



# *Biobased Bouwen*

*Op zoek naar toegevoegde waarde*



*Willem Böttger*



Lectoraat  
**Biobased Bouwen**

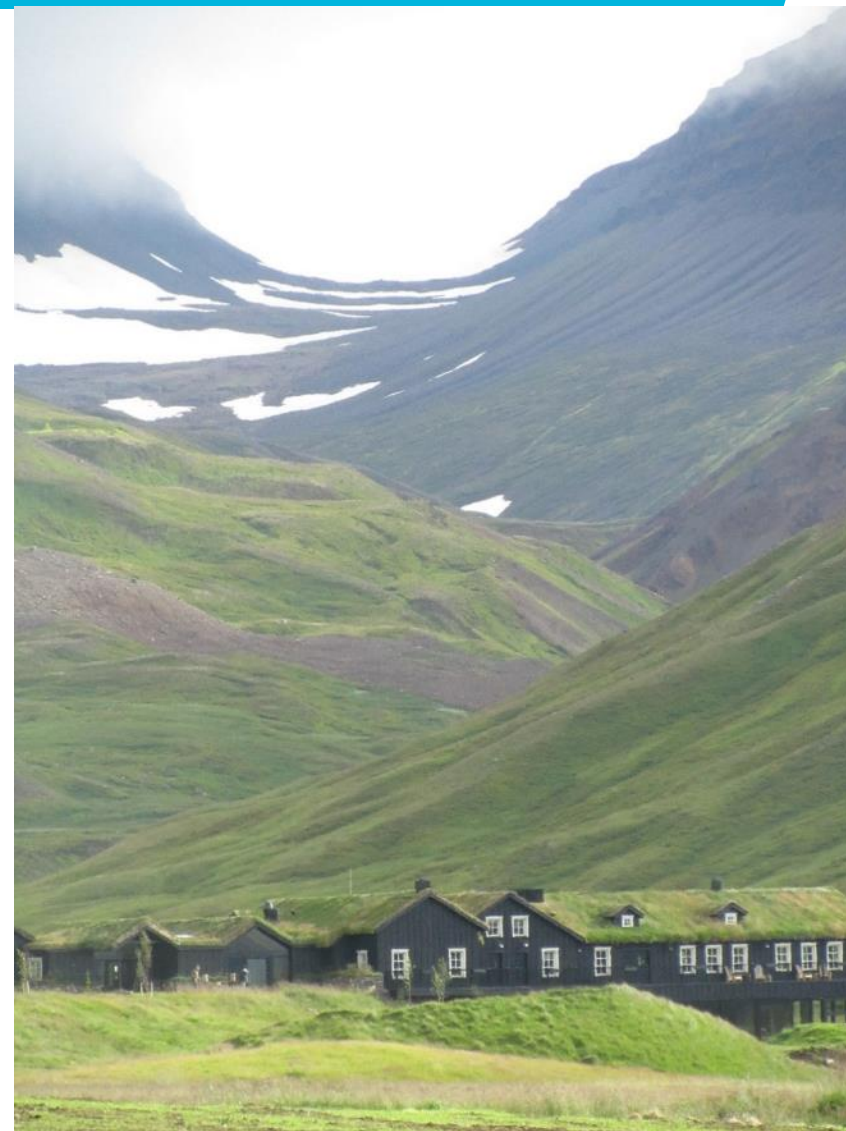


**avans**  
hogeschool

**HZ** UNIVERSITY  
OF APPLIED SCIENCES



# Voor industriële revolutie





Nu



## Energie&Klimaat

- **10%** van het totale Nederlandse energieverbruik is nodig voor de productie van traditionele bouwmaterialen 4,5% BBP
- **20-40%** energiegebruik voor gebouwen
- **25%** van al het wegtransport is gerelateerd aan de bouw; het transport veroorzaakt luchtvervuiling, fijnstof en uitstoot van CO<sub>2</sub> door verbruik van fossiele brandstof

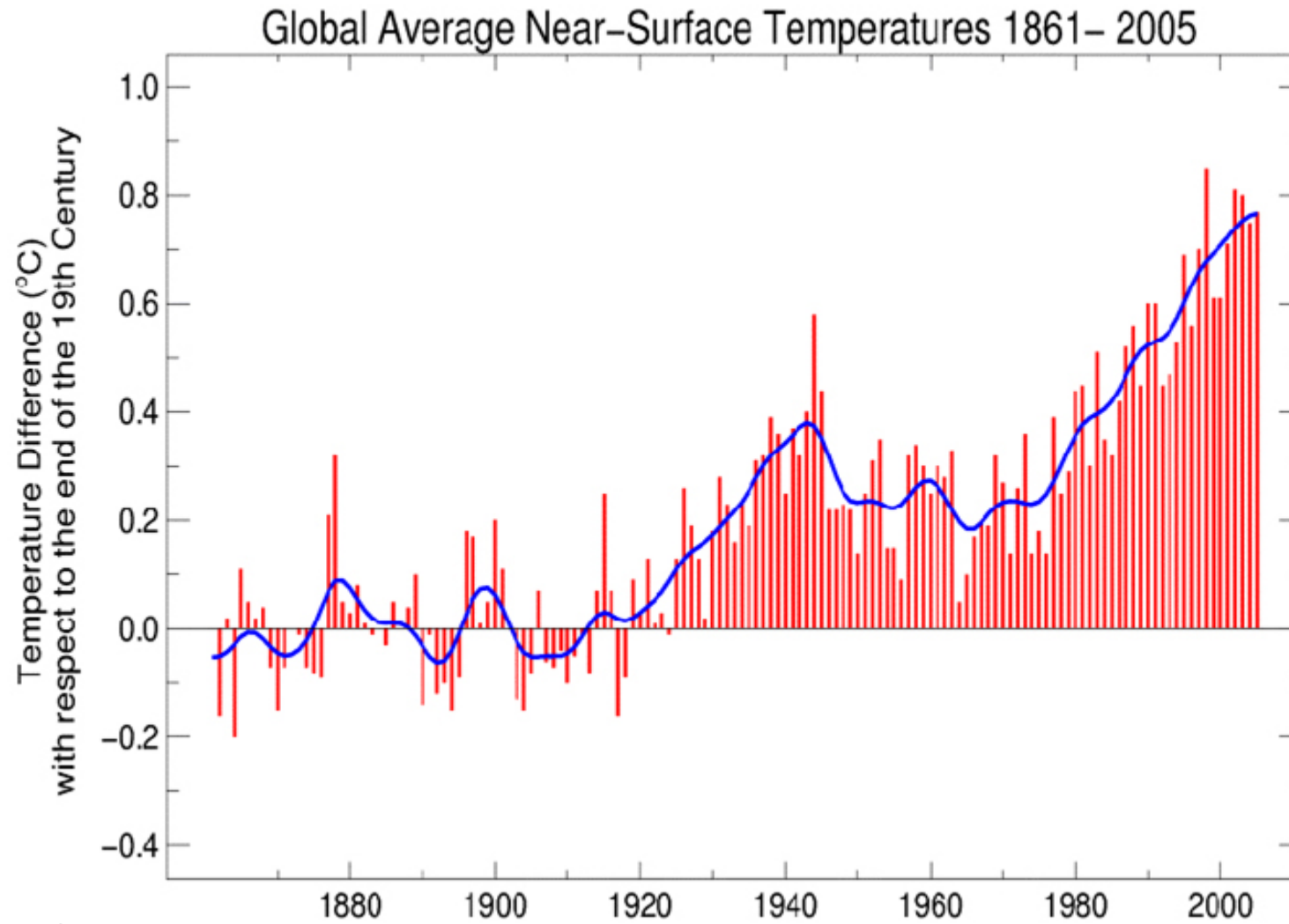
## Materialen worden schaars

- **50%** van delfstoffen gebruikt voor bouwproces

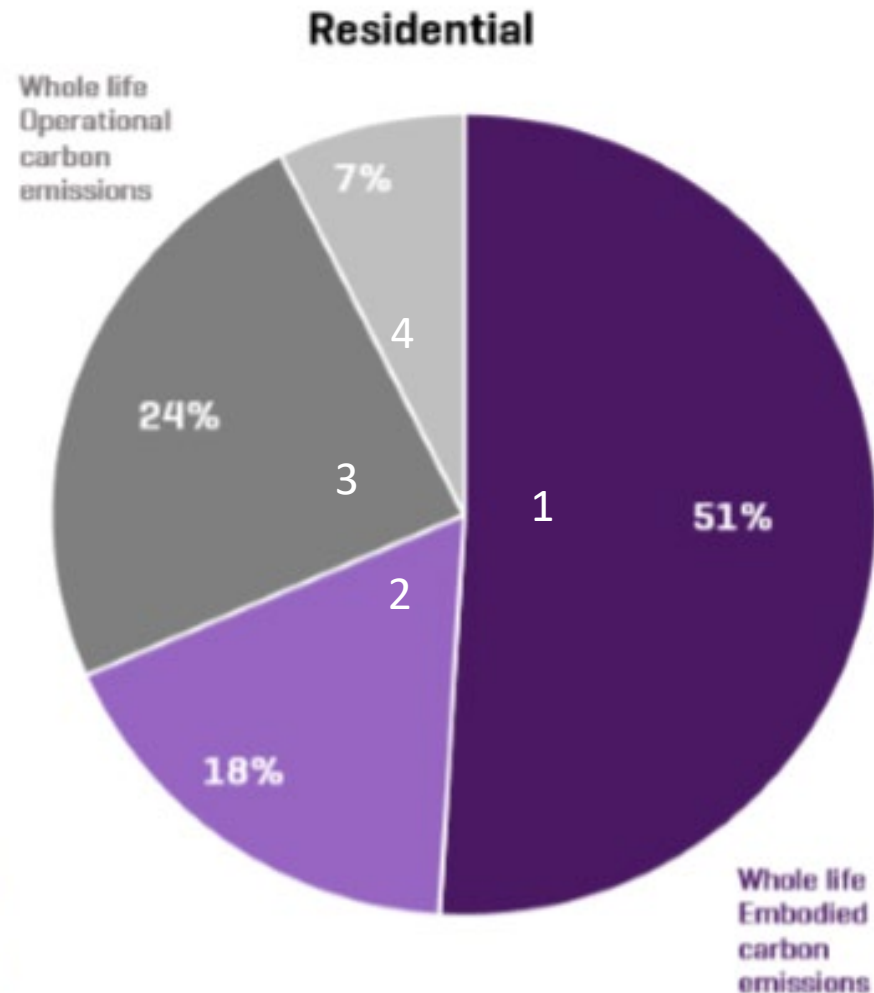
## Afval

- **40%** van de totale afvalberg in Nederland bestaat uit bouw- en sloopafval, gedeeltelijk gerecycled

# Opwarming aarde



# RICS: >50% of CO<sub>2</sub> in materials



1. Bouw
2. Gebruik van het gebouw (60 jaar)
  1. Uitstoot materialen
  2. Onderhoud
  3. Renovatie
  4. Vervangen (<60 jaar)
3. Operationeel Energie Gebruik (regulated)
  1. Verwarming, koeling, tapwater e.d
4. Operationeel Energie Gebruik (unregulated)
  1. ICT, koken, e.d.

**Table 9.** Carbon footprint and carbon uptake information for insulation materials.

Insulation Material	CO <sub>2</sub> e g/kg	CO <sub>2</sub> uptake g/kg
Glass Wool – Europe	3148	–
Polystyrene (EPS) – Europe	3300	–
Polyurethane (Rigid Foam) – Europe	4200	–
Wood fibre insulation – Finland	243	1240

# Critical Raw Materials

## Voorraden van resources

Resource		Verbruik per jaar (Megaton)	Aangetoonde economisch winbare voorraad (Megaton)	Resterende gebruiksduur			
				Bij 0% groei	Bij 2% groei	Bij 5% groei	Bij 10% groei
				(Jaren)	(Jaren)	(Jaren)	(Jaren)
Energie	Steenkool	4830	985000	204	82	49	32
	Aardolie	3680	202000	55	37	27	19
	Aardgas	1880	117000	62	41	29	20
	Uranium	0,062	3,93	61	40	28	20

Antimony	Germanium	Phosphate rock
Baryte	Hafnium	Phosphorus
Beryllium	Helium	Rare Earth Elements
Bismuth	Indium	Scandium
Borate	Magnesium	Silicon metal
Cobalt	Natural graphite	Tantalum
Coking coal	Natural rubber	Tungsten
Fluorspar	Niobium	Vanadium
Gallium	PGMs	



EU

- 2011: 14 CRM's
- 2014: 21 CRM's
- 2017: 27 CRM's



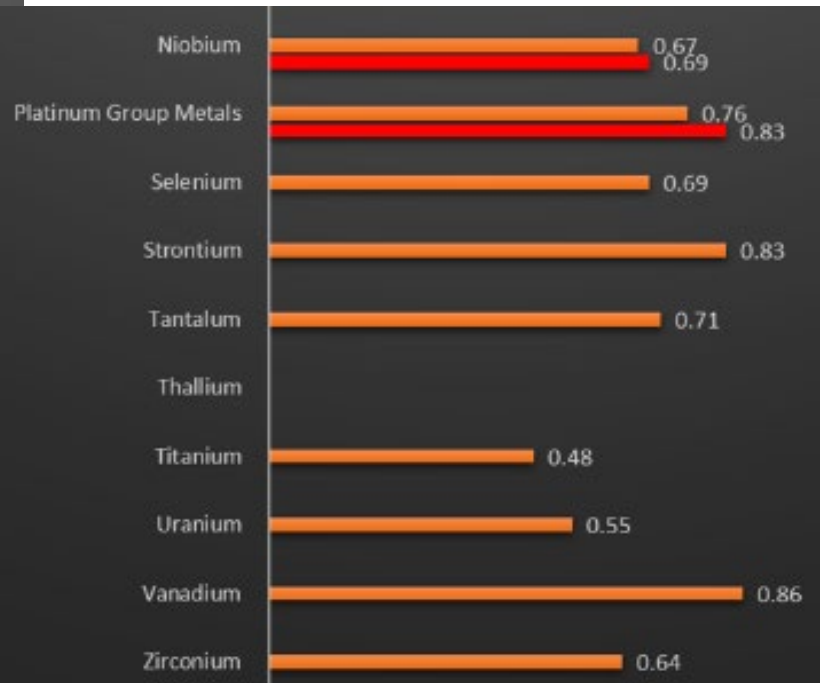
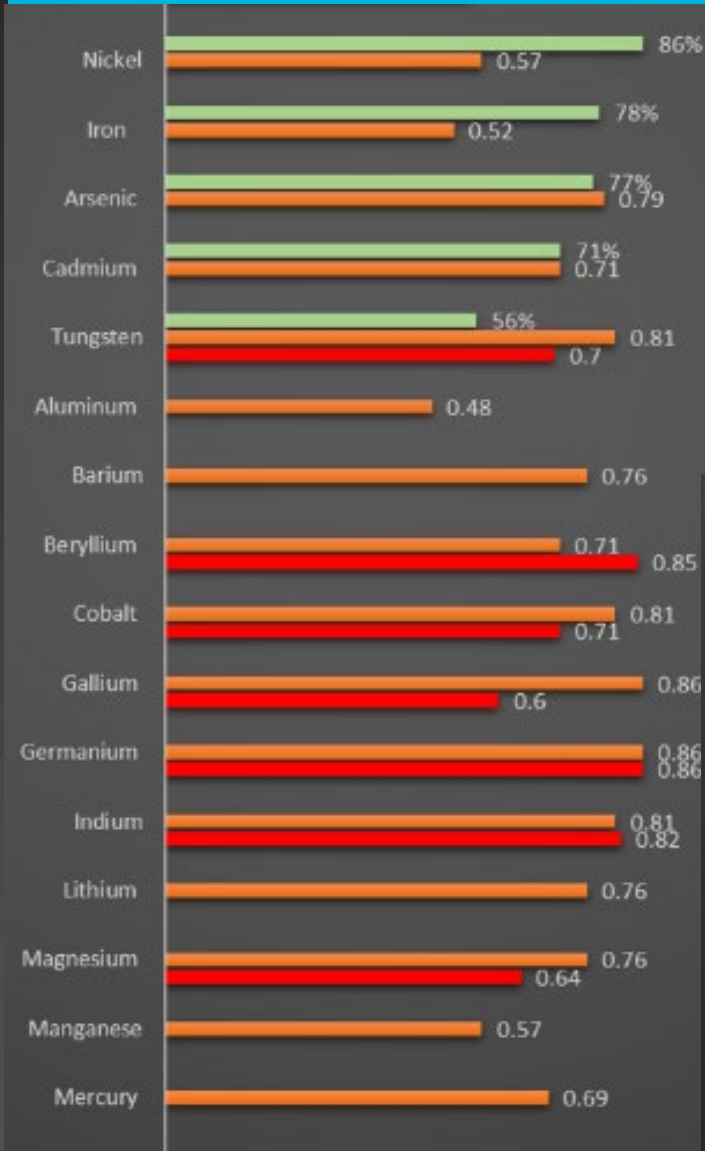
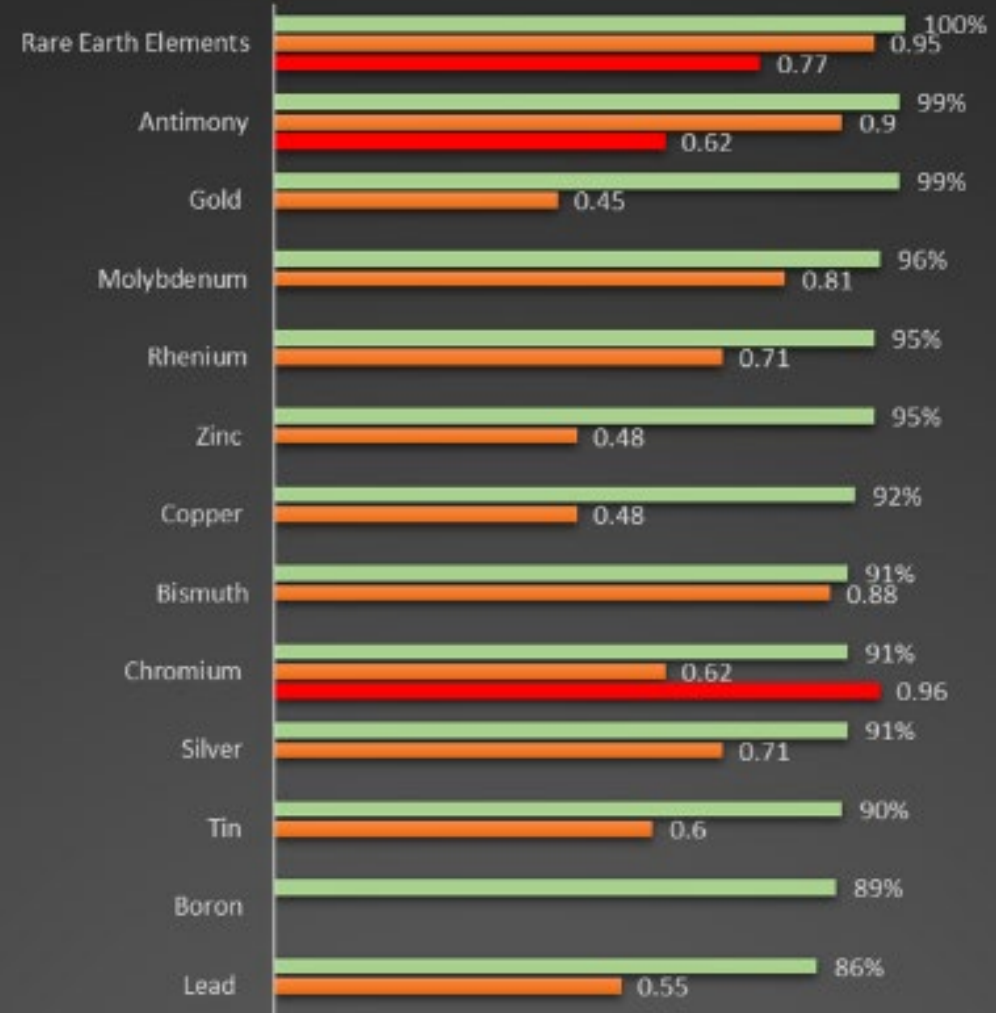
# *Diverse aardmaterialen worden schaars*



# scarcity and criticality ranking

(no bar means not scarce or not critical)

- Recycling/substitution percentage required for 1000 years supply, Henckens, 2016
- Supply Risk Index (geopolitical risks), British Geological Survey, 2015
- CRM, Critical Raw Materials (geopolitical risks) with sustainability index, EU, 2014

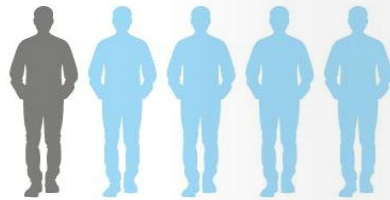


# Binnenklimaat wordt slechter



**1 out of 5**

rate their health  
as below par



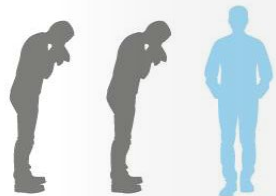
**1 out of 4**

never or rarely  
feel energised



**2 out of 3**

have been bothered  
by nose or throat  
infections



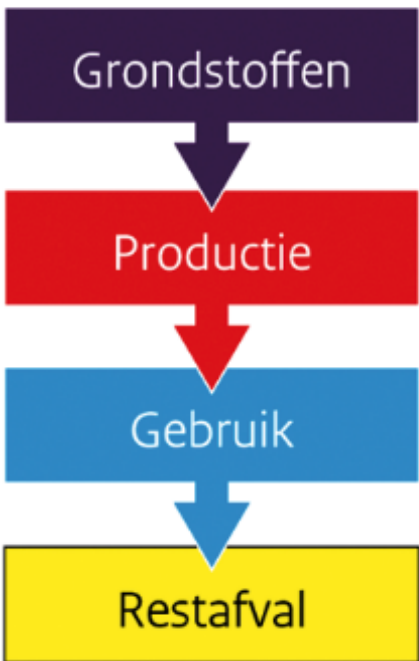
Woningcorporate Mitros: "Jaarlijks onderhouden en renoveren we zo'n 800 woningen. Na de renovatie zien we echter nieuwe problemen ontstaan:

- Bewoners die last hebben van koude tochtstroom in de woning;
- Vochtproblemen zoals schimmel in badkamer, keuken en rest van de woning;
- Geluidsoverlast bij bewoners door de ventilatiesystemen.

# Biobased Circulair



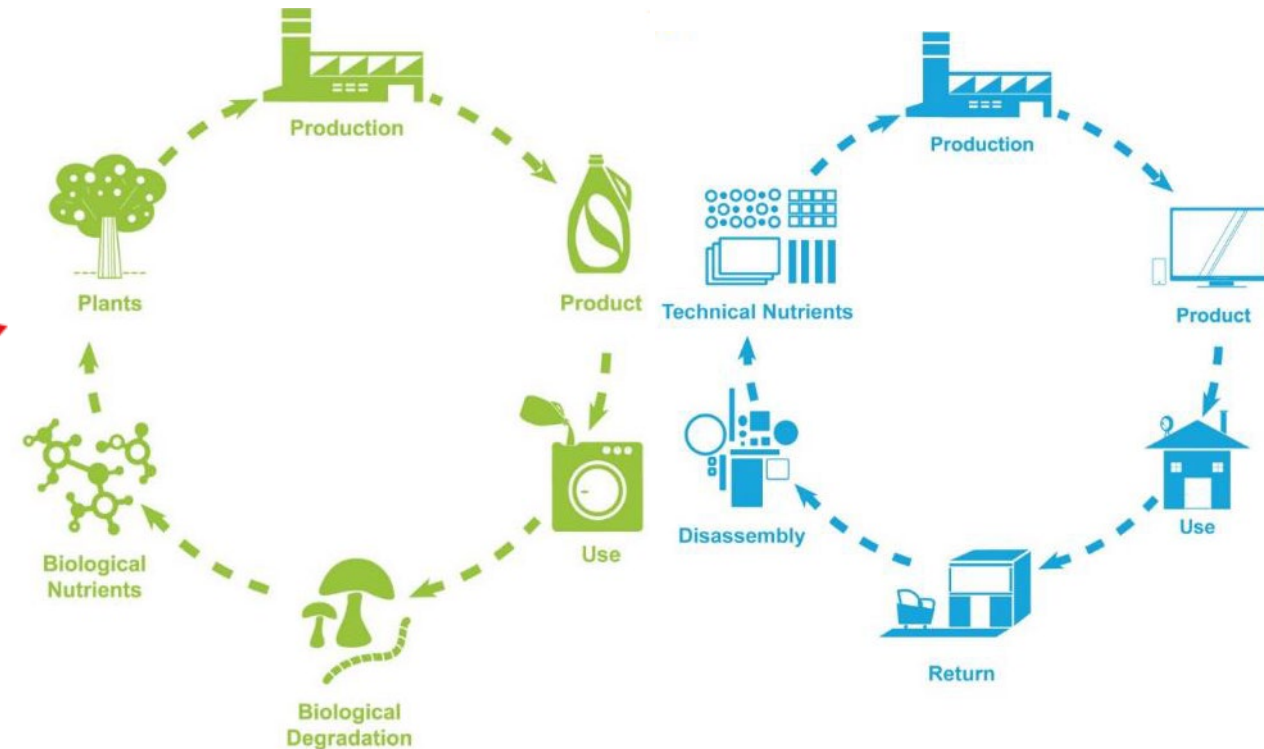
Lineaire economie



Keteneconomie met recycling

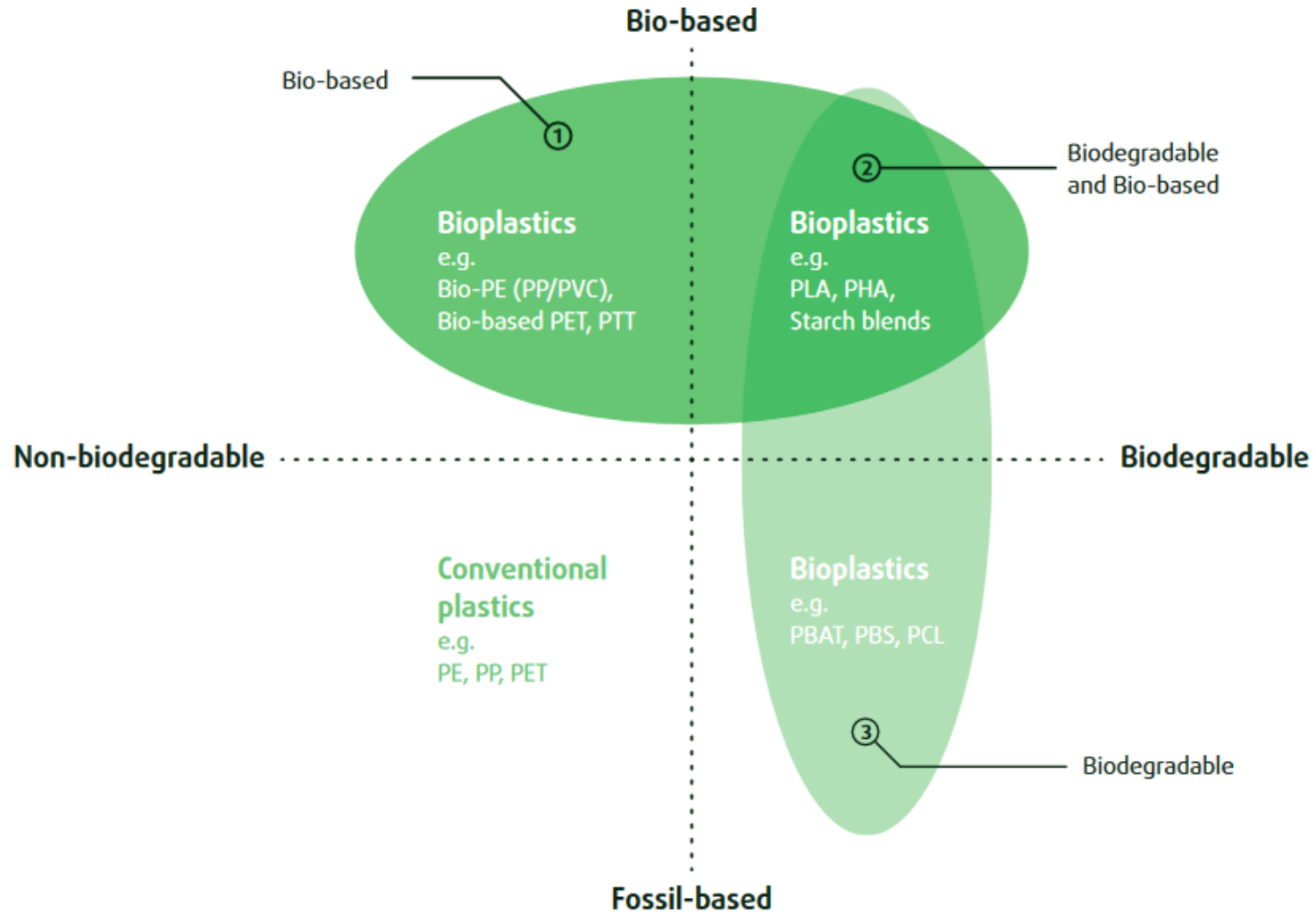


Circulaire economie

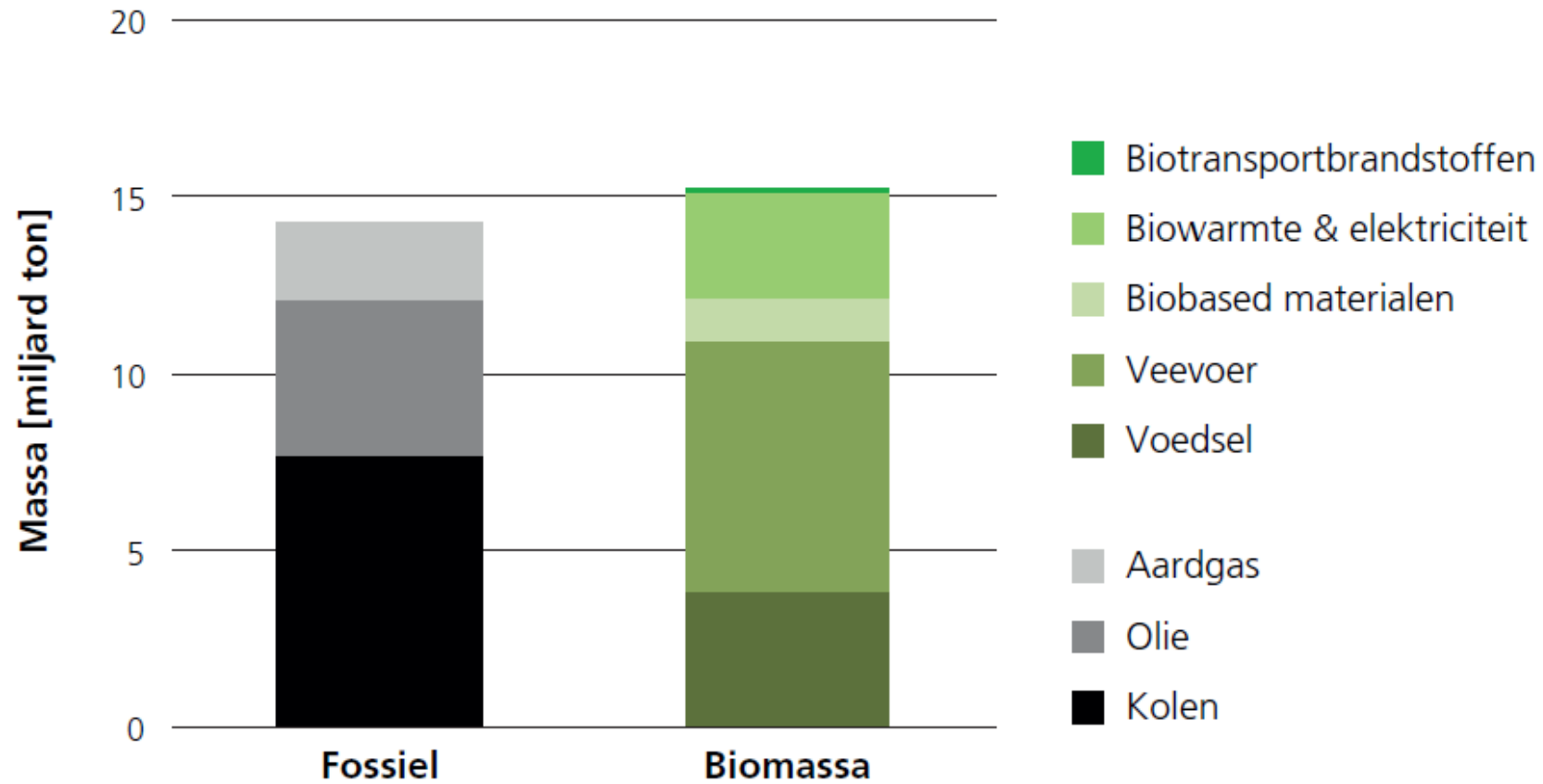


Biologische cyclus

Technische cyclus



# Biomassa vs Fossiel



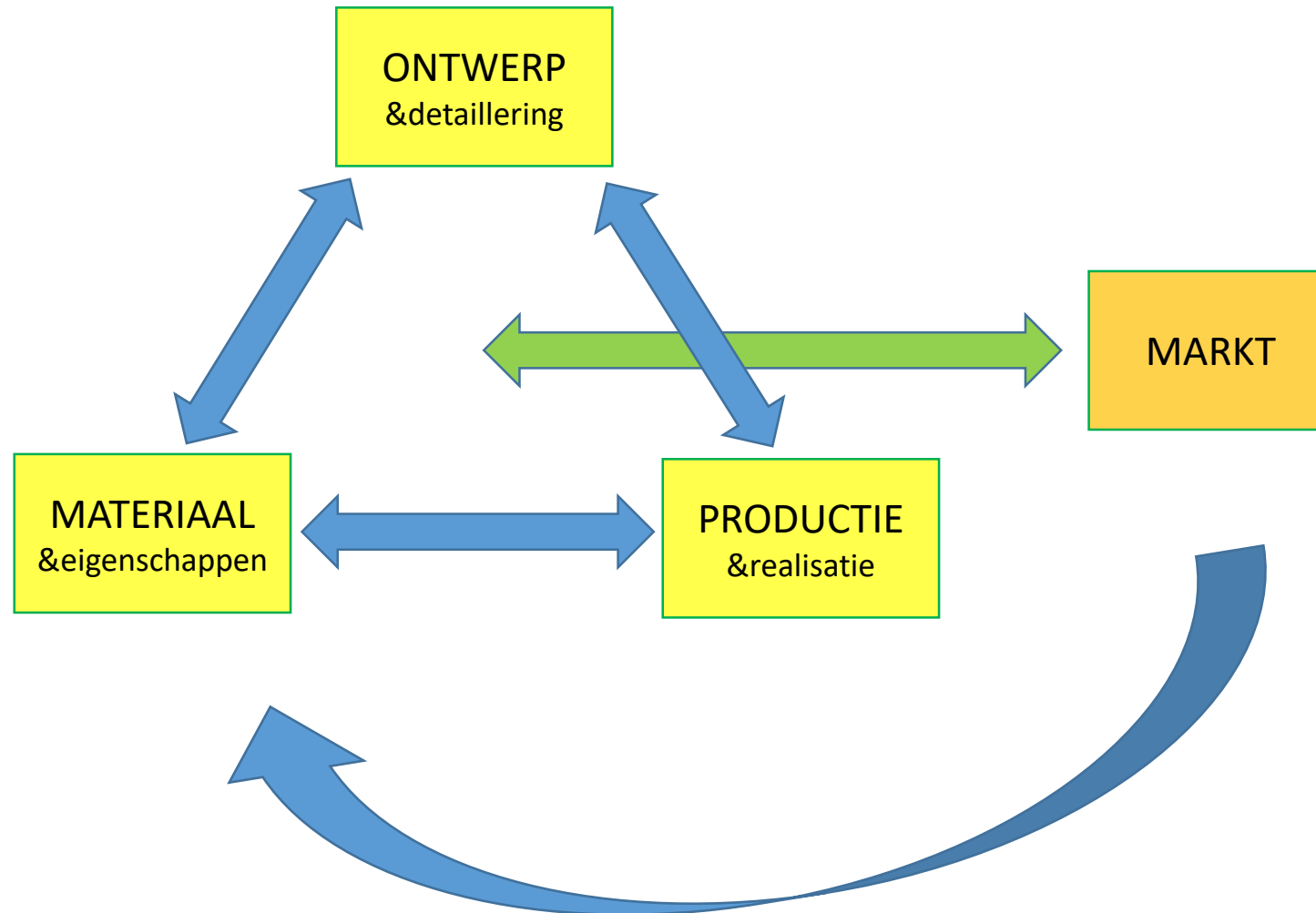
*Figuur 1a. Mondiaal gebruik van fossiele energiedragers<sup>3</sup> en biomassa<sup>4</sup> op massabasis.*



# *Biobased Bouwen in opkomst*



# Ontwerp, materiaal, productie en markt samen





In samenwerking met MKB en overheden:

- Onderzoek naar **Eigenschappen** van Biobased **Materialen**

## **Technisch**

- Sterk, stijf en licht
- Trilling/akoestiek
- Isolatie en vochttransmissie
- Anti-bacterieel
- Circulariteit/Milieubelasting

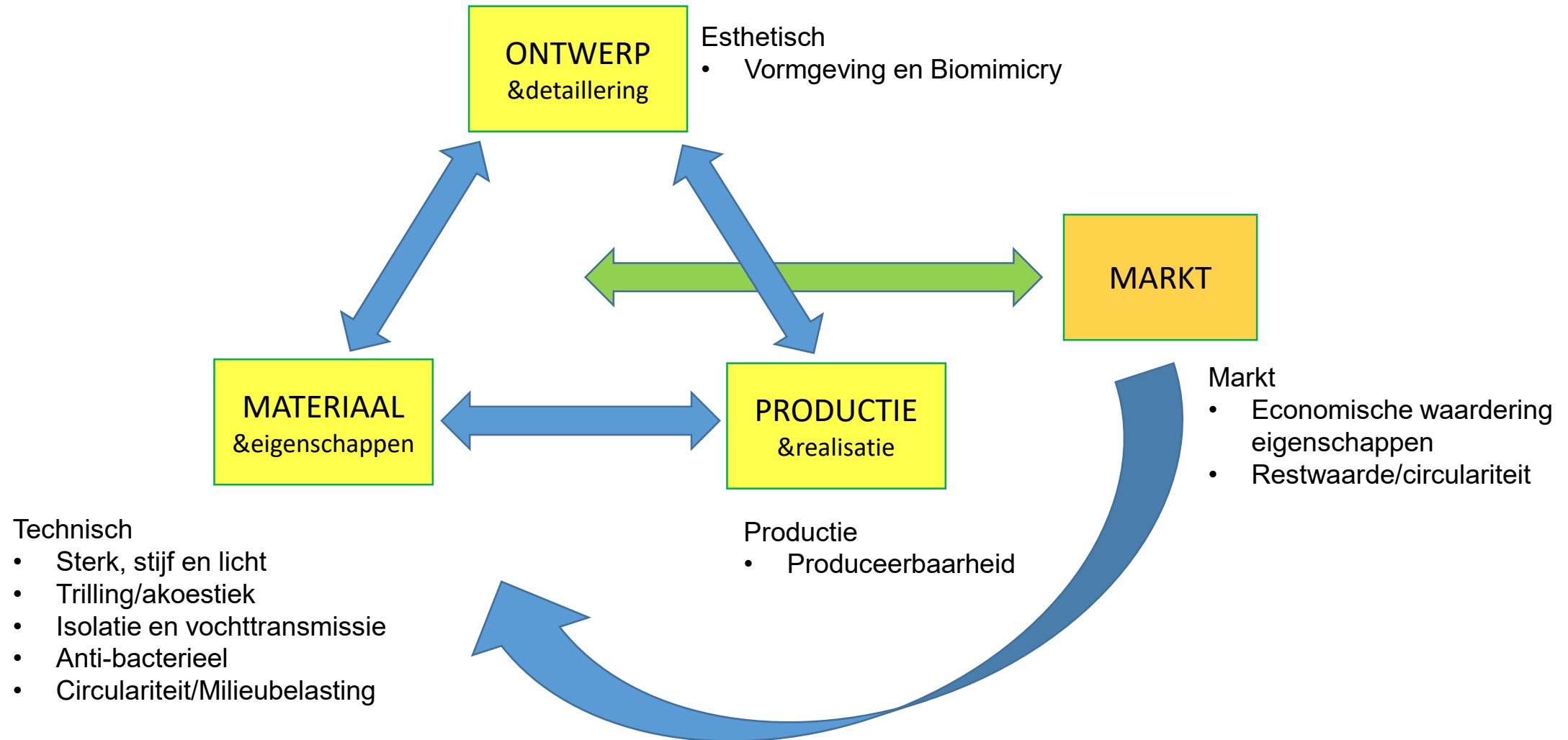
## **Esthetisch**

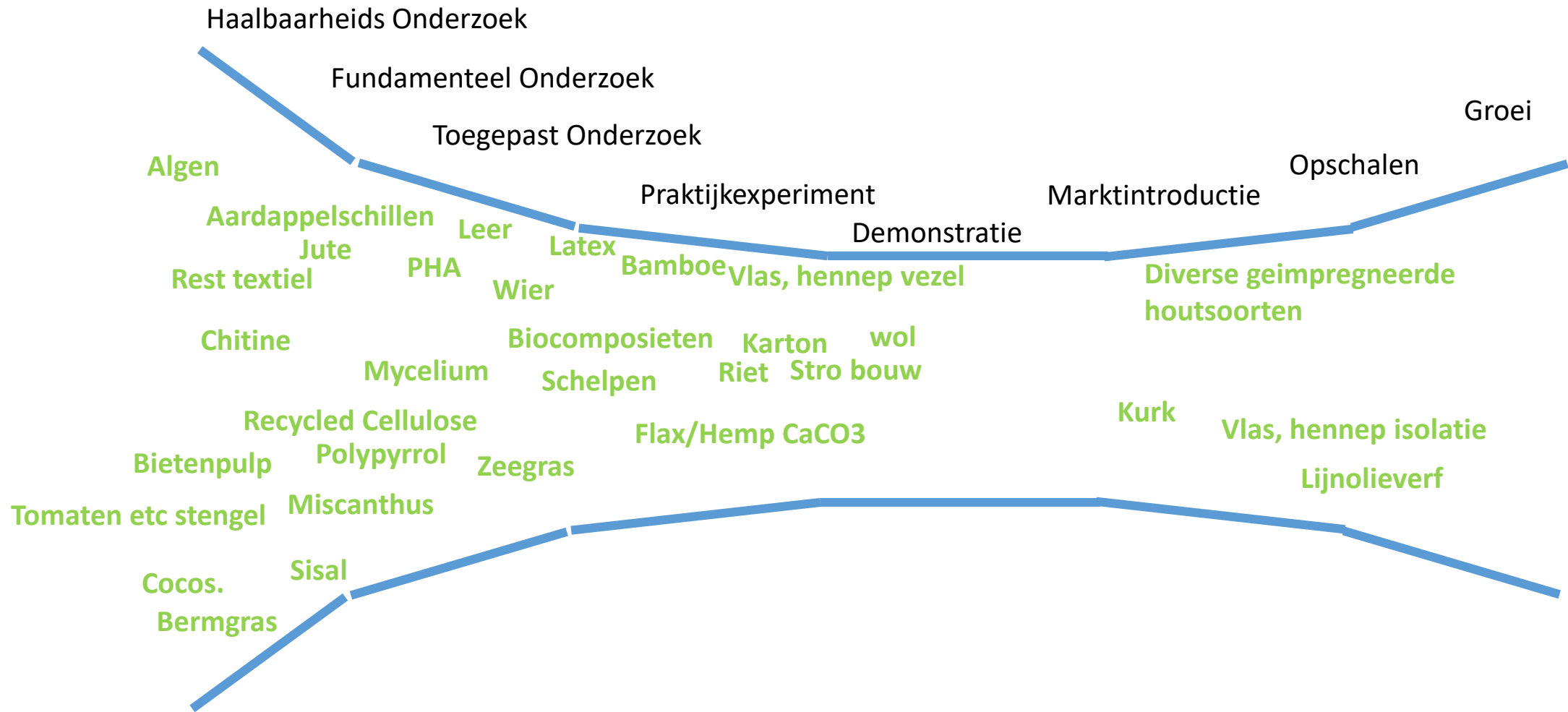
- Vormgeving en Bio-mimicry

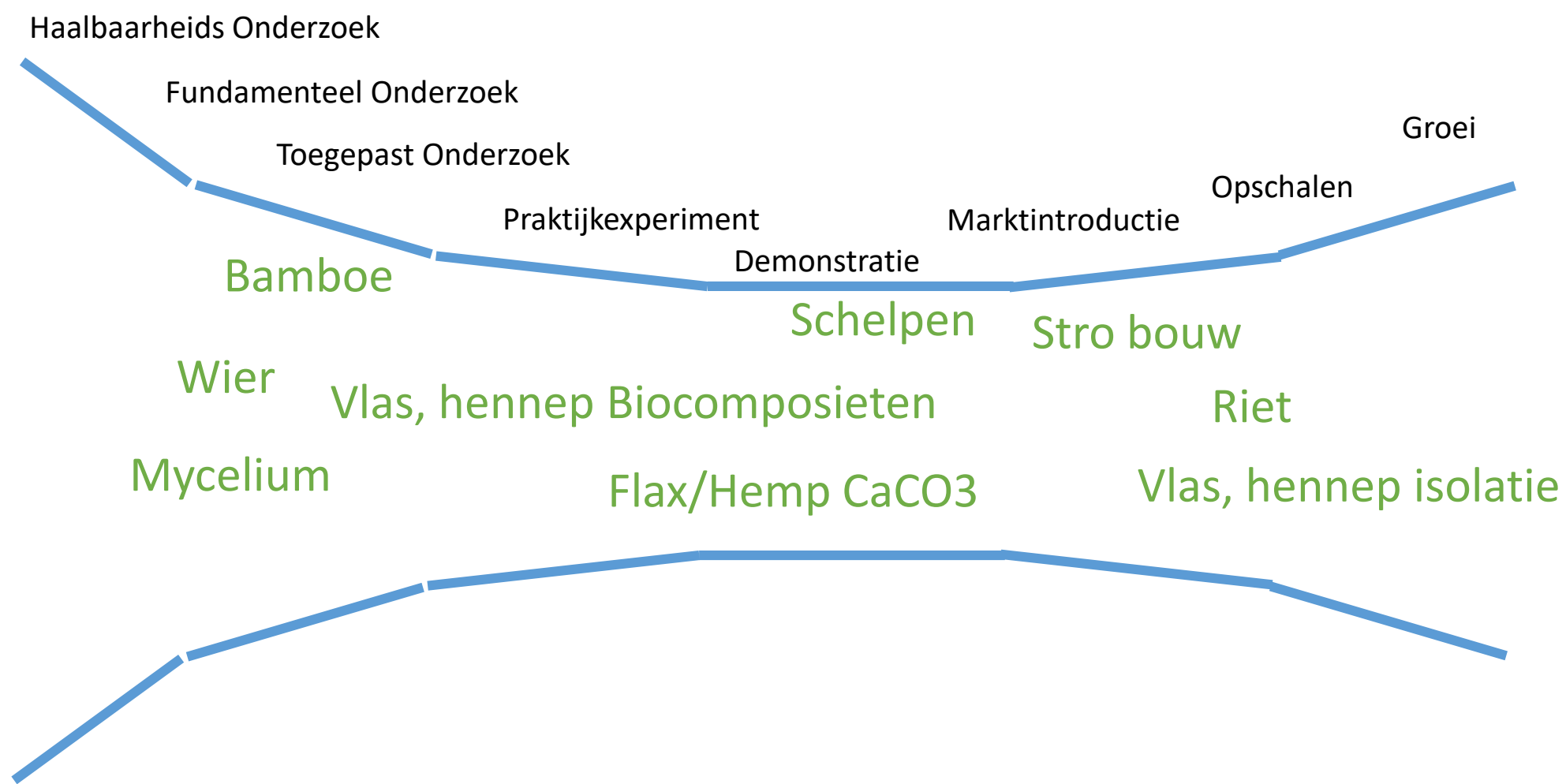
- Onderzoek naar Marktervaringen door **Demonstraties** van Biobased **Bouwsels**

## **Markt**

- Kostprijs verlaging
- Economische waardering eigenschappen
- Restwaarde/Circulariteit







Vezels

Binder

Additieven

Vlas, Hennep  
Bamboe

Polymeer

Kalk

Mycelium

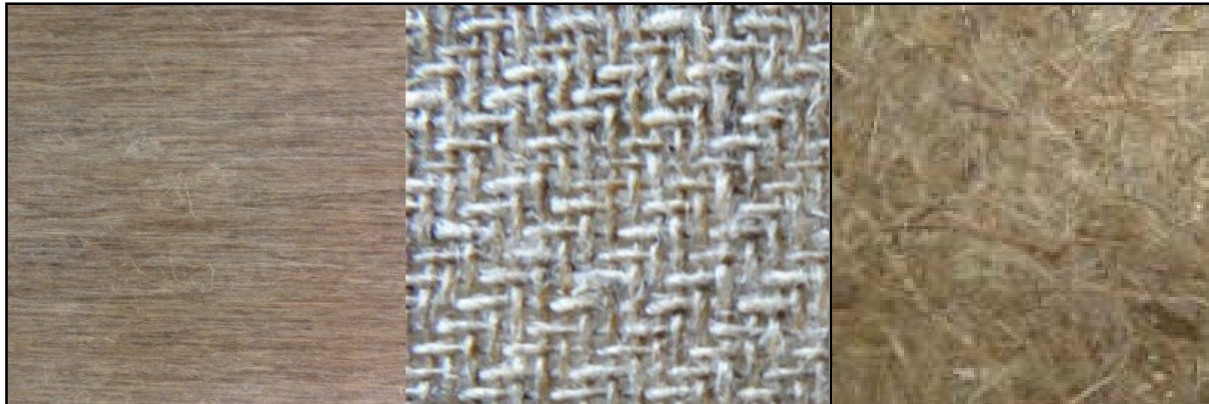
Houtige delen

Sandwich  
materialen  
Schuim, hout

Coating,  
brandvertrager



# Biocomposiet



**UD Woven non woven FLAX/HEMP FIBERS**



**KURK**



**PLA foam**



**RESINS BASED ON SUGARS**



**... LINSEED OIL ...**

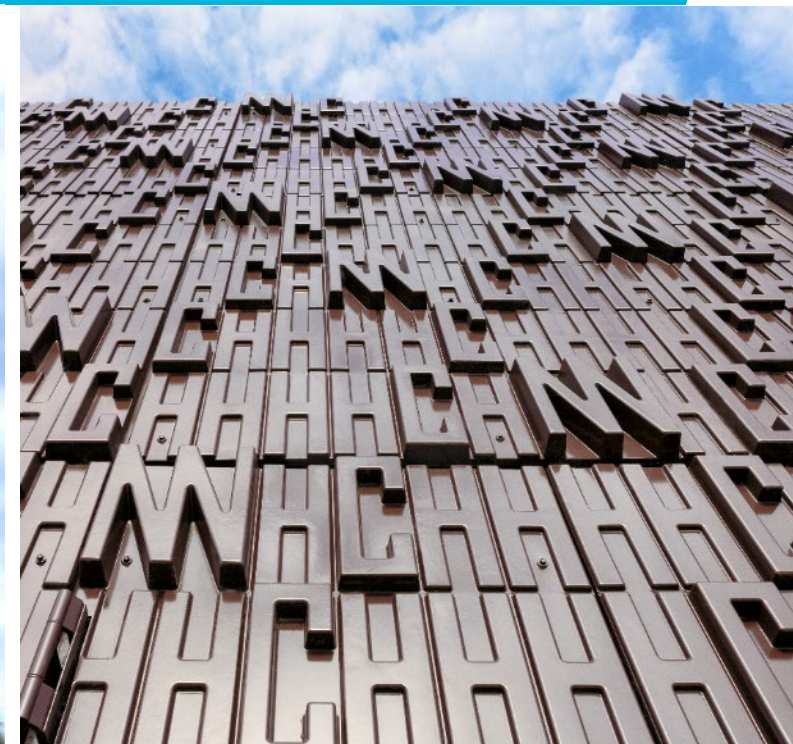
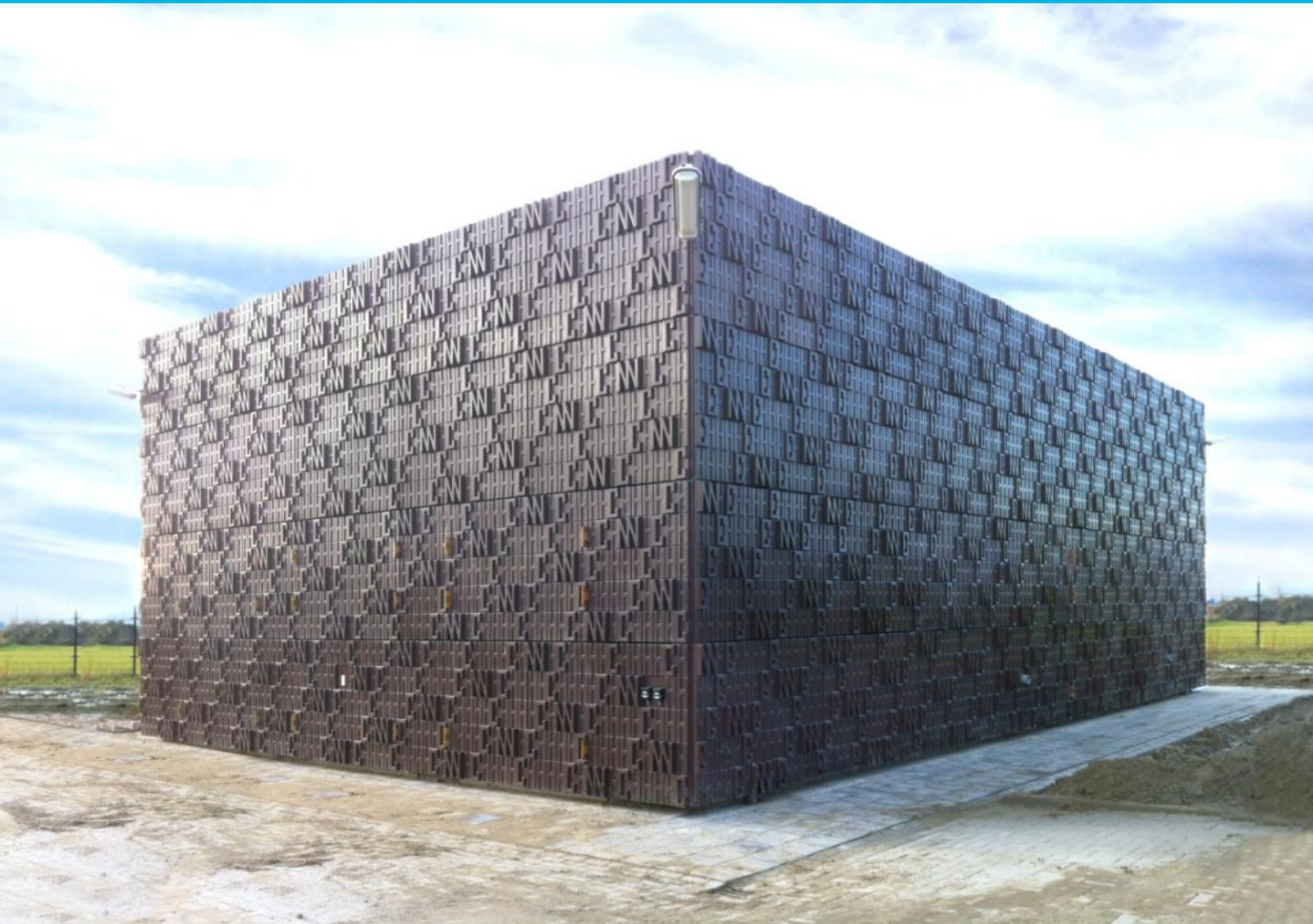


**... SOYA BEAN OIL ...**



**... FURANES ...**

# Biocomposiet





# *Kalk Hennep*





# Kalk Hennep



## How to make a mycelium-brick (in 8 easy steps)

<https://www.youtube.com/watch?v=c6nurN-Hii8>



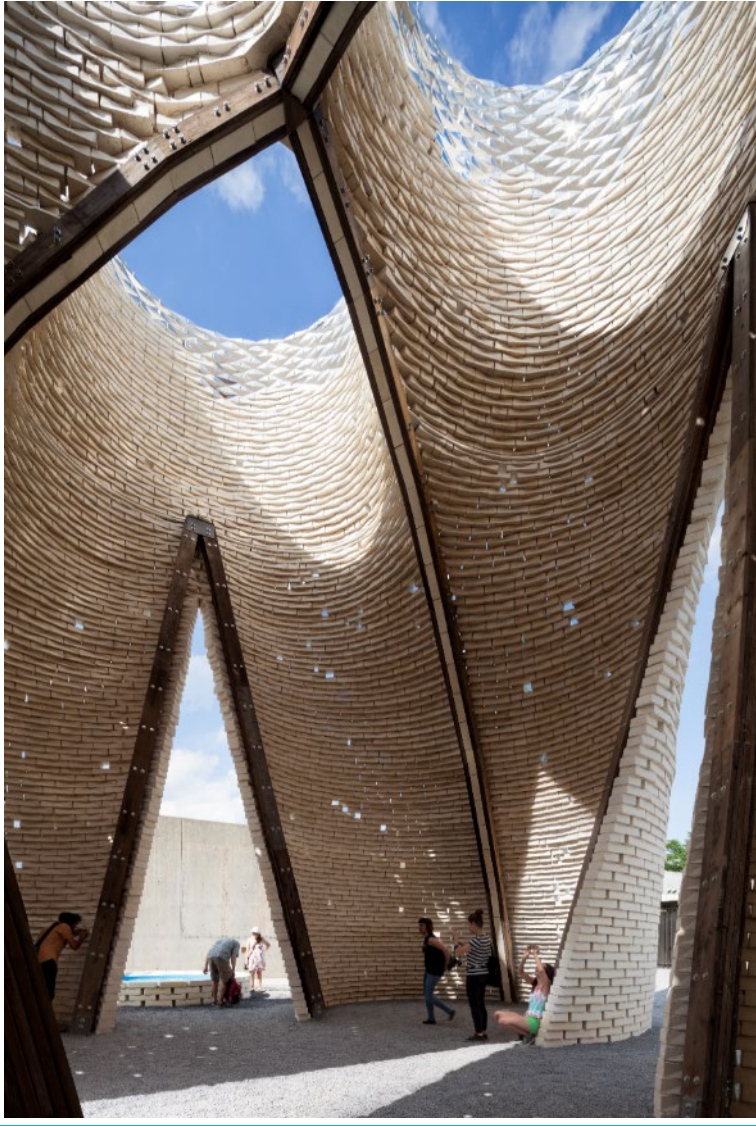
## Strength of a mycelium-brick

Watch video at:

<https://www.youtube.com/watch?v=IHhVpXCpTA0>



# Mycelium





# Bamboe





# Vlas







# Riet en Schelpen







# Wier



# Volgende generatie: rest materialen



PLA

Zetmeel

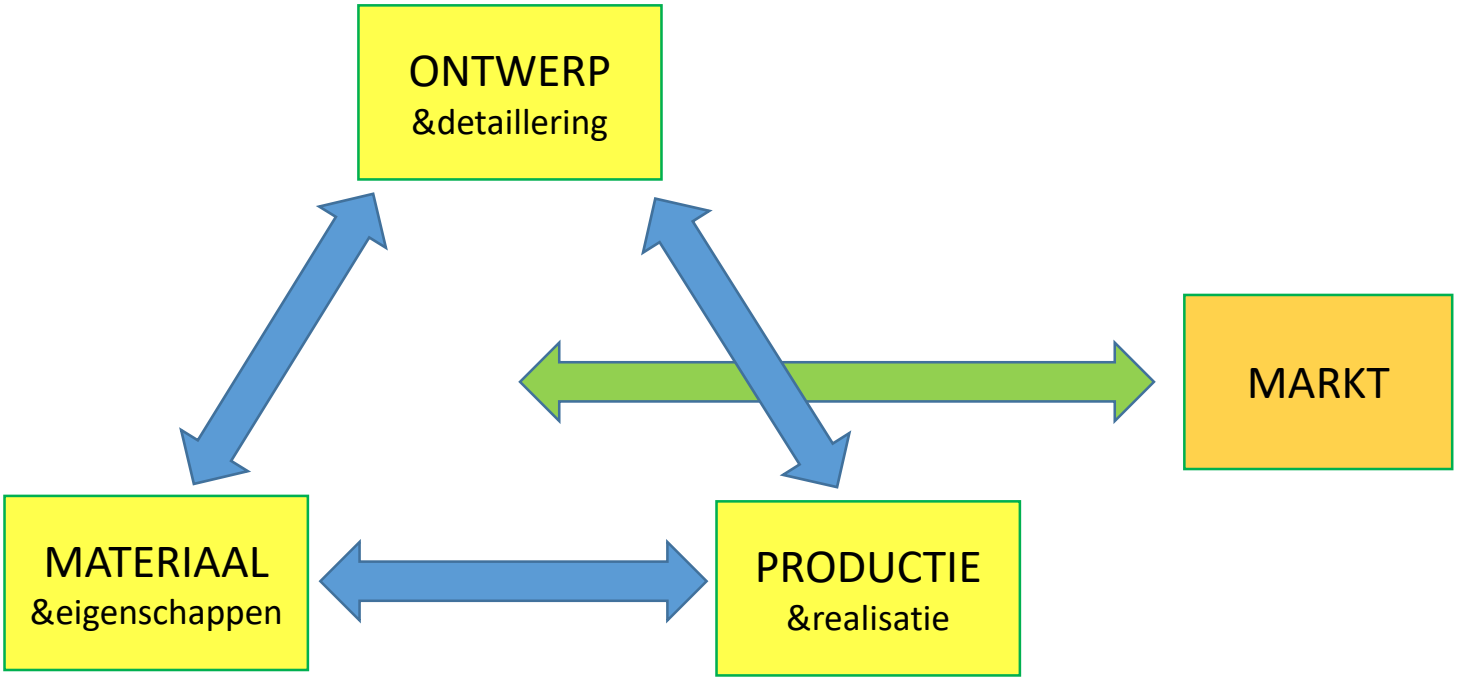
Furaan

# *Volgende generatie*





# Eigenschappen



Sterk, stijf en licht  
Trilling/akoestiek  
Gezondheid well-being  
Thermo-hygrisch  
Milieubelasting, LCA  
Brand

# Onderzoek naar sterkte en stijfheid



<b>Fibers</b>	<b>Modulus (GPa)</b>	<b>Strength (MPa)</b>	<b>Density (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Specific Modulus</b>	<b>Specific Strength</b>
<b>E-glass</b>	<b>72</b>	<b>3530</b>	<b>2.54</b>	<b>28.2</b>	<b>1390</b>
<b>Flax</b>	<b>50-70</b>	<b>500-900</b>	<b>1.4-1.5</b>	<b>~ 41</b>	<b>~ 480</b>
<b>Hemp</b>	<b>30-60</b>	<b>300-800</b>	<b>1.48</b>	<b>~ 30</b>	<b>~ 370</b>
<b>Jute</b>	<b>20-55</b>	<b>200-500</b>	<b>1.3-1.5</b>	<b>~ 27</b>	<b>~ 250</b>



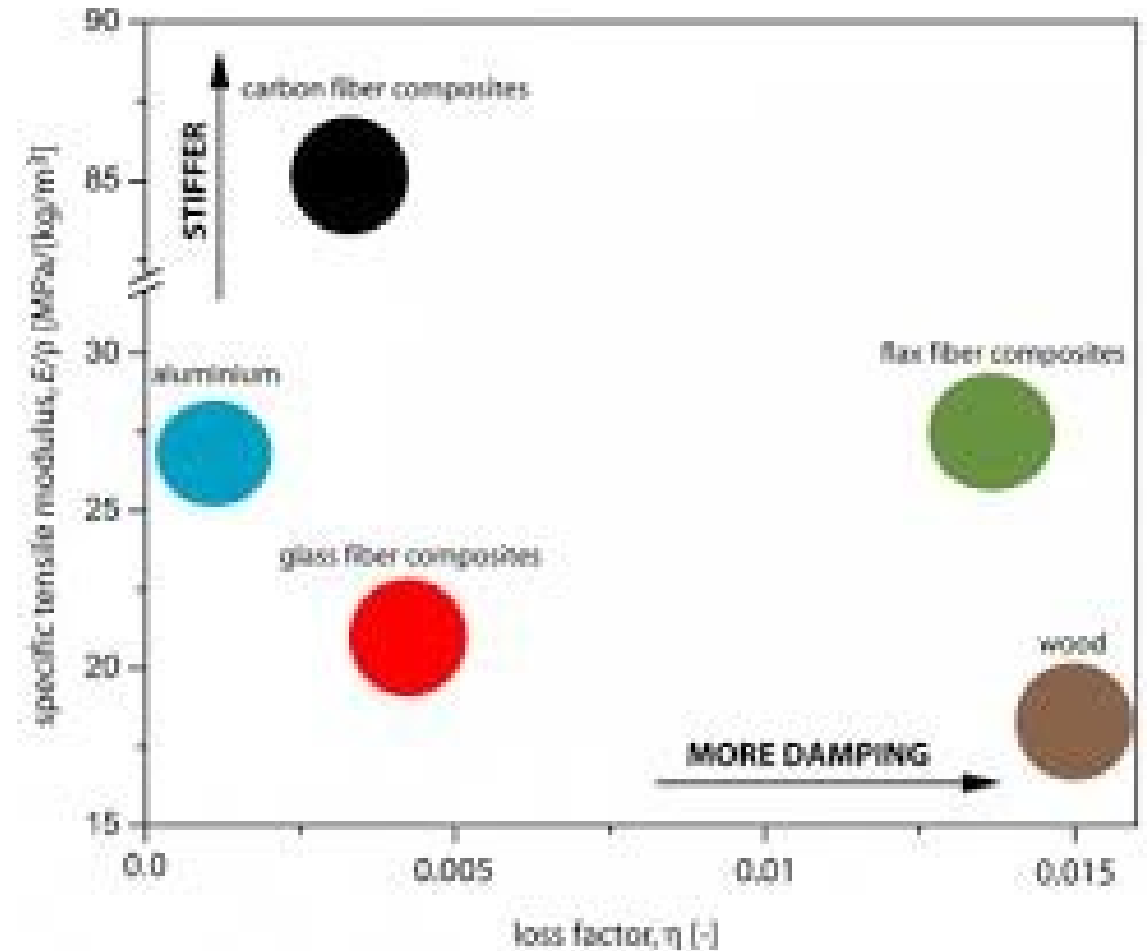
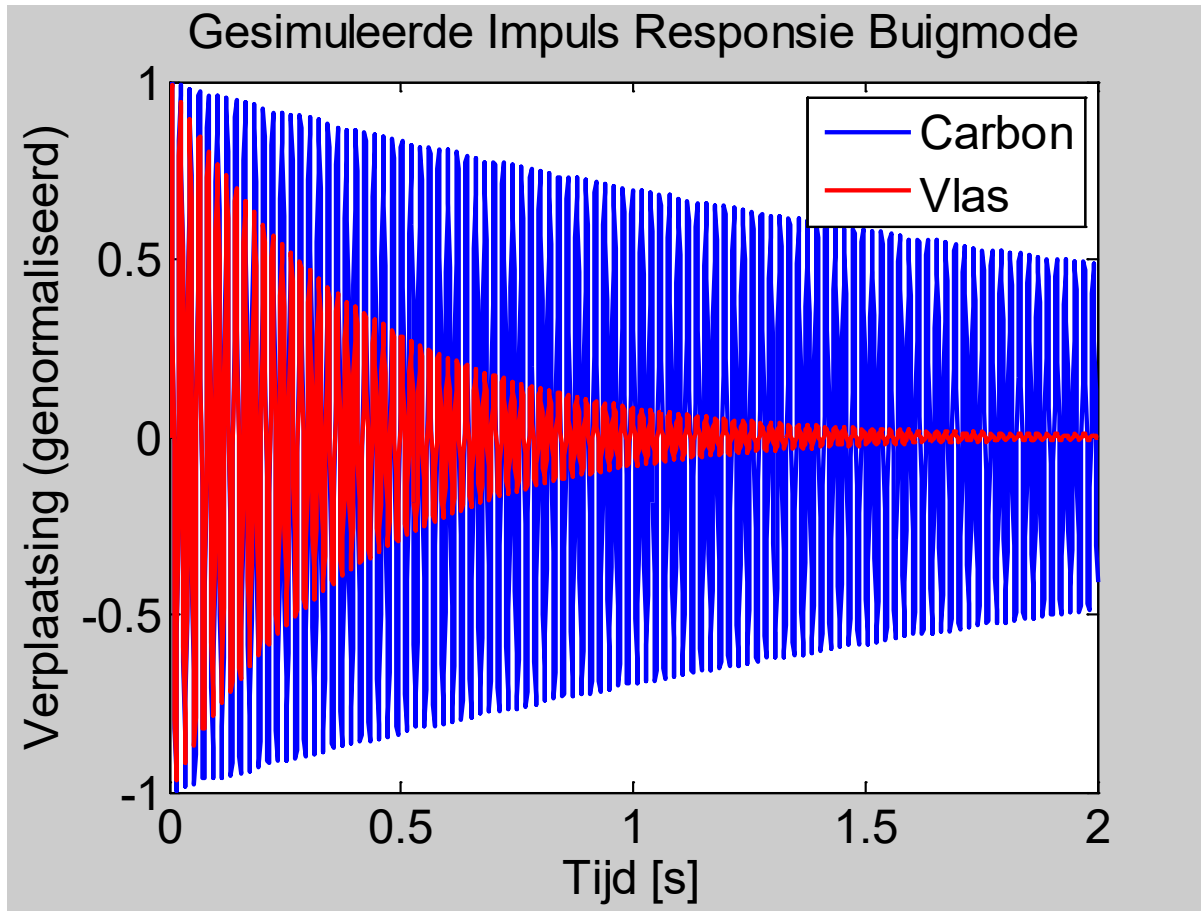
# Onderzoek naar sterkte en stijfheid



# Onderzoek naar sterkte en stijfheid

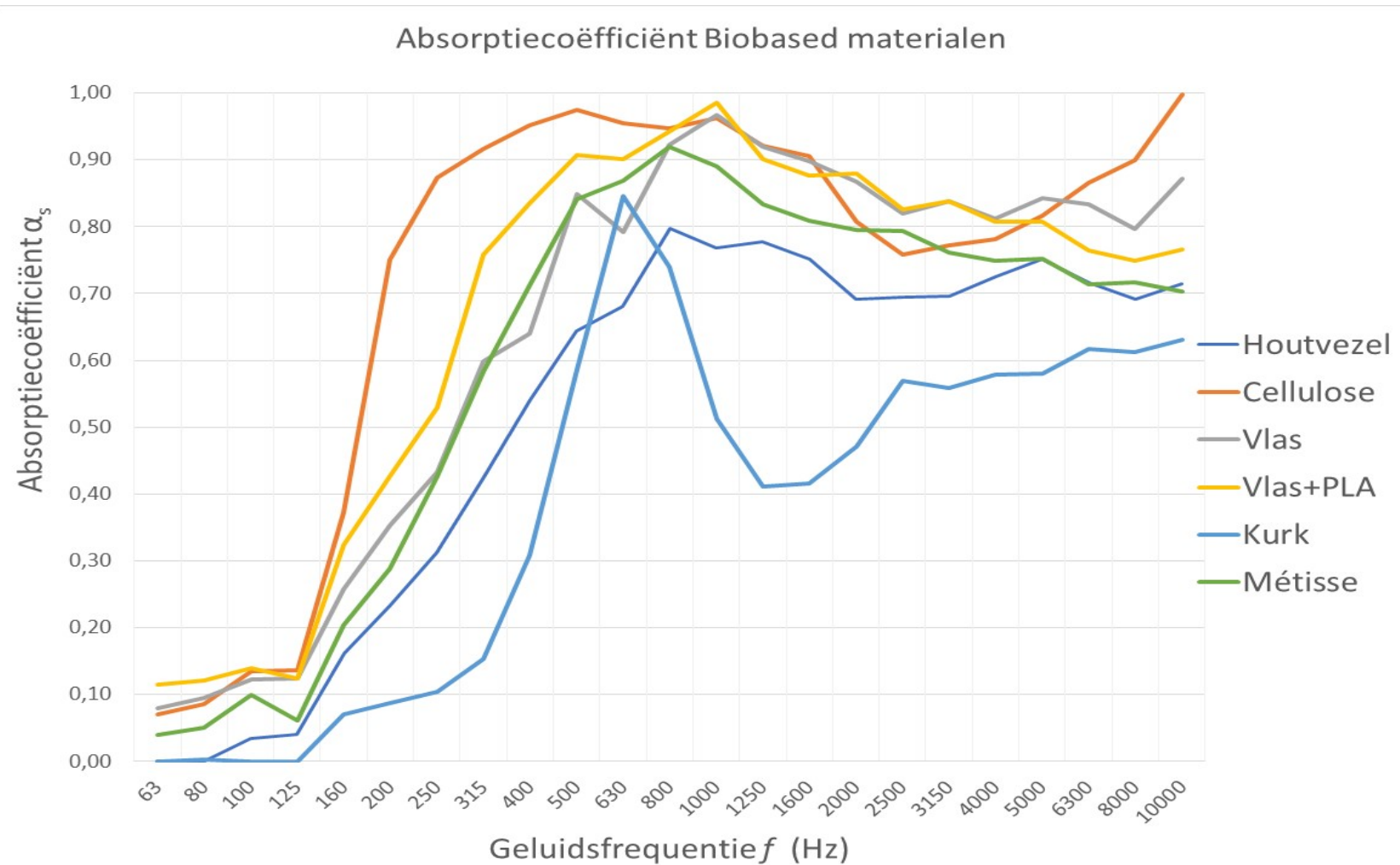


# Onderzoek naar trilling en geluidsabsorbtie





# Onderzoek naar trilling en geluidsabsorptie



# Onderzoek naar trilling en geluidsabsorptie

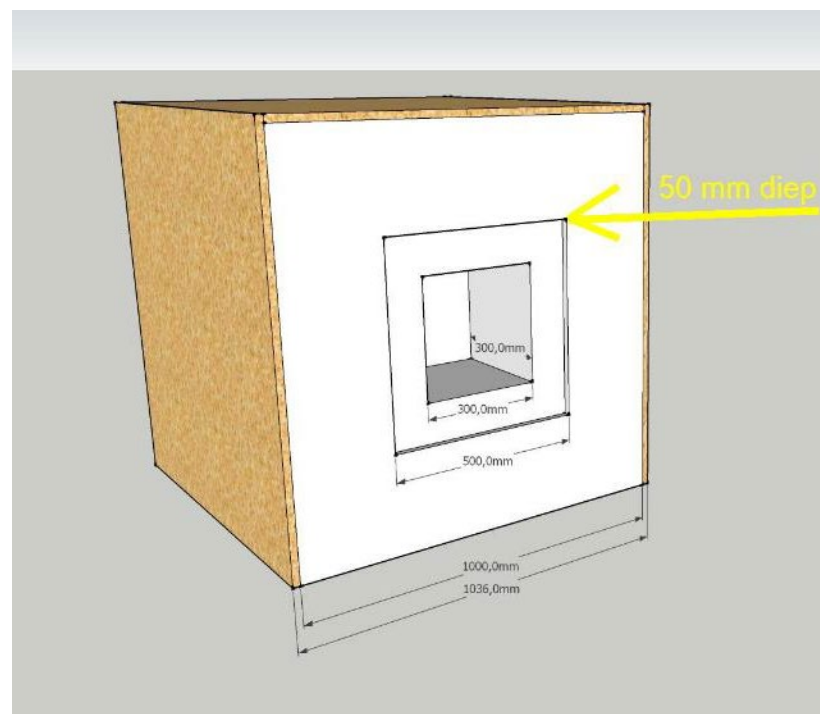




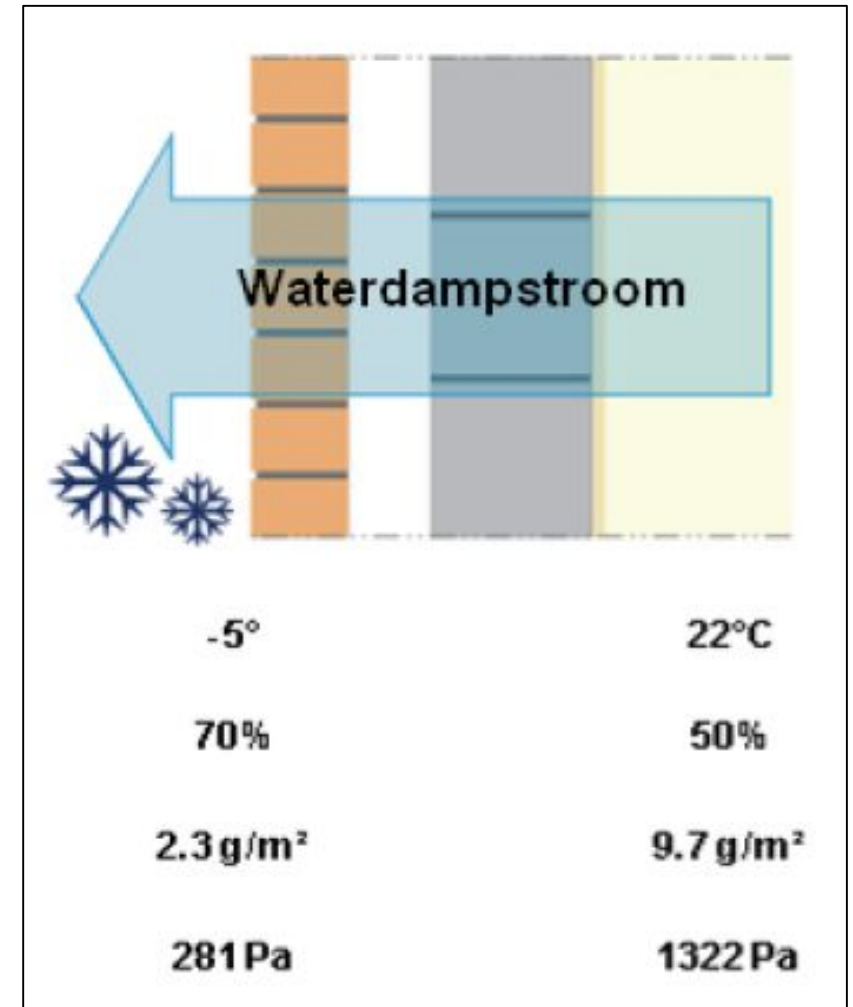
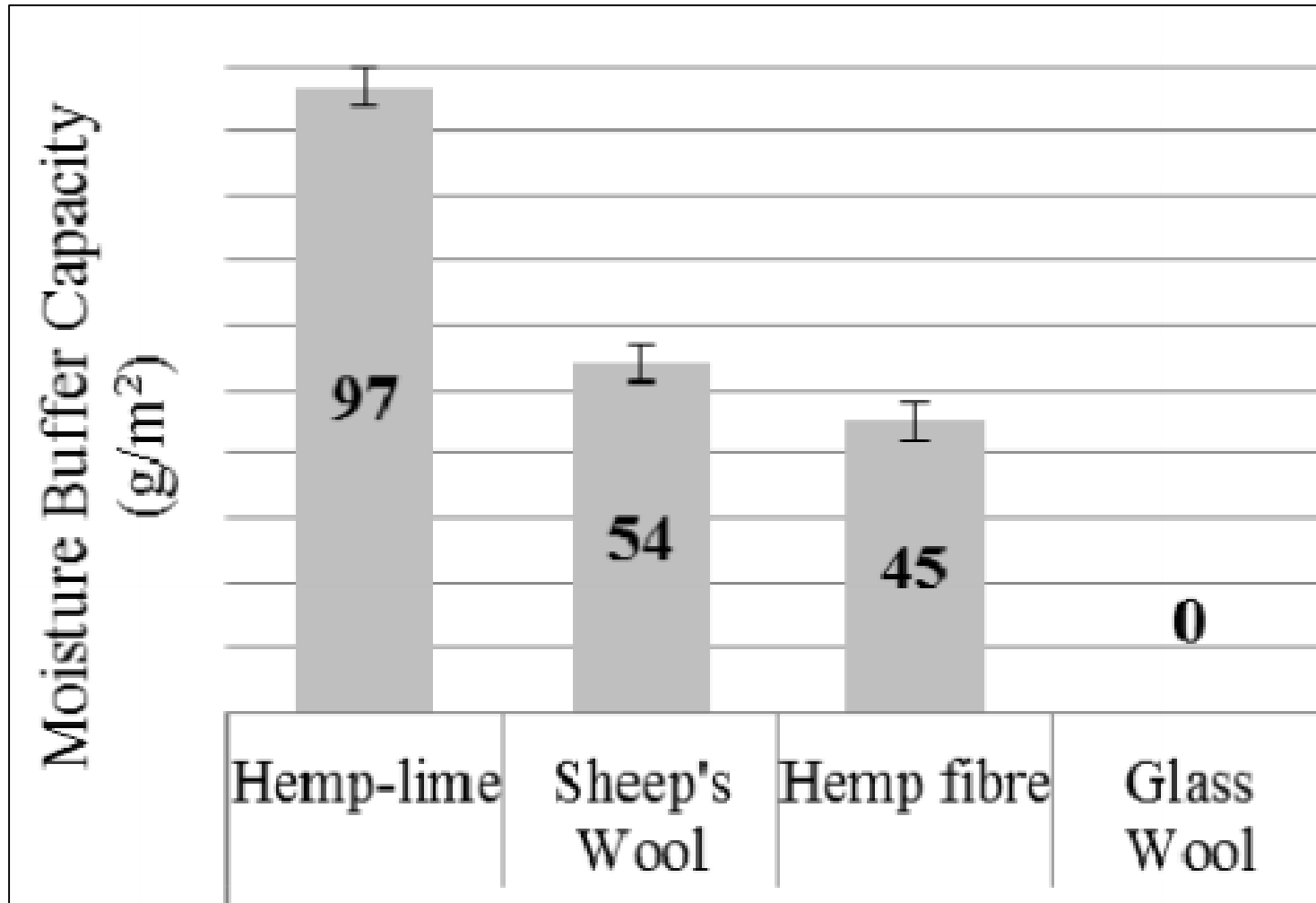


# Onderzoek naar thermische isolatiewaarde

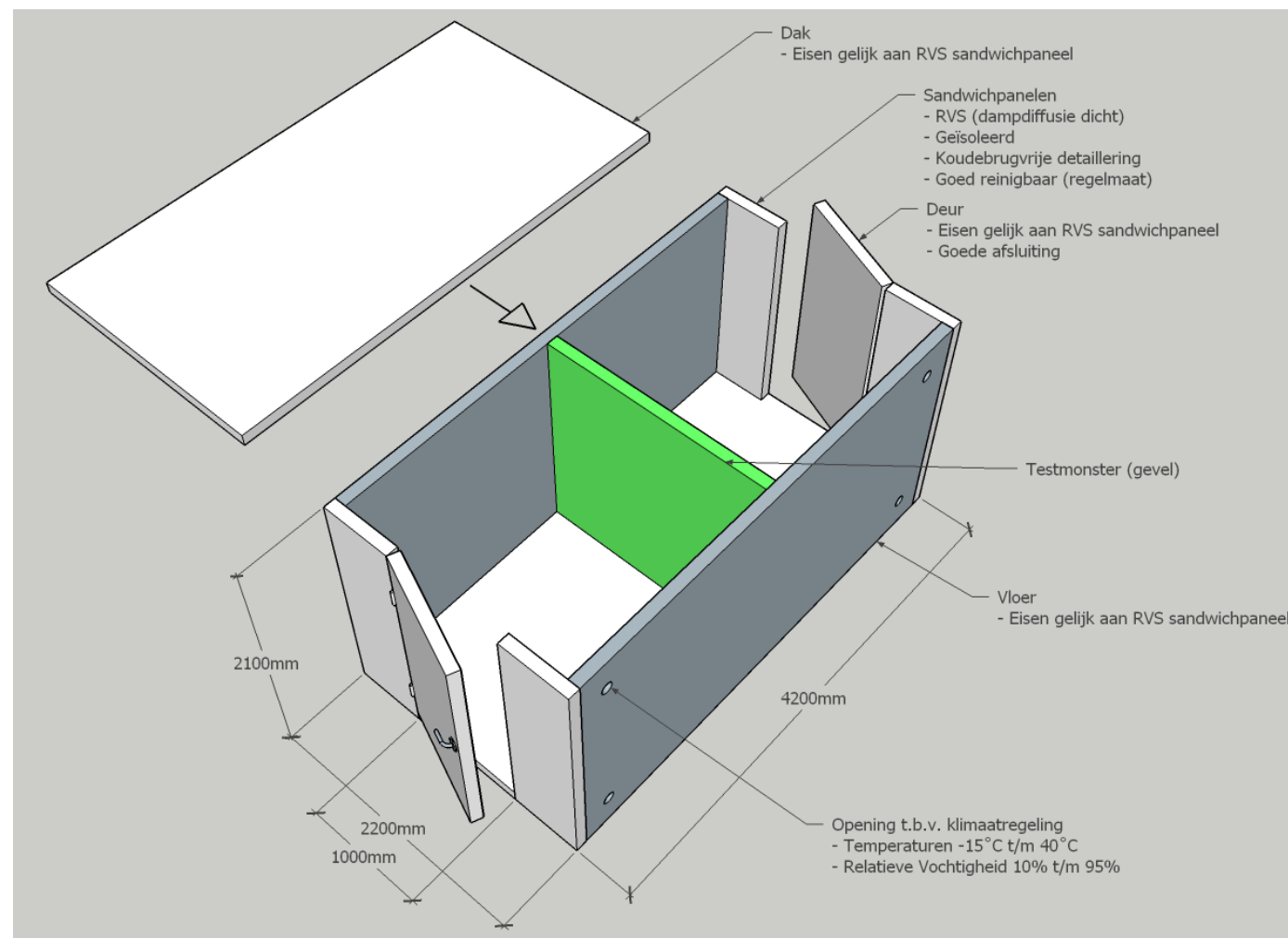
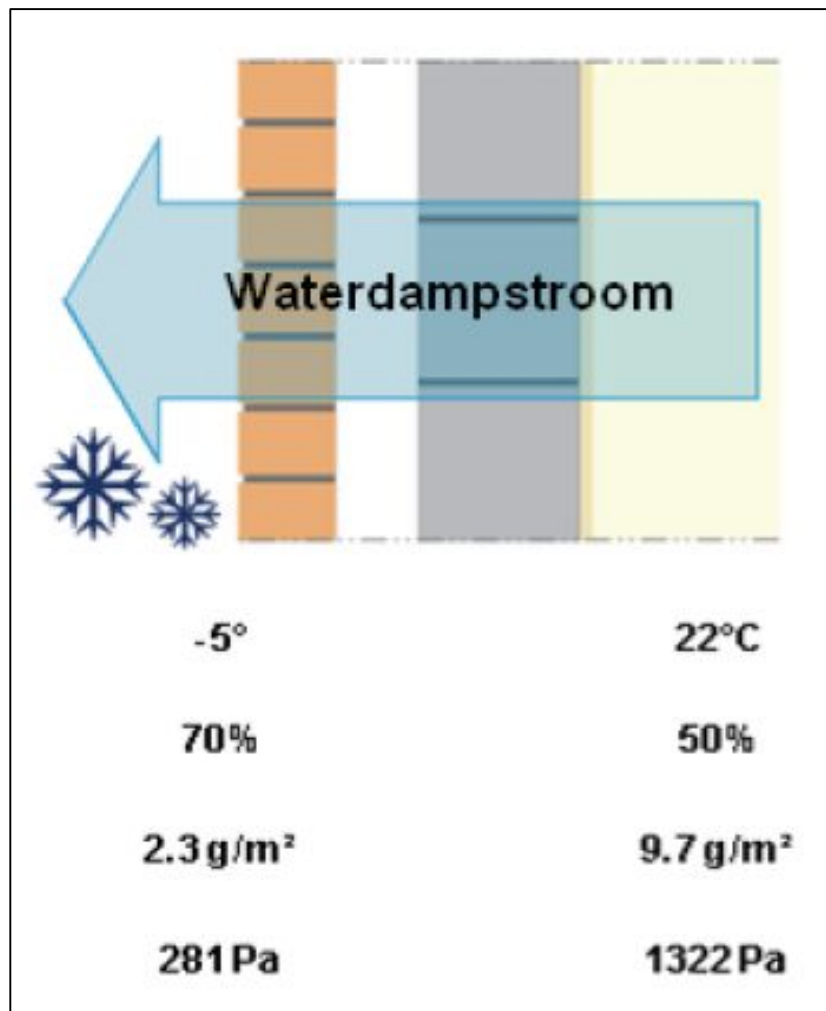
Materiaal	Warmtegeleiding coëfficiënt
	W/(m·K)
pur	0,030
steenwol	0,032
tempex	0,036
glaswol	0,036
vlas	0,036
metisse	0,038
cellulose	0,039
Hennep	0,04
kalkhennep	0,056
grenen	0,14
gevelsteen	1



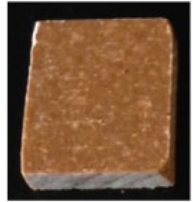
# Onderzoek naar vochttransmissie



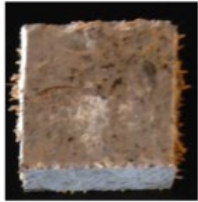
# Onderzoek naar dampopen gevels



# Productontwikkeling antibacteriële waarde



Resysta



Coir composite



Cork



Bamboo composite



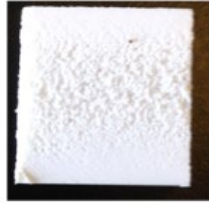
Marmoleum



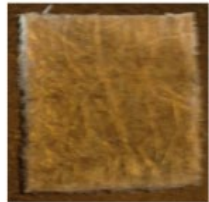
Touch Duet



Corklinoleum



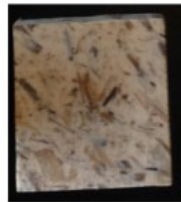
Ecopanel



Hemp composite



Bamboo



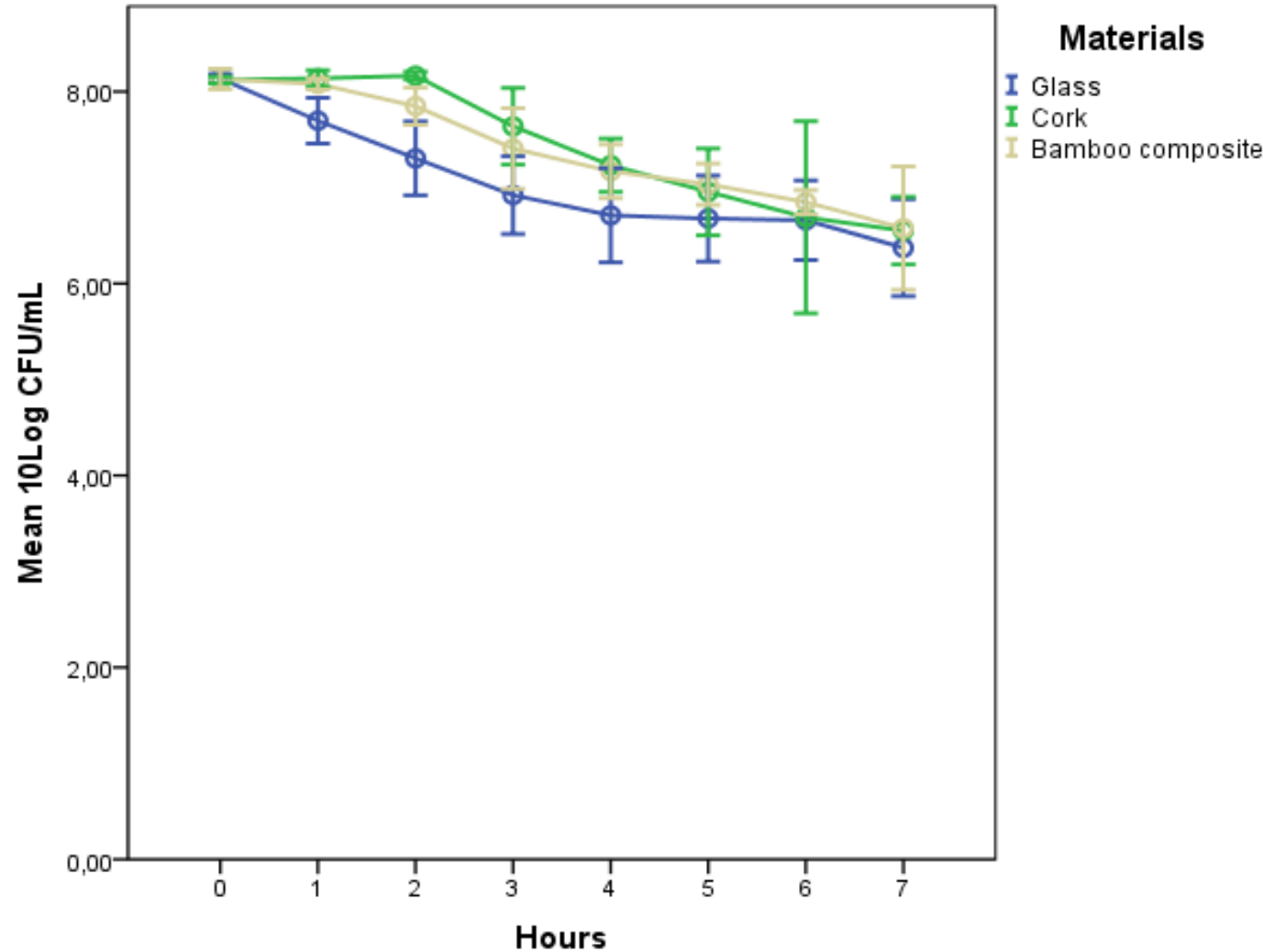
Flax composite



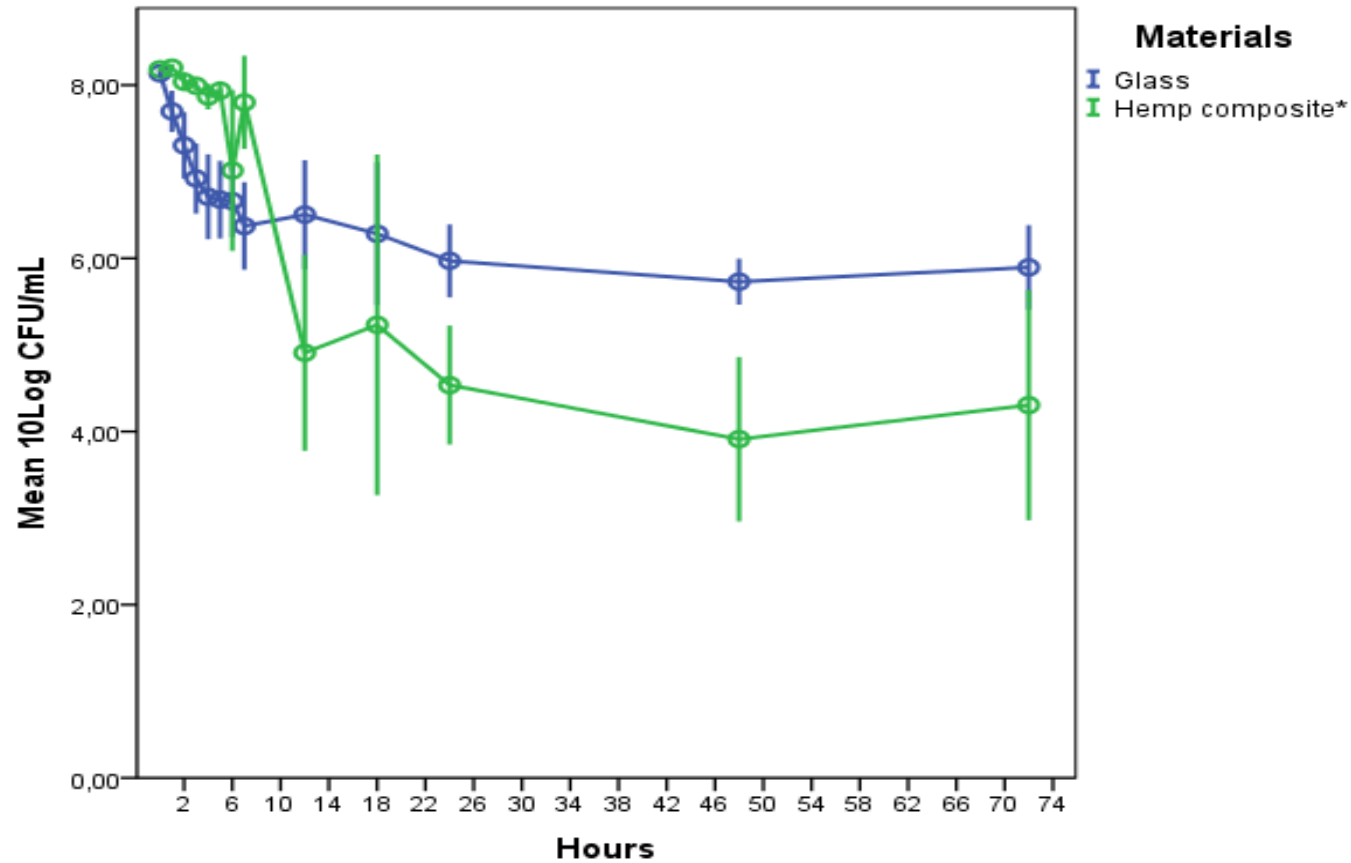
Hemp composite



Reed composite



# Productontwikkeling antibacteriële waarde





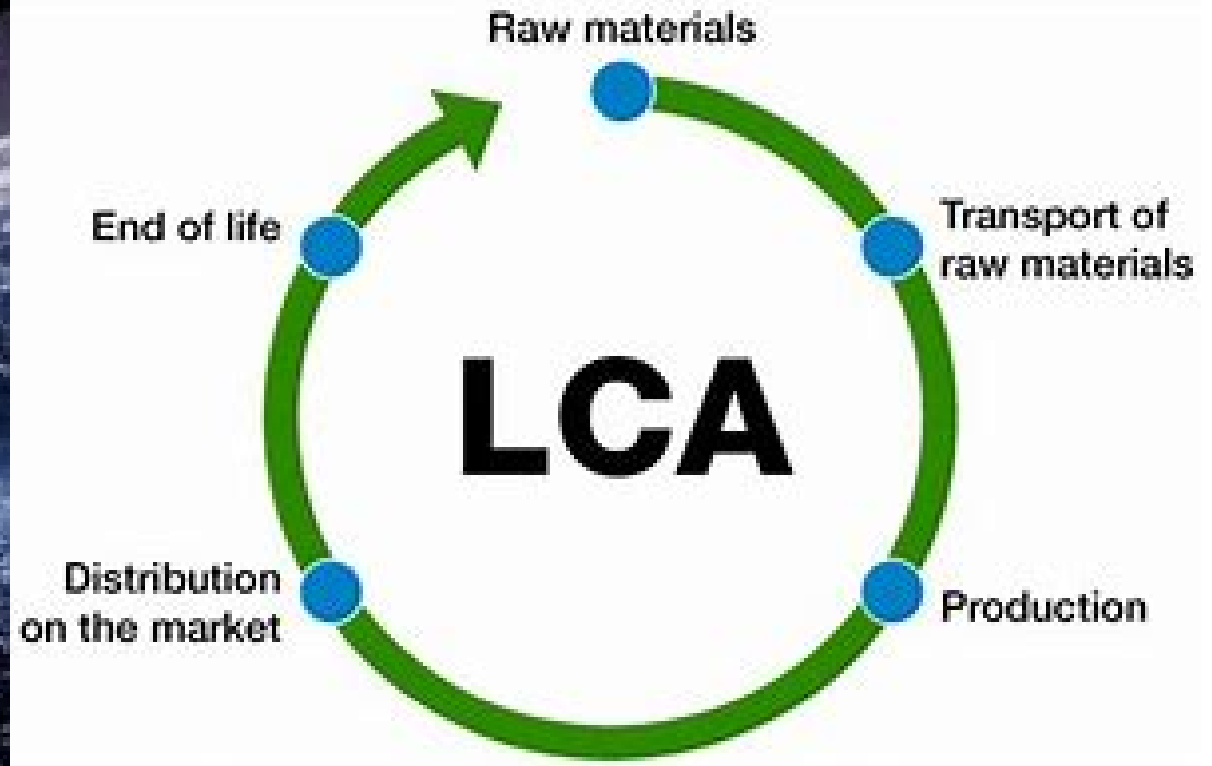
# Onderzoek milieuvoordeel

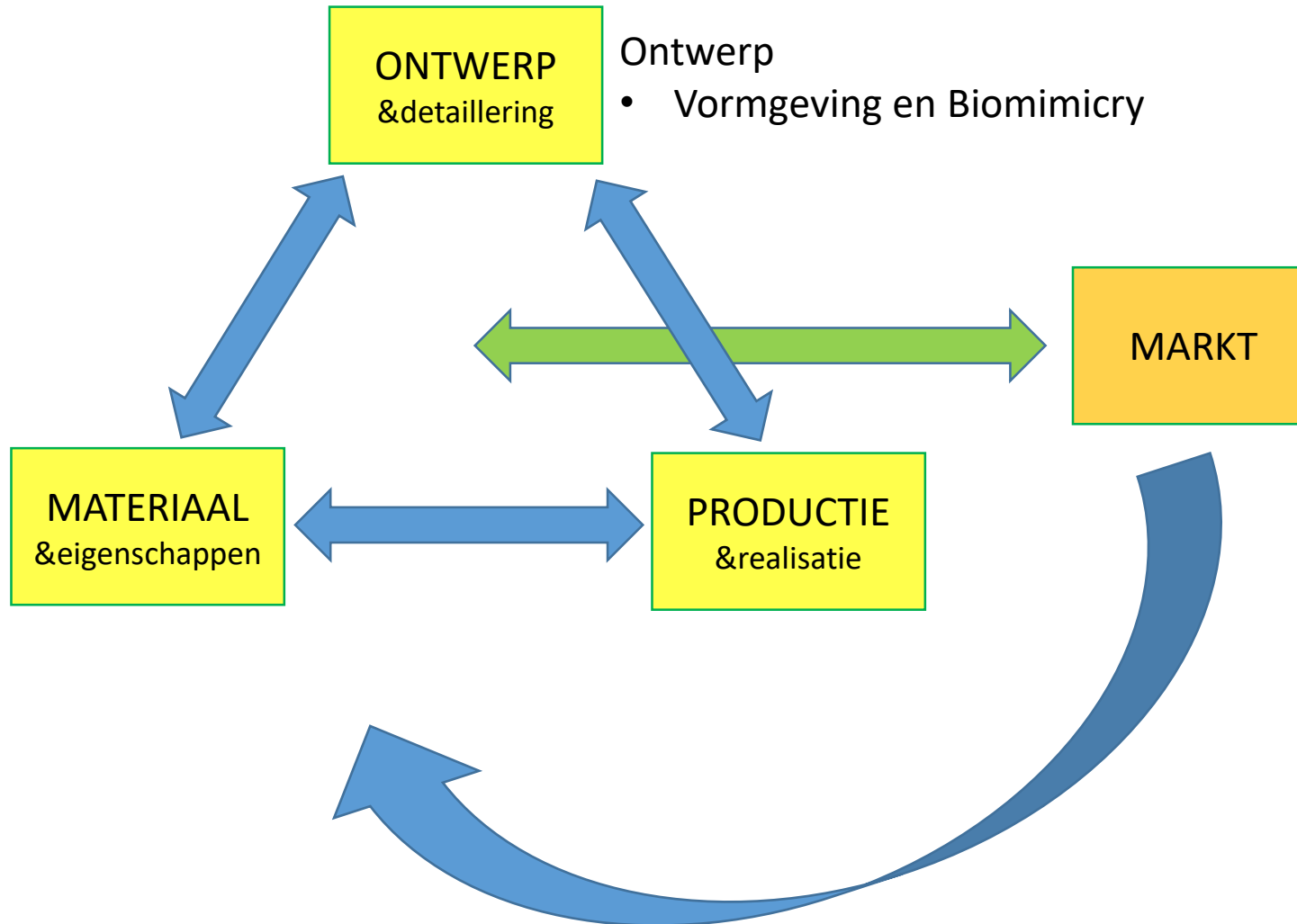


## Nonrenewable energy requirements (MJ/kg)

Glass fiber mat <sup>a</sup>		Flax fiber mat <sup>a</sup>		China reed fiber <sup>b</sup>	
Raw materials	1.7	Seed production	0.05	Cultivation	2.50
Mixture	1.0	Fertilizers	1.0	Transport plant	0.40
Transport	1.6	Transport	0.9	Fiber extraction	0.08
Melting	21.5	Cultivation	2.0	Fiber grinding	0.40
Spinning	5.9	Fiber separation	2.7	Transport fiber	0.26
Mat production	23.0	Mat production	2.9		
Total	54.7	Total	9.55	Total	3.64

# Onderzoek milieuvoordeel





# *Andere vormen mogelijk*



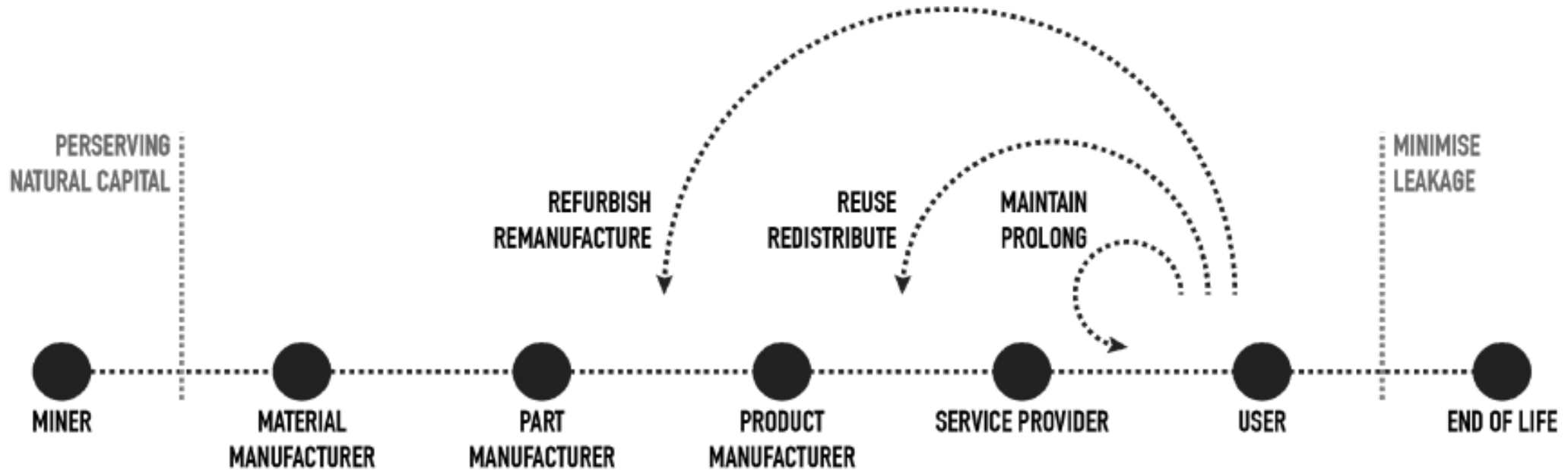
# Circulair weerbarstig



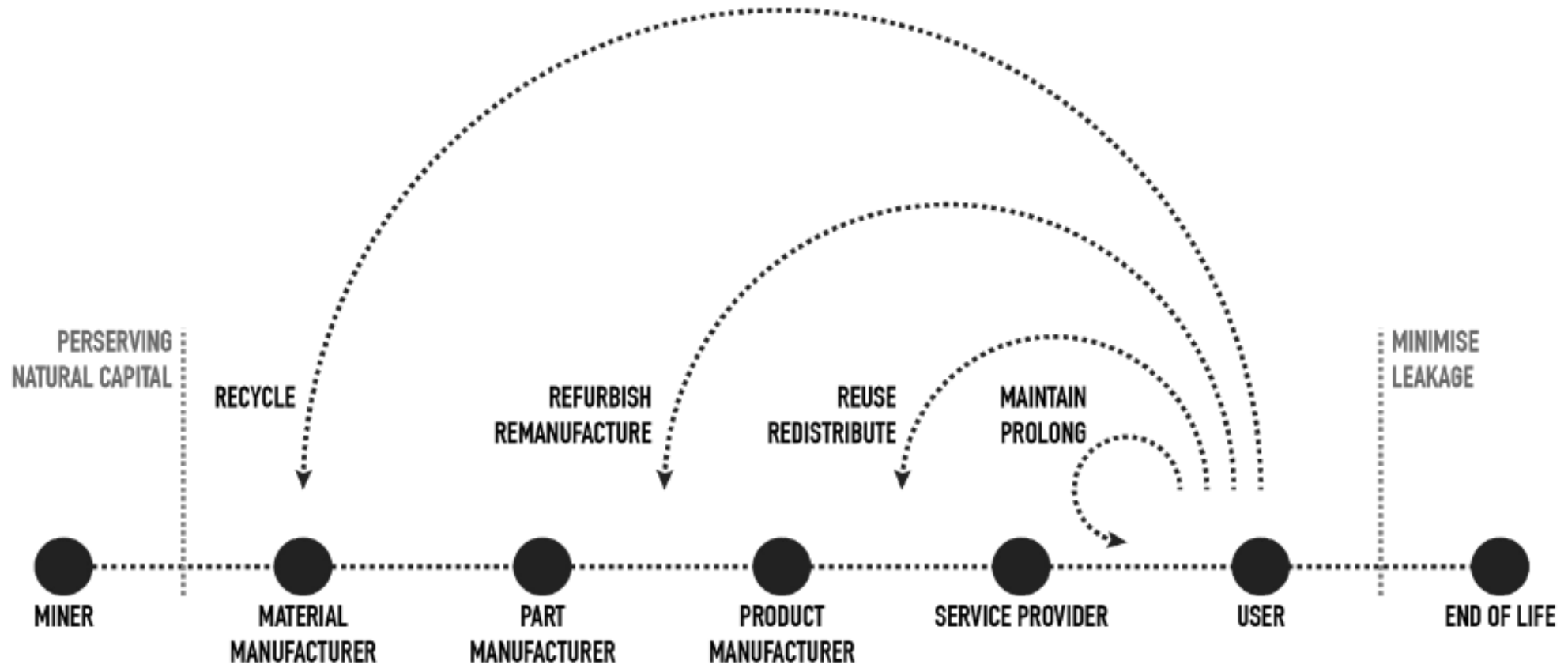
nationale  
wetenschaps  
agenda



# Refurbish, Remanufacture, redistribute, reuse > verlengt lineair



# Materialen recyclen essentieel voor circulariteit



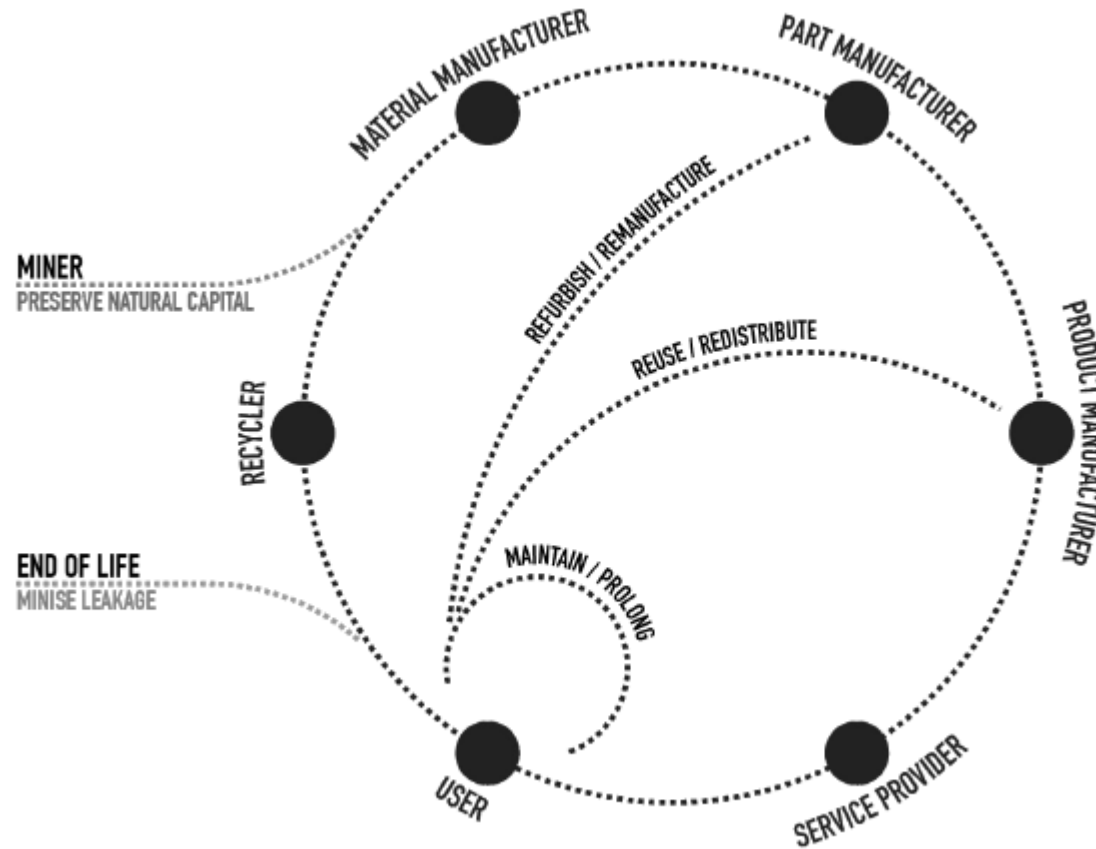
# Circulair 10 R-en



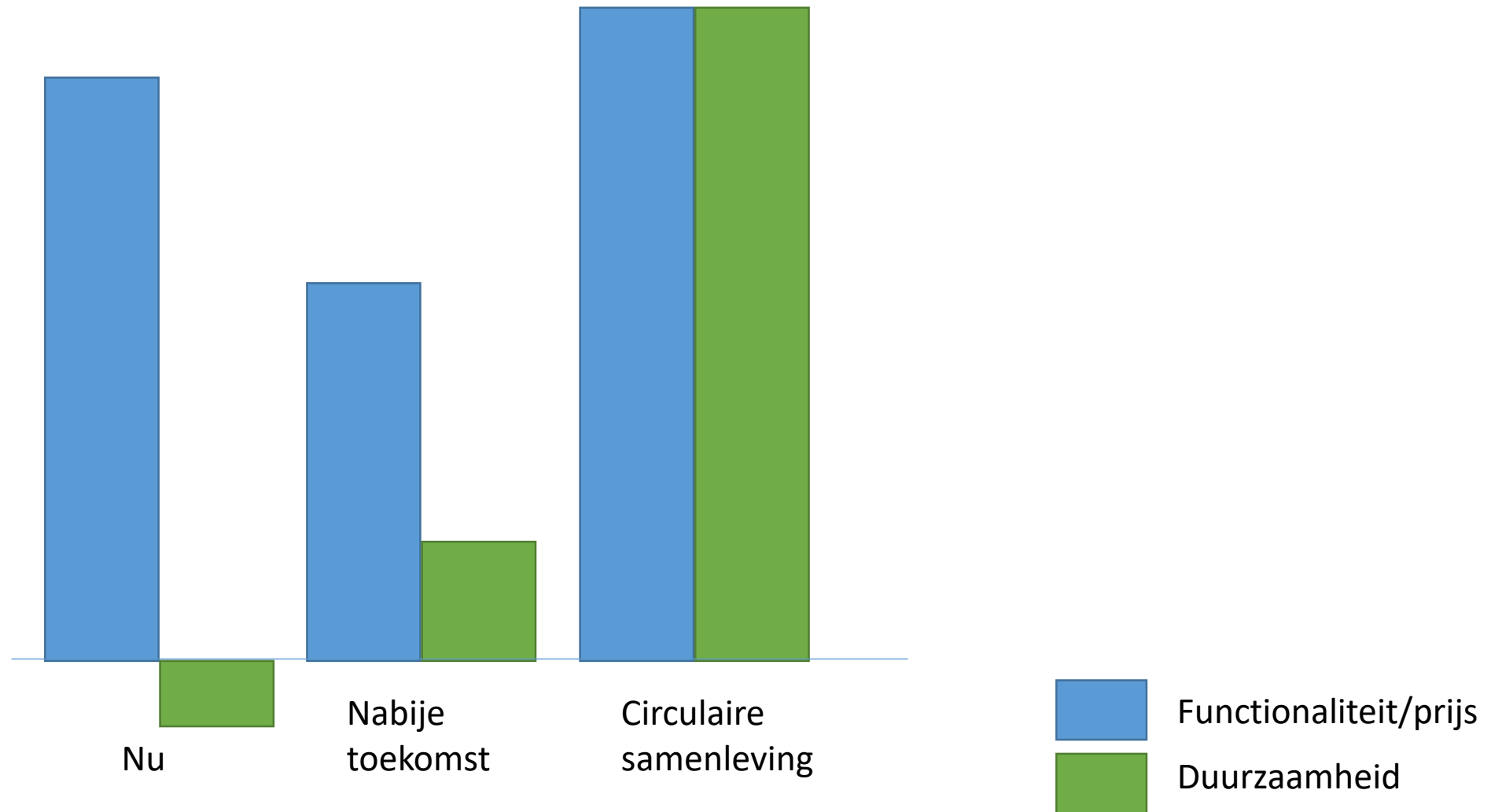
1. Refuse: voorkomen van gebruik van grondstoffen
2. Reduce: verminderen van grondstoffen/eenheid
3. **Renew: het herontwerpen van een product met circulariteit als uitgangspunt**
4. Re-use: product hergebruik (2e hands)
5. Repair: onderhoud en reparatie
6. Refurbish: product opknappen, groot onderhoud
7. Remanufacture: nieuw product van 2e hands
8. Re-purpose: producthergebruik met ander doel
9. **Recycle: verwerking en hergebruik materialen**
10. Recover: energierterugwinning uit materialen



# Biobased: no mining, real circular



# Duurzaamheid was geen thema bij materiaalontwikkeling



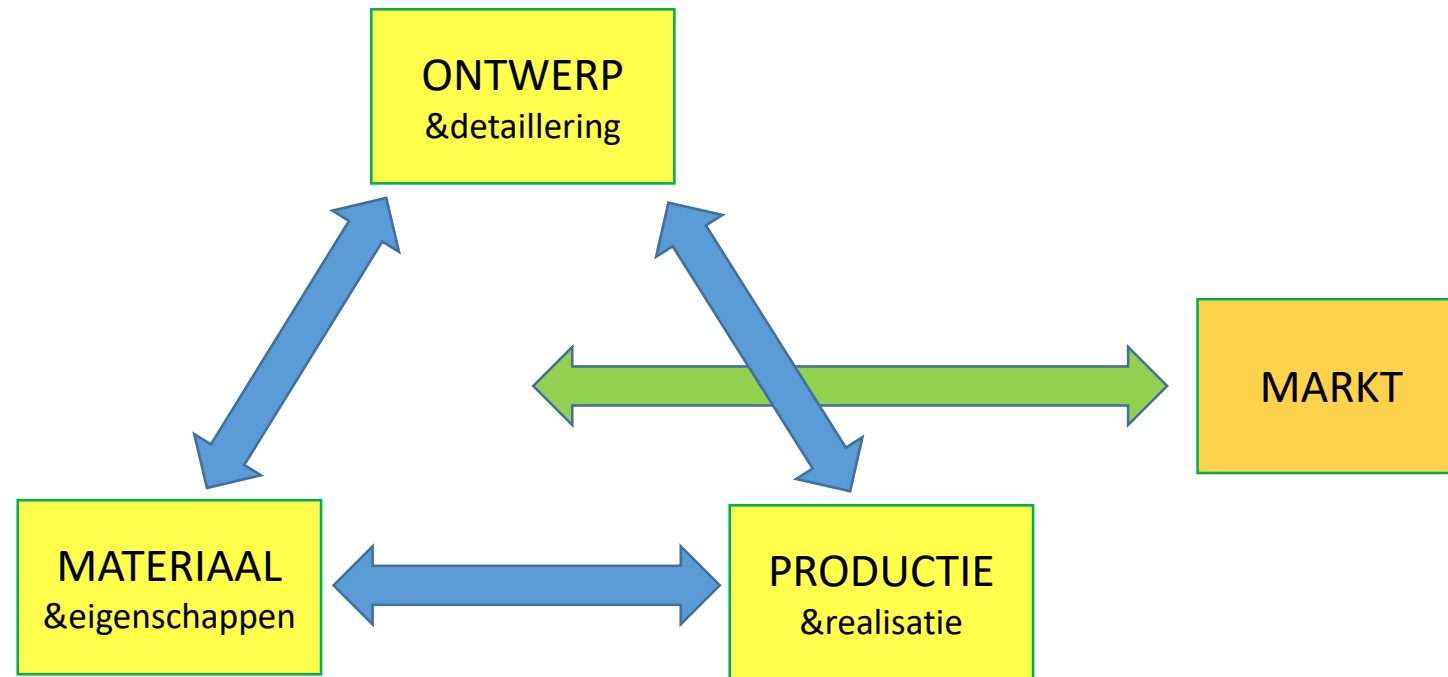
Functionaliteit verhogen:

- Glas met boron
- Staal met vanadium en koper
- Kunststoffen met kleurstoffen, ftalaten, UV blockers en brandvertragers
- Staal met coating (cobalt)

... maar CRM's en nauwelijks te scheiden

# Circulair Design

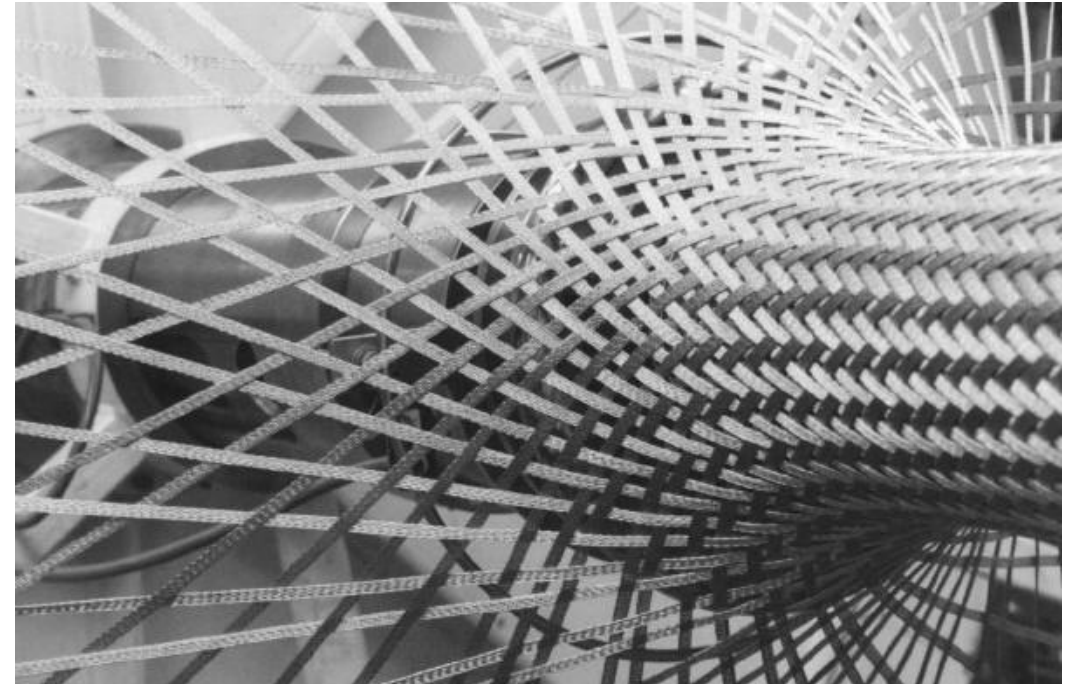
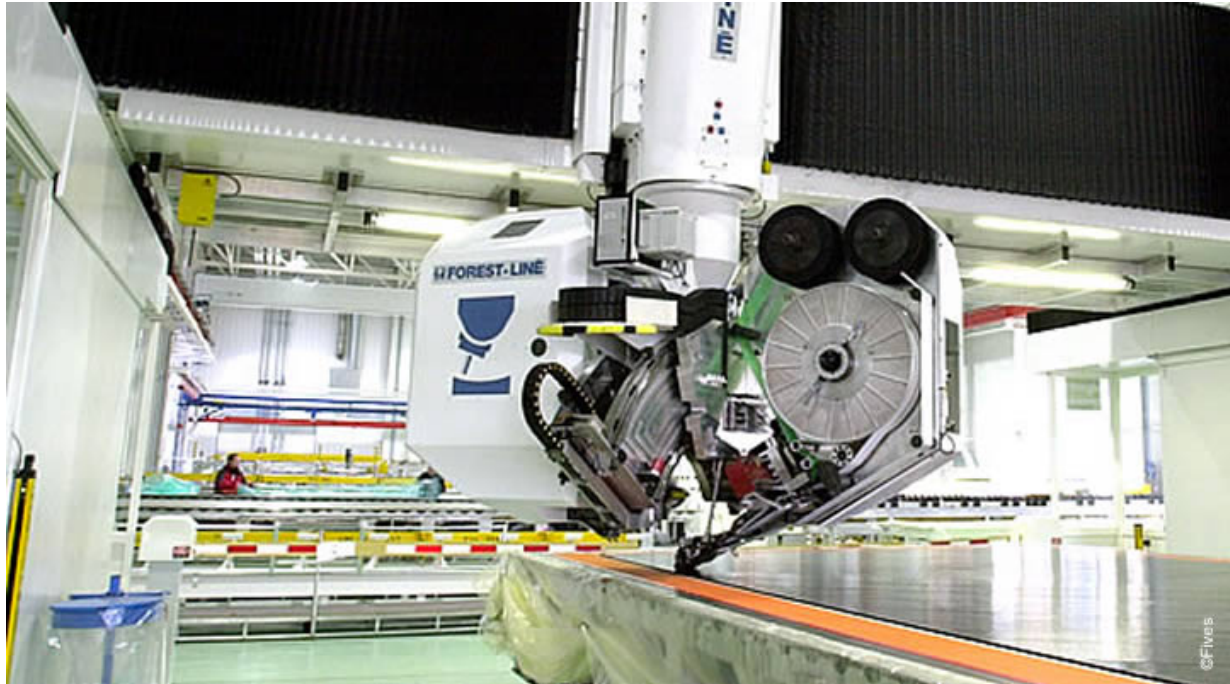




- Productie
- Produceerbaarheid

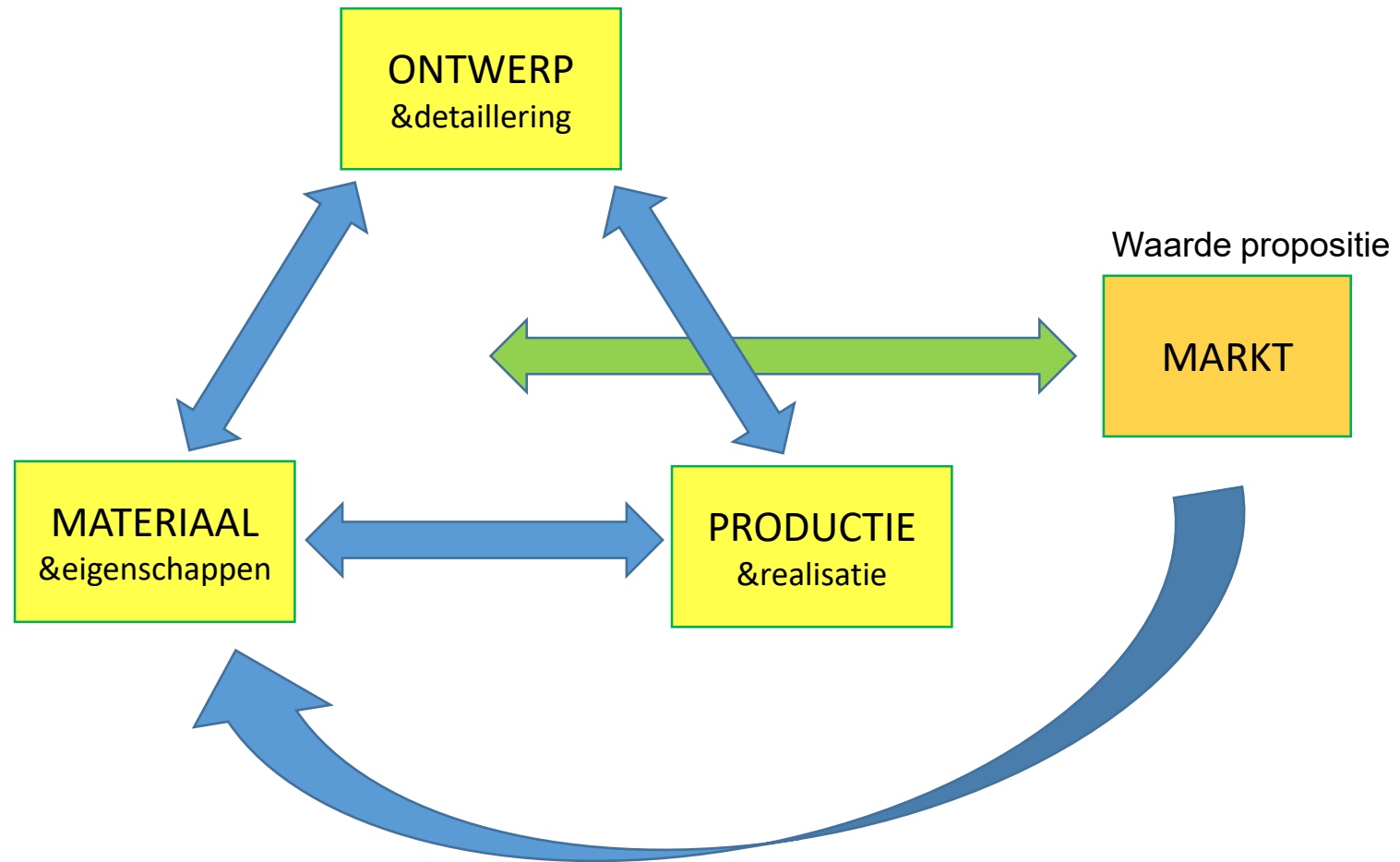


# Onderzoek naar produceerbaarheid



# Onderzoek naar produceerbaarheid

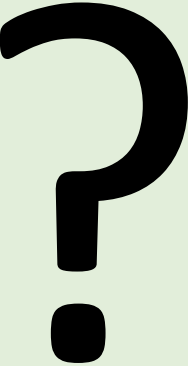







# Wat is de waarde van biobased?



Toegevoegde Waarde	Premium
• Stijf en Licht	
• Geluid & Trillingabsorberend	
• Vochtregulerend & Isolerend	
• Anti-bacterieel	
• Uniek Uiterlijk	
• Funties Integrabel	
• End of Life waarde	
• Lagere kosten	
• Milieuvriendelijk (CO2)	
• Levensduur	

# Wat is de rol van emotie?



**AH Kipfilet naturel**  
Prijs per KG €8,33  
600 g

**5.00**

Malse naturel kipfilet om eindeloos makkelijk te snijden in blokjes, ree

- Om te bereiden in de pan, wok
- Lekker in een Aziatisch wokgere
- Of in een Italiaanse pasta
- Geschikt om thuis in te vriezen

goed koopje



**AH Biologisch Kipfilet**  
Prijs per KG €26,49  
ca. 290 g

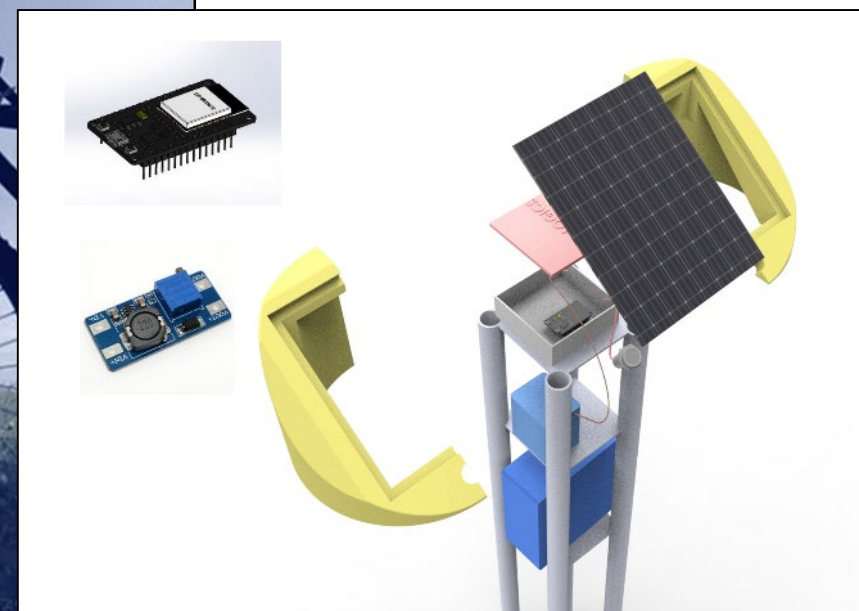
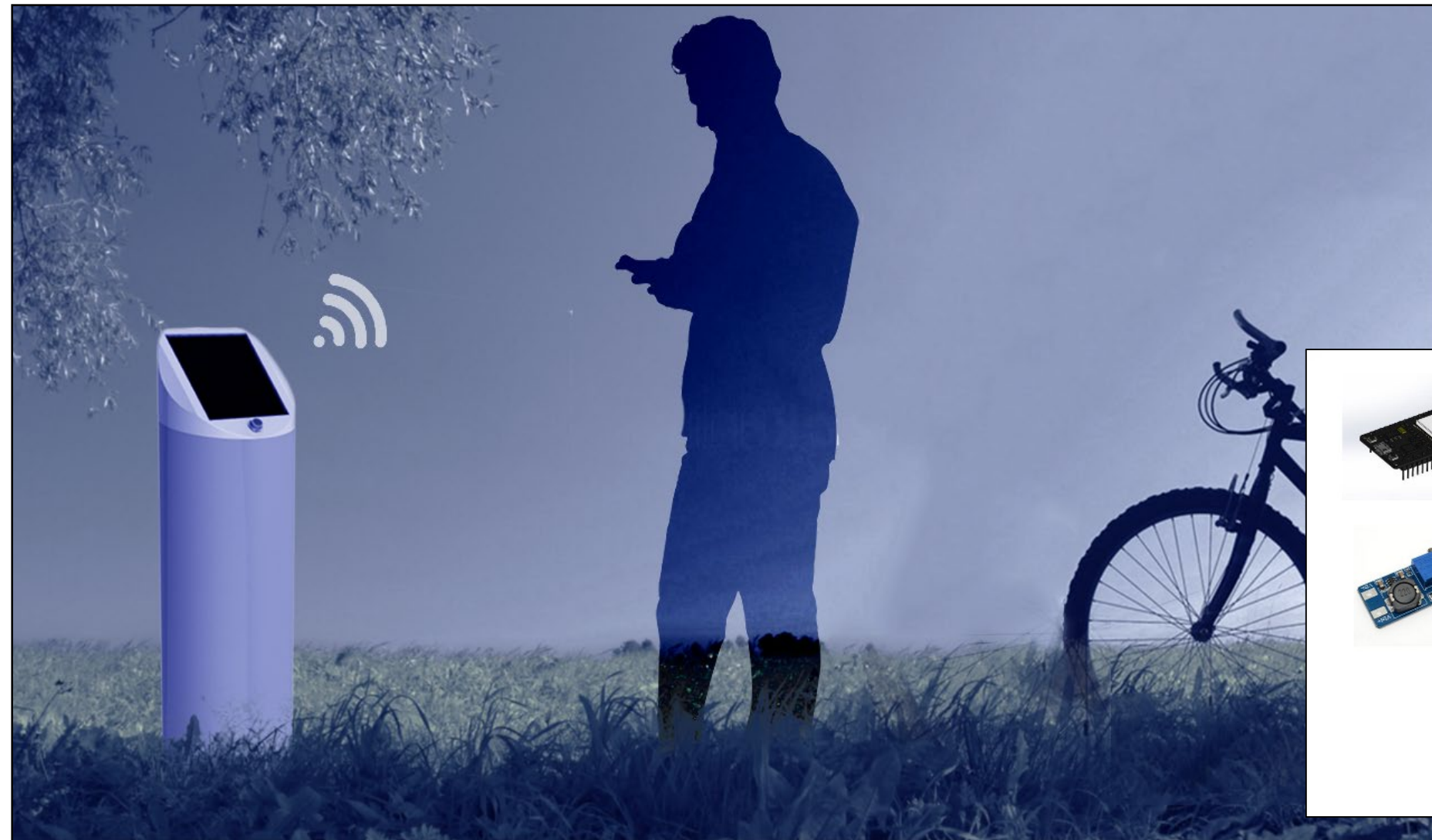
**7.42**

Deze malse kipfilet is 100% nature

- U kunt er zelf bijvoorbeeld blokjes
- Breng het lekker op smaak met
- Lekker verantwoord. Beloond met

BIO

# Onderzoek naar koppeling aan experience





**Waar lopen jullie tegenaan  
in de transitie naar circulair  
en biobased?**

**5:00**  
Stop



# Welke andere bottlenecks zijn er?

- Technisch:
- Economisch:
- Juridisch:
- Organisatorisch:



# Waar lopen jullie tegen aan?



- Technisch: levensduur, eigenschappen, milieuvoordeel, hoe end-of-life oplossing, .. En hoe dit alles te checken? Is niet alles down cycling?
- Economisch: garanties, hogere prijs, kleine bedrijven, restwaarde, risico's?
- Juridisch: hoe omschrijven, aanbestedingsregels, certificering?
- Organisatorisch: waar haal ik het? wat zit er in? waar breng ik het naar toe?



**Kies samen één knelpunt  
uit en bedenk een  
oplossing om dit te  
overkomen.**

**10:00**  
Stop

Dus:

- Er is een hoofdprobleem
  - Er zijn vele wetten en regels
  - Er zijn oplossingen
  - Er is geld
  - Er is een wil
- 
- Maar hoe alles aan elkaar te knopen?



# Nieuwe perspectieven op werken

<https://www.youtube.com/watch?v=GUTM8xnh7DM>