

---

NOTAT 2012-4

---

# Innovasjon i landbruket

---

TRYGVE  
KJØLSETH

IVAR  
PETTERSEN



**NILF**

Norsk institutt for  
landbruksøkonomisk forskning

# *NILF utgir en rekke publikasjoner*

---

## **Årlig utkommer:**

- «Driftsgranskingar i jord- og skogbruk»
- «Handbok for driftsplanlegging»
- «Utsyn over norsk landbruk. Tilstand og utviklingstrekk».
- «Mat og industri. Status og utvikling i norsk matindustri».

## **Resultater fra forskning og utredninger utgis i tre serier:**

- «NILF-rapport» – en serie for publisering av forskningsrapporter og resultater fra større utredninger
- «Notat» – en serie for publisering av arbeidsnotater, delrapporter, foredrag m.m. samt sluttrapporter fra mindre prosjekter.
- «Discussion paper» – en serie for publisering av foreløpige resultater (bare internettpublisering).

## **NILF gir også ut:**

- «Merverdiavgiftsnøkkel for landbruket»
- «Kontoplan for landbruksregnskap tilpasset NS 4102»
- Regionale dekningsbidragskalkylar.

## **NILF er sekretariat for Budsjettnemnda for jordbruket som årlig gir ut:**

- «Totalkalkylen for jordbruket» (Jordbrukets totalregnskap og budsjett)
- «Referansebruksberegninger»
- «Resultatkontroll for gjennomføringen av landbrukspolitikken»
- «Volum- og prisindeksar for jordbruket» som ligger på:  
*<http://www.nilf.no/PolitikkOkonomi/Nn/VolumPrisIndeksar.shtml>*

---

NOTAT 2012-4

---

# Innovasjon i landbruket

Trygve Kjølseth

Ivar Pettersen



**NILF**

Norsk institutt for  
landbruksøkonomisk forskning

---

<b>Serie</b>	Notat
<b>Redaktør</b>	Agnar Hegrenes
<b>Tittel</b>	Innovasjon i landbruket
<b>Forfatter</b>	Trygve Kjølseth, Ivar Pettersen
<b>Prosjekt</b>	Innovasjon i landbruket (E107)
<b>Utgiver</b>	Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF)
<b>Utgiversted</b>	Oslo
<b>Utgivelsesår</b>	2012
<b>Antall sider</b>	29
<b>ISBN</b>	978-82-7077-819-5
<b>ISSN</b>	0805-9691
<b>Emneord</b>	innovasjon, produktivitet, jordbruk, innovasjonssystem, innovasjonspolitik, taus kunnskap

---

## Litt om NILF

- Forskning og utredning angående landbrukspolitik, matvaresektor og -marked, foretaksøkonomi, nærings- og bygdeutvikling.
- Utarbeider nærings- og foretaksøkonomisk dokumentasjon innen landbruket; dette omfatter bl.a. sekretariatsarbeidet for Budsjettneimnda for jordbruket og de årlige driftsgranskingerne i jord- og skogbruk.
- Utvikler hjelpemidler for driftsplanlegging og regnskapsføring.
- Finansieres av Landbruks- og matdepartementet, Norges forskningsråd og gjennom oppdrag for offentlig og privat sektor.
- Hovedkontor i Oslo og distriktskontor i Bergen, Trondheim og Bodø.

# Forord

---

Det bør være lett å se at innovasjon i landbruks- og matproduksjon er et viktig tema.

Vi har begrenset innsikt om hvordan produsentene vil dekke fremtidens behov for mat. Teknisk utvikling, begrenset råvaretilgang og nye produksjonsmetoder vil true dagens produksjonsformer og nødvendiggjøre omstilling og innovasjon. Bevaring av dagens produksjonsformer kan bli kostbart. Å sikre innovasjonsevnen, er avgjørende. Derfor er også vurderinger av hvilke egenskaper som fremmer innovasjon, dvs. jordbruket som innovasjonssystem, viktig.

Innovasjon Norge har vært oppdragsgiver for notatet om innovasjon i landbruket. Trygve Kjølseth har utført hoveddelen av arbeidet med notatet. Agnar Hegrenes har vært en sentral bidragsyter. Flere medarbeidere i Innovasjon Norge har bidratt med innsikt fra arbeid med næringsutvikling generelt og jordbruket spesielt. Undertegnede har hatt gleden av å delta gjennom prosessen. Anne Bente Ellevold har lagt siste hånd på verket med ferdigstilling av dokumentet.

Oslo 2. mars 2012  
Ivar Pettersen



# Innhold

---

SAMMENDRAG .....	1
1 INNLEDNING.....	3
2 TRADISJONSRIKT, SAMMENSATT INNOVASJONSSYSTEM .....	7
2.1 Innovasjonssystemet.....	7
2.2 Betydningen av kunnskap og utdanning .....	9
2.3 Samspill og virkemidler .....	10
3 HØY PRODUKTIVITETSVEKST OG INNOVASJON.....	11
3.1 Produktivitetsvekst som innovasjonsindikator.....	11
3.2 Produktivitetsutviklingen i norsk jordbruk .....	11
3.3 Sammenligning med andre næringer.....	13
3.4 Produktivitetsvekst og innovasjon .....	14
4 INNOVASJON OG PRODUKTIVITETSVEKST I PRAKSIS: EKSEMPLER .....	17
4.1 Genetiske fremskritt på husdyr og fôrutvikling .....	17
4.2 Planteforedling .....	18
4.3 Fysisk produksjonskapital .....	20
4.4 Økologisk produksjon og presisjonsjordbruk .....	22
4.5 Ny organisering .....	23
4.6 Jordforbedring og dyrkningsteknikk .....	23
4.7 Omstillingsevne i arealbruk og produksjon .....	24
REFERANSER.....	27
VEDLEGG .....	29





# Sammendrag

---

*Norsk jordbruk er en næring innenfor en relativt komplett, norsk verdikjede. Fordi jordbruket er tillagt flere samfunnsoppgaver enn privatøkonomisk verdiskaping, kan det være krevende å vurdere både verdiskaping og jordbrukets innovasjonsgrad.*

*Empirisk forskning viser at produktivitetsutviklingen i norsk og internasjonalt jordbruk er relativt høy og sammenlignbar. Internasjonalt er det videre påvist at produktivtetsveksten kan forklares med evne til å anvende ny kunnskap, nye produkter osv., dvs. innovasjon. Norsk og internasjonalt jordbruk har tilgang til de samme tekniske, agronomiske og bioteknologiske ressursene. Produktivitetsutviklingen og næringsmiljøet sett som innovasjonssystem, tyder på at norsk jordbruk utnytter disse mulighetene til høy omstillingstakt, produktivitetsvekst og innovasjon.*

Dette notatet gir en kortfattet redegjørelse for spørsmålet om innovasjon i landbruket basert på tilgjengelig litteratur og innhentet erfaring fra både forskere og personer som arbeider med næringsutvikling i landbruket. Hovedvekten i notatet, og i virkemiddelbruken overfor landbruket, ligger på jordbruket.

## **Tradisjonsrikt, sammensatt innovasjonssystem**

Jordbruket representerer et velutviklet innovasjonssystem med lange, historiske tradisjoner. Jordbrukets næringsmiljø har de samme grunnleggende forutsetninger for innovasjon som norske næringsmiljøer med anerkjent, høy omstillings- og innovasjonsevne. Jordbruksnæringen er imidlertid en kompleks næring, antagelig med større grad av spesialisering, enn de fleste andre næringer.

Historien spiller en viktig rolle for kunnskapsdrevet næringsutvikling og innovasjon. Prosjektet «Et kunnskapsbasert Norge» (Reve og Sasson, 2012) peker på betydningen av «stivhengighet» innenfor næringsutvikling. Næringer som oljeindustri og havbruksnæring bygger begge på langvarige og omfattende norske næringstradisjoner. Tradisjonen støtter opp om innovasjonsevnen. Både globalt og nasjonalt representerer jordbruket innovasjonssystemer med lang historie hvor produktivtetsforbedring har vært avgjørende for samfunnsutviklingen. I Norge er en stor del av dette systemet bevart, men arbeidsdeling og verdikjeder er sterkt endret.

Utviklingen i jordbruket er i dag drevet av samspill mellom mange ulike aktører med ulike roller i et sammensatt innovasjonssystem. Forskning og teknologiutvikling skjer i spesialiserte miljøer, kundekrav og markedsbehov formidles fra dagligvarekjeder, samvirkeorganisasjoner og andre industriforetak, men også via rådgivningsorganer og forskningsmiljøer. Innovasjon er avhengig av dette samspillet for at ny kunnskap, nye produkter og tjenester blir tatt i bruk av primærprodusentene som i all hovedsak utgjør personlig eide foretak.

Landbrukets egen rådgivning og produsentorganisering er eksempler på sektorens felles satsinger. Virksomhetene ivaretar formidling og operasjonalisering av kunnskap, og den kooperative delen av matindustrien står også for kunnskap, teknologi og kvalitetsutvikling. Primærprodusentene deltar selv i finansiering av kvalitetssikringsorganer. Brukerne av kunnskapen og teknologien, eier eller påvirker i stor grad disse institusjonene og forskningen, bl.a. gjennom f.eks. forskningsbevilgninger over Jordbruksavtalen og egne styringsorganer. Innovasjonsgraden i primærjordbruket kan med andre ord ikke forstås ved å se på primærleddet i verdikjeden isolert, men må sees som resultat av et samspill mellom flere ledd og mange ulike aktører. Dette er antagelig mer fremtredende for jordbruket enn for andre innovative næringer.

## **Vedvarende høy produktivitsvekst og innovasjonsgrad**

Det kan være vanskelig å definere og måle innovasjon statistisk. Produktivitsvekst er imidlertid en anerkjent indikator for innovasjonsgrad.

Jordbruket viser vedvarende høy produktivitsvekst, høyere enn de fleste, nesten alle, norske bransjer og på samme nivå som oljebransjen. Produktivitsveksten i norsk jordbruk, målt som totalfaktorproduktivitet, var 1,65 prosent årlig fra 1990 til 2009. Dette er på samme nivå som produktivitsveksten i amerikansk jordbruk gjennom det 20. århundret. Veksten i arbeidsproduktiviteten var vesentlig høyere.

Internasjonal forskning konkluderer med en nær sammenheng mellom innovasjon og produktivitsvekst. Det er grunn til å regne med at en slik sammenheng også kan legges til grunn for vurdering av innovasjonstakten i norsk jordbruk. Kunnskaps- og teknologiutvikling skjer i et globalt miljø. Dermed er grunnlaget for produktivitsveksten i vesentlig grad det samme her som internasjonalt. Det er i den sammenheng interessant å observere at selv med de ulike strukturene i det norske og det amerikanske jordbruket, har de tilnærmet lik produktivitsvekst. Undersøkelser av jordbruk også i andre land, som f.eks. irsk jordbruk, viser også tilsvarende produktivitsvekst for årene 1960–1998 (Hegrenes, 2010; etter Mathews, 2000).

## **Ny kunnskap, produkter og organisering**

Produktivitsutviklingen i jordbruket dreier seg bl.a. om vesentlig økt ytelse per dyr, større avlinger per arealenhet, bedre utnyttelse av fôr, nye metoder for å behandle grovfôr, maskiner med større kapasitet, redusert arbeidsforbruk per produsert enhet osv. Alle disse endringene har hatt stor innflytelse både på bruk av arbeidskraft og innsatsfaktorer i jordbruket. I tillegg har næringen, i samarbeid med andre ledd i verdikjeden, utviklet institusjoner som har lagt til rette for kollektive merkeordninger og kvalitetssikringsssystemer, samtidig som næringens rådgivningsapparat er videreutviklet.

Eksempelene på innovasjon som omtales i dette notatet, illustrerer samspillet mellom primærprodusenter og spesialiserte kunnskapsorganer. Når bondeide foretak driver utvikling av husdyrraser i norske foretak med høy anerkjennelse internasjonalt, skjer innovasjonen i et samspill som involverer både primærprodusenter, matindustriforetak og forskningsbasert bioteknologimiljøer. Den grunnleggende kunnskapen er internasjonal, men resultatene er spesielt tilpasset norske forhold. Norge har i dag innenfor både storfe og svin utviklet særpreget dyremateriale som har hatt viktige bidrag til produktivitsveksten i norsk jordbruk. Det samme kompetansemiljøet har også gitt grunnlag for en kunnskapsintensiv fôrnæring av betydning for både jordbruk og havbruk.

# 1 Innledning

---

Innovasjon Norge har bedt NILF utarbeide et kortfattet notat som kan bidra til vurdering av virkemidlene overfor norsk landbruk i en innovasjonspolitisk sammenheng. Notatet skal forsøke å besvare følgende spørsmål: *Hvilken betydning har innovasjon for utviklingen i norsk landbruk?*

## Bakgrunn

Bakgrunnen for notatet er at Innovasjon Norge disponerer en vesentlig del av virkemidlene for innovasjon og næringsutvikling i norsk jordbruk. Her inngår de jordbruksrettede virkemidlene blant en rekke nærings- og distriktsrettede virkemidler i én organisasjon med stor grad av regionalisert beslutningsfatning. Virkemidlene omfatter bl.a. investeringsmidler under Bygdeutviklingsordningen og verdiskapingsprogrammer. En evaluering utført av Bygdeforskning og NILF viser f.eks. at Bygdeutviklings- (BU) midlene har signifikant betydning for investeringene i næringen (Pettersen & al. 2009). Videre legger virkemiddelbruken også til rette for utvikling av nye næringer på gårdsbrukene. Virkemidlene, både BU-midlene og verdiskapingsprogrammene er finansiert av midler over Jordbruksavtalen og er prioritert både av næringen selv og av den sentrale forvaltningen.

Landbruks- og matnæringen er omgitt av en rekke reguleringer som skiller denne næringen fra andre vare- og tjenesteproduserende sektorer. Reguleringene kan gjøre det komplisert å vurdere innovasjonen i næringen og kan påvirke både produktivitet og valg mellom ulike teknologier. Spørsmålet om investerings-, næringsutviklings- og verdiskapingstiltak overfor norsk landbruk representerer innovasjon, må drøftes både ut fra teori og empiri.

## Problemstillinger

Notatet skal gi en kortfattet redegjørelse om innovasjon i landbruket basert på tilgjengelig litteratur og innhentet erfaring fra både forskere og personer som arbeider med næringsutvikling i landbruket.

Notatet er basert på sammenstilling av forskningsarbeid som er utført i NILF og etablert kunnskap i NILF kombinert med enkle litteratursøk etter behov for utfyllende materiale. Det er derfor ikke foretatt ny forskning som grunnlag for innholdet i dette notatet. Forsknings- og utredningsresultater i arbeidet med notatet, er supplert med konkrete erfaringer i Innovasjon Norge.

Den dominerende del av verdiskapningen og produktivitetsveksten i norsk landbruk de siste årene har skjedd innenfor jordbruket. Skogbruket er på sin side mindre komplisert å vurdere siden næringsvirksomheten er mindre regulert og verdiskapningen fullt ut konkurranseutsatt. Dette notat fokuserer derfor på produktivitetsutviklingen og innovasjonen i jordbruket og drøfter ikke utviklingen i skogbruket.

Problemstillingen reiser etter vår vurdering tre hovedspørsmål:

- For det første om jordbruket har en produktivitetsvekst som tilsier en relativt høy innovasjonsgrad.
- For det andre om det er sannsynlig at produktivitetsvekst skyldes innovasjon, herunder om det er en klar teoretisk begrunnet sammenheng mellom produktivitet og innovasjon, og om næringen har de strukturelle egenskapene til at den kan antas å utgjøre et fungerende innovasjonssystem.

- Det tredje spørsmålet er om konkrete eksempler på fremskritt teknologisk, driftsmessig eller når det gjelder produktutvikling kan dokumentere innovasjon i konkrete tilfeller.

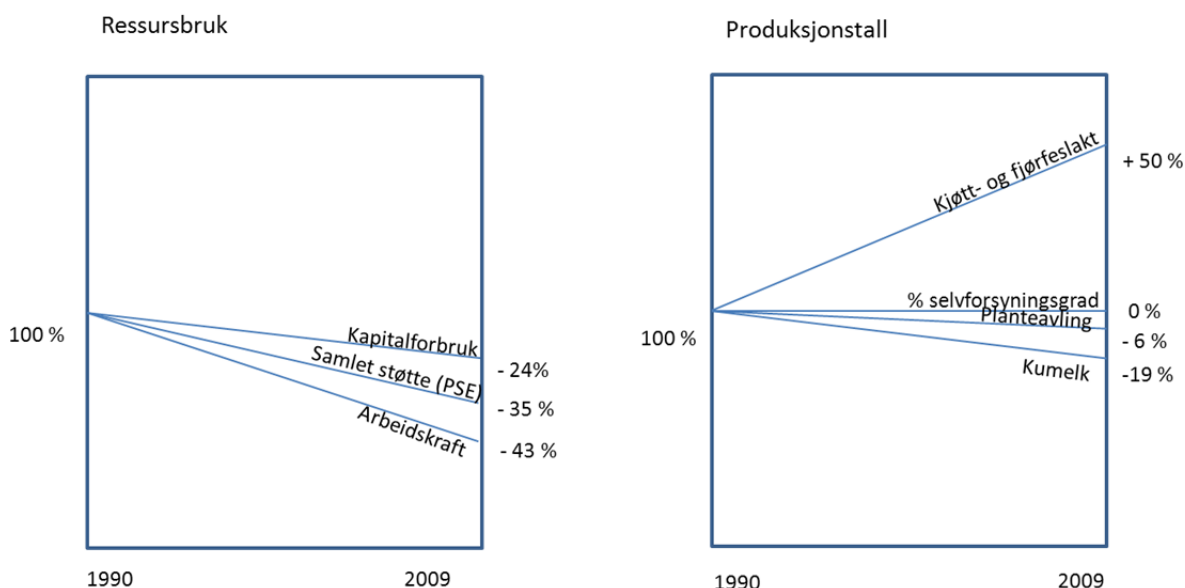
Svarene på de tre spørsmålene gir viktige indikasjoner, men ikke bevis, på innovasjonsgrad i jordbruket, og det er behov for flere studier før vi f.eks. kan måle den delen av produktivitetsveksten og innovasjonen som eventuelt kan tilskrives endrede politiske reguleringer, både juridisk og økonomisk. Vi kjenner så langt ikke til metoder eller forskningsresultater som kan erstatte slike indikasjoner som vi her nevner med endelige beviser på relativ innovasjonsgrad i en næring.

## Norsk jordbruk 1990–2009

Samtidig som jordbruksarealet i drift i Norge har vært relativt konstant siden midten av forrige århundre på rundt 10 millioner daa har det skjedd store endringer innen ressursbruk og produksjon. Endringer har skjedd på nærmest alle nivåer og innenfor grupper av innsatsfaktorer og produksjonsområder. I sum kan man si at grovt sett produserer jordbruket like mye, men med sterkt redusert ressursbruk.

Reduksjonen i ressursbruk har vært betydelig. Det gjelder særlig arbeidsinnsats som er redusert med 43 prosent fra 185 000 årsverk i 1990 til 105 800 i 2009. Realverdien av kapitalen som er benyttet til produksjonen er i samme tidsperiode redusert med 24 prosent. Offentlige overføringer og tilskudd til jordbruket, uttrykt i figuren nedenfor som «Producer Support Estimate» (PSE), har hatt en relativt jevn nedadgående trend med en samlet reduksjon på 35 prosent for perioden regnet i faste priser.

Selvforsyningsgraden for norske jordbruksprodukter, som er et viktig politisk måltall, har vært opprettholdt i tritt med befolkningsveksten. Det er først og fremst norsk kjøttproduksjon som har økt. I denne perioden har produksjon av kjøtt- og fjørfeslakt har økt med 50 prosent fra 209 546 tonn til 314 326, mens det har vært en moderat nedgang i planteproduksjon på 6 prosent og volumet av kumelk-produksjon har totalt sunket med 19 prosent i takt med nedgangen i forbruket av drikkemelk.



Figur 1.1 Endringer i ressursbruk og produksjon i norsk jordbruk 1990–2009. Prosent endring. 1990 = 100.

Kilde: Totalkalkylen for jordbruket

## Angrepsmåte og begreper

Angrepsmåten bygger på en nær sammenheng mellom produktivitet og innovasjon som er knyttet til forskningsbidrag spesielt fra Jorgensen, Ho, Samuels (2010). Produksjonsvolumet kan vokse hovedsakelig av to hovedgrunner; økt faktorinnsats og økt faktorproduktivitet. Selv om det ikke er en entydig sammenheng mellom produktivitetsvekst og innovasjon, anser disse forskerne at produktivitetsvekst er den beste indikatoren for innovasjon. Vi tar derfor utgangspunkt i beregninger av produktivitetsvekst og drøfter nærmere den mulige sammenhengen mellom produktivitetsvekst og innovasjon i jordbruket.

Et annet sentralt utgangspunkt for dette notatet er NILF notat 2010-14 «Produktivtetsutvikling i norsk jordbruk 1990–2009». Bakgrunnsmateriale, metodikk og konklusjoner i refererte notat vil belyses og drøftes. Vi kjenner ikke til forskningsmateriale som direkte tallfester kildene til produktivitetsveksten i norsk landbruk totalt eller jordbruk spesielt. Notatet drøfter data, litteratur og kunnskap om utviklingen i norsk jordbruk med et sideblikk til relevant forskning og litteratur for utviklingen i jordbruket beskrevet av amerikanske forskere.

I produktivitetsberegninger ser en i størst mulig grad på kvantum av innsatsfaktorer og produkter. Likevel må en ofte ta utgangspunkt i verditall, og regne om til volum ved hjelp av prisindekser. Dette betyr at verken nivå eller endringer i produksjonstilskudd påvirker produktivitetsvekst.

Vi drøfter i dette notatet innovasjon blant annet ut fra påvist privatøkonomisk produktivitet. Det betyr at produktivitet ikke tar hensyn til virkninger på miljø, andre næringer eller virkninger som på annen måte skaper positive eller negative effekter utenfor jordbruksforetakene. Innovasjon kan også dreie seg om slike effekter. Det er ikke bare økonomisk vekst, men kan også være knyttet til globale og lokale utfordringer som miljøhensyn, helse og sikkerhet samt mål om bedre velferd og livskvalitet. På alle disse områdene skjer det betydelig endring.

Notatet benytter følgende definisjoner av innovasjon og produktivitet:

- *Innovasjon*: Dette notatet benytter samme definisjon på innovasjon som Innovasjon Norge og NHD: «en ny vare, en ny tjeneste, en ny produksjonsprosess, anvendelse eller organisasjonsform som er lansert i markedet eller tatt i bruk i produksjonen for å skape økonomisk verdi». En ny idé eller oppfinnelse blir ikke til en innovasjon før den er kommet til praktisk anvendelse. Ofte er det andre enn idéskaperen selv som står for innovasjonen.
- *Produktivitet*: Produktivitet uttrykker forholdet mellom mengde av produserte varer og tjenester (produksjonsverdi) og mengde av ressurser som er brukt for å produsere disse varer og tjenester (innsatsfaktorer). Produktivitet kan måles på mange nivåer og med ulike metoder. Enkelfaktorproduktivitet kan måles som arbeidsproduktivitet og kapitalproduktivitet. Utgangspunktet er produktfunksjonen som viser sammenhengen mellom produksjonsmengdene og mengdene av innsatsfaktorer. Total faktorproduktivitet (TFP, «KLEMS-produktivitet») vil si at man ser på forholdet mellom volum av alle produkter og volum av alle innsatsfaktorer i produktfunksjonen. I praksis vil volummålene i beregninger av produktivitetsvekst være verdimål justert for prisendring. Nærmere beskrivelser av ulike former for produktivitetsanalyser fins i NILF notat 2010-14 «Produktivtetsutvikling i norsk jordbruk 1990–2009».



## 2 Tradisjonsrikt, sammensatt innovasjonssystem

---

Det er flere teorier om hvordan innovasjon oppstår. Det synes å utvikle seg en mer felles forståelse for hvilke omstendigheter som best skaper et innovativt næringsmiljø. I dette kapitlet skal vi vurdere innovasjonssystemet i jordbruket sammenlignet med andre næringsmiljøer.

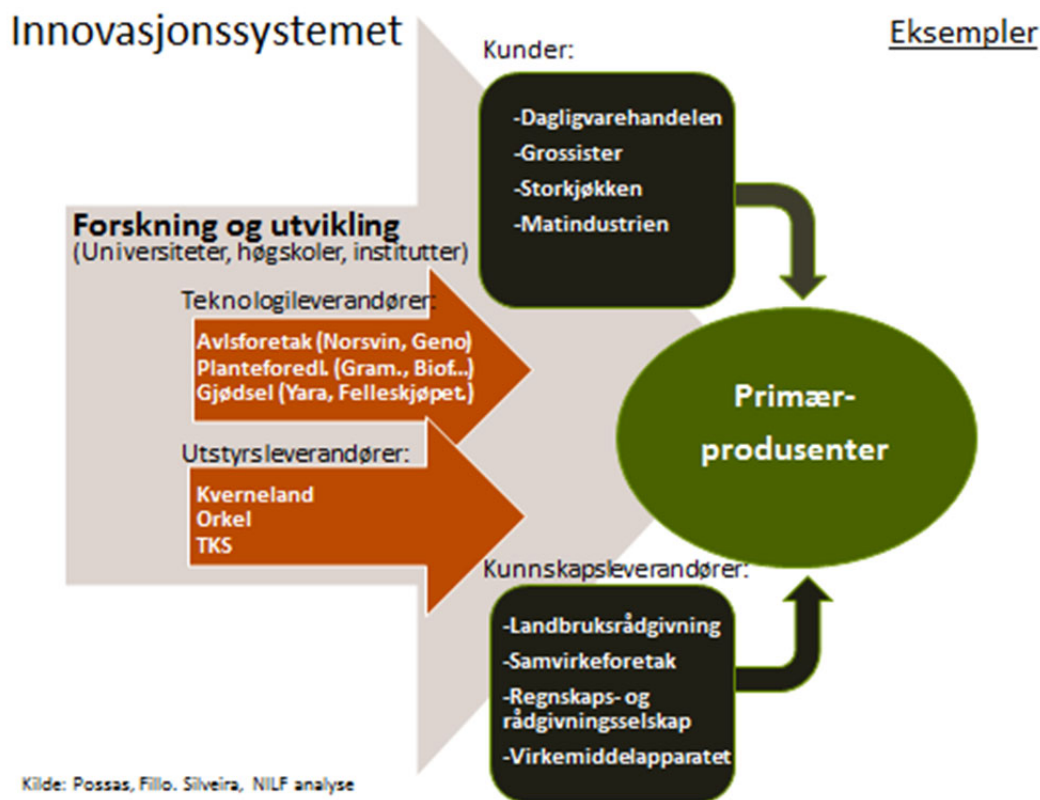
### 2.1 Innovasjonssystemet

*«Innovasjon skjer i samspill mellom mennesker, organisasjoner og bedrifter. Enkeltbedrifter kan vanskelig ha oversikt over, inneha eller håndtere all relevant kunnskap, og er derfor avhengig av samspill med andre bedrifter og kunnskapsmiljøer. Etter hvert som produksjonen blir mer kunnskapsbasert, produktene får kortere levetid, og næringskjedene blir mer oppsplittet og spesialisert, er det mer nødvendig enn tidligere for aktørene å søke sammen i nettverk, allianser og partnerskap».*  
(St.meld.nr. 20 (2004–2005))

Stegene fra unike ideer og frem til gjennomført innovasjon er innovasjonsprosessen. Det kan være mange kilder til innovasjonsprosessen og prosessens retning og karakter kan endres underveis. Innenfor innovasjonsforskningen sier man at innovasjoner utvikles innenfor et «innovasjonssystem». (Westnes 2008, The World Bank 2006). Mangfold av ideer og innspill beriker innovasjonsprosessen. Konseptet «åpen innovasjon», basert på samarbeid og åpenhet innen bransjen, med leverandører, partnere, kunder og andre, er blitt et begrep som reflekterer betydningen av samspill mellom ulike aktører innenfor innovasjonsteori (Chesbrough 2003).

Innovasjonssystemer er knyttet til begrepet næringsklynger. Klyngedynamikk er sentralt bl.a. i det norske oljemiljøet, den fremste FoU- og innovasjonsnæring i Norge (Reve & al. 2011). Klyngedynamikken i den norske oljebransjen gis mye av æren for bransjens betydelige nyskaping og suksess. Den norske oljenæringen bygger på lange tradisjoner innenfor maritime næringer, verkstedindustri, prosessindustri og andre teknologimiljøer. Oljeselskaper har ledet an sammen med leverandørindustrien i å løse praktiske utfordringer. Blant oljeselskaper og leverandører har man funnet en balanse mellom konkurranse og samarbeid som hele bransjen har tjent på. Viktige drivere i systemet har ifølge Reve vært nærhet til krevende kunder, ledende teknologileverandører i intern konkurranse, kritisk masse av ulike kompetanseområder og kompetansesamspill og arbeidsmobilitet mellom aktørene.

Jordbruket er i dag neppe normalt ansett som en næringsklynge og et innovasjonssystem på samme måten som oljebransjen. Jordbrukets innovasjonssystem innehar likevel de samme rollene, drivkreftene og dynamikken som anerkjente norske næringsklynger (figur 2.1).



Figur 2.1 Landbrukets innovasjonssystem

Jordbrukets innovasjonssystem består av forskningsinstitusjoner, ledende teknologileverandører, utstyrsleverandører, samvirkeforetak på industrisiden, andre matprodusenter og et bredt spekter av fagspesialister, konsulenter og veiledningsenheter. Jordbrukets innovasjonssystem fremstår således som et sammensatt nettverk av ulike kompetanseområder med stor grad av kompetanseutveksling mellom aktørene. Spesielt for jordbruket er at selve primærnæringen består av et svært høyt antall små, personlig eide foretak. Rollene og dynamikken mellom enkeltledd i innovasjonssystemet er tilpasset denne strukturen med bl.a. et bondeieit veiledningsapparat og ikke minst et godt tilrettelagt virkemiddelapparat, såkalte fellesskapsbaserte tjenester. Store deler av FoU og kompetanseutvikling knyttet til avl er f.eks. organisert i bondeide samvirkeforetak, Norsvin og Geno, som yter kundetilpassede fellesskapstjenester. Norsvin og Geno har begge opparbeidet internasjonal posisjon og har aktiviteter i Europa og USA. Yara og Kverneland er andre eksempler på internasjonaliserte industriaktører som har en basis i det norske jordbrukets innovasjonssystem.

Privatøkonomisk fordel eller driftsmessig nødvendighet er antagelig de viktigste motivasjonene for innovasjon. Den privatøkonomiske fordelen må imidlertid sees i utvidet forstand og kan også dekke motiv om å realisere agronomiske ideer, opprettholde en verdsett livsstil eller å overføre et livskraftig bruk til neste generasjon. Det er vanskelig å finne grunner til at den motivasjonen for innovasjon skulle være svakere i jordbruket enn i andre næringer.

Det er heller ikke slik at foretaksorganisering og styring skal representere noe hinder for innovasjon og omstilling. Det personlige eierskapet utgjør en forskjell fra andre næringer hvor avstand mellom eier og administrasjon kan skape uklarhet om styring og motiver. I landbruket er eier også driver og det er liten grunn til å regne med den typen styringsproblematikk som man kjenner fra den samfunnsfaglige litteraturen om styrings- og regulerings- (governance-) problematikk.



Som økonomi er en sterk drivkraft i alle næringer, er det er også andre generelle drivere for bondens innovasjonsaktivitet. Dette kan dreie seg om tilgang til ny teknologi, grad av konkurranse og stimulans fra markedet, kunder og leverandører, samt det kunnskapsbaserte samspillet med omverdenen, spesielt med forsknings- og kompetanseinstitusjoner. Derfor er sammenhengen mellom landbruksforetakene og omgivelsene helt avgjørende for forståelsen av innovasjon i jordbruket.

## 2.2 Betydningen av kunnskap og utdanning

Kunnskap, human kapital, er en viktig faktor for innovasjon. Litteraturen om innovasjon vektlegger derfor kompetanse og kunnskap, som f.eks. i OECD (2010): «...almost every aspect of R&D and innovation requires the input of skilled people». I amerikansk litteratur (Alston & al. 2010) fremholdes høyere utdanningsnivå og en gradvis eldre og mer erfaren jordbruksstand som økt kvalitet på arbeidsinnsatsen og derved et bidrag til produktivitetsveksten. Kunnskap er viktig fordi innovasjoner skapes på grunnlag av den kunnskap og kompetanse som er til stede i virksomheten (Westnes 2008).

På primærleddet har imidlertid utdanningsnivå tradisjonelt vært lavt, men det har skjedd en positiv utvikling de senere år. I 1989 hadde 33 prosent av gårdbrukerne landbruksutdanning. I dag har nærmere halvparten landbruksutdanning. Det er også stor forskjell i utdanningsnivået mellom store og små bruk. På de største gårdene er utdanningssituasjonen betydelig bedre. Med en utvikling i retning av stadig større bruk med økt vekt på moderne teknologi, øker også andelen med høyere utdanning.

Men ut fra det som er vist ovenfor, er det utilstrekkelig å vurdere primærnæringen isolert. Det er innovasjonssystemet som er den enheten som kan vise og dokumentere forutsetninger for innovasjon. Jordbrukets innovasjonssystem er totalt sett preget av mange roller med til dels meget høyt utdanningsnivå. F.eks. er de bondeide foretakene som driver utvikling av dyre- og plantemateriale sterkt forskningsorientert, rådgivningen er rene kunnskapsvirksomheter og den industrien som avtar råvarene er blant de mest innovative i Norge når det gjelder konsumvareutvikling og markedsføring.

I NIFU rapport (2011) drøfter Thune & al. sammenhengen mellom læring, kompetanseinvestering og innovasjon. Det pekes på at læring og innovasjon like mye er et resultat av det daglige arbeidet som gjennom FoU prosjekter. Den såkalte «tause» kunnskapen på selve primærleddet, kan være vel så viktig som utdanningen (Polanyi 1966). «Taus» kunnskap er gjerne opparbeidet og formidlet gjennom generasjoner; den er ofte stedege kunnskap om lokale klimaforhold, jordsmonn og dyrkbarhet, håndtering av buskap, etc. og uttrykkes mer ved intuisjon enn skriftlig dokumentert lærdom.

Både reguleringer og familieband bidrar til at en stor del av bøndene er vokst opp på gård, i tidlig alder har de blitt involvert i driften og har utviklet kunnskap om maskiner, ressursgrunnlag og drift. Det er sannsynlig at bøndene har utviklet en egen ferdighet i å søke, finne og anvende kunnskap som setter dem i stand til å håndtere så vidt ulike fag som dyrehelse, plantehelse, plantevernmidler/ kjemi, mekanisering, maskinhåndtering og, i økende grad, integrering av internasjonal arbeidskraft i egen drift. Bønder går først og fremst en praktisk skole. Det betyr ikke at kompetansen er mindre omfattende. Men den er mindre dokumenterbar, slik «taus» kunnskap også er i andre sammenhenger.

Dette er i tråd med Thune & al. som hevder at det er store næringsforskjeller når det gjelder læring i arbeidslivet. Det refereres for eksempel til innovasjon i enkelte tjenesteytende næringer som kjennetegnes av erfaringsbasert kunnskap og evne til å utnytte denne i nye situasjoner.

## 2.3 Samspill og virkemidler

Samspillet mellom mennesker, organisasjoner og bedrifter er sentralt for innovasjon. Dette foregår innenfor innovasjonssystemet hvor også det offentlige virkemiddelapparatet inngår, tilgang til kapital osv. (Westnes 2008). Reve (2010) hevder bl.a. at kombinasjonen av kompetanse og kapital er en sterk drivkraft bak utvikling av næringsklynger og trolig også utvikling i innovasjonssystemer.

Enkeltbedrifter kan vanskelig ha oversikt over, inneha eller håndtere all relevant kunnskap, og er derfor avhengig av samspill med andre bedrifter og kunnskapsmiljøer. Gitt strukturen på primærprodusentene i Norge er kvaliteten på veilednings- og virkemiddelapparatet en kritisk suksessfaktor for innovasjon. Nettverksprogrammer i regi av virkemiddelapparatet er tiltak som øker samspillet, trekker inn andre bransjer og knytter internasjonale kontakter.

«Arena frukt og bær» og «Arena Bioenergi Innlandet» er regionale næringsklynger som samler produsenter, industri og kompetansemiljøer. Formålet med Arenaprogrammet er å utløse og forsterke innovasjonsprosesser. Mat fra Toten er et annet eksempel på nettverk hvor 32 jordbruks- og næringsmiddelbedrifter arbeider sammen for å styrke konkurransevnen.

Roller som «krevende kunde» er en viktig del av samspillet. I oljebransjen er det et tydelig hierarki med noen få sterke oljeselskaper som sluttbrukere. Jordbruket, med mange små leverandører, har ikke den samme kunde-leverandør struktur som man finner i oljeindustriens innovasjonssystem. Det er likevel vanskelig å se at norsk matindustrien ikke i dag står overfor en dagligvarehandel og en konkurransesituasjon som virker begrensende på de kravene som stilles også til primærprodusentene. På enkelte områder har også grossistene direkte relasjon til primærprodusentene. Innenfor deler av kjøttproduksjonen er tilknytningen og samordningen mellom slakterier og primærprodusenter meget tett. Kvalitetssystemet i landbruket som ivaretas av Matmerk, er i tillegg en ordning som skal sørge for at næringen selv, i samarbeid med kundene, skaper kollektive ordninger som stiller krav til produksjon og dokumentasjon.

Virkemiddelapparatet er som nevnt en del av innovasjonssystemet i landbruket. Innovasjon i landbruket er avhengig av samspill mellom offentlig virkemiddelbruk og tilpasning i næringslivet. Det er f. eks. en sammenheng både mellom satsingsvilje og investeringsstøtte og mellom innovasjon og at investeringer stimuleres (NILF 2009-4).

BU-ordningen er det eneste virkemidlet som er målrettet direkte mot investeringer i tillegg til at ordningen skal stimulere innovasjon i landbruket. Evaluering av BU-ordningen (NILF 2009-4) bekrefter at investeringsstøtten bidrar til satsingsvilje og peker samtidig på at virkemidler for innovasjon i landbruksnæringer er blant de virkemidler hvor samspill på tvers av sektorer og forvaltningsenheter er særlig viktig. Evalueringen peker også på viktigheten av at innovasjonsvirkemidler for brede landbruksbaserte næringer organiseres sammen med andre innovasjonsvirkemidler.

Også i evalueringen av BU-ordningen legges det vekt på at innovasjon skjer i samspill med kompetanse- og større næringsmiljøer og at landbrukssektoren ikke bør ses på isolert. Det slås fast at innovasjonssatsing må skje på tvers av sektorer.

I en analyse av innovasjonsinnholdet i prosjekter som er støttet av Innovasjon Norge (Oxford Research, 2011) konkluderes det med at BU-midler bidrar til innovasjon i 70 prosent av prosjektene som støttes. Arbeidet som nedlegges i valg av prosjekter og, ikke minst, prosjektutvikling i forkant av støttetildeling, er avgjørende for å oppnå innovasjon i prosjektene.

## 3 Høy produktivetsvekst og innovasjon

---

Det har lenge foregått forskning for å bedre forstå forhold rundt økonomisk vekst, produktivitet og innovasjon. Forskningen har over tid bidratt til at man har funnet frem til gode metoder for å analysere og forklare sammenhengen mellom produktivetsvekst og innovasjon.

### 3.1 Produktivetsvekst som innovasjonsindikator

Produktivetsvekst målt ved bruk av KLEMS metodikk, er i følge Dale W Jorgenson & al. (2010) den beste økonomiske indikator for innovasjon. KLEMS – produktivitet ser på produksjonsverdi målt i faste priser i forhold til alle innsatsfaktorer (arbeid, kapital og intermediære innsatsfaktorer). Produksjonen blir gjerne målt ved bruttoprodukt, dvs. bearbeidingsverdi, istedenfor bruttoproduksjon eller produksjonsverdi. Dermed er produktivetsmålet i utgangspunktet rensset for effekten av endringer i vareinnsats.

Dale W Jorgensen skiller i sine analyser av produksjonsvekst mellom to forklaringsfaktorer; replikasjon og innovasjon. Han fremholder at økonomisk vekst kan skje uten innovasjon ved å replikere etablert teknologi, men at ved ren replikering uten innovasjon vil output øke i en viss proporsjon med økt kapital- og arbeidsinnsats. Han fremholder, imidlertid at dersom det forgår vellykket introduksjon av innovasjoner som nye eller endrede produkter/prosesser, organisasjonsstrukturer og systemer og/eller forretningsmodeller, vil output kunne øke mer enn hva økningen i innsatsfaktorer alene skulle tilsi, dvs. produktivetsøkning.

Beregningene bak dette notatet bygger på en total kalkyle for produktivetsutviklingen i norsk jordbruk. Ulike kilder til produktivetsveksten blir drøftet for å belyse innovasjon rolle. Andelen av innovasjon for hver kilde og det relative bidraget til den totale produktivetsveksten fra hver kilde kan vanskelig fastslås uten ny forskning på produktivitet på enkeltfaktor nivå.

### 3.2 Produktivetsutviklingen i norsk jordbruk

Omfanget av innovasjon i norsk jordbruk indikeres her, i tråd med Jorgensen et al (2010), ved produktivetsvekst basert på produksjonsverdi, forholdet mellom summen av alle produkter og summen av alle innsatsfaktorer, samt en drøfting av innovative kontra andre kilder til produktivetsvekst.

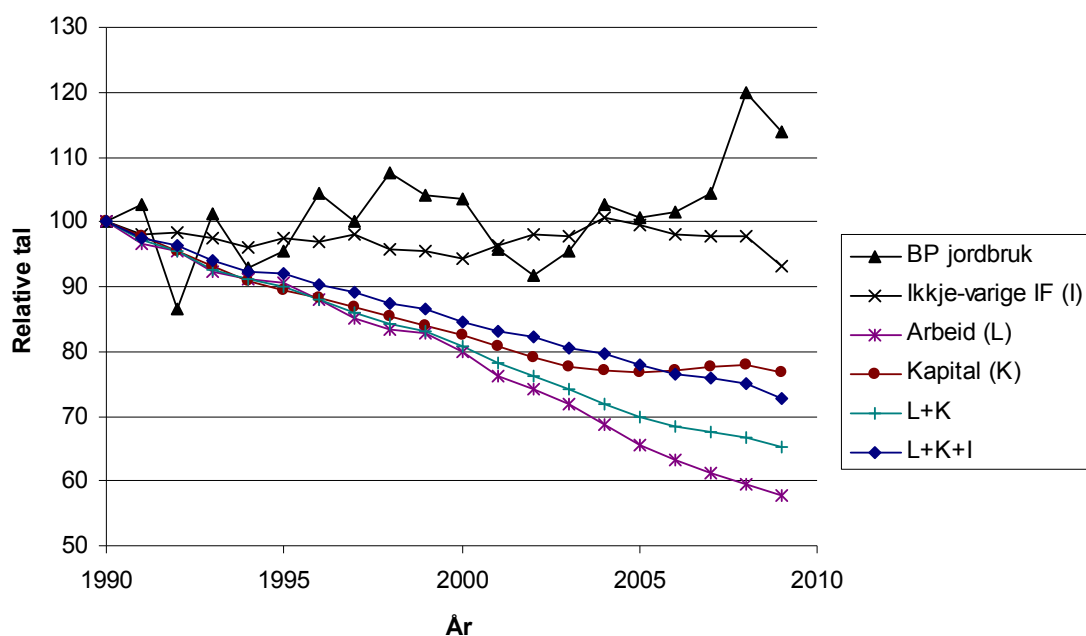
Ifølge Hegrenes (2010) «Produktivetsutvikling i norsk jordbruk 1990–2009» er produktivetsveksten i jordbruket ved KLEM metodikk anslått til 1,65 prosent per år i perioden. Til sammenligning var produktivetsveksten i amerikansk jordbruk (kalkulert med antatt samme metodikk) 1,62 prosent per år i det 20. århundret som er ansett som et imponerende resultat. Tilsvarende resultater finner man også for Irland.

Produktivetsanalysen gjelder jordbruket samlet og viser ikke produktivetsutviklingen innen ulike jordbrukssektorer. Basert på inntektsfordelingen i jordbruket står imidlertid husdyrhold for den klart største delen av norsk jordbruk, rundt 70 prosent, hvorav melk og kjøtt er dominerende. Korn og andre planteprodukter (inkludert hagebruk) utgjorde drøyt 25 prosent av inntektene. Data og metoder bak beregningen er beskrevet i vedlegg.

Hegrenes fastslår altså en årlig «KLEMS-produktivitetsvekst» på 1,65 prosent for perioden 1990–2009. Dette betyr en produktivitetsvekst på 40 prosent på 19 år. I notatet er det også utført beregninger for to delperioder, 1990–1999 og 1999–2009, som viser noe sterkere produktivitetsvekst for den siste perioden – hhv. 1,41 prosent og 1,88 prosent årlig vekst. Summen av inntekter i jordbruket har vært relativt stabilt i hele perioden, rundt 22–23 mrd. kr i faste priser. Kapital har utgjort mellom 26,8 prosent og 29,4 prosent av totale kostnader gjennom perioden. Andel av kostnader for arbeid er redusert fra 44,7 prosent til 35,5 prosent og kostnader for intermediære produkter er økt fra 27,4 prosent til 35,4 prosent av totale kostnader. Endringene i kostnadsfordelingen har skjedd raskere etter år 2000.

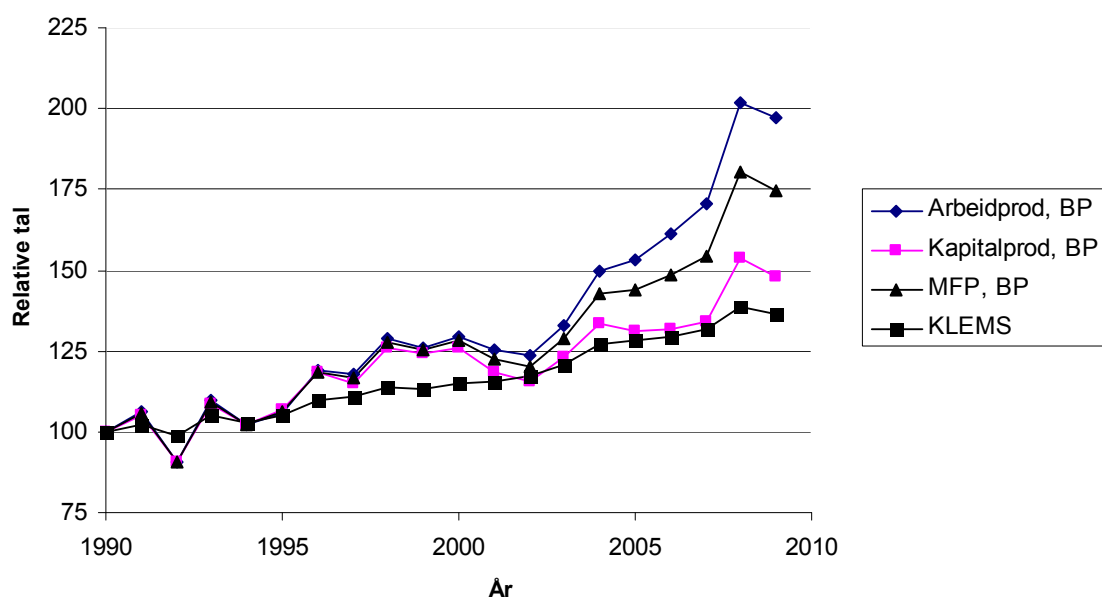
Som vist i figur 3.1 er arbeidsforbruket redusert med over 40 prosent fra 1990 til 2009, størst har reduksjonen vært etter år 2000. Kapitalinnsatsen er også redusert i perioden, men ikke like mye som arbeidsinnsatsen, særlig ikke etter år 2000. Intermediære innsatser har hatt en liten reduksjon slik at vektet verdi av alle innsatsfaktorer er redusert med 27 prosent i perioden.

Produktivitetsveksten i jordbruket fremkommer derfor ved at noenlunde stabil produksjonsverdi oppnås ved betydelig reduksjon av innsatsfaktorer.



Figur 3.1 Utvikling i faktorinnsats og bruttoprodukt, 1990–2009. Faste priser. Relative tall 1990 = 100.

Med nærmest uendret produksjonsverdi i perioden, noe økende bruttoprodukt og redusert faktorinnsats har det vært betydelig produktivitetsvekst (figur 3.2).



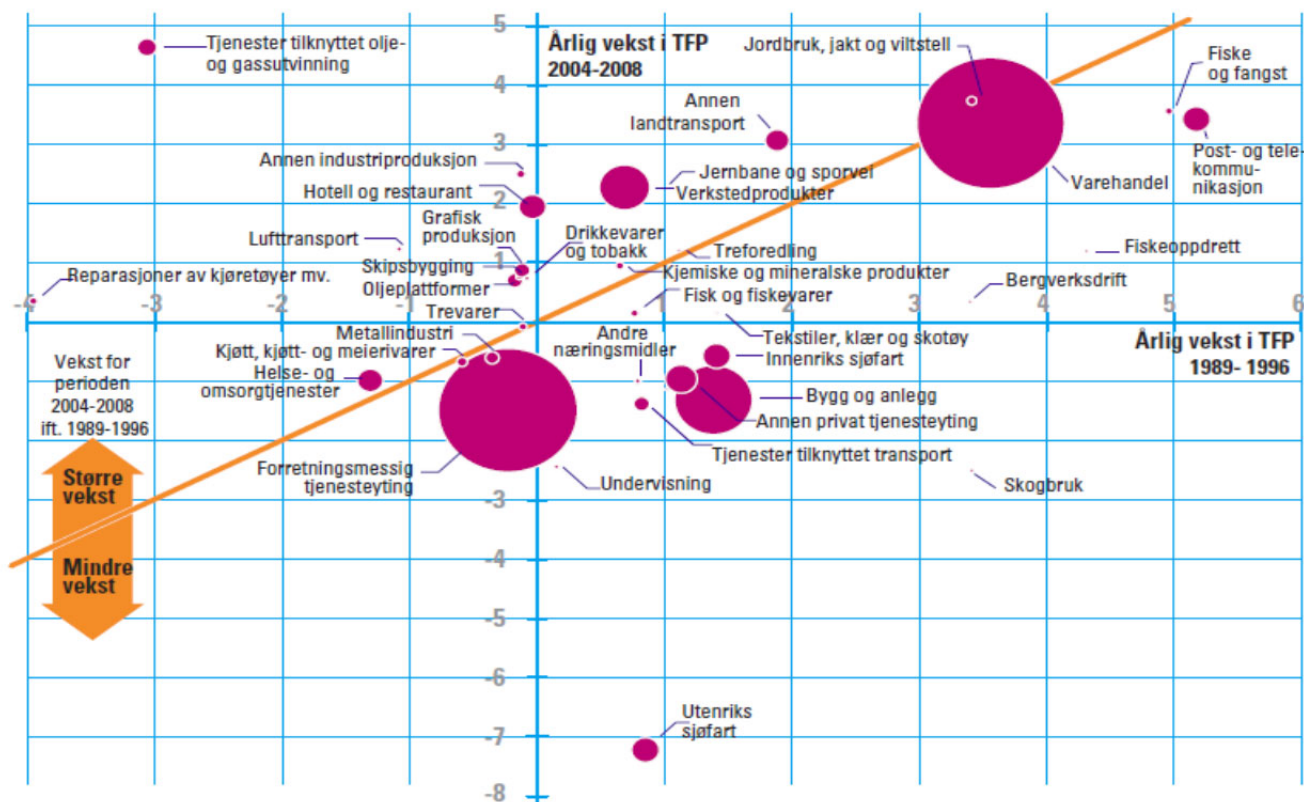
Figur 3.2 Utvikling i bruttoprodukt, arbeids- og kapitalproduktivitet og total faktorproduktivitet. Relative tall 1990 = 100

### 3.3 Sammenligning med andre næringer

Nylig tall fra Damvad publisert i Mandag Morgen (2011) illustrerer samme tendens i produktivitetsutvikling for jordbruket som NILFs totalkalkyle og analysene til Hegrenes (2010), men med høyere prosentvise vekstverdier for TFP (figur 3.3). Damvad/SSB analysen viser også jordbrukets høye og vedvarende produktivitetsvekst sett sammenlignet med andre bransjer i Norge. I figur 3.3 er det bare tjenester tilknyttet olje- og gassutvikling som har høyere produktivitetsvekst for perioden 2004–2008.

Den høye produktivitetsveksten i jordbruket ser man også i andre land, som USA. Forskjellen i prosent produktivitetsvekst mellom Hegrenes og Damvad analysen kan være et resultat av noen forskjeller i datagrunnlaget for hver av analysene. Hegrenes benytter materiale fra Totalkalkylen for jordbruket, dvs. datamateriale fra Budsjettmemoranda for jordbruket, mens Damvad/SSB analysen legger til grunn nasjonalregnskapstall for 1989–2010. Valg av tidsperiode for analysen kan påvirke resultatene. Særlig kan startår/sluttår og korte tidsperioder gi store utslag for jordbruket hvor avlingene påvirkes av værforhold. Totalkalkylen for jordbruket gir mulighet for å bruke en lengre tidsperiode enn Damvad/SSB analysen.

Figur 3.3 viser også skogbrukets mer begrensede posisjon både som verdiskaper og for produktivitetsutvikling. Figuren viser god positiv produktivitetsøkning for skogbruket i perioden 1989–1996, men med nær like sterk negativ produktivitetsvekst 2004–2008 som positiv i forrige periode.



Figur 3.3 Sammenligning av årlig endring i totalfaktorproduktivitet (TFP) i periodene 1989–1996 og 2004–2008. Størrelsen på boblen angir næringens verdiskapingsandel i 2007

Noter (fra Damvads rapport):

De store tjenestenæringene har betydd mest for tidligere produktivitetsvekst i Norge. Varehandel utgjør 19 pst av bruttoproduktet. Veksten er høy, men avtakende.

Post og telekom utgjør 3,6 pst av bruttoproduktet. Næringen har vært en vekstdriver, men veksten avtar. Forretningsmessig tjenesteyting utgjør 18 pst av bruttoproduktet. Næringen representerer det viktigste negative TFP-bidraget. Bygg og anlegg utgjør 11 pst av bruttoproduktet. Næringen har svak TFP-vekst, som betyr mye for samlet nedgang. Verkstedindustrien utgjør 6,4 pst av bruttoproduktet og har hatt positiv utvikling de siste årene.

Landtransport utgjør 3,1 pst av bruttoproduktet. Blant de få med økende vekst, man avtakende de to siste årene.

Tjenester tilknyttet olje og gass utgjør 2,4 pst av bruttoproduktet og går fra nedgang til sterk oppgang i TFP. Her ser vi eksempel på en ny produktivitetsvinner.

Kilde: Damvad/SSB, nasjonalregnskapet (2008-2010 er foreløpige tall)

### 3.4 Produktivitetsvekst og innovasjon

Produktivitetsvekst benyttes her som økonomisk indikator for innovasjon. Sterk produktivitetsvekst har kjennetegnet jordbruket i mange land de siste 100 årene, også de senere årene. Det er forventet at produktivitetsveksten i jordbruket vil fortsette (Borlaug 2009). Sammenlignet med utviklingen i nesten alle bransjer er produktivitetsveksten i jordbruket høy.

Jorgensons analyser bygger på at produktivitetsvekst er den antagelig viktigste indikatoren på innovasjon. Men forskerne har også forsøkt å identifisere en sammenheng mellom innovasjon og produktivitetsvekst. Resultatene viser at økonomisk vekst gene-

relt i mindre grad er drevet av innovasjon enn det vi finner for en enkeltnæring som jordbruket.

Den viktigste innsatsfaktoren i den enorme økonomiske veksten i USA i perioden 1960–2007 var kapitalakkumulasjon. Kapitalinnsats bidro med 60 prosent, arbeidsinnsats med 28 prosent og produktivitetsvekst med bare 12 prosent. Dette står i kontrast til industrier som jordbruk og dataindustri hvor veksten primært, ifølge Jorgenson, har vært drevet av kvalitetsforbedring på innsatsfaktorer, dvs. av innovasjon (Jorgenson 2010).

Mye av forutsetningene for innovasjonen/ produktivitetsutviklingen ligger, som nevnt, i verdikjeden utenfor primærleddet i jordbruksbaserte næringsmiljøer. Disse forutsetningene som f.eks. forskning, teknologiutvikling, dyreavl, arts- og sortsforbedring, fôrutvikling etc. er nødvendige input for innovasjonen og ivaretas som innsatsfaktorer, intermediærprodukter osv. i regnestykket for produktivitet. I tillegg til forskning og utvikling er det også nødvendig med et apparat som tilrettelegger for at resultater er lett tilgjengelige for primærleddet å ta i bruk. Til slutt er primærleddets evne til å ta i bruk nyutviklede løsninger og omgjøre det til økt økonomisk verdi utover summen av økte innsatsfaktorer, som utgjør produktivitets- og innovasjonsinnholdet.

For at innovasjonen og produktivitetsveksten i jordbruket skal fortsette, er det derfor avgjørende at alle ledd i denne kjeden fungerer og fungerer optimalt. Det betyr at både enkelttrollene og samspillet i hele kjeden er viktige. Optimalisering av helheten i kjeden kan være viktigere enn optimalisering av enkelttroller og enkeltledd hver for seg (Womack og Jones 2003). Det er også nødvendig å se den gjensidige avhengigheten mellom de ulike leddene når det gjelder innovasjon. Som vi viser nedenfor, illustrerer flere av eksemplene nettopp betydningen av samspillet mellom primærproduksjon og underleverandører eller avtakere.

De forskningsresultatene og observasjonene som er drøftet ovenfor, indikerer en høy innovasjonsgrad i jordbruket som resultat av et innovasjonssystem som fungerer, har dype historiske røtter og som viser betydelig evne til å utvikle tilpasse seg over tid. Med økt vekt på matforsyning og forvaltning av verdens bioressurser, er det neppe grunn til å anta at innovasjonspotensialet i fremtiden blir mindre.

Kort henvisning til litteratur som diskuterer om det har vært avtakende avlingsøkning de senere år og om dette eventuelt skyldes reduksjon i forskningsinnsatsen.





## 4 Innovasjon og produktivetsvekst i praksis: Eksempler

---

Når vi ser på innovasjon som kilde til produktivetsvekst ved konkrete eksempler, illustreres både betydningen og nødvendigheten av å se helhetlig på jordbruksmiljøet. Skillet mellom f.eks. spesialisert avlsarbeid og primærnæring, er et spørsmål om organisering av innovative prosesser. Det er erfaringene og dataene fra primærproduksjonen som gir grunnlag for avlsarbeidet og vice versa. Innovasjonens sterke rolle fremstår klart innenfor fremskritt på genetikk for planter og dyr, ny teknologi for maskiner og produksjonsutstyr, fôrutvikling og veterinærmedisin, jordforbedringstiltak og dyrknings-/driftsmetoder. I det følgende utdyper vi betydningen av utviklingstendenser innenfor:

- Genetiske fremskritt på husdyr
- Planteforedling
- Fysisk produksjonskapital
- Økologisk produksjon og presisjonsjordbruk
- Endret organisering
- Omprioriteringer
- Jordforbedringer og driftsformer

### 4.1 Genetiske fremskritt på husdyr og fôrutvikling

Gjennom forskning på avl, raser, bioteknologi og fôrutvikling har det vært en sterk økning i ytelse per dyr. Dette er en viktig kilde til innovasjon og produktivetsvekst i jordbruket.

Ytelsen per dyr har økt sterkt både som en følge av en systematisk satsning på produksjonsegenskaper i en godt organisert husdyravl og på grunn av økt kunnskap om næringsbehov, fôr og fôring. Melkeytelsen per ku har vokst fra 3124 kg i året i 1955 til 6202 kg i 1999 og 7062 kg i 2008 (Hegrenes 2010). Årsaken ligger både i genetikk og fôring. Konsekvensen er sterkt nedgang i arbeidsforbruk og kapitalinnsats pr produsert enhet.

Slaktegriser vokser seg nå til 100 kg levende vekt på 50 dager kortere tid enn i 1960. Fôrutnyttelsen er vesentlig forbedret, noe som illustreres ved at den moderne grisen bruker 90 kilo mindre fôr for å oppnå denne vekten. Fôr, diett og rasjonerte mengder, tidsintervaller mellom hver fôring, etc. justeres og tilpasses for ulike aldre og vekstperioder for dyrene. Slaktets sammensetning er betydelig endret. Grisen har blitt magrere. Gjennomsnittsslaktet inneholder 13 kg mindre fett enn i 1960. Enda raskere utvikling har skjedd hos høns. Moderne verpehøner legger et egg nesten 9 av 10 dager, det vil si mer enn 300 egg i løpet av det året høna står i produksjon. Kyllinger av slakterase vokser betydelig raskere enn kyllinger av verperase, og ved fem ukers alder veier slaktekyllingen fire ganger så mye.

I de senere årene har dyrematerialet i svineproduksjonen blitt utviklet gjennom flere rasekryssninger med ulike næringsbehov. Derfor er det viktig å tilpasse både fôrtildelingen (appetittfôring vs. restriktiv fôring) og fôrets sammensetning i forhold til det

grisematerialet en har for å oppnå optimal produksjon. Det har vært foretatt en rekke fôringsforsøk med gris i Norge i de senere årene.

Norge tok tidlig i bruk hjelpemidler som kunstig inseminasjon på storfe, som gjorde det mulig å tilby gode avlsokser over hele landet. Norge var også tidlig ute med registrering av fruktbarhet og helseegenskaper hos kyr og til å benytte informasjonen i avlsarbeidet. Eksemplet viser det tette samspillet mellom innovativ utvikling av husdyr-raser og selve primærproduksjonen.

I avlsarbeidet for storfe gjennom Geno, og for svin gjennom Norsvin, er det utviklet en norsk rase for både storfe og svin med gode produksjonsegenskaper og god fôrutnytelse. I storfeavlen ble det avlet på de beste individene uansett rase, mens det i svineavlen ble benyttet et system med rasekrysninger (hybrid avl). Helsekortordningen som ble tatt i bruk for storfe, ga et stort datamateriale som kunne nyttes i avl til å fremme egenskaper som var ønsket og avle bort de som var uønsket.

Inseminasjon har vært avgjørende for utviklingen av husdyrbesetningene, og har fordret organisatoriske endringer i husdyrholdet. Kunstig inseminasjon kan nå benyttes på de fleste husdyrarter, men er mest brukt på storfe og gris. Inseminasjon muliggjør spredning av avlsmateriale over hele landet uten transport av dyr. Fra å være et arbeid utført av veterinærer ble det utdannet egne inseminører som tok over det meste både på storfe og gris i mange regioner. I 1990 ble det godkjent at husdyreierne selv kunne utføre begrenset inseminere egen besetning. Ordningen har blitt betydelig utvidet og forbedret.

Utvikling innen veterinærmedisin har vært et viktig element i å lykkes med avlsarbeid og nye driftsformer. I takt med raskere vekst, økning i ytelse per dyr, større tetthet av dyr og automatisering av dyrehold har ny kunnskap og praksis om medisiner og hel-seprogrammer vært viktig både for dyrevelferd og for produksjon. Farmasøytisk industri og veterinærer arbeider i samspill med genetisk utvikling, bønder og leverandører med forbedringer.

Teknologi på dette området er fremdeles i en sterk utvikling, noe som blant annet skyldes genomkartlegging, effektivitet i genotyping og økt datakapasitet. Samarbeid i fagmiljøene er viktig for å opprettholde momentum. Sentrale aktører som Norsvin og Geno samarbeider både seg imellom og med bl.a. BioBank, fagmiljøet ved Universitetet for miljø- og biovitenskap og Aqua Gen, dvs. samarbeid på tvers av blå og grønn sektor. Det foregår også samarbeid mot avlsarbeid i utlandet. Typiske mål med dette arbeidet er å finne frem til føreffektive og produktive dyr som også kan styrke økonomien i slakte- og foredlingsleddet.

Ny forskning på kjøtt- og fettkvalitet er snart klar til å settes ut i livet. Norsvin forteller om økt samhandling med slakteriorganisasjoner og Helsetjenesten for svin og avlsbesetningene for å styrke avls- og helsepyramiden. Samarbeid og samordning mellom ulike fagmiljøer i verdikjeden er viktige steg for å oppnå innovasjon.

I arbeidet med dyrerasene er det vanskelig å skille mellom primærledd og leverandørindustri. Forskningen, avlsarbeidet, fôrutvikling og forbedringen i husdyrbesetningene foregår i et tett samspill mellom de ulike leddene i leveringskjeden. I tillegg er også primærleddet store eiere av avisorganisasjonene gjennom sine samvirker. I en næring hvor kunstig inseminasjon og systematisk avl er relativt lite utbredt, som småfeholdet, kan det imidlertid fortsatt være slik at struktur med små enheter er begrensende for bruk av ny teknologi.

## 4.2 Planteforedling

Norman Borlaug ble stående som et symbol på enorm produktivitetsvekst basert på ny forskning. Gjennom «Den Grønne Revolusjonen» hvor forskning på hvete som endte

med sorter som var mer motstandsdyktig og gav større avlinger, gav ham i 1970 Nobels Fredspris.

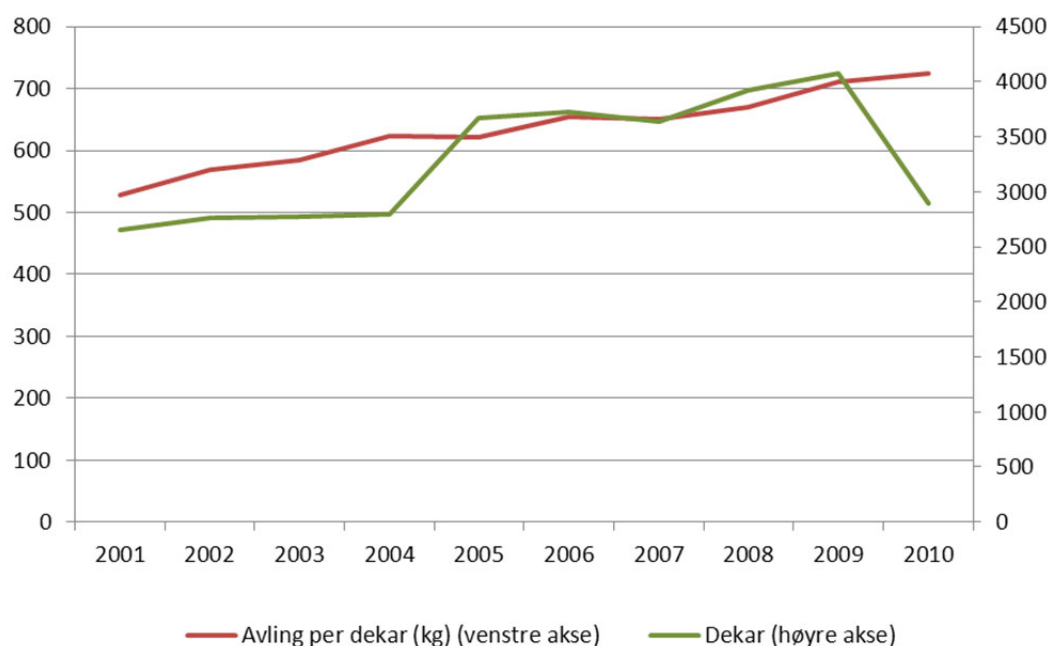
Nyutvikling i fortsettelsen av Borlaugs arbeid har bare økt i omfang og Borlaug selv uttalte så sent som i 2009 at produktivitetsforbedringer vil fortsette å komme på alle ledd i produksjonskjeden fra plantegenetikk, driftsstyring, jordbearbeiding, vanning, gjødsling, ugress og sprøytebehandling og innhøsting. Han uttrykte at avling per areal-enhet vil mest sannsynlig dobles innen 2050.

I Norge har det også den senere tiden vært fokus på proteinkvaliteten i kornet. Satsing på hvetesorter med sterk proteinkvalitet og samarbeid med ernæringseksperter, møller og bakere for å få en sunn brødkultur og bakevennlig råmateriale. Dette er nok et eksempel på samarbeidsformer mellom aktører i fagmiljø og verdikjeden som fremdriver innovasjon.

Blant norske planteprodukter har det vært stor vekst i produksjonsverdien for salat de siste årene. Dette har skjedd til dels gjennom innovative tiltak ved å ta i bruk nye sorter. Et gartneri som Elstøen Gartneri AS dyrker omtrent 40 sorter. Det drives med ny teknologi i produksjonsfasen og eksperimentert med nytt genmateriale, som f.eks. i Cosmo-salat, som må gjennom utprøving for dyrking under norske forhold. Produsenter har tatt kontroll med verdikjeden fra frø – jordbearbeiding - såing – planting – høsting – pakking og transport til kunder/grossister. Det har også vært innovasjon i organiseringen av driften ved satsing på import av varer i vinterhalvåret for å fylle kapasitet i pakkerier. Men den store veksten skyldes også større produksjonsarealer. Rask vekst og ny teknologi krever også kapital og nye finansieringsløsninger.

Bringebær er et annet eksempel der det har vært innovasjon de senere årene. Produksjonsverdien økte fra 22,9 mill. nominelle kr i 2000 til 71,4 mill. kr i 2010 (312 %). Nye sorter, nye dyrkningsteknikker og mer bevisst satsing på konsummarkedet fra grossister, lager og produsenter har bidratt til at mer av bæra i dag selges til konsummarkedet slik at produsentene kan ta ut en høyere pris. Også her skyldes økningen både en økning i volum og i pris.

Satsing på kompetent arbeidskraft og ny maskinteknologi, kan tilsi at det brukes mer areal i forhold til andre produksjonsfaktorer. F.eks. er arealproduktiviteten i norsk salatproduksjon noe redusert. For bringebær ser vi derimot av figur 4.1 nedenfor at arealproduktiviteten har hatt en jevn vekst i hele perioden.



Figur 4.1 Produksjon av bringebær, kg per dekar (veid gjennomsnitt over tre år) (venstre akse) og areal (dekar) (høyre akse), 2001–2010

Kilde: SSB (2011)

### 4.3 Fysisk produksjonskapital

Bak reduksjonen i arbeidsforbruket i jordbruket på vel 40 prosent fra 1990 til 2009, med størst reduksjonen etter år 2000 ligger ny teknologi som er tatt i bruk i form av maskiner, traktorer, driftsbygninger og automatisering. Samtidig som dette har ført til betydelig reduksjon i arbeidsinnsats, vil kapitalinnsatsen øke. Poenget her er imidlertid at produksjonen altså øker sterkere enn samlet endring i kapital- og arbeidsinnsats.

Norsk landbruk er meget sterkt mekanisert sett i verdensmålestokk; bare få land har så mange traktorer og arbeidsmaskiner i forhold til jordbruksarealet. Relativt kostbar arbeidskraft og små enheter, bidrar til kapitalintensiteten. Forskning på landbruksmaskiner og Kverneland Gruppen som er en av verdens største produsenter av landbruksmaskiner og –redskaper, har vært viktig for at også norsk jordbruk har vært innovativt på dette området.

De viktigste endringene når det gjelder utstyr for jordbearbeiding og høsting, dreier seg dels om økt motorkraft og bedre drivstofføkonomi. Men det er også skjedd teknologibaserte, vesentlig endringer i selve driftsform. Tre eksempler er rundballepresse, tunnel dyrking og robotisert ugressfjerning. Nedenfor vil vi også omtale andre eksempler.

#### Rundballepresse

Rundballepressen er en del av omfattende endring av driftsformer i grovfôrbasert produksjon og i halmhåndtering. Rundballepressen har erstattet store investeringer i siloer og krevende operasjoner med innlasting, lagring og uttak fra silo. Endringen har også dels krevd spesialisering og det som kan betegnes som endret organisering av produksjonen. Eierskap og drift av rundballepresser er konsentrert på betydelig færre foretak enn de som driver grovfôrproduksjon eller utnyttelse av halm.

## Plasttuneller

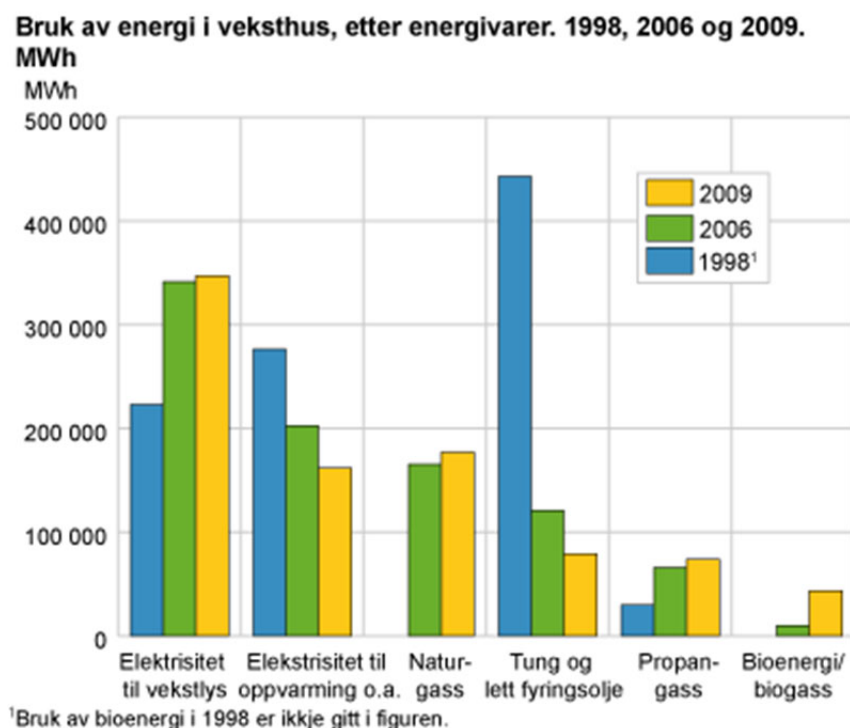
Innen bringebærproduksjon har dyrking i plasttuneller vært en teknologisk nyvinning som beskytter mot vind og vær og utvider antall innhøstingsdager, noe som gir bedre kvalitet og holdbarhet. Nå forskes det også på muligheten for å dyrke bringebær i veksthus. Her samarbeider forskningsinstituttet Bioforsk med flere primærprodusenter.

## Salatdyrking

Salatdyrking har også tatt i bruk ny teknologi i produksjonsfasen, blant annet en helautomatisert ugressrobot og høstevogner for å effektivisere lukingen og høstingen. Aktører i grøntnæringen har drevet utprøving av ny teknologi for automatisert ugrasfjerning i salatproduksjon og samarbeidet bl.a. med danske teknologileverandører om utprøvingen og med kinesiske kompetansemiljøer om anvendelse av slik ny teknologi. Teknologien må fungere i et produksjonsmiljø hvor både arealer, arbeidskraft, gårdens kapasitet til selv å vedlikeholde teknologien osv., er av betydning. Den norske virksomheten som prøver ut denne teknologien, er da også et gårdsbruk med inntil 100 personer innleid i produksjonssesongen, eget mekanisk verksted og eget laboratorium for jordanalyser.

## Energi i drivhus

Det har vært en betydelig omlegging av energikilder for oppvarming og lys i drivhus. Bruk av ny teknologi kombinert med læring og samarbeid med andre bransjer har gitt gode resultater (figur 4.2). Bruken av naturgass har i regioner der forholdene ligger til rette for dette, vært basert på samarbeid mellom veksthusnæringen distribusjonsselskapene for naturgass.



Figur 4.2 Bruk av energi i veksthus etter energivarer (SSB)

## Melkeroboter og fôringsutstyr mm

Norge har høy andel melkeroboter og kanskje det landet i verden med høyest andel melkeroboter i forhold til melkeproduksjon (Jervell og Hansen). Det er foretatt store investeringer, både på individuell basis, og ikke minst i forbindelse med samdrifter. Slike omlegginger er ikke begrenset til ny teknologi og investeringer. Eksempel på en av utfordringene som følger, er endringer i dyrenes miljø hvor melkeprodusentene er aktive i kontinuerlige innovasjoner med støtte fra forskning og fagmiljø. Melkeroboten ble først introdusert i Norge på siste halvdel av 1990-tallet. I dag blir hver femte ku i Norge melket av en robot.

Fôringsvogner er et annet eksempel på innovasjon ved automatisering i husdyrholdet. Elektronisk styrte fôringsvogner blander og rasjonerer fôret ut til dyrene mange ganger daglig. Derved serveres ferskt fôr som gir større næringsopptak og økt melkeproduksjon. Norske miljøer med nær tilknytning til gårdsdrift, har vært aktive i utviklingen av slik teknologi.

I kyllingproduksjon, egg og griseoppdrett har det også vært stor innovasjon i produksjonssystemer som forenkler og optimaliserer produksjonen. Felles for mye av disse nyvinningene er at de er best tilpasset større produksjonsenheter og krever relativt stor kapitalinnsats samtidig som innovasjonsverdien er høy.

## 4.4 Økologisk produksjon og presisjonsjordbruk

Økologisk produksjon representerer vesentlige endringer i produksjonsmetoder og bruk av innsatsfaktorer i jordbruket. Utviklingen av økologiske produksjonsmetoder er kunnskapsintensiv. Jordbruksareal godkjent for økologisk drift ble mer enn tredoblet fra 2002 til 2009. I 2009 var 417 358 daa godkjent for økologisk drift, dvs. ca. 4 prosent av alt jordbruksareal i drift i Norge. Økologiske produkter oppnår noe høyere priser, men lavere avlinger per arealenhet. Det er derfor ikke gitt at økt økologisk produksjon bidrar til produktivitetsvekst i privatøkonomisk forstand. Det er imidlertid grunn til å regne med at økologisk produksjon bidrar til betydelig agronomisk kunnskapsutvikling, både dokumenterbar og «stille», mer stedsavhengig kunnskap, som har betydning for utvikling av bærekraftige produksjonsmetoder med redusert avhengighet av kjemiske innsatsfaktorer og mineralgjødsel i jordbruks- og matproduksjon.

Produksjonen og omsetningen av økologiske matvarer i Norge øker gradvis over tid, men er fortsatt i en fase med en del utfordringer, ikke minst med å få produksjonen og omsetningen til å utvikle seg i takt. Økologisk produksjon er i betydelig grad forskningsbasert. Det anslås at det årlig drives forskning for mer enn NOK 170 mill. med sikte på å utvikle økologiske produksjonsmetoder.

Presisjonsjordbruk kan defineres som bruk av innovative teknologi for å skreddersy behandlingen av jord og vekster på ulike deler av arealet. Forutsetningene for plantedyrking kan variere mellom ulike deler av samme skifte, dette kan ha både naturgitte og menneskeskapt årsaker. Resultatet er at en ofte ser store avlingsvariasjoner innenfor et jorde, noe som igjen medfører at gjødslingsbehovet og behovet for plantevernmidler varierer over et gitt areal. Med nyere utstyr til spredning av gjødsel kan utmatingsmengdene tilpasses behovet mens man kjører sprederen over et gitt areal. Dyrkeren kan benytte seg av datagrunnlag om jordsmonnet som basis for den varierte gjødslingen. Dette kan være historiske avlingskart, jordanalyseresultater av ulike typer, sensormålinger eller skjønn/erfaring.

En praksis med varierende gjødsling utnytter gjødselen bedre. Utviklingen går stadig i retning av mer forpaktning og leiekjøring. Dette resulterer i at dyrkerne får mindre lokalkunnskap om jorda de dyrker. For å kompensere for dette er det mulig å ta i bruk ny og avansert teknologi (Bioforsk).

## 4.5 Ny organisering

Jordbruksdriften omorganiseres med innføring av nye former for arbeidsdeling og spesialisering. Gjennomsnittshusholdningen bruker mindre tid på eget bruk, og det er grunn til å regne med at det utføres en økende andel arbeid i form av f.eks. maskinkjøring for andre bruk.

Nye måter å organisere arbeidsoppgaver for å skape økonomisk verdi er del av definisjonen på innovasjon. Spesialisering og skarpere arbeidsdeling gir økt fokus og kunnskap på eget spesialfelt. Spesialister orienterer seg på et smalere felt. Fokuseret næringsvirksomhet gjør dem avhengige av å være i forkant på sitt felt og gir derfor sterke insistent til å vurdere ny kunnskap, ny teknologi og nye produkter.

Utviklingen av såkalte driftsentreprenører med spesialisering i å utføre visse operasjoner, har dominert skogbruket siden 1900-tallet og har bidratt til at antall kubikkmeter avvirket pr årsverk ble mangedoblet. Bak utviklingen ligger et skift i teknologi fra håndholdte maskiner til store skogsmaskiner.

Nye produksjonsmetoder og ny maskinteknologi har også ført til endret organisering, spesialisering og arbeidsdeling i jordbruket. Vi har nevnt rundballepressen. Med større maskiner øker også kapasiteten til å betjene flere bruksenheter. Det finnes ingen god oversikt over utbredelsen av spesialiserte entreprenører i kornproduksjonen, men det er neppe tvil om at kornentreprenørene som enten driver ren leiekjøring eller tar ansvar for hele driften av kornarealet for formell driver, i dag spiller en vesentlig rolle f.eks. på deler av Østlandet.

Samdriftene er en spesiell form for organisering drevet fram av teknologiskift, husholdningens behov og regelverk. Det var i følge SLF i 2011 1510 aktive samdrifter i melkeproduksjon. Samdriftene er riktignok en tilpasning av virksomhetsstruktur som er tilpasset et bestemt reguleringsregime, men undersøkelser utført av Bygdeforskning i 2008 viser at bønder i samdrift har større tro på framtiden og positiv økonomisk utvikling for sin virksomhet enn de som driver for seg selv. Disse faktorene er antagelig viktige for å satse på innovative aktiviteter. Og selv om samdriftene er sterkt influert av reguleringsregimet, har de resultert i omfattende formalisert samarbeid i en næring som i hovedsak har vært preget av selvstendige brukere.

Forholdet mellom husholdningens eget arbeid og leid arbeid er i endring. Innenfor hagebrukssektoren er andelen utenlandsk arbeidskraft økt fra 19 til 42 prosent av arbeidsinnsatsen i perioden mellom 1999 og 2010, fra vel tusen til nær 2 200 årsverk (SSB). Bruken av utenlandsk arbeidskraft stiller i seg selv krav til organiseringen av virksomheten, arbeidstrening og ledelse.

## 4.6 Jordforbedring og dyrkningsteknikk

Dyrkingsteknikken skal ivareta jordas evne til vedvarende å være grunnlag for en plan-teproduksjon med hensyn til avlingsmengde, produktkvalitet, økonomi og miljø.

Bønder tar stadig i bruk nye og forbedrede former for jordbearbeiding som har stor betydning for produktivitet over tid. Ved å ta i bruk ny teknologi som bl. a. presisjons-jordbruk, ny teknologi for ugresskontroll og ny kunnskap om når og hvordan ulike arbeidsoppgaver best bør utføres, har avling per dekar økt. På den annen side kan også presset for å redusere arbeidskraftforbruket og anvende mer tid til lønnet arbeid utenfor gården, sannsynligvis ha medført mindre fleksibilitet i driften og mindre evne til å tilpasse tilførsel av gjødsel, plantevernmidler og innhøstingstidspunktet etter værforhold og jordas bæreevne. Med økt andel leiejord, som er en del av strukturrasjonaliseringen,

er det også oppstått viktige spørsmål den langsiktige jordbearbeidingen med sikte på å opprettholde produksjonsevnen på sikt.

Ny kunnskap og nye metoder for jordbearbeiding er derfor av stor betydning for jordbrukets miljøegenskaper, vedlikehold av vassdrag og selve arealproduktiviteten over tid. Basert på forskning, detaljerte jordsmonnskartlegginger med bruk av ny overvåknings- og kartleggingsteknologi, er jordbruket i dag vesentlig bedre rustet til å håndtere jordsmonn og areal på en bærekraftig måte. Areal som er vegetasjonsdekket eller areal som ikke er høstpløyes vil være mindre utsatt for erosjon og næringssaltavrenning enn areal som er jordarbeidet. Nær halvparten av åkerarealet i 2010 ble pløyd høsten 2009. Høsten 1989 ble 82 prosent av arealet av korn og oljevekster pløyd. Kunnskap om effekten av ulike jordbearbeiding på plantesykdommer, avlingsnivåer og avrenning, utvikles ved forsknings- og forsøksvirksomhet og settes blant annet ut i livet gjennom regionale utviklingsprosjekter for å sikre kvalitet på vassdrag med begrensede konsekvenser for matproduksjonen.

Mer effektiv gjødsling ved bruk av presisjonsjordbruk er allerede drøftet og pilotordningen med støtte til miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel tilgodeser i 2011 nær 170 000 daa jordbruksareal. Metodene som innebærer redusert tilførsel av gjødsel, gir både bedre utnyttelse av næringsressursene og redusert miljølemp.

Produktkvalitet er et viktig område for innovasjon har sammenheng med jordas kvalitet og jordbearbeidingen. Vindyrking er f.eks. kjent for vektlegging av jord, klima, gjødsling og dyrkingsteknikk som kan påvirke smaken på avlingen. Forskning på smak og innhold av helsebringende stoff i grønnsaker er et prioritert forskningsområde for Bioforsk og vil få økt viktighet i årene som kommer. Forskning på når man velger å gjødsle og når man høster gjør at man kan øke grasproduksjonen betydelig.

## 4.7 Omstillingsevne i arealbruk og produksjon

En del av produktivitsveksten i en næring, vil alltid skyldes omstilling i form av skifte mellom produkter og produksjonsgrener. Omstillingsevnen er avhengig av kompetanse, tilgang til nye innsatsfaktorer, og beslutningsfatterenes evne til å vurdere alternative inntekter og kostnader. Endret produksjonssammensetning både innenfor plante- og husdyrproduksjoner, har gitt vesentlig bidrag til produktivitsutviklingen og er resultat at bonden ser og utnytter nye muligheter.

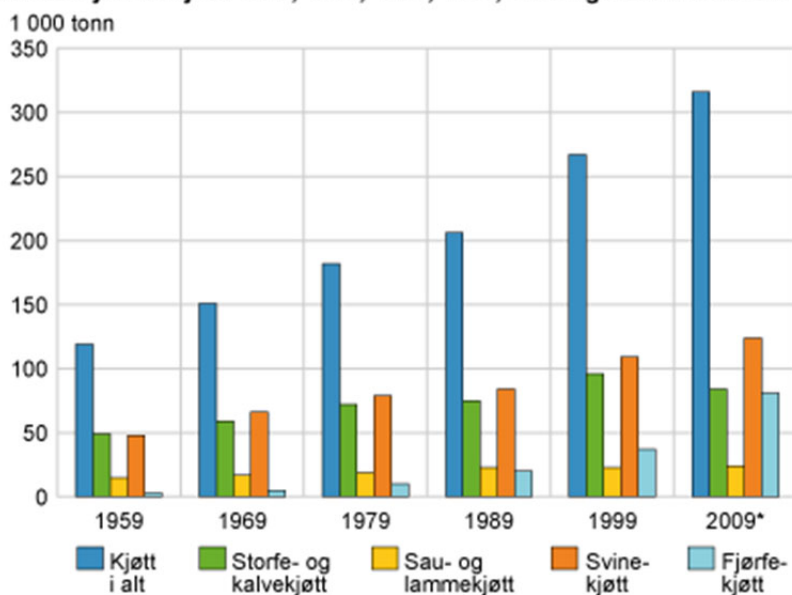
Arealet for kornproduksjon er redusert med drøyt 10 prosent fra 1990 til 2009. Totalavling er redusert noe mindre. Produksjonen av hvete er imidlertid mer enn doblet. Årsaken er at bøndene har prioritert økt areal til hvete- og matkornproduksjon til dels på bekostning av bygg, men aller mest på bekostning av havre. I 2009 var 27 prosent av kornarealet benyttet til hveteproduksjon mens det i 1990 var 11 prosent. Havrens andel er redusert fra 38 prosent til 26 prosent i perioden mens bygg er gått fra 51 prosent til 45 prosent. Insitamentene for å øke matkornproduksjonen har vært en sterk drivkraft. Omprioriteringen har økt produksjonsverdien med rundt 30 prosent både fordi mathvete oppnår 15–20 prosent høyere pris enn havre og bygg og samtidig 15–20 prosent høyere avling per dekar.

Det har vært stor økning i kjøttproduksjon samtidig som det har foregått en gradvis endring i type dyr som avles og føres. Veksten i produksjon av storfekjøtt har flatet ut, mens svinekjøtt har en vedvarende vekst. De senere årene har det vært en betydelig vekst i produksjon av fjørfekjøtt som er til dels langt sterkere enn veksten i svinekjøtt (figur 4.3).

Omstillingsevnen i jordbruket er avhengig av det rådgivningsapparatet vi har beskrevet. For den enkelte gårdbruker kan det ofte dreie seg om å ta i bruk ny kunnskap for å utnytte gårdens ressurser mer optimalt. Gjennom forskningen, rådgivningen både i fellesskapsbaserte institusjoner og foredlingsleddet, har denne kunnskapen vært tilgjengelig.



Produksjon av kjøtt. 1959, 1969, 1979, 1989, 1999 og 2009\*. 1 000 tonn



Kilde: Totalkalkylen for jordbruket, Budsjettnemnda for jordbruket.

Figur 4.3 Produksjon av kjøtt

Omprioritering av arealbruk fra jordbruk til hagebruk gir høyere produksjonsverdier per jordarealet, men krever samtidig høyere arbeidsinnsats. Det er viktig for produktivitetsutviklingen at produsentene ser nye muligheter for også denne typen omlegginger som innebærer skift til nye kundeforhold, nye driftskunnskap osv. Mye av omleggingen skjer også ved at jordbruksareal som tidligere ble drevet i egen regi, nå blir leiejord som drives av store gartnerier med innsats av mer spesialisert mannskap, utstyr og kompetanse. Ovennevnte Elstøen Gartneri på Ringerike dyrker spesialsalater på 1 450 dekar innleid jord som tidligere var brukt til jordbruksareal (ca. 13 % av grønnsaksarealet i Buskerud). Bjartnæs salat AS på Nøtterøy bruker, sammen med sin forretningspartner, rundt 1900 dekar med salat, hovedsakelig i Vestfold.

Andelen av norsk jordbruksareal som anvendes til hagebruk har økt en god del. Fra 1997 til 2009 har økningen vært drøyt 19 prosent (SSB). Areal som anvendes til hagebruk er likevel beskjedent og var i 2009 114 123 daa, dvs. drøyt 1 prosent av alt jordbruksareal i Norge.

Veksthusproduksjon gir enda høyere produksjonsverdier per arealenhet, men krever også mer innsatsfaktorer enn vanlig hagebruk. Produksjonen er både relativt intensiv i bruk av energi og kapital. Areal anvendt til veksthusproduksjon var i 2009, 666 daa, en økning på 22 prosent fra 1997 (SSB). Den samme tendensen som ellers i jordbruket har gjort seg gjeldende med færre produsenter og større areal per produsent. Gjennomsnittlig størrelse for veksthus per produsent har økt fra ca. 2 daa i 1999 til 3,2 daa i 2010 (landbrukstelling 2010)

Eksemplene viser at et internasjonalt, konkurransedyktige kunnskaps- og teknologi-grunnlaget for innovasjon og omstilling er tilgjengelig for norske primærprodusenter. Nyskapingen er avgjørende for produktivitetsutviklingen og skjer i møtet mellom de kunnskapsintensive spesialiserte og et stort antall relativt små personlig eide foretak som er avhengig av en mangfoldig, «stille» kunnskap. Empirien viser at produktivitetsutviklingen i norsk og internasjonalt jordbruk er høy og sammenlignbar. Internasjonalt er høy produktivitetsutvikling i jordbruket forklart med anvendelse av ny kunnskap, nye

produkter, dvs. innovasjon. Norsk jordbruk har, slik eksemplene viser, tilgang til de globale tekniske, agronomiske og bioteknologiressursene. Både produktivitetutviklingen og næringsmiljøet sett som innovasjonssystem, tyder på at norsk jordbruk har evne til å utnytte disse mulighetene. Eksemplene på bioteknologibasert utvikling av sorter og raser, ny maskinteknologi, dyrkingsmetoder, fleksibilitet for kompetansekrevende skift mellom produksjoner, viser evne til å hente og utnytte ny kunnskap på en måte som er tilpasset lokale ressurser.

# Referanser

---

- Alston, J.M., Andersen, M.A., James, J.S., Pardey, P.G. (2010). *Persistence Pays*. Springer Science + Business Media LLC 2010
- Brastad, B., Hansen, T. B., Romanov, B. (2011). *I hvilken grad bidrar Innovasjon Norge til innovasjon? En analyse av de støttede prosjektenes innovasjonsinnhold*. Oxford Research AS, april 2011
- Chesbrough, H. (2003) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology* (HBS Press, 2003)
- Hegrenes, A. (2010). *Produksjonsutvikling i norsk jordbruk 1990–2009*. NILF-notat 2010-14. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Hegrenes, A. (2010). *Faktorar som påverkar produktiviteten i kjøtt og mjølkeproduksjon*. Presentasjon på seminar Landbruks- og matressurser i samfunnsperspektiv 07.04.2010. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Jervell, A.M., Hansen, B.G., *Fra bås til robot: Hvordan lykkes med produksjon og økonomi i endringsfasen?* www.kubygg.no/kubygg/content/pdf/435
- Jorgenson, D.W., Ho, N., Samuels, J. (2010). *New Data on U.S. Productivity Growth by Industry*. World KLEMS Conference, Harvard University, August 19–20, 2010
- Jorgenson, D. W. (2011) *Innovation and Productivity Growth*. Amer. J. Agr. Econ. 93(2): 276–296 (T.W. Schultz Lecture)
- Landbruksdepartementet. St.meld. nr. 12 (2002-2003). *Om dyrehold og dyrevelferd*.
- OECD (2005). *Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. A joint publication of OECD and Eurostat.
- OECD (2010), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010*, OECD Publishing
- Pavitt, K., *Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory*, Research Policy 13:374–73, Science Research Policy Unit, University of Sussex, January 1984
- Pettersen, I., Eriksen, L.Ø., Nåvik Hval, J., Storstad, O. og Vik. J. (2009). *Tilslørt, virksom og treffsikker - Evaluering av Bygdeutviklingsordningen*. NILF-rapport 2009-4. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Polanyi, M., *The tacit dimension*. Doubleday & Company Inc, 1966.
- Possas, M.L., Salles-Filho. S., da Silveira, J. M. *An Evolutionary Approach to Technological Innovation in Agriculture: Some Preliminary Remarks*. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.11, n.1/3, p.9–31, 1994
- Reve, T. (2010). *Verdiskapning i klynger*. Artikkel publisert i Minerva 6. sept. 2010
- Reve, T., Sasson, A., Blomgren, A. (2011). *Norsk kompetanse i internasjonal konkurranse Offshore*. Prosjektet «Et Kunnskapsbasert Norge». «En Kunnskapsbasert Offshorenæring». Presentasjon strategikonferansen, Stavanger, 15.02.2011
- Reve, T, Sasson. A. (2012). *Et kunnskapsbasert Norge*. Universitetsforlaget
- Rønne, K.P., *Næringsliv i endring. Norsk produktivitet i motbakke*. Artikkel med Damvad/SSB analyse i Mandag Morgen nr. 34, 31. oktober 2011

- Sasson, A., Blomgren, A. *A Knowledge Based Norway. A Knowledge based Oil & Gas Industry*. Report no. 4, March 2011.
- The World Bank (2006). *Enhancing Agricultural Innovation: How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems*. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2006
- Thune, T., Olsen, D.S. og Solberg, E. (2011). *En oversikt over forskningslitteratur, policy og virkemidler*. Rapport 45/2011. Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning. Kompetanse for innovasjon.
- Tveterås, R. *Kunnskapsnasjonen Norge – hvor går sjømatnæringen?* Presentasjon, Universitetet i Stavanger, MARLIFE 15.06.2010
- Utdannings- og forskningsdepartementet. St.meld. nr. 20 (2004–2005). *Vilje til forskning*. 18.mars 2005.
- Westnes, P. (2008). *Temautredning – Kunnskap og innovasjon*. Arbeidsnotat IRIS - 2008/019
- Womack, J.P., Jones, D.T. (2003) *Lean Thinking*. Free Press.

# Vedlegg

---

## Analyse av produktivitsutvikling i norsk jordbruk

Datamaterialet for Hegrenes' notat NILF notat 2010–14 er hentet fra Totalkalkylen for jordbruket årene 1990–2009. NILF-notatet har gått noe mer detaljert og grunnleggende tilverks i sin analyse enn det Budsjettnemda for jordbruket (BFJ) gjør i sine utregninger av produktivitet. BFJ benytter f. eks. normalisert regnskap for 10 år, som NILF notatet angir som en potensiell feilkilde og antar at ved en såpass lang tidsperiode som 19 år er det lite å vinne på å normalisere data.

Pristilskudd (grunntilskudd og andre direkte pristilskudd) er inkludert i produksjonsverdiene. Andre tilskudd er ikke tatt med. Siden beregningene gjøres på basis av faste priser, vil imidlertid ikke tilskuddsendringer påvirke produktivitsmålene. Egen fôrproduksjon til husdyr er antatt å være internomsetning og kun inkludert i produksjonsverdien der det er solgt ut fra bruket.

NILF notatet redegjør videre for detaljert håndtering av kapitalinnsats inkludert anvendt metodikk for beregning av forhold som kapitalslit, leasing, verdi av jord (eid og leid), maskiner og redskap samt justeringer for kapital på driftsenheter som har gått ut av drift. Renten er satt til 3,71 prosent per år for alle år. Selv om dette er en høy rente sett ift. de siste årene er det ansett å være et rimelig tall for hele perioden sett under ett.

Arbeidsforbruket er regnet i årsverk på samme måte som BFJs beregninger i 2009.

Den detaljerte analysen i NILF-notatet angir noe usikkerhet ved valg av faktorer for rentenivå, pris på arbeid og verdi av jord. Det ble derfor utført en parameterstudie hvor effekten av endrede forutsetninger for disse faktorene ble testet ut. Alle utslagene på produktivitsveksten ble funnet å være relativt små.

[http://www.nilf.no/publikasjoner/Notater/2010/produktivitsutvikling\\_i\\_norsk\\_jordbruk\\_1990-2009\\_analyse\\_basert\\_pa\\_jordbrukets\\_totalrekneskap](http://www.nilf.no/publikasjoner/Notater/2010/produktivitsutvikling_i_norsk_jordbruk_1990-2009_analyse_basert_pa_jordbrukets_totalrekneskap)

# *Tidligere utgitt i denne serien – 2011*

---

- 2011–1 Økonomien i jordbruket i Nord-Norge. Driftsgranskingene i jord- og skogbruk 2009 – Aktuelle artikler og tabellsamling 2005–2009. Øyvind Hansen, Ole Kristian Stornes, 81 s.
- 2011–2 Beregning av det norske kjøttforbruket. Mads Svennerud, Gro Steine, 18 s.
- 2011–3 Økonomien i jordbruket på Vestlandet. Trendar og økonomisk utvikling 2000–2009. Torbjørn Haukås, Anastasia Olsen, 86 s.
- 2011–4 Økonomien i landbruket i Trøndelag. Utviklingstrekk 2000–2009. Tabellsamling 2005–2009. Kjell Staven, Otto Sjelmo, Knut Krokann, Helge Bonesmo, Svein Olav Holien, Siv Karin Paulsen Rye, Liv Grethe Berge Frislid, Inger Sofie Murvold Knutsen, 16 s.
- 2011–5 Melding om årsveksten 2010. Normalårsavlinger og registrerte avlinger. Ola Wågbo, Oddmund Hjukse, 16 s.
- 2011–6 Gårdsbasert entreprenørskap : en kvalitativ studie av muligheter, motiver og ressurser for entreprenørskap i landbruket. Asbjørn Veidal, 55 s.
- 2011–7 Økonomien i jordbruket i Agder-fylka og Rogaland 2009. Trendar og økonomisk utvikling 2000–2009. Tabellsamling 2005–2009. Lars Ragnar Solberg, Heidi Knutsen, Anastasia Olsen, 87 s.
- 2011–8 Regulering for organisering - markedsregulering i kjøttsektoren. Gro Steine, Arne Vasaasen, Anders Nordlund og Ivar Pettersen, 68 s.
- 2011–9 Økonomien i jordbruket på Østlandet. Utviklingstrekk 2005–2009. Tabellsamling 2005–2009. Terje Haug, 97 s.
- 2011–10 Konsekvenser i Rogaland av mulige endringer av gjødselvereforskrift. Heidi Knutsen, Aart van Zanten Magnussen, 57 s.
- 2011–11 Klimatiltak i landbruket – En gjennomgang av tiltak i Klimakur 2020. Ellen Henrikke Aalerud, Valborg Kvakkestad, 41 s.
- 2011–12 Vurdering av økonomi på utbyggingsbruk i mjølkeproduksjon i Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane 2008. Lars Ragnar Solberg, Liv Grete Frislid, 48 s.
- 2011–13 Tid for satsing på landbruk i Afrika. Ellen Henrikke Aalerud, Anna Birgitte Milford, 29 s.
- 2011–14 «Føre var» i laksenæringen: Tid for kollektiv håndtering av underdekning av fiskeolje. Gro Steine, Ragnar Tveterås, Ivar Pettersen, 31 s.
- 2011–15 Rensekostnader ved innføring av miljøvennlige spredningsmetoder for husdyrgjødsel. Julie Nævik Hval, Knut Krokann, 30 s.
- 2011–16 Inntekt, sparing og investering i jordbruket. Agnar Hegrenes, 30 s.
- 2011–18 Verdiskaping i jordbruket i Aust- og Vest-Agder. Heidi Knutsen og Torbjørn Haukås, 37 s.

## *Tidligere utgitt i denne serien – 2012*

---

- 2012–1 Environmental and climate analysis for the Norwegian agriculture and food sector and assessment of actions. John Hille, Christian Solli, Karen Refsgaard, Knut Krokann, Helge Berglann, 153 s.
- 2012–3 Utbyggingsbruk I Hordaland. Torbjørn Haukås, 52 s.





---

## ADRESSE HOVEDKONTOR

Postadresse:	Kontoradresse:	Telefon: 22 36 72 00
Postboks 8024 Dep	Storgata 2 4 6	Telefaks: 22 36 72 99
0030 OSLO		E-post: <a href="mailto:postmottak@nilf.no">postmottak@nilf.no</a>
		Internett: <a href="http://www.nilf.no">www.nilf.no</a>

---

## ADRESSE DISTRIKTSKONTORER

Bergen	Postadresse:	Postboks 7317, 5020 BERGEN
	Telefon:	55 57 24 97
	Telefaks:	55 57 24 96
	E-post:	<a href="mailto:postmottak@nilf-ho.no">postmottak@nilf-ho.no</a>
Trondheim	Postadresse:	Postboks 4718 – Sluppen, 7468 TRONDHEIM
	Telefon:	73 19 94 10
	Telefaks:	73 19 94 11
	E-post:	<a href="mailto:postmottak@nilf.fmst.no">postmottak@nilf.fmst.no</a>
Bodø	Postadresse:	Statens hus, Moloveien 10, 8002 BODØ
	Telefon:	75 53 15 40
	Telefaks:	75 53 15 49
	E-post:	<a href="mailto:postmottak@nilf-nn.no">postmottak@nilf-nn.no</a>

---

ISBN 978-82-7077-819-5  
ISSN 0805-9691

