

# *LCA, de maatstaf voor milieu effecten...?*

*Maurits Dorlandt*



**Centre of Expertise  
Biobased Economy**

**avans**  
hogeschool



**UNIVERSITY**  
OF APPLIED SCIENCES

- Levenscyclusanalyse (LCA)
- Meten, zweten en aannames...
- Discussiepunten
- Soorten LCA's
- 3 Functies van LCA's
- Voorbeelden in de praktijk



# Onze voetafdruk op Aarde...

1. De wereldbevolking groeit snel
2. 2. e ecologische voetafdruk per persoon neemt toe.



Stel je voor dat iedereen zo zou leven als ik...

Hoe meet je een impact op de natuur?

Alleen CO<sub>2</sub> emissie of voetafdruk is te kort door de bocht..

Naast klimaatverandering zijn er nog een aantal categorieën van belang → bijv. landgebruik, zoetwatergebruik, verzuring, eutrofiëring etc...



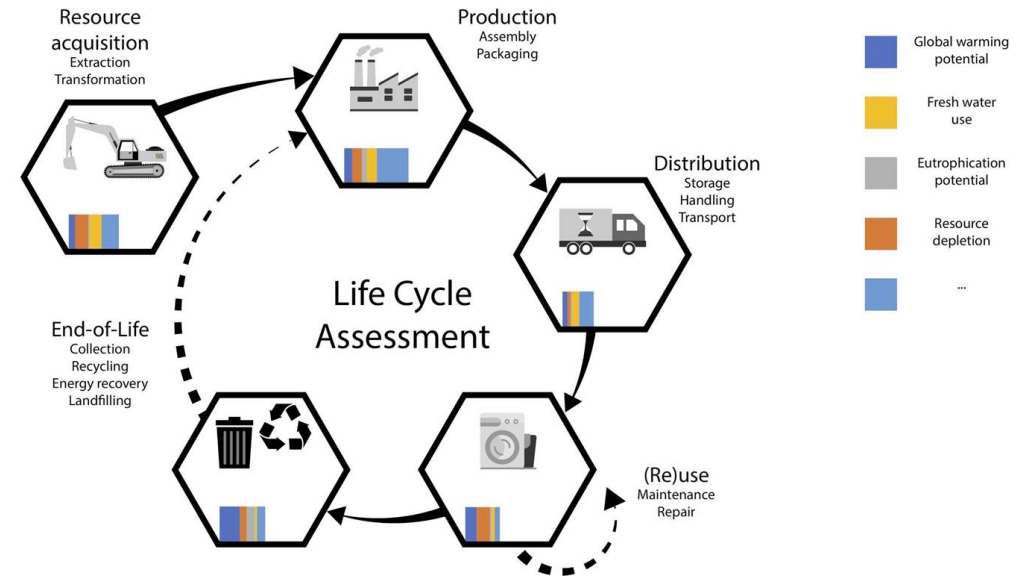
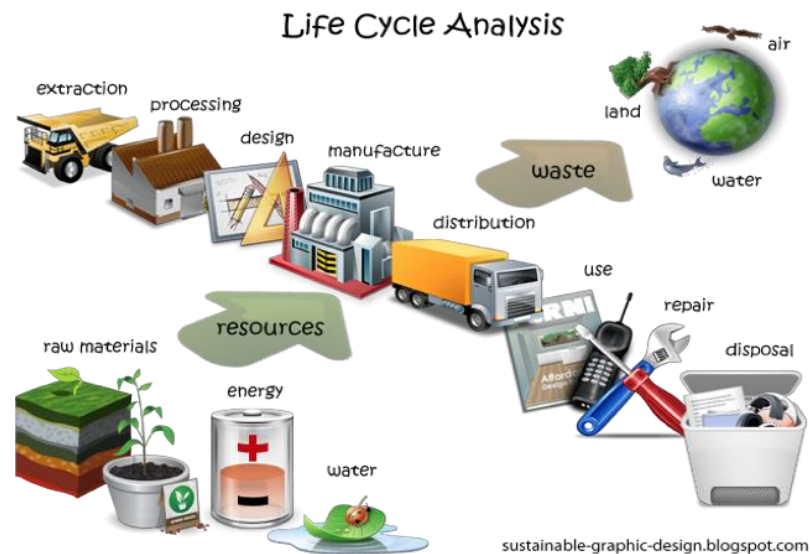
# Een levenscyclus analyse meet "alle" impact



Een levenscyclusanalyse (LCA) is een methode die gebruikt kan worden om de milieu impact van een product of dienst te berekenen over alle fases van diens bestaan.

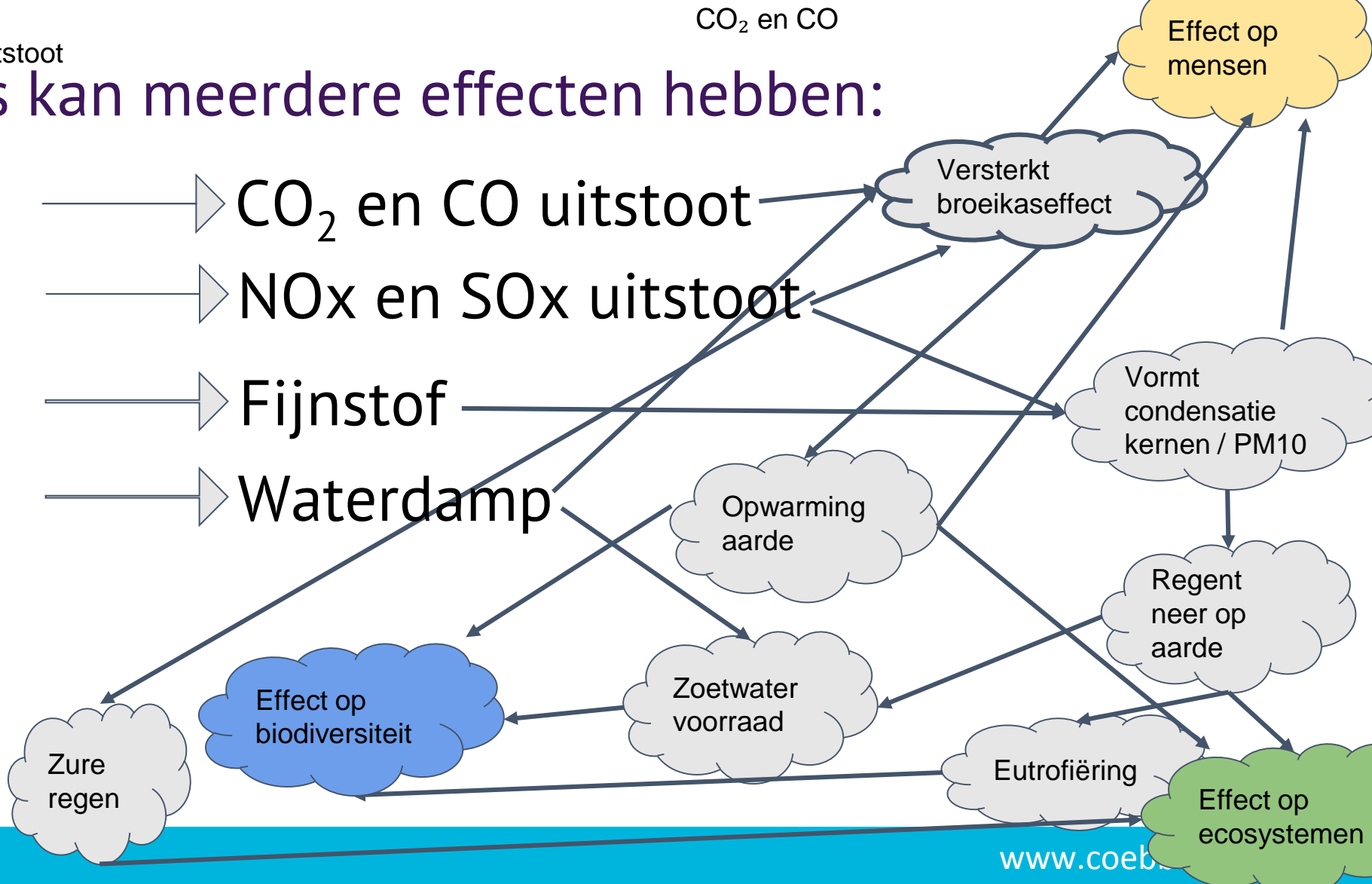
Een LCA kwantificeert de uitgestoten emissies en (uitputbare) bronnen en rekt deze om naar effecten op: mensen, biodiversiteit en ecosystemen.

Hoe?



# Meten van verschillende milieueffecten (impact)

1 activiteit/proces kan meerdere effecten hebben:



# Karakterisatiemodellen

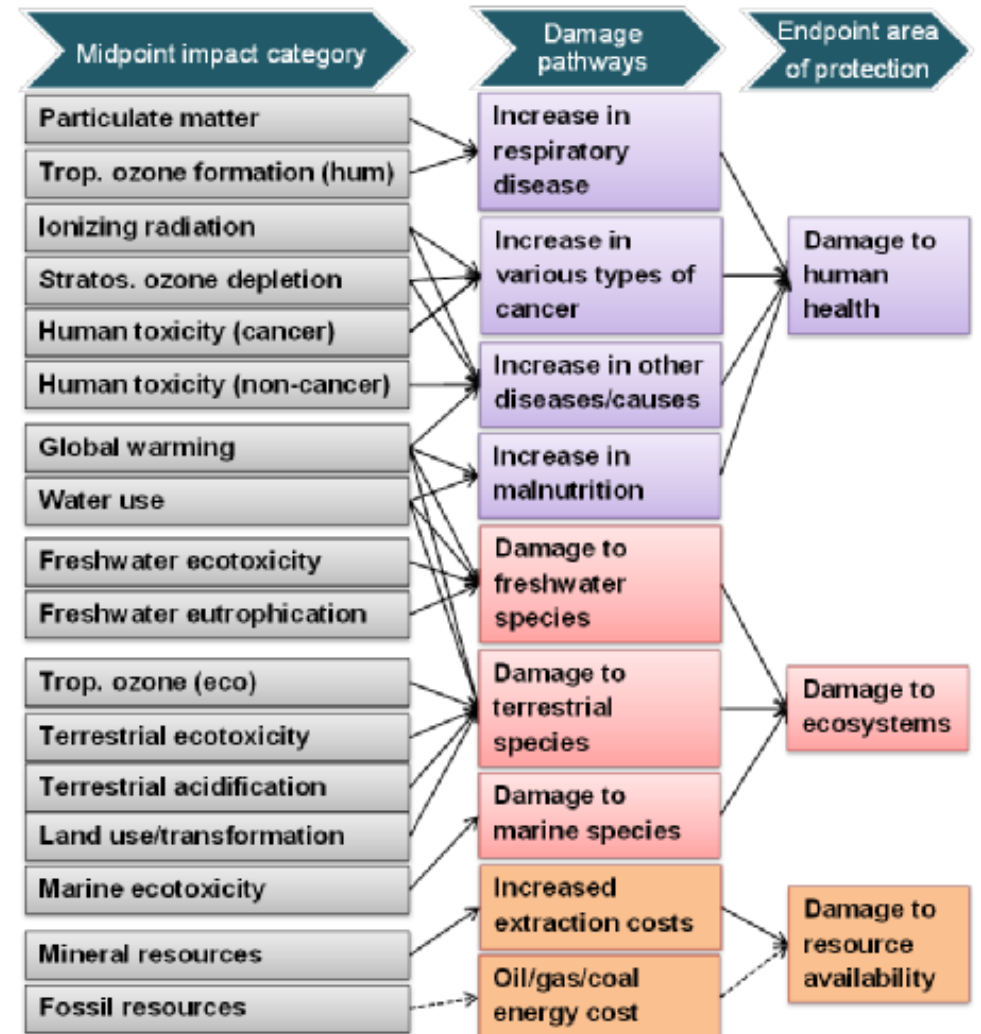
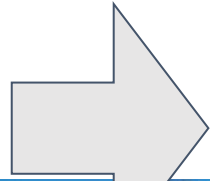
Gelukkig hoeven we deze verbanden niet zelf door te rekenen...

- CML
- ReCiPe
- IPCC standard

18 midpunt indicatoren

9 schade routes

3 eindpunt indicatoren



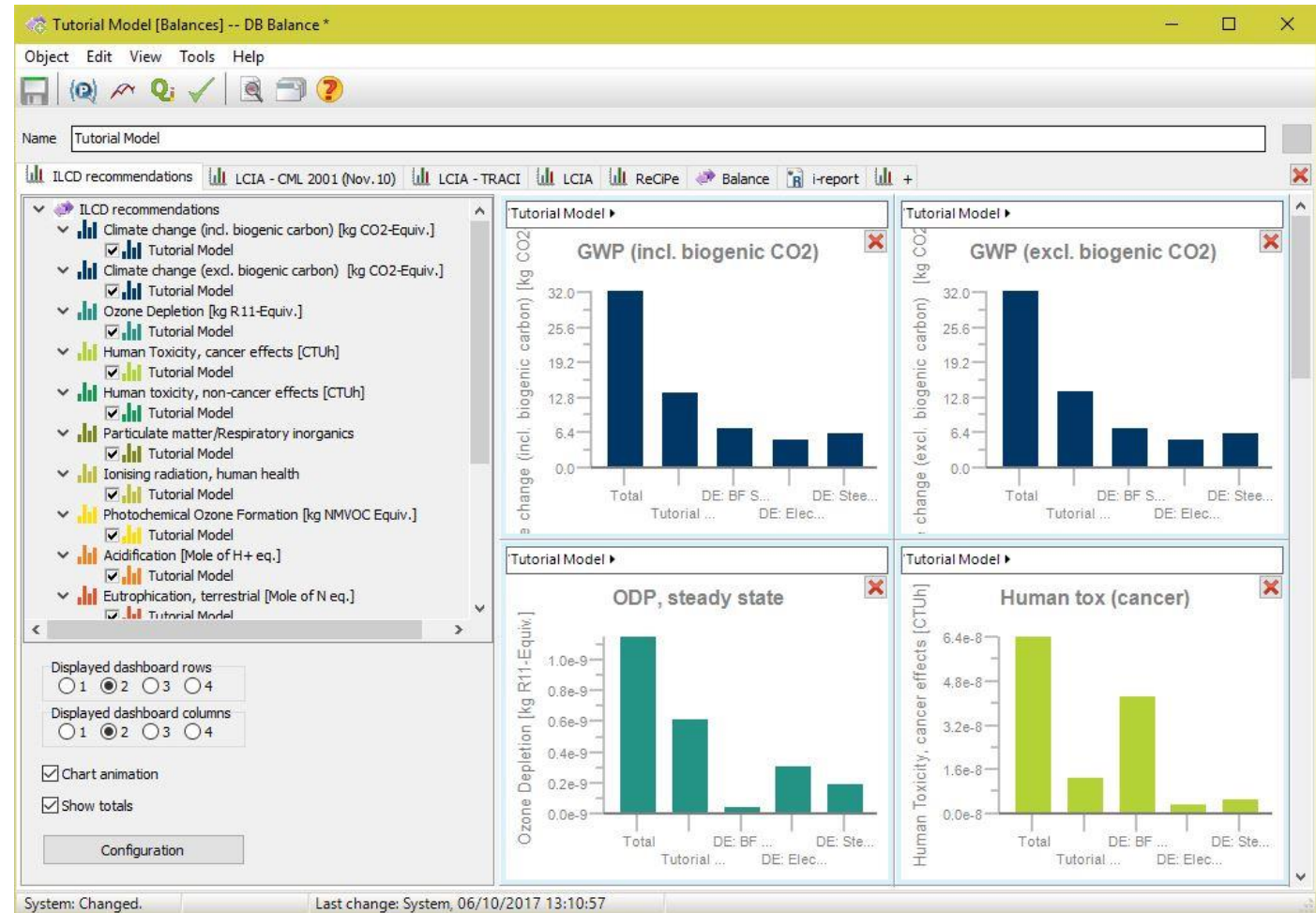
# Software berekent de Indicatoren

- **Impact category:** A class representing environmental issues of concern to which LCI results may be assigned.

## Examples of impact categories:

- **GWP-** Global Warming Potential (CO<sub>2</sub>-Eq.)
- **HTP-** Human Toxicity Potential (kg DCB-Eq.)
- **EP-** Eutrophication Potential (PO<sub>4</sub>-Eq.)
- **AP-** Acidification Potential (SO<sub>2</sub>-Eq.)
- **PM-** Particulate Matter (kg PM2.5-Eq.)

LCI	IMPACT CATEGORIES	FACTORS	LCIA
<b>Emissions to air</b>			
CO <sub>2</sub>	<b>GWP</b>	1.3 kg CO <sub>2</sub> * 1	160.3 kg CO <sub>2</sub> Eq.
CO		3 kg CO * 3	
CH <sub>4</sub>		6 kg CH <sub>4</sub> * 25	
SO <sub>2</sub>		0.001 kg SO <sub>2</sub> * 1	
NO <sub>x</sub>	<b>AP</b>	0.08 kg NO <sub>x</sub> * 0.7	0.849 kg SO <sub>2</sub> Eq.
HCl		0.9 kg HCl * 0.88	
<b>Emissions to water</b>			
PO <sub>4</sub>	<b>EP</b>	0.08 kg NO <sub>x</sub> * 0.13	2.043 kg PO <sub>4</sub> Eq.
NH <sub>3</sub>		2 kg PO <sub>4</sub> * 1 0.1 kg NH <sub>3</sub> * 0.33	
	<b>CLASSIFICATION</b>	<b>CHARACTERISATION</b>	





# Kiezen en normaliseren van indicatoren



## Getallen vertalen

- Selectie
- Normalisatie
- Weging
- Sommeren

b.v.

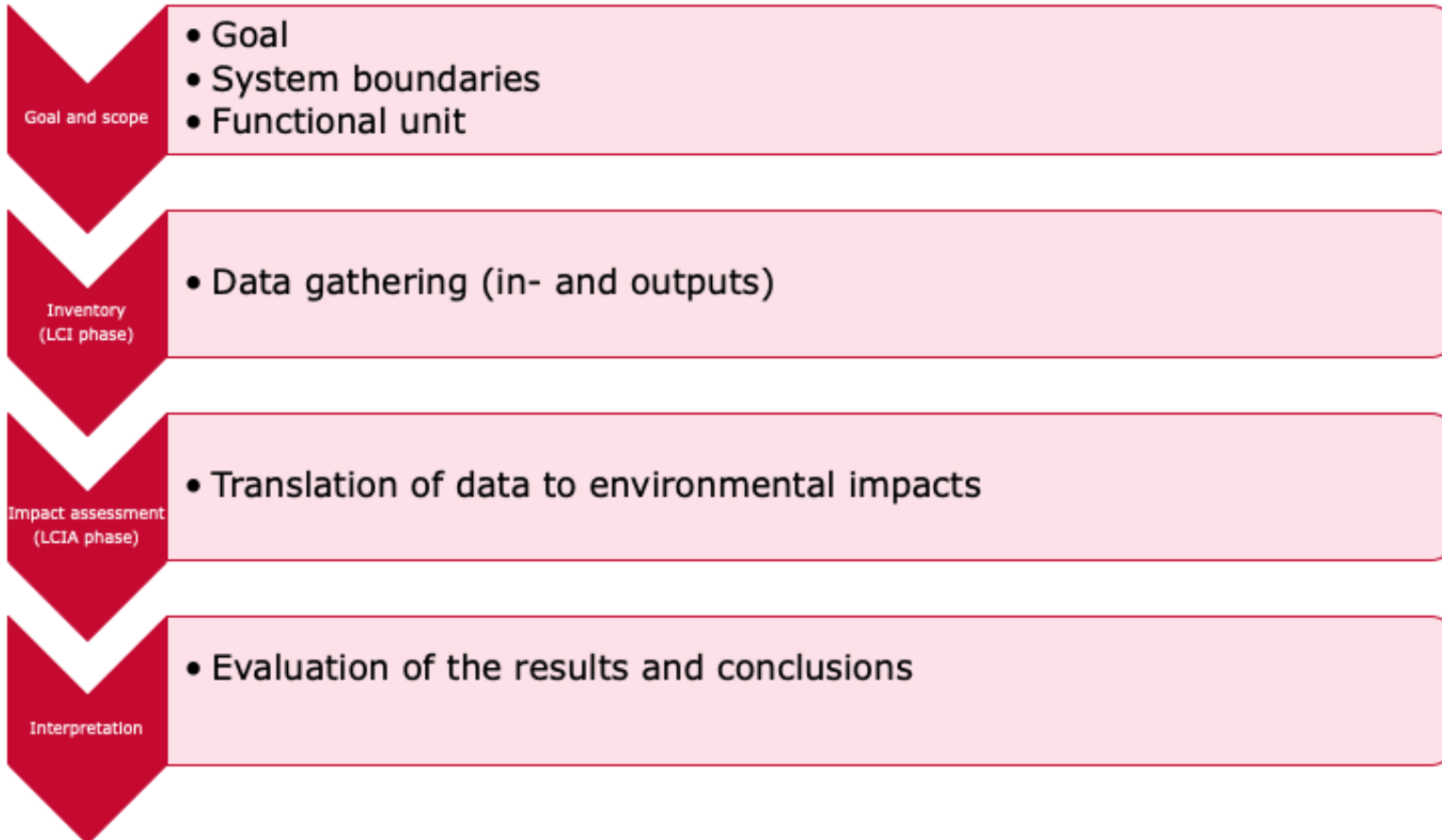
% van de impact van een persoon per jaar



# Stappen van een LCA (theorie)



## 4 phases in LCA (ISO 14044)



INTERNATIONAL  
STANDARD

**ISO  
14044**

First edition  
2006-07-01

---

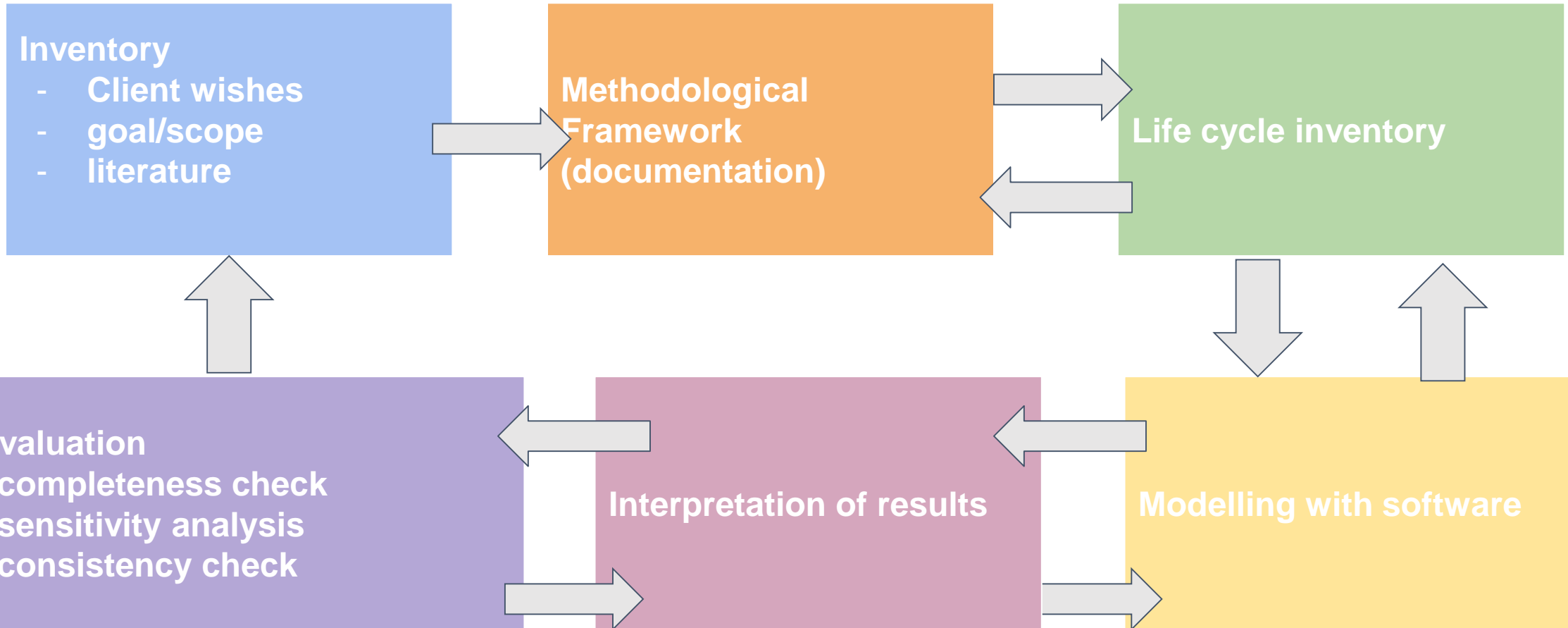
---

**Environmental management — Life cycle  
assessment — Requirements and  
guidelines**

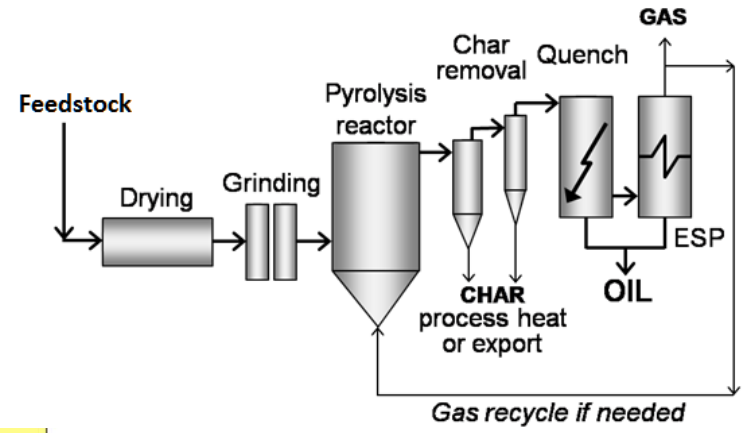
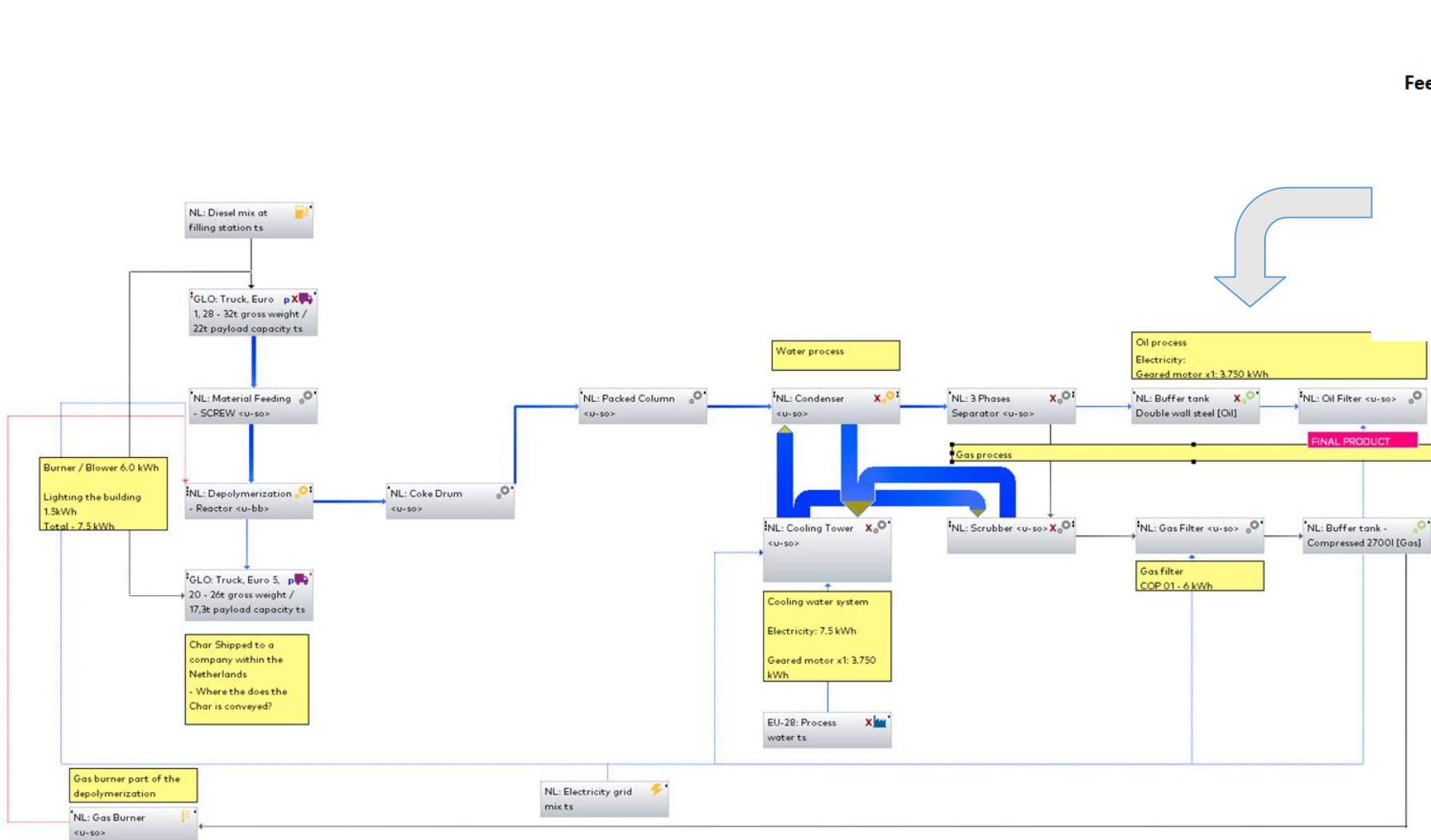
*Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Exigences  
et lignes directrices*

# De praktijk... (nadeel 1: kosten)

Voor een goede LCA betaal je al gauw enkele tienduizenden euros... (Bron: TNO, WUR, TU Delft)



# Modelleren met Thinkstep GaBi





# Inputs & Outputs in het model

Inputs			
Flow	Quantity	Amount	Unit
Total Energy Demand (electricity, heat etc.)			MJ
Breakdown if possible			
Industrial area [Occupation]	Areatime		m2*yr
Total Water Input	Mass		kg
Breakdown if possible			
Bauxite [Non renewable resources]	Mass		kg
Sodium chloride (rock salt) [Non renewable resources]	Mass		kg
TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% [Non renewable resources]	Mass		kg
Limestone (calcium carbonate) [Non renewable resources]	Mass		kg
Gravel [Non renewable resources]	Mass		kg
Fluorspar (calcium fluoride; fluorite) [Non renewable resources]	Mass		kg
Outputs			
Pyrolysis fuel [Organic intermediate products] [Organic intern	Mass		kg
Pyrolysis gas [Organic intermediate products]	Mass		kg
Non-hazardous waste for further processing [Waste for reco	Mass		kg
Gypsum (contaminated) [Waste for recovery]	Mass		kg
Hazardous waste for further processing [Hazardous waste for	Mass		kg
Filter dust [Waste for recovery]	Mass		kg
Ash [Waste for recovery]	Mass		kg
Waste for recovery (unspecific) [Waste for recovery]	Mass		kg
Catalysts material [Hazardous waste]	Mass		kg
Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	Mass		kg
Propane [Group NMVOC to air]	Mass		kg
Benzene [Group NMVOC to air]	Mass		kg
Toluene (methyl benzene) [Group NMVOC to air]	Mass		kg
Dust (PM10) [Particles to air]	Mass		kg
Dust (PM2,5 - PM10) [Particles to air]	Mass		kg
Ethane [Group NMVOC to air]	Mass		kg
Propene (propylene) [Group NMVOC to air]	Mass		kg
Ethene (ethylene) [Group NMVOC to air]	Mass		kg
Dust (PM2.5) [Particles to air]	Mass		kg
Dust (> PM10) [Particles to air]	Mass		kg
Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	Mass		kg

Pyrolysis process <u-so> [Fuel production] -- DB Process

Object Edit View Help

Name: *Nator* | **Pyrolysis process** | Source: *u-so - Unit process, single operat*

Parameter Table:

Parameter	Formula	Value	Minimum	Maximum	Standard	Comment
anhyd_rock		1			0 %	[kg] amc

LCA: LCC: 0 EUR | LCWE | Documentation

Completeness: No statement

Inputs Table:

Parameter	Flow	Quantity	Amount	Factor	Unit	Trz	Standar	Origin	Comment
<b>Elec_Pyro</b>	<b>Electricity [Electric power]</b>	<b>Energy (net ca 1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>MJ</b>	<b>X</b>	<b>0 %</b>	<b>(No statement)</b>	
<b>Water_Py</b>	<b>River water [Water]</b>	<b>Mass</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>kg</b>	<b>X</b>	<b>0 %</b>	<b>(No statement)</b>	
<b>anhyd_roc</b>	<b>total waste for pyrolysis [waste</b>	<b>Mass</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>kg</b>	<b>X</b>	<b>0 %</b>	<b>(No statement)</b>	
	Anhydrite (Rock) [Non renewable res	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	
	Antimonite [Non renewable resources]	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	
	Basalt [Non renewable resources]	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	
	Bauxite [Non renewable resources]	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	
	Bentonite [Non renewable resources]	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	

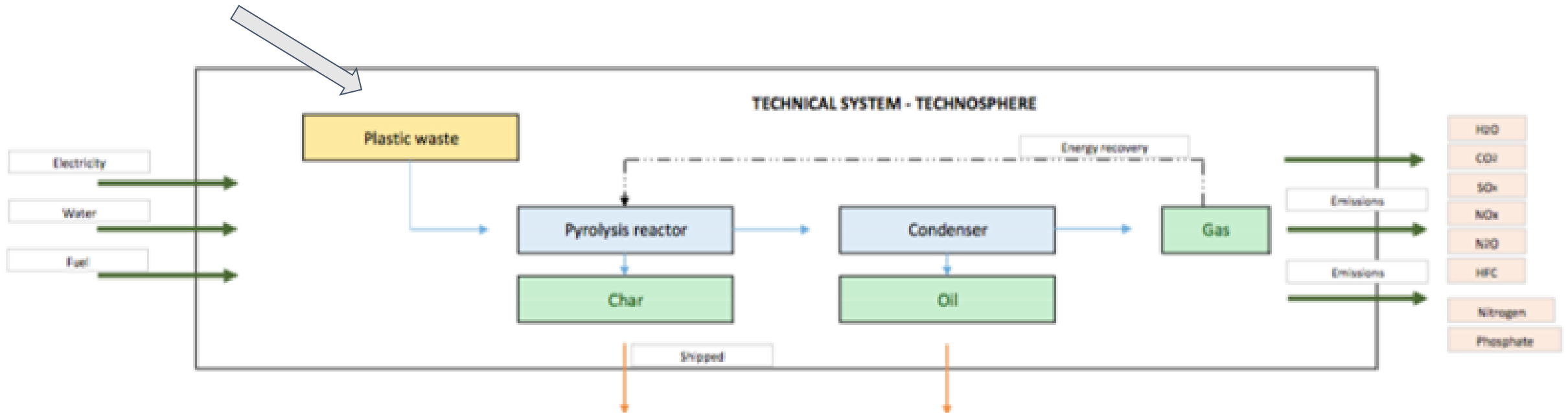
Outputs Table:

Parameter	Flow	Quantity	Amount	Factor	Unit	Trz	Standar	Origin	Comment
<b>Pyro_oil</b>	<b>Pyrolysis fuel [Organic intermed</b>	<b>Mass</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>kg</b>	<b>X</b>	<b>0 %</b>	<b>(No statement)</b>	
<b>Pyro_gas</b>	<b>Pyrolysis gas [Organic intermed</b>	<b>Mass</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>kg</b>	<b>X</b>	<b>0 %</b>	<b>(No statement)</b>	
<b>Pyro_tar</b>	<b>Pyrolysis tar [Organic intermedi</b>	<b>Mass</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>kg</b>	<b>X</b>	<b>0 %</b>	<b>(No statement)</b>	
Catal_out	Catalysts material [Hazardous waste]	Mass	1	1	kg	*	0 %	(No statement)	
	Filter dust [Waste for recovery]	Mass	0	0	kg	*	0 %	(No statement)	
	Gypsum (contaminated) [Waste for re	Mass	0	0	kg	*	0 %	(No statement)	
	Hazardous waste for further processi	Mass	0	0	kg	*	0 %	(No statement)	
	Non-hazardous waste for further proc	Mass	0	0	kg	*	0 %	(No statement)	
Ash_pyro	Slag and ash [Stockpile goods]	Mass	1	1	kg	*	0 %	(No statement)	
	Used oil [Hazardous waste for recover	Mass	0	0	kg	*	0 %	(No statement)	
	Waste for recovery (unspecific) [Was	Mass	0	0	kg	*	0 %	(No statement)	
	1,1,1-Trichloroethane [Halogenated o	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	
	1-Butanol [Group NMVOC to air]	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	
	1-Propanol [Group NMVOC to air]	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	
	2-Chlorophenol [Halogenated organic	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	
	2-Methyl-2-butene [Group NMVOC to	Mass	0	0	kg		0 %	(No statement)	

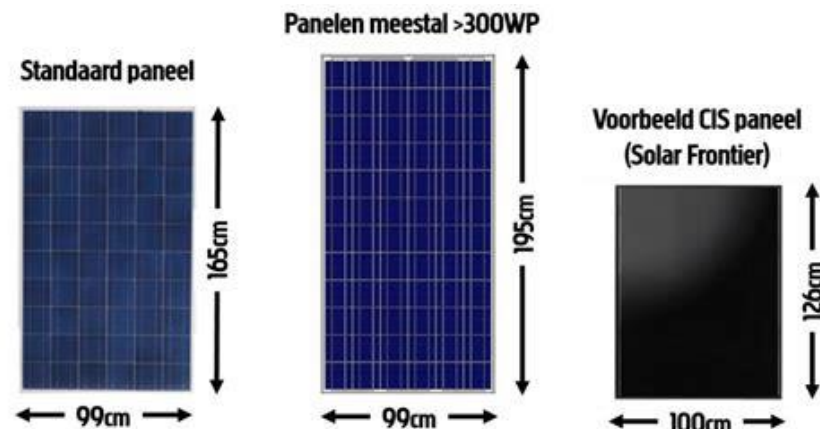
# Discussie - De Scope van een LCA

Waar begint het en waar eindigt het?

start here..



- Indicatoren worden berekend per functionele eenheid.
  - CO<sub>2</sub>-eq per functionele eenheid etc.
  - wordt ook wel de **vergelijking eenheid** genoemd
- De **functionele eenheid** is een maat voor het gebruik van een product zodat het kan worden vergeleken met een ander product met dezelfde functie
  - Vergelijk van lampen, functie: verlichting  
dus **1 lamp?**, verschillende intensiteit dus b.v. **100 lumen licht** of **verlichting specifieke ruimte**
  - Tafels, functie? bijv. werkplek → **1 tafel?** verschil in grootte dus: 1 m<sup>2</sup> tafelloppervlak
  - Sinaasappels voor sinaasappelsap. Dorst? Vitamines? Comfort?  
**FE hangt dus af van specifieke functie**
- Zonnepanelen: PV panelen en PVT panelen





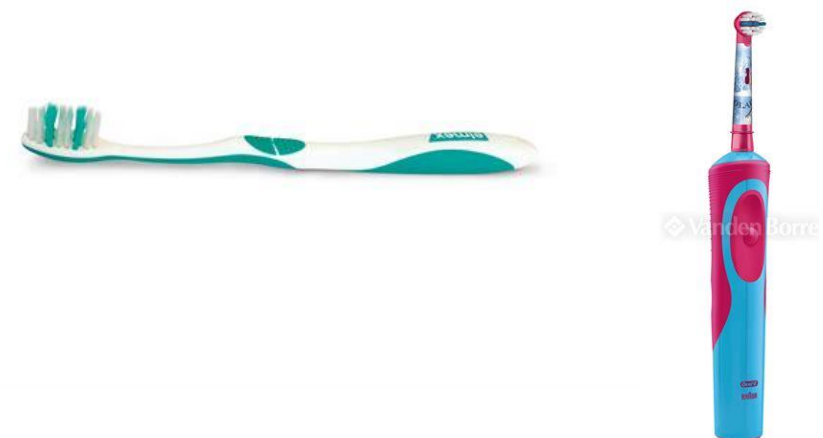
# Discussie - Functionele eenheid

Wat is hier de functionele eenheid?



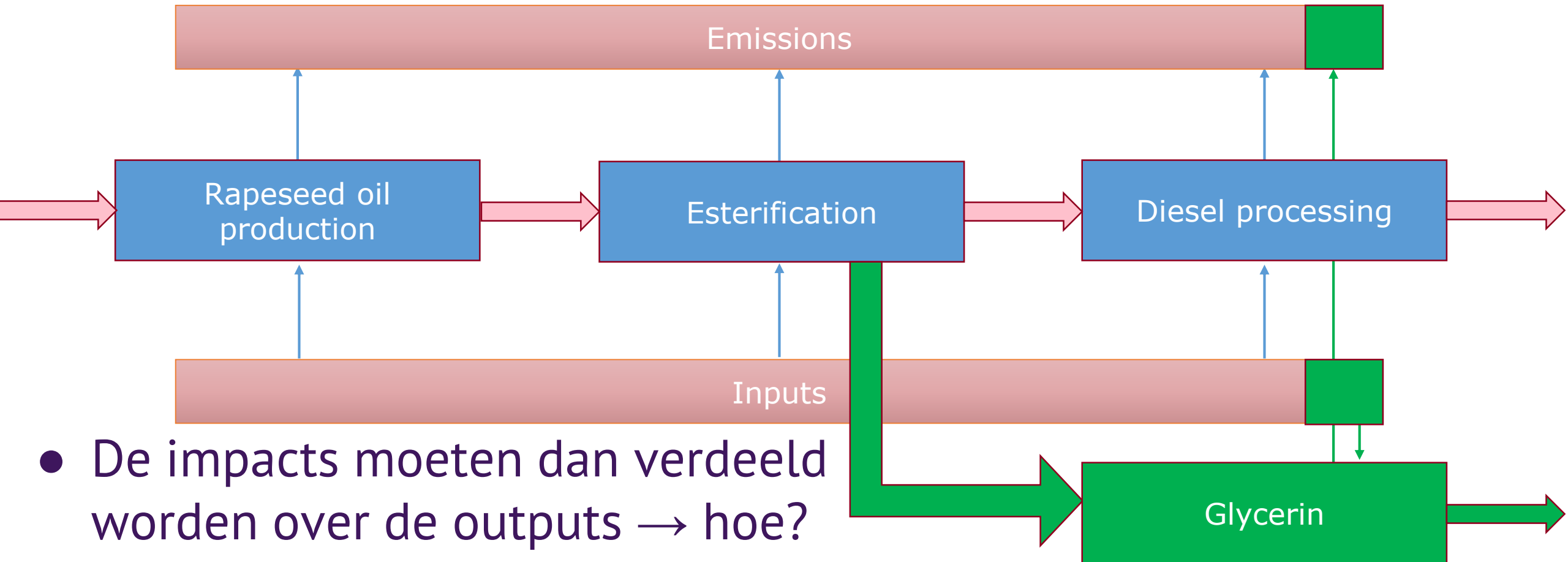
Bedenk wat de specifieke functie van het product is  
→ Wassen van vieze kleren

FE: gram waspoeder benodigd voor  
wassen van 5 kg of 'standaard' vieze kleren



# Discussie - Allocatie van impacts

- Vaak heeft een proces meer dan één output:



# Discussie - LCA en aannames (nadeel 2)



- Evaluatie LCA is belangrijk aspect
  - Compleetheid check
  - Consistentiecheck
  - Gevoeligheidsanalyse
  - (Zwakte analyse)

→ Deels ingebouwd in software

The screenshot shows the 'Tutorial Model -- DB Balance' software interface. The main window displays a table of inputs and outputs for the 'Tutorial Model'. The table is titled 'Inputs/Outputs' and has a column for the category and a column for the value. The values are in scientific notation. The table is filtered to show 'Just elementary flows' and 'Separate IO tables' is unchecked. The status bar at the bottom indicates 'System: Changed.' and 'Last change: System, 06/10/2017 13:10:57'.

Category	Value
Flows	1.05E005
Resources	5.26E004
Others	
Deposited goods	152
Emissions to air	487
Emissions to fresh water	5.19E004
Emissions to sea water	49.1
Emissions to agricultural soil	-8.16E-006
Emissions to industrial soil	0.00014



# Waar worden LCA's voor gebruikt?



- Overheden:
  - Beleid bepalen en ontwikkelen
  - Vergunningen
  - Subsidies: RvO
- Ondernemers
  - Aantrekken financiers
  - Duurzaam imago (Klantenbinding)
  - Subsidies
- Producenten: optimalisatie
  - Kostenreductie
  - Green labeling

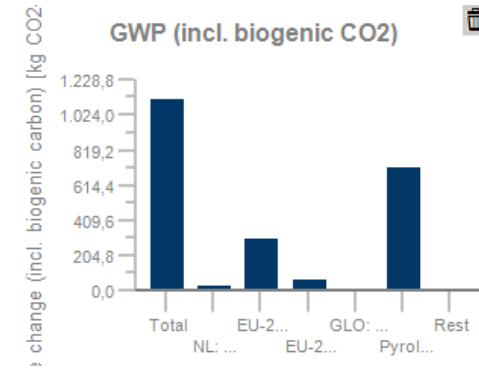
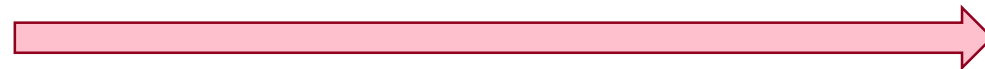
# 3 Verschillende soorten LCA's



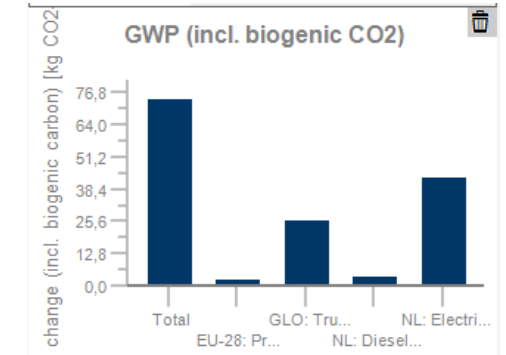
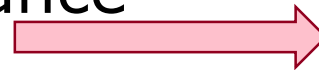
- INTERNE ANALYSE  
Voor het vinden van "hotspots" (waar vindt de meeste impacts plaats)



- COMPERATIEVE ANALYSE  
Vergelijken van 2 producten/diensten/scenarios



- PROFILERINGSANALYSE  
Het meten van een ecologische afdruk / labelen / performance

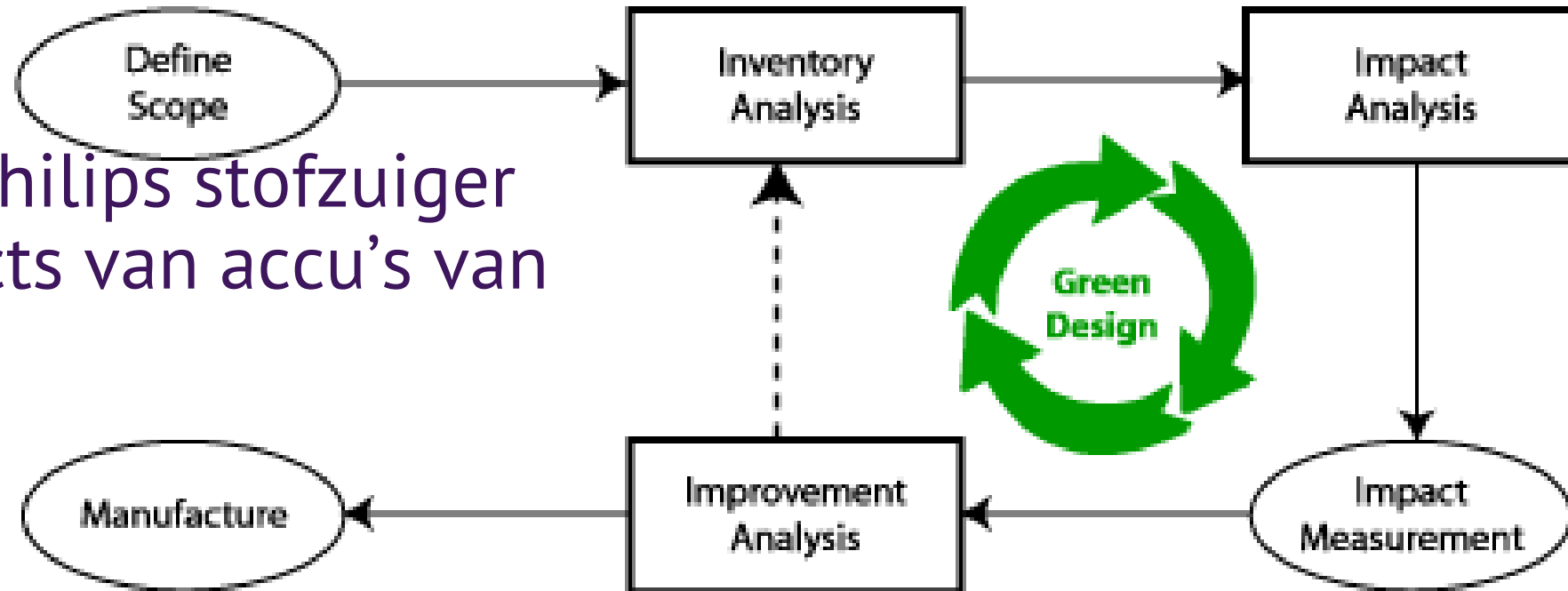


# Optie 1: Interne Analyse

- Productontwikkeling
- Vinden van “hot-spots”
- Optimalisatie

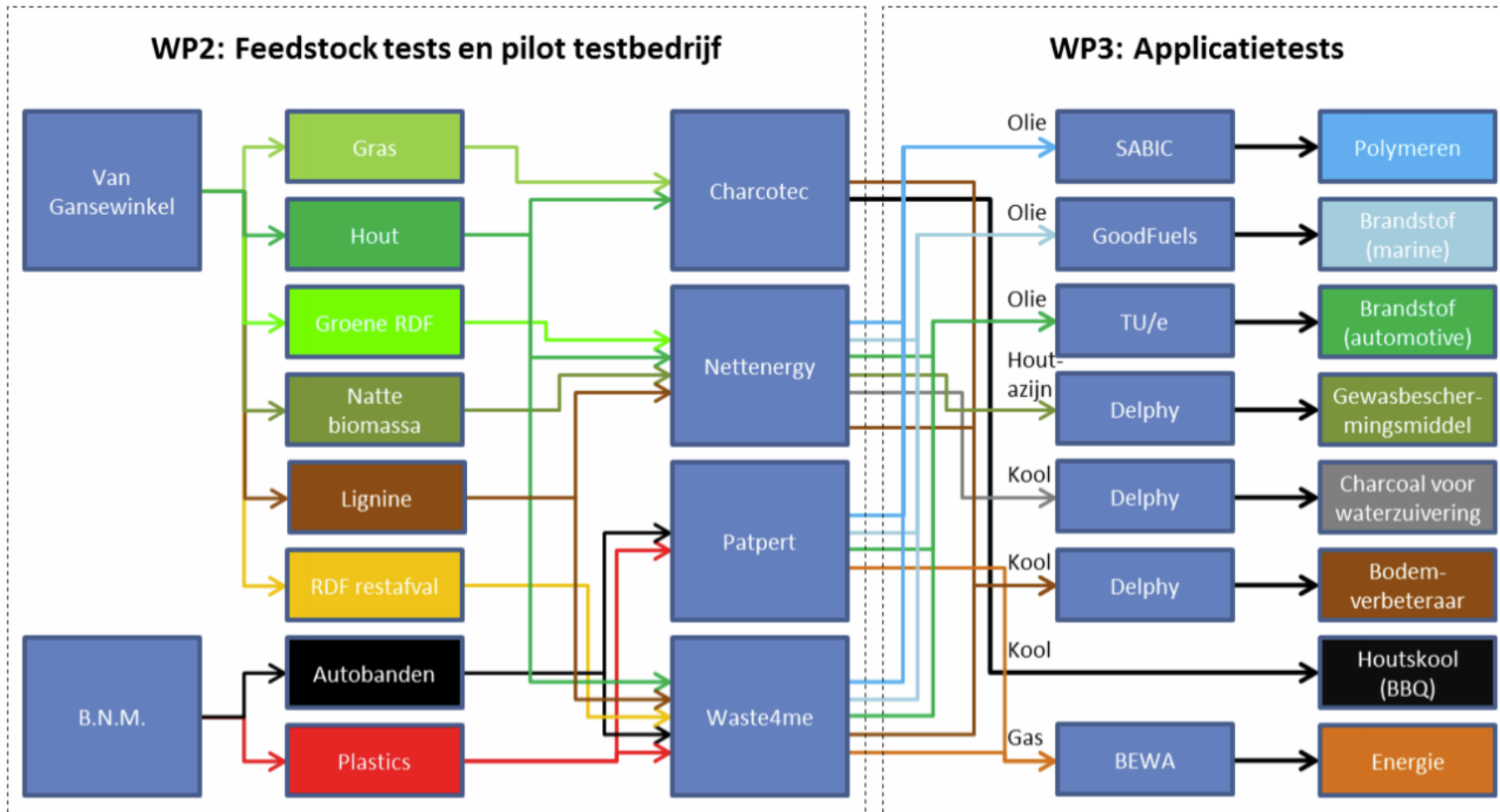
Voorbeelden:

- Verduurzaming philips stofzuiger
- Onderzoek impacts van accu's van elektrische autos





# Optie 2: Vergelijken van scenario's binnen een casus



Figuur 4: Globale weergave van de waardeketens in het project

# Resultaten: meten, wegen, normaliseren...



Endpoint Impact categories	Damage pathways	Comparative re		relative to emissions per person in Europe	Main Scenario	Reference Case
		Main Scen	R			
Fine Particulate Matter Formation [DALY]	Increase in respiratory disease	3.06E-04	3	Climate change, default, excl biogenic carbon [kg CO2 eq.]	1.09%	0.60%
Photochemical Ozone Formation, Human Health [DALY]				Climate change, incl biogenic carbon [kg CO2 eq.]		
Ionizing Radiation [DALY]	Increase in various types of cancer	1.38E-07	1	Fine Particulate Matter Formation [kg PM2.5 eq.]		
Stratospheric Ozone Depletion [DALY]				Fossil depletion [kg oil eq.]	2.83%	0.08%
Human toxicity, cancer [DALY]				Freshwater Consumption [m3]		
Ionizing Radiation [DALY]	Increase in other diseases/causes	1.15E-04	6	Freshwater ecotoxicity [kg 1,4 DB eq.]	0.09%	0.01%
Stratospheric Ozone Depletion [DALY]				Freshwater Eutrophication [kg P eq.]	0.09%	-0.004%
Human toxicity, non-cancer [DALY]				Human toxicity, cancer [kg 1,4-DB eq.]		
Climate change Human Health, default [DALY]				Human toxicity, non-cancer [kg 1,4-DB eq.]	0.34%	0.23%
Climate change Human Health, default [DALY]	Increase in malnutrition	1.14E-04	6	Ionizing Radiation [Bq C-60 eq. to air]		
Freshwater Consumption, Human Health [DALY]				Land use [Annual crop eq. ·y]		
Climate change Freshw Ecosystems [species.yr]	Damage to freshwater species	2.59E-10	7	Marine ecotoxicity [kg 1,4-DB eq.]	0.34%	0.04%
Freshwater Consumption, Freshw Ecosystems [species.yr]				Marine Eutrophication [kg N eq.]	0.03%	-0.004%
Freshwater ecotoxicity [species.yr]				Metal depletion [kg Cu eq.]	0.02%	0.0001%
Freshwater Eutrophication [species.yr]				Photochemical Ozone Formation, Ecosystems [kg NOx eq.]		
Climate change Terrest Ecosystems [species.yr]	Damage to terrestrial species	2.31E-05	4	Photochemical Ozone Formation, Human Health [kg NOx eq.]		
Freshwater Consumption, Terrest Ecosystems [species.yr]				Stratospheric Ozone Depletion [kg CFC-11 eq.]	0.14%	9.68%
Photoch. Ozone Formation, Ecosystems [species.yr]				Terrestrial Acidification [kg SO2 eq.]	3.28%	4.80%
Terrestrial ecotoxicity [species.yr]				Terrestrial ecotoxicity [kg 1,4-DB eq.]	212%	-111%
Terrestrial Acidification [species.yr]						
Land use [species.yr]	Damage to marine species	3.14E-12	4			
Marine ecotoxicity [species.yr]	Increased extraction costs	4.24E-02	5			
Metal depletion [\$]	Oil/gas/coal energy cost	9.69E+00	5			
Fossil depletion [\$]						

# Optie 2 - Product vergelijk: Zonnepanelen

Life cycle assessment of grid-connected photovoltaic power generation from crystalline silicon solar modules in China



Guofu Hou<sup>a,\*</sup>, Honghang Sun<sup>b,1</sup>, Ziyang Jiang<sup>c</sup>, Ziqiang Pan<sup>c</sup>, Yibo Wang<sup>d</sup>, Xiaodan Zhang<sup>a</sup>, Ying Zhao<sup>a</sup>, Qiang Yao<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Institute of Photoelectronics, Nankai University, Tianjin 300071, China

<sup>b</sup>Department of Thermal Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China

<sup>c</sup>China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413, China

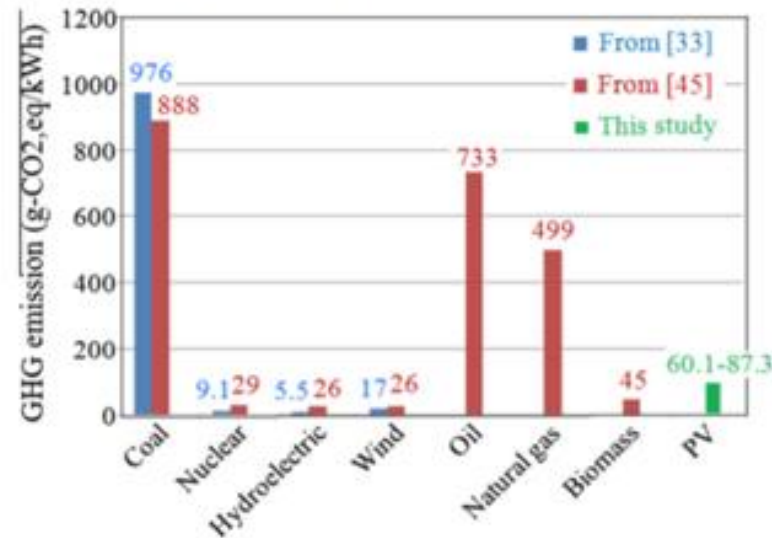
<sup>d</sup>Institute of Electrical Engineering, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

## HIGHLIGHTS

- The LCA study of grid-connected PV generation with silicon solar modules in China has been performed.
- The energy payback times range from 1.6 to 2.3 years.
- The GHG emissions are in the range of 60.1–87.3 g-CO<sub>2</sub>,eq/kWh.
- The PV manufacturing process occupied about 85% or higher of total energy usage and total GHG emission.
- The SoG-Si production process accounted for more than 35% of total energy consumption and GHG emissions.

## GRAPHICAL ABSTRACT

Comparison of life cycle GHG emissions of various power sources.



Hier zijn we slechts 1 midpunt indicator.

- meest bekend
- eindpunten zijn voor veel mensen niet te begrijpen
- **taak voor CoE → jullie input!**

# RvO toetst subsidie aanvraag middels LCA



english.rvo.nl



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

[Home](#) [Actueel](#) [Onderwerpen](#) [Subsidies & Financiering](#) [Over ons](#)

[Milieu- en energielijst](#) > [Apparatuur voor de chemische verwerking van afvalstoffen](#)

[> Zoeken in de Energielijst en Milieulijst 2018](#)

[> Zoeken in de Energielijst en Milieulijst 2019](#)

## Apparatuur voor de chemische verwerking van afvalstoffen

Gepubliceerd op: 3 januari 2019 | Gewijzigd op: 3 januari 2019

**a. bestemd voor:** het chemisch verwerken van afval tot (grondstoffen voor) producten of brandstoffen, waarbij:

- als sprake is van een mixstroom waarbij mechanische recycling van deelstromen redelijkerwijs mogelijk is, wordt aangetoond dat de chemische verwerking van de totale mixstroom milieuvriendelijker is dan de combinatie van mechanische recycling van de (deel)stromen en chemische verwerking van de reststroom, **hetgeen wordt aangetoond met een LCA**, uitgevoerd conform paragraaf D.2.2.3 van het Landelijk Afvalbeheerplan 2017-2029 (LAP3), zoals bedoeld in artikel 10.3 van de Wet milieubeheer

Bedrijfsmiddelcode

**F 1409**

2019



MIA\Vamil aanvraag

Uitleg letters A



- Beleid afvalsector richting circulair
- Voorschrift LCA
- Vergunning volgens mLCA

Functionele eenheid moet altijd zijn:  
de verwerking van 1 ton afval



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

## Landelijk afvalbeheerplan 2017-2029

*Slimmer omgaan met grondstoffen*

Datum @ 2017 (in te vullen na de inspraak)

In werking vanaf @ 2017 (in te vullen na de inspraak)

Het ontwerp Landelijk afvalbeheerplan 2017-2029 (LAP) ligt van 26 september 2016 tot en met 7 november 2016 ter inzage.

Een aantal van de ter inzage gelegde documenten zijn teksten waarin het (ontwerp) afvalbeheerbeleid is geformuleerd. Deze tekstdelen vormen samen het ontwerp-LAP3. Ook zijn er teksten die achtergrondinformatie bevatten, deze zijn geen onderdeel van het ontwerp-LAP3.

Belanghebbenden kunnen een zienswijze indienen, maar alleen op die delen die samen het ontwerp-LAP3 vormen. Deze delen zijn in de ter inzage gelegde documenten aangeduid als 'Kern van het beleid'. Concreet betreft het

- De laatste paragraaf van ieder hoofdstuk in de delen A t/m D;
- De paragrafen I t/m III van ieder sectorplan in deel E;
- De laatste paragraaf van iedere bijlage in deel F.

## Bedankt voor uw aandacht! Zijn er nog vragen?



**Centre of Expertise  
Biobased Economy**

Powered by:  
**avans**  **UNIVERSITY  
OF APPLIED SCIENCES**

*Telefoon*

+31 88 525 81 74

*E-mail*

info@coebbe.nl

*Bezoekadres Breda*

Lovensdijkstraat 63

4818 AJ Breda

*Bezoekadres*

*Vlissingen*

Edisonweg 4

4382 NW Vlissingen