede alternative bruksområder, samtidig som det oppfyller kvalitetskravene satt av metallurgisk industri.

## **5.6 Juridiske forhold**

Den siste delen av analysen vil vurdere de regulatoriske og lovmessige rammene som påvirker overgangen til biokarbon i Norge. Dersom det foreligger svake juridiske rammer knyttet til implementering av biokarbon, kan dette skape usikkerhet rundt myndighetenes engasjement og redusere insentivet for investeringer. Først vil de internasjonale reguleringene utviklet av EU undersøkes. Deretter vil analysen fokusere på de nasjonale reguleringene i Norge.

### 5.6.1 Internasjonale reguleringer

#### *EUs Fornybardirektivet (RED III)*

RED III presenterer, gjennom Green Deal og Klar for 55, et kaskadepriussipp for prioritert bruk av trebasert biomasse (Regjeringen, 2023). Prinsippet tilsier at biomasse skal anvendes etter høyest verdiskaping, målt både i økonomisk verdi og klimanytte (Nobio, 2023). Hensikten er å optimalisere utnyttelse og gjenbruk av råstoff, samt å lagre karbonet i materialet så lenge som mulig. Slik er bevisstheten om at biomasse er en knapp ressurs fremhevet og integrert i EUs politikk for fornybar energi og bærekraftig utvikling (Melvær & Kleppe, 2022, s. 3). Målet med å forbedre utnyttelsen og gjenbruket av råstoff legger til grunn for utviklingen av en ny, lønnsom og bærekraftig industri i Norge. Ved at avfall fra én produksjonsprosess brukes som råstoff og grunnlagsmateriale i en annen, skapes det lønnsomme verdikjeder (NHO, 2022, s. 3)

I tråd med prinsippet, blir trebasert byggematerialet gitt høy prioritet på grunn av dens effektive evne til langvarig karbonlagring, mens biodrivstoff rangeres lavere. Årsaken til dette er at forbrenningsprosessen medfører direkte utslipp av klimagasser. Biokarbon er ennå ikke spesifikt definert i EU-lovgivningen, og det er usikkert hvordan produktet vil bli vurdert. Det antydes likevel at det vil bli prioritert over eksempelvis biodrivstoff, ettersom biokarbon har en unik kjemisk funksjon i en industri som er essensiell for det grønne skiftet. I tillegg vil biokarbon tilby betydelig verdi ved å utnytte ressurser som ellers har begrensede anvendelsesmuligheter, slik som returtrevirke (Melvær & Kleppe, 2022, s. 3).

Det er imidlertid markedet som til enhver tid styrer hva som er den mest lønnsomme anvendelsen av biomasseressursen, noe som vil endre seg over tid og i tråd med teknologiutvikling. Dersom mindre verdiskapende teknologiløsninger har kommet lengre i utviklingen bør de likevel prioriteres, ettersom de kan gi raskere klimagevinster (NHO, 2022, s. 11). Prinsippet beskriver dermed hvordan det bør tilstrebes å fremme teknologi som sikrer størst mulig ressursutnyttelse, samt en bærekraftig utvikling. Det kan dermed argumenteres for at biokarbon bør få økt prioritet, gitt at løsningen er moden for kommersialisering, og at oppskalering kan gi betydelig og umiddelbar verdiskaping.

### *EUs Taksonomi*

I 2018 introduserte EU-kommisjonen en handlingsplan (taksonomi) for å fremme bærekraftig finans, med et overordnet mål om å skifte økonomien over i en bærekraftig retning. Målet er å tilrettelegge for langsiktige og bærekraftige investeringer, samtidig som det stilles krav til økt transparens (Norsk Biokullnettverk, 2022). Taksonomien skal på den måten gjøre det enklere for investorer og selskaper å identifisere hvilke aktiviteter som anses å være i tråd med EUs Green Deal (Lieng, 2023). Den kan også bli et viktig referansepunkt for endringer i konkurranse- og statsstøtteregulering. Godkjenning av teknologier og aktiviteter som bærekraftig aktivitet i taksonomien antas å ha stor betydning for fremtidig kapitalinnhenting og finansiering (Norsk Biokullnettverk, 2022, s. 6). Dette vil følgelig kunne ha betydning for både metallurgisk industri og biokarbonprodusenter dersom deres aktiviteter og teknologier ikke godkjennes i lys av taksonomien.

Bærekraftskriteriene for en aktivitet er definert ut fra seks definerte miljømål. For å kvalifiseres som bærekraftig, må en virksomhet levere et betydelig bidrag til ett av de seks målene uten å påføre de andre vesentlig skade. Miljømålene som er fastsatt er:

1. Begrensning av klimaendringer
2. Klimatilpasning
3. Bærekraftig bruk og beskyttelse av vann- og havressurser
4. Omstilling til en sirkulær økonomi
5. Forebygging og bekjempelse av forurensning
6. Beskyttelse og gjenopprettelse av biologisk mangfold og økosystemer

Selv om pyrolyseteknologi og biokarbon oppfyller flere av kravene, er de likevel ikke anerkjent innenfor miljømålene for klimaendringer og tilpasning. De er heller ikke anbefalt som et screeningkriterium for de øvrige miljømålene (Norsk Biokullnettverk, 2022, s. 7).

Til tross for at pyrolyseteknologi og biokarbon ikke er en del av taksonomien, reflekterer ikke det en mangel på bærekraftighet eller at det ikke kan inkluderes i fremtiden. Taksonomien er under stadig utvikling, med lovverk som revideres og oppdateres i takt med både forskning og teknologisk utvikling. Dette rammeverket åpner derfor for muligheten til å integrere metoder som pyrolyseteknologi og produksjon av biokarbon. Spesielt interessant er VGM sine planer om å



---

etablere industrielle anlegg for biokarbonproduksjon basert på returtre og biomasseavfall. Denne muligheten er spesielt lovende, da bruk av ressurser fra rest-, side- og avfallsstrømmer er godkjent som materialgjenvinning og blir sett på som avgjørende for å få pyrolyseteknologi og biokarbonproduksjon innlemmet i EUs taksonomi (Norsk Biokullnettverk, 2022, s. 7). Hensikten med EUs taksonomi er å gjøre det enklere for bærekraftige selskaper å hente kapital. Hvis pyrolyseteknologi og biokarbonproduksjon blir inkludert i taksonomien, kan dette potensielt øke investeringsinteressen. Dette vil ikke kun være gunstig for biokarbonprodusenter, men også for deres kunder i metallurgisk industri ettersom deres investering blir definert til som bærekraftig.

### **5.6.2 Nasjonal lovgivning**

#### *Forurensningsloven*

Utslipp fra norsk metallurgisk industri og biokarbonprodusenter reguleres av forurensningsloven. Denne loven skal sikre at miljøkvaliteten er tilfredsstillende, slik at verken forurensning eller avfall skal utgjøre en helserisiko for mennesker, gå på bekostning av deres velferd, eller skade naturens produktivitet og evne til selvforbedring (Regjeringen, 2023). Selv om loven ikke spesifikt omhandler biokarbonproduksjon, åpner regelverket opp for at det kan settes teknologiske krav som fremmer utfasing av fossilt kull til fordel for biokarbon.

#### *Utslipps- og byggetillatelser*

For å kunne etablere produksjonsanlegg vil det være avgjørende å få utslipp- og byggetillatelser. Industriaktører melder at behandlingstiden for industritillatelser er en av de største flaskehalsene ved nyetablering og utvidelser. For at en overgang til biokarbonproduksjon skal kunne være mulig vil det derfor fordelaktig at det gis et løft i bevilgningene til embetsverket for å styrke kapasiteten slik at saksbehandlingstiden går ned. Dette gjelder både statsforvalterne, kommuner og Miljødirektoratet (Melvær & Kleppe, 2022, s. 23). I 2023 mottok VGM byggetillatelse for sitt industrielle pilotanlegg, og Miljødirektoratets vurdering konkluderte med at produksjonen ville ha lavt utslippsnivå og svært liten forurensningsrisiko (Adolfsen, 2023, s. 18). Det kan derfor antas at godkjenningprosessen for oppskalering eller nye produksjonsanlegg fra andre aktører kan bli mer effektivt. Det vil uansett være nødvendig å styrke embetsverkets ressurser til behandling av grønne nyetableringer.

### *Andre nødvendige rammevilkår*

For å stimulere biokarbonmarkedet er det avgjørende å etablere passende juridiske rammeverk. NHO understreker viktigheten av regulatoriske forhold som fremmer raskere og utvidet markedsadgang for biobaserte produkter, for å stimulere tilbudssiden (NHO, 2022, s. 16). Endringer i rammebetingelser kan bidra til økt kommersialisering og raskere implementering av biobaserte produkter som allerede eksisterer, men som av ulike grunner ikke har blitt fullt utnyttet (NHO, 2022, s. 16).

Ifølge Bellona (2022) kan biokarbon spille en vesentlig rolle i å oppnå Norges klimamål for 2030 og 2050. Dette forutsetter imidlertid rask etablering av nødvendige rammevilkår. Først og fremst inkluderer dette langsiktige rammevilkår for bærekraftig tilgang til skogsråstoff og forretningsutvikling knyttet til GROT. Det er også viktig å fastsette nasjonale mål og klare kriterier for negative utslipp, som kan støtte eksisterende utslippsmål og insentiver. Offentlige anskaffelser og offentlige aktører bør også stille krav som fremmer økt sirkularitet for trebasert avfall, og i denne sammenheng taler mye for at biokarbon må prioriteres høyere enn bioenergi (Melvær & Kleppe, 2022, s. 17). For suksess med nye klimavennlige løsninger som biokarbon er det avgjørende med stabile og gunstige rammevilkår over lengre tid, spesielt med tanke på industrien, som har lang tilbakebetalingstid for sine investeringer (Melvær & Kleppe, 2022, s. 17).

### **5.6.3 Oppsummering av juridiske forhold**

I Norge vil implementering av biokarbon påvirkes av juridiske rammebetingelser både nasjonalt og internasjonalt. Det er imidlertid en mangel på spesifikke lovregler som fremmer en overgang til biokarbon. Internasjonalt legger EUs Fornybardirektiv (RED III) vekt på et kaskadebruk av trebasert biomasse, noe som åpner for at biokarbon kan få en høy prioritet på grunn av dens evne til optimal ressursbruk. EUs taksonomi inkluderer foreløpig ikke biokarbon, men en fremtidig inklusjon kan øke investeringsinteressen. På nasjonalt nivå reguleres utslipp fra biokarbonproduksjon av forurensningsloven, og utslipps- og byggetillatelse spiller en viktig rolle i etablering av flere produksjonsanlegg. Effektivisering av tillatelsesprosessen og styrking av embetsverkets kapasitet, er derfor essensielt. Det finnes imidlertid ingen eksisterende lovverk direkte utformet for biokarbon, noe som kan føre til kompleksitet og usikkerhet. Etablering av spesifikke lover som fremmer biokarbon kan dermed redusere disse utfordringene. Både NHO og

Bellona argumenterer for viktigheten av regulatoriske rammer som fremmer raskere markedsadgang for biobaserte produkter, noe som vil være kritisk for å realisere biokarbonets potensial.

## 6 Analyse av bransjen

Denne delen av den strategiske analysen vil ta for seg en bransjeanalyse hvor konkurranseomgivelsene i det første forskningsspørsmålet vil undersøkes nærmere. For å gjennomføre analysen vil *Lønnsomhetstreet* benyttes. Dette verktøyet vil hjelpe med å grundig vurdere potensialet for verdiskaping- og verdikapringspotensialet i markedet. Slik dannes en forståelse av de underliggende mekanismene som påvirker lønnsomheten i biokarbonmarkedet.

### 6.1 Lønnsomhetstreet

#### 6.1.1 Verdiskaping

I dette delkapittelet skal det utføres en analyse av verdiskapingspotensialet i biokarbonmarkedet ved hjelp av lønnsomhetstreet, presentert i delkapittel 3.2 *Lønnsomhetstreet*. Formålet med denne delen er å forstå hvordan verdiskapingen i markedet vil endre seg fremover. Resultatene vil bli presentert ved å begynne med de ytterste grenene og gradvis jobbe seg inn mot stammen, for å tydeliggjøre hvordan de individuelle komponentene påvirker verdiskapingen.



Figur 13 – Fremgangsmåte for analyse av verdiskapingspotensialet. Kilde: (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016).

### 6.1.2 Verdi per produktenhet

Verdiskaping per produktenhet utgjør forskjellen mellom kundenes og leverandørens reservasjonspris. I denne kontekst anses et tonn som den mest relevante målestandard for en produktenhet, siden det er dette volumet smelteverkene anvender i sine innkjøp av både fossilt kull og biokarbon. Følgelig vil begrepet *produktenhet* i dette tilfellet være synonymt med et tonn.

#### *Kundenes reservasjonspris*

Kundenes reservasjonspris, også kalt betalingsvilje, er den maksimale prisen kunden er villig til å betale for én produktenhet av biokarbon. Det første som kan endre kundenes reservasjonspris er kundenes egen oppfatning av forholdet mellom pris og kvalitet på substituttene og det aktørene i markedet selv leverer (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 89). Følgelig vil smelteverkens oppfatning av pris og kvalitet på biokarbon sammenlignet med fossilt kull ha en direkte effekt på deres betalingsvilje. Forskjellen i pris mellom de to substituttene, som er belyst under delkapittel 5.2.2 *Driftskostnader*, representerer en av de største barrierene for en overgang til biokarbon og vil påvirke kundenes betalingsvilje.

Det er vanskelig å fastslå betalingsviljen for biokarbon, gitt at det ikke eksisterer en fastsatt markedspris per i dag, og at prisen sannsynligvis vil variere i takt med kundekrav og produktpreferanser. Det finnes likevel flere faktorer som indikerer at kostnadene forbundet med bruk av fossilt kull vil øke de kommende årene. Dette inkluderer blant annet økte karbonavgifter, strengere reguleringer og flere miljøbevisste forbrukere, som diskutert i PESTEL-analysen. Samtidig er det forventninger om at forskning og optimalisering i verdikjeden for biokarbon vil redusere produksjonskostnadene. På kvalitetssiden, indikerer studier at biokarbon har bedre produktegenskaper sammenlignet med fossilt kull, noe som gjør det til en mer effektiv innsatsfaktor i produksjonsprosesser samtidig som det bidrar til å redusere karbonavtrykket (Lorentzen, 2020). Dette gjør at biokarbon er attraktivt for smelteverk, både for prosess- og produktforbedringer. Den negative utviklingen til fossilt kull, sammenlignet med biokarbonets positive, vil trolig styrke betalingsviljen og øke verdiskapingen i markedet for biokarbon i tiden fremover.

---

Et annet betydelig forhold som påvirker kundenes reservasjonspris, og dermed konkurranseevnen overfor substituttet, er pris og kvalitet på komplement (Nale & Brandenburger, 1996 ; Lien et al., 2016, s.90). I denne sammenhengen fungerer et komplement som et produkt som øker verdien og derav betalingsviljen for biokarbon. For å nå klimamålene for 2050 vil biokarbon være tilfredsstillende, men etter 2050 vil det være behov for netto negative utslipp, hvor man fjerner mer CO<sub>2</sub> enn det som slippes ut. Derfor vil en kombinasjon av biokarbon og CCS, kalt BioCCS, være den foretrukne metoden ettersom dette vil kunne gi netto negative utslipp. Dermed vil CCS fungere som et vitalt komplement som øker den totale verdiskapingen til biokarbon. Det forventes derfor at fremtidige investeringer i CCS-teknologi vil føre til en økning i etterspørselen etter biokarbon, og som en konsekvens, øke kundenes betalingsvillighet.

Kundens reservasjonspris kan også økes eller avta på grunnlag av at kundens økonomiske situasjon endres (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 90). På lik linje med andre resultatorienterte aktører er også smelteverkene avhengig av å tjene penger for å kunne foreta nyinvesteringer. For øyeblikket påvirkes kundene av svakere markeder hvor høye energipriser i Europa, høy inflasjon, geopolitisk usikkerhet og innstramminger i CO<sub>2</sub>-kompensasjon har ført til svake resultater som diskutert i delkapittel 5.2.3 *Økonomisk usikkerhet*. Dette har medført varslinger om kostnadskutt og justeringer i investeringsplaner. En konsekvens av at velstanden til kunder avtar er reduksjon i betalingsvillighet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 90). Dette kan følgelig dempe betalingsvilligheten for biokarbon som en konsekvens av dårlige resultater og høyere kostnader. Informant i Norsk Gjenvinning trekker også fram dette:

*Forhandlingene preges av kutt i CO<sub>2</sub>-kompensasjonen og utfordrende markedsforhold hos våre potensielle kunder. Kundene fremhever dette og påpeker at biokarbonet må være billig ettersom det ikke er mye margin å hente*

De lave prisene på metallurgiske produkter kan i stor grad tilskrives en redusert etterspørsel i et oversupplert marked preget av makroøkonomisk usikkerhet (Elkem, 2023, s. 12). Det ventes imidlertid at prisene og etterspørselen skal gå opp igjen mot historiske nivåer, hvor kundene tidligere har oppnådd rekordhøye resultater (TU, 2023). Den forventede økningen i etterspørselen skyldes primært økende etterspørsel etter bærekraftige produkter, og at silisium blir betraktet som

---

et grønt kjemikal med anvendelsesområder på tvers av sektorer (Yahoo! finance, 2023). Det er dessuten et materiale som er inkludert i EUs liste for kritiske råvarer som er avgjørende i energitransformasjonen i både Klar for 55 og Green Deal (Vow Green Metals, 2023, s. 6). Det kan dermed hevdes at kundenes reservasjonspris vil stige i tråd med økende etterspørsel etter metaller, da dette vil bedre den økonomiske situasjonen til kundene.

Den økende etterspørselen etter mer miljøvennlige metaller blant kundene til metallurgisk industriaktører kan føre til en høyere etterspørsel etter biokarbon. Årsaken er at bruk av biokarbon bidrar til å redusere miljøavtrykket til kundenes produkter. Flere av aktørene i metallurgisk industri er verdensledende, både når det gjelder konkurransekraft og klimafotavtrykk. For å opprettholde og forsterke dette konkurransefortrinnet er det imidlertid nødvendig for den norske metallurgiske industrien å redusere sine utslipp ytterligere. Industrien står derfor overfor et press for å finne effektive løsninger for å kutte produksjonsrelaterte utslipp. Gitt at biokarbon fremstår som en av de mest lovende løsningene for å oppnå dette målet, er det rimelig å forvente at kundenes reservasjonspris vil øke i tiden fremover.

Selv om flere indikatorer peker på at biokarbon vil gjøre metallurgiske produkter mer bærekraftig, ble det i delkapittel 5.5 *Miljømessige forhold* belyst hvilke potensielle miljømessige ulemper biokarbon kan medføre. Skogen kan ikke innenfor bærekraftige rammer underbygge en full omlegging til biokarbon i Norge. Alternativt, hvis biokarbonprodusenter velger å importere råstoff fra utlandet, kan dette føre til økt avskoging og signifikant tap av matjord internasjonalt. I et slikt scenario kan produksjon av biokarbon paradoksalt nok bidra til å gjøre metallurgiske produkter mindre bærekraftige. Dette kan føre til at kundene anser biokarbon som mindre attraktivt, noe som vil medføre en nedgang i kundenes reservasjonspris.

#### *Leverandørenes reservasjonspris*

Leverandørenes reservasjonspris er den laveste prisen leverandørene vil være villige til å godta for sitt produkt (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 91). En leverandør vil minimum ønske å dekke sine variable kostnader, men sikter naturligvis mot fortjeneste i likhet med andre aktører som maksimerer profitt. En økning i leverandørenes reservasjonspris vil redusere verdiskapingen i markedet, mens en reduksjon vil ha motsatt effekt. I tråd med anbefalingene til Lien, Knudsen &

---

Baardsen (2016), vil denne analysen konsentrere seg om biokarbonprodusentenes viktigste leverandører. Hovedfokuset vil ligge på leverandørene av råstoff, ettersom dette elementet representerer en betydelig del av de totale produksjonskostnadene. Videre vil analysen også vurdere kapitalleverandører, gitt deres essensielle rolle i finansieringen av biokarbonproduksjon.

Leverandører av råstoff, slik som returtrevirke, representerer et attraktivt segment for biokarbonprodusenter. Verdien av denne typen biomasse ligger i dens kostnadseffektivitet sammenlignet med annen trelast, ettersom direkte konkurranse med trelastindustrien ville være økonomisk utfordrende på grunn av prisdynamikken i markedet. Dette begrunnes nærmere av informant i Norsk Skogeierforbund:

*Biokarbonprodusenter opererer i et marked preget av sterk konkurranse med annen eksisterende treforedlingsindustri og bioenergiprodusenter. Den beste kvaliteten går til trelast og byggevarer med høyest betalingsvilje, mens returtrevirke, som ikke innehar samme kvalitetsnivå, kan benyttes til biokarbonproduksjon. Hvem som får dette råstoffet, vil igjen avhenge av konkurranse, betalingsvilje og etterspørsel*

Returtre fra byggenæringen er ofte ansett som utfordrende å utnytte effektivt fordi dersom det ikke håndteres korrekt, kan det føre til betydelig miljøbelastning ved å sløse med verdifulle ressurser (Ruud, 2021). Dette avfallet kan imidlertid representere et viktig råstoff i produksjon av biokarbon. For øyeblikket blir returtre primært brukt til energiproduksjon som bidrar til nasjonale klimagassutslipp, men ved å heller konvertere det til pyrolyseflis, som er en passende råvare for biokarbonproduksjon, forlenges materialets levetid. For å øke materialgjenvinningsgraden av returtre for sine kunder, bygg- og anleggsbransjen, har råstoffleverandøren Lindum valgt å jobbe parallelt med leveranser av returtre til VGM (Lindum, 2023). Dermed bidrar biokarbonproduksjon til at byggenæringen når sine sirkularitetsmål og minsker klimagassutslipp som normalt genereres ved bruk av trevirke for energiformål. Dette kan potensielt bidra til å redusere leverandørens reservasjonspris på kort sikt, frem til også konkurransen på dette råstoffet vil intensiveres i takt med at det etableres flere biokarbonprodusenter i markedet.

---

Skalafordeler og erfaringer oppnådd gjennom læringseffekter kan også bidra til å senke reservasjonsprisen for leverandører. Dersom biokarbonprodusenter skalerer opp driften og høster verdifull kunnskap fra pilotprosjekter, vil de oppnå mer effektive driftsmetoder og en forbedring i produktkvaliteten (Vow Green Metals, 2023, s. 11). Særlig kan standardiserte driftsprosesser og forbedret pyrolyseteknologi føre til at produsentene kan produsere større volumer biokarbon med færre innsatsfaktorer. Imidlertid vil en økning i den totale produksjonen av biokarbon føre til en tilsvarende mangel på biomasse. Dette vil i sin tur resultere i en økning i leverandørens reservasjonspris. Informant fra Standard Bio understreker dette:

*Erfaring fra den første produksjonslinjen vil bidra til å effektivisere pyrolyseteknologien og gjøre at vi trenger mindre råstoff for å produsere samme mengde biokarbon. Dette betyr likevel ikke at prisen på råstoff forventes å falle, da konkurransen på biomasse vil bli større for hvert år som går ettersom det forventes en stor økning i antall aktører innen bioenergi*

Gitt dagens skogdrift og rammevilkår er det allerede mangel på massevirke fra norske skoger. Dette fører til at leverandørens reservasjonspris allerede er høy, slik som diskutert under delkapittel 5.2.2 *Driftskostnader*. Biomasse har i dag mange anvendelsesområder, og produkter innen bioenergien vil trolig øke etterspørselen ytterligere de kommende årene. Forventinger om økende karbonpriser antas også å medføre en stigende etterspørsel etter biobasert materiale, med påfølgende ressursknapphet og økte priser (Prosess21, 2020, s. 17). Leverandørens reservasjonspris vil dermed øke i takt med den globale etterspørselen, noe som vil føre til høyere råstoffpriser i tiden fremover. Dette er faktorer som peker på økt reservasjonspris blant leverandørene av biomasse de kommende årene.

Kapitalleverandører anses som den andre hovedleverandøren, ettersom tilstrekkelig finansiering er avgjørende for oppstart, drift og oppskalering av produksjon. Det skilles mellom offentlige og private finansieringskilder, hvor begge er avgjørende for å kunne realisere et effektivt grønt skifte (Mazzacato, 2019, s. 12). I henhold til regjeringen sitt «Veikart: Grønt Industriløft» vil det være essensielt å støtte, fasilitetere og avlaste selskap som leder vei med innovative prosjekter for å oppnå klimamål. Hvis man avventer til risikoen er lav nok og informasjonsgrunnlaget er omfattende nok, vil omstillingsprosessen skje for langsomt. Samtidig må man finne en balanse



---

mellom privat finansiering og offentlige støtte, som bidrar til fremvekst av levedyktige prosjekter og forretningsorientert (Regjeringen, 2023).

De offentlige finansieringskildene fokuserer typisk på samfunnsøkonomiske aspekter som miljøpåvirkning av produksjon når de velger å investere i prosjekter. Det er flere faktorer som indikerer at leverandørene av offentlig kapital sin reservasjonspris vil kunne senkes i tiden fremover. Investeringen til Siva i VGM er et godt eksempel på dette, hvor det trekkes frem at biokarbon vil være et produkt som tilfredsstillende kravene markedet stiller, og at det er en solid og kompetent virksomhet med høy bærekraftsprofil. Videre blir prosessen med å forvandle returtrevirke til et høyverdig produkt fremhevet som et kritisk skritt mot en mer sirkulær og bærekraftig fremtid for smelteverksindustrien (Siva, 2023). Selv om tidligere statsforetak har investert betydelige mengder kapital i FoU og pilotprosjekter, viser investeringen til Siva en økt investeringslyst i selve industrialiseringen. Dette setter ikke bare kvalitetsstempel på prosjektet til VGM, men også på en helt ny grønn industri. Følgelig kan investeringen betraktes som et viktig steg mot verifisering av biokarbonproduksjon som helhet, noe som kan resultere i økt betalingsvilje blant andre leverandører av offentlig kapital.

Private investorer krever derimot vanligvis tilbakebetaling og avkastning, og deres reservasjonspris er sterkt påvirket av risikoen knyttet til fremtidige kontantstrømmer og makroøkonomiske forhold. Interessen for og avkastningen fra grønne investeringer er imidlertid i sterk vekst (DanskeBank, 2018, s. 3). Fra private og institusjonelle investorer er derfor fokuset på ESG tydeligere enn noen gang, noe som har resultert i en global etterspørselsvekst av grønne aksjer og lån, også innen metallurgisk industri. Som et eksempel har Institutional Investors Group on Climate Change, et verdensomspennende nettverk bestående av over 250 investorer og mer enn 30 billioner USD i forvaltede midler, skjerpet forventningene til stålindustrien om å beskytte sin fremtid mot klimaendringene. Samtidig har det internasjonale investeringselskapet BlackRock gitt et løfte om å drive miljøvennlig forretningsutvikling og å satse på bærekraftige investeringer (Hoffman, Hoey, & Zeumer, 2020).

Følgelig bør avkarbonisering være en topprioritering for å opprettholde økonomisk konkurraneevne i industrien. Tidligere oppfatninger om at bærekraftige investeringer, som

---

biokarbon, ikke var lønnsomme, blir nå derfor utfordret av store investeringsselskap og studier som viser at ESG-investeringer er økonomisk gunstig. Dette skyldes at selskaper som aktivt tar hensyn til miljø og samfunn, ofte står sterkere mot innstramminger i offentlig regulering (Financo, 2020). I tråd med den voksende interessen for ESG-investeringer blant private investorer, og biokarbon sin avgjørende rolle i å beskytte fremtiden til metallurgisk industri mot klimaendringer, forventes det en økt betalingsvilje fra leverandører av privat kapital.

Usikkerhetsmomentene tilknyttet makroomgivelsene vil likevel kunne spille en vesentlig rolle når det kommer til investeringsvilligheten blant private kapitalleverandører. Særlig kan utfordringer med tilgang på råstoff bli avgjørende hvis kostnadene for biomasse blir for høye til at produksjonen anses som lønnsom. Dessuten kan risikoen for økt avskoging som følge av stor etterspørsel etter råmaterialer i verste fall føre til at biokarbon ikke lenger regnes som en ESG-investering, noe som kan føre til at leverandørens reservasjonspris økes. En annen vesentlig faktor som kan øke leverandørens reservasjonspris er at biokarbonproduksjon enda ikke har blitt verifisert i større skala, slik som diskutert i delkapittel 5.4.1 *Biokarbonproduksjon*. Videre verifisering av driftsanlegget til VGM og andre biokarbonprosjekter, vil derfor være viktig for å kunne verifisere pyrolyseteknologien og bidra til å senke leverandørens reservasjonspris.

Avslutningsvis kan utvikling innen EUs taksonomi bidra til økt stimulering i både privat og offentlig finansiering. Som diskutert i delkapittel 5.6.1 *Internasjonale Reguleringer* er biokarbonproduksjon foreløpig ikke inkludert i taksonomien. Ettersom biokarbon oppfyller flere av miljømålene, samt at taksonomien stadig er i utvikling, er det imidlertid sannsynlig at pyrolyseteknologi og biokarbonproduksjon vil integreres i rammeverket i nærmeste fremtid. En slik inkludering i taksonomien vil kunne legge til rette for at det blir mer attraktivt å investere i biokarbon, og dermed redusere leverandørens reservasjonspris på både offentlig og privat kapital.

### **6.1.3 Endring i markedsstørrelse**

For å forstå hvordan markedsstørrelsen vil utvikle seg i tiden fremover, er det viktig å nøye vurdere hvordan makroomgivelsene påvirker mekanismene i Lønnsomhetstreet. Størrelsen på et marked er betinget av to hovedfaktorer, endring i antallet kunder eller en endring i volum kjøpt per kunde

---

(Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 92). Hvis det blir en økning i enten kundebasen eller i kvantumet som hver kunde kjøper, vil det føre til en tilsvarende økning i markedets evne til å generere verdi. Omvendt vil en nedgang i disse faktorene ha en reduserende virkning på verdiskapingen. Disse faktorene vil påvirkes av at kunder kapres eller avgis til fossilt kull som er definert som substitutter eller endring i kundenes velstand.

### *Kundenes velstand*

Etterspørselen etter biokarbon vil bli påvirket av fremtidige endringer i metallurgisk industri sin vekst og økonomiske situasjon, noe som vil ha en innvirkning på markedsstørrelsen for biokarbon. Ferrolegeringsindustrien har opplevd en årlig vekstrate på 4 prosent over det siste tiåret, og det forventes at denne veksten vil fortsette fram mot 2050 (Prosess21, 2021, s. 7). Da Norge bidrar til omtrent 5 prosent av den globale ferrolegeringsproduksjonen, kan det forventes at den nasjonale industrien vil oppleve langsiktig vekst (Sintef, 2022). En økning i vekst og velstand indikerer derfor at etterspørselen etter biokarbon også vil fortsette å øke, noe som resulterer i at kjøpsvolumet per kunde øker.

### *Risiko for nedleggelse*

Til tross for at det ventes høyere etterspørsel etter ferrolegeringer, fører kutt i CO<sub>2</sub>-kompensasjonen til en svekkelse av kundenes konkurransevne. Diskusjonen i delkapittel 5.1.4 *CO<sub>2</sub>-kompensasjon og karbonlekkasje* redegjorde for hvordan regjeringens innstramming av CO<sub>2</sub>-kompensasjon medførte en betydelig kostnadsøkning, samt en signifikant risiko for karbonlekkasje og nedleggelse av smelteverk. Dersom smelteverkene i Norge opplever betydelig svekket konkurranse sammenlignet med bedrifter i utlandet som har høye utslipp og svak klimapolitikk, kan det bli utfordrende å overføre de økte kostnadene til høyere priser på produktene (Bye & Rosendahl, 2012, s. 42). En konsekvens av en for streng klimapolitikk i Norge, sammen med kutt i CO<sub>2</sub>-kompensasjon, kan derfor påvirke markedsstørrelsen til biokarbon negativt. Dette vil bidra til å redusere den totale verdiskapingen i markedet gjennom å påvirke antall kunder.

### *Biokarbon versus substitutter*

Antall kunder i markedet påvirkes av at kunder kapres eller avgis til substitutter (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 92). Fossilt kull vil fortsette å være en foretrukket løsning frem til biokarbon

blir konkurransedyktig både i pris og kvalitet. For at biokarbon skal møte kundenes krav, må det gjennomgå omfattende verifiseringsprosesser. Disse prosessene kan forsinke adopsjonen av biokarbon til det oppnås godkjenning, noe som igjen påvirker både opptrappingen og verdiskapingen i markedet. Biokarbonprodukter anses imidlertid å ha sterke forutsetninger for å oppfylle bransjens strenge kvalitetsspesifikasjoner. Det forventes også at biokarbonets prismessige konkurransevne vil øke betydelig i takt med at biokarbonets verdikjede, samt andre regulatoriske rammer, videreutvikles (Adolfson, 2023, s. 10). Dessuten viser samtlige av kundene til ambisjoner om en overgang til biokarbon i sine årsrapporter (Norsk Biokullnettverk, 2020). Før konkurransevnen til biokarbon styrkes vil imidlertid kundene ha lav betalingsvillighet og prioritere fossilt kull frem til prisen på biokarbon blir konkurransedyktig. Dette kan føre til lavere verdiskaping i biokarbonmarkedet på kort sikt, men dette forventes å endre seg de kommende årene.

## 6.2 Verdikapring

Mens verdiskaping tar for seg størrelsen på de økonomiske verdiene som skapes i biokarbonmarkedet, handler verdikapring om hvordan disse verdiene blir fordelt mellom aktørene i markedet (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 93). Verdikapring bestemmes av forhandlingsstyrken til aktørene i bransjen overfor kundene og faktorleverandørene.



Figur 14 - Fremgangsmåte for analyse av verdikapringspotensialet. Kilde: (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016)

### 6.2.1 Forhandlingsmakt i produktmarkedet

#### *Rivalisering*

Den første hovedfaktoren som påvirker kunders forhandlingsmakt er rivalisering, og har direkte innvirkning på aktørenes evne til å kapre verdi (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 95). Rivalisering refererer til konkurransen mellom eksisterende bedrifter innenfor samme bransje eller marked og foregår gjennom bedriftenes forsøk på å skape et konkurransefortrinn ved enten å redusere priser eller forbedre kvaliteten på produktene sine (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 95). Per i dag er det ingen enkeltaktører i Europa som produserer et stort kvantum biokarbon årlig, og den totale biokarbonproduksjonen i Europa i 2020 var kun om lag 20 000 tonn (Vow Green Metals, 2023, s. 15). Dette indikerer at markedet for øyeblikket består av et fåtall aktører med lav produksjonskapasitet, noe som er problematisk ettersom det årlige forbruket av kull som reduksjonsmiddel er over en million tonn. Markedet er imidlertid i sterk vekst, støttet av regulatoriske retningslinjer og et behov for avkarbonisering i metallurgisk industri, noe som gjenspeiles i flere pilotprosjekter og oppskaleringsplaner. Dagens begrensede konsentrasjon av aktører fører til lav intern rivalisering, og en stor del av den skapte verdien vil kunne tilfalle inntrengende biokarbonprodusenter. Særlig siden etterspørselen er betydelig større enn mengden tilbud, vil muligheten for vekst i markedet være stor. Informant fra Standard Bio understreker dette:

*Konkurrentene blir nærmest sett på som partnere i dagens markedsfase, da de vil bidra til å åpne opp markedet, styrke tilbudssiden og validere produksjonen av biokarbon*

En annen faktor som påvirker graden av rivalisering er kapasitetsutnyttelsen i markedet. Biokarbonmarkedet forventes å ha full kapasitetsutnyttelse i de kommende årene og aktørene vil ikke ha mulighet til å kapre flere kunder ved og redusere prisen, da de ikke har kapasitet til å betjene flere kunder (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 99). En eventuell prisreduksjon vil resultere i tap av marginer på allerede eksisterende kunder. Til sammen reduserer dette sannsynligheten for priskutt, til fordel for verdikappingen i bransjen. Således vil det være naturlig å anta at priskonkurransen er moderat de kommende årene.

---

Videre vil konsentrasjon i kundeledet påvirke rivaliseringen i produktmarkedet. Kundegruppen består av et fåtall store aktører som dominerer markedet. Et konsentrert kundeled resulterer i at hver kunde står for en stor andel biokarbon kjøpt. For biokarbonprodusentene er hver kunde dermed svært avgjørende, og det vil være essensielt å tilstrebe gode avtaler med hver enkelt kunde for å oppnå verdikapring. Det konsentrerte kundeledet medfører dermed at kundene i metallurgisk industri får betydelig forhandlingsmakt. Denne utfordring belyser informant i Norsk Gjenvinning på en god måte:

*I startfasen vil vi ha svak forhandlingsmakt ettersom dagens kunder benytter fossilt kull som de har benyttet i flere tiår og det fungerer på en slik måte som de ønsker. Det vil derfor være avgjørende for oss at vi greier å oppskalere slik at vi kan overbevise de om at vi greier å levere et tilfredsstillende volum med de riktige kvalitetene, til en ok pris*

Det vil derfor være viktig for biokarbonprodusenter at pyrolyseteknologi blir verifisert i større skala og kostnadseffektive verdikjeder for biokarbon blir etablert. På en slik måte kan produsentenes forhandlingsmakt forbedre seg i årene som kommer, noe som vil føre til økt verdikapring.

#### *Etableringsforhold*

Den andre hovedfaktoren som påvirker kundenes forhandlingsmakt er etableringsforhold. Etableringsforhold omfatter tilstedeværelsen, samt styrken på barrierene for etablering i et marked (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 101). I biokarbonmarkedet kan alle aktørene ansees som inntrengere, og etableringsforholdene bestemmer hvor attraktivt det er for aktører å entre markedet. Dette er således en avgjørende mekanisme for å forstå markedets lønnsomhet. I denne utredningen vil det hovedsakelig redegjøres for de strukturelle etableringsbarrierene, der fokuset begrenses til irreversible investeringer, skalafordeler og læringseffekter.

Først og fremst vil de strukturelle barrierene inkludere en rekke irreversible investeringer. Dette er investeringer som nyetablerte aktører må foreta og som ikke har noen alternativ anvendelse (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 103). Som diskutert i delkapittel 5.2.1 *Investeringskostnader* vil det være nødvendig for biokarbonprodusenter å etablere nye produksjonsanlegg og

---

produksjonsfasiliteter, samt tilpasse eksisterende infrastruktur som vil kreve store investeringer. Industrien har ventet på et gjennombrudd i teknologiutviklingen av pyrolyse i 25 år (Bellona, 2020). Dette indikerer at etablering av biokarbon har krevd omfattende kostnader til forskning og utvikling for å kunne oppnå en adekvat pyrolyseteknologi. Dessuten gir patenter opphavsselskaper, slik som VGM, eksklusive rettigheter til sin teknologi, og beskytter deres investeringer i forskning og utvikling (Vowasa, 2021). Dette begrenser andre selskapers evne til å etterligne eller benytte denne spesifikke pyrolyseteknologien, som igjen bidrar til å opprettholde høye kostnader ved etablering og forsinke standardisering av teknologien.

Disse faktorene understreker hvorfor irreversible investeringer betraktes som den mest fundamentale etableringsbarrieren (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 103). Dette kommer av at aktørene ikke vil kunne gjenvinne irreversible investeringer dersom de bestemmer seg for å trekke seg ut av markedet. Nyetablering i biokarbonmarkedet innebærer derfor stor risiko. Videre må de oppnå vesentlig fortjeneste etter oppstart for å kompensere for de opprinnelige kostnadene. Disse investeringene utgjør derfor et stort risikomoment og er høyst relevant i utviklingen av det nye biokarbonmarkedet. Aktørene som etablerer seg tidlig vil anse de foretatte investeringene som irrelevante for fremtidige beslutninger, noe som skaper et asymmetrisk forhold til aktører som trenger inn på senere tidspunkt.

Skalafordeler og læringseffekter utgjør videre viktige strukturelle barrierer. Etter hvert som aktører får fotfeste i biokarbonmarkedet, vil skalafordeler gi dem en konkurransefordel overfor inntrengere. Dette kommer av at de første aktørene ofte vil sette prisnivået i markedet, hvor nyetablerte aktører må sette tilsvarende pris for å få solgt sine produkter. Følgelig kan inntrengerne oppleve lengre perioder med kostnadsulemper frem til nødvendig volum er oppnådd. På denne måten forsterker skalafordeler etableringsbarrierene ettersom dette tapet vil utgjøre en irreversibel investering (Lien, Knudsen, & Baardsen, 2016, s. 105).

Læringseffekter vil på sin side innebære å effektivisere driften, noe som fører til reduserte kostnader per enhet på grunn av forbedret kompetanse (Whittington, Regner, Angwin, Johnson, & Scholes, 2020). Det forventes at læringskurven for biokarbonproduksjon vil utvikle seg etter hvert som pilotprosjektene gjennomføres. Dette er et resultat av at pilotprosjektene kan bidra til en

---

standardisert anleggsarkitektur og infrastruktur, samt nøkkelkomponenter til pyrolyseteknologi (Vow Green Metals, 2023, s. 5). Dette vil således resultere i redusert driftsrisiko, høyere kvalitet tilknyttet produktet, samt reduserte investeringskostnader ved videre oppskalering. Erfaringen fra tidligere produksjonsanlegg vil dessuten gi selskapet ytterligere ekspertise og kunnskap, noe som kan resultere i effektivisert drift og reduserte kostnader. Slik kan læringseffekter bidra med å øke fremtidig opptrappingshastighet i produksjonen og etablering av flere anlegg. Læringseffekter henger dermed tett sammen med skalafordeler, og vil gjensidig forsterke hverandre. I et voksende marked, med store verdiskapingsmuligheter, vil skalafordeler og læringseffekter kunne være avgjørende for aktørenes verdikapring i markedet.

### **6.2.2 Forhandlingsmakt i faktormarkedet**

Et annet sentralt aspekt ved biokarbonprodusentenes evne til å kapre verdi, er knyttet til forhandlingsmakten overfor leverandørene. For å ikke gjenta seg selv, vil kun de store linjene trekkes frem i dette delkapittelet ettersom mange av elementene som vil påvirke forhandlingsmakten allerede har blitt diskutert.

For leverandørene av råstoff opererer markedet på en slik måte at de som tilbyr høyest pris får tilgang til trevirke. Ettersom det med dagens skogsdrift allerede er mangel på råstoff og det forventes at etterspørselen vil vokse betydelige raskere enn tilbudet fremover, betraktes leverandørenes forhandlingsmakt som høy. Den høye kapasitetsutnyttelsen vil medføre at prisene på råstoff settes opp, noe som favoriserer leverandørenes verdikapring. Disse faktorene indikerer at leverandørene har en sterk posisjon, noe som reduserer verdikapringmulighetene til biokarbonprodusentene.

Det finnes likevel visse elementer som kan bidra til å svekke leverandørenes sterke markedsposisjon. Det økende fokuset på å benytte returtrevirke til løsninger med positiv miljøeffekt kan bidra til å forsterke biokarbonprodusentenes forhandlingsmakt hos leverandørene av denne type råstoff (Wågønes, Sørensen, & Syversen, 2018, s. 6). Videre kan biokarbonets rolle i å hjelpe byggenæringen med og innfri EUs mål om sirkularitet for trebasert avfall senke leverandørenes forhandlingsmakt. I tillegg kan biokarbonprodusenter som opererer innenfor samme næringsklynger som råstoffleverandører, slik som VGM og Lindum, svekke



---

leverandørenes forhandlingsstyrke dersom det arbeides med å identifisere synergier og forretningsmuligheter mellom de ulike prosjektene innad i klyngen.

Forhandlingsmakten til leverandørene av offentlig kapital må også undersøkes nærmere. Norge ligger per dags dato ikke an til å nå de nasjonale klimamålene, og metallurgisk industri står for en stor del av utslippene som må kuttes for å kunne nå disse. Avkarbonisering av de direkte utslippene vil derfor være avgjørende, og biokarbon anses som eneste mulighet til å erstatte fossilt kull som reduksjonsmiddel. Som diskutert i delkapittel 5.2.1 *Investeringskostnad*, var tilgang på finansiering fra offentlige kapitalleverandører avgjørende for VGM sin investeringsbeslutning. Alternativt kan biokarbonprodusenter som ikke oppnår tilstrekkelig støtte i Norge vurdere å etablere produksjon i utlandet, slik Elkem gjorde med sitt pilotanlegg. Derfor vil offentlige finansieringsordninger spille en sentral rolle for igangsetting av biokarbonproduksjon, og det antas at biokarbonets viktige rolle for å nå klimamål kan bidra til å redusere forhandlingsmaktene til leverandørene av offentlig kapital.

De samfunnsøkonomiske aspektene vil ikke påvirke forhandlingsmakten til leverandørene av privat kapital i like stor grad. De vil imidlertid vurdere risikonivået assosiert med biokarbonproduksjon. Per dags dato oppfattes ikke biokarbon som konkurransedyktig eller attraktivt for private aktører og forhandlingsmakten til leverandørene av privat kapital anses derfor å være høy. Dette kan likevel endre seg over tid dersom biokarbon blir mer konkurransedyktig gjennom strengere reguleringer, inkludering i EU taksonomien og ved validering av både teknologi og produktkvalitet i større skala. Hvis markedet realiserer sitt potensial for både vekst og lønnsomhet, vil dette føre til økt investeringsvilje og følgelig redusere leverandørene av privat kapital sin forhandlingsmakt.

## **7 Diskusjon**

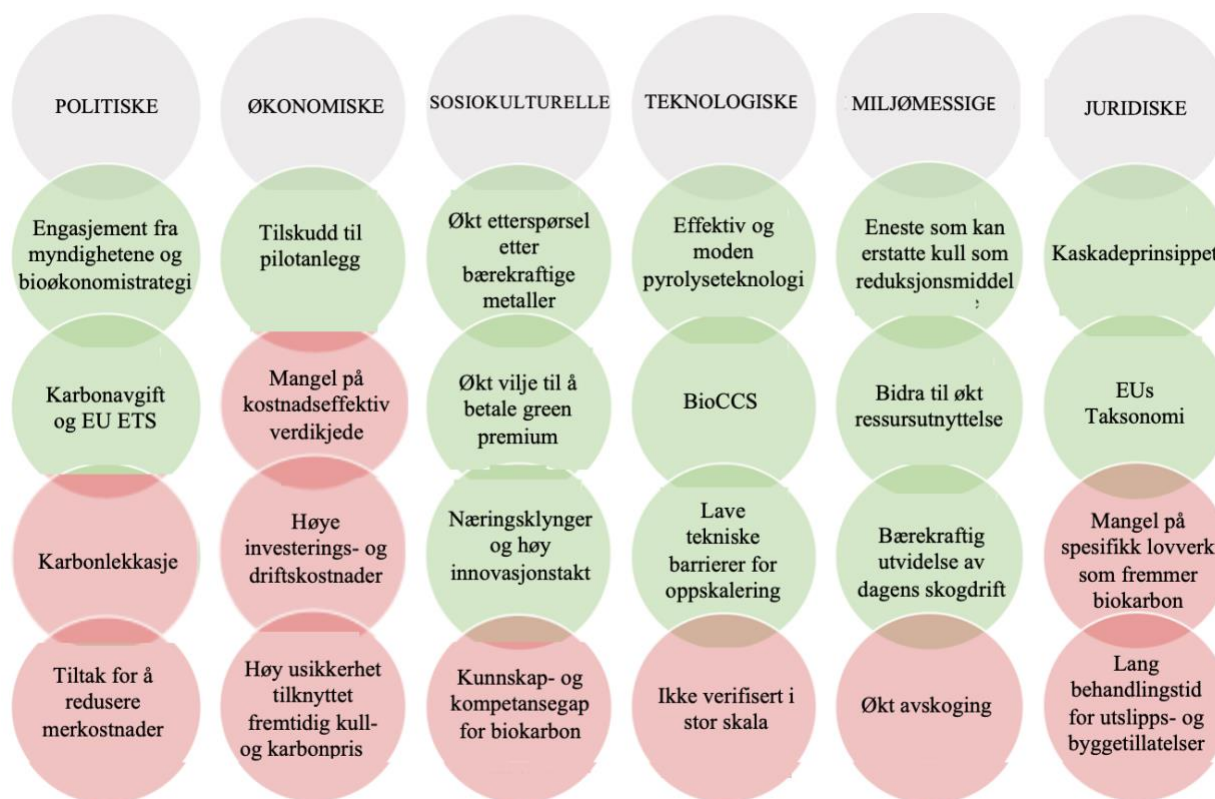
### **7.1 PESTEL-analyse**

Ved hjelp av PESTEL-analysen har det blitt identifisert både muligheter og barrierer for en implementering av biokarbon i metallurgisk industri. Først og fremst vil regjeringens tiltak, som nasjonal bioøkonomistrategi og finansielle støtteprogrammer, være viktig for å fremme produksjon av biokarbon. Disse tiltakene vil redusere de betydelige investeringskostnadene og

---

usikkerheten for produsenter, parallelt med at pyrolyseteknologi og tilhørende verdikjeder modnes. Dessuten antyder prognoser om økende karbonpriser at det vil lønne seg å bytte fra fossilt kull til biokarbon, da kostnadene ved forbruk av kull og karbonutslipp vil stige. Dette vil øke insentivene for en reduksjon av utslipp i metallurgisk industri, og dermed senke barrierene for å skifte til biokarbon. Et ytterligere fortrinn er at de ulike leddene i verdikjeden jobber sammen i næringsklynger, som alle innehar markedsledende kompetanse og erfaringer som fremmer innovasjon, noe som kan skape konkurransefortrinn. Det voksende fokuset på miljø og bærekraft blant sluttkunder, samt en forventning om høyere betalingsvilje for grønnere metaller, kan øke etterspørselen og betalingsviljen for metaller produsert med biokarbon.

Til tross for at regjeringen intensiverer sin innsats for bioøkonomi og utslippskutt, finnes det fortsatt behov for tiltak rettet mot å redusere risiko og usikkerhet knyttet til merkostnader og høye driftskostnader i produsentenes oppstartsperiode. Forkjemperne for biokarbon som klimaløsning i industrien har i lengre tid etterspurt støtteordninger som kan akselerere utvikling fra tidlig stadium til implementering i industriell skala. Økte støtteordninger kan muliggjøre en raskere overgang til biokarbon, snarere enn å kun fokusere på en innstramming av klimapolitikk. Økonomisk usikkerhet, endringer i investeringsstrategier og kostnadskutt i metallurgisk industri, samt risiko for karbonlekkasje, utgjør betydelige hindringer for en hurtig overgang. Det vil derfor kunne være problematisk dersom utslippsreduksjoner avhenger for mye av høyere karbonavgifter og reduksjon i kompensasjon. En annen utfordring er råstoffmangel og konkurranse om innsatsfaktorer som kan lede til økte produksjonskostnader og negative miljøkonsekvenser som avskoging og tap av matjord. Det er også usikkerhet rundt hvordan pyrolyseteknologi vil fungere i større skala, noe som kan føre til at utvikling av flere prosjekter avvantes. Den største barrieren er imidlertid at biokarbon ikke anses som konkurransedyktig sammenlignet med fossilt kull. Det skyldes hovedsakelig at kostnaden for å produsere biokarbon må reflekteres i prisen som tas, og at karbonavgiftene ikke er høye nok til å gjøre forbruk av fossilt kull dyrere enn biokarbon. Høy usikkerhet rundt biokarbonpris og karbonavgifter vil derfor utgjøre en risiko for både produsenter og forbrukere. Figur 15 oppsummerer de mest sentrale aspektene i PESTEL-analysen:



Figur 15 - Oppsummering PESTEL.

## 7.2 Lønnsomhetstreet

Kundenes reservasjonspris vil svinge i takt med de økonomiske svingningene som påvirker den metallurgiske industri og kostnadene knyttet til bruk av fossilt kull. Med faktorer som økende karbonpriser, strengere reguleringer og et voksende antall miljøbevisste forbrukere, kan metallurgisk industri forvente tap av kunder og høyere kostnader ved videre bruk av fossilt kull. Disse endringene vil forbedre biokarbonets konkurransevne. Videre vil forskning og optimalisering gjennom hele verdikjeden for biokarbon kunne redusere produksjonskostnadene. Et økt behov for negative utslipp, oppnådd gjennom kombinasjonen av CCS og biokarbon, kan også øke verdien og betalingsvillighet for biokarbon ytterligere. Samlet sett peker de ovennevnte faktorene i retning av høy fremtidig betalingsvillighet for biokarbon, noe som legger grunnlag for høy verdiskaping.

Leverandørenes reservasjonspris vil øke i takt med økende etterspørsel etter trevirke. Returtre har imidlertid begrensede anvendelsesområder utover energiproduksjon, og anses derfor som mer

---

kostnadseffektivt enn annet trevirke grunnet lavere konkurranse. Historisk har dette bidratt til relativt stabile priser på returtre. Videre kan anvendelse av kaskadepriippet gjøre biokarbon til en foretrukket løsning for å utnytte ulike side-, rest- og avfallsstrømmer. Dette kommer av dets store potensial for verdiskaping og bidrag til at byggenæringen kan oppfylle EUs sirkularitetsmål for treavfall. Som en konsekvens kan leverandørens reservasjonspris potensielt senkes i startfasen, men det forventes likevel en økt konkurranse også på returtrevirket. Dette vil øke prisene betydelig de kommende årene.

Reservasjonsprisen til offentlige kapitalleverandører kan påvirkes av den økte innsatsen innen bioøkonomi, grønn industri og biokarbonets sentrale rolle i å kutte utslipp i metallurgisk industri. Dette kan reflekteres i offentlige institusjoner sine økte investeringer rettet mot biokarbonproduksjon de siste årene. For private aktører, kan en potensiell inkludering av biokarbon i EUs taksonomi bedre kapitaltilgangen ved å øke produktets legitimitet og tiltrekke ytterligere investeringer. Likevel kan betydelige risikoer som råvaretilgang, manglende rammeverk og usikkerhet knyttet til validering av pyrolyseteknologi i industriell skala, øke reservasjonsprisen til private kapitalleverandører. Totalt sett anses kapitalleverandørens reservasjonspris å være moderat ettersom offentlige institusjoner vil måtte investere for å kunne bidra til det grønne skiftet, mens private aktører kan tenkes å veie de betydelige risikoene som store. Oppsummert forventes det at økningen i kundenens reservasjonspris vil være høyere enn økningen i leverandørens reservasjonspris, noe som vil føre til at verdi per produktenhet vil bli positiv i fremtiden.

Biokarbonmarkedets størrelse står overfor en fremtid som kan preges av et betydelig verdiskapingspotensial, samtidig som det påvirkes av flere usikkerhetsfaktorer. Veksten i metallurgisk industri, og en økende etterspørsel etter grønnere metaller, tyder på en oppadgående trend i behovet for biokarbon. Dette er en trend som forsterkes av biokarbonets miljømessige fordeler og dens nøkkelrolle i utviklingen av nullutslipp produkter. Imidlertid vil markedet kunne påvirkes av risikoer som karbonlekkasje, som kan medføre en betydelig reduksjon i antall kunder og dermed påvirke markedets størrelse. Likevel, med et økende behov for biokarbon ligger forholdene til rette for en markant vekstmulighet for biokarbonmarkedet dersom det etableres nødvendige rammevilkår og støttesatser for implementering.

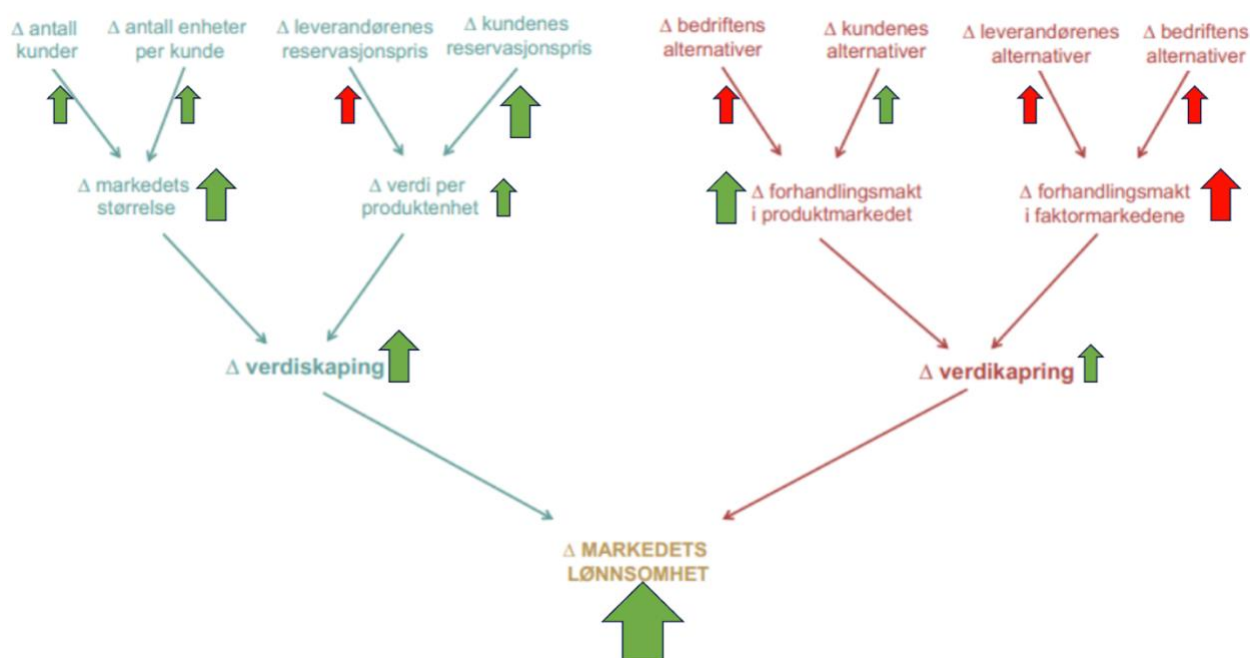
---

Når det kommer til verdikapring i dagens produktmarked, vil rivalisering og høye etableringsbarrierer påvirke kundenes forhandlingsmakt stort. De strukturelle etableringsbarrierene innebærer betydelige irreversible investeringer, skalafordeler og betydelige læringseffekter spesifikt tilknyttet biokarbonproduksjon i metallurgisk industri. Disse vil gi tidlige aktører konkurransefortrinn over inntrengere som kommer inn på et senere tidspunkt. Slike forhold vil begrense hvor attraktivt det vil være for inntrengere å etablere seg og kan bidra til et begrenset antall produsenter. Når dette kombineres med full kapasitetsutnyttelse, grunnet høy etterspørsel etter biokarbon og mangel på alternative reduksjonsmidler for kundene, vil det bidra til en lav rivalisering. En konsekvens av dette kan være at kundene vil få en lav forhandlingsmakt og følgelig vil biokarbonprodusentene ha en høy forhandlingsmakt i produktmarkedet.

Videre vil biokarbonprodusentenes forhandlingsmakt i faktormarkedet for råstoffleverandører være lav. Dette kommer av at leverandørene av biomasse vil ha en sterk posisjon i markedet på grunn av den høye og stigende etterspørselen etter råstoff. Det kan imidlertid forventes at storskala produksjon muliggjør fremstilling av større mengder biokarbon med færre ressurser. I tillegg vil dannelsen av strategiske partnerskap i næringsklynger potensielt redusere råstoffleverandørens forhandlingsmakt. Likevel er det sannsynlig at råstoffleverandører vil sette priser i samsvar med konkurransesituasjonen.

Leverandørens forhandlingsmakt, når det kommer til privat og offentlig kapital, vil imidlertid være varierende. I Norge, hvor de nasjonale klimamålene ikke ligger an til å nås, spiller avkarbonisering en nøkkelrolle, og biokarbon anses som en essensiell erstatning for fossilt kull i metallurgisk industri. Offentlig kapital er avgjørende for investeringer i biokarbonproduksjon, noe som kan redusere forhandlingsmakten til offentlige kapitalleverandører, spesielt siden alternativer som etablering i utlandet eksisterer. For leverandører av privat kapital, som for øyeblikket ser biokarbon som mindre attraktivt på grunn av høy risiko, vil forhandlingsmakten reduseres over tid dersom biokarbon blir mer konkurransedyktig gjennom strengere reguleringer og produktvalidering. Dette vil øke investeringsviljen. Oppsummert forventes det at leverandørens forhandlingsmakt vil være høyere enn biokarbonprodusentenes forhandlingsmakt, noe som svekker verdikapringsmulighetene i faktormarkedet.

Figur 16 gir en illustrativ fremstilling av hvordan forfatterne antar at de forskjellige faktorene og mekanismene vil påvirke markedets lønnsomhet i tiden fremover, i lys av den tidligere diskusjonen. Det er viktig å bemerke seg at det ovennevnte kun har gitt en oversikt over sentrale mekanismer som vil påvirke verdiskaping- og verdikapringspotensialet i biokarbonmarkedet. Hensikten med figuren er derfor å gi et innblikk og tydeliggjøre hvilke betydning de ulike grenene vil ha:



Figur 16 – Vekting av markedets lønnsomhet

Hverken PESTEL-analysen eller Lønnsomhetstreet gir en numerisk vektning av de ulike faktorene. Forfatterne er av den oppfatning at barrierene er større enn mulighetene for implementering av biokarbon i større skala per dags dato. Dette skyldes den betydelige usikkerheten rundt fremtidige karbonavgifter, i tillegg til merkostnader som kan inntreffe under drift i de innledende fasene. Likevel, indikerer Lønnsomhetstreet at det finnes store verdiskapings- og verdikapringsmuligheter i markedet som vil påvirke markedets lønnsomhet positivt i fremtiden. Selv om regjeringens virkemidler i dag bidrar til viktige utslippskutt, vil tiltakene ikke være tilstrekkelig for å oppnå norske klimamål. Kostnadene forbundet med oppskalering av klimaløsninger, slik som biokarbon, er fortsatt for høye. Derfor anses det som hensiktsmessig at norske myndigheter implementerer andre virkemidler, som differansekontrakter, for å fremme en overgang.

---

## 8 Analyse av implementering av differansekontrakter (CfDs)

Både analysen av PESTEL og Lønnsomhetstreet har belyst de viktigste mulighetene og barrierene for en overgang til biokarbon med hensyn til makroøkonomiske forhold, verdiskaping- og verdikapringspotensial. Den påfølgende analysen vil rette fokus mot hvordan det politiske virkemiddelet, differansekontrakter, kan redusere risiko forbundet med merkostnader i oppstartsfasen av biokarbonproduksjon, inntil høyere karbonpriser og videre teknologiutvikling gjør løsningen lønnsom. Dette vil bli gjort ved å diskutere utredningens andre forskningsspørsmål:

*Hvordan kan differansekontrakter bidra til å akselerere en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri?*

Analysen gjennomføres ved å først analysere hvordan differansekontrakter kan være et kraftfullt virkemiddel for å gjøre investeringer i biokarbonproduksjon mer attraktivt. Deretter vil analysen fokusere på hvordan kontraktene kan utformes enten for å fjerne usikkerhet tilknyttet fremtidige karbonpriser eller merkostnader tilknyttet produksjon. Dette vil ha stor betydning for den kommersielle interessen for investeringen.

### 8.1 Differansekontrakter og investeringsvilje

Denne delen vil ta for seg hvordan differansekontrakter kan fremme økt investeringslyst for biokarbonproduksjon, noe som vil støtte en overgang til biokarbon og bidra til betydelige utslippskutt i norsk metallurgisk industri.

Hensikten med differansekontrakter er å realisere investering i produksjon og anvendelse av grønne alternativer, slik at de blir lønnsomme for bedrifter å benytte. Dette gjøres ved at myndighetene går inn for å dekke differansen mellom grønne og fossile løsninger gjennom en avtale. Dette vil være spesielt viktig i tidligere stadier når markedet ennå ikke er modent (ZERO, 2022, s. 12). En overgang til grønne alternativer vil være avhengig av høyere karbonpriser ettersom en høy investeringskostnad ofte ikke motsvares av lave driftskostnader (ZERO, 2022, s. 12). Et resultat av dette vil være at de høye driftskostnadene overføres til kundene. Som identifisert i tidligere analyser, er det et betydelig prisgap mellom fossilt kull og biokarbon med dagens karbonpriser, noe som gjenspeiles i kundens betalingsvillighet. Derav er det essensielt med

---

finansiell støtte for å oppskalere produksjon og videreutvikle pyrolyseteknologien. Følgelig kan differansekontrakter være avgjørende for å tette finansieringsgapet og utløse en hurtigere overgang til biokarbon.

Hovedfunksjonen til differansekontrakter er å kompensere prisforskjellen mellom en markedspris og en forhåndsdefinert garantipris som er fastsatt i kontrakten (Byenstuen & Hentschel, 2022). ZERO hevder at differansekontrakter vil kunne være et godt virkemiddel for å dekke merkostnadene i et umodent marked og sikre raskere innfasing (ZERO, 2022, s. 24). I biokarbonmarkedet er det knyttet usikkerhet til fremtidige karbon- og råstoffpriser, noe som kan dempe investeringsviljen. Til tross for at statlige subsidier via blant annet Enova har redusert de høye investeringskostnadene, eksisterer det fortsatt et behov for mekanismer som kan fjerne usikkerhetene og utfordringene knyttet til driftskostnadene. Implementering av differansekontrakter kan redusere risikoen forbundet med fluktuasjoner i priser på både karbon og råstoff. På denne måten kan differansekontrakter bidra med å overvinne noen av de største hindringene for storskala produksjon.

For øyeblikket er produksjonen av biokarbon hovedsakelig begrenset til pilotanlegg, og teknologien har ennå ikke blitt testet i større skala. Som diskutert i delkapittel 6.2.1 *Forhandlingsmakt i produktmarkedet*, forventes det at erfaring og kunnskap som hentes fra pilotprosjektene, og de første produksjonsanleggene, vil bidra til utvikling av en standardisert anleggsarkitektur. I tillegg til forbedringer i pyrolyseteknologien. Dette kan i sin tur senke både investerings- og driftskostnader gjennom økonomiske skalafordeler og læringskurver på lengre sikt. Differansekontrakter kan imidlertid minske prisgapet mellom biokarbon og fossilt kull på kort sikt, fram til produksjonen av biokarbon blir mer kostnadseffektiv og høyere karbonpriser gradvis gjør fossilt kull mindre attraktivt. Ved å fremme investeringsinsentiver tidlig i prosessen, kan biokarbon bli konkurransedyktig tidligere, noe som kan være et effektivt tiltak for å raskere oppnå klimamålene.

Det er utfordrende å forutsi hvilken effekt differansekontrakter vil ha på investeringsviljen for biokarbonprosjekter, særlig siden Norge ennå ikke har tatt i bruk det politiske virkemiddelet. Kontrakter av denne typen har imidlertid blitt implementert både i Tyskland, Nederland og



---

Storbritannia, og erfaringene derfra kan by på verdifulle perspektiver. I Tyskland skal differansekontrakter bidra til å skape etterspørsel fra industrien for hydrogen. I Nederland dekker kontraktene differansen mellom inntekter og kostnader for produksjon av fornybar energi eller tiltak for å kutte CO<sub>2</sub>-utslipp i energi- eller produktproduksjon. I Storbritannia støtter de produksjon av fornybar energi, som havvind (ZERO, 2022, s. 23). I henhold til Confederation of British Industry (CBI) har differansekontrakter bidratt til inntektsforutsigbarhet, noe som har økt investortillit og gjort vindkraft konkurransedyktig i globale markeder for prosjekter med høye kapitalutgifter. CBI vurderer derfor differansekontrakter som en pålitelig metode for å fremme produksjon av fornybar energi (CBI, 2021, s. 3). Biokarbonprosjekter, som deler utfordringer som høye investeringskostnader og sterk konkurranse med fossilt kull, samt usikkerhet knyttet til driftskostnader, kan dra nytte av liknende støtte. Riktig utformet kan differansekontrakter fremskynde investeringer i biokarbon og dermed støtte tidligere lønnsomhet for produsentene.

## **8.2 Utforming av differansekontrakter**

Det finnes en rekke utformingsalternativer og denne delen vil derfor undersøke hvordan norske myndigheter kan utforme differansekontrakter slik at de effektivt vil øke investeringsviljen. I denne sammenheng vil de mest sentrale aspektene ved utforming av differansekontrakter diskuteres, som inkluderer definering av mål, etablering av referansepris og prosessen for tildeling av kontraktene.

### **8.2.1 Målet med differansekontrakter**

Ved utforming av differansekontrakter er det viktig for myndighetene å vurdere deres primære formål. Disse kontraktene kan designes for å støtte enten produsenter eller forbrukere av biokarbon. Det store spørsmålet blir dermed om fokuset skal ligge på å redusere risikoen for biokarbonprodusenter, hvor produksjonskostnader og konkurranseevne for øyeblikket utgjør en betydelig barriere. Alternativt om de skal bidra til å kompensere for usikkerhet tilknyttet karbonprisen for metallurgisk industri.

Først og fremst vil det være hensiktsmessig og rette virkemiddelet mot produsentene, ettersom biokarbonproduksjon anses som kostbart. Dersom differansekontraktene utformes med fokus på produsenter er målet å bidra til inntektsforutsigbarhet. Dette vil styrke biokarbonets

---

konkurransesevne, noe som vil lede til flere investeringer i produksjonsanlegg. Når det gjelder differansekontrakter til produsenter, vil det være viktig å vurdere om de skal utformes med utgangspunkt i CO<sub>2</sub>-pris eller produktpris.

Tidligere har ZERO (2023) vurdert hvordan differansekontrakter kan optimaliseres for lavkarbonhydrogenprodusenter. Denne analysen antas å kunne overføres til den nåværende situasjonen for biokarbonprodusenter. Dette skyldes at både hydrogen og biokarbon har høyere produksjonskostnader enn de fossile alternativene. I tillegg vil det være behov for betydelige investeringer i produksjonsanlegg og infrastruktur for begge løsningene. ZERO argumenterer derfor for at en referansepris basert på produktpris vil være mest treffsikker for produsenter av hydrogen, ettersom produksjonskostnader ikke nødvendigvis korrelerer direkte med kvoteprisen. En produktpris kan derfor bedre hensynta økt betalingsvilje som følge av økte fossile priser, ettersom endringer i kvotepriser ikke alltid er knyttet til produktprisen (ZERO, 2022, s. 27). På denne måten kan en referansepris kunne justeres i takt med betalingsviljen og sikre at differansekontrakter gir tilstrekkelig kompensasjon til produsenter. Dette stimulerer videre utvikling, investeringer og produksjon. Med andre ord er det viktig at disse kontraktene gir rom for profitt til utvikling av innovative løsninger.

ZERO sin argumentasjon om å bruke produktpris kan også anvendes for biokarbonprodusenter, der karbonprisen hovedsakelig bidrar til å gjøre produktet konkurransedyktig med fossilt kull. Ifølge Bellona (2022) er differansekontrakter et nødvendig rammevilkår som bør etableres raskt, gitt de sykliske prisene på biomasse. Kontraktene kan eksempelvis utformes med mål om å redusere usikkerheten knyttet til råstoffpriser, som utgjør en stor del av produksjonskostnadene, og en passende reservasjonspris, der myndighetene dekker differansen. Alternativt kan produsentene selge biokarbonet til en referansepris i markedet og få kompensert forskjellen mellom denne og en forhåndsbestemt garantipris for hver enhet som selges (Byenstuen & Hentschel, 2022). Siden det for øyeblikket ikke eksisterer en veletablert markedspris, vil det være nødvendig å anvende en alternativ metode for å fastsette prisen i kontrakten. Dette kan for eksempel basere seg på rapporterte salgspriser som vil bli stadig mer nøyaktig etter hvert som markedet, volum og antall prosjekter øker.

---

Differansekontrakter kan også rettes mot forbrukere, hvor det anses som hensiktsmessig å benytte en referansepris basert på CO<sub>2</sub>-prisen istedenfor produktpris. Dette kommer av at en CO<sub>2</sub>-pris er mer passende i situasjoner hvor det er mulig å knytte den til en direkte reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp. Målet med å ta utgangspunkt i CO<sub>2</sub>-prisen er og dekke gapet mellom hva det koster å kutte CO<sub>2</sub>-utslipp og den gjeldende prisen på CO<sub>2</sub>-kvoter eller avgifter. Dermed kan differansen reflektere forskjellen mellom en målrettet CO<sub>2</sub>-pris eller kostnaden ved CO<sub>2</sub>-reduksjon, sammenlignet med den faktiske prisen på CO<sub>2</sub> som bestemmes av kvotepris eller karbonavgift. (ZERO, 2022, s. 27). Dette kan illustreres ved å ta utgangspunkt i at markedsprisen på biokarbon er NOK 6000, mens fossilt kull koster NOK 1500 inkludert NOK 3000 karbonavgifter. Den totale kostnaden på fossilt kull inkludert karbonavgifter er dermed NOK 4500. Dette betyr at biokarbon er NOK 1500 dyrere per tonn. Dersom staten dekker en del av denne merkostnaden, vil det redusere den faktiske CO<sub>2</sub>-reduksjonskostnaden for forbrukeren og gjøre en tidligere overgang mer attraktivt.

Videre kan en slik tilnærming også ha en motiverende effekt utover den økonomiske fordelene ved å koble de som gjennomfører omstillingen mer direkte opp mot virkemiddelet (ZERO, 2022, s. 26). Støtte rettet enten mot produsenter, forbrukere eller en blanding av disse, bør i teorien ikke utgjøre en forskjell ettersom en differanse uansett må dekkes (Byenstuen & Hentschel, 2022). Det må likevel tas hensyn til flere faktorer, blant annet påvirkning av investeringsinsentiver og hva som er formålet med ordningen.

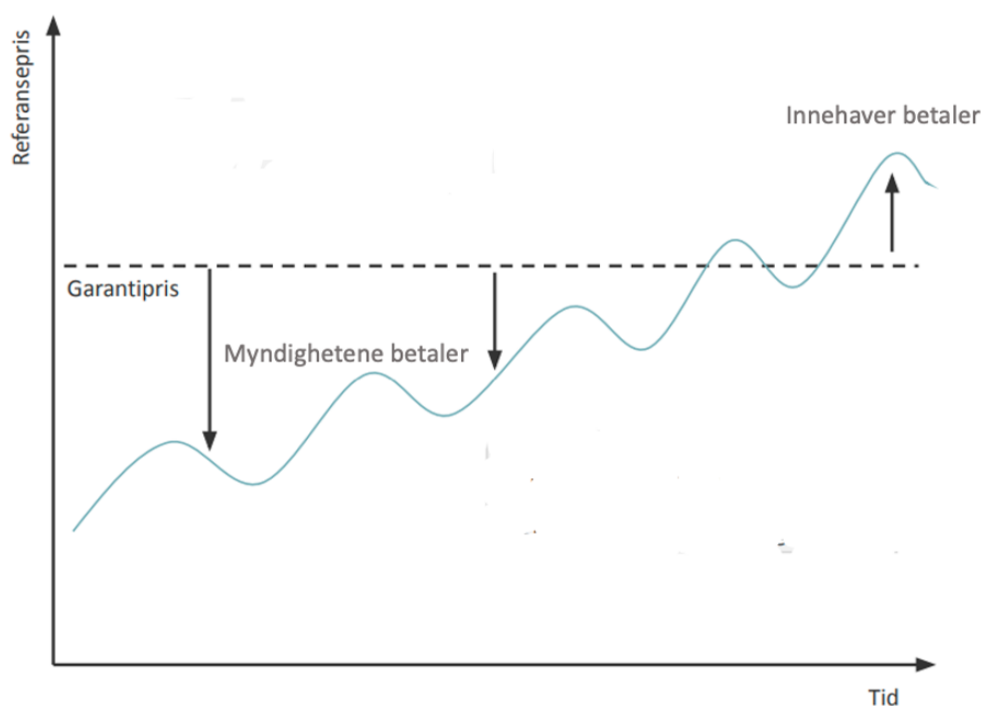
En differansekontrakt som fokuserer på brukerleddet kan potensielt ha positiv effekt på hele verdikjeden, fra konsumentene til produsentene. Dette kommer av at en slik kontrakt kan øke etterspørselen og konkurransen, noe som kan føre til bedre priser for produsentene i markedet. En ulempe er imidlertid at en slik tilnærming kan by på større koordineringsutfordringer og redusere forutsigbarheten for produksjonsleddet. Dette kan potensielt forsinke investeringsbeslutningene (ZERO, 2022, s. 26). Ved å rette differansekontraktene mot produksjonsleddet kan investeringene i større grad sikre produksjon og videre bidra til lavere kostnad for brukere over tid (ZERO, 2022, s. 42). Dessuten er det ikke konkurransen og etterspørselen etter biokarbon i brukerleddet som anses som den største barrieren i fremtiden, men å gi risikoavlastning for produksjon og kommersialisering i tilstrekkelig skala.

### 8.2.2 Referansepris

Det å fastsette en referansepris er en viktig del av differansekontraktene fordi den bestemmer størrelsen på differansebeløpet. Derfor er det sentralt å fastslå en riktig referansepris, og det vil være fordelaktig hvis denne baseres på en observerbar pris i et reelt marked. For å avgjøre hvilken referansepris som bør anvendes, er det hensiktsmessig å vurdere om kontraktene er rettet mot produksjon eller forbruk (ZERO, 2022, s. 27). Denne vurderingen tar utgangspunkt i det ovennevnte, hvor det kom frem at det hovedsakelig finnes to hovedmåter å fastsette referanseprisen på, enten basert på produktpris eller CO<sub>2</sub>-pris.

Differansekontrakter knyttet til karbonpris, også kjent som differansekontrakter for karbon (CCfD), sikrer en garantert pris for realiserte utslippskutt som nevnt ovenfor. Dette gjør kontraktene ideelle for aktørene i metallurgisk industri, hvor faktiske utslippskutt først realiseres når biokarbon erstatter fossilt kull i smelteprosessen. Innenfor rammen av EU ETS vil stigende karbonpriser øke driftskostnadene for metallurgisk industri. Under de nåværende prisforholdene er ikke kvoteprisen i seg selv tilstrekkelig til å stimulere en overgang. Investeringene i biokarbon vil i stedet være betinget av både nåværende og antatte fremtidige karbonpriser, som igjen vil ha stor innflytelse på investeringslysten.

En differansekontrakt for karbon kan enten være en- eller tosidig. En ensidig kontrakt innebærer at staten betaler differansen når karbonprisen er lavere enn garantiprisen. Hvis den imidlertid utformes tosidig, kan utbetalingen bli negativ i tilfeller hvor referanseprisen overgår garantiprisen, slik at innehaveren må betale det overskytende tilbake til staten (Gerres & Linares, 2020, s. 2). Dette illustreres i Figur 17:



Figur 17 - Grunnleggende funksjon av en tosidig CCFD. Kilde: (Hentschel, 2021)

Gjennom en tosidig differansekontrakt reduseres også statens risiko ved at den også mottar en del av inntektene dersom referanseprisen blir for høy. En slik tilnærming, sammenlignet med økt bruk av direkte investeringsstøtte, minsker sjansen for oversubsidiering (Lingjærde, 2022). Dette understøtter også kostnadseffektiv bruk av differansekontrakter, gitt at risikoen deles mellom stat og kontraktsholder (Winje, Lind, Spiewanowsk, & Schöpfer, 2022, s. 3). På denne måten vil man sikre at offentlige midler blir brukt på en måte som maksimerer deres innvirkning, og forhindrer at offentlige midler blir brukt ineffektivt. Dette kan også virke som et insentiv for myndighetene til å opprettholde høyere karbonpriser, siden gapet mellom garantipris og referansepris vil reduseres når karbonprisen øker. En potensiell ulempe ved tosidige differansekontrakter er at de kan skape et insentiv for å prioritere mengden av biokarbon som produseres fremfor kvaliteten. Dette betyr at det kan oppstå en tendens til å konsentrere seg om å produsere størst mulig volum for å maksimere inntektene gjennom den garanterte prisen. Således kan det være mindre fokus på å optimalisere produksjonen for å oppnå høyest mulig markedsverdi, og innehaver vil dermed tjene mer på kvantitet enn kvalitet. I en slik sammenheng vil det være nødvendig å finne måter å tilpasse tosidige differansekontrakter for å unngå uheldige virkninger.

---

For å motvirke dette, foreslår Meno Economics at en innretning av kontraktens referansepris kan avdempe innvendingen mot tosidige differansekontrakter. (Winje, Lind, Spiewanowski, & Schöpfer, 2022, s. 14). En løsning er å justere kontraktens referansepris, slik at den ikke bare belønner produksjonsmengden, men også vektlegger kvalitet. Dette tilpasser fordelingen av markedsrisiko mellom partene, oppmuntrer til høyere kvalitet og gir bedre driftsinsentiver. Slik kan man unngå de uheldige effektene av de tosidige kontraktene, og fremme en mer balansert og bærekraftig biokarbonproduksjon.

Dersom differansekontrakter for karbon utstedes til biokarbonprodusentene, vil det være nødvendig å beregne en teoretisk reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp som produksjonsanlegget medfører. Dette skyldes at det ikke er produksjonsleddet i seg selv som kutter eksisterende utslipp (ZERO, 2022, s. 27). Endringer i karbonprisen har heller ikke innvirkning på biokarbonets produksjonskostnader, noe som svekker formålet med slike kontrakter til produsentene. Gitt at produksjonen anses som kostbart, kan en alternativ metode derfor være å kompensere produsentene for en referansepris, som reflekterer kostnaden av fossilt kull inkludert avgifter, og en etablert garantipris. Denne garantiprisen kan bli fastsatt på et nivå som sikrer at nye teknologier er økonomisk levedyktige og attraktive, og kan dermed ta utgangspunkt i produksjonskostnadene (Fjærvoll-Larsen & Skisaker, 2022). På denne måten kan differansekontraktene innrettes for å dekke differansen mellom produksjonskostnaden for biokarbon og den prisen man får for produktet i markedet (FornybarNorge, 2021, s. 6). En slik tilnærming kan redusere markedsrisikoen som produsentene står overfor, og samtidig stimulere til investeringer i stor skala, ettersom produsentene er sikret å få dekket sine kostnader.

Ifølge Department for Business, Energy and Industrial Strategy (2019) har differansekontrakter som mål å minske risikoen for produsenter ved å tilby mer forutsigbarhet i inntektene og støtte investeringer i fornybare teknologier (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2022, s. 4). Når det gjelder fastsettelsen av en referansepris, kan både bruk av produksjonskostnadene for biokarbon og karbonprisen for forbrukere være effektive tilnærminger for å fremskynde en overgang. Et sentralt aspekt er at myndighetene sikrer at referanseprisen justeres slik at risikoen for både overkompensasjon og underkompensasjon reduseres til et

---

minimum, samtidig som det oppnås en balanse mellom kvantitet og kvalitet. Dette sikrer at de offentlige subsidiene brukes på den mest effektive måten for å maksimere deres innvirkning.

### **8.2.3 Tildeling av differansekontrakt**

En annen viktig dimensjon som må hensyntas ved utforming av differansekontrakter er metoden for tildeling av kontraktene til produsent eller forbruker. Det er i hovedsak to ulike tilnæringer for tildeling, hvor den ene er gjennom en prosess basert på konkurranse, mens den andre er gjennom en administrativ prosess hvor individuelle søknader vurderes (ZERO, 2022, s. 26).

Tildeling av differansekontrakter gjennom konkurranse kan organiseres som en auksjonsprosess. Gjennomføring av slike utlysninger, med tildelinger basert på tydelige og etablerte kriterier, sikrer en rettferdig og effektiv konkurranse (ZERO, 2022, s. 26). I Nederland brukes en tilnærming hvor differansekontrakter tildeles gjennom anbudskonkurranser som fokuserer på aktører som produserer fornybar energi eller redusere utslipp ved produksjon av produkter. I denne prosessen gir produsentene et tilbud som indikerer den forventede gjennomsnittskostnaden for produksjon gjennom kontraktens varighet, og får tildelt støtte årlig basert på produsert mengde. Budet vil definere en garantipris som benyttes til å kalkulere differansen i forhold til reservasjonspris i markedet. De som tilbyr den laveste garantiprisen har høyere sannsynlighet for å vinne kontrakten.

Hvis man ser det fra forbrukernes side, har de i Tyskland en auksjonsprosess der industrielle aktører legger inn anbud på den statlige støtten de behøver per tonn CO<sub>2</sub> de reduserer i utslipp. Det laveste budet vinner, og staten forplikter seg til å gi økonomisk støtte til selskapet som fremlegger det mest kostnadseffektive anbudet (The Federal Minister for Economic Affairs and Climate Action, 2023). Denne auksjonsmekanismen oppmuntrer til kostnadseffektivitet og reduserer dermed den økonomiske byrden for både staten og selskapene som deltar. Tildeling av differansekontrakter gjennom anbud kan derfor bidra til at selskapene søker etter innovative løsninger for å kutte utslipp eller for å redusere gjennomsnittskostnader, slik at de kan legge inn lavere bud i auksjonen. Dette skaper et miljø der kontinuerlig forbedring og teknologisk utvikling blir belønnet.

---

Differansekontrakter kan også tildeles gjennom en prosess hvor individuelle søknader vurderes. Denne metoden kan være spesielt velegnet for nyskapende prosjekter som anvender umoden og ny teknologi (Gerres & Linares, 2022, s. 9). I en slik administrativ tildelingsprosess kan man ta i betraktning en rekke forskjellige kriterier (ZERO, 2022, s. 23). For eksempel kan man se utover bare kostnadselementet og vurdere aspekter som teknologisk modenhet, markedspotensial og den økonomiske levedyktigheten til de ulike prosjektene. En slik tildeling vil passe for et tidlig marked med få etablerte aktører og kan gradvis utvikle seg mot en ren budkonkurranse i takt med at teknologien modnes og skaleres (ZERO, 2022, s. 23).

I en administrativ tildelingsprosess, som kan innebære vurdering og evaluering av flere kriterier, er det likevel viktig at ordningen ikke blir for kompleks og tidkrevende. Klarhet i kriteriene og transparens i prosessen er derfor også viktig for å sikre en kostnadseffektiv prosess (ZERO, 2022, s. 26). En søknadsprosedyre kan derfor være mer egnet hvis hovedmålet til myndighetene er å identifisere de mest effektive biokarbonprosjektene i forhold til hverandre, eller hvis det er et begrenset antall søkere. Dette er spesielt relevant ettersom biokarbonproduksjon fortsatt er i en tidlig utviklingsfase med få industrielle pilotanlegg. Uavhengig av hvilken tildelingsmetode som brukes, bør myndighetenes hovedmål være å maksimere effekten av deres subsidier for å akselerere overgangen til biokarbon.

Tabell 3 gir en oversikt over de viktigste fordelene og ulempene med de forskjellige aspektene som må hensyntas i utformingen av differansekontrakter knyttet opp mot dette spesifikke studiet:



<i>Aspekt</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Fordeler</i>	<i>Ulemper</i>
Ensidig vs Tosidig	I ensidige kontrakter er innehaver ikke forpliktet til å betale noe til staten dersom biokarbon kan selges til en pris over garantiprisen  I tosidige kontrakter er innehaver forpliktet til å betale differansen mellom referanseprisen og garantiprisen dersom referanseprisen overstiger garantiprisen	I ensidige kontrakter bærer myndighetene kun nedsiderisiko, mens innehaver får hele oppsiden  Tosidige kontrakter reduserer statens risiko ved å også ta en del av inntektene, reduserer risiko for overkompensasjon og understøtter kostnadseffektivitet	Ensidige kontrakter gir en betydelig økning i risiko for at innehaver blir overkompensert  Tosidige kontrakter kan skape et intensiv for å prioritere mengde fremfor kvalitet spesifikke ulemper med mindre de ikke utformes riktig
Utformet for Produsent vs Forbruker	Kontrakter kan være spesifikt utformet til fordel for produsenter ved å sikre faste inntekter  Kontrakter kan være spesifikt utformet til fordel for forbrukere ved å sikre fast pris på utslippsreduksjoner	Produsentfokusede kontrakter kan fremme investeringer i ny teknologi  Forbrukerfokusede kontrakter sikrer mot volatilitet i karbonpriser	Produsentfokusede kontrakter bør baseres på produktpris, men det eksisterer foreløpig ikke en veletablert pris for biokarbon  Forbrukerfokusede kontrakter kan by på koordineringsutfordringer og redusert forutsigbarhet for produksjonsleddet
Tildeling gjennom Anbudskonkurranse vs. Individuell Søknadsprosess	Anbudskonkurranse vinnes gjennom best pris eller vilkår  Individuelle søknadsprosesser tildeles etter evaluering av spesifikke kriterier	Anbudskonkurranser kan føre til mer kostnadseffektiv finansiering  Individuelle søknader kan tilpasse seg spesifikke prosjekter og behov	Anbudskonkurranser kan være mindre fleksible  Individuelle søknadsprosesser kan være mer tidkrevende og komplekse

Tabell 3 – Oppsummering av differansekontrakter

### 8.3 Evaluering av differansekontrakter

Når det gjelder å øke insentiver for utslippsreduksjoner, etablering av nye markeder og fremme grønn industriomstilling viser bruk av differansekontrakter et klart potensial for å redusere noen av de største barrierene for en overgang til biokarbon. Kontraktene kan effektivt redusere kostnadene assosiert med produksjon, og dermed overvinne en av de største hindringene for en rask overgang. Slike tiltak kan sikre økt lønnsomhet og bedre konkurranseevne fra start, noe som minimerer risikoen forbundet med de usikre og volatile forholdene. Implementering kan følgelig stimulere til økte investeringer i produksjon av biokarbon ved å redusere betydelige risikoer, og fremme oppstart og oppskalering av flere prosjekter. Dette er avgjørende, siden omfattende produksjon og skalerbarhet er nødvendig både for utslippsreduksjon og for kontinuerlig forbedring

---

av pyrolyseteknologi. Et resultat av dette vil være at produksjonskostnadene og behovet for subsidiering kan reduseres over tid.

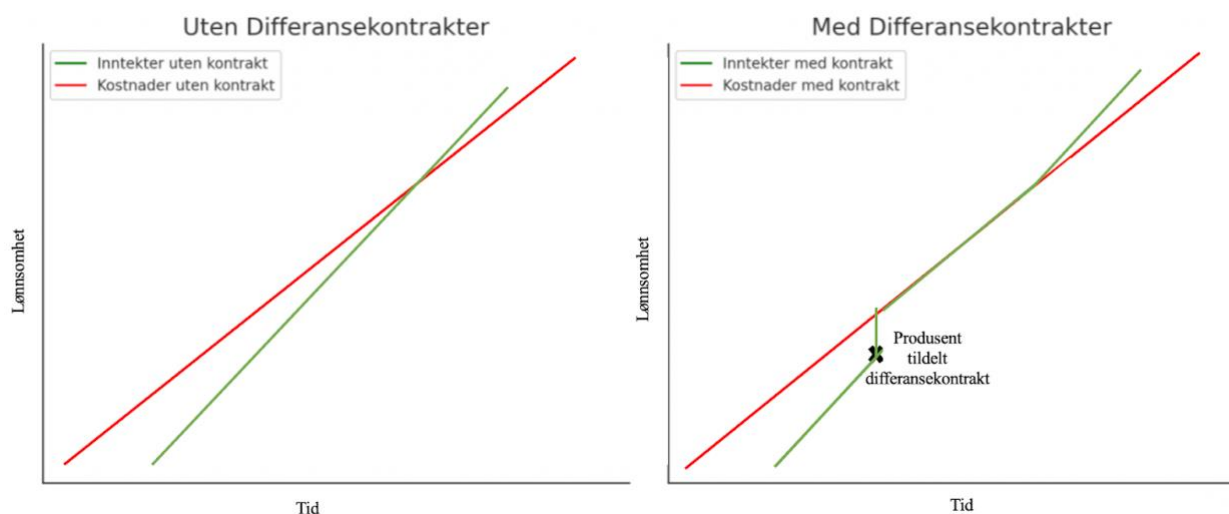
I hvilken grad differansekontrakter vil styrke investeringsinsentiver avhenger av hvordan de utformes. De kan enten skreddersys og tildeles direkte til biokarbonprodusenter eller til metallurgisk industri som anvender biokarbon. Når differansekontrakter rettes mot produsentene, sikres de en fast pris på produktet, noe som kan redusere risiko og usikkerhet knyttet til driftskostnader. Dette kan gjøre det lettere for produsenter å investere i oppskalering, som igjen kan føre til lavere priser for forbrukerne på grunn av økt tilbud og effektivitet i produksjonen. Hvis de derimot rettes mot forbrukerne, sikres de mot volatiliteten i karbonpriser ved å fastsette en stabil pris for utslippsreduksjoner. Det kan gjøre det mer økonomisk attraktivt å bytte til biokarbon på et tidligere tidspunkt før økte karbonavgifter gjør en overgang nødvendig. Derfor vurderes det å rette seg direkte mot produsenter som den mest effektive tilnærmingen for å akselerere en overgang, gitt at metallurgisk industri før eller siden må fase ut fossilt kull for å opprettholde sin konkurransevne. Det anbefales også at differansekontraktene er tosidig, hovedsakelig for å unngå den usymmetriske risikofordelingen i en ensidig modell og redusere risikoen for overkompensasjon.

Videre kan differansekontrakter effektivt forbedre konkurransevnen til biokarbon ved å minske prisbarrierene sammenlignet med fossilt kull. Dette oppnås ved å benytte prisen på fossilt kull inkludert avgifter som referansepris. På denne måten garanterer man at produsentene av biokarbon får en fastsatt garantipris per produserte enhet. I tillegg vil en differansekontrakt kunne fungere som en forpliktelse for myndighetene, som både reduserer prisgapet mellom grønne og fossile alternativer, og understreker deres dedikasjon til et grønt skifte og en ambisiøs bioøkonomistrategi. Disse funnene peker på at den mest hensiktsmessige referanseprisen for slike kontrakter vil være prisen på fossilt kull inkludert avgifter.

Avslutningsvis vil tildelingsmetoden for disse kontraktene være et viktig aspekt. En auksjon basert på konkurranse vil stimulere til økt konkurranse mellom prosjekter for å kunne bli tildelt differansekontrakten. Dette vil motivere deltakerne av auksjonen til å fokusere på innovative løsninger og utvikling av pyrolyseteknologi for å gjøre biokarbonproduksjon billigst mulig og dermed redusere behovet for subsidier. En slik auksjon kan derfor bidra til å overkomme både

økonomiske og teknologiske utfordringer. Imidlertid krever denne tilnærmingen en betydelig mengde konkurrenter for å få til en god auksjonsprosess, noe som for øyeblikket mangler. Derfor fremstår en alternativ metode, som involverer en søknadsprosess hvor myndighetene vurderer flere detaljerte kriterier for hvert prosjekt, som mer hensiktsmessig. Denne metoden anses å være gunstig der prosjekter vil vurderes basert på flere faktorer, og at man på den måten kan velge prosjektet som er best egnet. Selv om denne prosessen kan bli både kompleks og tidkrevende, vurderes dette som den foretrukne metoden i dagens situasjon. I fremtiden, med flere aktører og økt rivalisering i markedet, kan en auksjon bli mer aktuell.

Oppsummert vil differansekontrakter, med utgangspunkt i at de hensyntar de ovennevnte forholdene og utformes riktig, kunne redusere risiko forbundet med uforutsigbare merkostnader. Hovedårsaken til at differansekontrakter vil være effektivt for å akselerere biokarbonmarkedet er ikke fordi det ikke kommer til å bli lønnsomt på sikt, men for å gi produsentene en inntektsforutsigbarhet i en tidlig fase der biokarbonmarkedet er lite utbredt. Dette vises bedre i Figur 19. Over tid forventes det at markedet vil utvikle seg slik at markedsprisen blir høy nok til å støtte produksjon uten differansekontrakter. Imidlertid, gitt den umiddelbare nødvendigheten for biokarbon for å nå klimamål, vil differansekontrakter spille en sentral rolle.



Figur 18 - Lønnsomhet uten og med differansekontrakter

---

## 9 Konklusjon

Denne avhandlingen har gjennom to forskningsspørsmål forsøkt å evaluere en overgang til biokarbon som et reduksjonsmiddel i norsk metallurgisk industri. De to forskningsspørsmålene er:

*I hvilken grad legger makro- og konkurranseomgivelsene til rette for en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri?*

*Hvordan kan differansekontrakter bidra til å akselerere en overgang til biokarbon i norsk metallurgisk industri?*

Den utførte forskningen har vært en eksplorativ casestudie. Ved å utforske det nye biokarbonmarkedet og den norske metallurgiske industrien, har forskningen avdekket både muligheter og hindringer for en overgang til biokarbon, samt potensialet for verdiskaping og verdikapring. Studien baserer sine analyser og konklusjoner på en bred samling av data, som inkluderer både økonomiske og ikke-økonomiske faktorer, hovedsakelig innhentet fra sekundærdata og primærdata samlet gjennom intervjuer med relevante aktører. For øyeblikket støtter ikke de økonomiske forholdene en overgang til biokarbon, hovedsakelig på grunn av store investeringsbehov, høye priser på biokarbon, og risiko for merknader i oppstartsfasen for produsentene. Selv om det er prognoser som peker mot en økende konkurransevne i fremtiden, drevet av stigende karbonavgifter og forventet høy lønnsomhet i markedet, fører usikkerhetene knyttet til biokarbon til at mange aktører utsetter investeringsbeslutninger. Til tross for at regjeringens bioøkonomistrategi og økte støttesatser for biokarbon har medført forbedringer og utvikling av det nye biokarbonmarkedet, har overgangen så langt ikke den nødvendige hastigheten for å realisere klimamålene.

Avhandlingen viser at økonomisk støtte og finansieringspolitikk fra myndighetene, i form av differansekontrakter, vil være til stor hjelp for å akselerere overgangen til biokarbon. I disse kontraktene anses prisen på fossilt kull inkludert avgifter som en hensiktsmessig referansepris. Kontraktene bør være tosidige og tildeles gjennom en søknadsprosess, før de eventuelt kan gå over til en anbudskonkurranse etter hvert som flere produsenter etablerer seg i markedet.

---

Hvoviddt disse resultatene gjenspeiler den faktiske situasjonen for en overgang i metallurgisk industri, avhenger av de antagelsene som ligger til grunn for undersøkelsen og fremtidig utvikling i biokarbonmarkedet. Imidlertid indikerer makro- og konkurranseforholdene at Norge har potensial til å bli en pioner biokarbonmarkedet, og har et solid fundament for å utvikle konkurransefortrinn sammenlignet med andre land.

## **10 Begrensinger og fremtidig forskning**

### **10.1 Begrensninger i denne studien**

Avslutningsvis vil denne delen adressere de forenklingene og antagelsene som har blitt foretatt, og som kan utgjøre begrensninger i denne studien.

#### *Evaluering av resultater i PESTEL, Lønnsomhetstreet og Differansekontrakter*

Både PESTEL-rammeverket og Lønnsomhetstreet mangler mekanismer for måling og vektning i sin evaluering av identifiserte muligheter og barrierer, samt i vurdering av potensial for verdiskaping og verdikapring i det nye markedet. Dette fører til at de anvendte teoriene ikke gir retningslinjer for hvordan man bør balansere en mulighet mot en barriere, eller hvilke faktorer som er mest kritiske for å bestemme lønnsomheten i biokarbonmarkedet. Forfatterne har derfor selv måtte måtte vurdert omfanget av de ulike elementene, noe som kan ha resultert i kognitive skjevheter. Dette kan ha ført til at studien har blitt påvirket av forskernes egne synspunkter, noe som kan svekke verdien av funnene.

I analysen av differansekontrakter (CfD) manglet det også et teoretisk rammeverk. Denne delen tok utgangspunkt i funnene i PESTEL og Lønnsomhetstreet, og analysen måtte dermed struktureres etter hva som ble ansett som mest relevant. Fraværet av et teoretisk rammeverk kan ha ført til at analysen i større grad ble preget av forskernes forutinntatte meninger. Videre baserer analysen seg på ZERO sine funn om differansekontrakter for hydrogen. Dette kan ha påvirket resultatets kvalitet til tross for at hydrogen og biokarbon har mange fellestrekk.

#### *Intervjuobjekter*

Utredningens intervjuobjekter er aktører som blir ansett som relevant for å svare på de ulike forskningsspørsmålene. Utredningen mangler derimot perspektivet fra en representant fra metallurgisk industri. Dette kan ha medført at funnene i stor grad er preget av perspektiver fra

---

produsentsiden av biokarbon, mens synspunktene til de som faktisk skal bruke biokarbon ikke har blitt like godt representert. Hovedgrunnen til dette var eksisterende kontakt med Norsk Gjenvinning og Standard Bio (CRUDA). Vi ble anmodet om å ikke kontakte aktører i metallurgisk industri på grunn av pågående forhandlinger de hadde med disse selskapene gjennom semesteret. De uttrykte bekymring for at vår kontakt kunne påvirke forhandlingsdynamikken, gitt at markedet for tiden består av et begrenset antall produsenter og potensielle kunder. Dette var en anmodning som måtte respekteres, selv om det kunne ha hatt en innvirkning på studien, og kan dermed betraktes som en begrensning.

### *Teknologiske antagelser*

For å avgrense omfanget av analysen, ble det gjort spesifikke teknologiske antagelser, særlig med fokus på VGM sin prosessflyt og patenterte metoder. Det er verdt å merke seg, som tidligere nevnt, at aktører som CRUDA, som ennå ikke har startet pilotprosjekter, vurderer å gå inn i det tidlige stadiet av biokarbonmarkedet. Dermed er ikke den dominerende pyrolyseteknologien og produksjonsmetoden nødvendigvis etablert. Dette kan potensielt svekke relevansen av noen av funnene i avhandlingen.

### *Stadig utvikling av klimaavtaler*

Studien og dens konklusjoner er basert på tidligere klimaavtaler, særlig Parisavtalen. Disse avtalene er i kontinuerlig utvikling, og under klimatoppmøtet i Dubai den 13. desember 2023 ble det oppnådd en enighet om en utfasing av fossile energikilder. For første gang er det uttrykt en enighet i avtaleteksten om å bevege seg bort fra olje, kull og gass. Dette kan øke interessen og betalingsviljen for alternativer som biokarbon. Selv om det er vanskelig å integrere den kontinuerlige utviklingen av avtaler i denne studien, er det viktig å påpeke at disse kan påvirke relevansen av noen av studiens funn over tid.

## **10.2 Fremtidig forskning**

Det finnes ulike områder der funnene i denne studien kunne blitt utvidet. Først og fremst fokuserer denne avhandlingen kun på biokarbon som en løsning for klimautfordringene. Dette ble gjort for å holde studien håndterbar. Imidlertid vil det være opplysende å foreta en dypere sammenligning av biokarbons økonomiske bærekraft og fordeler sammenlignet med andre teknologier. Dette kan inkludere videre studier på BioCCS, karbonfangst og -lagring (CCUS), samt direkte luftfangst og

---

sekvestrering (DACs). Slike undersøkelser kan resultere i forskjellige slutninger om bruken av differansekontrakter og om politisk støtte burde rettes mot biokarbon, og hvordan tildeling av disse ressursene bør fordeles på sikt.

Med tanke på studiens omfang, begrenser denne forskningen seg til å utforske differansekontrakter. Dette anses som et virkemiddel myndighetene kan benytte for å fremme investeringer i overgangen til biokarbon, selv om det finnes mange andre politiske tiltak som kunne vært vurdert. Det ville derfor vært interessant å undersøke hvordan ulike virkemidler passer inn i det overordnede makro- og konkurransemiljøet for å finne den mest effektive måten å fremme overgangen. For eksempel kunne et veikart for politikimplementering, som viser en tidslinje for år ulike virkemiddel bør iverksettes, være til stor hjelp. Til å begynne med har fokuset vært på finansiering av pilotprosjekter for biokarbonprodusenter, men en kartlegging av fremtidige tiltak virker fornuftig for en vellykket storskala utrulling av biokarbon.

Avslutningsvis anbefaler avhandlingen bruk av fossilt kull inkludert avgifter som referansepris. Det vil derfor være spennende å undersøke om konklusjonene endres ved å knytte referanseprisen til CO<sub>2</sub>-prisen. Dette ble ikke utforsket i studien, da det ville kreve en beregning av kostnad per CO<sub>2</sub>-reduksjon gjennom en estimert CO<sub>2</sub>-reduksjon ved å bytte fra fossilt kull til biokarbon. En innvending mot slike differansekontrakter kan derfor være at det er risiko for å finansiere biokarbonproduksjon som reduserer utslipp i andre land, ikke bare i Norge. Det ville derfor vært interessant å se hvordan de totale reduksjonskostnadene kunne variert under forskjellige stedsspesifikke forhold. Det vil imidlertid være svært tidkrevende og vil kreve deltakelse fra aktørene i metallurgisk industri.

Videre forskning kan også inkludere undersøkelser av markedets villighet til å betale for biokarbon og mer bærekraftige metaller. Slik forskning var ikke mulig per dags dato, ettersom det ikke finnes en etablert markedspris for biokarbon og det er knyttet stor usikkerhet til om sluttkunde er villig til å betale mer. Slik forskning ville tilført større grad av nøyaktighet og pålitelighet til studiens resultater.

## 11 Litteraturliste

- Aaberg, R. J. (2022). *An industrial park in Oslo region*. Retrieved from Treklyngen:  
<https://www.treklyngen.no>
- Aarø, I. (2018). *Skog en viktig del av klimaløsningen*. Retrieved from Norges Skogeierforbund:  
<https://skog.no/wp-content/uploads/2018/09/Skog-en-viktig-del-av-klimaløsningen.pdf>
- Aasland, S. G. (2023). *Kortreist klimapolitikk*. Retrieved from DN:  
<https://www.dn.no/samfunn/klima/klimapolitikk/subsidier/kortreist-klimapolitikk/2-1-1499884>
- Adolfson, C. (2023). *Vow Green Metals søker om tillatelse til drift av pyrolyseanlegg*. Retrieved from Vow Green Metals: <https://www.miljodirektoratet.no/hoeringer/2023/juli-2023/vow-green-metals-soker-om-tillatelse-til-drift-av-pyrolyseanlegg/>
- Agrawala, S. (2018). *Global Material Resources Outlook to 2060 Economic drivers and environmental consequences*. Retrieved from OECD:  
<https://www.oecd.org/environment/waste/highlights-global-material-resources-outlook-to-2060.pdf?fbclid=IwAR1X5DPEEorytArpBN6odCmLB1GVQuA1hh63oEftVBd8Yx4BCKdnBiiYSAg>
- Badin, H. (2023). *Vow ASA: Order received to double production capacity at VGM's Follum factory*. Retrieved from NTB Kommunikasjon:  
<https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/18004438/vow-asa-order-received-to-double-production-capacity-at-vgms-follum-factory?publisherId=4954260>
- Bellona. (2020). *25 ÅRS FORSKNING PÅ BIOKARBON; - SKJER DET NOE SNART?* Retrieved from Bellona: <https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2020/12/Aasgeir-Valderhaug-25-års-forskning-på-biokarbon-Skjer-det-noe-snart.pdf>
- Bellona. (2020). *Gjennombrudd for ny løsning i klimakampen*. Retrieved from Bellona:  
<https://bellona.no/nyheter/avfall-og-gjenvinning/2020-12-gjennombrudd-for-ny-losning-i-klimakampen>
- Bellona. (2021). *Biokarbon i prosessindustrien: Hvor langt er vi kommet?*. Retrieved from Bellona: <https://bellona.no/nyheter/industri/2021-01-biokarbon-i-prosessindustrien-hvor-langt-er-vi-pa-vei>
- Benjaminsen, C. (2016). *Fjerner CO2 fra naturens kretslop*. Retrieved from Forskning.no:  
<https://www.forskning.no/sintef-partner-miljoteknologi/fjerner-co2-fra-naturens-kretslop/440093>
- Biokullnettverk, N. (2023). *Regulatoriske rammer for produksjon og bruk av biokull i Norge*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk:  
[https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/623b14c3e866b021ce69b518/1648039108382/Regulatoriske+rammer+for+biokull+i+Norge\\_lang.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/623b14c3e866b021ce69b518/1648039108382/Regulatoriske+rammer+for+biokull+i+Norge_lang.pdf)



- Birkelund, H., & Jacobsen, J. (2023). *Derfor raser LO-toppen over statsbudsjettet*. Retrieved from FriFagbevegelsen: <https://frifagbevegelse.no/nyheter/derfor-raser-lotoppen-over-statsbudsjettet-6.158.993840.2737e092c7>
- Bjørndal, J. (2023). *Biokull seiler opp*. Retrieved from Norsk skogbruk: <https://norsk-skogbruk.no/industri/biokull-seiler-opp/>
- Breakthrough Energy. (2023). *The Green Premium*. Retrieved from Breakthrough Energy: <https://breakthroughenergy.org/our-approach/the-green-premium/>
- Bruvoll, A., & Lindhjem, H. (2021). *SETT PRIS PÅ KLIMAET - ØKT AKSEPT FOR AVGIFTER SOM VIRKER*. Retrieved from Menon Economics: <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2021-01-Sett-pris-på-klimaet-økt-aksept-for-avgifter-som-virker-2.pdf>
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods*. New York: Oxford University Press.
- Bye, B., & Rosendahl, K. E. (2012). *Karbonlekkasje: Årsaker og virkemidler*. Retrieved from SSB: <https://ssb.brage.unit.no/ssb-xmlui/bitstream/handle/11250/178112/karbonlekkasje.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Byenstuen, L., & Hentschel, J. (2022). *Hvordan kan differansekontrakter bidra til å utvikle et norsk hydrogenmarked?* Retrieved from Thema: <https://thema.no/nyheter/hvordan-kan-differansekontrakter-bidra-til-a-utvikle-et-norsk-hydrogenmarked/>
- CBI. (2021). *Enabling a High Renewable, Net Zero Electricity System: Call for Evidence*. Retrieved from CBI: <https://www.cbi.org.uk/media/6410/cbi-response-to-beis-enabling-a-high-renewable-net-zero-electricity-system.pdf>
- Choi, Y., Chen, K., & Marsh, T. (2020). *Consumer preference for bio-based batteries*. Retrieved from Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/cb.1827>
- Civita. (2022). *Karbonavgift*. Retrieved from Civita: <https://civita.no/politisk-ordbok/karbonavgift/>
- Dalen, M. (2004). *Intervju som forskningsmetode - en kvalitativ tilnærming*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Danbolt, I. L. (2023). *Klimaendringer*. Retrieved from Fn-Sambandet: <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- DanskeBank. (2018). *En investering med grønn avkastning*. Retrieved from DanskeBank: [https://danskebank.no/-/media/pdf/danske-bank/no/markets/parvest-climateimpact\\_no.pdf?rev=ae638ee00f84403cb3b435f10302af9a&hash=2294DC7F16FCB24994EE1C28D53C70FF](https://danskebank.no/-/media/pdf/danske-bank/no/markets/parvest-climateimpact_no.pdf?rev=ae638ee00f84403cb3b435f10302af9a&hash=2294DC7F16FCB24994EE1C28D53C70FF)
- Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2022). *EVALUATION OF THE CONTRACTS FOR DIFFERENCE SCHEME*. Retrieved from OGL: [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/627e3c4be90e0721b3675f3d/CfD\\_evaluation\\_phase\\_1\\_final\\_report.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/627e3c4be90e0721b3675f3d/CfD_evaluation_phase_1_final_report.pdf)
- Elkem. (2018). *Climate strategy*. Retrieved from Elkem: <https://www.elkem.com/sustainability/climate-strategy/>
- Elkem. (2023). *Elkem to build biocarbon pilot plant in Canada*. Retrieved from Elkem: <https://www.elkem.com/no/presserom/nyheter/article/?itemid=2E9145D5839266E7>

- 
- Elkem. (2023). *Norwegian state budget for 2024 and impacts on Elkem*. Retrieved from Elkem: <https://www.elkem.com/no/investor/announcements/announcement/?itemid=3727155B8AC736FD>
- Elkem. (2023). *Third Quarter results 2023*. Retrieved from Elkem: <https://cdn.prod.nntech.io/fundamentals-file-proxy/quartr/pdf/96d5fb3218abdb97b7ca99dcde2a8a11.pdf>
- Energifakta Norge. (2023). *AVGIFTER OG KVOTEPLIKT*. Retrieved from Energifakta Norge: <https://energifaktanorge.no/et-baerekraftig-og-sikkert-energisystem/avgifter-og-kvoteplikt/>
- Enova. (2022). *Fossilfri prosessindustri*. Retrieved from Enova: <https://2022.enova.no/artikkel/fossilfri-prosessindustri>
- Equinor. (2023). *Northern Lights*. Retrieved from Equinor: <https://www.equinor.com/no/energi/northern-lights>
- European Commission. (2023). *The Net-Zero Industry Act: Accelerating the transition to climate neutrality*. Retrieved from European Commission: [https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en)
- Eyde-klyngen. (2023). *Om Eyde-klyngen*. Retrieved from Eyde-klyngen: <https://www.eydecluster.com/no/om-eyde-klyngen/>
- Financo. (2020). *Investeringer i løsningselskaper – Kan man få i pose og sekk?* Retrieved from Financo: <https://www.finansco.no/blog/investeringer-i-losningselskaper/>
- Finborud, J. (2021). *Grønt industriselskap sikrer titalls millioner i prosjektstøtte*. Retrieved from Finansavisen: <https://www.finansavisen.no/nyheter/industri/2021/05/12/7672969/gront-industriselskap-sikrer-titalls-millioener-i-prosjektstotte>
- Fjærvoll-Larsen, A., & Skisaker, J. (2022). *Contracts for Difference in Shipping: The Zero-Emissions Catalyst?* Retrieved from Wikborg Rein: <https://www.wr.no/aktuelt/contracts-for-difference-in-shipping-the-zero-emissions-catalyst>
- FN-Sambandet. (2023). *Stoppe klimaendringene*. Retrieved from FN-Sambandet: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/stoppe-klimaendringene>
- FornybarNorge. (2021). *Anbefalinger for flaggskipsprosjekter for storskala produksjon av grønt hydrogen*. Retrieved from FornybarNorge: <https://www.fornybarnorge.no/contentassets/5e017d3e98df4558b87f35cb53b5963d/hydrogen---anbefalinger-fra-nho-arbeidsgruppe.pdf>
- Gemini, C. B. (2016). *Fjerner CO2 fra naturens kretsløp*. Retrieved from TU: <https://www.tu.no/artikler/forskning-fjerner-co2-fra-naturens-kretsløp/276819>
- Gerres, T., & Linares, P. (2020). *Carbon Contracts for Differences: their role in European industrial decarbonization*. Retrieved from Climate Friendly Materials Platform: [https://climatestrategies.org/wp-content/uploads/2021/03/Carbon-Contracts\\_CFMP-Policy-Brief-2020.pdf](https://climatestrategies.org/wp-content/uploads/2021/03/Carbon-Contracts_CFMP-Policy-Brief-2020.pdf)

- 
- Gerres, T., & Linares, P. (2022). *Carbon Contracts for Differences (CCfDs) in a European context*. Retrieved from Climate Strategies: [https://henrike-hahn.eu/files/upload/aktuelles/dateien/Study\\_CCfD\\_Henrike-Hahn\\_6.2022.pdf](https://henrike-hahn.eu/files/upload/aktuelles/dateien/Study_CCfD_Henrike-Hahn_6.2022.pdf)
- Ghauri, P. N. (2020). *Reserach methods in business studies* (Fifth Edition). New York: Cambridge Univeristy Press.
- Grønli, M. (2016). *Industrial production of charcoal*. Trondheim: SINTEF Energy Research.
- Haltebrekken, L., Kjerstad, B. O., & Kaski, K. E. (2023). *Representantforslag om klimatiltak som monner*. Retrieved from Stortinget: <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Representantforslag/2022-2023/dok8-202223-202s/?all=true>
- Haugaland Vekst. (2022). *Skal fange 70% av karbonutslippene*. Retrieved from Haugaland Vekst: <https://haugalandvekst.no/skal-fange-70-av-karbonutslippene/>
- Hauge, F., & Badin, H. (2020). *Gjennombrudd for ny løsning i klimakampen*. Retrieved from Bellona: <https://bellona.no/nyheter/avfall-og-gjenvinning/2020-12-gjennombrudd-for-ny-losning-i-klimakampen>
- Håvik, J. (2023). *Samarbeidskomiteene for elektrokjemisk og aluminium: – Stopp kuttet i CO2-kompensasjonen*. Retrieved from Industri Energi: <https://industrienergi.no/nyhet/samarbeidskomiteene-for-elektrokjemisk-og-aluminium-stopp-kuttet-i-co2-kompensasjonen/>
- Hegnes, A. W. (2019). *Ombruk av tre*. Retrieved from Nibio: <https://www.nibio.no/prosjekter/fremtre>
- Hentschel, J. (2021). *Slik får vi fart på hydrogen i industrien DIFFERANSEKONTRAKTER FOR KARBON*. Retrieved from ZERO - THEMA Consulting Group: Carbon Contracts for Differences: their role in European industrial decarbonization
- Hjukse, A. K., & Holmsen, R. (2022). *Nytt norsk klimamål på minst 55 prosent*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nytt-norsk-klimamal-pa-minst-55-prosent/id2944876/>
- Hoffman, C., Hoey, M., & Zeumer, B. (2020). *Decarbonization challenge for steel*. Retrieved from Mckinsey & Company: [https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/decarbonization-challenge-for-steel?fbclid=IwAR0th\\_kagcxsIy9NO6XIe2fTzNE2NLg3WCJcG5NY22EzW7Kf2lcZQbWyz3I](https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/decarbonization-challenge-for-steel?fbclid=IwAR0th_kagcxsIy9NO6XIe2fTzNE2NLg3WCJcG5NY22EzW7Kf2lcZQbWyz3I)
- Hovedfunn i første del i sjette hovedrapport*. (2022). Retrieved from Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/fns-klimapanel-ipcc/dette-sier-fns-klimapanel/sjette-hovedrapport/hovedfunn-forste-del-sjette-hovedrapport/>
- Hovland, K. M. (2023). *Elkem i minus i tredje kvartal*. Retrieved from E24: <https://e24.no/boers-og-finans/i/76zPj4/elkem-i-minus-i-tredje-kvartal>
- Hovland, K. M. (2023). *Industritopper kritiske til CO<sub>2</sub>-grep: – Skuffet og overrasket*. Retrieved from E24: <https://e24.no/energi-og-klima/i/Kn4mqG/industritopper-kritiske-til-co-grep-skuffet-og-overrasket>

- Ibenholt, K., & Grorud, C. (2012). *Hvite sertifikater og elsertifikater*. Retrieved from Vista Analyse: [https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/5838/va\\_rapport\\_2012-10\\_hvite\\_sertifikater\\_og\\_elsertifikater.pdf](https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/5838/va_rapport_2012-10_hvite_sertifikater_og_elsertifikater.pdf)
- IEA. (2020). *Iron and Steel Technology Roadmap*. Retrieved from IEA: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>
- Industri Energi. (2023). *Spørsmål og svar om CO2-kompensasjon*. Retrieved from Industri Energi: <https://industrienergi.no/nyhet/sporsmal-og-svar-om-co2-kompensasjon/>
- Innovasjon Norge. (2018). *Tilskudd til bioøkonomiprojekter*. Retrieved from Innovasjon Norge: <https://www.innovasjon norge.no/tjeneste/tilskudd-til-bioekonomiprojekter>
- IPCC. (2023). *Observed Changes and their Causes*. Retrieved from IPCC: [https://ar5-syr.ipcc.ch/topic\\_observedchanges.php](https://ar5-syr.ipcc.ch/topic_observedchanges.php)
- Key aspects of the Paris Agreement*. (n.d.). Retrieved from United Nations: <https://unfccc.int/most-requested/key-aspects-of-the-paris-agreement>
- Kirkerud, J. G. (2023). *LANGSIKTIG KRAFTMARKEDSANALYSE 2023*. Retrieved from NVE: [https://publikasjoner.nve.no/rapport/2023/rapport2023\\_25.pdf](https://publikasjoner.nve.no/rapport/2023/rapport2023_25.pdf)
- Kommunikasjonsavdelingen. (2023). *Næringsklynger*. Retrieved from KS: <https://www.ks.no/fagomrader/samfunnsutvikling/miljo/sirkular-okonomi/gode-eksempler/naringsklynger/>
- Lahn, B. (2022). *FNs klimakonvensjon*. Retrieved from SNL: [https://snl.no/FNs\\_klimakonvensjon](https://snl.no/FNs_klimakonvensjon)
- Lang, Å. (2019). *Det kan fortsatt hogges mer skog i Norge*. Retrieved from Norges Skogeierforbund: <https://skog.no/det-kan-fortsatt-hogges-mer-skog-i-norge/>
- Leyen, V. d. (2023). *EU vil styrke innsatsen for grønn industri*. Retrieved from Investornytt: <https://investornytt.no/von-der-leyen-eu-vil-styrke-innsatsen-for-gronn-industri/>
- Li, T., & McCluskey, J. (2017). *Consumer preferences for second-generation bioethanol*. Retrieved from ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988316303048>
- Lien, L. B., Knudsen, E. S., & Baardsen, T. Ø. (2016). *Strategiboken*. Fagbokforlaget.
- Lieng, J.-B. (2023). *EUs taksonomi og handlingsplan for bærekraftig finans*. Retrieved from NHO: <https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/artikler/eus-taksonomi-og-handlingsplan-for-barekraftig-finans/>
- Lincoln, Y., & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry* (Vol. 75). Sage.
- Lindum. (2023). *Trevirke som fremtidsressurs*. Retrieved from Lindum: <https://lindum.no/tjenester/trevirke#Kverningavreturtre>
- Lingjærde, M. (2022). *Havvind kan subsidieres med differansekontrakter – slik fungerer de*. Retrieved from Europower: <https://www.europower.no/kraftmarked/havvind-kan-subsidieres-med-differansekontrakter-slik-fungerer-de/2-1-1367851>
- Lorentzen, M. (2020). *Elkem vil bygge pilotanlegg for biokarbon i Canada*. Retrieved from E24: <https://e24.no/energi-og-klima/i/JJ1WqP/elkem-vil-bygge-pilotanlegg-for-biokarbon-i-canada>

- 
- Løvås, G. (2023). *Kortsiktig Markedsanalyse 2023-28*. Retrieved from Statnett: <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/kma/kortsiktig-markedsanalyse-kma-2023-2028.pdf>
- Løvås, G. G. (2023). *Langsiktig markedsanalyse*. Retrieved from Statnett: <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/lma/langsiktig-markedsanalyse-2022-2050.pdf>
- Mazzacato, M. (2019). *GOVERNING MISSIONS Governing Missions in the European Union*. Retrieved from European Commission: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2019-07/ec\\_rtd\\_mazzucato-report-issue2\\_072019.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2019-07/ec_rtd_mazzucato-report-issue2_072019.pdf)
- Melvær, M., & Kleppe, B. (2022). *Biokarbon som klimaløsning i industri Kan kutte to prosent av Norges klimagassutslipp innen 2030 og sikre arbeidsplasser*. Retrieved from Bellona: <https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2022/02/Biokarbon-som-klimaløsning-i-industri-ENDELIG.pdf>
- Miljødirektoratet. (2019). *EUs system for klimakvoter*. Retrieved from Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimakvoter/eus-klimakvotesystem/>
- Miljødirektoratet. (2023). *Industrien kan fjerne CO2 med nye virkemidler*. Retrieved from Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2023/mars-2023/industrien-kan-fjerne-co2-med-virkemidler/>
- Miljødirektoratet. (2023). *Norske utslipp og opptak av klimagasser*. Retrieved from Miljøstatus: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>
- Miljødirektoratet. (2023). *Utslipp og opptak av klimagasser i Norge*. Retrieved from Miljøstatus: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>
- Moen, H. I. (2021). *Prosess21 Hovedrapport*. Retrieved from Prosess21: [https://www.prosess21.no/contentassets/d4c74305ab764cf2b24f3f61f0514f5d/prosess21\\_rapport\\_hovedrapport\\_web-1.pdf](https://www.prosess21.no/contentassets/d4c74305ab764cf2b24f3f61f0514f5d/prosess21_rapport_hovedrapport_web-1.pdf)
- Mørk, M. (2022). *CO2-fjerning - Løsningen som tar oss til null*. Retrieved from Zero: [https://zero.no/wp-content/uploads/2022/10/Co2\\_fjerning\\_rapport\\_nettside.pdf](https://zero.no/wp-content/uploads/2022/10/Co2_fjerning_rapport_nettside.pdf)
- NHO. (2021). *Verdiskaping i biobaserte næringer - Hvordan utløse industrielle satsinger i biobaserte verdikjeder?* Retrieved from NHO: [https://www.nho.no/contentassets/ca5e977a0e14487fbdc9a8f6cdbc8c27/biobaserte-verdikjeder---august-2021\\_endelig.pdf](https://www.nho.no/contentassets/ca5e977a0e14487fbdc9a8f6cdbc8c27/biobaserte-verdikjeder---august-2021_endelig.pdf)
- NHO. (2022). *Mot bioøkonomien - NHOs innspill til et nytt internasjonalt og konkurransedyktig næringsliv*. Retrieved from Næringslivets Hovedorganisasjon: <https://www.nho.no/contentassets/2f64486ba1fd403c8e09488fe5201832/mot-bioekonomi.pdf>
- Nilsen, P. J. (2020). *VALORISING WASTE, DECARBONIZING INDUSTRIES*. Retrieved from Bellona: <https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2021/01/7.-Pål-Jahre-Nilsen-VOW.pdf>

- 
- Nobio. (2023). *EU-landene enige om revidert fornybardirektiv (RED III)*. Retrieved from Nobio: <https://nobio.no/eu-landene-enige-om-revidert-fornybardirektiv-red-iii/>
- Nordic Energy Research. (2018). *FROM MITIGATION TO NEGATIVE EMISSIONS: THE CASE FOR BIO-CCS IN THE NORDICS*. Retrieved from Bellona: [https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2018/06/From-Mitigation-to-Negative-Emissions\\_The-Case-for-Bio-CCS-in-the-Nordics.pdf](https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2018/06/From-Mitigation-to-Negative-Emissions_The-Case-for-Bio-CCS-in-the-Nordics.pdf)
- Norges Bank. (2022). *Avgifter på utslipp er fortsatt lave som andel av produksjonsverdi*. Retrieved from Norges Bank: <https://www.norges-bank.no/bankplassen/arkiv/2022/avgifter-pa-utslipp-er-fortsatt-lave-som-andel-av-produksjonsverdi/#:~:text=Norge%20innførte%20en%20avgift%20på,kroner%20per%20tonn%20CO2-ekvivalenter>
- Norges Forskningsråd. (n.d.). *Bioøkonomi – felles handlingsplan for forskning og innovasjon*. 2019: Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Siva.
- Norges Skogeierforbund. (2018). *Skog En viktig del av klimaløsningen*. Retrieved from Norges Skogeierforbund: [https://skog.no/wp-content/uploads/2018/09/Skog-en-viktig-del-av-klimaløsningen.pdf?fbclid=IwAR1LPyFH\\_VAmwb8pzHukuQOH04PHGjyAhl6HZm5bt6aSJJa7d7kyUXSJg](https://skog.no/wp-content/uploads/2018/09/Skog-en-viktig-del-av-klimaløsningen.pdf?fbclid=IwAR1LPyFH_VAmwb8pzHukuQOH04PHGjyAhl6HZm5bt6aSJJa7d7kyUXSJg)
- Norges Skogeierforbund. (2019). *Skog og klima*. Retrieved from Norges Skogeierforbund: <https://www.skog.no/skogfaglig/skog-og-klima/>
- Norsk Biokullnettverk. (2019). *Biokull fra skogsavfall og returvirke*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: <https://www.biokull.info/nyheter/biokull-fra-skogsavfall-og-returvirke>
- Norsk Biokullnettverk. (2020). *Biokarbon i metallurgisk prosessindustri*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: <https://www.biokull.info/ulike-bruksomrder-for-biokull-1/1-biokarbon-i-metallurgisk-prosessindustri>
- Norsk Biokullnettverk. (2022). *Biokull i tråd med bærekraft*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: [https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/623b1427b0ccd411dc69dd5e/1648038956625/Biokull+i+tråd+med+bærekraft\\_Norsk+Biokullnettverk\\_2022.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/623b1427b0ccd411dc69dd5e/1648038956625/Biokull+i+tråd+med+bærekraft_Norsk+Biokullnettverk_2022.pdf)
- Norsk Biokullnettverk. (2022). *EUs Taksonomi Status og veien videre*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: <https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/624c1b3bc8492442619fdeae/1649154877356/EUs+Taksonomi-+status+og+veien+videre.pdf>
- Norsk Biokullnettverk. (2023). «*Green House har vært en sentral pådriver for biokull-saken i Norge*». Retrieved from Norsk Biokullnettverk: <https://www.greenhouse.bio/norsk-biokullnettverk>
- Norsk Biokullnettverk. (2023). *Biokullportalen*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: <https://www.biokullportalen.no/hvem-er-vi>
- Norsk Biokullnettverk. (2023). *Hvordan produsere biokull?* Retrieved from Norsk Biokullnettverk: <https://www.biokull.info/produsere-biokull>

- 
- Norsk Biokullnettverk. (2023). *Medlemmer*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: <https://www.biokull.info/medlemmer>
- Norsk Biokullnettverk. (2023). *Regulatoriske rammer for produksjon og bruk av biokull i Norge*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: [https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/623b14c3e866b021ce69b518/1648039108382/Regulatoriske+rammer+for+biokull+i+Norge\\_lang.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/623b14c3e866b021ce69b518/1648039108382/Regulatoriske+rammer+for+biokull+i+Norge_lang.pdf)
- Norsk biokullnettverk. (2023). Retrieved from Norsk biokullnettverk: <https://www.biokull.info>
- Norsk Biokullnettverk. (2020). *Biokarbon i metallurgisk prosessindustri*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: <https://www.biokull.info/ulike-bruksomrder-for-biokull-1/1-biokarbon-i-metallurgisk-prosessindustri>
- Norsk Industri. (2016). *Veikart for prosessindustrien*. Retrieved from Norsk Industri: [https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/veikart-for-prosessindustrien\\_web.pdf](https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/veikart-for-prosessindustrien_web.pdf)
- Norsk Industri. (2023). *Infoplak om CO2-kompensasjon*. Retrieved from Norsk Industri: <https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/infoplak-om-co2-kompensasjon-sept-2023.pdf>
- Norsk Industri. (2023). *Verdens første karbonfangstpilot for smelteverk offisielt åpnet*. Retrieved from Norsk Industri: <https://www.norskindustri.no/dette-jobber-vi-med/energi-og-klima/aktuelt/verdensnyhet-offisielt-apnet-i-mo-industripark/>
- Norsk Klimastiftelse. (2022). *Metallurgisk industri*. Retrieved from Tilnull: Norsk Klimastiftelse: [https://www.tilnull.no/klimagassutslipp/INDUSTRY/INDUSTRY\\_METAL](https://www.tilnull.no/klimagassutslipp/INDUSTRY/INDUSTRY_METAL)
- Norskog. (2021). *Råstoffbehovet og tømmermarkedet i fokus på SKOGFORUM på Honne*. Retrieved from Norskog: <https://www.norskog.no/nytt-fra-norskog-forsiden-og-egen-side/rastoffbehovet-og-tommermarkedet-i-fokus-pa-skogforum-pa-honne/>
- Oslo Economics. (2022). *Industrien: Etterspørsel etter kraft, beslutningsfaktorer og energieffektivisering*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/contentassets/5f15fcec3143d1bf9cade7da6afe6e/no/sved/vedlegg3.pdf>
- Øystese, K. Å. (2022). *Her skal utslippene kuttes med 4,3 millioner tonn*. Retrieved from Energi og Klima: <https://www.energiogklima.no/nyhet/her-skal-utslippene-kuttes-med-43-millioner-tonn>
- Pahle, M., & Sitarz, J. (2022). *The EU-ETS price through 2030 and beyond: A closer look at drivers, models and assumptions Input material and takeaways from a workshop in Brussels*. Retrieved from Kopernikus-Projekt Ariadne: [https://ariadneprojekt.de/media/2023/01/Ariadne-Documentation\\_ETSWorkshopBruessel\\_December2022.pdf](https://ariadneprojekt.de/media/2023/01/Ariadne-Documentation_ETSWorkshopBruessel_December2022.pdf)
- Parr, O. S. (2022). *Prissjokket vil trolig spre seg som en tsunami verden over*. Retrieved from Finansavisen: <https://www.finansavisen.no/nyheter/energi/2022/03/10/7834022/rystad-energi-om-kullprisene-the-sky-s-the-limit>

- 
- Peters, G. (2017). *Do we need carbon capture and storage?* Retrieved from Energi og Klima: <https://www.energiogklima.no/articles-in-english/do-we-need-carbon-capture-and-storage>
- Peters, G. (2017). *Love it or hate it: Here's three reasons why we still need CCS.* Retrieved from Cicero: <https://cicero.oslo.no/no/artikler/love-it-or-hate-it-here-s-three-reasons-why-we-still-need-ccs>
- Post-Melbye, A. M., & Schjølset, S. (2022). *ZEROs innspill til Bionova.* Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/contentassets/6284f2874caf4235b4552c5237d76a92/innspill-fra-zero.pdf>
- Process Worldwide. (2022). *Elkem Shuts Down Two Furnaces to Curtail Production in Norway.* Retrieved from Process worldwide: <https://www.process-worldwide.com/elkem-shuts-down-two-furnaces-to-curtail-production-in-norway-a-7e0a144611fe34e0af9687e8a0ea6652/>
- Prosess21. (2020). *Biobasert Prosessindustri Prosess21 Ekspertgrupperapport.* Retrieved from Prosess21: [https://www.prosess21.no/contentassets/8fdf5202cb224ce0bb2cf1aa1a9a9384/prosess21\\_biobasert-prosessindustri\\_ekspertgrupperapport\\_def.pdf](https://www.prosess21.no/contentassets/8fdf5202cb224ce0bb2cf1aa1a9a9384/prosess21_biobasert-prosessindustri_ekspertgrupperapport_def.pdf)
- Prosess21. (2020). *Karbonfangst Prosess21 CO2-håndteringsrapport.* Retrieved from Prosess21: [https://www.prosess21.no/contentassets/39713b28868a41858fc2c8a5ff347c0b/prosess21\\_co2-handteringsrapport\\_def\\_091120.pdf](https://www.prosess21.no/contentassets/39713b28868a41858fc2c8a5ff347c0b/prosess21_co2-handteringsrapport_def_091120.pdf)
- Prosess21. (2020). *Kompetanse Prosess21 Ekspertgrupperapport.* Retrieved from Prosess21: [https://www.prosess21.no/contentassets/39713b28868a41858fc2c8a5ff347c0b/prosess21\\_ekspertgrupperapport\\_kompetanse\\_010621.pdf](https://www.prosess21.no/contentassets/39713b28868a41858fc2c8a5ff347c0b/prosess21_ekspertgrupperapport_kompetanse_010621.pdf)
- Prosess21. (2020). *Ny prosessteknologi med redusert karbonavtrykk inkl. CCU - Prosess21 ekspertgrupperapport.* Retrieved from Prosess21: [https://www.prosess21.no/contentassets/3fd14f33bbfc40ff93f0fcf4402bd7ea/p21\\_rapport\\_ny-prosessteknologi\\_web-1.pdf](https://www.prosess21.no/contentassets/3fd14f33bbfc40ff93f0fcf4402bd7ea/p21_rapport_ny-prosessteknologi_web-1.pdf)
- Prosess21. (2021). *Prosess21 Veikart Muligheter og utfordringer ved å nå netto null utslipp fra norsk prosessindustri innen 2050.* Retrieved from Prosess21: [https://www.regjeringen.no/contentassets/ab557e6446d84b1c9c348c9912b47535/210120-prosess21\\_veikart\\_rapport.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/ab557e6446d84b1c9c348c9912b47535/210120-prosess21_veikart_rapport.pdf)
- Regjeringen. (2020). *CO2-avgiften.* Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/veibruksavgift-pa-drivstoff/co2-avgiften/id2603484/>
- Regjeringen. (2022). *Innspill til etablering og utforming av Bionova fra Norsk Biokullnettverk.* Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/contentassets/6284f2874caf4235b4552c5237d76a92/innspill-fra-norsk-biokullnettverk.pdf>



- 
- Regjeringen. (2022). *Prop. 1 S (2021–2022)*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-20212022/id2875033/?ch=3>
- Regjeringen. (2022). *Prosessindustrien*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/gront-industriloft/prosessindustrien/id2920300/>
- Regjeringen. (2022). *Regjeringen foreslår gulv for CO<sub>2</sub>-kompensasjonsordningen*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringen-foreslar-gulv-for-co2-kompensasjonsordningen/id2932291/>
- Regjeringen. (2022). *Regjeringen ønsker innspill om Bionova*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringen-onsker-innspill-om-bionova/id2901334/>
- Regjeringen. (2023). *CBAM*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2021/des/cbam/id2892034/>
- Regjeringen. (2023). *Klimaendringer og norsk klimapolitikk*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>
- Regjeringen. (2023). *Pollution Control Act*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/pollution-control-act/id171893/>
- Regjeringen. (2023). *Revidert fornybardirektiv*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2022/sep/revidert-fornybardirektiv/id2929288/>
- Regjeringen. (2023). *Veikart 2.0: Grønt industriløft*. Retrieved from Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/veikart-2.0-gront-industriloft/id2996119/>
- Riise, T., & Senstad, P. (2020). *Norsk skog på tanken: Kampen om råstoffet Det finnes ikke nok råstoff for alle planene om å lage biodrivstoff av norsk skog. Hva skjer da?* Retrieved from Harvest: <https://www.harvestmagazine.no/pan/biodrivstoff-fra-norsk-skog-kampen-om-restene>
- Riise, T., & Senstad, P. (2023). *Norsk skog på tanken: Kampen om råstoffet*. Retrieved from Harvest: <https://www.harvestmagazine.no/pan/biodrivstoff-fra-norsk-skog-kampen-om-restene>
- Robson, C. (2002). *Real World Research (2 ed.)*. Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Ruud, H. N. (2021). – *Her ser jeg gull, Iselin!* Retrieved from Viken Skog: <https://www.viken.skog.no/aktuelt/artikler/--her-ser-jeg-gull>
- Saunders, M. (2016). *Research methods for business students (7th ed.)*. Harlow Pearson.
- Saunders, M. N., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research Methods for business students (8th edition)*. Pearson Education Limited.
- Sintef. (2022). *Vi er storforbrukere av silisium. Nå er vi kanskje på sporet av en produksjonsmåte uten CO<sub>2</sub>-utslipp*. Retrieved from Sintef: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2022/vi-er-storforbrukere-av-silisium.-na-er-vi-kanskje-pa-spoet-av-en-produksjonsmate-uten-co2-utslipp/>

- Sintef. (2023). BECCS - Å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Retrieved from Sintef: <https://www.sintef.no/fagomrader/bioenergi/beccs-a-fjerne-co2-fra-atmosfaren/>
- Sintef. (2023). *Biovarme og biokraft*. Retrieved from Sintef: <https://www.sintef.no/fagomrader/bioenergi/biovarme-og-biokraft/>
- Siva. (2023). *Siva investerer 152 millioner i ny grønn industri*. Retrieved from Siva: <https://siva.no/2023/11/siva-investerer-152-millioner-i-ny-gronn-industri/>
- Skjelvik, S., & Nygård, F. (2022). *Slipper ut 300.000 tonn CO<sub>2</sub> – blir først i verden med mulig løsning*. Retrieved from NRK: [https://www.nrk.no/nordland/elkem-rana\\_-tester-ut-verdens-forste-karbonfangstanlegg-for-ferrosilium-smelteovner-1.16168026](https://www.nrk.no/nordland/elkem-rana_-tester-ut-verdens-forste-karbonfangstanlegg-for-ferrosilium-smelteovner-1.16168026)
- Skogesal, O. (2019). *Hvor mye avfall produserer bygg- og anleggsnæringen?* Retrieved from Byggemiljø: <https://www.byggemiljo.no/rapport-hvor-mye-avfall-produserer-bygg-og-anleggsnaeringen/>
- Skreiberg, Ø. (2018). *Biokarbon – Det nye sorte gullet?* Retrieved from Sintef: <https://blogg.sintef.no/sintefenergy-nb/bioenergi/biokarbon-det-nye-sorter-gullet/>
- Skreiberg, Ø. (2022). *Biokull i tråd med bærekraft*. Retrieved from Norsk Biokullnettverk: [https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/623b1427b0ccd411dc69dd5e/1648038956625/Biokull+i+tråd+med+bærekraft\\_Norsk+Biokullnettverk\\_2022.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5c99239693a6321fc136d77d/t/623b1427b0ccd411dc69dd5e/1648038956625/Biokull+i+tråd+med+bærekraft_Norsk+Biokullnettverk_2022.pdf)
- Slåke, L. H. (2023). *Ser over 50 prosent oppside i industrigigant*. Retrieved from Finansavisen: <https://www.finansavisen.no/industri/2023/07/17/8023074/nordea-markets-ser-stor-oppside-i-elkem>
- SSB. (2022). *Norsk økonomi er på vei opp, men krigen i Ukraina skaper stor usikkerhet*. Retrieved from SSB: <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/konjunkturer/statistikk/konjunkturtendensene/artikler/norsk-okonomi-er-pa-vei-opp-men-krigen-i-ukraina-skaper-stor-usikkerhet>
- Stalios, A. (2014). *Metallurgy in and for Europe*. European Commission, 5.
- Statnett. (2023). *Kortsiktig Markedsanalyse 2023-28*. Retrieved from Statnett: <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/kma/kortsiktig-markedsanalyse-kma-2023-2028.pdf>
- Suopajarvi , H., Umeki , K., Mousa , E., Hedayati , A., Romar, H., Kemppainen , A., . . . Fabritius, T. (2018). *Use of biomass in integrated steelmaking – Status quo, future needs and comparison to other low-CO<sub>2</sub> steel production technologies*. ResearchGate, 38.
- Suri, S., & Mason, W. (2011). *Conducting behavioral research on Amazon's Mechanical Turk*. Behav Res.
- Sveen, S. (2023). *Svarte natta for Elkem*. Retrieved from Finansavisen: <https://www.finansavisen.no/industri/2023/10/25/8049499/pareto-analytiker-om-elkem-svarte-natta>
- The Federal Minister for Economic Affairs and Climate Action. (2023). *Start of the carbon contracts for difference funding programme*. Retrieved from The Federal Minister for Economic Affairs and Climate Action:

- <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2023/06/20230605-start-of-the-carbon-contracts-for-difference-funding-programme.html>
- TU. (2019). *Klimarisiko er også en mulighet for norsk industri*. Retrieved from TU: <https://www.tu.no/artikler/klimarisiko-er-ogsa-en-mulighet-for-norsk-industri/478596>
- TU. (2021). *CCS: Norge har ledertrøya*. Retrieved from TU: <https://www.tu.no/artikler/ccs-norge-har-ledertroya/514506>
- TU. (2023). *Elkem med rekordinntekter og resultater i 2022*. Retrieved from TU: <https://www.tu.no/artikler/elkem-med-rekordinntekter-og-resultater-i-2022/526011>
- Vision of Humanity. (2020). *Increase in Natural Disasters on a Global Scale by Ten Times*. Retrieved from Vision of Humanity: <https://www.visionofhumanity.org/global-number-of-natural-disasters-increases-ten-times/>
- Vow Green Metals. (2023). *ANNUAL REPORT 2022*. Retrieved from Vow Green Metals: [https://downloads.ctfassets.net/7jb2xn8k4rjw/4z34QUIrozOH7snwUo7dsO/a8ab5a6e9b20207788fe9d3b5eae7a74/VOW\\_GREEN\\_METALS\\_-\\_ANNUAL\\_REPORT\\_2022.pdf](https://downloads.ctfassets.net/7jb2xn8k4rjw/4z34QUIrozOH7snwUo7dsO/a8ab5a6e9b20207788fe9d3b5eae7a74/VOW_GREEN_METALS_-_ANNUAL_REPORT_2022.pdf)
- Vow Green Metals. (2023). *Søknad om tillatelse til drift av Produksjonsanlegg for Biokarbon Vow Green Metals Follum AS*. Vow Green Metals. Retrieved from Vow Green Metals.
- Vowasa. (2021). *VOW ASA: Contemplating spin off and subsequent listing of Vow Green Metals*. Retrieved from Vowasa: <https://www.vowasa.com/blog/vow-asa-contemplating-spin-off-and-subsequent-listing-of-vow-green-metals/>
- Wågønes, T., Sørensen, G. A., & Syversen, F. (2018). *Materialgjenvinning av returtrevirke*. Retrieved from Avfall Norge: [https://avfallnorge.ams3.digitaloceanspaces.com/avfall-norge-no/dokumenter/Avfall\\_Norge\\_rapport\\_6-2018\\_Materialgjenvinning\\_av\\_returtrevirke.pdf](https://avfallnorge.ams3.digitaloceanspaces.com/avfall-norge-no/dokumenter/Avfall_Norge_rapport_6-2018_Materialgjenvinning_av_returtrevirke.pdf)
- Weber, K. (2023). *Biokull*. Retrieved from Sintef: <https://www.sintef.no/fagomrader/bioenergi/biokull/>
- Whittington, R., Regner, P., Angwin, D., Johnson, G., & Scholes, K. (2020). *Fundamentals of Strategy (Fifth edition)*. Pearson.
- Winje, E., Lind, L., Spiewanowski, P., & Schöpfer, A. (2022). *DIFFERANSEKONTRAKTER Vurdering av innretning av differansekontrakter for utbygging av havvind på norsk sokkel*. Retrieved from Menon Economics: <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2022-137-Differansekontrakter-for-havvind.pdf>
- Yahoo! finance. (2023). *Silicone Global Market Report 2023*. Retrieved from Yahoo! finance: [https://finance.yahoo.com/news/silicone-global-market-report-2023-174000131.html?guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAABAhaAfs3JkCHtgN\\_klNwS3Mw2M32HtIsIMwuYdLvluAfgc6Gmbl7Z3xycPz7RQpZax-X5sj690oxVYTW5MytI7K0xRbcEvHeH1Ej3uj5z](https://finance.yahoo.com/news/silicone-global-market-report-2023-174000131.html?guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAABAhaAfs3JkCHtgN_klNwS3Mw2M32HtIsIMwuYdLvluAfgc6Gmbl7Z3xycPz7RQpZax-X5sj690oxVYTW5MytI7K0xRbcEvHeH1Ej3uj5z)
- Yahoo!finance. (2023). *Third quarter 2023: Weak profitability due to weak markets and one-offs - Elkem*. Retrieved from Yahoo! finance: <https://finance.yahoo.com/news/third-quarter-2023-weak-profitability-054000510.html>

- 
- Yin, R. (2003). *Case Study Research, Design and Methods*. Third edition. London: SAGE Publications: Thousand Oaks.
- ZERO. (2022). *Differansekontrakter for hydrogen*. Retrieved from Zero Emission Resource Organisation : [https://zero.no/wp-content/uploads/2022/08/Differansekontrakter\\_hydrogen-1.pdf](https://zero.no/wp-content/uploads/2022/08/Differansekontrakter_hydrogen-1.pdf)
- ZERO. (2022). *ZERO 2030: Slik når vi klimamålene*. Retrieved from Zero Emission Resource Organisation: [https://zero.no/wp-content/uploads/2022/04/Rapport\\_ZERO2030\\_3.pdf/no/presserom/nyheter/article/?itemid=2E9145D583](https://zero.no/wp-content/uploads/2022/04/Rapport_ZERO2030_3.pdf/no/presserom/nyheter/article/?itemid=2E9145D583)

## 12 Vedlegg

### 12.1 Intervjugudie

#### 12.1.1 Felles intervjuguide:

*Denne felles intervjuguiden ble brukt til intervju med samtlige av intervjuobjektene.*

- Hvordan ser du på biokarbon som en løsning for Norges klimautfordringer?
- Er det i dag lønnsomt å starte opp biokarbonproduksjon?
- Hva utgjør de største mulighetene og barrierene innen implementering og utvikling av biokarbon?
  - Fortell gjerne om de politiske, økonomiske, sosiokulturelle, miljømessige, teknologiske og lovmessige utfordringene og mulighetene
- Hvordan påvirker biokarbon etterspørselen etter biomasse?
- Hvilke miljørisikoer er forbundet med implementering av biokarbon?
- Anses det som mest lønnsomt å etablere seg først i biokarbonmarkedet?
- Hvilke råstoff er mest anvendbart i biokarbonproduksjon?
- Hvilke andre teknologiske løsninger anser dere som viktige for å redusere metallurgisk industris klimagassutslipp?
  - Er det noen av disse teknologiene som kan erstatte biokarbon?
- Hvordan ser du på potensialet og relevansen for differansekontrakter for å stimulere investeringer i biokarbon?

- 
- Er det andre aspekter ved bruk av biokarbon du mener er viktige å diskutere?
  - Har du forslag til andre relevante aktører eller eksperter som det ville vært nyttig å snakke med?

### 12.1.2 CRUDA

*Denne intervjuguiden ble brukt til intervjuene med intervjuobjekter tilknyttet CRUDA*

- Hvordan er kostnader og effektivitet av biokarbon sammenlignet med tradisjonelt kull i produksjonsprosesser?
- Hva utgjør de største driftskostnadene?
- Hva utgjør de største investeringskostnadene?
- Kan du dele spesifikke kostnader forbundet med OPEX og CAPEX?
- Hvilke produktpreferanser har kunde?
- Hvem er kundene deres, og hva er kundens reservasjonspris?
  - Hva påvirker reservasjonsprisen deres?
- Hvilke leverandører er de mest sentrale, og hvilken reservasjonspris har disse?
  - Hva påvirker reservasjonsprisen deres?
- Hvordan påvirker nåværende politikk og reguleringer implementeringen av biokarbon i industrien?
- Er det insentiver eller støtteordninger fra regjeringen som fremmer bruken av biokarbon?
- Hva er den største teknologiske utfordringen?
- Er det behov for spesiell teknologi for å integrere biokarbon i eksisterende produksjonsprosesser?
- Hvordan påvirker etterspørselen etter mer bærekraftige materialer industrien?
- Hvilke samarbeidspartnere har dere?
- Hva er dine forventninger til fremtiden for bioakarbon i den norske metallurgiske industrien?

### 12.1.3 Norsk Biokullnettverk

*Denne intervjuguiden ble brukt til intervjuet med Norsk Biokullnettverk*

- 
- Kan du gi en oversikt over Norsk Biokullnettverks hovedmål og aktiviteter?
  - Hvordan tilnærming har dere til biokarbon?
  - Hvordan legger til rette for en overgang for biokarbon?
  - Hvordan jobber aktører i metallurgisk industri og aktører innen biokarbon sammen for å fremme en overgang?
  - Hvordan ser Norsk Biokullnettverk på potensialet for biokarbon i norsk metallurgisk industri?
  - Er det spesielle operasjonelle endringer som bedrifter må foreta for å effektivt bruke biokarbon?
  - Hvordan påvirker markedskreftene tilbudet og etterspørselen etter biokarbon i Norge?

#### 12.2.4 Norsk Skogeierforbund

*Denne intervjuguiden ble brukt til intervjuet med Norsk Skogeierforbund*

- Hvilken tilnærming har dere til biokarbon?
- Er det nok biomasse i norske skoger til å støtte en overgang til produksjon av biokarbon?
- Hvordan legger dere til rette for en overgang for biokarbon?
- Hva påvirker prisene på trevirke i dag?
- Hvordan vil prisene på trevirke utvikle seg?
- Innenfor skogens bærekraftige rammer, hvor mye kan avvirkningen i Norge øke med?
- Hvilke utfordringer er relatert til GROT?
- Anser dere returtrevirke som et godt råstoff for biokarbonproduksjon?
- Hvordan påvirker gjeldende politikk og reguleringer skogeierforbundets strategier og praksiser relatert til biokarbon?

#### 12.1.4 Sandwater

*Denne intervjuguiden ble brukt til intervjuet med Sandwater*

- Kan du beskrive selskapets strategi og interesse i biokarbon?
- Hva vektlegger dere ved investeringer i biokarbon?

- Anser du biokarbon som lønnsomt?
- Hvilke hovedrisikoer og utfordringer ser dere ved investeringer i biokarbon?
- Hva påvirker deres investeringslyst i biokarbonproduksjon?
- Hvordan balanserer dere lønnsomhetsmål med miljømessige og bærekraftige hensyn?
- Hvordan påvirker gjeldende og forventede politiske tiltak og reguleringer deres investeringsbeslutninger?