



Norsk senter for økologisk landbruk



RESTOR

Bærekraftig gjødsel

Studenter fra Høgskolen i Molde på Tingvoll-besøk
14.04 2023
Anne-Kristin Løes

FIMO



REGIONALE
FORSKNINGSFOND

MØRE OG ROMSDAL



Hvorfor trenger vi gjødning?

Hvilken rute er
gjødslet, rød eller gul?

Tomatplante
dyrket i kalket
torv uten annen
gjødning



Tomatplante
dyrket i kalket
torv med alle
næringsstoff som
planten trenger



Hva er gjødsel?

- **Næringsrikt materiale som brukes til å gi planter bedre vekst**
- Uorganisk og organisk gjødsel:
- «Kunstgjødsel» er uorganisk, laget av nitrogen som bindes fra luften og bindes til kalk (kalksalpeter, CaNO_3) eller ammoniumnitrat (NH_4NO_3), eller urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), organisk, men laget av uorganiske forbindelser. Nitrogengjødsel blandes med andre mineraler plantene trenger: P, K, S, Mg, Ca (og mikronæring som Fe, Cu, Zn, B....)
- Organisk gjødsel er framstilt av organisk materiale, brytes ned til karbon og mineraler, men organiske molekyler kan tas opp av plantene
- Det fins også blandinger: Organo-mineralsk gjødsel
- Eksempler på mineralsk gjødsel?
- Eksempler på organisk gjødsel?



Om nitrogen (N)

Nitrogen (N): Gass ved romtemperatur, lite reaktiv (N_2)

Utgjør 78% av atmosfæren (som ellers har 21% O_2 , 1% edelgasser og 0,04% CO_2)

Navnet betyr «som danner salpeter» (nitrum)

Andre navn: Kvælstof (dansk); dyr kan ikke overleve med bare N i lufta; luft med høy N konsentrasjon slukker flammer

Azote (fransk); betyr livløs

Kaliumnitrat dannes i naturen ved nedbrytning av N-holdig organisk materiale i kaliumrik jord. Naturlige forekomster i subtropiske land (Bengal – India; Kina). Forekommer i Europa (Ungarn, Spania, Russland).

Svært reaktivt stoff når det foreligger i andre former enn N_2

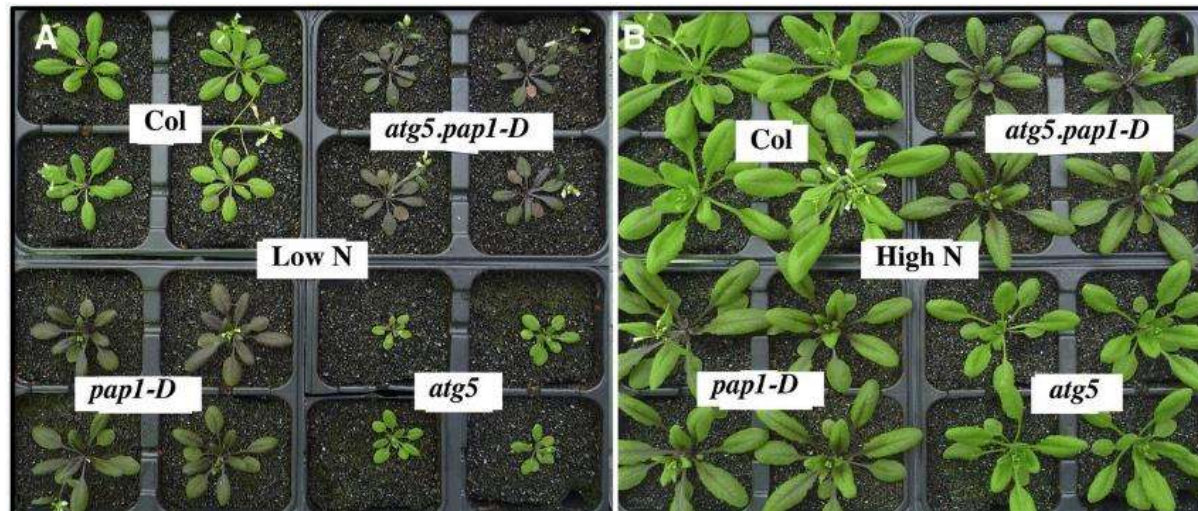
Organisk og uorganisk

Fast stoff, gass, og løselig i vann!



Krystaller av kaliumnitrat (salpeter)

N: Det viktigste plantenæringsstoffet



NPK
25-2-6



En rundball veier 750 kg. Hvor mye N inneholder den?

33% TS = 250 kg TS

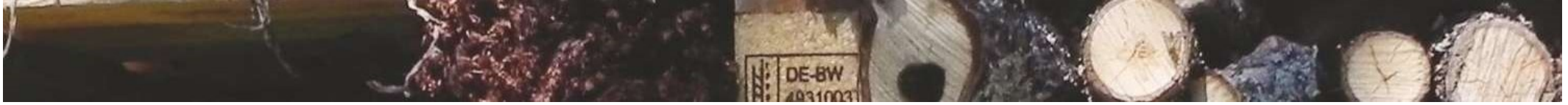
130 g protein/kg TS

16% N i protein

Hvor mange kg N i en rundball med disse forutsetningene?

Ca. 5 kg N i en rundball (20 g N/kg TS)

Med 4 rundballer/daa er bonden fornøyd - gjødsler kanskje med 25-30 kg N/daa



N vil gjerne tilbake til naturen

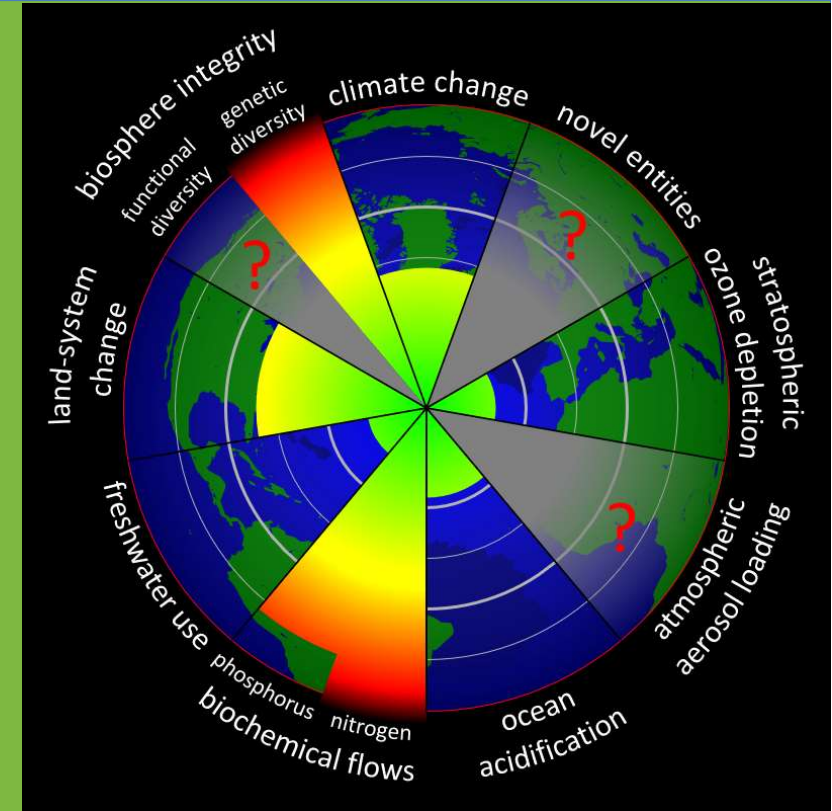
- N-rikt materiale brytes lett ned i naturen: N er en hoveddel av alle proteiner (16 % N i protein); alle nedbrytere er sultne på N
- Mineralsk N (NO_3^- , NH_4^+) løses lett i vann
- Mange nedbrytningsprosesser innebærer risiko for tap av N som gass eller ved utvasking
- Jo mer N vi endrer fra N_2 til andre former, jo mer reaktivt N vil det bli i luft, jord og vann

Fra avfall til ny vekst



Overskudd av reaktivt N – en av de mest alvorlige truslene mot planetens tålegrenser

- Ikke-reaktivt N₂ gjøres reaktivt gjennom forbrenning av fossilt brennstoff, annen forbrenning, gjødselproduksjon, og biologisk N-fiksering
- Produksjon av kunstgjødsel-N er en sterkt medvirkende årsak til at tålegrensen overskrides for N
- Lystgass (N₂O) er en alvorlig klimagass; ca. 300 x CO₂
- N-oksider og ammoniakk gir forsurening, ødelegger sårbare biotoper (overgjødsling) og bidrar til eutrofiering, spesielt i saltvann



Kilde: Rockström et al 2009/wikipedia:
Planetary boundaries



Oksygenmangel, død havbunn i Østersjøen,
trådalger dekker brunalgene, dårlig oppvekst-
og leveområde for fisk og andre dyr

Om fosfor (P)

Rødt fosfor,
lite reaktivt

Dannes ved
å bestråle
hvitt P med
UV lys



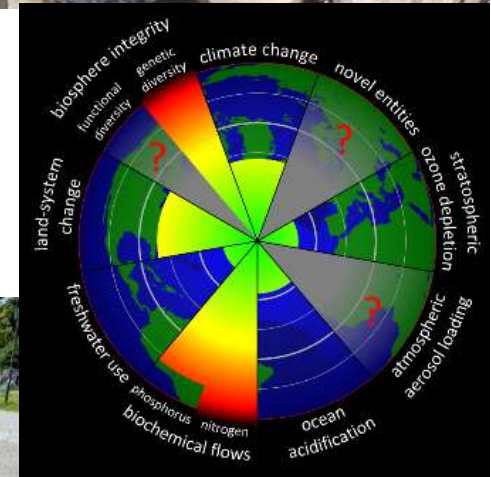
- Navn fra gresk: «lysbærer», pga. hvitt P reagerer med oksygen og danner lys
- Finnes i fast form (sammen med oksygen- fosfater), eller løst i vann. Ikke i gassform
- Finnes ikke i fri form i naturen, bare i (mange!) kjemiske forbindelser, **organiske og uorganiske**
- Tidlig kjemi: Isolert fra urin (Hamburg 1669), eller fra aske av bein (Sverige 1770)
- Reservene er svært begrenset, sedimentære bergarter (råfosfat) – nok til 100 års forbruk av gjødsel?
- Gode muligheter for gjenbruk: Urin og kloakkslam, slakteavfall inkl. fisk, bedre utnyttelse av husdyrgjødsel inkl. fiskeslam
- P utvinnes hovedsakelig for å brukes som gjødsel, men har vært brukt i vaskemidler, og til andre formål (eks. fyrstikker, bakepulver)
- Svært viktig element i biologien: inngår i bein og tenner, men også i energisystemet i cellene (ATP/ADP), og i fosfolipider (cellemembraner)

Fosfor er en begrenset ressurs, med stort forurensningspotensial

Giftige blågrønnalger i Mjøsa sommeren 2021



Dagbrudd for råfosfat, Nord Afrika
Lokalt store utfordringer med forurensning,
og politiske konflikter (hvem eier ressursen?)



Både for N og P er planetary boundaries kraftig overskredet! (Rockström 2009)



Om kalium (K)

- Kalium er et vanlig grunnstoff i jord, fjell og vann, mens finnes aldri i ren form siden det reagerer svært lett med andre elementer (KCl, K_2SO_4 ..)
- Engelsk: «potash»; stoffet ble oppdaget ved analyse av aske (ash) fra planter. Kalium er det latinske navnet på potash via arabisk «al-qalya» (alkali)
- Tidligere utvunnet ved å vaske ut treaske (KOH) og fordampe vannet; man brukte store kjeler (pots)
- Den faste delen av jordskorpa inneholder ca. 2 % K; 1-2% K er vanlig i åkerjord
- Kalium er lett oppløselig og svært mobilt, men kan også bindes i tyngre løselig form (feltspat, granitt...)
- K i planter regulerer celletrykket og bidrar til pH regulering, men bygges ikke inn i faste organiske forbindelser (dvs. kan lett vaskes ut av døende plantemateriale)



Kaliumsulfat
(arkanitt)



Mer vanlig mineral:
kalium-magnesium-
sulfat-klorid (kainitt),
dannet i marine
avsetninger



N, P og K

- Sammen med N er K det næringsstoffet planter tar opp mest av:
- 2-4% av tørrstoffet (TS) i planter er K
- Like mye er N
- P utgjør 0,2-0,5% av TS





Hva kan vi gjødsle med som kommer fra havet?



Havna i Kristiansund – by ved hav - ca. 1980

Utgangspunkt for NORSØK sitt arbeid med marine restråstoff til gjødsel, siden 2017:

- Tilgjengelig i Møre og Romsdal (fylket ønsker lokal verdiskaping)
- Restråstoff fra industriell produksjon som per i dag ikke har noen betalt anvendelse (går til forbrenning eller biogass)
- Det kan være vel så bra å bruke gjødsel fra havet, som tørka fjørfegjødsel fra konvensjonell produksjon





Utfordringer med restråstoff: Verdipyramide



Alle vil jobbe i toppen av pyramiden.....

og samtidig er det stor konkurranse/uforutsigbar råvaresituasjon også i bunnen av pyramiden

Produkt	Kalksalpeter 15,5 % N	Fjørfe gjødsel Mariehøne 8-4-5	Labb hundefôr
Pris/kg, kr	3	3,50	26,60
Pris/kg N, kr	19,35	43,57	1064

Kilopris på N i ulike materialer sier noe om hva vi er villige til å betale for



Aktuelt til gjødsel: Fiskebein og algefiber



- Fiskebein: Masse N, P og Ca
- Algefiber: Masse K, Mg og en del S
- Til sammen veldig bra?
- Tja, det følger med noe på lasset:
Klor, natrium, arsen, kadmium



Hvor får vi dette fra?

- Algefiber er et restprodukt når Algea AS (på Vikan) lager flytende ekstrakt av grisetang, om høstes med båter langs kysten, tørkes, males opp og ekstraheres med syrer og baser i fabrikk på Vikan (Brunsvika)



Restprodukt
algefiber





«Fiskebein» = Beinrikt restråstoff fra hvitfisk (torsk, sei, hyse, lange, brosme..)



Avskjær fra produksjon av klippfisk, Sigurd Folland AS, Averøy

Tidligere brukt til pelsdyrfôr



Kvernet opp og brukt som gjødsel, Tingvoll



Rester av hvitfisk kan også hydrolyseres med maursyre (pH < 4)



Lab skala, fra toppen og ned:
Olje,
løselige proteiner,
sedimenter



Industriskala hydrolysetank



Sedimenter i palletank (1m³), ca. 50% DM

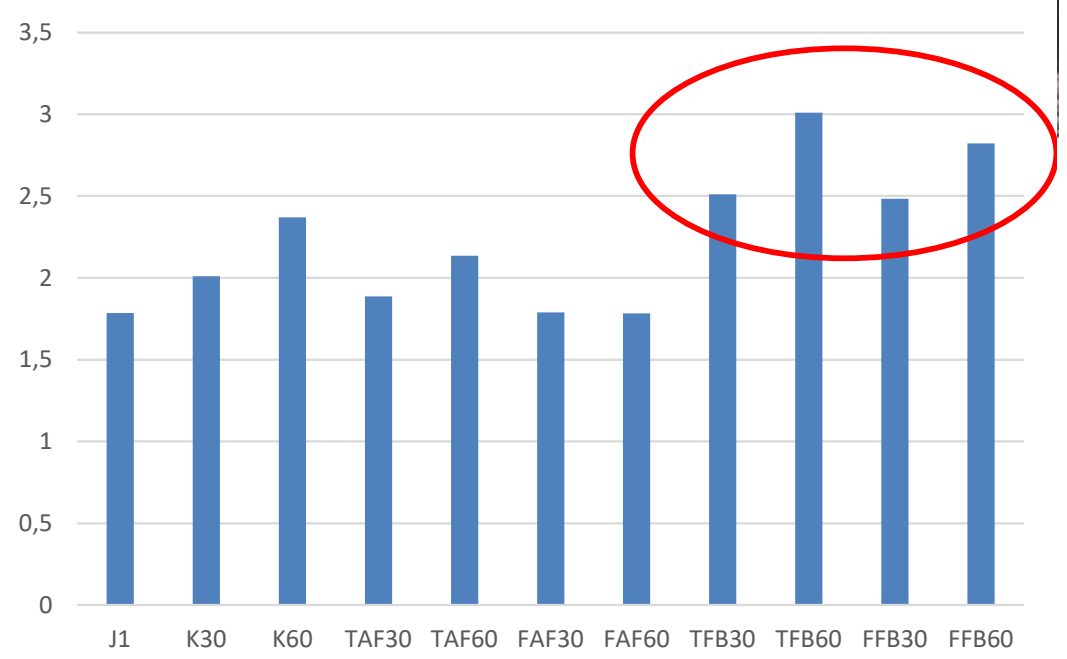


Sedimenter etter tørking og solding, klare til gjødsling i felt

Hva inneholder produktene?

	Algefiber	Fiskebein (frosne)
TS, %	32	53
Glødetap, % av TS	55	34
Organisk C (% av TS)	31	15
C/N	21	3
N (g/kg TS)	15	50
P-Olsen (mg/100 g)	49,9	472
P (total) (g/kg TS)	2,5	120
Ca (g/kg TS)	68	300
K (g/kg TS)	130	1,7
Mg (g/kg TS)	25	3,8
S (g/kg TS)	15	2,8
pH	9,6	6,9
As (mg/kg TS)	33	1,3
Cd (mg/kg TS)	0,9 (grense kl.1 = 0,8)	< 0,1

Kalksalpeter:
155 g N/kg TS



Samlet tørrvekt av 5 høstinger, g per potte

Marin gjødsel- forsøk og resultater

Potteforsøk med raigras 2018, 5 høstinger: Hver behandling fikk like mye N, enten med algefiber eller med fiskebein, unntatt kontrollen som ikke fikk noe.



Feltforsøk i 2019 -2022

Hvordan gjør man forsøk i felt?

- Man må vite hva man vil undersøke
- **Behandlingene** må kunne sammenliknes
- Behandlingene må **gjentas** (ofte 3 gjentak inne, 4 gjentak ute)
- Hver **forsøksenhet** (rute, potte e.l.) fordeles tilfeldig innenfor ett gjentak (blokk)
- Vi tilførte **like mye N** til hver behandling (unntatt ugjødslet kontroll)

AF	Mix	FB	GO	K0	} Blokk (gjentak)
GO	K0	AF	Mix	FB	
AF	FB	K0	Mix	GO	
K0	AF	FB	GO	Mix	
Mix	GO	AF	K0	FB	

Forsøksrute (behandling)



Forsøksplan 2019: Hver for seg og mix

(potteforsøk 2018: bare hver for seg)

Gjødsel tilsvarende 16 kg N/daa

tilført med

- Grønn Øko hønsegjødsel (GO)
- Algefiber (AF) (ca 4 kg/m² = 4 tonn/daa)
- Fiskebein (FB)

eller

- 70% N fra FB og 30% fra AF (Mix)
- Og så tok vi med et forsøksledd uten gjødsel (Kontroll, K0).

4 gjentak, forsøksvekst havre med gjenlegg til eng, ettervirkning målt i eng i 2020-2022.

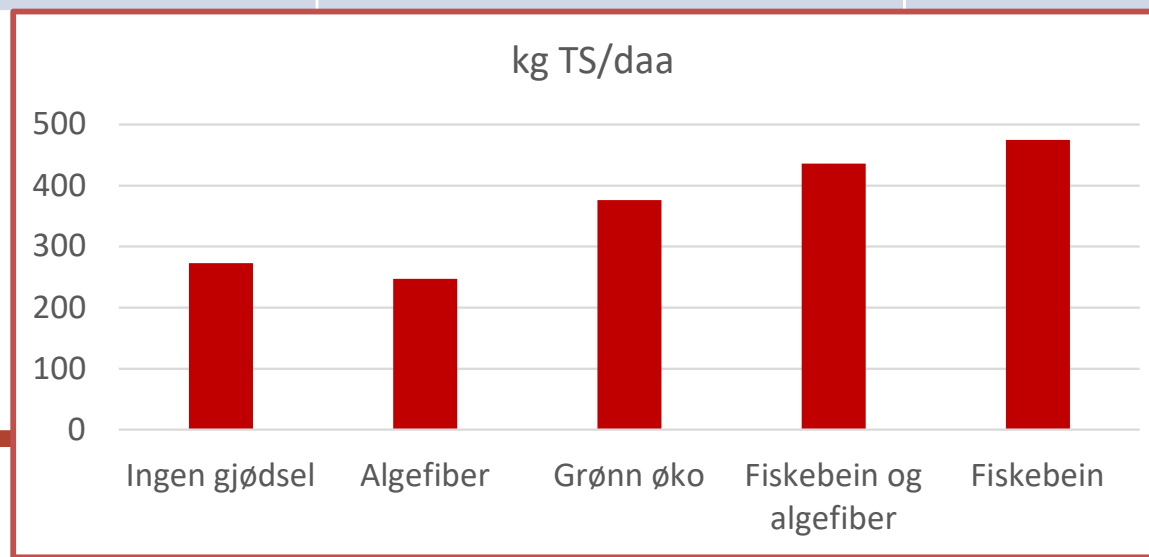
Dessuten et utendørs potteforsøk rett ved siden av feltforsøket, med havre og purre og to N nivå.

AF	Mix	FB	GO	K0
GO	K0	AF	Mix	FB
AF	FB	K0	Mix	GO
K0	AF	FB	GO	Mix



Mest havre med fiskebein (2019)

Behandling	Avling, kg TS/daa	Meravling i fht kontroll, %
Kontroll, ingen gjødsel	273	
Algefiber	247	-9
Grønn Øko	376	38
Mix (fiskebein+algefiber)	436	60
Fiskebein	475	74

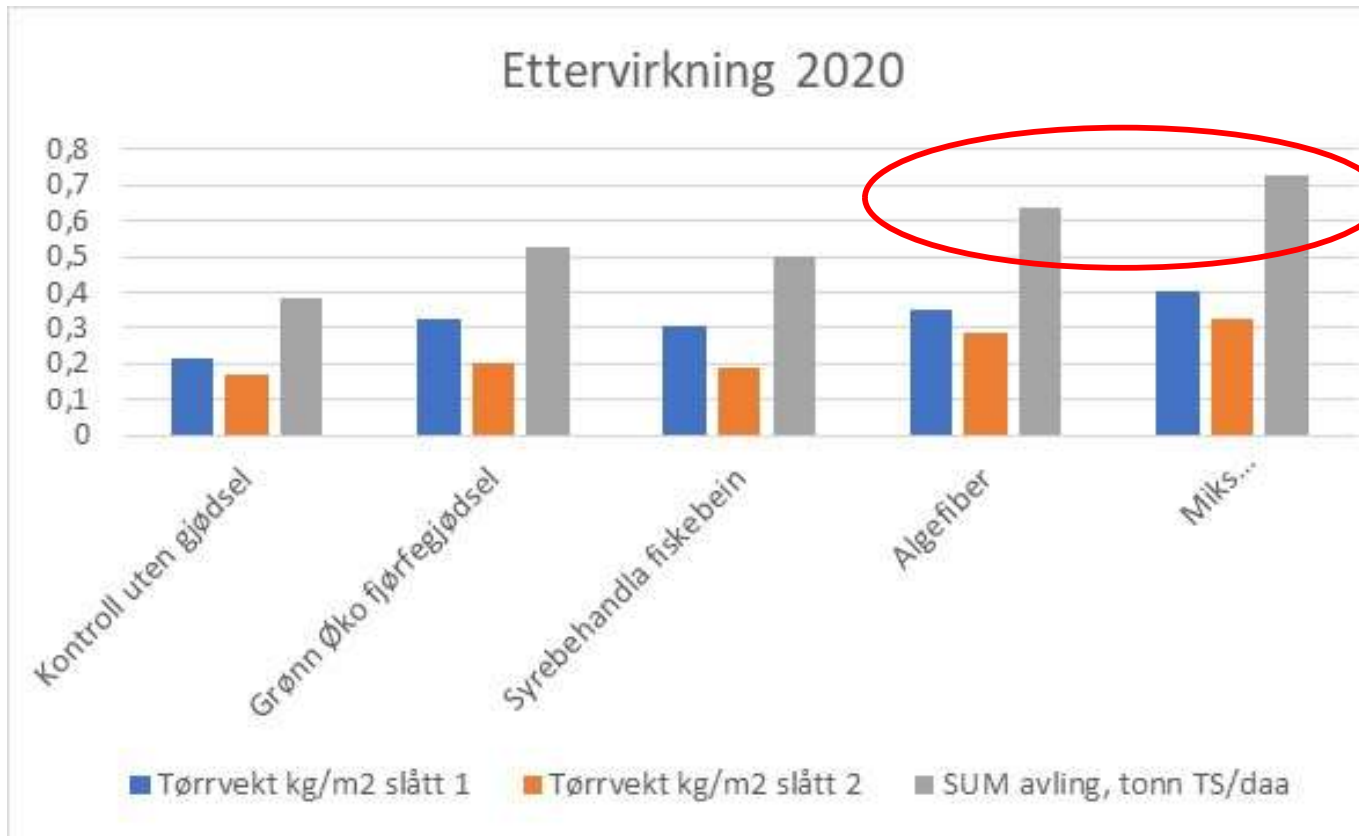




Utendørs potteforsøk 2019:
Purre, med lang veksttid,
utnyttet næringa i algefiber (Mix ga mest)

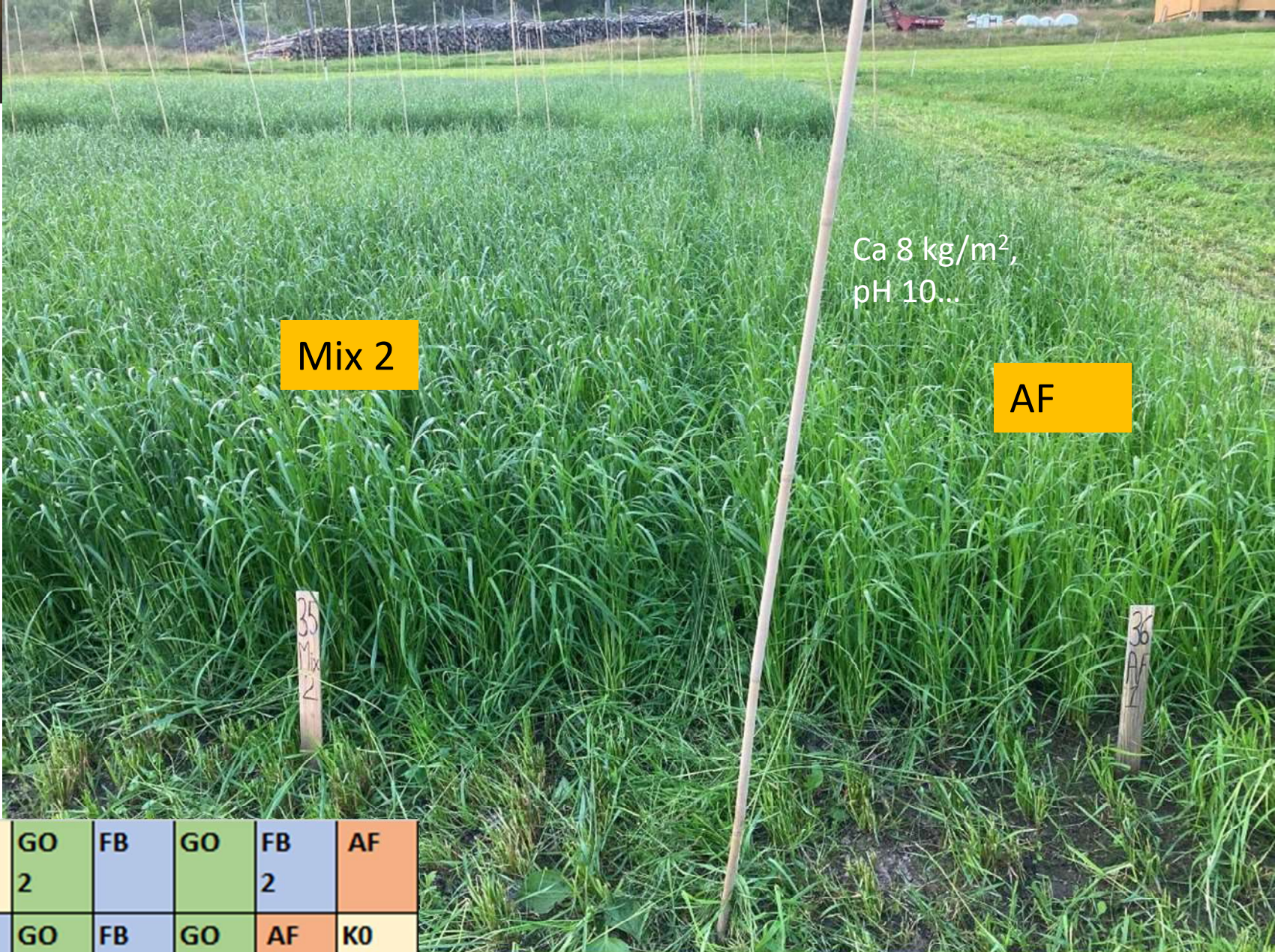


2020-22: Svært god ettervirkning av algefiber



2020: Feltforsøk med raigras, 4 høstinger, to N-nivå, 30 og 60 kg N/daa

9 behandlinger, 4 gjentak

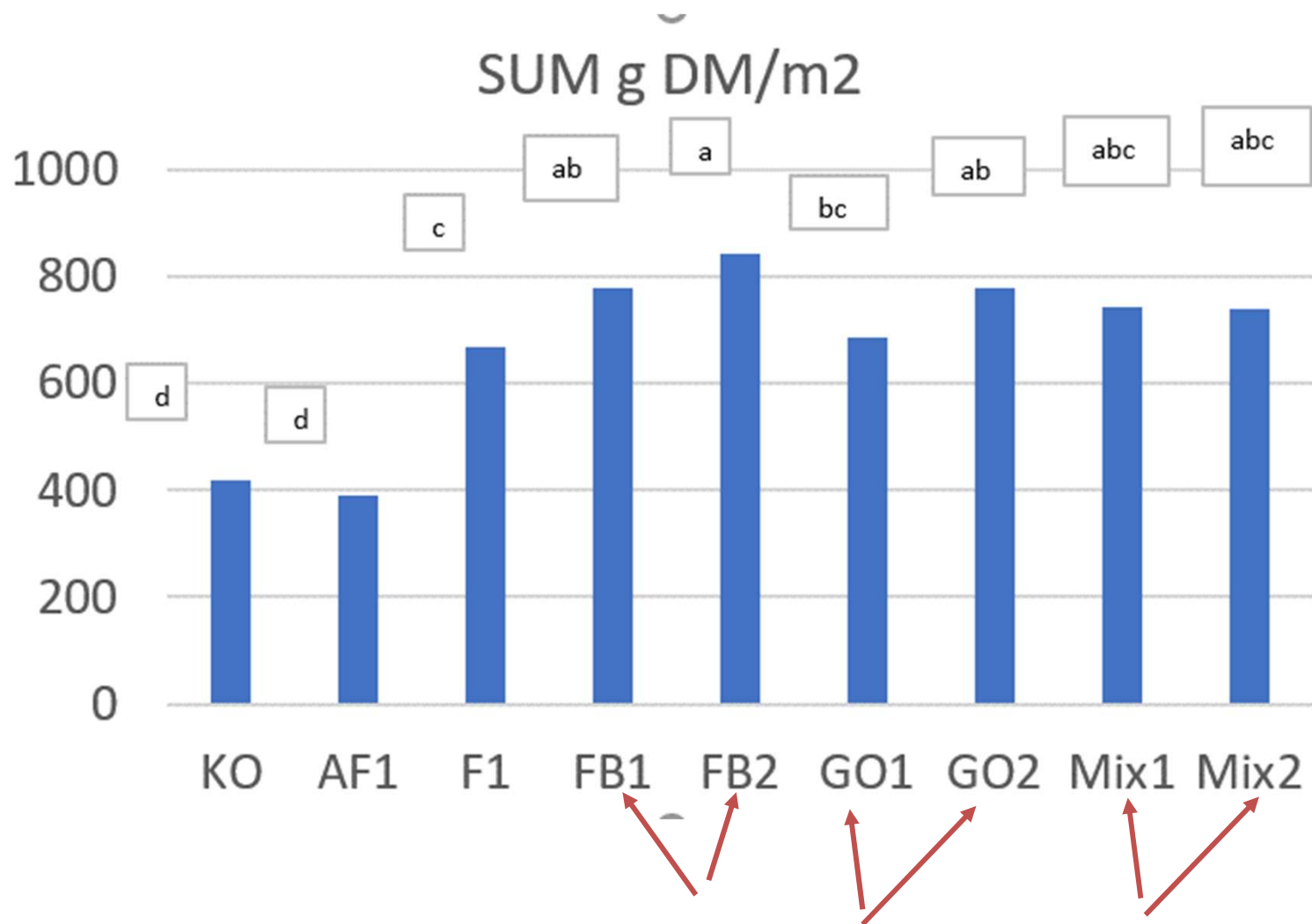


Mix 2	Mix	F	K0	GO 2	FB	GO	FB 2	AF
Mix	F	Mix 2	FB	GO 2	FB 2	GO	AF	K0
AF	FB 2	Mix	FB	GO 2	F	Mix 2	K0	GO
GO	K0	F	GO 2	FB	FB 2	Mix	Mix 2	AF





Raigras, sum for 4 slåtter ca. 800 kg DM/daa



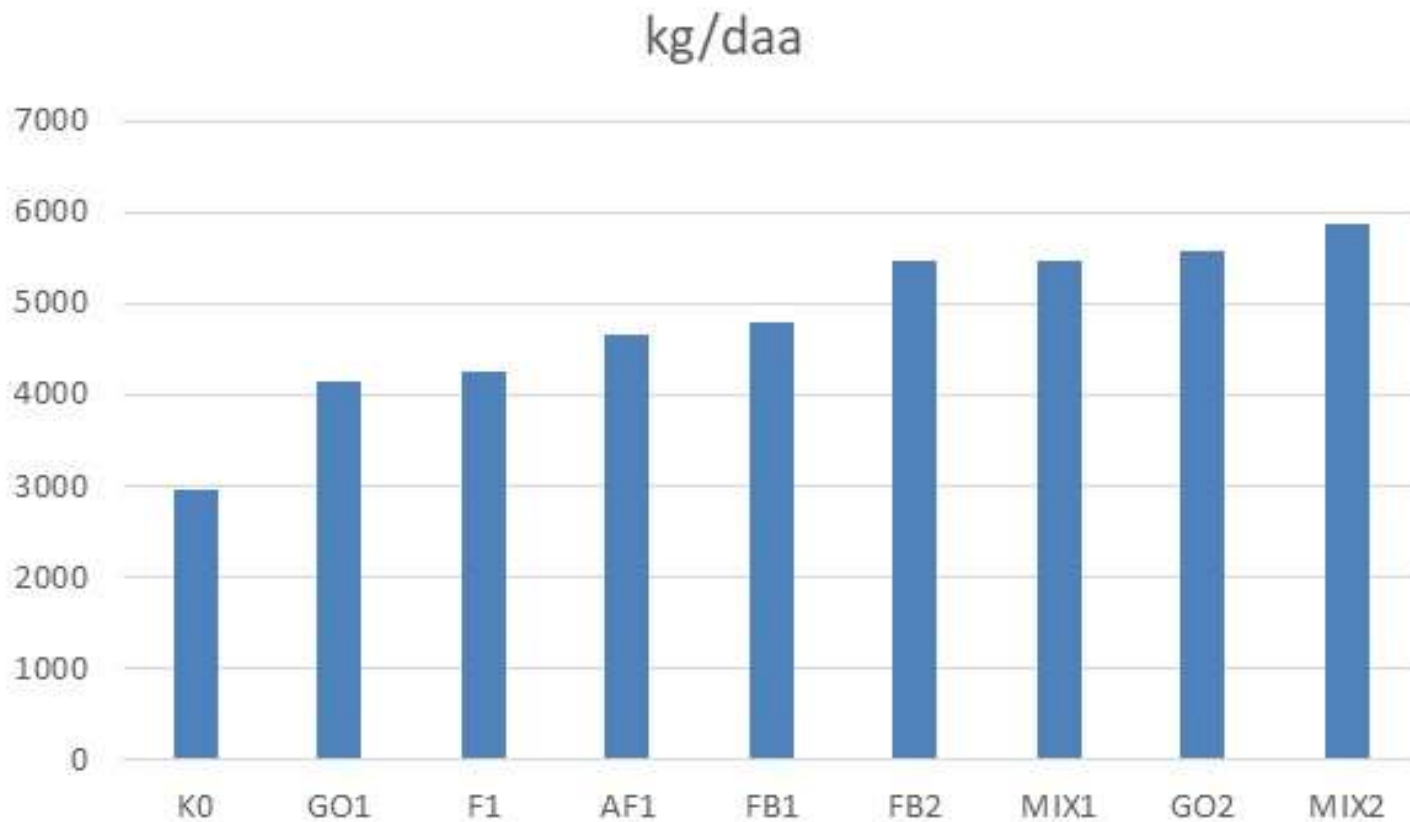
- K0= no fertiliser
- AF= 300 kg N/ha in algae fibre
- F1= 300 kg N/ha in fresh ground fish bones
- FB1, 2 = 300 and 600 kg N/ha in acid-conserved fish bones
- GO1, 2 = 300 and 600 kg N/ha in poultry manure
- Mix 1, 2 = 300 and 600 kg N/ha in AF+ FB where 30% N is from AF and 70% from FB

«Ikke gjør dette hjemme»... 60 kg/daa var alt for mye N
Liten effekt av algefiber i slått 1, 2 og 3



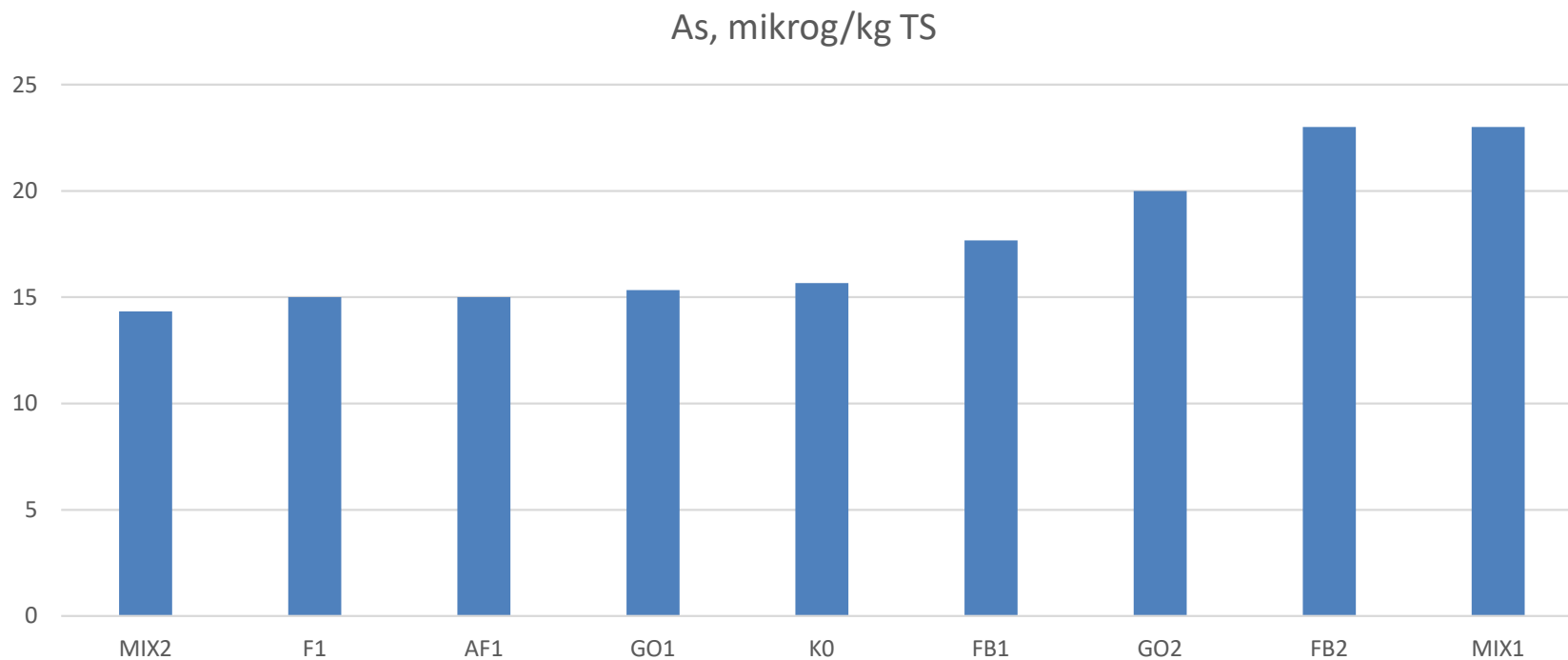


Ettervirkning i 2021 målt i poteter





.. det var ikke mer As (eller Cd)
i poteter gjødsla med algefiber, selv om det
ble mer As og cd i jorda



Kina: Opp til 0,5 mg As per kg FERSKVEKT av grønnsaker kan aksepteres;
dvs. 25 mg /kg TS, ca 1000 ganger mer enn vi fant i våre poteter

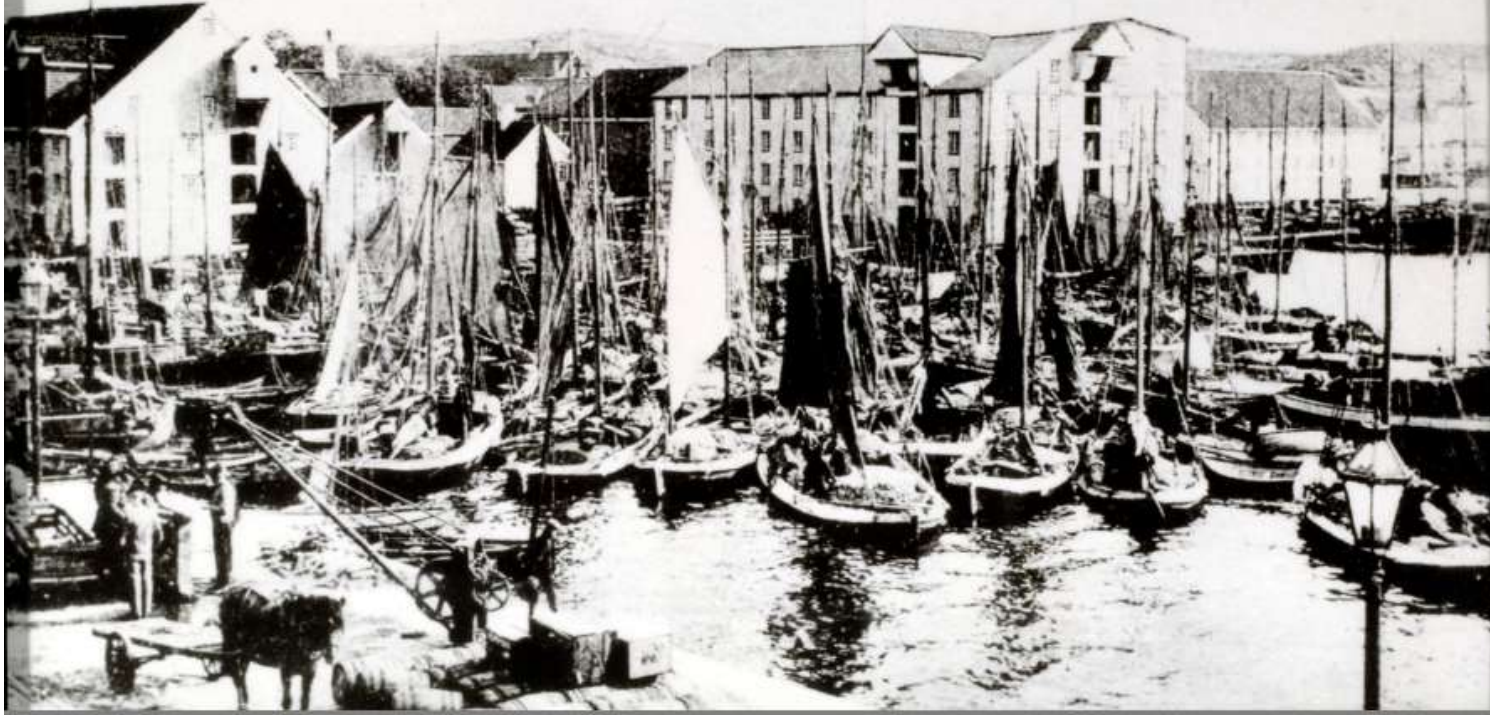
Gjødsel fra havet er ikke noe nytt

- For 120 år siden var det flere guanofabrikker i Midt-Norge som eksporterte fosfatgjødsel f.eks. lagd av akkar, f.eks. i Kristvika på Averøy:

I 1873-74 bygde «Deutsche Polar Schiffahrt Gesellschaft» en landbasert hvalstasjon og guanofabrikk i Kristvika og dette ble starten på en periode med industri på området som vedvarer i dag. Eiendommene i Kristvika ble videresolgt i 1876 til Christian Johnsen i Kristiansund. Han videreførte tyskenes guanofabrikk, og startet i tillegg produksjon av fiskelim, kasser og tønner. Etter Chr. Johnsens død i 1893 skiftet bedriften hender flere ganger innad i familien, før det ble overtatt av Christian Johnsens barnebarn med samme navn i 1927. Firmaet endret da navn til Kristvik fabrikk a/s og hovedgjødselen ble nå fiskemjøl. Etter hvert fokuserte bedriften på kun å opparbeide biprodukter fra limfabrikken. Firmaet ble solgt ut av Johnsen-slekten til Brødrene Alnæs på midten av 50-tallet. De videreførte limproduksjonen en tid, men startet så opp en sildoljefabrikk. Denne ble nedlagt da sildebestanden sviktet på 60-tallet. Eiendommen gikk så over til Averøy kommune før Skretting a/s overtok lokalene og begynte med framstilling av fiskefôr.



Tørka torskehoder, klare for produksjon av «guano», Steilnes i Finnmark, 1916



Fosnareis, stevne

Fiskerbønder i Johnsenhuken på deres årlige tur til **Kristiansund** for levering av **guano, klippfisk og tørrfisk**. Her ser vi Johnsenhuken full av fartøy. De kom alle sammen seilende med hele familien og bodde ombord i båtene. Disse seilturene sluttet trolig i tiden rundt 1. verdenskrig. Fra Nordmøre Museums fotosamlinger, tidfestet til 1900-1910.

Byen ved havet
utnyttet
ressursene
bedre i 1910
enn i dag



Kan vi endre
på dette?