



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Når organisk gjødsel blir bondens gull – hvordan skal den da fordeles?

- Fosforets betydning i korndyrking

*Annbjørge Øverli Kristoffersen, 13. jan 2022*

Mange av resultatene og figurene som omhandler organisk gjødsel er fremskaffet, og brukt med tillatelse fra Trond Henriksen, NIBIO



# Gjødsling

## Gjødslingshåndboka

<https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok?locationfilter=true>

## Økonomisk optimal N-gjødsling til korn

<https://optimaln.nibio.no/>

- Rett mengde til rett tid
- **Gjødslingsnormene** – grunnlaget for gjødslingsplanlegging, endres sjelden – basert på flere hundre gjødslingsforsøk
- **Økonomisk optimalt gjødslingsnivå** – varierer med gjødselpris og kornpris
- Ingen fasit – mange løsninger som kan være rette
- Mange hensyn: økonomi - avling – kvalitet - miljø - klima



## God agronomi viktig i alle ledd

- Vekstskifte
- Legge forhold til rette for god rotvekst
- Utnytte organisk gjødsel, supplere med mineralgjødsel
  
- Forventet avling - realisme
- F.eks. 500 kg/daa vårhvete – 700 kg/daa vårhvete
- Gjødslingsnorm 12,5 kg N/daa eller 16,5 kg N/daa

# Eksempler på organisk gjødsel fra storsamfunnet og landbruket



## N-effekt av flytende organisk gjødning



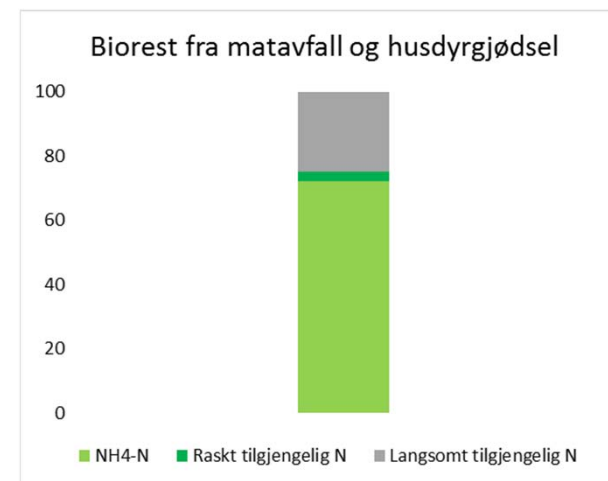
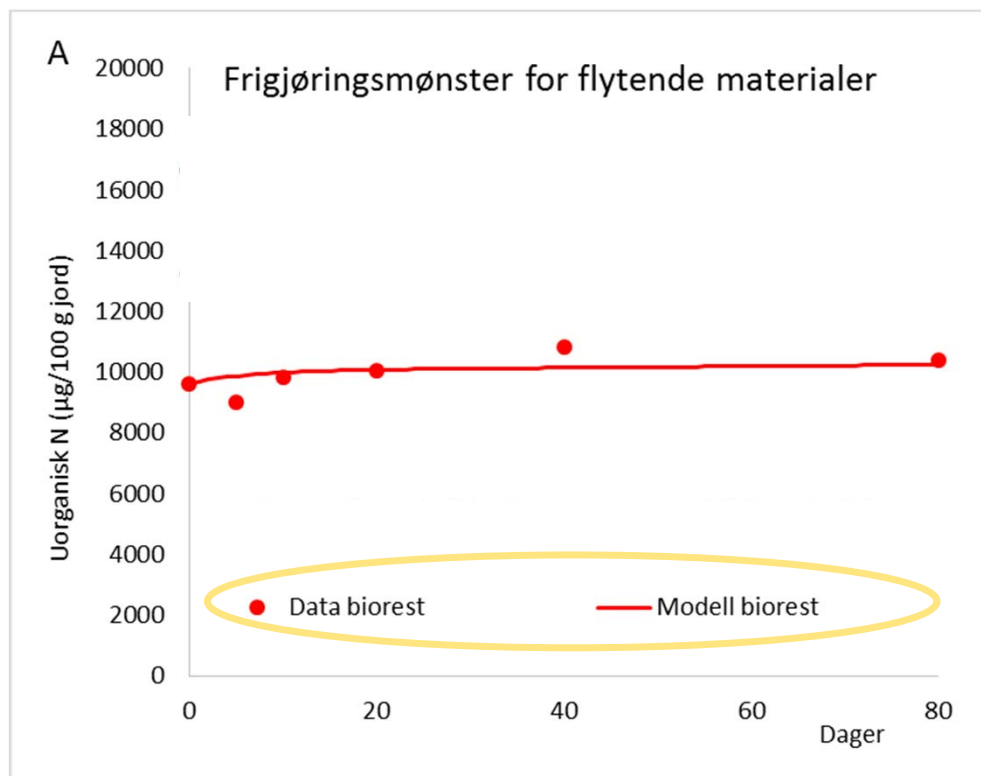
Ja, hva er N-effekten?  
Hvor mye  
kg plantetilgjengelig  
N/daa?

# Inkubasjonsforsøk

- Metode for å se på gjødseleffekt
- Blander organisk gjødsel i 150 g jord.
- Oppbevares ved konstant temperatur
- Tar ut prøver etter 0, 5, 10, 20, 40 og 80 dager
- Måler innhold av uorganisk nitrogen ( $\text{NO}_3\text{-N}$  og  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) over tid → N som plantene kan ta opp



# Nitrogenvirkning av flytende produkter (biorest, storfegjødsel mm)



Biorest (i forsøket:  
blanding av matavfall og  
husdyrgjødsel)  
Nesten alt er  $\text{NH}_4^+$ , resten  
langsamt tilgjengelig

Henriksen, T.M. m.fl. 2019. Nitrogenerffekt av organisk avfall til korn – et forsøk i laboratoriet. *Jord- og Plantekultur* 2019. 5(1)

# Respons for biorest i felt

## Forsøksplan

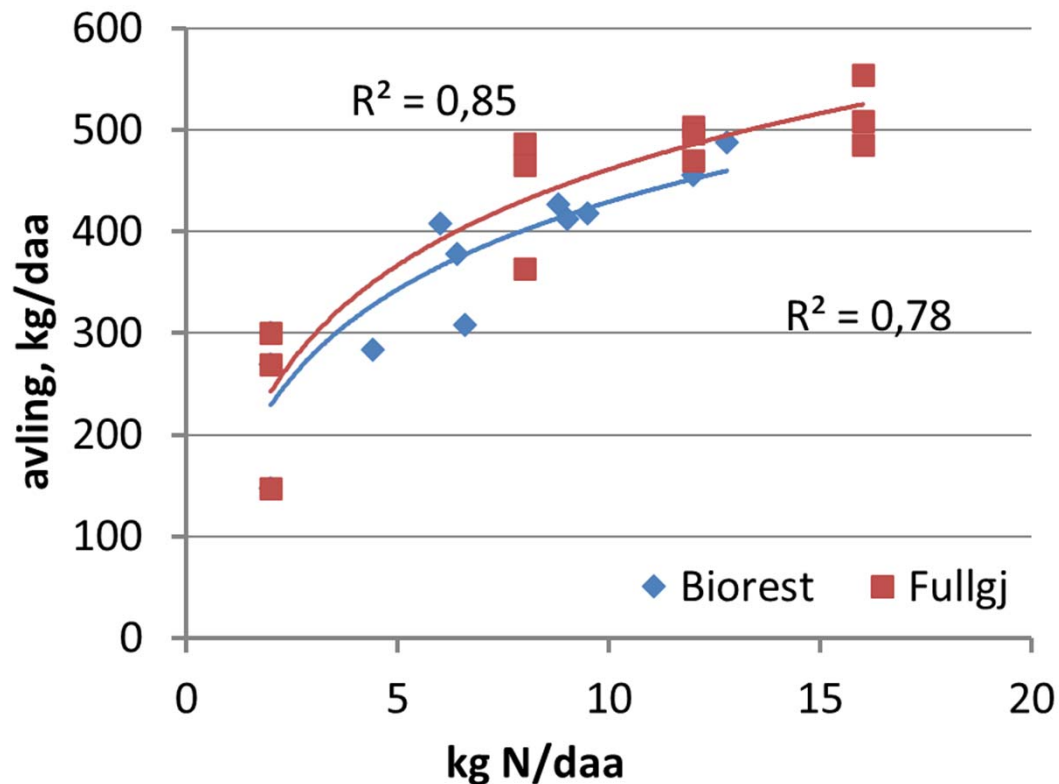
- Total N i biorest: 8, 12 og 16 kg N/daa
- Total N i Fullgjødning: 8, 12 og 16 kg N/daa
- Forsøk på Apelsvoll, Lillehammer og Jevnaker, 3 år
- Vekst: bygg og hvete





# Respons for bioest

Plantetilgjengelig N i bioest. *N i Fullgj er referanse*



Virkningsgrad av N i bioest kan beregnes som:

**70-90 % av  $\text{NH}_4^+$ -N og 10 % av organisk N**

*Gjelder for blaut storfegjødsel, med nedmolding rett etter spredning*

[www.bioforsk.no/gjodslingshandbok](http://www.bioforsk.no/gjodslingshandbok)

# Spredemetode: nedfelling eller overflatespredning og nedharving?



Biorest svært viskøs og vandig, og trenger raskt ned i jorda

Lavt tørrstoffinnhold reduseres risikoen for gasstap.

Resultater fra Apelsvoll viser ingen forskjell på spredemåte.

## Lite testforsøk

- Hvordan reagerer kornet på overkjøring med slepeslange i sesong?
- Startet på 3-blad stadiet og avsluttet ved avsluttende strekking

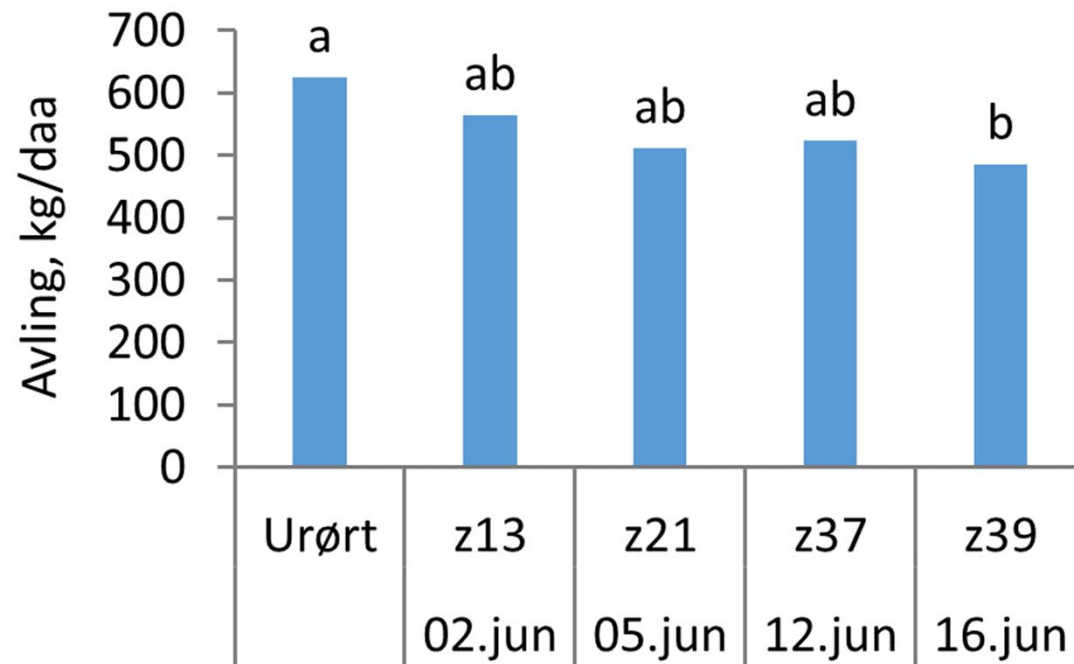


Z 37, spissen av flaggblad så vidt synlig



Z 39, flaggblad helt ute

## Resultat fra lite testforsøk



# Analyser egen gjødsel!

- Normtall for ulike dyreslag i NIBIO sin gjødslingshåndbok.
- God rettesnor om næringsinnhold.
- Best å ta egne analyser av gjødsla, gjerne 1-2 ganger i året.
- Følg analyseresultatene ved gjødslingsplanlegging
- Bedre utnyttelse å spre 3-4 tonn på større areal + supplere med mineralgjødsel, enn å øke mengden organisk gjødsel på mindre areal

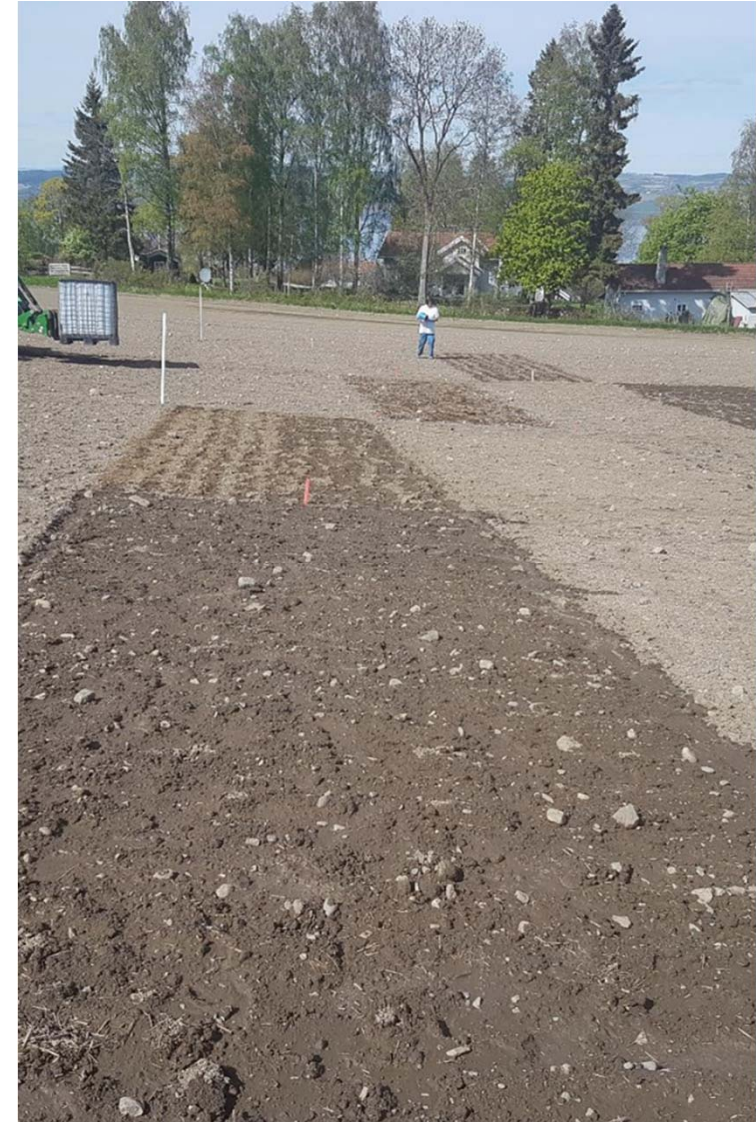
Eksempel:

Blautgjødsel fra mjølkeku, Sør-Norge  
(NIBIO Gjødslingshåndbok)

	Gj.snitt kg/tonn	Variasjon Kg/tonn
<b>Tørrstoff %</b>	<b>6,0</b>	
Total-N	3,4	2,4-4,4
Ammonium-N	2,1	1,1-3,1
Fosfor	0,53	0,4-0,6
Kalium	4,2	2,6-5,7
Svovel	0,44	0,3-0,4
pH	7,5	7,2-7,8

# Biorest som gjødsel

- Flytende gjødsel - høyt innhold av ammonium-N
  - N-effekten er helt dominert av innholdet av  $\text{NH}_4\text{-N}$
  - Tapet som ammoniakk: før, under og etter spredning
  - Begrense ammoniakk-tapet!
- 
- Biorest av husdyrgjødsel – høyere andel ammonium-N enn ubehandlet husdyrgjødsel



# N-effekt av fast organisk gjødning

Hestemøkk

Pellets

Fiskeslam

Kloakkslam

Tørket matavfall

Kompost

Miks av ulike fraksjoner

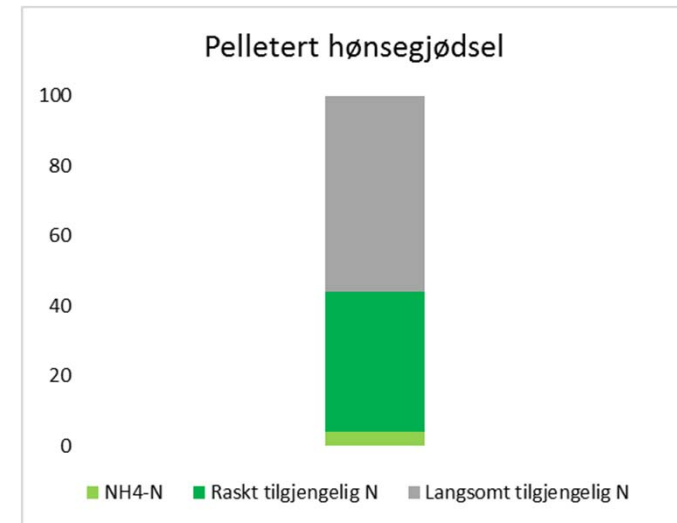
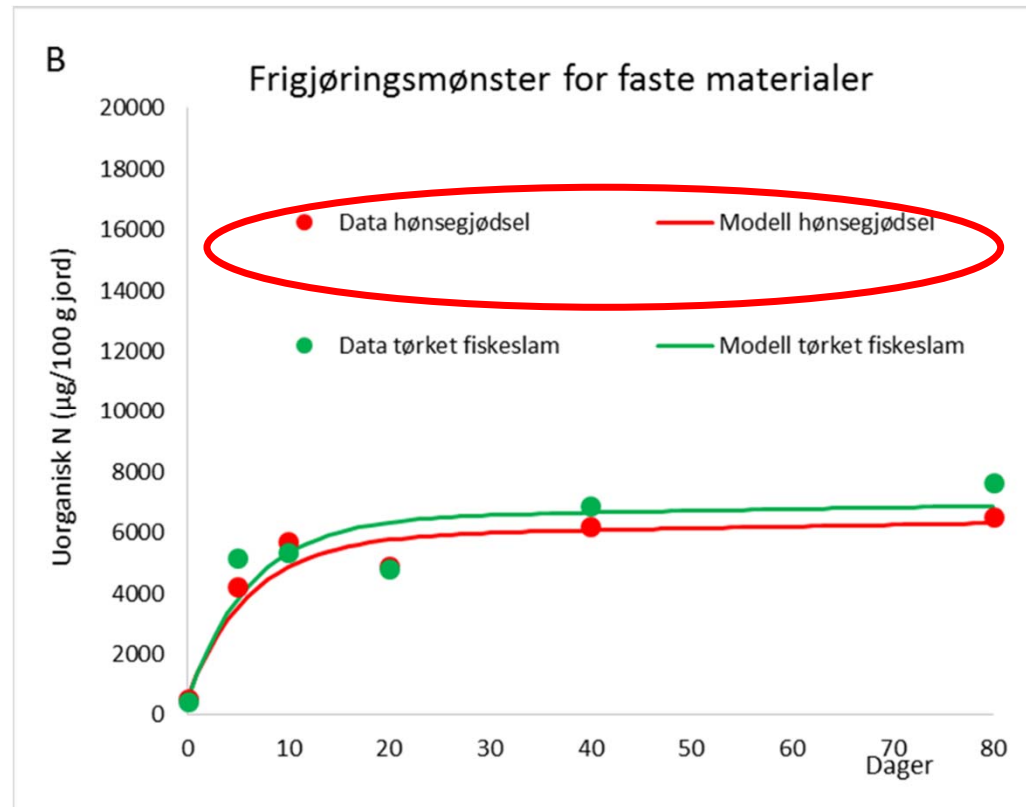
mm

Hva er N-effekten?  
Hvor mye  
kg plantetilgjengelig  
N/daa?

Total-N  
Ammonium-N

# Nitrogenvirkning av tørkede produkter

Det meste av N foreligger som organisk N.  
Avhengig av frigjøring av N før planteopptak.



Mye raskt tilgjengelig,  
resten langsomt  
tilgjengelig

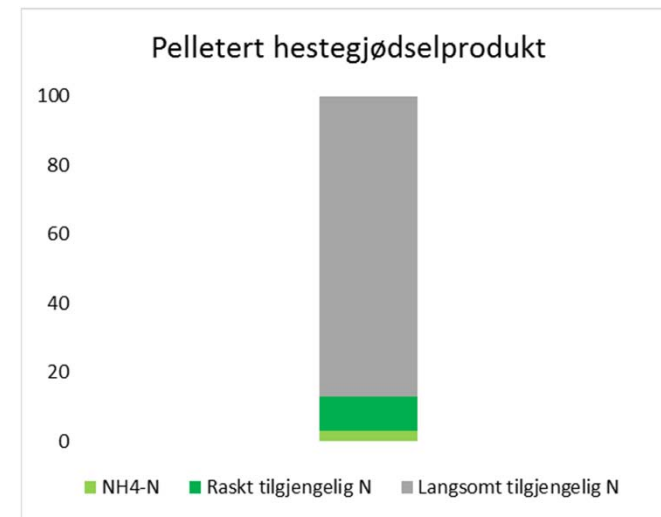
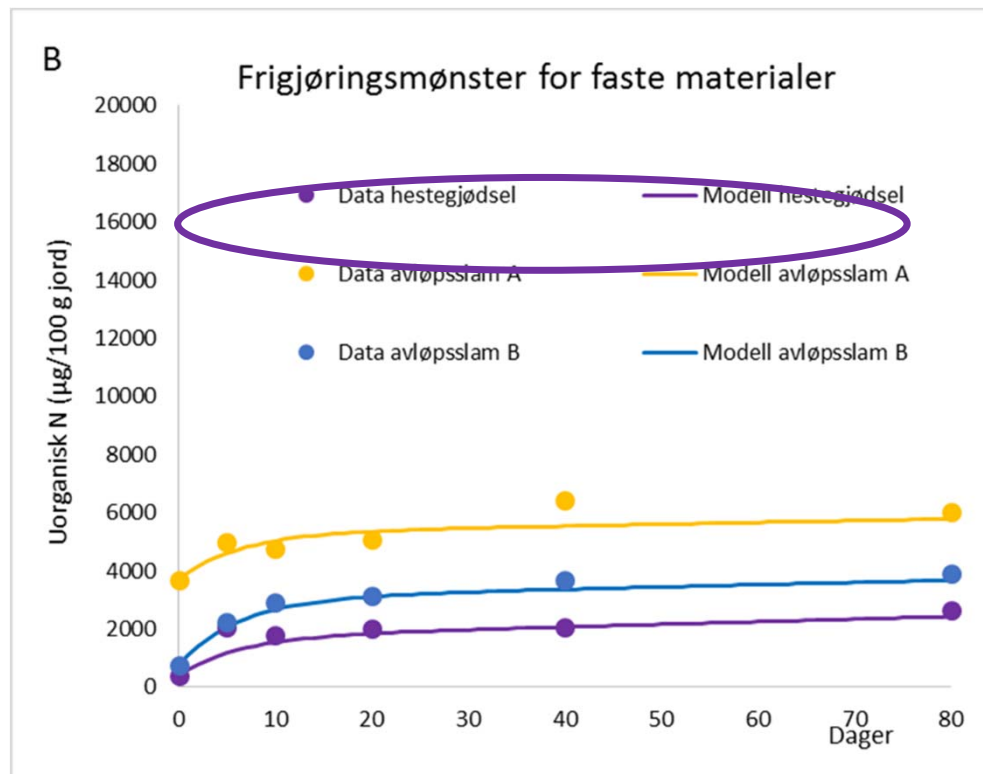
Henriksen, T.M. m.fl. 2019. Nitrogener-effekt av organisk avfall til korn – et forsøk i laboratoriet. *Jord- og Plantekultur* 2019. 5(1)



# Nitrogenvirkning av tørkede produkter

Det meste av N foreligger som organisk N.

Avhengig av frigjøring av N før planteopptak.



Noe raskt tilgjengelig,  
resten langsomt  
tilgjengelig

Henriksen, T.M. m.fl. 2019. Nitrogeneffekt av organisk avfall til korn – et forsøk i laboratoriet. *Jord- og Plantekultur* 2019. 5(1)

## N-effekt av faste organiske produkter

- Vanskeligere å bestemme nitrogeneffekt
- Resultater fra analysebevis forteller ikke alt!
- Nye produkter bør testes i inkubasjonsforsøk, potteforsøk eller feltforsøk

Pluss:

- N-effekten endres lite ved håndtering og spredning
- Mer forutsigbar enn flytende gjødsel siden tap til luft er lite

Minus:

- Avhengig av fuktighet og varme for at mineralisering skal skje – og N blir plantetilgjengelig





# Ettervirkning av gjødsel

- Møystadforsøket
- 1922-2022

## Etablert i 1922

7-årig omløp; 3 år eng  
og 4 år korn

8 ruter uten gjødsel

20 ruter husdyrgjødsel

44 ruter mineralgjødsel;  
N, P, K, NP, NK, PK, NPK

## Hovedmålet til Møystadforsøket

- Er mineralgjødsel og husdyrgjødsel likeverdige i et langvarig perspektiv med hensyn på avling, jordstruktur, økonomi og kvalitet på fôret og kornet?

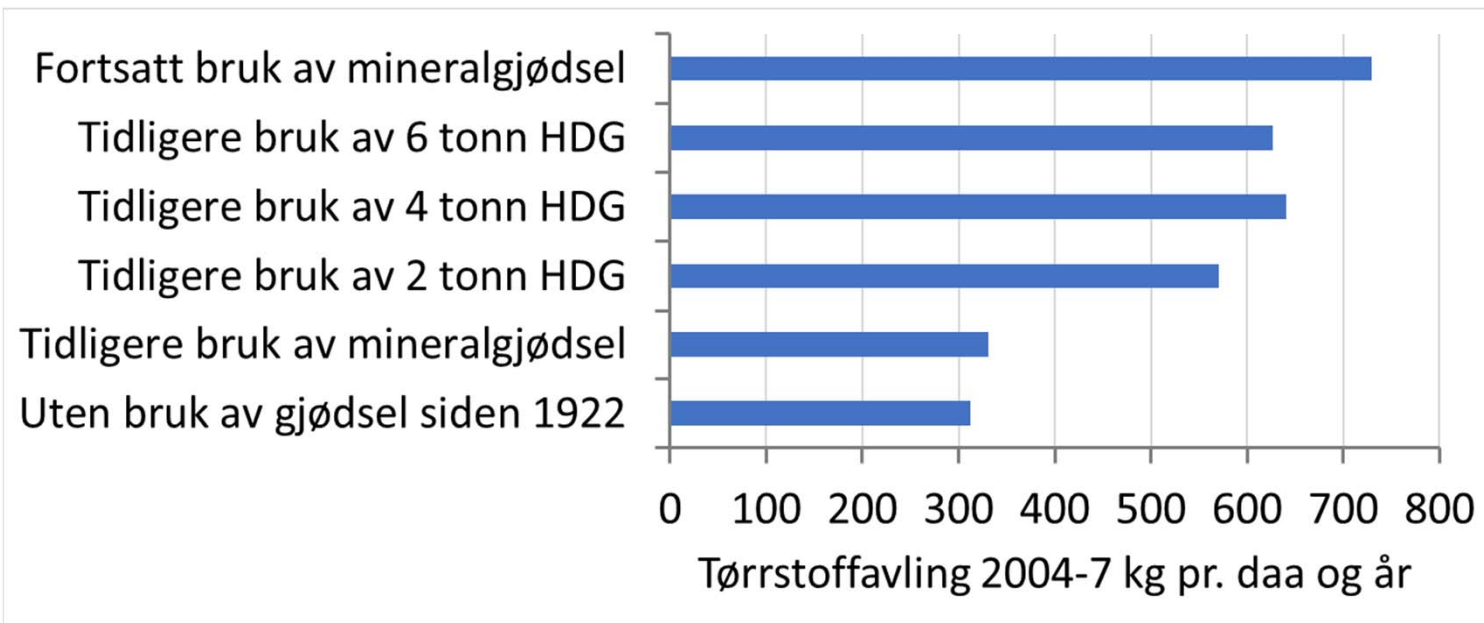
# Utvalgte ledd Møystadforsøket

- Husdyrgjødsel 1982-2003: 2, 4 og 6 tonn/daa kompostert fastgjødsel fra storfe
- 2 t: tilnærmet balanse mellom tilført og fjernet NPK
- 4 og 6 t: stort overskudd av tilført NPK
- Mineralgjødsel: 10 kg N, 2,5 kg P og 12 kg K pr. daa: tilført mer enn fjernet
  
- Fra 2004-2007: Målte ettervirkning av gjødsel opp mot ruter som ble gjødslet med 10 kg N, 2,5 kg P og 12 kg K pr. daa



Hugh Riley sprer blaut storfe gjødsel på Møystad.  
Foto: A.Ø.K

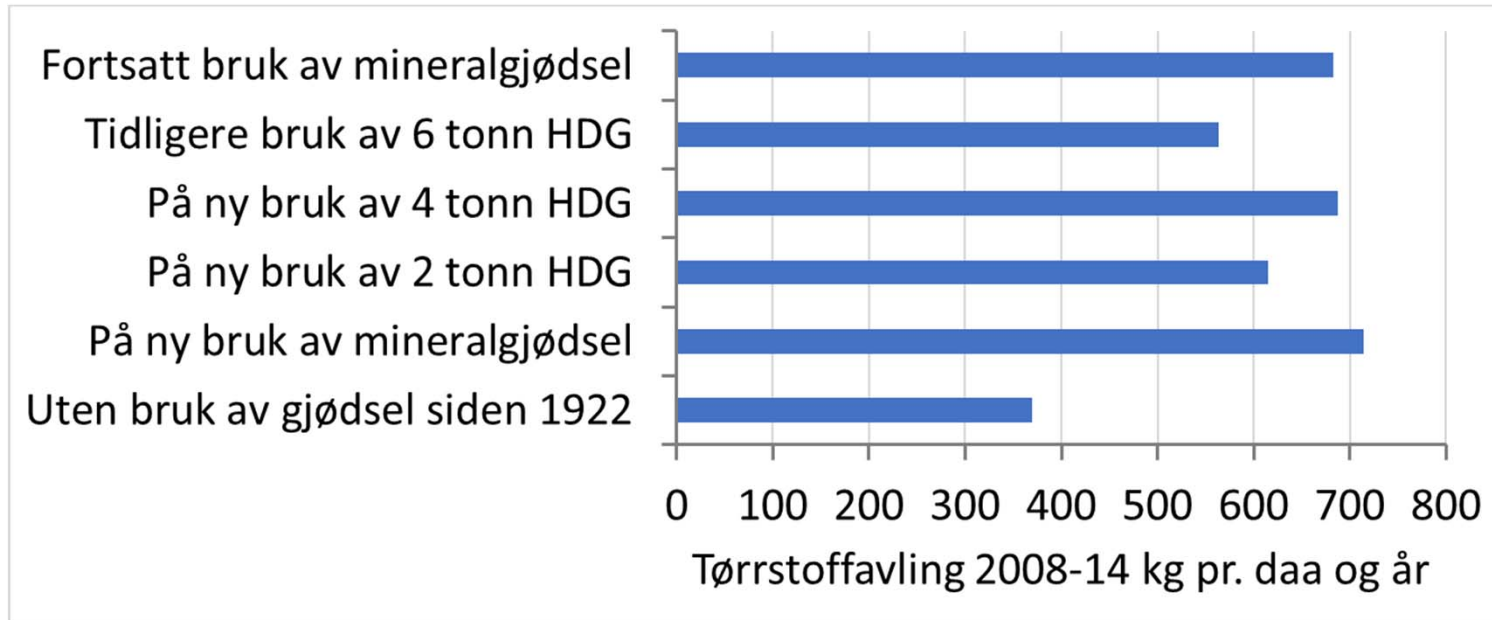
## Virkning av **tidligere bruk** av husdyrgjødsel (HDG) og mineralgjødning, sammenlignet med ledd uten gjødning siden 1922 og ledd med fortsatt bruk av mineralgjødning



- Ingen ettervirkning av mineralgjødning sammenlignet med uggjødsla ruter siden 1922
- Ruter tilført HDG: 78-85 % avling sammenlignet med mineralgjødsla ledd

Riley, H. 2015. Residual value of inorganic fertilizer and farmyard manure for crop yields and soil fertility after long-term use on a loam soil in Norway. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*

## I 2008 ble gjødsel innført igjen – unntatt på ledd med høyest mengde husdyrgjødsel (HDG)



- Avling på mineralgjødsla ledd tilbake til nivået før 2003 fra første året
- Ruter tilført 2 eller 4 t HDG gav samme avling som tidligere
- Eftervirkning etter 6 t HDG: 17 % lavere avling enn ruter gjødslet med mineralgjødning

Riley, H. 2015. Residual value of inorganic fertilizer and farmyard manure for crop yields and soil fertility after long-term use on a loam soil in Norway. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*



## Ettervirkning av gjødsel - mineralisering av N

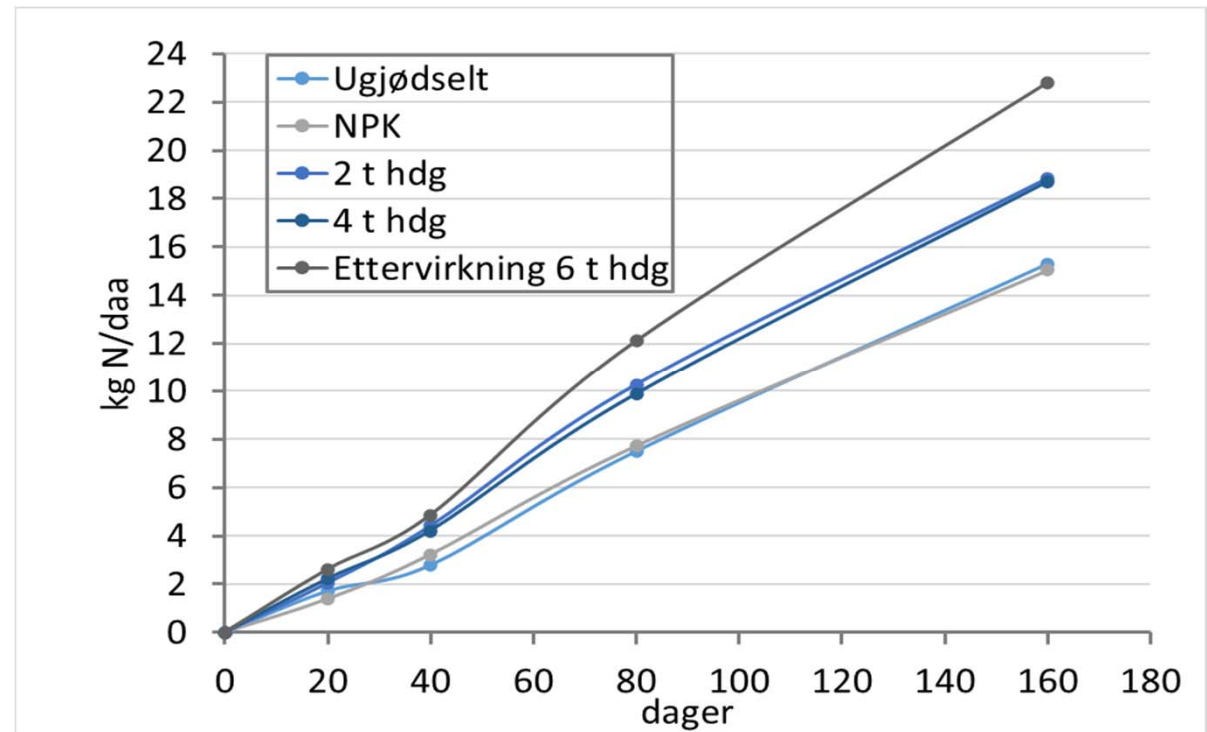
- Jord fra Møystadforsøket, tatt ut høsten 2019 etter eng
- Leddene:
  - Ugjødset,
  - 10 kg N i NPK
  - 2 t husdyrgj.
  - 4 t husdyrgj.
  - ettervirkning etter 6 t husdyrgj.

Trond Henriksen tar ut jord for å se på verdien av mold. Foto: A.Ø.K



# Mineralisering av N, verdien av mold

- Jord tatt ut på høsten, etter eng
- Inkubert ved 15 °C



Trond, H. 2022. Verdien av mold. Jord- og Plantekultur 2022.

# Verdien av mold

Mold forsyner plantene med næring, og øker også jordas kationbyttekapasitet, immobiliserer toksiske kjemikalier, gir jorda grynstruktur og bedre lagelighet, øker vannlagringsevnen og luftutvekslingen, reduserer trekkraftbehovet ved jordarbeiding, øker jordstabiliteten og infiltrasjonen og øker absorpsjon av solstråling.

Trond Henriksen, Jord- og Plantekultur 2022. Verdien av mold

# Fosfor og kalium til korn





## Fosfor i korn og halm

<b>Fosfor % i kornet:</b>	<b>0.4</b>
Avling (kg/daa)	Fjernet P med avling
400	1.4
600	2.0

<b>Fosfor % i halmen:</b>	<b>0.1</b>
Halm-avling (40 %)	Fjernet P med halm
227	0.23
340	0.34

Et avlingsnivå på 400-600 kg korn/daa tar opp 1,4-2,5 kg P/daa

# Fosfor – avlingsrespons - forsøksresultater

- Sorteberg 1956: Gjennomførte feltforsøk på 1940- og 1950-tallet. Fikk stor avlingsrespons for fosforgjødsling
- P-AL på feltene lå på ca. 1,5-4 mg P/100 g jord (Optimalt P-AL-nivå 5-7)  
– 365 felt

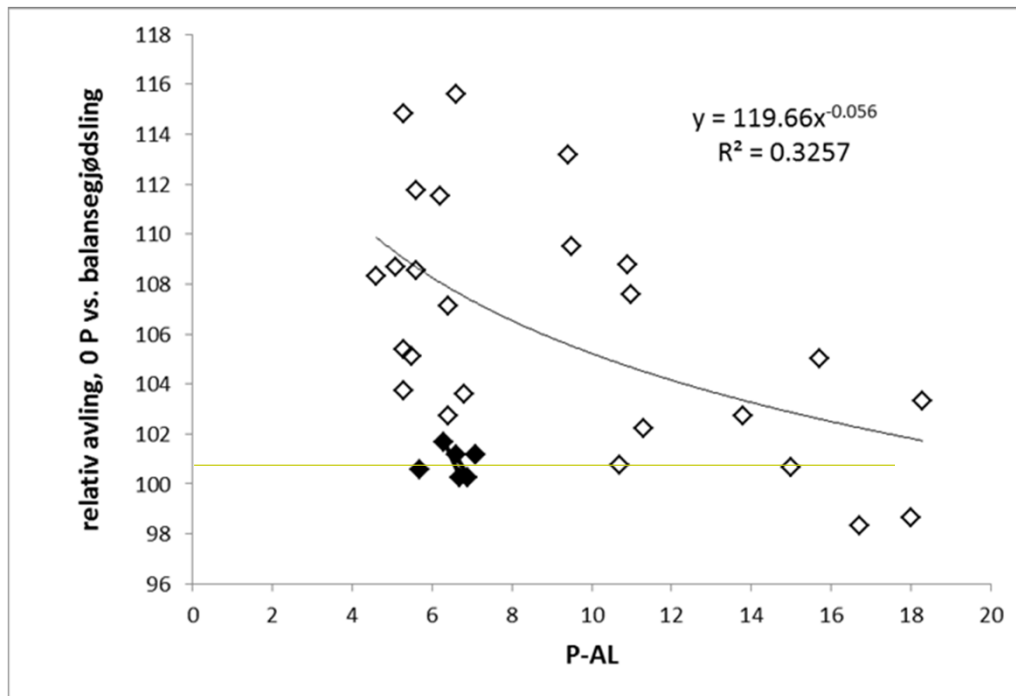


## Fastliggende P- og K-serie 1998-2003

- 59 felt-år

P-AL-intervall	Relativ avlingsøkning for P-gjødsling, %
under 5	110 ( $\pm$ 11)
5-7	107 ( $\pm$ 6)
7-10	105 ( $\pm$ 8)
10-14	105 ( $\pm$ 6)
over 14	101 ( $\pm$ 4)

# Fosforgjødsling til vårkorn ut fra P-AL nivå i jorda



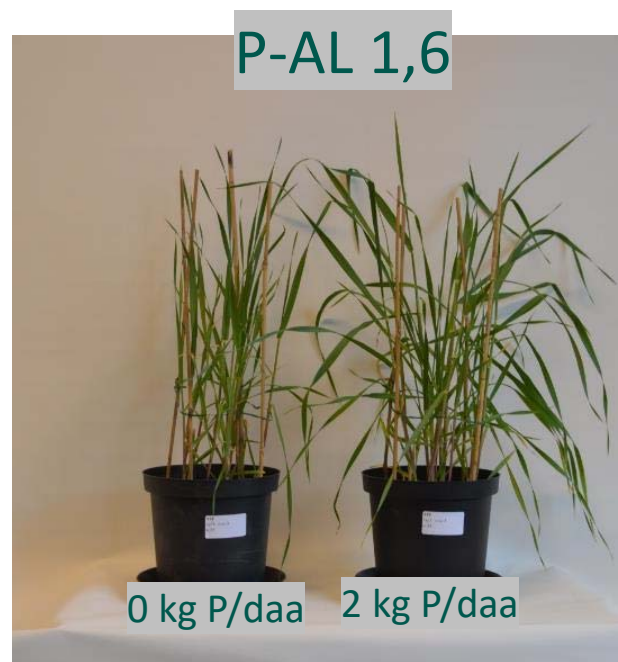
- P-AL og relativ kornavling ved gjødsling til balanse. Avling uten P-gjødsling er satt til 100
- 7 fastliggende felt over 3-6 år

Kristoffersen, 2013. Bioforsk Fokus 8(1)

## Potteforsøk. Jord med ulik P-AL nivå



Ingen respons for P-gjødsling

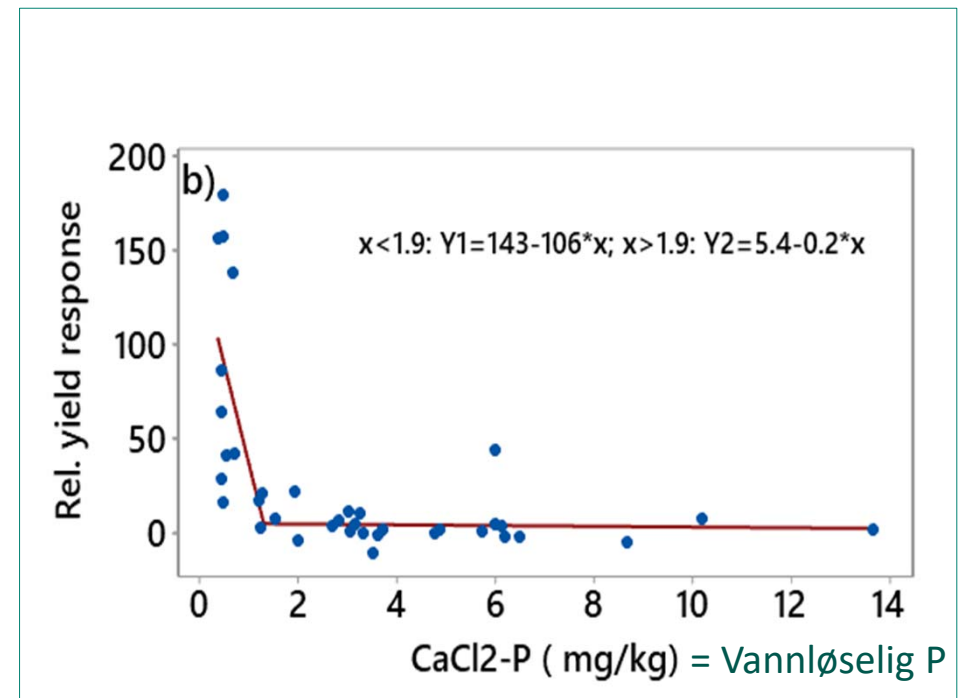
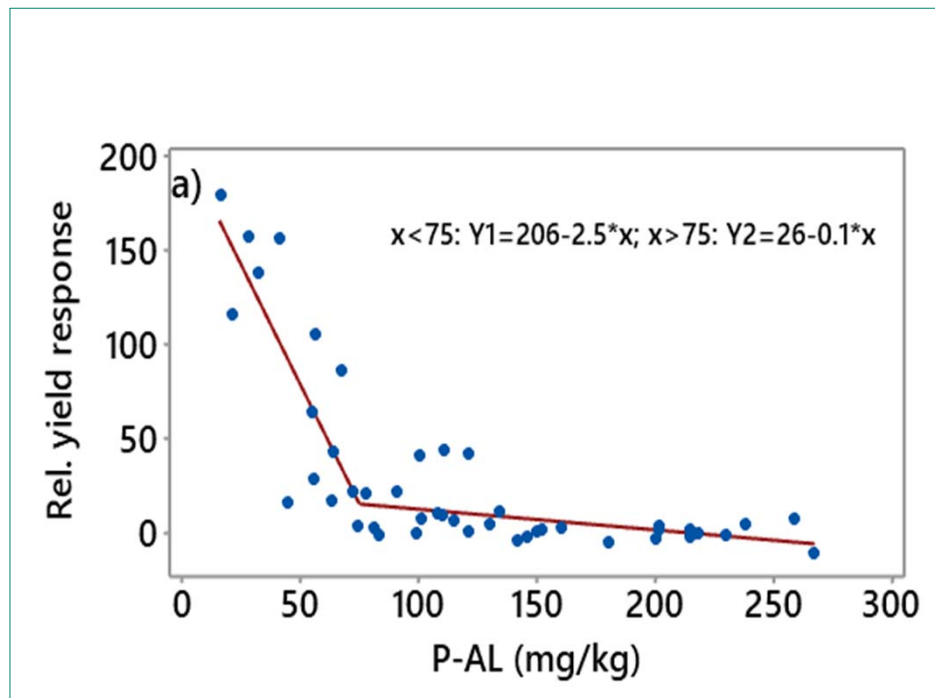


Ugjødsla: 5 g/potte. Med P: 14 g/potte

- Sammenhengen mellom P-AL og avling.
- Potteforsøk i 2011, 2013 og 2015
- Halvparten av pottene gjødslet med P, den andre ikke.
- Balansert med de andre næringsstoffene
- Høstet ved z 49.

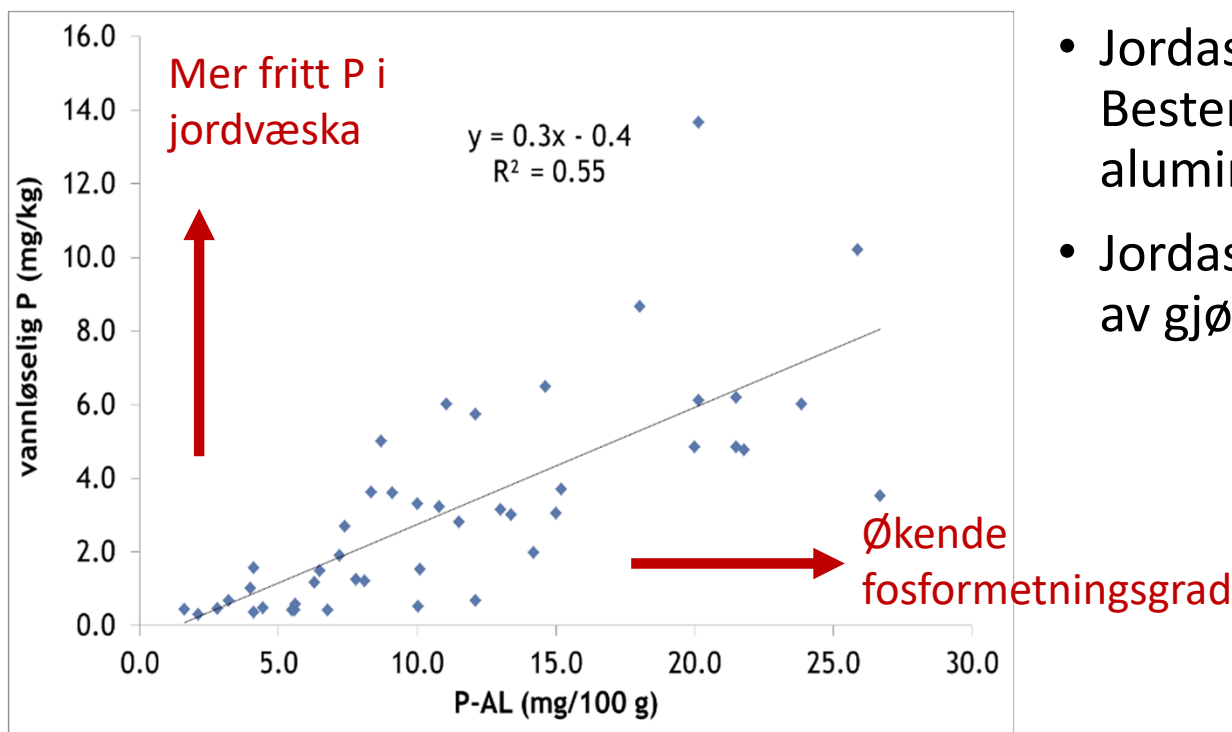


# Avlingsrespons for P-gjødsling – resultater potteforsøkene



Kristoffersen, A.Ø., Krogstad, T. & Øgaard, A.F. 2020. *Journal of Environmental Quality* 2020;1-10

# Sammenheng mellom P-AL og vannløselig P



- Jordas fosforbindingskapasitet: Bestemmes av jordas innhold av jern, aluminium, tekstur, pH og red-ox-forhold
- Jordas fosformetningsgrad: påvirkes mye av gjødslingspraksis

Kristoffersen, A.Ø., Krogstad, T. & Øgaard, A.F. 2020. *Journal of Environmental Quality* 2020;1-10

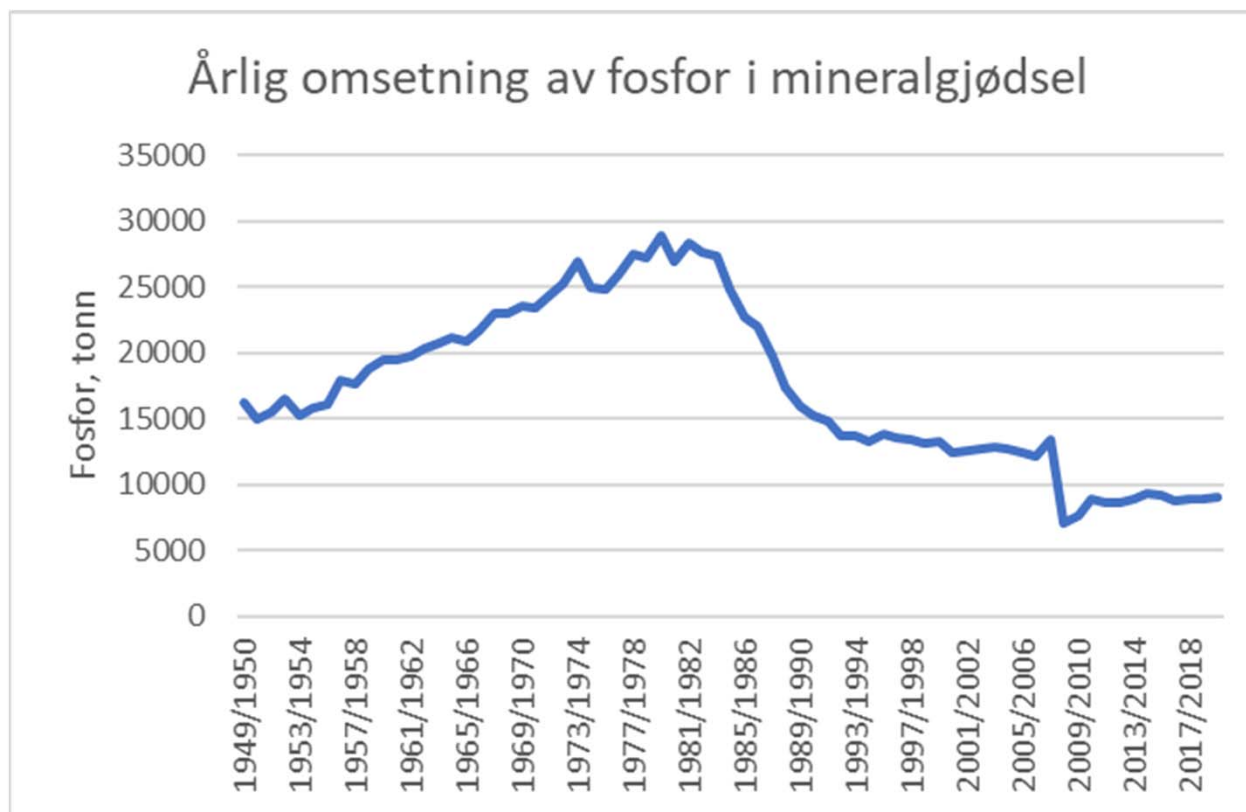
# Korreksjon etter P-AL

Gjelder for korn, oljevekster og gras

P-AL	Klasse	Anbefalt gjødsling
1-5	Lavt	Mer P enn det som fjernes med avling
5-7	Optimalt	Like mye P som fjernes med avling: Balansegjødsling
7-10	Moderat høyt	Mindre P enn det som fjernes med avling
10-14	Høyt	Mindre P enn det som fjernes med avling
> 14	Meget høyt	Ingen P-gjødsling

Gjødslingshåndboka, NIBIO

# Omsatt mengde fosfor i mineralgjødsel fra 1949



SSB

NIVA  
Norsk institutt for vannforskning

English Nettstedskart

SØK

Om NIVA Tjenester Forskning Ledige stillinger Kontakt Algekulturksamling

Forside > Nyheter > Algeoppblomstring i Mjøsa

**Kontakt**

Sigrud Haande  
Forsker  
NIVA  
Tel: +47 997 13 275  
Mail: [sigrud.haande@niva.no](mailto:sigrud.haande@niva.no)

Odd Henning Sluven  
Daglig leder og koordinator  
Vassdragsforbundet for Mjøsa  
med tilløpselver  
Tel: +47 950 59 073  
Mail: [fmopohs@fylkesmannen.no](mailto:fmopohs@fylkesmannen.no)


**Mer informasjon**

[Faktaark om cyanobakterier](#)

**Algeoppblomstring i Mjøsa**

Mjøsa har de seneste dagene fått en grønn farge flere steder. Dette skyldes oppblomstring av blågrønnalger (Cyanobakterier). Den aktuelle arten er identifisert som *Dolichospermum lemmermanni*, som potensielt kan produsere toksiner. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) analyserer nå vannprøver fra flere steder i Mjøsa og vil ha mer informasjon tidlig i uke 31.

I samråd med NIVAs oppdragsgjver, Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver, anbefales det at kommunene fraråder bading på badeplasser med slike algelag på overflaten inntil det er klart om disse algene er giftproduserende. Vannprøvene er til analyse hos NIVA i Forskningsparken i Oslo og svar forventes tirsdag 30. juli.



NRK TV NRK RÅD NRK


Nyheter Sport Kultur Humor Distrikt Mer

Logg inn Søk

Innlendt

**Forbyr bading i Norges største innsjø**

Flere kommuner langs Mjøsa stenger badeplassene sine i frykt for giftige alger.



Line Rosner Veit  
12.07.22

Hilena Helene Rogstad  
12.07.22

Publisert 12. juli 2022  
Oppdatert 13. juli 2022

Meny Kontakt Min side

**Stange kommune**

Hva kan vi hjelpe deg med?

Du er her: Forside Teknisk og miljø Blågrønnalger ved badeplasser i Mjøsa - bading frarådes

**Blågrønnalger ved badeplasser i Mjøsa - bading frarådes**

Det er observert oppblomstring av blågrønnalger flere steder i Mjøsa. Vannprøver viser tilstedeværelse av potensielt giftige alger. NIVA i samråd med Vassdragsforbundet fraråder bading på badeplasser med slike algelag på overflaten.

Vannprøver tatt den 24. juli av blågrønn algeoppblomstring i Mjøsa viser tilstedeværelse av såkalte Cyanobakterier.

Ferdig analyserte prøver bekrefter at algene inneholder bakterien *Dolichospermum lemmermanni*. Det er ikke enda bekreftet at denne bakterien inneholder toksiner. Grunnet tiden som trengs for ny prøveopparbeiding, vil det ikke foreligge svar på dette før tirsdag 30/7.



Dagbladet PLUS FAVIS

KJØP PLUS! LOGG INN MENY

Badevann-kvalitet:

**Slår alarm: - Kan bli farlig å bade**

I en forsk rapport slår forskere alarm om miljøsituasjonen i landets største innsjø. Det er grunn til bekymring for utviklingen av tilstanden i Mjøsa, sier seksjonaleder i Miljødirektoratet.



# Endring av fosforbalansen/P-reserver i jord

Fosforbalanse Kg P/daa/år	P-AL 25 → 20 år	P-AL 20 → 15 år	P-AL 15 → 10 år
-0,5	36	44	56
-1,0	18	22	58
-1,5	12	15	19
-2,0	9	11	14

*Kristoffersen & Øgaard 2017. Fosforgjødsling på jord med høyt fosforinnhold. NIBIO BOK 3(1)*



## Kalium i korn og halm

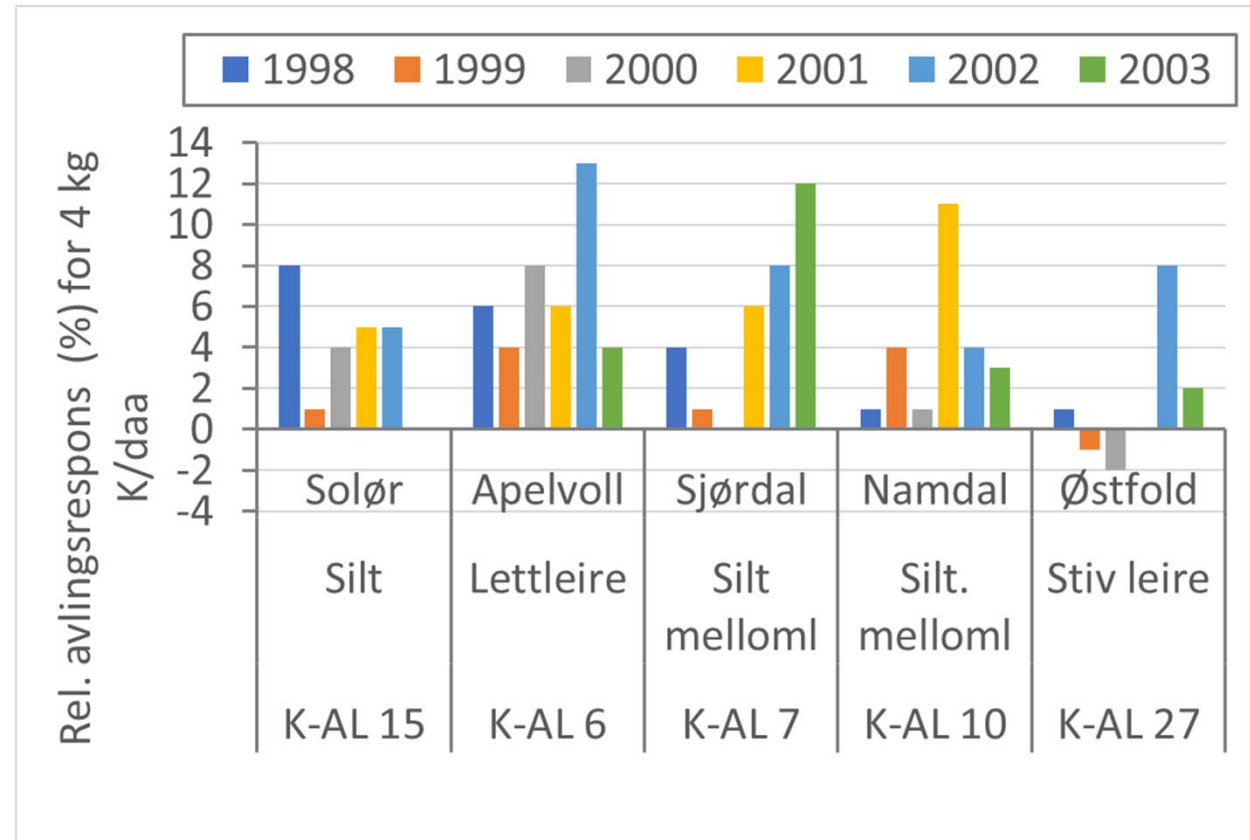
<b>Kalium % i kornet:</b>	<b>0.4</b>	<b>0.6</b>
Avling (kg/daa)	Fjernet K med avling	
400	1.2	1.9
600	1.8	2.8

<b>Kalium % i halmen:</b>	<b>0.8</b>	<b>1.2</b>
Halm-avling (40 %)	Fjernet K med halm	
227	1.8	2.7
340	2.7	4.1

Et avlingsnivå på 400-600 kg korn/daa tar opp 3-7 kg K/daa



## Fastliggende P- og K-serie 1998-2003



Hoel, B. m.fl. 2005. Flerårig forsøk med fosfor- og kaliumgjødsling til vårkorn. Jord- og Plantekultur 2005. Grønn kunnskap 9(1)





## Fastliggende P- og K-serie 1998-2003

- Ofte positive avlingsutslag for K-gjødsling på sand-/siltjord
- Liten respons for K-gjødsling på leirjord
- Liten sammenheng mellom K-AL og avling, men bedre mellom syreløselig K og avling

## Kalium - momenter

- K er bundet til leirmineralene og organisk materiale
- På sandjord vaskes K lett ut, og lite frigjøring
- På leirjord sjeldent K-mangel
- Forsøk gjennomført rundt 2010 viste at normen på 5 kg K/daa for 400 kg korn også passer for 500 kg korn.



# Høye gjødselpriser

## Hva kan gjøres?

- Behold mest mulig av halmen på jordet
- Bruk organisk gjødsel i størst mulig grad – husdyrgjødsel, biorest, oppdaterte analysebevis av næringsinnhold
- På lang sikt bør tilførsel og fjerning av P og K balanseres på gårdsnivå. På en næringsrik, leirholdig jord kan man fint utelate P og K en sesong, eller undergjødsle med P og K. NB! P-AL!!
- **Langsiktig: best mulig jordstruktur, høyt humusinnhold → gode forhold for røttene å utnytte hele jordvolumet og mer mineralisering av næringsstoffer**



# Høye gjødselpriser

## Hva kan gjøres?

- Delt gjødsling – tilpasse gjødsling til plantenes behov, spare gjødsel i år med lavt avlingspotensial og utnytte avlingspotensialet i gode år
- Mer belgvekster inn i omløpet – krever lite gjødsel
- P til høstkorn – enten gi på høsten, eller utelate/gjødsle med svært P-fattig gjødsel. Overflatespredd P er vanskelig for plantene å utnytte
- Vurdere fôrhvete på skifter hvor mathvetekvalitet ofte ikke oppnås
- Presisjongjødsling – fordeling av N innen skiftet





Takk for oppmerksomheten!