



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

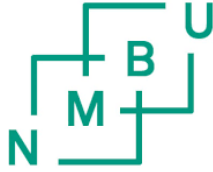
Masteroppgave 2023 30 stp.

Fakultetet: Handelshøyskolen

Mulighetsstudie om bruk av biokull i norsk landbruk

En tilnærming med blandede metoder for å identifisere utfordringer, potensial og muligheter ved bruk av biokull i norsk landbrukspraksis, samt utvikling av incentiver for økt motivasjon til bruk av biokull i norsk landbrukspraksis.

Jessica Mputu Kadibu



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Handelshøyskolen - HH

Postadresse: Postboks 5003, NO-1432 Ås, Norway

Besøksadresse: Chr. Magnus Falsens vei 30

Tårnbygningen, 4.etg

Telefon: +47 67231100

E-post: post-hh@nmbu.no

www.nmbu.no

MASTEROPPGAVE

MASTEROPPGAVENS TITTEL: Mulighetsstudie om bruk av biokull i norsk landbruk	INNLEVERINGSFRIST: 15.08.2023	
	ANTALL SIDER/VEDLEGG: 130 / 4	STUDIEPOENG: 30
FORFATTER: Jessica Mputu Kadibu	KANDIDATNUMMER: 1	INTERN VEILEDER: 1. Thore Larsgård EKSTERN VEILEDER 2. Valborg Kvakkestad 3. Daniel Rasse

STIKKORD: 1. Biokull 2. Incentiver 3. Karbonlagring 4. Bærekraft	KAN REFERERES TIL SOM: Kadibu J. M., (2023). Mulighetsstudie om bruk av biokull i norsk landbruk - <i>En tilnærming med blandede metoder for å identifisere utfordringer, potensial og muligheter ved bruk av biokull i norsk landbrukspraksis, samt utvikling av incentiver for økt motivasjon til anvendelse av biokull i norsk landbrukspraksis.</i> ... Masteroppgave Handelshøyskolen-NMBU Ås Norway.
---	--

FORORD

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på mitt studium innen bioøkonomi ved NMBU. Det har vært en svært lærerik, men utfordrende, periode hvor jeg har tilegnet meg mye relevant kunnskap som jeg vil ta med meg videre både i arbeidslivet og i min personlige vekst. Jeg ønsker først og fremst å rette en stor takk til min hovedveileder, Thore Larsgård, for hans utmerkede veiledning og motiverende støtte gjennom hele oppgaven. Jeg vil også takke mine biveiledere, Valdborg Kvakkestad og Daniel Rasse, for deres fantastiske hjelp med å sjekke fakta og innhold i oppgaven. Takk for at dere har gjort det mulig for meg å gjennomføre spørreundersøkelsen som er en del av forskningsmetoden og som hadde stor innvirkning på formuleringen av resultatene. Videre ønsker jeg å uttrykke min takknemlighet til Mia R. Ulvin for hennes innsats med å rekruttere informanter til intervjuene.

En stor takk til alle respondentene som har deltatt i forskningen. Deres deltakelse har vært uvurderlig, og jeg er takknemlig for deres bidrag. Jeg vil også takke de som har gitt råd, lest korrektur og vært en positiv kraft gjennom hele arbeidsprosessen. Deres innsats har vært viktig for å styrke oppgaven. En spesiell takk rettes også til divisjon for miljø og naturressurser i NIBIO. Deres refleksjoner og inspirasjon har vært svært verdifulle for utviklingen av problemstillingen.

Til slutt vil jeg uttrykke en dyptfølt takk til min familie og venner, som har vært den ultimate støtten og heiagjengen gjennom hele studieperioden. Spesielt vil jeg rette en hjertelig takk til min kjære søster, Cynthia M. Kadibu, for hennes uvurderlige støtte gjennom hele prosessen. En stor takk går også til min bror og mentor, Tresor N. Kadibu, for hans verdifulle bidrag til innholdet og strukturen i oppgaven. Dere har vært en god resurs å ha i løpet av hele studietiden og generelt i livet. Jeg vil også takke Lise Lotte Dalen, som har vært ansvarlig for rettskrivingen. Mine foreldre fortjener også stor takk for å ha lært meg å alltid drømme stort og satse stort. Deres tro på at ingenting er umulig har vært en enorm motivasjonskilde for meg. For 12 år siden kunne jeg aldri ha forestilt meg at jeg skulle sitte her og skrive en masteroppgave innen bioøkonomi. De siste årene har vært preget av en bratt læringskurve og personlig utvikling, og jeg håper at denne utviklingen fortsetter å vokse. Jeg håper at denne masteroppgaven gir dere lesere inspirasjon til å tro på deres egne evner og alltid våge å satse, selv når noe virker vanskelig. Det er viktig å huske at enhver liten framgang fører oss nærmere målet, uavhengig av hvor lang tid det tar.

SAMMENDRAG - Norsk

Denne masteroppgaven har utforsket effektive strategier som kan stimulere økt bruk av biokull innenfor norsk landbruk. Hovedfokuset var derfor å evaluere insentiver som kan medvirke til å ekspandere biokullmarkedet som et jordforbedringsmiddel i landbrukssektoren. Biokull, et karbonrikt materiale produsert gjennom pyrolyse av biomasse, har demonstrert betydelig potensial for å forbedre jordhelsen, karbonbindingen og den helhetlige bærekraften i landbrukssektoren. Likevel møter markedet betydelige hindringer som begrenser produktets vekst i Norge.

Dette studiet initieres med en analyse av nåværende av biokull innenfor norsk landbruk gjennom en grundig gjennomgang av funn i tidligere studier. Formålet er å identifisere drivkrefter bak utviklingen av biokullmarkedet samt å belyse barrierer i den nåværende situasjon. Basert på resultatene fra denne studien kommer det frem klart at insentiver spiller en avgjørende rolle i å oppfordre bønder til å ta i bruk biokull. Økonomiske insentiver i form av subsidier, tilskudd, salg av CO₂-kvoter og skattefradrag har vist seg å være effektive mekanismer for å minske de innledende investeringskostnadene for bøndene. Følgelig ble implementeringen av biokull som en bærekraftig jordforbedringsmetode mer attraktiv og økonomisk realiserbar for bøndene..

Denne tilnærmingen legger til rette for en økning i biokull-bruk og demonstrerer en positiv sammenheng mellom økonomisk støtte og utbredelsen av biokull-bruken. Betydningen av kunnskap og teknisk støtte blir også anerkjent som vesentlige insentiver. Ved å tilby seminarer, opplæringsprogrammer og ytterligere forskning, kan bøndene tilegne seg mer kunnskap om biokull og sikrere praksis. Denne verdifulle kunnskapen vil bidra til etableringen av et velfungerende marked og en sertifiseringsprosess for biokullprodukter, som vil kunne anvende ressurser på en effektiv måte og øke etterspørselen etter biokull.

Studien utforsker også muligheten for å inkludere biokull i karbonhandel og karbonkompensasjonsordninger. Ved å kvantifisere karbonbindingspotensialet til biokull, har bøndene potensial til å motta karbonkreditter, skape nye inntektsstrømmer og optimalisere ressursutnyttelsen. Deltakende forskning og åpen kommunikasjon med bøndene er nøkkelkomponenter for den vellykkede implementeringen av biokull-subsidier og fremme av bærekraftig praksis. Å tilpasse forskning og incitamentet etter bøndenes behov er avgjørende for å fremme biokull implementering innenfor norsk landbruk.

ABSTRACT - English

This master's thesis has explored effective strategies that can stimulate increased use of biochar within Norwegian agriculture. The primary focus was therefore to evaluate incentives that can contribute to expanding the biochar market as a soil improvement agent in the agricultural sector. Biochar, a carbon-rich material produced through the pyrolysis of biomass, has demonstrated significant potential to enhance soil health, carbon sequestration, and sustainability in the agricultural sector as a whole. However, the market faces significant obstacles that limit the product's growth in Norway.

This study commences with an analysis of the current utilization of biochar in Norwegian agriculture. The identification of driving forces behind biochar development, along with the illumination of barriers in the present situation based on previous studies, is the aim. Based on the results of this study, it becomes evident that incentives play a crucial role in encouraging farmers to adopt biochar. Economic resources in the form of subsidies, grants, sale of CO₂ quotas, and tax deductions have proven to be effective mechanisms for reducing the initial investment costs for farmers. Consequently, the implementation of biochar as a sustainable soil enhancement method became more attractive and economically feasible for farmers.

This approach facilitates an increase in biochar usage and demonstrates a positive correlation between financial support and the proliferation of biochar use. The significance of knowledge and technical support is also acknowledged as pivotal incentives. By providing seminars, training programs, and further research, farmers can acquire more knowledge about biochar and safer practices. This valuable knowledge will contribute to the establishment of a functional market and a certification process for biochar products, effectively utilizing resources and increasing demand for biochar.

The study also explores the possibility of including biochar in carbon trading and carbon offset schemes. By quantifying the carbon sequestration potential of biochar, farmers have the potential to receive carbon credits, generate new revenue streams, and optimize resource utilization. Participatory research and open communication with farmers are key components for the successful implementation of biochar subsidies and the promotion of sustainable practices. Tailoring research and incentives to farmers' needs is essential for advancing the implementation of biochar within Norwegian agriculture.

RÉSUMÉ - Français

Ce mémoire de master a exploré des stratégies efficaces pouvant stimuler une utilisation accrue du biochar dans l'agriculture norvégienne. L'accent principal a donc été mis sur l'évaluation des incitations pouvant contribuer à étendre le marché du biochar en tant qu'agent d'amélioration des sols dans le secteur agricole. Le biochar, un matériau riche en carbone produit par pyrolyse de biomasse, a démontré un potentiel significatif pour améliorer la santé des sols, la séquestration du carbone et la durabilité dans l'ensemble du secteur agricole. Cependant, le marché est confronté à des obstacles importants limitant la croissance du produit en Norvège.

Cette étude commence par une analyse de l'utilisation actuelle du biochar dans l'agriculture norvégienne. L'objectif est d'identifier les moteurs du développement du biochar, ainsi que de mettre en lumière les obstacles dans la situation actuelle sur la base d'études antérieures. Les résultats de cette étude montrent que les incitations jouent un rôle crucial pour encourager les agriculteurs à adopter le biochar. Les ressources économiques sous forme de subventions, de prêts, de vente de quotas de CO₂ et de déductions fiscales se sont avérées être des mécanismes efficaces pour réduire les coûts d'investissement initiaux pour les agriculteurs. Par conséquent, la mise en œuvre du biochar en tant que méthode durable d'amélioration des sols est devenue plus attrayante et économiquement viable pour les agriculteurs.

Cette approche facilite une augmentation de l'utilisation du biochar et démontre une corrélation positive entre le soutien financier et la prolifération de l'utilisation du biochar. L'importance de la connaissance et du soutien technique est également reconnue comme des incitations essentielles. En fournissant des séminaires, des programmes de formation et des recherches complémentaires, les agriculteurs peuvent acquérir davantage de connaissances sur le biochar et des pratiques plus sûres. Cette précieuse connaissance contribuera à l'établissement d'un marché fonctionnel et d'un processus de certification pour les produits à base de biochar, utilisant efficacement les ressources et augmentant la demande de biochar.

L'étude explore également la possibilité d'inclure le biochar dans les systèmes de négoce de carbone et de compensation carbone. En quantifiant le potentiel de séquestration du carbone du biochar, les agriculteurs ont la possibilité de recevoir des crédits carbonés, de générer de nouvelles sources de revenus et d'optimiser l'utilisation des ressources. La recherche participative et la communication ouverte avec les agriculteurs sont des éléments clés pour la mise en œuvre réussie des subventions pour le biochar et la promotion de pratiques durables.

Adapter la recherche et les incitations aux besoins des agriculteurs est essentiel pour faire avancer la mise en œuvre du biochar dans l'agriculture norvégienne.

INNHALDSFORTEGNELSE

1 INNLEDNING	13
2 MÅL OG PROBLEMSTILLING	15
2.1 Innledning	15
2.2 Formål	15
2.3 Relevans og formidling	16
2.4 Avgrensning	17
2.5 Oppgavens struktur	17
3 KUNNSKAPSSTATUS	20
Tidligere studier	20
Forskjellene mellom biokull, trekull, kull, GAK og andre varianter	26
Fordeler, barrierer og potensielt for gjennombruk av biokullet.	26
3.1 Bakgrunn	28
3.1.2 Utfordring /barriere med bruk av biokull.....	31
3.1.3 Pris for råvarer til bruk i biokullproduksjon.....	31
3.1.3 Utbredelse	34
3.1.2 Bærekraftig sirkulær bioøkonomi og biobasert verdiskaping.....	35
3.2 Dagens insentivstruktur i norsk landbruk	36
3.3 Internasjonal status	38
3.3.1 Internasjonale støtteprogram for biokull	40
3.4 Oversikt over marked og bruk.....	42
3.5 TEORI	43
3.5.1 Biokull i landbruket.....	43
3.5.2 Den norske landbruksmodellen	44
3.5.3 Jordbruksavtalen.....	45
3.5.4 Landbrukets Økonomiske virkemidler og politiske regimet.....	46
3.5.6 Markedsbalansering.....	47
3.5.7 Landbrukssamvirket.	48
3.5.8 Markedsøkonomi	51
3.6 Det internasjonale klimaregimet.....	53
3.6.1 Klimaavtalen med EU	54
3.6.2 Stimuleringstiltak & insentivsystemer	56
3.7 Subsidier vs. tilskudd til landbruket	57
3.7.1 Insentiviseringen og beslutningshåndteringsmønstre for bønder	60
3.8 Økonomiske insentiver og motivasjon.....	63
3.8.1 Motivasjon.....	63
3.9 PORTERS DIAMANTMODELLEN (Diamantanalyse).....	64
3.9.1 SWOT.....	67
3.9.2 Selvbestemmelsesteorien (SDT).....	69
3.9.3 Mulighetsvinduene for utvikling av biokull i norsk landbruk.....	69
3.9.4 CO ₂ -avgifter og CO ₂ -kompensasjonsordning	70

4 METODE	73
4.1 Forskningsdesign.....	73
4.2 Datainnsamling (multimetodeforskning).....	75
4.3 Epistemologiske og ontologiske betraktninger	78
4.3.1 Kvalitetskriterier i samfunnsforskning (Dataenes pålitelighet og gyldighet)	80
4.3.2 Dokumentanalyse	80
4.3.3 Semistrukturerte intervjuer.....	81
4.3.4 Analyse av digital spørreundersøkelse	82
4.3.5 utfordringer.....	83
4.4 Validitet og reliabilitet.....	84
4.4.1 Etske betraktninger.....	84
4.6 Analyse av prosessen og begrensninger	86
5 DATAANALYSE og RESULTAT	87
5.1 Analyse av sekundærdata (litteratursøk)	88
5.1.1 Bønders perspektiver på biokull:.....	89
5.1.2 Agonomiske effekter av bruk av biokull:	89
5.1.3 Verdikjeder og markedspotensial	90
5.1.4 Biokulls potensial for klimabegrensning:.....	92
5.1.5 Politiske hensyn og utfordringer:	94
5.2.1 Biokull som Potensielt Klimatiltak og Jordforbedringsteknologi: En Oversikt over Resultater og Utfordringer	95
5.2.2 CAPTURE+ Prosjektet & NIBIO UNDERSØKELSE PÅ GÅRDSBRUKERES HOLDNING TL KLIMATILTAK OG BIOKULL:.....	96
5.2.3 Bruk av biokull som en strategi for å øke nivået av organisk karbon i jordsmonnet (SOC)	98
5.2.4 Fordeler ved Biokull	99
5.2.5 Utfordringer og Hindringer	100
5.3 Analyse av primærdata	102
5.3.1 Bondens bestemmelse på påvirkningsfaktor knyttet til politisk virkemidler	105
5.3.3 Insentiver egnet for å fremme biokull i norsk landbruk.....	113
5.3.4 Forskningsspørsmål 4: Hvordan kan disse insentivene implementeres på en hensiktsmessig måte?	115
5.4 Oppsummering av resultat	116
6 DISKUSJON	118
6.1 Evaluering mot forskningsspørsmål 1	118
6.1.1 Alternativkostnader ved anvendelse av biokull	120
6.1.2 lønnsomhetsvurdering av biokull som jordforbedringsmiddel:.....	121
6.1.3 Integrasjonsmuligheter for biokull i kvotehandler (Carbon emission trading).121	
6.2 Evaluering mot forskningsspørsmål 2, 3 og 4	123
6.2.1 Bruksområder for biokull i blanding med andre biologiske råvarer.	123
6.2.2 Insentiver for økt bruk av biokull i norsk landbruk: Fordeler og muligheter....	124
6.3 Svar på problemstillingen	126

7 KONKLUSJON.....	129
7.1 Konklusjon	129
7.2 Teoretiske og praktiske implikasjoner.....	129
7.3 Anbefaling og forslag til videre arbeid	130
REFERANSELISTE	132

FIGURLISTE

- ❖ **Figur 1:** Den nasjonale strategien for bioøkonomi
- ❖ **Figur 2:** Illustrasjon av bønders interesse i økt bruk av biokull i gårdsdriften (ved økt tilgjengelighet)
- ❖ **Figur 3:** EUs klimarammeverk Pilarene; EUs kvotesystem, innsatsfordelingsforordningen (ikke-kvotepliktige utslipp) og regelverket for bokføring av skog og annen arealbruk (LULUCF)
- ❖ **Figur 4:** *Norsk støtte til gårdsbrukene*
- ❖ **Figur 5:** Norge PSE-nivå og sammensetning etter type støtte
- ❖ **Figur 6:** resultatoversikt på kjennskap for biokull
- ❖ **Figur 7:** Kjennsapsgrad på deltagerne

Modeller

- ★ **Modell 1:** The diamond modell
- ★ **Modell 2:** SWOT-analyse mal
- ★ **Modell 3:** Enkelt trinn i en abduktiv forskningsmetode

TABELLISTE

- **Tabell 1:** Grunnlaget for mangel på interesse blant norske bønder
- **Tabell 2:** Kartlegging av fordeler og barriere med biokull.
- **Tabell 3:** kostnader for ulike biomasser for energiformål
- **Tabell 4:** Oversikt over dagens insentiver i norsk landbruk
- **Tabell 5:** Oversikt over internasjonale støtteprogram som fremmer biokull
- **Tabell 6:** Oversikt over internasjonale støtteordninger.
- **Tabell 7:** De norske landbrukssamvirke organisatoriske
- **Tabell 8:** Nåværende støtte næring for biokull I Norge
- **Tabell 9:** Samfunnsvitenskap forskning, Tre trinn teorier.
- **Tabell 10:** Informanter, deres tilknytning og respektive referansenummer
- **Tabell 11:** Kartlegging av agronomiske effekter på bruk av biokull i landbruket
- **Tabell 12:** Verdikjeder og markedspotensial kartlegging
- **Tabell 13:** Fellesnevner i funn på Studier om biokullanvendelse i norsk landbruk
- **Tabell 14:** Kategoriene og antall svar i hver kategori oversikt
- **Tabell 15:** Analyse over prosentandelen fra total deltager på spørreundersøkelsen
- **Tabell 16:** Analyse over prosentandelen fra total deltager på spørreundersøkelsen
- **Tabell 17:** SWOT-analyse: Bruk av biokull i norsk landbruk - muligheter for bøndene
- **Tabell 18:** Kartlegging av informatanters anbefalinger på insentiv ordninger for øk bruk av biokull

DEL 1

INTRODUKSJONSKAPITTELET

1 INNLEDNING

Verdens mat- og landbruksproduksjonssystemer står overfor en rekke hindringer som truer deres evne til å oppnå bærekraftige driftssystemer (Bardalen et al., 2022). Bærekraftige driftssystemer i denne sammenhengen refererer til landbrukspraksiser og matproduksjonsmetoder som tar hensyn til miljømessig, økonomisk og sosial bærekraft. For å oppnå bærekraftige driftssystemer i mat- og landbrukssektoren, er det nødvendig å ta hensyn til alle disse aspektene og jobbe mot balansen mellom miljømessige, økonomiske og sosiale hensyn (Bardalen et al., 2020).

Miljømessig bærekraft i mat- og landbrukssektoren handler om å redusere negative miljøpåvirkninger som avskoging, jorddegradering, forurensning og tap av biologisk mangfold. Dette inkluderer implementering av bærekraftig jordbruk, bruk av ressursbesparende teknikker, bevarelse av økosystemer og reduksjon av utslipp av klimagasser (Aamass et al., 2020; FN-sambandet, 2023a.). Økonomisk bærekraft i landbruksproduksjon innebærer å sikre at matproduksjonen er økonomisk levedyktig på lang sikt. Som inkluderer å sikre rettferdig inntekt for bønder, støtte lokal økonomisk utvikling og fremme økonomisk effektivitet i verdikjeden for matproduksjon. Sosial bærekraft i mat- og landbrukssektoren handler om å sikre at matproduksjonen bidrar til sosial rettferdighet, inkludering og menneskelig trivsel. Dette innebærer å sikre tilgang til mat for alle, fremme likestilling og rettigheter for arbeidere i landbruket, sikre trygge arbeidsforhold og støtte lokale samfunn og kulturarv (Miljødirektoratet, 2022; FN, 2023; Meld. St. 9 (2011–2012)).

Bevegelse hvor det søkes nye retninger i produksjonen av mat, anses nødvendig i bidrag til mer bærekraft og motstandsdyktig landbrukspraksis (Solemdal & Serikstad, 2015). Samtidig øker presset på at landbruket skal fø en økende global befolkning. Dette har ført til omfattende miljø- og klimapåkjenninger som truer Verdikjeden av matsystemer, menneskers og planetens helse, samtidig som det påvirker den sosiale og politiske stabiliteten (EEA, 2019a). Presserende miljøproblem knyttet til klimaendringene forventes å ha en negativ påvirkning på biologisk mangfold, vannsykluser og matsikkerhet (Hoegh-Guldberg et al., 2018).

Årsakene bak klimaendringene er komplekse, men svake retningslinjer, kunnskapsmangel og manglende samarbeid antas å være noen av driverne. En rekke menneskelige aktiviteter, som forbrenning av fossilt brensel som kull, olje og gass, samt ødeleggelse av store skogsområder, overutnyttelse av vannressurser og forurensning av vannkilder, har flere alvorlige

konsekvenser. Disse konsekvensene inkluderer hyppigere og mer ekstremt vær, slik som stormer, flommer, tørkeperioder og skogbranner. Ekstremværhendelsene har forårsaket betydelige økonomiske tap, sosiale forstyrrelser og alvorlig miljømessig skade, inkludert tap av infrastruktur, menneskeliv og ødeleggelse av økosystemer (Lilleby, 2020). Eksempelvis har bygninger og infrastruktur blitt ødelagt under kraftige stormer og flommer, jordbruksområder har lidd i tørkeperioder, og skogområder har blitt ødelagt i skogbranner. Dette har ført til store kostnader for gjenoppbygging, tap av levebrød og tap av biologisk mangfold. Disse konsekvensene viser at det er behov for umiddelbare tiltak for å redusere menneskelig påvirkning og bedre tilpasningsevnen vår til endrede klimaforhold. Dette krever implementering av nye styringstiltak for å adressere og løse disse utfordringene (Hulme, 2009; Vatn, 2015).

I denne oppgaven vurderes økt bruk av biokull som en mulig metode for å oppnå et robust og bærekraftig økologisk system i norsk landbruk. Det hevdes at biokull kan være et naturlig og svært effektivt klimatiltak i norsk landbruk som kan minimere behovet for import og fremme bruken av fornybare ressurser (Almås, 2002). Samtidig kan biokull øke effektiviteten i jordbruket ved å optimalisere arealutnyttelse (O'Toole et al., 2022; Almås, 2002).

2 MÅL OG PROBLEMSTILLING

2.1 Innledning

Denne masteroppgaven diskutere problemstillingen: "Hvordan insentiver for å øke bruken av biokull i norsk landbruk?". For å svare på denne problemstillingen vil oppgaven undersøke biokull som nøkkelbrikke for en bærekraftig landbrukspraksis i Norge. Videre vil oppgaven fokusere på tilrettelegging for økt bruk av biokull gjennom økonomiske subsidier. Oppgaven baseres på et blandet forskningsdesign, inkludert litteraturgjennomgang, digital spørreundersøkelse og intervjuer med ulike aktører innenfor biokullindustrien. I tillegg analyseres sekundærdata fra et valgekspériment utført av Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) som undersøkte norske bønders vurderinger av biokull og andre klimatiltak i 2022. For å besvare hovedspørsmålet om barrierer, muligheter og insentiver for å øke bruken av biokull som jordbruksprodukt i Norge, ble problemstillingen delt inn fire forskningsspørsmål:

- i. Hva er de største hindringene for bruk av biokull som jordbruksprodukt i Norge?
- ii. Hvordan kan insentiver for økt bruk av biokull i norsk landbruk gi muligheter og fordeler?
- iii. Hvilke insentiver kan være egnet for å fremme biokull i norsk landbruk.
- iv. Hvordan kan disse insentivene implementeres på en hensiktsmessig måte?

Ved å besvare disse forskningsspørsmålene vil oppgaven kunne gi en grundig kartlegging av situasjonen rundt bruken av biokull som miljøvennlig alternativ til jordforbedringsprodukt i Norge, og peke på mulige insentiver som kan fremme bruken av biokull.

2.2 Formål

Hovedmålet med denne forskningen er å utforske mulighetene for å øke bruken av biokull i norsk landbruk, samt identifisere metoder som kan oppmuntre norske bønder til å iverksette biokull på gården. Dette gjøres for å undersøke potensielle økonomiske incentiver som kan motivere bønder. Studien vil vurdere fordelene ved å bruke biokull i norsk landbruk, og måle utbytte av investeringen ved å innføre tilskudd som skal motivere til økt bruk. Studien belyser dagens status og framtidsutsikter for norsk landbruk i sammenheng med bioøkonomien, samt fordeler som kan følge med økt bruk av biokull i norsk landbruk.

Videre tar studien ta sikte på å undersøke hvorvidt incentiver kan oppmuntre til økt bruk av biokull i norsk landbrukspraksis. Studien vil også identifisere mulige hindringer for bruk av biokull blant norske bønder og evaluere effektiviteten av ulike politiske og markedsbaserte incentiver. Avslutningsvis vil denne oppgaven gi beslutningstakere og interessenter i bransjen forslag om hvordan incentiver kan være egnet for å fremme biokull i norsk landbruk, parallelt med å fremme bærekraftig og bekjempe klimaendringer Gjennom utviklingen av løsninger som bidrar til å redusere utslipp, fange og lagre CO₂, samt økt fokus på fornybar energi, nye industrielle systemer og endringer i infrastruktur, vil man kunne bevege seg mot et nullutslippssamfunn.

2.3 Relevans og formidling

For å redusere klimagassutslippene fra landbruket har bruk av biokull i kombinasjon med andre jordprodukter som gjødsel, kompost, fôr, strø og filtre blitt undersøkt som en potensielt effektiv løsning (Prestvik og Lilleby, 2021). Biokull, som er et karbonfangst- og jordforbedringsprodukt, har vist seg å redusere metan- og lystgassutslipp samtidig som det øker karbonlagringen i jorda (Lehmann og Joseph, 2015). For å nå klimamålene og redusere klimaendringene er det viktig å utvikle nye teknologier for å redusere utslippene i landbruket, for eksempel ved lagring av gjødsel, økt bruk av fornybare energikilder og mer effektive landbruksmetoder (Hohle et al., 2017). Tiltak fra myndigheter, næringsliv og enkeltpersoner anses som nødvendig for å redusere klimagassutslippene fra landbruket betydelig og sikre en bærekraftig fremtid for kommende generasjoner.

Blanding av biokull med andre produkter har vist seg å være en lovende løsning for å øke bruken av biokull som gjødselprodukt, noe som kan bidra til å lagre karbon i jorden og øke jordfruktbarheten. Flere studier har dokumentert at biokull kan ha en gunstig effekt på

avlingene i norsk landbruk på lang sikt og samtidig redusere klimagassene (Bardalen, 2022; OToole et al., 2022; Rasse et al., 2020; Prestvik & Lilleby, 2021; Joner et al., 2017 & Elkhlifi et al., 2023). Gitt behovet for å redusere klimagassutslippene fra landbruket, er det relevant å undersøke de økonomiske insentivene og miljøfordelene ved bruk av biokull i norsk landbruk. Det er derfor nødvendig å gjennomføre en studie for å vurdere om økt bruk av biokull kan være et lønnsomt tiltak for å nå klimamålene i norsk landbruk (Bardalen, 2022).

For å fremme en bærekraftig landbrukspraksis har denne studien som mål å undersøke behovet for økt kunnskap om effektive tiltak og deres påvirkning. Fokuset vil primært rettes mot de økonomiske insentivene og miljøfordelene ved bruk av biokull i landbruket som et jordbruksprodukt, med spesielt fokus på norsk mat- og planteproduksjon. Formålet er å avdekke manglende økonomiske insentiver som kan motivere bønder til å bidra til lagring av klimagasser som er avgjørende for å oppnå Norges klimamål. Avslutningsvis vurderes fordelene ved bruk av biokull opp mot investeringskostnadene som kreves for å opprette en industri for produksjon og bruk av biokull.

2.4 Avgrensning

Denne masteroppgaven vil undersøke mulighetene for å øke bruken av biokull i norsk landbruk ved å utforske *Hvordan insentiver for å øke bruk av biokull i norsk landbruk?* Problemstillingen er avgrenset til å fokusere på økonomiske insentiver og deres rolle i å stimulere til bruk av biokull. Formålet med oppgaven er å bidra til en bedre forståelse av hvordan økonomiske insentiver kan fremme bærekraftige praksiser i norsk landbruk og bidra til utviklingen av en bærekraftig landbrukspraksis ved hjelp av biokull som jordbruksmiddel. Derfor er hovedmålet for denne masteroppgaven å begrense forskningen ved å redusere fokuset på biokullteknologien og produsenten. Med det vil denne masteravhandlingen begrense forskningen ved å kutte ned på biokullteknologien og produsenten.

2.5 Oppgavens struktur

På grunn av temaets omfang og kompleksitet har jeg valgt å strukturere forskningen med hensyn til den konseptuelle modellen. En konseptuell modell (struktur) kan defineres som en modell for forskningsdesign som brukes til å planlegge eller visuelt fremstille strukturen til informasjonen i et system, ide eller en teori (Helgesen et al., 2019). Den brukes til å visualisere

og organisere komplekse begreper, sammenhenger og relasjoner på en mer forståelig måte. En konseptuell modell fokuserer på konsepter, ideer eller elementer i et domene og viser hvordan disse elementene er knyttet sammen. (Helgesen et al., 2019). Formålet ved å benytte denne modellen i planleggingen av masteroppgaven var for å få god struktur på informasjonen som dukket opp underveis. Bruken av den konseptuelle modellen bidro til at jeg dannet meg et omfattende bilde av verdikjeden for biokull og hvordan produksjonsprosessen, markedet, lovgivningen og ulike interessenter samhandler og påvirker hverandre.

Denne masteroppgaven er derfor delt inn i fem store deler. I del 1 introduseres masteroppgaven og tilhørende problemstilling; del 2 omhandler eksisterende teoretisk kunnskap, forskningsarbeid, felterfaring rundt problemstillingen og avsluttes med en gjennomgang av forskningsspørsmålene; del 3 tar for seg metoden som har blitt brukt for å samle inn data, analysere dem, sikre kvaliteten på dataen, og fremstille resultatene; i del 4 vurderes forskningsspørsmålene ved å diskutere resultatene gjennom tilnærming av teoretiske funn med funn fra feltarbeidet, og til slutt besvares problemstillingen basert på læringen og min faglige kunnskap om temaet. I del 5 av masteroppgaven oppsummeres funnene, det gis anbefalinger basert på resultatene og det presenteres forslag til videre arbeid som kan utnytte verdien av masteroppgaven.

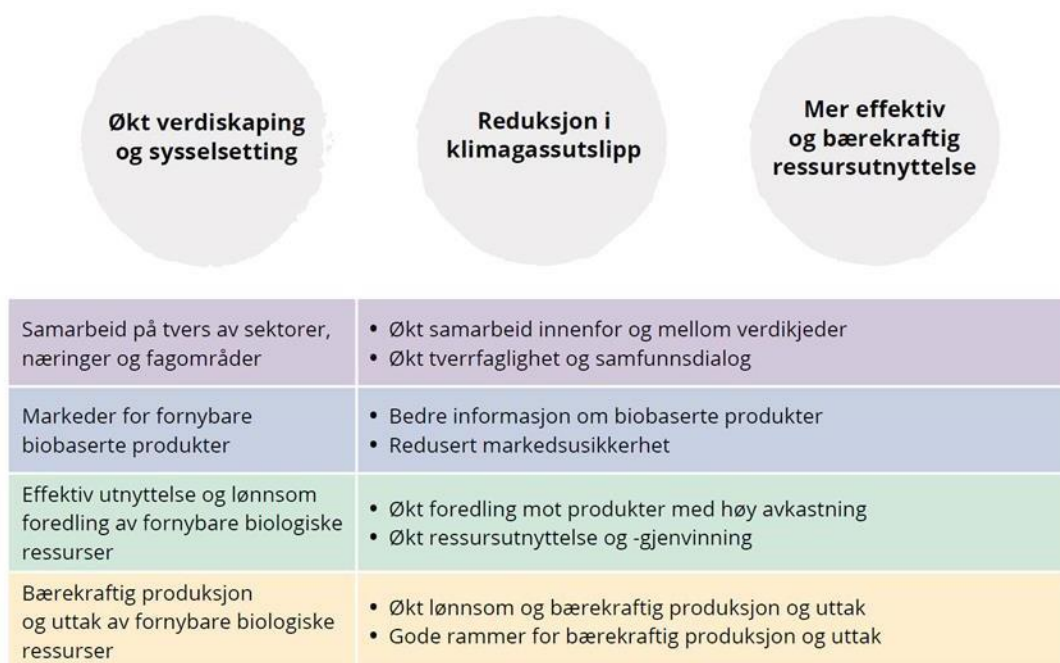
DEL 2

TEORETISK RAMMEVERK

3 KUNNSKAPSSTATUS

Tidligere studier

Bioøkonomi er et konsept som refererer til produksjon, utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser, inkludert planter, dyr og mikroorganismer, med mål om å generere mat, energi, materialer og kjemikalier. Konseptet legger vekt på en bærekraftig og effektiv utnyttelse av biologiske ressurser for å imøtekomme samfunnets behov samtidig som hensynet til miljøet ivaretas. Regjeringens strategi for bioøkonomi, som omtales i rapporten fra Nærings- og fiskeridepartementet, har som hovedmål å fremme bærekraftig vekst, skape arbeidsplasser og øke eksporten ved å utvikle verdien av naturressursene. Strategien inkluderer tiltak og mål for å stimulere til bærekraftig bruk av biologiske ressurser, fremme innovasjon og økonomisk vekst innenfor bioøkonomien, samt håndtere miljømessige og sosiale aspekter (Departementene, 2016). Denne strategien omfatter en sektorovergripende tilnærming og legger vekt på fire hovedområder, som illustrert i figuren nedenfor. Disse områdene utnytter potensielle synergier gjennom kunnskaps- og teknologiutvikling. Det legges spesiell vekt på kunnskaps- og teknologiplattformer som kan benytte fornybare biologiske ressurser fra ulike næringer og anvendes i ulike industrier (Regjeringen, 2022).



Figur 1: Den nasjonale strategien for bioøkonomi. (Regjeringen,2022)

Norge er i en gunstig posisjon for å dyrke, høste og foredle ressurser til produksjon av biobaserte produkter. Potensialet for å styrke jordhelsen og øke karbonbindingen i landbruket er betydelig, men det er fortsatt flere utfordringer som må takles på vei mot dette målet. En viktig del av dette potensialet inkluderer muligheten for industrialisering av ressursene, som gir Norge en unik sjanse til å fortsette sin bærekraftige vekst, noe som igjen vil legge til rette for optimale betingelser for jordens biologiske livsformer (NHO, 2021). Gjennom skapelse av verdier, arbeidsplasser og reduksjon av klimagassutslipp gjennom effektivisering og bærekraftig utnyttelse av fornybare biologiske ressurser i ulike sektorer.

Interessen for biokull og den kommersielle utviklingen av en industri basert på biokull er i vekst i Norge. Anvendelsen av biokull i landbruket er blitt fremhevet som en bærekraftig praksis som kan forbedre jordhelsen og bidra til reduksjon av klimaendringer. Imidlertid står bøndenes bruk av biokull overfor utfordringer knyttet til kunnskapshull, økonomisk levedyktighet og politisk støtte (Presvik & Lilleby, 2021; Rasse, 2019). For å bedre forstå faktorene som påvirker bøndenes vilje til å ta i bruk biokull, har flere studier analysert betydningen av kunnskap, holdninger og sosioøkonomiske faktorer. En rapport fra NIBIO (2022) indikerer at forskningsaktiviteten knyttet til bruk av biokull i landbruket er på et bemerkelsesverdig høyt nivå, både nasjonalt og internasjonalt.

I studien utført av O'Toole med kollegaer (2022) ble effektene av biokull i plantevekst, gjødselbehandling og husdyrproduksjon nøyaktig undersøkt. Det norske forskningsmiljøet har siden 2020 bygget opp en solid kunnskapsbase om bruken av biokull i landbruket, gjennom forskning, arbeidsgrupper og seminarer som har bidratt til økt forståelse for biokull som et produkt for jordforbedring, spesielt når det kombineres med andre næringsrike materialer som husdyrgjødsel, kompost og fôr (O'Toole et al., 2022).

Flere norske selskaper, inkludert Solør Bioenergi Varme AS, Greenhouse, Standard Bio, Sparks AS og Lindum AS, produserer godkjent biokull for landbruksformål. De fleste av disse selskapene produserer biokull i små skalaer, mens Solør Bioenergi Varme AS, også kjent som Opplandske Bioenergi AS, spiller en ledende rolle som den største produsenten på det norske markedet. Med det første kommersielle pyrolyseanlegget i Norge (Biokullnettverk, u.d; OBIO, u.d).

En workshop organisert av Norges Bondelag og Norsk Biokullnettverk i februar 2021 avdekket bøndenes behov for mer kunnskap om praktisk bruk og implementering av biokull på gårdene deres. I landbruksoppgjøret for 2021 (St. Prp. 200 S) ble det tildelt midler til en utredning av

et pilotprosjekt som vil bidra til det pågående arbeidet med biokull i Norge (O'Toole et al., 2022). Landbruksmeldingen, Meld. St. 11 (2016-2017), som ble lagt frem av den norske regjeringen i 2016, er et politisk dokument som fastsetter visjonen og målene for den norske landbruks- og oppdrettssektoren. Norge har en ambisiøs klima- og miljøpolitikk, og biokull anses som en mulig bærekraftig løsning for å redusere klimagassutslipp og fremme en sirkulær bioøkonomi. Regjeringen har foreslått flere tiltak for å fremme bruken og produksjonen av biokull.

Disse meldingene danner grunnlaget for en fremtidsrettet og bærekraftig utvikling av den norske landbruksproduksjonen. Prosjektet har som mål å forbedre matproduksjonen i Norge, fremme bærekraftig landbruk og sikre næringens evne til å møte fremtidige utfordringer. Diverse temaer innenfor landbrukssektoren blir utforsket, inkludert matproduksjon, landbrukspolitikk, klima og miljø, forbrukerinteresser, distriktslandbruk og internasjonale forpliktelser. Det legges stor vekt på behovet for å øke matproduksjonen i takt med etterspørselen, samtidig som hensyn tas til miljø og klima. Bærekraftig ressursforvaltning, vern av landområder og dyrevelferd er sentrale elementer i meldingene, og betydningen av innovasjon og teknologisk utvikling i landbruket, sammen med betydningen av samarbeid og dialog mellom ulike aktører i verdikjeden, blir diskutert. Meldingene fremhever også betydningen av å forbedre inntektsmulighetene for bønder og øke lønnsomheten i landbruksnæringen.

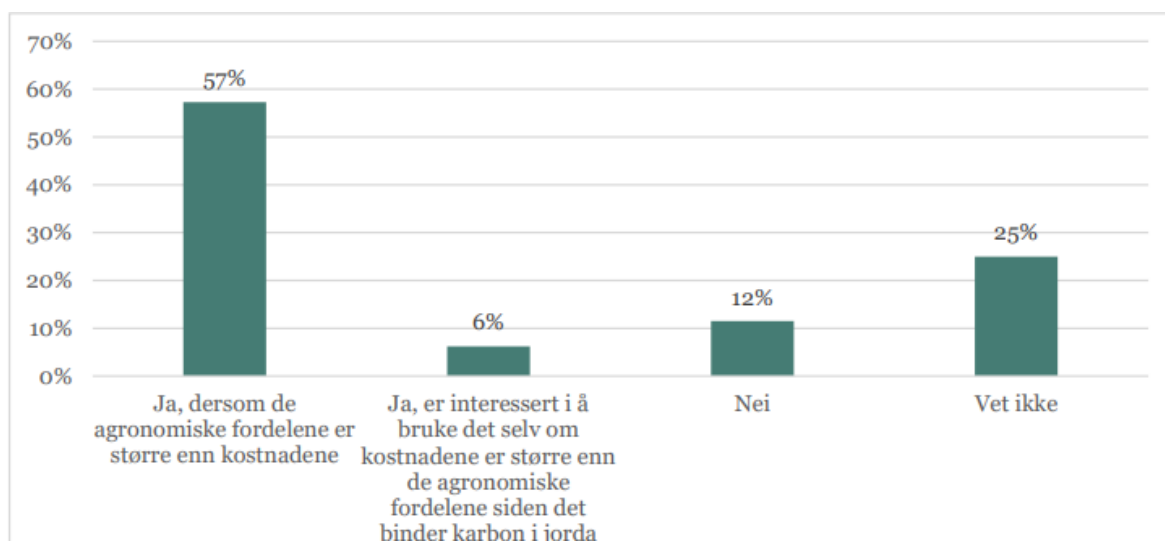
Fra et politisk perspektiv mangler Norge i dag en omfattende statlig politikk eller en markeds mekanisme for økonomisk karbonbinding gjennom bruk av biokull (Miljødirektoratet m.fl., 2022). Imidlertid har Norge betydelig støtte for å fremme biokullmarkedet gjennom forskning, innovasjon og kommersialisering. Forskningsinstitusjoner som Norsk institutt for bioøkonomi (Nibio) har engasjert seg i å utforske og evaluere bruken av biokull i landbrukssektoren og andre områder. Deres forskning har bidratt til kunnskapsgrunnlaget og forståelsen av biokullets potensial og bærekraft. Innovasjon Norge, en statlig enhet for næringsutvikling, har også gitt økonomisk støtte og rådgivningstjenester gjennom programmer som Bionova, som tidligere nevnt, for å fremme bioøkonomien og støtte prosjekter relatert til biokull og andre bærekraftige løsninger.

Det finnes også en statlig ordning som gir økonomisk støtte til bønder som investerer i biokullreaktorer. Dette utgjør en integrert del av en strategisk tilnærming for å fremme implementeringen av fornybar energi innen landbrukssektoren. Ifølge Innovasjon Norge

(2023) kan staten tilby tilskudd på opptil 45 % av kostnadene, med en øvre grense på 8 000 000 kroner.

Forskningen har hovedsakelig fokusert på de mekaniske eller biofysiske aspektene ved bruken av biokull i landbruket, mens betydningen av bøndenes villighet til å ta i bruk biokull ofte har blitt oversett. For å fylle dette kunnskapsgapet, ble det gjennomført en studie med standardiserte, semistrukturerte intervjuer med 161 polske bønder for å vurdere det sosioøkonomiske potensialet ved bruk av biokull i praksis. Studien avdekket at kun 27 % av deltakerne var kjent med biokull, og 20 % var interessert i å bruke det. Forbedret jordkvalitet og økte inntekter på grunn av høyere avlinger ble sett på som de største fordelene med biokull, mens høye kostnader var hovedhindringen for implementering. Studien indikerer at det er behov for økt informasjonsflyt, deltakende forskning og åpenhet overfor bønder, samt tverrfaglig forskning som tar hensyn til sosioøkonomiske faktorer (Latawiec m.fl., 2017).

Ifølge rapporten til Kvakkestad med kollegaer (2022) med tittelen "Norske gårdbrukeres vurderinger av biokull og andre klimatiltak", hadde 28 % av de spurte bøndene kjennskap til biokull, og 6 % hadde prøvd det i sin jordbrukspraksis. Når det gjelder viljen til å ta i bruk biokull, viste 38 % av bøndene interesse, mens 24 % var usikre og 38 % var ikke interessert. Rapporten fremhevet også at bøndenes oppfatning av biokull ble påvirket av deres kunnskap om konseptet, tillit til informasjonskildene, kostnader og mulige fordeler knyttet til bruken av biokull (Kvakkestad m.fl., 2022). Studien identifiserte potensialet til biokull for å redusere klimagassutslipp og forbedre jordhelsen i norsk landbruk, samtidig som den påpekte mulige barrierer for implementering (Kvakkestad m.fl., 2022). Resultatene fra Kvakkestad m.fl. (2022) presenteres i figur 1, og viser at 57 % svarte at de ville bruke biokull hvis de agronomiske fordelene oppveide kostnadene, 25 % svarte "vet ikke", og 12 % svarte "nei". 6 % svarte at de ville bruke det selv om kostnadene var høyere enn de agronomiske fordelene, på grunn av dets bidrag til karbonbinding i jorda.



Figur 2: Illustrasjon av bønders potensielle interesse i økt bruk av biokull i gårdsdriften (ved økt tilgjengelighet)

Tabell 11 i NIBIOs rapport (2022) "Norske gårdbrukeres vurderinger av biokull og andre klimatiltak" viser de viktigste grunnene til at de som ikke ønsket å betale for biokull oppga for å begrunne sitt synspunkt. Her er en kartlegging av disse årsakene:

Tabell 1: Grunnlaget for mangel på interesse blant norske bønder.

Årsak	Prosentandel
Pris/budsjett	57
Usikkerhet rundt effekt	30
For lite informasjon	21
Usikkerhet rundt produksjonsprosessen	10
Oppfatter biokull som unødvendig/ufornuftig	10
Tviler på at biokull kan bidra til reduksjon av klimagasser	8
Andre årsaker	6

Resultatene som presenteres i tabell 1 viser at noen respondenter kunne gi flere grunner til hvorfor de ikke ville betale for biokull. Ifølge NIBIO sin forskning, er den vanligste grunnen til å avstå fra å betale for biokull er at prisen er for høy i forhold til budsjettet. Videre rapporteres mangel på informasjon om biokulls effekt og produksjonsprosess, samt usikkerhet rundt effekten, som vanlige grunner til hvorfor bønder er skeptiske til å betale for biokull.

En utfordring med å bruke biokull i stor skala i norsk landbruk er den høye innkjøpsprisen i forhold til den agronomiske nytteeffekten. Dette indikerer behovet for tilskudd for å motivere bønder til å ta i bruk biokullprodukter i større skala. Resultatene fra en spørreundersøkelse gjennomført av NIBIO i CarboFertil-prosjektet bekreftet behovet for insentiver. Med dagens markedspris og eksisterende tilskuddsordninger for biokull, vil det ta flere år før bønder kan oppnå lønnsomhet ved innkjøp av biokull. Imidlertid kan tilbakebetalingstiden reduseres ved å bruke mindre mengder av mer effektive biokullprodukter, for eksempel biokullgjødning, eller ved å senke markedsprisen på biokull. Bønder kan også redusere tilbakebetalingstiden ved å produsere biokull selv ved hjelp av egne råvarer.

For å øke bruken av biokull, blir statens rolle i utviklingen av biokull belyst gjennom statlig subsidiering av karbonlagringseffekten av biokull, som kan føre til redusert behov for gjødning. En kombinasjon av disse tiltakene kan bidra til å redusere tilbakebetalingstiden for biokullinvesteringer. Videre kan det være mulig å utvikle mer lønnsomme nisjeprodukter, for eksempel biokull i fôr og biokull som filtermateriale, for å redusere utslipp av ammoniakk (NH_3), dinitrogenoksid (N_2O) og metan (CH_4) fra komposteringsanlegg og husdyrgjødning. Slike tiltak kan bidra til utviklingen av en bærekraftig biokullindustri (Prestvik & Lilleby, 2021).

Forskningen som er utført blant norske og polske bønder tyder på at det er behov for mer forskning og utdanning for å øke bevisstheten og viljen til å ta i bruk biokull i landbruket. Studiene har identifisert flere faktorer som påvirker bøndernes vilje til å ta i bruk biokull, inkludert prisen på biokullprodukter, bøndernes oppfatning av produktets verdi og effektivitet, og deres kunnskap om produktet. Den nåværende verdikjeden for biokull i Norge har også et gap i verdikjeden for biokull i Norge som må adresseres for å gjøre biokullprodukter mer tilgjengelige for bønderne.

som må adresseres for å gjøre biokullprodukter mer tilgjengelige for bønder.

En vanlig barriere for å ta i bruk biokull i landbruket er de høye kostnadene. For å fremme bruken av biokull er det behov for insentiver som kan redusere kostnadene og øke fordelene ved bruk av biokull. Disse insentivene kan ta form av økonomiske fordeler som tilskudd, subsidier eller skattefradrag for bruk av biokull, samt offentlige informasjonskampanjer og tilgang til teknisk og økonomisk støtte. Videre kan insentiver omfatte tiltak som gir klimafordeler ved bruk av biokull, for eksempel karbonkreditter eller karbonprising, som kan øke lønnsomheten ved produksjon av biokull og øke interessen for bruk av biokull i landbruket.

Flere av de gjennomgåtte kildene diskuterer de potensielle fordelene med biokull for forbedret jordhelse og planteproduksjon. Prestvik og Lilleby (2021) peker på implementering av politisk prosess som nødvendig for å iverksette nye klimatiltak i landbrukssektoren. Dette kan videre åpne et mulighetsvindu for at landbrukssektoren kan nå utslippsmålene i 2030, blant annet ved å forbedre fruktbarheten i jorden.

Forskjellene mellom biokull, trekull, kull, GAK og andre varianter

Biokull, trekull, kull, granulert aktivt kull (GAK) og andre karbonholdige materialer har flere fellestrekk, men hver av dem har sine egne unike egenskaper og bruksområder. For å kunne forstå betydningen av biokull i slambehandling, er det viktig å skille det fra andre karbonholdige forbindelser som ofte benyttes i ulike industrisektorer. Forskjellene består ikke bare i produksjonsprosessen og karboninnholdet, men også i de fysiokjemiske egenskapene og bruksområdene deres. Biokull skiller seg ut i forbindelse med slambehandling på grunn av dets iboende potensial for ressursgjenvinning, bærekraftig avfallshåndtering og miljøvern. Biokull produseres ved pyrolyse eller gassifisering av biomasse under oksygenfattige forhold, spesielt fra slam. Denne teknikken resulterer i et karbontett materiale som beholder den opprinnelige biomassenes struktur. Dette gjør biokull velegnet til bruk innen jordforbedring, karbonbinding og energiproduksjon (EBC, 2023; Ganesapillai et al., 2023). I motsetning til biokull og trekull er kull et fossilt brensel som har oppstått i løpet av geologiske perioder fra planterester. Kull er et populært valg for kraftproduksjon og en rekke industrielle aktiviteter på grunn av det høye karboninnholdet og den energirike sammensetningen. Det er imidlertid viktig å huske på at kull ikke er et resultat av pyrolyse eller gassifisering, men av geologiske prosesser som har pågått i millioner av år (Gong et al., 2023; Hrycak et al., 2023). Granulert aktivt karbon (GAC) er en type aktivt karbon som fremstilles ved å aktivere ulike karbonholdige materialer. Aktivt karbon har en høy adsorpsjonsevne når det er granulert, noe som gjør det til et utmerket alternativ for vann- og luftrensing (Thomas et al., 2021; Zhao et al., 2023a)"

Fordeler, barrierer og potensiellet for gjenbruk av biokullet.

Prosessen med å vurdere potensialet for gjenbruk av biokull i ulike bruksområder påvirkes av ulike faktorer. Dette inkluderer biokullets fysiske og kjemiske egenskaper, kravene spesifikke for hvert bruksområde, samt eventuelle forurensninger i biokullet. Gjenbruk av biokull har flere fordeler, som ressursbesparelse, reduksjon av avfallsmengder og muligheten for kostnadsbesparelser. Muligheten for å bruke biokull som gjødsel i landbruket er i stor grad

avhengig av biokullets næringsinnhold, stabilitet og passende egenskaper for spesifikke avlinger og jordforhold (Budai et al., 2020; Prestvik & Lilleby, 2021). På samme måte avhenger muligheten for å bruke biokull i anaerobe fordøyelsessystemer for biogassproduksjon av biokullets stabilitet, adsorpsjonskapasitet og innvirkning på mikrobiell aktivitet og fordøyelsesytelse (Luo et al., 2020; Liu et al., 2022). Biokull kan også brukes effektivt til vann- og avløpsrensing ved å ta hensyn til adsorpsjonskapasitet, porøsitet, overflatekjemi og regenereringspotensial (Gong et al., 2023; Zhao et al., 2023b). Når det gjelder oppgradering av biogass, fungerer biokull som CO₂-adsorbent, noe som bidrar til å øke metaninnholdet i biogassen og forbedre biometankvaliteten (Yuan et al., 2021; Shen et al., 2015; Vivo-Vilches et al., 2017).

Samtidig er det viktig å merke seg at det gjenbruk av biokull innebærer visse potensielle risikoer som det er viktig å være oppmerksom på. Ved første gangs bruk kan det forekomme opphopning av forurensende stoffer, for eksempel tungmetaller eller organiske miljøgifter (Gong et al., 2019; Mohamed et al., 2022). I tillegg kan gjentatt bruk av biokull i jord eller økosystemer resultere i endringer i jordegenskapene, næringskretsløpet, mikrobielle samfunn og den generelle helsen til økosystemet (Czech & Oleszczuk, 2018; Ghorbani et al., 2022). Det er derfor viktig å være oppmerksom på at gjenbruk av biokull innebærer potensielle risikoer.

For å sikre sikker og effektiv gjenbruk av biokull må det brukes egnede behandlingsteknikker. Disse kan omfatte vasking og sikting for å fjerne vannløselige forurensninger og urenheter (Gong et al., 2023; Gong et al., 2019), termisk behandling som høytemperaturoppvarming eller pyrolyse for å eliminere potensielle patogener eller forurensninger (Cong et al., 2022; Czech et al., 2021), og kjemisk behandling som syre- eller basevask for å fjerne spesifikke forurensninger eller endre overflateegenskaper (Zhao et al., 2023a; Goldan et al., 2022). I tillegg er kvalitetskontrolltiltak som rutinemessig testing og overvåking avgjørende for å vurdere biokullets gjenbrukbarhet (Paz-Ferreiro et al., 2018; EBC, 2023). Ved å kombinere avanserte prosesseringsteknikker med strenge kvalitetskontrolltiltak kan man sikre trygg og bærekraftig gjenbruk av biokull på tvers av ulike bruksområder.

3.1 Bakgrunn

3.1.1 Biokull

European biochar certificate er et sertifiseringsprogram etablert av European Biochar Foundation med formål om å sikre en bærekraftig biokullproduksjon, gi kundene et pålitelig kvalitetsgrunnlag, og samtidig gi produsentene mulighet til å vise at biokullproduktet deres oppfyller veldefinerte kvalitetsstandarder. Schmidt et al. (2016) definerer biokull som « *et porøst, karbonrikt og stabilt materiale, produsert ved pyrolysing av plantebasert biomasse og anvendt slik at karboninnholdet kan lagres over lange tidsperioder (eks. i jord), eller anvendt som erstatning for fossilt karbon i industrien.* » (Oversatt fra *European Biochar Certificate (2020)* (Biokullnetverket, u.d)).

Biokull er en substans som likner på trekull og kan brukes som jordforbedring for å øke karboninnholdet i jorda (Joner et al., 2017) . Prosessen med å lage biokull, kjent som pyrolyse, innebærer oppvarming av biomasse ved høy temperatur under begrenset tilgang på oksygen. Dette fører til at karbonet i biomassen gjennomgår molekylære endringer, noe som resulterer i en svært stabil og motstandsdyktig form for karbon som ikke lett brytes ned biologisk. Det betyr at når biokullet er tilført i jorden, kan det forbli der i flere hundre år uten å påvirke jordens økosystem (Joner et al., 2017).



Figur 3: *Biokull* (Joner, 2017)

Den motivasjonen som ligger til grunn for utforskningen av denne alternative anvendelsen av trekull har sitt utspring i vitenskapelige iakttagelser av det karbonrike jordsmonnet i det sentrale Amazonas, kjent som "Terra Preta de Indios". Dette bemerkelsesverdige jordsmonnet, som utgjør omtrent 10 % av Amazonas-området, er bemerkelsesverdig fruktbar på grunn av en kombinasjon av karbonholdige rester fra nomadiske urfolks svedjebruk og andre organiske materialer etterlatt av tilreisende befolkningsgrupper (Montanarella & Lugato, 2013).

Anvendelsen av biokull i landbruket har demonstrert en rekke potensielle fordeler, inkludert forbedret jordfruktbarhet og -struktur, som igjen kan bidra til å forbedre vannretensjon, karbonbinding og redusert behov for kunstgjødsel (Joner et al., 2017). For å oppnå en helhetlig forståelse av biokull som produkt, gir Tabell 2 nedenfor en systematisk oversikt over de fordeler og barrierer som tidligere forskning har identifisert i sammenheng med biokull. Dette gir et helhetlig perspektiv på potensialet og utfordringene knyttet til biokull som en jordbruksressurs basert på tidligere forskning:

Tabell 2: Kartlegging av fordeler og barriere med biokull.

Fordeler med biokull	Barrierer knyttet til biokull
Karbonlagring: Biokull bidrar til langvarig lagring av karbon i jord, reduserer klimagassutslipp og hjelper i kampen mot klimaendringer (Joner et al., 2023; O'Toole et al., 2022)	Umoden teknologi kan konkurrere med etablerte løsninger og sånn sett bli møtt av barrierer skapt av aktører som har liten interesse av at status quo utfordres (Steen, 2017)
Forbedret jordstruktur: Biokull forbedrer jordens struktur og drenering, og kan øke vannretensjonsevnen, noe som bidrar til bedre plantevekst (Rasse et al, 2020).	Ressursbruk: Produksjonen av biokull kan kreve store mengder biomasse og energi, noe som kan konkurrere med andre bruksområder for biomasse (Thomassen et al. 2017).
Næringsstoffbevaring: Biokull kan bidra til å redusere tap av næringsstoffer fra jord, slik at næringsstoffene blir tilgjengelige for planter over lengre tid (O'Toole et al., 2022)	Manglende legitimering Som kan videre skyldes av at teknologien beheftet med så stor grad av usikkerhet (Steen, 2017)
Redusert vannforurensning: Biokull kan redusere avrenning av næringsstoffer og kjemikalier i vannløp, og bidra til å beskytte vannmiljøet (Joner et al., 2023).	Mangel på sertifiseringsordninger for biokull som klimatiltak som er godkjent av nasjonale eller overnasjonale myndigheter (Steen, 2017) .

Krever lite nitrogen- og fosforressurser for å binde store mengder karbon (Rasse et al., 2020)	Miljøpåvirkning av produksjon samt behov for mer kunnskap om praktisk bruk av biokull (blandingsforhold, tilførsel osv.) og effekter (Prestvik & Lilleby, 2021)
Jordforbedring: Biokull kan forbedre jordens evne til å holde på næringsstoffer og fremme mikrobiell aktivitet, noe som øker jordfruktbarheten (Joner et al., 2023).	Usikkerhet mht effekter på jord: Langsiktige effekter av biokull på jordkvalitet og miljø er fortsatt under utforskning (Steen , 2017).
Biokull kan redusere mengden CO2 med 830 000 tonn innen 2030 til under 500kr /tonn (Rasse et al., 2020)	
Biokull har kapasitet til å redusere klimagassutslippene samtidig som landbrukets hovedoppgave med å produsere mat ivaretas og prioriteres (Weldon , 2022).	

I 2020 lanserte EU-kommisjonen en strategisk plan som understreket betydningen av å iverksette prinsippene for sirkulær økonomi i vannsektoren for å takle utfordringer knyttet til vannmangel, forurensning og klimaendringer. Biokull blir ansett som et stabilt produkt med betydelig potensial til å forbedre jordkvaliteten på flere måter. Gjennom bruk av biokull kan man mulig oppnå økt karboninnhold i jorden, forbedret filtreringsevne, økt vannholdingskapasitet, økt mikrobiell aktivitet og fremmer rotvekst. Videre bidrar biokull til å redusere tap av næringsstoffer og binde giftige tungmetaller (European Commission, 2020). Denne helhetlige tilnærmingen viser hvordan biokull kan være en verdifull ressurs i arbeidet med å oppnå bærekraftige løsninger i vannsektoren.

På grunn av sin stabile karbonstruktur og betydelige poreoverflate har biokull potensial som et effektivt klimatiltak med flere mulige anvendelsesområder på tvers av forskjellige sektorer. Produksjonen av biokull kan også gi verdi til organiske materialer som anses som avfall av samfunnet. Dette inkluderer biomasseavfall fra landbruk, husholdning, skogbruk og andre biologiske kilder (Joner et al., 2017). Gjennom en pyrolyseprosess kan dette biomasseavfallet omdannes til biokull, som har flere nyttige bruksområder. Biokull kan brukes som jordforbedringsmiddel for å forbedre jordkvaliteten og øke vannretensjon og næringstilgjengelighet for planter. Den kan også brukes som en karbonlagringsmetode for å redusere utslipp av karbondioksid (CO₂) til atmosfæren, og dermed bidra til å bekjempe

klimaendringer. I tillegg kan biokull brukes som et filtermateriale for å redusere utslipp av forurensninger som ammoniakk (NH₃), lystgass (N₂O) og metan (CH₄) fra kompostering av plante- og husdyrgjødsel, og dermed redusere atmosfærisk forurensning. bidra til å forbedre luftkvaliteten (Joner et al., 2017).

3.1.2 Utfordring /barriere med bruk av biokull

3.1.3 Pris for råvarer til bruk i biokullproduksjon

Dataene som framlegges i tabell 2 er innhentet fra NIBIOs prosjekt "FØNIKS" og viser priser for ulike råvarer som kan anvendes i produksjonen av biokull. Ved å benytte prisene som fremkommer i tabell 2, har vi evnet å estimere kostnadene knyttet til den nødvendige energien ved fremstillingen av biokull fra ulike varianter av biomasse. Prestvik & Lilleby (2021) kategoriserer råvarene som anvendes i produksjonen av biokull i to hovedgrupper. Den første typen inkluderer "rene" råvarer som for eksempel flis og halm. Disse råvarene har ofte alternative anvendelsesområder. Den andre kategorien omfatter "urene" råvarer, som også stammer fra biologiske kilder, men kan inneholde ulike tilsetninger og i mange tilfeller betraktes som avfall. Dette påpeker at produksjonsprosessene for biokull som også genererer varme, primært benytter seg av rent trevirke, typisk i form av flis, som råstoff. Treflis er kjent som en etablert råvare for bioenergiproduksjon, noe som innebærer at det allerede har alternative anvendelser og en etablert markeds plass. I og med at denne råvaren allerede er assosiert med energiproduksjon, kan prisen variere i tråd med prisendringer på energi. Noen selskaper har tilgang til trevirke som råstoff gjennom egne ressurser, for eksempel ved å eie skogeiendommer eller utnytte avfallsstrømmer fra parker og kommunale anlegg. Kostnadene i analysen er oppgitt i NOK per tonn tørket råvare, mens energikostnadene ved biokullproduksjon oppgis i NOK per gigajoule (O'Toole et al., 2021).

Tabell 3: kostnader for ulike biomasser for energiformål:

Biomasse	Kostnad (NOK/tonn TS)	Brennverdi på kostnadsberegnet (MJ/kg)	Kostnad for energi (NOK/GJ)
Tørket treflis	555 - 972	18,5	41
Halm	850	18,5	77
GROT	150 - 250	18,5	25 - 38
Hageavfall	100 - 150	18,5	47 - 71

Valget av treslag kan også påvirke egenskapene til det ferdige biokullet. Visse treslag som vanligvis ikke brukes som brensel på grunn av sin løse struktur og lave brennverdi, kan gi biokull med unike strukturer, noe som kan være ønskelig for spesifikke bruksområder. En ny teknologi som er under utvikling benytter heltre som råmateriale, og man har observert betydelige forskjeller i biokullets egenskaper avhengig av hvilket råmateriale som brukes. Ved bruk av heltre har biokullet en tendens til å bestå av større biter enn biokull produsert av flis eller halm (Prestvik & Lilleby 2023).

Studiet av Prestvik & Lilleby (2023) viser til at råmaterialets renhet er nært knyttet til hva biokullet skal brukes til. Avhengig av hvilken pyrolyseovn som brukes, kan det være spesifikke krav til størrelse og fuktighetsinnhold i flis og andre råvarer. Ved varmeproduksjon er det viktig å ha et tilstrekkelig lavt fuktighetsinnhold for å oppnå gunstig produksjonseffektivitet, noe som kan gjøre det nødvendig med separate anlegg for tørking av flis og lignende råvarer. Andre "rene" råvarer fra landbruket kan være halm og husdyrgjødsel med et betydelig innslag av strø og kornrester. Det har vist seg at visse typer råvarer, som cellulose- og ligninrik biomasse, er mer effektive til å produsere biokull enn biomasse fra ettårige planter. Strukturen til råmaterialet kan også ha innvirkning på hvor egnet det er for pyrolyseprosessen, noe som kan gjøre det utfordrende å bruke råvarer med lav strukturell integritet, for eksempel kornmasse. Videre kan visse råvarer kreve spesifikke lagringsbetingelser eller ha egenskaper som gjør dem mindre gunstige for pyrolyse.

Sammenligning av type råvare basert på kostnad og energiproduksjon (tabell 2) viser at GROT har den laveste kostnaden (150 - 250 NOK/tonn TS), etterfulgt av hageavfall (100 - 150

NOK/tonn TS), tørket treflis (555 - 972 NOK/tonn TS) og halm (850 NOK/tonn TS). Brennverdien er den samme for alle råvaretypene med 18,5 MJ/kg. Basert på kostnaden for energi alene, gir GROT mest energi per enhet kostnad, etterfulgt av tørket treflis, hageavfall og til slutt halm. Kostnaden for energi er lavest for GROT (25 - 38 NOK/GJ), deretter følger tørket treflis (41 NOK/GJ), hageavfall (47 - 71 NOK/GJ) og halm (77 NOK/GJ) (O'Toole et al., 2021). Dermed kan GROT betraktes som den mest økonomiske råvaretypen, selv om treflis kan gi høyere kvalitet på det resulterende biokullet. Merk at disse tallene er gjennomsnittsverdier og kan variere avhengig av lokale forhold, tilgjengelighet og leverandører. Det er også viktig å merke seg at estimatene for kostnad for energi ikke tar hensyn til energien som kreves for flising, tørking og lagring av biomassen, faktorer som kan legge til et betydelig energiforbruk til den samlede biokullproduksjonen.

3.1.3 Utbredelse

I Norge er opprettholdelsen av en stabil klimatilstand og en balansert økologi av stor betydning for landbruket. Dette krever løsninger som tar hensyn til både globale utslipps- og ressursutfordringer, spesielt i overgangen fra fossile brensler til fornybare ressurser. På nåværende tidspunkt eksisterer det ingen nasjonal politikk eller et etablert marked i Norge som støtter finansiering av karbonlagring gjennom bruk av biokull i jordbrukspraksis (Miljødirektoratet et al., 2020). Dette understreker viktigheten av å etablere en velfungerende og effektiv klimapolitisk ramme som kan veilede innsatsen for å redusere klimagassutslipp.

I respons til denne utfordringen har regjeringen introdusert midlertidig økonomisk støtte til bønder som velger å investere i biokullreaktorer. Hensikten med dette tiltaket er å fremme bruk av fornybar energi innen landbruket. Et praktisk eksempel på dette initiativet finner vi i Sandnes kommune, som også har engasjert seg i å fremme bærekraftige praksiser ved å investere i en biokullreaktor. Denne reaktoren har kapasitet til å produsere en tilstrekkelig mengde biokull for å lagre hele 400 tonn CO₂-ekvivalenter årlig (Sandnes kommune, 2020). Disse skrittene representerer en positiv fremgang mot håndtering av klimautfordringer og utforskning av potensialet i biokull som en bærekraftig ressurs. Lindum AS har også et pyrolyseanlegg klart for produksjon av biokull i Drammen Kommune. Dette anlegget anses som en "sirkulær kinderegg"-løsning ved å håndtere problemavfall, bidra til kutt i klimagassutslipp og produsere verdifulle biprodukter, inkludert ressurser for jordbruket (Lindum, u.d). I tillegg eksisterer en Facebook-gruppe med rundt 2 200 medlemmer som deler personlige erfaringer knyttet til produksjon og bruk av biokull. Det er imidlertid uklart hvor mange av disse medlemmene faktisk produserer og anvender biokull i jordbruket (Facebook, 2023).

Mens biokull tidligere ble betraktet som en nisjeaktør i klimadebatten (Steen, 2017), har produktet i dag mottatt betydelig oppmerksomhet på grunn av dets potensial i den pågående klimakrisen. Den økende oppmerksomheten har resultert i etableringen av organisasjoner som arbeider kontinuerlig for å etablere en solid posisjon i markedet. Denne organisasjonen er engasjert i aktivt samarbeid med ulike deltakere i verdikjeden, fra produsenter til forskningsinstitusjoner, og bidrar dermed til den vedvarende innsatsen for å optimalisere bruken av biokull (Norsk biokullnettverket, u.d).

Flere av medlemmene i nettverket har også gjort betydelige investeringer i produksjonen av biokull. For eksempel har Opplandske Bioenergi etablert Norges første kommersielle pyrolyseanlegg, som bruker landbruksavfall og jomfruelig trevirke som råstoff. Dette anlegget leverer fjernvarme til et Nortura-produksjonsanlegg samt 320 innbyggere i Ringsaker kommune (Holm, 2021). Forventningene er at anlegget årlig vil produsere hele 2100 tonn biokull for kommersiell distribusjon (Norsk Biokullnettverk, 2020). Denne utviklingen signaliserer en økende satsing på biokull som en levedyktig løsning med potensial for bred bruk i kampen mot klimaendringene.

Til tross for etablering av interessegrupper og investeringer i biokullproduksjon er det ifølge nyere forskning fortsatt en mangel på tilrettelegging for utbredt bruk av biokull i norsk landbruk. Offisielle estimater for bruken av biokull på gårder i landet er fortsatt ikke fastsatt. Selv om grupper som "Biokull i Norge - erfaringer og diskusjon" på Facebook samler medlemmer som deler informasjon og personlige erfaringer, er det fremdeles uklart hvor mange som faktisk produserer og benytter biokull i landbrukspraksis (Rassat, 2020; Steen, 2017). Derfor har denne studien som mål å undersøke hvordan økonomiske insitamenter som subsidier, skattefordeler eller karbonkreditter kan bidra til å øke bruken av biokull i norsk landbruk og dermed støtte oppnåelsen av nasjonale klimamål.

3.1.2 Bærekraftig sirkulær bioøkonomi og biobasert verdiskaping

På grunn av klimaendringene står landbruksnæringen overfor utfordringer knyttet til bærekraftig produksjon og ansvarlig ressurs- og naturforvaltning. For å tilpasse landbrukspraksisen til klimaendringene og samtidig redusere utslippene, søker sektoren etter løsninger som inkluderer alternativt drivstoff i stedet for fossile brensler (Hohle et al., 2016). Jorderosjon, endrede nedbørsmønstre og tørke har betydelige konsekvenser for landbruket og matproduksjonen. Derfor er det nødvendig å forbedre produksjonsprosesser og redusere matsvinn for å oppnå bedre matsikkerhet, nå klimamål og redusere miljøbelastningen fra matproduksjon (World Bank, 2022). Dette har også fremmet debatter om matsuverenitet og strategisk autonomi, som påvirker landskap, økonomi, samfunn og kultur (Bounds, 2022).

Bioøkonomien, også kjent som den biobaserte økonomien, innebærer produksjon av biobaserte ressurser og deres transformasjon til mat, fôr, bioenergi og biobaserte materialer. Den biobaserte verdikjeden involverer primærproduksjon av biobaserte materialer, konvertering til

produkter med høyere verdi gjennom prosessering og kommersialisering på markedet (Lewandowski et al., 2018). Bruken av biokull er en mulig løsning for å redusere klimagassutslipp i landbruket (Kvakkestad et al., 2022).

En av de fem sentrale sosioøkonomiske utfordringene som EU-kommisjonen har identifisert frem mot 2030, er å sikre matsikkerheten ved å prioritere jordhelse og mat (O'Toole et al., 2022; Forskningsrådet, 2022). Disse målene er en del av EUs ambisiøse plan for å oppnå klimanøytralitet i Europa innen 2050 og involverer initiativer som EUs jordstrategi, programmet 'Horizon Europe' og 'farm to fork'-strategien. Biokull har historisk blitt brukt som jordforbedring i ulike deler av verden, spesielt i Brasil hvor områder med tett befolkning i regnskogen har avdekket fruktbare jordtyper kjent som "terra preta" eller svart jord. Disse jordtypene inneholder høye mengder biokull, opptil 45% av karboninnholdet (Mao et al., 2012). Dette har bidratt til opprettholdelse av jordens fruktbarhet på et høyere nivå enn typisk for tropiske jordsmonn (Glaser et al., 2001). Biokull fungerer som et karbonlager ved å binde karbon i biomasse gjennom pyrolyse (Biokullnettverket, u.å). Dette bremser nedbrytning og oksidasjon av karbon, noe som fører til langsommere frigjøring av CO₂. Dette muliggjør fjerning av karbon fra det naturlige karbonkretsløpet, som deretter kan lagres eller tilføres jorden (Steen, 2017).

Bruken av biokull i landbruket gir betydelige muligheter for å redusere mengden karbonholdige gasser i atmosfæren og dermed motvirke drivhuseffekten. Slike karbonnegative tiltak anses som avgjørende for å nå togradersmålet (Miljødirektoratet 2015; Steen, 2017). Til tross for mulige fordeler og støtte fra FNs klimapanel (IPCC), har implementeringen av biokull som klimatiltak i norsk landbruk gått tregt av forskjellige årsaker (Leffertstra & Fjeldal, 2010; IPCC, 2018). Manglende kunnskap og bevissthet er faktorer som bidrar til begrenset interesse for implementering (Kvakkestad et al., 2021).

3.2 Dagens insentivstruktur i norsk landbruk

I gjennomsnitt mottar norske bønder 59 % av inntektene sine fra støttetiltak for landbruket (PSE), noe som er det høyeste blant alle OECD-land og mer enn tre ganger OECD-gjennomsnittet. Hovedkomponentene i denne støtten er markedsprisstøtte (MPS) opprettholdt av tariffier og markedsreguleringer, samt koblede betalinger. Den nåværende insentivstrukturen i norsk landbruk er et sett av økonomiske og politiske insentiver som former atferden til bønder og andre aktører i sektoren. Disse insentivene tar sikte på å oppnå ulike mål, blant annet å

fremme bygdeutvikling, sikre matsikkerhet, beskytte miljøet og støtte bøndenes levebrød. Tabellen nedenfor fremhever noen av hovedtrekkene ved Norges nåværende insentivstruktur i landbruket (OECD, 2021).

Tabell 4: Oversikt over dagens insentiver i norsk landbruk.

<p>Subsidier:</p>	<p>Den norske regjeringen gir betydelige subsidier til bønder, både i form av direkte utbetalinger og støtte i form av naturalytelser som gunstig skattebehandling og tilgang til kreditt. Disse subsidiene er ment å fremme bærekraftig landbruk, beskytte miljøet og støtte bygdeutvikling (Innovasjon Norge, 2023; Regjeringen, 2023).</p>
<p>Tollsatsler og importkvoter:</p>	<p>Norge har en sterkt beskyttet landbrukssektor, med høye tollsatsler og importkvoter på mange landbruksprodukter. Denne proteksjonistiske politikken er ment å støtte innenlandske bønder og fremme matsikkerhet. (Landbruksdirektoratet, 2021)</p>
<p>Miljøreguleringer</p>	<p>Norske bønder er underlagt en rekke miljøreguleringer, for eksempel restriksjoner for bruk av gjødsel og plantevernmidler, og krav om å opprettholde visse typer vegetasjon på jordene sine. Formålet med disse reglene er å beskytte miljøet og fremme et bærekraftig landbruk (Regjeringen, 2021a).</p>

Frivillige programmer	Det finnes også en rekke frivillige programmer som gir bønder økonomiske insentiver til å ta i bruk mer bærekraftige metoder, for eksempel økologisk landbruk eller skånsom jordbearbeiding. dette gjelder blant annet Miljøplan trinn 1 & 2, tilskuddsordning for økologisk landbruk eller programmet 'klimasmart landbruk' som gir støtte til bønder som investerer i klimasmart og bærekraftig landbrukspraksis (Brandtzæg et al., 2008; Ruud, u.d).
-----------------------	---

3.3 Internasjonal status

Internasjonal forskning avslører en omfattende utforskning av biokull med flere anvendelsesområder, inkludert jordbruk, skogbruk og miljøsanering (Latawiec et al., 2017; Roberts et al., 2009). Innen jordbruk har oppmerksomheten vært rettet mot anvendelsen av biokull for å forbedre jordens fruktbarhet, bevare næringsstoffer og øke vannretensjonen med sikte på å øke avlingene. Samtidig har biokull blitt systematisk studert som en potensiell løsning for å håndtere organisk avfall og redusere klimagassutslipp gjennom karbonbinding (Latawiec et al., 2017; Roberts et al., 2009). Studier som Latawiec et al. (2017) og Roberts et al. (2009) dokumenterer at biokull har en positiv innvirkning på jordstruktur, mikrobiell aktivitet og generell jordhelse.

Til tross for disse mulige bruksområdene, står implementeringen av biokull i ulike regioner overfor komplekse utfordringer. Disse utfordringene inkluderer aspekter som produksjonskostnader, Skalerbarhet og egnede påføringsmetoder. Regelverk, markedsinsentiver og teknologiske fremskritt spiller en avgjørende rolle i graden av integrasjon av biokull i eksisterende landbruks- og miljøpraksiser (Latawiec et al., 2017). Forskningsresultater fra Latawiec et al. (2017) gir verdifull innsikt for å håndtere disse utfordringene og utforme strategier som sikrer en bærekraftig implementering av biokull-

Selv om bruken av biokull i landbruket gradvis øker i noen land, gjenstår det fortsatt betydelige hindringer. Fraværet av positive resultater innen europeisk landbruk, til tross for mer

oppmuntrende funn fra andre regioner i verden, er en av årsakene til dette (Shackley et al., 2016). Industriell produksjon av biokull står overfor teknologiske utfordringer og høye produksjonskostnader per enhet, i tillegg til komplekse regulerings rammeverker (Shackley et al., 2016). Dette fører til lav produktmargin, og markedsstabilitet for biokull er en pågående utfordring. Samtidig viser flere vitenskapelige studier at biokull har et potensial som strekker seg utover agronomiske bruksområder og kan være avgjørende for den biobaserte økonomien. Selv om potensialet for biokull i landbruket er erkjent, må flere problemer løses før det kan tas i bruk i stor skala (Shackley et al., 2016).

Til tross for at bruken av biokull i landbruket fortsatt er relativt ny, er det variasjon i bruksmønsteret mellom ulike land og regioner. Noen land har utviklet forvaltningsstrategier som fremmer økt bruk av biokull i landbruket, blant annet gjennom insentiver for bønder. Utfordringen ligger imidlertid i mangelen på detaljerte implementeringsplaner, noe som gjør det vanskelig å måle eller sammenligne effektiviteten av ulike tilnærminger. Kontekstuelle faktorer spiller en rolle i motivasjonen for å ta i bruk biokull. Videre forskning er nødvendig for å forstå de spesifikke hindringene og mulighetene som bønder står overfor i ulike kontekster. Politiske tiltak og støtte fra myndighetene kan være avgjørende for utviklingen av strategier som fremmer bærekraftig bruk av biokull i landbruket.

3.3.1 Internasjonale støtteprogram for biokull

Gitt biokullets potensial til å håndtere flere miljøproblemer som klimaendringer, jordforringelse og avfallshåndtering, er det etablert flere internasjonale programmer for å legge til rette for utvikling av biokull. Disse programmene har forskjellige mål og insentiver for interessenter som investerer i biokullsektoren. Tabellen 4 gir en oppsummering av noen av de internasjonale programmene med mål om å fremme utvikling av biokull gjennom tildeling av tilskudd. I tabell 4 oppsummeres også målene for disse programmene og belønningene som er tilgjengelige for interessenter som er involvert i initiativet.

Tabell 5: Oversikt over internasjonale støtteprogram som fremmer biokull.

Programnavn	Formål	Belønning for interessenter
Puro earth	En markeds plass for prosjekter for fjerning og lagring av karbon som bruker verifisert biokullteknologi.	Tilbyr en plattform for biokullprosjekter for å få tilgang til finansiering og selge karbonkreditter (Puro earth, u.d).
Puro earth ECHO2	Et dekarboniseringsprogram som bruker biokull for å fange og lagre karbon i jorda.	Tilbyr økonomiske tilskudd for bønder og grunneiere til å implementere biokullbaserte karbonbindingspraksiser (Puro earth, 2021).
International Biochar Initiative (IBI)	Fremmer bruken av biokull for bærekraftig jordforvaltning, motvirkning av klimaendringer og andre bruksområder.	Tilbyr nettverksmuligheter, tekniske ressurser og påvirkningsarbeid for interessenter som arbeider med biokull. (International Biochar Initiative, u.d)
Biochar zero	En plattform i Europa som spesialiserer seg på rådgivning og handel med biokull. Tilbyr kunnskap om mer enn 70 biokullprodusenter i Europa og assisterer kundene deres i å finne den beste partneren for sin bruk av biokull.	Øker kunnskap innen produksjon, handel og anvendelse av biokull, samt annen detaljert innsikt som er nødvendig for å øke utfallet av bruk av biokull (Biochar zero, u.d)
First Climate	Biokull program som tilbyr karbonkreditter for biokullprosjekter som oppfyller visse kriterier for bærekraft og miljøpåvirkning.	Gir økonomiske insentiver for interessenter slik at de kan utvikle og gjennomføre biokullprosjekter (First Climate, u.d).
FVPK (Fachverband	En tysk organisasjon som jobber med å	Tilbyr nettverksmuligheter,

Pflanzenkohle)	fremme bruken av biokull, spesielt i landbruket.	tekniske ressurser og påvirkningsarbeid for interessenter som arbeider med biokull. FVPK har som mål å skape bevissthet, støtte forskningsaktiviteter og fremme samarbeid mellom interessenter innen biokull i Tyskland (Fachverband Pflanzenkohle, u.d).
Charnet	Fremmer bruken av biokull for bærekraftig landbruk og jordforvaltning i Sveits.	Tilbyr nettverksmuligheter, tekniske ressurser og påvirkningsarbeid for interessenter som arbeider med biokull (Charnet, u.d).
Australian Government Carbon Farming Initiative (CFI)	Programmet tar sikte på å støtte utviklingen av bærekraftige landbruksmetoder og samtidig bidra til Australias nasjonale mål for utslippsreduksjon.	Tilbyr insentiver for bønder og arealforvaltere til å fremme bærekraftig landbrukspraksis gjennom bruk av biokull for å binde karbon. (Australian Government, 2022)
American Farmland Trust (AFT)	Jobber med å sikre bevarelse og vern av jordbruksarealer samtidig som de fremmer praksiser for bærekraftig landbruk. Denne organisasjonen spilte en rolle i å oppnå karbonnøytralitet i den amerikanske storfekjøttforsyningen ved å støtte og fremme tiltak (Sallet, 2022).	Organisasjonen tilbyr tekniske ressurser og kampanjer for bruk av biokull, samt andre bærekraftige landbruksmetoder, for å hjelpe bønder og gårdbrukere med å gå over til mer bærekraftige landbrukspraksis (American Farmland Trust, u.d).

3.4 Oversikt over marked og bruk

I Brasil legger offentlige lover og programmer betydelig vekt på å fremme bruken av biokull i landbruket. Et eksempel er regjeringens nasjonale biokullinitiativ, som har som mål å forbedre jordens fruktbarhet og binde karbon gjennom å oppmuntre til bruk av biokull (Carauta et al., 2021). I USA og Kina er det en økende trend blant småbønder og bedriftseiere å produsere biokull, og brukes hovedsakelig som jordforbedringsmiddel i økologisk landbruk og hagebruk. Ifølge Groot et al. (2018) ligger biokullproduksjonen i USA mellom 35,000 til 70,000 tonn per år, mens den canadiske produksjonen utgjør ytterligere 1,700 til 6,600 tonn per år. Totalt sett, i Nord-Amerika, produseres det omtrent 36,700 til 76,600 tonn biokull årlig (Groot et al., 2018). I Tyskland spiller myndighetsreguleringer og forskningsaktiviteter en viktig rolle i å fremme produksjon og bruk av biokull. Den tyske biokullforeningen, kjent som Fachverband Pflanzenkohle, ble etablert i 2017 med det uttalte formålet å fremme bruken av biokull som jordforbedring. I tabell 5 vises en markedsoversikt over de ulike landene.

Tabell 6: *Oversikt over internasjonale støtteordninger.*

Land	Støtte fra regjeringen	Produksjon (Estimert årlig)	Organisasjon
Brasil	Ja	Ikke spesifisert	Nasjonalt biokull program & Embrapa
USA	Nei	35 000 - 70 000 t	International biochar initiative
Kina	Uklart	Uklart	Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS)
Tyskland	Ja	Uklart	Fachverband Pflanzenkohle

3.5 TEORI

Innfallsvinklingen i masteroppgaven er bruken av økonomiske insentiver som motivasjonsperspektiv for økt bruk av biokull. Teorien som ligger til grunn for å forklare sammenhengen mellom klimaambisjoner og implementeringen av økonomiske insentiver som påvirker bønders motivasjon for å ta i bruk biokull på gården. Etablering av effektive insentivsystemer for karbonlagring krever nøye avveining. En nøkkelkomponent er en grundig evaluering av karbonlagring sammenlignet med referansescenarier, inkludert alle utslipp som kan knyttes til gjødselbruk, relevante produksjons- og transportprosesser. Det er også avgjørende å validere de underliggende antakelsene og verifisere at biokull faktisk gir de fordelene som er nødvendige for å oppnå bedre klimaregnskap i landbruksektoren. (ISO 14064-02, 2019; Bier et al., 2020).

Porters diamantmodell, som gir et konseptuelt rammeverk for å bestemme et lands konkurransefortrinn i bioøkonomien, kan brukes til å forstå bedre formålet knyttet til barriere og mulighetene ved bruk av biokull i norsk landbruket. (Birner et al., 2014). Samt, forstå hvordan ulike aktører samarbeider i verdikjeden. Porters diamantmodell vil derfor i den sammenheng benyttes for å gi en mer personlig og detaljert forståelse av perspektivene og erfaringene til de involverte aktørene. Dessuten kan bruken av Porters diamantmodell forbedre presentasjonen av forskningsresultater på en visuell og engasjerende måte. Samt, gjøre dem mer tilgjengelige for et bredere målgruppe. (Lewandowski , 2018,s.30)

3.5.1 Biokull i landbruket

Biokull har blitt omtalt som en «vinn-vinn» løsning for landbruk og klima siden den har agronomiske fordeler ved å forbedre jordkvaliteten gjennom bedring jordstruktur, økt pH, reduserer aluminiumtoksisitet økt vannlagringsevne. Noe som i langsikt vises å gi muligens økt avling på langsikt (Joner et al., 2017). Biokull beregnes å være et effektivt klimatiltak ved at det øker karboninnholdet i jorda (O'Toole et al., 2022). Etersom den har blitt dokumentert i flere forskningsartikler som både tilføres jorda direkte og det kan f.eks. inngå i ulike gjødselprodukter. For tiden utvikles det handelsgjødsel (mineralgjødsel og organisk gjødsel) som inneholder biokull som både dekker plantenes næringsbehov samtidig som det bidrar til å øke karboninnholdet i jorda (Presvik & Lilleby, 2022). Hensikten med en slik gjødsel vil være at man kan bruke mindre nitrogen (anslagsvis 10 %-15 % mindre) og allikevel ha samme gjødslingseffekt (pga. redusert utvasking av nitrogen). Produktet ville kunne spres på samme

måte som handelsgjødsel samt ha samme sprede egenskaper (V. Kvakkestad, personlig kommunikasjon, 28.april 2023).

3.5.2 Den norske landbruksmodellen

Den norske modellen bygger i stor grad på tradisjonen for samarbeid mellom staten og landbruksnæringen. I motsetning til mange andre land, bærer næringen selv en stor del av ansvaret for gjennomføringen av landbrukspolitikken. Staten har på sin side ansvar for politiske vedtak og budsjettressurser som muliggjør måloppnåelse (Bunger & Tufte, 2016)

I 1950 innførte Reidar Almås nye organisasjonsformer i landbruket, som fastsatte at staten og landbruket skulle forhandle om inngåelsen av handelskontrakter gjennom årsmøter og jordbruksforhandlinger. Avtalen mellom landbrukets organisasjonsformer var basert på obligatorisk samarbeid mellom staten og landbruket, der Stortinget fastsatte målene for landbrukspolitikken. Dette hadde hovedsakelig betydning for de økonomiske rammene for landbruksprodusentene. Samtidig var landbrukspolitikken i hovedsak utformet med tanke på å imøtekomme samfunnets behov. (Gjessing, 2017)

I dag har både Norsk Landbruksforening og Norges Bonde- og Småbrukers Forbund forhandlingsrett med staten. De viktigste elementene i denne forhandlingsprosessen er hovedavtalen, årlige forhandlinger om jordbruk og forhandlinger om jordbruket. Ifølge Landbruks- og matdepartementet har Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag, som representerer henholdsvis bønder og småbrukere i Norge, forhandlingsrett med staten når det gjelder jordbruksavtalen. (Regjeringen, u.d) Jordbruksavtalen er en årlig avtale mellom staten og landbruksnæringen om rammevilkårene for norsk matproduksjon (Bunger & Tufte, 2016).

Norsk Landbruksforening er en paraply- og serviceorganisasjon for ti regionale rådgivingsenheter med til sammen 24.000 medlemmer og 370 ansatte over hele landet næringspolitisk. Dette er en organisasjon som jobber for å fremme interessene til næringsaktørene innen landbruket. Organisasjonen har som formål å styrke rammevilkårene for norsk matproduksjon og sikre en bærekraftig utvikling av landbruket (NLR, 2021).

Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag har begge lange historier som interesseorganisasjoner for bønder og småbrukere i Norge. Bondelaget ble stiftet i 1896 og

representerer ca. 62 000 medlemmer, mens Bonde- og Småbrukarlaget ble stiftet i 1915 og representerer ca. 13 000 medlemmer (Norsk bondelaget; NBS, u.d)

Hovedavtalen er en rammeavtale mellom partene i jordbruksforhandlingene som regulerer prosessen for forhandlingene. Avtalen fastsetter blant annet tidspunktet for forhandlingene, deltakere og forhandlingsprosedyrer (Regjeringen, 2015). Forhandlingene om jordbruket er en årlig prosess hvor partene forhandler om blant annet tilskuddsordninger, produksjonsvilkår og markedsadgang for norsk matproduksjon (Lanbruksdirektoratet, 2023). I Norge består landbruksmodellen av fire hoveddeler: Jordbruksavtalen, tollvernet, markedsbalansering og landbrukssamvirket. Til sammen fremmer disse fire pilarene stabile rammer for bøndene og stabile priser for forbrukerne (landbruket, 2016)

3.5.3 Jordbruksavtalen

Hovedkontrakten i avtaleverket fastsetter prosessen med landbruksforhandlinger. En sentral bestemmelse i avtalen sier at priser på landbruksprodukter og andre bestemmelser til næringen skal forhandles mellom statene og landbruket. Ansvar for jordbruksforhandlingene er overført til Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarforbund. (Landbruksdirektoratet, u.d) landbruksforhandlinger og avtaleverket som regulerer jordbruket i Norge.

Avtaleverket for jordbruket har et formål, og det er å regulere tiltak som er egnet til å fremme *fastlagte mål for jordbruket, og som ikke er uttømmende regulert ved lov, stortingsvedtak eller forskrift*. (Regjeringen, 2015). Det blir bemerket at dette avtaleverket ikke uttømmende regulerer alle aspekter av jordbruket, men heller utfyller der det ikke allerede er tydelig regulert av eksisterende lovgivning, stortingsvedtak eller forskrifter. Dette antyder at avtaleverket fungerer som et komplement til den nåværende rettslige strukturen for å sikre at jordbruket når sine mål. Dermed kan jordbruksavtalen betraktes som en modell for pris- og inntektsavtaler i jordbruket, bygd på den store jordbruksavtalen fra 1950. Dette inkluderer elementer som målpriser, incentiver, kvoter og markedsregulering. Avtalepartane involvert i dette samarbeidet er Landbruks- og matdepartementet, Norsk Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarforbund. For å bistå i disse forhandlingene, blir en offentlig tjenestemann fra Landbruksdepartementet, en landbruksdirektør eller et ministerråd ansvarlig for ledelsen av prosessen (Aanesland & Holm, 2006).

3.5.4 Landbrukets Økonomiske virkemidler og politiske regimet

Landbrukets Økonomiske Virkemidler og Politiske Regime omhandler organiseringen av økonomiske og politiske mekanismer innen landbruket. Sentralt i dette er samvirkeforetakene som spiller en viktig rolle i å iverksette landbrukspolitikken i samarbeid med markedsorganisasjonene. Bondelag, småbrukerlag og samvirkeforetak har en formell myndighetsrolle innen det landbrukspolitiske regimet, og denne institusjonelle offentlig-private samarbeidsstrukturen har blitt betraktet som et virksomhetssystem. En viktig reform i 1993 endret beslutningsstrukturen i kongressen og bidro til å "desentralisere" det landbrukspolitiske regimet ved å fjerne landbrukskommisjoner. Ifølge Almås (2002) var denne avskaffelsen spesifikt rettet mot å redusere bondeforeningenes segment og innflytelse innenfor landbrukspolitikken (Brobakk, 2018). Samvirkeforetak, også kalt kooperativer eller samvirkeorganisasjoner, har en vesentlig rolle i landbrukspolitikken og generelle landbrukssystemer. Disse enhetene fungerer som sentrale koblinger mellom produsenter og markeder, og de har utviklet seg til innflytelsesrike aktører som påvirker landbrukspolitikk, produksjonsmetoder og markedsstrukturer (Lilleby, 2020). Innenfor rammen av oppgaven har samvirkeforetak en betydelig påvirkning på utviklingen av biokullmarkedet gjennom aktiviteter som organisering og koordinering av biokullproduksjon fra medlemmenes gårder eller alternative kilder.

3.5.5 Tollvernet

Det norske tollvernet har som formål å sørge for at norske landbruksvarer nåværende forutsetninger for selvproduksjon ikke bli utkonkurrert av importert mat, slik at vi kan bestemme produksjonsmetode av maten som blir produsert i norsk jord (Landbruk, 2017; Nordstad, 2021). I hensikt for å sikre norsk matproduksjon og matvarekjede gjennom importvernet på jordbruksvarer (Regjeringa, 2020). Generelt setter Norge toll på varer vi produserer selv. Tollsatsene på grønnsaker, frukt og bær er generelt lavere enn på animalske produkter. I tillegg som de er skattefrie utenom norsk sesong. Bearbeidede landbruksprodukter er beskyttet av EØS-avtalen og har et eget tollsystem for råvarer. De beskattes med en lavere sats enn mindre bearbeidede produkter. Samtidig som, Norge toll belegger landbruksprodukter som er lokalprodusert. Gjennom administrative vedtak reduserer de tollsatsene og åpner for import når det er behov for det norske markedet.

For mange landbruksprodukter reduserer Landbruksdirektoratet normal tollsatsen. Dette kan være en viss tidsperiode, avhengig av vekstsesongen og markedsdekningen i landet.

(Landbruksdirektoratet, u.d) På selve importen av varer er høye tollsatser begrenset. Likevel gis det gjennom ulike handelsavtaler (WTO, EØS og EFTA handelsavtaler) lave eller ingen tollkvoter for slike produkter. Landbruksdepartementet er ansvarlig for å administrere importbeskyttelsen. Gjennom administrative vedtak vil de redusere tollsatser og åpne (Regjeringa, 2020). I samsvar med WT-avtalen, har Norge vedtatt proteksjonistisk landbrukspolitik, inkludert tollbeskyttelse. Denne politikken tar sikte på å beskytte de økonomiske interessene til innenlandske bønder i det lokale markedet (Berger et al., 2018). Visse viktige landbruksprodukter, som kjøtt, melk, ost og korn, er underlagt betydelig tollbeskyttelse ved import (Norges regjering, 2016).

3.5.6 Markedsbalansering

Markedsføringsloven gir utpekte markedsregulatorer ansvaret for å samle inn og levere alle landbruksvarer i Norge, noe som sikrer bøndene en stabil inntekt. Markedene for korn, kjøtt og meieriprodukter reguleres av bondeide samvirkeforetak, nemlig Felleskjøpet, Nortura og Tine (forskrift om markedsregulering til å fremme omsetningen av (jordbruksvarer), 2008). Disse aktørene samarbeider for å balansere markedet og opprettholde priser nær den årlig avtalte målprisen for meieriprodukter, svinekjøtt, korn, epler, poteter og grønnsaker (Berger et al., 2018). Dette skulle ved sin opprinnelse være en ordning som reduserer risikoen for bonden og øker forutsetning for matproduksjon i hele Norge. Gjennom en mer balansert marked for jordbruksprodukt, hvor alle norske bønder får solgt sine produkter, samt oppnå pris på produktene som er i henhold til det som er jordbruksoppjøret. (Norges bondelaget, u.d)

I 1993 forlot imidlertid regjeringen politikken med spesifikke inntektsmål for bønder og erstattet den med et generelt inntektsmål. Siden den gang har inntektsgapet økt mellom bønder og andre grupper, og utsiktene til at regjeringen vil gjenoppta den spesifikke inntektspolitikken fra 1970-tallet er ganske små. Følgelig har norske bønders inntektsnivå gått fra å være politisk regulert med spesifikke inntektsmål til å bli mer deregulert med generelle mål over tid (Veggeland, 2000).

3.5.7 Landbrukssamvirket.

Norske landbrukssamvirker er viktige aktører i norsk landbruksnæring som er en interesseorganisasjon for bonde- og skogeier basert næringsvirksomhet og industri i Norge.

Per dags har vi i Norge ulike virkemidler som bygger på den norske landbrukspolitikken; bl.a. jordbruksavtaler, eiendomspolitikk, samvirkelag og toll. Disse er også godt på linje med flere prinsipper som gjelder for agroøkologi som fremhever potensialet til agroøkologi, særlig regenerativt landbruk, når det gjelder å løse ulike presserende globale problemer som matsikkerhet og ernæring, fattigdom og sosiale ulikheter, klimaendringer, tap av biologisk mangfold og zoonotiske sykdommer. (Agroecology coalition , 2023) Landbruk og mennesker må samarbeide for å møte ulike sosiale utfordringer. (Regjeringen, 2022 a.) Det er nettopp dette agroøkologi handler om.

Agroøkologi refererer til bruken av økologiske prinsipper i landbruket, med vekt på betydningen av biologisk mangfold, lokal kunnskap og sirkulære systemer. Passasjen henviser spesifikt til de 13 prinsippene for agroøkologi som er definert av høynivåpanelet for eksperter i Komiteen for verdens matsikkerhet (HLPE-FSN). Disse prinsippene omfatter optimalisering av bruken av økosystemtjenester, resirkulering av næringsstoffer og energi, fremme av mangfold og verdsetting av lokal og tradisjonell kunnskap. Samarbeidet understreker også behovet for en omlegging av landbruks- og matvaresystemet som er i tråd med målene for bærekraftig utvikling (SDG), Paris- klimaavtalen, konvensjonen om biologisk mangfold (CBD) og FNs konvensjon for å bekjempe ørkenspredning i de landene som opplever alvorlig tørke og/eller ørkenspredning (UNCCD). Denne omstillingen vil innebære et skifte mot mer bærekraftige og motstandsdyktige mot produksjonssystemer som prioriterer miljømessig og sosial bærekraft (Agroecology coalition, 2023). Sosial og miljømessig bærekraft er to av de tre dimensjonene ved bærekraftig utvikling, som har som mål å sikre et solid og rettferdig grunnlag for et anstendig liv for alle. Disse dimensjonene er spesielt relevante for begrepet bioøkonomi, som byr på noen utfordringer som krever oppmerksomhet.

Bærekraftig utvikling er et bredt begrep som omfatter truede varer som er felles for det internasjonale samfunnet. Den fokuserer på globale spørsmål som global oppvarming, utryddelse av arter, diskriminering og økende sosiale forskjeller (Sæther& Kvamme, 2019) . Ifølge FNs bærekraftsmål (SDG) er miljømessig bærekraft oppført som en av de tre dimensjonene ved bærekraftig utvikling ved siden av sosial og økonomisk bærekraft. FN definerer bærekraftig utvikling som "utvikling som møter dagens behov uten å kompromittere fremtidige generasjoners muligheter til å møte sine egne behov". Dette inkluderer å beskytte

miljøet, sikre rettferdighet og likhet mellom mennesker, og fremme langsiktig bærekraftig økonomisk vekst. Ved å adressere disse tre dimensjonene ved bærekraftig utvikling, søker vi å finne en balanse mellom økonomisk fremgang, sosial rettferdighet og miljøvern for nåværende og fremtidige generasjoner

Miljømessig bærekraft innenfor FNs rammer fokuserer på å bevare og bærekraftig forvaltning av jordens økosystemer og ressurser. Det inkluderer tiltak for å bevare biologisk mangfold, beskytte luft- og vannkvalitet, sikre bærekraftig bruk av naturressurser og bekjempe klimaendringer. Målene og tiltakene for miljømessig bærekraft er uttrykt i ulike bærekraftsmål, som SDG 13 (Bekjempe klimaendringer og konsekvensene av dem) og SDG 14 (Bevare og bruke hav- og marine ressurser på en bærekraftig måte).

Sosial bærekraft, i henhold til FNs definisjon, fokuserer på å skape et inkluderende, rettferdig og rettighetsbasert samfunn. Det handler om å sikre at alle mennesker har lik tilgang til grunnleggende behov som helse, utdanning, anstendig arbeid og rettferdige muligheter. Sosial bærekraft inkluderer også å fremme likestilling, rettferdighet, menneskerettigheter og sosialt engasjement. Målene og tiltakene for sosial bærekraft er formulert i ulike bærekraftsmål, for eksempel SDG 1 (Ingen fattigdom) og SDG 5 (Likestilling mellom kjønnene). Begge disse dimensjonene, miljømessig og sosial bærekraft, er tett sammenkoblet og gjensidig avhengige av hverandre for å oppnå en bærekraftig fremtid.

Samarbeidet for agroøkologisk landbruk vil legge vekt på å ivareta, samt bidra på lag med bl.a. god Jordhelse, god dyrehelse og velferd, kulturlandskapsverdier og biodiversitet. Agroøkologisk modell har som formål å øke landbruksbidrag i norsk samfunn ved å ikke bare dekke jordbruket primæroppgave om å produsere mat, men også initiere oppbyggingen av jordbruksdrift som gir vinn-vinn- løsninger. (Regjeringen, 2022b) Ved å bygge prosesser med flere interessenter som har til hensikt å danne et rammeverk for redesign av systemet som skal optimaliseres og tilpasses lokale kontekster som gir en innledende sammenhengende struktur: resirkulering, effektivitet, mangfold, motstandsdyktighet og synergier som sentrale økologiske trekk ved agroøkologi. Disse aspektene som kom fram i de regionale konsultasjonene, ble gruppert under ytterligere fem elementer: samskaping av kunnskap, menneskelige og sosiale verdier, kultur og mattradisjoner, ansvarlig styring og sirkulær og solidarisk økonomi. (FAO, 2018) Gjennom å benytte mer av globale utviklingssamarbeid. Som en utgitt strategi for matsikkerhet, bekjempe sult og å oppnå bærekrafts målene (Regjeringen, 2022 c).

Det multifunksjonelle jordbruket går ut over matproduksjon og skaper også samfunnsnyttige goder som matvaresikkerhet, bevarelse av kulturlandskap, miljøfordeler og bærekraftige lokalsamfunn (Mittenzwei et al., 2006). Etter Mittenzwei & Fjellstad (2006), definerer det multifunksjonelle jordbruket som en tilnærming til landbrukspraksis som anerkjenner og søker å oppnå flere formål og funksjoner i tillegg til bare produksjon av mat og fiber. Det går ut over den tradisjonelle oppfatningen av jordbruk som bare en økonomisk aktivitet, og inkluderer også miljømessige, sosiale og kulturelle dimensjoner. I det multifunksjonelle jordbruket vektlegges bærekraft, og det legges vekt på å ivareta og forbedre miljøkvaliteten, bevare biologisk mangfold, sikre ressursforvaltning, opprettholde landskapets estetiske verdi og bidra til lokal utvikling og sysselsetting. Det inkluderer også sosiale aspekter som å fremme livskvalitet i landlige områder, opprettholde tradisjonelle landbrukspraksiser og bevare kulturell arv. På denne måten søker det multifunksjonelle jordbruket å balansere økonomiske, miljømessige og sosiale mål for å sikre et mer helhetlig og bærekraftig landbrukssystem (Mittenzwei & Fjellstad, 2006). Norge har nylig gått inngått et internasjonalt samarbeid for agroøkologi. Dette er en modell som er i sammenheng med utviklingen på et mer bærekraftig jordbruk, ved å oppskalere tiltak for å møte globale utfordringer for bærekraftige maktsystemer. For hvordan et land bør drive sin landbrukspolitik i henhold til FNs bærekrafts målene. (Norsk landbruksrådgiving, 2022; Regjeringen, 2022)

Organisatorisk sett har de norske landbrukssamvirkenes organisatoriske ordninger i forhold til Verdens handelsorganisasjon (WTO), Det europeiske frihandelsforbund (EFTA) og tolltariffen. Disse organisatoriske ordninger er organisert i henhold til den norske samvirkeloven av 2008. (samvirkelova, 2007, § 1-7) Disse samvirkeforetakene eies og kontrolleres av medlemmene, som hovedsakelig er bønder som driver landbruksproduksjon. Landbrukssamvirke er ansvarlige for markedsføring og distribusjon av medlemmenes produkter, samt å tilby dem tjenester som innkjøp av innsatsfaktorer og finansiering.

Siden opprettelsen av Verdens handelsorganisasjon (WTO) i 1995, har Norge vært en aktiv bidragsyter til organisasjonen. Landets handel har vært en viktig faktor for velstandsutviklingen, og WTO-avtalen bidrar til å øke verdiskapningen gjennom felles spilleregler som forenkler og reduserer kostnadene ved handel over landegrensene. WTO-avtalen gir også rettigheter som beskyttelse mot urettferdig forskjellsbehandling og pålegger plikter som inkluderer reduksjon av tollsatser og etterlevelse av regelverket.

En betydelig del av norsk næringsliv er avhengig av eksport, og det er derfor viktig for Norge å ha anerkjente og forutsigbare regler for handel over landegrensene. Denne holdningen har vært grunnleggende i alle årene Norge har deltatt i WTO og dens forgjenger, GATT. Medlemskapet i WTO innebærer at alle medlemmer forplikter seg til å følge de samme reglene for handel over landegrensene (Regjeringen, 2019).

Tabell 7 *De norske landbrukssamvirke organisatoriske*

WTO-avtalen	Norge er medlem av WTO, og som sådan er norske landbrukssamvirker underlagt reglene og forskriftene i WTO-avtalen om landbruk. Denne avtalen tar sikte på å fremme rettferdig og åpen handel med landbruksprodukter, og den fastsetter regler for bruk av intern støtte, eksportsubsidier og markedsadgang.
EFTA	Som medlem av EFTA, sammen med Sveits, Island og Liechtenstein. Har landene som mål å fremme frihandel mellom medlemslandene og Den europeiske union (EU). Norges medlemskap i EFTA gir landet tilgang til EUs indre marked, noe som gjør det mulig for norske landbrukssamvirker å selge produktene sine i EU-land uten toll eller andre handelshindringer.
Tolltariffen	Den norske tolltariffen er et dokument som fastsetter tollsatser og andre avgifter som gjelder for importerte og eksporterte varer. Tolltariffen brukes for å beskytte innenlandske næringer og for å skape inntekter til staten. Norske landbrukssamvirker er underlagt tollsatsene og andre avgifter som er fastsatt i tolltariffen når de importerer eller eksporterer landbruksprodukter.

3.5.8 Markedsøkonomi

Markedsregulering refererer til de ulike mekanismene som er innført av myndigheter og andre reguleringsorganer for å kontrollere og styre driften av markeder for å sikre rettferdig konkurranse og beskytte forbrukerne. Noen vanlige former for markedsregulering omfatter priskontroll, forbrukervernlover, antitrustregler og offentlige subsidier (Mjøset, 2016).

I Norge er landbrukssektoren underlagt en rekke økonomiske tiltak og reguleringsmekanismer som er utformet for å støtte sektoren og sikre at den forblir bærekraftig og konkurransedyktig. Disse tiltakene omfatter subsidier til bønder, tollbeskyttelse for innenlandsk landbruk og forskrifter som tar sikte på å opprettholde høye miljø- og dyrevelferdsstandarder (Stigler, 1971; Posner 1974). Det politiske regimet i Norge er et parlamentarisk demokrati, med monarken som symbolsk statsoverhode. Det norske parlamentet, eller Stortinget, består av 169

medlemmer som velges for fire år av gangen gjennom et system med proporsjonal representasjon (Aas, 2018). Regjeringen ledes av en statsminister, som utnevnes av monarken på grunnlag av anbefalinger fra Stortinget. (Johnson, 2019) Det norske politiske systemet legger stor vekt på sosial velferd og progressiv politikk, og landet har en lang tradisjon for sterk statlig inngripen i økonomien. Dette har ført til et sterkt regulert forretningsmiljø og en høy grad av offentlig eierskap i nøkkelindustrier som olje og gass, telekommunikasjon og transport. (Nicolaysen et al., 2015)

3.6 Det internasjonale klimaregimet.

Norge har meldt inn et oppgradert klimamål i samsvar med Parisavtalen. Landet har som mål å redusere utslippene med minst 50 % sammenlignet med 1990-nivåene, med et ytterligere mål om å nå 55 % innen 2030. I henhold til Parisavtalen er alle land pålagt å sende inn nye eller reviderte nasjonalt bestemte bidrag (NDC) hvert femte år. I 2020 var første gang landene måtte sende inn nye eller oppdaterte utslippsmål, med frist 9. februar. I tillegg fastsetter Parisavtalen at NDC-er må gjenspeile et lands høyest mulige ambisjoner og vise fremgang. (Regjeringen, 2020)

Det internasjonale klimaregimet er et komplekst nettverk av avtaler, institusjoner og politikk som er utviklet for å møte utfordringene klimaendringene medfører. En av de viktigste aktørene i dette regimet er FNs rammekonvensjon om klimaendringer (UNFCCC), som ble opprettet i 1992 for å gi et rammeverk for internasjonalt samarbeid om klimaendringer. I årenes løp har UNFCCC blitt supplert av en rekke andre institusjoner, blant annet FNs klimapanel (IPCC), som gir vitenskapelige råd til beslutningstakere, og Parisavtalen, som ble vedtatt i 2015 og fastsetter et globalt rammeverk for å håndtere klimaendringene.

De internasjonale klimaregimet, inkludert institusjoner som FNs klimapanel og avtaler som Parisavtalen, spilt en viktig rolle i utformingen av Norges tilnærming til klimatiltak i landbruket. Ved å gi vitenskapelige råd og sette globale mål har disse institusjonene bidratt til å informere og veilede Norges innsats for å redusere utslippene fra landbrukssektoren og takle utfordringene med klimaendringer.

I Norge har det internasjonale klimaregimet spilt en viktig rolle i utformingen av landets tilnærming til klimaendringer, særlig i landbrukssektoren. Landbruket er en viktig bidragsyter til klimagassutslippene i Norge, og står for rundt 9 % av landets totale utslipp. (Miljødirektoratet, 2022) Derfor har regjeringen arbeidet med å utvikle en rekke klimatiltak som kan bidra til å redusere utslippene i denne sektoren. En av de viktigste måtene det internasjonale klimaregimet har påvirket Norges valg av klimatiltak i landbruket, er gjennom FNs klimapanel. FNs klimapanel gir jevnlig vurderinger av klimaets tilstand, inkludert konsekvensene av klimaendringene og muligheter for å redusere virkningene av dem. Disse vurderingene har bidratt til å forme den vitenskapelige forståelsen av klimaendringene og har ligget til grunn for mange av strategiene og tiltakene som er utviklet for å håndtere dem. For eksempel fremhevet IPCCs spesialrapport om klimaendringer og land i 2019 betydningen av

bærekraftig arealbruk for å redusere klimagassutslippene fra landbruket. Denne rapporten har bidratt til å informere Norges landbrukspolitikk, inkludert landets innsats for å fremme mer bærekraftig arealbruk, for eksempel redusert jordbearbeiding og bruk av dekkvekster.

En annen sentral institusjon i det internasjonale klimaregimet som har påvirket Norges tilnærming til klimatiltak i landbruket, er Parisavtalen. Parisavtalen fastsetter et globalt mål om å begrense den globale oppvarmingen til godt under 2 °C over førindustrielt nivå og fortsette arbeidet med å begrense temperaturøkningen til 1,5 °C. For å nå dette målet krever avtalen at alle signatarene utvikler og gjennomfører nasjonale klimahandlingsplaner, kjent som nasjonalt bestemte bidrag (NDC).

Norges NDC omfatter en rekke tiltak for å redusere utslippene fra landbruket, blant annet ved å fremme mer bærekraftig arealbruk, redusere matsvinn og øke bruken av fornybar energi i sektoren. Disse tiltakene er i tråd med målene i Parisavtalen og gjenspeiler Norges forpliktelse til å gjøre noe med klimaendringene. I tillegg til de internasjonale institusjonene og avtalene er Norges tilnærming til klimatiltak i landbruket også påvirket av nasjonal politikk og initiativer. For eksempel inkluderer regjeringens handlingsplan for klimatilpasning et fokus på å redusere utslipp fra landbruket og fremme mer bærekraftig arealbruk. Regjeringen har også gitt støtte til forskning og utvikling i landbrukssektoren, med fokus på å utvikle nye teknologier og praksiser som kan bidra til å redusere utslippene.

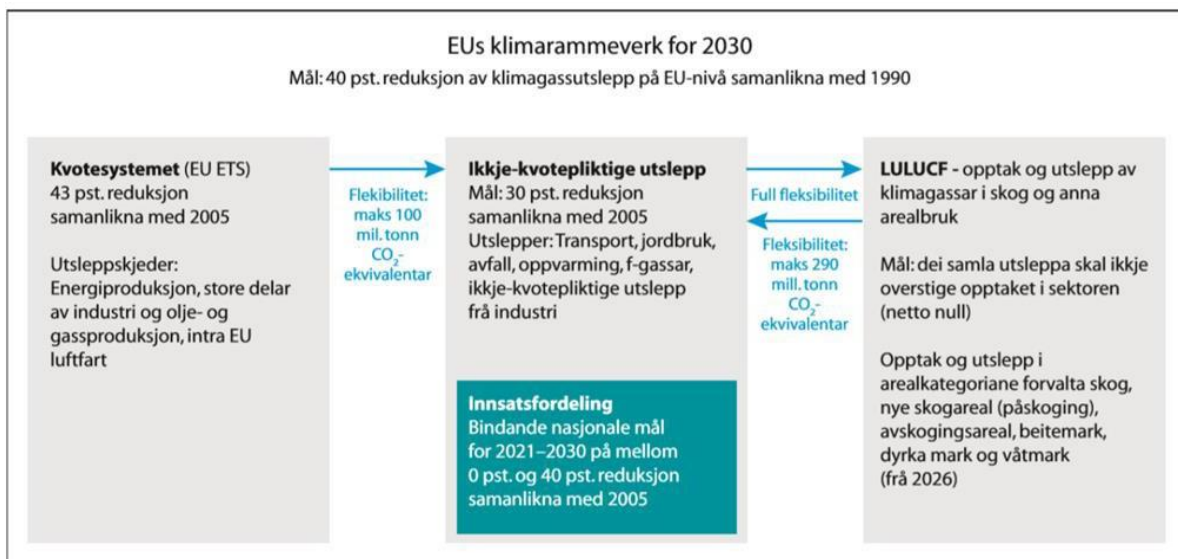
3.6.1 Klimaavtalen med EU

EUs klimaramme deler emigrasjoner inn i tre søyler - obligatoriske emigrasjoner, problemdeling for ikke-obligatoriske emigrasjoner, og avhending og emigrasjon av drivhusfester i tømmer og andre landområder (Gulbrandsen et al., 2022). Søylene er kjent som Kvotesystemet, innsatsfordelingsforordningen og LULUCF-forordningen. Disse er omtalt som de tre pilarene i EUs klimaregelverk (Øystese, 2023).

Siden 2008 ble Norge medlem a EUs kvotehandelssystem (EU ETS) regulerer systemet en betydelig del av utslippene fra industri og olje- og gassproduksjon, og omfatter omtrent halvparten av Norges klimagassutslipp og 40 % av EUs utslipp. Norges deltakelse i EUs kvotesystem er uavhengig av klimaavtalen med EU. EUs kvotesystem setter et tak på de totale tillatte utslippene, som gradvis senkes hvert år, og er anslått å redusere det samlede europeiske utslippstaket med 43 % innen 2030 (Eldby & Haarsaker, 2005).

Innsatsfordelingsforordningen (Regelverk for ikke-kvotepiktige utslipp), inngår under utslipp fra transport, landbruk og enkelte andre kilder. Innsatsfordelingsforordningen er ikke underlagt kvoter og dekker dermed ikke-kvotepiktige utslipp. I motsetning til kvotepiktig sektor, hvor det er kun ett felles mål som må oppnås, fastsetter Innsatsfordelingsforordningen individuelle utslippsmål for hver enkelt stat mellom 0 og 40 prosent reduksjon av utslippene (Øystese, 2023). Den siste pilaren er, LULUCF. Dette er en systemordning som omhandler utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren. På grunn av separate mål for arealbruks- og skogbrukssektoren (LULUCF) og andre ikke-kvotepiktige utslipp, inndeles EUs klimarammeverk landbruket i to sektorer. Tidligere har det vært diskusjoner i EU om inkluderingen av landbruket i en samlet landsektorpilare med LULUCF eller om LULUCF skulle innlemmes i pilaren for ikke-handlede utslipp. Den nåværende strategien ble likevel til slutt implementert (Øystese, 2023; Gulbrandsen et al., 2022). Tabellen nedenfor gir en kort oversikt over disse tre pilarene som utgjør en viktig del av EUs helhetlige klimaregelverk.

Figur 5: EUs klimarammeverket for 2030



Figur 3: EUs klimarammeverk Pilarene; EUs kvotestystem, innsatsfordelingsforordningen (ikke-kvotepiktige utslipp) og regelverket for bokføring av skog og annen arealbruk (LULUCF) (Eldby & Haarsaker, 2005).

3.6.2 Stimuleringstiltak & insentivsystemer

Stimuleringstiltak som insentivsystem er bidra til å motivere individer på flere måter. insentivtiltak kan være effektive for å fremme innføringen av et bestemt produkt eller en bestemt teknologi i en bestemt sektor. Hvor vellykkede disse tiltakene er, avhenger imidlertid av ulike faktorer, for eksempel utformingen av tiltakene, markedskonteksten og graden av engasjement og oppslutning fra interessentene (Clark & Wilson, 1962).

Insentivsystemer implementeres som regel med formål for øke den ytre motivasjonen ved å tilby belønninger eller andre fordeler for å oppnå positive effekter som kan medføre det ønskende atferd (Sørbo, 2006). Dette er en effektiv strategi som brukes som oftes i motivasjon settingen for å påvirker individers indre motivasjon til å jobbe hardere eller mer effektivt for å nå spesifikke resultater (Clark & Wilson, 1962). Dersom insentivene er knyttet til oppgaver som gir mening og er interessante for individene, kan de oppleve en økt følelse av autonomi og mestring (Hatami et al., 2018). Dette kan igjen føre til at de blir mer engasjert og motivert til å gjøre en god jobb. Insentivsystemer kan også ha en positiv effekt på samarbeid og teamwork. Hvis insentivene er strukturert på en måte som oppmuntrer til samarbeid og gjensidig avhengighet, kan dette føre til økt motivasjon og innsats for å oppnå felles mål. (Lie, 2022)

Ifølge en studie av Deci, Koestner og Ryan (1999) kan stimuleringstiltak være effektive for å legge til provokasjon og ytelse hvis de er utformet for å støtte individenes innledende cerebrale krav til autonomi, evne og sammenheng. Insentiver som skattemessige impulser anses blant annet som et effektive tiltak i mange tilfelle for å perfeksjonere ytelsen i oppgaver som er enkle og veldefinerte. Samtidig er det kanskje ikke like effektive i komplekse oppgaver som bærer kreativitet eller problem arbeid (Gneezy & Rustichini 2000).

En metaanalyse av Cameron og Pierce (1994) antyder at stimuleringstiltak som er knyttet til spesifikke og anstrengende krav er mer effektive enn de som er knyttet til enklere eller lavere spesifikke krav. Dette funnet er i harmoni med tingenes innstillingsforslag, som antyder at innstilling av utmattende og spesifikke pretensjoner kan føre til avanserte situasjoner med provokasjon og ytelse (Locke og Latham, 2002). Samlet sett antyder disse studiene at oppmuntringstiltak kan være effektive for å motivere individualiteter til å prestere i en avansert stilling, men deres effektivitet avhenger av en rekke faktorer, inkludert oppgavens art, utformingen av impulsene og de eksisterende innledende cerebrale kravene.

3.7 Subsidier vs. tilskudd til landbruket

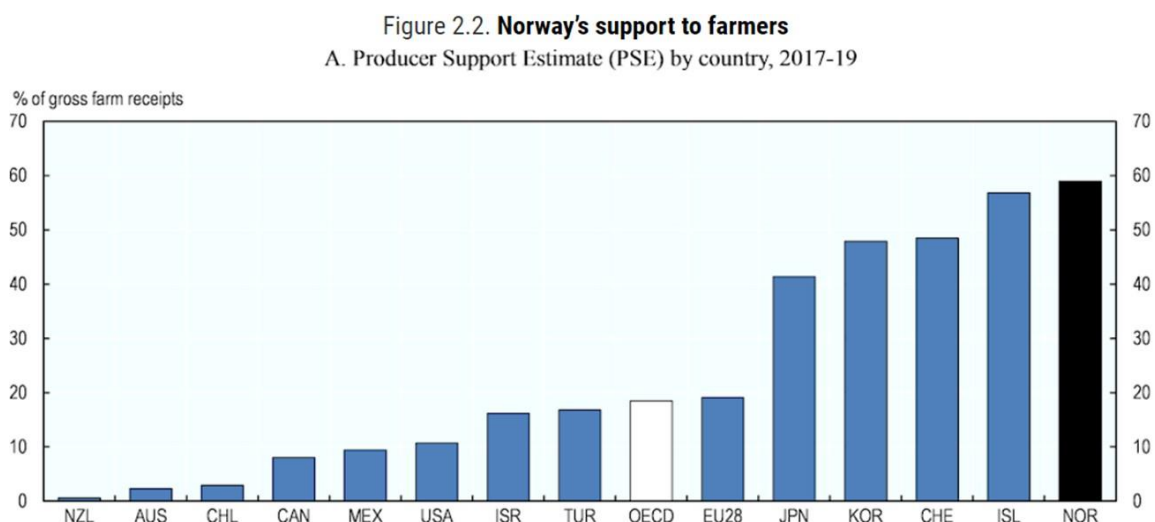
Tilskudd og subsidier er to forskjellige typer økonomisk støtte med ulike brukere, mål og forvaltningsstrategier. Subsidier er en form for økonomisk støtte som forvaltes av nasjonale eller regionale myndigheter (European Union, u.d), og som gis av for eksempel myndighetene eller andre institusjoner til bestemte bedrifter, bransjer eller virksomheter for å redusere kostnadene eller støtte driften. Dette er et velkjent politisk tiltak som ofte gis i form av lån, garantier og egenkapital (European Union, u.d; WTO, u.d). Subsidier gis for å oppmuntre til økonomisk aktivitet eller for å oppnå samfunnsmessige, statlige eller politiske mål. Tilskudd, derimot, er pengesummer som gis til personer, grupper eller institusjoner for å støtte bestemte initiativer som forskning, utdanning eller andre tiltak som antas å være nyttige for samfunnet eller i tråd med allmennhetens interesser. Tilskudd og subsidier er to forskjellige typer økonomisk støtte med ulike brukere, mål og forvaltningsstrategier. Tilskudd er en form for økonomisk støtte som forvaltes av nasjonale eller regionale myndigheter (European Union, u.d), og som gis av for eksempel myndighetene eller andre institusjoner til visse bedrifter, bransjer eller virksomheter for å redusere kostnadene eller støtte driften. Dette er et velkjent virkemiddel som ofte gis i form av lån, garantier og egenkapital (European Union, u.d; WTO, 2016). Subsidier gis for å oppmuntre til økonomisk aktivitet eller for å oppnå samfunnsmessige, statlige eller politiske mål.

Tilskudd, derimot, er pengesummer som gis til personer, grupper eller institusjoner for å støtte bestemte initiativer som forskning, utdanning eller andre tiltak som antas å være nyttige for samfunnet eller i tråd med allmennhetens interesser. Vanligvis søker man om støtte ved å sende inn prosjektideer etter en "utlysning" (European Union, u.d), som er til fordel for personer eller organisasjoner som er involvert i initiativer som fremmer innovasjon, forskning eller samfunnsutvikling, og som er rettet mot bestemte sektorer og bransjer. Mens tilskuddene kan forvaltes av en rekke bedrifter, administreres subsidiene primært av offentlige etater. personer eller organisasjoner som er involvert i initiativer som fremmer innovasjon, forskning eller samfunnsutvikling, retter subsidiene seg mot bestemte sektorer og bransjer. Dermed i landbrukssektoren er det fellesgoder som matsikkerhet, kulturlandskap og miljø som er støtteverdige, og ikke selve matproduksjonen (Andreassen, 2010). Tilskudd utgjør periodiske budsjettoverføringer til norske produsenter, og kan kategoriseres som enten direkte eller sirkulære tilskudd. Eksempler på direkte tilskudd inkluderer tilskudd per dyr og størrelsen på eiendommen og uavhengig av produktstørrelse. Som vil si at produsenter kan også motta

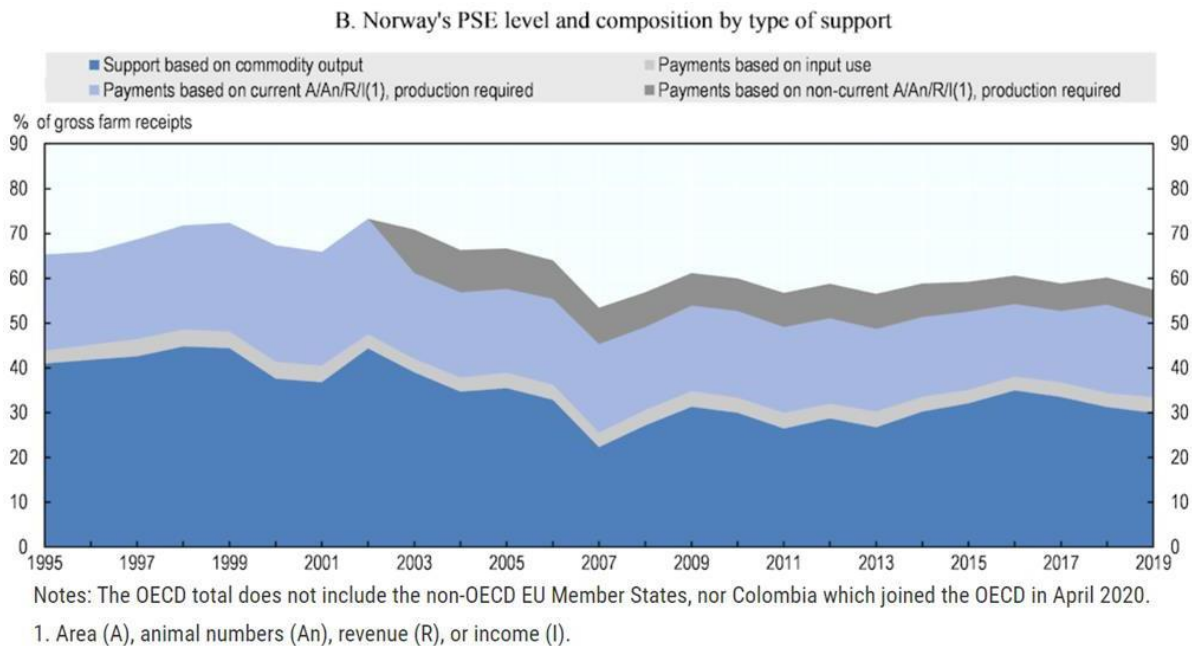
tilskudd basert på produktprisene, hvor størrelsen av tilskuddet igjen vil variere basert på disse prisene. Administrasjonen av tilskuddene utføres av en rekke forskjellige institusjoner, mens subsidier hovedsakelig håndteres av offentlige organer (European Union, u.d).

Landbasert legger Norge betydelig vekt på subsidier for å opprettholde høye nivåer av velstand i distriktene, mange av disse er avsidesliggende og krevende områder (OECD, 2021). Dette Selv om dette målet i stor grad er blitt realisert, har det kommet med en betydelig prislapp, i hovedsak reflektert gjennom omfattende støtte til landbrukssektoren (OECD, 2021). Ifølge beregninger fra Organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling (OECD), mottar gjennomsnittlig hver enkelt norsk gård nærmere 62 000 euro (€) i årlig støtte. Dette gjør Norges landbrukssektor til en av de mest subsidierte sektorene blant OECD-landene. Samlet sett utgjør landbrukssubsidier omtrent 60 % av den totale jordbruksinntekten (OECD, 2021). Som resultat av dette inntar det norske landbruket den høyeste posisjonen når det kommer til produsentstøtte, målt som prosentandel av produsentstøtte (%PSE). Over tid har denne støtten gradvis blitt redusert siden midten av 1980-tallet. I tidsperioden 2017-2019 utgjorde produsentstøtten omtrent 59 % av brutto driftsinntekter. Dette antyder at den økonomiske støtten til produsentene i gjennomsnitt overstiger verdien av landbruksproduksjonen når den blir verdsatt til verdensmarkedspriser. Det er bemerkelsesverdig at Norges %PSE på 59 % er den høyeste blant alle OECD-medlemsland, inkludert både fremvoksende økonomier og utviklingsland hvor slike beregninger blir utført. Sammenlignet med OECD-gjennomsnittet, er denne andelen mer enn tre ganger høyere (se figur 2.2, OECD, 2020).

Figur 4: Norsk støtte til gårdsbrukene (OECD, 2020).



Figur 5: Norge PSE-nivå og sammensetning etter type støtte



Bøndene mottar derfor støtte fra myndighetene gjennom både subsidier og spesielle avgiftslettelser på importerte matvarer. Slike avgiftslettelser har den konkrete effekten av å opprettholde de relativt høye utsalgsprisene på matvarer i Norge. I tillegg opprettholdes nåværende status i landbruket ved hjelp av konsesjoner og spesielle regler fastsatt i lovverket. Dette inkluderer begrensninger på eierskap av landbruksbedrifter og gunstige arveordninger for bondefamilier. Det har vært forslag om å øke veiledende priser, noe som vil medføre en samlet effekt på 249 millioner kroner, samt en økning på 720 millioner kroner i budsjettet. Dessuten blir det overført millioner av kroner fra 2018-budsjettet, i tillegg til en økning på 122 millioner kroner i form av skattelette. Målet med disse tiltakene er å støtte områder innen landbruket med utfordrende produksjonsforhold (OECD, 2021).

I tråd med WTO-avtalen har Norge håndhevet landbruks proteksjonistiske programmer som ligner på tollbeskyttelse. Lignende som tollbeskyttelse, som tjener til å sikre produsentenes lønnsomme interesser i den innenlands etterspørsel (Berger et al., 2018). Viktige landbruksvarer er underlagt høy import tollbeskyttelse, i likhet med import tollbeskyttelse, på samme måte som kjøtt, melk, søppel og korn (Government, 2021).

3.7.1 Insentiviseringen og beslutningshåndteringsmønstre for bønder

Implementeringen av stimuleringsstrategier og belønningsprogrammer er en måte å øke bøndernes indre drivkraft til å bruke biokull i landbruket. Ifølge selvbestemmelsesteorien (Deci & Ryan, 1985) motiveres mennesker av sine medfødte psykologiske ønsker om autonomi, kompetanse og tilhørighet. Denne tilnærmingen er i tråd med denne teorien. Simons (1977) refleksjoner rundt beslutningsprosesser og virkningen av nye teknikker på organisatorisk prosessering gir verdifull innsikt i dynamikken i beslutningsprosessen knyttet til innføringen av biokull blant norske bønder. Ved å bruke insentiv strategier som tar hensyn til bøndernes bekymringer og gir konkrete fordeler, kan beslutningstakere påvirke beslutningsprosessen i positiv retning og dermed fremme bruken av biokull i norsk landbruk. Simons analyse av beslutningsprosesser blant ledere i 1977 legger vekt på hvordan nye metoder påvirker organisatorisk prosessering og den resulterende variabiliteten i beslutningsprosessen. Dette synspunktet blir spesielt relevant når vi ser på norske bønders bruk av biokull og hvordan insentiver kan påvirke beslutningsprosessen. Hans refleksjoner rundt beslutningsprosesser og effekten av nye teknikker på organisatorisk prosessering gir verdifull innsikt i dynamikken i beslutningsprosesser knyttet til bruk av biokull blant norske bønder. Ved å bruke insentiv strategier som tar hensyn til bøndernes bekymringer og gir konkrete fordeler, kan beslutningstakere påvirke beslutningsprosessen i positiv retning og dermed fremme bruken av biokull i norsk landbruk.

Simon understreker at tilgjengelige metoder og ressurser påvirker hvordan beslutninger tas. Introduksjonen av en ny metode som biokull i landbruket kan ha stor innvirkning på hvordan bønder tar beslutninger. Som jordforbedringsmiddel har biokull potensial til å øke avlingene, forbedre jordens fruktbarhet og binde karbon. Å ta i bruk biokull krever imidlertid en nøye vurdering av mulige fordeler og ulemper, og om det er forenlig med dagens dyrkingsteknikker. Man kan ikke se bort fra at insentiver påvirker beslutningsprosessen. Bønder påvirkes i stor grad av insentiver når de bestemmer seg for å ta i bruk nye teknikker som biokull. Undersøkelser viser at bøndene prioriterer økonomiske fordeler når de tar i bruk nye produkter eller teknologier. Lønnsomheten bør alltid være større enn investeringen, med tanke på bøndernes økonomi og arbeidsmengde. Beslutningstakere kan påvirke bøndernes beslutningsprosesser ved å tilby økonomiske insentiver, teknisk assistanse og kunnskapsdeling plattformer. Slike insentiver kan gjøre bøndene mer tilbøyelige til å ta i bruk ny teknologi ettersom de reduserer opplevd risiko og usikkerhet.

Simons observasjon understreker dessuten viktigheten av å ta hensyn til den organisatoriske konteksten når man undersøker beslutningsprosedyrer. Det er avgjørende å forstå de unike utfordringene, bekymringene og kravene til norske bønder når man forsøker å oppmuntre til å ta i bruk biokull. Beslutninger kan påvirkes av faktorer som gårdens størrelse, beliggenhet og markedsdynamikk. Det er viktig å skreddersy insentiver som tar hensyn til disse eksterne faktorene på en effektiv måte.

Bønder kan overtales til å bruke biokullprosesser på en frivillig og bærekraftig måte ved å utvikle insentiv ordninger som tar hensyn til disse kravene. I det norske biokullmarkedet kan myndighetene for eksempel gi subsidier eller økonomiske insentiver for å hjelpe bøndene med å investere i og fortsette å bruke biokull. Ved å la bøndene selv bestemme om de vil bruke biokull prosesser, vil disse insentivene øke deres følelse av uavhengighet. I tillegg kan det å tilby workshops, opplæring og kunnskapsdeling plattformer bidra til å fremme adopsjonen av biokull blant norske bønder.

Det er en sammenheng mellom insentiver og beslutningshåndteringsmønstre til individer. I denne settingen blir insentiver sett som en påvirkningsmulighet som kan påvirke bønders beslutningsprosesser og deres evne til å ta beslutninger som er i tråd med langsiktig målsetning. For eksempel kan økonomiske insentiver som subsidier eller tilskudd påvirke en bonde til å ta beslutninger som prioriterer kortsiktig gevinst, som økt produksjon, fremfor langsiktig bærekraftig praksis.

Beslutningshåndteringsmønstre refererer til måten bønder tar beslutninger på. Dette inkluderer deres beslutningsprosess, hvordan de vurderer risiko og hvordan de prioriterer ulike faktorer. Insentiver kan påvirke disse mønstrene ved å endre bondens prioriteringer og risikovurderinger. Hvis en bonde er motivert av økonomiske insentiver, kan de være mer tilbøyelige til å ta risiko for å øke inntektene sine.

For å sikre at insentiver ikke påvirker beslutningsprosessene på en negativ måte, er det viktig å utforme insentiver som belønner langsiktig bærekraftig praksis og tar hensyn til miljø- og sosiale hensyn. Dette kan inkludere å belønne bønder som adopterer praksis som beskytter miljøet, forbedrer dyrevelferden og styrker lokalsamfunnene. Slike insentiver kan bidra til å endre bønders beslutningshåndteringsmønstre ved å gjøre langsiktig bærekraftig praksis mer attraktiv og øke bønders bevissthet om viktigheten av å ta hensyn til miljøet og samfunnet i beslutningstakingen.

Intensivering av bransje kritiske faktorer kan mulig styrke biokullsektorens konkurransevne. Et eksempel på mulige tiltak for å fremme forskning og utvikling av biokullproduksjon og etablering av lokale industriklynger kan omfatte insentiver. Videre kan insentiver, som for eksempel skattefritak for produksjon og handel med biokull, øke gjennomførbarheten til biokullindustrien og styrke dens konkurransevne i forhold til andre alternativer. Offentlige innkjøpsinitiativer og økonomiske insentiver som tilbys private selskaper og forbrukere, kan fungere som katalysatorer for å øke etterspørselen etter biokull, og dermed styrke veksten i biokullmarkedet og industriens konkurransevne. En grundig analyse av Porters diamantmodell kan gi verdifull innsikt i de mest effektive insentivene for å styrke biokullsektorens konkurransevne, sammen med tilnærminger for å tilpasse disse insentivene til dagens økonomiske og politiske miljø.

3.8 Økonomiske insentiver og motivasjon

Grunntanken bak bruken av insentiver er å skape en ytre motivasjon som påvirker de ansattes atferd i en bestemt retning. Dette kan innebære å utføre en bestemt handling, jobbe raskere, forbedre kvaliteten eller en kombinasjon av disse. Generelt bør insentivet oppmuntre de ansatte til å arbeide i tråd med organisasjonens mål og visjoner. (Hagen & Christiansen, 2014) For å få en forståelse av hva motivasjon er og hvordan den kan skapes, vil studie gjennomgå noen grunnleggende og dominerende teorier. Før beskriver spesifikke motivasjonsteorier, vil jeg imidlertid starte med en kort oversikt over hva motivasjon er. I mange situasjoner kan det være vanskelig å trekke et klart skille mellom hva som er ytre og indre motivasjon for et individ eller en situasjon, men den viktigste forskjellen er om hovedkilden til motivasjon ligger utenfor eller innenfor selve aktiviteten (Kuvaas og Dysvik, 2012).

3.8.1 Motivasjon

Motivasjon refererer til drivkraften eller årsaken bak en persons atferd eller handling. Det er den indre tilstanden eller tilstanden som aktiverer, styrer og opprettholder atferd mot et bestemt mål eller mål (Ryan & Deci, 2017). Motivasjon kan kategoriseres i to typer: indre og ytre motivasjon. Indre motivasjon refererer til drivkraften som kommer innenfra et individ, der personen engasjerer seg i en aktivitet eller atferd for dens iboende tilfredsstillelse eller glede. Ytre motivasjon, derimot, refererer til drivkraften som kommer fra eksterne faktorer, for eksempel belønninger, insentiver eller sosialt press, til å engasjere seg i en bestemt aktivitet eller atferd (Ryan & Deci, 2017). Ryan og Deci, Selvbestemmelsesteorien (SDT) forklarer hvordan mennesker blir motivert, og hvorfor noen typer motivasjon er mer gunstige enn andre for å oppnå positive resultater (Ryan & Deci, 2017). Ifølge SDT er det tre grunnleggende psykologiske behov som må være oppfylt for at en person skal oppleve selvbestemmelse og oppleve indre motivasjon: autonomi, kompetanse og tilhørighet (Ryan & Deci, 2017).

Autonomi refererer til opplevelsen av å ha kontroll over ens handlinger og atferd, og følelsen av å ha et valg og kunne ta egne beslutninger. Kompetanse refererer til følelsen av å mestre en oppgave eller aktivitet, og å oppleve progresjon og utvikling i ens evner og ferdigheter. Tilhørighet refererer til opplevelsen av å føle seg inkludert og verdsatt av andre, og å være en del av en sosial gruppe eller fellesskap. SDT antyder at indre motivasjon, som kommer fra opplevelsen av å oppfylle disse grunnleggende psykologiske behovene, er mer effektivt for å

oppnå positive resultater, som økt engasjement, bedre ytelse og trivsel, sammenlignet med ytre motivasjon som kommer fra belønninger eller straff (Ryan & Deci, 2017).

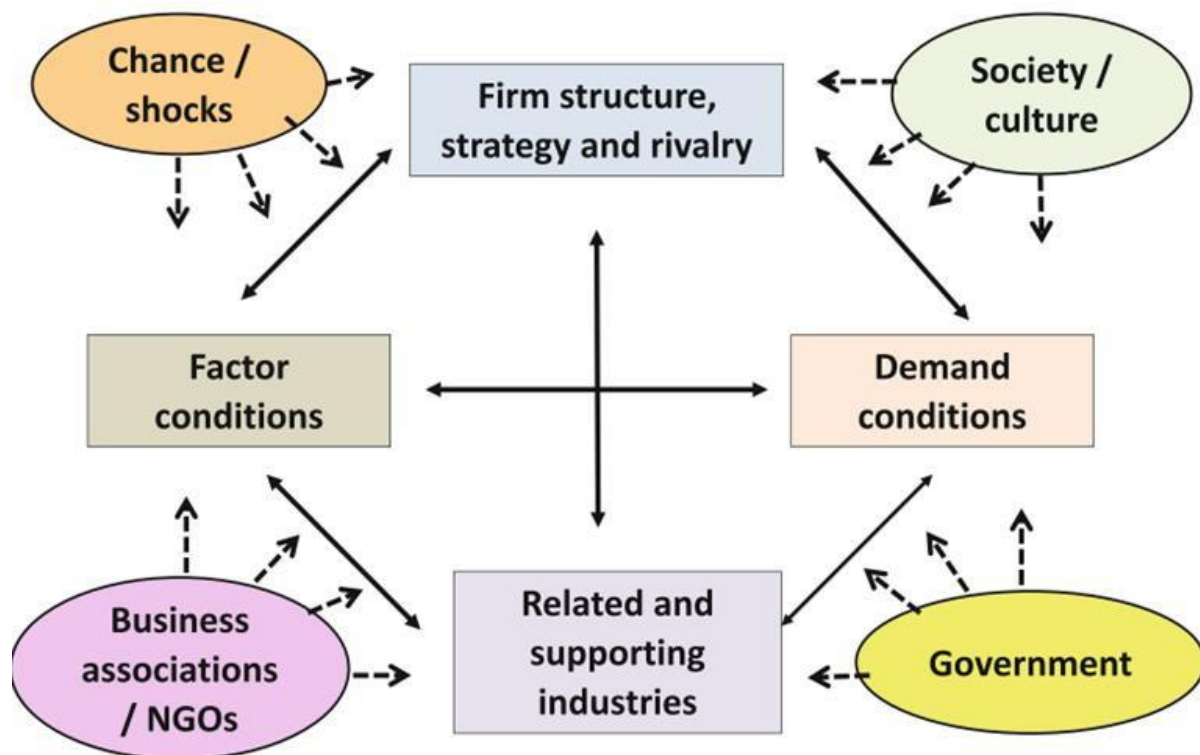
Selv om de fleste motivasjonsteorier oppfatter motivasjon som et entydig fenomen, viser nærmere studier at motivasjon langt fra er et enhetlig fenomen. Motivasjon varierer ikke bare i grad, men det finnes også ulike former for motivasjon. Disse variasjonene omfatter både motivasjonsnivå (dvs. mengden motivasjon) og motivasjonsorientering (dvs. typen motivasjon) (Ryan & Deci, 2000). Med motivasjonsorientering menes de underliggende holdningene og målene som ligger til grunn for handlingene, altså "hvorfor" man handler. (Ryan & Deci, 2000).

3.9 PORTERS DIAMANTMODELLEN (Diamantanalysen)

Porters diamantmodell, også kjent som diamantanalyse, er et veletablert rammeverk utviklet av Michael Porter for å vurdere bedrifters konkurransevne (Porter, 1990). I motsetning til Porters Five Forces-rammeverk, som fokuserer på konkurranse på innsatsnivå. Porters diamantmodell har en helhetlig tilnærming ved å ta hensyn til flere avgjørende faktorer for offentlig konkurransevne. Modellen gir et omfattende rammeverk for å vurdere konkurransevnen og vekstmulighetene for biokull i landbrukssektoren (Porter, 1998).

I forbindelse med studier av biokull kan Porters diamantmodell brukes til å analysere biokullsatsingen i landbrukssektoren. Modellen tar for seg fire avgjørende faktorer: faktorforhold, etterspørselsforhold, etableringsstrategi, struktur og konkurranse, samt relatert og rivalisering (Porter, 1990; Porter, 1998). Faktorer viser til tilgjengeligheten og kvaliteten på ressursene som kreves for produksjon av biokull, for eksempel landbruksavfall eller andre biomasse råstoff (Porter, 1990). Denne faktoren tar hensyn til tilgjengeligheten og kvaliteten på ressursene som er nødvendige for produksjon av biokull i Norge. Faktorer som tilgang til biomasse, råstoff, landbruksavfall og avansert teknologi for produksjonsprosesser spiller en avgjørende rolle. I tillegg bidrar faktorer som forsknings- og utviklingskapasitet, kvalifisert arbeidskraft og støttende infrastruktur til biokull industriens generelle konkurransevne.

Model 1: The diamond model of comparative advantage (Diamantmodellen for komparative fortrinn) . Tilpasset fra Porter (1990, s. 127), publisert i Birner et al (2014, s. 5).



Mens forståelse av produsenters og forbrukeres krav og preferanser for biokull og andre jordforbedringsprodukter faller inn under etterspørselsforhold (Porter, 1998). Ved å analysere relaterte og støttende undersøkelser evalueres tilstedeværelsen av leverandører, distribusjonskanaler og strukturer som bidrar til verdikjeden for biokull (Porter, 1990). Etterspørselsforhold er en viktig faktor i analyse, er avgjørende for å sette strategien. Dermed er det viktig å forstå etterspørselen etter biokullprodukter i Norge. Ved å undersøke relaterte og støttende næringer kan man identifisere tilstedeværelsen og styrken til leverandører, distribusjonskanaler og infrastruktur som støtter verdikjeden for biokull i Norge. Dette inkluderer leverandører av biomasse, råstoff, utstøpsprodusenter, logistiktjenester og forskningsinstitusjoner som samarbeider om biokull relaterte prosjekter. Et sterkt nettverk av støtteindustrier kan styrke konkurransevnen til biokull markedet ved å forbedre effektiviteten og samarbeidet. Per i dag er det de fem store relaterte og støttende næringer for biokull i Norge bestått av blant annet.

Tabell 8: Nåværende støtte næring for biokull I Norge

Næringsnavn	Stilling i biokullmarkedet.
Norsk Biokullnettverk	Nettverk for alle biokull interessert
Elkem ASA	Forsker på biokull og etableringen av en bærekraftig verdikjede for biokull i Norge.
Opplandske Bioenergi	Størst biokull produsent i Norge
Lindum AS	Produsent (små skala)
Norsk institutt for bioøkonomi	Forskningsinstitutt
Sintef	Forskningsinstitutt
Norges Bondelag	Ledende organisasjonen for næringspolitikk og service i landbruket. Jobber med rammevilkår for landbruket

Faktorer som forbrukerpreferanser, markedsstørrelse og bærekraftige landbrukspraksistrender påvirker etterspørselen etter biokull. Myndighetenes initiativer, miljøpolitikk og insentiver som fremmer bruk av biokull i landbruket, påvirker etterspørselen ytterligere. Analyser og relaterte undersøkelser vurderer tilstedeværelsen av leverandører, distribusjonskanaler og strukturer som bidrar til verdikjeden for biokull (Porter, 1998).

Ved å ta hensyn til disse faktorene gir Porters diamantmodell et dyptgående innsyn i den konkurransemessige geografien innen biokullindustrien og identifiserer muligheter for å styrke konkurransevnen i landbrukssektoren. Modellen inkluderer aspekter som inngangshindringer, oppmerksomhet fra relevante aktører, etterspørsel og forbrukerinteresser, offentlig støtte og generell lønnsomhet (Porter, 1990). I tillegg til Porters diamantmodell har regjeringer utviklet bioøkonomistrategier for å fremme biokullinitiativer og oppnå målsetninger knyttet til optimalisering av jordbruksmetoder, karbonfangst og etablering av et nullutslippssamfunn. Begrepet relative fordeler, som refererer til et lands unike styrker når det gjelder å utvikle forskjellige aspekter av bioøkonomien, spiller en sentral rolle i disse strategiene (Birner et al., 2014; Lewandowski, 2018). De fire innledende elementene i "diamantmodellen"

(faktorforhold, etterspørselsforhold, bedriftsstruktur, strategi og konkurranse, samt relaterte og støttende bransjer) får ofte fokus i bioøkonomistrategier for å skape konkurransefortrinn (Lewandowski, 2018).

Med hensyn til den norske landbruksnæringen kan bruk av Porters rammeverk bidra til identifisering av sentrale faktorer som påvirker næringens konkurransevne og potensielle muligheter for forbedringer. For eksempel kan trusselen fra nye aktører analyseres for å vurdere potensialet for at nye konkurrenter kan inntre på markedet og hvordan dette vil påvirke eksisterende aktører. På samme måte kan en undersøkelse av kjøpernes forhandlingsmakt gjennomføres for å fastslå de viktigste faktorene som påvirker deres beslutningsprosesser, og hvordan disse faktorene kan utnyttes for å øke effektiviteten. Når det gjelder biokull i norsk landbruk, kan Porters diamantrammeverk brukes til å forstå konkurransebildet i bransjen og mulighetene for forbedring. For eksempel kan forhandlingsmakten til biokull leverandører analyseres for å avgjøre i hvilken grad industrien er avhengig av noen få leverandører, og hvordan dette kan håndteres gjennom diversifisering eller vertikal integrasjon (Porter, 1985). I tillegg kan trusselen fra alternative produkter som tradisjonell gjødsel evalueres for å identifisere potensialet for at biokull kan vinne markedsandeler og forbedre generell effektivitet innen norsk landbruk.

3.9.1 SWOT

SWOT-analysen er et strategisk planleggingsverktøy som brukes til å evaluere styrker, svakheter, muligheter og trusler for en bedrift eller industri. I denne masteroppgaven vil SWOT-analysen bli brukt sammen med Porters Five Forces-modell for å evaluere biokullindustrien i norsk landbruk og identifisere de viktigste faktorene som påvirker dens effektivitet og konkurransevne. Ifølge Kothari (2004) er SWOT-analyse et strategisk planleggingsverktøy som kan brukes til å identifisere en organisasjons interne styrker og svakheter, samt eksterne muligheter og trusler i omgivelsene. I denne masteroppgaven vil SWOT-analysen brukes til å identifisere muligheter for å øke bruken av biokull i norsk landbruk gjennom økonomiske insentiver. Ved å evaluere de interne styrkene og svakhetene i den norske landbruksindustrien, samt eksterne muligheter og trusler som presenteres av biokull industrien, kan interessenter ta informerte beslutninger om hvordan man kan forbedre effektiviteten og konkurransevnen til norsk landbruk.

	Styrker	Svakheter
Interne		
	Muligheter	Trusler
Eksterne		

Modell 2: SWOT-Analyse mal

En styrke ved norsk landbruk er dets rykte for produkter av høy kvalitet, noe som kan utnyttes for å øke etterspørselen etter biokullbehandlede avlinger. En svakhet er imidlertid de relativt høye produksjonskostnadene sammenlignet med andre land. En mulighet for å øke bruken av biokull i norsk landbruk er gjennom statlige subsidier og insentiver for bønder til å ta i bruk bærekraftige metoder, for eksempel bruk av biokull. En trussel mot denne strategien er tilgjengeligheten og kostnadene for råvarer til biokull produksjon, samt konkurranse fra andre land som produserer biokull (Nasjonalt institutt for mat og landbruk, 2018).

SWOT-analyse gir en strukturert tilnærming til å identifisere muligheter og utfordringer i en bestemt bransje eller organisasjon (Wheelen & Hunger, 2017). I denne oppgaven vil det bidra til å identifisere styrker og svakheter i norsk landbruk, og muligheter og trusler knyttet til biokullindustrien, for å utvikle en effektiv strategi for å øke bruken av biokull i norsk landbruk.

SWOT-analysen vil identifisere interne styrker og svakheter i biokullindustrien i norsk landbruk, som kan omfatte unike ressurser og kompetanse, teknologiske begrensninger eller begrensninger i tilgangen til finansielle ressurser (Houben, Lenie, & Vanhoof, 1999). På samme måte vil SWOT-analysen også identifisere eksterne muligheter og trusler som påvirker biokullindustrien i norsk landbruk, for eksempel endringer i regelverk, endringer i markedsforhold og økende konkurranse fra andre næringer.

Ved å kombinere resultatene fra SWOT-analysen med Porters diamantmodell kan aktørene i biokull næringen i norsk landbruk ta informerte beslutninger som bidrar til å forbedre effektiviteten og konkurranseevnen i næringen. For eksempel kan SWOT-analysen bidra til å identifisere interne faktorer som kan utnyttes for å øke konkurranseevnen i næringen, mens Porters Five Forces-modell kan bidra til å identifisere de viktigste eksterne faktorene som påvirker konkurranse og lønnsomhet (Porter, 1979).

3.9.2 Selvbestemmelsesteorien (SDT)

Selvbestemmelsesteorien (SDT) gir et rammeverk for å forstå hvordan indre motivasjon kan fremmes ved å oppfylle de grunnleggende psykologiske behovene for autonomi, kompetanse og tilhørighet. Studien Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being utført av Deci og Ryan (1985) støtter ideen om at støtte til disse psykologiske behovene med effekten til å styrke indre motivasjon, sosial utvikling og velvære. Denne studien antyder at personer som føler at atferden deres er selvbestemt og er i stand til å ta valg i omgivelsene, vil ha høyere nivåer av indre motivasjon, noe som fører til bedre sosiale resultater og økt velvære (Ryan et al., 2000).

Ved bruk av SDT i sammenheng med insentivering av bruk av biokull i norsk landbruk, er det viktig å vurdere hvordan insentiver kan struktureres for å fremme indre motivasjon. Å gi insentiver som samsvarer med de grunnleggende psykologiske behovene for autonomi, kompetanse og tilhørighet. Som kan bidra til å fremme indre motivasjon og øke sannsynligheten for bærekraftig atferdsendring. (Ryan et al., 2000) For eksempel kan det være å stimulere bønder til å eksperimentere med biokull på en måte som gir dem kontroll over prosessen (autonomi), gir muligheter for læring og forbedring (kompetanse) og fremmer en følelse av fellesskap og felles formål (tilhørighet), føre til mer utbredt bruk av biokull i norsk landbruk. Samlet sett kan det være mulig å skape et mer bærekraftig og gjensidig fordelaktig landbrukssystem ved å vurdere prinsippene for SDT i utformingen av indentifiserings strategier for bruk av biokull.

3.9.3 Mulighetsvinduene for utvikling av biokull i norsk landbruk

Utfordringen kompleksere av vedvarende bekymringer angående kostnadene ved og effektiviteten av eksisterende regulering og arealplanlegging knyttet til miljøvern og bevaring av biologisk mangfold. Mangel på hensiktsmessige insentiver gjennom markedet er en viktig årsak til tapet av det biologiske mangfoldet på privat grunn (Coggan et al., 2006).

Normale markedssignaler som grunneiere opplever, fokuserer primært på varer som gir dem privat nytte, som for eksempel betaling for et tonn hvete. Grunneiere blir vanligvis ikke kompensert for miljøgoder de produserer, ettersom verdien av disse miljøgodene ikke formidles på en håndgripelig måte. Dette resulterer i arealforvaltningsbeslutninger som ofte ikke tar tilstrekkelig hensyn til deres fulle ressurspotensial og deres innvirkning på naturressursforvaltning (Hatfield Dodds 2004; Whitten og Shelton 2005).

Derimot, sett av dagens incentivordninger generelt innen landbruket, kan en av mulighetene for utvikling av biokull i norsk landbruk gå under CO₂-avgifter og CO₂-kompensasjonsordninger. Disse mekanismene kan innføres som insentiver for bønder, med formålet å fremme bruken av biokull som et tiltak for karbonlagring og dermed redusere netto CO₂-utslipp. Dette har potensiale til både å støtte en bærekraftig jordbrukspraksis og bidra til realiseringen av nasjonale klimamål (referanse).

3.9.4 CO₂-avgifter og CO₂-kompensasjonsordning

I 1991 innførte Norge CO₂-avgifter på mineralolje, bensin, naturgass og LPG, samt utslipp fra petroleumsvirksomheten på kontinentalsokkelen. Formålet med avgiftene er å redusere utslipp av CO₂ på en kostnadseffektiv måte. Samt, oppmuntre bedrifter til å redusere sitt karbonavtrykk. Grønn skattekommisjon anbefaler at alle utslipp fra ikke-kvotepliktig sektor skal ha lik CO₂-avgift som den generelle satsen for å legge til rette for kostnadseffektive utslippsreduksjoner. Stortinget har opphevet de fleste fritak og reduserte satser, og fra 1. januar 2020 står de fleste utslippskilder overfor den generelle satsen.

Det eneste gjenværende fritaket i CO₂-avgiften er for naturgass og LPG som brukes i veksthusnæringen. Utslipp av metan og lystgass fra landbruk og CO₂ fra avfallsforbrenning pålegges ikke avgift eller kvoteplikt, men det pågår prosesser for å vurdere prisingen av disse utslippene (Regjeringen, 2020). I dag er det laget forskrifter som definerer dem CO₂-kompensasjon for industrien for perioden 2021–2030. *“Formålet med denne kompensasjonsordningen er å motvirke karbonlekkasje fra Europa, grunnet økning i elektrisitetspriser som følge av EUs klimakvotesystem. Kompensasjonsordningen er regelstyrt og tett knyttet opp til metoden for beregning av støtte som angitt i ESAs retningslinjer for statsstøtte i forbindelse med i kvotehandelsystemet etter 2020 (2020/C 317/04).”* (Forskrift om CO₂ -kompensasjon for industrien for periode 2021 - 2030 §1, 2022)

Forskriften legger til grunn for at et selskap skal være berettiget til kompensasjon, må det ha produksjon som faller inn under en eller flere av de spesifiserte NACE-kodene, som er oppført i tabell 1. I tillegg, hvis et selskaps årlige energiforbruk overstiger 5 GWh minst én gang i løpet av de siste fire årene, må de oppfylle kravene til energikartlegging i vedlegg II og enten:

- A. gjennomføre anbefalingene fra kartleggingsrapporten, forutsatt at tilbakebetalingstiden for investeringene ikke overstiger tre år og at investeringskostnadene er proporsjonale
- B. sørge for at minst 30 % av strømforbruket kommer fra fornybare energikilder, eller
- C. bruke minst 50 % av kompensasjonen til å investere i prosjekter som vil føre til betydelige utslippsreduksjoner ved anlegget og godt under utslippsstandarden ("referanseverdien") for tildeling av gratiskvoter i det europeiske kvotehandelssystemet (Forskrift om CO₂ -kompensasjon for industrien for periode 2021 -2030 §4, 2022). Avgiften legges på bruk av fossilt brensel og er utformet for å oppmuntre til en overgang til fornybare energikilder. I tillegg har den norske regjeringen etablert et system for CO₂-kompensasjon, som gjør det mulig for bedrifter å kompensere for sine karbonutslipp ved å kjøpe kreditter fra sertifiserte miljøprosjekter (Miljødirektoratet, u.d). Ettersom biokull er en form for trekull som produseres ved å varme opp organisk materiale i fravær av oksygen. Det er en svært effektiv karbonbindingsteknikk som kan binde karbon i jorden i hundrevis eller til og med tusenvis av år. Som et resultat har produksjon og bruk av biokull potensial til å generere karbonkreditter som kan selges på det åpne markedet. (Regjeringen, 2020; Miljødirektoratet,

DEL 3

METODE - ANALYSE -

RESULTAT

4 METODE

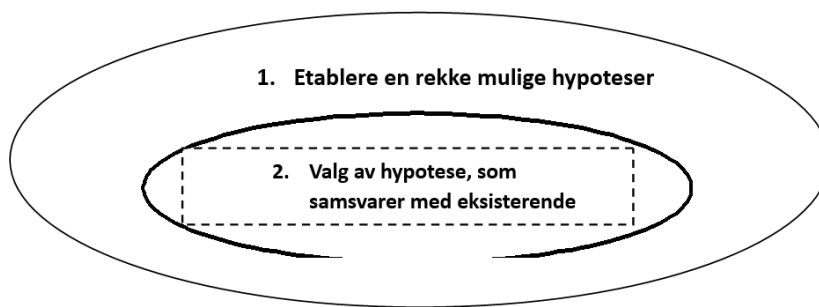
Dette kapittelet presenterer det metodiske rammeverket for studien, etterfulgt av en detaljert beskrivelse av datainnsamlings- og analysemetodene som er brukt. I tillegg diskuteres utfordringene som ble møtt under forskningen og de etiske hensynene som ble tatt i betraktning. Dette kapittelet vil skissere metodologiske valg knyttet til forskningens design, utvalg av målgrupper og datainnsamling. Videre vil dataens pålitelighet og gyldighet bli drøftet, samt dataanalyse og etiske hensyn. Avslutningsvis vil det presenteres metodologiske begrensninger knyttet til anvendelse av teori.

4.1 Forskningsdesign

For å utforske potensielle muligheter for å oppmuntre til bruk av biokull i norsk landbrukspraksis, benyttet denne studien samfunnsforskning som metode. Begrunnelsen for denne studien stammer fra erkjennelsen av behovet for å undersøke bærekraftige landbruksmetoder som en god mulighet for reduksjon av negativ miljøpåvirkning av konvensjonell landbrukspraksis. Aktuelle samfunnsspørsmål ble sett i lys av vurderingen av bærekraftig landbrukspraksis og politiske målsettinger knyttet til bærekraftig landbrukspraksis. Litteratur om biokull og insentivsystemer i landbruket ble sett i lyset av aktuelle sosiale utfordringer, noe som avdekket et gap i litteraturen og et behov for å ta opp dette sentrale temaet.

Formålet med studiet er å få sosial innsikt, samt finne en løsning som gir en vinn-vinn-situasjon i å hjelpe frem biokull som jordbruksprodukt i norsk landbruk. Spesifikt bygger denne studien på forslag om bærekraft og atferds økonomi for å utforske hvordan insentivering av biokull kan fremme bruken av biokull i landbruket. Forskningen fokuserer på å kartlegge insentivene som kan bidra til utvikling av både kunnskap om biokull og forbruk av biokull i landbruket. Multimetodeforskning ble benyttet for å forstå barrierene som hindrer vekst i biokullmarkedet, samt identifisere de potensielle mulighetene som fremkommer av å øke bruken av biokull i norsk landbruk. Hvorav induktiv og deduktiv forskning ble brukt sammen i forskningen gjennom en abduktiv tilnærming. Abduktiv tilnærming innebærer å benytte både induktive og deduktive tilnærminger for å oppnå en bedre forståelse av et fenomen eller problemstilling. Denne typen forskning starter med observasjon eller et empirisk fenomen som brukes til å utvikle en hypotese eller teori. Deretter kan hypotesen testes gjennom deduktiv forskning, hvor forskeren bruker datainnsamling og analyse for å bekrefte eller avkrefte hypotesen (Dickinson,

2020, 5:00-7:17). På den andre siden kan en deduktiv teori også brukes som utgangspunkt for å utvikle induktive hypoteser som kan testes ved hjelp av datainnsamling og analyse. Dette kan føre til en dypere forståelse av fenomenet som studeres. Abduktiv forskning kan også involvere en interaktiv tilnærming, hvor induktive og deduktive tilnærminger brukes på en dynamisk måte. En dynamisk metode i forskning innebærer at forskningsspørsmålene og metoden blir justert basert på nye funn og observasjoner. En kombinasjon av induktive og deduktive tilnærminger bidrar til å øke validiteten og påliteligheten til forskningen. I tillegg fører det til en mer helhetlig og dypere forståelse av fenomenet som studeres (Bryman, 2016; Creswell & Creswell, 2018). Figur 4 illustrerer enkeltvis trinnene i tilnærmingen brukt i denne forskningen.



Model 3: Enkelt trinn i en abduktiv forskningsmetode.

I denne settingen fremhever Bryman (2016) viktigheten av å utforske teknologiens innvirkning på sosiale interaksjoner og deres effekter på det sosiale livets natur og kvalitet. For å få innsikt i hvordan man kan nærme seg dette temaet, benyttes derfor litteratur om teknologi og sosial interaksjon. Ved å gjennomgå tidligere forskning kan forskere oppnå en mer inngående forståelse av hvordan teknologi påvirker sosial interaksjon. Denne innsikten kan deretter benyttes til å utforske temaet nærmere. Imidlertid er det begrensninger knyttet til litteraturen om biokullteknologi på grunn av fokusområdet i studien, som primært er rettet mot insentiver som en strategi for vekst i biokullmarkedet. Det er viktig å erkjenne at biokullteknologien spiller en rolle som påvirker prisen, skalerbarheten av produksjonen og bruken av biokull som et supplement i norsk landbruk. På grunn av begrensningene i studiens omfang kan noen forskningsområder bli utelatt, inkludert litteraturen om biokullteknologi i denne sammenhengen. For å oppnå en grundig forståelse av problemstillingen kombinerer denne studien kvantitative og kvalitative forskningsmetoder med en blanding av deduktive og induktive tilnærminger.

4.2 Datainnsamling (multimetodeforskning)

Gitt at studien har som mål å påvirke norske bønder til å øke bruk av biokull, og tar i betraktning at studien har sitt fundament i samfunnsvitenskapene, benyttes en integrert tilnærming som inkluderer både kvantitative og kvalitative metoder. Dette tilrettelegger for en grundig utforskning av fenomenet fra ulike perspektiver og resulterer i en mer helhetlig innsikt i forskningsspørsmålene. I tabell 9 presenterer Johannessen et al. (2016) de tre stegene i samfunnsvitenskapelig forskning: Fra å identifisere problemet, til å samle inn relevante data, og til slutt å kommunisere forskningsfunn og resultater på en måte som fremmer ønsket endring.

Dataene samles i denne studien gjennom dokumentanalyse, semistrukturerte intervjuer med ulike deltakere i verdikjeden for biokull og distribusjon av digitale spørreundersøkelser til norske bønder. For å måle deres interesse og motivasjon for bruk av biokull, samt deres meninger om mulige motivasjonsstrategier. Studien baseres på en kombinasjon av kvantitative og kvalitative forskningsmetoder for å få en sterkere forståelse av barrierer i biokullmarkedet.

Den kvantitative metoden ble utført gjennom en digital spørreundersøkelse som ble sendt ut til et tilfeldig utvalg av norske kornbønder i produksjonstilskuddsregisteret fra år 2022. Totalt ble 2355 bønder tilfeldig utvalgt ved hjelp av en Excel-formel fra en liste med 9000 bønder. Det tilfeldige utvalget ble gjennomført i grupper på 100 ved å velge en enkelt gruppe på 100 og jobbe seg nedover i registeret. For å øke tilfeldigheten i utvalget ble noen celleområder hoppet over under den tilfeldige utvelgelsesprosessen. Formelen som ble benyttet er som følgende: (=VELG (TILFELDIGMELLOM (1;100) merk enkelt celle fra 1 - 100).

Den kvalitative forskningsmetoden i studien tok form av semistrukturerte intervjuer for å utforske erfaringene og perspektivene til interessenter i biokullverdikjeden. Det ble valgt ut seks informanter fra både forskere ved NIBIO, private produsenter, bønder og representanter fra Norsk Bondelag. Dessverre var det ingen informanter til stede fra Norsk Bondelag. Flertallet av de gjenværende deltakerne ble rekruttert fra Norsk Biokullnettverk. Valget av informanter ble basert på deres interesse og engasjement for å fremme bruken av biokull i landbruket. Informantene i utvalget har ulik bakgrunn. Dette for å fange opp et bredt spekter av meninger som kan føre til funn av en “vinn-vinn” løsning knyttet til problemstillingen.

Tabell 9: Samfunnsvitenskap forskning, Tre trinn teorier. (Johannessen et al., 2016 s.27)

Trinnene i studiet	Oppgavebeskrivelse	Applikert tiltak
Trinn 1	Forskeren lever seg inn i det samfunnet som studeres.	<ul style="list-style-type: none"> - Praksisperiode i NIBIO under divisjon for miljø og naturressurser der biokull har vært sentralt i forskningen. - Gjennomføring av litteraturgjennomgang
Trinn 2	Kommunikasjon med de som forskeren ønsker informasjon om eller fra.	<ul style="list-style-type: none"> - Dybdeintervju med ulike aktører i verdikjeden som forskere, produsenter, professorer og bønder) - Personlig kommunikasjon med en ansatt fra biokullnettverket. - Digital spørreundersøkelse med sikte på å vurdere norske bønders kunnskap om biokull og mulige insentiver som kan fremme bruken av biokull i norsk landbruk.
Trinn 3	Kommunisere forskningsfunn og resultater til de personene, gruppene eller samfunnet som studeres eller som kan dra nytte av denne forskningen	<ul style="list-style-type: none"> - Validering og verifisering funnene gjennom tilbakemeldinger fra personene eller samfunnet som er berørt av forskningen gjennom personlig kommunikasjon med bønder og forskere innen feltet. - Oppgaven vil være tilgjengelig i NMBUs database, samt utdeles til de som har bedt om det.

Framfor å være primært avhengig av kvantitative eller kvalitative metoder, innpasser denne strategien kvalitetene ved begge disipliner for å skape en grundigere kunnskap om emnet som undersøkes. Ifølge Almeida (2018) er forskning med en blanding av metoder spesielt utbredt i det aktuelle akademiske feltet, spesielt i forskning som involverer flernivå- og komplekse scenarier, samt tverrfaglig samarbeid. Dette skyldes behovet for å benytte ulike tilnæringer for å kunne fange opp og forstå kompleksiteten av problemstillinger fra ulike perspektiver og

på flere nivåer. Dette gjør at studien får et mer nyansert perspektiv og en dypere forståelse av forskningsproblemet ved å innlemme kvantitative og kvalitative metoder (Almeida, 2018).

Denne masterforskningen er strukturert rundt den sosiale forskningsmodellen til Bryman (2016). Denne modellen inkorporerer ulike påvirkningsfaktorer som teori, verdier, epistemologi og ontologi. Praktiske aspekter som blant annet valg av forskningstilnærming, valg av forskningstema og type forskningstema ble vurdert som en del av forsknings- og spesialiseringsretninger og genuin interesse for biokull.

Fokusgruppemetoden ble brukt som en viktig del av denne studien. For å begrense omfanget av studien ble deltakerne begrenset til personer mellom 20 og 80 år i den digitale spørreundersøkelsen. Denne målgruppen ble ansett som passende for å representere den aktuelle problemstillingen. Det brede utvalget av målgruppe gir forskningsstudiet en større rekruttering av frivillige fra et bredt aldersspenn, samt et mer representativt utvalg av befolkningen. I forskning som søker å finne svar eller strategier som vil være til nytte for et bredt spekter av mennesker, kan et større aldersspenn bidra til å fange opp et mangfold av meninger og erfaringer (Babbie, 2021). Det er også mer sannsynlig at resultatene vil være relevante for et større utvalg av personer utover den aldersgruppen som testes, noe som kan bidra til å styrke den eksterne gyldigheten av funnene. Derimot har bruk av en så bred målgruppe også betydelige ulemper. Gitt at mennesker i ulike aldre kan ha svært ulike holdninger, oppfatninger og holdninger. Dette kan føre til at resultatene kan mangle presisjon og kompleksitet. Det kan også være mer utfordrende å ta hensyn til konfunderende faktorer, for eksempel sosiale eller helsemessige kjennetegn, som kan påvirke resultatene ulikt for personer i ulike aldersgrupper når det brukes et stort aldersspenn. Etersom dataene kan være mer kompliserte og kan kreve bruk av sofistikerte statistiske teknikker, som også påvirker analysen av resultatene ved å gjøre det utfordrende å forstå eller tolke (Babbie, 2021).

Et avgjørende aspekt ved samfunnsforskning er operasjonalisering av variabler, som er å organisere og formulere spørsmål for å samle inn data for analyse og tolkning. For å lykkes med å utforme spørsmål for operasjonalisering av variabler er det viktig å være klar over en rekke utfordringer og å følge generelle regler. I undersøkelsen ble det brukt lukkede spørsmål, som hindret respondentene i å gi for åpne svar. I stedet fikk de utvalgte en forhåndsdefinert liste med svaralternativer. Sammenlignet med åpne spørsmål kan lukkede spørsmål gjøre det enklere å sammenligne og analysere svarene. De kan også være raskere og enklere for respondentene å fylle ut (Babbie, 2021, s. 252; Oppenheim, 2000), noe som kan resultere i

høyere svarprosent og mer omfattende data. Noen få åpne spørsmål ble gitt for å oppmuntre til fri uttalelse.

4.3 Epistemologiske og ontologiske betraktninger

Bryman (2016) definerer epistemologi som studiet av kunnskapens natur og utvikling. Dette innebærer å forstå "hvordan vi vet hva vi vet" og metodene vi bruker for å oppnå kunnskap og visdom. Ontologi studerer virkelighetens og eksistensens natur, som omhandler sosiale enheter (Bryman, 2016 s. 28). Hun spør om hva som eksisterer og hvordan. Forstå den underliggende strukturen i verden, som naturen til vesener, ting og hendelser.

Forskerens innstilling til disse spørsmålene har betydelig innvirkning på forskningsprosessen og kilden til pålitelig informasjon. Sentrale tilnærminger inkluderer positivistisk epistemologi, som vektlegger en empirisk tilnærming til studiet av fenomener, og interpretivisme. Interpretivisme, også kjent som tolkningstilnærming, innebærer at forskere tolker ulike elementer av studien. Denne tilnærmingen innpasser dermed menneskelige interesser i forskningen (Business research methodology, u.å). I samsvar med dette, antar tolkningstilhengere at tilgang til virkeligheten (enten gitt eller sosialt konstruert) kun oppnås gjennom sosiale konstruksjoner som språk, bevissthet, delte betydninger og verktøy. Utviklingen av tolkningstilnærmingen er bygget på en kritikk av positivismen innen samfunnsvitenskapene. Som følge av dette legger denne filosofien vekt på kvalitativ analyse fremfor kvantitativ analyse (Business research methodology, u.å).

Positivistene postulerer at observasjon og målrettet empiri er den eneste veien til kunnskap. Siden formålet med denne studien er å teste hypoteser om "stimulering av biokull" for å evaluere og videreutvikle eksisterende informasjon som først ble frembrakt abduktivt, vil positivismen i denne sammenhengen integrere aspekter av både induktive og deduktive metoder. Videre fastholder positivismen at vitenskapelig objektivitet kan oppnås uavhengig av forskernes eller deltakernes synspunkter, forutinntattheter eller perspektiver (Bryman, 2016). Epistemologiske og ontologiske overveielser påvirker hvordan forskere betrakter virkelighet og kunnskap. Forskerens epistemologiske perspektiv har betydelig påvirkning på hvordan man vurderer validiteten til den kunnskapen som produseres i forskningen, samt hvilke forskningsmetoder og datainnsamlingsstrategier som velges. Forskerens ontologiske perspektiv påvirker hvordan de forstår og konseptualiserer forskningsemner og fenomener. Fra et ontologisk synspunkt krever spørsmålet en forståelse av landbrukets natur, dets samspill med

miljøet og biokullets rolle i å fremme bærekraftig arealbruk. Dette tvinger oss til å ta hensyn til en rekke faktorer som påvirker bruken av biokull i norsk landbruk, inkludert sosiale, økonomiske og politiske aspekter. Det er avgjørende å oppfatte det komplekse samspillet mellom disse faktorene og hvordan de påvirker bøndenes anvendelse av biokull. Epistemologiske og ontologiske hensyn understreker behovet for en tverrfaglig tilnærming for å oppnå best mulig forskningsresultater.

Når man vurderer insentiver for bruk av biokull i norsk landbruk, dukker det opp epistemologiske og ontologiske betraktninger. Epistemologisk krever dette spørsmålet en forståelse av hvordan kunnskap konstrueres og tilegnes i forhold til landbrukspraksis og de ulike faktorene som former holdninger og atferd i forhold til nye teknologier som biokull. Det innebærer også å identifisere kilder til kunnskap om biokull og vurdere gyldigheten og påliteligheten til disse kildene. Fra et ontologisk perspektiv krever spørsmålet en forståelse av landbrukets natur, dets forhold til miljøet og biokullets rolle i å fremme bærekraftig arealbruk. Det er også viktig å forstå de sosiale og økonomiske faktorene som påvirker innføringen av ny teknologi i landbruket, for eksempel myndighetenes politikk og markedskreftene.

I forskning for å øke bruken av biokull i norsk landbruk må epistemologiske og ontologiske perspektiver tas i betraktning. Disse perspektivene påvirker forskningen og metoden min. Fra et epistemologisk perspektiv er det viktig å reflektere over naturens forhold til kunnskap og hvordan den endrer seg. I denne sammenhengen er det avgjørende å finne ut hvilken kunnskap som trengs, og hvordan den kan brukes for å redusere bruken av biokull. Ulike metoder for kunnskapsinnhenting, som vitenskapelige artikler, forskningsresultater, spørreundersøkelser, intervjuer og observasjoner, brukes for å danne et bilde av dagens situasjon og identifisere veien mot økt bruk av biokull i norsk landbruk gjennom tilrettelegging av tiltak som kan oppnå en "vinn-vinn"-løsning. Gyldigheten og påliteligheten av kunnskapen som innhentes gjennom disse ulike metodene bør også vurderes nøye.

4.3.1 Kvalitetskriterier i samfunnsforskning (Dataenes pålitelighet og gyldighet)

Pålitelighet, replikerbarhet og gyldighet er de tre mest fremtredende kriteriene for evaluering av samfunnsforskning (Bryan, 2016 s. 41). Pålitelighet og validitet er to viktige generelle egenskaper ved dataanalyse som bidrar til å bestemme dataenes nøyaktighet og den samlede nytten av dataene. Reliabilitet refererer til dataenes konsistens og hvor pålitelig innhentet informasjon er (Johannessen, 2016), mens validitet refererer til dataenes nøyaktighet.

For å vurdere påliteligheten foretas det en kontinuerlig evaluering av etterprøvnbarheten ved å måle konsistensen i dataene over tid og på tvers av ulike utvalg. Dette kan oppnås ved å bruke metoder som test-retest-reliabilitet og intern konsistens. Dataene anses som pålitelige hvis de viser harmoni på tvers av ulike målinger og utvalg.

Validitet vurderes ved å kvantifisere dataenes sensitivitet eller presisjon. Dette kan oppnås ved hjelp av metoder som innholds validitet, kriterierelatert validitet og begrepsvaliditet. Begrepet innholds validitet handler om i hvilken grad dataene representerer det tiltenkte emnet på en nøyaktig måte, mens kriterievaliditet vurderer i hvilken grad dataene predikerer fremtidige hendelser. Konstruktvaliditet vurderer i hvilken grad dataene gjenspeiler det teoretiske konstruktet. For å sikre reliabilitet og validitet bør forskere bruke egnede måleinstrumenter og -metoder, velge ulike populasjoner og gjennomføre flere tester og analyser. Det er også viktig å gjenkjenne potensielle begrensninger eller skjevheter i datasettene og forsøke å håndtere dem. Forskere kan øke sensitiviteten og påliteligheten til funnene sine ved å avklare ansvar og validitet i dataene (Johannessen, 2016; Bryan, 2016)

4.3.2 Dokumentanalyse

For å innhente data og innsikt er dokumentanalyse (innholdsanalyse) en forskningsteknikk som innebærer analyse av dokumenter (sekundærdata) av tekstbaserte kilder som blant annet offentlige dokumenter, stortingsmeldinger, forskningsartikler, bøker, lovdata og nyhetsartikler. Forståelse av historiske hendelser, kulturelle skikker og langsiktige samfunnsendringer kan oppnås med denne strategien. Gjennom dokumentanalyse får forskeren undersøkt hvordan enkeltpersoner samhandler og tolker omgivelsene sine gjennom skriftlig materiale.

Denne kvalitative forskningsmetoden gir et særegent syn på samfunnsmessige og kulturelle problemer. Det er viktig å huske på at dokumentanalyse har sine begrensninger, inkludert spørsmål om representativitet og muligheten for skjevhet i utvelgelsen og tolkningen av dokumenter (Bowen, 2009; Krippendorff, 2013). Dokumentanalyse er likevel et nyttig verktøy for forskere som prøver å forstå intrikate sosiale og kulturelle fenomener, til tross for disse ulempene. I denne studien ble dataanalysen utført ved hjelp av den digitale programvaren Stata (versjon Mp 17, 64-bit), i tillegg til Excel for å utføre statistiske beregninger og presentere funnene i form av tabeller, diagrammer og modeller.

4.3.3 Semistrukturerte intervjuer

Semistrukturerte intervjuer er en kvalitativ forskningsmetode som kombinerer fleksibiliteten til et ustrukturert intervju med fokuset til et strukturert intervju. I et semistrukturert intervju har forskeren et sett med forhåndsbestemte spørsmål eller temaer som skal dekkes, men de har også frihet til å stille oppfølgingsspørsmål og utforske temaer mer i detalj basert på intervjuobjektets svar. Dette gjør det mulig for intervjueren å få detaljert og nyansert informasjon om intervjuobjektets erfaringer, meninger og holdninger. Semistrukturerte intervjuer brukes ofte i samfunnsvitenskapelig forskning, særlig innen felt som antropologi, psykologi og sosiologi (Bryman, 2016). Før gjennomføringen av de semistrukturerte intervjuene ble det gjennomført en omfattende forberedelsesprosess som omfattet en grundig utarbeidelse av en spørreguide som grunnlag for det fleksible intervjuformatet. Intervjuene ble utviklet ved hjelp av innspill fra både den innledende dokumentgjennomgangen og relevant teori. Utformingen av intervjuguiden tok hensyn til flere aspekter, som anbefalt av Bryman (2016). Dette innebar å sikre at intervju spørsmålene var i tråd med forskningsspørsmålet, bruke et enkelt språk, unngå ledende spørsmål og å formulere åpne spørsmål for å få meningsfulle svar.

Utvelgelsen av informanter ble gjennomført ved hjelp av en strategisk utvelgelse basert på gitte kriterier. Kriteriene ble etablert gjennom en omfattende gjennomgang av litteratur og dokumenter som ble gjennomgått i begynnelsen av studien. I løpet av den forberedende fasen ble flere mulige utfordringer knyttet til bruk og implementering av biokull identifisert. Denne tilnærmingen involverte rekruttering av minst én sentral representant fra hver del av biokullverdikjeden, med det mål å avdekke barrierene for utbredt bruk av biokull. Imidlertid, på grunn av den senere tidsperioden og en lav svarprosent under intervjuprosessen, ble spesifikke områder som opprinnelig var tenkt å bli inkludert i studien, til slutt utelatt. Blant de ekskluderte var for eksempel en representant fra det norske bondelaget. Videre var det nødvendig å nøye velge intervjuobjekter blant de mest innflytelsesrike personene i landbrukssektoren og forskningsmiljøet, på grunn av deres kontinuerlige innsats for å fremme forbedrede og økologisk bærekraftige landbruksmetoder.

Intervjuobjektene fra enheter som Lindum, samt forsker fra NIBIO, ble spesielt utvalgt på bakgrunn av deres posisjoner og engasjement i prosessen. I tillegg var deres samstemte overbevisning og innsikt i virkningene av biokull på klima og jordkvalitet en betydningsfull

faktor. For å sikre en dyptgående forståelse av den nåværende situasjonen, ble det gjennomført flere intervjusamtaler som berørte ulike aspekter ved bruk av biokull. For å oppnå en grundig innsikt i den aktuelle situasjonen og de utfordringene som foreligger, ble en nøye utvalgt gruppe av eksperter og interessenter fra ulike sektorer innenfor biokullfeltet intervjuet. I den forbindelse ble en intervjuguide utarbeidet og konsistent brukt i alle intervjuene, med kontinuerlige justeringer underveis for å sikre relevans og dybde.

Tabell 10: Informanter, deres tilknytning og respektive referansenummer

Informanter	Tilknytning	Referansenummer
Forsker miljø og naturressurser	NIBIO	NI100
Professor	Utdanningssektor GS	UDS100
Småskalaprodusent	Privat selskap	SPRO100
Forsker/produktutvikler Lindum	Kommunalt selskap	LI100
Bonde	Selveier	BO100

4.3.4 Analyse av digital spørreundersøkelse

Den digitale spørreundersøkelsen ble analysert ved hjelp av statistikkprogramvaren Stata og analyseverktøyet Excel. Analyseprosessen involverte flere viktige trinn som ble fulgt for å sikre nøyaktige resultater. Først identifiserte vi forskningsspørsmål og relevante variabler av interesse. Deretter ble den innsamlede dataen organisert og renset ved hjelp av Excel. Dataene ble strukturert i et Excel-ark og analysert ved å utføre grundige gjennomganger av de ulike svaralternativene i spørreskjemaet. Resten av dataene ble nøye telt og oppsummert i Excel. Vi utførte også sortering, sammenføyning og transformasjon av dataene i Excel.

Når dataene var klargjort, ble deskriptiv statistikk brukt til å oppsummere og identifisere mønstre eller trender i informasjonen. For å teste hypoteser og komme med antakelser, benyttet vi også inferensstatistikk, for eksempel regresjonsanalyse. Til slutt ble dataene visualisert på en forståelig måte ved hjelp av ulike diagrammer og grafiske fremstillinger. Disse visualiseringene bidro til å formidle funnene på en klar og tydelig måte.

For å sikre nøyaktigheten av analysen, ble det lagt stor vekt på å følge grundige metodevalg og sikre at dataene ble behandlet og tolket på en pålitelig måte.

4.3.5 utfordringer

Forskningen i denne studien inkluderer flere implisitte utfordringer. Én av disse utfordringene omhandler nøyaktigheten og kvaliteten til dataene. Analyse nøyaktigheten kan påvirkes dersom dataene som samles inn gjennom den digitale analyseverktøy er mangelfulle eller utilstrekkelige. En annen utfordring er å sikre klarhet og presisjon i beskrivelsen av undersøkelsesspørsmålet og identifiseringen av relevante variabler av interesse. Dette krever grundig vurdering og konsultasjon med fagspesialister, inkludert forskere innenfor det aktuelle feltet. Denne fasen av forskningen er krevende, men gjennom praksisperioden i Nibio fikk jeg muligheten til å konsultere personalet som kontinuerlig forsker på biokull for å sjekke spesifikke egenskaper og status for bruk av biokull i landbruket. Dette har hatt en betydelig innvirkning på forskningen, spesielt når det gjaldt å undersøke spesifikke egenskaper og status for bruk av biokull i landbruket. Ved å ha tilgang til eksperter på området kunne jeg få oppdatert og pålitelig informasjon om biokull og dets anvendelse i landbrukssektoren. Dette bidro til å sikre at forskningen var basert på riktig og oppdatert kunnskap, og styrket dermed studiens legitimitet og pålitelighet. Samarbeidet med personalet i Nibio ga også en praktisk forståelse av hvordan forskningen på biokull blir utført i praksis, og muliggjorde en mer helhetlig tilnærming til temaet.

Den statistiske analysen av denne undersøkelsen kan by på enda en utfordring. For at analysen skal være gyldig, må en rekke forutsetninger og betingelser være oppfylt. Det kan være vanskelig å velge den beste statistiske analyseteknikken og tolke funnene på riktig måte. For å sikre at studiens funn er legitime og pålitelige, er det avgjørende å ta grundig stilling til disse spørsmålene. Dette kan innebære tett samarbeid med fageksperter, bruk av riktige analyseteknikker og garanti for at dataene som samles inn, er av høyeste kvalitet. I tillegg er det avgjørende å forstå forskningens begrensninger og usikkerheter og å uttrykke dem tydelig i rapporten eller artikkelen som publiseres.

4.4 Validitet og reliabilitet

I en forskningsstudiet er det viktig å vurdere både gyldighet og pålitelighet. Analysens gyldighet kan påvirkes av problemer knyttet til både kvalitet og omfang av dataene som samles inn via den digitale undersøkelsesverktøy (Nettskjema). Det kan også være utfordringer knyttet

til formulering av forskningsspørsmål og operasjonalisering av relevante variabler, noe som kan påvirke validiteten av forskningen.

Validiteten til analysen kan svekkes i forhold til kvaliteten og omfanget av dataene som samles inn ved hjelp av den digitale undersøkelsesverktøy. I denne settingen kan validiteten til forskningen påvirkes av vanskeligheter med å formulere forskningstemaet og operasjonalisere de relevante variablene av interesse. Dermed vil det være avgjørende å evaluere kvaliteten på de innsamlede dataene og bruke de riktige metodene for å fastsette forskningstemaet og variablene. For å sikre at studiedesignet stemmer overens med forskningsspørsmålet og de innsamlede dataene, kan det også være viktig å rådføre seg med fagekspertter. Dette ble gjort i denne masteroppgaven ved å la forskere med ekspertise på biokullets effekter og andre relevante områder gjennomgå biokullelementene som inngår i oppgaven, samt annen informasjon som er samlet inn gjennom dokumentanalyse. Avslutningsvis vil det være avgjørende å gå grundig gjennom alle deler av studiens utforming, datainnsamling og analyse, samt å iverksette tiltak for å løse eventuelle hindringer eller begrensninger, for å gjennomføre en uttømmende vurdering av validitet og pålitelighet. Ved å gjøre dette vil studien kunne gi resultater som er pålitelige, legitime og relevante for målgruppen (Bryman, 2016).

4.4.1 Etske betraktninger

Bryman (2016) understreker viktigheten av etiske overveielser i forskningsarbeid gjennom forskernes plikt til å ta etiske hensyn på alle nivåer i forskningsprosessen, fra den tidlige planleggingsfasen til publisering av forskningsresultater. Dette innebærer blant annet å innhente deltakernes informerte tillatelse, beskytte personvernet deres, sørge for at studien ikke skader dem eller andre interessenter og være åpen om eventuelle interessekonflikter. I tillegg må forskerne sørge for at arbeidet deres er i samsvar med relevante etiske standarder og lover, og at det har tillatelse fra de relevante institusjonelle vurderingsutvalgene eller etiske komitéene. Beskyttelse av studiedeltakerne og forskningens integritet er avhengig av etiske betraktninger, og derfor må de ivaretas på best mulig måte i alle forskningsprosjekter.

Ifølge Diener og Crandall (1978, som sitert i Bryman, 2016: 125) er det fire vanlige etiske problemstillingene i samfunnsforskning:

- 1) Potensiell skade på deltakerne
- 2) Mangel på informert samtykke
- 3) Krenkelse av personvernet

4) Informasjonen er misvisende, eller det forekommer villedning av deltakerne

For å sikre etisk atferd gjennom hele denne studien ble det tatt forholdsregler. Deltakerne som deltok i denne studien, var ressurssterke personer som, så vidt jeg vet, ikke var sårbare på noen måte. Deres konfidensialitet og personvern ble beskyttet ved å anonymisere identiteten deres, og personlig informasjon ble ikke avslørt i opptakene eller de skriftlige transkripsjonene. Studien ble også registrert hos Norsk senter for forskningsdata for å sikre at innsamling, behandling, lagring og deling av data var i samsvar med juridiske og etiske standarder. Før intervjuene ble gjennomført, ble deltakerne konsultert angående opptak av materialet, og deres valg ble tatt hensyn til. De ble også forsikret om at deres deltakelse i studien ikke ville få noen negativ påvirkning på dem. Disse tiltakene ble iverksatt for å sikre respekt for deres ønsker, innhente informert samtykke, ivareta deres personvern og forhindre enhver form for villedning.

Forpliktelser vil fremgå tydelig i oppgavens metodedel, hvor mitt ansvar som forfatter av en vitenskapelig oppgave rettes på valg av forskningsmetode og implementeringsmetode som vil bli tydeliggjort i oppgaven. Jeg forholder meg til de generelle forskningsetiske retningslinjene, samt NMBUs og NIBIOs retningslinjer for gjennomføring av masteroppgave. Ved oppdagelse av interessekonflikt ble situasjonen umiddelbart tatt opp med både min hovedveileder og biveileder. Gjennom grundige diskusjoner og refleksjon sammen med dem, ble det sikret at alle mine handlinger er i samsvar med NMBUs retningslinjer og opprettholder et høyt nivå av etikk. Integritet, refleksjon, avklaring av etiske dilemmaer, fremme ansvarlig forskning og forebygging av uredelighet har vært viktige fokusområder i mitt forskningsarbeid. Gjennom hele prosjektperioden opptrådte jeg ansvarlig, åpent og ærlig. Jeg har som mål å etterleve de prinsippene som er fastsatt av De nasjonale forskningsetiske komiteene i 2019, og jeg vil kontinuerlig arbeide for å opprettholde høy forskningsetisk standard i mitt prosjekt. (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2019)

4.6 Analyse av prosessen og begrensninger

Hovedfokuset i denne studien var å bruke dokumentanalyse som et middel for å oppdage teoretisk innsikt knyttet til biokull. På grunn av den relativt begrensede mengden forskning som er tilgjengelig om biokull og dets pågående utviklingsstatus, var det imidlertid utfordrende å identifisere den mest hensiktsmessige tilnærmingen for å gjennomføre forskningen. I tillegg hadde studien visse begrensninger med hensyn til deltakernes svarprosent i den digitale spørreundersøkelsen.

Faktorer som sen og kald sesong denne våren, og tidspunktet for utsendelse av undersøkelsen bidro sannsynligvis til at deltakelsen var lavere enn forventet. Undersøkelsen ble sendt ut på et tidspunkt da de fleste bøndene har lengre arbeidsdager for å redde avlingen. Til tross for det opprinnelige anslaget om en svarprosent på 20 % fra det tilfeldig utvalgte utvalget på 2,355 deltakere, ble det bare samlet inn 150 svar, noe som utgjør ca. 7,5 % av det opprinnelige utvalget. Årsakene til denne lave deltakelsen varierte og inkluderte personer som ikke lenger var bønder, de med begrenset kunnskap eller interesse for biokull, og tilfeller der invitasjonen til undersøkelsen ble sendt til en feil eller til en utdatert e-postadresse. Disse metodiske begrensningene fremhever derfor utfordringene ved å gjennomføre forskning på et felt med begrenset eksisterende litteratur, samt viktigheten av å nøye vurdere rekruttering av deltakere og undersøkelsesmetodikk når man gjennomfører empiriske studier.

5 DATAANALYSE og RESULTAT

I dette kapitlet fremlegges funnene og fremtidige forskningsretninger i lys av den gjennomførte studien. Målet med denne mastertesen var å identifisere potensielle strategier for å stimulere bruken av biokull innenfor den norske landbrukssektoren. Den påfølgende delen av kapitlet tar for seg de ulike tilnærmingene til datainnsamling og -analyse, med en detaljert presentasjon av forskningsresultatene. Kapitlet fungerer som en syntese av de mest fremtredende funnene, implikasjoner, begrensninger og prospektive retninger for videre studium.

Den fremstilte hypotesen i denne vitenskapelige avhandlingen antyder at økonomiske insitamenter målrettet mot bønder med tanke på å omfavne biokull som en implementeringsmetode, potensielt kan føre til en økning i adopsjonen av biokull blant bønder. Denne adopsjonen forventes videre å føre til en mer bærekraftig tilnærming innenfor landbrukssektoren, spesielt i lys av karbonretensjon i jord og oppgradering av jordens langvarige egenskaper. Et eksemplifiserende tilfelle av dette kan observeres gjennom biokullets potensiale for å øke jordvannretensjonen i tørkeutsatte jordtyper, samt den generelle dreneringseffektiviteten (Joner et al., 2017). Konsekvensene av biokull når lenger enn dette og omfatter jordens fysisk-kjemiske karakteristika, dens innvirkning på det mikrobiologiske samfunnet i jorden, og mikroorganismenes respons til biokull, særlig når det er integrert med jord som har vært eksponert for tungmetallforurensning (Agarwal et al., 2022). Denne symbiose bidrar til et gunstig habitat for mikroorganismer, med den følgende effekten av å vedlikeholde en trivelig jord økologi.

Hypotesen ligger i at økonomisk utbytte for bønder som benytter seg av biokull som en produktivitets- og implementeringsmetode, vil oppfordre en større andel bønder til å inkorporere biokull. Videre forventes det at en økt bruk av biokull vil bidra til å styrke bærekraften i landbruket, hvilket kan kvantifiseres gjennom forskjellige indikatorer som jordhelse, avlingstilvekst, karbonretensjon og reduksjon av avhengighet av kunstgjødsel. Videre følger en analyse av sekundærdata.

5.1 Analyse av sekundærdata (litteratursøk)

Analyse av sekundærdata som er hentet fra en omfattende gjennomgang av litteraturen, har gitt en grundig innsikt i spredningen av biokull i den norske landbrukssektoren. Resultatene har fremhevet de miljømessige fordelene knyttet til bruk av biokull, identifisert eksisterende insentiver og retningslinjer, samt kastet lys over utfordringer som må adresseres. Denne studien har dermed betydelig bidratt til kunnskapsbasen om anvendelsen av biokull i norsk landbruk, samtidig som den legger et bærekraftig grunnlag for fremtidig forskning og utvikling av politikk som tar sikte på å fremme bruk av biokull som en bærekraftig praksis i landbruket.

Litteraturgjennomgangen vedrørende biokullets anvendelse innenfor den norske landbrukssektoren formidler en omfattende forståelse av mulige goder og utfordringer. Gjennomgangen inkorporerer en variasjon av studier som belyser biokullet, og sonderer innvirkningen på agronomiske faktorer, bøndenes perspektiver, verdikjeder, potensialet for klimatiltak, samt politiske hensyn. Sammendraget av de erklærte funnene medvirker til en mer dyptgående innsikt i biokullets anvendelse og dets rolle innenfor den bærekraftige praksisen i det norske landbruket. Den ekstensive litteraturgjennomgangen ble initiert med et tydelig fokus på biokullets bruk innenfor det norske landbruket. Gjennomgangen inkorporerer forskjellige studier som behandler biokullets agronomiske effekter, bøndenes perspektiver, verdikjeder, klimatiltakets potensial og politiske betraktninger. De konkluderte funnene bidrar til en dypere forståelse av biokullets bruk og dets innflytelse på bærekraftig landbrukspraksis i Norge.

Av spesiell note er bøndenes perspektiv, som i rapporten fra Kvakkestad med flere (2022) manifesterer en positiv innstilling til biokull, mens agronomiske undersøkelser tydeliggjør biokullets positive effekter på plantevekst, næringskretsløp og jordfruktbarhet. Samtidig belyser verdikjedestudier de økonomiske implikasjonene knyttet til implementeringen av biokull (Prestvik & Lilleby, 2021). Biokull har dessuten oppnådd anerkjennelse som en effektiv klimatiltaksforanstaltning, som bidrar til karbonbinding og en bærekraftig forvaltning av landarealer. Likevel krever utfordringer knyttet til politiske beslutningsprosesser og kunnskapsoverføring en ytterligere intensivering av oppmerksomheten. Denne syntesen av forskningsresultatene tilveiebringer en betydningsfull økning av kunnskapsbasen rundt biokull og gir relevant informasjon til pågående og fremtidige studier samt politiske beslutningsprosesser knyttet til integrasjonen av biokull som en bærekraftig praksis innenfor det norske landbruket (Lilleby, 2020).

5.1.1 Bønders perspektiver på biokull:

Studien utført av Kvakkestad med kolleger (år) kaster lys over de norske bønders perspektiver som gjelder biokull og andre klimatiltak. Analysen avdekker en positiv holdning blant bøndene overfor bruken av biokull, samtidig som de anerkjenner de potensielle fordelene dette medfører. Ikke desto mindre fremheves også utfordringer knyttet til implementeringen, inkludert eksisterende kunnskapshull og tilgjengeligheten av biokullprodukter.

5.1.2 Agronomiske effekter av bruk av biokull:

I den videreførte studien foretatt av O'Toole med flere (2022) ble virkningen av biokull på planteproduksjon, lagring av gjødsel og utførelsen av husdyrhold grundig gransket. Forskningsarbeidet demonstrerer biokullets positive påvirkning på plantevekst, næringsyklus og jordfruktbarhet innenfor norske landbrukssystemer. Resultatene avdekker at anvendelsen av biokull har potensiale til å forbedre agronomiske praksiser og fremme en bærekraftig produksjonsform..

Tabell 11: Kartlegging av agronomiske effekter på bruk av biokull i landbruket (O'Toole et al., 2022).

Agronomiske effekter	Funn
Plantevekst	Tilførsel av biokull hadde en positiv innvirkning på planteveksten.
Næringsyklus	Biokull forbedrer næringsyklusen i jordbrukssystemer.
Fruktbarhet i jordsmonnet	Biokull forbedrer næringsyklusen i jordbrukssystemer gjennom næringsretensjon, pH-regulering samt, fremmer gunstig mikrobiell aktivitet i jorda

Karbonbinding	Biokull bidro til karbonbinding i jorden over langtid.
Tilbakeholdelse av vann	Biokull økte vannretensjonen i jorden.
Mikrobiell aktivitet	Biokull stimulerte gunstig mikrobiell aktivitet i jorden.
pH-regulering	Biokull bidro til å regulere pH-nivået i jorden.
Undertrykkelse av sykdommer	Biokull hadde potensial til å undertrykke jordbårne sykdommer.
Sanering av tungmetaller	Biokull har vist seg å være lovende for rensing av jord som er forurenset av tungmetaller.

5.1.3 Verdikjeder og markedspotensial:

Studien utført av Prestvik og Lilleby (2021) utforsker kompleksiteten i verdikjedene assosiert med biokull i den norske konteksten. Undersøkelsen fokuserer på aspekter som produksjon, distribusjon og det potensielle markedet for biokull. Funneses betoning ligger på de økonomiske og logistiske dimensjonene knyttet til implementeringen av biokull, samtidig som behovet for robuste verdikjeder for å støtte spredningen og kommersialiseringen av biokull fremheves.

Tabell 12: *Verdikjeder og markedspotensial kartlegging*

Aspekter	Resultat
Produksjon og prosessering	Prosesser og teknologier for produksjon av biokull er under utvikling og optimalisering i Norge. Ulike biomasseråvarer, som skogsavfall og landbruksavfall, brukes til produksjon av biokull. Studien understreker viktigheten av effektive og bærekraftige produksjonsmetoder for å sikre kvaliteten og kvantiteten på biokullet.
Distribusjon og logistikk	Distribusjon og logistikk av biokull i Norge påvirkes av faktorer som nærhet til råstoffkilder og markeder, transportinfrastruktur og lagringsfasiliteter. Studien understreker behovet for veletablerte distribusjonsnettverk for å sikre rettidig levering og tilgjengelighet av biokull til sluttbrukerne.
Markedspotensial	Markedspotensialet for biokull i Norge påvirkes av faktorer som bevissthet, etterspørsel og regelverk. Selv om biokullmarkedet fortsatt er i en tidlig fase, er det økende interesse og bevissthet blant interessentene. Studien fremhever viktigheten av markedsutviklingstiltak, inkludert utdannings- og informasjonskampanjer, for å fremme fordelene og bruksområdene til biokull i ulike sektorer, som landbruk, hagebruk og jordforbedring.

Økonomisk levedyktighet

I rapporten kommer den økonomiske lønnsomheten ved produksjon og bruk av biokull i Norge som den avgjørende faktoren som påvirker blant annet produksjonskostnader, markedsetterspørsel og verdiskapende produkter. Studien legger vekt på potensialet for å skape verdiskapende produkter fra biokull, for eksempel biokullbasert gjødsel eller jordforbedringsmidler, for å øke den økonomiske levedyktigheten og konkurranseevnen på markedet. Økonomiske incentiver, politisk støtte og samarbeid mellom interessenter er avgjørende for å realisere det økonomiske potensialet for biokull i Norge.

5.1.4 Biokulls potensial for klimabegrensning:

Rasse med flere (2020) fremlegger biokull som et effektivt klimatiltak innenfor den norske landbrukssektoren. Deres forskning betoner biokullets kapasitet til å adsorbere karbon og forbedre jordens kvalitet, med den konsekvens å medvirke til en bærekraftig håndtering av landbruksarealer. Disse resultater betoner biokullets potensielle rolle når det gjelder å minimere utslipp av klimagasser og å fremme klimarobusthet innenfor landbruksvirksomheten.

Oppdage effekten av biokull på klimaendringer i landbruket (Rasse et al., 2020)

- Kan brukes i landbruksjord uavhengig av type gårdsdrift, på grunn av dens pleieteknikk som gjør at graden av driftsform eller omlegging av driften blir lite påvirket (Rasse et al., 2020).
- Har et stort potensial for karbonlagring. Hvorav biokull kan redusere opp mot 830 000 t CO₂-ekvivalenter innen 2030, til den laveste estimerte kostnad for klimatiltak på <500 kr/t CO₂-e (Rasse et al., 2020)
- Biokull er relativt enkelt å bokføre som tiltak i klimagassregnskapet, spesielt etter FNs klimapanel skissering av en mulig beregningsmetodikk for karbonlagring med biokull i jord
- Gir reduserte utslipp av andre klimagasser, slik som lystgass – en betydelig utslippskilde i landbruket. Ikke bare kan biokull lagrer karbon, den kan også reduserer utslippene av lystgass fra jord (Miljødirektoratet, 2020).
- Biokull er en fornybar energikilde hvorav Overskuddsvarme fra biokullproduksjon omdannes til bioenergi for oppvarming av bygget. Dette bidrar blant annet på å øke klimaeffekt generelt, tillegg som den bidrar positivt til gårdsøkonomien (Rasse et al., 2020)
- Biokull har jordforbedrende egenskaper og kan gi økte avlinger på langsikt gjennom dens porøse jordstruktur kan biokull bidra til å bedre vokseforhold for mikroorganismer som sopper og bakterier, noe som styrker jordhelsen og gir gode forhold for plantevekst og jordliv.
- Biokull er godt egnet som ingrediens i gjødselprodukter ettersom den fungerer som en svamp for vann og næringsstoffer i jorda. En egenskap som sikrer optimal næringstilgang for planter.

5.1.5 Politiske hensyn og utfordringer:

Bruken av biokull innen landbruket har vekket betydelig oppmerksomhet både nasjonalt og internasjonalt på grunn av dets potensial til å adressere et bredt spekter av miljø- og landbruksrelaterte utfordringer. Den teoretiske forankringen og tidligere forskning knyttet til biokull-applikasjoner kaster lys over effektiviteten og fordelene som biokull kan tilføre en bærekraftig landbrukspraksis. Som en karbonrik substans frembrakt gjennom biomassepyrolyse, har biokull blitt utførlig studert i kontekst av dets potensial for å fremme jordfruktbarhet, karbonlagring og generell jordhelse. Sentralt i bruken av biokull er ideen om dets evne til å forbedre jordens egenskaper gjennom økt kapasitet for vannretensjon,

næringsutnyttelse og mikrobiell aktivitet, og dermed legge til rette for vekst og avkastning av planter.

En rekke empiriske studier utført i Norge har utforsket bruken av biokull i landbruket. Hansen et al. (2018) har eksempelvis rettet oppmerksomheten mot evalueringen av biokulls påvirkning på karbonlagring i jord, mens Johansen et al. (2020) har vurdert konsekvensene for næringskretsløpet. Videre har Øgaard et al. (2019) gransket biokullets potensial til å redusere klimagassutslippene i den norske landbrukssektoren. Disse undersøkelsene har generert betydningsfull innsikt i optimale mengder tilført biokull, variasjoner i biokull-typer og landbruksmetodikk, alt med det formål å maksimere de innkapslede fordelene av biokull i den norske landbrukskonteksten.

Globalt sett har forskningen på biokull i landbruket vært preget av et omfattende og variert omfang. Studier har nøye analysert biokullets påvirkning på ulike jordprofiler, avlingstyper og miljøbetingelser. Lehmann og Joseph (2015) har blant annet undersøkt hvordan biokull påvirker jordens fruktbarhet, dynamikken i næringsstoffer, vannretensjon og mikrobielle samfunn i jordmatrisen. Tilsvarende har Jeffery et al. (2017) gransket biokullets potensial for rensing av forurenset jord og redusert utvasking av næringsstoffer, begge faktorer som understøtter en bærekraftig arealforvaltning. Den teoretiske strukturen som understøtter forskningen på biokull i landbruket, strekker seg over en rekke fagområder inkludert jordvitenskap, agronomi, miljøvitenskap og økologi. Disse konseptuelle rammeverkene henter inspirasjon fra samspillet mellom jord og vegetasjon, kretsløpene for næringsstoffer, mikrobiell økologi og dynamikken i karbonbinding. Gjennom en integrering av teoretiske perspektiver søker forskerne å oppnå en helhetlig innsikt i mekanismer og mulige gevinster knyttet til inkorporering av biokull i landbrukssystemer.

Tidligere forskning, både nasjonalt og globalt, har etablert et solid grunnlag av kunnskap angående biokull-bruken innen landbruket. Dette konsoliderte arbeidet illustrerer biokullets evne til å forbedre jordkvalitet, øke avlingens produktivitet og dempe miljøutfordringer. Dog er det tydelig et behov for ytterligere forskning som kan forfine biokull-produksjonsteknikker, evaluere langtidseffektene og foreta en vurdering av biokullets egnethet innen varierte landbrukskontekster på verdensbasis.

En fremtidig forskningsagenda bør også ta høyde for den økonomiske levedyktigheten til lokal biogass- og biokull-produksjon med sikte på å finansiere drifts- og vedlikeholdskostnader ved

norske kommunale rensesystemer, da slam som restavfall fra vannbehandling er et lovende, tilgjengelig og permanent råmateriale til produksjon av biogass og biokull. I tillegg bør en kritisk granskning rettes mot mulige hinder for implementeringen av sirkulær økonomi innen den norske vann- og avløpssektoren, samt formuleringen av nødvendige politiske og regulatoriske rammeverk som støtter implementeringsprosessen. Videre er det nødvendig å utforske de økonomiske, miljømessige og samfunnsmessige fordelene ved lokal produksjon av biogass og biokull innen den norske vann- og avløpskonteksten. Endelig bør man identifisere og analysere de institusjonelle og sosiale barrierene som kan manifestere seg innenfor den norske rammen, et forskningsaspekt som for tiden er noe underbelyst.

5.2.1 Biokull som Potensielt Klimatiltak og Jordforbedringsteknologi: En Oversikt over Resultater og utfordringer

Bruken av biokull har demonstrert betydelig potensial som en tiltaksmetode mot klimaendringer og som en teknologi for forbedring av jordforhold, både på globalt nivå og innenfor det norske landbruksområdet. Dens evne til å redusere utslipp av klimagasser og forbedre jordens kvalitet utgjør en tiltalende løsning. Til tross for eksisterende utfordringer som motvirker en omfattende innføring av biokullteknologi i Norge, inkludert utdatert teknologi, manglende økonomisk bærekraft og begrenset kunnskap blant landbrukene, vedvarer forskning, utvikling og opplysningsarbeid som avgjørende komponenter for realiseringen av biokullets fulle potensial. Dette vil igjen understøtte en bærekraftig utvikling av landbrukssektoren og bidra til oppfyllelsen av internasjonale klimaavtaler (Thomassen et al., 2017).

Biokull er blitt vurdert som en konkurransedyktig strategi for karbonfangst og -lagring, både på globalt plan og i den norske konteksten. Denne potensielle tiltaksmetoden har teoretisk kapasitet til å medføre en betydningsfull global reduksjon på 1 800 millioner tonn (Mt) CO₂ årlig, hvilket tilsvarer 12 % av dagens antropogene utslipp (Woolf et al., 2010; SSB, 2017). Innenfor det norske landbrukssegmentet kan biokull også bidra til å redusere klimagassutslippene med 40 % innen 2030. Gjennom transformasjon av landbruks- og skogsnedbrytningsavfall til biokull og integreringen av dette i jordbruksjorden, kan over 2 Mt CO₂ oppnå en langvarig bindingsform, en mengde som overgår den samlede utslippsreduksjonen på 40 % som det norske landbruket må realisere for å etterleve Norges forpliktelser i henhold til Paris-avtalen og EUs klimapolitikk (Thomassen et al., 2017).

5.2.2 CAPTURE+ Prosjektet & NIBIO UNDERSØKELSE PÅ GÅRDSBRUKERES HOLDNING TIL KLIMATILTAK OG BOKULL:

RESULTATER FRA CAPTURE+ PROSJEKTET OG NIBIO FORSKNINGEN OM BØNDERS HOLDNINGER TIL KLIMATILTAK OG BOKULL

CAPTURE+ og NIBIO har gjennomført et tverrfaglig forskningsstudium med det overordnede formål å utvikle systemer og prosesser knyttet til biokull, med sikte på å bidra til en bærekraftig og miljøvennlig tilnærming i landbrukssektoren, samt fremme et samfunn med null utslipp. Prosjektet har hatt som hovedfokus å utforske produksjonsprosesser for biokull og undersøke potensialet for bioteknologi og nanoteknologi i å øke verdien av biokull og dets derivater. Innenfor denne sammenhengen har forskningen inkludert omfattende analyser av jordkvalitet, økonomiske aspekter, samt viktige sosiale og politiske faktorer som er avgjørende for en vellykket implementering av biokullsystemer i norsk landbruk.

For å få en helhetlig forståelse av samfunnsvitenskapelige faktorer som påvirker implementeringen av biokull og dets relevans, ble det gjennomført dybdeintervjuer som et supplement til CAPTURE+ spørreundersøkelse. Studien har spesielt satt søkelys på småskala produksjon der bønder har vært aktivt involvert i alle trinn av produksjonsprosessen, samtidig som mulighetene for storskalaproduksjon har blitt vurdert. Interessant nok har funnene vist at småskala biokullanlegg krever enkle teknologiske løsninger som er lette å vedlikeholde. Videre har resultatene påvist at høy produksjonskapasitet er mest effektiv når man bygger videre på eksisterende teknologi tilgjengelig på gården, som for eksempel bruk av landbrukshalm og flisfyringsanlegg. Det er også av essensiell betydning at biokullproduksjonen opprettholder en høy grad av renhet (Thomassen et al., 2017).

Gjennom en grundig vurdering av ulike produksjonsmetoder med hensyn til lokal forurensning, har resultatene understreket nødvendigheten av et lukket produksjonssystem med kontinuerlig drift, fremfor et system basert på partiproduksjon og åpne brennere eller ovner. Eksisterende kompetanse innenfor forbrenningsanlegg, oljeraffinerier og kjemisk industri kan utnyttes innen denne sammenhengen, og økonomiske fordeler kan oppnås gjennom landbruksbiokullproduksjon ved å identifisere anvendelser med høy mulig markedsverdi og maksimere varmeproduksjonen. Innenfor småskala produksjon, som for eksempel innen hagebruk og biokullproduksjon, er hovedfokuset rettet mot å produsere næringsrikt biokull. Etterspørselen etter organisk jord og jordforbedringsmidler for hobbybruk er betydelig og

sannsynligvis beredt til å investere for å sikre økt salg. Flytende og gassformige biprodukter kan anvendes som bioenergi for oppvarming av drivhus og driftsbygninger, samt tørking av biomasse. Enkelte deler av produksjonsprosessen kan betraktes som en flytende del for intern testing og utforsking av potensielle fremtidige salgsmuligheter.

Det er også muligheter for å innlemme biokull i klimaforvaltningsrammeverket eller omforme karbonavgiften i Norge. Dette kan innebære en utvidelse av det eksisterende norske kvotesystemet, som primært er rettet mot bedrifter. Inkluderingen av fastlandsindustri, olje, gass og luftfart i EUs kvotesystem indikerer potensialet for andre selskaper og enkeltpersoner til å erverve frivillige kvoter. Resultatene fra en spørreundersøkelse har avdekket at norske bønder ønsker en fast kompensasjon fra staten grunnet usikkerhet knyttet til karbonprisene i markedet. Bøndene er ikke vant til å agere som markedsaktører i regionen, og dette bidrar til usikkerhet knyttet til tilbudssiden. En annen studie dokumenterte at tiltak knyttet til drenering var de mest sannsynlige blant bønder som klimatiltak, etterfulgt av mer effektiv bruk av mineralgjødsel og implementering av fangvekster. For husdyrprodusenter var tiltak for dyrehelse de mest sannsynlige, etterfulgt av bedre utnyttelse av husdyrgjødsel og forbedret grovfôrkvalitet. Faktorer som bekymring for globale klimagassutslipp, kjennskap til klimaavtalen, stillingsprosent utenfor gårdsbruket og lav alder økte sannsynligheten for gjennomføring av tiltak. Flertallet av bøndene var enige i at klimatiltak i landbruket ikke bør komme på bekostning av andre verdier som kulturlandskap, biologisk mangfold og levende lokalsamfunn. Dessuten var det enighet om at klimatiltak i landbruket ikke skal gå på bekostning av norsk matproduksjon. De fleste bøndene var uenige i at reduksjon av klimagassutslipp fra landbruket innebærer en nedgang i antall drøvtyggere. Mer enn halvparten av bøndene viste interesse for å inkorporere biokull i gårdsdriften dersom de agronomiske fordelene oppveide kostnadene. Den mest avgjørende faktoren for å vurdere bruken av biokull blant bøndene var at prisen på biokull må være så lav at de agronomiske fordelene overstiger de økonomiske ulempene, etterfulgt av innføring av tilskuddsordninger, karbonbinding i jorda og økt kunnskap om ulike bruksområder og agronomiske effekter (Thomassen et al., 2017).

5.2.3 Bruk av biokull som en strategi for å øke nivået av organisk karbon i jordsmonnet (SOC)

Økningen av organisk karbon i jordsmonnet (SOC) har betydelig betydning for å forbedre jordkvaliteten og redusere klimaendringene gjennom karbonbinding. En plausibel tilnærming

for å realisere dette målet er å tilføre karbon til jordsmonnet. Ikke desto mindre har forskning påvist at den langvarige karbonbindingen i jordsmonnet etter tilsetning av husdyrgjødsel er relativt begrenset. I tillegg er tilgangen på husdyrgjødsel begrenset i regioner som preges av kornproduksjon (Jacobsen, 2012).

Biokull har imidlertid vist seg å utgjøre et potensielt levedyktig alternativ for å binde karbon i landbruksjord. Produksjonen av biokull oppnås gjennom pyrolyse av biomasse, noe som resulterer i dannelsen av forkullet organisk materiale. Det antas at dette materialet har en forventet varighet på flere hundre til flere tusen år. Bruken av biokull i landbruksjord har demonstrert sin effektivitet i å binde karbon som ellers ville blitt nedbrutt og frigitt som karbondioksid (CO₂). I tillegg til dets karbonbindingskapasitet har det vært intens forskning på biokullets potensial til å styrke jordstrukturen, forbedre jordkvaliteten og øke avlingsproduktiviteten. Forskningsresultater har dokumentert en vesentlig økning i biomasseutbyttet ved bruk av biokull i jordsmonnet, spesielt ved dyrking av durumhvete i Middelhavsområdet.

Likevel gir bruken av biokull opphav til visse bekymringer. Flere forskningsstudier har indikert at bruken av biokull har potensial til å fremme akkumulering av forurensende stoffer i jordsmonnet. Videre vedvarer usikkerhet knyttet til samspillet mellom biokull og ugressmidler. Livssyklusanalyser (LCA) spiller en sentral rolle ved å fastslå den overordnede karbonfordelen gjennom hele verdikjeden, inkludert biokullproduksjonsprosessen. Derfor, selv om biokull innehar potensial til karbonbinding, er det nødvendig med ytterligere studier, spesielt i tempererte områder, for å anskueliggjøre biokullets påvirkning på jordsmonnet. Likevel er det verd å merke seg at biokull har potensial til å styrke karbonbindingen og forbedre næringsretensjonen i jordsmonnet. Dette kan i sin tur indirekte bidra til å redusere utslipp av klimagasser ved å minimere nødvendigheten av nitrogengjødsel for å oppnå ønskede avlinger (Powlson, 2011).

5.2.4 Fordeler ved Biokull:

EUs Farm to Fork-strategi tar sikte på å ivareta matsikkerheten og forbedre tilgjengeligheten til sunn mat fra en helsefremmende planet. Strategien har som mål å redusere miljø- og klimaavtrykket til EUs matssystem samtidig som den beskytter innbyggernes helse og sikrer

næringsaktørens levebrød. Matproduksjonen gjennomgår en kontinuerlig dynamisk transformasjon drevet av kunnskap, teknologi, politikk, regulatoriske rammer, markedsmekanismer og forbrukerpreferanser (Wesseler, 2022). Den sirkulære økonomien, med sitt søkelys på miljøvennlige systemer, kan betydelig bidra til å avhjelpe de negative miljøkonsekvensene av ressursutvinning og -bruk, samt fremme restaurering av biologisk mangfold og naturkapital i Europa (European Commission, 2020). Biologiske ressurser inntar en sentral posisjon i EUs økonomi og vil ha en enda mer fremtredende rolle i tiden som kommer. Kommisjonen har intensjoner om å sikre bærekraften til fornybare biobaserte materialer, inkludert tiltak som samsvarer med bioøkonomistrategien og handlingsplanen.

Selv om verdikjeden for mat står for en betydelig andel av ressursforbruk og miljøpåvirkning, går omtrent 20 % av all matproduksjon i EU til spille eller kastes. Derfor vil Kommisjonen, i overensstemmelse med målene for bærekraftig utvikling og som en del av evalueringen av direktiv 2008/98/EF, som er nevnt i avsnitt 4.1, foreslå en målsetning om å redusere matsvinn som en sentral tiltaksstrategi i den kommende EU-strategien "Fra Jord til Bord". Denne strategien vil omfatte hele matverdikjeden. Kommisjonen vil også utforske spesifikke tiltak for å fremme bærekraftig distribusjon og forbruk av matvarer. Som en del av initiativet for bærekraftige produkter, vil Kommisjonen igangsette en analyse for å avgjøre potensialet for et lovgivningsinitiativ om gjenbruk, med sikte på å erstatte engangsprodukter som emballasje, servise og bestikk med gjenvinnbare alternativer innen næringsmiddelindustrien.

Den nylig vedtatte reguleringen om vannresirkulering vil fremme sirkulære tilnæringer til vannresirkulering innen landbruket. Kommisjonen vil legge til rette for effektiv gjenbruk av vann, også i industrielle prosesser. Videre vil Kommisjonen utvikle en helhetlig strategi for næringsstoffhåndtering, med mål om å fremme mer bærekraftig bruk av næringsstoffer og stimulere markedet for gjenvunnet næringsstoffer. Det vil også vurderes en revisjon av direktivene for rensing av avløpsvann og avløpsslam, samt utforskning av naturlige metoder for fjerning av næringsstoffer, som for eksempel bruk av alger.

Biokull har ikke bare potensial som et tiltak mot klimaendringer, men har også positiv påvirkning på jordkvaliteten, noe som vekker interesse hos norske bønder. Økt evne til å holde på vann og næringsstoffer, forbedret porøsitet og økt aktivitet av gunstige jordorganismer er noen av de gunstige aspektene biokull kan tilføre jorden. Videre inneholder biokull plantenæringsstoffer og har en kalkningseffekt, som kan være spesielt gunstig for ulike jordtyper i Norge. Det internasjonale forskningsmiljøet har vist betydelig interesse for biokull

de siste ti årene, og det finnes en omfattende mengde publiserte studier som understøtter dets potensial og fordeler (Thomassen et al., 2017).

5.2.5 Utfordringer og Hindringer:

Selv om kunnskapen om biokullteknologien og dens fordeler foreligger, har ikke implementeringen av biokull i større skala ennå funnet sted i Norge. Dette kan tilskrives flere faktorer, herunder utdatert eller umoden teknologi, manglende kortsiktig lønnsomhet, begrenset kunnskap blant landbruksaktører, samt begrensede jordforbedringseffekter på vanlige norske jordtyper sammenlignet med næringsfattige jordtyper med lavt humusinnhold, slik det påtreffes lengre sør (Kvakkestad et al., 2022). Utover grenseverdier for tungmetaller ved høy temperatur, eksisterer det begrenset spesifikk norsk regulering eller sertifisering av biokull. Videre er implementeringen av biokull ikke inkorporert i gjødselverforskriften, som tar sikte på å sikre tilfredsstillende produktkvalitet for forskriftsbelagte produkter, avverge forurensningsrelaterte, helsemessige og hygieniske ulemper forbundet med produksjon, lagring og bruk av organiskbaserte gjødselvarer, med mer, og legge til rette for utnyttelse av slike produkter som ressurser. Forskriften tar også sikte på en økosystemmessig ansvarlig jordforvaltning og ivareta hensynet til biologisk mangfold (Lovdata, 2023, §1). Problemstillingen ligger i import av kostbare biodrivstoff uten dokumenterte produksjonsprosesser. Dette kan underminere biosfærens troverdighet som en indikator for klimaet, dersom det senere skulle avdekkes at tilsvarende importert biosfære har lav kvalitet (O'Toole et al., 2022).

Tabell 13: Fellesnevner i funn på Studier om biokullanvendelse i norsk landbruk

Biokull kan brukes som et jordforbedringsmiddel
Biokull kan lagre karbon i lang tid på grunn av sitt stabile karboninnhold. Ved å bruke det som jordforbedringsmiddel eller i andre bruksområder, kan biokullet bidra til å redusere karbondioksid (CO ₂) i atmosfæren og dermed bidra til å bekjempe klimaendringer Ved blant annet redusere lystgassutslipp fra kompost og jord, gjennom adsorpsjon av nitrogenforbindelser.
Biokull har egenskapene som gjør det svært effektivt for å absorbere og holde på næringsstoffer, fuktighet og mikroorganismer i jorda. Det forbedrer også jordstrukturen, dreneringsevnen og vannholdingskapasiteten.

Effekten av biokull på avlingenes produktivitet varierer betydelig. Resultatene er avhengige av flere faktorer, som jordtype, klimaforhold, dosering av biokull og avlingstype. Noen studier har dokumentert positive effekter på avlings økning, næringsopptak og vekstforhold, mens andre har rapportert begrensede eller ingen signifikante effekter. Disse variasjonene antyder at resultatene av biokullforsøk er avhengige av lokale forhold. Derfor er ytterligere forskning og feltforsøk nødvendig for å oppnå en bedre forståelse av de spesifikke forholdene der biokull kan ha en positiv innvirkning på avlingenes produktivitet og næringsopptak.

Pris og Mangel på standardiserte retningslinjer: Biokulldosering og applikasjonsmetoder er inkonsekvente. Standardiserte retningslinjer og beste praksis er nødvendig for å sikre riktig bruk og optimal effektivitet av biokull i landbruket. Dermed er behov for standardiserte retningslinjer nødvendig for beste praksis for å sikre riktig bruk og optimal effekt av biokull i landbruket.

Tilgang til biokull og tilhørende kostnader kan begrense implementering i stor skala. Produksjon av biokull er ressurskrevende og krever spesialutstyr. Priser og tilgjengelighet vises til å være svært variere etter geografisk plassering og tilgang til biomasse. Med lite informasjon tilgjengelig for å beregne forskjell i pris forskjell i forhold til produksjonsmengde.

Behov for samarbeid i verdikjeden og subsidiering.

5.3 Analyse av primærdata



I spørreundersøkelsen deltok totalt 128 respondenter, hvorav den største aldersgruppen blant deltakerne var i aldersspennet 41-50 år. Denne aldersgruppen utgjorde majoriteten av respondentene. Deretter fulgte aldersgruppen 60-70 år som den nest største blant deltakerne. Grafen nedenfor illustrerer fordelingen av aldersgrupper i spørreundersøkelsen.

Basert på dataene presentert i figuren, fremkommer det varierende kjennskapsnivå til biokull som et jordbruksprodukt på tvers av forskjellige aldersgrupper. Resultatene viser variasjon i graden av kjennskap blant de ulike aldersgruppene. Blant deltakere i aldersspennet 20-30 år, ga 2 personer uttrykk for liten grad av kjennskap til biokull, mens 1 person angav noen grad av kjennskap. I aldersgruppen 31-40 år var det 14 personer som uttrykte liten grad av kjennskap, mens 2 personer indikerte stor grad av kjennskap. I tillegg ga 4 personer uttrykk for noen grad av kjennskap. For aldersgruppen 41-50 år rapporterte 20 personer liten grad av kjennskap, mens 11 personer rapporterte noen grad av kjennskap. Blant deltakere i aldersspennet 51-60 år oppga 5 personer stor grad av kjennskap, mens 17 personer angav liten grad av kjennskap. Videre svarte 9 personer at de hadde noen grad av kjennskap, 2 personer rapporterte stor grad, og 1

person svarte med svært stor grad. I aldersgruppen 60-70 år rapporterte 11 personer noen grad av kjennskap, mens 1 person uttrykte stor grad og 1 person svarte med svært stor grad. Videre anga 19 personer liten grad av kjennskap. For deltakere i aldersgruppen 70-80 år ga 4 personer uttrykk for liten grad av kjennskap, mens 3 personer rapporterte noen grad av kjennskap..

Biokull er et materiale som kan brukes for å lagre karbon i jorda. Biokull kan i utgangspunktet produseres av alle typer biomasse, blandes med jord, og bidra til jordforbedring. Kjenner du til biokull som et jordbruksprodukt?

Antall svar: 128

Svar	Antall	% av svar	
JA	83	64.8%	 64.8%
NEI	45	35.2%	 35.2%

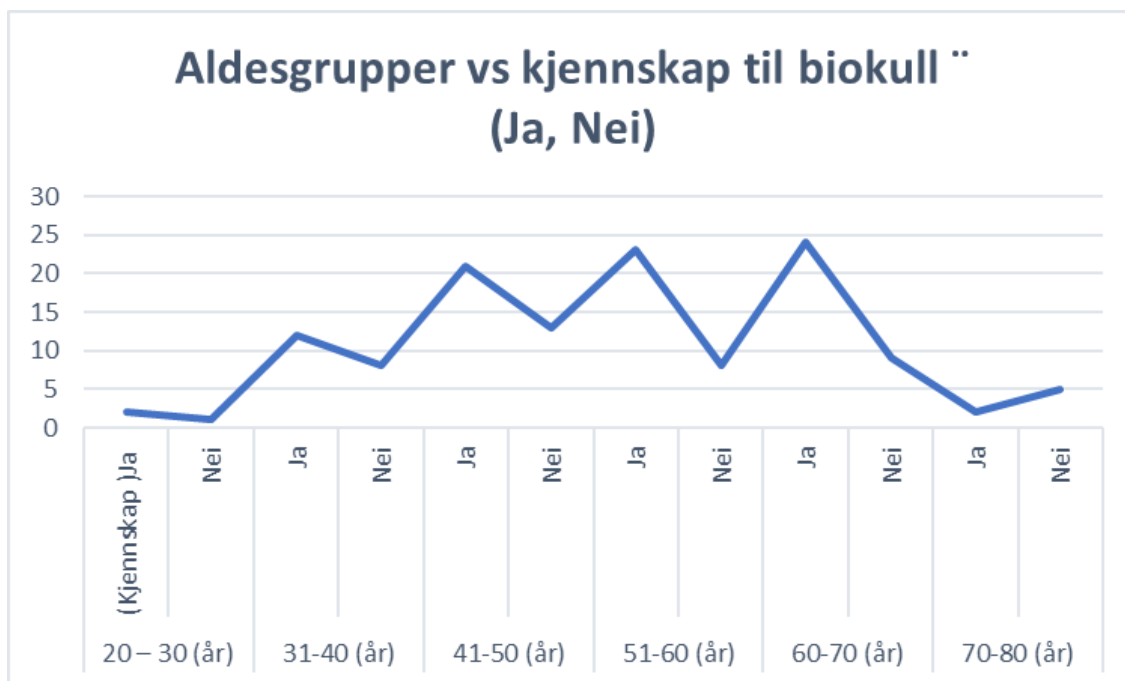
Figur 6: Resultatoversikt på kjennskap for biokull

Dette illustrerer variasjonen i kunnskapen om biokull som et jordbruksprodukt blant de forskjellige aldersgruppene. Det er verdt å bemerke at disse funnene er bygget på de tilgjengelige dataene, og at det kan eksistere andre faktorer som påvirker kjennskapen til biokull som ikke er inkorporert i analysen.

Tabellen nedenfor gir en oppsummering av respondentene i hver kategori. Deretter ble det gjennomført en lineær regresjonsanalyse for å undersøke en potensiell sammenheng mellom aldersgruppene og kjennskapen til biokull som et jordbruksprodukt.

Tabell 14: Kategoriene og antall svar i hver kategori oversikt

20 – 30 (år)		31-40 (år)		41-50 (år)		51-60 (år)		60-70 (år)		70-80 (år)	
Ja	Nei	Ja	Nei	Ja	Nei	Ja	Nei	Ja	Nei	Ja	Nei
2	1	12	8	21	13	23	8	24	9	2	5



Figur 6: Aldersgruppe kontra deres kjennskap til biokull

Disse verdiene vil demonstrere den estimerte lineære sammenhengen mellom ulike aldersgrupper og deres kjennskap til biokull som et jordbruksprodukt. Totalt sett antyder dataanalysen at nær 59 prosent av respondentene har begrenset kjennskap til biokull som et jordbruksprodukt, mens 1,6 prosent viser seg å ha en betydelig omfattende kjennskap til biokull. De resultater som presenteres i den påfølgende grafen, reflekterer dette.

Hvis ja, i hvilken grad har du kjennskap til biokull som et jordbruksprodukt?

Antall svar: 128

Svar	Antall	% av svar	Bar	Prosent
I liten grad	75	58.6%	<div style="width: 58.6%;"></div>	58.6%
I noen grad	40	31.3%	<div style="width: 31.3%;"></div>	31.3%
I stor grad	11	8.6%	<div style="width: 8.6%;"></div>	8.6%
I svært stor grad	2	1.6%	<div style="width: 1.6%;"></div>	1.6%

Figur 7: Kjennsapsgrad på deltagerne.

For å skape en syntese av andelene i forhold til helheten for individuelle grupper, ordnet etter graden av innsikt fra den mest kyndige gruppen til den minst kyndige gruppen, må en først utføre en beregning av summen for hver enkelt gruppe og deretter derivere prosentandelen. I

det følgende presenteres en nylig oppdatert tabell som inkorporerer prosentandelen for hver enkelt gruppe:

Tabell 15: *Analyse over prosentandelen fra total deltager på spørreundersøkelsen*

Aldersgruppe	Kjennskap til biokull	Grad av kjennskap	Antall respondenter	Prosent av totalen
41-50	20	Liten grad	31	15.63%
51-60	17	Liten grad	36	17.97%
31-40	14	Liten grad	20	9.92%
60-70	19	Liten grad	32	15.94%
20-30	2	Liten grad	3	1.49%
51-60	9	Noen grad	15	7.46%
31-40	4	Noen grad	6	2.98%
51-60	5	Stor grad	7	3.48%
60-70	11	Noen grad	17	8.46%
70-80	4	Liten grad	7	3.48%
31-40	2	Stor grad	3	1.49%
51-60	2	Stor grad	3	1.49%
20-30	1	Noen grad	1	0.50%
70-80	3	Noen grad	7	3.48%
60-70	1	Stor grad	2	0.99%
20-30	2	Liten grad	3	1.49%
60-70	1	Svært stor grad	2	0.99%
51-60	1	Svært stor grad	2	0.99%
70-80	0	Svært stor grad	0	0.00%

Tabellen presenterer en oversikt over antall respondenter og prosentandelen av totalen for hver gruppe, arrangert etter graden av kjennskap fra høyest til lavest. Disse prosentandelene kan anvendes for å evaluere den individuelle andelen av helheten som hver gruppe representerer,

samt deres relative betydning innen analysen av kjennskap til biokull blant ulike aldersgrupper. Den foregående tabellen gir en oppsummering av respondentantallene og tilhørende prosentandeler, ordnet fra den gruppen med mest kjennskap til den med minst kjennskap. Disse prosentandelene kan benyttes til å vurdere den respektive andelen av helheten som hver enkelt gruppe utgjør, og deres relative viktighet i analysen av kjennskapen om biokull blant de forskjellige aldersgruppene.

For å måle den generelle interessen for miljøvennlige jordforbedringsmidler, som for eksempel biogjødsel, biokull som jordforbedringsmiddel blant de som har kjennskap til det, eller handelsgjødsel som inneholder biokull – noe som i dag blir benyttet innen økologisk drift og er tilgjengelig for kjøp i Norge.

5.3.1 Bondens bestemmelse på påvirkningsfaktor knyttet til politisk virkemidler

Bruken av biokull som et landbruksprodukt i Norge står overfor betydelige hindringer, slik tidligere forskningsresultater har dokumentert. Ifølge Presvikt og Lilleby (2021) og funn fra primærdataene i "Undersøkelse om økonomisk støtte for bruk av biokull," er mangelen på økonomiske virkemidler en sentral barriere. Det fremheves at et karbonlagringsstipend av en bestemt størrelse kan være avgjørende for å kunne iverksette biokull som et omfattende klimatiltak innen landbruket. På tross av potensiell lønnsomhet for sluttbrukere, er det nødvendig med økonomiske insentiver for å øke etterspørselen (Presvikt og Lilleby, 2021). Tabellen nedenfor presenterer de ulike påvirkningsfaktorene som ble observert gjennom spørreundersøkelsen, samt prosentandelen blant deltakerne. Resultatene fra analysen av bøndenes observasjoner om påvirkningsfaktorer knyttet til insentiver og politiske virkemidler i forbindelse med beslutningen om å benytte biokull på gården, viser følgende:

Tabell 16: Analyse over prosentandelen fra total deltager på spørreundersøkelsen

Biokull kostnader & Bondens økonomi/kapasitet	Agronomisk fordeler / miljøeffekter	Tilgang /Pris/avkastningsm uligheter	Mangel på kunnskap/ tilgang /stor arbeidsmengde	Usikkert / ikke interessert eller Annet
---	-------------------------------------	--------------------------------------	---	---

32%	12 (9,3%)	39 (30,4 %	(17,2 %)	10,9%
------------	------------------	-------------------	-----------------	--------------

Det er uten tvil at investeringstilskudd har avgjørende betydning i dagens komplekse kontekst. Dette skyldes teknologiinvesteringene forbundet med biokullproduksjon, inkludert pyrolyseanlegg, tørkeprosesser og dampkjeler, som ofte beløper seg til betydelige kostnader, anslått i millionklassen (Presvikt & Lilleby, 2021). Selskaper som har intensjoner om å utvikle spesialiserte biokullprodukter eller håndtere utfordrende råmaterialer, står overfor betydelige oppstartskostnader. Avhengigheten av faglig ekspertise fra forskningsmiljøer fremstår også som en avgjørende faktor for å sikre utviklingen av biokullprodukter som er både sikre og effektive, og som overholder de regulatoriske rammene i Norge. Den begrensede mengden faktisk informasjon om produksjonskostnadene knyttet til biokull har også en hemmende effekt på selskapenes evne til å forutsi og evaluere økonomisk bærekraft (Presvikt & Lilleby, 2021). I tillegg kan behandlingen av avfallsmaterialer for bruk som råvarer i biokullproduksjon medføre ekstra kostnader, som for eksempel avgifter for trygg avfallshåndtering. Disse kostnadene har vært en vesentlig driver for utforskning av biokullproduksjonens potensial (Presvikt & Lilleby, 2021).

Råvarer med lav eller ingen anskaffelseskostnad kan teoretisk sett gi høyere lønnsomhet, men man må samtidig ta hensyn til betydelige kostnader knyttet til lagring og håndtering. Lønnsomheten knyttet til biokullproduksjon varierer naturligvis avhengig av den spesifikke råvaren som brukes, samt bruksområdet for det produserte biokullet. Aktivert karbon, som brukes for å absorbere miljøforurensninger, kan prises til opptil 30 000 kroner per tonn (Presvikt & Lilleby, 2021). Imidlertid begrenses betalingsviljen i jordbrukssektoren av stramme marginer, og det kan derfor være nødvendig med differensiering av biokull med ulike kvaliteter (Foretak 4 og 8, slik sitert i Presvikt & Lilleby, 2021).

Å finne det optimale markedet som er villig til å betale for høykvalitets biokull utgjør en utfordring i seg selv. Biokullmarkedet i Norge er for tiden underutviklet, og det er usikkerhet knyttet til betalingsvilje og etterspørsel blant ulike sluttbrukere (Presvikt & Lilleby, 2021). Videre må miljøaspektene ved bruk av biokull også tas hensyn til. Weldon (2022) påpeker den økte risikoen for nitrogentap som følge av ammoniakkutslipp på grunn av biokullets kalkulerende egenskaper, og dette bør vurderes ved uoverveid bruk av biokull i jordbruket.

5.3.2 Muligheter og fordeler ved økonomisk tilrettelegging for biokull blant norske bønder.

Bruken av biokull som et tiltak for jordforbedring har vekket økt interesse blant norske bønder. Forskningsfunn presentert av Glosli (2022) antyder at biokull, i motsetning til ubehandlet organisk materiale, har en kjemisk struktur som gjør det motstandsdyktig mot nedbrytning av mikroorganismer. Dette fører til at biokullet forblir i jorden og bidrar til økt karboninnhold, med potensielle fordeler for jordkvalitet og reduksjon av klimagassutslipp.

Arbeidet med å utvikle biokullprodukter som kan gi direkte fordeler for bøndene pågår også. En slik produktkategori er biokullbasert gjødsel (BCF). Studier referert til av Rasse et al. (2022) indikerer at BCF har potensial til å øke avlinger og optimalisere utnyttelsen av nitrogengjødsel i landbruket. Dette skyldes BCFs gradvise frigjøring av næringsstoffer og midlertidig binding av nitrogen til biokullet. Videre avdekker forskningen utført av Weldons (2022) at biokull produsert ved høye temperaturer gir de mest effektive reduksjonene av utslipp, spesielt lystgass. Resultatene antyder at høyere produksjonstemperaturer resulterer i mer effektiv lystgassreduksjon.

På grunn av fiskeslam høye innhold av sink, kalsium og nitrogen, samt dets næringsrike sammensetning som er gunstig for plantevekst, foreslås det at fiskeslam også har potensial til å forbedre biokullets egenskaper. Det antydes at avfallsprodukter fra den maritime sektoren kan være en ressurs for bærekraftig matproduksjon både på land og til havs.

Når det gjelder biokullgjødsel, forventes det at biokullet kan absorbere og lagre mineralisk nitrogen for sakte frigjøring i jorden. Weldons (2022) påpeker likevel at aktivering av biokullet kan være nødvendig for ønsket lagringsevne for mineralisk nitrogen. Studiens resultater indikerer at vellykket virkning krever mer enn bare tilsetning av biokull til nitrogenressurser. Effekten av biokull produsert ved lavere temperaturer avhenger også av jordens egenskaper der biokullet tilføres.

I studien "Verdikjeder for biokull i Norge: Status, utfordringer og virkemidler for bruk i jordbruket" (Presvik & Lilleby, 2021) konkluderes det med at flertallet av deltakende virksomheter indikerer at statlig støtte, ofte fra Innovasjon Norge eller ENOVA, har vært avgjørende for deres evne til å anskaffe biokullproduksjonsteknologi. Dette gjelder uavhengig av gårdsstørrelse. Videre presenterer studien "LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BIOCHAR

IN NORWAY" (Ghimire, 2020) flere muligheter knyttet til biokulls bruk i Norge. Dette inkluderer biokullets potensial for karbonlagring i jord, med mulige bidrag til reduksjon av klimagassutslipp. Studien vurderer også hvordan ulike produksjonsmetoder og bruksområder påvirker den samlede karbonbalansen. En slik vurdering er avgjørende for å identifisere optimale og bærekraftige tilnærminger til biokullproduksjon og -anvendelse. Gjennom optimalisering av produksjonsmetoder og bruksområder kan karbonlagring i jord økes, med påfølgende reduksjon i klimagassutslipp. Dette åpner opp for potensialet til å bruke biokull som et verdifullt verktøy for karbonforvaltning og jordforbedring.

Resultatene fra disse studiene belyser mulighetene og fordelene ved økonomisk støtte for biokull blant norske bønder. Biokull har kapasitet til å forbedre jordkvalitet, redusere klimagassutslipp og øke avlinger. Statlig støtte spiller en sentral rolle i å lette investeringer i biokullproduksjonsteknologi og fremme implementeringen av biokull som et verdifullt landbruksprodukt (Glosli, 2022; Rasse et al., 2022; Weldons, 2022).

Informant UDS100, en aktiv forsker og produsent av biokull, uttrykker en generelt positiv holdning til bruk av biokull som jordforbedringsmiddel i norsk landbruk. Dette synet deles også av mine intervjudeltakere. Han betrakter biokull som en betydelig bidragsyter til klimatilpasning på grunn av dets evne til langvarig lagring av vann og næringsstoffer, samt fremme av biologisk aktivitet i jorden. Videre påpeker han at biokull har en langsiktig effekt på karbonlagring i jord, samtidig som det motvirker utvasking av næringsstoffer under ugunstige værforhold. Han understreker potensialet i å bruke biokull som jordforbedringsmiddel i norsk landbruk, spesielt når det er kombinert med fiskeslam og fiskeavfall, med flere positive resultater. LI100 deler også en positiv holdning til biokull og ser dets betydelige potensial i norsk jordbruk, samt som kompost. Imidlertid argumenterer informant for at subsidiering er nødvendig for å fremme veksten av biokull i Norge. Uten tilskudd og støtte vil det være utfordrende å etablere et biokullmarked på grunn av de høye produksjons- og teknologikostnadene. LI100 peker på muligheter, inkludert energiutnyttelse, for å redusere produksjonskostnadene for biokull. Informanten fremhever også sertifisering som en mulig løsning, for å sertifisere biokull og kartlegge dets egenskaper. Forskeren legger til at det er begrenset forskning og liten kunnskap blant bønder om biokull, og derfor er det nødvendig å dokumentere biokulls effekt under norske forhold. Dette ble diskutert som en del av forslaget i intervjuet.

Tabellen nedenfor viser en SWOT-analyse utført i studien for å kartlegge og analysere styrker og svakheter ved en strategi for å identifisere de mest fremtredende barrierene i biokullmarkedet, samt de fordeler bøndene kan oppnå ved å ta i bruk biokull. Analysen er et verktøy som har vært avgjørende for formuleringen av konklusjoner om hvordan man kan motivere for biokull ved å dra nytte av dagens muligheter eller potensielle fordeler ved økt bruk av biokull. Videre kan denne analysen brukes som grunnlag for beslutninger om iverksetting.

Tabell 17: SWOT-analyse: Bruk av biokull i norsk landbruk - muligheter for bøndene

	Styrke	Svakheter
Interne faktorene	<ul style="list-style-type: none"> - Bedret jordkvalitet ved gir en stabil og sikker karbonlagring og funker som en fysisk jordforbedringsmiddel (Rasse et al., 2020; Pommeresche, 2018) I tillegg som den kan ha positive effekter for matproduksjonen, særlig blandet med gjødsel og forbedre næringsretensjonen og vannholdigheten i jorda (Weldon , 2022; Rasse et al., 2020). - Lagring av karbon er et av de viktigste egenskapene til biokull. Den bidrar til å lagre karbon fra atmosfæren i jorden, samt bekjempe klimaendringene (Pommeresche, 2018) - Bærekraftig avfallshåndtering - og sirkulær økonomi: Organisk avfall som jordbruk, rester, flis og skogbruksprodukter kan brukes til å produsere biokull. Ved å konvertere dette avfallet til biokull kan bøndene bidra til et mer bærekraftig avfallshåndteringssystem og delta i 	<ul style="list-style-type: none"> - Kunnskapshull: Det er behov for økt kunnskap og bevissthet blant bønder om den praktiske anvendelsen og fordelene med biokull i landbruket (Kvakkestad et al., 2022). - Økonomisk gjennomførbarhet: Den økonomiske levedyktigheten og kostnadseffektiviteten ved å integrere biokull i jordbrukssystemer kan by på utfordringer for bøndene, særlig når det gjelder de første investeringskostnadene (Kvakkestad et al., 2022). - Mangel på et sikkert regelverk: Norges juridiske rammeverk for biokull i landbruket er kanskje ikke fullt ut etablert eller klart definert. Bønder kan være usikre på juridiske krav, standarder eller sertifiseringer knyttet til produksjon, markedsføring og bruk av biokull. Mangel på klarhet kan skape

	<p>den sirkulære økonomien (EBI, 2023)..</p> <ul style="list-style-type: none"> - Langvarige fordeler. Biokull har en lang levetid i jorden, som gir langsiktige fordeler for jordbruksområder. Dette reduserer behovet for hyppig gjødsling eller jord tilsetninger. Noe som oppnå kostnadsbesparelser over tid (O'Toole et al., 2022) 	<p>problemer for bedrifter som vurderer å bruke biokull i landbruket (Lilleby, 2020).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Forsyning og infrastruktur: Begrenset tilgjengelighet og tilgjengelighet av biokullprodukter, samt behovet for egnet lagrings- og påføringsutstyr, kan hindre utbredt bruk av biokull (Prestvik & Lilleby, 2021) - utfordringer med å sikre jevn råstoffkvalitet, mulig forurensning av biokullet og behovet for forsvarlig håndtering av den gjenværende asken (Prestvik & Lilleby, 2021; O'Toole et al. 2022; Shen et al. (2015); Shuokr & Jwan (2021). - Begrenset Tilgjengelighet og høye pris som begrenser interesse for bruken av biokull på gården (Kvakkestad et al., 2022).
	<p>Muligheter</p>	<p>Trusler</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Forbedring av jordsmonnet og økte avlinger på langsikt: Biokull har potensial til å forbedre jordens fruktbarhet, oppbevaring av næringsstoffer og vannretensjon. Ved å ta i bruk biokull i landbrukspraksis kan bønder forbedre jordhelsen og produktiviteten, noe som resulterer i 	<ul style="list-style-type: none"> - Kunnskapshull: Etersom biokull er en relativt ny teknologi i norsk landbruk, kan det være mangel på utdannede fagfolk og agronomer med kompetanse på biokullbruk (Kvakkestad et al., 2022). - Markedets etterspørsel og forbrukernes oppfatning:

<p style="text-align: center;">Eksterne faktorene</p>	<p>høyere avling på langsikt og høyere lønnsomhet.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Myndighetsstøtte: Norske myndigheter har vist støtte til utvikling og implementering av biokull i landbruket gjennom finansiering, forskningsprogrammer og subsidier til bønder som investerer i biokullreaktorer (Prestvik & Lilleby, 2021; Innovasjon Norge, 2023). - Miljøreguleringer: Fokuset på klima- og miljøpolitikk i Norge gir bønder en mulighet til å tilpasse seg bærekraftig praksis, for eksempel ved å bruke biokull for å redusere klimagassutslipp og fremme sirkulær bioøkonomi (EBI, 2023; Budai et al., 2020). - Verdikjeder og samarbeid: Et styrket samarbeid mellom bønder, forskningsinstitusjoner og biokullprodusenter kan bidra til økt kunnskapsdeling, innovasjon og etablering av effektive verdikjeder for produksjon og distribusjon av biokull (Prestvik & Lilleby, 2021) - Støtte fra myndighetene: Norske myndigheter har vist interesse for å fremme bærekraftige landbruksmetoder. De har blant annet finansiert forskning, gitt subsidier og insentiver, og laget støttende retningslinjer for å oppmuntre til bruk av innovative teknologier som blant annet biokull (Lilleby, 2020) - Diversifisering og merverdi: Bønder 	<p>Etableringen av et marked med betalingsvilje for karbonlagring ved hjelp av biokull i Norge er foreløpig begrenset, noe som kan påvirke den økonomiske levedyktigheten til biokullprodukter (Kvakkestad et al., 2022, Lilleby, 2020; Latawiec et at., 2017).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekniske barrierer: Bruk av biokull i landbruket krever spesifikke påføringsmetoder og utstyr, noe som kan by på praktiske utfordringer for bønder, spesielt de med begrensede ressurser (Latawiec et at., 2017). - Markedsetterspørsel og infrastruktur: Tilgjengeligheten av biokullprodukter og egnede distribusjonskanaler kan være begrenset, noe som gjør det utfordrende for bønder å skaffe biokull til landbruksdriften (Latawiec et at., 2017). - Konkurrerende alternativer: Biokull møter konkurranse fra andre klimatiltak og jordforbedringsteknikker, som husdyrgjødsel, Kompost, og andre Biogjødsel. noe som kan påvirke bøndenes bruk av biokull (Kvakkestad et al., 2022), spesielt når man vurderer produktets kostnadseffektivitet i forhold til fordelene. - Politiske og regulatoriske utfordringer: Mangelen på
--	---	--

	<p>kan utforske muligheten for å produsere og selge biokullprodukter selv. Dette inkluderer verdikjædeprosessering, pakking og merkevarebygging, som potensielt skaper nye inntektsstrømmer og forretningsmuligheter utover tradisjonell landbrukspraksis (Rasse et al., 2020; O'Toole et al., 2022)</p> <p>- Utveksling av kunnskap og rådgivningstjenester: Økt bevissthet, utdanning og kunnskapsdeling, som for eksempel markdager, workshops og rådgivningstjenester, kan bidra til å avhjelpe kunnskapshull og gi støtte til bønder som er interessert i å ta i bruk biokull (Latawiec et al., 2017).</p>	<p>spesifikke retningslinjer og regelverk for biokull i landbruket kan hindre at biokull blir tatt i bruk og integrert i landbrukssystemer (Lilleby, 2020; Latawiec et al., 2017).</p> <p>- Markedsgodkjenning: Aksepten og etterspørselen etter biokullbaserte produkter i det norske landbruksmarkedet er fortsatt i utvikling. Bønder kan dermed møte utfordringen med å overbevise forbrukerne om fordelene og verdien av biokullbehandlede produkter. Å informere forbrukere om de positive miljøpåvirkningene av biokull og forbedre produktkvaliteten kan bidra til å møte denne potensielle trusselen.</p> <p>- Regulatorisk rammeverk: Implementering av biokull i landbruket kan være underlagt spesifikke reguleringer, sertifiseringer eller kvalitetsstandarder. Dersom disse kravene ikke oppfylles, kan det begrense bøndernes mulighet til å få tilgang til visse markeder eller kvalifisere for insentiver. For å unngå potensielle tilbakeslag er det avgjørende å holde seg informert om utviklingen i regelverket og sikre at det overholdes.</p>
--	---	---

5.3.3 Insentiver egnet for å fremme biokull i norsk landbruk








Myndighetsstøtte: Den norske regjeringen har demonstrert støtte for fremme og implementering av biokull innen landbrukssektoren gjennom økonomisk støtte, forskningsprogrammer og tilskudd til landbrukene som investerer i biokullreaktorer (Prestvik & Lilleby, 2021; Innovasjon Norge, 2023).

Miljøreguleringer: Klima- og miljøpolitikkenes vektlegging i Norge gir landbrukene en mulighet til å adaptivt tilpasse seg bærekraftige metoder. Dette inkluderer utnyttelse av biokull for å redusere utslipp av klimagasser og fremme sirkulær bioøkonomi (EBI, 2023; Budai et al., 2020).

Verdikjeder og samarbeid: En intensivert samarbeidsdynamikk mellom landbrukene, forskningsinstitusjoner og biokullprodusenter kan medføre økt kunnskapsdeling, innovasjon og etablering av effektive verdikjeder for produksjon og distribusjon av biokull (Prestvik & Lilleby, 2021).

Hva slags økonomisk tiltak kan være relevant for deg, for at du skal ta i bruk biokull som jordforbedringsmiddel eller gjødselprodukt ?

Antall svar: 128

Svar	Antall	% av svar	
Bedre tilrettelegging . Som blant annet , støtteordninger og veiledning fra myndigheter og fagpersoner .	65	50.8%	 50.8%
Egen tilskuddsordning for å binde karbon i jordbruket	61	47.7%	 47.7%
Regionale miljøtilskudd i jordbruket for bruk av biokull .	65	50.8%	 50.8%
At myndigheters stimulerer til produksjonen av rent biokull eller handelgjødsel som inneholder biokull .	24	18.8%	 18.8%
At gårdbrukerne får betalt fra privatpersoner eller selskaper for binde karbon i jorda for å kompensere for deres klimagassutslipp (Salg av karbonkreditter)	22	17.2%	 17.2%
Støtte til anvendelse av ren biokull eller en kombinasjon av biokull med andre gjødselprodukter som for eksempel husdyrgjødsel , mineralgjødsel eller kompost .	31	24.2%	 24.2%
Mer tilgjengelig informasjon om de agronomiske fordelene med biokull .	41	32%	 32%

Tabell 18: Kartlegging av informatanternes anbefalinger på insentiv ordninger for øk bruk av biokull

Informantet	Anbefalt insentiv ordning for økt bruk av biokull
NI100	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Et godt analyseverktøy som settes i bunn for å forstå jordlivet ❖ Hjelp utenfra til bl.a. investering i teknologi ❖ Myndighetsstøtte ❖ implementering av tilskudd på CO2 lagring ❖ Iverksette en lignende regional tilnærming som den allerede eksisterende (Regionalt miljøtilskudd i jordbruket - RMP) for å skape insentiver
UDS100	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Støttet til uavhengig selskaper med muligheter til å samle opp fiskeslam. ❖ I Trøndelag er det tilskudd til bønder som vil bruke biokull. ❖ Tilskudd til bruk av biokull i sandjord/leirjord med lavt karboninnhold. ❖ Økonomi i form av årviss bedre avling (mengde/kvalitet) og bedre høsteforhold, at jorda tørker opp fortere slik at jorda blir kjørbar. ❖ klimavote som inntektkilde.
SPRO100	
LI100	<ul style="list-style-type: none"> - Tilskudd både for reduksjon og karbon lagring - Puro earth støtte (Plattform for kreditering av teknisk karbonfjerning) - Lokalt program - Subsidiar

5.3.4 Forsknings spørsmål 4: Hvordan kan disse insentivene implementeres på en hensiktsmessig måte?

Basert på informasjon fra informantene og funn fra sekundærdata viser resultatene at implementeringen av disse insentivene kan gjennomføres på en hensiktsmessig måte ved følgende tiltak:

1. **Utforming av klare og målrettede subsidieprogrammer:** Ved å utvikle subsidieprogrammer som er klare, målrettede og enkle å administrere, kan man tilby økonomiske incentiver som belønner bruken av biokull innen landbruket.
2. **Samarbeid med landbrukssektoren:** Dette involverer landbruksorganisasjoner, bønder og andre interessenter i utformingen av insentivordningene. Dette vil bidra til å sikre at insentivene er skreddersydd etter landbrukets behov og utfordringer.
3. **Kompetanse- og kunnskapsutvikling:** Investering i kompetanse- og kunnskapsutvikling er nødvendig for å øke bevisstheten og kunnskapen om bruk av biokull i landbruket. Opplærings- og informasjonstiltak vil støtte bønder og landbrukspraktikere i å iverksette biokull på en effektiv og bærekraftig måte.
4. **Teknologisk støtte:** Det kan være nødvendig å tilby teknologisk støtte og infrastrukturtiltak for å lette implementeringen av biokull som jordforbedringsmiddel. Dette kan inkludere tilgang til produksjonsutstyr, distribusjonsnettverk og logistikkstøtte.
5. **Overvåking og evaluering:** Det er viktig å etablere systemer for overvåking og evaluering av insentivordningene for å vurdere effektiviteten og resultatene av bruk av biokull innen landbruket. Dette vil bidra til kontinuerlig forbedring og tilpasning av insentivordningene basert på kunnskapsbaserte funn.

5.4 Oppsummering av resultat

I tråd med funnene fra "Studie angående økonomiske tilskudd for anvendelsen av biokull", fremkommer det at kostnadsaspekter samt bondeøkonomi og kapasitet representerer avgjørende faktorer som påvirker bondeavgjørelsen vedrørende implementering eller fravær av biokull på gården. Hele 32 prosent av deltakerne i undersøkelsen fremhevet biokullkostnader sammen med bondeøkonomi og kapasitet som utslagsgivende. Dette indikerer at kostnadselementer og økonomiske betingelser vesentlig spiller en rolle som barrierer for adopsjon av biokull i landbrukssektoren, og at økonomiske stimuli og støtteordninger kan vise seg essensielle for å overkomme disse hindringene. Persvikt & Lilleby (2021) samt undersøkelsesfunnene tilfører et innsiktsfullt perspektiv i forhold til hvordan økonomiske faktorer influerer på bondebeslutningsprosessen angående biokullutnyttelse.

DEL 4

DISKUSJON

6 DISKUSJON

Diskusjonen rundt alternativkostnaden for biokull tar hensyn til både de agronomiske fordelene og de potensielle investeringskostnadene. En helhetlig vurdering av økonomi, agronomi og bærekraft vil være avgjørende for å bedømme om bruk av biokull er lønnsomt og bærekraftig i landbruket.

6.1 Evaluering mot forskningsspørsmål 1

Barrierer og potensialer for økt bruk av biokull i landbruket.

Hindringer og muligheter knyttet til en økt bruk av biokull innen landbruket fremstår som sentrale faktorer som må tas i betraktning for å virkeliggjøre biokullets fulle potensial som et produkt for en bærekraftig landbrukspraksis og klimatiltak. For å fremme en utvidet bruk av biokull, er det nødvendig å håndtere de identifiserte hindringene og utnytte de muligheter som fremkommer i informantenes uttalelser og tidligere forskning. En vesentlig barriere som fremkommer, er mangelen på kunnskap og bevissthet blant bønder og utøvere innen landbruket om biokull og dets potensielle fordeler. Dette fremhever nødvendigheten av målrettede kunnskaps- og informasjonsprogrammer for å øke forståelsen og erkjennelsen av biokulls potensiale som en forbedring av jordkvaliteten. Gjennom et tett samarbeid med bønder, rådgivere og andre interessenter kan kunnskapen om effektiv bruk av biokull spres og implementeres på en omfattende måte.

En annen vesentlig hindring ligger i begrenset tilgjengelighet og de høyere kostnadene knyttet til biokullproduksjon. For å imøtekomme dette, anbefales det å utføre forsknings- og utviklingsarbeid med søkelys på forbedring av produksjonsmetodene for biokull. Dette bør spesielt inkludere utforskning av kostnadseffektive og skalerbare metoder som baserer seg på landbruksavfall og andre bærekraftige kilder. Slik innsats vil medføre en reduksjon i kostnader og øke tilgjengeligheten av biokullprodukter. Videre poengteres betydningen av feltforsøk for å demonstrere biokullets effekt i ulike jordtyper, klimatiske forhold og avlingssystemer. Slike forsøk vil legge grunnlaget for identifikasjon av optimale påføringsmengder og tidspunkter for biokullbruk, og derigjennom tilby praktisk veiledning til bønder og praktikere innen landbruket.

Politikk og økonomiske stimuli spiller også en vesentlig rolle i å støtte opp om bruken av biokull i landbruket. Implementeringen av subsidieprogrammer, skattefordeler eller andre

økonomiske insentiver kan bidra til å øke aksepten for biokull og stimulere til utvidet produksjon og bruk. For å skape en grundig diskurs i denne rapporten, kombineres informasjonen gitt av informantene og tidligere forskning for å danne en helhetlig forståelse av problemet. Dette legger til rette for formuleringen av en robust strategi for å fremme biokull som produkt innen landbruket. Diskursen fokuserer dermed på de identifiserte hindringene, som manglende kunnskap og bevissthet, begrenset tilgjengelighet og høye produksjonskostnader, samt de mulighetene som presenteres, som utvikling av kostnadseffektive produksjonsmetoder, gjennomføring av feltforsøk og politikk/insentiver. Ved å møte disse hindringene og utnytte de eksisterende mulighetene, kan bruken av biokull innen landbruket oppnå en betydelig økning, med positive miljømessige og bærekraftige konsekvenser.

Primærdataene indikerer at respondentene viser større tilbøyelighet til å foretrekke støtte, både økonomisk og i form av kunnskap. Resultatene fra spørreundersøkelsen avdekker at nær 51 prosent av deltakerne foretrekker statlig støtte for å implementere biokull innen landbruket. I kontrast til dette velger kun 17 prosent av respondentene alternativet hvor bønder mottar betaling fra private enkeltpersoner eller selskaper som kompensasjon for karbonbinding i jorden som en respons på deres klimautslipp, altså en karbonkredittordning.

Dette indikerer at det finnes ulike tilnærminger som er foreslått som gunstige løsninger for å motivere bønder. Statistikken presentert i illustrasjonen i tabell 18 viser prosentandelen knyttet til de ulike svaralternativene. Disse funnene støttes opp av de sekundære dataene som peker mot relevante insentiver for å øke anvendelsen av biokull i det norske landbruket. Samtidig påpeker NII100 mangel på analyseverktøy som kan utgjøre et grunnlag for å forstå jordens biologiske prosesser. Dette er en nødvendig forutsetning for å utvikle biokull som er effektivt under norske jordforhold.

Dette understreker betydningen av å ha tilgang til pålitelige og effektive verktøy som kan tilby innsikt i jordens biologiske mekanismer og samspill. Gode analyseverktøy kan bistå i identifisering og kvantifisering av sentrale parametere relatert til jordens biota, mikroorganismer, næringsstoffer og biologisk mangfold. Gjennom bruk av gode analyseverktøy kan forskere og utøvere innen landbruket oppnå en dypere forståelse av jordens helse, og derigjennom optimalisere landbrukspraksisen for å støtte bærekraftig produksjon og vedlikehold av jordfruktbarheten. Mangel på slike nødvendige analyseverktøy kan begrense

forståelsen og effektiviteten i forvaltningen av jordressurser og implementeringen av biokull som en metode for jordforbedring. Av den grunn er det vesentlig å rette oppmerksom.

6.1.1 Alternativkostnader ved anvendelse av biokull

Biokull er blitt gjenstand for omfattende undersøkelser og dokumenteres å inneha flere agronomiske fordeler. Undersøkelser og dokumentasjon, slik som referert i kildene Nibio (Rasse et al., 2020; Øgaard et al., 2021) og Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020b), indikerer at biokull har potensiale til å forbedre jordkvaliteten og øke avkastningen. Dette realiseres gjennom dets evne til å øke retensjon av vann og næringsstoffer i jorden, forbedre jordstrukturen og stimulere mikrobiell aktivitet. Biokull har også demonstrert evnen til å minimere tap av næringsstoffer og utvasking, spesielt under ugunstige klimatiske forhold. Disse agronomiske fortrinnene har kapasitet til å bidra til økt produktivitet og fremme bærekraftig jordbruk.

På den andre siden er det essensielt å vurdere de mulige investeringskostnadene knyttet til innføringen av biokull. Rapporter og forskning, som presentert i Nibio-rapportene (Budai et al., 2020; O'Toole et al., 2022) og Miljødirektoratets rapport (Miljødirektoratet, 2020a), fremhever at etablering av biokullproduksjonsanlegg og tilpasning av jordbruksmetodikk kan kreve betydelige kapitalinnskudd. Dette omfatter spesifikt produksjonskostnader, teknologisk utvikling og justering av jordbrukspraksis som er nødvendig, samt substansielle utgifter til etablering av biokullproduksjonsanlegg og den tilhørende infrastrukturen. I tillegg kommer nødvendigheten av opplæring og bevisstgjøring blant bønder og landbruksaktører for å sikre en effektiv implementasjon av biokull.

Analyse av alternativkostnadene ved biokull i sammenheng med dets potensielle erstatning eller konkurranse innen jordbruket utgjør en vesentlig diskusjon. Bygd på referert litteratur om biokull, tar denne fremstillingen for seg flere av dets agronomiske fordeler og de mulige investeringskostnadene forbundet med biokull-innføringen. For å avgjøre om de agronomiske fordelene oppveier investeringskostnadene, er det nødvendig med en helhetlig økonomisk analyse. Dette inkluderer mulige kostnads-nytte-vurderinger, livssyklusanalyser og evaluering av langvarige påvirkninger på jordkvalitet og avlingers produktivitet. Slike analytiske tilnærminger kan bidra til å kartlegge omfanget av økonomiske gevinster og mulige risikofaktorer ved biokull-implementeringen. Videre bør det understrekes at insentiver, politiske tiltak og tilskudd kan spille en avgjørende rolle i å redusere investeringskostnadene

og gjøre bruken av biokull mer tiltrekkende for jordbrukssektoren. En slik støtte kan bidra til å balansere de økonomiske aspektene ved biokull-implementeringen..

6.1.2 lønnsomhetsvurdering av biokull som jordforbedringsmiddel:

Utgifter, investeringskostnader og agronomisk avkastning i forhold til de før nevnte alternativene spiller også en betydelig rolle ved vurderingen av biokulls lønnsomhet som en innsatsfaktor innenfor norsk landbruk. Vi vil nå gå mer i dybden på hver av disse alternativene.

Biokull skapes gjennom karbonisering av organiske materialer, ofte avledet fra planter. Ved å øke vannretensjonen, forbedre jordstrukturen og bidra til å binde næringsstoffer i jorden, besitter biokull potensial til å forbedre jordkvaliteten. Produksjonskostnadene knyttet til biokull kan imidlertid være betydelige og avhenger av karboniserings equipmentet som kreves, samt prisene på de anvendte råmaterialene. Avlingstypen, klimatiske forhold og jordtypen vil alle utøve innflytelse på det agronomiske utbyttet.

6.1.3 Integrasjonsmuligheter for biokull i kvotehandler (Carbon emission trading)

Klimaendringene utgjør en betydningsfull global utfordring som krever nyskapende løsninger. En lovende strategi for å adressere dette komplekse problemet involverer integrering av biokull i eksisterende karbonhandels- og kompensasjonssystemer. Biokull, fremstilt fra organisk avfall via pyrolyse, besitter kapasitet til langvarig karbonbinding i jord, og presenterer seg dermed som et attraktivt verktøy for karbonreduksjon.

For å forvandle biokull til en lønnsom og tiltrekkende aktør i dagens markedsforhold, nødvendiggjør det tilrettelegging av bruken. En mulig fremgangsmåte for å oppnå dette er å betrakte biokull som en potensiell deltaker i det eksisterende kvotehandelssystemet. Dette er særlig relevant i lys av biokullets karbonbindingspotensial, og kan stimulere utviklingen av insentiver for biokullforbrukere gjennom integrering i kvotehandelssystemet. Dette konseptet kan fungere som en form for kompensasjon for de initiale investeringskostnadene knyttet til kjøp av biokull.

Kvotehandel er en reguleringsmetode hvor myndighetene fastsetter en øvre grense for klimagassutslipp innen en sektor eller virksomhet. Deretter tildeler de utslippskvoter som

representerer retten til å slippe ut en viss mengde. Entiteter som overstiger sine kvoter, har muligheten til å anskaffe ekstra kvoter fra de som har overskudd. Ved å involvere både biokullprodusenter og -forbrukere i kvotehandelssystemet, kan det oppmuntre til økt utbredelse av biokull som en metode for karbonfangst. Dette kan igjen gi økonomiske stimulanser som oppfordrer flere selskaper og bransjer til å ta i bruk denne miljøvennlige tilnærmingen. Denne integrasjonen kan også skape økt etterspørsel etter biokull som produkt, og dermed øke lønnsomheten av produksjonen. Samtidig er det kritisk å anerkjenne at en slik integrasjon må planlegges grundig for å sikre rettferdig og effektiv funksjon.

Det er essensielt å reflektere over at de spesifikke insitamentene og politikkene knyttet til biokull vil variere basert på hvert lands eksisterende klimapolitikk, reguleringer og politiske prioriteringer. Derfor kreves en grundig analyse av hvordan biokull kan insentiveres gjennom kvotehandelssystemet, basert på en omfattende forståelse av den nasjonale situasjonen og de overgripende klimamålene.

Integrasjon av biokull i eksisterende karbonhandels- og kompensasjonsordninger krever en omfattende evaluering av flere aspekter. Fordelene ved en slik inkludering er betydelige. For det første, biokullets kapasitet til å langvarig binde karbon gir en levedyktig alternativ for karbonkompensasjon, og utgjør dermed et vesentlig bidrag til den globale innsatsen for å redusere klimagassutslipp. For det andre, integrasjonen av biokullproduksjon gir en bærekraftig løsning for håndtering av organisk avfall, transformering av avfall til verdifulle ressurser og fremme av økologisk bærekraft. Videre forbedrer biokull jordkvaliteten gjennom økt fruktbarhet, struktur, vannretensjon og tilgjengelighet av næringsstoffer. Dette støtter i sin tur landbruksproduktiviteten, matsikkerhet og bærekraftig arealforvaltning. Til slutt, innlemming av biokull i karbonmarkedet diversifiserer mulighetene for karbonkompensasjon, og gir selskaper og myndigheter større fleksibilitet og motstandskraft i deres strategier for å adressere klimaendringer.

Til tross for disse mulige fordelene står vi overfor visse utfordringer som må løses for å sikre vellykket integrasjon av biokull. Presis kvantifisering og verifisering av karbonbinding i biokullprosjekter kan være komplekst, og nødvendiggjør utvikling av standardiserte metoder og pålitelige verifiseringssystemer. Å påvise ekstra karbonbinding, sikre at denne går utover de vanlige forventningene og garantere permanent karbonlagring er avgjørende aspekter som krever nøyaktige regnskaps- og overvåkningsprosedyrer. Videre er det avgjørende at biokullprosjekter er økonomisk bærekraftige for å stimulere omfattende adopsjon, og dette

forutsetter en balansert tilpasning av produksjonskostnader i forhold til markedskonkurransen. Opprettholdelse av en bærekraftig råvaretilgang er også av største viktighet for å unngå negative miljøkonsekvenser og konflikter med matproduksjonen. Dette understreker behovet for å etablere ansvarlige forsyningskjeder.

Integrasjon av biokull i eksisterende karbonhandels- og kompensasjonsordninger representerer en lovende tilnærming for å håndtere klimaendringer og fremme bærekraftig utvikling. De positive effektene av økt karbonbinding, forbedret jordkvalitet og bærekraftig håndtering av organisk avfall gjør biokull til et attraktivt alternativ for karbonkompensasjon. Imidlertid krever dette nøye håndtering av utfordringer relatert til kvantifisering, ekstra karbonbinding, økonomi og bærekraftig råvareinnhenting. Et tett samarbeid mellom beslutningstakere, næringsliv, forskere og samfunnet er avgjørende for å utforme solide retningslinjer og rammer som muliggjør vellykket implementering av biokull i karbonmarkedene. I vår streben etter en mer miljøvennlig og bærekraftig fremtid, kan utforskingen av innovasjon som biokullintegrering utgjøre et vesentlig bidrag til å begrense de globale klimaendringene og legge grunnlaget for en mer robust planet..

6.2 Evaluering mot forskningsspørsmål 2, 3 og 4

6.2.1 Bruksområder for biokull i blanding med andre biologiske råvarer.

Biokull gir en rekke fordeler, spesielt når det gjelder å forbedre jordens fruktbarhet. Inkorporering av biokull i jord kan resultere i økt vannretensjon, forbedret drenering og økt næringsinnhold. Dette skaper optimale vekstvilkår for avlinger og reduserer behovet for kunstgjødsel. Videre har biokull en betydningsfull effekt på karbonlagring, takket være dets høye karbonkonsentrasjon, noe som muliggjør lagring av karbon i jorden over lengre tidsrom. Dette har en positiv innvirkning på klimaet, ved å redusere utslippene av klimagasser.

En annen viktig aspekt ved biokull er dets rolle som en essensiell ingrediens i gjødselblandinger. Når biokull kombineres med organisk materiale som kompost eller husdyrgjødsel, blir utnyttelsen av næringsstoffene betydelig forbedret. Biokarbon bidrar til å minimere tap av næringsstoffer gjennom avrenning og nedbrytning, noe som fremmer en mer effektiv utnyttelse av tilgjengelige næringsstoffer. Dette har både økonomiske fordeler for bønder og en positiv innvirkning på miljøet.

En annen fordel ved biokull er dets evne til å regulere lukt. Kombinasjonen av biokull og organisk materiale, spesielt husdyrgjødsel, reduserer luktproblemer forbundet med lagring og bruk av slike materialer. Dette er spesielt relevant i områder nær bebyggelse eller miljø-sensitive områder der lukt kan være en bekymring.

Det finnes flere effektive blandingsstrategier for å inkorporere biokull i landbruket. Sammensetningen av biokull og kompost forbedrer ikke bare kompostens kvalitet, men kan også akselerere og forbedre nedbrytningsprosessen.

Ved å kombinere biokull med husdyrgjødsel, reduseres ikke bare luktproblemer, men også næringsutnyttelsen forbedres, og tapet av næringsstoffer gjennom avrenning reduseres. Integrering av biokull i jord eller pottejord bidrar til å forbedre jordstrukturen, øke vannretensjonen og forbedre tilgjengeligheten av næringsstoffer.

Det er vesentlig å merke seg at innføring av biokull i landbruket krever grundig forskning, tilpasning til lokale forhold og en nøye vurdering av kostnader og fordeler. Det er nødvendig med ytterligere studier og forskning for å optimere bruken av biokull i ulike blandingsforhold og identifisere de mest lønnsomme bruksområdene i ulike sektorer innen landbruket..

6.2.2 Incentiver for økt bruk av biokull i norsk landbruk: Fordeler og muligheter

Å innføre incentiver som fremmer økt bruk av biokull i norsk landbruk har betydelige implikasjoner, med fordeler som strekker seg over landbrukssektoren og samfunnet som helhet. Økonomiske og støttende incentiver har potensial til effektivt å akselerere adopsjonen av biokull og maksimere dets fordeler i landbruket. Gjennom en velutformet incentivstruktur kan Norge aktivere biokullens potensial innen landbrukssektoren, samtidig som det bidrar til klimatiltak, økt landbruksproduktivitet og generell miljømessig bærekraft.

En vesentlig fordel ved å implementere incentiver som fremmer økt bruk av biokull er evnen til å optimalisere fornybare ressurser. Biokull fremstilles fra biomasseavfall eller landbruksrester. Transformasjonen av disse materialene til biokull muliggjør en mer effektiv bruk av fornybare ressurser.

En annen betydelig fordel knytter seg til karbonlagring og klimagassreduksjon. Biokull inneholder en betydelig mengde karbon og er kapabel til langvarig karbonbinding i jorden. Bruken av biokull i landbruket representerer dermed en levedyktig strategi for å redusere klimagassutslippene ved å fange og lagre karbon fra atmosfæren. Videre gir insentiver for økt bruk av biokull muligheten til å forbedre jordkvalitet og fruktbarhet. Integrering av biokull i jordstrukturen har demonstrert forbedret vannretensjon, drenering og næringsutnyttelse. Dette resulterer i økt avlingsproduksjon, redusert behov for kunstgjødsel og gunstige vekstvilkår for avlinger.

En tilleggsfordel er muligheten til bedre avfalls- og restprodukt håndtering innen landbruket. Transformasjon av biomasseavfall eller -rester til biokull kan redusere behovet for deponering eller forbrenning, og fremme bærekraftige praksiser i landbruket. Økte insentiver gir også økonomiske muligheter. Dette inkluderer produksjon, distribusjon og tjenester knyttet til biokull i landbruket. Slike muligheter spiller en nøkkelrolle i inntektsdiversifisering og styrking av landbruksøkonomien. For å oppnå best resultat med insentiver for økt bruk av biokull i norsk landbruk, er en velstrukturert tilnærming essensiell. Finansielle insentiver, som tilskudd og skattefradrag, kan redusere initiale investeringskostnader. Kunnskaps- og teknisk støtte gjennom opplæringsprogrammer og assistanse vil skape tillit til teknologien og dens fordeler. Tilgang til forskning og casestudier vil influere bøndenes vilje til å omfavne biokull.

Markedsutvikling og sertifisering er nøkkelkomponenter for å etablere økonomiske incentiver for biokulls utbredte bruk. Et velfungerende marked og sertifiseringsprosess kan øke etterspørselen etter biokull og tydeliggjøre dets verdi som en innsatsfaktor i landbruket. Karbonhandel og -kompensasjon kan fungere som belønningssystem for bønder som binder karbon ved hjelp av biokull. Ved å kvantifisere biokullenes karbonbindingspotensial kan bønder oppnå karbonkreditter, som kan bidra til bærekraftig landbruk og ekstra inntektsstrømmer. Gjennom en nøye implementering av slike insentiver kan Norge realisere biokullteknologiens potensial, med positive utslag for klima, landbruksproduktivitet og miljømessig bærekraft.

6.3 Svar på problemstillingen

Selv om bruken av biokull som jordforbedringsmiddel i landbruket har klare fordeler, avdekker ulike studier betydelige barrierer som begrenser implementeringen av biokull i Norge. Disse barrierene er primært knyttet til begrenset kunnskap om biokull, variabilitet i forskningsresultater avhengig av avlinger og bruksområder, samt den nylige og lite lønnsomme karakteren til teknologien ved stor skala produksjon.

En fremtredende barriere er mangel på tilstrekkelig kjennskap til biokull blant bønder og landbruksaktører. Begrensede kunnskaper om hvordan biokull best kan anvendes, hvilke avlinger det best fungerer med, og optimale påføringsmengder for ønskede resultater, gir usikkerhet. Denne usikkerheten forsterkes av variasjoner i forskningsresultater avhengig av vekstforhold, jordtype og avlingstype. Dette gjør det utfordrende for bønder å forutsi avkastning ved å benytte biokull.

Teknologien bak biokullproduksjon er relativt ny, og opprettelse av produksjonsanlegg kan være kostbart. Den begrensede lønnsomheten ved stor skala produksjon kan avskrekke investeringer og hindre spredning av biokull som jordforbedringsmiddel. Videre bekymring for bøndene dreier seg om usikkerheten ved avkastningen på investeringen i biokull. Effektene av integreringen av biokull i jordbrukspraksis avhenger av mange faktorer som ikke alltid er klart forstått.

Til tross for disse barrierene, er det essensielt å anerkjenne de mulige fordelene ved biokull i landbruket. Derfor er ytterligere forskning og deling av informasjon nødvendig for å forstå best mulig bruk av biokull, dets innvirkning på avlinger, samt økonomiske insentiver for produsentene. Med riktig støtte og bevissthet kan biokull utvikles til en verdifull ressurs i bærekraftig landbruk.

Økningen av biokullbruk i norsk landbruk krever effektive incentiver for å oppmuntre bønder og landbruksaktører til å benytte denne bærekraftige praksisen. En kombinasjon av insentiver er nødvendig for å skape et gunstig miljø for økt biokullbruk i norsk landbruk. Noen mulige insentiver inkluderer:

Salg av klimavoter basert på biokullbruk: Integrasjon av biokull som en metode for karbonfangst i kvotehandelssystemet kan gi økonomiske fordeler til landbruksaktører, samtidig som det stimulerer bærekraftig praksis.

Økonomisk støtte og subsidier: Regjeringen kan støtte bønder økonomisk for å redusere oppstartskostnader og øke biokullbrukets lønnsomhet.

Skatteinsentiver: Innføring av skatteinsentiver for biokullbruk kan redusere kostnader og forbedre økonomien bak praksisen.

FoU-støtte: Økt finansiering av FoU på biokull og landbruket vil styrke kunnskapsgrunnet og redusere usikkerhet.

Kunnskapsdeling og opplæring: Opplæring og workshops om biokull kan øke forståelsen og tilliten til praksisen blant bøndene.

Markedsfremmende tiltak: Tiltak som fremmer biokullprodukter på markedet vil øke etterspørselen og stimulere produksjon.

Sertifisering og miljømerker: Innføring av sertifiseringssystemer og miljømerker vil øke tilliten til produktet og skille det ut i markedet.

Lavkarbonforpliktelser: Biokull kan styrke tiltakene for bærekraftig landbruk og karbonbinding i tråd med lavkarbonmålsetninger.

Offentlige anskaffelser: Offentlige organisasjoner kan støtte biokull ved å inkludere produktene i anskaffelsesavtaler, stimulere etterspørselen og vise støtte til praksisen.

Ved å kombinere disse insentivene kan et gunstig miljø for økt biokullbruk i norsk landbruk skapes, med reduserte karbonutslipp, forbedret jordkvalitet og fremme av bærekraftig praksis som mål.

DEL 5

KONKLUSJON

7 KONKLUSJON

7.1 Konklusjon

Presenterte resultater klart påpeker behovet for videre forskning som setter søkelys på å utvikle slike insentiver og lukke nåværende gap i verdikjeden for biokull i landbruket. For å realisere dette, er det nødvendig å ta i bruk en integrert tilnærming som tar hensyn til både økonomiske og sosiale aspekter.

Fremtidige forskningsarbeider bør utforske en rekke økonomiske insitamenter, inkludert tilskudd, subsidier og skattefradrag, som kan gjøre bruken av biokullteknologi mer attraktiv for bønder. Samtidig bør samfunnsøkonomiske hensyn være sentrale for å tilpasse insentivordningene til lokale forhold og behovene til landbrukssektoren. Dette forutsetter samarbeid med bønder og andre aktører innen landbruket for å identifisere hindringer og forme insentiver i tråd med utfordringer og mål. Å lukke gapene i verdikjeden for biokull i landbruket innebærer også å fokusere på deltakende forskning og involvering av alle interessenter i prosessen. Dette hjelper med å identifisere flaskehalser og implementeringsproblemer i verdikjeden, samt finne løsninger for å øke effektiviteten og tilgjengeligheten av biokullteknologi. Åpen kommunikasjon med bønder er avgjørende for å sikre at forskningen er tilpasset bøndernes behov, og at insentivene iverksettes korrekt i landbrukssektoren.

Oppsummert understreker denne konklusjonen viktigheten av kontinuerlige innsats for å utvikle insentiver i norsk landbruk og styrke verdikjeden for biokull. En slik tilnærming kan gagne både bønder og landbrukssektoren som helhet, samtidig som den fremmer bærekraftig landbrukspraksis, karbonbinding og redusert klimapåvirkning.

7.2 Teoretiske og praktiske implikasjoner

Teoretiske Implikasjoner:

- **Bidrag til landbruksforskning:** Denne studien utforsker insitamenter for økt bruk av biokull i norsk landbruk som en tilnærming for å berike kunnskapen om bærekraftige landbrukspraksiser og karbonbindingsteknologier. Den gir også et nytt perspektiv på fremme av miljøvennlig praksis i landbrukssektoren.
- **Teoretisk rammeverk for insitamenter:** Gjennom denne studien er teoretiske rammeverk utviklet for å forstå virkningene av insitamenter i landbrukskontekst. Analysen kartlegger

insitamentsstrukturen i andre land og hvordan den forholder seg til bruken av biokull, og undersøker varierte insitamentsordninger og deres påvirkning på bondens beslutninger om adopsjon av teknologien.

- **Bidrag til klimaforskning:** Forskningen utforsker biokull som en mulig karbonlagringsteknologi, og har betydelige implikasjoner for klimaforskning. Dette aspektet belyser også biokullets potensielle rolle i karbonregnskapet og dens mulige bidrag til reduksjon av klimagassutslipp.

Praktiske Implikasjoner:

- **Innsikt til bønder:** Resultatene av studien har potensial til å informere bønder om fordelene ved å implementere biokull i deres landbrukspraksis. Ved å presentere både praktiske fordeler og økonomiske insentiver, kan dette bidra til større aksept for å ta i bruk biokullteknologier blant bøndene.
- **Påvirkning av landbrukspolitik:** Praktiske funn fra studien kan påvirke utformingen av landbrukspolitikken i Norge. Dersom studien indikerer at incitamenter er effektive for å fremme bruken av biokull, kan dette føre til justeringer i landbrukspolitikken for å støtte og fremme slik praksis.
- **Teknologisk implementering:** Gjennom å vurdere praktiske incitamenter for biokullbruk kan man identifisere utfordringer knyttet til teknologisk implementering. Dette kan hjelpe til med å utvikle retningslinjer og strategier for å overvinne hindringer som begrenser utbredt bruk av biokull i norsk landbruk.
- **Forbedret jordhelse og avlinger:** Sekundærdata indikerer positiv påvirkning av biokull på jordhelse og avlinger, spesielt når det blandes med kompost eller gjødsel. Dette funnet kan motivere bønder til å iverksette biokull i sin praksis.

7.3 Anbefaling og forslag til videre arbeid

For å videreføre vår kunnskap om insentiver for økt bruk av biokull innen landbruket, finnes det flere områder som er verd å utforske. Fremtidige studier som omhandler insentiver for biokull i landbrukssektoren kan omfatte følgende aspekter:

Økonomisk analyse: En dyptgående økonomisk analyse bør gjennomføres for å evaluere insentivenes kostnadseffektivitet og lønnsomhet. Dette inkluderer en grundig vurdering av kostnader knyttet til produksjon, distribusjon og bruk av biokull, samt identifikasjon av

økonomiske fordeler for landbrukssektoren. For å etablere en solid, langsiktig økonomisk modell for biokull i landbruket, kan det være nødvendig å justere insentivstrukturen.

Markedsanalyse: En omfattende markedsanalyse er essensiell for å forstå etterspørselen etter biokull i landbrukssektoren og for å identifisere mulige markedsmuligheter. Dette innebærer en grundig utforskning av markedsutvikling, konkurrentanalyse samt identifisering av potensielle kunder og distribusjonskanaler. Gjennom en grundig markedsstudiet kan markedsførings- og distribusjonsstrategier for biokull i landbruket forbedres betydelig.

Bærekraftvurdering: Økt bruk av biokull innen landbruket må nøye vurderes med hensyn til miljømessig og klimatisk påvirkning. Dette omfatter en grundig evaluering av karbonavtrykk, energiforbruk, vannbruk og andre miljøindikatorer. Livssyklusanalyser kan også være avgjørende for en helhetlig vurdering av biokullets bærekraft.

Teknologiutvikling: Forskning innen teknologiutvikling bør sette søkelys på forbedring av produksjonsprosesser for biokull. Dette inkluderer optimalisering av pyrolysemetoder, utvikling av effektive produksjonsanlegg og utforskning av alternative råvarer for biokullproduksjon. Videre forskning kan også utforske nyskapende anvendelser for biokull innen ulike landbruksapplikasjoner, for eksempel utvikling av nye blandingsteknikker eller anvendelser innen spesifikke avlingssystemer.

Politikkutforming: Forskning kan spille en viktig rolle i utforming og evaluering av politiske virkemidler og regelverk som fremmer bruken av biokull innen landbruket. Dette inkluderer vurdering av effektiviteten og virkningene av eksisterende insentivordninger, samt identifikasjon av hindringer og muligheter for politisk støtte og regulering.

Kunnskapsoverføring og opplæring: Effektiv formidling av forskningsresultater og kunnskap om insentiver for bruk av biokull innen landbruket er avgjørende for relevante interessenter og aktører. Dette kan inkludere utvikling av opplæringsprogrammer, workshops og informasjonskampanjer for å øke bevisstheten og kunnskapen om fordelene og anvendelsene av biokull i landbruket. Ved å utforske disse ulike områdene gjennom forskning, kan vi utvikle en dypere forståelse av effektive insentiver for å fremme bruk av biokull innen landbruket. Dette vil i sin tur bidra til en mer bærekraftig og produktiv landbrukssektor.

REFERANSELISTE

- Almeida, F. (2018). Strategies to perform a mixed methods study. *European Journal of Education Studies* .
- Almås, R.(2002). Norges Landbrukshistorie IV. 1920-2000. Fra Bondesamfunn til bioindustri. Oslo: Det Norske Samlaget. Hentet fra: <https://www.idunn.no/doi/abs/10.18261/ISSN1504-3053-2003-04-09> (lest 15. feb 2023)
- American Farmland Trust. *About*. Hentet fra: <https://farmland.org/about/> (Lest 12.april 2023)
- Australian Government. (2022). Carbon Farming Initiative. Hentet fra: <https://www.dceew.gov.au/water/policy/policy/carbon-farming-initiative> (Lest 12.april 2023)
- Babbie, E. R. (2021). *The Practice of Social Research* (15th ed.). Boston: Cengage Learning.
- Bardalen, A., Skjerve, T. A., & Olsen, H. F. (2020). Bærekraft i det norske matsystemet. *Kriterier for norsk matproduksjon. Ås: Norwegian University of Life Sciences*. Hentet fra: https://www.animalia.no/contentassets/71d48c684af146f6bef227b43abd2218/2021-03-25-rapportversjon_endeligrettet-figur14.pdf (Lest 17.april 2023)
- Bardalen, A., Pettersen, I., Dombu, S. V., Rosnes, O., Mittenzwei, K., & Skulstad, A. (2022). Klimaendring utfordrer det norske matsystemet. Kunnskapsgrunnlag for vurdering av klimarisiko i verdikjeder med matsystemet som case. NIBIO Rapport. Hentet fra: https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/3013268/NIBIO_REPORT_2022_8_110.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Lest 08.02.2023)
- Bardalen, A. (2018). Klimarisiko og norsk matproduksjon. *NIBIO Rapport*. Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/2567268> (Lest 04.des 2022)
- Bardalen, A. (2016). Jordbrukets bidrag til bioøkonomien. En vurdering av jordbruks-og matsektorens bidrag til vekst i norsk bioøkonomi. *NIBIO*, 27, 2016. Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/2408470> (Lest 17.april 2023)
- Benestad, B, T. (2022). *Hva er planen for biokull som klimaløsning?*. Nationen. Tilgjengelig fra: <https://www.nationen.no/motkultur/kronikk/hva-er-planen-for-biokull-som-klimalosning/> (Lest 04. des 2022)
- Bier, H., Gerber, H., Huber, M., Junginger, H., Kray, D., Lange, J., ... & Nilsen, P. J. (2020). Biochar-based carbon sinks to mitigate climate change. European Biochar Industry Consortium eV (EBI): Freiburg, Germany. Hentet fra: http://www.biochar-industry.com/wp-content/uploads/2020/10/Whitepaper_Biochar2020.pdf (Lest 07 april 2023)
- Biochar Zero. (u.å). *Om*. Hentet fra:

- <https://www.linkedin.com/company/biochar-zero/?originalSubdomain=de> (Lest 31.mai 2023)
- Brandtzæg, B. A., Daugstad, K., Flø, B. E., Hvitsand, C., Storstad, O., & Svardal, S. (2008). Evaluering av regionale miljøprogram i jordbruket. Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/2367931>
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods* (5 utg). Storbritannia: Oxford University Press.
- Budai, A., O'Toole, A., Weldon, S., & Rivier, P.-A. (2020). Sluttrapport KarbonVekst: Redusert klimagassutslipp og bedre agronomi med bruk av biokull ved gjødsling og kompostering. Forskningsmidler over jordbruksavtalen, tilsagnsnummer 159160. Hentet fra: <https://www.nibio.no/prosjekter/karbonvekst-reduert-klimagassutslipp-og-bedre-agronomi-med-bruk-av-biokull-ved-gjodsling-og-kompostering/> /attachment/inline/9af18a18-a940-4a36-905e-2d5dabbf4c39:54e8b96df72b76ef89329d18d3259965822474e3/Sluttrapport%20KarbonVekst_til%20landbruksdirektoratet.pdf (Lest 16.juli 2023)
- Bunger, A., Tufte, T.(2016). Den norske landbruksmodellen. *Agri Analyse* (6) ISSN: 1894-1192. Hentet fra: <https://www.agrianalyse.no/getfile.php/13653-1513245601/Dokumenter/Dokumenter%202016/Rapport%206%20Den%20norske%20landbruksmodellen%20%28web%29.pdf> (Lest 05.mai 2023)
- Business reasearch methodology. (u.å). Interpretivism (interpretivist) Research Philosophy. Hentet fra: <https://research-methodology.net/research-methodology/research-aims-and-objectives/> (Lest 06.aug 2023)
- Carauta, M., Troost, C., Guzman-Bustamante, I., Hampf, A., Libera, A., Meurer, K., ... & Berger, T. (2021). Climate-related land use policies in Brazil: How much has been achieved with economic incentives in agriculture?. *Land Use Policy*, 109, 105618. Hentet fra: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133854/climate-related-land-use-policies-in-brazil-how-much-has-been-achieved-with-economic-incentives-in-agriculture> (Lest 07 april 2023)
- Cameron, J., & Pierce, W. D. (1994). Reinforcement, reward, and intrinsic motivation: A meta-analysis. *Review of Educational research*, 64(3), 363-423. Hentet fra: <https://doi.org/10.3102/0034654306400336> (Lest 25.april 2023)
- Charnet. (u.å). *Om Charnet*. Hentet fra: <https://charnet.ch/ueber-charnet/> (Lest 11.april 2023)
- Clark, P. B., & Wilson, J. Q. (1961). Incentive systems: A theory of organizations. *Administrative science quarterly*, 129-166. Hentet fra: <https://doi.org/10.2307/2390752> (Lest 25.april 2023)
- Coggan, A., Whitten, S. M., & Yunus, F. (2006). Conservation Incentive Design. Hentet fra: <https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/documents/conservation-incentive-design.pdf> (Lest 10 april 2023)
- Cong, P., Song, S., Song, W., Dong, J., Yang, J., & Zheng, X. (2022). Biochars prepared

- from biogas residues: Temperature is a crucial factor that determines their physicochemical properties. Research Square. Hentet fra : <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1511736/v1> (Lest 17.juli 2023)
- Czech, B., Siatecka, A., Nazarkovsky, M., & Oleszczuk, P. (2021). Sewage sludge and solid residues from biogas production derived biochar as an effective bio-waste adsorbent of fulvic acids from water or wastewater. *Chemosphere*. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130447> (Lest 17.juli 2023)
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological bulletin*, 125(6), 627. Hentet fra: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627> (Lest 25.april 2023)
- Departementene. (2019). Mat, mennesker og miljø. *Regjeringens handlingsplan for bærekraftige matsystemer i norsk utenriks- og utviklingspolitikk 2019–2023*. Hentet fra: https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/ud/dokumenter/planer/planer-matsystemer-i-norge_norsk_web-versjon190919.pdf (Lest 09.jan 2023)
- Departementene. (2016). Kjente ressurser – uante muligheter. Regjeringens bioøkonomistrategi. Oslo. Hentet fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/32160cf211df4d3c8f3ab794f885d5be/nfd_bioekonomi_strategi_uu.pdf (Lest 09.juli 2023)
- Dumbrell, N. P., Kragt, M. E., & Gibson, F. L. (2016). What carbon farming activities are farmers likely to adopt? A best–worst scaling survey. *Land Use Policy*, 54, 29-37. Hentet fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837716000181?via%3Dihub> (Lest 11.april 2023)
- EEA. (2019a). *Land and soil in Europe — why we need to use these vital and finite resources sustainably*, EEA Signals, European Environment Agency . Hentet fra: <https://www.eea.europa.eu/publications/eea-signals-2019-land> (lest 15. feb 2023)
- EBC. (2023). European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar. Carbon Standards International (CSI), Frick, Switzerland. Version 10.3 from 5th Apr 2022. Hentet fra: https://www.european-biochar.org/media/doc/2/version_en_10_3.pdf (Lest 10.mai 2023)
- European Commission. (2020). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe*. Document 52020DC0098. Hentet fra: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2020:98:FIN> (10.april 2023)
- European Commission. (u.å). *Farm to Fork strategy*. Food, Farming, Fisheries. Hentet fra: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (Lest 27.juni 2023)
- European Union. (u.å). *European Union funding, grants and subsidies*. Hentet fra:

- https://european-union.europa.eu/live-work-study/funding-grants-subsidies_en (Lest 23.juli 2023)
- Eldby, H., & Haarsaker, V. (2005). Klima, miljø og jordbruk–Hva gjør EU?. *Transport, 2010*(2017), 2020. Hentet fra:<https://www.agrianalyse.no/getfile.php/135711-1598612695/Dokumenter/Dokumenter%202020/Rapport%207%E2%80%932020%20Klima%2C%20milj%C3%B8%20og%20jordbruk%20%E2%80%9320Hva%20gj%C3%B8r%20EU%3F.pdf> (Lest 02.mai 2023)
- Elkhlifi, Z., Iftikhar, J., Sarraf, M., Ali, B., Saleem, M. H., Ibranshabib, I., ... & Chen, Z. (2023). Potential role of biochar on capturing soil nutrients, carbon sequestration and managing environmental challenges: a review. *Sustainability, 15*(3), 2527. Hentet fra: <https://doi.org/10.3390/su15032527> (15.juli 2023)
- Fachverband Pflanzenkohle. (u.å). *Fachverband Pflanzenkohle*. Hentet fra: <https://fachverbandpflanzenkohle.org/pflanzenkohle/> (Lest 11.april 2023)
- Farley, J., & Costanza, R. (2010). Payments for ecosystem services: from local to global. *Ecological economics, 69*(11), 2060-2068. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.010> (Lest 12. april 2023)
- First Climate. (u.å). *CARBONITY Project Marks Milestone for Carbon Removals*. Hentet fra: <https://www.firstclimate.com/post/carbonity-project-marks-milestone-for-carbon-removals?lang=en> (Lest 11.april 2023)
- FN-sambandet. (2023a.). *Klimaendringer*. Hentet fra: <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer> (Lest 05.juli 2023)
- FN- SAMBANDET. (2021). *Bærekraftig utvikling*. Hentet fra: www.fn.no/Tema/Fattigdom/Baerekraftig-utvikling (Lest 25.juni 2023)
- Forskningsrådet. (2022 b.). *PES Horisont Europa rammebevilgning for 2023 og 2024*. Hentet fra:<https://www.forskningsradet.no/utlysninger/2023/pes-horisont-europa-rammebevigning/> (12. april 2023)
- Forskningsrådet. (2022 a.). *Søkerwebinar: Samfunnsoppdrag jordhelse i Horisont Europa (Del 1)*. Hentet fra: <https://www.forskningsradet.no/arrangementer/2022/sokerwebinar-samfunnsoppdrag-jordhelse-i-horisont-europa-11-nov/> (lest 06.mars 2023)
- Ganesapillai M, Mehta R, Tiwari A, Sinha A, Bakshi HS, Chellappa V, Drewnowski J. (2023). Waste to energy: A review of biochar production with emphasis on mathematical modelling and its applications. *Heliyon. 2023 Mar 28*;9(4):e14873.

- Hentet fra : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10119570/> (Lest 10.mai 2023)
- Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., & Zech, W. (2001). The Terra Preta phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88, 37-41. Hentet fra: <https://link.springer.com/article/10.1007/s001140000193> (Lest 15. juni 2023)
- Ghimire, R. (2020). *LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BIOCHAR IN NORWAY* (Master's thesis, NTNU). Hentet fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2779661/no.ntnu:inspera:57317890:34576805.pdf?sequence=1> (Lest 18.juli 2023)
- Gneezy, U., & Rustichini, A. (2000). Pay enough or don't pay at all. *The Quarterly journal of economics*, 115(3), 791-810. Hentet fra: <https://www.jstor.org/stable/2586896> (Lest 25.april 2023)
- Goldan, E., Nedeff, V., Nedeff, V., Barsan, N., Culea, M., Tomozei, C., Panainte-Lehadus, M., & Moşneguţu, E. (2022). Evaluation of the Use of Sewage Sludge Biochar as a Soil Amendment—A Review. *Sustainability*. Hentet fra: <https://doi.org/10.3390/su14095309> (Lest 17.juli 2023)
- Gong, M., Zeng, Y., & Zhang, F. (2023). New infrastructure, optimization of resource allocation and upgrading of industrial structure. 54, 103754. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103754> (Lest 17.juli 2023)
- Grid & The James Hutton Institute. (2013). *Payment for Ecosystem Services [Video]*.
- Groot, H., Pepke, E., Fernholz, K., Henderson, C., & Howe, J. (2018). *Survey and analysis of the US Biochar industry*. *International Journal on Natural Language Computing (IJNLC)*. Hentet fra: <https://www.dovetailinc.org/upload/tmp/1579550188.pdf> (Lest 01.jun 2023)
- Gulbrandsen, L. H., & Hermansen, E. A. (2022). Ever Closer Union? Norges tilknytning til EUs klimaregelverk. *Internasjonal Politikk*, 80(1), 170-183. Hentet fra: <https://doi.org/10.23865/intpol.v80.3674> (Lest 02. mai 2023)
- Gulden, T. K. (2022). *Målrettet bruk av biokull har størst effekt*. Hentet fra: <https://www.nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/biokull/biokull-og-nitrogenbinding> (Lest 18.juli 2023)
- Hagen, H. A., & Christiansen, H. R. (2014). *Økonomiske incentiver og motivasjon—En litteraturstudie* (Master's thesis, UiT Norges arktiske universitet). Hentet fra: <https://hdl.handle.net/10037/6858> (Lest 25. april 2023)

- Hansen, S. (2020). *Utslipp av klimagasser i landbruket*. Agropub. Hentet fra: <https://www.agropub.no/fagartikler/utslipp-av-klimagasser-i-landbruket> (Lest 27.april 2023)
- Hatami, H., Huber, I., Murthy, V., & Plotkin, C. L. (2018). Sales incentives that boost growth. *McKinsey Marketing & Sales Insights*. Hentet fra: <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/sales-incentives-that-boost-growth> (Lest 25. april 2023)
- Helgesen, Ø., Glavee-Geo, R., Mustafa, G., Nettet, E., & Rice, P. (2019). Modeller. In *Modeller: Fjordantologien 2019* (pp. 15-37). Universitetsforlaget. Hentet fra: <http://dx.doi.org/10.18261/9788215034393-2019-01> (Lest 09.juli 2023)
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., ... & Zougmore, R. B. (2018). Impacts of 1.5 C global warming on natural and human systems. *Global warming of 1.5° C*. Hentet fra: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/311749> (Lest 04. april 2023)
- Hohle, E. E., Lyssandtræ, F., Orlund, K., Killingland, K. N., & Mortensen, P. (2016). Landbruk og klimaendringer. Rapport fra arbeidsgruppe. Tilgjengelig fra: <https://www.nibio.no/tema/miljo/tiltaksveileder-for-landbruket/tiltak-mot-klimagassutslipp-fra-landbruket> (Lest 03.12.2022)
- Holm, D, E. (2021). *Norges første kommersielle fabrikk for biokull er åpnet*. DNB nyhet. Hentet fra: <https://www.dnb.no/dnbnyheter/no/grunder/norges-forste-kommersielle-fabrikk-for-biokull-er-apnet> (Lest 27.april 2023)
- Hrycak B., Mizeraczyk J., Czyłkowski D. et al. (2023). Hydrogen production by the steam reforming of synthetic biogas in atmospheric-pressure microwave (915 MHz) plasma. *Sci Rep* 13, 2204 (2023). Hentet fra: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29433-y> (Lest 10.mai 2023)
- Huang, L., & Gu, M. (2019). Effects of biochar on container substrate properties and growth of plants—A review. *Horticulturae*, 5(1), 14. Hentet fra: <https://doi.org/10.3390/horticulturae5010014> (Lest 10. april 2023)
- Hulme, M. (2009). *Why we disagree about climate change: Understanding controversy, inaction and opportunity*. Cambridge University Press. Hentet fra: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511841200> (Lest 12 mai 2023)
- Innovasjon Norge.(2023). *Fornybar energi i landbruket*. Biogass-, kraft/varme- og biokullanlegg. Hentet fra:<https://www.innovasjonnorge.no/no/tjenester/landbruk/finansiering-for-landbruket/fornybar-energi-i-landbruket/> (Lest 14. jan 2023)
- Innovasjon Norge. (2023). *Bionova - tilskudd til bioøkonomi og klimatiltak*. Hentet fra:

<https://www.innovasjon Norge.no/tjeneste/bionova-tilskudd-til-bioekonomi-og-klimatiltak> (Lest 15.mai 2023)

International Biochar Initiative. (u.å). *About IBI* . Hentet fra:

<https://biochar-international.org/about-ibi/> (Lest 11.april 2023)

International Biochar Initiative. (2021). *Biochar Production and Use in North America*.

Hentet fra: <https://biochar-international.org/regional/northamerica/> (Lest 15.april 2023)

IPCC, I. (2018). Summary for Policymakers” in Global warming of 1.5° C. An IPCC Special

Report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. *Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 32. (Lest 05. april 2023).

Jacobsen, A. Z. (2012). *Livsløpsanalyse av norske landbruksaktiviteter og produkter*

(Master's thesis, Institutt for energi-og prosesssteknikk). Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/234876> (Lest 2023)

Joner, E.J., Rasse, D., Budai, A., O’Toole, A. (2017). *Biokull. En gammel teknologi med nye*

oppgaver. Hentet fra: <https://www.nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/biokull> (09. feb 2023)

Kato, H. (2022). *PROFILE: BIOCHAR AT LEIBNIZ INSTITUTE FOR AGRICULTURAL*

ENGINEERING (ATB) IN POTSDAM, GERMANY. Hentet fra: <https://biochar-international.org/atb-germany/> (Lest 16.april 2023)

Kvakkestad, V., & Rasse, D. (2022). Norske gårdbrukeres vurderinger av biokull og andre

klimatiltak. *NIBIO Rapport*. Hentet fra: <https://hdl.handle.net/11250/3030824> (Lest 06.april 2023)

Landbruksdirektoratet. (2021). *Tollkvoter for import*. Oversikt over tollkvoter for import av

landbruksvarer. Hentet fra: <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/industri-og-handel/toll-og-import/tollkvoter/tollkvoter-for-import> (Lest 24.april 2023)

Landbruks- og matdepartementet. 2016. Meld. St. 11 (2016–2017). *Endring og utvikling. En*

fremtidsrettet jordbruksproduksjon. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/37566c89c95f410e9bbec04265a7145f/no/pdfs/stm201620170011000dddpdfs.pdf> (Lest 10.mai 2023)

Latawiec, A. E., Królczyk, J. B., Kuboń, M., Szwedziak, K., Drosik, A., Polańczyk, E., ... &

Strassburg, B. B. (2017). Willingness to adopt biochar in agriculture: The producer’s perspective. *Sustainability*, 9(4), 655. Hentet fra:

https://www.researchgate.net/publication/316444285_Willingness_to_Adopt_Biochar_in_Agriculture_The_Producer's_Perspective (Lest 07 april 2023)

- Leffertstra, H., Fjeldal, P.(2010). Tiltak og virkemidler for reduserte utslipp av klimagasser fra jordbrukssektoren. Klimakur2020. Sektorrapport jordbruk. Rapport fra Klima- og Forurensningsdirektoratet.TA- 2593. 2010. Hentet fra : <https://test.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2593/ta2593.pdf> (Lest 05. april 2023).
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). Biochar for environmental management: an introduction. In *Biochar for environmental management* (pp. 1-13). Routledge.
- Lehmann, J., Abiven, S., Kleber, M., Pan, G., Singh, B.P., Sohi, S.P., Zimmerman, A.R., 2015. Persistence of biochar in soil, in: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation* 2. Earthscan, Routledge, London, pp.236–282.
- Lehmann, J. and Joseph, S. (2009) *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan Publications Ltd., London, 251-270.
- Lewandowski, I. (2018). *Bioeconomy: Shaping the transition to a sustainable, biobased economy* (p. 356). Springer nature.
- Lie, J. (2022). *Belønning og insentiver: I en teknologileverandør bedrift* (Master's thesis, University of Agder). Hentet fra: <https://hdl.handle.net/11250/3010416> (Lest 25.april 2023)
- Li, S., Song, L., Jin, Y., Liu, S., Shen, Q., Zou, J. (2016). *Linking N2O emission from biochar-amended composting process to the abundance of denitrify (nirK and nosZ) bacteria community*. *AMB Express* 6, 37. Hentet fra: <https://amb-express.springeropen.com/articles/10.1186/s13568-016-0208-x> (Lest 11.juli 2023)
- Li, R., Meng, H., Zhao, L., Zhou, H., Shen, Y., Zhang, X., Ding, J., Cheng, H., Wang, J. (2019). *Study of the morphological changes of copper and zinc during pig manure composting with addition of biochar and a microbial agent*. *Bioresour. Technol.* 291, 121752. Hentet fra : <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121752> (Lest 11.juli 2023)
- Liu H., Wang X., Fang Y., Lai W., Xu S., & Lichtfouse E. (2022). Enhancing thermophilic anaerobic co-digestion of sewage sludge and food waste with biogas residue biochar. *Renewable Energy*, 188, 1234-1244. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.02.044> (Lest 16.juli 2023)
- Liu X, Liao J, Song H, Yang Y, Guan C, Zhang Z., 2019. A biochar-based route for 1015

environmentally friendly controlled release of nitrogen: Urea-loaded biochar and 1016 bentonite composite. *Sci. Rep.* 9: 9548. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46065-3> (Lest 11.juli 2023)

Lindum. (u.å). *NYTT PYROLYSEANLEGG SKAL REDUSERE KLIMAUTSLIPP*. Hentet fra:

<https://lindum.no/nyheter/for-miljoets-skyld/nytt-pyrolyseanlegg-skal-reduere-klimautslipp/> (Lest 11.april 2023)

Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and

task motivation: A 35-year odyssey. *American psychologist*, 57(9), 705. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/254734316_Building_a_Practically_Useful_Theory_of_Goal_Setting_and_Task_Motivation_A_35Year_Odyssey (Lest 25.april 2023)

Luo, G., Chen, Q., Li, W., Huang, C., & Li, Y. (2020). Enhancement of biogas production

from wastewater sludge via anaerobic digestion assisted with biochar amendment. *Bioresource Technology*, 307, 123368. Hentet fra: : <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123368> (Lest 16.juli 2023)

Mao, J.D., Johnson, R.L., Lehmann, J., Olk, D.C., Neves, E.G., Thompson, M.L., Schmidt-

Rohr, K. (2012). Abundant and Stable Char Residues in Soils: Implications for Soil Fertility and Carbon Sequestration. *Environmental Science & Technology* 46, 9571-9576. Hentet fra: <https://doi.org/10.1021/es301107c> (Lest 15.juni 2023)

Martinez, G. J., Dramstad, W., & Eiter, S. (2017). *Et miljømessig bærekraftig landbruk: mål,*

utfordringer og tiltak. Hentet fra: <https://core.ac.uk/download/pdf/285987863.pdf> (Lest 27.april 2023)

Miljødirektoratet. (2022). Verdikjedene for mat truet av klimaendringer. Hentet fra:

<https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2022/august-2022/verdikjedene-for-mat-truet-av-klimaendringer/> (Lest 05.juli 2023)

Miljødirektoratet. (2022a.). *Klimatilpasning i landbruk og reindrift*. Hentet fra:

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/landbruk/> (Lest 27.april 2022)

Miljødirektoratet. (2022). *Dagens og framtidens klima for Norge*. Tilgjengelig fra:

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-krever-kunnskap/dagens-og-framtidens-klima/> (Lest fra 11.11.2022)

Miljødirektoratet, ENOVA Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet,

Miljødirektoratet, Statens vegvesen., Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2020). *Klimakur2030. Tiltak og virkemidler mot 2030*. M-1625.2020

Miljødirektoratet. (2015). *Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030*. Kunnskapsgrunnlag for

- lavutslippsutvikling. Trondheim: Miljødirektoratet. M-386 | 2015.(s.322) Hentet fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M386/M386.pdf> (Lest 24.april 2023)
- Mittenzwei, K., & Fjellstad, W. J. (2006). *Operasjonalisering av multifunksjonalitet i modellsystemet CAPRI*. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning. Hentet fra: <https://hdl.handle.net/11250/2494684> (Lest 09.juli 2023)
- Montanarella, L., & Lugato, E. (2013). *The application of biochar in the EU: challenges and opportunities*. *Agronomy*, 3(2), 462-473. Hentet fra: <https://doi.org/10.3390/agronomy3020462> (Lest 15.juni 2023)
- Naturefund. (u.å). *Biochar*. Hentet fra: <https://www.naturefund.de/en/information/biochar/biochar> (Lest 10. april 2023)
- NHO, N. H. (2015). *Mot bioøkonomien*-NHOs innspill til et nytt internasjonalt og konkurransedyktig næringsliv. Hentet fra: <https://www.nho.no/contentassets/2f64486ba1fd403c8e09488fe5201832/mot-bioekonomi.pdf> (Lest 17.april 2023)
- Norsk Biokullnetverket. (u.å). Om biokull. *Hva er biokull*. Hentet fra: <https://www.biokull.info/hva-er-biokull> (Lest 10.april 2023)
- Norsk Biokullnettverk (2020). Første spadetak for Norges første kommersielle pyrolyseanlegg. Hentet fra: <https://www.biokull.info/nyheter/frste-spadetak-for-norges-frste-kommersielle-pyrolyseanlegg> (Lest 11.april 2023)
- Norsk Biokullnetverket. (u.å). *Medlemmer*. Hentet fra: <https://www.biokull.info/medlemmer> (Lest 15. juni 2023)
- Norsk Landbrukssamvirke. (2016). *Hvor mye klimagass slipper norsk landbruk egentlig ut?* Hentet fra: <https://www.landbruk.no/bioekonomi/klimagass-slipper-norsk-landbruk-egentlig/> (Lest 02 feb 2023)
- OBIO. (u.å). *Biokull*. Hentet fra: <https://www.obio.no/> (Lest 15.juni 2023)
- OECD (2021), *Policies for the Future of Farming and Food in Norway*, OECD Agriculture and Food Policy Reviews, OECD Publishing, Paris. Hentet fra: <https://doi.org/10.1787/20b14991-en> (Lest 24. april 2023)
- OECD (1999), *Handbook of Incentive Measures for Biodiversity: Design and Implementation*, OECD Publisering,Paris. Hentet fra: <https://doi.org/10.1787/9789264173903-en> (Lest 10 april 2023)
- OTOole, A., Lunder, O. E., Weldon, S. M., Rassat, A., Joner, E., Lind, V., & Rasse, D. (2022). Effekt av biokull i planteproduksjon, gjødsellager og husdyrproduksjon. *NIBIO Rapport*. Hentet fra: <https://hdl.handle.net/11250/2985223> (Lest 20.feb.2023)

- Paz-Ferreiro, J., Nieto, A., Méndez, A., Askeland, M., & Gascó, G. (2018). Biochar from Biosolids Pyrolysis: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Hentet fra: <https://doi.org/10.3390/ijerph15050956> (Lest 17.juli 2023)
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard business review*, 86(1), 78. Hentet fra: <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=34522> (Lest 27. mars 2023)
- Porter, M. E. (1989). *How competitive forces shape strategy* (pp. 133-143). Macmillan Education UK. Hentet fra: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-349-20317-8_10 (Lest 27. mars 2023)
- Porter, M. E. (1985). *Competitive strategy: Creating and sustaining superior performance. The free, New York.* (Lest 27. mars 2023)
- Pommeresche, R., Rasse, D., Joner, E. (2018). Biokull- status for forskning og utprøving i Norge. Hentet fra: <https://www.agropub.no/fagartikler/biokull-status-for-forskning-og-utproving-i-norge> (11. jan 2023)
- Powlson, D. S., Whitmore, A. P., & Goulding, K. W. (2011). Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false. *European Journal of Soil Science*, 62(1), 42-55. Hentet fra: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2010.01342.x> (Lest 20.juli 2023)
- Prestvik, A., & Lilleby, S. (2021). Verdikjeder for biokull i Norge. *NIBIO Rapport*. Hentet fra: <https://hdl.handle.net/11250/2763655> (09. jan 2023)
- Puro.earth. (2020). *Carbon cycle, Germany. Premium quality biochar*. Hentet fra: <https://puro.earth/CORC-co2-removal-certificate/carbon-cycle-germany-premium-quality-biochar-100018> (Lest 16.april 2023)
- Rassat, A.(2020). Kronikk. På tide å anerkjenne biokull som en del av løsningen. Klimakur2030 gir et ufortjent dårlig bilde av dagens situasjon for biokull i Norge. *Nationen*. Hentet fra: <https://www.nationen.no/pa-tide-a-ankjenne-biokull-som-en-del-av-losningen/o/5-148-126972>
- Rasse, D., Lilleby, S., & OToole, A. (2020). *Biokull er et effektivt klimatiltak i landbruket*. NIBIO POP. VOL. 6 - NO. 43 - 2020. Hentet fra: <https://hdl.handle.net/11250/2712054> (Lest 09. jan 2023)
- Rasse, D. P., Weldon, S., Joner, E. J., Joseph, S., Kammann, C. I., Liu, X., ... & Kocatürk-Schumacher, N. P. (2022). Enhancing plant N uptake with biochar-based fertilizers: limitation of sorption and prospects. *Plant and Soil*, 475(1-2), 213-236. Hentet fra: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-022-05365-w> (Lest 18.juli 2023)
- Regjeringen. (2023). *Betaler ut 14,9 milliarder kroner til norske bønder*. Landbruks- og

- matdepartementet. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/betaler-ut-149milliarder-kroner-til-norske-bonder/id2963059/> (Lest 28.juni 2023)
- Regjeringen. (2022). *Nasjonal strategi*. Landbruks- og matdepartementet. Tema: Mat, fiske og landbruk . Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/bioekonomi-i-landbruket/bioekonomi-i-norge/id2564532/> (Lest 09.juli 2023)
- Regjeringen. (2021a.). *EØS-avtalen om klima og miljø*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/eos-avtalen-og-miljo1/id2339794/> (Lest 24.april 2023)
- Regjeringen. (2021b). *KLimaendringer og norske klimapolitikk*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/> (Lest 28. april 2023)
- Regjeringen. (u.d, b.). *Jordbuk*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/jordbruk/id85943/> (Lest 23.jan 2023)
- Rittl, T.F., Arts, B., & Kuyper, T.W. (2015). Biochar: An emerging policy arrangement in Brazil? *Environmental Science & Policy*, 51, 45-55. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.010> (24.april 2023)
- Roberts, K. G., Gloy, B. A., Joseph, S., Scott, N. R., & Lehmann, J. (2010). Life cycle assessment of biochar systems: estimating the energetic, economic, and climate change potential. *Environmental science & technology*, 44(2), 827-833. Hentet fra: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es902266r?casa_token=Df_uEbUhNCEAAAAA%3AGjYCP7H8gV3Y_xpCF7D81-a0wFg4Q9rsB8uqkBrxTDLMeQixQir4R36maVPKIXmUchYR5iLLNc51e8QCrw (Lest 06. april 2023)
- Ruud, T. (u.å). *Miljøplan trinn 1 og 2. Haugaland Landbruksrådgjeving*. Hentet fra: <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-rogaland/dokument-fmro/landbruk/informasjonskriv/miljoplan-trinn-1-og-2---artikkel-torbjorn-ruud.pdf> (Lest 24.april 2023)
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Publications. Hentet fra: Google books.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.Hentet fra: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.55.1.68> (Lest 27. april 2023)
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and

- new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67. Hentet fra: <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020> (Lest 14. juni 2023)
- Sallet, L. (2022). *UPDATED: American Farmland Trust Leads Group in Effort to Transition U.S. Beef Supply to Carbon Neutral*. American Farmland Trust. Hentet fra: <https://farmland.org/american-farmland-trust-leads-group-in-effort-to-transition-u-s-beef-supply-to-carbon-neutral/> (Lest 15.april 2023)
- Salzman, J., Bennett, G., Carroll, N., Goldstein, A., & Jenkins, M. (2018). The global status and trends of Payments for Ecosystem Services. *Nature Sustainability*, 1(3), 136-144. Hentet fra: <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0033-0> (Lest 12 april 2023)
- Sandnes kommune. (2020). *Biokullanlegget på Vatne driftsstasjon*. Hentet fra: <https://www.sandnes.kommune.no/biokull/> (Lest 11.april 2023)
- Schmidt, H. P., Bucheli, T., Kammann, C., Glaser, B., Abiven, S., & Leifeld, J. (2016). European biochar certificate-guidelines for a sustainable production of biochar. Hentet fra: https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/125910/1/2016_ebc-guidelines.pdf (Lest 15. juni 2023)
- Schärer, J. (2016). *Ny rapport «Landbruk og klimaendringer»*. NIBIO. Hentet fra: <https://www.nibio.no/nyheter/ny-rapport-landbruk-og-klimaendringer> (Lest 05. des 2022)
- Shackley, S., Ruyschaert, G., Zwart, K., & Glaser, B. (Eds.). (2016). *Biochar in European Soils and Agriculture: Science and Practice* (1st ed.). Routledge. Hentet fra: <https://doi.org/10.4324/9781315884462>
- Shen, Y., Linville, J. L., Urgun-Demirtas, M., Schoene, R. P., & Snyder, S. W. (2015). Producing pipeline-quality biomethane via anaerobic digestion of sludge amended with corn stover biochar with in-situ CO₂ removal. *Applied Energy*. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.08.016> (Lest 15.juli 2023)
- Simon, H. A. (1960). *The new science of management decision*. Hentet fra: <https://doi.org/10.1037/13978-000> (Lest 14. juni 2023)
- Solemdal, L., & Serikstad, G. L. (2015). Økologisk landbruk sin spydspissfunksjon. *Nibio rapport. 1 (87) 2015*. Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/2379390> (Lest 04.april 2023)
- Steen, M. (2017). *Policyanalyse av biokull som klimatiltak i norsk landbruk*. Hentet fra: https://www.sintef.no/contentassets/77561a89491343cc8cceac5ebad3c8c2/prosjektnotat_policyanalyse-av-biokull-som-klimatiltak-i-norsk-landbruk.pdf (Lest 11.april 2023)
- Stortinget behandlet Meld. St. 13 (2020–2021) Klimaplan for 2021–2030 i Innst. 325 S (2020–2021). Om jordbruk skriver komiteen blant annet. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/03cbb8535e6d4136ad6410fb1df36e54/state-ns-tilbud-2023-pdf.pdf> (Lest 01.aug 2023)

- Sæther, E., & Kvamme, O. A. (2019). Fagovergripende perspektiver i en bærekraftdidaktikk. *i Ole Andreas Kvamme og Elin Sæther, Bærekraftdidaktikk, Oslo: Fagbokforlaget, 190-214.*
- Sørbø, C. Økonomiske insentiver i offentlig sektor. Norges handelshøyskole (NHH). Masteroppgave. Hentet fra: <https://core.ac.uk/download/pdf/30839364.pdf> (Lest 25. april 2023)
- Sørheim, K., & Solemdal, L. (2014). Bærekraftig matproduksjon. *Nordlys*, B3-B3. Hentet fra: https://orgprints.org/id/eprint/29577/1/Nordlys_kronikk.pdf (Lest 27. april 2023)
- Thomas M., Jensen K.L., Lambert D.M., English B.C., Clark C.D., Walker F.R. (2021). Consumer Preferences and Willingness to Pay for Potting Mix with Biochar. *Energies* 2021, 14, 3432. Hentet fra: <https://doi.org/10.3390/en14123432> (Lest 10. mai 2023)
- Thomassen, M. K., O'Toole, A., Joner, E., Tschentscher, R., Otte, P., Vik, J., ... & Halvorsen, T. (2017). Utvikling og implementering av biokull som klimatiltak i Norge. *SINTEF Prosjektnotat*. Hentet fra: <https://www.sintef.no/globalassets/sintef-teknologi-og-samfunn/avdelinger/arbeids-og-naringsliv/capture-biokull-som-klimatiltak-8-sept.pdf> (Lest 10. april 2023)
- Vatn, A. (2015). *Environmental governance: institutions, policies and actions*. Edward Elgar Publishing. Hentet fra: [https://books.google.no/books?id=dLckCwAAQBAJ&lpg=PT11&ots=1G6IGQYmC&dq=Vatn%2C%20A.%20\(2015\).%20Environmental%20Governance.%20Institutions%2C%20Policies%20and%20Actions.%20Cheltenham%3A%20Edward%20Elgar%20Publishing%20&lr&hl=no&pg=PT12#v=onepage&q=Vatn,%20A.%20\(2015\).%20Environmental%20Governance.%20Institutions,%20Policies%20and%20Actions.%20Cheltenham:%20Edward%20Elgar%20Publishing&f=false](https://books.google.no/books?id=dLckCwAAQBAJ&lpg=PT11&ots=1G6IGQYmC&dq=Vatn%2C%20A.%20(2015).%20Environmental%20Governance.%20Institutions%2C%20Policies%20and%20Actions.%20Cheltenham%3A%20Edward%20Elgar%20Publishing%20&lr&hl=no&pg=PT12#v=onepage&q=Vatn,%20A.%20(2015).%20Environmental%20Governance.%20Institutions,%20Policies%20and%20Actions.%20Cheltenham:%20Edward%20Elgar%20Publishing&f=false) (Lest 04. april 2023)
- Vivo-Vilches, J. F., Pérez-Cadenas, A. F., Maldonado-Hódar, F. J., Carrasco-Marín, F., Faria, R., Ribeiro, A. M., Ferreira, A., & Rodrigues, A. E. (2017). Biogas upgrading by selective adsorption onto CO₂ activated carbon from wood pellets. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.02.015> (Lest 15. juli 2023)
- Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, 32-45. Hentet fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584417300193> (08. april 2023)
- Wehrmann, D. (2018). *Incentivising and regulating multi-actor partnerships and private-sector engagement in development cooperation* (No. 21/2018). Discussion Paper. Hentet fra: <https://doi.org/10.23661/dp21.2018> (Lest 25. april 2023)
- Weldon, S. (2022). *Biochar for N₂O mitigation and improved delivery and retention of*

- mineral nitrogen in compost and soil.* (Doktorgradsavhandling (MINA)). Hentet fra: <https://hdl.handle.net/11250/3058854> (Lest 15.april 2023)
- Wilsgaard, S. (2020). *Satser på produksjon av biokull.* Hentet fra: <https://avfallnorge.no/bransjen/nyheter/satser-p%C3%A5-produksjon-av-biokull-og-bruk-av-pyrolyse-som-behandlingsmetode-for-organisk-avfall> (Lest 10. april 2023)
- Woolf, D., Amonette, J. E., Street-Perrott, F. A., Lehmann, J., & Joseph, S. (2010). Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature communications*, 1(1), 56. Hentet fra: <https://www.nature.com/articles/ncomms1053> (Lest 05. april 2023).
- World Trade Organization – WTO. (2006). *International Trade Statistics 2006 (Volume II)*. Hentet fra: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/anrep_e/wtr06-2c_e.pdf (Lest 23 juli 2023)
- YouTube. Hentet fra: <https://www.youtube.com/watch?v=gzNWnREZ2xI> (Sett 12. april 2023)
- Yuan, T., Zhang, Z., Lei, Z., Shimizu, K., Lee, D.-J., & Lee, D.-J. (2021). A review on biogas upgrading in anaerobic digestion systems treating organic solids and wastewaters via biogas recirculation. *Bioresource Technology*. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126412> (Lest 15.juli 2023)
- Zhao C, Xu Q, Gu Y, Nie X, Shan R. (2023a). Review of Advances in the Utilization of Biochar-Derived Catalysts for Biodiesel Production. *ACS Omega*. 2023 Feb 23;8(9):8190-8200. Doi: 10.1021/acsomega.2c07909. PMID: 36910936; PMCID: PMC9996642. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9996642/> (Lest 17.juli 2023)
- Zhao, L., Sun, Z.-F., Pan, X.-W., Tan, J.-Y., Yang, S.-S., Wu, J.-T., Chen, C., Yuan, Y., & Ren, N.-Q. (2023b). Sewage sludge derived biochar for environmental improvement: Advances, challenges, and solutions. 18, 100167. Hentet fra: <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2023.100167> (Lest 15.juli 2023)
- Øystese, Å, K. (2023). Spørsmål og svar om Norges klimamål. *Energi & Klima. Nyheter*. Hentet fra: <https://energiogklima.no/nyhet/sporsmal-og-svar-om-norges-klimamal/> (Lest 02.mai, 2023)
- Aamaas, B., Stange, E., Aamodt, S., Sandstad, M., Schwingshackl, C., Setsås, T. H., ... & Oort, B. V. (2020). Hva innebærer FNs klimapanelers spesialrapporter om landarealer, hav og is og Naturpanelets globale rapport for Oslo. *CICERO Report*. Hentet fra: https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/03/Rapport_Hva-innebaerer-IPCC-IPBES-for-Oslo.pdf (Lest 05. juli 2023)

VEDLEGG

1. **Informasjonsskriv**
2. **Samtykkeerklæring**
3. **Invitasjon for deltagelse i forskningsprosjektet**
4. **Spørreundersøkelse spørsmål**

Informasjonsskriv

Mitt navn er Jessica Kadibu

Jeg er masterstudent i bioøkonomi programmet fra Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU - campus ÅS). Jeg har nå startet på en ny forskning som handler om å øke bruken av biokull i norsk landbruk, med fokus på hvordan økonomiske insentiver kan bidra til å oppnå dette målet.

Jeg ønsker å intervju nøkkelpersoner i norsk landbrukssektor, som blant annet kandidater landbruksorganisasjoner, Forskere og andre interessenter som kan bidra i å gi deres perspektiv på mulighetene for å øke bruken av biokull i landbruket, og hvordan økonomiske insentiver kan bidra til å oppnå dette målet. Formålet med forskningen er å få en oversikt over dagens situasjon og begrensninger for bruk av biokull i norsk landbruk, samt å identifisere mulige løsninger og strategier for å øke bruken av biokull.

Intervjuene vil bli tatt opp hvis informanten godtar og godkjenner dette. All informasjon som kommer frem under intervjuet vil bli anonymt, og opptaket vil bli slettet umiddelbart etter at jeg har skrevet den informasjonen jeg trenger. All informasjon vil bli anonymisert innen forskningens slutt 15.06.2023. Hvis ikke godkjent av informanten, vil sistnevnte ikke kunne bli gjenkjent i den ferdige forskningsrapporten.

Det er frivillig å delta på dette intervjuet og mulig å isteden svare på spørsmålene via e-post, og dersom man takker ja kan man når som helst trekke seg fra intervjuet, og helt frem til forskningens slutt trekke seg fra undersøkelsen. Prosjektet er innmeldt til Personvernombudet for forskning (NSD) via NMBU.

Med vennlig hilsen

Jessica Kadibu

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått om forskningen: **Muligheter ved å øke bruken av biokull i norsk landbruk. "«Dagens status på forbruk og økonomisk tilskudd påvirkningsgrad i utviklingen av biokull som jordbruksprodukt. "**

Jeg samtykker til:

- å delta i intervjuet
- å ikke delta på intervjuet, men svare på noen av spørsmålene via e-post
- at det gjøres opptak av intervjuet at det ikke gjøres opptak av intervjuet
- at mitt navn ikke blir anonymisert at mitt navn bli anonymisert

Deltakerens underskrift, dato:/...../2021

Vil du delta i forskingsprosjektet

«Utforming av vekststrategi til økende bruk Biokull som gjødsel i norsk landbruket.»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et masterforskningsprosjekt hvor formålet er å måle interesse på mulige økonomiske virkemidler for tilrettelegging som kan være aktuelt for å øke interesse på bruk av biokull i produktiv jordbruksmark. Som følge av biokull skal kunne bli en storskala klimatiltak i norsk jordbruk. I dette skrivet gir jeg deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Dette er et masterforskningsprosjekt med foreløpige problemstilling: «Hvordan kan tilretteleggingen av økonomiske insentiver bidra til økende bruk av biokull i norsk landbruk? Formål med studiet er å finne økonomisk tilskudd som kunne ha vært interessant for bønder, slik at bruken av biokull i norsk landbruk kan økes. Forskningsspørsmålet utarbeides ved å se på biokull – som nøkkel for sirkulær bioøkonomi i norsk landbruket - Hvorav vekststrategi for å øke bruk av biokull i norsk landbruk vil være hovedfokuset i oppgaven.

Gjennom analyse av dagens marked , vil jeg fordype meg på hvordan snu om dagens bærekrafts Problemer i landbruket til lønnsomme og innovative forretningsmodeller. Jeg vil se nærmere på dagens lønnsomheter ved å benytte seg av biokull i produktiv jordbruksmark, og politiske tiltak av praktiske økonomiske insentiver som kan bidra i å løfte biokull markedet.

Studien er mest basert på kvalitativt forskningsdesign, som inkluderer en litteraturgjennomgang og valgekspériment. Som grunnleggende for å sikte på belysningen av dagens status og framtidsutsikter for det norske landbruket i sammenheng med bioøkonomien. Studiet vil evaluere den bioøkonomiske gjennomførbareheten på bruk av biokull i norsk landbruk og vurdere dens potensielle innvirkning på jordhelse, avlinger og klimagassutslipp. Forskningen vil også analysere adopsjon og spredning av biokullteknologi blant norske bønder og identifisere eventuelle barrierer og økonomiske insentiver for utbredt bruk. Gjennom analysen vil studien gi verdifull innsikt i levedyktigheten og bærekraften til biokull som jordforbedringsmiddel i norsk landbruk.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Med tanken på dette er et studentprosjekt, masterstudium. Er jeg Jessica Kadibu, student på Norges miljø og biovitenskapelige universitet – Fakultet for Handelshøyskole ansvarlig for prosjektet.

- Veileder: Thore Larsgård (Universitetslektor ved handelshøyskole)

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

utvalget er trukket etter spesifikk yrkesgruppe i et bestemt land. I prosjektet har jeg valgt å rette spørsmålene mot Norske Bønder. Jeg definere de utvalgte med: en person som eier eller forpakter og

driver et gårdsbruk innad Norges landegrener. Jeg ønsker å fokusere på denne gruppen for å få mer hensikt på Barrier som forsaker at biokull ikke få stor nok oppmerksomhet som et jordforbedrende produkt eller som råvarer til organisk gjødsel i norsk landbruk. Samt, hva skal til av økonomisk tilskudd for at biokull skal bli tiltrekkende i øyene til norske bønder.

Representativt utvalg fra alle som mottar produksjonstilskudd i 2022. Informasjon vil hentes fra informasjon tilgjengelig på nettet ,eller høre med Norsk Institutt for Bioøkonomi om dem muligens har tilgang på dette informasjon.

Hva innebærer det for deg å delta?

Det innebærer elektrisk spørreskjema. Opplysninger som samles, er svarer på spørsmål stilt på selve spørreundersøkelse. Data vil samle og analyser samlet er å finne fram til mønstre, sammenhenger og regelmessigheter i datamaterialet.

Det vil derfor ikke være enkelt man data som analysere, men en helhetlig analyse av alt svar som hentes inn for å måle hvilken alternativ er mest populært hos deltagere.

- *Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du fyller ut et spørreskjema. Det vil ta deg ca. 15 minutter. Spørreskjemaet inneholder spørsmål om mulighet økonomiske tilskudd som kunne ha være relevant for gårdbruker får å ta mer i bruk av biokull i landbruksdrift. Dine svar fra spørreskjemaet blir registrert elektronisk*
- *Jeg vil ikke samle personlig opplysninger i å spørreundersøkelse som vil føre til at den utvalgte bli identifisert. Resultat fra undersøkelse vil brukes for å vise et helhetlig bilde av mulige økonomiske tilskuddet som kunne ha vært interessant for dem, slik at biokull kan bli et sentralt produkt i landbruket.*

Spørreundersøkelse skal retter på bønder over 18 års alder.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Spørreundersøkelse vil ikke påvirke din behandling ved sykehuset / ditt forhold til skolen/lærer, arbeidsplassen/arbeidsgiver etc.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- *Kun meg som prosjektleder vil ha tilgang på behandlingen av opplysningen samlet fra spørreundersøkelsen.*
- *Som tiltak for å sikre at ingen uvedkommende får tilgang til personopplysningene. Med en anonym undersøkelse Slik at jeg kan samle inn svar fra deltakerne samtidig som identiteten deres holdes hemmelig. Dersom det lar seg ikke gjøre vil navne kodes og slettes etter dataen har blitt analysert.*
- *Google-skjemaer vil benyttes leverandøren for spørreundersøkelse verktøy. Her vil samle inn svarene og lage diagrammet på svarene gitt.*

- personer ved andre institusjoner skal ikke ha tilgang, på Data samles og personopplysninger skal behandles innenfor EU.

Deltakerne vil på ingen måte kunne gjenkjennes i publikasjon, da opplysninger fra spørreundersøkelse vil oppsummeres og gis i form av prosenter, diagrambilder eller annet anonym form for helt bilde svar av deltagelse ønske på implementering av økonomiske tilskudd for bruk av biokull.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes når oppgaven er lever og godkjent s av universitet som vil være ca. dato 16.juni 2023. Etter prosjektslutt vil rådatamaterialet slettes, svar fra analyse av data bli anonymisert, ved å slette alt av personlig informasjon som kan være mer på å identifisere de utvalgt. Det anonyme datamaterialet lagres vil lagres til ca. . 31.12.2023

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra *Norge miljø og Biovitenskapelige universitet (NMBU)* har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- *Jessica Kadibu*
- *Veileder: Thore Larsgård*

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Jessica Kadibu
(Student / prosjektansvarlig)

Undersøkelse om økonomisk tilskudd for bruken av biokull. (Bioøkonomi studiet)

Spørreundersøkelse knyttet til masteroppgave i bioøkonomi studiet ved NMBU

Denne nettbaserte spørreundersøkelsen utføres som en del av en masteroppgave innen bioøkonomi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven tar sikte på å undersøke "hvordan økonomiske insentiver kan bidra til å øke bruken av biokull i norsk landbruk." Formålet med spørreundersøkelsen er å kartlegge interessen for ulike økonomiske virkemidler som kan være aktuelle for å øke bruken av biokull på dyrka mark.

Spørreundersøkelsen vil være en del av metodekapitlet og vil brukes som grunnlag for resultatene og konklusjonen i masteroppgaven. Deltakelse i prosjektet er frivillig, og all informasjon vil anonymiseres. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deltakerne hvis de ikke ønsker å delta. Opplysningene vil bli behandlet konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Takk for at du deltar!

Samtykker du i at du deltar frivillig på denne spørreundersøkelsen og at dine svar kan brukes anonymt til forskning for denne masteroppgaven?

JA

For å delta på dette spørreundersøkelse må du være over 20 år. Er du over 20 år?

JA

Hvilken aldersgruppe tilhører du?

20 - 30

31 - 40

41 - 50

51 - 60

60 - 70

70 - 80

Hvilket fylke tilhører du?

Hvilket år tok du over gårdsbruket ?

Biokull er et materiale som kan brukes for å lagre karbon i jorda. Biokull kan i utgangspunktet produseres av alle typer biomasse, blandes med jord, og bidra til jordforbedring. Kjenner du til biokull som et jordbruksprodukt?

JA

NEI

Hvis ja, I hvilken grad har du kjennskap til biokull som et jordbruksprodukt?

I liten grad

I noen grad

I stor grad

I svært stor grad

Hva påvirker din beslutning om å bruke eller ikke bruke biokull på gården ?

I hvilken grad er du interessert i miljøvennlig jordforbedringsmidler eller biogjødsel ?

Biogjødsel er en type gjødsel som er laget av organisk materiale, for eksempel husdyrgjødsel, matavfall eller planterester. Biogjødsel er produsert i biogassanlegg ved hjelp av en prosess som kalles biologisk nedbrytning eller anaerob behandling, der mikroorganismer bryter ned det organiske materialet i fravær av oksygen.

Biokull har blitt omtalt som en «vinn-vinn» løsning for landbruk og klima siden det har agronomiske fordeler ved å forbedre jordkvaliteten (bedre jordstruktur, økt pH, økt vannlagringsevne) og muligens avling på sikt og samtidig være et effektivt klimatiltak ved at det øker karboninnholdet i jorda. Biokull kan både tilføres jorda direkte og det kan f.eks. inngå i ulike gjødselprodukter.

For tiden utvikles det **handelsgjødsel** (mineralgjødsel og organisk gjødsel) som **inneholder biokull** som både dekker plantenes næringsbehov samtidig som det bidrar til å øke karboninnholdet i jorda. Hensikten med en slik gjødsel vil være at man kan bruke mindre nitrogen (anslagsvis 10 %-15 % mindre) og allikevel ha samme gjødslingseffekt (pga. redusert utvasking av nitrogen). Produktet ville kunne spres på samme måte som annen handelsgjødsel og ha samme spredeegenskaper

Ikke interessert

- Biogjødsel
- Biokull som jordforbedringsmidler
- Handelgjødsel som inneholder biokull

Lite interessert

- Biogjødsel
- Biokull som jordforbedringsmidler
- Handelgjødsel som inneholder biokull

I noe grad interessert

- Biogjødsel
- Biokull som jordforbedringsmidler
- Handelgjødsel som inneholder biokull

I ganske interessert

- Biogjødsel
- Biokull som jordforbedringsmidler
- Handelgjødsel som inneholder biokull

Svært interessert

- Biogjødsel
- Biokull som jordforbedringsmidler
- Handelgjødsel som inneholder biokull

Hvordan tror du at insentiver og politiske virkemidler kan påvirke beslutningen om å bruke biokull på gården din?

Hva slags økonomisk tiltak kan være relevant for deg, for at du skal ta i bruk biokull som jordforbedringsmiddel eller gjødselprodukt ?

Bedre tilrettelegging. Som blant annet , støtteordninger og veiledning fra myndigheter og fagpersoner.

Egen tilskuddsordning for å binde karbon i jordbruket

Regionale miljøtilskudd i jordbruket for bruk av biokull.

At myndigheters stimulerer til produksjonen av rent biokull eller handelgjødsel som inneholder biokull.

At gårdbrukerne får betalt fra privatpersoner eller selskaper for binde karbon i jorda for å kompensere for deres klimagassutslipp (Salg av karbonkreditter)

Støtte til anvendelse av ren biokull eller en kombinasjon av biokull med andre gjødselprodukter som for eksempel husdyrgjødsel, mineralgjødsel eller kompost.

Mer tilgjengelig informasjon om de agronomiske fordelene med biokull..

Hvilke former for insentiver eller politiske tiltak vil du foretrekke for å øke bruken av biokull på gården din?

Hvor kjent er du med tilskuddsordninger for jordbruket?

Ordninger rettet mot næringsutøvere i jordbruket som f. eks Regionalt miljøtilskudd i jordbruket (RMP), Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL), eller Bedriftsrettede IBU-midler tilskudd.

Regionalt miljøtilskudd i jordbruket (RMP): Dette tilskuddet er en støtte til landbruket for å bidra til å redusere miljøbelastningen fra landbruket. Tilskuddet gis til bønder som gjennomfører tiltak for å redusere miljøproblemer som kan være knyttet til jordbruket, for eksempel tiltak for å redusere jord- og vannforurensning eller for å bevare biologisk mangfold.

Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL): Dette tilskuddet er også en støtte til landbruket for å bidra til å redusere miljøbelastningen på landbruket. SMIL-tilskuddet gis til bønder som gjennomfører spesielle tiltak for å bevare kulturlandskap, biologisk mangfold, kulturminner og kulturhistoriske verdier i landbruket.

Bedriftsrettede IBU-midler tilskudd: Dette tilskuddet er rettet mot bedrifter i landbruket, og skal bidra til å øke inntektene og forbedre lønnsomheten i landbruket. Tilskuddet kan for eksempel gå til å øke produksjonskapasiteten, forbedre kvaliteten på produktene, eller til innovasjon og utvikling av nye produkter og tjenester.

Ingen kjennskap

Dette elementet vises kun dersom alternativet «JA» er valgt i spørsmålet «Samtykker du i at du deltar frivillig på denne spørreundersøkelsen og at dine svar kan brukes anonymt til forskning for denne masteroppgaven?»

Regionalt miljøtilskudd i jordbruket (RMP)

Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL)

Bedriftsrettede IBU-midler tilskudd

I lite grad

Dette elementet vises kun dersom alternativet «JA» er valgt i spørsmålet «Samtykker du i at du deltar frivillig på denne spørreundersøkelsen og at dine svar kan brukes anonymt til forskning for denne masteroppgaven?»

Regionalt miljøtilskudd i jordbruket (RMP)

Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL)

Bedriftsrettede IBU-midler tilskudd

I noe grad

Dette elementet vises kun dersom alternativet «JA» er valgt i spørsmålet «Samtykker du i at du deltar frivillig på denne spørreundersøkelsen og at dine svar kan brukes anonymt til forskning for denne masteroppgaven?»

Regionalt miljøtilskudd i jordbruket (RMP)

Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL)
Bedriftsrettede IBU-midler tilskudd

I stor grad

Dette elementet vises kun dersom alternativet «JA» er valgt i spørsmålet «Samtykker du i at du deltar frivillig på denne spørreundersøkelsen og at dine svar kan brukes anonymt til forskning for denne masteroppgaven?»

Regionalt miljøtilskudd i jordbruket (RMP)
Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL)
Bedriftsrettede IBU-midler tilskudd

I svært grad

Dette elementet vises kun dersom alternativet «JA» er valgt i spørsmålet «Samtykker du i at du deltar frivillig på denne spørreundersøkelsen og at dine svar kan brukes anonymt til forskning for denne masteroppgaven?»

Regionalt miljøtilskudd i jordbruket (RMP)
Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL)
Bedriftsrettede IBU-midler tilskudd

Har du andre forslag til mulige støtte som kan være relevant for bruk av biokull på gården din?



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 ÅS
Norway