



Sirkulære avløpsløsninger – hvilke muligheter har vi?

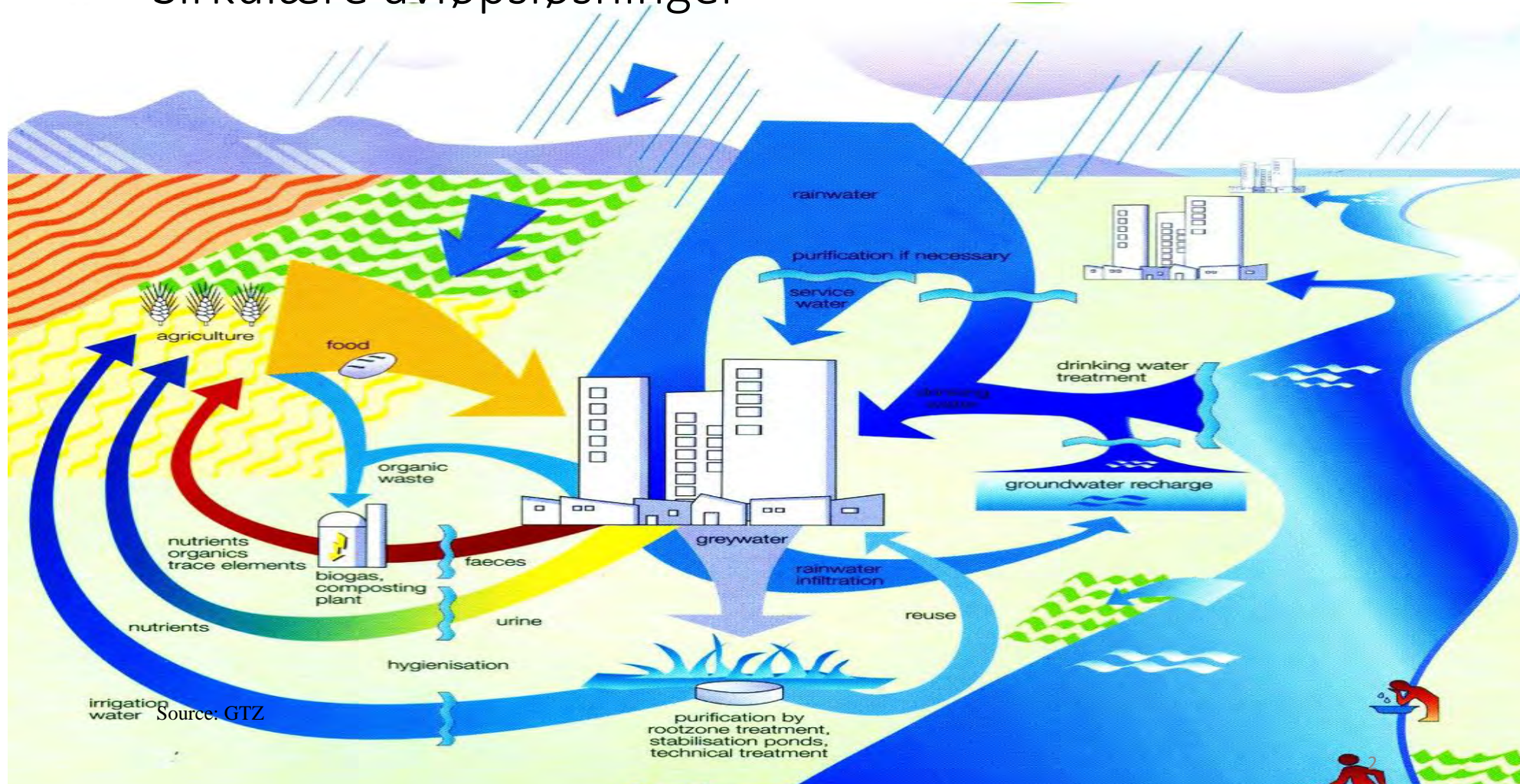
Petter D. Jenssen

Professor Emeritus

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)

Universitetet for miljø- og biovitenskap (NMBU)

Sirkulære avløpsløsninger



Source: GTZ

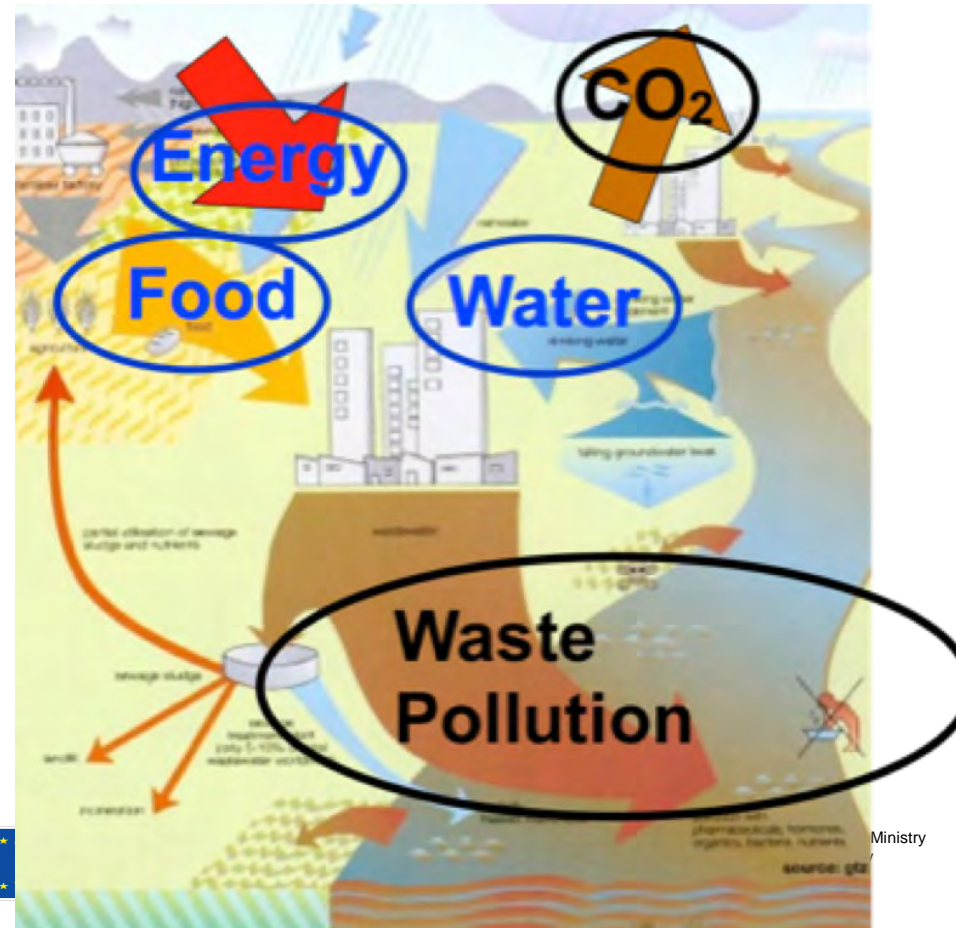
Sirkulær økonomi: Reduksjon av ressursbruk (energi, vann), gjenbruk av ressurser, eliminere/reduere utslipp

ative
as

Lineær flyt av ressurser

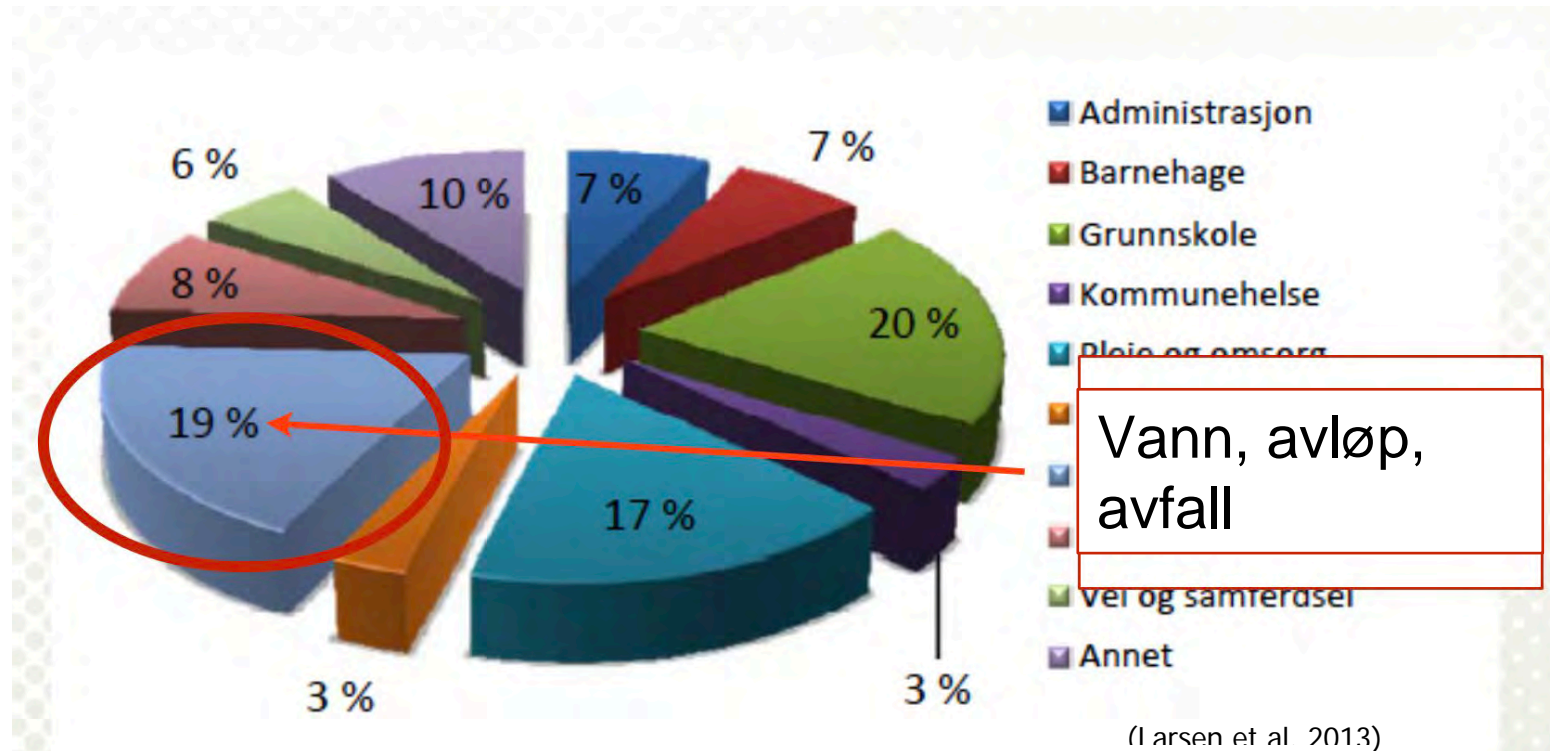


SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities



Ministry

source: gta

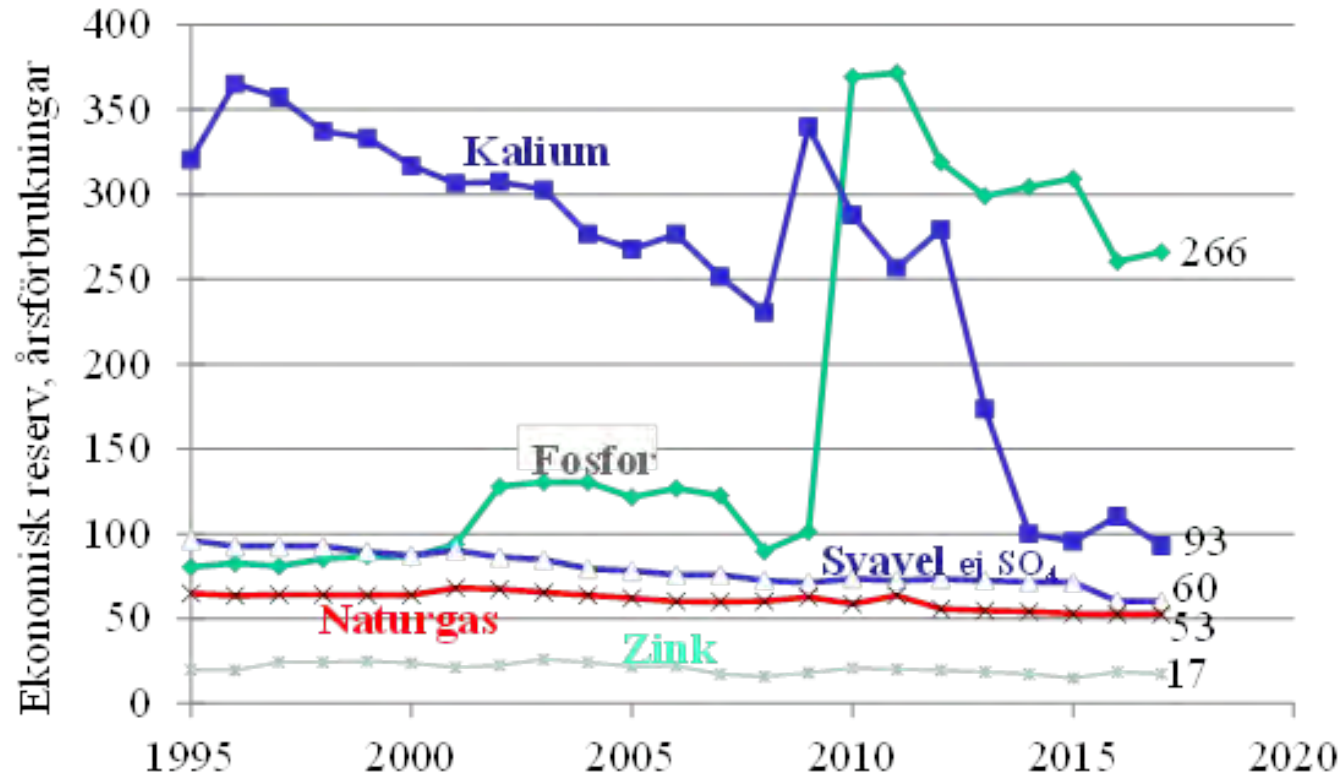


Klimafotavtrykk (CO₂ ekvivalenter) for
ulike sektorer i Oppland fylke

(Larsen et al. 2013)



Viktige plantenæringsemner og gjenværende drivverdige ressurser



Ref: USGS Mineral Commodity Summaries 1996-2018. United States Geological Survey.
BP Statistical Review of World Energy 1996-2018 <http://www.bp.com/statisticalreview>

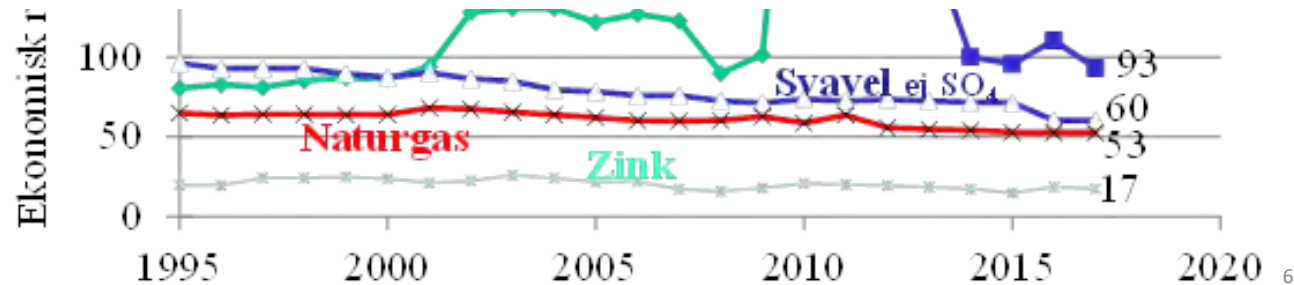
Levetid for reserver for viktige plantenæringsstoffer



SiEUGreen
Sino-European innovative green and smart cities



15 - 250 år med dagens teknologi
N, P, K, S og Zn



Ref: USGS Mineral Commodity Summaries 1996-2018. United States Geological Survey.
BP Statistical Review of World Energy 1996-2018 <http://www.bp.com/statisticalreview>





Det grønne skiftet
Sirkulær økonomi
Nye krav fra EU



Nytt avløpsdirektiv fra EU - hva forventes



SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities

Rensekrav til:

*** nitrogen**

*** organiske mikroforurensninger**

Krav til resirkulering



Økonomi



Pressemelding: Økende investeringsbehov gir kraftig gebyrøkning

Skrevet av Frode Skår.



Investeringsbehovet i kommunalt eide vann- og avløpsanlegg fortsetter å øke. For å sikre innbyggerne nok rent drikkevann og forsvarlig rensing av avløpsvann, må norske kommuner de neste 20 årene oppgradere og bygge ny infrastruktur for **332 milliarder kroner**.



Mulighetsstudie for VA-sektoren med samfunnsøkonomiske analyser

*På oppdrag for Kommunal- og distriktsdepartementet, Klima- og miljødepartementet og
Helse- og omsorgsdepartementet*

Oslo Economics, COWI og Kinei

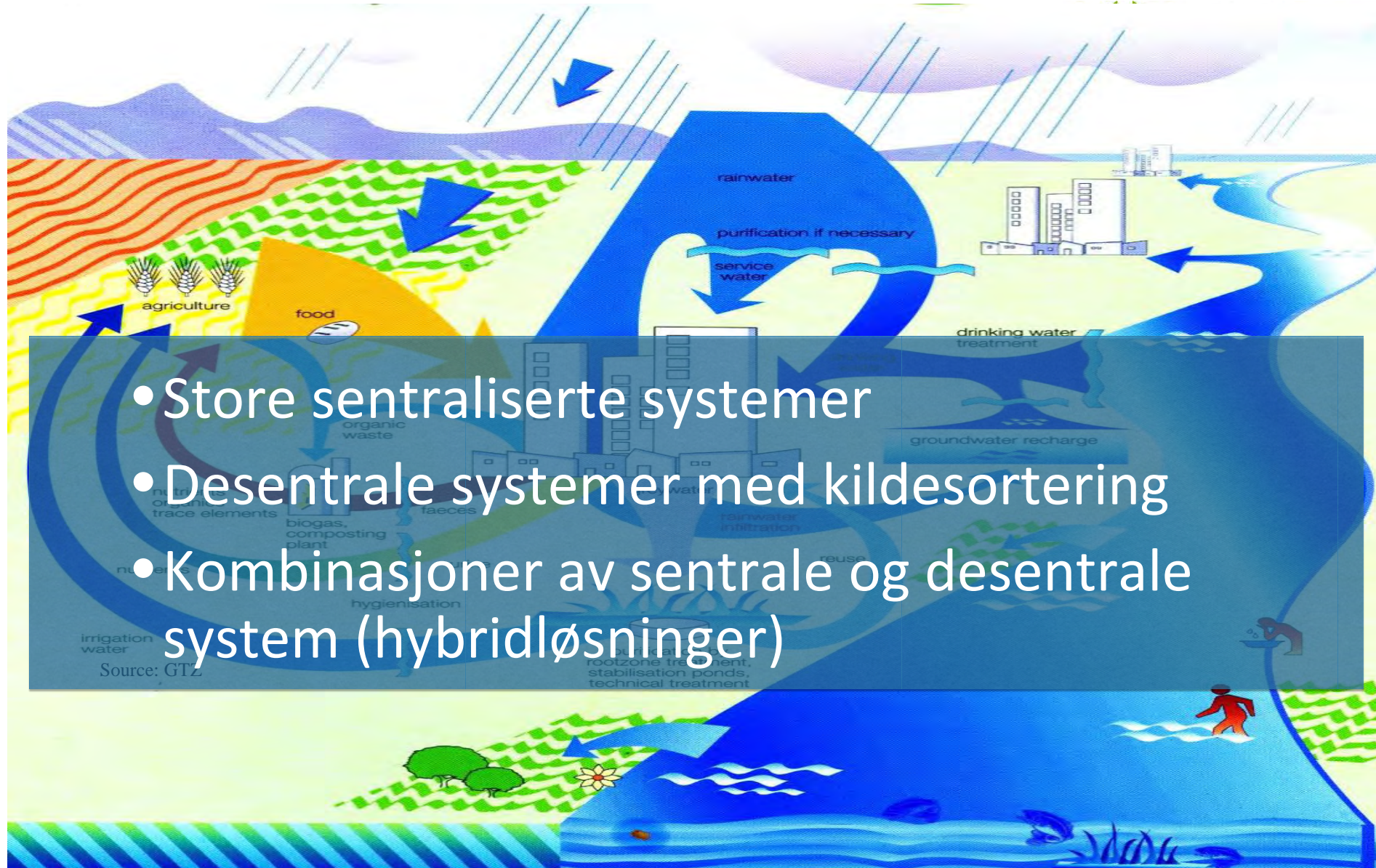
*økt kompetanse i de kommunale vann- og avløpsenhetene
best mulig bruk av vannkilder, resipienter, infrastruktur og fagfolk*

Kompetanse og industri i verdensklasse
riktige teknologier

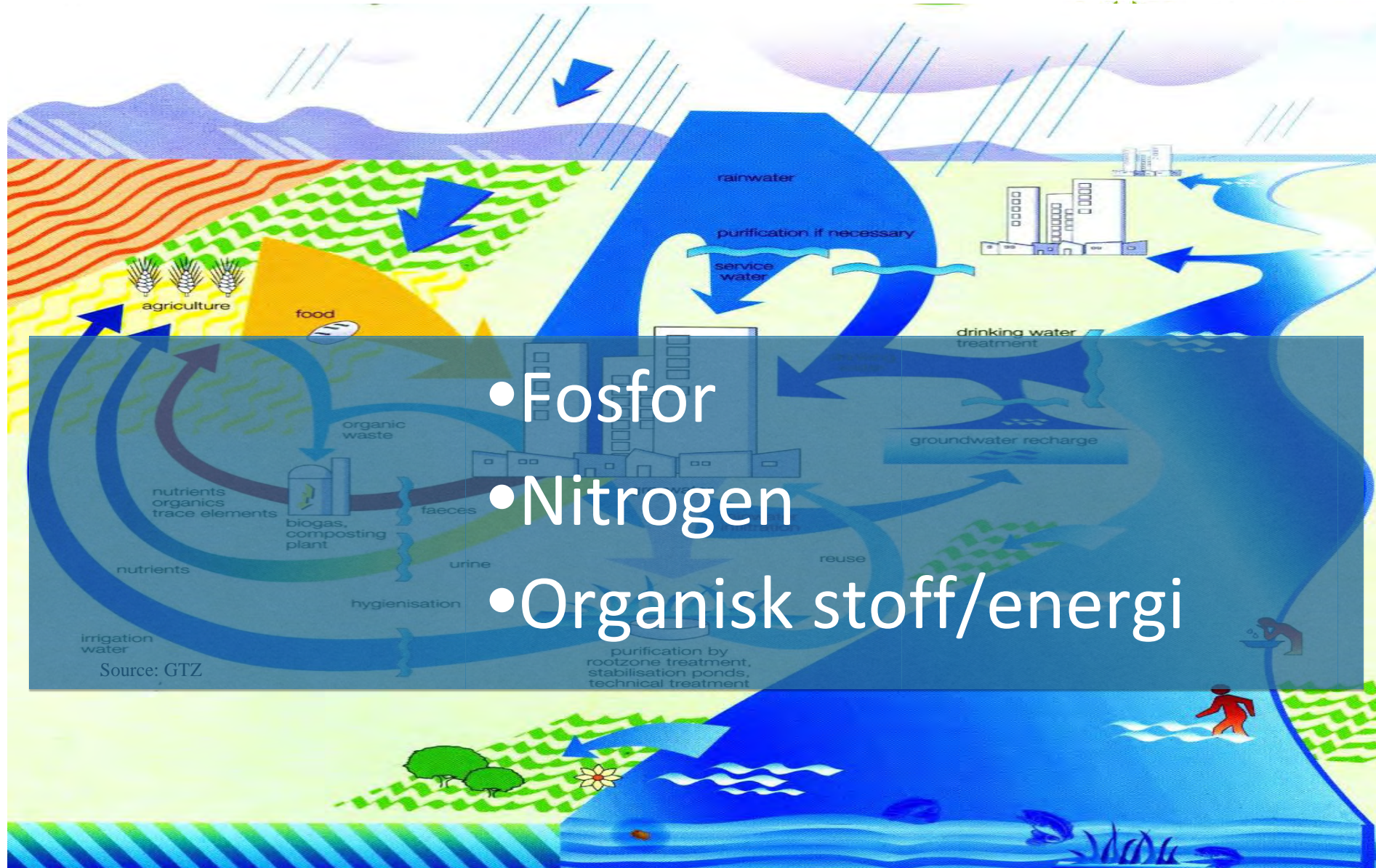
Premiere resirkulering og gjenbruk

Premiering av innovative løsninger

Hvilke muligheter har vi ?



Hva skal vi resirkulere - utnytte



Store sentrale systemer

HIAS prosessen - struvit



Feller fosfor som: * Struvit, Magnesium-ammonium-fosfat ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
* Organisk bundet fosfor

Fra: S. Eikås HIAS

Planter gjødslet med struvit hadde kraftigere vekst

struvite had a more vigorous growth



Fra S. Eikås HIAS

Planter gjødslet med struvit hadde kraftigere vekst
struvite had a more vigorous growth



**Struvit er godkjent for bruk
i både konvensjonelt og
økologisk landbruk**



Fra S. Eikås HIAS

Hva krever HIAS - prosessen?

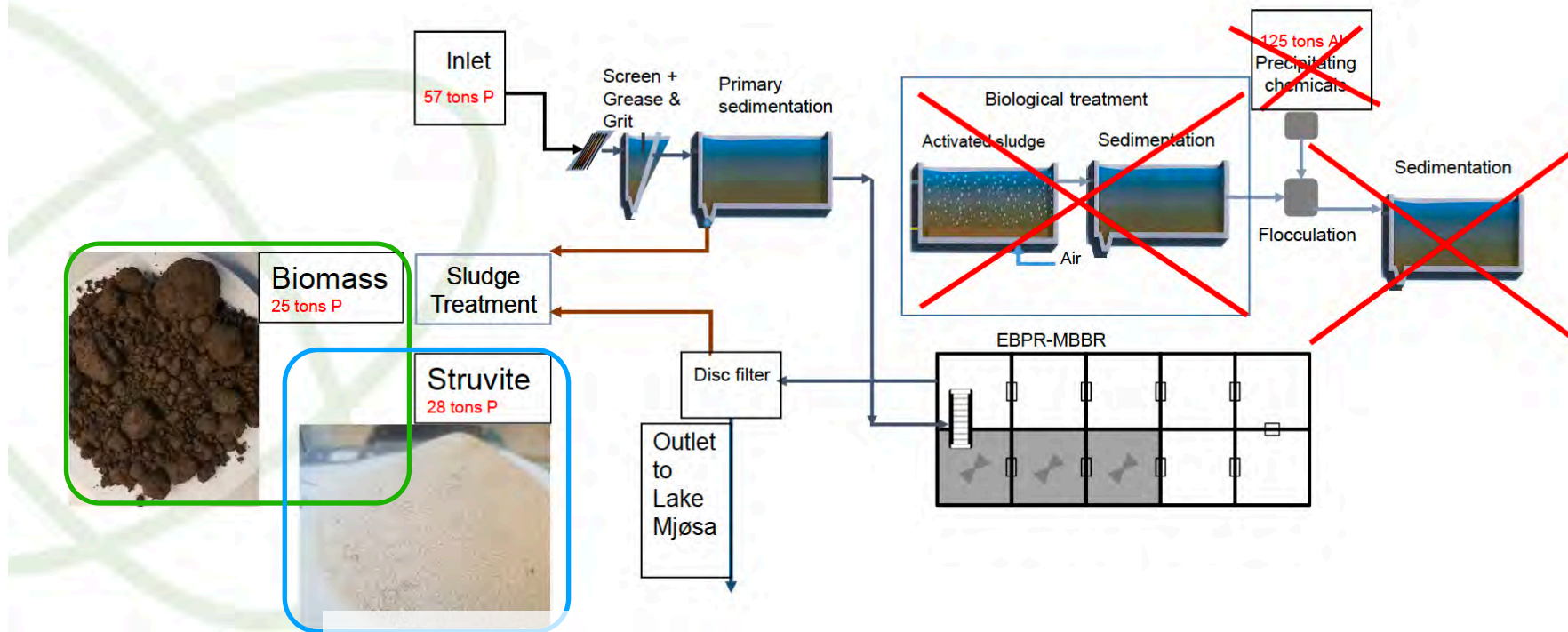


Høy konsentrasjon av P
i væskestrømmen



2016:
Prototype
10.000 PE

Hias prosessen: Biofilm BioP erstatter Aktivslam og kjemisk felling



**Mindre fotavtrykk uten
å øke energibehovet**



The Challenge

The Solution

The Technology

About us

Blog

EN



The Hias[®] Process

Probably the world's most compact
biological nutrient
removal technology



www.hias.as

Store sentrale systemer Resirkulere - N



- Ammoniakk stripping
- Membraner og ionebytting
- Andre (alger)

Store sentrale systemer Resirkulere - N



Store sentrale systemer
Resirkulere - N



Ammoniakk stripping

Krever høy konsentrasjon av
 NH_4 i væskestrømmen

Store sentrale systemer Resirkulere - N



Ammoniakk stripping

I rejektivannet, som inneholder
ca. 15% av nitrogenet, er NH_4
konsentrert

Hvilke muligheter har vi ?

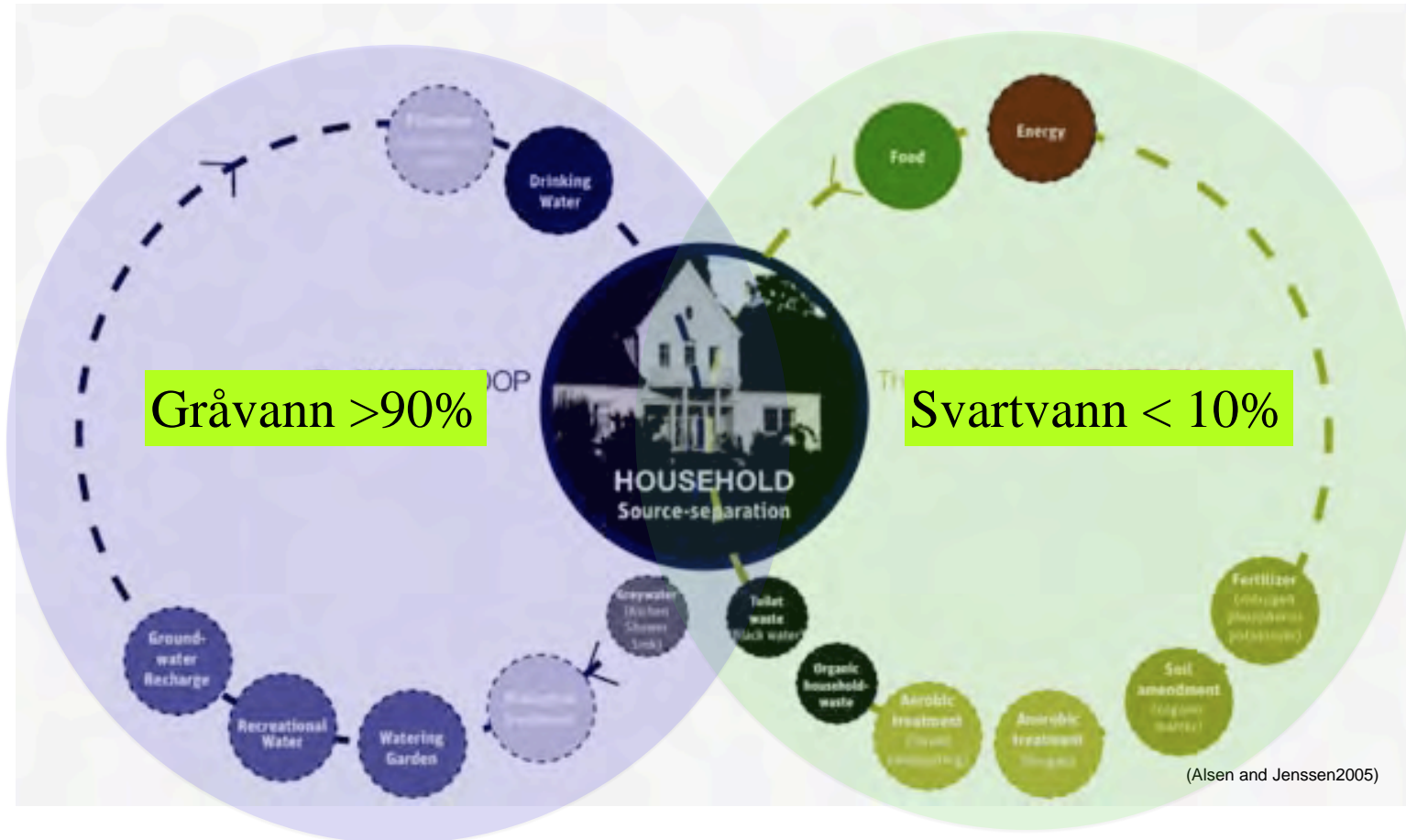


- Store sentraliserte systemer
- Desentrale systemer med kildesortering
- Kombinasjoner av sentrale og desentrale system (hybridløsninger)

Kildeseparering



SiEU Green
Sino-European innovative
green and smart cities



Co-funded by the Horizon 2020 programme of the European Union



Co-funded by the Chinese Ministry of Science and Technology



Bidrag fra toalettet

- * 90 % of N
- * 90 % of P
- * 80 % of K
- * > 50 % organisk materiale
- * Mesteparten av patogenese

Todt et al. 2015



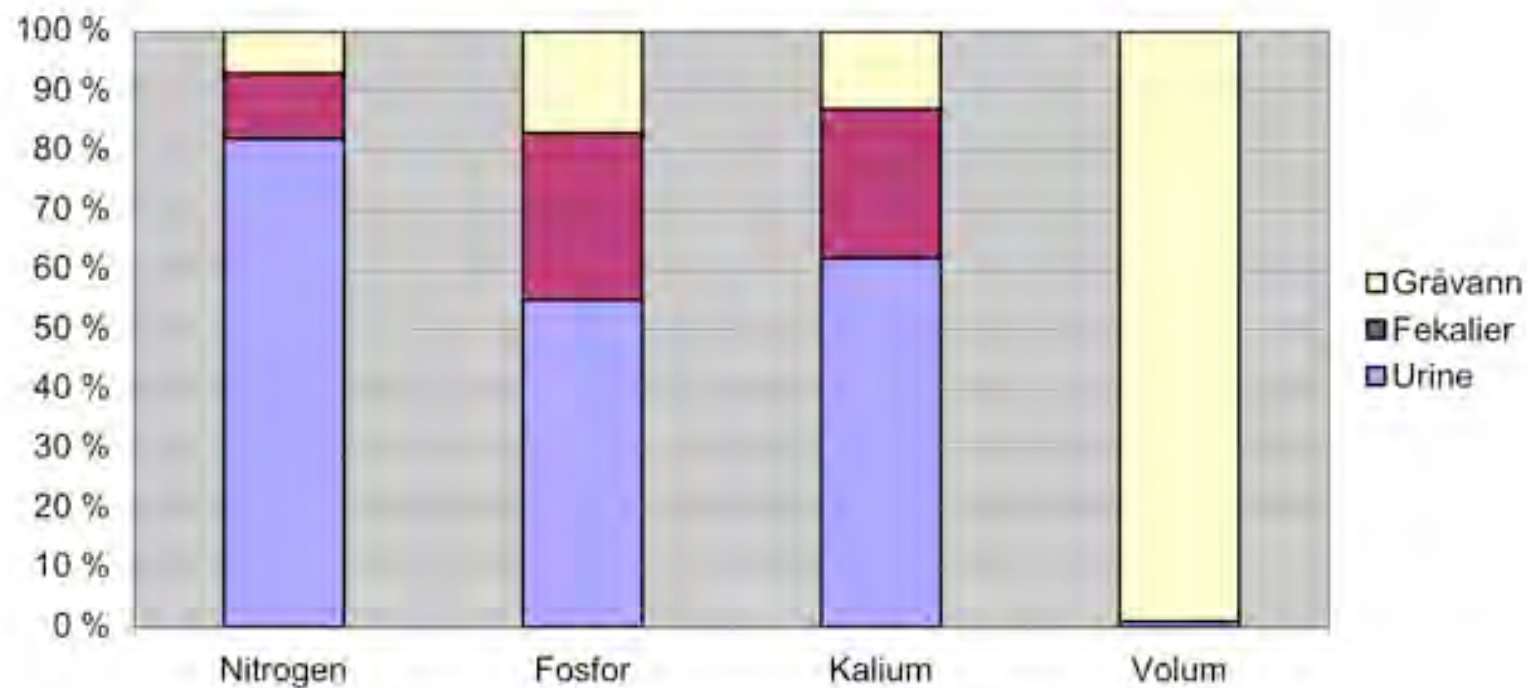
Co-funded by the Horizon 2020 programme
of the European Union



Co-funded by the Chinese Ministry
of Science and Technology



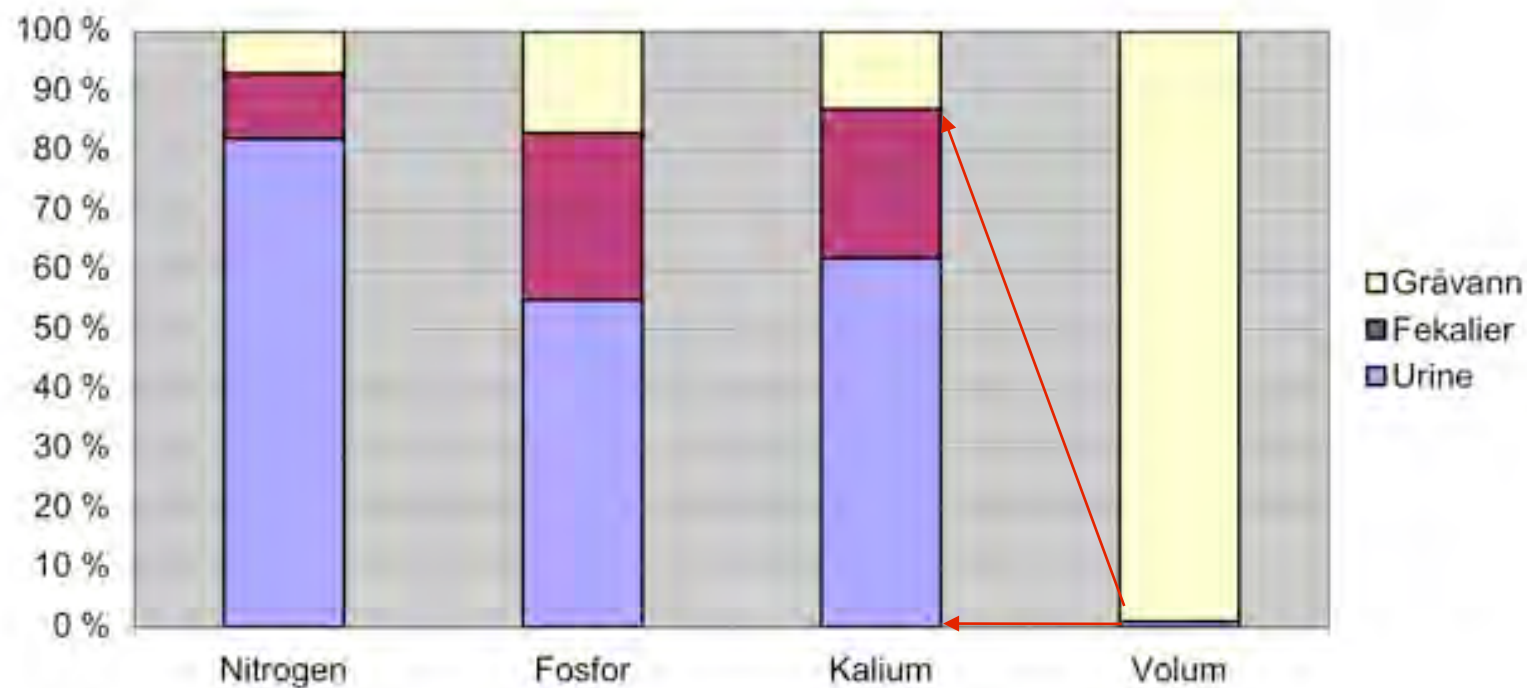
Næringsstoffer og volum i avløpsfraksjoner



Source: Jönsson et al. 1999



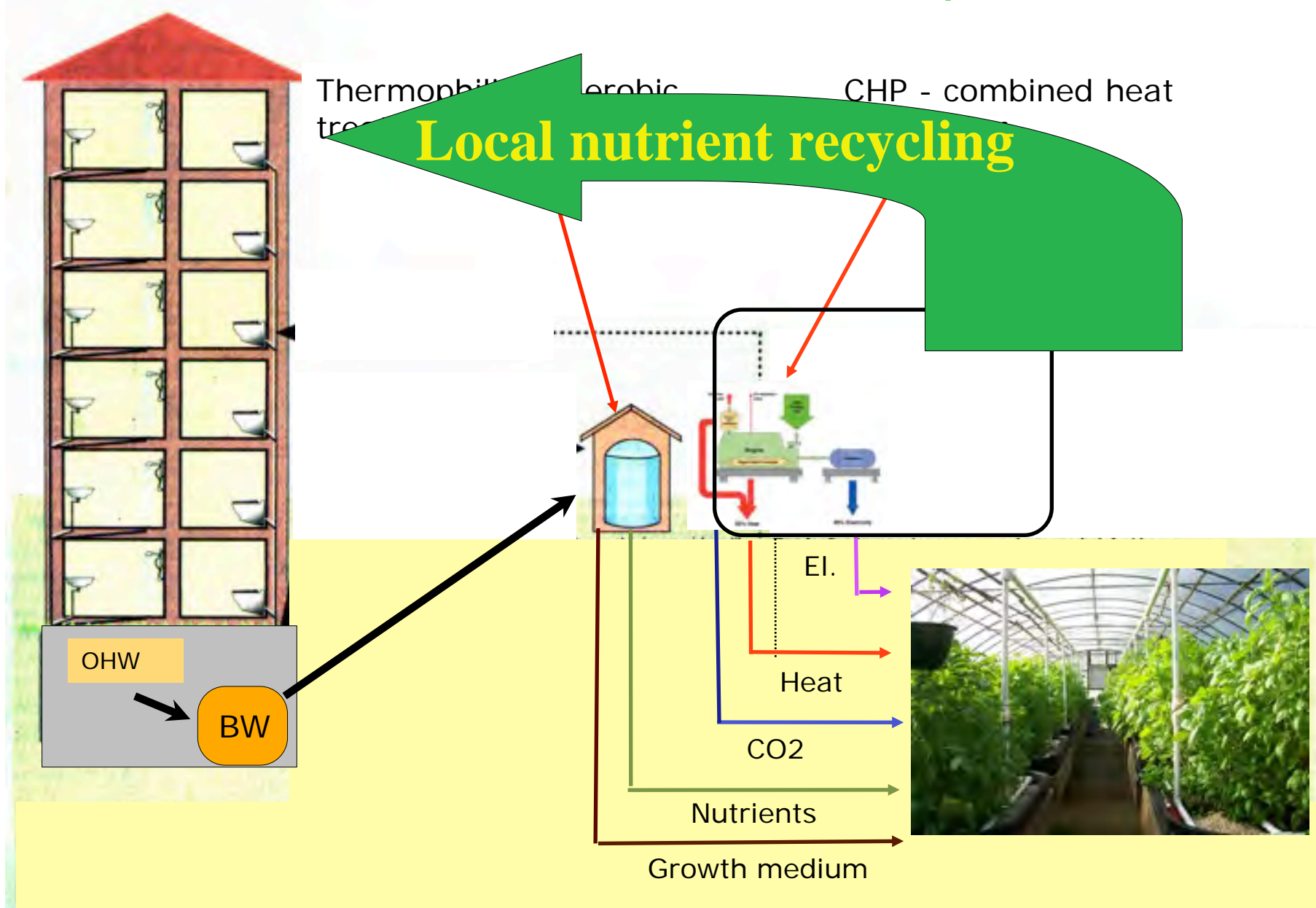
Næringsstoffer og volum i avløpsfraksjoner



Source: Jönsson et al. 1999

1% av volumet contains 80 - 90% av ressursene

SIEUGreen Showcase Campus Ås



Felling av struvit



SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities

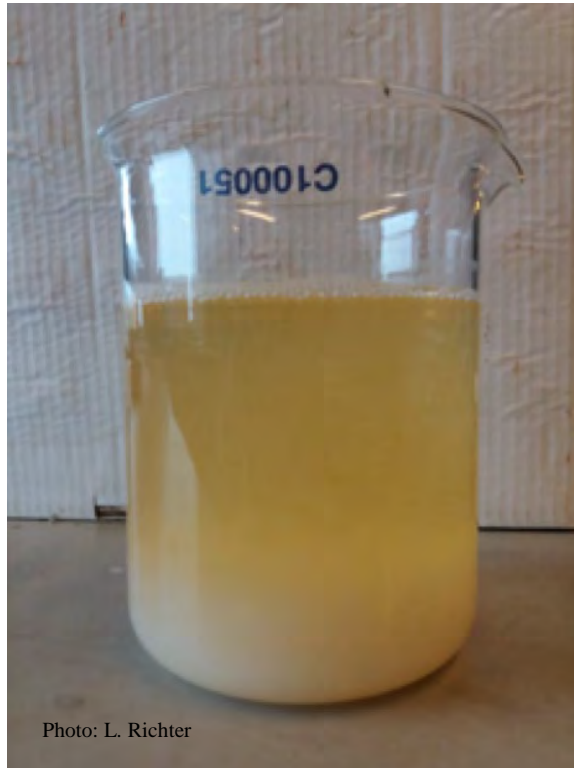
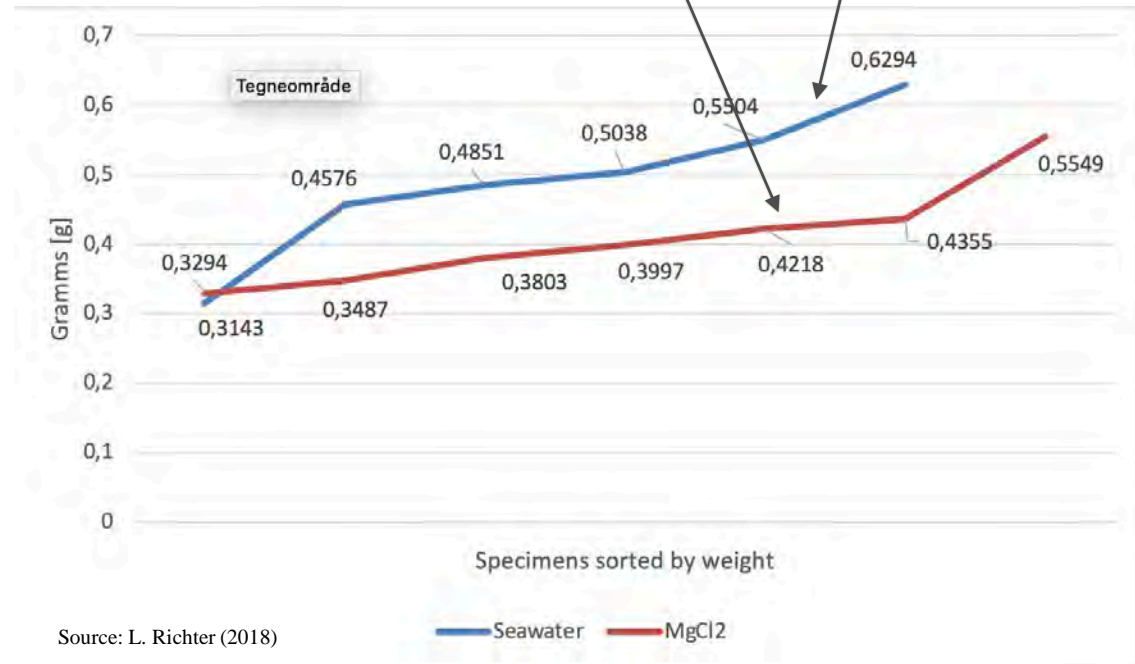


Photo: L. Richter

Precipitation of STRUVITE with MgCl and seawater



29



Co-funded by the Horizon 2020 programme
of the European Union



Co-funded by the Chinese Ministry
of Science and Technology

Alge produksjon



SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities



**Treated
digestate
w/algae**

**Biogas
digestate**



Co-funded by the Horizon 2020 programme
of the European Union

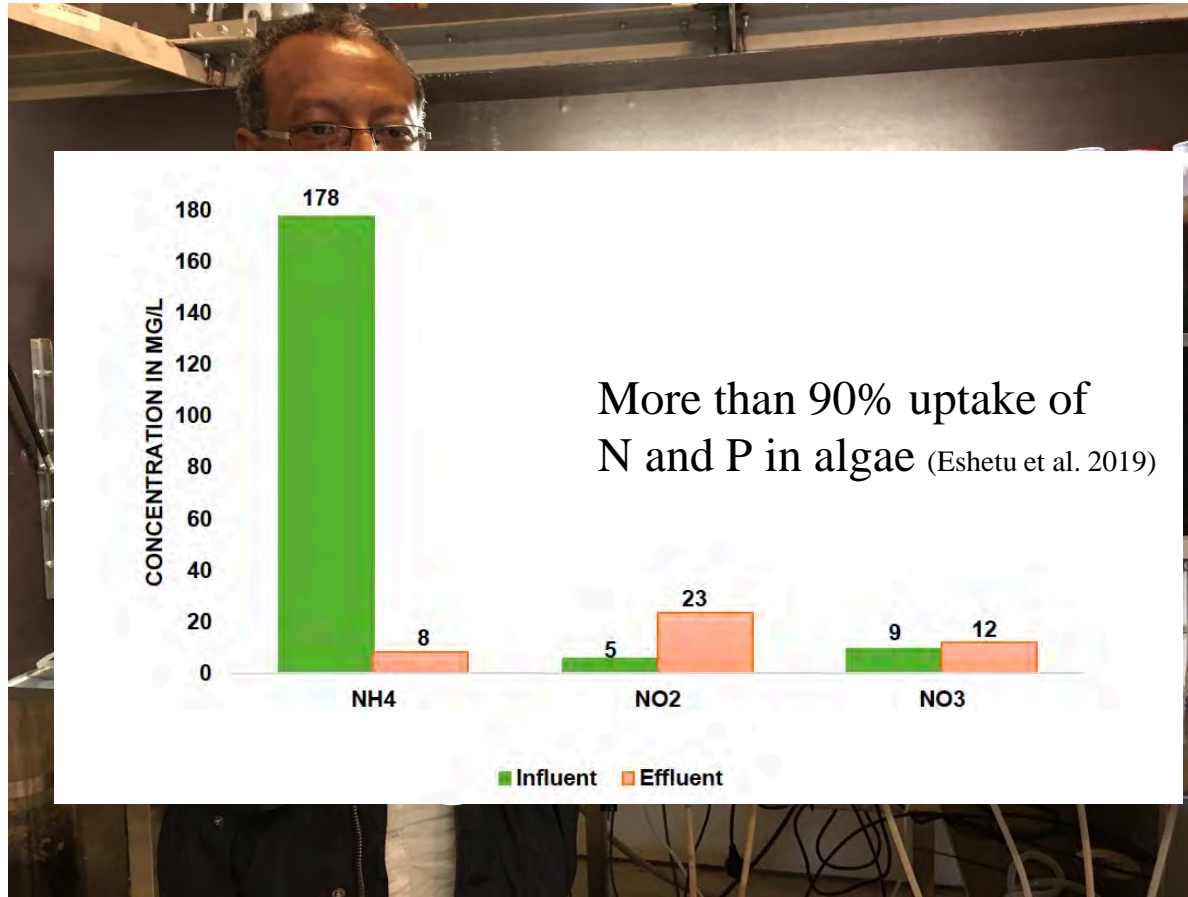


Co-funded by the Chinese Ministry
of Science and Technology

Algae production



SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities



31



Co-funded by the Horizon 2020 programme
of the European Union



Co-funded by the Chinese Ministry
of Science and Technology

Svartvannsbehandling i (plantebevokste) tørkesenger



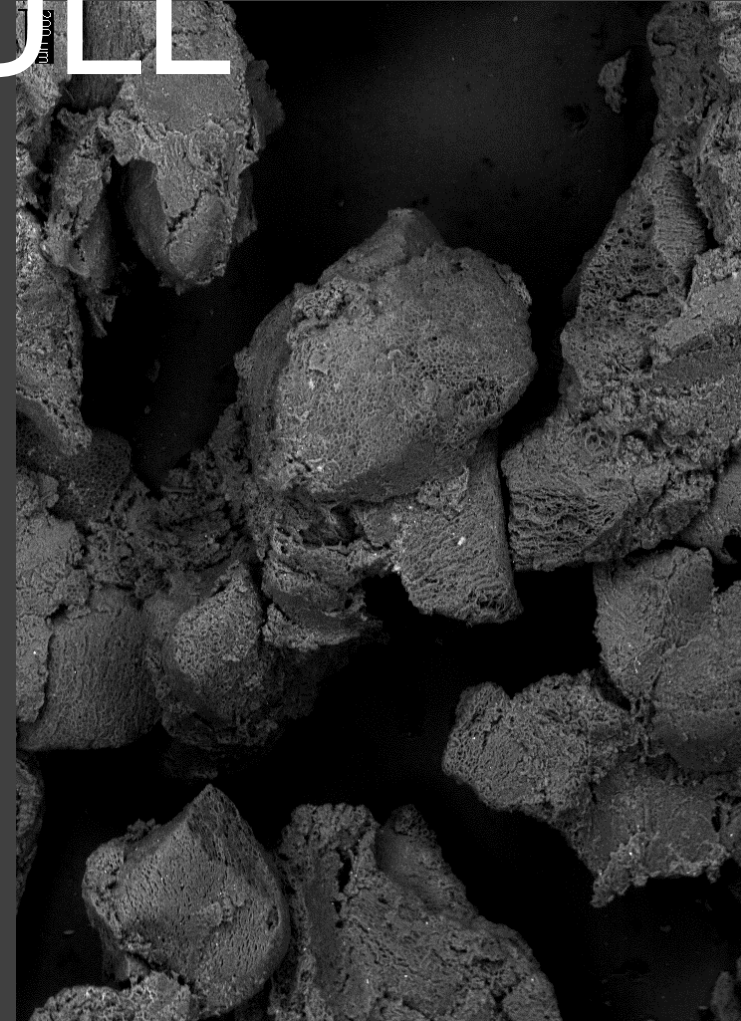
Gir en klar næringsrik gjødselvæske
Mulighet for enkel gjødselproduksjon for bonden

Hanserud og Jenssen 2010

BIOKULL

Biochar

- Biomass stabilization
- Carbon negative
- Biogas and biocrude co-production
- Wastewater treatment
- Sorption capacity
- Soil amendment



BIOKULL

Kan binde organiske mikroforurensninger

Biochar

Biokull kan produseres ved mikrobølge
pyrolyse

Mikrobølge pyrolyse gir spennende muligheter for å utny

- Biomass stabilization

- Biogas and biocrude co-production

- Wastewater treatment

- Sorption capacity

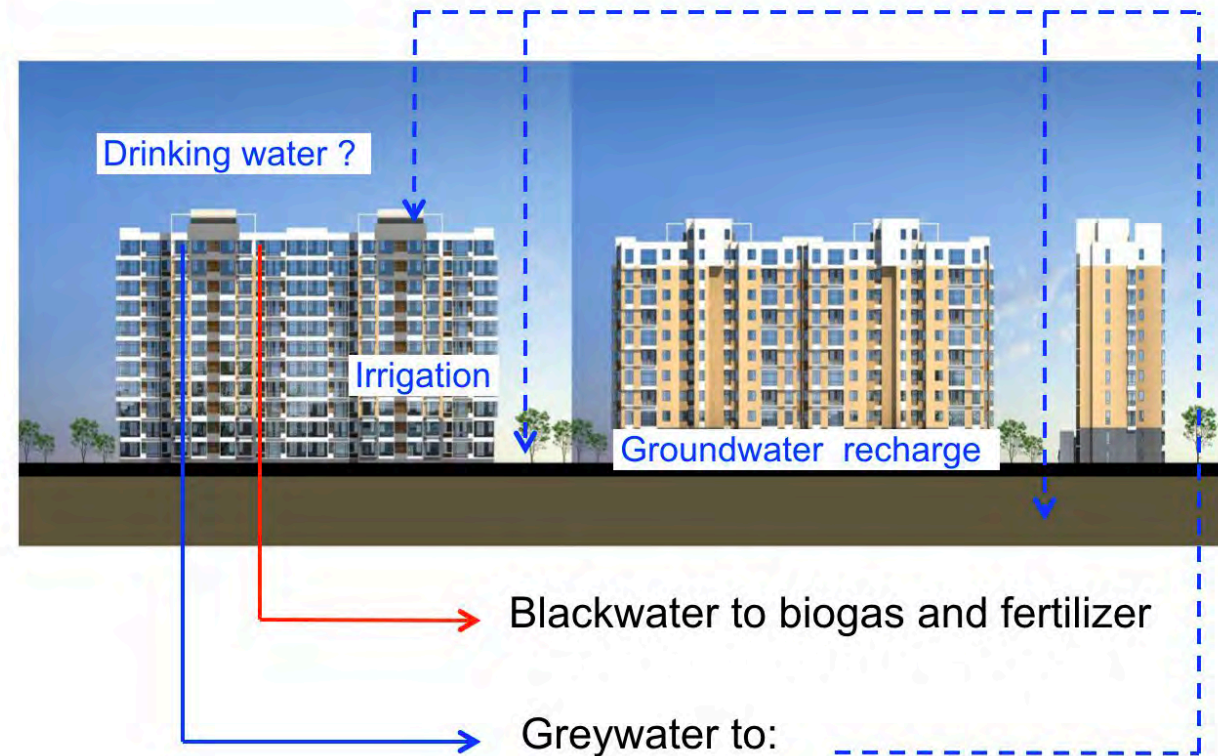
- Soil amendment



SiEUGreen - source separation



SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities



夏各庄新城回迁小区 规划设计方案 XIA GE ZHUANG XIN CHENG HUI QIAN XIAO QU GUI HUA SHE JI FANG AN 2009.04

35



Co-funded by the Horizon 2020 programme
of the European Union



Co-funded by the Chinese Ministry
of Science and Technology

Greywater treatment - Klostrenga, Oslo



Greywater treatment at Klosterenga Oslo

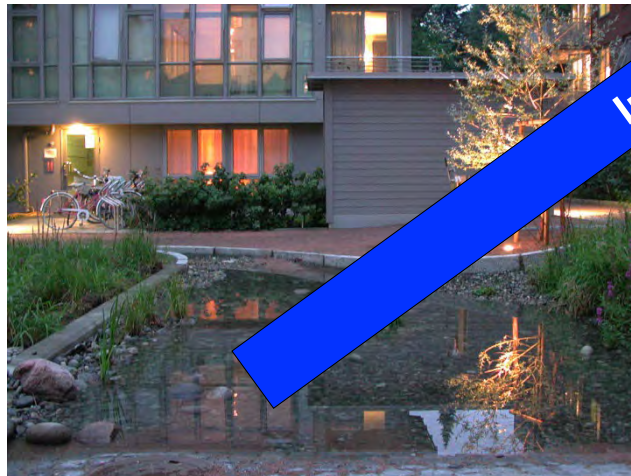
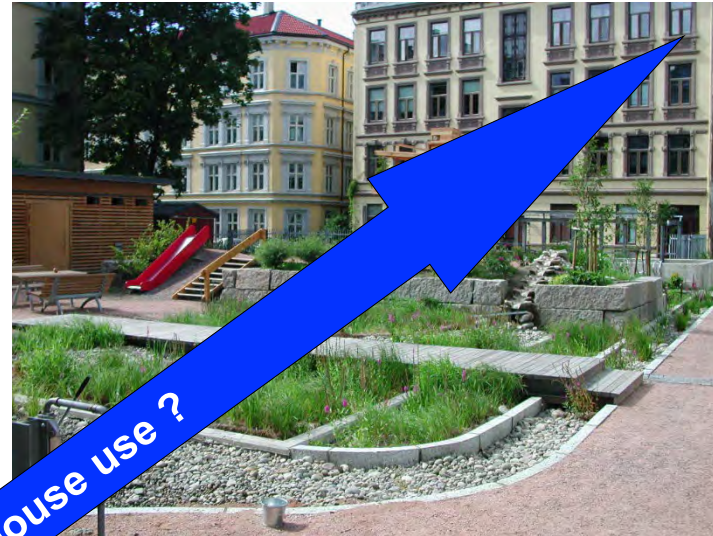
Effluent values:

Fecal coliforms:	<20
Total-N:	2,5 mg/l
Total-P:	0,03 mg/l

(Sagen 2014)



Greywater treatment - Klostrenga, Oslo



Inhouse use ?

Greywater treatment at Klosterenga Oslo

Effluent values:

Fecal coliforms:	<20
Total-N:	2,5 mg/l
Total-P:	0,03 mg/l

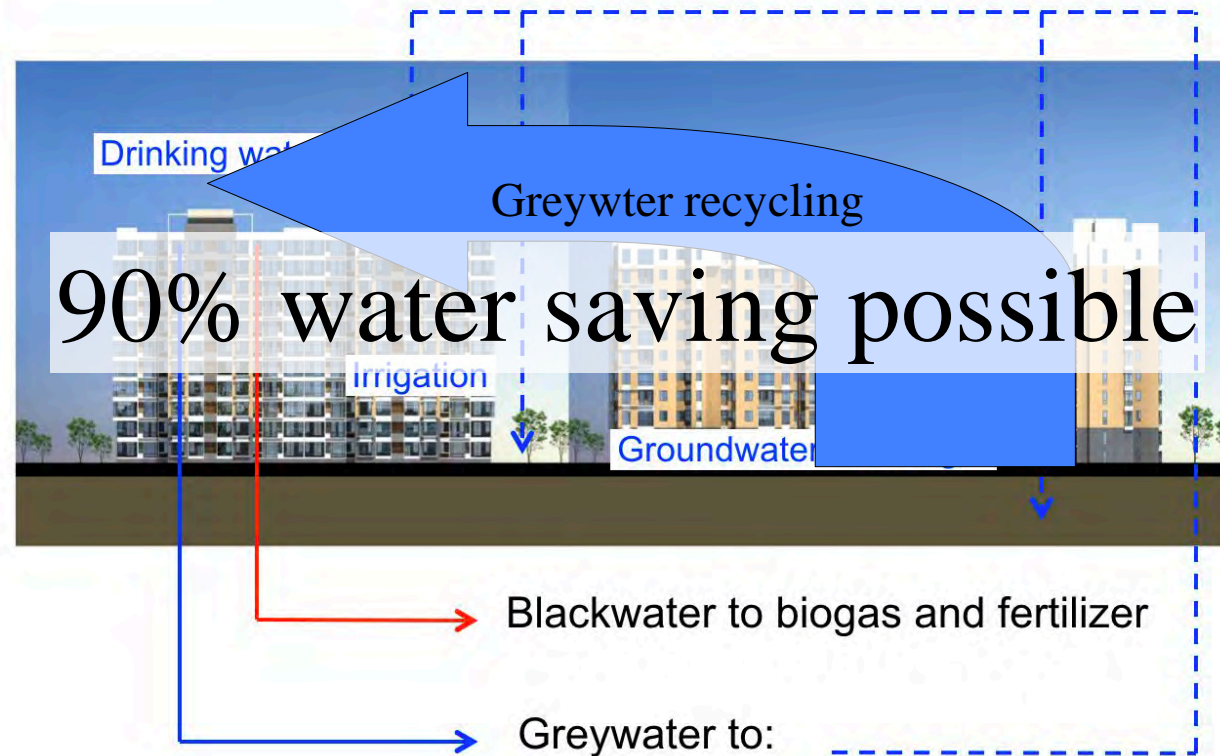
(Sagen 2014)



SiEUGreen - source separation



SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities



38

夏各庄新城回迁小区 规划设计方案 XIA GE ZHUANG XIN CHENG HUI QIAN XIAO QU GUI HUA SHE JI FANG AN 2009.04

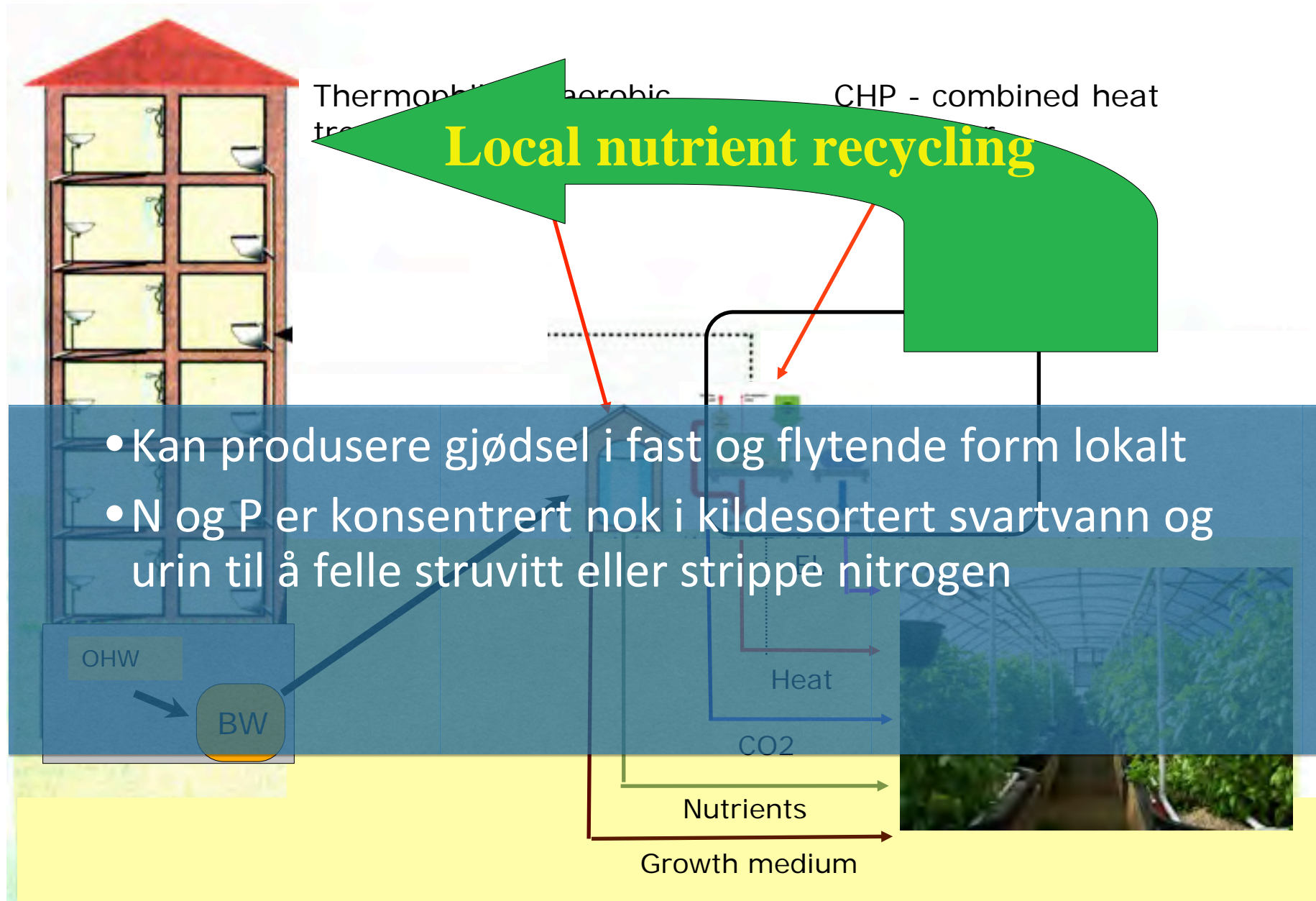


Co-funded by the Horizon 2020 programme
of the European Union



Co-funded by the Chinese Ministry
of Science and Technology

• Desentrale systemer med kildesortering

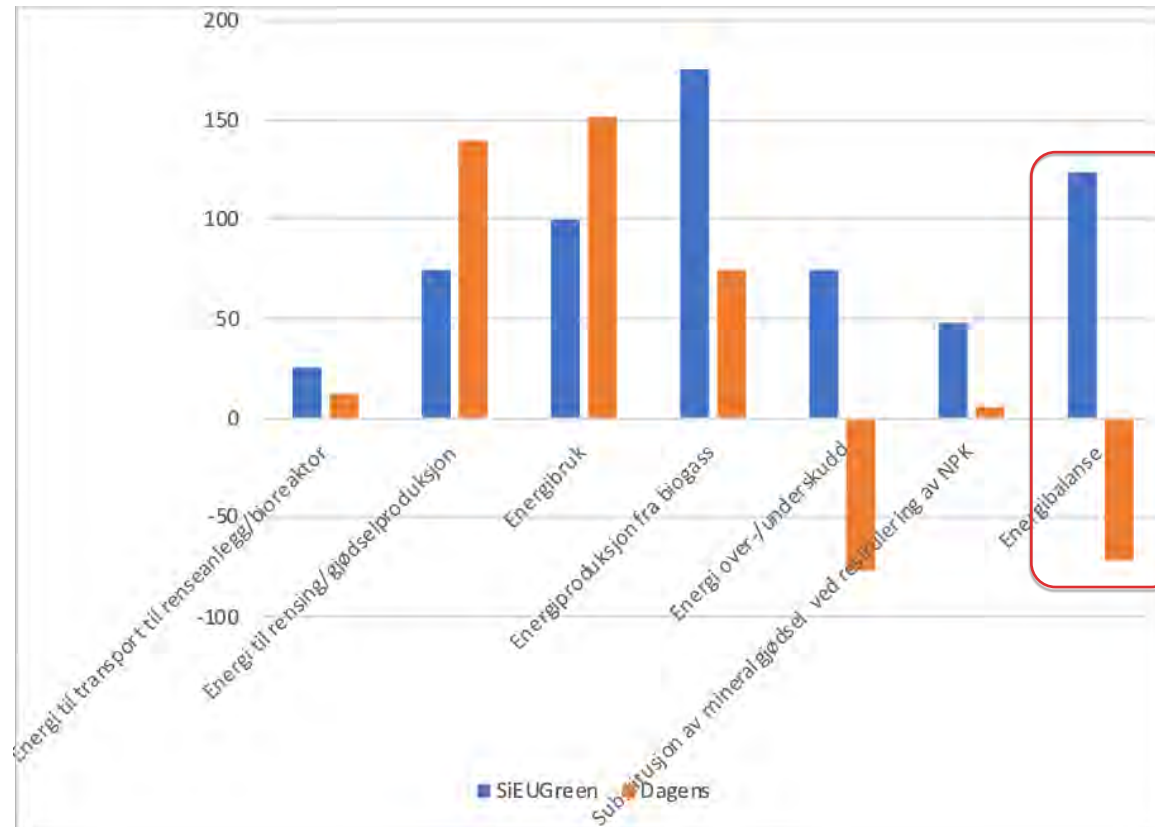


SiEUGreen - energy balance



SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities

kWh/pe/år



40



Co-funded by the Horizon 2020 programme
of the European Union

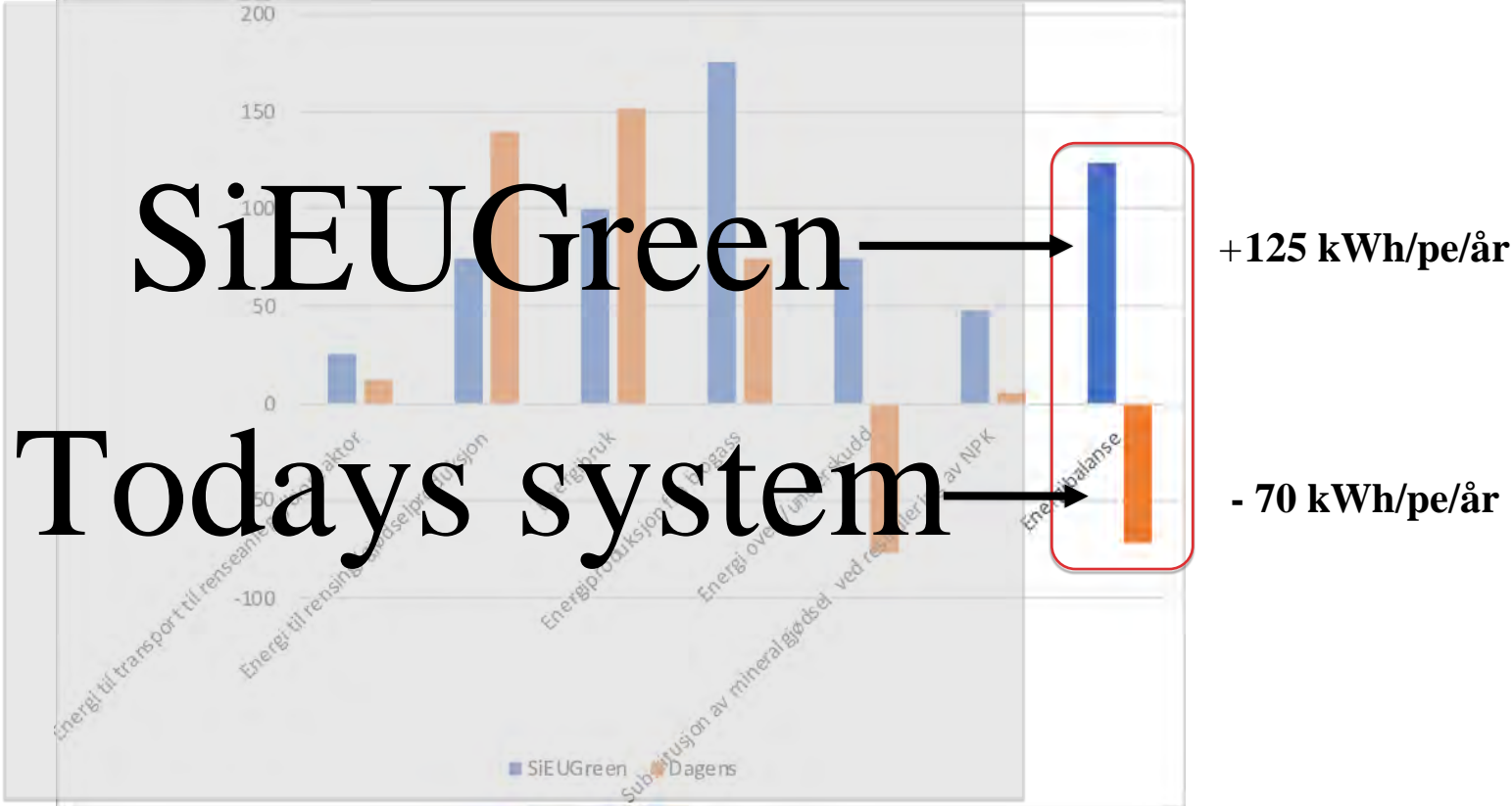


Co-funded by the Chinese Ministry
of Science and Technology

SiEUGreen - energy balance



SiEUGreen
Sino-European innovative
green and smart cities



Co-funded by the Horizon 2020 programme of the European Union

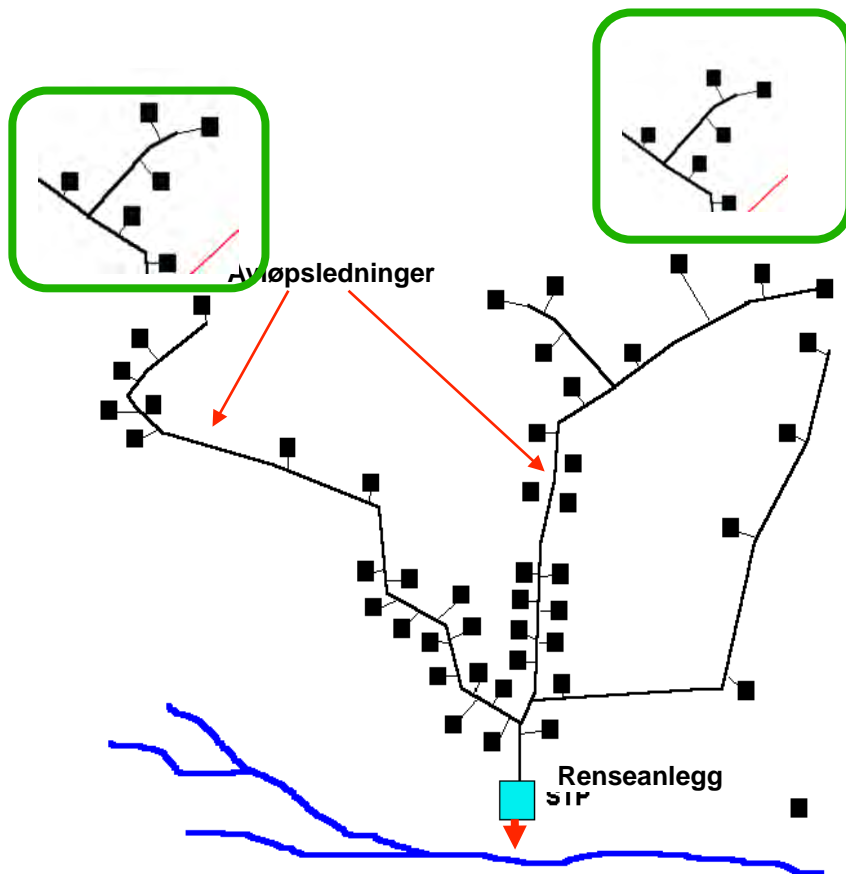


Co-funded by the Chinese Ministry of Science and Technology

Hvilke muligheter har vi ?



• Kombinasjoner av sentrale og desentrale system (hybridløsninger)



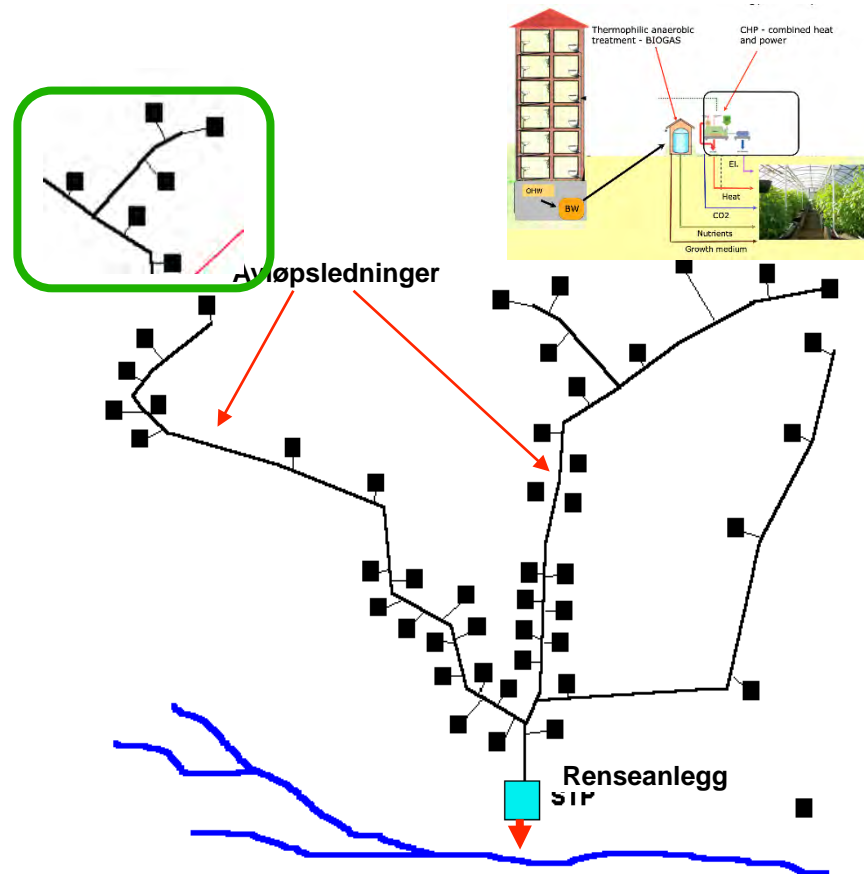
USA

- 37% av alle nye avløpsanlegg er småskala og desentrale
- over 50% er i byer og bynære områder

(USEPA 2000)



• Kombinasjoner av sentrale og desentrale system (hybridløsninger)



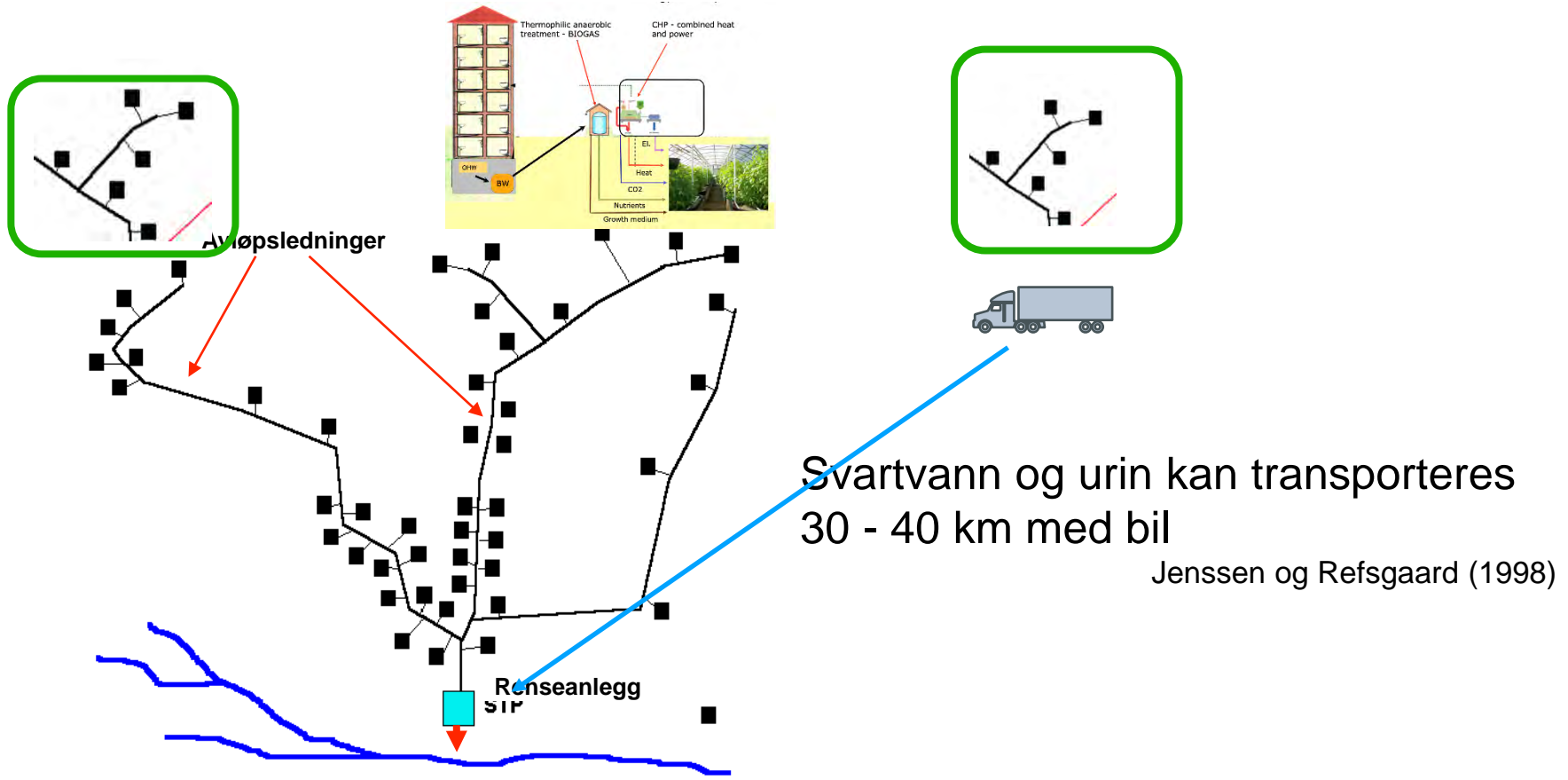
USA

- 37% av alle nye avløpsanlegg er småskala og desentrale
- over 50% er i byer og bynære områder

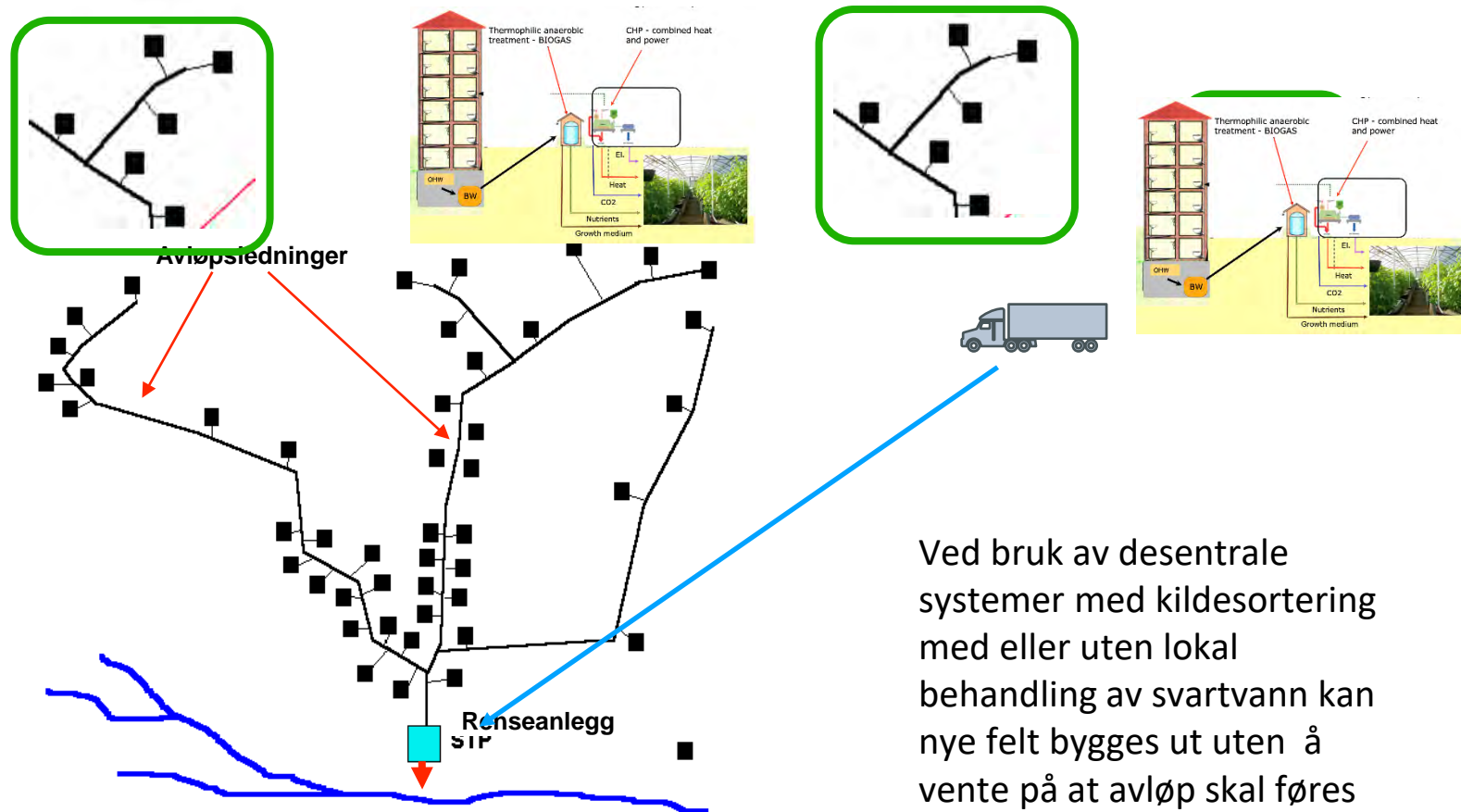
(USEPA 2000)



- Kombinasjoner av sentrale og desentrale system
- (hybridløsninger)



- Kombinasjoner av sentrale og desentrale system
- (hybridløsninger)

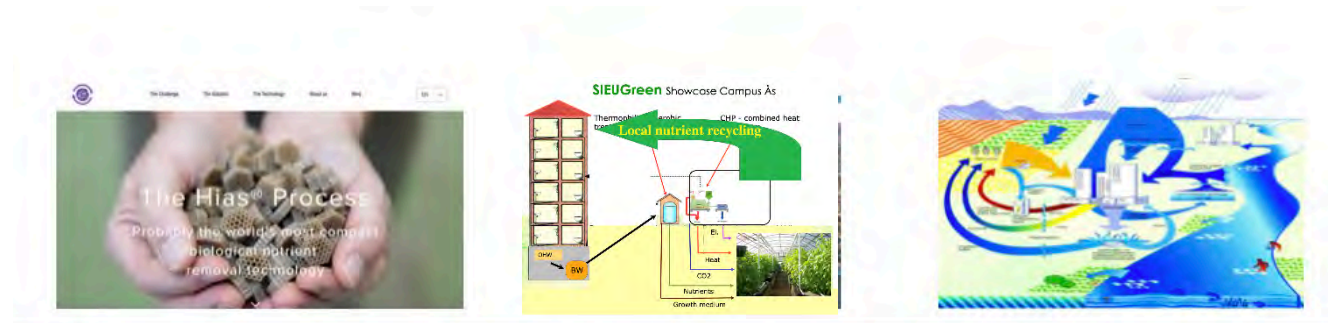


Ved bruk av desentrale systemer med kildesortering med eller uten lokal behandling av svartvann kan nye felt bygges ut uten å vente på at avløp skal føres fram



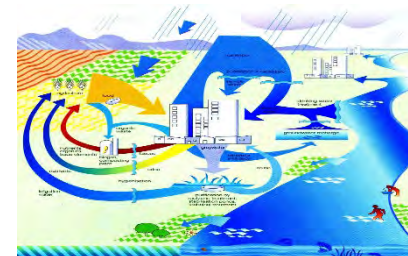
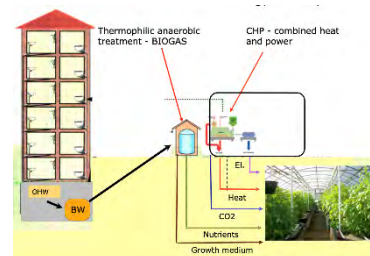
Oppsummering - anbefalinger

- Ved oppgradering eller nye renseanlegg vurder å felle P som struvit (HIAS-prosessen) og legg til rette for nitrogenfangst ved stripping som på VEAS - GJØDSELFABRIKKER!
- Felling av fosfor som struvit og stripping av nitrogen krever konsentrerte næringsløsninger. Urin og svartvann er konsentrert og kan derfor behandles i renseanlegg som har disse prosessene
- Desentrale løsninger med kildesortering gir mulighet for produksjon av flytende fullverdig gjødsel til lokal bruk inneholder K
- Beregninger fra Multikonsult i forbindelse med Fjordbyen i Lier viser at en desentral utbygging med kildesorterende løsninger kan være økonomisk fordelaktig. Vurder kildesortering ved nybygging også i eksisterende bebyggelse.



Oppsummering - anbefalinger

- Vurder mikrobølge pyrolyse som en del av slambehandlingen. Det kan øke energioverskuddet i rensprosessen og produsere biokull.
- Systemvalg er viktig - se på kombinasjon av sentrale og desentrale løsninger
- Gjenbruk av gråvann er spesielt interessant på eksportmarkedet, men også i Norge
- **Sirkulære løsninger bedre matberedskap**
- **Sats på innovative sirkulære løsninger. Her har Norge store muligheter for å bli en sentral aktør internasjonalt**





Takk for oppmerksomheten!