

Pitches: vier circulaire demonstratieprojecten in haven en stad

*Heat to Power, H. Lever (BdBGreenpower)*

*Van storten naar bouwstof, J. van der Loo (Tronox)*

*Pyrolyse voor cateringafval, biomassa tot restmaterialen haven en industrie, D. Jaspers (CE Delft)*

*Een ecosysteem in de stad: maakindustrie uit afvalstromen, G. Curtessi (Sugu Warehousing)*





i.s.m.



The power to green your business

## Heat to Power

Energiewinning uit proceswarmte,  
bijvoorbeeld bij de koeltoren

Rotterdam, 18 januari 2017

Harold Lever

Directeur BdBGreenpower/ArteqPower

[h.lever@bdbgreenpower.nl](mailto:h.lever@bdbgreenpower.nl)

# Warmte heeft waarde

Als je de (rest)warmte nu toch weggooit, maak er dan stroom van



Warmte + Koeling

+

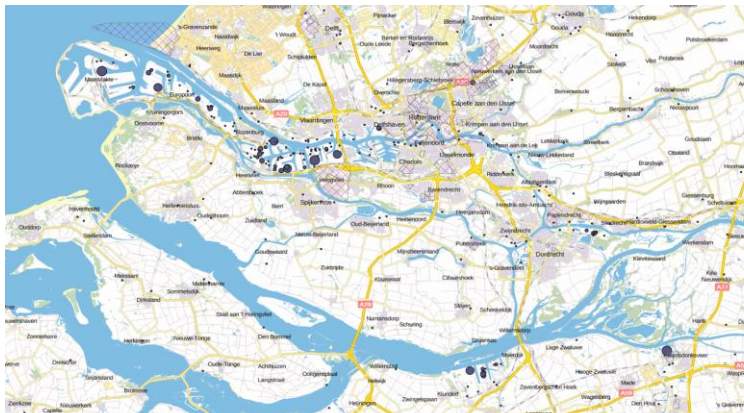
ORC

=

Power



# Potentieel: 5 Mio € elektriciteit uit restwarmte



Hotspots van CO2 en warmte



gasverbruik industrie (NEV)		380	PJ
Schatting restwarmte	50%	190	PJ
Schatting pot. hergebruik warmte	25%	47,5	PJ
Schatting pot warmtenet	20%	38	PJ
Schatting niet economisch bruikbaar	50%	95	PJ
Schatting conversie naar elektriciteit	5%	9,5	PJ
Conversie-efficiency	5%	0,475	PJ
		132	GWh
waarde MWh		€ 40	Euro
Markt elektriciteit uit restwarmte		€ 5.277.778	Euro

Rapport restwarmte CE Delft: 50 PJ beschikbaar landelijk

# Rendement: hoe heter hoe beter

Maak de koeltoren energieneutraal!

- **Hoe hoger de (gemiddelde) temperatuur, hoe hoger het rendement van de ORC.**
  - Denk bij 90 °C aan 5 %, bij 400 °C aan 15 % elektrisch rendement
  - Condensorwarmte beter dan koelwater
- **Input: stromen van minimaal 100 kWth.**
  - Hoe constanter de warmteaanvoer, des te beter wordt de ORC benut.
- **Des te duurzamer de warmte, des te waardevoller de stroom**
  - bijvoorbeeld biomassa als oorspronkelijke bron voor de warmte geeft SDE subsidie en/of belastingvoordeel (EIA) om de business case te verbeteren.
- **Hoe hoger de lokale stroomprijs, des te meer waarde heeft de opgewekte stroom**
- **Terugverdientijd: 3 – 7 jaar**



Pilot installatie bij Plant One



# BdBGreenpower:

- Filosofie: Duurzaam rendabel
- Verduurzaming energiehouding:
  - Besparing
  - Optimalisatie
  - Inzet duurzame energie
- We adviseren, en investeren graag mee als we de casus interessant vinden!

**Bedankt voor uw aandacht!**



Harold Lever  
[h.lever@bdbgreenpower.nl](mailto:h.lever@bdbgreenpower.nl)



# TRONOX



**“Van storten anorganische stroom tot secundaire bouwstof”**

**Joan van der Loo – SHEQ Manager Tronox Pigments (Holland) BV**

# Tronox Botlek - 54 jaar TiO<sub>2</sub> Productie

★ Stamford Corporate Office ▲ Research and Development ● Operations ■ Asia-Pacific Sales and Service Offices



- 1962: Tiofine start TiO<sub>2</sub> fabriek met het sulfaatproces (15 kton/jr)
- 1989: Transformatie naar het chlorideproces (45 kton/jr)
- 2011: groei naar 90 kton/jr
- ca 260 werknemers, 24/7 operatie

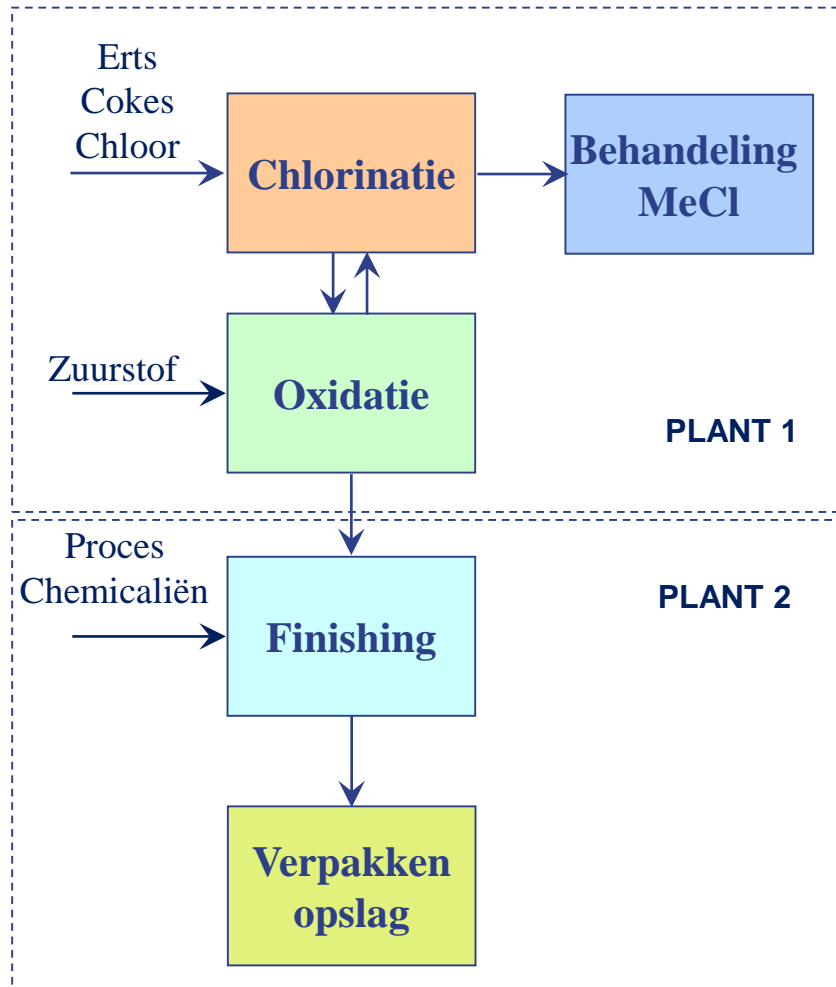


## Reststromen:

- 45 kton/jr filterkoek → gestort op de Maasvlakte
- 40 kton/jr verontreinigd zoutzuur (14 w/w%) → geneutraliseerd en geloosd



# Chlorideproces



## Chlorinatie

- (~90%)  $\text{TiO}_2$  en (~10%) non- $\text{TiO}_2$  (metaaloxiden) in erts reageert met chloor en cokes tot  $\text{TiCl}_4$  en metaal chlorides (vooral ijzer chlorides).  $\text{TiCl}_4$  wordt gescheiden van metaal chlorides en gezuiverd.
- Afgas (CO) wordt verbrand met opwekking van stoom, restanten HCl en  $\text{TiCl}_4$  worden gewassen tot vorming van **zoutzuur**.

## Behandeling metaalchloriden

- **metaalchlorides** en **zoutzuur** worden geneutraliseerd met kalkmelk, vaste stof wordt gefiltreerd en afgevoerd (**filterkoek**), afvalwater wordt geloosd.

## Oxidatie

- $\text{TiCl}_4$  wordt omgezet in  $\text{TiO}_2$  met zuurstof, chloor gaat terug naar chlorinatie.

## Finishing

- $\text{TiO}_2$  deeltjes krijgen een coating (verf, plastics, papier) en gemalen tot de vereiste deeltjesgrootte.

# Nuttige toepassingen voor de reststromen

## Filterkoek

Samenstelling:

- 18% blowover (niet-gereageerd erts en cokes uit chlorinatie)
- 30% metaal hydroxiden
- 7% chlorides
- 45% vocht

Kernmerken:

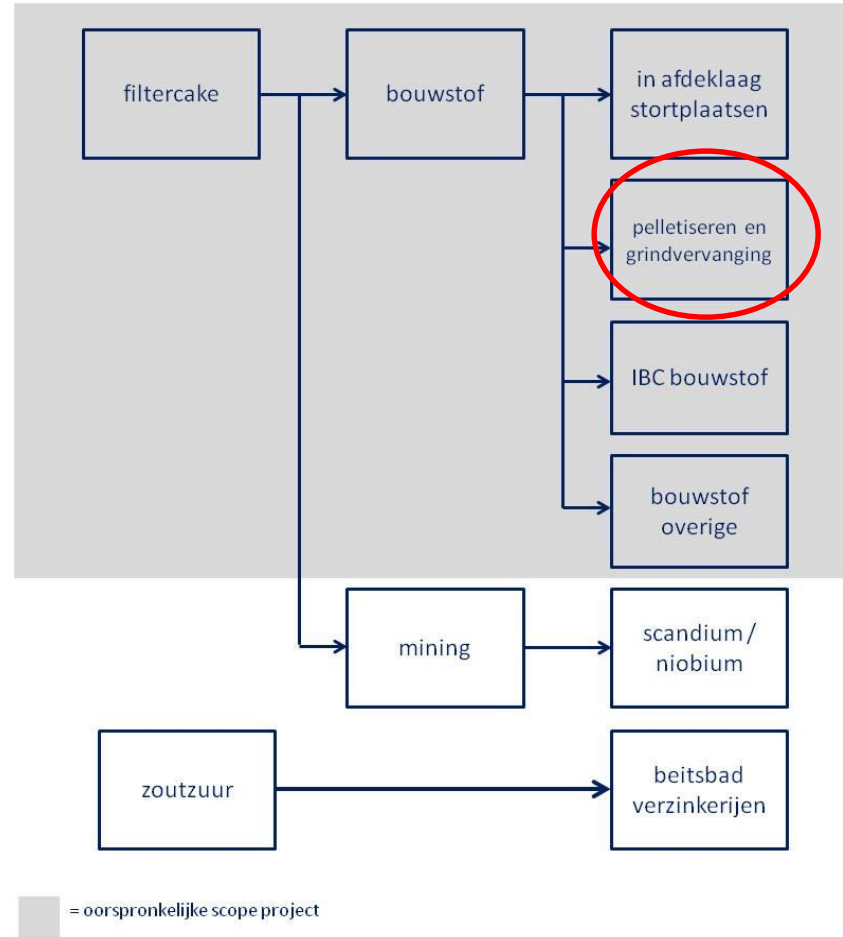
- radioactief meldingsplichtig materiaal (U/Th):  $A_{\text{conc}} = 1,5 - 3,5 \text{ Bq/g}$
- bevat zeldzame aardmetalen (Sc, Nb)
- chlorides zijn moeilijk uit te wassen
- steekvast/'vettig'

Randvoorwaarden/uitdaging om filterkoek als secundaire bouwstof toe te passen:

- radioactief vrijgesteld materiaal:  $A_{\text{conc}} < 1 \text{ Bq/g}$
- uitloging, m.n. chlorides

# Nuttige toepassingen voor de reststromen

## Fase 1: Inventarisatie



# Nuttige toepassingen voor de reststromen

Meest concrete en milieuveilige optie: maken van pellets als grindvervanger in beton.

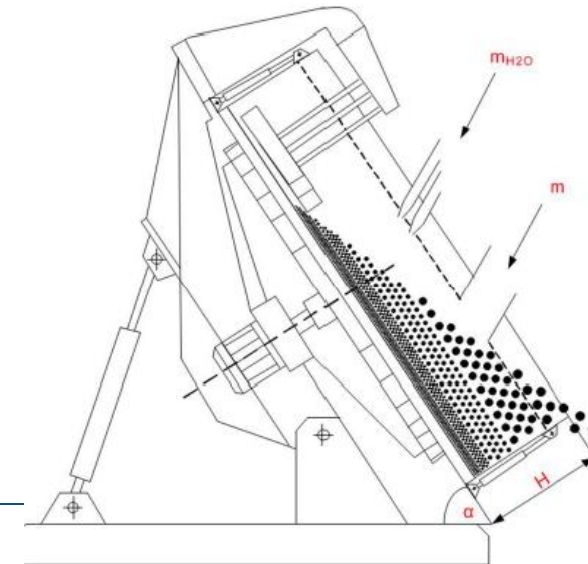
-> door dubbele insluiting geen ongewenste elementen in het milieu

Fase 1 (maart 2016): Ketenpartners gevonden → intentieverklaring:

- Tronox: levert reststroom filterkoek (basismateriaal)
- AVR: levert reststroom vliegashoudend Topcrete (binder)
- Pelt & Hooykaas: investeert en opereert pelletiseringsinstallatie, heeft marktafzet

Fase 2 (juli-dec 2016)

- Labtesten bij universiteit Freiberg: focus op receptuur
- Conclusie: pellet niet sterk genoeg
- Doel vervolg: ook focus op verhardingsproces





# Nuttige toepassingen voor de reststromen

## Fase 3

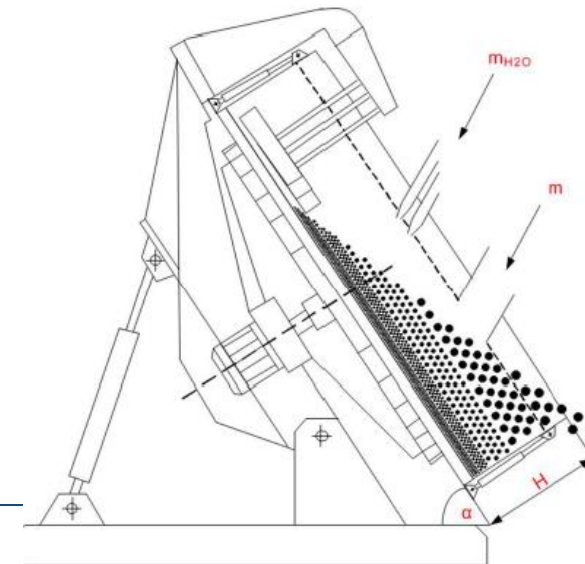
- Jan 2017: nieuwe labtesten bij BASF
- Maart 2017: juiste receptuur bekend

## Fase 4 (2017-2018)

- Toepassingstesten in beton (1 jaar)
- Certificaten, vergunningen, vinden launching customer
- Investeringsbeslissing nieuwe installatie Rotterdam

Maar ook: LCA!

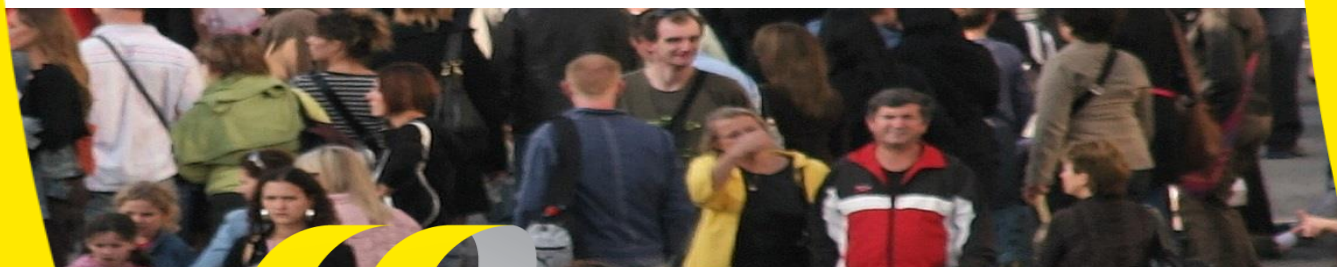
Vanuit circulair denken kan de leverancier van de pellets ook de eigenaar blijven die verantwoordelijk is voor alle volgende toepassingen van het materiaal.  
Hoe realistisch is dit?





# Thermal valorisation of caloric residues

Evolution to high-quality marketable fuels



## CE Delft

- Independent research and consultancy since 1978
- Sustainable transport, energy and resources
- Know-how on economics, technology and policy issues
- 50 Employees, based in Delft, the Netherlands
- Not-for-profit

Clients: European Commission and Parliament, national and regional governments, industries and NGO's

All our public publications on [www.cedelft.eu](http://www.cedelft.eu) or @CEDelft



# Thermal valorisation of non-recyclable residues



Bron: [www.duurzaamgebouwd.nl](http://www.duurzaamgebouwd.nl)

## Today:

- Incineration or land filling

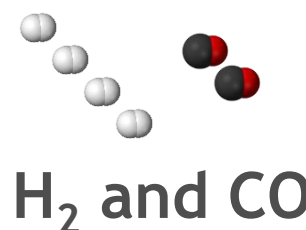
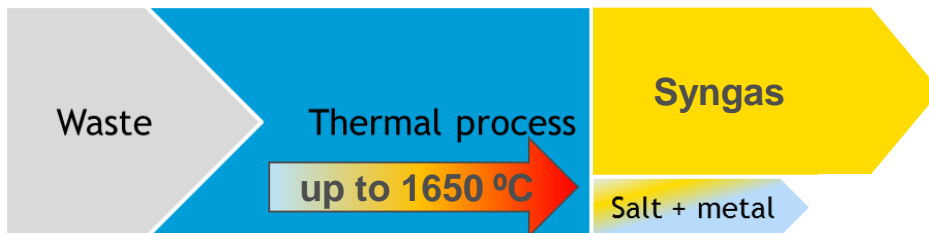
## Tomorrow:

- Thermal conversion into high value liquid energy carriers and/or chemicals
- Option for decentralised efficient at site solution
- Essential for residue recovery in biobased economy



# Thermal conversion products

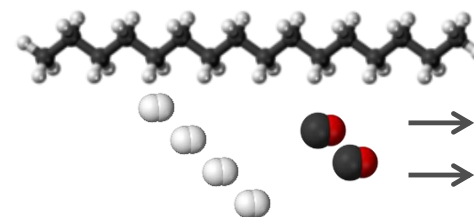
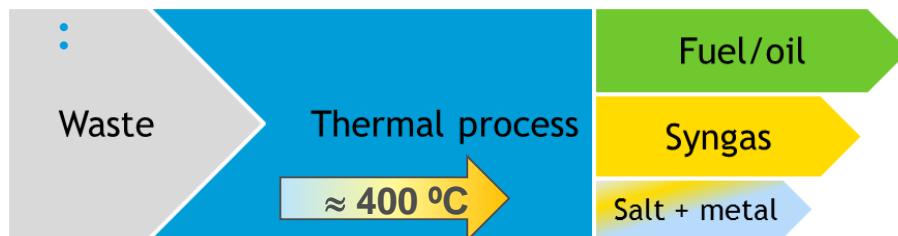
## 1. Gasification



→ Power  
 → MeOH → HAc



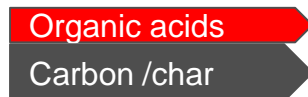
## 2a. Hydropyrolysis (≈ cat cracking)



→ Fuel market  
 → Power  
 → Power  
 → MeOH → HAc



## 2b. Pyrolysis:



+HAc, and char



# Target markets for distributed waste-to-fuel processes

Where would this solution be most optimally situated?

## 1. Industrial sites where:

- a. Caloric waste is available and its discharge is costly
- b. High/rising power and fuel cost is encountered
- c. Preferably with a presence of a CHP/energy generation
  - Energy intensive industries with waste and CSR minded

## 2. (Remote) communities where there is a:

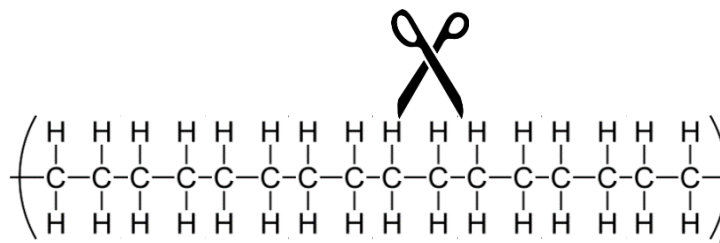
- a. Problematic waste discharge
- b. Desired local energy generation (IPP)
- c. CO<sub>2</sub> emission reduction targets
- d. Isolated off-grid locations, where it replaces fossil power / diesel gen-sets
  - Remote sites, airports, harbours, islands and municipalities



# Three generations of pyrolysis technology

## 1. First generation

Input: plastics, tyres and waste oils



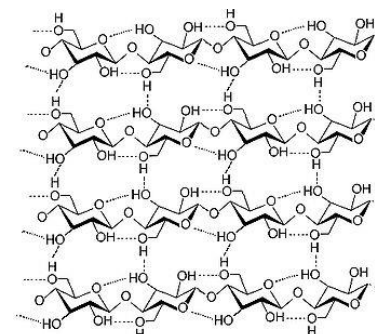
## 2. Second generation - hydrotreatment step with external H<sub>2</sub> source

Input: biomass, plastics, tyres and waste oils



## 3. Third generation - internal hydrotreatment

Input: biomass, plastics, tyres and waste oils



Chemically bound oxygen is removed in the hydro-pyrolysis processes

# System set-up with pre-treatment is waste specific

Shredding



Hydro-cracking



Bio-CHP



Biomass + plastics  
containing waste



Secondary  
solid fuel



Waste derived  
green fuels





## Contact

CE Delft

ir. Diederik Jaspers MBA

Coordinator Industrial Energy

[www.cedelft.eu](http://www.cedelft.eu)

[jaspers@ce.nl](mailto:jaspers@ce.nl)

+31(0)6 1940 1702