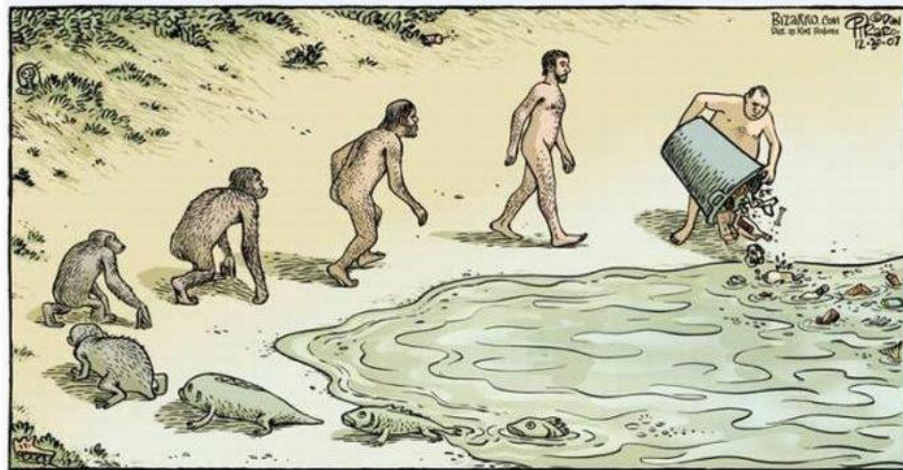


Avløpsrenseanlegg – begrepsendring i bransjen

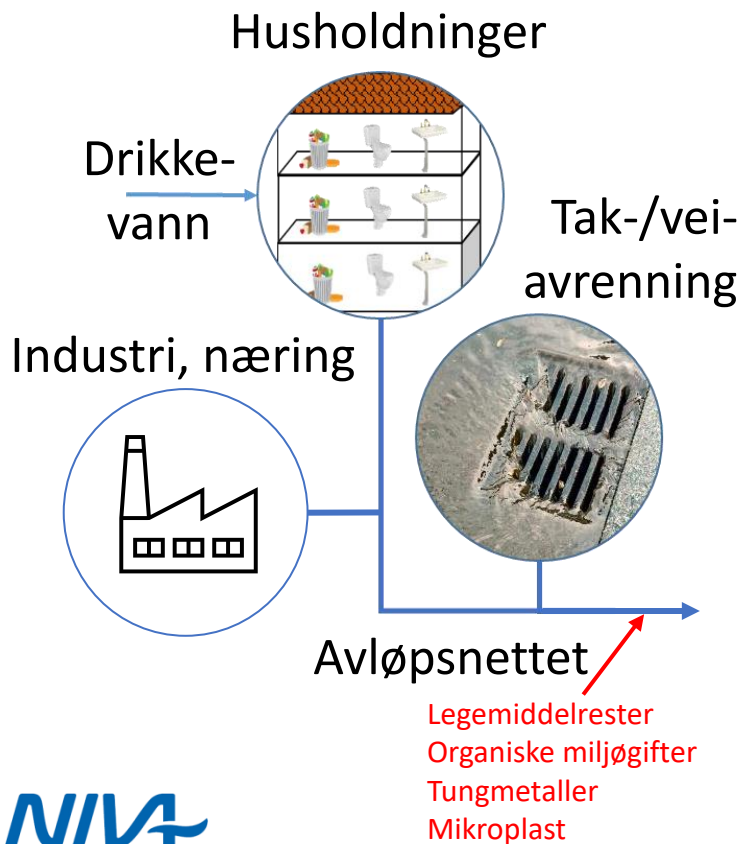
- *Hvordan høste ressursene i avløpsvannet?*

Av Christian Vogelsang, seksjon for urbane miljøer og infrastruktur

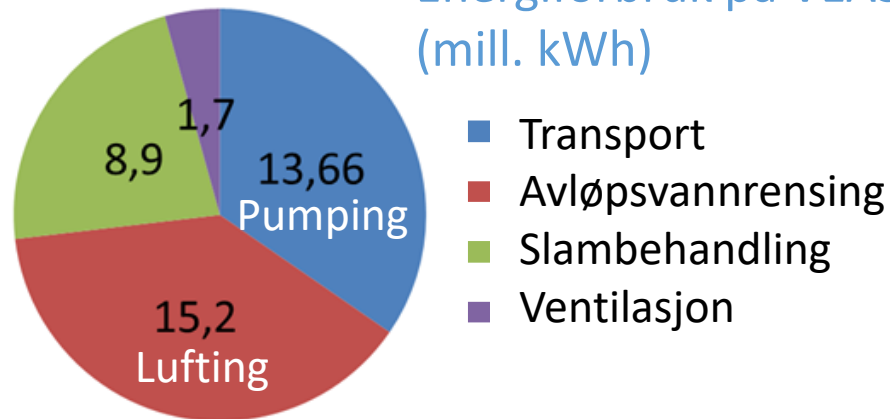


- Dagens avløpssystem
- De iboende mulighetene
- UWWTD: Nye krav – nye muligheter
- Lavt-hengende frukter
- Avansert ressursgjenvinning
- Utfordringer
- Framtidens ressursgjenvinning i avløpsbransjen
- Kort oppsummering

Dagens avløpssystem



Energiforbruk på VEAS
(mill. kWh)

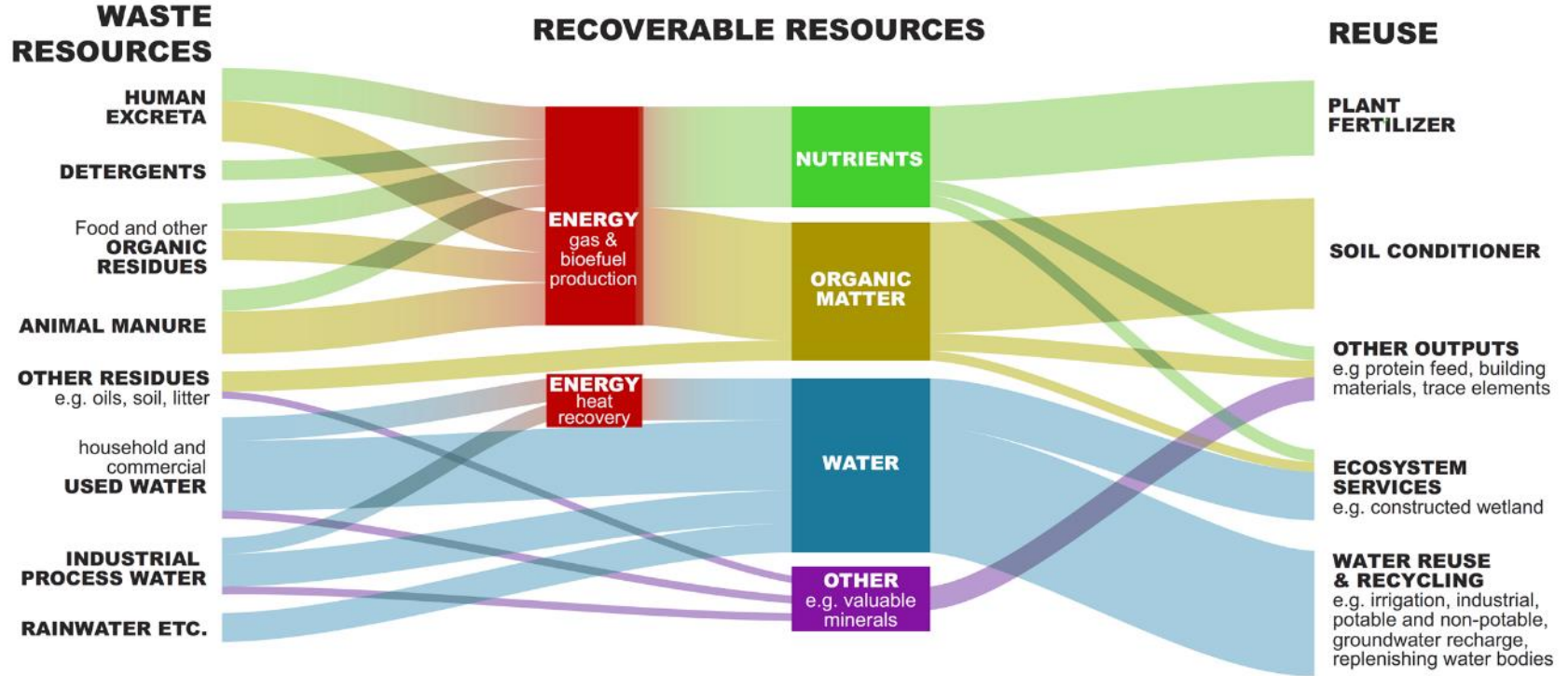


Renset vann til resipienten

Biogass

Behandlet slam til landbruket

De iboende mulghetene



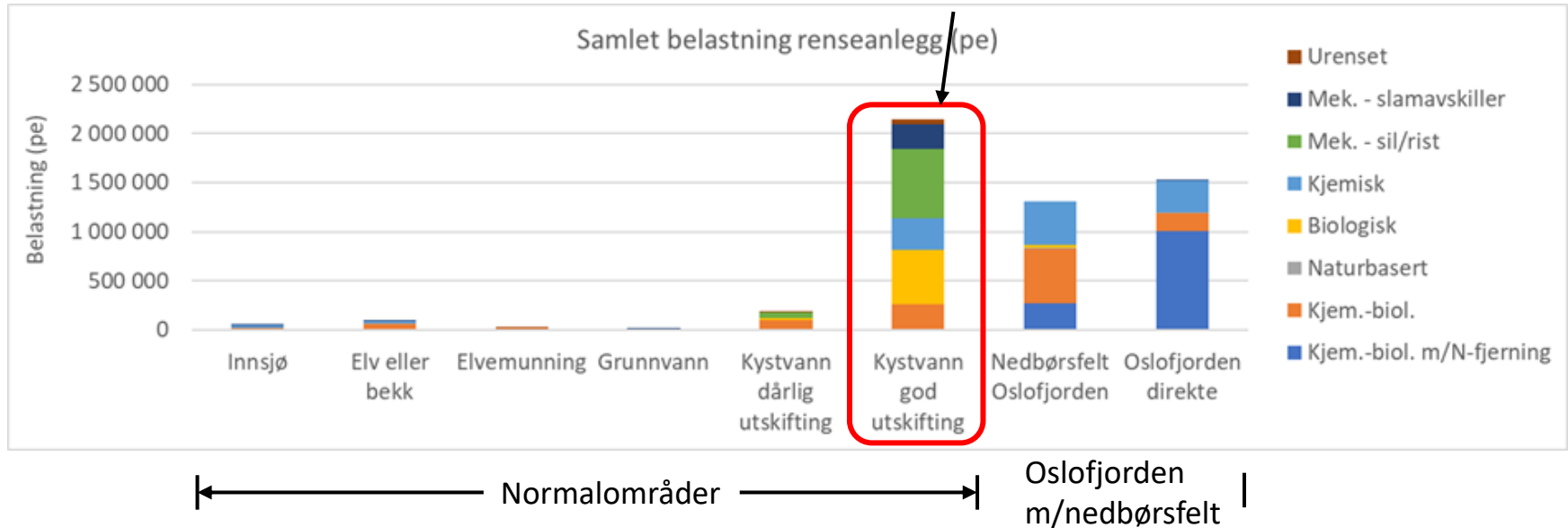
Andersson et al. (2016) Sanitation, Wastewater Management and Sustainability

Det nye avløpsdirektivet fra EU

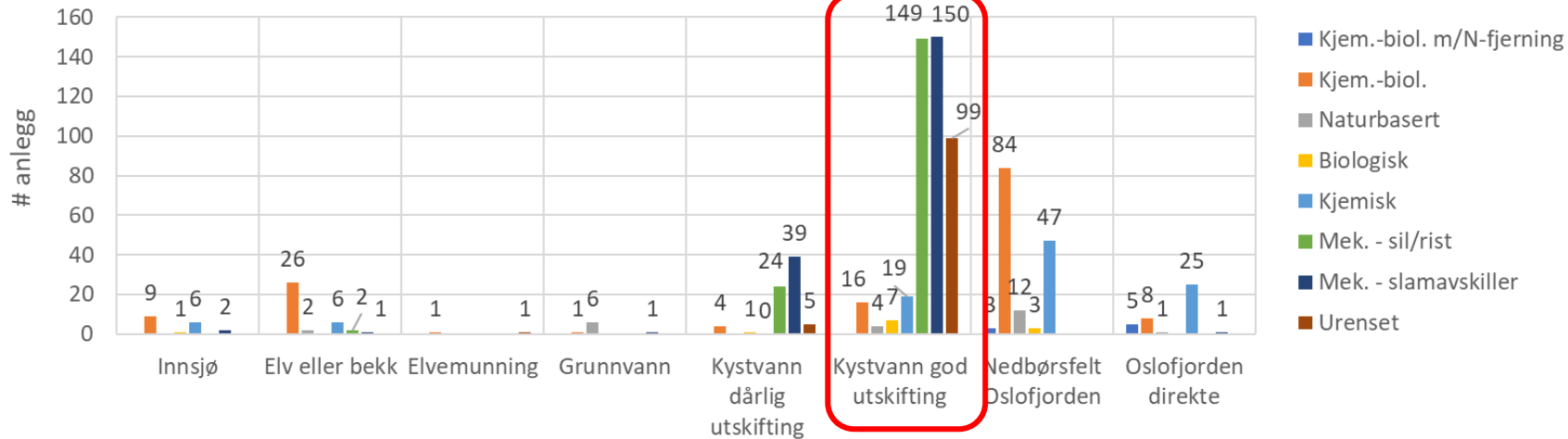
- Fokusområder:
 - Sekundærrensekravet = 70% BOF-fjerning (snitt: ca. 85%)
 - Strengere krav til N-fjerning (85%)
 - Energinøytralitet: energi inn = energi ut (nasjonsnivå)
 - Gjenvinning av fosfor og nitrogen (spesifikke krav kommer på EU-nivå), gjenbruk av rensset vann
 - Overvåkning og fjerning av miljøgifter (80%)
 - Industripåslipp (miljøgifter) og overvann (overløp og miljøgifter)

Potensielle konsekvenser for Norge

Krav til 70% (85%)
BOF-fjerning



renseanlegg

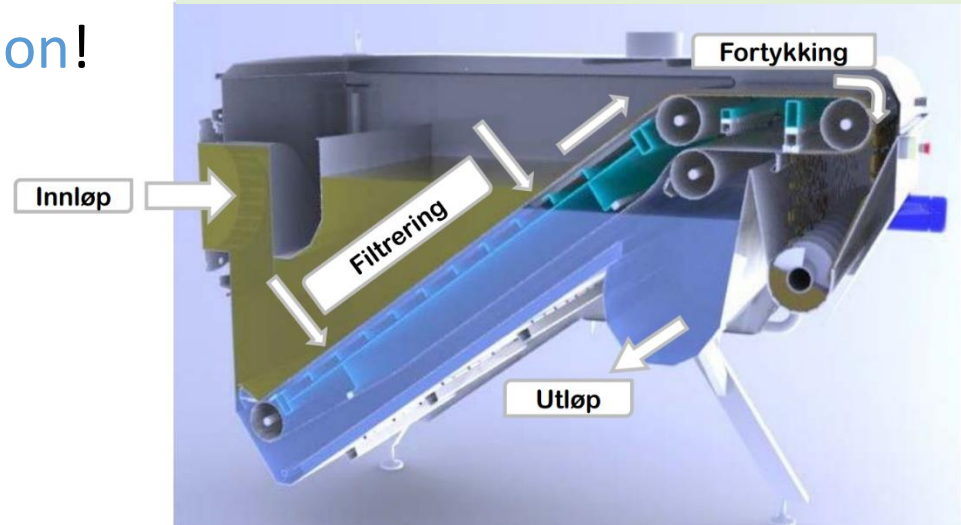


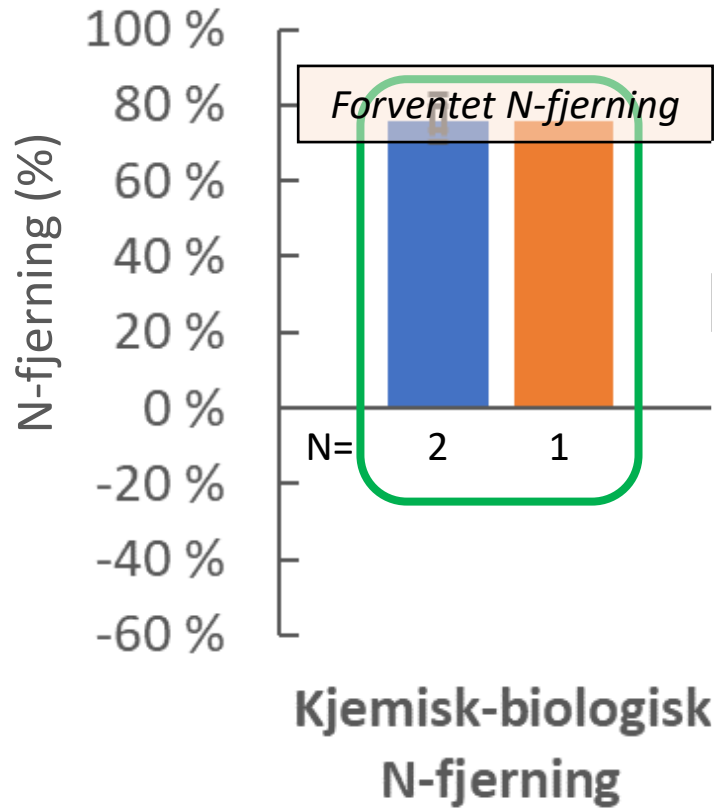
Lavthengende frukt: biogass

- Ta ut organisk stoff med så enkel behandling som mulig
- Slam fra mekaniske finsilanlegg veldig godt egnet til biogassproduksjon!
- Tilstrekkelig rensing??

Finsilanlegg

- >65% SS-fjerning, >45% BOF-fjerning
- Oppbygging av filtermatte av innkommende SS
- Lav filtreringshastighet

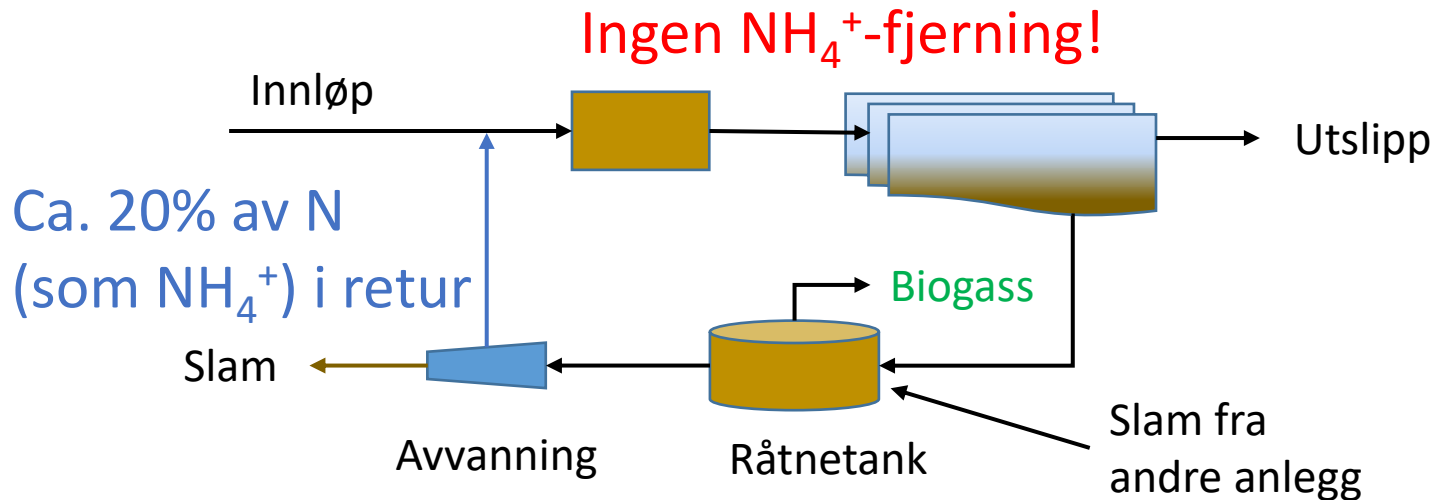




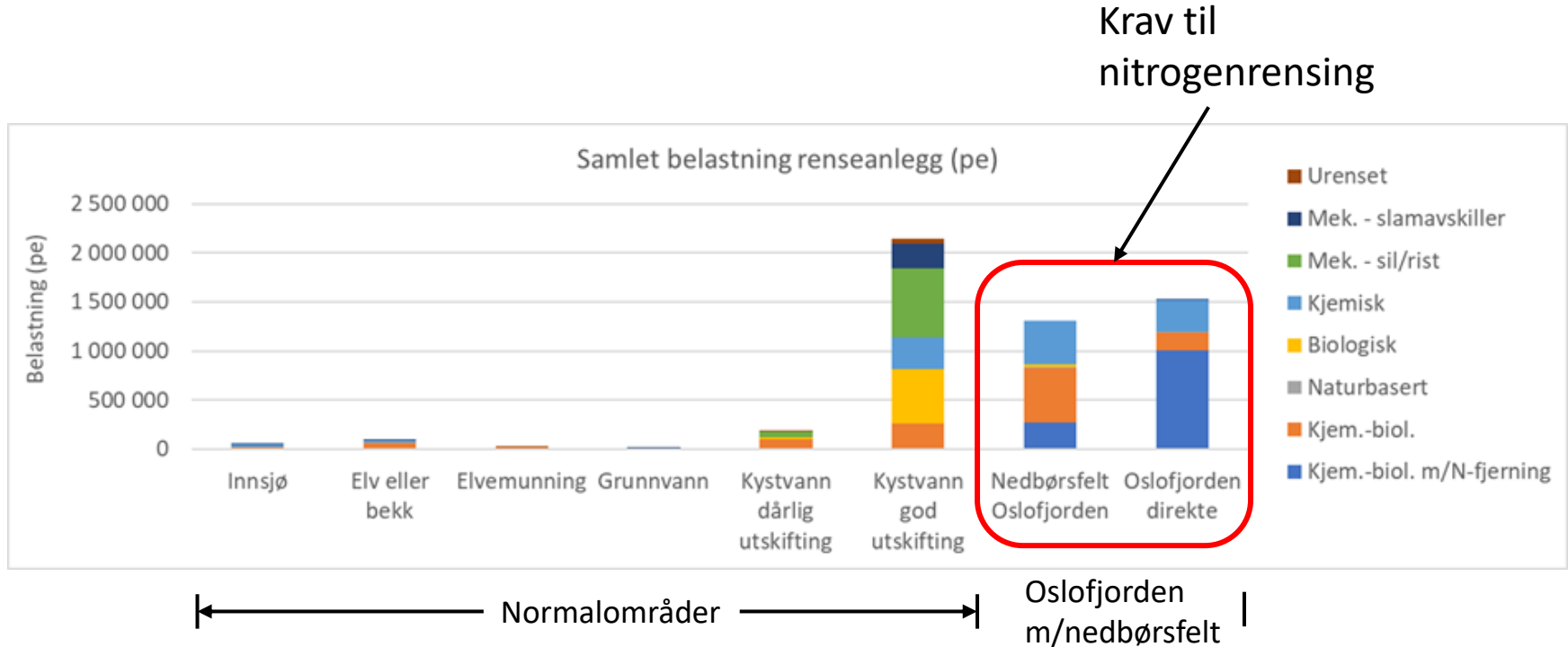
- Uten biogassanlegg
- Med biogassanlegg

Hvorfor har anleggene med biogassproduksjon så lav rensesgrad for nitrogen?

- Alle renseanlegg produserer slam = verdifull ressurs
- Økende andel av slammet brukes til biogassproduksjon

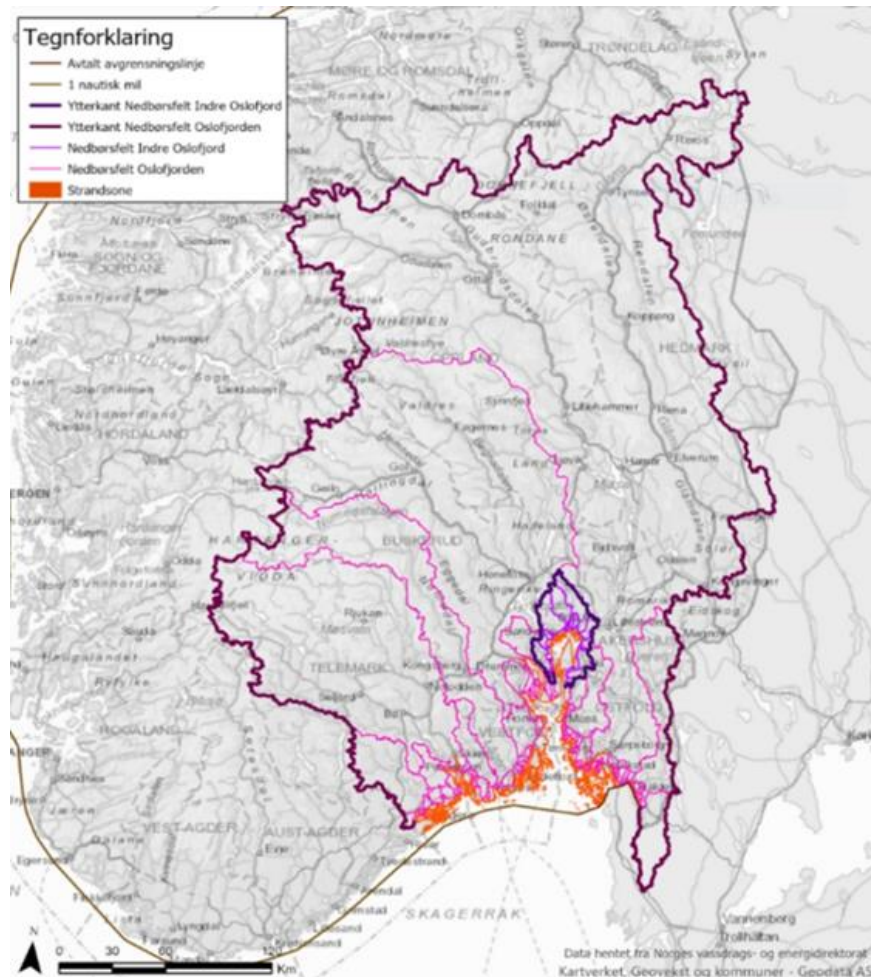


Potensielle konsekvenser for Norge



Nedbørsfeltet til Oslofjorden

- 4 store vassdrag
- 27% av Norges fastlandsareal
- 51% av Norges befolkning
- Industriområder



Tettbebyggelser $\geq 10\ 000$ pe:

- 37 av 38 tettbebyggelser klarer ikke kravet i dag

Anlegg $\geq 100\ 000$ pe:

- Krav til 90% Tot P-fjerning og 85% Tot N-fjerning

Anlegg	Renseprinsipp	Tot P		Tot N	
		Rense-grad	Avstand til krav	Rense-grad	Avstand til krav
Sentralrenseanlegg Vest	Kjem.-biol. m/N-fjerning	91 %	1%	71 %	-14%
Sentralrenseanlegget for Nord Jæren	Biologisk	42 %	-48%	20 %	-65%
Bekkelaget RA	Kjem.-biol. m/N-fjerning	91 %	1%	70 %	-15%
Høvringen RA	Mekanisk - slamavskiller	29 %	-51%	20 %	-65%
Nedre Romerike avløpsanlegg	Kjem.-biol. m/N-fjerning	92 %	2%	66 %	-19%
HIAS RA	Kjemisk-biologisk	96 %	6%	8 %	-77%
Grødaland RA	Kjemisk-biologisk	30 %	-60%	25 %	-60%
Ladehammeren RA	Kjemisk	60 %	-30%	20 %	-65%

85% Tot N-fjerning

Tettbebyggelse	Samlet belastning (pe)	Samlet Tot N-fjerning	Hvor langt fra kravet?
02-016- Oslo	1 168 439	70 %	-15 %
01-004- Fredrikstad-Sarpsborg	153 142	-22 %	-107 %
06-001- Drammen	139 608	17 %	-68 %
04-005- Hamar	118 333	8 %	-77 %
07-005- Tønsberg	96 415	22 %	-63 %
01-014- Moss	71 208	1 %	-84 %
08-001- Porsgrunn-Skien	64 420	16 %	-69 %
05-001- Lillehammer	57 412	74 %	-11 %
02-021- Jessheim	46 163	85 %	0 %
07-006- Sandefjord	40 118	2 %	-83 %
07-007- Larvik	34 669	9 %	-76 %
05-002- Gjøvik	25 978	-60 %	-145 %
02-009- Sørumsand	23 527	16 %	-69 %
04-002- Moelv	22 641	28 %	-57 %
01-001- Halden	21 740	5 %	-80 %
01-008- Askim	21 494	11 %	-74 %
04-016- Elverum	21 476	33 %	-52 %
06-007- Hønefoss	20 796	12 %	-73 %
07-001- Horten	19 342	13 %	-72 %
02-001- Søndre Follo	17 994	18 %	-67 %
04-018- Innbygda	17 177	19 %	-66 %
06-002- Kongsberg	15 921	16 %	-69 %
08-020- Rjukan	15 187	20 %	-65 %
05-036- Beitostølen	15 154	25 %	-60 %
02-023- Råholt	15 078	-6 %	-91 %
08-029- Rauland	14 101	20 %	-65 %
06-016- Geilo	13 888	21 %	-64 %
01-009- Mysen	13 706	13 %	-72 %
07-022- Stokke	13 431	20 %	-65 %
04-001- Kongsvinger	12 598	35 %	-50 %
05-022- Raufoss	12 533	21 %	-64 %
06-012- Hemsedal	12 328	25 %	-60 %
01-011- Rakkestad	11 763	23 %	-62 %
06-010- Nesbyen	11 529	20 %	-65 %
02-004- Drøbak	11 485	10 %	-75 %
02-022- Årnes	10 744	19 %	-66 %
07-020- Tjøme	10 618	25 %	-60 %
07-004- Holmestrand	10 153	18 %	-67 %

Nitrogenrensing

- + 70+% N-fjerning
- Kostnadsdrivende
- >20% N-fjerning «tapt» som N_2

Lavt-hengende(?) frukt: nitrogen

VEAS:

- Høster N fra rejektivann ved stripping og kondensering
 ➔ ammoniumnitrat til Yara
- Rejektivann:
 - Konsentrert (ca. 1500 mg $\text{NH}_4\text{-N/L}$)
 - Varmt (ca. 30°C)
 - Høy pH (>11) ➔ NH_3
- Ulemper:
 - Store kjemikaliedoseringer

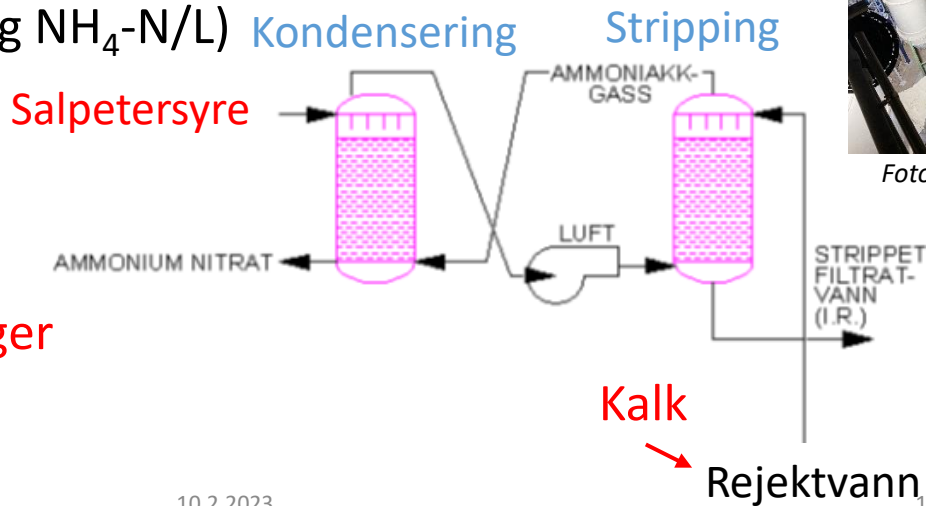
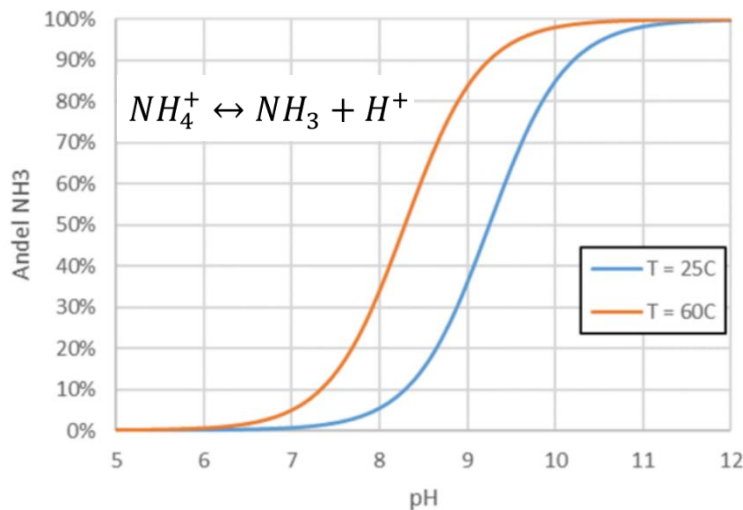


Foto: Vogelsang

Heve temp under strippingen (60-80°C)

- ➡ lavere pH/mindre kjemikalier
- ➡ lavere luftbehov



Også mulig å
strippe direkte
fra råtnetanken
før avvanning
(ANAStrip®, AMFER®)

Beyond water quality — Sewage treatment in a circular economy



European Environment Agency



Svenskt Vatten
UTVECKLING

Rapport
Nr 2022-6

Återvinning av näringsämnen från avlopp

En litteraturstudie

Andriy Malovanyy
Solveig Johannesdóttir
Sebastian Schwede
Serina Ahlgren
Elin Flodin
Kavitha Shanmugam

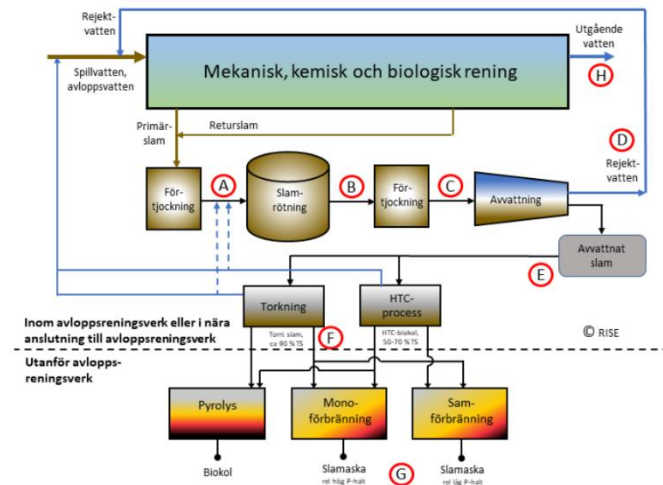
Måter å høste N og P fra avløpsvann

N

P

Stripping & kondensering
Destillasjon
Bioelektrokjemisk
Inndamping
Ionebytting (biokull, zeolitter)
Membranprosesser
Pyrolyse/HTK**
Struvitt-utfelling
Elektrodialyse
Algedyrking
Bioakkumulering
Forbrenning + utvinning

Høsting av P



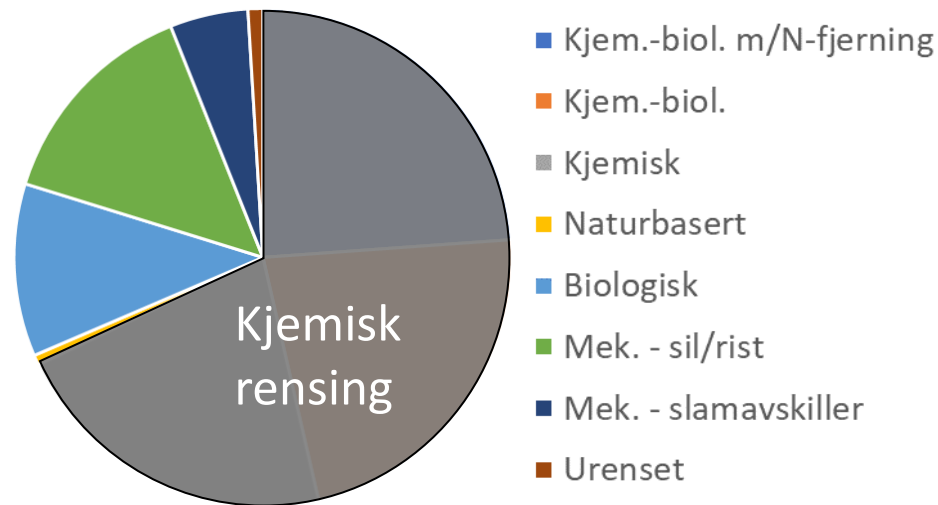
- A. Førtjøkat slam
Calprex
- B. Rötat slam
AirPrex, Gifhorn, Stuttgart
- C. Rötat, förtjøkat slam
Phoxnan, Aqua Reci, ExtraPhos/Budenheim
- D. Rejektvatten
Struvitmetoder: Pearl, DHV, P-Roc, PRISA, ecoP, Struvia, Rephos, Phospaq
- E. Avvattnat slam
Mephrec, Terranova
- F. Torkat slam
Termiska metoder: Enstegsförbränning, EuPhoRe, ecoS, PYREG, Kemiska metoder: PULSE
- G. Slam-aska
Slutprodukt = fosforprodukt: LeachPhos, EcoPhos, PASCH, TetraPhos, Ash2Phos, Phos4Life, PARFORCE
Slutprodukt = aska: RecoPhos, AshDec
- H. Utgående vatten
RAVITA

** Hydrotermisk karbonisering

Høsting av biotilgjengelig P

- P fjernes ved kjemisk felling
- Kjemisk rensing ved 68% av norsk rensesanlegg
 - ➔ Lav plantetilgjengelighet
- Kan gjøres mer tilgjengelig: mer i primærslam, kalking av slammet
 - ➔ Strengere regulering av samlet P-tilførsel via slam til jord?

Belastning norske rensesanlegg (pe)



HIAS-prosessen (høsting av bio-P)

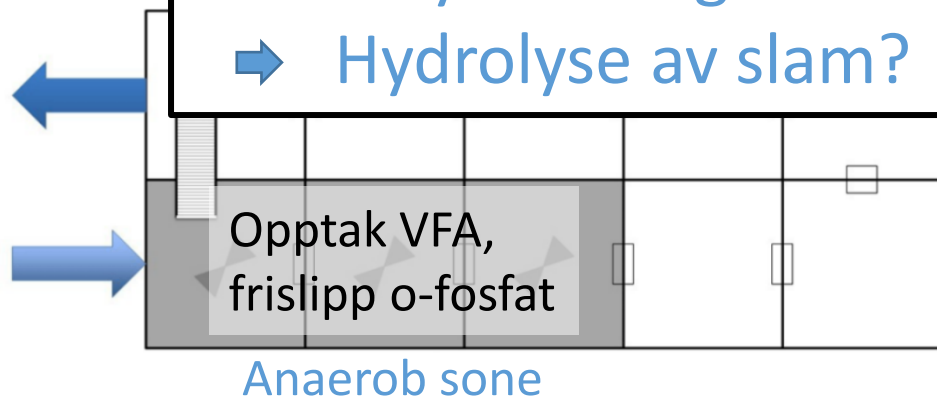
- Fosfatakkumulerende bakterier
- Vokser på bæremedium



Krever god tilgang på flyktige fettsyrer (VFA)

HIAS: mye næringsmiddelavløp

→ Hydrolyse av slam?



slamutrætningen

- Felles ut som struvitt fra rejektivannet

→ mindre P i slammet
(bundet org., Ca, Mg)

Høsting av energi fra avløpsvann

Biodrivstoff

Biogass

Slamutråtning

Biohydrogen

Bioelektrokjemisk

Fermentering (foto/mørk)

Biodiesel

Lipidsyntese fra VFA

FAME-gjenvinning

Syntesegass

Slamgassifisering

Superkritisk oksidering

Mikrobølgebestråling

N-drivstoff

NH_3

CANDO ($\text{N}_2\text{O} + \text{CH}_4$)

Elektrisitet

Vannkraft

Fra CH_4

Bioelektrokjemisk

Varme

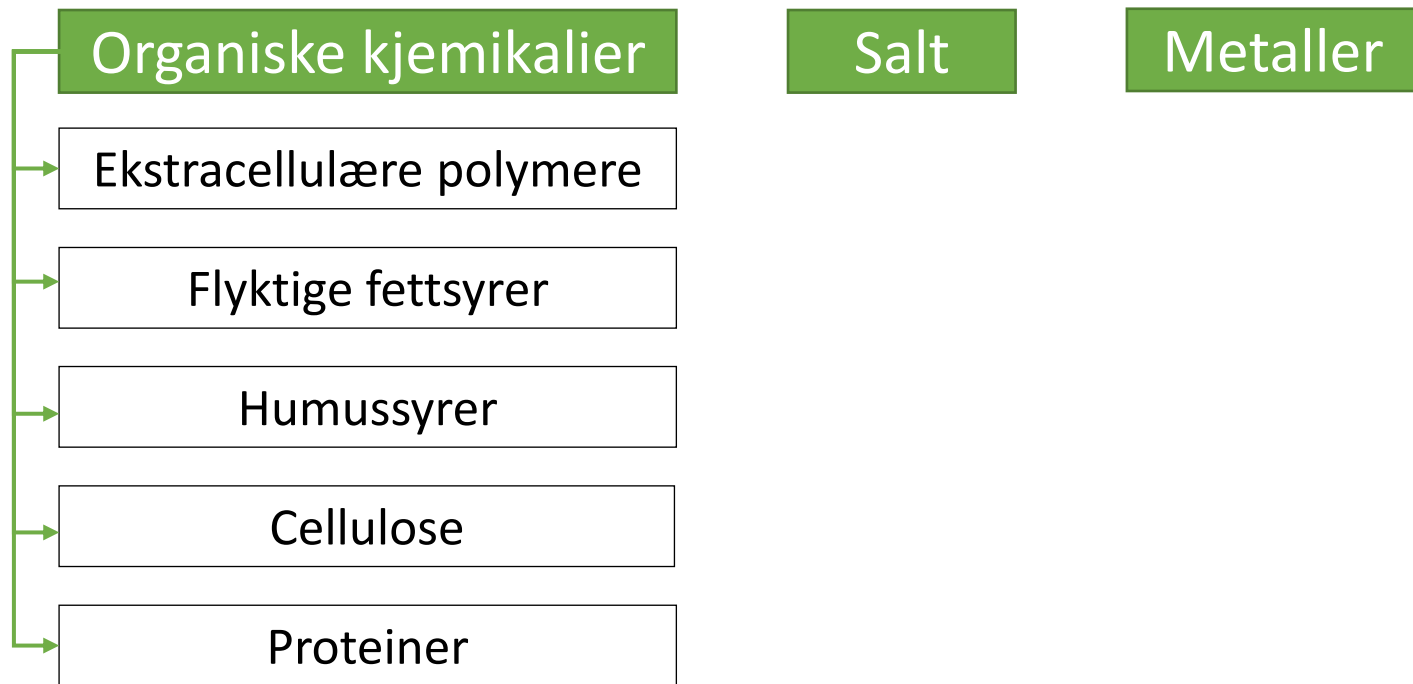
Varmepumpe

Slamforbrenning

Varmeveksling

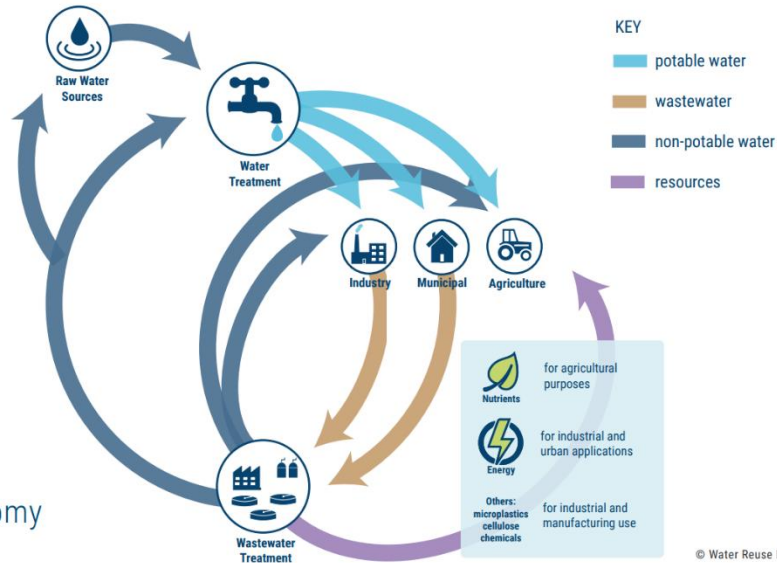
Fra CH_4

Høsting av produkter fra avløpsvann



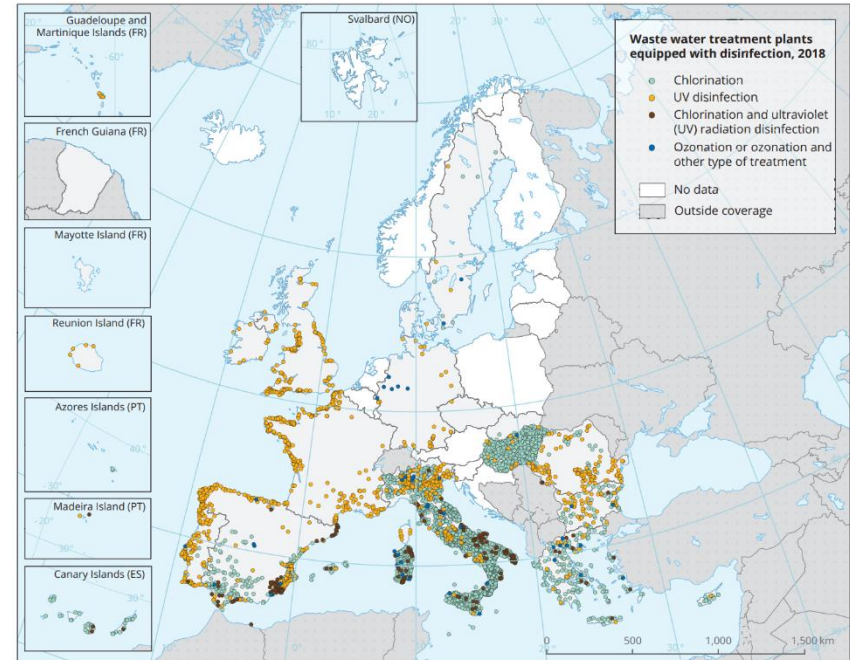
Gjenbruk av rensset avløpsvann

- Optimal vannkvalitet og nødvendig rensing avhengig av videre bruk
- Mål: mest mulig gjenbruk, minst mulig vannbehandling, trygt vann



Water in the
Circular Economy

Desinfisering på renseanlegg i Europa



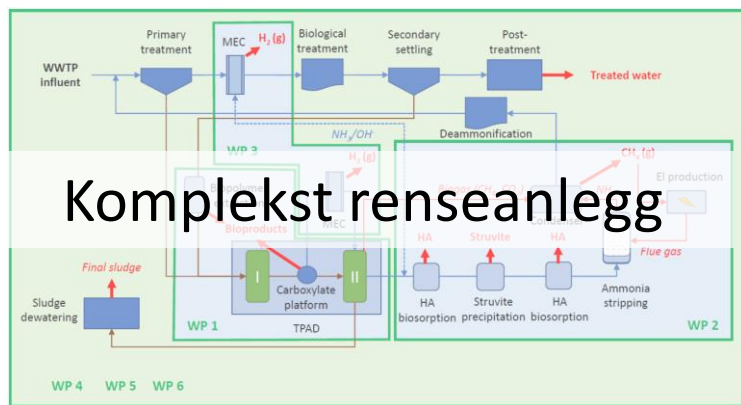
© Water Reuse Europe Review 2018

EEA (2022)

Stort utnyttet potensial

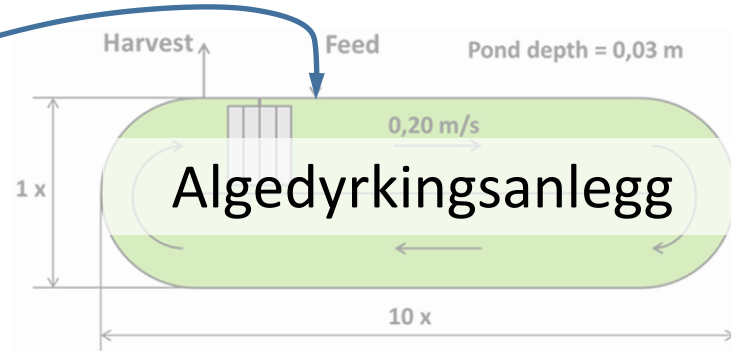
Hente ut ressurser mer effektivt på renseanleggene

Dyrke mikroalger i utslippsvannet



Komplekst renseanlegg

SIREN



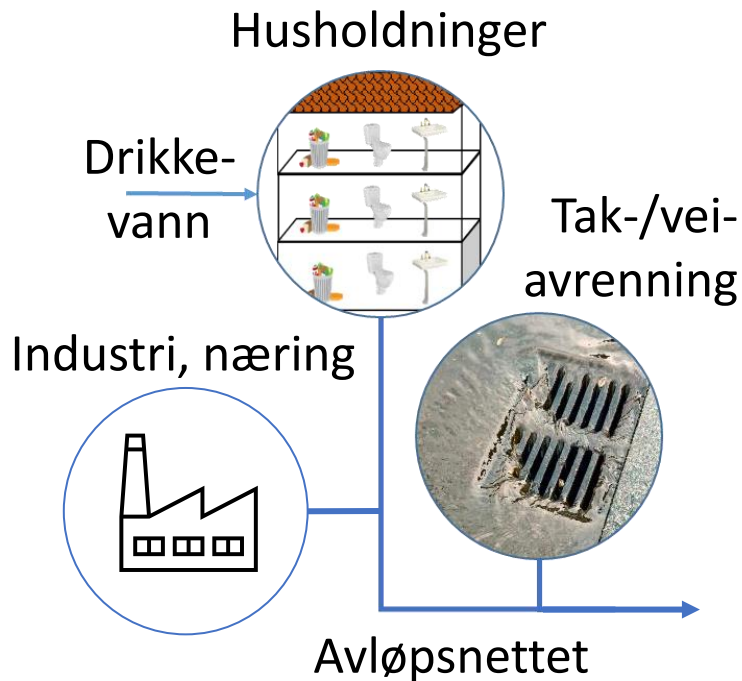
algeco
REDUCE REUSE REGENERATE

Utfordringer



- Verdikjeder og økonomi
 - Ressurskvantitet
 - Ressurskvalitet
 - Prosesskostnader
 - Markedsverdi og konkurranse
 - Anvendelse, distribusjon og transport
- Miljø og helse
 - Utslipp og helserisiko
- Samfunn og politikk
 - Aksept
 - Juridiske rammer og insentiver

Kildesortering



Urin + avføring:

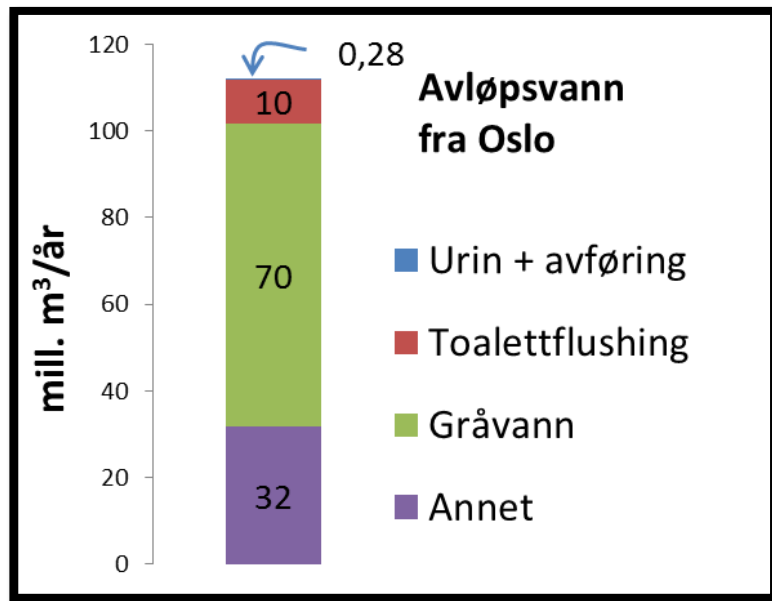
- Ca. 90 % av N
- Ca. 80 % av P
- Ca. 60% av organisk stoff
- Ca. 100 % smittestoffer

☹️ Legemiddelrester

😊 Org. miljøgifter

😊 Tungmetaller

😊 Mikroplast



Kildesortering i husholdningene



Næringssalter
Organisk stoff

Ganske rent vann (med næring og organisk stoff)
Varme



Smittestoffer
Legemiddelrester

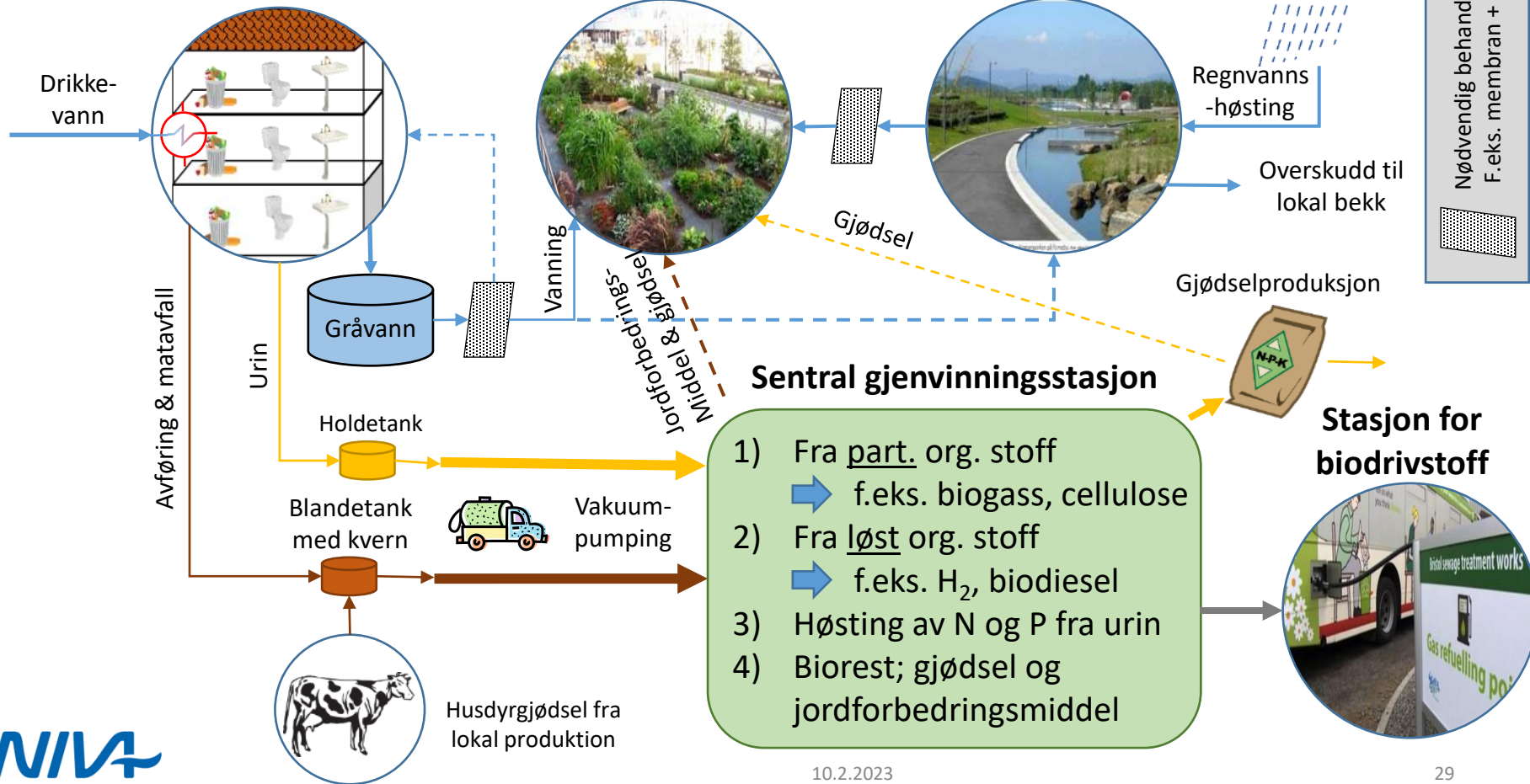
Personlige pleieprodukter
Mikroplast
(Smittestoffer)

Én (av mange) mulig framtid for avløpssektoren

Husholdninger med vannsparende utstyr

Urbant landbruk

Overvannshåndtering og lagring



Quo vadis?

- Tenke langsiktig
 - Investeringer: 50-100 års tidshorisont
 - 100 år siden: toalettet – avløpet lagt i rør og ledet bort
 - 40 år siden: rensing for å unngå eutrofiering
 - Neste 40 år: unngå at **verdiene** i avløpet blir tapt (100-1000 år)
- Skjer ikke over natten
 - Skaffe erfaring i det små: pilotforsøk (risikoreduksjon)
 - Strategisk planlegging: reguleringer og insentiver
- Blir ikke gratis
 - Mottaker med betalingsvilje

Kort oppsummering

- Norge blir nødt til å investere mye i ny VA-infrastruktur i årene framover
- Da må vi tenke langsiktig, også med tanke på høsting av ressurser fra avløpsvannet
- Høst med så få innsatsfaktorer som mulig
- God kildesortering er en viktig start!



Takk for oppmerksomheten!

Christian.vogelsang@niva.no