

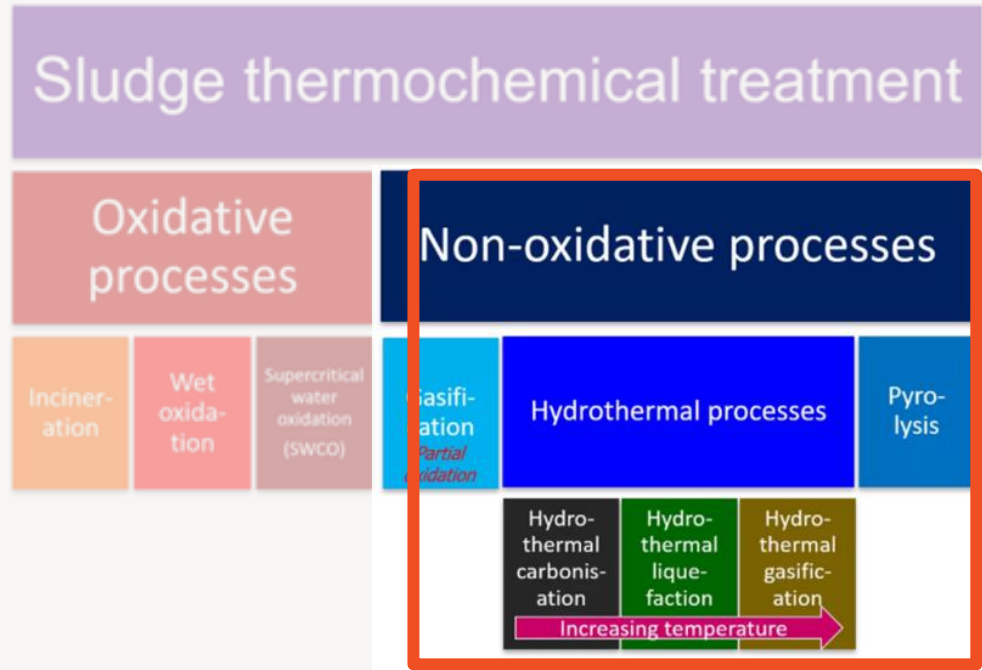
# Norsk Vannforeningens Fagtreff Avløpsslam – hva skjer 'a?

15. februar 2021



## Pyrolyse – den nye teknologien for slambehandling ?

- > Pyrolyse
- > Hydrotermisk Karbonisering
- > Gjenvinning av fosfor
- > Forskningsbehov



Credit: Judd Water & Wastewater Consultants

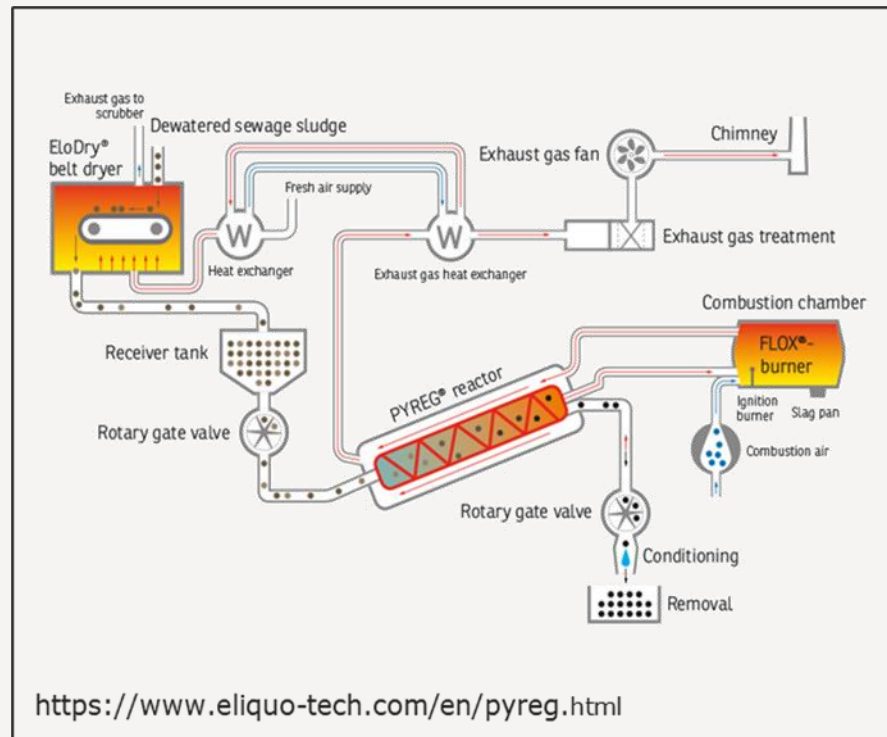
# Pyrolyse

Råvarene tørkes og oppvarmes (300-900°C) i et inert atmosfære.

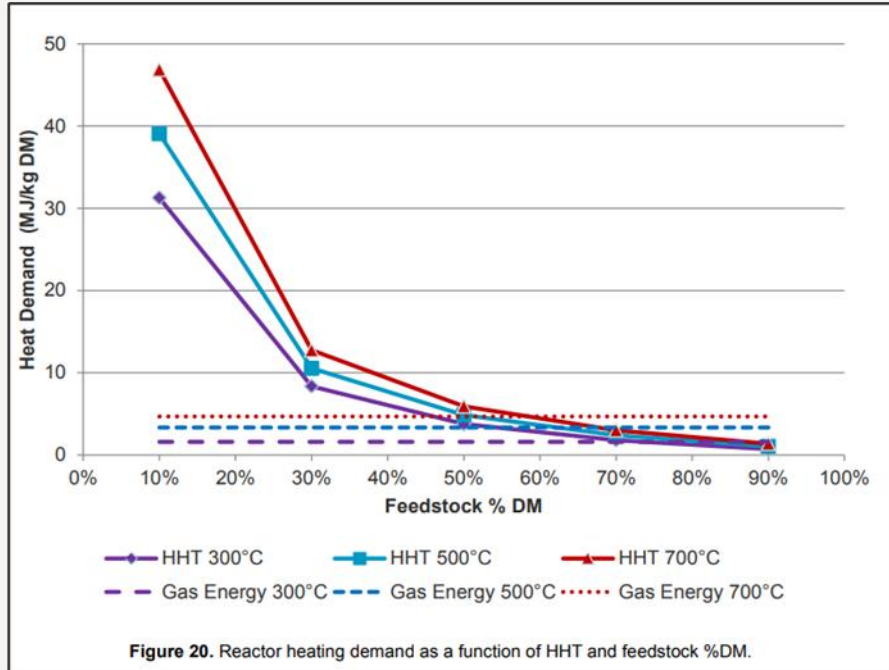
Produkter:

- pyrolytisk olje,
- biokull
- gass ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , lette hydrokarboner).

Driftstemperaturer, oppvarmingshastighet og oppholdstid vil i stor grad påvirke fordelingen av de ulike "produktene" og energiinnholdet i disse.



# Pyrolyse



Ref: Cunningham et al., 2016. Slow pyrolysis of faecal sludge. ETH Zürich.

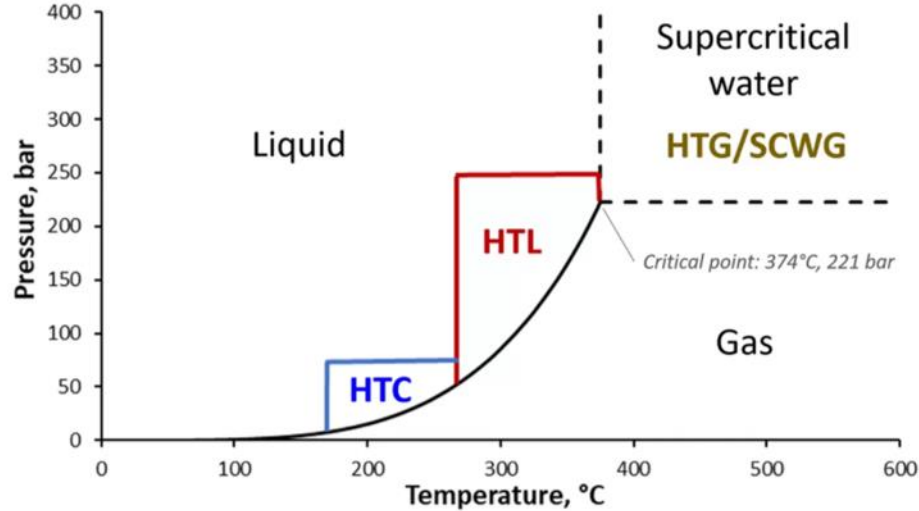
For å starte en energiselvforsynt prosess trenger vi en råstoff som har:

- Høy fast karbon innhold,
- Lavt aske innhold
- Lavt fuktinnholdet

Kombinasjonen av avfallsfraksjoner (med høyt karbon innhold) anses som godt egnet for pyrolyse.

Også trenger biokull å ha mer enn 50 % karbon i TS for å bli sertifisert som gjødsel (iht. EBC). Begrensninger mht. på forurensninger kommer i tillegg

# Hydrotermiske Karbonisering



Hydrothermal processes and approximate regions of operation with reference to the pressure:temperature water phase diagram. (HTC: Hydrothermal carbonisation, HTL: Hydrothermal liquefaction, HTG/SCWG: Hydrothermal gasification/supercritical water gasification.)

Credit: Judd Water & Wastewater Consultants

<https://www.sludgeprocessing.com/non-oxidative-thermochemical-treatment/hydrothermal-process-treating-sludge/>

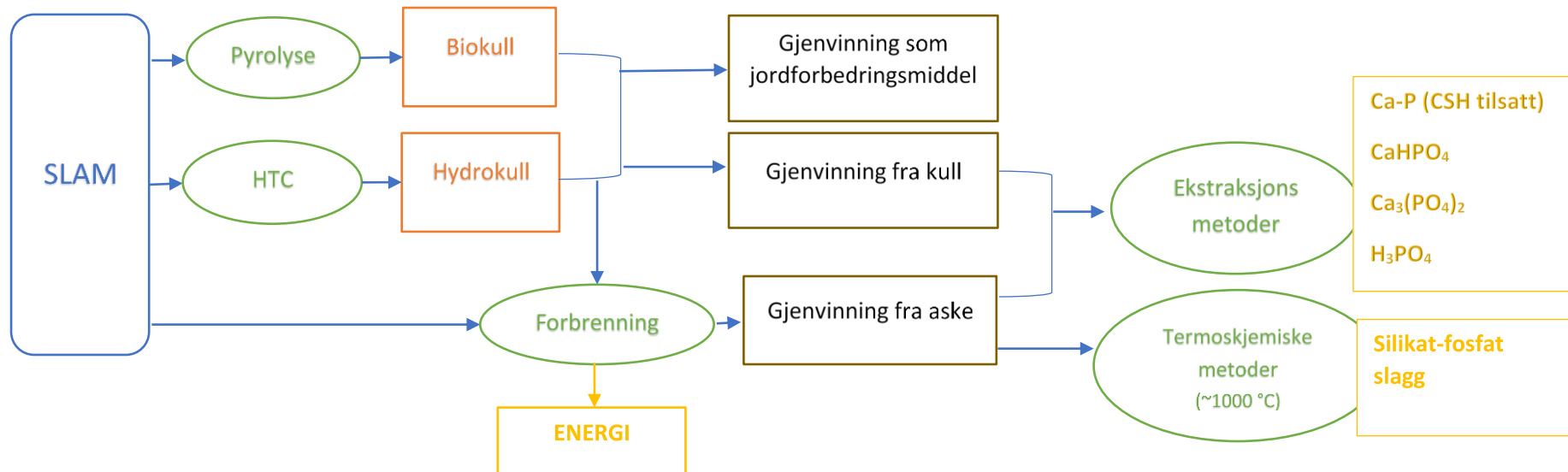
- > «Våt» pyrolyse er en karbonisering av råstoff i en vandig fase.
- > Prosesstemperatur mellom 180-250 °C og et trykk på ca. 30 bar (15-80 bar).
- > Omtrent 75-80% av karbonet i avfallet ender opp som et hydrokull
- > 15%-20% blir oppløst og følger den flytende fasen, og de resterende 5% blir konvertert til gass (CO<sub>2</sub>)
- > Væskefasen består for det meste av lett nedbrytbare organiske komponenter og nitrogen.

# Biokull-Hydrokull

- > Ved å sertifisere produktet etter de standardene for biokullkvalitet som finnes, kan være med å øke både markedsverdien og det geografiske markedetområdet (som jordforbedringsmiddel)
  - > Co-pyrolyse (sam-pyrolyse) men andre råstoff, kan gi bedre kullkvalitet
  - > Biokull fra slam kan erstatte f.eks. torv i en blandingen av kompost.
  - > Kullet kan erstatte ikke-fornybare kilder til brensel (eks. energianlegg og smelteverk)
  - > Mulig bruk i sementindustri (betong/komposittmateriale)
  - > Mulig bruk som adsorbent av forurensingen/aktivt karbon
- > Det er Mulig å gjenvinne fosfor ->  
ca. 70% av P som kommer inn til RA finnes i slam!!!

# Gjenvinning av P fra biokull, hydrokull og aske

- > Ved direkte bruk av biokull som jordforbedringsmiddel (når det er lov. iht. forskrifter)
- > Fra bio/hydrokull etter ekstraksjon med sterke syrer og utfelling/binding
- > Fra bio/hydrokull etter forbrenning og gjenvinning fra aske, som ekstraksjonsmetoder eller termokjemiske metoder.



- Men hvor mye er faktisk P tilgjengelig i bio/hydrokull
- Er tungmetaller sterk bindene i bio/hydrokull
- Hva med andre mikroforurensinger





# Studie om forurensinger i gjenvunnet P produkter fra slam (struvitt, bio/hydrokull, P-rik slagg fra aske)

## Medisin rester analysert:

- > antibiotika (ciprofloxacin, clarithromycin, levofloxacin, cefuroxime)
- > hormoner (ethinyl estradiol & 17- $\beta$ -estradiol)
- > carbamazepine
- > metoprolol
- > diclofenac
- > bezafibrate

HTC 210 °C

Process	Type of Process	Scale	Recycled P product	Site
AirPrex®	Crystallization	Industrial	MAP	Waßmannsdorf
Stuttgart process	Acid digestion	Pilot	MAP	WWTP Offenburg
Mobile P recovery (MSE GmbH)	Acid digestion	Pilot	MAP	WWTP Sindelfingen
P-RoC process	Crystallization/precipitation	Pilot	MAP, CaP	KIT CMM
AshDec	Thermal treatment	Pilot	Calcined phosphate	Weimar
MEPHREC process	Thermal treatment	Pilot	P slag	Nürnberg
PYREG	Carbonization	Industrial	Char	Linz-Unkel
TCR®	Carbonization	Pilot	Char	Sulzbach-Rosenberg
AVA cleanphos	Carbonization	Pilot	Char	Karlsruhe

Stenzel et al., 2019. Drug residues in P-recyclates from sewage sludge. Texte 31/2019. Umwelt Bundesamt. ISSN 1862-4804

# Forskningsbehov

- > På mange steder har man begynt å tenke andre formål for å håndtere slam og organiske avfall fraksjoner, her og i verden.
- > Egenskaper av produktet må riktige analysere pga. strengere krav til «renslighet» og kvalitet
- > Krav om P gjødsling i Norge og knapphet på naturlig fosfor reserver i verden vil påvirke i interesse for prosesser som kan ekstrahere/gjenvinne P fra avfallsfraksjoner til salgbare produkter.
- > Fremtidens vannbehandling (avløpsanlegg/vannverk) kan også bli et raffineri for å utvinne viktige ressurser. Anleggene kan forsterke veksten i den sirkulære økonomien og være et bidrag i bærekraftig byplanlegging.

# Takk for oppmerksomheten



Maria M. Estevez, ChEng PhD

Senior forsker-Miljøteknologi

[mmes@aquateam.no](mailto:mmes@aquateam.no)

[www.aquateamcowi.no](http://www.aquateamcowi.no)

aquateam | COWI