



Knowledge grows

Kan ressurser i slam brukes i mineralgjødning

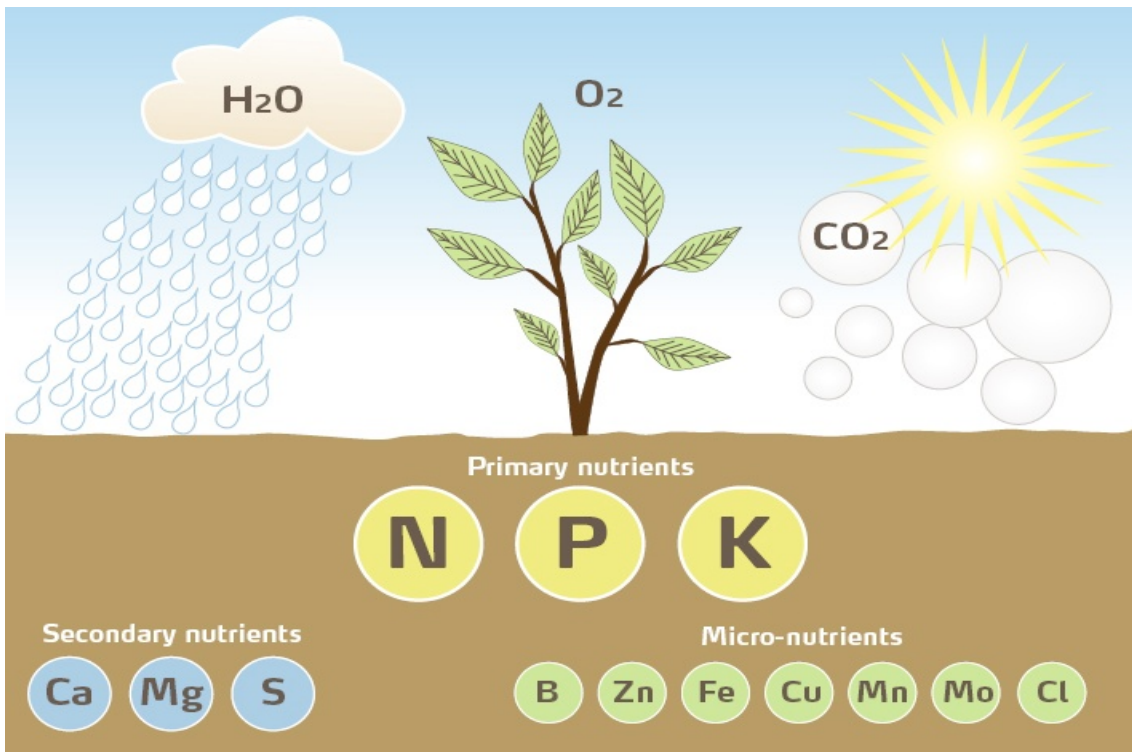
Fagtreff Vannforeningen, 15.02.21
Avløpsslam – hva skjer'a



Innhold

- Hvorfor trenger vi mineralgjødning
- Hva er mineralgjødning
- Fokus på fosfor
- Produksjon av NPK
- Fosfor-kilder i Yara's NPK produksjon
- Resirkulerte fosfor-kilder
- Oppsummering

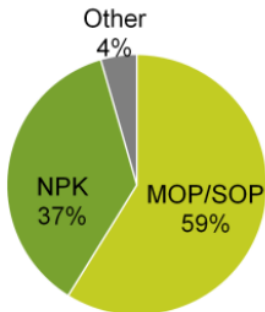
Næringsssalter essensielt for plantevekst



- ✓ Planter trenger energi (lys), CO_2 , vann og mineraler for å vokse
- ✓ De primære mineralene eller næringssaltene er nitrogen, fosfor og kalium
- ✓ I tillegg er sekundære næringsssalter som kalsium, magnesium og svovel nødvendig for optimal vekst
- ✓ Hvert næringsssalt har en unik funksjon som ikke kan erstattes av et annet næringsssalt

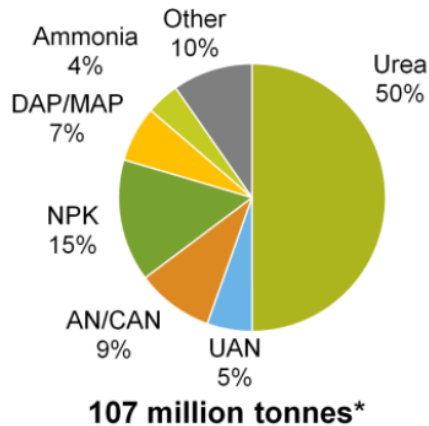
Globale mineralgjødsel produkter

Potash K_2O



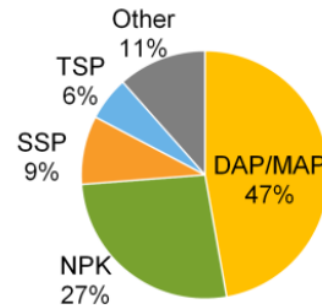
34 million tonnes

Nitrogen N



107 million tonnes*

Phosphate P_2O_5



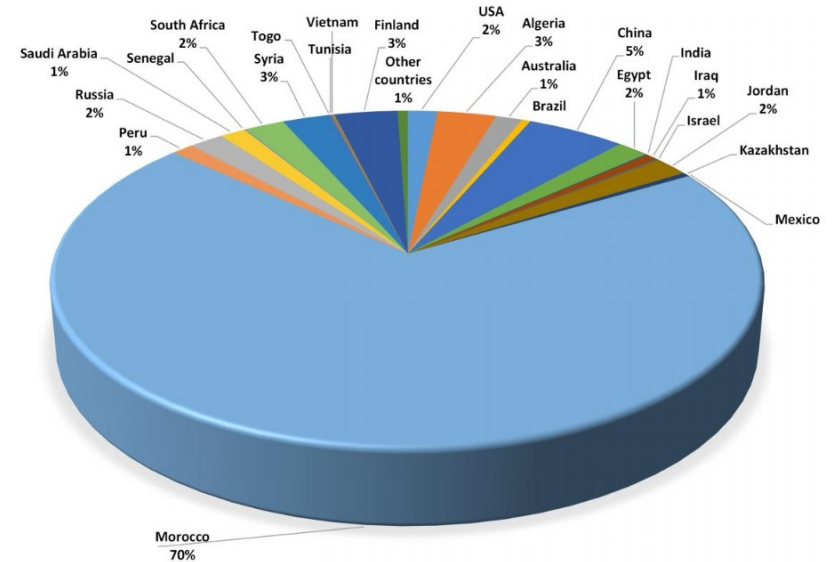
45 million tonnes

Source: IFA 2016 (nutrient totals) and 2015 (product split) * Does not include industrial nitrogen applications

Verdens fosfor ressurser

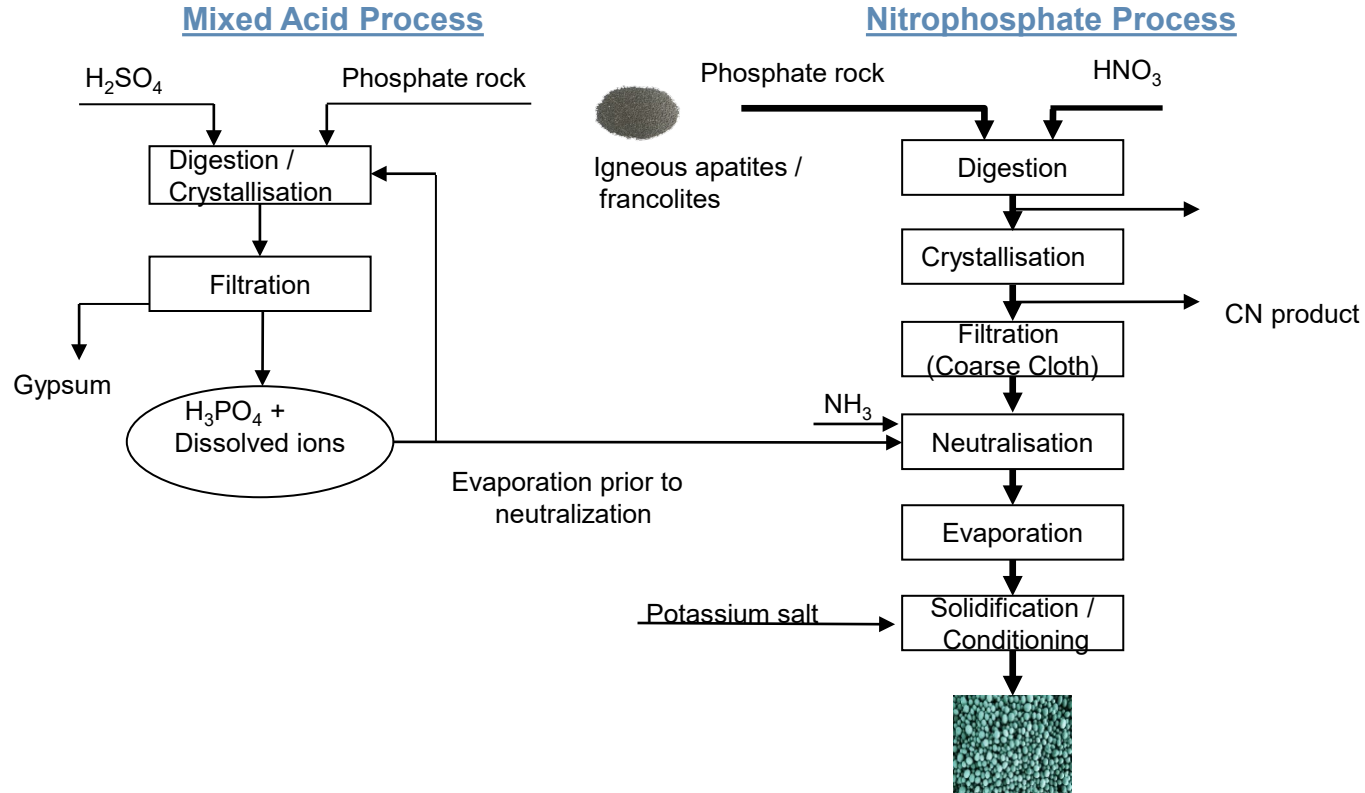
Er vi i ferd med å «gå tom» for fosfor?

- Viktig å skille mellom reserver og ressurser
- Fosforreserver er den delen av fosforressursen som er sannsynlig å utvinne med eksisterende teknologi og dagens prisnivå.
- Fosforressurser er verdens påviste fosforforekomster inkludert de som krever store investeringer i infrastruktur samt teknologiske fremskritt.
- Fosfor er satt opp på EUs liste over kritiske råvarer. Årsaken til dette er hovedsakelig at utnyttelsen og gjenbruken av fosforet er for dårlig, samt at Europa er helt avhengig av import.



<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=57259468>

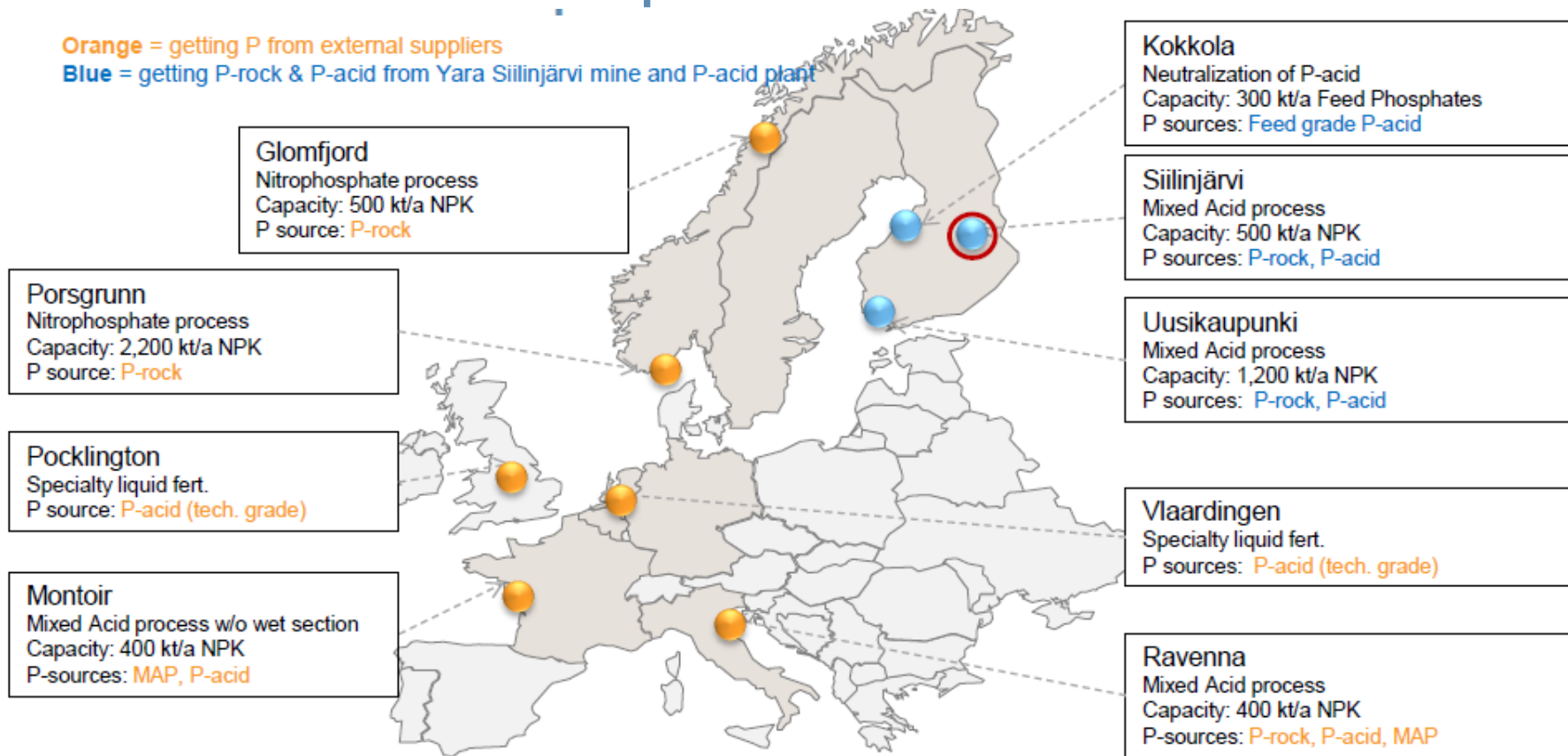
NPK Produktionsprozesser



Yaras NPK fabrikker i Europa

Orange = getting P from external suppliers

Blue = getting P-rock & P-acid from Yara Siilinjärvi mine and P-acid plant



Yara Porsgrunn

- ✓ Yara Porsgrunn produserer årlig 2,2 millioner tonn med NPK.
- ✓ I produksjonen av dette brukes årlig 105.000 tonn med fosfor (P) som tilsvarer ca. 700.000 tonn apatitt (fosfatstein)



Sedimentær vs Vulkansk Apatitt

- 80-85% av verdens produksjon er fra sedimentære bergarter, og mer enn 95% av reservene er sedimentære bergarter.

Vulkansk Apatitt



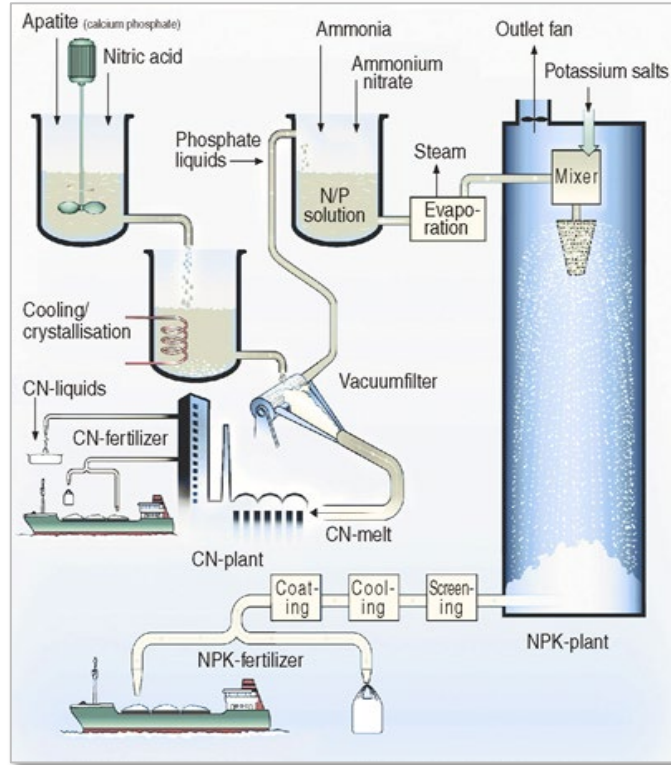
Apatite: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$
P, % : 16-17.5
Ca/P : 2.2-2.3
F, % : 2.4-3.2
 CO_2 , % : 0.1-0.5
Cd: < 10 mg/kg P
Org.mat: < 0.1 %

Sedimentær Apatitt



Apatite: $\text{Ca}_{10}(\text{NaMg})(\text{PO}_4)_6((\text{CO}_3)(\text{CO}_3\text{F})(\text{SO}_4))\text{F}_2$
P, % : 2 - 14
Ca/P : 2.3 +
F, % : 3.5 – 3.9
 CO_2 , % : 1 - 5
Cd: > 50 – 500 mg/kg P
Heavy metals/
Radioactivity: High
Org.mat: 0.1 - 5 %

Utfordringer i produksjon med «lav-kvalitets» fosfat



- **Redusert produksjons kapasitet:** P innhold
- **Økt energiforbruk:** % vann
- **Skumming:** CO₂, Organiske forbindelser
- **Erosjon:** Syreuløselige partikler
- **Viskositet:** Fe, Mg og Al
- **Utslipp:** Cl, NO_x, N₂O, CO₂
- **Sikkerhet:** Organiske forbindelser, Cu, Cl
- **Produktsammensetning:** P innhold, uløst
- **Tungmetaller:** Cd, As, Pb, Cr, Hg and Ni
- **Fargevariasjon**

Produktkvalitet

NPK bulk blends

A mix of products with different spreading properties



Risk of segregation and uneven spreading

Compound NPKs

All nutrients in each and every particle



Even spreading of all nutrients

YaraMila®

12-10-10

YaraMila 12-10-10

Total Nitrogen (N)	12.0%	Total Potassium (K)	10.0%
Nitrate Nitrogen (NO ₃)	3.7%	Magnesium (Mg)	1.0%
Ammonium Nitrogen (NH ₄)	8.9%	Sulphur (S)	2.0%
Total Phosphorus (P)	10.0%	Iron (Fe)	0.15%
Soluble Phosphorus	8.9%	Zinc (Zn)	0.007%

Completeness

Every granule of YaraMila contains total N, P, K nutrition. The YaraMila products also contains sulfur and micronutrients.

Balanced source of nitrogen

YaraMila products include a balance of nitrate and ammonium nitrogen, making the products significantly more effective than urea of ammonium based fertilizers per unit of nitrogen.

Soluble phosphate

YaraMila products contain highly soluble phosphorus giving availability to crops over a wide range of soil types.

Superior handling

The YaraMila granule is specifically designed to allow easy and accurate spreading by machine or hand.

Better than blends

With blends segregation can occur during transport, handling and application leading to large variation in the required application rate of each nutrient. YaraMila products have every nutrient in every granule avoiding any segregation issues.

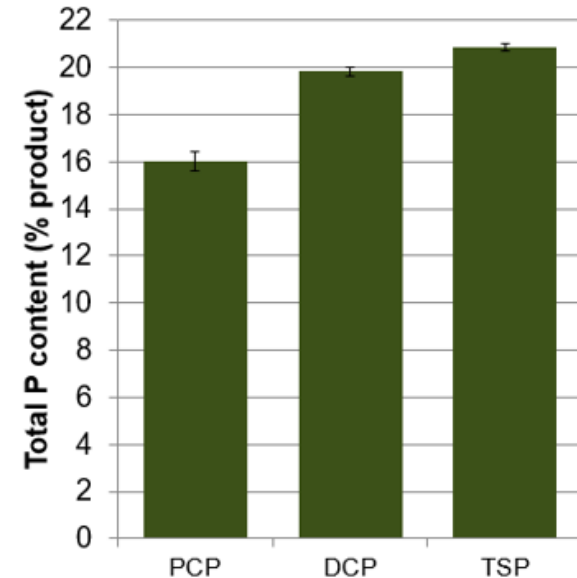


Benefits

- *Balanced nutrition in every granule*
- *Balanced nitrogen source*
- *Soluble phosphate*
- *Rapid nutrient release*
- *Excellent handling and spreading characteristics*
- *Low dust in handling*
- *No segregation during handling*
- *Proven quality*

Resirkulerte fosfor-kilder

- Typiske kilder av resirkulert fosfor fra slam som er «tilgjengelig» ;
 - Struvitt ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
 - ✓ 12,6 % P (28,9% P_2O_5)
 - ✓ 9,9 % Mg (16,4 % MgO)
 - Aske (fra monoforbrenning av slam)
 - ✓ 6-10 % P (13,7 – 22,9 % P_2O_5)
 - ✓ Relativt høyt innhold av Fe, Al og Mg
 - PCP / DCP
 - 16-20% P (36,6 – 45,5 % P_2O_5)
 - Lavt innhold av metaller pga selektiv utfelling av P



Evaluering av resirkulerte P-kilder for prosessering i Yara's NPK fabrikker

- Struvitt – teoretisk mulig å tilsette en liten andel (< 5 %) til NP lut
 - ✓ Per i dag er prisen høy for struvitt
 - ✓ Kvaliteten på struvitt varierer mye – kan ikke bruke struvitt med høyt innhold av karbon.

- Aske – teoretisk mulig å tilsette en andel alt etter innhold av metaller
 - ✓ Pris er lavere enn struvitt
 - ✓ Varierende kvalitet og gjerne høyt innhold av Fe og Al

- PCP/DCP
 - ✓ Høy pris
 - ✓ Normalt høyt innhold av P og lavt innhold av metaller

Forsøk med Aske

- Vi har sett på hvor mye det rent teoretisk er mulig å erstatte av fosfatstein basert på tilgjengelig spesifikasjon og prøver av aske fra monoforbrenning av slam i Europa.
- Tester kjørt i pilotanlegg i Porsgrunn med ca. 5% aske (erstattet 5% av fosfatstein med aske)
 - ✓ Ingen prosessproblemer under kjøring
 - ✓ Ser ikke ut til å påvirke løseligheten av P
 - ✓ Ingen negative effekter ved forsøkskjøring



Oppsummering

- Jo renere P-kilde jo enklere å erstatte fosfatstein i produksjon av NPK (via nitrofosfat- eller mixed acid prosessen)
- Største utfordringene per i dag er:
 - Kostnaden for å «oppgradere» resirkulerte fosfatkilder gir høy pris for resirkulert P
 - Mange «små og spredte» kilder – transport blir en utfordring
- Struvitt er i seg selv et effektivt fosfatgjødning
- PCP og DCP har relativt høyt innhold av P og lavt innhold av tungmetaller. De er ikke særlig vannløselige, men kan absolutt være alternativ til typisk fosfatgjødning (TSP) i surt jordsmønn (tropisk)



Knowledge grows

