

Leren denken als astronauten: Cyclische off-grid sanitatie technologie voor urbane en rurale gebieden (CLOS^eSURE)

Ralph Lindeboom

Assistant professor

Department of Watermanagement,
Delft University of Technology

Webinar: Water in de circulaire economie





Een water planeet, ook bekend als de Aarde
riskeert tekorten aan water en voedsel

Terwijl de populatie gegroeid is to > 7 mld

De bewoners van de Aarde beseffen niet dat:

- grondstoffen limiterend zijn in Ruimtereizen
- zij astronauten zijn op Ruimteschip Aarde
- Ruimteschepen altijd off-grid zijn
- hun Ruimteschip erg rijke cycli heeft....
- als ze als astronauten leren denken!

Microbiologie in afgelegen gebieden Diepzee, hydrothermale bronnen en de Ruimte

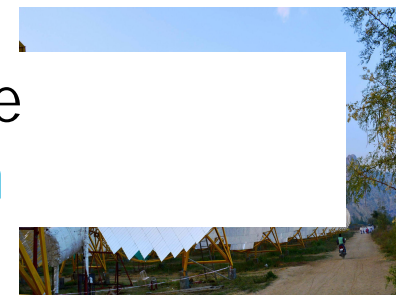
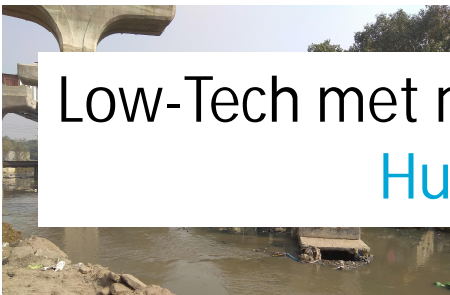
Frugalizing water technologie

Reverse engineering?

High-Tech sluiten van water kringlopen
Hulpbron-rijke samenlevingen



Low-Tech met robuuste High-Tech integratie
Hulpbron-arme samenlevingen



Wat is “frugal innovation”?

Frugal innovation wordt vaak gedefinieerd als:

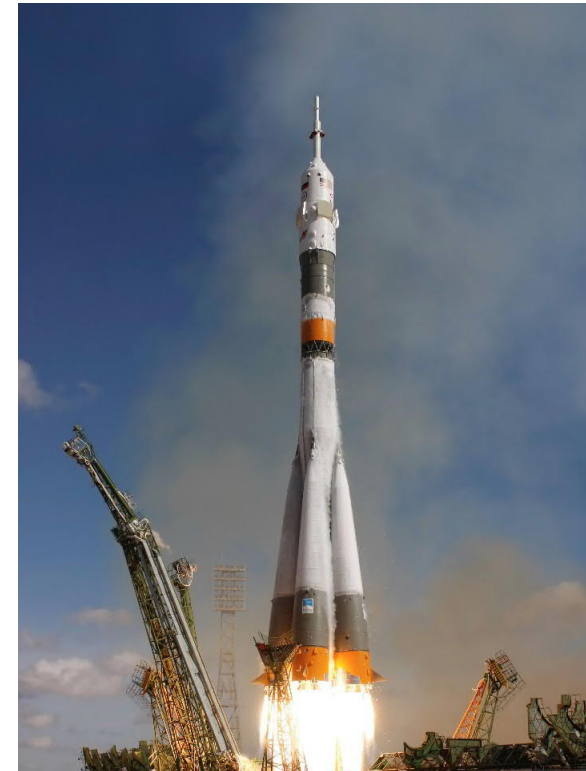
“meer doen met minder grondstoffen door ingenuiteit en creativiteit in hulpbron-arme gebieden”

Wereldwijd zijn er door de eeuwen heen vergelijkbare concepten ontwikkeld in meerdere culturen

- Jugaad (India)
- DIY (Anglosaxon world)
- Gambiarra, Jeitinho (Brasil)
- Systeme D (France)
- Jiejian Chuangxin (China)
- Kanju, Jua Kali (Africa, Kenya)

Astrobiologie als inspiratiebron

Soyuz TMA-18M (ISS) Soyuz-FG
Location: Baikonur Cosmodrome LC-1
Time: Sep 2nd 10:34 AM ALMT (UTC+6)

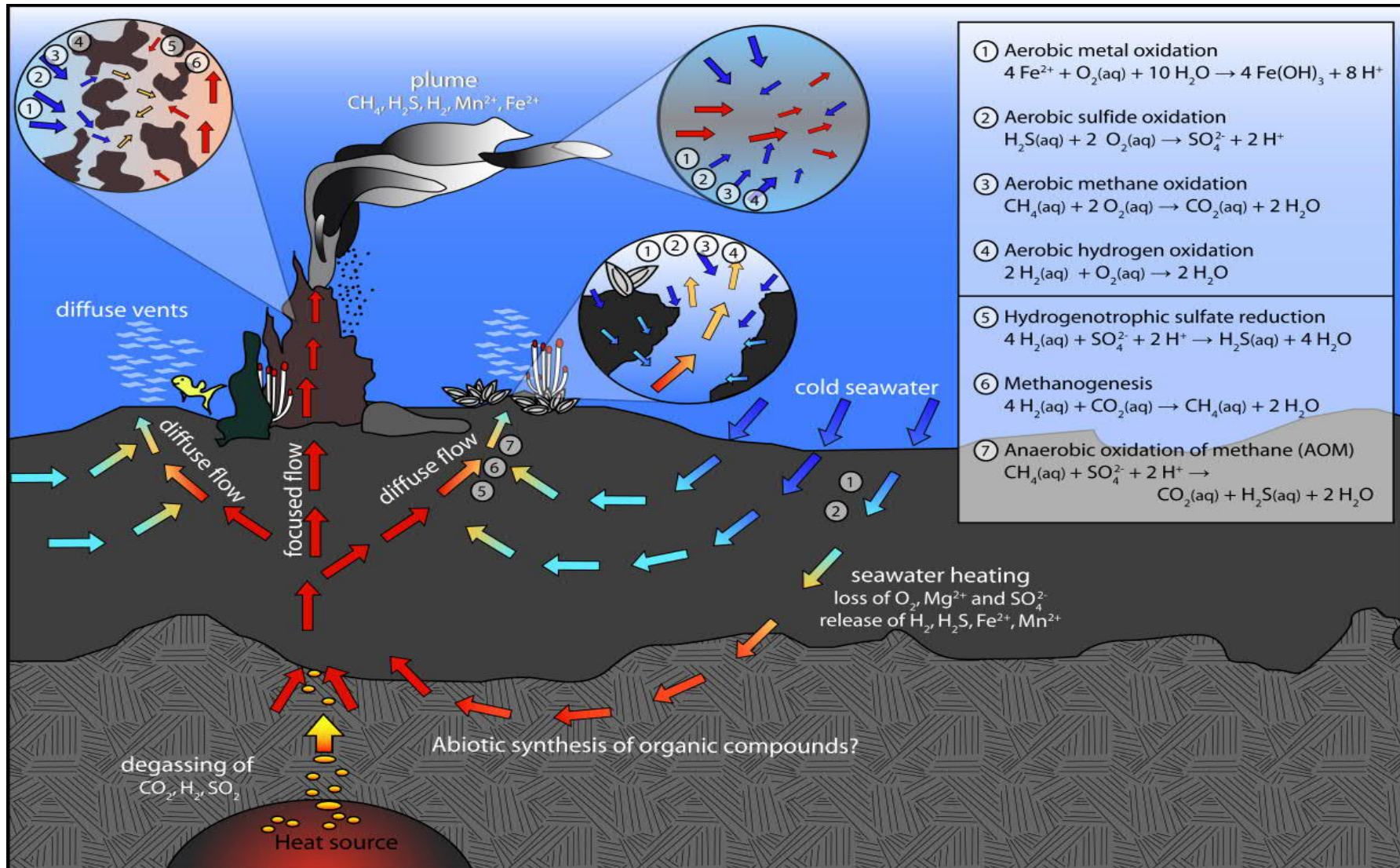


5 mL reageerbuisje als “bioreactor”

Resultaat: ontwikkeling high-throughput activiteitstesten met cultuur in 50-100 μ L en 2 μ L N monsters voor ureolyse, nitritatie, nitratie, denitrificatie en anammox.

De diepzee en hydrothermale bronnen ter inspiratie

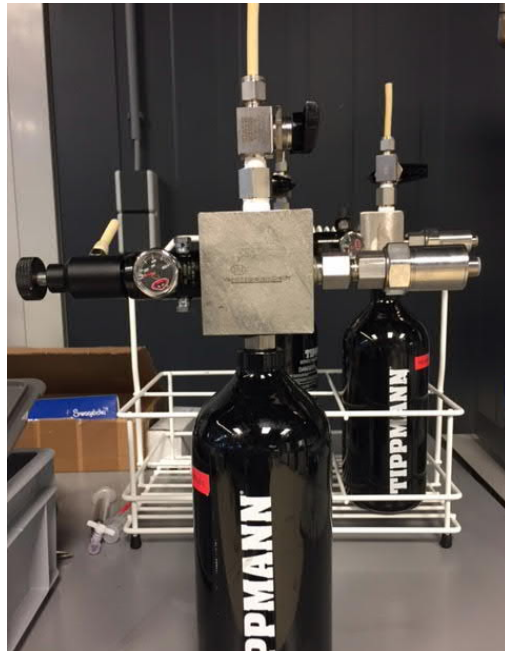
De natuur waarin microbiologie en thermochemie samenkomen



Van de diepzee naar het lab



Jugaad innovation



Om hoge druk micro-organismen te cultiveren en hoge kwaliteit biogas te maken vraag je het uiterste van technologie ontwikkeling

- Paintball bottle (20bar)
- Pressure probe
- Soft sensor (pH -reeqC)

Frugal innovation



- SS reactor (600 bar)
- Pressure probe
- Soft sensor (pH -reeqC)

Systemic Innovation



- Parr SS reactor (90 bar)
- Pressure probe
- pH probe (simple model)

Lindeboom et al. (2012)
Ceron et al. (submitted)

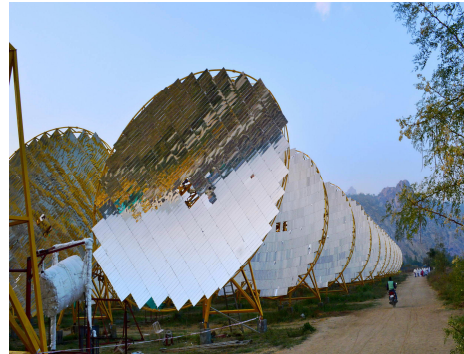
Ondertussen in de echte wereld



Uit de hand gelopen “Low-Tech” biothermochemische oplossing voor duurzamere palmolie industrie



Lindeboom & Goverde, 2005



$$T_{abs,max} = T_{sun} \sqrt[4]{C/C_{max}} > 1300^{\circ}\text{C}$$

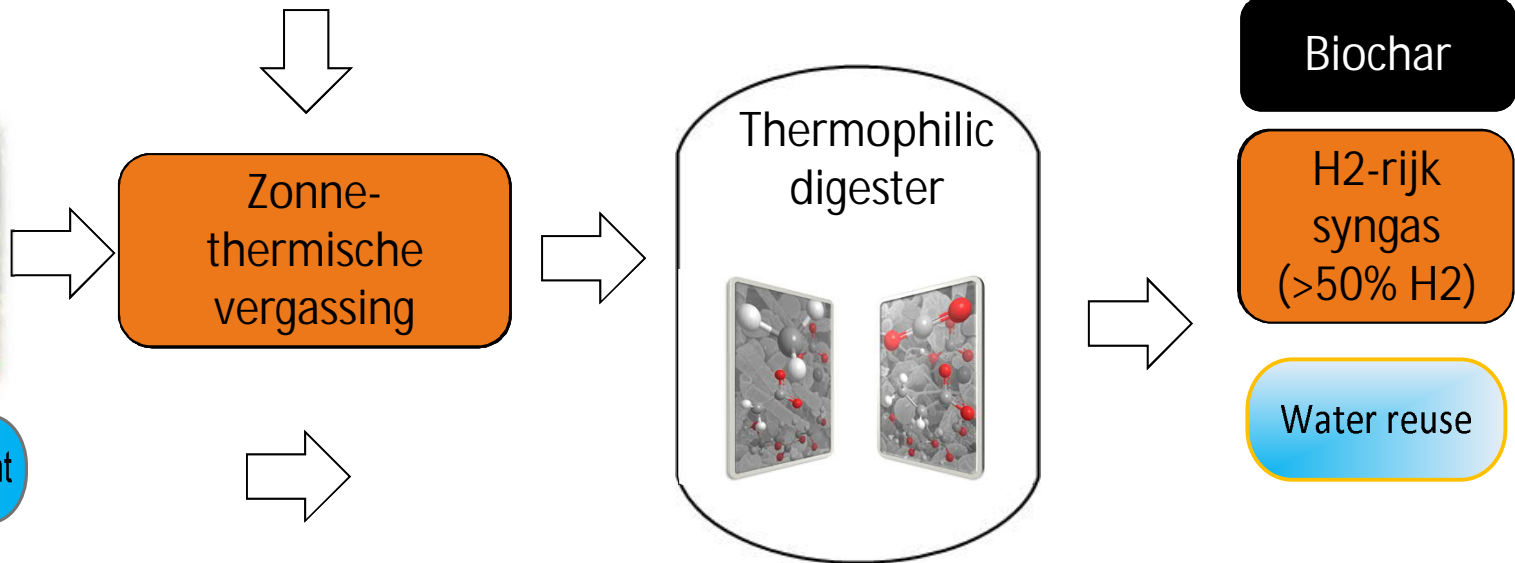
$$T_{sun} = 5777\text{K}$$

Leutz & Suzuki, 2001

Empty Fruit Bunch (EFB)
1.5-3.0 ton EFB per ton RPO

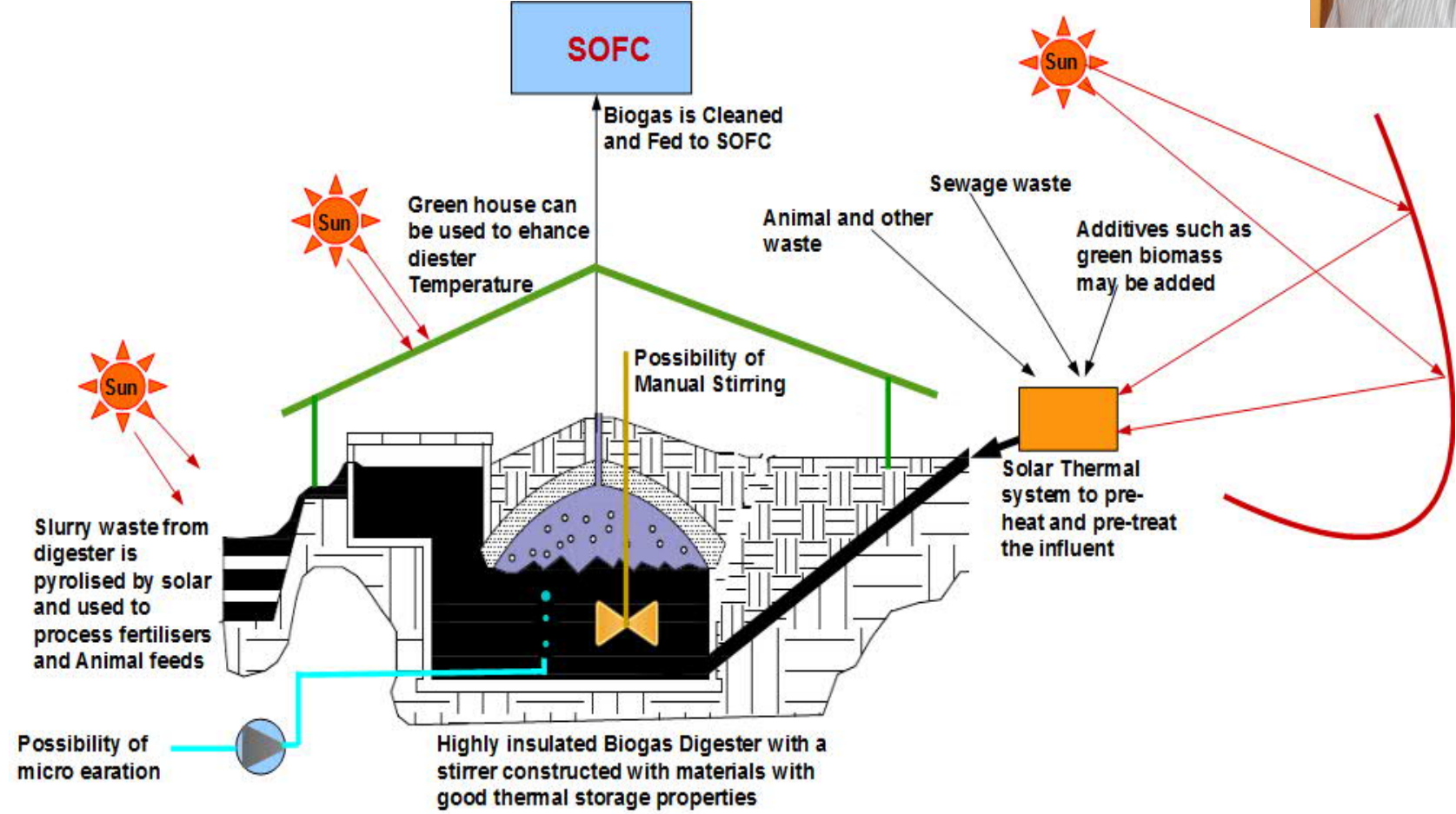


Palm Oil Mill Effluent



Low-Tech met High-Tech integratie voor off-grid electrificatie

Syngas en biogas zijn goede brandstoffen voor Solid Oxide Fuel cell en deze Frugal-combinatie is uitermate geschikt als aanvulling op PV met batterijen als nationale elektriciteitsnetwerken instabiel zijn



Wasajja et al. (2020)
Wasajja et al. (TBS)

Ondertussen in Nederland

5/12/2020
Rabobank RaboResearch - Economisch Onderzoek
Een intelligente heropening kan niet zonder aandacht voor afhankelijkheden tussen sectoren - RaboResearch

Een intelligente heropening kan niet zonder aandacht voor afhankelijkheden tussen sectoren

Economisch commentaar
07 mei 2020 door [Jadé Dieteren](#) et al.

Tevens verschenen in [ESB](#) op 7 mei 2020

- Sommige sectoren die in een lockdown zitten gaan weer open om economische schade te beperken
- 5 procent van de banen in de Nederlandse economie is contactrijk



5/12/2020

Iedereen moet van het gas af: vrijwillig of gedwongen | RTLZ

[/finance/koef](#)

Personal finance

Iedereen moet van het gas af: vrijwillig of gedwongen



Bart Reijnen (/tags/personen/bart-reijnen) • 20 juli 2019 15:58

@BartReijnen (<https://twitter.com/@BartReijnen>)



Van hulpbron-rijk naar hulpbron-arm?

5/12/2020



Delftse experts waarschuwen: 'Stop import Brits afval'

SCIENCE

25 september 2019 - 13:00 door Tomas van Dijk @tomasvd

Delftse experts waarschuwen: 'Stop import Brits afval'



MENU

<https://www.wur.nl>

Nieuws

WAGeningen UNIVERSITY & RESEARCH

Vermindering aardgasgebruik leidt tot externe CO2-behoefte glastuinbouw

4 juli 2019

De Nederlandse glastuinbouw heeft doelen afgesproken met de overheid voor het terugdringen van de CO2-emissie in 2020. In de Meerjarenspraak Energie is de ambitie van een glastuinbouw zonder CO2-emissie in 2050 opgenomen. Echter, CO2 (koolstofdioxide) uit de rookgassen van aardgas wordt ook gebruikt als meststof. Dit is essentieel voor de groei en optimale productie van de gewassen.

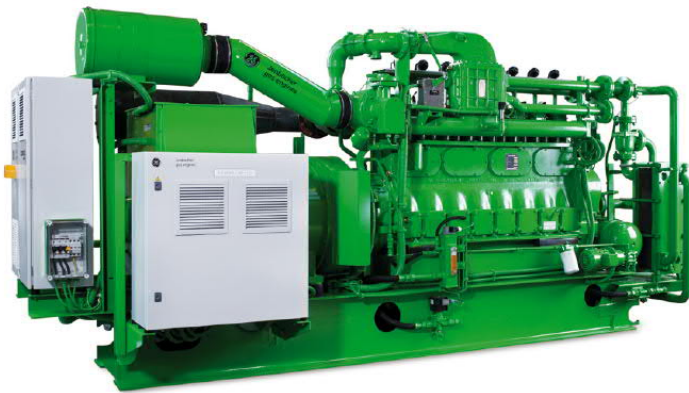
<https://www.wur.nl>

Reverse engineering: terug naar NL voor frugal electrificatie!

100 gCOD per persoon faecal materiaal is genoeg om een familie van 4
~ 320kWh_e /year met een SOFC met 50% η_{electric} and ~ 224 kWh_{heat}

- Jenbacher WKK

- Conventioneel
- 38% $\eta_{\text{electrical}}$
- restwarmte naar vergister



- SOFC

- Toekomst
- CO₂ in biogas voor dry reforming
- 50-70% $\eta_{\text{electrical}}$
- Hoge temp restwarmte
- Daarna CO₂ voor glastuinbouw



Ruimtevaart geïnspireerde water kringloopsluiting bij La Trappe



Volgende stap is van waterzuivering naar negatieve emissie "Biomakerij"



© 2020, SEMILLA IPStar



We zijn bezig met het opzetten van Nederlands biogas brandstofcel netwerk en zoeken nog deelnemers
Heb je interesse neem contact op!

Ralph Lindeboom
r.e.f.Lindeboom@tudelft.nl
ralph.Lindeboom@semilla.io

Platform **WOW**

 **TU**Delft

 aqua
minerals

stowa

ENERGIE EN
Grondstoffen
FABRIEK

 **KNW**
KONINKLIJK NEDERLANDS
WATERNETWERK

KWR

Stellingen/vragen voor discussie

- Frugal innovation is een zeer geschikte methode om de watersector toekomstbestendig te maken
- Het ontwikkelen van technologie voor arme gemeenschappen leidt tot versnelling van waterinnovaties in Nederland
- Biogas (en met name CO₂) zal in Nederland voor lange tijd een van de belangrijkste producten van de water sector zijn
- De zonnethermie is ook in Nederland een kansrijke optie voor slibverwaarding
- De watersector kan/moet naar een negatief emissie-scenario toewerken
- Biologische en thermochemische combinaties zijn de toekomst