



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Bærekraft i norsk jordbruksproduksjon

## Kunnskapsstatus for videre analyser

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 110 | 2023



Divisjon for matproduksjon og samfunn, Divisjon for miljø og naturressurser, Divisjon for kart og statistikk, Divisjon for bioteknologi og plantehelse

**TITTEL**

Bærekraft i norsk jordbruksproduksjon. Kunnskapsstatus for videre analyser

**FORFATTERE**

Anne Kjersti Bakken, Marianne Bechmann, Helge Bonesmo, Anel Finci, Ola Flaten, Geir Wæhler Gustavsen, Torbjørn Haukås, Agnar Hegrenes, Line Johansen, Ingeborg Klingen, Sigrun Kværnø, Eva Skarbøvik, Håvard Steinshamn, Marianne Stenrød, Anja Celine Winger, Anne Falk Øgaard, Audun Korsæth

<b>DATO:</b>	<b>RAPPORT NR.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET:</b>	<b>PROSJEKT NR.:</b>	<b>SAKSNR.:</b>
07.09.2023	9/110/2023	Åpen	53172	Arkivnr 23/00550
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG:</b>	
978-82-17-03347-9	2464-1162	90	0	

**OPPDRAUGSGIVER:**

Landbruks- og matdepartementet

**KONTAKTPERSON:**

Siri Lothe

**STIKKORD:**

Landbrukspolitiske mål, matproduksjon, miljømessig bærekraft, sosial bærekraft, virkemidler, økonomisk bærekraft

**FAGOMRÅDE:**

Bærekraftig jordbruk

**SAMMENDRAG:**

Rapporten inneholder ei sammenstilling av kunnskap om status for miljømessig, økonomisk og sosial bærekraft i norsk jordbruksproduksjon og er svar på et oppdrag som NIBIO fikk fra Landbruks- og matdepartementet i november 2022.

Bærekraft er operasjonalisert som jordbrukets evne til å vedvare. Det bestemmes igjen av om det drives på en måte som ikke kommer i konflikt med seg sjøl og sitt eget produksjonsgrunnlag og heller ikke med livsvilkår og ressurser for mennesker og hensyn til naturmiljøet utenfor sektoren.

Det er også forutsatt at norsk jordbruk skal levere goder og tjenester i tråd med mål fastlagt i norsk landbrukspolitikk. Dette betyr ikke at konservering av status er et mål. Det kan tvert imot være slik at endringer nettopp er en avgjørende forutsetning for at jordbruket i Norge kan bestå og levere godt i all framtid. Dette skal analyseres i en etterfølgende del 2 av oppdraget.

Hovedpunkt fra gjennomgangen av kunnskapskilder og ei sluttvurdering av status for bærekraft finnes i et sammendrag sist i rapporten.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

LAND: Norge  
FYLKE: Trøndelag  
KOMMUNE: Trondheim  
STED:

GODKJENT

Audun Korsæth

\_\_\_\_\_  
NAVN

PROSJEKTLEDER

Audun Korsæth

\_\_\_\_\_  
NAVN





# Forord

Denne rapporten inneholder ei sammenstilling av kunnskap om bærekraft i norsk jordbruksproduksjon og er svaret på del 1 av et oppdrag som Landbruks- og matdepartementet ga til NIBIO i november 2022.

Del 2 skal seinere bygge på denne kunnskapssammenstillingen og innebærer en videre analyse av det norske matsystemet og hvordan det kan utvikles for å bli mer bærekraftig. I denne delen skal eksterne fagmiljøer involveres.

Bærekraft kan defineres og dekomponeres på mange ulike måter. I dette arbeidet har vi ikke lagt vekt på å holde oss presist til én definisjon, men tatt med oss noen forutsetninger gitt av Brundtland-kommisjonens definisjon av bærekraftig utvikling. Disse gjelder at en i vurderinger av grad av bærekraft må legge til grunn et tidsperspektiv, fra nåtid fram mot ei ukjent framtid, når en bedømmer om måten en prosess gjennomføres på kommer i konflikt med muligheter og interesser hos nålevende og framtidige generasjoner.

Vi har tolka oppdraget slik at det er et premiss at vi nå og framover skal ha et aktivt jordbruk i Norge som leverer en betydelig andel av maten befolkningen har behov for. Av det følger at måten jordbruket reguleres og drives på heller ikke bør undergrave egen levedyktighet og eksistens. Jordbruket kan dermed verken drives i konflikt med seg sjøl og sitt eget ressursgrunnlag eller i konflikt med miljøhensyn og livsvilkår og ressurser for mennesker utenfor sektoren. Vårt utvalg av bærekraftselementer og vurderingskriterier speiler dette doble kravet.

Lesere av rapporten vil sikkert kunne peke på flere elementer som burde ha vært med og kunnskap som ikke er referert og diskutert. Det er heller ingen tvil om at det er variasjon mellom tema i hvor mye kunnskap vi har funnet og hva som faktisk finnes. Her er vi åpne for alle innspill som kan være viktige å ta med seg i det videre arbeidet.

Forfatterne av rapporten er listet i alfabetisk rekkefølge nedenfor, med kapitlene de har bidratt på oppgitt i parentes. Om ikke annet er nevnt, er de fra NIBIO.

Marianne Bechmann (5.1.7-9, 5.1.12-13), Helge Bonesmo (5.1.3, 5.1.6-7), Anel Finci, AgriAnalyse (5.4.5), Ola Flaten (5.4.1-2), Geir Wæhler Gustavsen (5.2.2), Torbjørn Haukås (5.4.1), Agnar Hegrenes (5.3), Line Johansen (5.1.10), Ingeborg Klinge (5.1.11), Audun Korsæth (5.1.6-7, 7.0), Sigrun Kværnø (5.1.7-9, 5.1.12-13), Eva Skarbøvik (5.1.7-9, 5.1.12-13), Håvard Steinshamn (5.1.1, 5.1.4-5, 5.1.7, 5.1.14), Marianne Stenrød (5.1.11), Anja Celine Winger (5.1.7-9, 5.1.12-13), Anne Falk Øgaard (5.1.7-9, 5.1.12-13).

Anne Kjersti Bakken har det overordna ansvaret for rapportens innhold og har skrevet de kapitlene som ikke er spesifikt nevnt over.

Takk til NIBIO-medarbeiderne Jostein Frydenlund, Anne-Grete Roer Hjelkrem, Matthias Koesling og Hilde Haug Simonhjell, samt til Christian Anton Smedshaug fra AgriAnalyse for gode forslag og nyttige kommentarer på delkapitler.

Rapporten er kvalitetssikra av spesialrådgiver Arne Bardalen (NIBIO) som har kommet med konstruktiv kritikk og flere viktige innspill som vi har tatt hensyn til i endelig utgave.

Trondheim, 05.09.2023

Anne Kjersti Bakken

# Innhold

1	Oppdragsbeskrivelse.....	7
2	Avgrensning og definisjoner .....	8
2.1	Norsk jordbruksproduksjon og tilhørende verdikjede.....	8
2.2	Forståelse av bærekraft.....	8
3	Kvalitative og kvantitative analysemetoder for bærekraft i jordbruksproduksjonen.....	9
3.1	Multikriterieanalyse .....	9
3.2	Livsløpsanalyser (LCA) og utvidelser av slike .....	9
3.3	Iboende utfordringer med vektning av indikatorer.....	10
3.4	Grunnlag for matmerking som virkemiddel for å påvirke jordbruksproduksjonen.....	10
4	Statusgjennomgangens perspektiv, mål og metode .....	12
4.1	Norske landbrukspolitiske mål definerer jordbrukets oppgaver.....	12
4.2	Status for bærekraft beskrives uavhengig av etablerte metoder og kriteriesett .....	13
5	Status for bærekraft og måloppnåelse .....	15
5.1	Jordbrukets påvirkning på produksjonsgrunnlaget og naturmiljøet .....	15
5.1.1	Jordressurser .....	15
5.1.2	Fôrressurser i utmark og på inmarksbeiteareal .....	17
5.1.3	Genressurser .....	18
5.1.4	Dyrehelse, zoonoser, medisinbruk.....	19
5.1.5	Dyrevelferd.....	20
5.1.6	Klimagassutslipp.....	21
5.1.7	Gjødsling og tap av fosfor og nitrogen.....	28
5.1.8	Erosjon og tap av jord .....	33
5.1.9	Eutrofiering .....	36
5.1.10	Biologisk mangfold .....	39
5.1.11	Plantehelse og plantevern .....	42
5.1.12	Virkemidler for gjennomføring av miljøtiltak i jordbruket .....	45
5.1.13	Målkonflikter mellom matproduksjon og redusert miljøpåvirkning .....	45
5.1.14	OECD sin vurdering av miljøstatus og miljøeffekter av norsk jordbruk .....	46
5.2	Jordbrukets muligheter og evne til å levere mat til Norges befolkning .....	47
5.2.1	Type og mengde mat som kan produseres på norsk arealgrunnlag .....	47
5.2.2	Etterspørsel og forbruk av matvarer i Norge .....	48
5.3	Oppslutning om og avhengighet av landbrukspolitiske virkemidler .....	53
5.3.1	Økonomiske virkemidler .....	53
5.3.2	Handelspolitiske tiltak.....	54
5.3.3	Markedsordninger.....	54
5.3.4	Juridiske virkemidler .....	55
5.3.5	Bidrag til kunnskapsutvikling, kompetansebygging og rådgiving.....	55
5.4	Næringsutøvernes mot og muligheter .....	57
5.4.1	Driftsøkonomisk utbytte .....	57
5.4.2	Kritisk masse av produsenter og produsentmiljø.....	60
5.4.3	Omfang av jordleie.....	61

5.4.4	Tilgang på arbeidskraft.....	62
5.4.5	Vertikal integrasjon og kontraktsproduksjon.....	62
5.4.6	Støttefunksjoner i FoU og rådgivning.....	67
5.5	Jordbrukets rolle som distriktsnæring over heile landet.....	68
6	Statusgjennomgangens relevans for kriterier gitt av FNs bærekraftsmål .....	72
7	Oppsummering og sluttvurdering.....	75
	Litteraturreferanser.....	78

# 1 Oppdragsbeskrivelse

I et supplerende tildelingsbrev fra LMD 22. november 2022 ble NIBIO bedt om å gjøre en bred analyse av bærekrafta i norsk jordbruksproduksjon med tilhørende verdikjede.

Oppdraget ble beskrevet som todelte:

Delleveranse 1: Det skal lages en kunnskapssammenstilling knyttet til bærekraft i norsk jordbruk med tilhørende verdikjede, samt relevant kunnskap internasjonalt, herunder også nordisk arbeid.

Delleveranse 2: Basert på kunnskapssammenstillingen skal det foretas en vitenskapelig analyse som skal gi grunnlag for å videreutvikle et bærekraftig norsk matsystem som bidrar til matsikkerhet på lang sikt. Analysen skal synliggjøre status for, og identifisere muligheter og utfordringer for, miljømessig-, sosial- og økonomisk bærekraft i sektoren. Det må tas utgangspunkt i det norske målbildet for landbruks- og matpolitikken, naturgitte forutsetninger for produksjon, særtrekk i det norske samfunnet og globale utviklingstrekk. Analysen må også omfatte en vurdering av norsk jordbruksproduksjon vurdert opp mot målsettinger om utvikling av et bærekraftig kosthold. I arbeidet må NIBIO trekke veksler på andre relevante forskningsmiljøer og fagområder innen f.eks. miljø, forsvar (forsyningssikkerhet), helse, dyrevelferd og dyrehelse slik at det dannes et godt grunnlag for å drøfte avveininger mellom f.eks. hensyn knyttet til klima/miljø, vilkår for matprodusent og matproduksjon/matsikkerhet.

Denne rapporten inneholder kunnskapssammenstillingen som utgjør delleveranse 1. Som beskrevet av LMD over, skal den være basis for det videre analysearbeidet i del 2.

## 2 Avgrensning og definisjoner

### 2.1 Norsk jordbruksproduksjon og tilhørende verdikjede

Norsk jordbruk omfatter den produksjonen av pryd-, mat- og fôrvekster og husdyrprodukter som skjer i norske gartneri og på norske gårdsbruk. Tilhørende verdikjede dekker produksjons-, distribusjons- og salgsledd for innsatsfaktorer og kunnskap, samt transport-, foredlings-, distribusjons- og salgsledd for produktene. Det regulatoriske rammeverket for produksjon og verdikjeder, samt forvaltningen av dette hører også til.

I denne utredningen beskrives ikke verdikjedene bakover til opprinnelsessted for importerte råvarer og innsatsfaktorer i jordbruksproduksjonen, men det blir referert til analyser av miljømessig bærekraft i norsk produksjon der miljøbelastning og ressursbruk knytta til produksjon av slike er tatt med. Hovedvekt er lagt på selve jordbruksproduksjonen, og status for veksthusnæringen er ikke spesifikt tatt opp.

### 2.2 Forståelse av bærekraft

Det er en rikholdig vitenskapelig litteratur med forslag til og gjennomganger av ulike definisjoner av bærekraft og bærekraftig utvikling. Se for eksempel Vos (2007).

I dette arbeidet har vi ikke holdt oss presist til én definisjon, men tatt med oss noen forutsetninger gitt av Brundtlandkommisjonens definisjon av bærekraftig utvikling; «Ei bærekraftig utvikling er ei utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få tilfredsstillende sine behov.»

Forutsetningene gjelder at en i vurderinger av grad av bærekraft må legge til grunn et tidsperspektiv, fra nåtid fram mot ei ukjent framtid, når en bedømmer om måten en prosess gjennomføres på kommer i konflikt med muligheter og interesser hos nålevende og framtidige generasjoner.

«Prosesen» er her det norske jordbruket, og spørsmålet blir da om måten det reguleres og drives på kan være i konflikt med interesser og muligheter for mennesker som lever nå og i framtida.

FN sine bærekraftsmål summerer opp tallrike typer interesser og mål som må være tilfredsstillende dersom ei utvikling skal kvalifisere for å være bærekraftig (<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>). Vi har ikke basert vår gjennomgang og vurdering på disse, men tatt opp flere tema som faller inn under mange av dem. Dette valget innebærer ikke at vi undervurderer at FNs bærekraftsmål er en forpliktende agenda og en overbygning for regjeringens arbeid nasjonalt og internasjonalt de kommende åra. Sammenhenger mellom noen av FN-målene og temaer som behandles i denne rapporten er illustrert i kapittel 6.

Vi har tolka oppdraget slik at det er et premiss at vi nå og framover skal ha et aktivt jordbruk i Norge som leverer en betydelig andel av maten befolkningen har behov for. Av det følger at måten jordbruket reguleres og drives på heller ikke bør undergrave egen levedyktighet og eksistens. Jordbruket kan dermed verken drives i konflikt med seg sjøl og sitt eget ressursgrunnlag eller i konflikt med miljøhensyn og livsvilkår og ressurser for mennesker utenfor sektoren. Utvalget av vurderingskriterier i kapittel 5 speiler dette doble kravet.

En kunne ha tatt et annet valg og vurdert jordbrukets bærekraft ut fra hvordan det virker på omgivelsene aleine. Det ville ha vært det foretrukne alternativet dersom det ikke var et premiss at norsk jordbruk og målene for det skulle bestå. Omgivelsen ville da etter den tradisjonelle oppdelinga av bærekraft i tre dimensjoner, ha vært naturmiljøet og sosiale og økonomiske forhold for mennesker og samfunn lokalt og/eller globalt.



## 3 Kvalitative og kvantitative analysemetoder for bærekraft i jordbruksproduksjonen

Bærekraft kan analyseres med mange ulike metoder, og hvilken metode som velges vil variere etter hvordan bærekraft forstås og defineres, samt hva målet med analysen er.

Dersom den skal gi en statusbeskrivelse av en norsk vare- eller tjenesteproduksjon for å sammenligne med status for tilsvarende produksjoner i utlandet, vil en velge internasjonalt anerkjente og standardiserte rammeverk. Resultatet vil da gjerne bli øyeblikksbeskrivelser i form av skår på enkeltindikatorer som enten vektet for å aggregeres til en sluttverdi eller beskrives og gir grunnlag for rangering hver for seg. Standardisering av indikatorsett og prosedyrer for innhenting og bruk av data er også viktig for sammenligning av status for innenlandske alternativ.

Hensikten med en bærekraftsanalyse trenger ikke først og fremst være å plassere inn eller rangere prosesser og produkter etter en nå-status, men å bidra til å utvikle én konkret produksjon eller sektor slik at den har livskraft og kvalitet god nok til å vedvare og levere etter de målene som er satt for den.

Da kan diagnostiseringen bli mest effektiv og framfor alt mest treffsikker dersom en tar utgangspunkt i god og spesifikk kunnskap om produksjonen og dens omgivelser, og i større grad frigjør seg fra standardiserte indikatorsett med varierende relevans. De grunnleggende spørsmålene må gjelde om en produksjon er svak eller sterk og hvordan den kan forbedres for å kunne vedvare. Å finne svare på disse er en bærekraftsanalyse, uavhengig av hvordan styrkene dekomponeres og måles.

### 3.1 Multikriterieanalyser

I multikriterieanalyser brukes sett av indikatorer organisert under ulike hovedtema av utfordringer eller prestasjoner som bygger opp et bilde av samla bærekraft i en prosess. Indikatorene kan skåres etter numeriske størrelser eller etter kvalitative trinn og reint tekstlige beskrivelser. De kan også kategoriseres ut fra hva slags og hvor presis informasjon som foreligger om ulike egenskaper ved en prosess.

For jordbruk og matproduksjon kan slike metoder være utvikla for å analysere drifta på enkeltbruk eller leveranser fra og sidevirkninger av hele verdikjeder og produksjonsgreiner på mer aggregert nivå.

Både Bardalen et al. (2020) og Poulsen (2022) har gått gjennom mange eksempler på slike indikatorsett og referert hva de har vært brukt til og muligheter og utfordringer med å bruke dem. Noen er standardiserte og har stor internasjonal utbredelse, mens andre kan være utvikla med tanke på et spesifikt formål.

På norsk jordbruksproduksjon er SAFA-rammeverket, som er utvikla av FAO og utfyllende beskrevet av Bardalen et al. (2020), brukt for å beskrive bærekraft i nordnorsk grøntproduksjon (Halland 2021) og i norsk ammekuproduksjon (Halland et al. 2023). Begge studier henta data fra utvalgte enkeltgårder gjennom samhandling med bønder som bidro med egenevaluering. Forfatterne av disse studiene var reservert mot å konkludere om bærekraft for produksjonsgreiner på aggregert nivå.

### 3.2 Livsløpsanalyser (LCA) og utvidelser av slike

Livsløpsanalyser (LCA) er opprinnelig utvikla for å beskrive miljøbelastninger og bruk av fysiske ressurser i industriell produksjon, og er internasjonalt standardiserte (ISO 14040/14044), bredt akseptert og hyppig brukt. De innebærer en systematisk gjennomgang av alle prosesser som suksessivt følger fra utvinning av råstoff til endelig avhending som avfall. Dette omtales gjerne som at en følger produktet fra vogg til grav. Analysen kan også begrenses til å gjelde deler av livsløpet, for eksempel

fra vogge til distribusjonsledd eller forbruker. Miljøpåvirkningene summeres opp hver for seg og oppgis per enhet produkt eller tjeneste som benevnes som funksjonell enhet. Enkeltpyper av påvirkninger kan også grupperes eller summeres til mer aggregerte nivå.

Som nærmere beskrevet i kapittel 5.1, er det gjennomført flere slike analyser på norsk jordbruks- og matproduksjon.

LCA dekker ikke alle typer miljøpåvirkning og innebærer flere forenklinger og stor usikkerhet, spesielt når den brukes på biologiske prosesser som er vanskelige å overvåke og med stor naturlig variasjon.

Metoden velges likevel ofte for å vurdere og rangere miljømessig bærekraft i ulike landbruksproduksjoner, og resultater fra eldre LCA-studier er blant annet nylig brukt som grunnlag for å utvikle råd om hva som er et bærekraftig kosthold for Nordens befolkning. Det siste har blitt kritisert i høringsrunden (<https://www.helsedirektoratet.no/english/nordic-nutrition-recommendations-2022>).

For å dekke økonomisk og sosial bærekraft og gjennomføre totale «life cycle sustainability assessments» (LCSAs), er det utvikla rammeverk og indikatorsett for å utføre «life cycle costing analyses» (LCC) og «social LCA» (S-LCA). Den som vil lese mer om dette, kan gå til ei relativ fersk bok utgitt på Springer i 2021; <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-4562-4>.

Så langt vi kjenner til, er ikke LCC og S-LCA brukt for å vurdere økonomisk og sosial bærekraft i norske jordbruksproduksjoner.

I industrien utarbeides ofte såkalte EPDs (Environmental Product Declarations) for en komponent, et ferdig produkt eller ei tjeneste. Slike lages på grunnlag av en LCA etter en ISO-standard og er ment å gi sammenlignbare resultater på tvers av regioner og landegrenser. De er i noen grad brukt for å deklare matvarer produsert i Norge. For mer informasjon, se <https://www.epd-norge.no/?lang=no> NO.

### 3.3 Iboende utfordringer med vekting av indikatorer

Med bruk av multikriterieanalyser, herunder LCA og dens utvidelser, møter en alltid utfordringer med hvordan skår på indikatorer skal vektet dersom en skal konkludere på integrert eller total bærekraft i en produksjon eller en prosess. Når avleggeren SmartFarmTool fra SAFA-rammeverket brukes, blir gjerne grad av måloppnåelse på enkeltindikatorer stilt sammen i et edderkoppdiagram (som i Halland et al. 2023). Dette er da grunnlag for drøftinger av status og muligheter og målkonflikter dersom forbedringer skal gjøres. Det finnes ingen fullstendig objektiv metode, frigjort fra eksperter, politikeres eller involverte aktørers skjønn og ståsted, som kan brukes for å vekte mål og hensyn.

### 3.4 Grunnlag for matmerking som virkemiddel for å påvirke jordbruksproduksjonen

Det er utvikla et stort antall ulike merker for å informere forbrukeren om egenskaper ved maten og matproduksjonen. Vi gir her ingen oversikt over merkeordninger i Norge og EU for mat som beskriver hvor bærekraftig dens produksjonsmåte er. På nettstedet Ecolabel index (<https://www.ecolabelindex.com/ecolabels/?st=:category=food;region=europe>) presenteres 73 europeiske merkeordninger.

Utfordringene med å integrere og avveie enkeltelementer i bærekraft er akkurat de samme som i forskning, om ikke enda større, når en totalitet skal kommuniseres til forbrukere gjennom ei forenkla merking, gjerne i form av et symbol på produktet. Videre er det konflikter mellom å få til ei standardisering som det er konsensus om på den ene sida og å tilpasse rammeverket til nasjonale og regionale forhold på den andre. Tilgang på data av god kvalitet vil også være ei utfordring når produksjonene og produktenes sammensetning stadig endres og ny kunnskap kommer til.

Mange regner like fullt merking av matvarer for å være et godt virkemiddel for å gjøre produksjonen mer bærekraftig.

I det NFR-finansierte forskningsprosjektet NewTools (2021-2025, ledet av FHI) har en som mål å utvikle to nye vurderingssystemer; ett som gir skår for ernæringskvalitet og ett som gir skår for klima- og miljøbelastningen for produksjonene av hver enkelt matvare. Prosjektet vil ta utgangspunkt i eksisterende merkeordninger for mat og videreutvikle disse. Ordningene skal bidra til å endre både produksjonssystemer og matvaner, kunne brukes som rettesnor for produkt- og politikkutvikling og innkjøpsordninger i tillegg til å være et nyttig verktøy for forbrukerne i kjøpsøyeblikket (<https://www.fhi.no/studier/newtools/>). Prosjektet vil også jobbe aktivt inn mot EU med sikte på å etablere slike løsninger på tvers av EU-landene innen få år og at merkeordningene på sikt skal bli obligatoriske på mat og drikke i EU/EØS.

I tillegg til flere forskningsmiljø, deltar representanter for hele verdikjeden fra jord (og fjord) til bord, forvaltning, matvarekjeder og frivillige organisasjoner på ulike måter i prosjektet.

Det synes altså å være brei oppslutning blant mange og viktige aktører i jordbrukets verdikjede om at det er ønskelig å utvikle merkeordninger for miljømessig bærekraft. Likevel er det legitimt og viktig å diskutere om det faktisk er mulig når en også i forskningssammenheng har store problem å integrere alle indikatorer og mål som skal avveies og summeres.

## 4 Statusgjennomgangens perspektiv, mål og metode

### 4.1 Norske landbrukspolitiske mål definerer jordbrukets oppgaver

Figur 4.1 illustrerer at alle de fire hovedmålene i landbrukspolitikken både har klare koblinger til de tre etablerte bærekraftsdimensjonene (Figur 4.2), og at det gjennom de tverrgående prioriteringene i bunnen også legges vekt på det styringsmessige og institusjonelle fundamentet for helhetlige prioriteringer.

Matsikkerheit og beredskap	Landbruk over heile landet	Auka verdiskaping	Berekraftig landbruk med lågare utslepp av klimagassar
<p>Sikre forbrukarane trygg mat</p> <p>Auka matvareberedskap</p> <p>God dyre- og plantehelse og god dyrevelferd</p> <p>Satse på avl, forskning og utdanning for å auka bruken av dei biologiske ressursane</p>	<p>Leggje til rette for bruk av jord- og beiteressursane</p> <p>Moglegheiter for busetjing og sysselsetjing</p> <p>Eit mangfaldig landbruk med ein variert bruksstruktur og geografisk produksjonsdeling</p> <p>Leggje til rette for rekruttering i heile landet</p> <p>Ei økologisk, økonomisk og kulturelt berekraftig reindrift</p>	<p>Utnytte marknadsbaserte produksjonsmoglegheiter</p> <p>Ei konkurransedyktig og kostnadseffektiv verdikjede for mat</p> <p>Ei effektiv og lønsam utnytting av garden sine samla ressursar</p> <p>Vidareutvikle Noreg som matnasjon</p> <p>Leggje til rette for bonden sine inntektsmoglegheiter og evne til å investere i garden</p> <p>Berekraftig skogbruk og konkurransedyktige skog- og trebaserte verdikjeder</p>	<p>Redusert forureining frå landbruket</p> <p>Reduserte utslepp av klimagassar, auka opptak av CO<sub>2</sub> og gode klimatilpassingar</p> <p>Berekraftig bruk og eit sterkt vern av landbruket sine areal og ressursgrunnlag</p> <p>Vareta kulturlandskapet og naturmangfaldet</p>
Ei effektiv landbruks- og matforvaltning			
Forskning, innovasjon og kompetanse skal bidra til å nå hovudmåla i landbruks- og matpolitikken			
Vareta norske interesser og sikre framgang i internasjonale prosessar			

Figur 4.1. Hoved- og delmål i norsk landbruks- og matpolitikk og viktige fundament for at de skal kunne realiseres. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2022-14/id2930144/?ch=4>

Som grunnlag for å beskrive status og seinere gjøre en analyse av bærekraft i norsk jordbruk, må en legge til grunn at det i stor grad er politisk enighet om at jordbrukets samfunnsoppdrag er å levere, foruten mat, også ei rekke andre goder og tjenester for involverte næringsaktører og det øvrige samfunnet.

Statusgjennomgang og analyser vil derfor ikke bare kunne konsentrere seg om spørsmålet om vi driver jordbruk på en måte som bevarer livsmiljø og samfunnsstrukturer som *framtidige* generasjoner trenger for å dekke sine behov og ha et godt liv (ref. Brundtlandkommisjonens definisjon av bærekraft).

Det utvides til å gjelde hvorvidt norsk jordbruk produserer mat og andre goder på en måte og med et utbytte som dekker behovene til befolkningen i landet på kortere sikt uten at drifta undergraver mulighetene til framtidige generasjoner. Som gjort rede for i kapittel 2.2, er inngangen at et bærekraftig jordbruk verken kan undergrave sin egen eksistens eller drives i konflikt med miljøhensyn og livsvilkår og ressurser for mennesker utenfor sektoren.

## 4.2 Status for bærekraft beskrives uavhengig av etablerte metoder og kriteriesett

Vår framgangsmåte for å beskrive status har vært å

- 1) observere og vurdere jordbruket slik det drives, reguleres, endres og oppfattes i dag
- 2) velge ut noen konkrete, indre og ytre faktorer og forhold som er viktige for at det skal vedvare, uavhengig av om de kan sorteres til økonomisk, sosial og miljømessig bærekraft.

I denne delleveransen skal det som beskrevet i kap. 1, gjøres en kunnskapsoppsummering av status for bærekraft i norsk jordbruk. Arbeidet har derfor måttet hvile på den kunnskapen og de hypotesene som finnes hos oss oppdragstakerne og i kunnskapsmiljøene omkring. Som gjort kort rede for i kapittel 3, er det så langt ikke gjennomført helhetlige bærekraftsanalyser av sektoren norsk jordbruk etter etablert og standardisert metodikk.

Med det som utgangspunkt og med forståelsen av at det var viktig å fange den norske virkeligheten og ha denne som ramme for gjennomgangen, valgte vi å beskrive situasjonen og gjøre vurderinger uavhengig av standardiserte indikatorsett og vurderingskriterier.

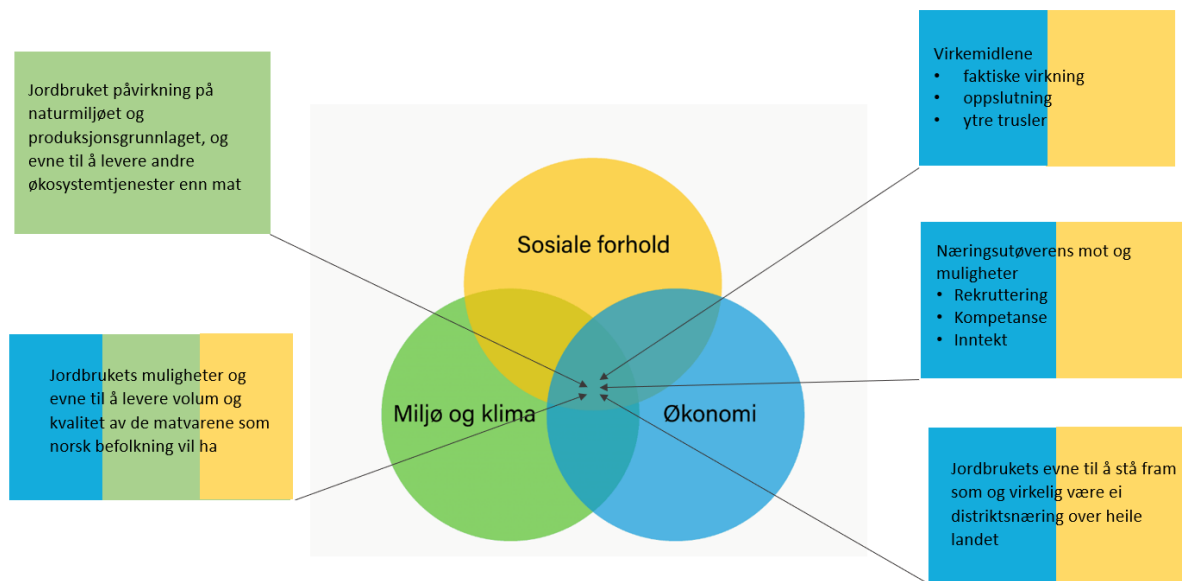
Vi har i stedet brukt vår kunnskap om norsk jordbruk til å på nokså fritt grunnlag velge ut og beskrive utfordringer som betyr mye for om jordbruket skal kunne vedvare («sustain») og levere på de landbrukspolitiske målene. Utvalget av tema og utfordringer er summarisk beskrevet og illustrert i Figur 4.2.

Målet har vært å gjøre statusbeskrivelsen på et nokså overordna nivå, men vi har gått inn på spesifikke produksjonsgreiner og geografiske områder der det har vært nødvendig og relevant. Det er ikke samme dybde på gjennomgangen av alle tema siden kunnskapstilfanget varierer mellom dem.

For å forstå og eventuelt også diskutere utvalget, er det viktig å ha med seg at vi legger vekt på at bærekraft har en tidsdimensjon. Vi har dermed valgt ut tema og utfordringer som kan ha mye å si for jordbrukets muligheter for å fortsette å levere i uoverskuelig framtid. Det er lagt mindre vekt på å hente fram kunnskapsgrunnlag som kan brukes til å rangere og sammenligne status med tilsvarende i andre sektorer og andre lands jordbruk. Komparative vurderinger er mindre relevante siden det er store forskjeller mellom sektorer og mellom ulike lands naturlige forutsetninger for matproduksjon.

At vi ser på jordbrukets evne eller mulighet til å bestå eller vedvare, betyr ikke at vi har satt opp konservering av status som mål, eller at vi ikke mener at jordbruket vil eller bør endres. Det kan tvert imot være slik at endringer nettopp er en avgjørende forutsetning for at jordbruket i Norge kan bestå og levere godt i all framtid. Dette skal analyseres i del 2 av oppdraget.





Figur 4.2. Oversikt over tema det gjort opp kunnskapsstatus for i rapporten med indikasjoner om de helt eller delvis kan sorteres til å gjelde miljømessig, sosial eller økonomisk bærekraft. Boksenes størrelse reflekterer ikke omfanget av de ulike temaene i statusgjennomgangen.

## 5 Status for bærekraft og måloppnåelse

### 5.1 Jordbrukets påvirkning på produksjonsgrunnlaget og naturmiljøet

#### 5.1.1 Jordressurser

##### 5.1.1.1 Arealer tilgjengelige og i drift

Tap og nedbygging av jordbruksareal blir sett på som en av de viktigste truslene mot framtidig matsikkerhet og miljømessig bærekraft (Bardalen et al. 2020, Dombu et al. 2021).

Norges totale jordbruksareal er 11,3 million daa (Arealbarometeret, NIBIO, <https://arealbarometer.nibio.no/nb/norge/>), som tilsvarer om lag 2,1 daa per person. I underkant av 10 mill. daa var i drift i 2022 (SSB). Av det totale arealet er 78% fulldyrka (1.6 daa/person), altså areal som kan pløyes og brukes til dyrking av åkervekster og radkulturer som korn, potet og grønnsaker, samt eng. Det er anslått at 54 % av det fulldyrka arealet, og 40 % av det totale, har agronomisk svært god jordkvalitet (Lågbu et al. 2018). Det er jord som gir gode og årvisse avlinger av kulturvekster. I dag blir om lag  $\frac{3}{4}$  av det totale jordbruksarealet brukt til eng og beite og totalt 90 % til å dyrke fôr til husdyr (Steinshamn et al. 2016).

Større andel av arealet kan brukes til å dyrke matvekster, men hvor stort dette realistisk kan være er styrt av både klimatiske, teknologiske og økonomiske rammebetingelser. Se også kapittel 5.2 for ei drøfting av dette. Uansett er arealet tilgjengelig for dyrking av matvekster begrensa i forhold til folketallet. Dersom vi bare ser på fulldyrka areal som mottar produksjonstilskudd, har vi 1,5 dekar jordbruksareal per innbygger. Det er dette tallet som benyttes i FAO sin globale statistikk. Gjennomsnitt på verdensbasis er 1,8 dekar fulldyrka jord (arable land) per innbygger. Jordbruksareal per innbygger i Norge har blitt redusert de siste tiårene på grunn av befolkningsvekst, samtidig som antall dekar jordbruksareal har endret seg lite (Bardalen et al. 2023).

De dyrkbare reservene i Norge er oppgitt til å være 12,5 millioner dekar i datasettet for dyrkbar jord (<https://www.nibio.no/tema/jord/arealressurser/dyrkbar-jord?locationfilter=true>). Dette er areal som ikke er fulldyrka i dag, men som etter oppdyrking kan holde kravene til fulldyrka areal. Reguleringer og lovverk, samt endrede driftstekniske forutsetninger påvirker hva som ut fra dagens vilkår kan ansees som aktuelt dyrkbart areal. Basert på nye analyser av datasettet har NIBIO estimert at det aktuelle potensialet for nydyrking utgjør 45 % av dette arealet (Bardalen et al. 2023). De aktuelle, tilgjengelige reservene av dyrkbar jord er små, spesielt i klimasoner egnet for matkornproduksjon.

Nydyrking kan ha uheldige miljømessige konsekvenser som økt erosjon og tap av næringsstoff til omgivelsene (Bardalen et al. 2023), samt tap av biologisk mangfold.

Norge har tydelig lovgivning som skal hindre at jord ikke går ut av drift eller blir bygd ned. I Jordlova (1995) står det blant annet at «Dyrka jord må ikkje brukast til føremål som ikkje tek sikte på jordbruksproduksjon. Dyrkbar jord må ikkje disponerast slik at ho ikkje vert eigna til jordbruksproduksjon i framtida». Likevel ble 97 000 daa bygd ned mellom 2004 og 2015, og det meste (71 %) var fulldyrka jord med svært god jordkvalitet (Gundersen et al. 2017). Det betyr at andre samfunnsinteresser blir sett på som viktigere fordi lova gir rom for unntak «dersom det etter ei samla vurdering av tilhøva finn at jordbruksinteressene bør vika». Ekstra utfordrende er det at mye av den mest produktive dyrkajorda ligger nært tettsteder. For fylkene Rogaland, Oslo, Viken og Vestfold og Telemark er det beregnet at mer enn 50 % av jordbruksarealet ligger i tettsted eller innenfor 2 km fra tettsted (Myrli 2022).

I mange deler av landet har jordbruksareal gått ut av drift. NIBIO har estimert hvor stort dette jordbruksarealet er ved å sammenligne arealressurskart (AR5), som er en oversikt over jordbruksareala, med registeret for søknad om produksjonstilskudd. Estimater tyder på at 13 % av det totale jordbruksarealet og 9,5 % av det som er maskinelt høstbart, kan være ute av drift (Mathiesen 2019). Statsforvalteren i Vestfold og Telemark gjorde i 2021 en egen kartlegging, og fant at anslagene fra NIBIO var for høye i dette fylket (<https://www.statsforvalteren.no/nb/vestfold-og-telemark/landbruk-og-mat/jordvern/areal-ute-av-drift/etter-ett-ar-med-full-satsing-pa-areal-ute-av-drift--hvordan-gikk-det/>).

Noe av arealet som har gått ut av drift ligger i marginale områder og er lite produktive, men areal som ikke er maskinelt høstbare og som har gått ut av bruk, kan sjøl med dagens driftsmåter være viktige beiteressurser for matproduksjon (Steinshamn et al. 2018).

Tallet på landbruksbedrifter er redusert med 32 600 enheter (46 %) fra 1999 til 2021, mens jordbruksarealet i drift per enhet har økt fra 147 til 259 daa i det samme tidsrommet (Knutsen 2022). Årsakene til disse endringene er flere, men økonomi og endring i teknologi er viktige drivere. En konsekvens er at 47 % av alt jordbruksareal blir drevet av andre enn de som eier det, altså som leiejord.

Årsaken til omfattende bruk av leie er blant annet teknologisk-økonomiske endringer som krever større bruksenheter for å være lønnsomme, sosiale normer for å beholde eiendommen i slekta og offentlig eiendomsregulering (Forbord et al. 2014). Arealfragmentering er ei utfordring som følger med økt andel leiejord. Areal tilgjengelig for leie ligger ikke nødvendigvis nær den aktive driftsenheten. Dette gjør at reiseavstanden til jordeteiger kan være lange (Stokstad et al. 2020), og det medfører betydelige kjørekostnader (Kårstad et al. 2015). Om lag 40 % av bønder som ble spurt oppfatta arealfragmentering som et problem, og kjøreavstand og leie av jord fra mange eiere ble sett som viktige årsaker hos de som opplevde det problematisk (Forbord & Zahl-Thanem 2019). En analyse utført av Mittenzwei (2020) viste at det er store gevinster, både økonomiske og miljømessige (redusert CO<sub>2</sub> -utslipp), ved bedre samhandling og bytte av leieareal mellom bruk innen kommuner.

#### 5.1.1.2 Jordhelse

Den kvalitetsklassifiseringen av norsk dyrkajord som det ble referert til i innledningen av dette kapitlet, er ikke basert på vurderinger av jordhelse.

I faggrunnlaget for Nasjonalt program for jordhelse (Landbruksdirektoratet 2020) ble FAOs definisjon av «soil health» oversatt til «jordas evne til å fungere som et levende system, som bidrar til å opprettholde plante- og dyreproduksjon, opprettholde eller forbedre vann- og luftkvalitet, og fremme plante- og dyrehelse.» Det dekker altså både status for livet i jorda og de fysiske og kjemiske egenskapene som bestemmer hvor godt livsgrunnlag jorda gir for jordboende organismer og kulturplanter.

Det finnes ingen undersøkelser som dokumenterer utviklingstrender og status for dette i norsk dyrkajord (Svendgård-Stokke et al. 2021), men det er nylig satt i gang et overvåkingsprogram som skal følge med på erosjon, tap av organisk materiale og biodiversitet, jordpakking og forurensing på 1000 lokaliteter spredt over hele landet (<https://nibio.no/nyheter/nasjonalt-overvakingsprogram-for-jordhelse?locationfilter=true>).

En har likevel kunnskap om tilstanden for noen viktige egenskaper som bygger jordhelse. Blant annet har en lenge vært klar over at overgangen fra allsidige vekstskifter med eng til ensidig korndyrking på flatbygdene på Østlandet har ført til at innholdet av organisk karbon (mold) har gått ned i åkerjorda (Riley & Bakkegård 2007). Riley et al. (2022) viste i et fastliggende langtidsforsøk hvordan bruk av husdyrgjødsel og innslag av engvekster kan bremse eller stoppe nedgangen en ser i åkerdominerte omløp. Uhlen et al. (2017) anslo at lavt innhold av organisk materiale etter ensidig kornproduksjon over tid gir et kornavlingstap på ca. 10 % i gjennomsnitt per år. Rasse et al. (2019) gikk gjennom flere

tiltak som kunne tenkes å bygge opp jordkarbonlagrene under åkerdyrking, men konkluderte at en ennå hadde en relativt beskjeden verktøykasse for formålet. De trakk fram bruk av fangvekster, men det er fremdeles usikkert hvor mye slik praksis kan bety i en relativt kort, norsk vekstsesong, og hva utstrakt bruk vil ha å si for kornavlingene.

Det er også godt dokumentert at jordpakking i matjordlaget og undergrunnen kan forringe vannledningsevne og luftvekslingskapasitet i jorda (se for eksempel Seehusen et al. 2021 for forsøksresultater og flere referanser). Omfanget av reversible og irreversible skader kjenner en ikke, men Uhlen et al. (2017) anslo at en årlig mista minst 15 % av den potensielle kornavlinga i Norge på grunn av skadelig pakking.

Videre, så er kalktilstand (pH) en karakter ved jorda som bestemmer hvor godt livsgrunnlag den er for kulturplanter og jordboende organismer. Det gis råd om kalking (mengde og frekvens) gjennom den gjødslingsplanlegginga som de fleste bønder gjør i samarbeid med rådgivingstjenesten. Likevel har lave salgstall for kalk gitt grunnlag for bekymring og sterke anbefalinger om å kalke mer (Nesheim 2014). Den nyeste salgsstatistikken (Mattilsynet 2021) viser at omsetningen i tonn vare har økt både fra 2014 til 2017 og fra 2017 til 2020.

Biodiversitet og forekomst av miljøgifter (herunder plantevernmidler) i norsk jordsmonn har en lite kunnskap om utover punktmålinger i forsøk eller måleprogram med begrenset geografisk omfang. Se likevel kapittel 5.1.11 om plantevernmiddelrester i jord og Chen et al. (2020) om hvordan samfunnene av sopp og bakterier i jorda har utvikla seg i det fastliggende forsøket med ulike vekstskifter/dyrkingssystemer som ble omtalt over (Riley et al. 2022). De fant at biodiversiteten var lite påvirket av dyrkingssystem, men at tilførsel av organisk materiale (gjennom gjødsel eller plantedeler) var viktig for å få velfungerende samfunn og store nok populasjoner av organismer til at jordkvalitetene fikk ei positiv utvikling.

Vitenskapskomitéen for mattrygghet (VKM) har i flere omganger vurdert risiko for at mat- og fôrvekster skal bli kontaminert av tungmetaller og arsen (As) som følge av høyt innhold i jordsmonnet, dyrkingspraksis eller tilføring av slam, biorest eller organiske gjødselmiddel (Wasteson et al. 2017, Eggen et al. 2022). Det er ikke gjort brede kartlegginger av innholdet i dyrkajorda så langt, men forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951>) er ment å bidra til å forebygge ytterligere akkumulering av disse grunnstoffene.

### 5.1.2 Fôrressurser i utmark og på innmarksbeiteareal

Historisk har fôrressurser henta i utmark og på udyrka innmarksareal vært svært viktige i norske drøvtyggerproduksjoner (Gjerdåker 2002). Noe har blitt beita, og noe har blitt slått til vinterfôr.

Etter hvert som avdråtten har økt, dyretallet har gått ned, avlingene fra dyrka areal har blitt større og bruksstruktur har endra seg, har spesielt storfeproduksjonene blitt mindre avhengige av disse ressursene.

Likevel tas det i dag (2019) opp anslagsvis 256 mill. fôrenheter i utmark årlig av storfe, småfe og hest, og det søkes om produksjonstilskudd for litt over 70 % av innmarksbeitearealet på totalt 2,2 mill. daa (Rekdal & Angeloff 2021). Av den totale nyttbare utmarksressursen blir knapt halvparten brukt, men det er store fylkesvise variasjoner i utnyttelsesgrad både i utmark og på innmarksbeitene.

I Rogaland blir så å si alt av begge kategorier utnyttet i dag, mens utnyttelsesgraden i utmark er spesielt lav i Finnmark, Troms, Nord-Trøndelag, Telemark og Oslosfjordfylkene (Rekdal & Angeloff 2021).

Årsaker til at ressursene ikke brukes og muligheter til å øke bruken innenfor ulike driftsformer er drøfta av Bakken & Mittenzwei (2023).

Det opplagte tiltaket er at antallet drøvtyggere som beiter må økes der de ledige ressursene ligger. Dette kan skje ved at en totalt øker antallet drøvtyggere eller flytter driftsenheter mellom regioner på permanent basis og ved at driftsform/fôrrasjon endres vesentlig fra hvordan den er i dag.

Driftsenheter som eventuelt skal flyttes, nyetableres eller ha flere dyr som går på beite, må disponere arealgrunnlag for å produsere vinterfôr og ligge nært beiteområdene som skal utnytted. For storfeproduksjonene, inklusive melkeproduksjonen, må avdråtten reduseres dersom samme mengde skal produseres på et høyere antall dyr. En må også finne løsninger som gjør at hanndyra kan gå på beite i en større del av livet eller som gjør at det blir født eller fôra opp relativt færre hann- enn hunndyr. Konflikter mellom å ha flere beitedyr til matproduksjon på innmarks- og utmarksbeitene og å ha levedyktige populasjoner av rovdyr i de samme områdene, må også forebygges eller løses.

Ifølge Rekdal & Angeloff (2021), er beitetrykket i utmarka nå så lavt i mange områder at ressursen er i ferd med å forringes. Buskvegetasjon og tresetting blir tettere, og planteproduksjonen i undervegetasjonen blir redusert når lys og varme ikke når ned. Dette går også utover biologisk mangfold, noe som spesifikt blir tatt opp i kapittel 5.1.10.

### 5.1.3 Genressurser

Norsk jordbruk forvalter genressurser for både jord- og hagebruksvekster og husdyr. Graminor AS (<https://graminor.no/>) utvikler plantesorter til jord- og hagebruksnæringen i Norge. Selskapets største eiere er jordbruksnæringens frøsalgsorganisasjoner og staten, og samfunnsoppdraget er å levere nye sorter av korn, engvekster, potet, frukt og bær tilpasset norske og nordiske vekstforhold.

Genressurser for vekster som ikke bevares gjennom aktiv bruk i forskning og foredling, ivaretas av Norsk genressurscenter (<https://www.nibio.no/om-nibio/vare-fagdivisjoner/divisjon-for-kart-og-statistikk/norsk-genressurscenter?locationfilter=true>) på bakgrunn av mandatartslistene fra NordGen (<https://www.nordgen.org/om-oss/organisation/stadgar/>). Mandatartslistene omfatter jordbruksvekster (292 arter), hagebruksvekster (178 arter av frukt, bær og grønnsaker) og viltvoksende krydder- og medisinsplanter (110 arter i norsk flora). Til listen over de norske mandatsarter hører også prydpplanter som roser, stauder og grøntanleggsplanter, men det utarbeides ikke mandatartslistene for disse gruppene.

For husdyr ivaretas genressurser av næringens avlsorganisasjoner og Norsk genressurscenter. Avl og utvikling av NRF-populasjonen (Norsk Rødt Fe) gjennomføres av Geno SA som er et samvirkeselskap eid av norske storfebønder (<https://www.geno.no/>). Organisasjonen TYR har det overordna ansvaret for kjøttfeavl i Norge. TYR har nasjonalt avlsarbeid for rasene Angus, Charolais, Hereford, Simmental og Limousin (<https://www.tyr.no/>).

Organisasjonen Norsk Sau og Geit (NSG) har ansvaret for organisering og gjennomføring av avlsarbeidet for sau (fire raser) og geit (Norsk melkegeit) (<https://www.nsg.no/>). Avlsarbeidet på sau omfatter rasene Norsk kvit sau (NKS), Spælsau (kvit og farga), Sjeviotsau og Pelssau.

Norsvin SA driver avlsarbeidet på den norske grisen, og står for en kontinuerlig utvikling av et avlsmateriale både for den norske svinebonden og til kunder over hele verden (<https://norsvin.no/>).

Norsk fjørfeavlsag sluttet med nasjonalt avlsarbeid da EØS-avtalen i 1994 åpnet for import av besteforeldredyr.

Norsk genressurscenter forvalter genressurser for bevaringsverdige husdyrraser. En bevaringsverdig husdyrrase i Norge er en rase som regnes som nasjonal og med en truet eller kritisk truet populasjonsstørrelse. Kriteriene er utarbeidet av Norsk genressurscenter i samråd med Genressursutvalget for husdyr, og avgrenses slik: Rasen skal ha blitt importert til eller etablert i Norge før 1950, rasen skal ikke ha hatt vesentlig innkryssing av importert avlsmaterialet eller importen skal ha foregått i tråd med norske avlsmål, og rasen skal ha eller ha hatt næringsmessig og kulturhistorisk betydning.

---



## 5.1.4 Dyrehelse, zoonoser, medisinbruk

Økt globalisering med mer handel og transport av varer og dyr og av folk som reiser, øker risikoen for spredning av husdyrsykdommer over landegrensene og mellom kontinent (Otte et al. 2004). Disse sykdommene påfører ikke bare bonden økonomiske tap, men de kan påvirke pris og tilgjengelighet av matvarer og true matsikkerheten (McElwain & Thumbi 2017). I tillegg er noen sykdommer zoonotiske. Det vil si at de kan smitte fra dyr til mennesker og gjennom det kan utgjøre en risiko for folkehelsen (Garcia et al. 2020). Globalt er husdyra blitt det største reservoaret av antibiotika-resistente bakterier, og i noen land blir det brukt mer antibiotika til husdyr enn til mennesker (O'Neill 2016). Det blir sett på som avgjørende at unødvendig antibiotikabruk blir redusert, at siste-linje midler for mennesker blir forbudt brukt i husdyrproduksjonen, og at transparensen i bruken av antibiotika øker.

### 5.1.4.1 Dyrehelse

Streng grensekontroll har vært et viktig tiltak for å hindre innførsel og spredning av dyresykdommer. EØS-avtalen fra 1994 førte til endrede forskrifter for handel med dyr og dyreprodukter, og importrestriksjoner basert på grensekontroll og karantenetid ble mindre strenge. WTO-avtalen fra 1995 fjerna også barrierer for internasjonal handel. Som reaksjon på de internasjonale avtalene, innførte Norge kontroll- og overvåkingsprogram for noen alvorlige sykdommer. Det gjorde at Norge oppnådde såkalt fristatus (forklart nedenfor) for noen smittsomme sykdommer og for noen andre tilleggsgarantier. En kunne også sette tilleggskrav ved innførsel av levende dyr.

Nytt regelverk for dyrehelse trådte i kraft i april 2022 i form av 12 forskrifter og kom som følge av at EU innførte en ny dyrehelseforordning med utfyllende rettsakter (Animal Health Law, AHL-pakken) ([https://www.mattilsynet.no/dyr\\_og\\_dyrehold/dyrehelse/nytt\\_dyreheseregelverk\\_2021/](https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/dyrehelse/nytt_dyreheseregelverk_2021/)). Forskriftene inneholder blant annet regler for overvåking, helsekontroller, beredskap, bekjempelse av sykdommer, og regler for flytting av dyr, avlsmateriale og dyreprodukter innenfor EØS-området og import fra tredjeland. EU-forordningen har regler for sykdomsfri status (fristatus), og fravær av alvorlige smittsomme sykdommer gir fordeler ved internasjonal handel med dyr og produkter fra dyr.

Det er Veterinærinstituttet på oppdrag av Mattilsynet som står for overvåkinga av dyresykdommer. Veterinærinstituttet publiserer årlig rapporter fra programmene. I den siste publiserte samler rapporten, vises at alvorlige smittsomme sykdommer, såkalte A- og B-sykdommer, sjelden eller aldri er påvist i Norge (Falk et al. 2022). Viktige årsaker til god dyrehelsestatus er systematisk avlsarbeid, sykdomsforebyggende arbeid og smittevern på gårdene, samt at det er lite import av levende dyr og restriksjon på flytting av dyr mellom regioner. For eksempel er det forbud mot å flytte hunddyr av geit mellom besetninger og geitebukker ut av enkelte regioner.

På spørsmål om det i fagmiljøet blir diskutert om regelverket er under press og om det er godt nok, svarer Mattilsynet at de utnytter det nasjonale handlingsrommet i EØS-regelverket så langt det går for å ivareta den norske dyrehelsen. Mattilsynet får noen tilbakemeldinger med ønsker om at innførselsbestemmelsene burde være strengere. På spørsmål om Mattilsynet opplever press, både fra andre land og innenlands, på at regelverket burde liberaliseres, for å f.eks. kunne importere levende produksjonsdyr eller selge livdyr mellom regioner, svarer de at det er en god del press i EU fra næringa for at dyreheseregelverket ikke skal legge unødige hindringer for handel på tvers av landegrensene. Dette kommer spesielt fram ved at det i en del bestemmelser for bekjempelse utformes mange unntak for å ivareta handel. Et slikt press merkes nok noe i Norge også, men i svært liten grad sammenliknet med EU (Fredrik Wittenburg Andersen, pers. medd.).

### 5.1.4.2 Zoonoser

Veterinærinstituttet gir, sammen med Folkehelseinstituttet og Mattilsynet, årlig ut en samla oversikt over forekomsten av zoonoser hos mennesker og dyr, og i fôr og mat. Data blir også rapportert inn til det europeiske vitenskapsorganet for mattrygghet (EFSA). Både fôr, dyr og mat inngår i overvåkingsprogrammet. De vanligste matbårne sykdommer i Europa er mage- og tarminfeksjon

forårsaka av *Campylobacter* og *Salmonella*, og disse er også de mest vanlige i Norge (EFSA 2022). Men tilfella i Norge er få i forhold til folketallet sammenlignet med de fleste andre europeiske land. Slik den innenlandske husdyrproduksjonen blir utført og overvåka i dag, bidrar den i svært liten grad til å spre matbårne sjukdommer.

#### 5.1.4.3 Medisinbruk

I Norge har en hatt et overvåkingsprogram for antibiotikaresistens hos mikrober (NORM) og hos mikrober fra fôr, dyr og mat (NORM-VET) siden 1993. Norge har lavt forbruk av antibiotika til matproduserende husdyr sammenligna med de fleste land i verden, og har det laveste forbruket i Europa (European Medicines Agency 2022). Bruken til produksjonsdyr er redusert med om lag 40% (Fra ca. 9000 kg til 4500 kg) fra 1995 til 2021 (NORM/NORM-VET 2022). Etter utfasingen av bruken av Narasin i kyllingfôr i 2016, blir det i dag ikke tilsatt antibiotika i fôr til landdyr. I siste rapport blir det konkludert med at forekomsten av antibiotikaresistens hos bakterier fra mennesker og dyr er lav i Norge, men det blir påvist mer resistente bakterier nå enn da overvåkningsprogrammet starta.

Det er påvist resistens mot parasittmiddel hos et par rundormarter (mage- og tarmparasitter) hos sau (Domke et al. 2012), og Norge er det første landet i verden der det er påvist resistens hos koksider hos sau for det eneste tilgjengelige legemiddelet (Odden et al. 2018).

På spørsmål om det er press for å liberalisere medisinbruken fra næringa, som for eksempel profylaktisk bruk av medisin og et ønske om at bønder selv skal kunne diagnostisere og behandle, svarer Mattilsynet (Fredrik Wittenburg, pers. medd.) at næringa er bevisst på bruken av antibiotika og faren for resistens. Når det gjelder parasitter, kan det synes som om bevisstheten om resistens er lavere og at det er et større ønske i næringa for at bønder sjøl kan behandle.

#### 5.1.5 Dyrevelferd

Med dyrevelferd menes her «Individets subjektive opplevelse av sin fysiske og mentale tilstand, i sitt forsøk på å mestre sitt miljø» (Norges forskningsråd 2005). En måler ofte velferd ved å vurdere helsemessige, adferdsmessige og fysiologiske indikatorer. Det er viktig å merke seg at et dyr sjelden har bare dårlig eller bare god velferd. Biologisk funksjon, subjektiv opplevelse og naturlig liv er tre viktige dimensjoner som skal vurderes for å skaffe en oversikt over individets velferd (Stenevik & Mejdell 2011).

Dyrevelferd står høyt på agendaen i media og i samfunnsdebatten. Befolkninga har blitt mer opptatt av måten vi produserer maten på, og ikke minst er dyrevelferd et viktig motiv for å endre kosthold til å spise mindre kjøtt (Niva & Mäkelä 2021; Randler et al. 2021). Et tydelig signal på at dyrevelferd har fått økt oppmerksomhet er at regjeringa sommeren 2022 starta arbeidet med ei ny stortingsmelding om dyrevelferd (<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/ny-dyrevelferdsmelding/id2928150/>).

Det er ikke uten videre opplagt positiv sammenheng mellom dyrevelferd hos husdyr og grad av annen miljømessig bærekraft. Intensivering med økt produksjon per dyr (avdrått, tilvekst) vil kunne redusere miljøbelastninga (klimagassutslipp eller avrenning av næringsstoff) per enhet produkt og i så måte være mer bærekraftig enn mer ekstensiv drift. Men økt produktivitet per dyr kan ha negative konsekvenser for dyrevelferd. Dyrevelferd er ikke eksplisitt nevnt i FNs bærekraftsmål. Keeling et al. (2019) drøfta om det er forenlig å nå FNs bærekraftsmål samtidig som en forbedrer dyrevelferden. De fant at ved å arbeide for å oppnå måla, så ville en samtidig bedre velferden.

Norge var i 1935 blant de første landa i verden til å innføre en egen dyrevelferdslov (St.meld. nr. 12 (2002-2003)). Den nyeste utgaven trådte i kraft i 2010 og ble senest endret i 2018. I denne legges det til grunn at dyr har egenverdi uavhengig av nytteverdi for mennesker (Dyrevelferdsloven § 3). 'Lov av dyrevelferd' av 19.06.2009 har senere blitt endret flere ganger, og nærmere bestemmelser er gitt i forskrifter for de ulike dyreartene ('Forskrift om hold av storfe', 'Forskrift om hold av svin', 'Forskrift om hold av høns og kalkun', 'Forskrift om velferd for småfe').

Det er nå igangsatt forberedende arbeid for å prøve å samle regelverk for alle klauvdyr i en felles forskrift. Regelverket er strengt i Norge sammenlignet med mange andre land. For eksempel, så er det bare Norge som krever at kastrering av hangriser skal utføres av veterinær med bruk av bedøvelse og langtidsvirkende smertebehandling med injeksjon. Norge forbød tidlig halekupering hos gris samt fiksering av drektige purker, og har et generelt krav om løsdrift. Videre har Norge strenge krav til mosjon, løsdrift og beiting hos voksne hunddyr av storfe. Men for småfe er det ikke arealkrav i fjøset, og det er vanlig med fullspaltebinger. Vanlig areal per søye i norske sauefjøs er langt mindre enn det som finns i regelverk og anbefalinger i andre land (Bøe & Jørgensen 2012)

Til tross for nevnte lovverk og forskrifter, er det jevnlig oppslag i media om dårlig dyrevelferd i Norge, som for eksempel NRK-dokumentarene om svinehold i 2019 og 2020

(<https://www.nrk.no/dokumentar/xl/griseindustriens-brutte-lofter-1.15472297>). Videre avdekket Mattilsynet regelbrudd i litt over halvparten av besetningene i en inspeksjon gjennomført i 2021-2022 i vel 500 svinebesetninger. Det var som regel for lite rotmateriale og strø, og for dårlig oppfølging av sjuke og skadde dyr (Mattilsynet 2023).

Mange av dyretragediene som blir omtalt i media, kan ofte knyttes til psykisk uhelse hos røkter (Muri et al. 2016). I en nettbasert spørreundersøkelse blant norske melkeprodusenter, var det en klar sammenheng mellom indikatorer for trivsel og stress hos bøndene og indekser for dyrevelferd i kukontrollen (Hansen & Østerås 2019). Hos bønder som rapporterte høy trivsel og lavt stressnivå var det positiv sammenheng med skår på indikatorer for dyrevelferd på garden, og hos de som opplevde lav trivsel og høyt stressnivå fant de lavere skår på dyrevelferd i besetningene.

I en nylig publisert studie av velferd hos mjølkekyr i norske løsdriftsbesetninger, ble det konkludert med at for noen indikatorer er statusen svært god, men at det for andre er grunn til bekymring (Barry et al. 2023). De største utfordringene er skader på kyrne som følge av husdyrmiljøet, som kliniske tegn på nedsatt øyehelse og utilstrekkelig liggekomfort.

Sau på utmarksbeite kan bli skadd og tatt av rovdyr, og de kan være utsatt for sjukdommer, som alveld (Ulvund 2012) og sjodogg (forårsaka av flått) (Grøva et al. 2011). Dette er problematisk både for økonomien i sauenæringa og dyrevelferdsmessig, og dyrevernorganisasjoner kritiserer sauenæringa for dårlig dyrevelferd av den grunn (<https://www.dyrebeskyttelsen.no/tap-sau-pa-beite/>).

Næringa sjøl har sterkt søkelys på dyrevelferd. Animalia AS, som eies av Nortura SA og Kjøtt- og fjørfebransjens landsforbund, starta i 2013 med dyrevelferdsprogram for slaktekylling og har per i dag program for nesten alle de større produksjonene, dvs. fjørfe, svin og storfe (Kjos et al. 2022). Program for sau er under planlegging. Nær alle produsenter er med i disse programmene. Det innebærer jevnlig besøk av veterinær, der ulike indikatorer for dyrevelferd blir registrert og gitt tilbakemelding på i form av råd for forbedring. Manglende deltagelse eller oppfølging kan i noen produksjoner føre til trekk i pris på produkta. Animalia tilbyr en rekke kurs i dyrevelferd retta mot bønder, dyretransportsjåfører og ansatte ved slakterier.

Mange kommuner sliter med å tilby døgnkontinuerlige veterinærtjenester, et ansvar kommunene har lovpålagt ansvar for. Årsaken til problemet er sammensatt, men et fellestrekk er at der problemet er størst, er det også nedgang i tallet på produksjonsdyr og lange reiseavstander (LMD 2023). Konsekvensen av svikt i veterinærtjenesten kan være dårlig dyrehelse og dyrevelferd, og det reduserer muligheten for å drive landbruket over hele landet. Ei arbeidsgruppe har på oppdrag fra LMD foreslått en rekke tiltak for å bedre situasjonen.

### 5.1.6 Klimagassutslipp

Det synes å være allment akseptert i de fleste forskningsmiljøer at økningen i jordklodens overflatetemperatur gjennom de siste femti årene ikke fullt ut kan forklares ved naturlig klimavariasjon (se f.eks. American Meteorological Society 2019). Det er videre kommet sterke

anbefalinger om at verdenssamfunnet må arbeide for å redusere pågående global temperaturøkning slik at katastrofale virkninger av denne på planter, dyr og mennesker kan unngås (<https://news.un.org/en/story/2021/08/1097362>, <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>).

Den norske Lov om Klimamål (LOV-2017-06-16-60) er en oppfølging av landets fastsatte bidrag til reduksjon av klimagasser i atmosfæren i henhold til Parisavtalen fra 2015 (<https://snl.no/Parisavtalen>). Klimaloven fastsetter at målet skal være at klimagassutslippene i 2030 reduseres med minst 50 og opp mot 55 % fra utslippsnivået i referanseåret 1990. Norge har i tillegg inngått et juridisk bindende samarbeid med EU, som har de samme målene, og som innebærer at vi skal nå målene sammen med EU.

For å nå disse målene, må netto utslipp av klimagasser også reduseres i jordbrukssektoren, og Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag inngikk i juni 2019 en intensjonsavtale («Klimaavtalen») med regjeringen med mål om å redusere klimagassutslipp, og øke opptaket av karbon, tilsvarende fem millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i perioden 2021-2030.

I denne avtalen er tiltak inndelt i en del A som er jordbruksnæringens bidrag til reduksjoner i klimagassutslipp og økt karbonbinding, og en del B som er tiltak som regjeringen er ansvarlig for, primært forbruksendringer. Det er den samlede effekten av tiltak i del A og B som utgjør avtalens utslippsreduksjon. Tiltak i del B vil omfatte endring i etterspurt mengde mat som, forutsatt at konsekvensen er redusert produksjon i Norge, indirekte vil medføre reduksjoner i klimagassutslipp fra jordbruket (se Prestvik et al. 2022). Ansvar for klimagassutslipp som er knyttet til pågående jordbruksproduksjoner, er tillagt jordbruksnæringa og utgjør avtalens del A.

De viktigste klimagassene og største kildene for utslipp knyttet til jordbruksproduksjonene, og som jordbruksnæringa selv kan skjøtte, er: lystgass (N<sub>2</sub>O) fra jord som en følge av bruk av nitrogenholdig gjødsel, metan (CH<sub>4</sub>) fra vom og tarm hos husdyr, både N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub> fra lagring av husdyrgjødsel, og utslipp av karbondioksid (CO<sub>2</sub>) fra bruk av fossil energi, samt klimagassutslipp (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub> omregnet til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som en felles enhet) fra produksjon av forbrukte innsatsfaktorer. I tillegg kommer CO<sub>2</sub>-utslipp eller lagring som en følge av nettoendring i karbonlageret i jord. Fra organisk jord (dyrket myr) regnes det også utslipp av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O.

De totale klimagassutslippene som tillegges jordbrukssektoren i Norge er for 2021 beregnet til 4,702 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (ekv.), hvorav 2,557 millioner tonn er enterisk metan og 0,684 millioner tonn er direkte lystgassutslipp fra spredning av husdyrgjødsel og kunstgjødsel. Lystgass og metan fra husdyrgjødsellagring er beregnet til 0,551 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekv. I tillegg beregnes det også indirekte utslipp fra husdyr- og mineralgjødsel, kompost, slam og husdyrgjødsel på beite til 0,256 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekv. (<https://unfccc.int/documents/627398>). Utslipp knyttet til produksjon av importerte innsatsfaktorer føres ikke i Norges regnskap.

I det nasjonale klimagassregnskapet kategoriseres karbonendring i jordbruksjord som utslipp i arealbrukssektoren, og utslipp knyttet til bruk av maskiner og redskaper legges til transportsektoren. Disse utslippene regnskapsføres med andre ord ikke under jordbrukssektoren.

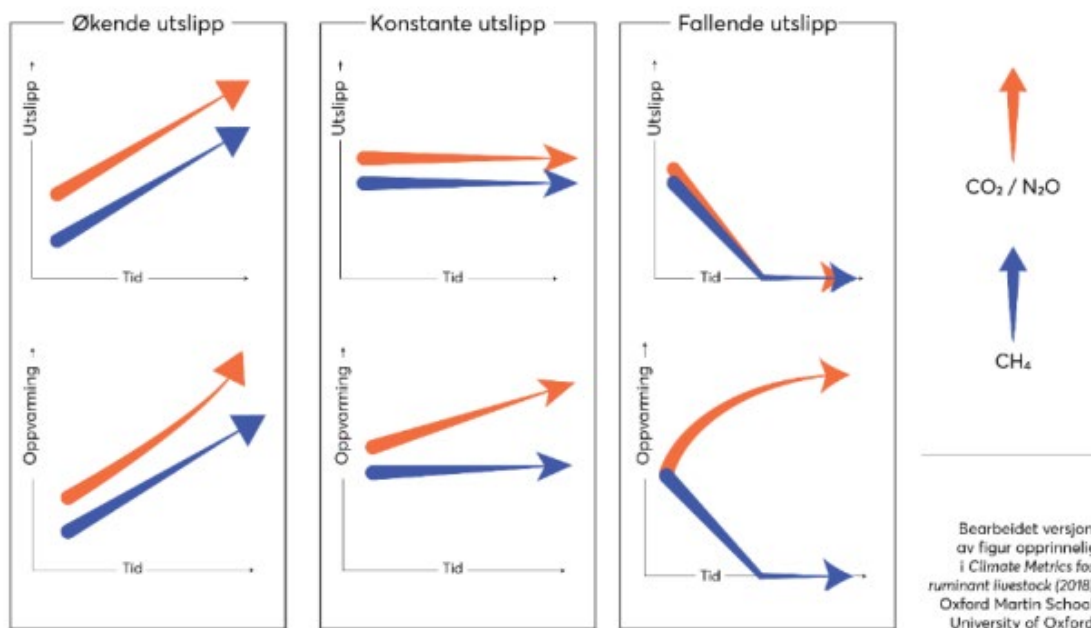
Det er viktig å merke seg at omregningen av utslipp av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O til CO<sub>2</sub>-ekv. avhenger av gassenes såkalte «global warming potential» (GWP), som endres etter hvert som ny viten blir tilgjengelig. I det nasjonale klimagassregnskapet brukes GWP<sub>100</sub>, det vil si at klimagassene vektet ut fra deres globale oppvarmingspotensial i et hundreårsperspektiv. Gjeldende verdier (i 2023) i det nasjonale klimagassregnskapet (<https://unfccc.int/documents/627398>) for GWP<sub>100</sub> for de aktuelle klimagasser er 1 for CO<sub>2</sub>, 28 for CH<sub>4</sub>, og 265 for N<sub>2</sub>O ([https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29\\_1.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf)).

Siden CH<sub>4</sub> brytes ned vesentlig raskere enn CO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub>O, vil utslippsraten og eventuelle endringer i denne slå ulikt ut for de ulike gassene (Figur 5.1.1). Mange hevder at en burde sammenligne en

permanent endring i utslippsratene av kortlevde klimadrivere med et engangsutslipp av den langlevde klimagassen CO<sub>2</sub> (f.eks. Cain et al. 2019, Allen et al. 2022). Dette tilsvarer å bruke GWP\* i stedet for GWP100 når utslipp og utslippsreduksjoner skal vektet og prioriteres.

Med utgangspunkt i GWP\* blir oppvarmingseffekten av metan på lang sikt vesentlig lavere enn med den tradisjonelle GWP100-vektingen. Cain et al. (ibid.) viste for eksempel at en årlig reduksjon i metanutslippene med 0,3 % ville balansert tilførsel og nedbryting i atmosfæren i et hundreårsperspektiv, og at utslipp av enterisk metan etter et slikt scenario ikke ville ha en oppvarmende effekt. Liu et al. (2021) kom fram til at hvis melkeproduksjonen i California fortsatt reduseres med 1 % hvert år, så vil bruk av GWP\* gi som resultat at denne produksjonen ikke bidrar til den globale oppvarmingen om 10 år.

Som gjort rede for av Aamaas & Berntsen (2019), er tidshorisonten viktig for hvor høyt kutt i metanutslipp skal prioriteres i forhold til kutt i utslipp av de andre klimagassene. De sier at det i et langsiktig perspektiv vil være fordelaktig å kutte utslipp av CO<sub>2</sub> raskest mulig, mens om man kun er interessert i å redusere temperaturen i 2030, vil kutt av CH<sub>4</sub> være mer effektivt. De samme forfatterne skriver også at forskningslitteraturen samlet sett ikke er tydelig på om metantiltak bør tas tidlig eller ikke med tanke på å redusere klimaeffektene.



Figur 5.1.1. Stiliserede skisser av hvordan den globale temperaturen vil endre seg over tid med forskjellig utvikling i utslipp av de ulike klimagassene (henta fra Aamaas & Berntsen (2019)).

Siden jordbrukssektoren, gjennom «Klimaavtalen», er tillagt ansvaret for reduksjoner fra disse kilder og gasser for de til enhver tid pågående produksjonene, er det hensiktsmessig å vurdere status for klimagassutslipp fra jordbruket, og muligheter for reduksjoner per enhet produsert. På samme måte som beregninger for det nasjonale klimagassregnskapet, vil omregningen til CO<sub>2</sub>-ekv. være avhengig av gjeldende verdier for GWP for N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub>. I tillegg kommer ulike valg av metodikk (tre ulike «tiers»/ detaljeringsnivå i beregningsmodeller, se f.eks.: <https://agledx.ccafs.cgiar.org/estimating-emissions/unfccc-guidance/>) og ulike systemgrenser, det vil si hva som inngår i beregningen.

Ulikheter i systemgrenser kan for eksempel være om utslipp knyttet til arealbrukssektoren i land hvor kraftfôrråvarer importeres fra er inkludert, eller i hvor stor grad utslipp knyttet til bygningsmasser tilknyttet produksjonen er tatt med. Beregnede klimagassutslipp per produktenhet er derfor ofte ikke direkte sammenlignbare, men vil likevel være et nyttig utgangspunkt for vurderinger av muligheter for



reduksjon i utslipp. I Tabell 5.1.1 listes opplysninger om systemgrensene og andre forutsetninger som er brukt i noen av studiene som refereres nedenfor.

Beregninger av klimagassutslipp per produsert enhet for norsk kornproduksjon er utført av Bonesmo et al. (2012) for 95 gårder i Driftsgranskingene, Roer et al. (2012) og Korsæth et al. (2012). Beregninger for oljefrø- og potetproduksjon finnes i Bonesmo et al. (2012), og Svanes et al. (2022) har beregnet klimagassutslipp i åkerbønner og erter produsert i Norge. Resultater for utslipp per produsert enhet i korn- og potetproduksjonen er på samme nivå som utslipp i slike produksjoner i andre land med effektiv jordbruksproduksjon, når en bruker samme systemgrenser og inkluderer de samme prosessene i beregningene. Ved å endre systemgrenser for beregningen for norske kornproduksjon (Roer et al. 2012) slik at de samsvarer med systemgrenser for beregninger for svensk (Flysjö et al. 2008), britisk (Berry et al. 2008), og tysk (Brentrup et al. 2004) ble beregnede klimagassutslipp per kg avling på samme nivå. For å få mest mulig realistiske tall, bør imidlertid alle relevante prosesser inkluderes slik som gjort i de opprinnelige beregningene til Roer et al. (2012).

Beregninger av klimagassutslipp per enhet for grovfôrproduksjoner (fersk eller konservert gras og kløver) inngår i beregningen av klimagassutslipp i husdyrproduksjoner (Bonesmo et al. 2013, Bakken et al. 2017, Samsonstuen et al. 2019).

Planteproduksjoner er i noen land beheftet med utslipp knyttet til omdisponering (benevnt som «Land Use Change», LUC) av skog til jordbruksproduksjon. Dette gjelder særlig for planteproduksjon i land med et varmt klima hvor organisk karbon stort sett finnes i vegetasjonenes biomasse og ikke i jord. Slike utslipp betegnes som LUC-utslipp og kan utgjøre en stor del av utslipp per produsert enhet. Se f.eks. Mogensen et al. (2018). I perioden 1990-2021 ble omtrent 30% av det avskogede arealet i Norge omdisponert til jordbruksformål (beiter og dyrkajord) (Landbruksdirektoratet 2023). Dyrking av jordbruksvekster på jord med høyt innhold av organisk materiale (myrjord) er en større kilde til utslipp enn det avskoging er. I det norske klimagassregnskapet beregnes et karbontap på 0,79 tonn CO<sub>2</sub>-C per dekar dyrket myr og et lystgassutslipp på 1,3 kg N<sub>2</sub>O-N per dekar. En gjennomgang av tiltak for utslippsreduksjoner som kan gjøres i planteproduksjonene finnes i Bardalen et al. (2018).

For norsk kombinert melk- og storfekjøttproduksjon er det beregnet klimagassutslipp inkludert karbonendring i jord, av Bonesmo et al. (2013), Roer et al. (2013), Bakken et al. (2017) og Steinshamn et al. (2021). I de tre siste studiene antok en netto likevekt mellom karbonfrigjøring og -binding i jorda under engdyrking. I gjennomsnitt for 30 gårder i Driftsgranskingene ble det beregnet 1,02 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> fett- og proteinkorrigert melk (Bonesmo et al. 2013), og dette resultatet er på samme nivå som resultater fra tilsvarende beregninger for melkeproduksjon i Nordvest-Europa. GWP<sub>100</sub> for henholdsvis CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O var da satt til 25 og 298, og reberegninger med nyere verdier, ville ha gitt høyere beregnede verdier for utslipp av CH<sub>4</sub>, mens beregnede verdier for N<sub>2</sub>O ville vært noe lavere.

Variasjonen i utslipp for de 30 gårdene i Driftsgranskingene var fra 0,82 til 1,36 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> fett- og proteinkorrigert melk. Det var beregnede utslipp av lystgass fra jord som bidro mest til variasjonen mellom gårder, men det var også stor variasjon i estimert karbonendring i jord. Denne variasjonen bidro til at det ikke ble funnet en statistisk sammenheng mellom melkeytelse og klimagassutslipp per kg melk for de 30 gårdene. Dette indikerer at økning i melkeytelse ikke er en sikker veg til lavere utslipp fra norsk melkeproduksjon. I sin studie av 200 bruk fant heller ikke Steinshamn et al. (2021) at klimagassutslippene ble entydig lavere per produsert enhet med høy avdrått/høy kraftfôrandel enn med lav avdrått/lav kraftfôrandel.

Fordelingen av klimagassutslipp mellom melk og kjøtt i kombinertproduksjonen fulgte i Bonesmo et al. (2013) fordelingen av fôrbehov til produksjon av henholdsvis melk og kjøtt (Thoma et al. 2013), slik det ble anbefalt av International Dairy Federation. Med bakgrunn i denne fordeling ble det i gjennomsnitt for de 30 gårdene beregnet 21,67 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> slaktevekt for ku- og kvigeslakt, og 17,25 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> slaktevekt ungoxeslakt. Storfekjøtt produsert i kombinasjon med melk vil vanligvis ha lavere utslipp per kg slaktevekt enn spesialisert storfekjøttproduksjon, siden utslippene

fra kombi-produksjonen fordeles på begge produktene (melk og kjøtt). På samme måten som for melk, ville bruk av nyere GWP<sub>100</sub>-verdier for CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O, ha gitt endrede utslippstall.

For spesialisert storfekjøttproduksjon (kjøttfe) under norske forhold har Samsonstuen et al. (2019) for 27 gårdsbruk beregnet klimagassutslipp til å være mellom 29,5 og 32,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> slaktevekt for lette kjøttfaser, og mellom 27,5 og 29,6 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> slaktevekt for tunge raser. Disse utslippintensitetene er på samme nivå som for spesialisert storfekjøttproduksjon i andre vesteuropeiske land og New Zealand.

For andre grovfôrbaserte husdyrproduksjoner, som sau og geit, er det foreløpig ingen publiserte beregninger for klimagassutslipp per produktenhet. Det er imidlertid pågående arbeid ved NMBU og NIBIO for beregning av dette i saueproduksjonen. Foreløpig gjennomsnittstall fra Åby et al. (2023) basert på analyser av 38 gårder spredt over hele landet i perioden 2019-2021, er 20,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> slaktevekt kjøtt og 22,2 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> ull.

Som nevnt før, utgjør metan en stor del av klimagassutslippene fra drøvtyggerproduksjonene. Dermed vil også de beregnede verdiene per enhet produkt (melk, kjøtt, ull) være svært avhengige av den til enhver tid gjeldende beregningsmåte og tidshorisont for gassens oppvarmingspotensial, samt av beregningsmetodikk for utvikling av enterisk metan (se f.eks. Aamaas & Berntsen 2019, Niu et al. 2021).

Fôr høstet av drøvtyggere på beite har i seg sjøl ikke noe utregnet klimafotavtrykk, og det blir diskutert om beiting faktisk fører til netto binding av karbon i utmark, på innmarksbeite og ekstensivt dyrka areal. Så langt er det ikke lagt fram forskningsresultater som dokumenterer dette under norske forhold. I en rapport av Rasse et al. (2019) ble det lagt fram argumenter og norske og internasjonale funn som både støtter og svekker hypotesen om at karbonlagring øker med beiting i utmark.

I klimaregnskapet blir det brukt standardfaktorer fra IPCC til både innmarks- og utmarksbeite (Miljødirektoratet og flere 2022). Etter dette systemet blir det regna netto likevekt for karbon i mineraljord med normal beitedrift og netto karbontap med overbeiting. Karbonlagring skjer bare når det er lagt inn ekstra skjøtselstiltak (IPCC 2019). Når husdyrgjødsel blir lagt igjen på beite i stedet for å bli lagra og håndtert for spredning på dyrka mark, blir utregna ammoniakk- og metanutslipp fra denne lavere. NIBIO har nylig satt i gang et overvåkingsprogram for jordkarbon i skog og innmarksbeiter (<https://nibio.no/tema/jord/overvaking-av-jordkarbon-i-skog-og-beitemark/nasjonal-jordkarbonovervakning--na-gar-vi-i-gang?locationfilter=true>).

Den produksjonstekniske effektiviteten i norsk svineproduksjon er høy, også i vest-europeisk sammenheng. Det er høye kullstørrelser, lave tapstall, god helse, og høy tilvekst. Som følge av blant annet innføringen av genomisk seleksjon i 2014, er den produksjonstekniske effektiviteten i stadig utvikling (Ingris 2019). I tillegg til utviklingen i det genetiske materialet, er også det driftsmessige systemet under utvikling, blant annet ved innføring av svært strenge smitteverntiltak ("specific pathogen free health status"). Denne utviklingen kan karakteriseres som bærekraftig intensivering med hensyn til klimagassutslipp per produktenhet.

Fra 2014 til 2019 ble klimagassutslipp-intensiteten redusert med noe i overkant av fem prosent, og klimagassutslippet per kg slaktevekt for gris i 2019 ble beregnet til 2,35 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> (Bonesmo & Enger 2021). Dette gir 3,30 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup> kjøtt, og 1,74 kg CO<sub>2</sub>-ekv. (100 g)<sup>-1</sup> protein. Det er vesentlig lavere verdier enn det som vanligvis presenteres som klimagassutslipp per produktenhet for svineproduksjon (f.eks. hos Poore & Nemecek 2018).

Asplan Viak har på oppdrag for Norsk Kylling AS gjennomført en livsløpsanalyse (LCA) fra egg til høne til ferdige kyllingprodukter levert til forhandler, se: <https://www.asplanviak.no/prosjekter/lca-for-kyllingproduksjon/>. Klimafotavtrykket for rå kyllingprodukter ble beregnet til 4,1 kg CO<sub>2</sub>-ekv. kg<sup>-1</sup>, hvor 80% av klimafotavtrykket var relatert til føret kyllingene eter.

Generelt er det slik at intensiteten i norsk husdyrproduksjon er nær dyrenes genetiske potensial, i alle fall i fjørfe- og svinproduksjonene, og at norsk fôrproduksjon er tilpasset både naturgrunnlag og plantenes genetiske potensial. Klimagassutslippintensitetene for de norske husdyrproduksjonene vil derfor være på samme nivå, eller lavere, enn for tilsvarende produksjoner i andre land. Det er likevel noe rom for utslippsreduksjoner ved andre tiltak enn intensivering i jordbruket, og slike tiltak for reduserte utslipp per produsert enhet i husdyrproduksjonen er diskutert av Øygarden et al. (2022).

Tabell 5.1.1. Klimagassutslipp knyttet til produksjon av et utvalg av norske matråvarer, fra vogge til gårdsgrind, med unntak for kylling hvor prosessene fram til slakteriport er med.

Produkt	Referanse og utslipp per enhet (kg CO <sub>2</sub> -ekv.)	Beskrivelse
<b>Bygg</b>	Bonesmo et al. (2012) 0,6/kg korn (tørrstoff (ts))	Forventningsverdier fra stokastisk simulering med data fra 95 Driftsgranskings (DG)-bruk <sup>1</sup> .
<b>Havre</b>	0,6/kg korn (ts)	Dynamikk i jordkarbon ble modellert.
<b>Vårhvete</b>	0,8/kg korn (ts)	Innsatsfaktorer (unntatt kalk) er med.
<b>Høsthvete</b>	0,7/kg korn (ts)	Maskiner og bygninger ble holdt utenfor, ingen allokering til halm.
<b>Oljevekster</b>	1,3/kg oljefrø (ts)	
<b>Bygg</b>	Korsæth et al. (2012). 1,0/kg korn (15% vatn)	Middelverdier; data fra 93 konvensjonelle DG-bruk <sup>1</sup> .
<b>Havre</b>	1,0/kg korn (15% vatn)	Dynamikk i jordkarbon ble modellert.
<b>Vårhvete</b>	1,0/kg korn (15% vatn)	Maskiner, bygninger, innsatsfaktorer var innenfor systemgrensene.
<b>Høsthvete</b>	0,9/kg korn (15% vatn)	For disse data, ingen allokering til halm.
<b>Åkerbønner</b>	Korsæth & Hjelkrem (2016) 0,8 /kg bønner (15% vatn)	Data fra én inventert gård i Rakkestad <sup>1</sup> .
<b>Erter</b>	0,9 /kg erter (15% vatn)	Dynamikk i jordkarbon ble modellert.
		Maskiner, bygninger, innsatsfaktorer inkludert.
<b>Åkerbønner</b>	Svanes et al. (2022) 0,6 /kg bønner (15% vatn)	Middelverdier; data fra spørreundersøkelse blant bønder <sup>1</sup> .
<b>Erter</b>	0,6 /kg erter (15% vatn)	Dynamikk i jordkarbon ble modellert.
		Maskiner, bygninger, innsatsfaktorer inkludert (ikke kalk).
<b>Oljevekster</b>	Svanes et al. (2020) 1,2/kg oljefrø (8% vatn)	Vekta gjennomsnitt for vårraps, høstraps og rybs. Data fra spørreundersøkelse blant bønder <sup>1</sup> .
		Dynamikk i jordkarbon ble modellert.
		Maskiner, bygninger inkludert (ikke kalk).
<b>Melk</b>	Bonesmo et al. (2013). 1,0 /kg FPKM <sup>2</sup>	Middelverdier for leveransemelk og slakt fra 30 DG-bruk <sup>3</sup> .
<b>Oksekjøtt</b>	17,3/kg slaktevekt	Karbonbinding under engdyrking på noen jordarter.
<b>Ku- og kvigekjøtt</b>	21,8/kg slaktevekt	Bygninger og flere driftsmidler ikke inkludert.
		Biofysisk allokering mellom melk og kjøtt.
<b>Melk, medium melkeavdrått</b>	Bakken et al. (2017) 1,5/kg EKM <sup>5</sup>	Middelverdier for leveransemelk fra 3 gårder på hver intensitet, og for alle seks gårder for kjøtt <sup>4</sup>
<b>Melk, høy melkeavdrått</b>	1,3/kg EKM	Maskiner, bygninger, innsatsfaktorer inkludert.
<b>Kjøtt</b>	17,2/kg slaktevekt	Karbonlikevekt i jord under all engdyrking. Dynamikk i jordkarbon ble modellert for norske kraftfôrvarer.
		Økonomisk allokering mellom kjøtt og melk.
<b>Kjøtt ammeku, lett rase</b>	Samsonstuen et al. (2019) 30,8/kg slaktevekt kjøtt	Middelverdi for to modellbruk (basert på data fra DG og Animalia) av hver type. Noe korn i vekstskiftet. <sup>1</sup>
<b>Kjøtt ammeku, tung rase</b>	28,6/kg slaktevekt kjøtt	Maskiner og bygninger ikke inkludert.
		Netto karbonbinding i jord ble beregnet.
<b>Kjøtt fra sau/lam</b>	Åby et al. (2023) 20,4/kg slaktevekt	Gjennomsnitt for 38 sauegårder (65 gårds-år) med kombinert produksjon av kjøtt og ull <sup>1</sup> .
		Nettoendring av jordas karbonlager på utmark ikke inkludert. Biofysisk allokering mellom kjøtt og ull.
<b>Kjøtt fra svin</b>	Bonesmo & Enger (2021) 2,4/kg slaktevekt kjøtt	Middelverdi basert på produksjonsdata fra Ingris i 2019 (632 bruk) <sup>1</sup> .
		Maskiner og bygninger var utenfor systemgrensene, de fleste innsatsfaktorer innenfor.
		For norske kornråvarer er data fra norske analyser brukt med noen modifikasjoner. Utslipp knyttet til bruk av grise gjødsel i planteproduksjon er estimert.
<b>Kjøtt fra kylling</b>	www.asplanviak.no/prosjekter/lca-for-kyllingproduksjon 4,1/kg rått produkt ved slakteriport	Gjelder for rasen Hubbard hos Norsk Kylling AS <sup>1</sup> NB: Funksjonell enhet er ved slakteriport, ikke gårdsgrind. Rapporten med detaljene for studien er ikke åpen.

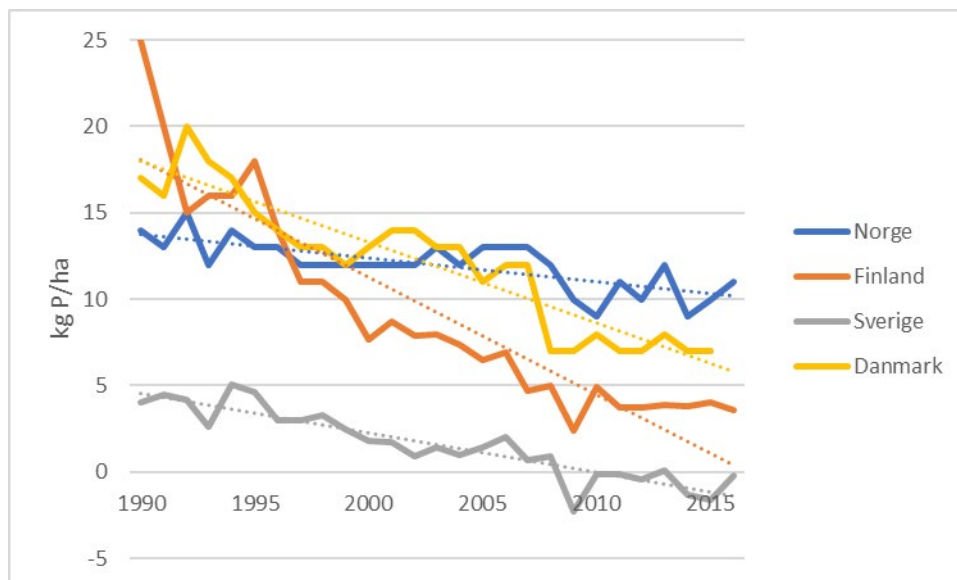
<sup>1</sup> CH<sub>4</sub> vekta med 25, N<sub>2</sub>O vekta med 298; IPCC 2006. <sup>2</sup>FPKM: fett- og proteinkorrigert melk. <sup>3</sup>Tier 2 for enterisk metan, <sup>4</sup>Tier3 for enterisk metan. <sup>5</sup>EKM: Energikorrigert melk.

### 5.1.7 Gjødsling og tap av fosfor og nitrogen

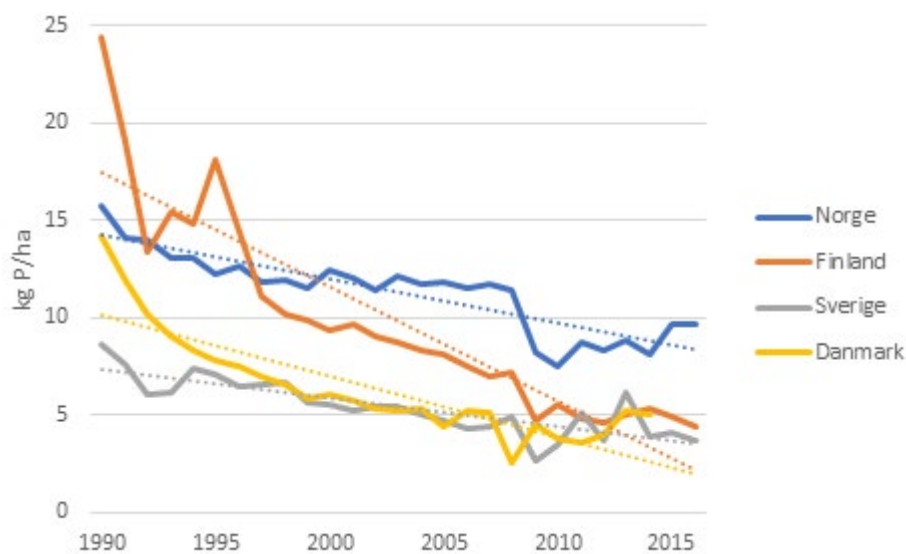
Tilgang på næringsstoffene fosfor (P) og nitrogen (N) er en forutsetning for all plantevekst, og det vil ikke være mulig å brødfø verdens befolkning uten omfattende bruk av P- og N-holdig gjødsel. På avveie utgjør begge stoffene en risiko for miljøet, og det er ei utfordring for jordbruket å sikre kulturvekstene nok av dem til å gi høye avlinger med god kvalitet, og med minst mulig tap til omgivelsene. Gjødslingsmengden alene sier lite om tapspotensialet, siden planter med stort avlingspotensial vil trenge mer næring enn planter som av ulike årsaker har et lavt avlingspotensial. Potensialet kan variere mye mellom vekster, steder og år. Det kan derfor være hensiktsmessig å gjødsle med de mengdene P og N som en har lokal erfaring med og forventning om at blir fjerna med avlinga, det vil si etter et balanseprinsipp.

#### 5.1.7.1 Fosforgjødsling og fosforbalanser

Den gjennomsnittlige fosforbalansen på norsk jordbruksareal (skiftenivå) var i 2016 på 1,1 kg/daa (Figur 5.1.2). Balansen har minka siden 1990-talet på grunn av redusert fosforgjødsling med mineralgjødsel (Figur 5.1.3). Tilførsel av fosfor med husdyrgjødsel og andre organiske gjødselslag har ikke endra seg. Reduksjon i fosforbalansen og fosforgjødsling har vært mindre i Norge enn i de andre nordiske landa (Figur 5.1.2 og 5.1.3), og i 2016 var fosforgjødslinga henholdsvis 55 og 62 % lavere i Finland og Sverige enn i Norge.



Figur 5.1.2. Gjennomsnittlig fosforbalanse (kg P/ha) på jordbruksareal i nordiske land. Fosforbalansen er summen av P tilført med gjødsel (mineralgjødsel og organiske gjødselslag) minus fosfor fjerna i avlinger av eng- og åkervekster og avlingsrester (OECD 2023).



Figur 5.1.3. Gjennomsnittlig fosforgjødsling med mineralgjødning til jordbruksareal i nordiske land (OECD 2023).

I forbindelse med forslaget til større spredearealkrav for husdyrgjødsling i ny gjødsselforskrift har det vært mye søkelys på grasavlinger og fosforbalanse på skiftenivå. Det er likevel slik at dersom det tilføres større mengder fosfor til gården, først og fremst i form av kraftfôr og mineralgjødning, enn det føres bort i produkter som livdyr, slakt og melk, vil det sannsynligvis være et overskudd i mengden fosfor som tilføres jorda, uavhengig av gårdens grasavling. Et mer sikkert mål på gårdens og jordas fosforbalanse er differansen mellom gårdens fosforimport (fosfor i innkjøpt gjødning, fôr m.m.) og fosforeksport (fosfor i solgte produkter).

I 2017 utførte Norsk landbruksrådgivning en fosforbalanseberegning på gårdsnivå for 19 melkebruk i Sunnhordaland (Hjelt et al. 2021). Fosforbalanseberegningen fulgte metodikk for melkeproduksjonsgårder (Schröder et al. 2014), og detaljerte driftsdata ble samlet inn. Av de 19 undersøkte gårdene fikk ingen beregnet negativ eller nøytral fosforbalanse, og gjennomsnittlig overskudd var 1,5 kg fosfor per daa med variasjon mellom gårder fra 0,4 kg fosfor til 3,6 kg fosfor per daa.

I Halland et al. (2022) er det gjort fosforbalanseberegninger for melkegårdene som er med i NIBIO sine driftsgranskninger. Det var 305 bruk som inngikk i disse beregningene. Resultatene viste et gjennomsnittlig fosforoverskudd for årene 2018-2020 på 1,7 kg fosfor per daa og år. Overskuddet i disse studiene er litt høyere enn det OECD (2023) rapporterer (1,1 kg/daa og år), men OECD-beregningene er for hele det norske jordbruksarealet uavhengig av kulturvekst.

Beregning av fosforbalanser på gårdsnivå kan også være et nyttig verktøy i rådgivningen når målet er en bedre utnyttingsgrad av fosforet. I andre europeiske land, for eksempel Tyskland og Nederland, brukes gårdens beregnede fosforbalanser både i rådgivning og regulering av fosfortilførsel.

#### 5.1.7.2 Fosforavrenning

Det meste av fosfor i jord er partikkelbundet, og havner i vann ved at jorda løsrives og transporteres ut i vannforekomstene gjennom overflate- og grøfteavrenning. Jo høyere innholdet av fosfor i jorda er (målt f.eks. som P-AL), desto mer fosfor kan transporteres ut av jorden ved erosjon (se kapittel 5.1.8). I tillegg er det slik at når P-AL-tallet øker, så øker også jordas innhold av vannløselig fosfor (som er direkte algetilgjengelig) (Bechmann 2013, Øgaard 2013). Det betyr at når P-AL-tallet øker, så øker også avrenningen av algetilgjengelig fosfor. Effektive tiltak for å redusere fosforavrenning er derfor (1) reduksjon av fosforinnhold i jorda der dette er unødvendig høyt med tanke på god plantevekst (ved at gjødslingsmengden reduseres), (2) forhindre fosfortap ved overflateavrenning, erosjon av



jordbruksjord og utlekking av løst fosfor (primært ved erosjonsreducerende tiltak), og (3) hindre erodert fosfor-rik jord å nå vannforekomstene (sekundærtiltak som buffersoner og fangdammer/reuseparker).

Ved høye P-AL-tall kan hele eller deler av avlingens fosforbehov dekkes fra jorda (se for eksempel Lunnan & Haugen 1993, Daugstad & Lunnan 2016, Kristoffersen & Øgaard 2019). Å redusere P-AL i jord er en langsom prosess. Øgaard et al. (2017) estimerte at det ved en negativ fosforbalanse på én kilo fosfor hvert år, vil ta 56 år å redusere P-AL fra 30 til 15. I NIBIOs gjødslingsanbefalinger for fosfor er det lagt inn korreksjonsfaktorer som tar hensyn til jordas P-AL-tall. Hvis disse anbefalingene følges i praksis for korn, oljevekster og gras, vil jordas P-AL-tall over tid styre mot 5-7. Dette nivået regnes som optimalt når en ønsker å sikre gode avlinger samtidig som miljøbelastningen er minst mulig. Det er pålagt å ha en gjødslingsplan, men det er ikke pålagt å følge anbefalingene.

I Norge er det størst fosforoverskudd i jorda på Vestlandet med et gjennomsnittlig P-AL-tall på over 14, som tilsier at det er unødvendig å gjødsle med fosfor for å oppnå optimal avling. De høye tallene på Vestlandet skyldes høy husdyrtetthet over lang tid (Bechmann 2013).

#### 5.1.7.3 Nitrogengjødsling og nitrogenbalanser

På 1990-tallet ble det estimert at om lag 10 % av den totale N-innsatsen i norsk jordbruk, fra kunstgjødsel og organiske gjødselslag, var å finne igjen i spiselige produkt (Bleken & Bakken 1997). De fant at N-kostnaden, forholdstallet mellom innsatsen av N i gjødsel (mineralgjødsel og husdyrgjødsel) og N i produkta var 3 for korn (hvete), 14 for meieriprodukt og 21 for kjøtt.

Basert på tall fra OECD (2023), kan det se ut som om N-kostnaden for korn, melk og kjøtt ikke har blitt lavere med årene, siden N-balansen på jordbruksareala er omtrent uendra siden 1990-tallet (Figur 5.1.4). De andre nordiske landa har ifølge samme tallgrunnlag redusert N-balansen.

Norge har en større andel grovfôrbaserte produksjoner enn våre nordiske naboland, og måten OECD beregner næringsstoffbalanser for drøvtyggerproduksjonene kan være med og forklare de relativt høye, norske balansetallene. OECD tar utgangspunkt i produserte mengder kjøtt og melk og regner seg deretter tilbake til hvor mye gras og surfôr dyra må ha tatt opp for å produsere disse mengdene når en samtidig vet hvor mye kraftfôr som var tildelt. Den beregna mengden grovfôr svarer til hva en netto har igjen av avlinga etter tap under konservering, lagring og utfôring og er et konservativt anslag for faktisk høsta avlinger og dermed hvor mye N som er tatt ut. Se også drøftinga av OECD sin jordbruksstatistikk for Norge i avsnittet 5.1.14.

En europeisk studie som involverte 669 mjølkebruk (Quemada et al. 2020) illustrerte at produksjoner med drøvtyggere kan gi store N-overskudd. I dette arbeidet ble gårdsbalanser for N beregnet, der alle strømmer av N ut ble trukket fra alle strømmer inn. Den mediane N-balansen for mjølkebrukene var 15,6 kg N per daa og år. Det var stor variasjon mellom gårder, også innenfor de enkelte landa.

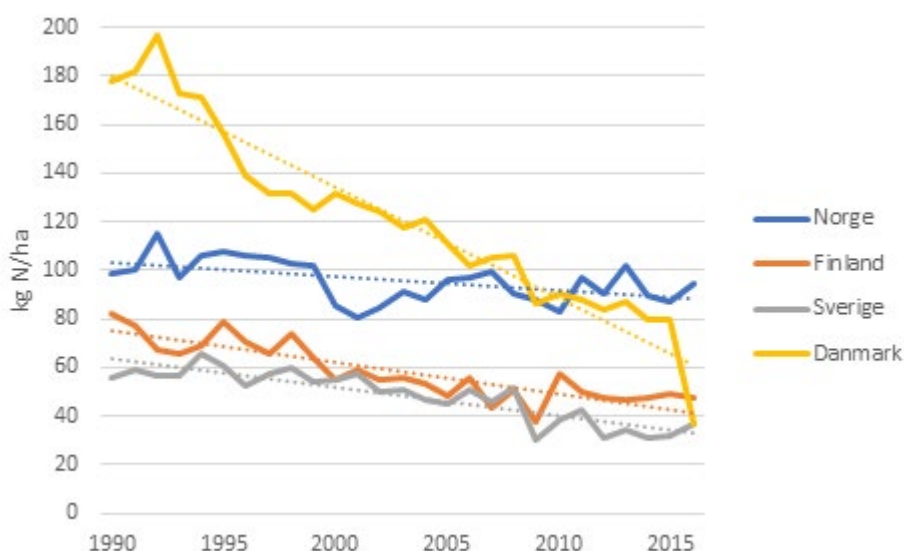
Koesling et al. (2017) gjorde opp N-balanser for 10 konvensjonelle og 10 økologiske mjølkebruk i Midt-Norge og fant at gjennomsnittlige balanser på gardsnivå var på henholdsvis 22,0 ( $\pm$  5,6) og 8,8 ( $\pm$  2,5) kg N per daa og år.

N-gjødsling med mineralgjødsel har blitt kraftig redusert i dansk jordbruk, og er i dag lavere per arealenhet enn i norsk (Figur 5.1.5). Reduksjonen som kom på 80-tallet og utover 90-tallet (Kronvang et al. 2008), førte blant annet til at proteininnholdet i dansk hvete gikk betydelig ned (Bosselmann et al. 2015) og dermed til at mye av kornet ikke kunne brukes til baking. De strenge gjødslingsreguleringene er slakket noe opp de siste årene, men seinest i 2015 var det et tema i Danmark at gjødslingsnormene bidro til stor import av mathvete (Krarup 2015). Status i dag er at omtrent halvparten importeres. Bønder må kunne vise til kontrakt med en grossist eller mølle om leveranse av hvete av bakekvalitet for å ha lov til å gjødsle med de N-mengdene som er nødvendige for å oppnå dette (pers. med. avdelingsleder Gitte Blicher-Mathiesen, Institutt for EcoScience, Universitetet i Aarhus).

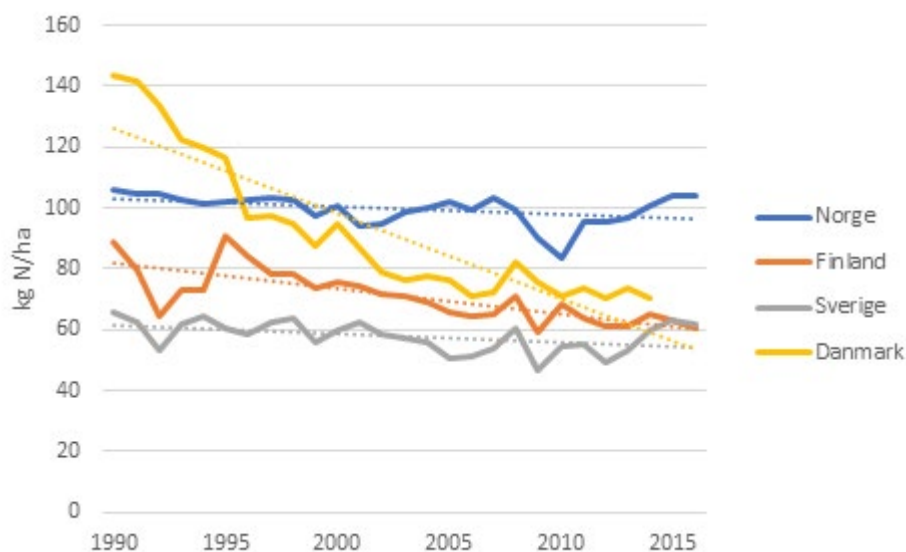
Sverige og Finland har også redusert N-gjødslinga mer enn i Norge, selv om nivået var lavere i utgangspunktet (Figur 5.1.5). Som påpekt i avsnitt 5.1.14 gjenstår imidlertid å analysere nærmere hva denne tilsynelatende store forskjellen skyldes.

NIBIOs gjødslingsanbefalinger for alle de viktigste jordbruksvekstene er basert på et balanseprinsipp, der en legger opp til å tilføre den mengden N som fjernes med avlinga pluss litt ekstra for å kompensere for en viss mengde uunngåelige tap (selv ei næringsfattig skogsjord taper nitrogen over tid). I en utredning om klimatiltak i jordbruket (Øygarden et al. 2009), ble det anslått et overforbruk av N på 10-20% til korn, grunnet overoptimistisk avlingsforventning (en gjødsler til en forventet avling som en ikke oppnår). I de siste årene har det vært et styrket fokus på å lage bedre og mer realistiske gjødslingsplaner, noe også økte gjødselpriser har bidratt til.

Bruk av delt gjødsling til korn, ofte kombinert med stedsspesifikk gjødsling, der nitrogenet fordeles ut fra vekstens avlingspotensial ved tildelingstidspunktet, bidrar til riktigere gjødslingspraksis og dermed en bedre utnytting av tildelt N. Potensialet for stedsspesifikk gjødsling, også kalt presisjonsjødsling ble beregnet til å utgjøre en årlig reduksjon i nitrogenavrenningen på 380 tonn (Korsæth et al. 2019). Delt gjødsling benyttes også i økende grad på andre vekster, som potet, og den teknologiske utviklingen på dette området er lovende mht. fortsatt reduksjon i N-tapet fra jordbruksarealer.



Figur 5.1.4. Gjennomsnittlig N-balanse (kg N/ha) på jordbruksareal i nordiske land. N-balansen er summen av N tilført med gjødsel (mineralgjødsel og organiske gjødselslag) og N fra fiksering (biologisk og atmosfærisk nedfall) minus N fjerna med avlinga og med avlingsrester (OECD 2023).



Figur 5.1.5. Gjennomsnittlig N-gjødsling med mineralgjødning til jordbruksareal i nordiske land (OECD 2023).

#### 5.1.7.4 Nitrogenavrenning

I program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA), som NIBIO har ansvar for, blir miljøeffekter av landbruksaktiviteten i nedbørfelt overvåka og dokumentert. Lignende overvåkingsprogrammer finnes også i andre nordiske land. I en studie utført på 90-tallet, fant en større N-tap fra nedbørfelt i Norge enn fra nedbørfelt i andre nordiske land, inkludert Baltikum (Vagstad et al. 2004). Men det var store variasjoner mellom nedbørfelt og år. Hovedårsaker og forklaringsvariabler for N-tap var overflateavrenning, gjødslingsnivå, særlig med husdyrgjødsel, jordtype og erosjon. Men det var lav korrelasjon mellom N-tap og N-balanse. Denne studien ble gjort på en tidsserie med relativt små forskjeller i N-balanser siden det var før de strengeste tiltakene for redusert N-balanse ble satt inn i Danmark.

I et oppfølgingsarbeid der det var større forskjell i N-balanser, fant de positiv sammenheng mellom N-balansen og N-konsentrasjon i bekkevannet i nedbørfeltet i fire av 14 nedbørfelt (Bechmann et al. 2014). I de nedbørfeltene der det var en slik sammenheng, var N-balansen høy i starten av overvåkingsperioden og gikk relativt sterkt ned over tid. I samme studie fant de at N-tapet gikk ned over tid i 1/3 av nedbørfeltene, og sterkest nedgang var i nedbørfelt lokalisert i Sverige og Danmark (Stålnacke et al. 2014). Det forklarer forfatterne med at det i Sverige og Danmark var iverksatt miljøtiltak i perioden for å redusere N-tapet.

I en analyse gjort i nedbørfelt i kornområder i Norge, var det negativ sammenheng mellom N-gjødslingsnivå og N-balanse på den ene sida og N-utnytting (N i avling relativt til N gjødsel) på den andre (Øgaard 2014). Videre var N-gjødslingsnivået i gjennomsnitt høyere enn det som var anbefalt til oppnådde avlinger. N-balansen var høyere i nedbørfelt der husdyrgjødsel var brukt enn i nedbørfelt der bare mineralgjødning ble brukt (Bechmann 2014), og videre var det større variasjon i N-balanse mellom skifter i nedbørfelt med høy husdyrtetthet enn lav.

I dyrkingssystemforsøket på Apelsvoll kunne henholdsvis 86 og 65 % av variasjonen i N-avrenning fra åkerbruks- og husdyrbrukssystemene forklares med N-balansen (Korsaeth & Eltun 2000). I dette forsøket har en sammenlignet økologiske og konvensjonelle dyrkingssystemer (1,8 daa store minigårdsbruk med fire skifter). I perioden 2001-2010 var årlig N-avrenning på gårdsnivå fra 1,6 til 4,4 kg N/daa (Korsaeth 2012). Avrenning fra et delnedbørfelt i JOVA-programmet med bare kornproduksjon, Bye-feltet, har i store trekk vært i samsvar med det en kunne forvente ut fra resultatene i dyrkingssystemforsøket.

En nylig publisert rapport fra NIBIO beskriver at de største tapene av N fra jordbruket er i form av ammoniakk fra husdyrgjødsel og avrenning (Bechmann et al. 2023). For å minske avrenningstapet, sier forfatterne at det må bli bedre balanse mellom N-gjødslinga og avlingsnivået.

Det er flere tiltak som kan redusere ammoniakktapet fra husdyrgjødsel, og noen er heller ikke kostbare. Dette gjelder blant annet fortykning med vatn, spredning under høvelig værforhold og nedlegging med stripespreder. Gjennomføres slike, kan behovet for N-gjødsling med mineralgjødsel også reduseres.

Gras og fangvekster hindrer utvasking av nitrogen da disse kulturene tar opp nitrogenet fra jorda over en lang vekstperiode. De bidrar også til oppbygging av organisk materiale i jorda. Organisk materiale gir bedre jordstruktur, bedre vannhusholdning, ofte større avlinger og dermed høyere N-opptak i plantene.

### 5.1.8 Erosjon og tap av jord

Erosjon er en naturlig prosess som påvirkes av klima, terreng, jordsmonn og arealbruk. Erosjon av jordbruksjord fører til tap av jord og næringsstoffer, og dermed også tap av produksjonsgrunnlag. I tillegg medfører erosjonen negative effekter i vassdragene. Jordpartiklene kan endre bunnsstratet i bekker, elver og vann og ødelegger slik gytemulighetene for fisk og leveområder for insekter som er viktig føde for fisk og fugl (Kaste et al. 2023). Den økologiske tilstanden i et vann eller vassdrag kan også påvirkes negativt av tilførselen av fosfor øker (Skarbøvik et al. 2023). Dette er nærmere beskrevet i kapittel 5.1.9.

Jord i bratte skråninger er mest utsatt for erosjon, men erosjon skjer også på flate arealer (Bechmann & Bøe 2021). Landskap med dråg (forsenkninger/dalsøkk i terrenget) samt lange hellinger øker også erosjonsrisiko (Kværnø et al. 2020). Erosjonen økes betraktelig der det er manglende eller lite vegetasjonsdekke og der jorda forstyrres av jordarbeiding og kjøring med maskiner, slik tilfellet er på jordbruksareal. Der det er åpen åker og jorda pløyes eller harves om høsten, ligger jorda uten vegetasjonsdekke gjennom høsten og vinteren. Regn eller snøsmelting på delvis frossen jord kan da forårsake mye erosjon. Dette er særlig utfordrende i vintre med hyppige fryse-tine-episoder. Jorda er også særlig utsatt rett etter såing, ettersom den da er finsmuldret og lett løsrives ved mye eller intens nedbør. Økende og mer intensiv nedbør og tiltakende erosjonsfare er forventet i årene framover, særlig på Østlandet (<https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>, Ulén et al. 2012).

Jord som har vært utsatt for jordpakking og mer omfattende forstyrrelser som bakkeplanering, kan være særlig erosjonsutsatt pga. dårlige strukturegenskaper. Noen jordarter er naturlig mer erosjonsutsatt enn andre pga. lav bindingskraft mellom partiklene. Det gjelder særlig siltjord og finsand.

Av det jordsmonnkartlagte jordbruksarealet i Norge er 12 % klassifisert med stor til svært stor erosjonsrisiko, 25 % med middels erosjonsrisiko og 63 % med liten erosjonsrisiko (Tabell 5.1.2). Tallene gjelder risiko for flate- og rilleerosjon, samt jordtap gjennom drenerør, og representerer et langsiktig gjennomsnittlig jordtap på høstpløyd areal. I tillegg er det mange steder også risiko for drågerosjon. Klassifisering av erosjonsrisiko mangler på den halvparten av jordbruksarealet som ennå ikke er jordsmonnkartlagt.

Tabell 5.1.2. Fordeling av totalt jordsmonnskartlagt jordbruksareal i Norge i 2021 på ulike klasser for erosjonsrisiko. (Kommunestatistikk\_Tilskuddskart – ingen jordarbeiding om høsten\_20210211.pdf (nibio.no))

Erosjonsklasse	Areal (daa)	Andel av kartlagt areal (%)
Liten (<50 kg/daa og år)	2881634	63
Middels (50 -200 kg/daa og år)	1155714	25
Stor (200-800 kg/daa og år)	474028	10
Svært stor (>800 kg/daa og år)	72875	2
<b>Totalt kartlagt</b>	<b>4584251</b>	<b>100</b>

Hvor mye jord som totalt tapes fra jordbruksareal i Norge, er vanskelig å anslå. Overvåkingsdata fra små jordbruksdominerte nedbørfelt (30 år med data fra JOVA-programmet) gir en pekepinn på hvilken størrelsesorden det er snakk om (Tabell 5.1.3). Gjennomsnittlig årlig jordtap fra disse nedbørfeltene varierer fra mindre enn 20 kg/dekar jordbruksareal i felt med morenejord og grasproduksjon, til drøyt 300 kg/dekar i felt med leirjord og kornproduksjon. Det er stor variasjon mellom år, avhengig av bl.a. vær- og avrenningsforhold. Høyeste målte verdi er på nærmere 800 kg/dekar på ett år. Disse tallene er omregnet til å gjelde jordbruksarealene, under antakelse om at erosjon fra andre arealer og kilder er ubetydelig. Det kan antas at særlig erosjon i bekkeløpet kan være betydelig i noen av nedbørfeltene, selv om dette ikke har vært mulig å måle.

Jordbruket påvirker ikke bare erosjon på landjorda, men også i selve vassdragene. Mange bekker og elver i jordbrukslandskapet er helt eller delvis rettet ut, og også i mange tilfeller lagt i rør under jorda (lukket), f.eks. under planerte raviner. Disse inngrepene er utført for å øke jordbruksarealet og/eller gjøre det enklere å drive jorda. Bekker og elvestrekninger som er kanalisert eller rettet ut, er spesielt utsatt for erosjon. Fjernes elvas naturlige meandering, øker hastigheten i vannet, og bekken/elva vil grave seg ned i landskapet og inn i «bekkefoten» (overgangen mellom bekkebunn og bekkekanten) og ta med seg denne slik at kanten eroderer. Om produksjonsområdene ligger nært bekkekanten, vil disse også bli berørt. Nedstrøms elveløp vil motta vann med høyere hastighet enn før og kan også bli berørt av økt erosjon i elvekanter og -bunn.

I områder hvor bekker er lagt i rør kan det oppstå situasjoner hvor vannet stuves opp i forkant om dimensjonen på røret/kulverten er for liten. Dette kan forventes å skje stadig oftere med økt og mer intens nedbør, og kan føre til at vannet finner andre veier, noe som kan gi både flom- og skredfare.

I NOU-en som ble publisert etter Gjerdrum-skredet (Ryan et al. 2022) ble det konkludert at jordbrukets hydrotekniske anlegg har betydelige behov for utbedring med tanke på at skadede eller feilkonstruerte anlegg kan føre til alvorlig erosjon som kan utløse kvikkleireskred.

Tabell 5.1.3. Målt jordtap fra nedbørfelt i JOVA-programmet i perioden 1992-2022. (Bechmann et al. 2021, upubliserte tall fra Sigrun Kværnø, NIBIO).

Nedbørfelt	Dominerende jordsmønn	Hoved-produksjon	Måle-periode	Jordtap, middel (kg/daa/år)	Jordtap, min-max (kg/daa/år)
Hotran i Trøndelag	Marin dels planert leire	Korn	1992 – 2022	308	113 – 764
Mørdre på Sørøstlandet	Flomsilt + marin planert leire	Korn	1999 – 2022	211	72 – 421
Skuterud på Sørøstlandet	Marin leire og sand	Korn	1994 – 2022	158	22 – 359
Vasshaglona på Sørlandet	Marin leire og sand	Potet + grønnsaker	1998 – 2021	144	23 – 617
Naurstad i Nord-Norge	Torvjord	Gras	1994 – 2022	80	19 – 219
Kolstad i Innlandet	Moreneletteleire + sand	Korn	1992 – 2022	25	5 – 129
Volbu i Innlandet	Morenesand	Gras	1993 – 2021	16	3 – 123
Time på Jæren	Morenesand	Gras	1995 – 2022	14	3 – 48
Skas-Heigre på Jæren	Morenesand + torvjord	Gras	2003 – 2022	10	4 – 17

Erosjon kan reduseres gjennom tiltak, og mange av disse gir Landbruksdirektoratet tilskudd til gjennom tilskuddsordningene Regionale miljøprogram (RMP) og spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL). Tabell 5.1.4 viser fordeling av slike tilskudd i 2022.

Ingen jordarbeiding om høsten er det RMP-tiltaket det utbetales mest tilskudd til. Tiltaket innebærer at åkeren verken pløyes eller harves om høsten. Dette er et effektivt tiltak mot flateerosjon, særlig der erosjonsrisikoen er høy (Kværnø et al. 2020). I 2022 ble dette tiltaket gjennomført på ca. 1 300 000 dekar, det vil si 45 % av kornarealet i Norge. Fangvekster sådd som underkultur eller etter høsting, beskytter også mot erosjon. Det ble i 2022 dyrket fangvekster på til sammen ca. 130 000 dekar, hovedsakelig på kornareal, men også på areal med potet og grønnsaker (<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/miljostatistikk/avrenning>).

Grasdekte kantsoner mellom jordbruksarealene og vassdragene, grasdekte vannveier i dråg og grasstriper anlagt på tvers av fallet i lange hellinger, bremses og holder tilbake partikler som er løsrevet fra arealene nevnt innledningsvis, og beskytter også mot erosjon der graset er anlagt. I 2022 ble det gitt tilskudd til nesten 1900 km med slike grastiltak i åker (<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/miljostatistikk/avrenning>).

I nasjonale og internasjonale forsøk er det funnet moderat til god renseeffekt av kantsoner (for overflateavrenning), med 30-90% renseeffekt for partikler. Effekten avhenger av terreng og utforming og øker med økende bredde på kantsonen (Blankenberg et al. 2017). Noen steder kjøres det på de grasdekte kantsonene med tungt utstyr i forbindelse med høsting, og det kan føre til jordpakking, som igjen gir dårligere infiltrasjon av vann og næringsstoffer og redusert renseevne i kantsonen (Blankenberg et al. 2017, Blankenberg & Skarbøvik 2020).

Kantsoner kan også utformes med busker og trær, og de får da nyttige tilleggfunksjoner som å redusere kanterosjon i bekker og elver, forsinke farten på flomvann og bidra til et større biomangfold, både på land og i vann (Blankenberg et al. 2017, Blankenberg & Skarbøvik 2020, Bechmann et al. 2022). Finske undersøkelser har vist at naturlig vegetasjon med trær og busker i slike soner kan bidra



til at vannforekomstene får bedre økologisk tilstand, nesten tilsvarende en hel tilstandsklasse i vanddirektivets inndeling med til sammen fem tilstandsklasser (Tolkkinen et al. 2021, Turunen et al. 2021). Det er per i dag ingen virkemidler som motiverer for planting av trær i kantsonene.

Tabell 5.1.4. Tilskudd til tiltak mot avrenning gjennom Regionale miljøprogram (RMP) og Spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL) for 2022. (<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/miljostatistikk/avrenning>).

Tiltak	Tilskuddsordning	Millioner kroner
Ingen jordarbeiding om høsten	RMP	182,48
Direktesådd høstkorn og høstoljevekster	RMP	13,40
Ingen jordarbeiding på flomutsatte arealer	RMP	4,44
Gras på arealer utsatt for flom og erosjon	RMP	12,79
Fangvekster	RMP	25,03
Grasdekt kantsone i åker	RMP	26,24
Grasdekte vannveier og grasstriper i åker	RMP	9,19
Kantsone i eng	RMP	4,80
Fangdam	RMP	0,45
Utbedring av hydrotekniske anlegg	SMIL	57,55
Gjenåpning av bekkelukkinger, omlegging av erosjonsutsatt areal og kantsoner langs vassdrag, m.fl.	SMIL	4,97
Etablering og vedlikehold av fangdammer og våtmarker	SMIL	2,71
Erosjonssikring og kantsoner langs vassdrag	SMIL	8,45
Flomdempende tiltak	SMIL	1,04
Tiltak mot avrenning fra veksthus	SMIL	1,26

SMIL-tiltakene, fangdammer og våtmarker, holder tilbake jordpartikler som allerede er løsrevet. Det totale antallet fangdammer har økt fra 10 i 1994 til 1360 i 2022 (<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/miljostatistikk/avrenning>). Renseeffekten er i forskningsprosjekter målt til 45-75 % for partikler, 21-44 % for fosfor og 3-15 % for nitrogen for fangdammer som har en størrelse på 0,1-0,4 % av arealet til nedbørfeltet som drenerer til fangdammen (Hauge et al. 2008). Renseeffekten øker med fangdammens størrelse.

Velfungerende hydrotekniske anlegg kan bidra til mindre erosjon, men både nedløpskummer og drengrofter kan også fungere som snarveier for jordpartikler og næringsstoffer ut i vassdragene. Dette problemet kan minimeres gjennom tilleggstiltak og riktig utforming av anleggene. Mange eksisterende kummer og bekkelukkinger er i dag ødelagte, underdimensjonerte, feil utformet eller feil plassert (Hauge & Haraldsen 2017). De kan da virke mot sin hensikt og forårsake store erosjonsskader. Siden 1989 har det blitt gitt tilskudd til utbedring av over 16000 anlegg (<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/miljostatistikk/avrenning>).

### 5.1.9 Eutrofiering

Eutrofiering innebærer en økning av planteproduksjonen i vannmiljø som følge av økt tilførsel av næringsstoffer, og kan skje naturlig så vel som på grunn av menneskelig aktivitet, herunder jordbruk. Konsekvensen og miljøproblemet blir gjerne at planktonsamfunnene endres og at det blir oksygenmangel og opphoping av organisk materiale i bunnsjiktet. I ferskvann er planteproduksjonen oftest naturlig begrenset av fosfor, mens det i marine miljøer er nitrogen som er minimumsfaktoren. Av det følger at det er høy fosfortilførsel som utgjør det største problemet i bekker, innsjøer og elver, mens det er nitrogen på avveie som først og fremst gir eutrofiering i marine miljøer. Ifølge Bye et al.

(2020), er den økologiske tilstanden god eller særs god i 76 % av norske vannforekomster (innsjø, elv og kyst), og moderat eller dårlig i 24 %.

#### 5.1.9.1 Påvirkning på innsjøer og elver

Solheim et al. (2022) har gjort rede for overgjødning/eutrofi-status i 366 norske innsjøer som ligger slik til at de kan være påvirket av næringstilførsel fra menneskelig aktivitet.

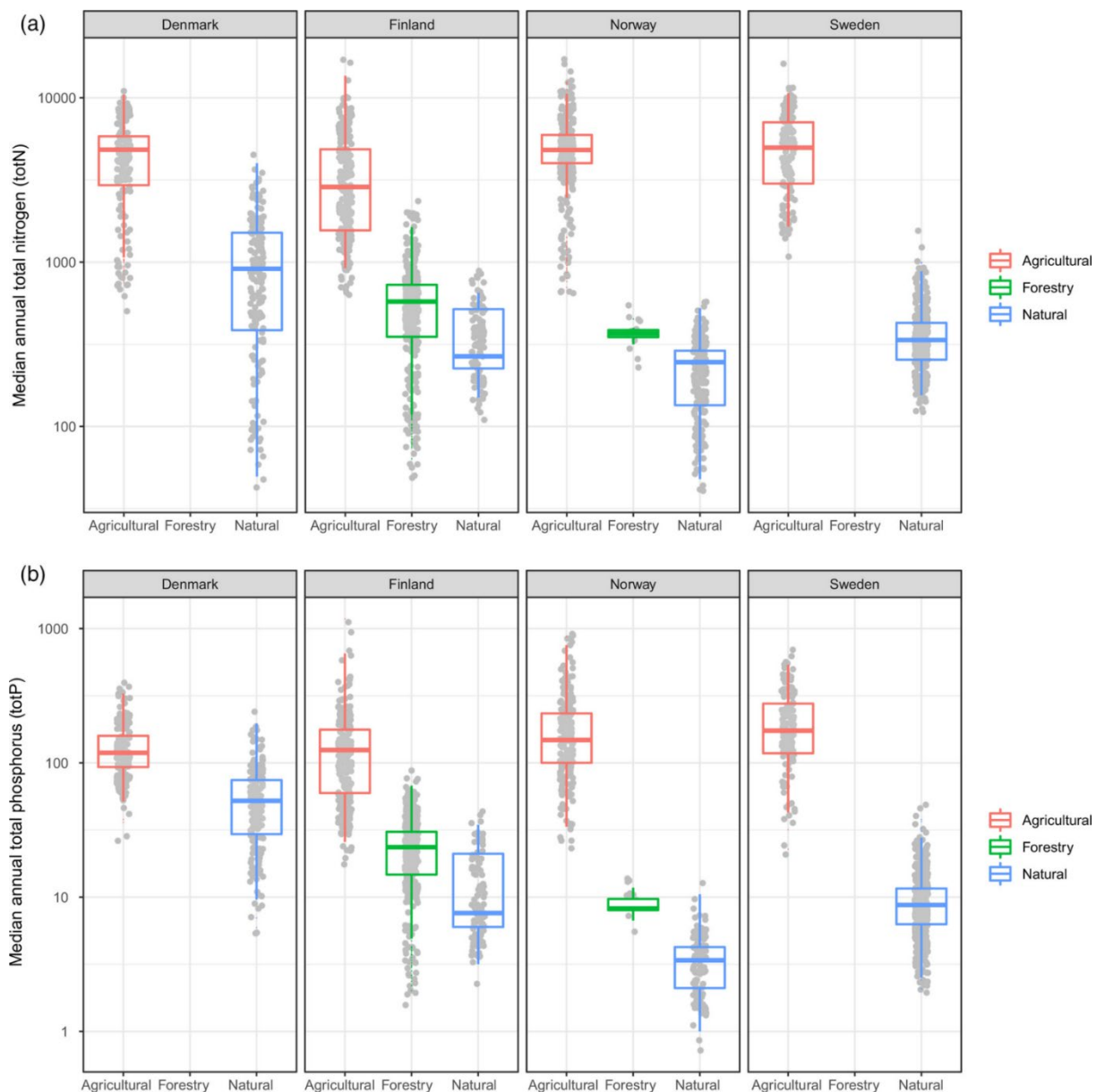
Basert på gjennomsnitt for målinger gjort i perioden 2009-2020, fant de at 53 % av innsjøene hadde moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand vurdert ut fra innholdet av fosfor (målt som total fosfor). De fleste ligger på Østlandet og i vannregionene Rogaland og Vestland.

For 125 av de ovennevnte innsjøene fantes det nok data til å studere trender innen denne perioden, og det ble stadfestet bedring i økologisk tilstand for 20, ingen endring i 67 og forverring i 13.

Solheim et al. (2022) tilrådte mer omfattende tiltak mot tilførsler av næringssalter både fra jordbruks- og avløpssektoren, og for jordbruket mente de det var nødvendig å redusere gjødning og forebygge jorderosjon og avrenning fra åpen åker. De påpekte at tiltakspakkene også burde inkludere naturbaserte løsninger, herunder restaurering av kantsoner med busker og trær langs vassdragene (se kapittel 5.1.8).

De Wit et al. (2020) har stilt sammen data om næringsstoff i vann fra 69 små og godt overvåkede nedbørfelt i Norden. Nedbørfeltene drenerer hhv. jordbruk, skogbruk og naturlig vegetasjon i relativt uberørte områder. For feltene i jordbruksområder i Norge var mediant fosfor- og nitrogennivå delvis på linje med tilsvarende i de andre landene, men mange norske felt hadde høye verdier for begge næringsstoff (Figur 5.1.6). Undersøkelsen viste også at det var få eller ingen tidstrender i konsentrasjoner eller tilførsler av næringsstoff i jordbruksbekkene. Dette samsvarer med det som Solheim et al. (2022) fant for mange norske innsjøer, og bekrefter at gjennomførte jordbrukstiltak ikke har vært nok til å bedre statusen i stor bredde.

Samtidig viser data fra overvåking av områder med omfattende gjennomføring av tiltak i landbruket, at tiltakene nytter når de blir gjennomført i tilstrekkelig stor skala. Solheim et al. (2022) viste til at de innsjøene som har hatt bedring i eutrofitilstand ligger i vannområder som har hatt stort og vedvarende fokus på jordbruks- og avløpstiltak. Et eksempel er Morsavassdraget i Viken fylke, hvor trendanalyser viser en tydelig forbedring av vannkvaliteten når det tas hensyn til variasjoner i nedbør og vannføring (Skarbøvik et al. 2023).



**Figur 5.1.6. Median og variasjonsbreidde for årsgjennomsnitt av konsentrasjon av totalnitrogen og totalfosfor ( $\mu\text{g/L}$ ) i bekkevann fra tre typer nedbørfelt i fire nordiske land. Typen nedbørfelt var hovedsakelig jordbruksdominert ( $n=30$ ), skogbruksdominert ( $n=9$ ) og naturlig vegetasjon/tilnærmet uberørt ( $n=30$ ) for perioden 2000-2018. (De Wit et al. 2020).**

#### 5.1.9.2 Påvirkning på fjorder og kystområder

Data fra den siste rapporten om kildefordeling av tilførsler av N og P til norske kystområder (Sample 2023), viser at den totale tilførselen fra jordbruk har vært nokså stabil siden 1990, mens det har vært en formidabel økning i tilførselen fra akvakultur. I 2021 stod jordbruket for 29 100 tonn N og 820 tonn P, mens tilsvarende for akvakultur var 70 800 og 12 200.

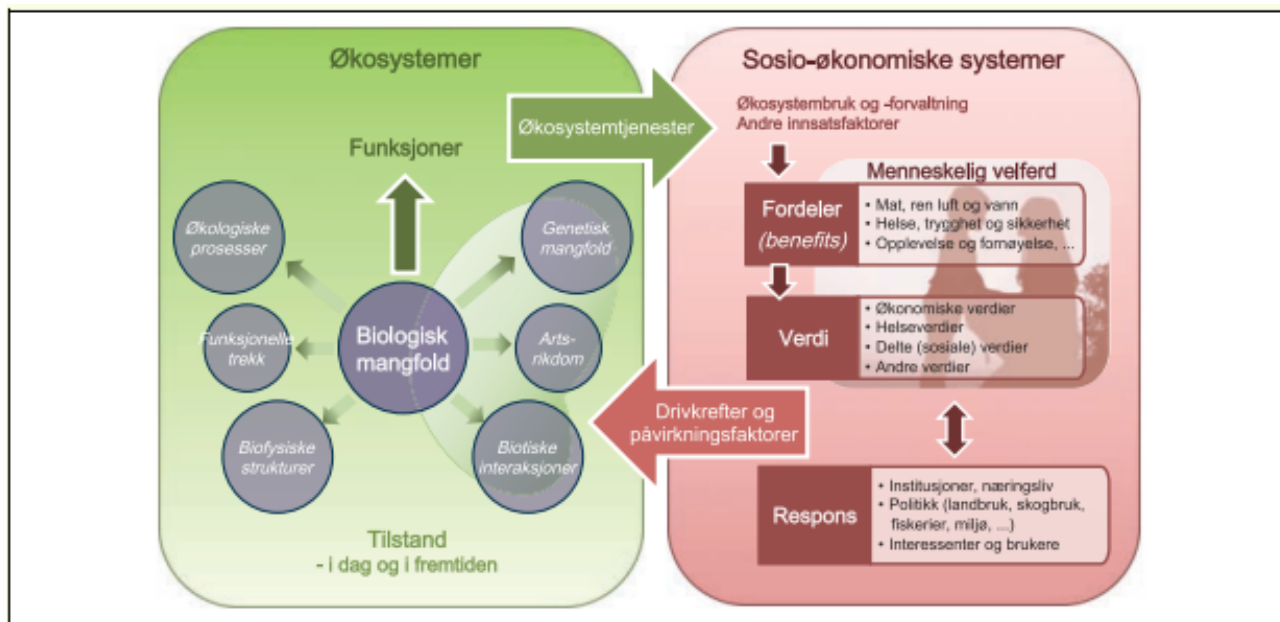
For noen fjorder kan det se ut som at tilførselene av næringsstoffer er for høye til at økologisk tilstand kan bedres eller holdes på et ønsket nivå. Det antas at både økt tilflytting, og i den forbindelse økt menneskelig aktivitet i kombinasjon med klimaendringer er årsaken til observerte forverringer (Staalstrøm et al. 2021). Det er spesielt stor bekymring for tilstanden i Oslofjorden, og tilførsel av partikler og næringsstoffer fra jordbruket bidrar til miljøproblemene (Sample 2023).

Norge er i Nordsjøavtalen forpliktet til å redusere utslippene av fosfor og nitrogen med 50 % langs kyststrekningen Lindesnes–Svenskegrensa i forhold til 1985-nivået. Målet for fosfor er nådd, mens målet for nitrogen ikke er nådd (Bye et al. 2020).

### 5.1.10 Biologisk mangfold

Økosystemer består av et mangfold av planter, dyr og mikroorganismer og interaksjonene mellom disse. Biologisk mangfold har derfor en nøkkelrolle i forsyningen av økosystemtjenester (Figur 5.1.7) og blir også i noen sammenhenger ansett som en økosystemtjeneste eller et gode i seg selv (Mace et al. 2012).

Jordbruk og matproduksjon er avhengig av biologisk mangfold og påvirker det direkte og indirekte både i og utenfor agroøkosystemene. Påvirkningen kan være både positiv og negativ.



Figur 5.1.7. Forslag til EU-rammeverk for sammenhengen mellom økosystemtjenester og sosio-økonomiske systemer. Henta fra Maes et al. (2013).

I dette kapitlet refereres status i kulturlandskapet og hvordan jordbruk og skjøtsel påvirker biomangfoldet over jorda i dette. Som nevnt i kapittel 5.1.1, har en lite kunnskap om status og utviklingstrekk for artssammensetning og populasjonsstørrelser i jorda.

Som omtalt i kapitlene 5.1.7-5.1.9, påvirker jordbruket også økosystemer og biodiversitet i vannmiljø.

#### 5.1.10.1 Naturtyper i kulturlandskapet med stort biologisk mangfold

Kulturlandskapet består av mange naturtyper og innen og mellom disse varierer det biologiske mangfoldet mye. Variasjonen er betinget av miljøfaktorer som klima, berggrunn og jordsmonn i tillegg til arealbruk og skjøtsel.

Mangfoldet er spesielt stort i semi-naturlige naturtyper som har blitt dannet og vedlikeholdt av langvarig, ekstensiv hevd med beiting, lyngsviing, slått eller styving. De vanligste semi-naturlige naturtypene i Norge er semi-naturlig eng (slåttemark, naturbeitemark, lauveng), kystlynghei, boreal hei og semi-naturlig strandeng. Her leveres økosystemtjenester som pollinering, beiteressurser, skadedyrkontroll, estetiske landskaper og genetiske ressurser for ville planter (Bullock et al. 2011, Johansen et al. 2019). Det er også enkelte arter som er spesielt knyttet til de mer intensivt drevne, fulldyrka arealene i kulturlandskapet. Et eksempel på dette er vipe som gjerne hekker på åker som er sådd på våren (Pedersen 2020).

I tillegg til tilstedeværelse av de semi-naturlige naturtypene er landskapets struktur og sammensetning av stor betydning for mange arter. Et komplekst kulturlandskap med mange ulike leveområder har et større potensial for biologisk mangfold enn et mer homogent kulturlandskap med store åkerstykker. Et heterogent kulturlandskap med varierte naturtyper som artene kan forflytte seg mellom, er svært

viktig for å kunne støtte opp om levedyktige bestander av for eksempel pollinatorer og fugler (Johansen et al. 2020, Pedersen 2020, Bär et al. 2022, Johansen et al. 2022).

#### 5.1.10.2 Status og trender for biologisk mangfold i kulturlandskapet

Det biologiske mangfoldet i kulturlandskapet er under press, og mange naturtyper og arter i det er truet. Dette illustreres i Naturindeks for Norge som beskriver utviklingen for hovedøkosystemet åpent lavland som inkluderer kulturlandskapet.

Naturindeksen for åpent lavland hadde en lav verdi (0,44) i 2019 i forhold til en referansetilstand med god hevd (1,0), og indeksen har hatt en negativ trend siden den ble etablert i 1990 (Johansen & Albertsen 2020). I tillegg er alle semi-naturlige naturtyper i Norge truet (Hovstad et al. 2018), og 29 % (798 arter, særlig biller, sommerfugler, lav, karplanter og sopp) av alle truede arter i Norge finnes i de semi-naturlige naturtypene (Artsdatabanken 2021a). Overvåkingen av fugler som er typiske for kulturlandskapet viser negativ bestandsutvikling og utbredelse for fem av sju arter (Pedersen 2020).

Hovedårsaken til lav status for biologisk mangfold i kulturlandskapet er at leveområdene for artene har forsvunnet eller fått lavere kvalitet på grunn av arealbruksendringer og intensivering av jordbruket. Arealbruksendringer har skjedd som et resultat av en generell strukturrasjonalisering som har pågått over mange tiår, der intensivering har tvunget seg fram som et resultat av et pågående press for driftseffektivisering.

Intensiveringen har ført til opphør eller reduksjon av ekstensiv skjøtsel i marginale områder med påfølgende gjengroing av kulturlandskapet generelt og av de semi-naturlig naturtypene spesielt.

I tillegg har biologisk mangfold gått tapt under intensivering av produksjonen på arealene ved at det er tilført mineralgjødsel, mye husdyrgjødsel, eller plantevernmidler, eller ved at arealer er pløyd regelmessig (Johansen & Albertsen 2020). Noen fuglearter, så som vipe og sanglerke, er også sårbare for bruk av landbruksmaskiner og tidspunkt for slått ettersom de hekker direkte på jordbruksareal (Pedersen 2020).

De omtalte endringene i arealbruk har også ført til homogenisering av landskapet ved fjerning av viktige landskapselementer som kantsoner, gamle trær, dammer og steingjerder, noe som ytterligere har bidratt til tap av viktige leveområder og derigjennom biomangfold.

Alle fugleartene som er typiske for kulturlandskapet er avhengige av et variert jordbrukslandskap med ulik arealbruk, kantsoner og mer upåvirket natur (Pedersen 2020). Overvåkingsprogrammet 3Q viser at jordbrukslandskapet endrer seg langsomt til et mer homogent landskap i områder hvor det er lagt til rette for dette (Stokstad & Pedersen 2017).

#### 5.1.10.3 Pollinatorer - roller og bevaringsstrategier

Pollinatorer har en svært viktig funksjon i økosystemene og for matproduksjonene ettersom de bidrar til pollinering som er nødvendig for frøutvikling og avling i insektbestøvede matvekster. Det er anslått at nesten 90 % av alle ville plantearter er avhengige av slike for å kunne reprodusere (Ollerton et al. 2011), og at den globale jordbruksproduksjonen ville gått ned med 5-8 % på vektbasis uten dem (IPBS 2016).

Eksempler på produksjoner i Norge som avhenger av pollinatorer er oljevekster, frukt, belgvekster, bær og blomster- og kløverfrø.

Landbruksdirektoratet har estimert at total produksjon av oljevekster, frukt, belgvekster og bær utgjorde ca. 9 % av verdien av den totale planteproduksjonen i Norge i 2017 (Departementa 2018). Både ville pollinatorer og tamme honningbier bidrar til pollineringen av jordbruksvekster, men kun de ville er viktige for biomangfoldet. En rekke studier har vist at mange vekster gir større avlinger når de er dyrket i et landskap med stort mangfold av ville pollinatorer (Garibaldi et al. 2016, Departementa 2018). En stor andel av de ville pollinerende insektene i Norge er truet. Dette gjelder for 17 % av artene av villbier, inkludert humler, og nesten 31 % av artene er på Rødlista. Pollinerende insekter er den

gruppa som har den høyeste andel av rødlistede arter av alle artsgrupper vurdert i 2021 (Artsdatabanken 2021b). Hovedårsaken til at artene er truet er arealendringer grunnet utbygging, oppdyrking, drenering, skogsdrift og opphør av slått og beite som igjen fører til tap av leveområder og nedgang i kvaliteten på leveområder som fremdeles finnes.

I kapittel 5.1.11 refereres hva en vet om hva kjemiske plantevernmidler har betydd for nedgangen i globale insektbestander.

Tap av ville pollinatorer kan ha negative konsekvenser for både matsikkerheten, menneskers helse og diettvalg i tillegg til biologisk mangfold og økosystemstabilitet (IPBS 2016). For å ivareta ville pollinatorer i Norge, har regjeringen derfor etablert en nasjonal pollinatorstrategi og en tiltaksplan for ville pollinerende insekter (Departementa 2018, Departementene 2021). En av hovedmålsettingene i den nasjonale strategien er å sikre levedyktige bestander av villbier og andre pollinerende insekter for å opprettholde pollinering i matproduksjonen og naturlige økosystemer. Et av de viktigste tiltakene for å nå dette målet er å ivareta eksisterende, og etablere nye, gode leveområder for pollinatorer gjennom et miljøvennlig landbruk.

Et kjennetegn på gode leveområder for ville pollinatorer er at de inneholder planter som blomstrer til ulike tidspunkt gjennom sesongen og dermed kan levere nektar- og pollenressurser kontinuerlig fra vår til høst. I kulturlandskapet inneholder semi-naturlige enger, veikanter, oppdyrkede enger, hogstfelt og kraftgater mange potensielt gode leveområder for pollinatorer. For at disse leveområdene skal ha en verdi for pollinatorene, må de skjøttes så de ikke gror igjen, og de må skjøttes ekstensivt slik at mangfoldet av blomsterressurser ikke forsvinner. Semi-naturlige enger er spesielt viktige leveområder for pollinatorene ettersom de inneholder et svært høyt antall blomstrende plantearter (Johansen et al. 2019, Johansen et al. 2020, Bär et al. 2022).

#### 5.1.10.4 Beiting og biologisk mangfold

Ekstensiv skjøtsel med beiting er viktig for å ivareta biologisk mangfold. Beitedyrene kan hindre gjengroing og holder arealer åpne slik at de artene som er tilpasset det lysåpne kulturlandskapet får gode levevilkår. I tillegg er beitedyrene med på å spre frø i landskapet (Svalheim & Sickel 2017). Art og rase av beitedyr, beitetrykk per arealenhet, samt hvilke naturtyper som beites, påvirker imidlertid hvor effektivt beitinga er for å ivareta biologiske mangfold.

Beitinga er mest effektiv for å ivare biologisk mangfold når det er middels beitetrykk i artsrike semi-naturlige naturtyper og ved bruk av husdyrarter og -raser som holder kratt og skog nede. Gamle storferaser beiter for eksempel en større andel av busker og trær enn nyere raser (Bele et al. 2015). Studier viser at opphør av sauebeiting påvirker artsmangfoldet av planter negativt i tillegg til at det påvirker leveransen av enkelte økosystemtjenester (Wehn et al. 2018, Johansen et al. 2019). Selv om det er beitedyr i utmarka, kan landskapet gro igjen. Dette kan skyldes at beitetrykket er for lavt til å hindre gjengroing eller at dyra ikke beiter gjengroingsartene (busker og trær). Antallet storfe og sauer/lam som går på utmarksbeite i minst fem uker har gått svakt, men ikke jevnt ned fra 1989 til 2020. Målt på en indeks som starter på 100 i utgangsåret, var den på henholdsvis 93 og 95 i 2020 (<https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/beitebruk-og-seterdrift>).

Studier av beitepreferanser til kjøttfe og sau på utmarksbeite viser at de ofte velger de allerede åpne engflekkene og andre naturtyper med høy tetthet av gras og urter (Sickel et al. 2021). Geiter derimot er effektive landskapspleiere som i større grad beiter både trær og busker.

#### 5.1.10.5 Bærekraftig intensivering kan både skjerme og true biologisk mangfold

Økende etterspørsel etter mat kan delvis dekkes med å produsere mer på de jordbruksarealene som allerede er tilgjengelige. Slik intensivering kan imidlertid være en trussel mot lokalt biologisk mangfold samtidig som den kan forebygge at nye arealer og leveområder tas i bruk til matproduksjon. Et restriktivt jordvern og at en unngår utvidelse av jordbruksarealet kan være viktige virkemidler for å ivareta det biologiske mangfoldet som ikke er tilknyttet kulturlandskapet.



En strategi for bærekraftig intensivering i Norge må ta hensyn til at den største trusselen mot biologisk mangfold i jordbrukslandskapet er at semi-naturlige arealer har gått ut av bruk og er i ferd med å gro igjen.

#### 5.1.10.6 Forvaltning av biomangfold i kulturlandskapet møter flere målkonflikter

Forvaltningen av biomangfoldet i kulturlandskapet innebærer involvering av aktører og interesser fra flere sektorer og forvaltningsnivåer (bønder, NGO-er, kommunal arealforvaltning, Miljødirektoratet, Landsbruksdirektoratet etc.) som kan ha motstridende mål og roller. OECD viser til at om Norge skal oppnå en bærekraftig arealforvaltning som ivaretar biomangfoldet, så trengs bedre koordinering mellom alle involverte sektorer (<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/59e71c13-en/index.html?itemId=/content/publication/59e71c13-en>). Eksempler på saker hvor målkonflikter er svært tydelige mellom sektorer er hvordan vi skal ivareta beitenæringa i områder med rovdyr, utbygging av vind- og solenergi i semi-naturlige naturtyper, og etableringen av klimaskog på beiteområder som har gått ut av bruk. I nasjonal pollinatorstrategi (Departementa 2018) vises det til at det også kan finnes målkonflikter mellom økt matproduksjon og tiltak som er positive for pollinatorer i kulturlandskapet.

### 5.1.11 Plantehelse og plantevern

Det potensielle avlingstapet forårsaket av planteskadegjørere er på omtrent 60 % i Nordvest-Europa (Hermansen & Aamlid 2019). På grunn av dagens plantehelsetiltak blir det reelle tapet mellom 15 og 20 %. Effektive plantehelsetiltak er viktige for å sikre gode avlinger og redusere svinn under lagring, og god plantehelse er en av de viktigste forutsetningene for å opprettholde matsikkerheten. Samtidig innebærer mange av tiltakene bruk av kjemiske midler som påvirker nytteorganismer og biologisk mangfold negativt.

#### 5.1.11.1 Integrert plantevern og redusert bruk av kjemiske plantevernmidler i Norge

Dagens plantevernpraksis, integrert plantevern (IPV), tar utgangspunkt i åtte prinsipper: 1) Bruk av preventive tiltak, så som vekstskifte, rene planter, god agronomi og nytteorganismer, 2) Overvåking av skadeorganismene, 3) Beslutning om at det må gjøres tiltak, 4) Valg av ikke-kjemiske metoder hvis mulig, 5) Hvis kjemiske midler kreves, bruk av de med minst bivirkninger på helse og miljø, 6) Presis applisering av middelet i tid og rom, 7) Bruk av anti-resistensstrategier, 8) Evaluering av om tiltaket har virket.

I EUs Farm-to-Fork strategi ligger en målsetning om at en innen 2030 oppnår 50 % reduksjon i bruk av syntetiske/kjemiske plantevernmidler generelt, og farlige plantevernmidler spesielt (EC 2020). Målet om en så stor reduksjon inngår også i foreliggende forslag til EU-forordning for bærekraftig bruk av plantevernmidler (Regulation 2022/0196 (COD 09)) som videre skal sørge for økt bruk av IPV og ikke-kjemiske alternativer til kjemiske plantevernmidler.

Det er sannsynlig at forslagene i forordningen blir implementert her i landet også, på samme måte som gjeldende plantevernregelverk i EU ble gjeldende for Norge i 2015. I Norge har vi per i dag liten tilgang på lavrisiko plantevernmidler som alternativer til tradisjonelle kjemiske plantevernmidler (Kvakkestad et al. 2020). Dermed er vi avhengig av å øke kunnskapen om og tilgangen på ikke-kjemiske bekjempingsmidler og -metoder dersom den norske produksjonen av matvekster skal være kvalitetsmessig konkurransedyktig med import.

Den foreslåtte EU-forordningen har også som mål å fremme bruken av ny teknologi som kan redusere bruken av plantevernmidler. Norske forskningsmiljø har i flere år jobbet med både robotikk og presisjonsplantevern og lagt et grunnlag for at norsk jordbruksnæring kan innfri slike mål og krav (Utstumo et al. 2018, Lati et al. 2021).

Bruken av kjemiske plantevernmidler i Norge er lavere enn i sørligere strøk i Europa siden et kjøligere klima ofte gir et lavere skadegjørerpess. Likevel vil innlemmingen av en slik forordning i norsk lovverk kreve en betydelig reduksjon i bruk av plantevernmidler også her. Statistikk over bruk av

plantevernmidler i EU-området er imidlertid ikke god nok til å gi grunnlag for en detaljert sammenlikning med bruk av plantevernmidler i Norge. Rapport for bruk av plantevernmidler i Norge i 2017 (Aarstad & Bjørlo 2019) viste at 32 % av arealene som var med i undersøkelsen, ble behandlet. For areal med eng og beite er det bare en mindre andel som sprøytes det enkelte år, mens det for de øvrige kulturer generelt er 80-100% av dyrkingsarealet på friland som sprøytes årlig.

Forbruket av ugrasmidler er størst, etterfulgt av soppmidler, mens skadedyrmidler brukes i vesentlig mindre mengder. Forskjellene skyldes delvis forskjeller mellom midler i hvilken dose som er nødvendig for å oppnå ønsket effekt, og delvis at det er lite problem med skadedyr og til dels også med sopp i engvekster og korn som det totalt dyrkes mest av. Ugras er den skadegjørergruppen som forårsaker størst tap av avling dersom det ikke gjøres tiltak.

Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) viser at nesten alt areal i de korndominerte overvåkingsfeltene behandles med ugrasmiddel hvert år, og det er en trend med økende arealandel behandlet med soppmiddel både i kornområder og i felt med andre produksjoner (Bechmann et al. 2021). Det siste indikerer økende utfordringer med soppsjukdommer som et resultat av endrede værforhold mange steder. Bruken av insektmidler er noe mer variabel, men det registreres årviss bruk spesielt i grønnsaks- og bærproduksjon i overvåkingsfeltene.

Salgstallene og bruken av midler varierer fra år til år som følge av skadegjørersituasjonen, men ser man på de siste fem årene, var de årlige gjennomsnittlige tallene i Norge 703 tonn per år for perioden 2017-2021 (Mattilsynet 2022). Dette er 120 tonn lavere enn gjennomsnittet for perioden 2010-2014 (Mattilsynet 2015). Nedgangen kan knyttes til harmonisering av norsk plantevernmidellovgivning med EUs regelverk for bærekraftig bruk av plantevernmidler (Directive 2009/128/EC) fra 2015. Plantevernmidelforskriften setter krav om integrert plantevern og minimal bruk av kjemiske plantevernmidler for å sikre trygg mat, miljø og helse.

#### 5.1.11.2 Rester av plantevernmidler i mat

Mattilsynet utfører årlig offentlig kontroll av plantevernmiddelrester i næringsmidler, og overvåkingsresultatene viser generelt et bilde av god kjemisk mattrygghet for den norske forbruker/på det norske markedet. Mat dyrket i Norge inneholder gjennomgående færre plantevernmiddelrester enn produkter fra andre land. I overvåkingen for 2021 var 68 % av prøvene av norskproduserte landbaserte næringsmidler uten funn av plantevernmiddelrester. Tilsvarende tall for prøver fra EU/EØS og tredjeland var henholdsvis 35 % og 30 % (Mattilsynet og NIBIO 2022).

I perioden 2016 til 2021 varierte andel prøver med funn av plantevernmiddelrester over grenseverdi fra 1,4 % til 3,7 %. For norskproduserte varer var det funn av plantevernmiddelrester over grenseverdi i et fåtall tilfeller i to av disse seks årene, men ingen av disse var overskridelser etter korrigering for måleusikkerhet. Det er generelt færrest funn av plantevernmidler over grenseverdi i norskproduserte varer, og produkter fra EU/EØS har videre generelt lavere andel funn over grenseverdi enn varer fra tredjeland. Noe av dette bildet kan tilskrives at det tas ut flere prøver av vareslag fra tredjeland der det tidligere er påvist høye nivåer av plantevernmiddelrester. Prøveuttaket er med andre ord til en viss grad basert på risiko.

#### 5.1.11.3 Rester og mulige effekter av plantevernmidler i miljøet

Det er et komplekst samspill mellom naturgitte faktorer som jordegenskaper og værforhold, driftspraksis, plantevernmidlets fysiokjemiske egenskaper og prosesser i miljøet som påvirker dets skjebne og spredningspotensiale. Systematisk innhenting av data om rester og mulige effekter av plantevernmidler i norsk miljø er i hovedsak begrenset til overvåkingen av bekker i jordbruksdominerte nedbørfelt gjennom JOVA-programmet. I gjennomsnitt for perioden 1995–2018 inneholdt 16 % av de analyserte vannprøvene fra slike bekker plantevernmidler i konsentrasjoner som kan ha negative miljøeffekter (Bechmann et al. 2021). For perioden 2012–2017 var andelen relativt konstant på rundt 30 % (Bye et al. 2020). Undersøkelsene viser at kombinasjoner av ulike

plantevernmidler i miljøet i norske jordbruksområder kan utgjøre en risiko for vannlevende organismer. Så langt er det ikke publisert data for perioden etter 2018, og en kan derfor ikke si noe om mulige trender i siste femårsperiode.

Andre langvarige serier med overvåkingsdata for rester av plantevernmidler i jord foreligger ikke i Norge. Det er i senere år satt et økt fokus på forekomst og potensielle effekter av plantevernmidler i jordbruksjord (Silva et al. 2019), og norske jordtyper og klimaforhold kan gi grunnlag for seinere nedbryting (VKM 2015) sammenliknet med i sørligere områder. I det tidligere nevnte overvåkingsprogrammet for jordbruksjord som er under etablering (Svendgård-Stokke et al. 2021), forventer en at analyser av plantevernmidler blir inkludert.

Det er stor enighet i det internasjonale fagmiljøet om at de globale insektbestandene står under et sterkt press. Tilbakegang i både insektbiomasse og diversitet er dokumentert i en rekke studier fra ulike land, men det ligger en generell utfordring i mangelen på lange tidsserier for insekter.

Forskningen viser videre at det ikke er én enkeltfaktor som driver denne trenden, men heller et komplekst samspill av mange ulike faktorer. Det er de siste ti årene gjennomført mange studier av plantevernmidlenes mulige effekt og rolle i denne sammenhengen. Det gjelder særlig insektmidler i gruppen neonicotinoider, hvor dårligere immunforsvar, nedsatt orienteringsevne, nedsatt metabolisme og generelle negative effekter på utviklingen av honningbie- og humlesamfunn er viktige observerte effekter (bl.a. Brandt et al. 2016, Ellis et al. 2017, Cook 2019).

Det er imidlertid mangler i kunnskapen om effekter av soppmidler (fungicider) og ugrasmidler (herbicider) samt om den såkalte cocktail-effekten av samtidig bruk av flere ulike midler. Å utvikle mer kunnskap om virkninger av plantevernmidler på pollinerende insekter løftes fram som en prioritet i Regjeringens tiltaksplan på dette området (Departementene 2021). Det er til nå gjort lite på dette i Norge selv om en i den nasjonale insektovervåkningen diskuterer dette som en mulig forklaringsvariabel (Åström et al. 2020). Mulig metodikk for videre studier er foreslått av Stenrød et al. (2023).

Godkjenningsordningen for plantevernmidler stiller strenge krav til dokumentasjon av nedbrytning/persistens, spredning i miljøet og mulige effekter. Denne er i hovedsak basert på bruk av modeller for skjebne i miljøet under gitte forutsetninger, studier av effekter på modellorganismer under standardiserte laboratoriebetingelser og bruk av modeller for å predikere samvirke-effekter. Vi har en del kunnskap om hvilke negative effekter plantevernmidler har på ulike grupper av organismer, men vet mindre om hvor store disse effektene er over tid og i hvilken grad disse er drivere for endringer i biodiversitet.

#### 5.1.11.4 Framtidige trusler og tiltak mot skadegjørere

Det forventes en økning i frekvensen av introduksjon og etablering av nye planteskadegjørere i Norge. Eksempler på nye arter og diskusjon om årsaker finnes blant annet i Talgø et al. (2019). Økt internasjonal handel og import av planter, planteprodukter og jord står fram som de viktigste risikofaktorene.

Ansvar for å kontrollere importerte planteprodukter for planteskadegjørere er flyttet fra Mattilsynet til importørene selv. Videre har bygg- og anleggsbransjen ansvar for å ikke spre fremmede, invaderende arter eller planteskadegjørere ved flytting av masser.

Klimaendringene er med på å tilrettelegge for at de introduserte artene kan etablere seg i Norge og kan også føre til at planteskadegjørere vi allerede har både i skog-, jord- og hagebruk utvikler bestander som kan medføre alvorlig skade.

Planteskadegjørere som utvikler resistens mot kjemiske plantevernmidler, utfordrer trygg mat, førtrygghet og god plantehelse. I Norge har flere skadedyr, ugras og plantepatogene sopper blitt resistente mot ett eller flere kjemiske midler (Johansen et al. 2020). Det er for eksempel påvist resistens mot såkalte lavdosemidler hos åtte vanlige ugrasarter, og det er funnet resistens hos

gråskimmelsopp i flere kulturer mot inntil seks ulike soppmidler i samme individ av soppen. Det er viktig å se nærmere på hvordan bortfall av stadig flere plantevernmidler på grunn av endring i godkjenningene kan gi store utfordringer med resistens mot de gjenværende kjemiske plantevernmidlene. Effektiv bekjemping over tid krever bruk av kjemiske plantevernmidler med ulike virkningsmekanismer og alternative midler og metoder.

For å møte de utfordringene et endret klima, økt internasjonal handel med planter og nye resistente planteskadegjørere gir oss, samtidig som vi reduserer bruken av kjemiske plantevernmidler i jord- og hagebruket, er vi avhengige av å kontinuerlig utvikle nye strategier for IPV. Ikke-kjemiske tiltak og bruk av presisjonsteknologi vil være viktige i disse. Eksempler på aktuelle løsninger og teknologier finnes i Hermansen & Aamlid (2019) og i (EPRS 2021).

### 5.1.12 Virkemidler for gjennomføring av miljøtiltak i jordbruket

Virkemidler for gjennomføring av miljøtiltak i jordbruket omfatter både økonomiske insentiver, juridiske bestemmelser og administrative tiltak som rådgivning og informasjon. En oversikt finnes på <https://www.nibio.no/tema/miljo/tiltaksveileder-for-landbruket/vannmilljotiltak/juridiske-og-okonomiske-virkemidler>

Ei samla framstilling av miljøtiltak i jordbruket gis i Nasjonalt miljøprogram (<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/jordbruk/miljo-og-klima/nasjonalt-miljoprogram-2019--2022>). På nasjonalt plan er Forskrift om produksjonstilskudd et sentralt økonomisk virkemiddel, mens de viktigste regionale og kommunale økonomiske virkemidlene er henholdsvis Regionale miljøprogram (RMP) og Spesielle miljøtiltak i landbruket (SMIL). Tiltak det blir gitt støttet til gjennom RMP og SMIL er allerede omtalt i kapittel 5.1.8.

Effektene av tiltakene er i varierende grad studert og dokumentert. Det er blant annet ikke undersøkt om virkemidlene som skal bidra til å ivareta biologisk mangfold i kulturlandskapet, eksempelvis tilrettelegging for pollinerende insekter, faktisk bidrar til dette på landskapsnivå. Det mangler også kunnskap om dose-respons-sammenhenger for flere tiltak, noe som er nødvendig for å kunne prioritere dem effektivt. Dette betyr ikke at de er vurdert å ha lavt potensiale.

Tiltak for å begrense næringsstoffavrenning gjennom tap av jord, for eksempel krav om at andeler av åkerarealet skal ligge i stubb om vinteren, er vist å ha virkning ([www.nibio.no/kjelle](http://www.nibio.no/kjelle)). Det er mye som tyder på at effekten av denne type tiltak på vannkvalitet først sees etter flere år, og da hvis tiltaksgjennomføringen har vært omfattende og ikke overlatt til bare frivillig innsats (Bechmann et al. 2022, Skarbøvik et al. 2023)

I Norge har det vært lite fokus på virkemidler for å redusere nitrogenoverskudd i jordbruksdrift og tap av nitrogen til vann. De siste årene har den dårlige miljøstatusen i Oslofjorden gjort at nitrogentiltak både i jordbruket og avløpssektoren har blitt diskutert. Ifølge Hellsten et al. (2019), kan tilknytning til Vanddirektivet (<https://europolov.no/rettsakt/vanddirektivet-eus-rammedirektiv-for-vann/id-1>) og Nitratdirektivet (<https://www.europolov.no/rettsakt/nitratdirektivet-beskyttelse-mot-vannforurensning-fra-nitrat-i-landbruk/id-3083>) påvirke valg av virkemiddel satt inn i de nordiske landene. Norge har bundet seg til Nitratdirektivet for nedbørfeltet til indre Oslofjord og Glomma. Aktuelle tiltak i jordbruket er bedring av nitrogenbalanser, redusert jordarbeiding, bruk av fangvekster og utvikling av renseløsninger for grøfteavrenning.

### 5.1.13 Målkonflikter mellom matproduksjon og redusert miljøpåvirkning

Matproduksjon vil alltid påvirke miljøet, og de negative virkningene kan minskes ved å produsere mindre eller ved å forbedre produksjonsmetodene slik at påvirkning per arealenhet og/eller mengde produsert mat går ned.

Bærekraftig intensivering (omtalt i kapittel 5.1.10) kan være en strategi for å oppnå det siste. Ved at avling per arealenhet og innsatsfaktor eller avdrått per dyreindivid og førenhet økes, kan produksjonen holdes oppe og til og med øke uten at nye områder tas i bruk til matproduksjon.

Det norske jordbruket er husdyrdominert, og fôrkornproduksjonen skjer i stor grad på flatbygdene på Østlandet og i Trøndelag. Store deler av drøvtyggerproduksjonene som tar unna mye av dette fôrkornet, ligger i andre områder. Denne kanaliseringen regnes for å være en forutsetning for at spredte og til dels marginale produksjonsressurser kan bidra til total matproduksjon og for at jordbruket skal bidra til regional utvikling og bosetting.

Innenfor et slikt system kan det være vanskelig å løse miljøproblemer gjennom intensivering i form av høyere utbytte per arealenhet dersom produksjonen regionalt og nasjonalt samtidig skal holdes oppe. Høy husdyrtetthet kan medføre store overskudd av N og P. Større volum av husdyrprodukter per arealenhet enten ved flere dyr eller høyere avdrått vil isolert sett øke overskuddene og risikoen for tap til miljøet. Det letes etter løsninger som kan resirkulere og tilbakeføre næringsstoffene til planteproduksjon i andre områder i landet. Likevel kan regionalt og lokalt høye produksjonsmål i husdyrproduksjonen være i konflikt med mål om å redusere miljøproblemer.

Et annet eksempel på en målkonflikt mellom å opprettholde matproduksjon basert på norske arealer og redusert miljøpåvirkning, finnes i avveiningen av omfanget av drøvtyggerproduksjoner mot klimagassutslipp. Et tredje eksempel er bruk av redusert jordarbeiding i kornproduksjonen for å forebygge tap av næringsstoff mot redusert bruk av plantevernmidler og opprettholdelse av avling.

Målkonflikter mellom forvaltning av biologisk mangfold i kulturlandskapet og andre hensyn er gjort rede for i avsnitt 5.1.10.6

#### 5.1.14 OECD sin vurdering av miljøstatus og miljøeffekter av norsk jordbruk

I sin analyse av norsk jordbruk konkluderer OECD (2021) med at den totale produksjonen i forhold til den totale faktorinnsatsen (TFP = total faktorproduktivitet) har økt mer i Norge enn gjennomsnittet for andre OECD-land. I motsetning til andre land med om lag lik TFP, har en ikke samtidig redusert miljøbelastningen uttrykt ved total fosfor- og nitrogenbalanse.

OECD (2021) mener at veksten i TFP ikke er drevet av innovasjoner som reduserer bruken av innsatsfaktorer, men av mer kapitalintensiv og arbeidsbesparende teknologi. Bruken av nitrogengjødsel per arealenhet og husdyrtettheten har økt, og det samme har utslippene av ammoniakk og klimagasser. Klimagassutslippene per produsert enhet har imidlertid ikke økt.

Det kan være grunn til å se mer på datagrunnlaget for Norge og hvordan det er brukt i OECD-statistikken, for å se om den stemmer med faktiske forhold, ikke minst for næringsbalanser. Det er totalsummene av P og N på nasjonalt nivå som blir brukt, og balansen blir beregna per enhet samla jordbruksareal for å kunne sammenligne land. Norge har relativt stort areal av grasmark i forhold til arealet av åkervekster sammenligna med de andre nordiske landa, og grasavlinga og P og N i denne er beregna ut fra næringsbehov til dyra med fratrekk av kraftfôr (OECD 2007). Som forklart i avsnitt 5.1.7.3, gir denne beregningsmåten lavere anslag for hva som faktisk er høsta. N- og P-gjødsling til grasmark er i alle land større enn til korn. Dermed vil gjennomsnittlig N- og P-gjødsling og -balanse for totalarealet bli relativt høy i Norge sammenligna med land med mindre andel grasmark.



## 5.2 Jordbrukets muligheter og evne til å levere mat til Norges befolkning

### 5.2.1 Type og mengde mat som kan produseres på norsk arealgrunnlag

En kan estimere hvor mye plantebasert energi, protein og fett som det norske jordbruket teoretisk kan produsere utfra jordbruksarealet beskrevet i 5.1.1 og med kunnskap om agroklimatiske forhold og de ulike kulturplantenes avlingspotensial og vekstkrav. Noe av dette vil være fordøyelig for mennesker, mens en betydelig andel av disse ressursene kan bli til mat bare gjennom husdyrproduksjoner.

På oppdrag for Klimautvalget 2050 drøfta Bakken & Mittenzwei (2023) hvor stort potensialet er og hvor stor del av næringsbehovet til befolkningen som teoretisk kunne dekkes av norsk produksjon.

Med kronårsavlinger av korn, olje- og proteinvekster og et maksimalanslag for areal som egner seg til dyrking av slike vekster på totalt 4 mill. daa (mot dagens 2,7 mill. daa), kunne næringsbehovet dekkes med et plantebasert kosthold. En forutsatte da at både bygg, havre, hvete, erter, åkerbønner og oljevekster måtte kunne prosesseres til attraktive matvarer, og at proteinet og fettene i dem var av ernæringsmessig høy nok kvalitet. Nordmenn måtte også få dekt anbefalt inntak av frukt og bær fra de slagene som kan dyrkes i Norge. Dersom et plantebasert kostholdsalternativ ble realisert, ville det meste av dyrkajorda utenfor flatbygdene i Rogaland, på Østlandet og i Trøndelag ha gått ut av matproduksjon.

Det ble også regna på noen alternativ der mjølkekyr med tilhørende avkom og enmaga dyr utnytta noe av kornarealet og en del av de ca. 6 mill. daa som ikke ble brukt til åker- og hagebruk. Uten import av fôrråvarer var det sjøl med kronårsavlinger av åkervekster liten plass til animalske produkter i kostholdet dersom en skulle være tilnærma sjølforsynt. Hva som kunne produseres i 100 % grovfôrbaserte drøvtyggerproduksjoner på disse 6 mill. daa som arealgrunnlag, og hvordan kostholdet da ville være sammensatt, ble ikke estimert. I størst grad mjølkeproduksjonen, men også kjøttproduksjonen på storfe og til en viss grad småfe, måtte i så fall skje med en helt annen avdrått enn en har i dag.

Det kan stilles spørsmål ved hvor interessante slike teoretiske beregninger er, helt frigjort fra dagens forbrukerpreferanser og måte å drive jordbruk på. I tillegg til de begrensningene som jordressurser og agroklimatiske forhold setter, kommer nåværende lokalisering av produksjoner og bruksstruktur, arrondering, kostnader og investeringer bundet i infrastruktur og driftsapparat og plassering av mottaks- og foredlingsledd, for å nevne noen faktorer. Verdien av beregningene ligger nok først og fremst i å realitetsorientere diskusjonen om hvilken grad av sjølforsyning som er mulig og å illustrere hvor avhengige vi fremdeles er av drøvtyggerne for å få mat fra mer enn halvparten av landets dyrkajord.

Mot det siste blir det ofte anført at det er mulig å dyrke både potet, grønnsaker, bær og noe mer bygg og havre på disse grasarealene. Det er definitivt mulig, i hvert fall om en ser bort fra dagens mekanisering og driftsmåter i disse produksjonene. Men om en så tredobler forbruket av norskprodusert potet og grønt, ville det arealbruksmessig gjøre et lite innhogg i de 6 mill. daa. Samla areal som brukes til potet og grønnsaker i dag utgjør bare 220 000 dekar.

Vi gir ikke her noe endelig svar på hvor mye og hvilken mat som realistisk sett kan produseres på norsk arealgrunnlag. Men som grunnlag for videre analyser og diskusjoner lister vi opp noen momenter som er viktige å ta med seg:

1. Tilgangen på gode kornarealer vil være en flaskehals for hvor sjølforsynte vi kan være uansett hvordan det norske jordbrukssystemet rigges og hvor husdyrbasert det er.



2. Drøye halvparten av dyrkajorda vi disponerer kan bare gi grunnlag for matproduksjon gjennom drøvtyggerbaserte produksjonssystem.
3. Hvis ikke drøvtyggerne blir tilført fôrressurser produsert i utlandet, på norsk kornjord og/eller i form av restprodukt med opphav i dyreriket (for eksempel fiskemel og kjøttbeinmel), må det legges om til en avdrått som er vesentlig lavere enn i dag.
4. Av 2 og 3 følger trolig at «kraftfôrfrie» drøvtyggerproduksjoner ikke er en strategi som maksimerer utnyttelsen av landets produksjonsressurser og ivaretar matsikkerheten. Uten at disse produksjonene stimuleres med konsentrert fôr fra kornarealene, er det sannsynlig at deler av grovfôrarealene vil gå ut av drift.
5. Svineproduksjonen, og i noen grad fjørfeproduksjonen, sikrer avsetning av den delen av norsk kornproduksjon som ikke blir brukt til menneskemat. De bidrar dermed til å utnytte og ta vare på produksjonsgrunnlaget.
6. Agroklimatiske faktorer og jord av god nok kvalitet er i dag ikke den viktigste begrensningen for økt norsk produksjon av potet, grønnsaker og bær. Derimot er markedet bestemt av blant annet etterspørsel, tollvern og betalingsvilje, den viktigste barrieren.
7. Økt norsk produksjon og konsum av vegetabilsk mat vil ikke fri oss fra dilemmaene og målkonfliktene rundt å ha drøvtyggerproduksjoner som grunnpilarer i landbasert matproduksjon.

Dersom det skulle skje radikale endringer i matproduksjonens biologiske grunnlag (arter og organismegrupper som brukes, effektivitet i fotosyntese eller annen metabolisme) eller måten grunnlaget kan utnyttes på (driftsmåter, prosessering), vil flere av momentene måtte revideres.

## 5.2.2 Etterspørsel og forbruk av matvarer i Norge

I rike samfunn, der befolkningens materielle behov er dekket, tyder mye på at forbrukerne i økende grad gjør sine valg ut fra verdibaserte preferanser, som for eksempel helse, økologi og dyrevelferd. Slik gjør forbrukeren valg ut fra sin egen kjøpekraft, egne verdier og antakelser om maten og hvordan den er produsert. For referanser, se Bardalen et al. (2020). Her beskrives kunnskap med vekt på forbrukerens rolle i matsystemet.

### 5.2.2.1 Hva har betydning for forbruket av matvarer

Økonomiske analyser av etterspørsel og forbruk av matvarer gjøres gjerne med bakgrunn i neoklassisk etterspørselsteori (Deaton & Muellbauer 1980) eller Lancaster's (1966) karakteristiske konsumentteori. Økonomisk modellering basert på neoklassisk teori ved bruk av observasjonsdata er velegnet til å estimere pris- og inntektselastisiteter, til å finne effekter av økonomiske tiltak, til analyser av trender og til å lage prognoser. Den karakteristiske konsumentteorien brukes oftest sammen med valgekspesimerer for å analysere nytte/betalingsvillighet for matvarenes ulike egenskaper og effekter av tiltak.

I grove trekk kan faktorene som bestemmer etterspørselen deles opp i: Egenskaper ved maten, egenskaper ved forbrukerne, trender og økonomi. Egenskaper ved maten kan for eksempel være hvordan maten smaker, hvor den er produsert og utseende. Egenskaper ved forbrukerne er sosioøkonomiske faktorer, psykologiske faktorer og befolkningens holdninger til helse, miljø og annet. Trender består av langsiktige endringer i befolkningen som kommer av at eldre mennesker dør mens yngre mennesker med andre forbruksvaner vokser til og blir forbrukere. I tillegg kan immigranter ha andre matvaner enn de innfødte, og nye matvarer kommer på markedet og kan endre det totale mønsteret. Økonomiske faktorer består av endringer i prisene på ulike matvarer, prisene på andre varer og tjenester samt husholdningenes kjøpekraft.

#### 5.2.2.2 Egenskaper ved maten

Det er viktig for bønder, matvareindustri og politikktutforming å ha kjennskap til hva slags egenskaper ved maten som har betydning for norske forbrukeres valg av ulike matvarer. Bazzani et al. (2018) foretok valgekspériment i Norge og USA for å finne ut hvilke faktorer som har mest betydning for forbrukerne når de bestemmer seg for hva de skal putte i handlekurven. Tolv ulike egenskaper inngikk i forsøket: Utseende (maten ser tiltalende og appetittvekkende ut), Nyhet (maten er noe nytt som du ikke har prøvd før), Rettferdighet (bøndene, matindustrien og dagligvarehandel får en rettferdig andel av prisen), Opprinnelse (om maten er produsert lokalt, i Norge eller utenlands), Enkelhet (lett og rask å tilberede og spise), Smak (smaker godt), Dyrevelferd (trivselen hos husdyrene), Naturlighet (teknologier som hormonbehandling, genmodifisering eller bestråling er ikke brukt i produksjonen), Ernæring (mengde og typen av fett, proteiner etc.), Pris (prisen du betaler for maten), Trygghet (forbruk fører ikke til sykdom), Miljøpåvirkning (effekter av matproduksjonen på miljøet).

For norske forbrukere var det mattrygghet som hadde overlegent størst betydning. Deretter kom naturlighet, smak, dyrevelferd, ernæring og pris på de neste plassene i rangeringen.

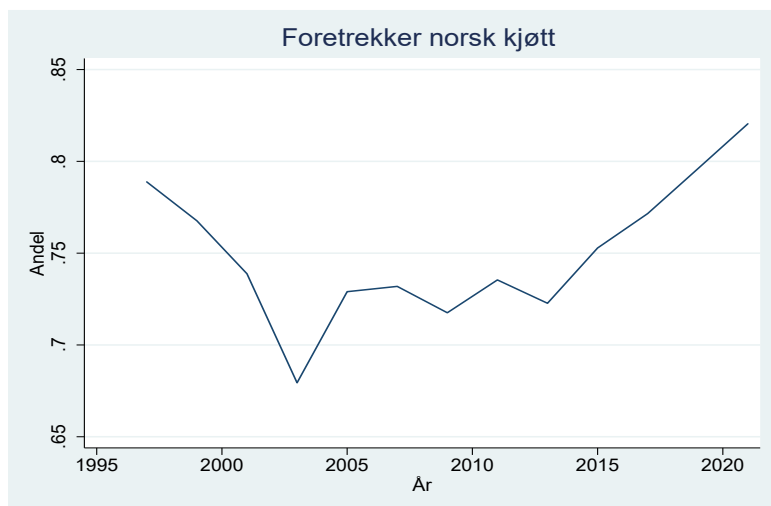
#### 5.2.2.3 Oppslutning om og tillit til norsk mat

For å finne ut mer om oppslutningen om norsk mat, kan en bruke data fra Norsk Monitor som er en spørreundersøkelse blant et representativt utvalg av den norske befolkningen og er utført av IPSOS. Den har blitt gjennomført annethvert år siden 1985. Hver gang svarer mellom 3000 og 4000 nordmenn på spørsmål om blant annet matforbruk, medievaner, politikk, moral, holdninger til landbruk, klima og helse.

For 2021-undersøkelsen var det fem spørsmål som omhandlet tillit til norsk mat:

1. «Jeg foretrekker å kjøpe norske varer, selv når de koster litt mer.» Her svarte litt i underkant av 80 % at de var helt eller delvis enig i påstanden (30 % var helt enig) mens 21 % var helt eller delvis uenig.
2. «Utenlandsk mat er minst like trygg å spise som norsk mat.» Her var 58 % helt eller delvis enig (18 % var helt enig), mens 29 % var helt eller delvis uenige.
3. «Hvor viktig er det for deg at landbruksproduktene du bruker eller spiser er norske?» Her svarte 88 % at det var meget viktig, ganske viktig eller litt viktig (22 % svarte meget viktig). For 12 % spilte det ingen rolle eller de foretrakk utenlandske.
4. «Jeg foretrekker kjøttvarer som er merket med at de er produsert i Norge.» Her svarte 83 % at de var helt eller delvis enig (51 % var helt enig), og 13 % var helt eller delvis uenige.
5. «Husdyr i norsk landbruk, slik som kuer, griser, sauer, høns osv. har det bra.» 76 % svarte at de var helt eller delvis enig i denne påstanden, mens 21 % var helt eller delvis uenige.

Spørsmål 4 har vært med i undersøkelsen siden 1997. Figur 5.2.1 viser utviklingen i andel som sier de er helt eller delvis enig i at de foretrekker kjøttvarer som er merket med at de er produsert i Norge.



Figur 5.2.1. Andel av spurte nordmenn som har svart at de foretrekker norske kjøttvarer framfor utenlandske. Dataene er fra Norsk Monitor.

Svarene på spørsmål 1-5 samt utviklingen illustrert i Figur 5.2.1 indikerer at nordmenn har stor tillit til norsk mat.

#### 5.2.2.4 Endring i det norske matvareforbruket siden 1999

NIBIO produserer data for utviklingen i Norsk kosthold, og 1999 er det første året vi har data for. Av brede varegrupper har osteforbruket per innbygger økt med 43 % fra 1999 til 2021. Forbruket av grønnsaker har økt med nesten 30 %, forbruket av frukt og bær har steget med 22 %, kjøttforbruket har økt med 22 %, og forbruket av bakervarer har økt med 13 %. Fiskeforbruket har gått ned med 15 %, potetforbruket har gått ned med 37 %, og melkeforbruket har gått ned med 41 % siden 1999.

#### 5.2.2.5 Tunge trender

Tunge langsiktige endringer i det totale matvareforbruket kommer ofte som følge av demografiske endringer i befolkningen. For å analysere endringer i det norske forbruket konstruerte Gustavsen & Rickertsen (2018) en etterspørselsmodell for sentrale norske matvarer der både økonomiske, sosioøkonomiske og demografiske faktorer var inkludert. Modellen ble brukt til å fremskrive endringer i forbruket av kjøtt og meieriprodukter fra 2012 til 2027. Reelle priser og reelle inntekter ble holdt konstant, mens forbruksendringene skjedde utelukkende på grunnlag av demografiske endringer. Resultatene fra denne analysen viste en langsiktig nedgang av forbruket av storfekjøtt, lam, svin og melk, mens forbruket av kylling, ost og yoghurt viste en langsiktig oppgang når priser og inntekter vokser i samme takt som konsumprisindeksen.

Gustavsen (2021) påviste nedadgående trender i frekvensen av potetforbruk på grunn av demografiske endringer i den norske populasjoner. Yngre generasjoner spiser poteter langt sjeldnere enn eldre generasjoner, og dette medfører en langsiktig nedgang, uavhengig av økonomiske faktorer.

Den norske befolkningen har økt med over en million mennesker de siste 30 årene. Grunnen til dette er innvandring, og det kan igjen føre til endringer i forbruksmønsteret. Gustavsen et al. (2020) brukte velegnede amerikanske data for å belyse innvandringens betydning for matforbruk i USA. Hovedkonklusjonen var at amerikanske innvandrere tilpasset seg det amerikanske spisemønsteret etter noen år i landet. Disse resultatene kan indikere at det samme kan ha skjedd og skjer i Norge.

Andre tunge trender som har betydning på matvareforbruket, er folks vektlegging av hensyn til helse og miljø. Norsk Monitor viser at det har vært økende bevissthet om disse faktorene siden 1980-tallet. Gustavsen (2021) viste at helse er en sterkere motivator enn miljø for forbruket av grønnsaker i Norge.

Siden 1980 har de reelle engrosprisene på storfe, svin, lam og kylling gått ned eller vært omkring uendret. Dette, sammen med økt realinntekt, har motvirket de nedadgående trendene og vært

hovedårsaken til økt forbruk. Gustavsen (2023) har konstruert en Bayesiansk prognosemodell for engrossalg av ulike kjøttvarer som oppdaterer elastisitetene over tid. Resultater fra kjøringene av denne modellen viser at de ulike egenpriselasitetene har blitt mindre negative med tiden, noe som gjør markedet vanskeligere å styre.

#### 5.2.2.6 Labile forventninger til ny mat

Det er forventninger til at det kommer en del nye matvarer på markedet framover som kan produseres med lav miljøbelastning. Råstoffene her kan være insekter og alger, og det hevdes at kjøtt dyrket i laboratorium vil ha lavere miljøfotavtrykk enn kjøtt fra husdyr.

I Norsk Monitor for 2021 svarte 38 % av respondentene at de var uvillige til å smake på mat laget av insekter selv om maten var godkjent av helsemyndighetene og var like sunn og smakte like godt som annen mat. 31 % var kanskje villig mens 28 % var villig. Dette tyder på stor skepsis til denne type mat i befolkningen.

Mat laget av alger har et stort potensial, men det er mye som må på plass før det kan bli et marked for det. Det finnes ikke internasjonale reguleringer for alger, og det er ikke laget CODEX ALIMENTARIUS-retningslinjer (FAO/WHO-standarder) for bruk av dem. De fleste typer makroalger (99 % av all mat med alger lages av makroalger) har et høyt innhold av jod, og dette mineralet bør ikke inntas i hverken for høye eller for lave mengder. I Norge får de fleste dekket behovet for jod gjennom meieriprodukter siden fôret til husdyrene er tilsatt jod. I tillegg absorberer en del makroalger tungmetaller, og mange typer inneholder en del miljøgifter (FAO & WHO 2021). Hvis eller når mat med alger kommer på markedet, forventes den å være mest interessant for unge, helseopptatte og miljøengasjerte forbrukere i de største byene (Gustavsen & Rautenberger 2023).

Syntetisk kjøtt (dyrket i laboratorium) er ikke på markedet på grunn av manglende reguleringer og høye produksjonskostnader. Gustavsen & Mittenzwei (2022) konstruerte hypotetiske pris- og inntektselasiteter for slikt kjøtt ved hjelp av data fra et valgekspesiment. Dataene viste at omkring halvparten av gruppen ikke ville ha syntetisk kjøtt selv om prisene var det halve av vanlige kjøttpriser. Hovedkonklusjonen i artikkelen var at markedet for syntetisk kjøtt er begrenset i Norge.

#### 5.2.2.7 Andre tegn i tiden: Lokalmat, økologisk mat, matspesialiteter

Det vil trolig alltid være et marked for mat produsert på miljøvennlige måter. Det samme forventes å gjelde for lokalmat og økologisk mat, men dette avhenger av tillit til matvarene og betalingsvilligheten til forbrukerne. De etterspurte egenskapene til slike produkter er produksjonsmåten, og siden ingen kan se eller smake at en vare er produsert lokalt eller økologisk, er tillit svært viktig. Gustavsen & Hegnes (2020a) fant at norske forbrukere i gjennomsnitt var villige til å betale 5,8 % mer for økologisk mat enn for vanlig mat. I 2015 hadde 91 % av forbrukerne handlet norske matspesialiteter minst en gang, mens 45 % mente det var viktig at matbutikkene hadde et stort utvalg av lokale matspesialiteter (Gustavsen & Hegnes, 2020b).

#### 5.2.2.8 Forbrukerpreferanser og landbrukspolitikk

Som gjort rede for i kap. 4.1, har den norske landbrukspolitikken fire overordnede mål: 1) matsikkerhet 2) landbruk over hele landet 3) økt verdiskaping og 4) bærekraftig landbruk med lavere utslipp av klimagasser. Forbrukerpreferanser er i liten grad nevnt eksplisitt under beskrivelsene av målene og virkemidlene for å nå dem, men de inngår implisitt. Et sentralt delmål under hovedmål én er mattrygghet, og dette er den egenskapen ved maten som er den aller viktigste (Bazzani et al. 2018). I tillegg er naturlighet, det vil si ingen bruk av genmodifisering eller veksthormoner, resultat av landbrukspolitikken som er ført. Dette var den nest viktigste egenskapen for norske forbrukere. Dyrevelferd, som kom høyt opp på listen over hva norske forbrukere legger vekt på, er også regulert av norsk landbrukspolitikk.

#### 5.2.2.9 Nasjonale kostholdsråd og folks kjennskap og oppfølging av dem

De gjeldende norske kostholdsrådene kom i 2016 og kan finnes på hjemmesidene til Helsedirektoratet (2016). Disse anbefaler et variert kosthold med mye grønnsaker, frukt og bær, grove kornprodukter og fisk, og begrensede mengder av bearbeidet kjøtt, rødt kjøtt, salt og sukker. For melk og melkeprodukter anbefales inntak av magre varianter til hverdags. Nye nordiske råd der miljømessig bærekraft vektlegges i tillegg til helse kom i juni 2023 (Nordic nutrition recommendations 2023). Disse anbefaler et lavere forbruk av kjøtt enn de gjeldende rådene. I høringsrunder og etter framlegging har de nye rådene blitt mye kritisert for metodene som er brukt og hvordan bærekraft er operasjonalisert (Korsæth et al. 2023). I tillegg er de kritisert for å ikke ta hensyn til undersøkelser som har vist negative helseeffekter av ultra-prosessert mat (Berg 2023). Helsedirektoratet skal nå bruke de nordiske anbefalingene som utgangspunkt for å lage kostholdsråd tilpasset norske forhold. I august i 2023 sa statssekretæren i Helse- og omsorgsdepartementet til pressen at de nye kostholdsrådene bare skulle baseres på helseeffekten (<https://www.nationen.no/de-nye-norske-kostholdsradene-skal-ikke-inkludere-barekraft/s/5-148-402524>).

Helsedirektoratet dokumenterer årlig utviklingen i det norske kostholdet og skrev i 2022 at det var langt igjen for å nå målene i handlingsplanen for bedre kosthold 2017-2021 (Helsedirektoratet 2022). Dette kan både skyldes at folk ikke kjenner rådene og at de ikke ønsker å følge dem. Helse- og omsorgsdepartementet (2017) opplyste at 46% av befolkningen kjente til kostholdsrådene (kjenner til litt/ganske godt/svært godt). Ifølge Helsedirektoratet (2022) hadde 72 % av befolkningen tillit til rådene. Nationen (2023a) refererte til en undersøkelse gjennomført av Yougov på vegne av Hellofresh der halvparten av de spurte nordmennene svarte at de ikke hadde fulgt kostholdsrådene det siste året. Samme avis (Nationen 2023b) omtalte også en spørreundersøkelse gjennomført av InFact der 42 % av kvinnene og 27 % av mennene sa at de fulgte statens kostråd.

Norsk Monitor har ikke med noen spørsmål om Helsedirektoratets kostholdsråd, men spør respondentene om hvor opptatt de er av et helseriktig kosthold. Resultatene er omtalt i avsnittene 5.2.2.2 og 5.2.2.5 over.

#### 5.2.2.10 Kunnskapshull som bør fylles

Etter at Statistisk Sentralbyrå la ned forbruksundersøkelsene i 2012, har det manglet data som er velegnet til å estimere pris- og inntektselastisiteter for matvarer på husholdningsnivå. Disse dataene var også meget godt egnet til å følge forbruksmønsteret til ulike generasjoner over tid og finne langsiktige trender. Det er et stort fremtidig behov for oppdaterte pris- og inntektselastisiteter for ulike matvarer som har betydning for norsk produksjon. SSB arbeider med å lage nye forbruksundersøkelser, men det er uvisst når data fra disse blir klare til bruk for andre institutter.

#### 5.2.2.11 Vurdering av fremtidsutsiktene for norsk mat

Norske forbrukere har stor tillit til norsk mat. I tillegg viser data fra Norsk Monitor at norsk landbruk har stor tillit i befolkningen. Prisforskjellen til utenlandske matvarer bør imidlertid ikke være stor. Pris har stor betydning i valg av mat (egenpriselastisiteter for mange enkeltprodukter er høye i absoluttverdi), og blir forskjellen stor, kan mange forbrukere velge utenlandske produkter. Men norske forbrukere verdsetter også andre egenskaper ved norsk mat og matproduksjon. De kollektive godene nordmenn betaler for gjennom matprisen (mattrygghet, matsikkerhet, et spredt bosettingsmønster, dyrehelse, pleie av kulturlandskap), er meget viktige. Fremtiden kan trolig også bringe mer diversifisering i forbruksmønsteret. Avhengig av utvikling i husholdningenes realinntekter kan man få en vekst i salg av lokalprodukter og spesialmat. I tillegg kan det antas at folk, avhengig av kjøpekraft, vil legge større vekt på sunne og helseriktige matvarer.

## 5.3 Oppslutning om og avhengighet av landbrukspolitiske virkemidler

Norsk landbrukssektor er kjennetegnet av sterk politisk styring og et omfattende økonomisk, juridisk og administrativt virkemiddelsystem. Samarbeidet mellom myndigheter og næringsorganisasjoner kan sies å være velorganisert. Dialogen mellom forvaltning, næring og kunnskapsinstitusjoner bygger på relasjoner utviklet over lang tid. Bondeide samvirkeorganisasjoner og rådgivningstjenester bidrar til et effektivt apparat for implementering av tiltak og omstillinger.

Forvitrer dette på grunn av manglende tillit eller utilsikta og manglende effekt, er det vanskelig å se for seg velfungerende og bærekraftig jordbruk og matproduksjon i Norge.

Synspunkter på og analyser av virkemidlenes faktiske bidrag til måloppnåelse refereres nedenfor sammen med momenter for og mot at de står sterkt eller er trua. Sorteringa i fem grupper betyr ikke at det er skarpe skiller mellom dem. Flere, for eksempel Vik (2020) har påpekt at det er målkonflikter i landbrukspolitikken, og OECD (2022) konkluderte med at Norge bruker unødig nye ressurser på å nå målene.

### 5.3.1 Økonomiske virkemidler

De økonomiske virkemidlene omfatter målpriser, tilskudd og avgifter. Mye av dette er fastsatt i de årlige jordbruksavtalene. Før 2006 var det målpriser på varer som representerte omtrent 85 % av verdien av jordbruksprodukter. Som en følge av WTO-avtalen har en fjernet målpriser for mange varer, spesielt kjøtt og egg, slik at det nå er målpris på alle kornartene både til fôr og direkte humankonsum, poteter, flere frukt- og grøntvarer og melk. Verdien av disse varegruppene tilsvarer ca. 50 % av verdien av jordbruksproduktene.

De økonomiske virkemidlene medfører overføring av ressurser fra staten til jordbruket. Overføringer er ikke nødvendigvis et samfunnsøkonomisk tap, men de kan føre til effektivitetstap, og det koster å administrere ordningene.

På den annen side legger midlene også grunnlag for en verdikjede for mat som går helt til detaljleddet. Det er ikke mulig å tenke seg dagens omfang verken av næringsmiddelindustri eller norskeide grossister og kjeder dersom ikke også norsk jordbruk har et rimelig volum og med produksjon over hele landet, som legitimerer ressursbruken. Slik sett kan midlene som brukes over jordbruksavtalen også sees som investeringer i en lang verdikjede. I tillegg bidrar jordbruket med økosystemtjenester og andre felles goder kommer fellesgoder fra jordbruksproduksjonen.

Strukturdifferensiering og tak på tilskudd, samt regionale satser for areal-, pris- og dyretilskudd påvirker lønnsomheten i og dermed også viljen å utvide produksjonen på det enkelte bruk.

Ei arbeidsgruppe har nylig vurdert strukturdifferensiering. Arbeidet avdekket stor uenighet mellom partene i jordbruksavtalen

(<https://www.regjeringen.no/contentassets/67a4afc4fb404978bae05427f254076d/rapport-fra-partssammensatt-arbeidsgruppe-vurdering-av-strukturdifferensiering-og-tak-pa-tilskudd-over-jordbruksavtalen.pdf>).

Tak på husdyrtilskudd per bruk ble dobla fra 2014 til 2015 fra 280 000 til 560 000 kroner, redusert til 530 000 i 2020 og suspendert i 2023 på grunn av kostnadssituasjonen.

For arealtilskudd var det ingen arealgrense fra og med 2015 og samme tilskuddssats for alt areal per bruk for en vekst eller vekstgruppe.

De økonomiske virkemidlene er under mer eller mindre kontinuerlig vurdering, og avtalepartene setter ofte ned arbeidsgrupper for å vurdere dem.



### 5.3.2 Handelspolitiske tiltak

Handelspolitiske rammer er i stor grad gitt gjennom internasjonale avtaler som WTO-avtalen, EØS-avtalen, og bilaterale handelsavtaler med mange land. Toll er det viktigste virkemidlet. Det har vært en prosess i WTO om friere handel, siden Doha-mandatet i 2001. Avtale om å avvike eksportsubsidier ble inngått i 2015 og er den eneste konkrete endringen som påvirker det norske jordbruket. Dette vedtaket hadde effekt på norsk markedsregulering gjennom at reguleringseksportmuligheten ble avvirket (Meld. St. 11 (2016-2017)). Det har vært lite framdrift i forhandlingene senere.

WTO har nylig fått nye forhandlingsledere for både fiskeri og landbruk. Det skal være en ministerkonferanse i Abu Dabi februar 2024 med matsikkerhet som hovedtema.

([https://www.wto.org/english/news\\_e/news23\\_e/agri\\_31mar23\\_e.htm](https://www.wto.org/english/news_e/news23_e/agri_31mar23_e.htm)).

Norge og EU forhandler i praksis om friere handel med jordbruksvarer (artikkel 19) dersom det er enighet om behov. Den siste avtalen er fra 2017, og det er så vidt vites ikke avtalt nye forhandlinger. Eventuelle resultater av slike forhandlinger vil kunne føre til økt handel f.eks. gjennom større kvoter for tollfri import. Handelsutviklingen har hatt større effekt på norsk import enn på eksport av jordbruksvarer ved at Norges handelsunderskudd med EU for jordbruksvarer er økende (Tuft 2023). Handel mellom Norge og EU med bearbejdede jordbruksvarer (RÅK-varer) er regulert av den såkalte protokoll 3 til EØS-avtalen. Avtalen gjelder spesifiserte varer og skal utjevne forskjeller i råvarekostnader og føre til økt handel. Importen av RÅK-varer har økt jevnt de senere år (Thuen & Tuft 2023).

De internasjonale avtalene setter rammer, eller definerer handlingsrom, for norsk politikk. Fordi jordbruk ikke er inkludert i EØS-avtalen, selv om handelen med jordbruksvarer er regulert gjennom denne, er handlingsrommet større i landbrukspolitikken enn på mange andre områder. Både EØS- og WTO-avtalen har likevel hatt tydelig innvirkning (Hegrenes et al. 2016). Også avtaler på andre områder, som klimaavtaler, har hatt og kan få større betydning.

WTO-avtalen fastsetter maksimale tollsatser som Norge kan benytte, og vi har forbeholdt oss retten til å bruke krone- eller prosenttoll etter hva som gir best beskyttelse. Norge kan også ensidig sette tollsatsene ned. Dette gjøres i mange tilfeller for å få inn utenlandske varer når det er underdekning av norske. Norge kan også sette ned tollsatsene på mer varig basis.

Norge har defensive interesser på jordbruksområdet og offensive interesser på fiskeriområdet, men fordi fisk er definert som industrivarer i WTO så er det lite overlapp i forhandlingssituasjonen.

Både utenlandsk prisnivå og kronekursen har betydning for hvor sterkt importvernet i praksis blir.

Partiene Høyre og Venstre har begge nylig formidlet at de vil vurdere om importvernet er for sterkt (<https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Representantforslag/2022-2023/dok8-202223-222s/>).

### 5.3.3 Markedsordninger

Markedsordninger forvaltes med hjemmel i Omsetningsloven. Samvirkeorganisasjonene for melk, korn og kjøtt er markedsregulatorer. Melk er det produktet med mest omfattende regulering. Som nevnt ovenfor, er det ikke lenger målpriser for kjøtt og egg. Det er likevel fortsatt markedsregulering for kjøttslag uten målpris, med unntak for fjørfekjøtt.

Kvotordning for mjølk ble innført i 1983. Det har vært mange endringer i regelverket i årene etterpå. Noen viktige endringer etter år 2000 er innføring av mulighet for å omsette kvoter mellom produsenter (2003), mulighet for kvoteleie (2008), fjerning av særskilt regelverk for samdrifter og innføring av felles kvotetak på 900 tonn (2014). Dette kvotetaket ble redusert til 750 tonn i jordbruksforhandlingene i 2023. Det har så vidt vites ikke vært diskutert å fjerne kvotordningen.

Ei arbeidsgruppe har nylig lagt fram ei utredning om kvoteordningen der mange tiltak ble vurdert, for eksempel å gjeninnføre regler for samdrifter, senke kvotetaket og endre regler for omsetning/leie av kvoter

(<https://www.regjeringen.no/contentassets/e48127feec56444380a96f0d6acb17e6/gjennomgang-av-kvoteordningen-for-melk-2023.pdf>).

### 5.3.4 Juridiske virkemidler

For noen hoved- og delmål i landbrukspolitikken har juridiske virkemidler vært viktige. Dette gjelder kanskje i særlig grad hovedmålet «Matsikkerhet og beredskap» og delmålet «God dyre og plantehelse og god dyrevelferd» der hhv. Matloven (Lov 2003-12-19-124) og Dyrevelferdsloven (Lov 2009-06-19-97) er sentrale. Det kan være vanskelig å skille mellom økonomiske og juridiske virkemidler, f.eks. er innkreving av avgifter og utbetaling av tilskudd hjemlet i lover og forskrifter.

Lov om regulering av svine- og fjørfeproduksjon med forskrifter setter grenser for konsesjonsfri produksjon (konsesjonsgrenser). Målet med loven er å spre produksjonen på flere enheter og sikre familiebruket gjennom å begrense kapitalbehovet for investeringer og ved generasjonsskifte. Den første loven ble innført i 1974, og det har vært mange endringer siden. Ei relativt nylig endring var at konsesjonsgrensen for slaktekylling ble dobla i 2014 til 280 000 omsatte/slakta dyr per år. Reglene for svineproduksjon ble endra i 2019 for å redusere produksjonen på «engangspurker». Engangspurker var en måte for å øke produksjonen av smågriser innenfor konsesjonsgrensene. Det har vært flere konflikter, også rettssaker, om husdyrkonsesjon.

Ifølge Sundet (2000) er det få næringer som er påvirket av så mange lover som landbruket. Det er trolig like riktig nå som da han slo fast dette. De aller fleste sider ved landbruket er regulert av en eller flere lover. Dette skyldes ikke minst at det er en næring med stort fotavtrykk og aktivitet på tvers av mange bransjer og sektorer. I tillegg kommer at jordbruket er ei næring med høyt støttenivå som det er viktig å ha et godt regulatorisk rammeverk rundt.

### 5.3.5 Bidrag til kunnskapsutvikling, kompetansebygging og rådgiving

En stor del av utdanning, rådgiving, forskning og innovasjonsordninger innenfor jordbruket er offentlig finansiert og er viktige deler av det offentlige virkemiddelsystemet.

Mange av virkemidlene som omtales i dette kapitlet, finansieres over Landbrukets utviklingsfond (LUF). De omfatter både nasjonale og regionale tilretteleggingsmidler (NT- og RT-midler) og nasjonale og regionale miljøprogram (NMP og RMP). En oversikt over alle poster og ordninger i LUF finnes i Stortingsproposisjonen med den framforhandla jordbruksavtalen for 2023

(<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-121-s-20222023/id2978618/?ch=1>).

Den formelle utdanninga som er omtalt i 5.3.5.1, finansieres over andre offentlige budsjetter, men tiltak for rekruttering til landbruksfaglig utdanning og tilskudd til den såkalte voksenagronomen kommer fra LUF. Det er bare deler av den offentlig finansierte forskningsinnsatsen på jordbruk og matproduksjon (5.3.5.3) som hører til virkemiddelsystemet som LMD har ansvaret for.

#### 5.3.5.1 Utdanning

Elevplassene på studieretning naturbruk i videregående opplæring, som også dekker blå biobaserte næringer, er kostbare sammenligna med andre studieretninger (<https://www.udir.no/tall-og-forskning/publikasjoner/utdanningsspeilet/utdanningsspeilet-2020/del-1/kostnader/>). Så langt vi kjenner til, diskuteres det likevel ikke om tilbudet på naturbruk skal nedskaleres. Antallet søkere har vært stabilt eller svakt økende de siste åra, med noe nedgang på VG2 og VG3 landbruks- og gartnerifag (<https://www.udir.no/tall-og-forskning/statistikk/statistikk-videregaende-skole/sokere-vgs/sokere-utdanningsprogram/>). I jordbruksoppjøret i 2023 ble en enige om å evaluere voksenagronom- og voksegartnerutdanninga (<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/prosjektmidler/alle->

prosjektmidler/midler-til-utredninger-og-forprosjekt-for-jordbruks-og-matforskning/utlysning%20av-midler-til-evaluering-av-voksenagronomordningen). Bakgrunnen var blant annet at Utdanningsdirektoratet nå utreder endringer i opplæringsløpet på yrkesfag til et fireårig tilbud som inkluderer lærlingeår og ender med fagbrev.

I 2022 var det 634 planlagte studieplasser på universitets-/høgskolenivå på landbruksfag (inkluderer fiskerifag og havbruk), og 1065 søkere hadde et slikt studium som førstevalg. Færre studenter møtte enn det var studieplasser til (<https://www.samordnaopptak.no/info/om/sokertall/>). Antallet studieplasser og førstevalgssøkere i 2019 var henholdsvis 519 og 946. Søkertallene har flata ut gjennom fireårsperioden 2019-2022. Det er ingen signaler om at myndighetenes satsing på slik utdanning vil avta.

Prestvik et al. (2020) kartla landbrukets kompetansebehov gjennom en kvalitativ intervjuundersøkelse blant viktige aktører, og konkluderte at rekrutteringen til de spesialiserte utdanningene var for dårlig til å dekke de uttalte behovene. Dette gjaldt både for videregående skoler, høgskoler og universitet. Forfatterne antydte også at utdanningstilbudene så ut til å være mer styrt av elevenes og studentenes preferanser enn næringsas behov for kompetanse.

#### 5.3.5.2 Rådgiving

Gjennom jordbruksoppkjørene har staten gjennom lang tid kanalisert midler til rådgiving på produksjon, bygningstekniske spørsmål, økonomi og HMS gjennom Norsk Landbruksrådgiving (NLR). Partene i oppkjøret har nylig blitt enige om at rådgivinga skal samordnes bedre og blir mer lik over hele landet. Dette har ført til at de fleste regionale NLR-enhetene har slått seg sammen i et nasjonalt og landsdekkende NLR SA. NLR utvikler også basis for sin rådgiving gjennom kunnskapsutvikling- og formidlingsprosjekt finansiert blant annet gjennom nasjonale og regionale tilretteleggingsmidler og miljøprogram.

Offentlig finansiering bidrar også til direkterådgiving og nettverksbygging for primærprodusentene via Innovasjon Norge, samt i noen grad via kommunal landbruksforvaltning og statsforvalterne. Rådgiving som ikke finansieres av virkemiddelsystemet, er omtalt i kapittel 5.4.6.

#### 5.3.5.3 Forskning

Store deler av de offentlige midlene til jordbruks- og matsystemforskning fordeles gjennom Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter/Jordbruksavtalen (FFL/JA), regionale forskningsfond (RFF), programmene til Norges Forskningsråd (NFR) og EU sine rammeprogram.

Som nærmere omtalt i kap. 5.4.6, har forskningsfinansieringsordningen gjennom FFL/JA nylig blitt evaluert av Oxford Research (Brastad et al. 2022). Det ble konkludert at midlene ble brukt målretta og effektivt.

Bionær-programmet i NFR (for Bærekraftig verdiskaping i mat- og biobaserte næringer) ble evaluert av same firma i 2018 (Hansen et al. 2018), og fikk gjennomgående god omtale for bidrag til innovasjoner hos industripartnere og kunnskapsoppbygging hos forvaltningen. Temaene i Bionær ligger nå i NFR-porteføljen for Landbasert mat, miljø og bioressurser. I løpet av 2023 vil dagens 16 porteføljestyre reduseres til 11, og matproduksjon på land og i hav vil gå inn i Mat og bioressurser.

Norges deltagelse i EUs rammeprogram for forskning og innovasjon (FP7 og deler av H2020) ble evaluert av Samfunnsøkonomisk analyse AS i 2020 (Tofteng et al. 2020) på oppdrag av Kunnskapsdepartementet, men deres rapport går ikke spesifikt inn på relevansen og utbyttet (kost-nytte) for norsk jordbruk, jordbruksforvaltning og jordbruksforskning.

OECD (2021) sier at Norge har sterke offentlige forskningsinstitusjoner, men peker på at bare 3 % av støtten til landbruket går til forskning og innovasjon (<https://www.oecd.org/norway/policies-for-the-future-of-farming-and-food-in-norway-20b14991-en.htm>). De tilrår at privat sektor bør få en viktigere rolle i FoU.

#### 5.3.5.4 Innovasjon Norge

Innovasjon Norge (IN) forvalter midler til investering og bedriftsutvikling i landbruket, såkalte IBU-midler, tidligere bygdeutviklingsmidler (BU-midler). Disse midlene forhandles i jordbruksavtalen og fordeles fylkesvis, og søknader om midler behandles av IN sine regionale kontorer. Det er nasjonale og regionale føringer for hvilke tiltak som skal prioriteres.

Nyskapingen Bionova ligger under IN og forvalter penger som etter søknad kan gå til tiltak som reduserer klimagassutslipp og/eller bidrar til innovasjon og verdiskaping i bioøkonomien knytta til landbruk og havbruk. To av ordningene som Bionova forvalter, er nå under evaluering.

Det er diskutert om landbruket har hatt fordeler av at tilskudd til investeringer, innovasjoner og utvikling av tilleggsnæringer, bygdeutviklingsmidler, først ble flytta til statens nærings- og distriktsutviklingsfond som så ble fusjonert med Norges eksportråd, Norges turistråd og Statens veiledningskontor for oppfinnere. IN gjorde i 2012 en egevaluering av merverdien for landbruket av å tilhøre et samlet virkemiddelapparat ([https://www.bondelaget.no/getfile.php/13652009-1397242720/MMA/Bilder%20NB/Mat/Mat-%20og%20landbrukspolitikk/Jordbruksavtalen/Investeringsvirkemidler/IN%20Notat%20meirverdi.pdf%20484639\\_1\\_1.pdf](https://www.bondelaget.no/getfile.php/13652009-1397242720/MMA/Bilder%20NB/Mat/Mat-%20og%20landbrukspolitikk/Jordbruksavtalen/Investeringsvirkemidler/IN%20Notat%20meirverdi.pdf%20484639_1_1.pdf)). Konklusjonen var at næringa var best tjent med å ha sine virkemidler innenfor en større organisasjon (IN).

## 5.4 Næringsutøvernes mot og muligheter

Primærprodusentens faktiske og opplevde muligheter til å oppnå ei akseptabel inntekt fra et meningsfullt arbeid bestemmer om de og deres etterkommere kan og ønsker å være i jordbruket framover. Det er flere faktorer og utviklingstrekk i næringa og samfunnet som påvirker dette, og som dermed vil være viktig for bærekraft i jordbruket. Til grunn for utvalget av faktorer som vi har drøfta i det etterfølgende, ligger at vi tror frihet og sjøleierskap er viktig for den norske bonden i tillegg til inntektsmuligheter, kollegialt fellesskap og aksept i samfunnet for øvrig. I Rurals sin spørreundersøkelse blant bønder i 2022 (Zahl-Thanem & Melås 2022) oppga for eksempel 80 % at et ønske om å være selvstendig hadde stor eller noe betydning for at de var gårdbrukere. Interesse for landbruk og et liv på bygda var enda viktigere motivasjonsfaktorer.

Vi har ikke gått inn på kultur- og identitetsmessige faktorer i større bredde og status for disse. Burton et al. (2021) peker blant annet på hvor viktig det er for primærprodusentene å produsere godt både i mengde og kvalitet uten at det er direkte knytta til økonomisk utbytte. Dette kunne vært relevant å problematisere dersom ei utvikling av jordbruket i mer bærekraftig retning innebærer ekstensivering og levering av andre økosystemtjenester enn fôr og mat.

### 5.4.1 Driftsøkonomisk utbytte

God driftsøkonomi hos enkeltbrukerne er en forutsetning for at jordbruket skal vedvare og de landbrukspolitiske målene skal nås. Det siste forutsetter et mangfold av produksjoner og variert bruksstruktur over hele landet og ei god økonomisk utvikling for alle.

#### 5.4.1.1 Utvikling i inntekter, kostnader og gjeld

Inntektsutviklingen per bruk i jordbruket i årene 2012-2021 har vært ganske høy, også om man måler i faste kroner (Rye 2023). Det har vært en økning i produksjonsinntekter både fra marked og gjennom tilskudd. Særlig var 2021 et godt økonomisk år for jordbruket, med pandemi og stengte grenser som resulterte i stor etterspørsel etter norske varer og et godt marked. Samtidig var prisstigningen på innsatsfaktorer moderat dette året.

I tida etter 2021 har det blitt et vanskeligere marked for viktige jordbruksprodukter som melk og kjøtt. Stor produksjonskapasitet som ble bygd opp i pandemiårene kombinert med økt grensehandel og

mindre etterspørsel, har medført reduserte markedsinntekter. Mulighetene for å selge varer i markedet til gode priser har gått ned. Det er forskjell mellom ulike driftsformer. Det er spesielt melkeproduksjonen som har hatt vanskeligheter mens andre produksjoner som svin og sau har hatt økning (BFJ 2023).

Kostnadsutviklingen i jordbruket var stabil fram til 2021, og investeringene har vært store de siste 10 årene. Kapitalkostnader som avskrivninger, har økt mye i løpet av perioden, samtidig som det har vært et rekordlavt rentenivå som har vært med på å stimulere investeringslysten. Mot slutten av 2021 begynte prisene på noen sentrale innsatsfaktorer å øke. Det gjaldt spesielt gjødsel og energi. Følgene videre ble sterk økning i byggekostnader, maskinkostnader og kostnader til de fleste andre innsatsfaktorer. Fullskalainvasjonen i Ukraina forsterket økning i priser på blant annet energi og transport. Renteøkningene fra 2021 og framover har rammet de som har investert mye de siste årene.

Inntekts- og kostnadsutvikling avgjør resultatet for bonden, og resultatutvikling er en viktig indikator på driftsøkonomisk bærekraft. Det er vanskelig å sammenligne arbeidsvederlag i jordbruket med tilsvarende for industriarbeidere og andre med lønnsinntekt. Med den metoden som har vært benyttet, har landbruket ligget langt under i hele perioden (2012-2021). Størst forskjell var det i 2018 og minst i 2021 (Rye 2023). Klimavariasjoner har også påvirket utvikling av jordbruksinntekten. I tørkeåret 2018 var det lave jordbruksinntekter. Kostnadsutviklingen har svekket resultatet også de siste årene. Referansebruksberegningene (BFJ 2023) viser at melkeproduksjonen har hatt svak inntektsutvikling mens svin og sau har hatt en bedre resultatutvikling etter 2021.

Gjelda til norske bønder har økt mye de siste årene, også om man justerer for inflasjonen. Økningen er et resultat av høyt investeringsnivå. Selv om gjelda har økt mye, har gjeldsprosenten (andel av eiendeler som er finansiert med lån) vært stabil. Den har ligget i underkant av 50 % i gjennomsnitt de siste 10 årene. Her er det store variasjoner mellom bønder. I gjennomsnitt har norske bønder god soliditet. De som har investert mye, har høy gjeldsprosent. Det har vært investert mye i en lang periode med lavt rentenivå. Stadige renteøkninger i markedet den siste tida har svekket det økonomiske resultatet og dermed økonomisk bærekraft på utbyggingsbrukene på sikt.

#### 5.4.1.2 Variasjon i lønnsomhet innen driftsformer og driftsenheter

Flaten et al. (2011) undersøkte hvor stor variasjonen har vært i lønnsomhet på driftsgranskingsbruk over en rekke år (1992-2004). Variasjonen ble spalta i én komponent med variasjon over tid innen bruk og en annen med variasjon mellom bruk.

Lønnsomhet ble målt som lønnsomhetskvote, definert som driftsoverskudd delt på summen av rentekrav på all kapital bundet i jordbruket og kostnad av familiens arbeidsinnsats verdsatt til tariff lønn. Dersom lønnsomhetskvoeten er 100, er driftsoverskuddet akkurat stort nok til å dekke rentekravet og verdi av familiearbeidet. Tabell 5.4.1 viser at kombinasjonen korn/gris kom best ut med om lag tre firedeler godtgjøring i gjennomsnitt, mens saueholdet var nederst med nær en tredel godtgjøring.

Tabell 5.4.1. Variasjon i lønnsomhet, driftsgranskingene 1992-2004 (Flaten et al. 2011).

Brukstype	Gjennomsnitt <sup>1</sup>	Standardavvik, innen bruk	Standardavvik, mellom bruk
Melk	60,9	15,3	45,1
Geitemelk	67,3	16,1	52,8
Sauehold	35,5	18,1	43,6
Korn	52,7	40,3	91,1
Korn/gris	76,0	36,4	67,8
Korn/potet	70,4	36,9	52,6

1) Målt som lønnsomhetskvotient

Variasjonen i lønnsomhet mellom år innen bruk var størst ved korndyrking (Tabell 5.4.1). Korn sammen med potet eller svin hadde nesten like høy inntektsvariasjon innen bruk. Mjølk blir ofte sett på som ei sikker driftsform. Variasjonen i lønnsomhet innen bruk var da også lavest for melk og geitemelk, og nesten like liten for sauehold.

For alle driftsformer var variasjonen i lønnsomhet mellom bruk mye større enn innen bruk. Forfatterne (Flaten et al. 2011) konkluderte ut fra dette at driftsledelse og jord- og klimavilkår var svært viktig for hvor stort utbyttet på enkeltbruk ble.

#### 5.4.1.3 Kontroverser rundt beregningsgrunnlag for inntekt og inntektsutvikling

Jordbruksforhandlingene er forankret i hovedavtalen for jordbruket inngått i 1950. Det er årlige forhandlinger mellom staten og jordbruksorganisasjonene om mulighetsrommet for jordbrukets inntekter i form av priser på jordbruksvarer og andre bestemmelser for næringen. På sentrale produkter har man målpriser, som i praksis fungerer som en maksimalpris for produktet.

Forhandlingene er basert på et omforent faktagrunnlag om den økonomiske situasjonen i jordbruket. Dette grunnlaget er utarbeidet av et partssammensatt utvalg, Budsjettnemnda for jordbruket.

I de siste årene har det vært betydelig kritikk av de tallene som er lagt fram som faktagrunnlag. En del bønder mener at den økonomiske situasjonen er langt dårligere enn det som blir lagt fram i forhandlingsgrunnlaget. Det ble startet et bondeopprør i 2021 med bakgrunn i negativ inntektsutvikling, og initiativtakerne mente at tallmaterialet som brukes i jordbruksforhandlingene, ikke beskriver den reelle økonomiske situasjonen. Det ble blant annet kritisert at jord- og kvoteleie ikke ble regnet som kostnader og at egenkapital ikke ble godtgjort når vederlag til bonden beregnes.

I kjølvannet av jordbruksforhandlingene i 2021 bestemte regjeringen Solberg å sette ned et ekspertutvalg som skulle se på inntektsmåling i jordbruket. Grytten-utvalget som var ledet av professor Ola Grytten ved Norges handelshøyskole, kom med sin rapport i oktober 2022. De viktigste tilrådingene i rapporten (<https://landbruk24.no/grytten-utvalget-legger-ram-rapporten/>) var:

- Modifisere Totalkalkylen til å bli mer i tråd med standard regnskapsoppsett og gi et bedre uttrykk for aktive bønders inntekter.
- Benytte årsresultatet før skatt som det relevante resultatmålet og ikke skille mellom resultatets vederlag til arbeid og egenkapital.
- Benytte gårdsregnskap (skattedata) for å gi uttrykk for variasjon i utnytting av inntektsmulighetene i næringen. Samtidig kan skattedata på grunn av sitt store omfang også gi en pekepinn på inntektsnivå i ulike produksjoner.
- Utgiftsføre leid arbeid, jordleie og kvoteleie.



- Det er ennå ikke tatt stilling til hvordan forslagene fra utvalget skal følges opp videre.

#### 5.4.1.4 Utøvernes sjølopplevde inntektsutvikling

Hvordan bøndene oppfatter egen inntektsutvikling, kom blant annet fram i det ovenfor nevnte bondeopprøret i 2021. Stikkord som luselønn, løgn og brutte løfter gikk igjen i sosiale medier.

Trendundersøkelsen til Rurals (Rurals 2022) hadde et spørsmål om hvordan bøndene selv mener utviklingen i økonomien i jordbruket har vært de siste fem årene. Over 1000 bønder svarte på spørsmålet, og 20 % oppga at økonomien hadde utviklet seg positivt mens 49 % mente de hadde opplevd negativ økonomisk utvikling. Tilsvarende tall for 2018 var 38 % og 30 %. Tallene tyder på at en økende andel bønder opplever negativ økonomisk utvikling. Undersøkelsen viser også at det er ulik oppfatning blant bøndene. Halvparten svarte at det var positiv utvikling eller ingen endring i økonomisk resultat mens den andre halvparten oppfattet den økonomiske utviklingen som negativ.

I en nettbasert spørreundersøkelse gjennomført i mars 2023 svarte ca. 500 gårdbrukere i Valdres og Nord-Østerdalen, hovedsakelig innen mjølkeproduksjon, storfekjøtt og sauehold, blant annet på følgende påstand (upublisert data fra Ola Flaten, NIBIO): «Hvor tilfreds er du med lønnsomheten i gardsdrifta» på en skala fra 1 = svært utilfreds til 7 = svært tilfreds. Gjennomsnittlig skår ble 2,5. Tre fjerdedeler av brukerne var utilfredse med lønnsomheten (1-3), 18 % svarte midt på (4) og kun 7 % var tilfredse (5-7).

Flaten og Rønning (2011) fant at det var positiv sammenheng mellom egen tilfredshet med lønnsomhet i gardsdrifta på sauebruk og faktisk økonomisk resultat målt i driftsgranskingene som familiens arbeidsfortjeneste per time. Deres undersøkelse ble gjennomført for mer enn 10 år siden, men sammenhengen mellom subjektive og regnskapsbaserte mål for lønnsomhet kan være den samme i dag.

Man kan skille mellom økonomiske og ikke-økonomiske mål med gardsdrift. I en studie av driftsgransningsbrukere ble ikke-økonomiske forhold målt som gjennomsnittet av de tre trivselsfaktorene «arbeidsoppgavene på garden», «livsstilen som bonde» og «hva en har oppnådd som gardbruker» (Veidal & Flaten 2014). De fant ingen sammenheng mellom lønnsomhet (målt som lønnsomhetskvotient) og ikke-økonomiske forhold. Brukere innen driftsgreinene sauehold og storfekjøttproduksjon var mest fornøyde med ikke-økonomiske forhold, mjølkeprodusenter minst fornøyde. Økt omsetning var forbundet med høyere tilfredshet, mens antall år som gardsbruk og brukers kjønn betydde lite.

## 5.4.2 Kritisk masse av produsenter og produsentmiljø

Nedgangen i antallet aktive jordbruksbedrifter, særlig med husdyr, har fortsatt de siste åra. Dette aktualiserer spørsmålet om en snart har kommet ned til den kritiske massen av bønder som er nødvendig for at en skal ha mange nok og levedyktige nok produsentmiljø til at interesse, kunnskap, makt og mot i næringa skal kunne holdes oppe.

Inngressen til NIBIO sin publikasjon Utsyn fra 2021 (Knutzen 2021) summerer opp utviklinga slik: «I 1990 var det nær 100 000 jordbruksbedrifter i Noreg, fire matkonsern omsette 46 prosent av daglegvarene og landet hadde 84 kjøtslakteri. I 2020 var det rett under 40 000 jordbruksbedrifter, tre konsern omsette vel 96 prosent av daglegvarene og talet på slakteri var 35. I 1999 blei det utført 79 900 årsverk i norsk jordbruk. I 2020 var talet 42 900 årsverk.»

Årsakene til at brukere går ut av næringa kan være mange. Flaten (2017) undersøkte forhold som gjør at noen gårdbrukere ønsker å fortsette med sau, mens andre planlegger å avvikle. Det klareste funnet fra studien var at brukernes oppfatninger av et sterkt lokalt fagmiljø hang sammen med planer om å fortsette med sau. Studien fant ingen tydelige sammenhenger mellom andre faktorer (lokalisering, inntekt utenfor bruket, økonomisk resultat og mål med gardsdrifta) og planer om å fortsette med sau, men det var få deltakere i studien.

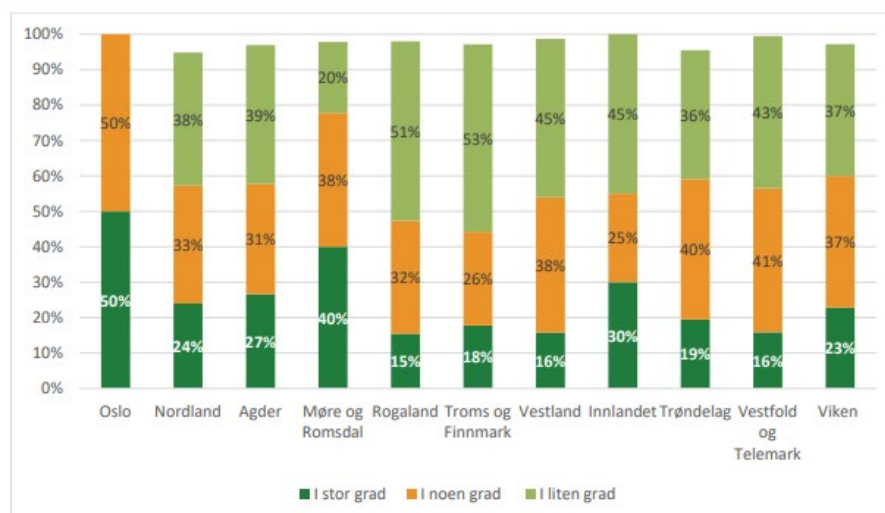
Årsaker til fagmiljøets betydning kan være at sosiale nettverk er viktige for menneskers atferd. Lokalsamfunn som er rike på samfunnsdeltakelse og samhold, har fordeler på en rekke økonomiske og sosiale områder. Det er positivt for trivsel til bønder å være en del av et lokalsamfunn med flere gardar og varige sosiale nettverk, og slike forhold kan påvirke framtidsplaner. Som Gezelius (2016) har påpekt: «Spørsmålet om norsk landbruks levedyktighet er neppe bare et spørsmål om optimal bruksstørrelse. Det er et spørsmål om lokalsamfunnsstruktur. Landbruket hviler på et sosialt grunnlag».

Det er også symptomatisk og etter hvert kritisk at alderen på de aktive bøndene stiger. <https://www.ssb.no/statbank/table/05975/tableViewLayout1/>. I 2020 var hver fjerde bonde under 40 år. Nå er kun hver sjettede bonde under denne alderen (<https://www.landkredittbank.no/blogg/2021/det-bli-farre-yngre-bonder/>).

AgriAnalyse har i en undersøkelse blant bønder over hele landet (Hillestad et al. 2022) nylig spurt om i hvor stor grad de savner å ha andre gårdbrukere som driver med det samme i nærheten.

Med unntak for brukere i Rogaland og Troms og Finnmark, sa over halvparten at de i noen eller stor grad gjorde det (Figur 5.4.1). Det var få respondenter i de nordligste fylkene.

Figur 2.9 I I hvilken grad savner du å ha andre gårdbrukere som driver med det samme som deg i nærheten?



Figur 5.4.1. Andel av bønder i ulike fylker som oppga at de i liten, noen eller stor grad savna å ha andre gårdbrukere som drev med det samme som seg i nærheten. Henta fra Hillestad et al. (2022).

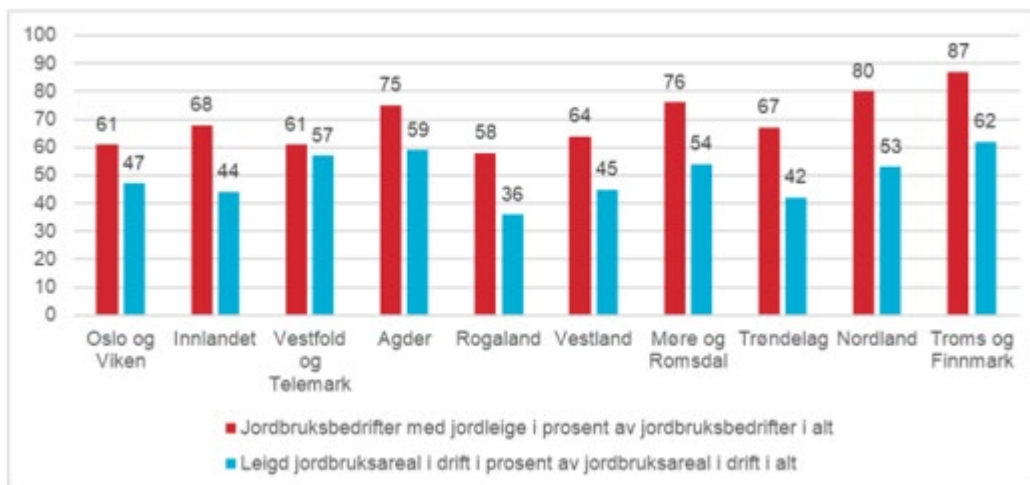
### 5.4.3 Omfang av jordleie

En økende andel av jorda som er i drift, er leid. Fra 1979 til 2022 økte andelen av jordbruksbedrifter med leiejord fra 31 til 67 %, og andelen leid av totalt jordbruksareal i drift fra 20 til 47 %

(<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/vurdering-av-struktur-differensiering-og-tak-pa-tilskudd-over-jordbruksavtalen/id2965532/>).

I Nord-Norge, Møre og Romsdal, Agder og Vestfold og Telemark var over 50 % av jord i drift i 2020, leieareal (Figur 5.4.2).

Som referert i avsnitt 5.4.2, oppga fire av ti bønder i 2016 at spredt arealgrunnlag var et problem for drifta (Forbord & Zahl-Thanem 2019). I tillegg til driftsulemper, kan stort omfang av jordleie begrense mulighetene til å utvikle bruket og planlegge for framtida. I neste omgang vil det påvirke hvor interessant det er å fortsette i, eller gå inn i jordbruksnæringa.



Figur 5.4.2. Jordbruksbedrifter med jordleie (% av totalen) og andel leiejord (%) av totalt areal i drift etter fylker i 2020. Henta fra (<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/vurdering-av-struktur-differensiering-og-tak-pa-tilskudd-over-jordbruksavtalen/id2965532/>), bygd på statistikk fra SSB.

#### 5.4.4 Tilgang på arbeidskraft

I alle jordbruksproduksjonene blir en større eller mindre del av arbeidet på gården utført av fast eller sesongmessig innleid arbeidskraft utenfor eiers familie. For alle driftsgreiner samla var andelen i 2020 30 %, mens den for hagebruksnæringa var på 77 % (SSB 2022). Lavest var den for sau med 10 %. Kombinert kjøtt- og melkeproduksjon lå ganske høyt med 41 %.

Situasjonen under pandemien viste hvor avhengig grøntnæringa er av sesongarbeidere fra utlandet (<https://www.bondelaget.no/tema/koronaviruset/lettere-a-fa-godkjent-sesongarbeidstakere-i-grontnaringa>, <https://www.nasjonen.no/forventer-30-prosent-farre-norske-jordbar-denne-sesongen/s/5-148-108881>, <https://www.fafoestforum.no/nyheter/debatt-sesongarbeidskraft-i-grontnaeringa-et-vaere-eller-ikke-vaere>). Det rådgivende utvalget for økt innovasjon og vekst i grøntsektoren (Traaseth et al. 2020) tok også for seg utfordringer med tilgang på sesongarbeidskraft, og pekte på at regelverket for opphold og arbeid for folk fra utlandet var komplisert, og at forvaltningen var spredt på mange offentlige etater.

Arbeidstilsynet har avdekt flere eksempler på at sesongarbeidere blir utnyttet på ulike måter, og dette skjer like gjerne i rekrutteringsleddet som hos arbeidsgiver (Godiksen 2023).

Davis (2023) gjennomførte en kvalitativ intervju-undersøkelse blant migrantarbeidere i norsk matproduksjon (fra 13 land) og med eksperter som jobbet opp mot denne gruppa. Hun konkluderte at de fleste arbeidsgivere ser ut til å operere seriøst, men at det er en gruppe aktører som bidrar til konkurransevridning og pulverisering av den norske arbeidsmodellen. Felles for arbeidstakerne som opplevde gode arbeidsforhold og var fornøyde med arbeidsgiveren, var at de var ansatt direkte.

#### 5.4.5 Vertikal integrasjon og kontraktsproduksjon

Vertikal integrasjon forekommer i flere verdikjeder i norsk matproduksjon og kjennetegnes ved at flere ledd i samme kjede har én felles eier. Denne kan gjerne være et selskap eller et konsern.

Et velkjent eksempel er at Rema 1000 eier slakteriet og foredlingsbedriften Norsk Kylling AS, som igjen også har eierskap i Hugaas Rugeri som leverer daggamle kyllinger til Norsk Kyllings slaktekyllingsprodusenter. Her går den vertikale integreringen helt fra primær- til dagligvareleddet.

Integrering av leddene i en verdikjede kan også oppnås med andre virkemidler enn fullt oppkjøp. I dag er for eksempel kontraktproduksjon med direkte avtale mellom bonde og grossist den vanligste organiseringen innenfor grøntsektoren. Grossistene er eid av dagligvarekjedene, og på denne måten kan disse oppnå styrket kontroll og styring med hele verdikjeden.

Primærprodusentenes strategi for å oppnå innflytelse framover i verdikjeden har vært å etablere produsenteide samvirkebedrifter. Disse har mottaksplikt, uavhengig av avstand mellom produsent og mottakssted, svingninger i markedet, om produsenten vanligvis leverer til samvirket og om hen leverer lite eller mye. Mottaksplikten sikrer dermed at bøndene er trygge på at de får solgt varene sine til forutsigbare og like priser, og den er også helt avgjørende for at det skal være mulig å drive jordbruk i hele landet. Samvirkebedriftene er fremdeles dominerende aktører i verdikjedene for husdyrprodukter, med unntak for egg og fjørfekjøtt.

Kontraktproduksjon gir ikke samme sikkerhet for primærprodusentene som det samvirkeorganiseringen med mottaksplikt gjør. Produsenten er helt avhengig av å ha avtale med en grossist eller en foredlingsbedrift for å i det hele tatt kunne omsette varene sine. Da blir det i siste instans leveranseavtaler med dagligvarekjedene som avgjør volum- og prisbetingelser. Grossister og dagligvarekjedene har sterke insentiver for størst mulig effektivisering bakover i verdikjeden. Dette kan føre til at de helst skriver kontrakter med produsenter med de beste produksjonsforholdene og som ligger nært pakkerier og foredlingsanlegg. Avtaler med en grossist om kontraktproduksjon er oppsigelige, og den enkelte produsenten må bære en stor del av risikoen som er knyttet til langsiktige investeringene i produksjonskapital.

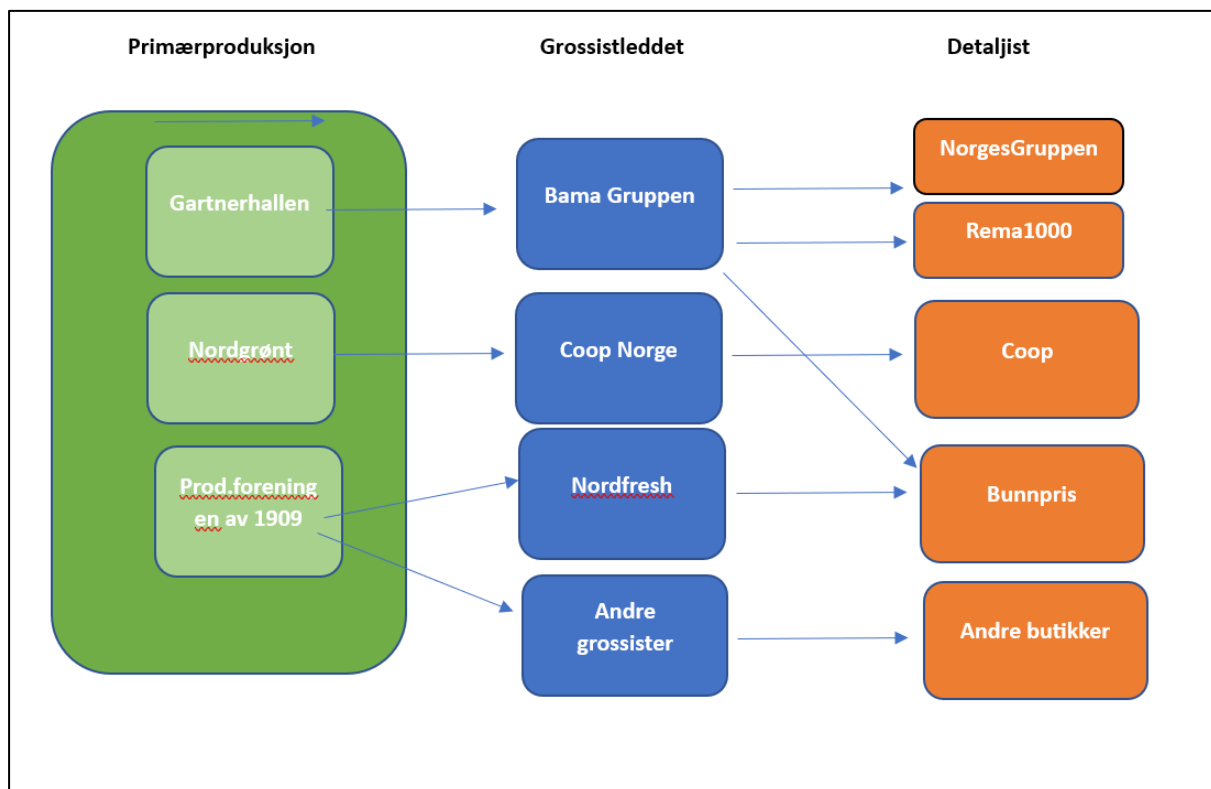
#### 5.4.5.1 Grøntsektoren

Nesten all produksjon av frukt, bær, grønnsaker og potet skjer i dag etter kontrakt.

Samvirkeforetaket Gartnerhallen hadde opprinnelig en viktig rolle som markedsregulator og etter hvert grossist (<https://gartnerhallen.no/om-gartnerhallen/>). Den sistnevnte funksjonen opphørte i 1998. Regulatorrollen er også borte. Gartnerhallens formål er nå å ivareta grøntprodusentenes økonomiske og næringsmessige interesser.

I dag er de fleste produsenter av poteter og grønnsaker tilsluttet en produsentorganisasjon som skal ivareta deres rolle i forhandlinger med grossist- og detaljistleddet (Figur 5.4.3).

Hoveddelen av varene omsettes gjennom de tre store dagligvarekjedene NorgesGruppen, Rema 1000 og Coop og de tre grossistene som eies av disse (Figur 5.4.3). I tillegg finner man noen mindre uavhengige grossister, deriblant Nordfresh som blant annet betjener Bunnpris-kjeden. Konservesfabrikker slik som Nora, Frionor, Stabburet og Hoff er også viktige avtakere som har kontraktsforhold med enkeltprodusenter.



Figur 5.4.3. Aktørene i verdikjeden for grøntprodukter. Omarbeidet og oppdatert etter Rønning et al. (2013).

Rønning et al. (2013) undersøkte hva økende vertikal integrasjon i grøntsektoren har hatt å si for primærprodusentene, og de som ble intervjuet rapporterte at de hadde opplevd økt press og usikkerhet, og da særlig etter at Gartnerhallen ble avviklet som grossist. De samme forfatterne konkluderte også at kontraktsproduksjon har virket som en kraftig driver av strukturendringer mot færre produsenter, men tar også fram mulige positive effekter så som at produsentene treffer bedre på hva markedet etterspør.

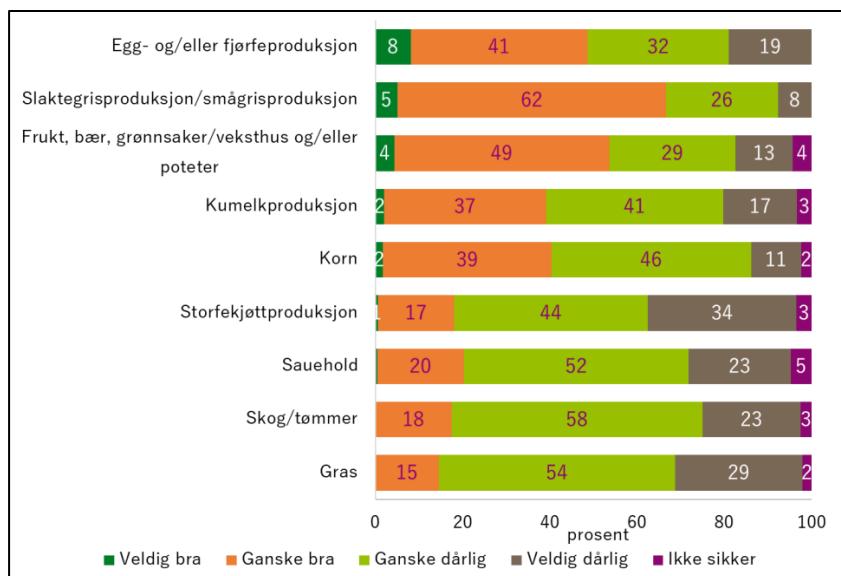
Det rådgivende utvalget for økt innovasjon og vekst i grøntsektoren (Traaseth et al. 2020) beskrev også sterk vertikal integrasjon og maktkonsentrasjon hos få aktører i verdikjedene. Det ble pekt på både fordeler og ulemper med ei slik organisering når målet er økt etterspørsel og produksjon. Utvalget hadde heller ikke som mandat å vurdere spesifikt primærprodusentens situasjon og muligheter.

Uten at en kan konkludere med en direkte årsakssammenheng, er det ingen tvil om at antallet produsenter av potet og grønnsaker har gått ned etter at Gartnerhallen opphørte som grossist og den vertikale integrasjonen tiltok. Nedgangen har vært størst i potetproduksjonen der en har gått fra 10300 produsenter i 1999 til 1440 i 2022 (Resultatkontrollen 2023), og omtrent samme mengde potet har blitt produsert totalt av stadig større enheter.

Eldby & Hillestad (2022) tok spesielt for seg situasjonen for grøntprodusenter i Nord-Norge med det perspektivet at det i denne landsdelen er stor underdekking av potet, grønnsaker og bær og at nedgangen i antallet produsenter og areal har vært større her enn i resten av landet. De pekte på at rasjonalisering av pakkeri- og grossiststrukturen bidro til den negative utviklingen. De fleste av de gjenværende produsentene driver småskalaproduksjon og selger direkte til forbruker, butikk eller restaurant.

I AgriAnalyses spørreundersøkelse blant aktive gårdbrukere, Landbruksbarometeret (2023), oppga litt over halvparten av 110 respondenter innenfor grøntproduksjonen at lønnsomheten var ganske bra eller veldig bra (Figur 5.4.4). Her var veksthusprodusenter også inkludert i kategorien grønt. Om lag en tredjedel hadde planer for større investeringer i framtida, og litt over 60 % mente at standarden på

driftsapparatet, bygningene og jordarealet var ganske bra eller svært bra. Ut fra dette kan en ikke konkludere med at de gjenværende og i stor grad vertikalt integrerte produsentene er pessimistiske eller motløse med tanke på framtida for egen bedrift.



Figur 5.4.4. Egenbeskrivelse av lønnsomhet (driftsresultat) blant ulike produsentgrupper (Landbruksbarometeret 2023).

#### 5.4.5.2 Kyllingproduksjon

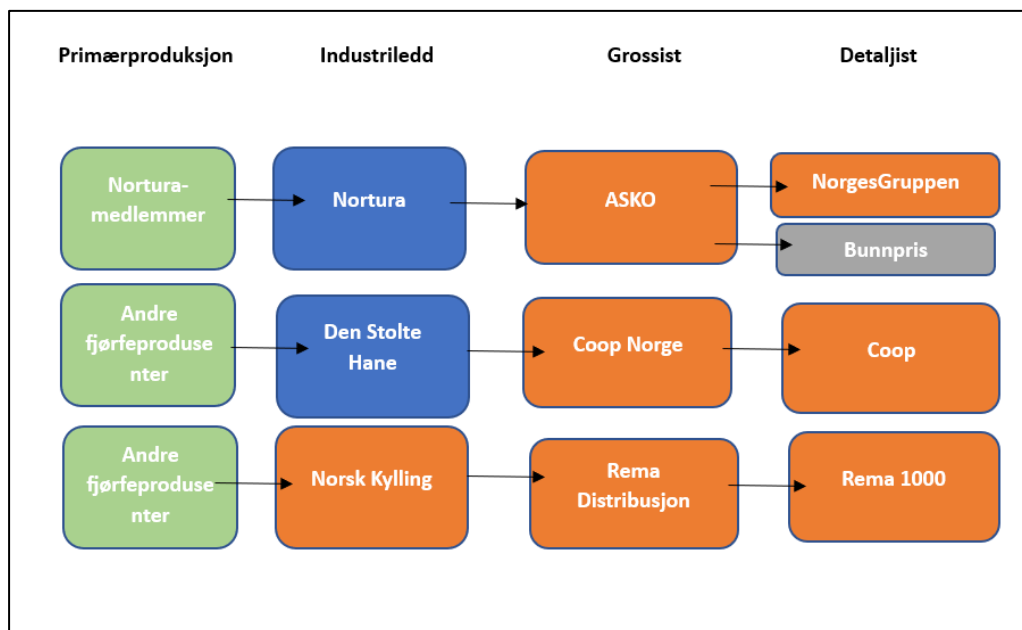
Etter at kylling ble tatt ut av markedsreguleringsordningen i 2007, er verdikjeden i dag preget av tilnærmet full vertikal integrasjon i tre leveransekjeder styrt av hver av de tre store dagligvarekjedene (Figur 5.4.5).

Det eksisterer ikke noe fritt marked for omsetning, og alle produsenter må ha leveringskontrakt med foredlingsbedrift. Denne har igjen enten leveringskontrakt med en av dagligvarekjeden eller er direkte eid av dem, som i eksempelet nevnt ovenfor med Rema 1000.

Selv om antall bedrifter med slaktekylling har gått ned etter at markedsreguleringsordningen ble avviklet, har det ikke vært en like omfattende strukturrasjonalisering som i grøntproduksjonene. Det var eksempelvis 561 bedrifter med slaktekylling i 2006, året før markedsreguleringsordningen ble avviklet, mens tilsvarende tall for 2020 var 462 (Resultatkontrollen 2023). Samtidig økte kyllingproduksjonen med hele 71 % i samme tidsperiode, noe som ga opphav til vekst i antall bedrifter med store besetninger, mens antallet småprodusenter har gått motsatt vei.

Av de 55 egg/fjørfekjøtt-produsentene som svarte på spørreundersøkelsen presentert i Landbruksbarometeret (2023), svarte ca. 50 % at lønnsomheten var ganske bra eller veldig bra (Figur 5.4.4), og nærmere 75 % mente at standarden på driftsapparatet, bygningene og jordarealet var svært bra eller ganske bra. En kan dermed ikke si at produsentene som driver med fjørfe er mindre fornøyde eller optimistiske enn andre bønder.





Figur 5.4.5. Aktørene i verdikjeden for kyllingproduksjon.

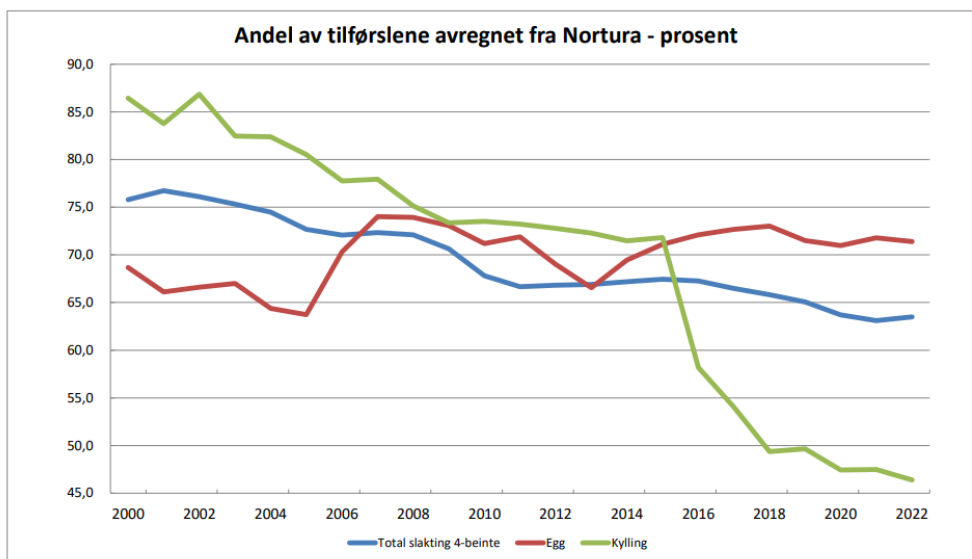
#### 5.4.5.3 Samvirkenes betydning og rolle

Samvirkebedriftenes mottaksplikt bidrar til at det er mulig å drive jordbruksproduksjon over hele landet så lenge de kan holde på sine store markedsandeler for melk, rødt kjøtt og korn.

Samvirkebøndene deler på kostnadene ved å motta varer fra mange og geografisk spredte enheter, og i tillegg er det en målsetning for slike bedrifter at de skal opprettholde foredlingsanlegg og sentrallagre i distriktene. Samtidig er det stadig diskusjoner om den desentrale strukturen er mulig å opprettholde. Se for eksempel <https://landbruk24.no/tine-varsler-full-gjennomgang-av-anleggstrukturen/> og <https://www.nrk.no/trondelag/nortura-trekker-seg-fra-avtale-med-ytteroykylling-1.16465444>.

Bønder med stort produksjonsvolum, gode produksjonsforhold og sentral beliggenhet kan ha fordeler av å stå utenfor samvirket ved at de og deres mottakere ikke er med og betaler for den desentrale strukturen. Dette kan igjen åpne for økt kontraktsproduksjon og vertikal integrasjon, også i verdikjedene for melk, rødt kjøtt og korn.

Særlig Nortura har merket økt konkurranse de seneste årene. Deres markedsandel for slakt av firbeinte dyr er nå på i underkant av 65 % etter en nedgang på over 10 prosentpoeng fra tusenårsskiftet (Figur 5.4.6). For kylling har andelen falt fra rundt 85 % til i overkant av 45 % i samme periode.



Figur 5.4.6. Markedsandeler til Nortura uttrykt i vektprosent av tilførsler av kjøtt og egg i perioden 2000-2022. Kilde: Nortura Totalmarked (<https://totalmarked.nortura.no/getfile.php/1337862-1675681060/Totalmarked/Faste%20oppdateringer/Markedsandel.pdf>).

Som nevnt for grønt- og fjørfeproduksjonen over, kan en ikke påvise en direkte årsakssammenheng mellom økt kontraktsproduksjon og frafall fra samvirket på den ene sida, og de observerte strukturendringene og bønders mot til å fortsette i næringa på den andre. Samtidig er det et stort flertall av gårdbrukerne som synes at deres interesser best ivaretas gjennom samvirkeorganisasjoner (Zahl-Tanem & Melås 2022). Det var imidlertid bare en tredjedel som oppga at konkurranse fra andre private aktører var negativt for samvirkene (ibid.). At små driftsenheter legges ned eller fusjonerer og at bønder forlater næringa, kan ha mange årsaker. I den i hovedsak samvirkeorganiserte melkeproduksjonen har antallet produksjonsenheter falt med 71 % fra 1999 til 2022 (Resultatkontrollen NIBIO). Nesten 60 % av totalt 276 spurte kumelk-produsenter oppga for Landbruksbarometeret (2023) at lønnsomheten var ganske dårlig eller veldig dårlig, og 31 % svarte at det var svært stort behov for investeringer i driftsapparatet på gårdsbruket.

#### 5.4.6 Støttefunksjoner i FoU og rådgivning

Forskning, kompetansebygging og rådgivning som del av det offentlig finansierte virkemiddelsystemet ble omtalt i kapittel 5.3.5. Her omtales delvis de samme tiltakene og ordningene, men nå ut fra i hvor stor grad de faktisk har bidratt til større optimisme og utviklingsmuligheter for næringsutøverne.

Næringa sjøl bidrar til å finansiere forskning gjennom å sette av penger til FFL/JA. Organisering og utbyttet fra ordningen er som nevnt i avsnitt 5.3.5.3, nylig evaluert av Oxford Research (Brastad et al. 2022) på oppdrag av Landbruksdirektoratet. Oxford Research konkluderte at forskningsmidlene ble brukt målretta og effektivt og at ordningen ga næringsaktørene et svært godt utbytte både når det gjaldt utvikling av samarbeidsrelasjoner, konkrete innovasjoner og bidrag til verdiskaping.

Undersøkelsen var mye basert på intervju, men ingen primærprodusenter var med i utvalget, og næringsaktører i slike prosjekter er gjerne samvirkeorganisasjoner og utviklere og selgere av innsatsfaktorer og rådgivning. Det er få bønder som har ressurser og kapasitet til å gå inn i forskningsprosjekter. Det finnes også eksempler på at store produsenter eller sammenslutninger av produsenter deltar som finansører eller er aktivt utøvende i forsknings- og innovasjonsprosjekter finansiert av FFL/JA. Det samme gjelder også for hvem som er næringsaktører i såkalte innovasjonsprosjekt for næringslivet (IPN) delfinansiert av Norges Forskningsråd og med en betydelig egenandel. Vi kjenner ikke til at IPN-ordningen er evaluert med tanke på utbyttet spesifikt for primærleddet i jordbruksnæringa.

Som omtalt i 5.3.5, fordeles en del av de offentlige midlene til jordbruks- og matsystemforskning gjennom programmene til NFR og EU. NFR-programmene har i stor grad adoptert mål, problem- og systemforståelse fra EU-programmene. Det kan være grunn til å stille spørsmål om de prosjektene som finansieres fra EU, i tilstrekkelig grad treffer bærekraftsutfordringer og utviklingsbehov i den norske næringa. Det er gjerne store og generelle samfunnsutfordringer, så kalte missions, som blir adressert i utlysningene.

Et annet forhold som blir trukket fram av kritikere av behandlingen av både NFR- og FFL/JA-søknader, er bruken av fagpanel som består av utenlandske eksperter som kjenner Norge og norsk jordbruk dårlig. Samtidig er det liten tvil om at mye forskning og ikke minst teknologiutvikling som har skjedd i utlandet, raskt har blitt tatt i bruk og kommet til nytte i den norske næringa. Det er også stor variasjon blant produsentene i hvor stor tro de har på ny teknologi og hvor raskt de tar i bruk ny kunnskap og teknologi.

Spørsmålet om det er bøndene eller forbrukerne som har mest nytte av landbruksforskning og den produktivetsframgangen som kan følge av denne, har vært diskutert lenge. I en markedsøkonomi med lite regulert omsetning av varer, vil fordelingen av produktivetsframgang, som fører til reduserte kostnader, være avhengig av tilbuds- og etterspørselselastisitetene. Forbrukerne vil alltid ha en fordel, mens produsentene ikke nødvendigvis har det. Med regulerte markeder blir forholdene noe mer kompliserte. Alston et al. (1998) gjorde en grundig behandling av emnet, mens ei enklere framstilling finnes i Hegrenes (2012). I det norske systemet med inntektsmål og forhandlinger om priser og tilskudd, blir det tatt hensyn til produktivetsframgang. Jo større framgang, jo mindre tillegg er nødvendig for å oppnå en viss (beregnet) inntektsøkning. Det kreves detaljerte og omfattende analyser for å anslå fordelingen av effektivetsframgang.

Det er mange aktører som tilbyr rådgiving til primærprodusentene i jordbruket. En oversikt finnes i rapporten «Gjennomgang av støtten som gis til Norsk Landbruksrådgiving» (Landbruksdirektoratet 2022). I denne rapporten skriver Landbruksdirektoratet blant annet at det er behov for en brukerundersøkelse blant norske bønder og gartnerne om kvalitet, tilgang og tilfredshet med Norsk Landbruksrådgiving (NLR) sitt rådgivningstilbud. Vi tolker forfatterne slik at det også bør gjelde bruk av andre tilbud, eksempelvis fra Tine rådgiving og Nortura. Dette viser at det er lite systematisert kunnskap om hvor fornøyde brukerne er med rådgivingstjenestene som tilbys.

I forskningsprosjektet «Kompetent Bonde: Mer effektivt kunnskapssystem for økt innovasjon i norsk jordbruk» (Stræte et al. 2018) ble det konkludert med at en vet for lite om hvordan kunnskaps- og innovasjonssystemet i og rundt næringa fungerer og at det burde utvikles en tydeligere kunnskaps- og innovasjonspolitik for jordbruket. Forskerne i prosjektet mente at det var viktig å finne ut mer om hvordan og hvorvidt bønder integrerer egen erfaringsbasert kunnskap med funn fra forskning. De pekte også på at en bør se mer på om rådgiverne har endra eller bør endre sine roller som kunnskapsformidlere og kontrollører til kunnskapsmejlere, coacher og kvalitetssikrere.

## 5.5 Jordbrukets rolle som distriktsnæring over heile landet

Bayr et al. (2020) har utvikla et indikatorsett for å vurdere status for det landbrukspolitiske målet «Landbruk over hele landet» (kapittel 4.1). Settet består av i) antall aktive jordbruksbedrifter, ii) andel aktive søkere i forhold til alle registrerte landbrukseiendommer, iii) bruk av utmarksressursene og iv) jordbruksareal i drift. Basert på disse indikatorene beregnes en indeks med tallverdi fra 0 til 1, som kan gi grunnlag for ei samla vurdering av måloppnåelsen.

Metoden ble testa på data for 2010 og 2017. Forfatterne fant at det for landet samla var en svak negativ trend i verdien på indeksen fra 2010 til 2017 (fra 0,81 til 0,79) (Figur 5.5.1 og 5.5.2). Det var imidlertid store forskjeller i de ulike regionene. Mens Trøndelag fikk skår som ga grunnlag for å vurdere status for «god» i begge åra, falt stadig større deler av Nord-Norge innenfor statusgruppe «sårbar».

Bayr et al. (2020) konkluderte at sjøl om presisjon og relevans på indikatorene som ble benytta kunne diskuteres, viste skåren på dem at det var behov for mer utfyllende regionale studier av deler av Nord-Norge, grensetraktene mot Sverige og Sørlandskysten for å bekrefte eller avkrefte de signalene som kom fram.

Det har sjølsagt skjedd mye som ville endre skår på indikatorene også i åra etter. I Nord-Norge var det for eksempel en nedgang på 13 % i antallet jordbruksbedrifter med personlig bruker fra 2017 til 2022 (SSB).

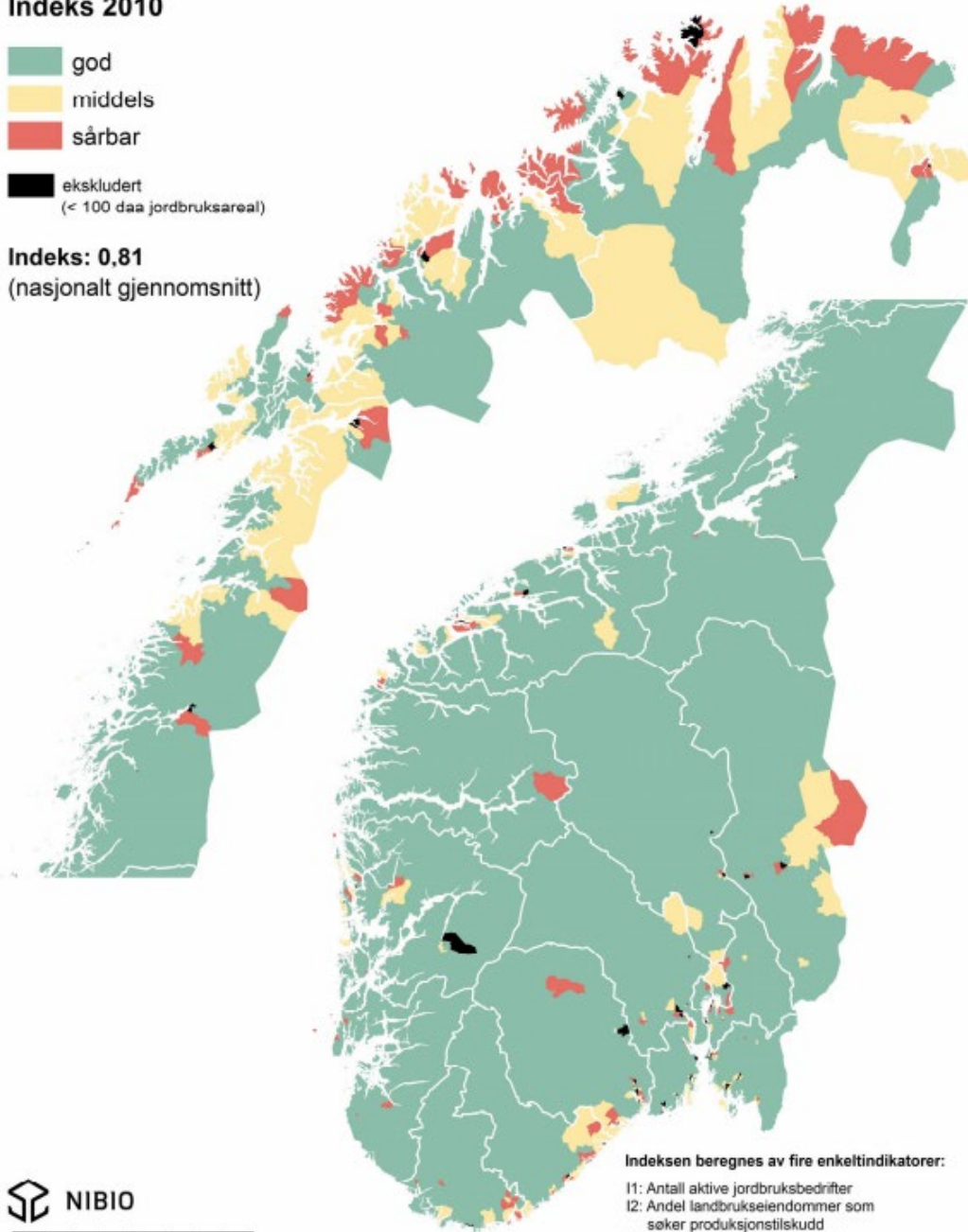
Uavhengig av tilgang på og bruk av presise målemetoder, mener vi det er godt dokumentert at målet om landbruk over hele landet er trua, særlig ut fra data som viser hvor nedgangen av antall bruk og jord i drift er størst. Som et tiltak for å bremse eller reversere bruksnedlegging i Nord-Norge, har Regjeringa bevilga midler til ei «satsing på verdiskaping og bærekraftig landbruk i nord» (<https://www.tffk.no/aktuelt/ny-satsing-pa-barekraftig-landbruk-og-verdiskaping-i-nord.52808.aspx>).

OECD (2022) konkluderer på sin side at Norge i høy grad når målet om landbruk over heile landet, men at det koster for mye.

## Landbruk over hele landet Indeks 2010



Indeks: **0,81**  
(nasjonalt gjennomsnitt)



 NIBIO

0 50 100 200 km

Data: Søknad om produksjonstilskudd 2010, AR5,  
Landbruksregisteret, inndeling SSB-delområde 2017

### Indeksen beregnes av fire enkeltindikatorer:

- 11: Antall aktive jordbruksbedrifter
- 12: Andel landbrukseiendommer som søker produksjonstilskudd
- 13: Bruk med dyr på utmarksbeite
- 14: Andel jordbruksareal i drift

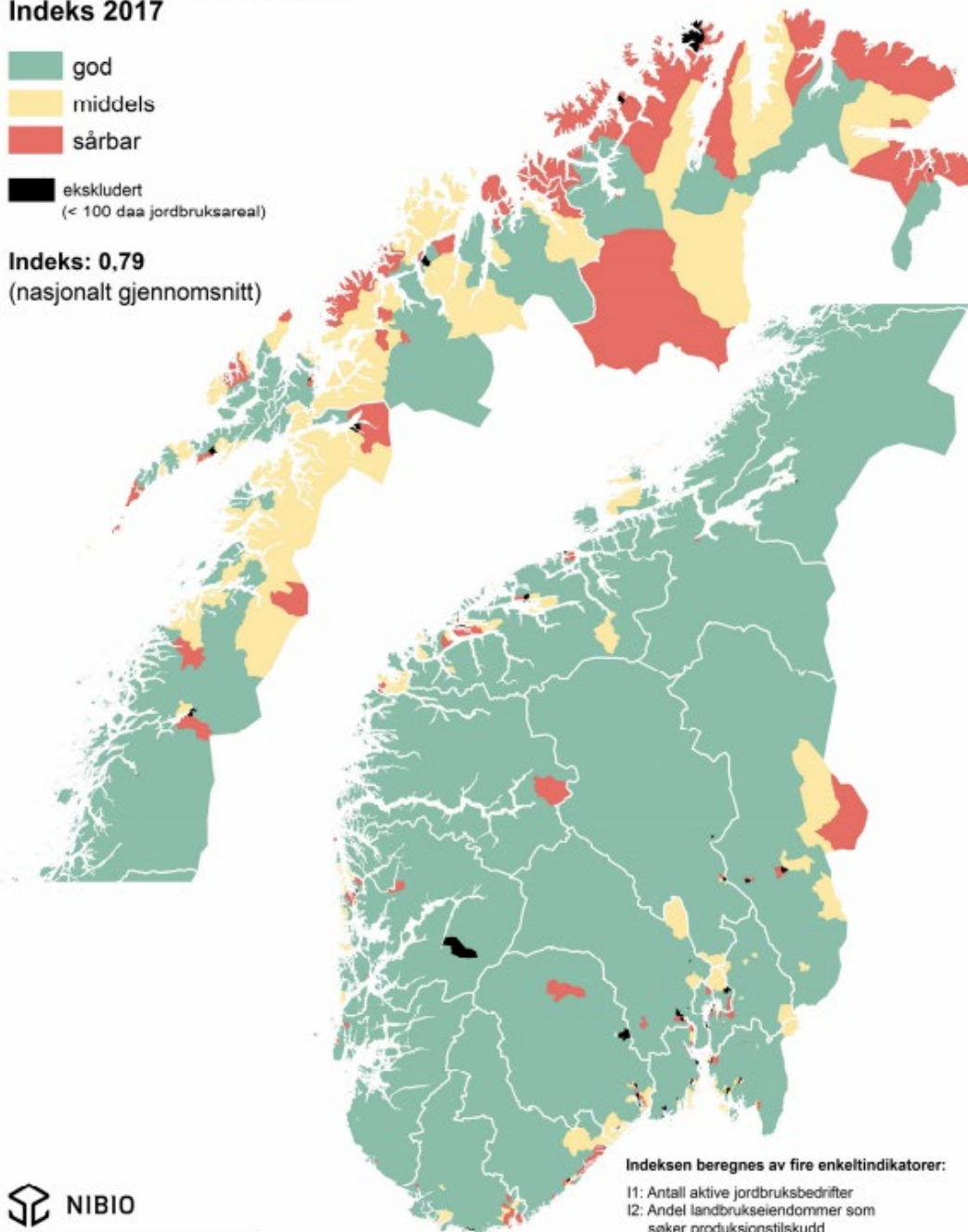
god = området oppfyller 3 eller 4 av 4 kriterier  
middels = 2 av 4 kriterier  
sårbar = 0 eller 1 av 4 kriterier

Figur 5.5.1. Skår på indeks for «landbruk over hele landet» i 2010. Henta fra Bayr et al. (2020).

## Landbruk over hele landet Indeks 2017



**Indeks: 0,79**  
(nasjonalt gjennomsnitt)



 NIBIO

0 50 100 200 km

Data: Søknad om produksjonstilskudd 2017, AR5,  
Landbruksregisteret, inndeling SSB-delområde 2017

### Indeksen beregnes av fire enkeltindikatorer:

- I1: Antall aktive jordbruksbedrifter
- I2: Andel landbrukseiendommer som søker produksjonstilskudd
- I3: Bruk med dyr på utmarksbeite
- I4: Andel jordbruksareal i drift

god = området oppfyller 3 eller 4 av 4 kriterier  
middels = 2 av 4 kriterier  
sårbar = 0 eller 1 av 4 kriterier

Figur 5.5.2. Skår på indeks for «landbruk over hele landet» i 2017. Henta fra Bayr et al. (2020).



## 6 Statusgjennomgangens relevans for kriterier gitt av FNs bærekraftsmål

Som gjort rede for i kapittel 2.2, er dette arbeidets kategorier og kriterier for vurderinger av bærekraft valgt uavhengig av FN sine bærekraftsmål (<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>).

I dette kapitlet lister vil likevel opp hvor og hvordan vår gjennomgang kan være relevant for evaluering av norsk jordbruk opp mot noen FN-mål og -delmål (Tabell 6.1).

Utvalget av FN-mål er her gjort skjønnsmessig på fritt grunnlag, og vi har ikke brukt eller henvist til de nasjonale målepunktene som er foreslått i Norges handlingsplan for å nå bærekraftsmålene innen 2030 (Meld. St. 40, 2020-2021) med tilhørende statistikk for måloppnåelse hos SSB (<https://www.ssb.no/sdg>).

Norsk jordbruk produserer i svært liten grad for eksport, og med få direkte effekter utenfor landegrensene. Unntak her er det som følger av produksjonen av importerte råvarer og innsatsfaktorer, samt utslipp av klimagasser og tap av næringsstoffer til kystnære havområder fra plante- og husdyrproduksjon i Norge. Sjøl om dette bidrar ubetydelig til den totale miljømessige og sosiale status globalt, har vi inkludert noen momenter som er viktige for Norges internasjonale forpliktelser og målsettinger om å bidra til bærekraftig utvikling utenfor landegrensene.

Tabell 6.1. Hvordan norsk jordbruk bidrar til å oppnå et utvalg av FN sine bærekraftsmål.

Hoved- og delmål	Norsk jordbrukssektors bidrag (±) til måloppnåelse, med henvisning til kapitler i rapporten i parentes
<div data-bbox="204 353 408 551" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="204 725 480 752"><b>2.1. Nok, trygg og sunn mat</b></p> <p data-bbox="204 1016 679 1070"><b>2.3. Økt inntekt, produktivitet og muligheter til småskala matprodusenter</b></p> <p data-bbox="204 1189 671 1216"><b>2.4. Bærekraftige systemer for matproduksjon</b></p> <p data-bbox="204 1238 676 1319"><b>2.5. Opprettholde det genetiske mangfoldet av frø, kulturplanter, husdyr og beslektede ville arter.</b></p>	<p data-bbox="730 562 1321 642">Streng jordvernpolitikk, men den beste dyrkajorda er under nedbyggingspress, og annen jord går ut av drift på grunn av bruksnedlegging (5.1.1, 5.4.2 og 5.5)</p> <p data-bbox="730 651 1370 763">God dyre- og plantehelse og lav og moderat bruk av hhv. medisiner og plantevernmidler. Dette gir lav forekomst av matbårne sykdommer og rester av plantevernmidler i maten og forebygger antibiotikaresistens (5.1.4 og 5.1.11).</p> <p data-bbox="730 772 1331 826">Det er målkonflikter mellom høy matproduksjon og redusert miljøpåvirkning (5.1.13)</p> <p data-bbox="730 835 1326 916">Det er begrensninger i hvilken type og mengde mat som kan produseres under gjeldende agroklimatiske forhold og med tilgjengelig areal av dyrkajord (5.2)</p> <p data-bbox="730 925 1385 1010">Det har vært og er store strukturendringer mot større driftsenheter og mer jordleie (Kap 5.4.2. og 5.4.3), og målet om et livskraftig landbruk over hele landet er trua (5.5).</p> <p data-bbox="730 1019 1358 1072">Det er misnøye med økonomisk avkastning på arbeid og kapital blant mange produsenter (5.4.1).</p> <p data-bbox="730 1081 1378 1162">For mange varer er det handelspolitiske tiltak og et regulert marked med målpriser og trygghet for avsetning (5.3.2 og 5.3.3) og et avtale- og virkemiddelsystem som gir forutsigbarhet (5.3.1).</p> <p data-bbox="730 1171 1378 1225">De andre radene i herværende tabell tar opp de elementene som er grunnlag for å vurdere status for dette målet.</p> <p data-bbox="730 1234 1351 1288">Gjennomgående god forvaltning og målretta bruk av genetiske ressurser for husdyr og kulturplanter (5.1.3).</p>
<div data-bbox="204 1335 408 1532" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="204 1570 624 1597"><b>8.8. Sikre arbeidsinnvandreres rettigheter</b></p>	<p data-bbox="730 1543 1350 1624">Spesielt i grøntnæringa er en avhengig av sesongarbeidere fra utlandet. Det har vært flere eksempler på at slike ikke har hatt gode arbeid- og lønnsvilkår (5.4.4)</p>
<div data-bbox="204 1641 408 1839" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="204 1850 604 1904"><b>12.2. Bærekraftig forvaltning og bruk av naturressurser</b></p> <p data-bbox="204 1942 691 1995"><b>12.4. Redusere utslipp av kjemikalier og avfall til luft, vann og jord</b></p>	<p data-bbox="730 1850 1382 1904">Nitrogen- og fosforoverskuddet er stort i enkelte produksjoner og områder (5.1.7).</p> <p data-bbox="730 1912 1339 2020">Det brukes relativt lite og stadig mindre kjemiske plantevernmidler i produksjonen, men det blir påvist rester i bekker i jordbruksområder (5.1.11), og kjølig klima fører til at rester brytes ned seint.</p>



### 13.2. Innarbeide tiltak mot klimaendringer på nasjonalt nivå

Landbruket og regjeringa har en avtale om reduksjon av utslipp fra jordbruket som jordbruket har fulgt opp med en klimaplan. Store utslippskutt kan vanskelig oppnås uten store reduksjoner i drøvtyggerbaserte produksjoner som er bærebjelker i norsk jordbruk og matproduksjon. (5.1.6).

### 13.3. Styrke evnen til å motvirke, tilpasse seg og reduserer konsekvensene av klimaendringer

Jordbruket har god støtte i et offentlig finansiert utdannings- og forskningssystem. Rådgivningsapparatet er også godt utbygd (5.3.5 og 5.4.6). En har erfaring og kunnskap med jordbruk under marginale og vanskelig forhold, et variert klima og store geografiske variasjoner i vær mellom og innen år. Bruksnedlegging i noen distrikter (5.5) og spesialisering av produksjonen kan redusere evnen til tilpasning. Det er bekymring for evnen til å forebygge skader som resultat av langvarig tørke eller mye nedbør på kort tid.



### 14.1. Redusere forurensing til havet fra landbasert virksomhet

Jordbruket bidrar til miljøproblemene i Oslofjorden gjennom tap av næringsstoffer (5.1.9)



### 15.1 Bevare og gjenopprette bærekraftig bruk av ferskvannsbaserte økosystemer

I flere jordbrukspåvirka vassdrag er den økologiske tilstanden vurdert som dårlig. I noen av dem ser en bedring og i andre forverring (5.1.9).

### 15.5. Redusere ødeleggelse av habitater og stoppe tap av biologisk mangfold

Biologisk mangfold i semi-naturlig områder i jordbrukslandskapet er stort, men trua av at drift opphører. Arealbruksendringer har påvirka bestander av pollinerende insekter negativt (5.1.10).



I et samfunn med høy grad av tillit og gjennom avtaleinstituttet, bøndernes organisering og en landbrukspolitikk det er brei oppslutning om, legges det et godt grunnlag for samarbeid (5.3).

## 7 Oppsummering og sluttvurdering

I oppdraget har vi henta fram kunnskap som kan belyse om norsk jordbruk slik det drives i dag, er bærekraftig.

Med bærekraftig menes at norsk jordbruk kan vedvare uten at måten det drives på er i konflikt med seg sjøl og sitt eget produksjonsgrunnlag eller med livsvilkår og ressurser for mennesker og hensyn til naturmiljøet utenfor sektoren. Dette gjelder både nå og i prinsippet i uoverskuelig framtid.

Det er også forutsatt at norsk jordbruk skal bestå og levere goder og tjenester i tråd med mål fastlagt i gjeldende norsk landbrukspolitikk. Bærekraftsvurderinger må derfor legge både leveringsevne og eksterne påvirkninger til grunn.

Det er så langt ikke gjort standardiserte og helhetlige analyser av det ovennevnte som favner miljømessig, sosial og økonomisk bærekraft samla. Frigjort fra etablerte rammeverk for bærekraftsanalyser, har vi derfor valgt ut mål og effekter som vi, ut fra vår fagkunnskap og kjennskap til norsk jordbruk og samfunnsdebatten, mener er viktige å belyse.

Basert på kunnskapen vi har henta fram, er vår sluttvurdering som følger:

### Bærekraft i norsk jordbruk utfordres i dag av

- Hvor attraktivt det er og vil bli å være gårdbruker
- Krav om reduksjon i klimagassutslipp - som så lenge oppvarmingseffekten av metan vektet slik den nå gjør, ikke kan oppnås uten store reduksjoner i produksjonsvolum av melk og kjøtt fra drøvtyggere
- Produksjonsgrunnlag i form av jord, infrastruktur, faste investeringer, produksjonsmidler og genetiske ressurser vil miste sin verdi for matproduksjon hvis drøvtyggerproduksjonene reduseres kraftig
- Tilsynelatende høyt nitrogen- og fosforoverskudd som lokalt bidrar til dårlig økologisk tilstand i vannmiljø
- Tiltakende konflikter mellom flere landbrukspolitiske mål, der en i tillegg til å få eksponert det klassiske trilemmaet mellom å opprettholde bruksstruktur, effektivisere produksjonen og unngå overproduksjon, møter konflikten mellom betydelige reduksjoner i klimagassutslipp og flere av de andre målene.

### Bærekraft i norsk jordbruk trygges i dag av

- Brei politisk oppslutning om sentrale deler av virkemiddelsystemet
- Høy tillit og lojalitet til norskprodusert mat blant forbrukerne
- God dyre- og plantehelse og henholdsvis lav og moderat bruk av medisiner og plantevernmidler
- God forvaltning og utnytting av genetiske ressurser i husdyr- og planteproduksjonene
- Muligheter til å kombinere god forvaltning av jordressurser og biologisk mangfold i kulturlandskapet med produksjon av mat og andre fellesgoder

Ytterligere resultater fra gjennomgangen er summert opp i Tabell 7.1.

Tabell 7.1. Oppsummering av funn fra gjennomgangen av hvilken kunnskap en har om bærekraft i norsk jordbruk.

Bærekraftskomponent	Kunnskapsstatus - hovedpunkt
<b>Produksjonsgrunnlaget:</b> <b>Jord, husdyr, kulturplanter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den beste dyrkajorda er under nedbyggingspress, og annen jord går ut av drift på grunn av bruksnedlegging.</li> <li>• Ensidig korndyrking har ført og fører til nedgang i moldinnhold i jorda, og en forventer at bruk av tunge maskiner under ulagelige forhold har gitt pakkeskader.</li> <li>• Nydyrking er ikke konfliktfritt.</li> <li>• Gjennomgående er det god forvaltning og målretta bruk av genetiske ressurser for husdyr og kulturplanter.</li> <li>• Det er lite sjukdom og god helseovervåking og helseforebygging hos dyr, men noe press på regelverket som er grunnlaget for dette.</li> <li>• Det er stor oppmerksomhet omkring dyrevelferd, og hyppige diskusjoner om den er god nok.</li> </ul>
<b>Klimagassutslipp</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den største andelen av klimagassutslippene regnskapsført til jordbruket, er metan. Andelen og absolutt størrelse er avhengig av den til enhver tid gjeldende verdi for oppvarmingseffekten av denne gassen.</li> <li>• Norsk produksjon av melk og kjøtt gir lavere klimagassutslipp per enhet enn det som ofte legges til grunn i internasjonale vurderinger av bærekraft i matproduksjonen.</li> <li>• Utslippsreduksjoner kommer i konflikt med opprettholdelse av de produksjonsgreinene som er bærebjelken i distriktsjordbruket og eksklusivt kan utnytte grovfôrarealene og beiteressursene til matproduksjon.</li> </ul>
<b>Bruk, tap og miljøvirkning av N og P (eutrofiering)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det er ei utfordring for jordbruket å forsyne kulturplantene med nok N og P til å ta ut avlingspotensialet (mengde og kvalitet) og samtidig minimere tapene til omgivelsene.</li> <li>• På et noe usikkert grunnlag ser det ut som at utnyttningen av nitrogen og fosfor er lavere i norsk jordbruk enn i resten av Norden. Næringsbalansene er høye, og jorda inneholder mye vannløselig fosfor i husdyrtette områder, særlig på Vest- og Sør-Vestlandet.</li> <li>• I noen jordbrukspåvirka vassdrag er den økologiske tilstanden vurdert som dårlig.</li> <li>• Det er målkonflikter mellom å reservere den beste jorda i de mest gunstige agroklimatiske områdene til dyrking av åkervekster og å forebygge erosjon og næringstap ved å dyrke flerårige fôrvekster og/eller legge inn kantsoner mellom åker og vassdrag. Totalt er 63% av kartlagt jord vurdert å ha liten erosjonsrisiko.</li> </ul>
<b>Biologisk mangfold i jordbrukspåvirka økosystemer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det biologiske mangfoldet er størst, men samtidig under press i seminaturlige områder av det jordbrukspåvirka landskapet som har blitt danna og vedlikeholdt av langvarig slått og beiting.</li> <li>• Mangfold og heterogenitet i kulturlandskapets struktur og sammensetning er også viktig for å opprettholde levedyktige bestander av blant annet pollinerende insekter. En stor andel av de ville artene av slike i Norge er trua, og arealbruksendringer knytta til jordbruk er en årsak til det.</li> </ul>

<b>Pesticidbruk og mattrygghet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salget av plantevernmidler (i mengde) har gått ned i Norge.</li> <li>• I overvåkingsprogrammer inneholder prøver av norskdyrka mat sjeldnere påvisbare rester av plantevernmidler enn prøver av mat dyrka i utlandet. Prøver av norske varer med innhold over grenseverdi har knapt nok forekommet de siste fem årene.</li> <li>• Det mangler langvarig overvåking av rester av plantevernmidler i jord, men i jordbruksdominerte nedbørsfelt har en fram til og med 2018 funnet potensielt skadelige konsentrasjoner i noen prøver av bekkevatt. Data for seinere år er ikke publisert.</li> </ul>
<b>Evne til å produsere etterspurt mat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dagens norske forbrukere setter mattrygghet høyt, og har høy tillit og lojalitet til norskprodusert mat, også fordi de mener at de andre landbrukspolitiske målene er viktige. Det er imidlertid ei grense for hvor mye dyrere enn importerte alternativer norske produkter kan være.</li> <li>• Det er nedgang i etterspørselen etter noen typer mat som det agroklimatisk ligger til rette for å produsere i Norge og husdyrprodukter som dessuten krever liten import av fôrråvarer.</li> </ul>
<b>Virkemiddelsystemets oppslutning og effekt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De enkelte økonomiske virkemidlene er under kontinuerlig vurdering av næringa sjøl og politiske beslutningstakere. Det ser ut til å være brei aksept for at systemet og forvaltningsapparatet for dette skal bestå.</li> <li>• De handelspolitiske tiltakene og markedsordningene er kanskje de elementene som er under størst press. Norge og EU skal i prinsippet forhandle annethvert år om friere handel med jordbruksvarer, men systemet er til en viss grad sovende. Norges handelsunderskudd med EU er økende. Import av bearbejdede produkter (RÅK-varer) har økt jevnt.</li> <li>• WTO har nylig fått nye forhandlingsledere for fiskeri og jordbruk, men en vet lite om når eller om WTO-prosessene blir tatt opp igjen.</li> </ul>
<b>Næringsutøvernes mot og muligheter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vederlag til arbeid har etter gjeldende beregningsmetoder ligget lavere i jordbruket enn hos andre grupper i samfunnet de siste ti åra, og gjelda har økt mye. Særlig melkeproduksjonen har hatt svak inntektsutvikling sist i perioden.</li> <li>• Beregningsmetodene er kritisert av næringa. Mange sier at økonomien er så dårlig at det verken er mulig eller attraktivt å fortsette. Samtidig tynnes produsentmiljøene ut ved at bruk legges ned og driftsenheter slås sammen. Gjennomsnittsalderen for aktive bønder stiger, og halvparten av jorda som drives, er leid.</li> <li>• Det er sterk vertikal integrasjon i verdikjedene for grøntprodukter og fjørfekjøtt. Bruksnedleggingstakt og strukturrasjonaliseringen har vært stor i disse produksjonene, men det gjelder også for produksjoner der samvirke dominerer.</li> </ul>
<b>Struktur, geografi, rolle i distriktsutvikling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mye tyder på at det politiske målet om landbruk over hele landet er trua ut fra at nedgangen av antall bruk og utgangen av jord i drift er større i noen områder enn andre.</li> </ul>



# Litteraturreferanser

- Aarstad, P. & Bjørlo, B. 2019. Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2017. Statistisk Sentralbyrå. Rapporter 2019/23. [https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/\\_attachment/394291?\\_ts=16cb41e4778](https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/_attachment/394291?_ts=16cb41e4778)
- Aamaas, B. & Berntsen, T.K. 2019. Vurdering av ulike vekt faktorer. M-1498|2019. CICERO. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1498/m1498.pdf>
- Allen, M., Lynch, J., Cain, M. & Frame, D. 2022. Climate metrics for ruminant livestock. Published by the Oxford Martin Programme on Climate Pollutants. [https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/ClimateMetricsforRuminantLivestock\\_Brief\\_July2022\\_FINAL.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/ClimateMetricsforRuminantLivestock_Brief_July2022_FINAL.pdf)
- Alston, J.M., Norton, G.W. & Pardey, P.G. 1998. Science under Scarcity. Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting. CAB International.
- American Meteorological Society 2019. An Information Statement of the American Meteorological Society (Adopted by the AMS Council on 15 April 2019). <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/about-ams/ams-statements/statements-of-the-ams-in-force/climate-change1/>
- Artsdatabanken 2021a. Hvor finnes de truede artene? Norsk rødliste for arter 2021. <https://artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Resultater/Hvorfinnesdetrueteartene> Nedlastet <14/04/2023>.
- Artsdatabanken 2021b. Mange pollinerende insekter på Rødlista. Norsk rødliste for arter 2021. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/fordypning/mangepollinerendeinsekterparodlista> Nedlastet <14/04/2023>.
- Bakken, A.K. & Mittenzwei, K. 2023. Produksjonspotensial i jordbruket og nasjonal sjølforsyning med mat. Utredning for Klimautvalget 2050. NIBIO-rapport 9 (53).
- Bakken, A.K., Daugstad, K., Johansen, A., Hjelkrem, A.-G. R., Fystro, G., Strømman, A.H. & Korsæth, A. 2017. Environmental impacts along intensity gradients in Norwegian dairy production as evaluated by life cycle assessments. *Agricultural Systems* 158: 50-60.
- Bardalen, A., Skjerve, T.A. & Olsen, H.F. 2020. Bærekraft i det norske matsystemet. Kriterier for norsk matproduksjon. NMBU, Ås. ISBN 978-82-575-1788-5.
- Bardalen, A., Aune-Lundberg, L. & Ulfeng, H. 2023. Kunnskapsgrunnlag for norsk jordvernstrategi. NIBIO Rapport 9 (38).
- Bardalen, A., Rivedal, S., Aune, A., O' Toole, A., Walland, F., Silvennoinen, H., Sturite, I., Bøe, F., Rasse, D., Pettersen, I. & Øygarden, L. 2018. Utslippsreduksjoner i norsk jordbruk. Kunnskapsstatus og tiltaksmuligheter. NIBIO Rapport 4 (149).
- Barry, C., Ellingsen-Dalskau, K., Garmo, R.T., Kischel, S.G., Winckler, C. & Kielland, C. 2023. Obtaining an animal welfare status in Norwegian dairy herds—A mountain to climb. *Front. Vet. Sci.* 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1125860>
- Bär, A., Henriksen, M.V., Albertsen, E. & Johansen, L. 2022. Gode leveområder for pollinatorer i kulturlandskapet. NIBIO POP 8 (11).
- Bayr, U., Strand, G.-H. & Dramstad, W. 2020. Indikatorer for landbruk over hele landet - Utvikling av en metode for resultatkontroll av landbrukspolitiske mål. NIBIO Rapport 6 (65).
- Bazzani, C., Gustavsen, G.W., Nayga Jr., R.M. & Rickertsen, K. 2018. A comparative study of food values between the United States and Norway. *European Review of Agricultural Economics* 45: 239-272.
- Bechmann, M. 2013. Agriculture and Environment: Long Term Monitoring in Norway. Akademika Publishing.
- Bechmann, M. 2014. Long-term monitoring of nitrogen in surface and subsurface runoff from small agricultural dominated catchments in Norway. *Agric. Ecosyst. Environ.* 198: 13-24.
- Bechmann, M., Blicher-Mathiesen, G., Kyllmar, K., Iital, A., Lagzdins, A. & Salo, T. 2014. Nitrogen application, balances and their effect on water quality in small catchments in the Nordic-Baltic countries. *Agric. Ecosyst. Environ.* 198: 104-113.
- Bechmann, M. & Bøe, F. 2021. Soil Tillage and Crop Growth Effects on Surface and Subsurface Runoff, Loss of Soil, Phosphorus and Nitrogen in a Cold Climate. *Land* 2021 10: 27. <https://doi.org/10.3390/land10010077>
- Bechmann, M., Stenrød, M., Kværnø, S. & Eggstad, H.O. 2021. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992-2019. NIBIO Rapport 7 (135).

- Bechmann, M., Skarbøvik, E., Turtumøygard, S. & Isdahl, C.R. 2022. Trender i tiltaksgjennomføring og påvirkning på vannkvalitet i Morsa. NIBIO Rapport 8 (155).
- Bechmann, M., Frøseth, R.B., Rivedal, S., Brod, E., Seehusen, T. & Øgaard, A.F. 2023. Tiltak for bedre nitrogenforvaltning i norsk jordbruk. NIBIO Rapport 9 (44).
- Bele, B., Johansen, L. & Norderhaug, A. 2015. Resource use by old and modern dairy cattle breeds on semi-natural mountain pastures, Central Norway. *Acta Agric. Scand., Section A—Animal Science*, 65: 73-84.
- Berg, S.H. 2023. Myndighetene undervurderer befolkningen i nye kostråd. Publisert 21. juni 2023. Universitetet i Stavanger. <https://www.uis.no/nb/pasientsikkerhet/myndighetene-undervurderer-befolkningen-i-nye-kostrad>
- Berry, P.M., Kindred, D.R. & Paveley, N.D. 2008. Quantifying the effects of fungicides and disease resistance on greenhouse gas emissions associated with wheat production. *Plant Pathology* 57: 1000-1008.
- BFJ 2023. [https://www.nibio.no/tema/landbruksokonomi/grunnlagsmateriale-til-jordbruksforhandlingene/\\_/attachment/inline/af4e716f-bcc8-4ee5-93f1-a1d6431f2160:0916d3784cdc6183fd23cf77daodfa26bd46d06c/UT-2-2023%20Referansebruksberegninger.pdf](https://www.nibio.no/tema/landbruksokonomi/grunnlagsmateriale-til-jordbruksforhandlingene/_/attachment/inline/af4e716f-bcc8-4ee5-93f1-a1d6431f2160:0916d3784cdc6183fd23cf77daodfa26bd46d06c/UT-2-2023%20Referansebruksberegninger.pdf)
- Blankenberg, A.-G.B., Skarbøvik, E. & Kværnø, S. 2017. Effekt av buffersoner-på vannmiljø og andre økosystemtjenester. NIBIO Rapport 3 (14).
- Blankenberg, A.-G.B. & Skarbøvik, E. 2020. Phosphorus retention, erosion protection and farmers' perceptions of riparian buffer zones with grass and natural vegetation: Case studies from South-Eastern Norway. *Ambio* 49: 1838-1849.
- Bleken, M.A. & Bakken, L.R. 1997. The nitrogen cost of food production: Norwegian society. *Ambio* 26: 134-142.
- Bloem, E., Bechmann, M., Clarke, N. & Skarbøvik, E. 2020. Cultivation of new land: Effects on water quality. A literature review. NIBIO Report 6 (59).
- Bonesmo, H., Skjelvåg, A.O., Janzen, H.H., Klakegg, O. & Tveito, O.E. 2012. Greenhouse gas emission intensities and economic efficiency in crop production: A systems analysis of 95 farms. *Agricultural Systems* 110: 142-151.
- Bonesmo, H., Beauchemin, K.A., Harstad, O.M. & Skjelvåg, A.O. 2013. Greenhouse gas emission intensities of grass silage based dairy and beef production: A systems analysis of Norwegian farms. *Livestock Science* 152: 239-252.
- Bonesmo, H. & Enger, E.G. 2021. The effects of progress in genetics and management on intensities of greenhouse gas emissions from Norwegian pork production. *Livestock Science* 254: 104746.
- Bosselmann, A.S., Jensen, M.V. & Gylling, M. 2015. Proteinforbrug i danske konventionelle og økologiske husdyrproduktioner. IFRO Udredning, Nr. 2015/02.
- Brandt, A., Gorenflo, A., Siede, R., Meixner, M. & Büchler, R. 2016. The neonicotinoids thiacloprid, imidacloprid, and clothianidin affect the immunocompetence of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology* 86: 40-47.
- Brastad, B., Hauge, E.S., Tufteland, Y. & Løkken, J. 2022. Verdiskapende og kostnadseffektivt. Oxford Research Rapport 9/2022.
- Brentrup, F., Küsters, J., Lammel, J., Barraclough, P. & Kuhlmann, H. 2004. Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems. *European Journal of Agronomy* 20: 265-279.
- Bullock, J.M., Jefferson, R.G., Blackstock, T.H., Pakeman, R.J., Emmett, B.A., Pywell, R.J., Grime, J.P. & Silvertown, J. 2011. Semi-natural grasslands. IN: Technical Report: The UK National Ecosystem Assessment, pp. 162-195.
- Burton, R.J.F., Forney, J., Stock, P. & Sutherland, L.A. 2021. The Good Farmer: Culture and Identity in Food and Agriculture. Routledge.
- Bye, A.S., Aarstad, P.A., Løvberget, A.I., Rognstad, O. & Storbråten, B. 2020. Jordbruk og miljø 2019. Tilstand og utvikling. SSB Rapportar 2020/3.
- Bøe, K. & Jørgensen, G. 2012. Krav til inneareal for sau. *Norsk veterinærtidsskift* 124: 508-514.
- Cain, M., Lynch, J., Allen, M.R., Fuglestedt, J.S., Frame, D.J. & Macey, A.H. 2019. Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. *npj Clim Atmos Sci* 2: 29. <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0086-4>

- Chen, X., Henriksen, T.M., Svensson, K. & Korsaaeth, A. 2020. Long-term effects of agricultural production systems on structure and function of the soil microbial community. *Applied Soil Ecology* 147: 103387. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103387>.
- Cook, S.C. 2019. Compound and Dose-Dependent Effects of Two Neonicotinoid Pesticides on Honey Bee (*Apis mellifera*) Metabolic Physiology. *Insects*. <https://doi.org/10.3390/insects10010018>
- Daugstad, K. & Lunnan, T. Redusert fosforgjødsling til eng – effekt på avling og fosforstatus i jord. Rapport til Gjødslingshåndboka. Mars 2016. [Microsoft Word - Fosfor til eng avling og jord sluttrapport 12 \(nibio.no\)](https://www.nibio.no/tema/landbruk/eng-og-avling/eng-sluttrapport-12)
- Davis, T. 2023. ISBN: Rekruttering av migrantarbeidere. En studie fra norsk matproduksjon. 2023 Coretta & Martin Luther King Institute for Peace AS. ISBN 978-82-693363-0-6
- Deaton, A. & Muellbauer, J. 1980. *Economics and Consumer behavior*. Cambridge University Press. ISBN: 9780511805653.
- Departementa 2018. Nasjonal pollinatorstrategi. Ein strategi for levedyktige bestandar av villbier og andre pollinerande insekt.
- Departementene 2021. Tiltaksplan for pollinerende insekter 2021-2028. Hentet fra Nasjonal pollinatorstrategi. <https://www.regjeringen.no/contentassets/5797b01a43fa4cdd8b220afb3df68791/212216-kld-tiltaksplan-web.pdf> ISBN PDF 978-82-457-0528-7.
- de Wit, H.A., Lepistö, A., Marttila, H., Wenng, H., Bechmann, M., Blicher-Mathiesen, G., Eklöf, K., Futter, M.N., Kortelainen, P., Kronvang, B., Kyllmar, K. & Rakovic, J. 2020. Land-use dominates climate controls on nitrogen and phosphorus export from managed and natural Nordic headwater catchments. *Hydrological Processes* 34: 4831-485.
- Dombu, S.V., Bardalen, A., Strand, E., Henriksen, B. & Lampinakis, L. 2021. Norsk matsikkerhet og forsyningsrisiko. NIBIO Rapport 7 (145).
- Domke, A.V.M., Chartier, C., Gjerde, B., Höglund, J., Leine, N., Vatn, S. & Stuen, S. 2012. Prevalence of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of sheep and goats in Norway. *Parasitol. Res.* 111: 185–193.
- EC 2020. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. COM/2020/381 final.
- EFSA 2022. The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *EFSA Journal* 20 (12). <http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2022.7666>
- Eggen, T., Amlund, H., Barneveld, R., Bernhoft, A., Bloem, E., Eriksen, G.S., Flem, B., Källqvist, T., Sverdrup, L.E., Trapp, S., Øgaard, A.F., Fæste, C.K., Lock, E.-J., Ringø, E., Steinshamm, H., Ørnstrud, R. & Krogdahl, Å. 2022. Risk assessment of potentially toxic elements (heavy metals and arsenic) in soil and fertiliser products – fate and effects in the food chain and the environment in Norway. Scientific Opinion of the Panel on Animal Feed of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM report 2022:09. ISBN: 978-82-8259-383-0.
- Eldby, H. & Hillestad, M.E. 2022. Flaskehals i grøntproduksjonen i Nord-Norge. AgriAnalyse rapport 4-2022.
- Ellis, C., Park, K.J., Whitehorn, P., David, A. & Goulson, D. 2017. The Neonicotinoid Insecticide Thiacloprid Impacts upon Bumblebee Colony Development under Field Conditions. *Environmental Science & Technology* 51: 1727-1732.
- EPRS 2021. The future of crop protection in Europe. Study Panel for the Future of Science and Technology EPRS | European Parliamentary Research Service Scientific Foresight Unit (STOA) PE 656.330 – February 2021
- European Medicines Agency 2022. Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2021. Trends from 2010 to 2021. 12th ESVAC report. ISBN: 978-92-9155-070-8.
- Falk, M., Reiersen, A., Klem, T.B., Jonsson, M. & Heier, B.T. 2022. Dyrehelserapporten 2021. Veterinærinstituttets rapportserie 19/2022.
- FAO & WHO 2022. Report of the expert meeting on food safety for seaweed – Current status and future perspectives. Rome, 28–29 October 2021. Food Safety and Quality Series No. 13. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0846en>
- Flaten, O. 2017. Factors affecting exit intentions in Norwegian sheep farms. *Small Ruminant Research* 150: 1–7.
- Flaten, O. & Rønning, L. 2011. Best på sau – faktorer som påvirker økonomisk resultat i saueholdet. NILF-rapport 2011-3. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Flaten, O., Lien, G. & Tveterås, R. 2011. A comparative study of risk exposure in agriculture and aquaculture. *Acta Agric. Scand., Section C - Food Economics* 8: 20–34.

- Flysjö, A., Cederberg C. & Strid, I. 2008. LCA-databas för konventionella fodermedel: miljöpåverkan i samband med produktion. SIK Institutet för livsmedel och bioteknik.
- Forbord, M., Bjørkhaug, H. & Burton, R.J.F. 2014. Drivers of change in Norwegian agricultural land control and the emergence of rental farming. *J. Rural Stud.* 33: 9–19.
- Forbord, M. & Zahl-Thanem, A. 2019. Bønders opplevelse av spredte jordbruksarealer. Resultater fra en spørreundersøkelse. *Rural. Rapp.* 2019 (1).
- Garcia, S.N., Osburn, B.I. & Jay-Russell, M.T. 2020. One Health for Food Safety, Food Security, and Sustainable Food Production. *Front. Sustain. Food Syst.* 4: 1–9.
- Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L.G., Vaissière, B.E., Gemmill-Herren, B., Hipólito, J., Freitas, B.M. et al. 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science* 351: 388–391.
- Gezelius, S.S. 2016. Mot et kaldere samfunn? Landbruket som samholdsøkonomi. I: Villa, M., Haugen, M.S. (red.), *Lokalsamfunn, Cappelen Damm*, s. 367–390.
- Gjerdåker, B. 2002. Kontinuitet og modernitet. Norges Landbrukshistorie bind III. Det norske samlaget.
- Godiksen, O.A. 2023. Sesongarbeidere innen landbruk er sårbare for utnyttelse. <https://www.nationen.no/sesongarbeidere-innen-landbruk-er-sarbare-for-utnyttelse/o/5-148-194264>
- Grøva, L., Olesen, I., Steinshamn, H. & Stuen, S. 2011. Prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* infection and effect on lamb growth. *Acta Vet. Scand.* 53: 30.
- Gundersen, G.I., Steinnes, M. & Frydenlund, J. 2017. Nedbygging av jordbruksareal. En kartbasert undersøkelse av nedbygging og bruksendringer av jordbruksareal. *Stat. sentralbyrå* 2017/14, 101.
- Gustavsen, G.W. 2021. Sustainability and Potato Consumption. *Potato Research* 64: 571–586.
- Gustavsen, G.W. 2023. Forecasting with Bayes. Artikkel under arbeid.
- Gustavsen, G.W. & Hegnes, A.W. 2020a. Individuals' personality and consumption of organic food. *Journal of Cleaner Production* 245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118772>.
- Gustavsen, G.W. & Hegnes, A.W. 2020b. Consumer Personality and Local Food Specialties: The Case of Norway. *International Journal of Food System Dynamics* 11: 1–13. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v11i1.35>.
- Gustavsen, G.W. & Mittenzwei, K. 2022. Potential demand for synthetic meat. *Proceedings in System Dynamics and Innovation in Food Networks 2022*. <http://dx.doi.org/10.18461/pfsd.2022.2204>
- Gustavsen, G.W. & Rautenberger, R. 2023. The potential of algae as food. *Proceedings in System Dynamics and Innovation in Food Networks 2023* (in press).
- Gustavsen, G.W. & Rickertsen, K. 2018. Consumer cohorts and the demand for meat and dairy. *Proceedings in System Dynamics and Innovation in Food Networks 2018*. <http://dx.doi.org/10.18461/pfsd.2018.1812>
- Gustavsen, G.W., Dong, D., Nayga Jr, R.M. & Rickertsen, K. 2020. Ethnic Variation in Immigrants' Diets and Food Acculturation – United States 1999–2012. *Agricultural and Resource Economics Review* (2020), 1–20. <https://doi.org/10.1017/age.2020.17>
- Halland, A., Bjugan, M., Dombu, S.V., Haukås, T. & Bonesmo, H. 2022. Foretaksøkonomiske konsekvenser av forslag til endringer i gjødselregelverk. Disaggregerte analyser basert på data fra Driftsgranskinger i jord- og skogbruk. *NIBIO Rapport* 8 (47).
- Halland, H. 2021. Veien til bedre bærekraft – Et dybdestudie i grøntnæringa i nord. *NIBIO Rapport* 7 (191).
- Halland, H., Bardalen, A., Bergslid, R., Eiter, S. & Hansen, I. 2023. Bærekraft i ammekuproduksjonen. En helhetlig tilnærming til bærekraftsbegrepet gjennom SAFA rammeverket og SMART-verktøyet. *NIBIO Rapport* 9 (21).
- Hansen, B.G. & Østerås, O. 2019. Farmer welfare and animal welfare- Exploring the relationship between farmer's occupational well-being and stress, farm expansion and animal welfare. *Prev. Vet. Med.* 170, 104741. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104741>
- Hansen, T.B., Ervik, M.R., Brastad, B. & Weigel, B. 2018. Lønnsomt og nyttig samarbeid. Undersøkelse av nytten av BIONÆR-programmet for forskning, næringsliv og forvaltning. Oxford Research. <file:///C:/Users/akba/NIBIO/Downloads/undersokelse-av-nyttten-av-bionaer-programmet-for-forskning-naeringsliv-og-forvaltning.pdf>
- Hauge, A., Blankenberg, A.G.-B. & Hanserud, O.S. 2008. Evaluering av fangdammer som miljøtiltak i SMIL. *Bioforsk Rapport* 3 (140).
- Hauge, A. & Haraldsen, T.K. 2017. Planering og jordflytting – Utførelse og vedlikehold. *NIBIO BOK* 3 (4).

- Hegrenes, A. 2012. Fordeling av produktivetsframgang. Enkelte teorielement og litt empiri. Notat 2012-25. NILF.
- Hegrenes, A., Mittenzwei, K. & Prestegard, S.S. (red.) 2016. Norsk jordbrukspolitikk- Handlingsrom i endring. Fagbokforlaget.
- Hellsten, S., Dalgaard, T., Rankinen, K., Tørseth, K., Bakken, L., Bechmann, M., Kulmala, A., Moldan, F., Olofsson, S., Piil, K., Pira, K. & Turtola, E. 2019. Abating N in Nordic agriculture - Policy, measures and way forward. *J. Environ. Manage.* 236: 674–686.
- Helsedirektoratet 2016. Kostholdsradene. <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/kostradene-og-naeringsstoffer/kostrad-for-befolkningen>
- Helsedirektoratet 2022. Utviklingen i norsk kosthold. [https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/utviklingen-i-norsk-kosthold/Utviklingen%20i%20norsk%20kosthold%202022%20-%20Kortversjon.pdf/\\_attachment/inline/b8079b0a-fefe-4627-8e96-bd979c061555:e22da8590506739c4d215cfd628cfaaa3b2dbc8/Utviklingen%20i%20norsk%20kosthold%202022%20-%20Kortversjon.pdf](https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/utviklingen-i-norsk-kosthold/Utviklingen%20i%20norsk%20kosthold%202022%20-%20Kortversjon.pdf/_attachment/inline/b8079b0a-fefe-4627-8e96-bd979c061555:e22da8590506739c4d215cfd628cfaaa3b2dbc8/Utviklingen%20i%20norsk%20kosthold%202022%20-%20Kortversjon.pdf)
- Helse- og omsorgsdepartementet 2017. Nasjonal handlingsplan for bedre kosthold (2017-2021). [https://www.regjeringen.no/contentassets/fab53cd681b247bfa8c03a3767c75e66/handlingsplan\\_kosthold\\_2017-2021.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/fab53cd681b247bfa8c03a3767c75e66/handlingsplan_kosthold_2017-2021.pdf)
- Hermansen, A. & Aamlid, D. (redaktører) 2019. Kunnskapsnotat Plantehelse. NIBIO Rapport 5 (147).
- Hillestad, M.E., Bungler, A.A. & Smedshaug, C.A. 2022. Fra tall til tiltak – styrket matproduksjon i Troms og Finnmark. *AgriAnalyse Rapport 3-2022*.
- Hjelt, A. L., Dombu, S.V., Pettersen, I., Bjugan, M., Øgaard, A.F., Bechmann, M. & Bonesmo, H. 2021. Supplerende utredning til revisjon av gjødselregelverket. NIBIO Rapport 7 (50).
- Hovstad, K.A., Johansen, L., Arnesen, G., Svalheim, E. & Velle, L.G. 2018. Semi-naturlige naturtyper. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Hentet (09.03.2022) fra <https://www.artsdatabanken.no/Pages/259194>
- Ingris 2019. Årsstatistikk.
- IPBS 2016. Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. ISBN: 978-92-807-3568-0.
- IPCC 2019. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. & Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- Johansen, L. & Albertsen E. 2020. Åpent lavland s. 68-73 I: Jakobsson, S. & Pedersen, B. (red.) 2020. Naturindeks for Norge 2020. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold. NINA Rapport 1886.
- Johansen, L., Albertsen, E., Daugstad, K., Henriksen, M.V., Grenne, S. & Vesterbukt, P. 2020. Gode leveområder for pollinatorer i kulturlandskapet. NIBIO Rapport 6 (177).
- Johansen, L., Henriksen, M.V. & Wehn, S. 2022. The contribution of alternative habitats for conservation of plant species associated with threatened semi-natural grasslands. *Ecological Solutions and Evidence* 3: e12183.
- Johansen, L., Taugourdeau, S., Hovstad, K.A. & Wehn, S. 2019. Ceased grazing management changes the ecosystem services of semi-natural grasslands. *Ecosystems and People* 15: 192-203.
- Johansen, L., Westin, A., Wehn, S., Iuga, A., Ivascu, C.M., Kallioniemi, E. & Lennartsson, T. 2019. Traditional semi-natural grassland management with heterogeneous mowing times enhances flower resources for pollinators in agricultural landscapes. *Global Ecology and Conservation* 18: e00619.
- Johansen, N.S., Brurberg, M.B., Ficke, A., Kaczmarek-Derda, W., Nielsen, K.A.G., Ringselle, B., Schjøll A.F., Skårn, M.N., Stensvand, A., Tørresen, K., Antzée-Hyllseth, H.A., Fajardo, M.B., Gauslå, E. & Wærnhus, K. 2020. Plantevernmiddeleffektivitet i norske jord- og hagebrukskulturer. Resultater fra kartlegging og overvåking i 2019 og vurdering av resistensrisiko. NIBIO rapport 6 (159).
- Jordlova 1995. Lov om jord. Available at: [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1995-05-12-23/KAPITTEL\\_4#§11](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1995-05-12-23/KAPITTEL_4#§11)
- Kaste, Ø., Skarbøvik, E. & Vogt, R.D. 2023. Utredning om parametere for suspendert stoff og organisk materiale kan inkluderes i klassifiseringssystemet for vann. NIVA-rapport 7860-2023.
- Keeling, L., Tunón, H., Antillón, G.O., Berg, C., Jones, M., Stuardo, L., Swanson, J., Wallenbeck, A., Winckler, C. & Blokhuis, H. 2019. Animal Welfare and the United Nations Sustainable Development Goals. *Front. Vet. Sci.* 6: 1–12.



- Kjos, A.-K., Nafstad, O., Odden, H., Ruud, T.A., Saltnes, T. & Ytterdahl, M. 2022. Kjøttets tilstand 2022. Status i norsk kjøtt- og eggproduksjon.
- Knutsen, H. (red.) 2021. Utsyn over norsk landbruk. NIBIO Bok 7 (4).
- Knutsen, H. (red.) 2022. Utsyn over norsk landbruk. NIBIO Bok 8 (5).
- Koesling M., Hansen S. & Bleken M.A. 2017. Variations in nitrogen utilisation on conventional and organic dairy farms in Norway. *Agricultural Systems* 157: 11-21.
- Korsaeth, A. 2012. N, P, and K budgets and changes in selected topsoil nutrients over 10 years in a long-term experiment with conventional and organic crop rotations. *Applied and Environmental Soil Science* 2012: 539582.
- Korsaeth, A. & Eltun, R. 2000. Nitrogen mass balances in conventional, integrated and ecological cropping systems and the relationship between balance calculations and nitrogen runoff in an 8-years field experiment in Norway. *Agric. Ecosyst. Environ.* 79: 199–214.
- Korsaeth, A., Jacobsen, A. Z., Roer, A.-G., Henriksen, T. M., Sonesson, U., Bonesmo, H., Skjelvåg, A.O. & Strømman, A.H. 2012. Environmental life cycle assessment of cereal and bread production in Norway. *Acta Agric. Scand., Section A–Animal Science*, 62: 242-253.
- Korsaeth, A. & Hjelkrem, A.-G. R. 2016. Livsløpsanalyse (LCA) av dyrking av erter og åkerbønner i Norge. NIBIO Rapport 2 (117).
- Korsæth, A., Lindgaard, H.L., Veidal, A. & Asheim, L.J. 2019. Utbredelse og potensiell økonomisk og miljømessig nytteverdi med presisjonsjordbruk i Norge. NIBIO Rapport 5 (41).
- Korsæth, A., Bakken, A.K., Bardalen, A. & Stålnacke, P. 2023. Råd om bærekraftig nordisk kosthold har svakt faglig grunnlag. *Aftenposten*. Publisert 12.04.2023.  
<https://www.aftenposten.no/meninger/debatt/i/pQlb71/raad-om-baerekraftig-nordisk-kosthold-har-svakt-faglig-grunnlag>
- Krarup, T. 2015. DCA i notat til fødevareministeriet: Danske gødningsregler giver dårligere kvalitet og større import af brødkorn. <https://blb.dk/2015/01/dca-i-notat-til-foedevareministeriet-danske-goedningsregler-giver-daarligere-kvalitet-og-stoerre-import-af-broedkorn/>
- Kristoffersen, A.Ø. & Øgaard, A.F. 2019. Fosforgjødsling bestemt av P-AL. NIBIO BOK 5 (1): 131.135.
- Kronvang, B., Andersen, H.E., Børgesen, C., Dalgaard, T., Larsen S.E., Bøgestrand, J. & Blicher-Mathiasen, G. 2008. Effects of policy measures implemented in Denmark on nitrogen pollution of the aquatic environment. *Environmental Science and Policy* 11: 144-152.
- Kvakkestad, V., Sundbye, A., Gwynn, R. & Klinge, I. 2020. Authorization of microbial plant protection products in the Scandinavian countries: A comparative analysis. *Environmental Science & Policy* 106: 115-124.
- Kværnø, S.H., Øygarden, L., Bechmann, M. & Barneveld, R. 2020. Tiltak mot erosjon på jordbruksareal. NIBIO POP 6 (38).
- Kårstad, S., Haukås, T. & Hegrenes, A. 2015. Analyse av kjøreskostander i mjølkeproduksjonen - Ei samanlikning av kjøring langs vegen ved grovfôrhausting og spreieing av husdyrgjødsel i to bygder. NIBIO Rapport 1(9).
- Lancaster, K. 1966. A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy* 74: 132-157.
- Landbruksbarometeret 2023. AgriAnalyse: <https://www.agrianalyse.no/getfile.php/137737-1683054019/Dokumenter/Dokumenter%202023/Landbruksbarometer%202023.pdf>
- Landbruksdirektoratet 2020. Nasjonalt program for jordhelse. Faggrunnlag og forslag til utvikling av tiltak og virkemidler for økt satsing på jordhelse. Rapport nr. 13/2020.
- Landbruksdirektoratet 2022. Gjennomgang av støtten som gis til Norsk Landbruksrådgiving over jordbruksavtalen. Rapport nr. 9/2022.
- Landbruksdirektoratet 2023. Avskoging er en utfordring også i Norge.  
<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/nyhetsrom/nyhetsarkiv/avskoging-er-en-utfordring-ogsaa-i-norge>
- LMD 2023. Tilgang på veterinærtjenester i Norge. Rapport fra en arbeidsgruppe nedsatt av Landbruks- og matdepartementet. Oslo, 10. mars 2023.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/1807e0e77eb443fbbdf53cf24a7132a9/rapport-om-tilgang-pa-veterinartjenester-i-norge-10.03.23.pdf>
- Lati, R.N., Rasmussen, J., Andújar, D., Dorado, J., Berge, T.W., Wellhausen, C., Pflanz, M., Nordmeyer, H., Schirrmann, M., Eizenberg, H., Neve, P., Jørgensen, R.N. & Christensen, S. 2021. Site-specific weed management—constraints and opportunities for the weed research community: Insights from a workshop. *Weed research* 61: 147-153.



- Liu, S., Proudman, J. & Mitloehner, F.M. 2021. Rethinking methane from animal agriculture. CABI Agric. Biosci. 2: 22.
- Lunnan T. & Haugen L.E. 1993. Kalk, fosfor og nitrogen til eng i fjell- og dalbygdene på Austlandet. Norsk Landbruksforskning 7: 57-64. ISSN 0801-5333.
- Lågbu, R., Nyborg, Å. & Svendgård-Stokke, S. 2018. Jordsmonnstatistikk Norge. NIBIO Rapport 4 (13).
- Mace, G.M., Norris, K. & Fitter, A.H. 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. Trends in Ecology & Evolution 27: 19-26.
- Maes, J. et al. 2013. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications office of the European Union, Luxembourg. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/12398>
- Mathiesen, H.F. 2019. På sporet av fôret. NIBIO Rapport 5 (81).
- Mattilsynet 2015. Omsetningsstatistikk for plantevernmidler 2010-2014. [https://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/plantevernmidler/godkjenning\\_av\\_plantevernmidler/statistikk\\_omsetning\\_av\\_plantevernmidler.3094](https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/godkjenning_av_plantevernmidler/statistikk_omsetning_av_plantevernmidler.3094)
- Mattilsynet 2021. Kalkstatistikk. Omsetning av kalk til jordbruksformål 2020. [https://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/gjodsel\\_jord\\_og\\_dyrkingsmedier/mineralgjodsel\\_og\\_kalk/kalkstatistikk\\_2020.43810/binary/Kalkstatistikk%202020](https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/gjodsel_jord_og_dyrkingsmedier/mineralgjodsel_og_kalk/kalkstatistikk_2020.43810/binary/Kalkstatistikk%202020)
- Mattilsynet 2022. Omsetningsstatistikk for plantevernmidler 2017- 2021. [https://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/plantevernmidler/godkjenning\\_av\\_plantevernmidler/statistikk\\_omsetning\\_av\\_plantevernmidler.3094](https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/godkjenning_av_plantevernmidler/statistikk_omsetning_av_plantevernmidler.3094)
- Mattilsynet 2023. Nasjonal tilsynskampanje om velferd for svin 2021–2022. Oslo.
- Mattilsynet & NIBIO 2022. Overvåkingsresultater for plantevernmidlerrester i næringsmidler 2021. [https://www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/uonskede\\_stofferimaten/rester\\_av\\_plantevernmidler\\_i\\_mat/](https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/uonskede_stofferimaten/rester_av_plantevernmidler_i_mat/)
- McElwain, T.F. & Thumbi, S.M. 2017. Animal pathogens and their impact on animal health, the economy, food security, food safety and public health. OIE Rev. Sci. Tech. 36: 423–433.
- Meld. St. 11 2016-2017. Endring og utvikling - En fremtidsrettet jordbruksproduksjon. Landbruks- og matdepartementet.
- Miljødirektoratet, Statistisk sentralbyrå & NIBIO 2022. Greenhouse Gas Emissions 1990 – 2020. National Inventory Report. M-2268.
- Mittenzwei, K. 2020. Arealbytte og transport langs vei i jordbruket. Land exchange and transport along roads in agriculture. Kart og plan 113: 218–238.
- Mogensen, L., Knudsen, M.T., Dorca-Preda, T., Nielsen, N. I., Sillebak, I., Kristensen, I.S. & Kristensen, T. 2018. Bæredyktighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg. DCA rapport 116.
- Muri, K., Moe, R.O. & Nesje, M. 2016. Når mennesker påfører dyr lidelser: Veterinærens rolle. Nor. Veterinærtidsskrift 4: 232–240.
- Myrli, H. 2022. Tettstedsnært jordbruk. Stat. sentralbyrå. Available at: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/landbrukstillinger/statistikk/landbrukstjelling/artikler/tettstedsnaert-jordbruk>
- Nationen 2023a. Mange synder på kostholdsradene. Publisert 19.06.2023. <https://www.nationen.no/mange-synder-pa-kostholdsradene/s/5-148-376516>
- Nationen 2023b. Én av tre sier de følger kostholdsradene. De fleste tror de spiser sunnere enn de gjør. Publisert 8.05.2023. <https://www.nationen.no/n-av-tre-sier-de-folger-kostholdsradene-de-fleste-tror-de-spiser-sunnere-enn-de-gjor/s/5-148-354442>
- Nesheim, L. 2014. Kalking til gras og korn. Bioforsk TEMA 23/2014.
- Niu, P., Schwarm, A., Bonesmo, H., Kidane, A., Åby, B.A., Storlien, T.M., Kreuzer, M., Alvarez, C., Sommereth, J.K. & Prestløkken, E. 2021. A basic model to predict enteric methane emissions from dairy cows and its application to update operational model for the national inventory in Norway. Animals 11: 1891.
- Niva, M. & Mäkelä, J. 2021. Citizen views on welfare and rights of farmed animals in food production. in Justice and food security in a changing climate, eds. H. Schübel and I. Wallimann-Helmer. Wageningen Academic Publisher, pp. 289–294.
- Nordic nutrition recommendations 2023. <https://pub.norden.org/nord2023-003/nord2023-003.pdf>
- Norges forskningsråd 2005. Forskningsbehov innen dyrevelferd i Norge. Available at: [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/lmd/rap/2005/0002/ddd/pdfv/262078-rapp\\_forsningsbehov\\_innen\\_dyrevelferd\\_i\\_norge.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/lmd/rap/2005/0002/ddd/pdfv/262078-rapp_forsningsbehov_innen_dyrevelferd_i_norge.pdf)

- NORM/NORM-VET 2022. Usage of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Norway 2021. Tromsø/Oslo Available at: [www.vetinst.no](http://www.vetinst.no)
- Odden, A., Denwood, M.J., Stuen, S., Robertson, L.J., Ruiz, A., Hammes, I.S., Hektoen, L. & Enemark, H.L. 2018. Field evaluation of anticoccidial efficacy: A novel approach demonstrates reduced efficacy of toltrazuril against ovine *Eimeria* spp. in Norway. *Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist.* 8: 304–311.
- OECD 2007. Gross Nitrogen Balances Handbook. OECD Publishing.
- OECD 2021. Policies for the Future of Farming and Food in Norway, OECD Agriculture and Food Policy Reviews, OECD Publishing, Paris.
- OECD 2022. An evaluation of Norway's agricultural policy performance in achieving its national objectives. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/c654db47-en/index.html?itemId=/content/component/c654db47-en>.
- OECD 2023. Environmental performance of agriculture - nutrients balances. <https://doi.org/10.1787/d327d2a9-en>
- Ollerton, J., Winfree, R. & Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321-326.
- O'Neill, J. 2016. Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations. Available at: <https://amr-review.org/>
- Otte, M., Nugent, R. & McLeod, A. 2004. Transboundary Animal Diseases: Assessment of socio-economic impacts. FAO, 1–46.
- Pedersen, C. 2000. Fugler i jordbrukslandskapet: Bestandsutvikling og utbredelse. Perioden 2000-2017. NIBIO Rapport 6 (40).
- Plumecocq, G., Debril, T., Duru, M., Magrini, M.-B., Sarthou, J.P. & Therond, O. 2018. The plurality of values in sustainable agriculture models: diverse lock-in and coevolution patterns. *Ecology and Society* 23: 21.
- Poore, J. & Nemecek, T. 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360: 987-992.
- Poulsen, L.K. 2022. Literature review: Multi Criteria Assessment of food-based systems. NORSUS Report AR.04.22.
- Prestvik, A.S., Ystad, E., Pettersen, I., Helgesen, H. & Romsaas, I.M. 2020. Landbrukets kompetansebehov og utdanninger. NIBIO Rapport 6 (171).
- Prestvik, A.S., Mittenzwei, K. & Elstad, A.S. 2022. Redusert matsvinn og endret kosthold–muligheter for beregning av effekt på klimagassutslipp fra jordbruket. NIBIO Rapport 8 (7).
- Quemada, M., Lassaletta, L., Jensen, L.S., Godinot, O., Brentrup, F., Buckley, C., Foray, S., Hvid, S.K., Oenema, J., Richards, K.G. & Oenema, O. 2020. Exploring nitrogen indicators of farm performance among farm types across several European case studies. *Agric. Syst.* 177: 102689.
- Randler, C., Adan, A., Antofie, M.M., Arrona-Palacios, A., Candido, M., de Pauw, J.B., et al. 2021. Animal welfare attitudes: Effects of gender and diet in university samples from 22 countries. *Animals* 11: 1–14.
- Rasse, D., Økland, I., Barcena, T.G., Riley, H., Martinsen, V., Sturite, I., Joner, E., O'Toole, A., Øpstad, S., Cottis, T. & Budai, A. 2019. Muligheter og utfordringer for økt karbonbinding i jordbruksjord. NIBIO Rapport 5 (36).
- Rekdal, Y. & Angeloff, M. 2021. Arealrekneskap i utmark. Utmarksbeite – ressursgrunnlag og beitebruk. NIBIO Rapport 7 (208).
- Resultatkontrollen 2023. NIBIO: <https://www.nibio.no/tjenester/resultatkontrollen>
- Riley H. & Bakkegård, M. 2007. Declines of soil organic matter content under arable cropping in southeast Norway. *Acta Agric. Scand. Section B – Soil & Plant Science* 56: 217–223.
- Riley, H., Henriksen, T.M., Torp, T. & Korsæth, A. 2022. Soil carbon under arable and mixed dairy cropping in a long-term trial in SE Norway. *Acta Agric. Scand., Section B – Soil & Plant Science* 72: 648-659.
- Roer, A.-G., Korsæth, A., Henriksen, T.M., Michelsen, O. & Strømman, A.H. 2012. The influence of system boundaries on life cycle assessment of grain production in central southeast Norway. *Agricultural Systems* 11: 75-84.
- Roer, A. G., Johansen, A., Bakken, A.K., Daugstad, K., Fystro, G. & Strømman, A.H. 2013. Environmental impacts of combined milk and meat production in Norway according to a life cycle assessment with expanded system boundaries. *Livestock Science* 155: 384-396.
- Ruralis 2022. Halvparten mener økonomien går i feil retning. <https://ruralis.no/2022/05/02/halvparten-mener-okonomien-gar-i-negativ-retning/>

- Ryan, I., Bruvoll, A., Muthanna, T.M., Ottesen, H.B., Foldal, K.M., Nordal, S., Solberg, I.-L. & Hæreid, G. 2022. På trygg grunn. Bedre håndtering av kvikkleirerisiko. NOU 2022: 3.
- Rye, S.K.P. 2023. Driftsgranskingar i jord- og skogbruk. Rekneskapsresultat 2021. NIBIO Bok 9 (3).
- Rønning, L., Vik, J. & Magnus, T. 2013. Kontraktproduksjon i landbruket-En annen hverdag for bonden. Rualis: [Rapport+1\\_13+Kontraksproduksjon+i+landbruket+-+Lars+R%C3%B8nning%2C+Jostein+Vik+og+Trine+Magnus.pdf \(unit.no\)](#)
- Sample, J.E. 2023. Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2021–tabeller, figurer og kart. NIVA-rapport 7808-2023.
- Samsonstuen, S., Åby, B.A., Crosson, P., Beauchemin, K.A., Bonesmo, H. & Aass, L. 2019. Farm scale modelling of greenhouse gas emissions from semi-intensive suckler cow beef production. *Agricultural Systems* 176: 102670.
- Schröder, J., Sebek, L., Reijs, J., Onema, J., Goselink, R., Conijn, R. & de Boer, J. 2014. Rekenregels van de KringloopWijzer: achtergrond van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 4 maart 2014 versie. Wageningen UR.
- Seehusen, T., Mordhorst, A., Riggert, R., Fleige, H., Horn, R. & Riley, H. 2021. Subsoil compaction of a clay soil in South-East Norway and its amelioration after 5 years. *Int. Agrophys.* 35: 145-157.
- Sickel, H., Svalheim, E., Daugstad, K., Grenne, S.N. & Todnem, J. 2021. Biologisk mangfold i utmarkas kulturbetingede naturtyper - hvilken rolle spiller beitedyrene? NIBIO Rapport 7 (183).
- Silva, V., Mol, H.G.J., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C.J. & Geissen, V. 2019. Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded. *Science of The Total Environment* 653: 1532-1545.
- Skarbøvik, E., Haande, S., Bechmann, M., Skjelbred, B. & Isidorova, A. 2023. Vannovervåking i Morsa 2022. Innsjøer, elver og bekker, november 2021 - oktober 2022. NIBIO Rapport 9 (54).
- Solheim, A.L., Haande, S., Dillinger, B., Persson, J., Skjelbred, B. & Mjelde, M. 2022. Eutrofiering av norske innsjøer. Tilstand og trender. NIVA-rapport 7744-2022.
- SSB 2022. <https://www.ssb.no/statbank/table/13193/tableViewLayout1/>.
- Staalstrøm, A., Engesmo, A., Andersen G.S., Gran, S., Borgersen, G., Moy, S., Valestrand, L., Brooks, S., Hylland, K. & Holth, T.F. 2021. Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i Indre Oslofjord. Årsrapport 2020. NIVA-rapport 7650-2021.
- Steinshamn, H., Nesheim, L. & Bakken, A.K. 2016. Grassland production in Norway. *Grassl. Sci. Eur.* 21: 15–25.
- Steinshamn, H., Grøva, L., Adler, S.A., Brunberg, E. & Lande, U.S. 2018. Effects of Grazing Abandoned Grassland on Herbage Production and Utilization, and Sheep Preference and Performance. *Front. Environ. Sci.* 6: 1–12.
- Steinshamn, H., Walland, F. & Koesling, M. 2021. Does it matter for the environment how much forage our dairy cows eat? NIBIO Rapport 7 (81).
- Stenevik, I. & Mejdell, C. 2011. Dyrevelferdsloven. Universitetsforlaget.
- Stenrød, M., Klinge, I., Hatteland, B.A., Bayr, U., Dramstad, W. & Odenmarck, S.R. 2023. Plantevernmidler i etanol fra insektfeller (Malaisefeller) i semi-naturlig mark; Relevans for å vurdere påvirkning av miljøgifter på insektfunn. NIBIO Rapport 9 (4).
- Stokstad, G. & Pedersen, C. 2017. Status og endringer i jordbrukslandskapet Østlandets lavlandsbygder og Østlandets skogtrakter. NIBIO Rapport 3 (146).
- Stokstad, G., Heggem, E.S.F. & Krøgli, S.O. 2020. Datakilder og metoder for analyse og illustrasjon av arealfragmentering i jordbruket. NIBIO Rapport. 6 (125).
- Stræte, E.P., Hårstad, R.M.B., Ystad, E., Kvam, G.-T., Mørch, A., Klev, R. & Haugum, M. 2018. Kompetanse og rådgiving i jordbruket: Kunnskapsoversikt, aktuelle problemstillinger og analytiske perspektiver for studier av bønder kompetanse som samspill mellom bønder, rådgiving og forskning. Rualis rapport nr. 2/2018.
- Stålnacke, P., Aakerøy, P.A., Blicher-Mathiesen, G., Iital, A., Jansons, V., Koskiahho, J., Kyllmar, K., Lagzdins, A., Pengerud, A. & Povilaitis, A. 2014. Temporal trends in nitrogen concentrations and losses from agricultural catchments in the Nordic and Baltic countries. *Agric. Ecosyst. Environ.* 198: 94–103.
- Sundet, O. 2000. Lov og rett i landbruket. Landbruksforlaget.
- Svalheim, E. & Sickel, H. 2017. Frøspredning av naturengplanter i utmark gjennom historisk ferdsløp og bruk - Som grunnlag for bevisst bruk av lokalt og regionalt frømateriale i dag. NIBIO Rapport 3 (155).
- Svanes, E., Waalen, W. & Uhlen, A.K. 2020. Environmental impacts of rapeseed and turnip rapeseed grown in Norway, rape oil and press cake. *Sustainability* 12: 10407.

- Svanes, E., Waalen, W. & Uhlen, A.K. 2022. Environmental impacts of field peas and faba beans grown in Norway and derived products, compared to other food protein sources. *Sustainable Production and Consumption* 33: 756-766.
- Svendgård-Stokke, S., Kolberg, D., Cannell, R.J.S., Lågbu, R., Klakegg, O.M., Ulfeng, H., Nyborg, Å., Bardalen, A. & Strand, G.H. 2021. *Jordsmonnet vi lever av. Forslag til system for dokumentasjon og rapportering av jordsmonnets tilstand og endring*. NIBIO Rapport 7 (14).
- Talgø, V., Petterson, M., Perminow, J.I.S., Magnusson, C., Blystad, D.R. & Brurberg, M.B. 2019. Norsk natur trues av fremmede plantesjukdommer. *Nature* 143: 287–296.
- Thoma, G., Jolliet, O. & Wang, Y. 2013. A biophysical approach to allocation of life cycle environmental burdens for fluid milk supply chain analysis. *International Dairy Journal* 31:41-49.
- Thuen, A.E. & Tufte, T. 2023. Import – konsekvenser for norsk matkorn. I markedet for norsk matkorn, Partnerskapet for norsk matkorn og planteprotein. Rapport, januar 2023.
- Tofteng, M., Åström, T., Bjøru, E., Lindström, M., Brown, N., Spain, C., Peter, V., Jallow, A.B., Uhrwing, M., Røtnes, R. & Arnold, E. 2020. Norway's participation in the EU framework programmes for research and innovation. Report number 06-2020 Samfunnsøkonomisk analyse AS.
- Tolkkinen, M., Vaarala, S. & Aroviita, J. 2021. The importance of riparian forest cover to the ecological status of agricultural streams in a nationwide assessment. *Water Resources Management* 35: 4009-4020.
- Traaseth et al. 2020. Grøntsektoren mot 2035. Rapport fra rådgivende utvalg for innovasjon, vekst og økt norskandel i grøntsektoren. <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/industri-og-handel/marked-og-pris/grontsektoren-mot-2035>
- Tufte, T. 2023. Norsk landbruksvarehandel. AgriAnalyse, Notat 1-2023.
- Turunen, J., Elbrecht, V., Steinke, D. & Aroviita, J. 2021. Riparian forests can mitigate warming and ecological degradation of agricultural headwater streams. *Freshwater Biology* 66: 785-798.
- Uhlen, A.K., Børresen, T., Kværnø, S., Krogstad, T., Waalen, W., Strand, E., Bleken, M.A., Seehusen, T., Deelstra, J., Sundgren, T., Lillemo, M., Riley, H., Abrahamsen, U. & Øygarden, L. 2017. Økt kornproduksjon gjennom forbedret agronomisk praksis. En vurdering av agronomiske tiltak som kan bidra til avlingsøkninger i kornproduksjonen. NIBIO Rapport 3 (87).
- Ulén, B., Bechmann, M., Øygarden, L. & Kyllmar, K. 2012. Soil erosion in Nordic countries—future challenges and research needs. *Acta Agric. Scand., Section B—Soil & Plant Science* 62 (suppl 2): 176-184.
- Ulvund, M. J. 2012. Important sheep flock health issues in Scandinavia/northern Europe. *Small Rumin. Res.* 106: 6–10.
- Utstumo, T., Urdal, F., Brevik, A., Dørum, J., Netland, J., Overskeid, Ø., Berge, T.W. & Gravdahl, T.J. 2018. Robotic in-row weed control in vegetables. *Computers and Electronics in Agriculture* 154: 36-45.
- Vagstad, N., Stålnacke, P., Andersen, H.-E., Deelstra, J., Jansons, V., Kyllmar, K., Loigu, E., Rekolainen, S. & Tumas, R. 2004. Regional variations in diffuse nitrogen losses from agriculture in the Nordic and Baltic regions. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 8: 651–662.
- Veidal, A. & Flaten, O. 2014. Entrepreneurial orientation and farm business performance: the moderating role of on-farm diversification and location. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation* 15: 101–112.
- Vik, J. 2020. The agricultural policy trilemma: On the wicked nature of agricultural policy making. *Land Use Policy* 99: 105059.
- VKM 2015. Degradation and mobility of pesticides in Norwegian soils. Opinion of the Panel on Plant Protection Products of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. VKM Report 2015: 34, ISBN: 978-82-8259-189-8, Oslo, Norway.
- Vos, R.O. 2007. Perspective. Defining sustainability: a conceptual orientation. *Chem Technol Biotechnol* 82:334–339.
- Wasteson, Y., Eckner, K., Kapperud, G., Lassen, J., Narvhus, J., Nesbakken, T., Robertson, L., Rosnes, J.T., Skjerdal, O.T., Skjerve, E. & Vold, L. 2017. The link between antimicrobial resistance and the content of potentially toxic metals in soil and fertilising products. Opinion of the the Panel on Biological Hazards of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. VKM Report 2017:29. ISBN: 978-82-8259-286-4.
- Wehn, S., Hovstad, K. A. & Johansen, L. 2018. The relationships between biodiversity and ecosystem services and the effects of grazing cessation in semi-natural grasslands. *Web Ecology* 18: 55-65.
- Zahl-Thanem, A. & Melås, A.M. 2022. Trender i norsk landbruk 2022. *Ruralis rapport 10/2022*.
- Øgaard, A.K.F. 2013. Fosforgjødsling og vannkvalitet. *Bioforsk TEMA* 8 (3).

- Øgaard, A.F. 2014. Nitrogen balance and nitrogen use efficiency in cereal production in Norway. *Acta Agric. Scand., Section B–Soil & Plant Science* 63: 146–155.
- Øgaard, A.F., Kristoffersen, A.Ø. & Bechmann, M. 2017. Utredning av forslag til forskriftskrav om tillatt spredemengde av fosfor i jordbruket. NIBIO Rapport 2 (131).
- Øygarden, L., Nesheim, L., Dörsch, P., Fystro, G., Hansen, S., Hauge, A., Korsæth, A., Krokann, K. & Stornes, O.K. 2009. Klimatiltak i jordbruket - mindre lystgassutslipp gjennom mindre N-tilførsel til jordbruksareal og optimalisering av dyrkingsforhold. *Bioforsk Rapport* 4 (175).
- Øygarden, L., Aass, L., Bakken, A.K., Bonesmo, H., Geipel, J. & Åby, B.A. 2022. Indikatorer og metoder for dokumentasjon og tiltaksrapportering i Klimaavtalen og indirekte effekt av tiltak. NIBIO Rapport 8 (129).
- Åby, B.A., Samsonstuen, S. & Aass, L. 2023. Large variation in emission intensities from dual-purpose sheep production system. Abstract and oral presentation at EAAP (The European Federation for Animal Science), August 26th - September 1st, 2023, Lyon, France.
- Åström, J., Birkemoe, T., Davey, M., Ekrem, T., Fossøy, F., Hanssen, O., Laugsand, A., Sverdrup Thygeson, A. & Ødegaard, F. 2020. Insektovervåking på Østlandet 2020 – Rapport fra første feltsesong. NINA Rapport 1878. Norsk institutt for naturforskning.





Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.