

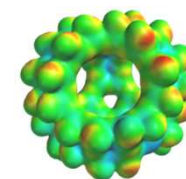


Wim Buijs, PM **Jet-Net** DSM

# Wim Buijs



- Chemie/Farmacologie, Universiteit Leiden
- DSM Research: Research Fellow Industrial Chemistry
- Professor TU Delft (20%)  
Duurzame Proces Ontwikkeling
- Programma manager **Jet-Net** DSM Nederland (60%)
- Buijs Advice & Consultancy BV (20%)



# Cradle-to-cradle



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



Journal of Cleaner Production 14 (2006) 1–12

Journal of  
**Cleaner  
Production**

[www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)

## Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design

Michael Braungart<sup>a,b,c,\*</sup>, William McDonough<sup>b,d</sup>, Andrew Bollinger<sup>c</sup>

<sup>a</sup> University of Lüneburg, Suderburg, Germany

<sup>b</sup> McDonough Braungart Design Chemistry, Charlottesville, VA, USA

<sup>c</sup> EPEA Internationale Umweltforschung GmbH, Hamburg, Germany

<sup>d</sup> William McDonough and Partners Architecture and Community Design, Charlottesville, VA, USA

**Ontwerpen van producten/processen  
waarin volledig hergebruik centraal staat**

# Duurzaamheid: Prioriteiten

1. Energieverbruik
2. Zoet watergebruik
3. Afval

**Afval ("Waste") speelt geen belangrijke rol meer!**

# Nylon-6 Recycling

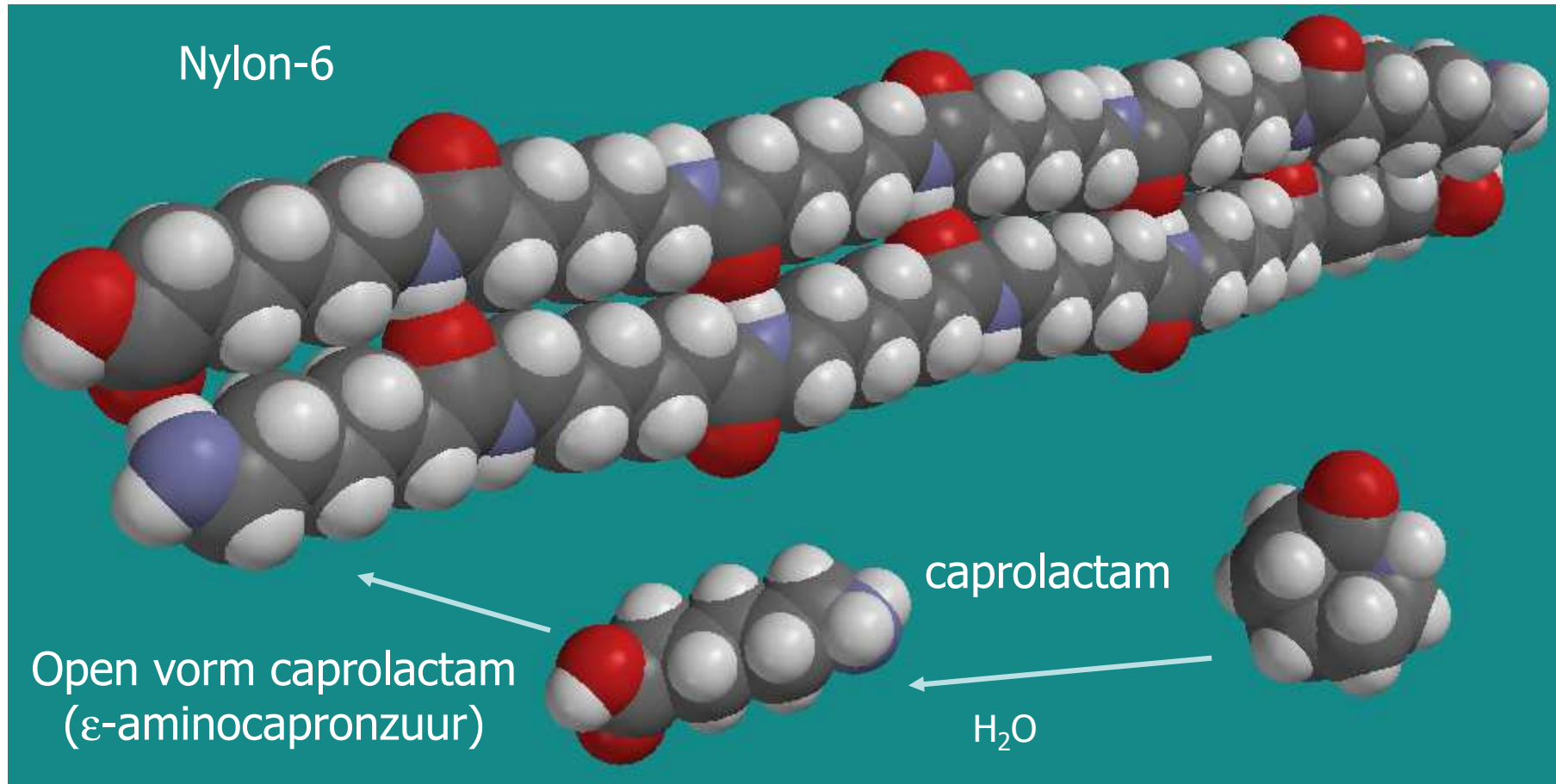
Nylon-6 nuttig veelzijdig polymeer:

- Textiele vezels
- Technische vezels (autobanden)
- Engineering Plastics; (high) Performance Materials
  
- Nylon-6 polymeer gemaakt uit een (1) monomeer: caprolactam

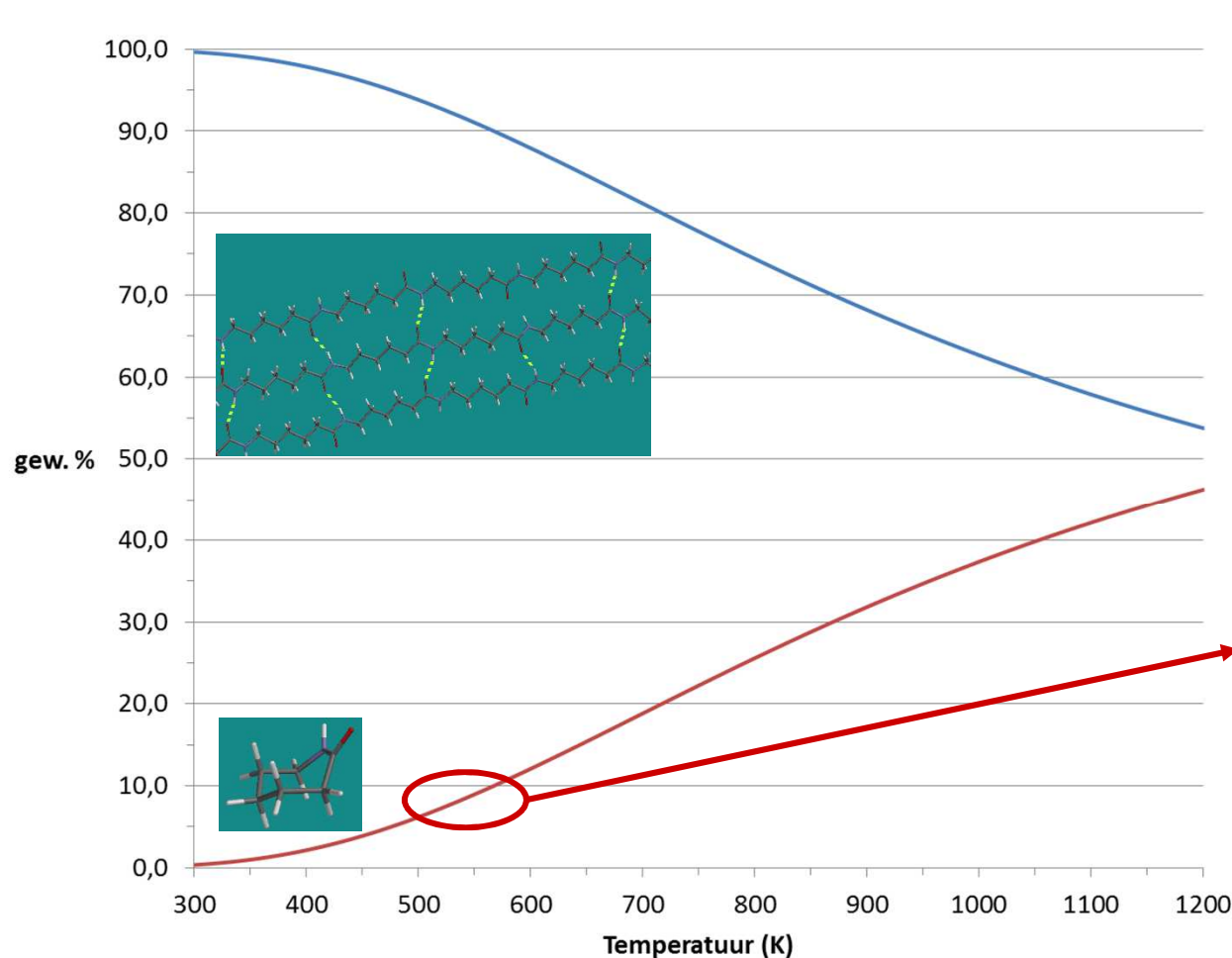
maarrhhh.....

- Caprolactam kent moeilijke bereiding: veel processtappen, veel energie, hoge zoet waterbelasting, zeer veel kunstmest als (nuttig!) bijproduct
- Ook de bereiding uit hernieuwbare grondstoffen (suiker!) vraagt veel stappen met bijbehorend hoog energieverbruik en zoet waterbelasting

# Nylon-6



# Nylon-6 recycling: hoe werkt het ?



$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

$$-10.8 = -18.3 - 533 \cdot -0.014$$

(kJ/mol)

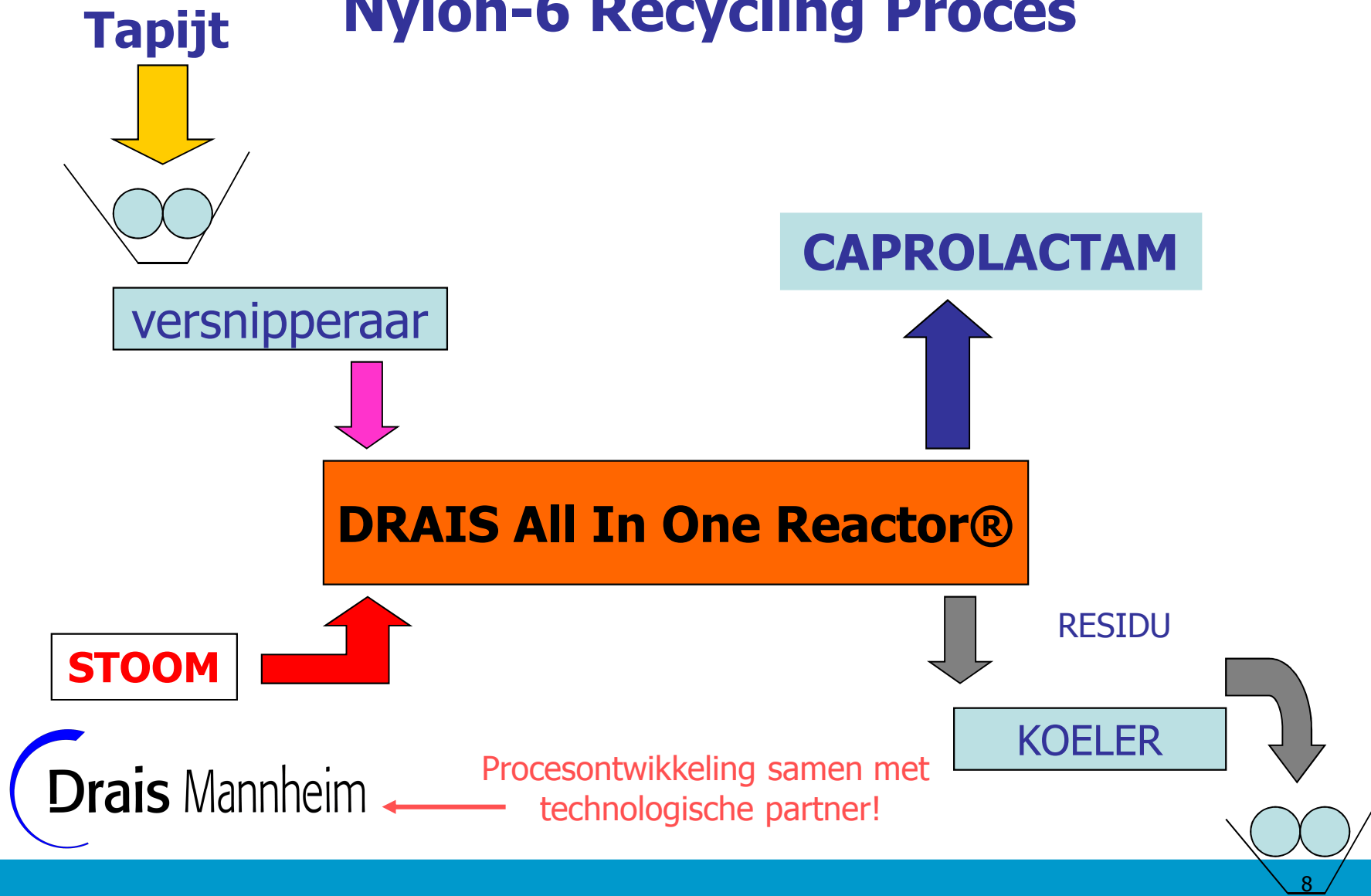
Thermodynamische gegevens uit molecular modeling,

- Nylon-6 (%)
- CAP (%)

Winning van caprolactam met stoom (H<sub>2</sub>O!) als:

- a) katalysator,
- b) stripgas

# Nylon-6 Recycling Proces

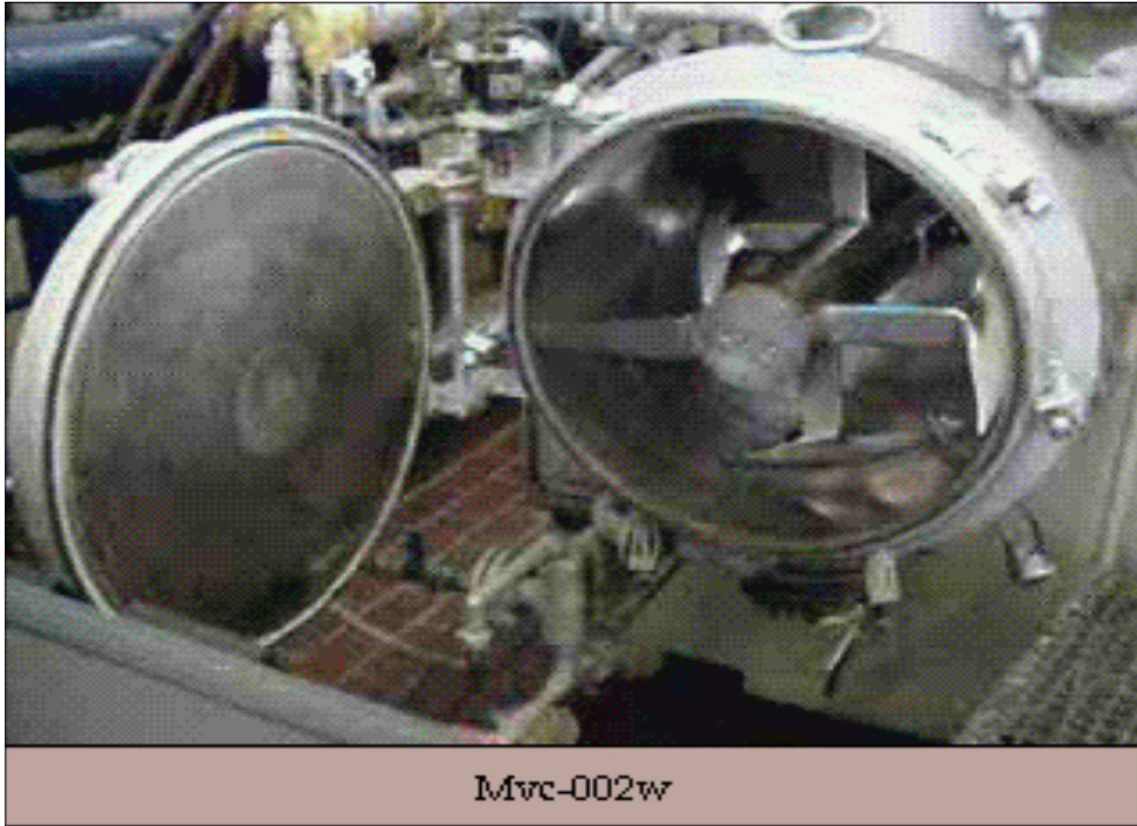


**Drais** Mannheim

Procesontwikkeling samen met technologische partner!



# Nylon-6 Recycling



## Keuze Reactor:

- Mengen bij hoge viscositeit,
- Gas in- en uitvoer
- Partiele condensatie van caprolactam (niet de stoom!)
- kleine afvoer voor non-nylon-6 materiaal via de bodem.

## Nylon-6 recycling:

duurzaam "virgin" caprolactam in twee processtappen:

- 1) depolymerisatie
- 2) smeltkristallisatie

 **Drais** Mannheim

# Evaluatie Nylon-6 Recycling

✓ Veruit *goedkoopste* proces naar caprolactam:

***Duurzaam is NIET duurder!***

1. 2 staps (!) proces naar “maagdelijk” caprolactam
2. Minimaal energie-verbruik, geen zoet waterverbruik, minimaal afval (<1%)
3. Verenigbaar/uitvoerbaar bij lage (0%) economische groei

➤ Kritische punten: samenstelling tapijten, logistiek

➤ Nieuw Business-model: niet meer betalen voor een tapijt, maar voor de functie; kan/zou voor iedereen in de keten moeten gelden

# Vragen ?

