

(Polymeer)materialen voor een duurzamere samenleving



Mario Smet
Departement Chemie

Inhoud

- Milieuproblemen gerelateerd aan plastics en (mogelijke) oplossingen
- Troeven van plastics voor een duurzamere samenleving
- Inschatten van duurzaamheid van een materiaal/proces: een onmogelijke opdracht?

Milieuproblemen gerelateerd aan plastic

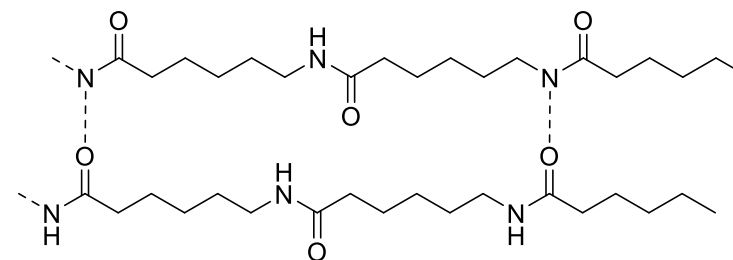
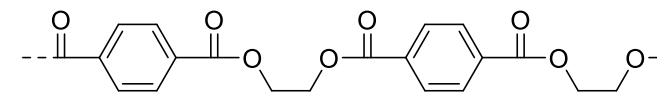
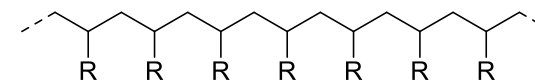
- Vervuiling door moeilijk biologisch afbreekbare plastics
- Plastics worden grotendeels gemaakt op basis van aardolie
- Toxiciteitsproblemen door additieven, monomeren....

Veel traditionele plastics zijn moeilijk biologisch afbreekbaar

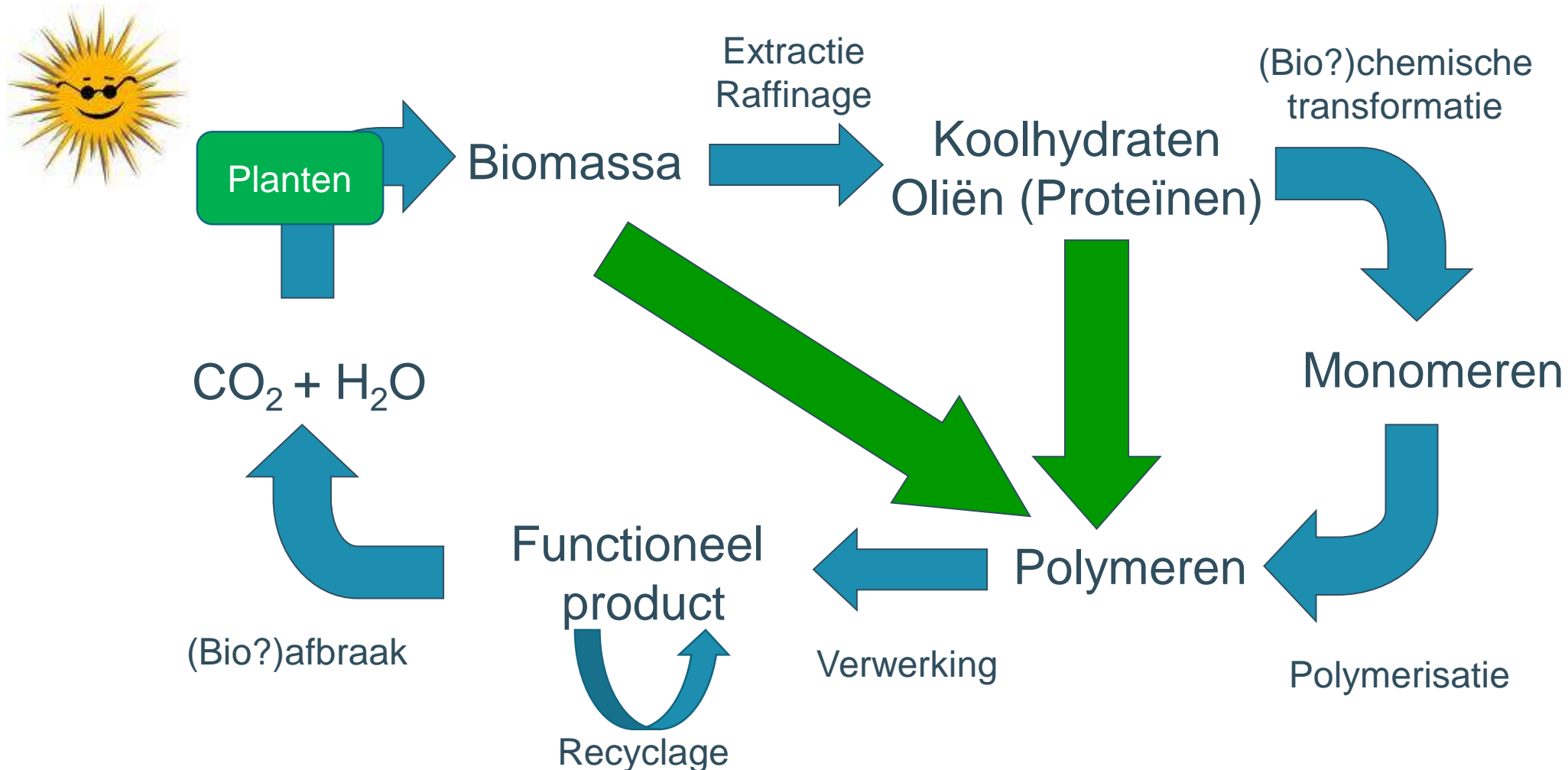


Veel traditionele plastics zijn moeilijk biologisch afbreekbaar

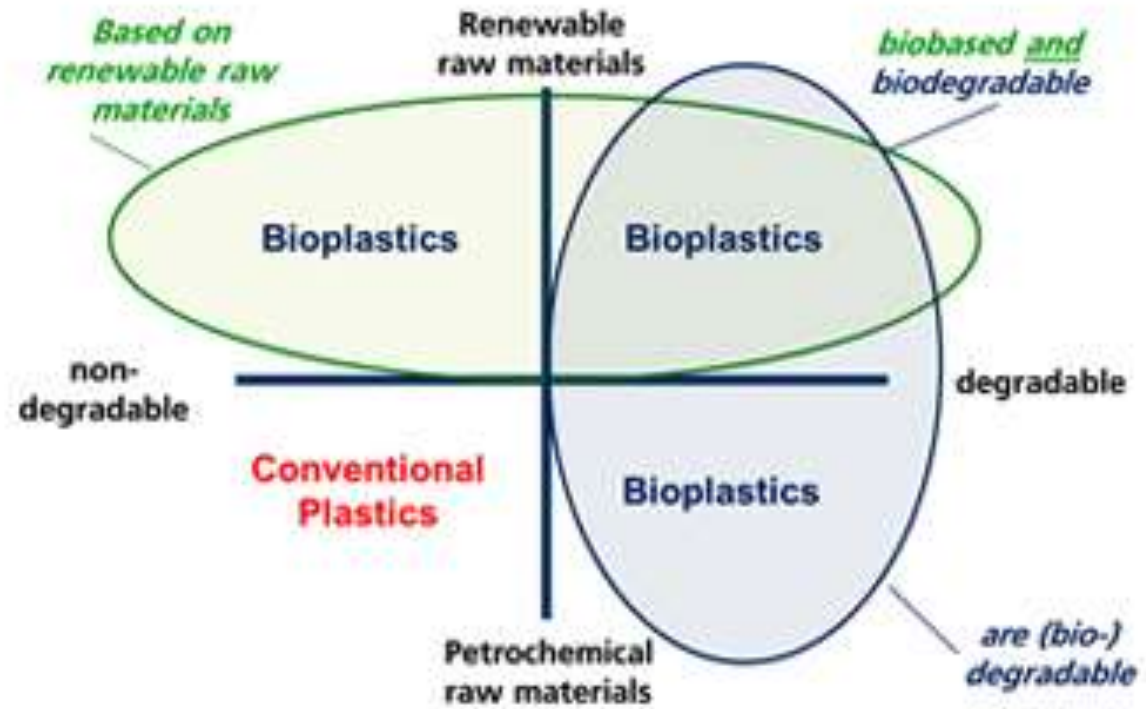
- Geen functionele groepen in ruggengraat (typische vinylpolymeren als PE, PVC, PP)
- Hydrolyseerbare functionele groepen maar moeilijk toegankelijk (PET, polyamiden als Nylon 6)



Oliegebaseerde plastics: alternatieven



Bioplastics?



Oliegebaseerde plastics: alternatieven

- PLA kan relatief gemakkelijk biogebaseerd gemaakt worden
- Fermentatie van suiker levert melkzuur (voornamelijk L-vorm, maar ook D-vorm is toegankelijk), de afzondering van het melkzuur is echter moeilijk/milieubelastend
- In principe zijn alle plastics te maken uit biomassa
(denk ook aan bioethanol versus alkanen als brandstof)
- Rechtstreeks gebruik van biomassa kan interessant zijn: cellulose is een klassieker, maar alternatieven worden onderzocht: gluten, oliën

Bioplastics: polyhydroxyalkanoaten

- Geproduceerd door bacteriën uit suikers



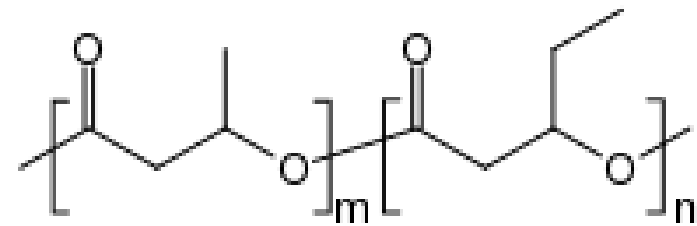
Polyhydroxyalkanoate (PHA) Market - Allied Market Research

Allied Market Research

Diligent Intelligence - Improved Growth



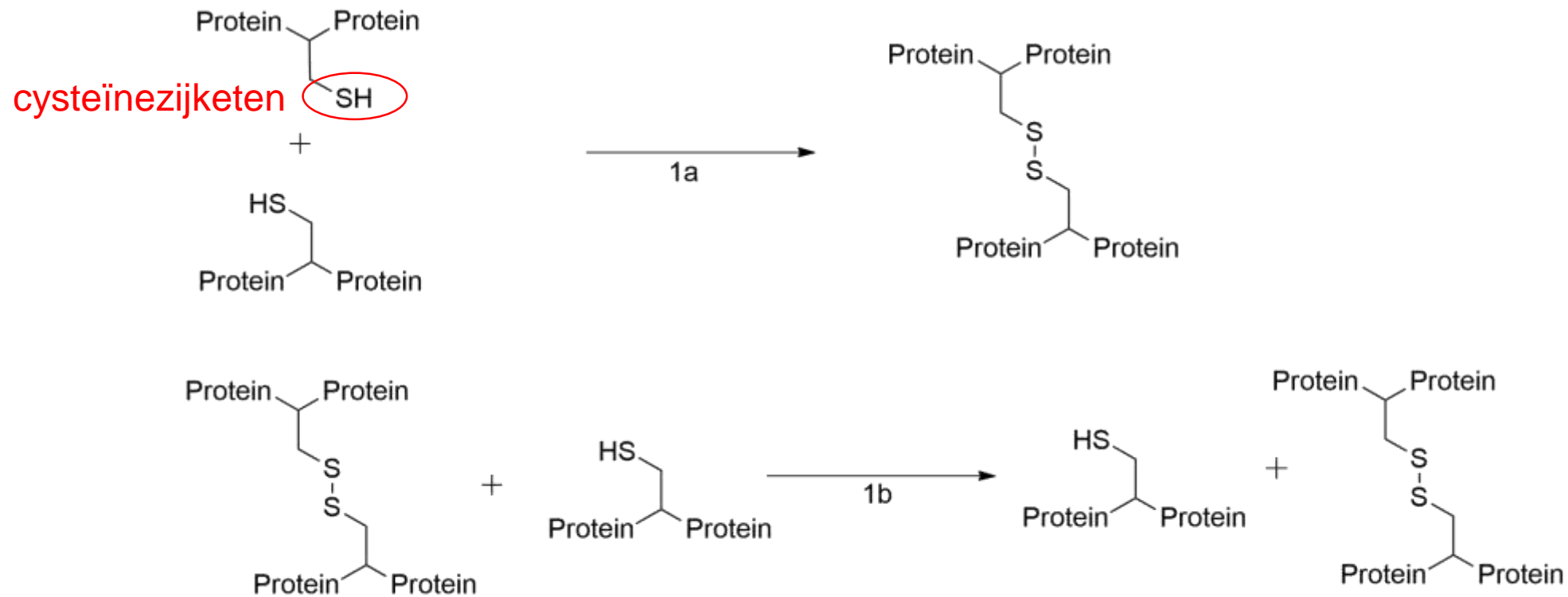
© Allied Market Research



polyhydroxybutyraat-co-valeraat

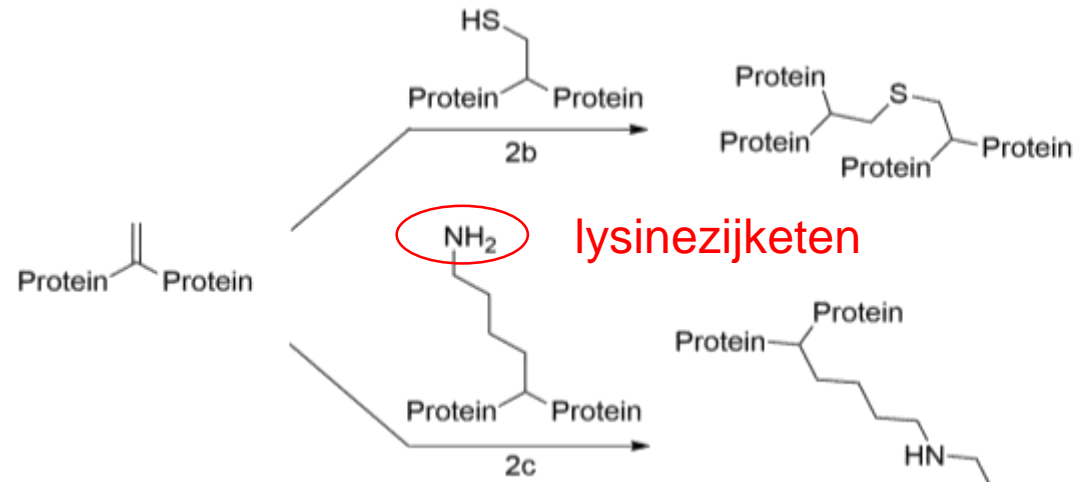
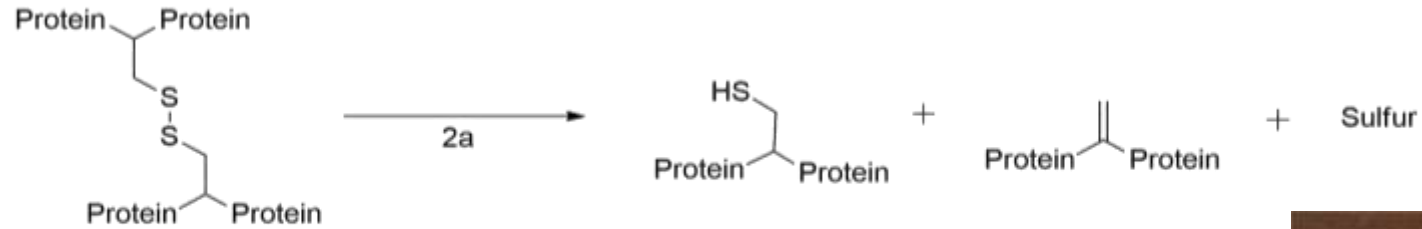
Bioplastics: glutengebaseerde materialen

- Gluten is een reserveproteïne van tarwe met potentieel interessante materiaaleigenschappen ten gevolge van dynamische vernetting bij lage T



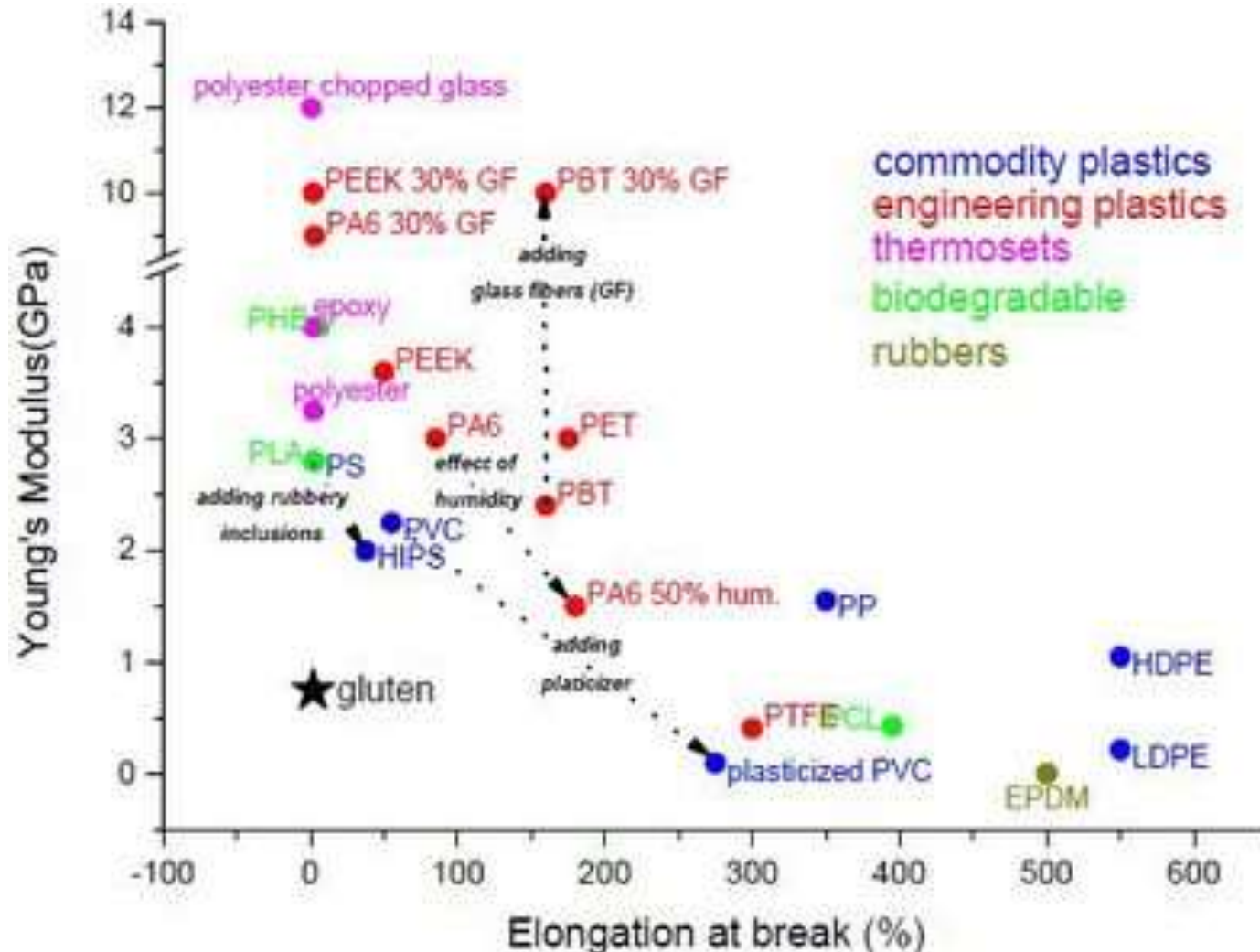
Bioplastics: Glutengebaseerde materialen

- Permanente vernetting bij verwarming 150°C



Overzicht mechanische eigenschappen plastics

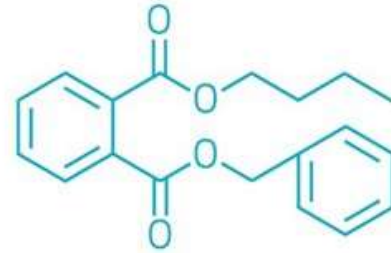
‘Stijfheid’
Hoe sterk verzet het
materiaal zich tegen
vervorming ?



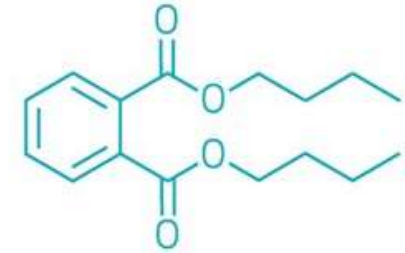
‘Breukrek’
Hoe sterk kan het
materiaal worden vervormd
voor het breekt ?

Toxiciteitsproblemen door additieven, monomeren...

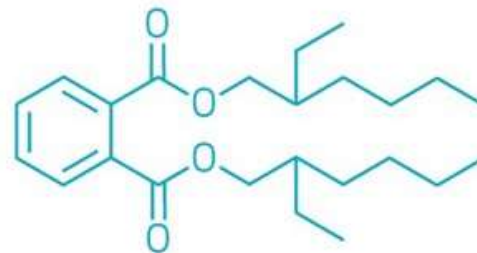
- PVC wordt veel gebruikt zowel in stijve als soepele vorm
- De soepele vorm wordt verkregen door het toevoegen van zogenaamde weekmakers, dit zijn traditioneel ftalaten



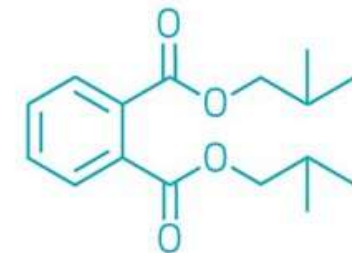
Butyl benzyl phthalate (BBP)



Di-*n*-butyl phthalate (DBP)



Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)



Diisobutyl phthalate (DIBP)

Toxiciteitsproblemen door additieven, monomeren...

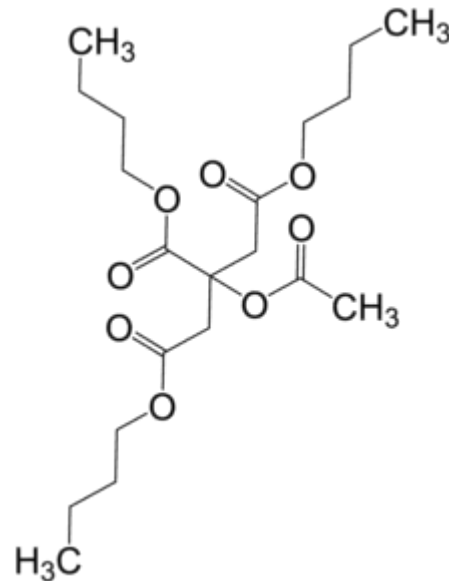
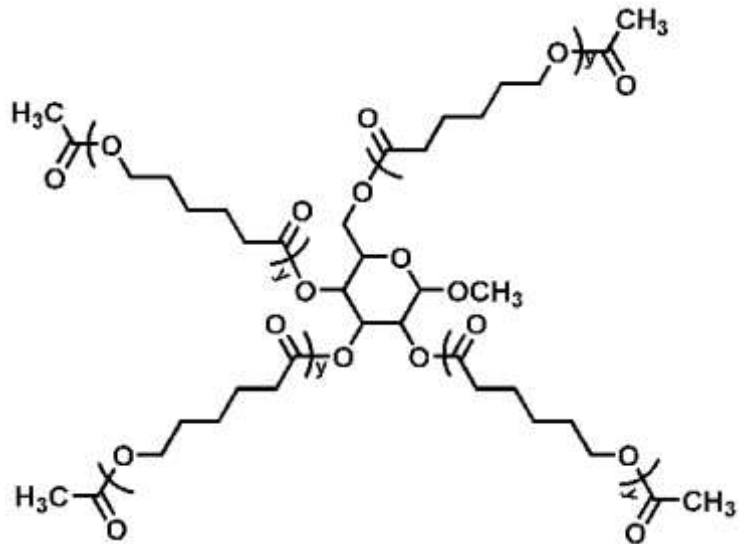
- Deze stoffen verlagen de glastransitietemperatuur, waardoor de aanvankelijk harde plastic soepel wordt



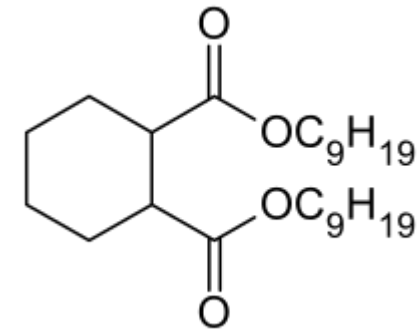
- Dit effect ontstaat doordat het additief de mobiliteit van de polymeerketens verhoogt door het induceren van zogenaamd vrij volume

Toxiciteitsproblemen door additieven, monomeren...

- Alternatieven zijn daarom niet moeilijk te ontwerpen/synthetiseren, maar omwille van het inherent behoudsgezind karakter van de (chemische) industrie niet gemakkelijk om ingang te doen vinden

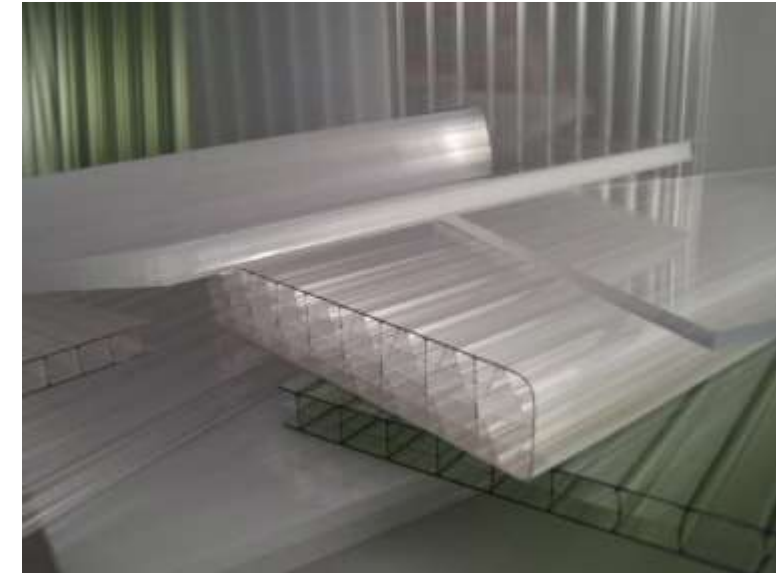
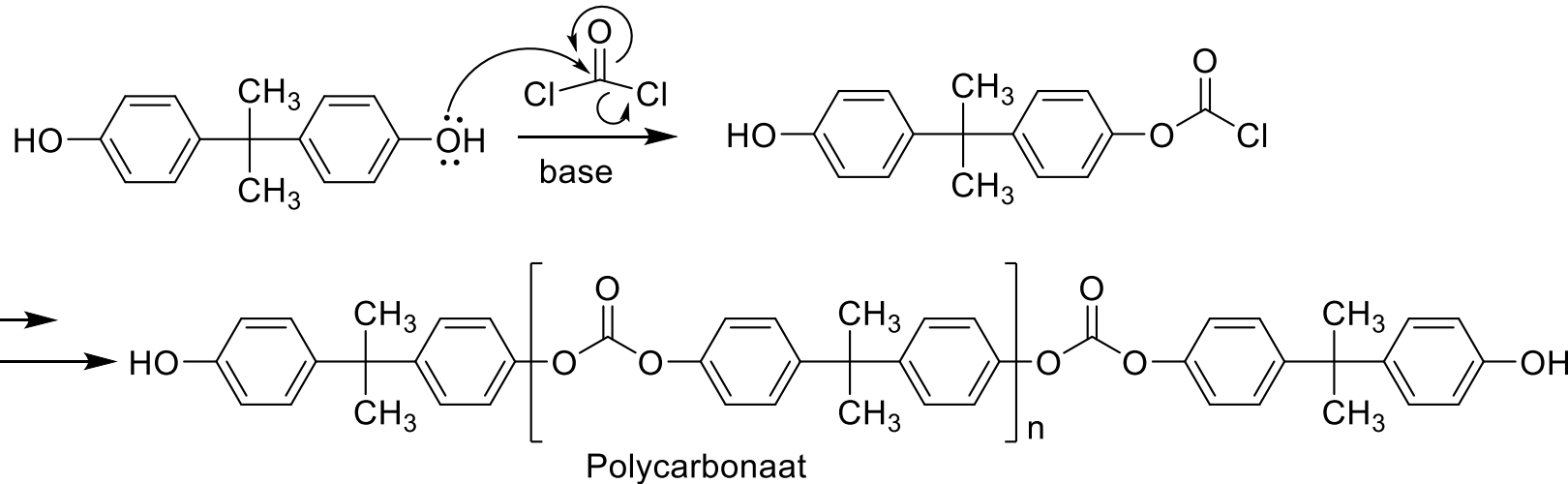


Acetyltributylcitraat



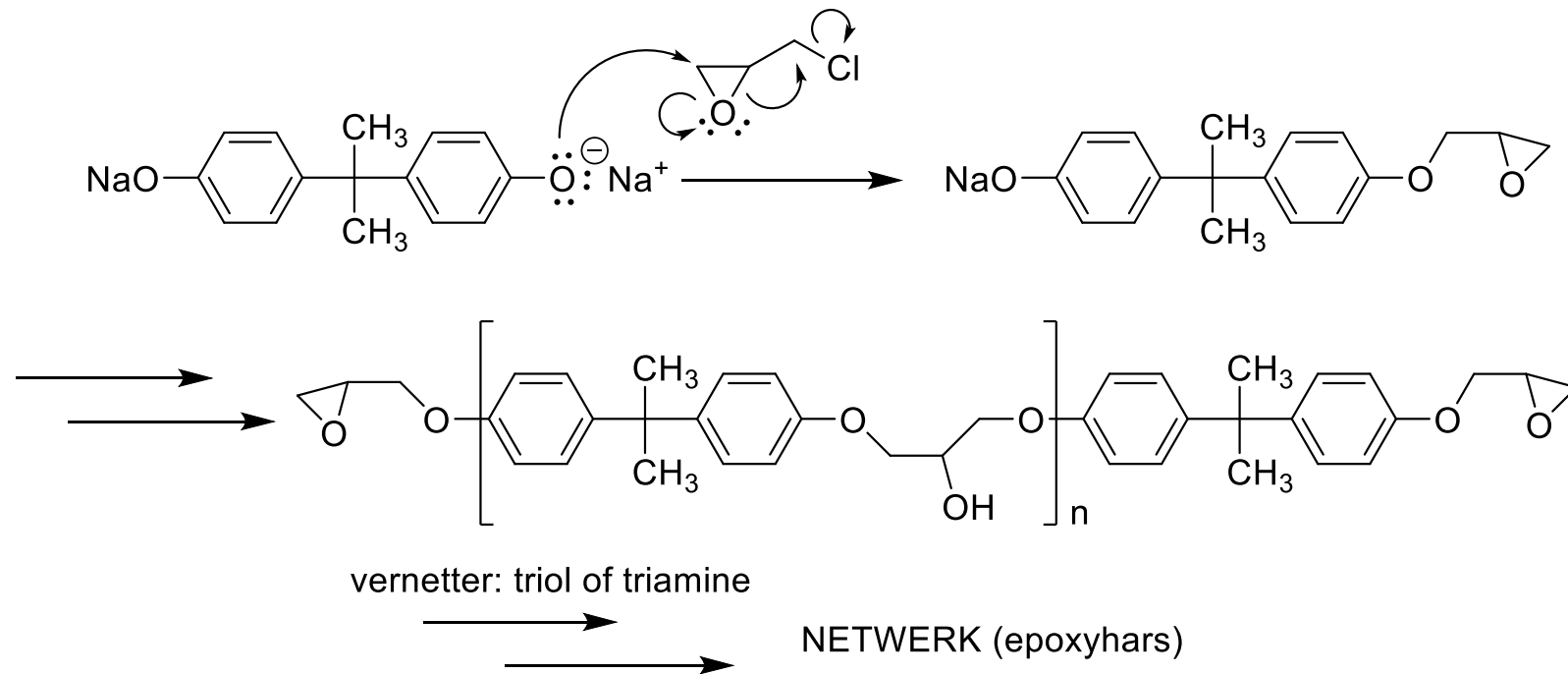
Toxiciteitsproblemen door additieven, monomeren...

- Bisphenol A (BPA), grondstof voor polycarbonaten en epoxyharsen



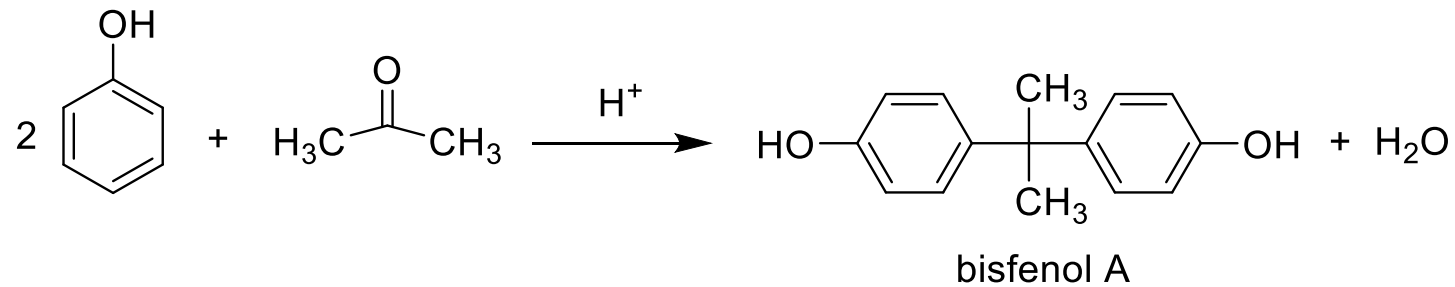
Toxiciteitsproblemen door additieven, monomeren...

- Bisphenol A, grondstof voor polycarbonaten en epoxyharsen



Toxiciteitsproblemen door additieven, monomeren...

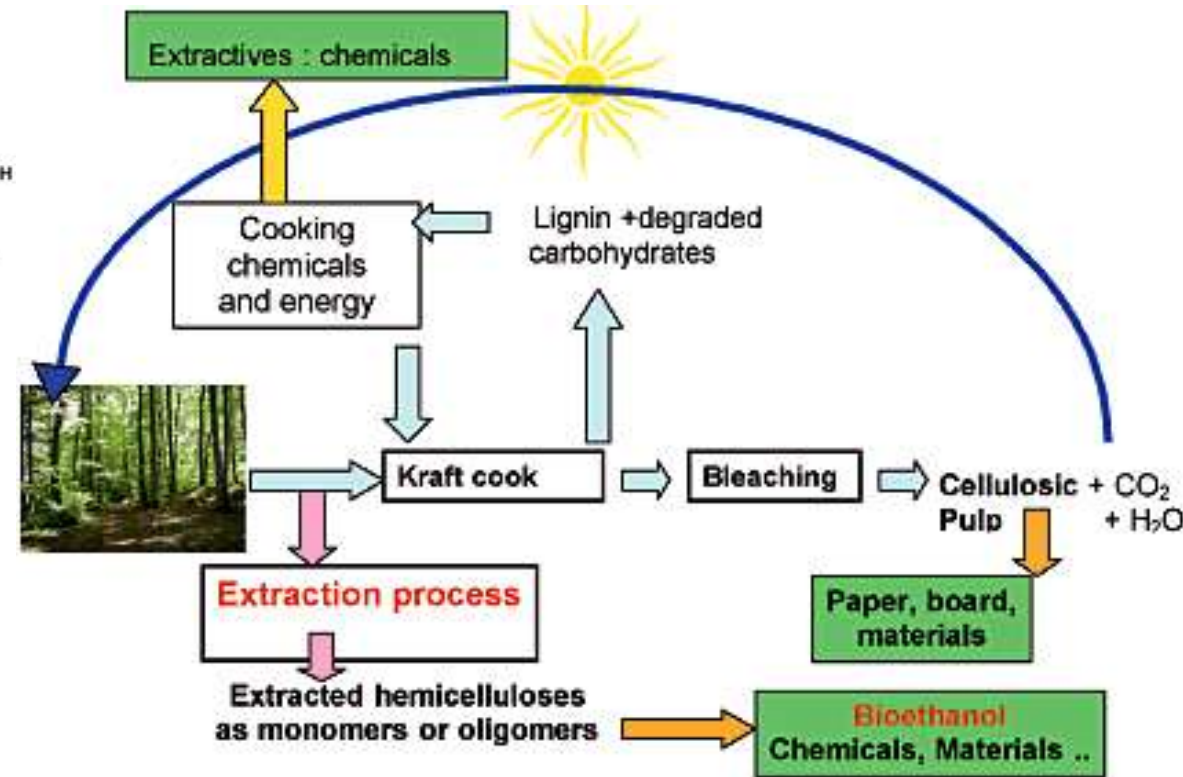
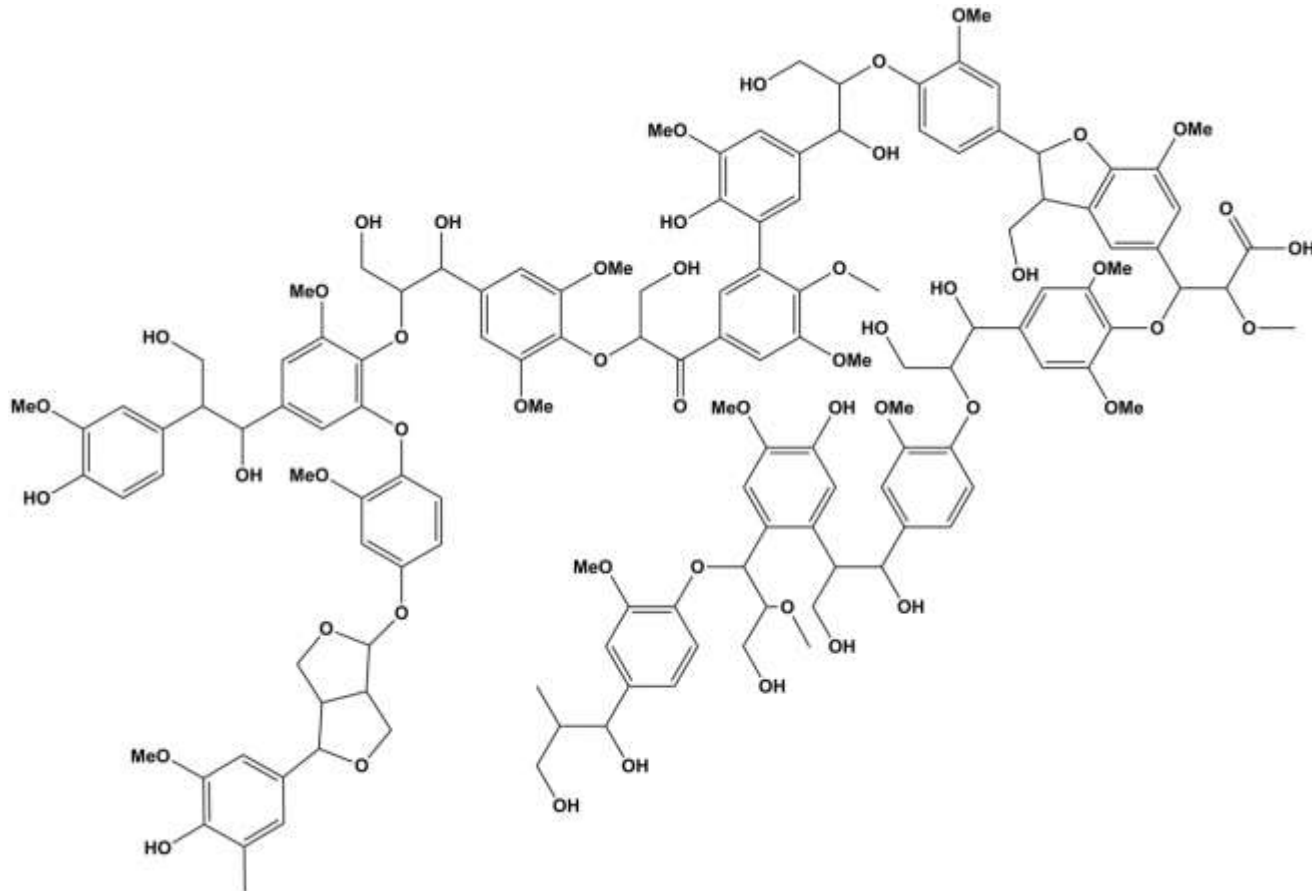
- Bisphenol A kan eenvoudig worden gesynthetiseerd



MAAR heeft hormoonverstorende eigenschappen

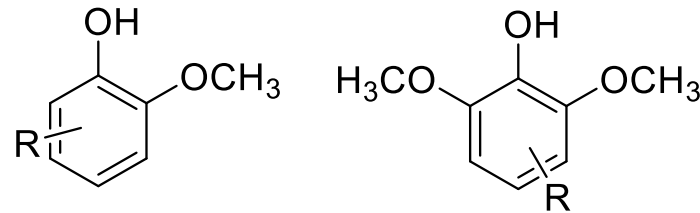
Biogebaseerd, niet-toxisch alternatief voor BPA

- Meer sterisch gehinderde analoga afkomstig van lignine

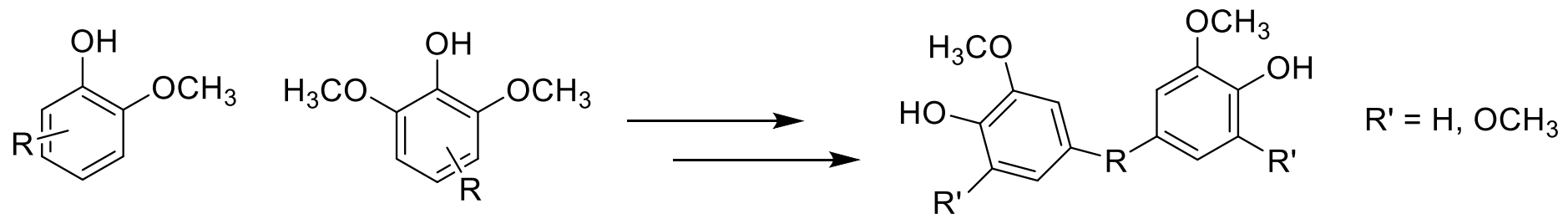


Biogebaseerd, niet-toxisch alternatief voor BPA

- Hydrogenolytische (H_2) afbraak van lignine levert o.a. (gesubstitueerd) guaiacol en syringol



- Deze kunnen worden omgezet tot minder toxische analoga van BPA (< sterische hinder door extra substituenten)

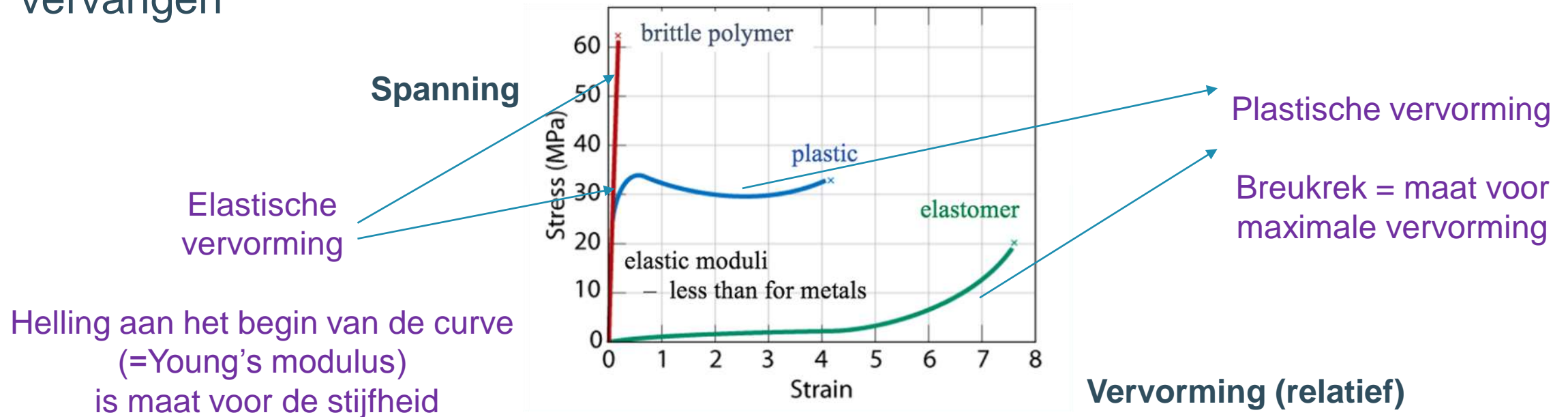


Milieutroeven gerelateerd aan plastic

- Plastics zijn sterk en licht en dragen zo bij tot lagere transportkosten en CO₂-emissies
- Plastics hebben goede barrière-eigenschappen en dragen zo bij tot de verlenging van de bewaarbaarheid van voedingswaren

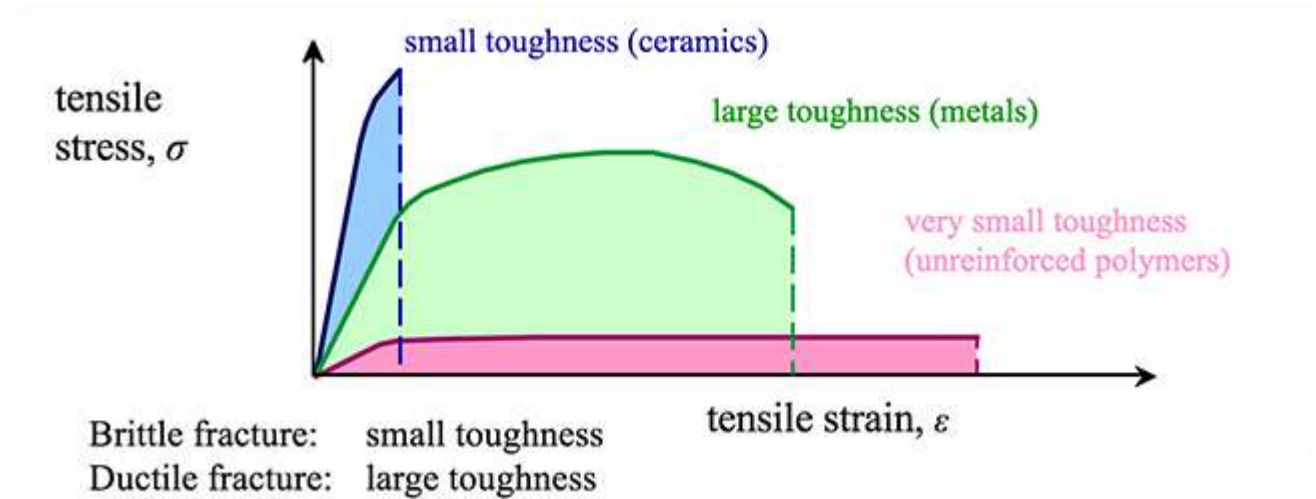
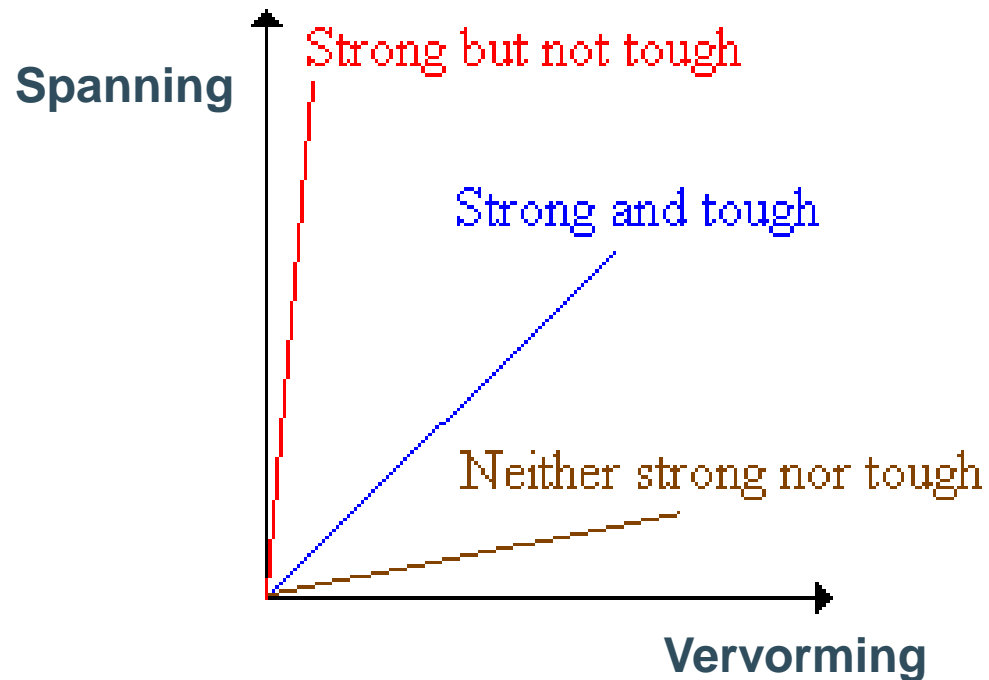
Plastic: sterk pluimgewicht

- Plastics zijn sterk en licht en dragen zo bij tot lagere transportkosten en CO₂-emissie
- Er is echter nog veel ruimte voor verbetering: plastics zijn als dusdanig niet voldoende sterk en niet voldoende taai om metalen constructieonderdelen te vervangen

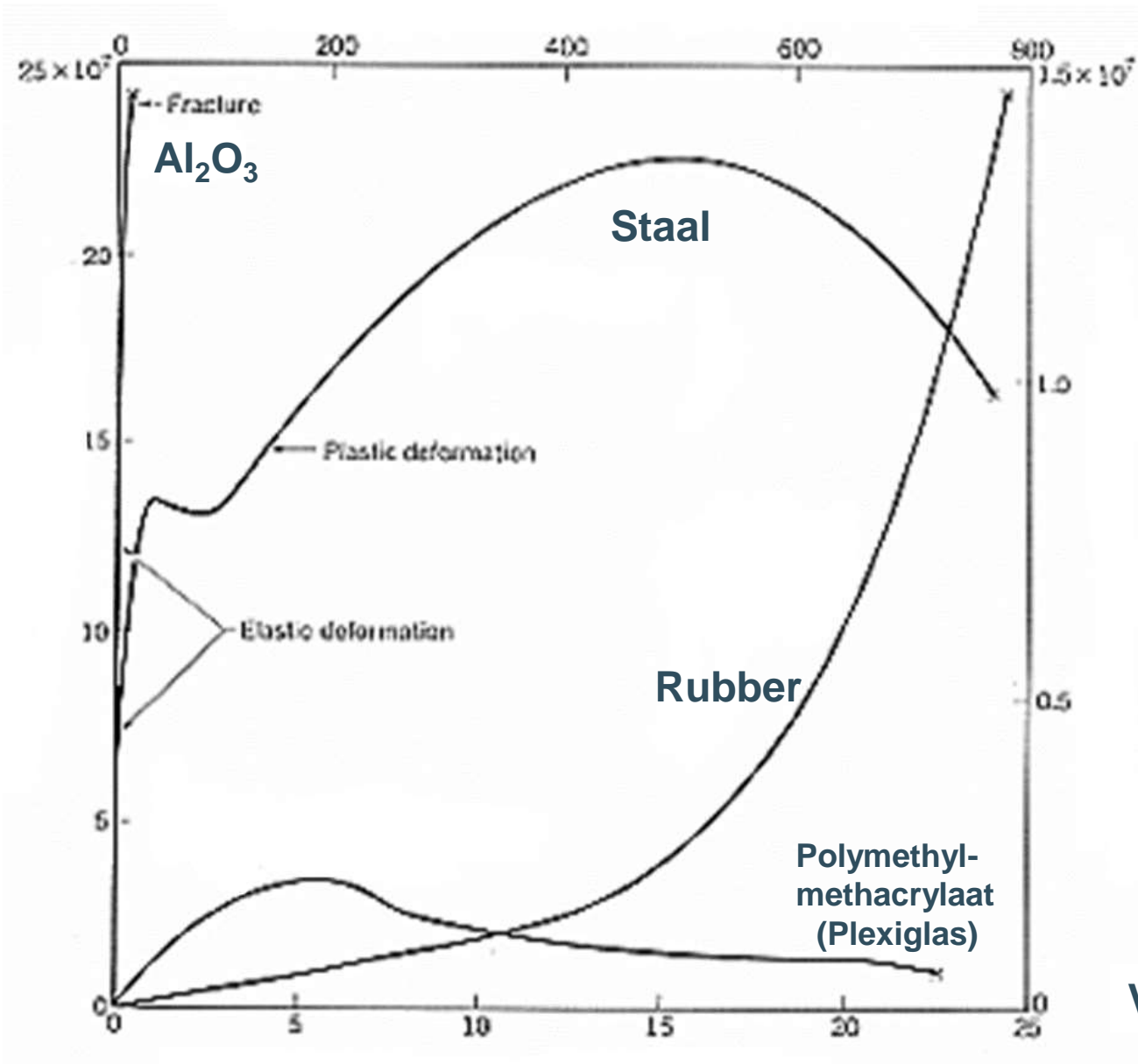


Plastic: sterk pluimgewicht

- Plastics zijn als dusdanig niet voldoende **sterk** en niet voldoende **taai** om metalen constructieonderdelen te vervangen



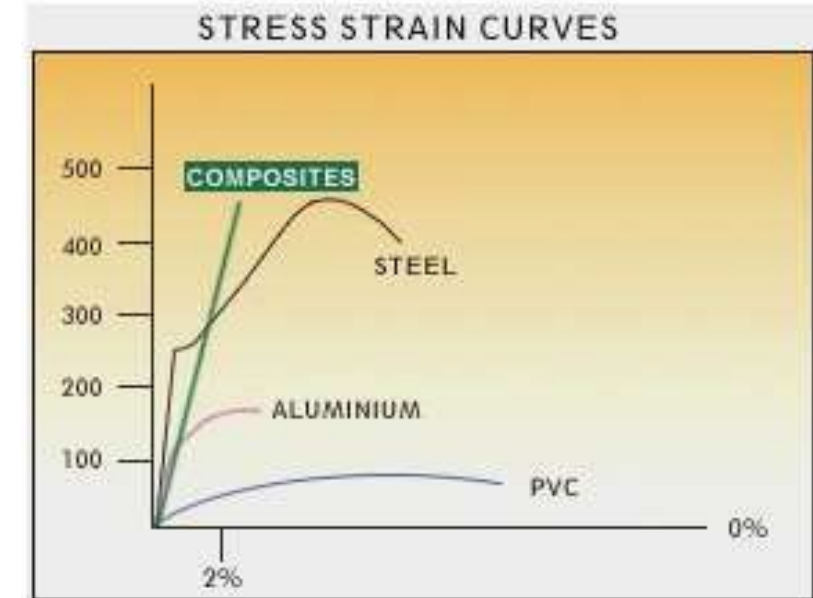
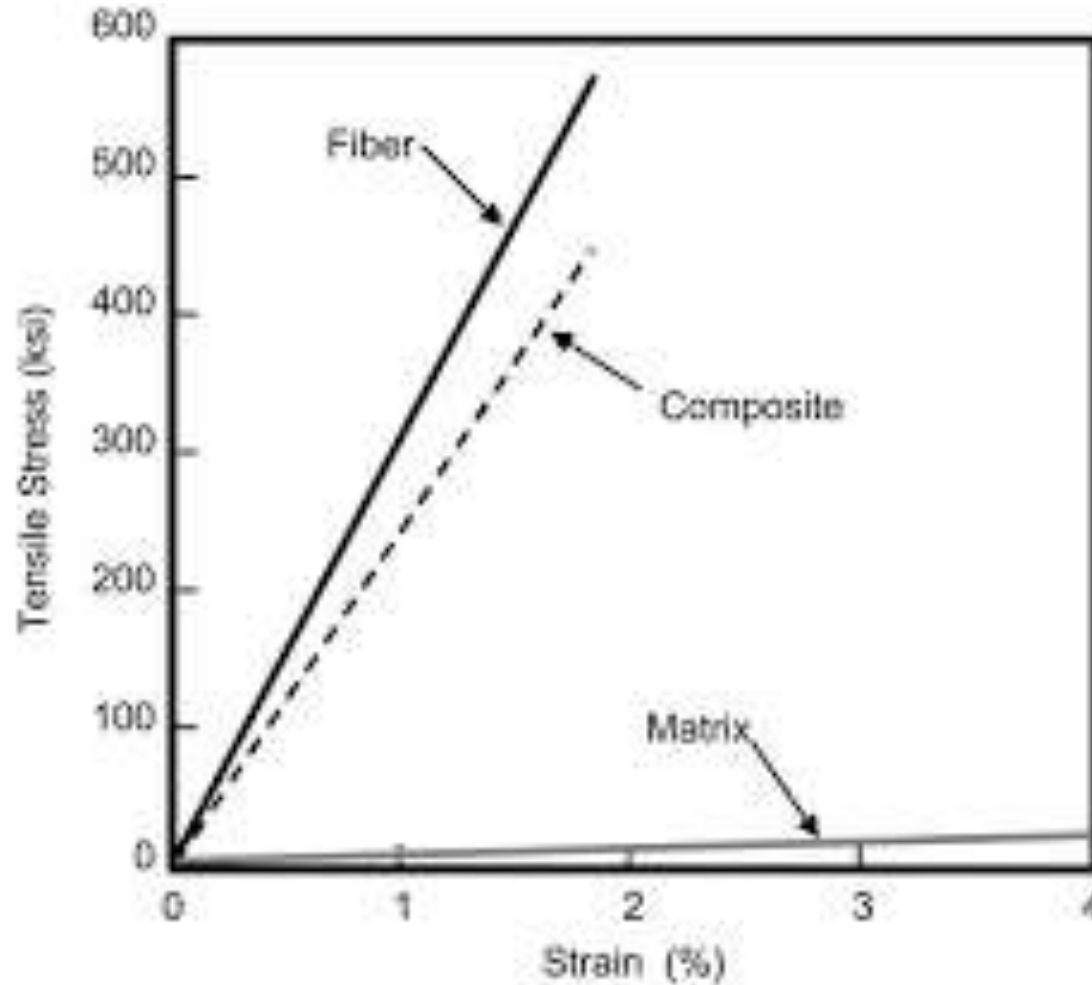
Spanning



Vervorming

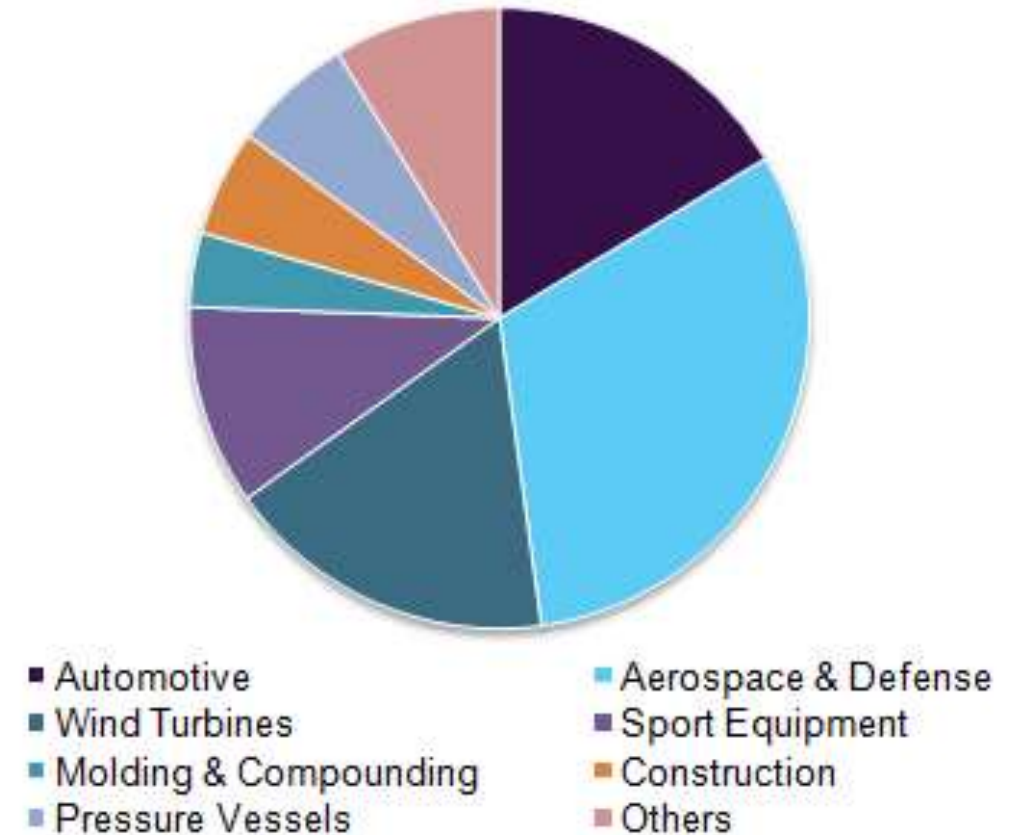
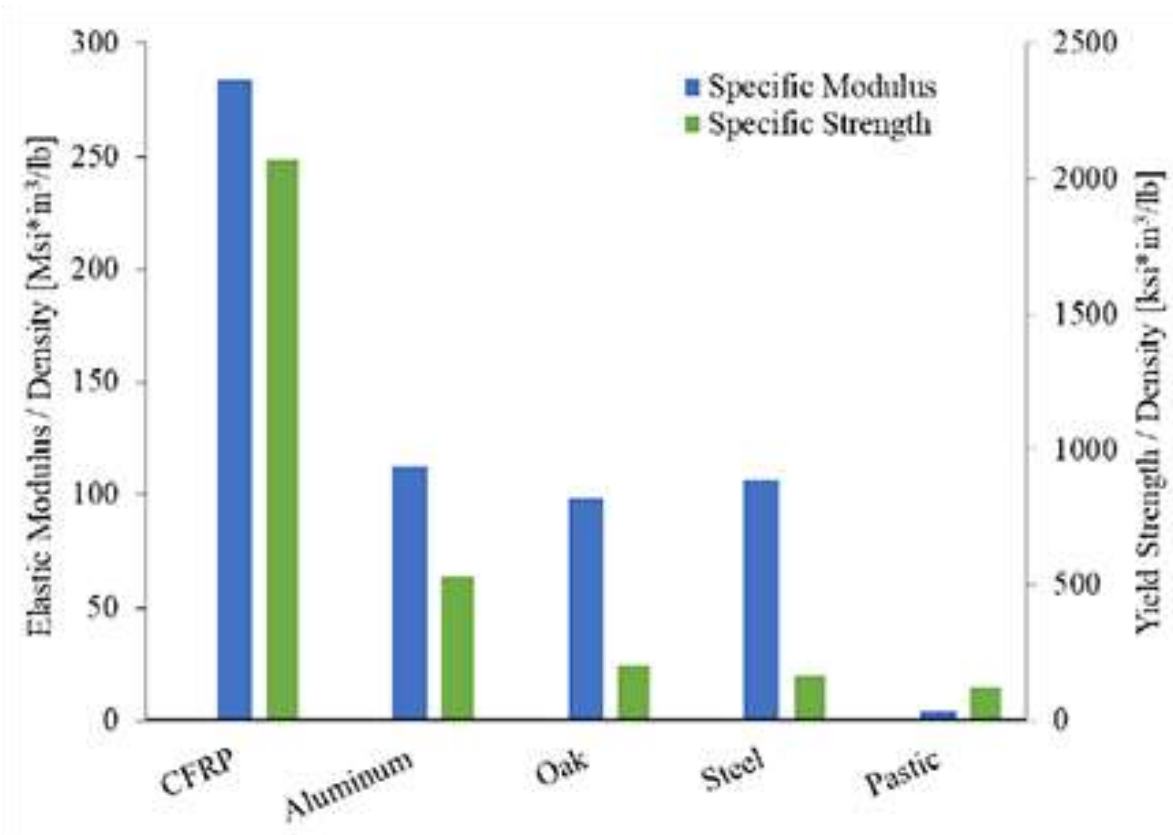
Plastic: sterk pluimgewicht

- Composieten

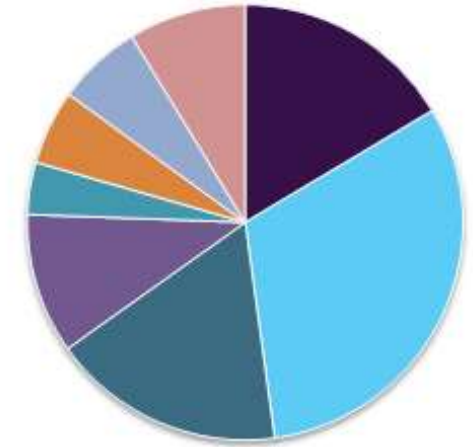


Koolstofvezelversterkte composietmaterialen

- Koolstofvezelcomposieten (CFRP, 'carbon'): prestaties en markt



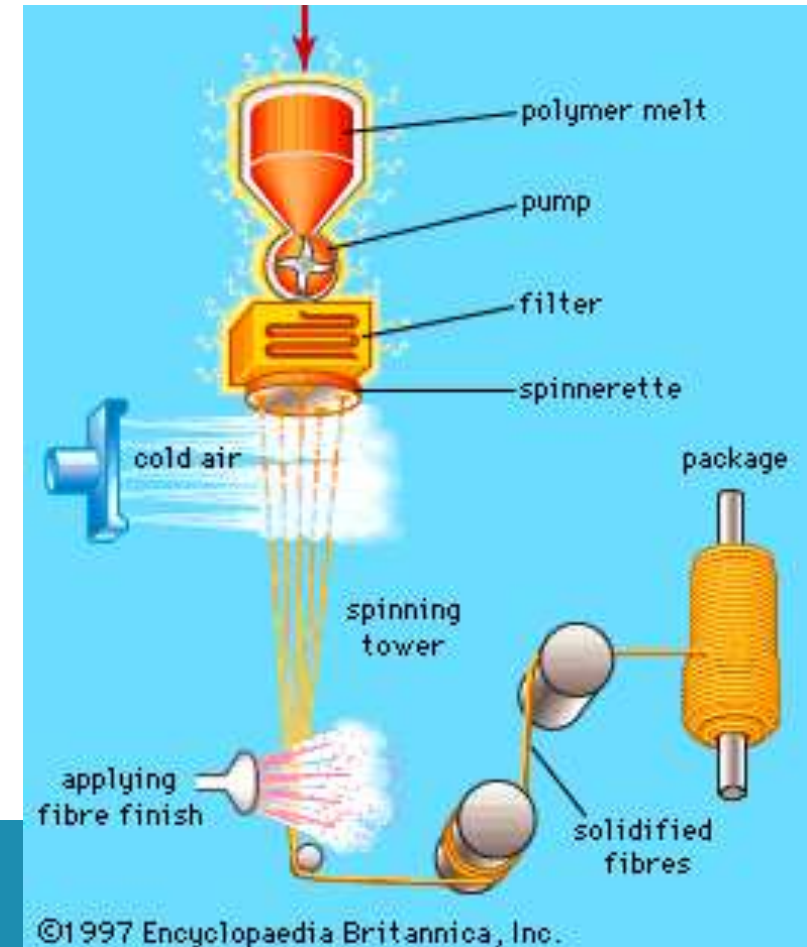
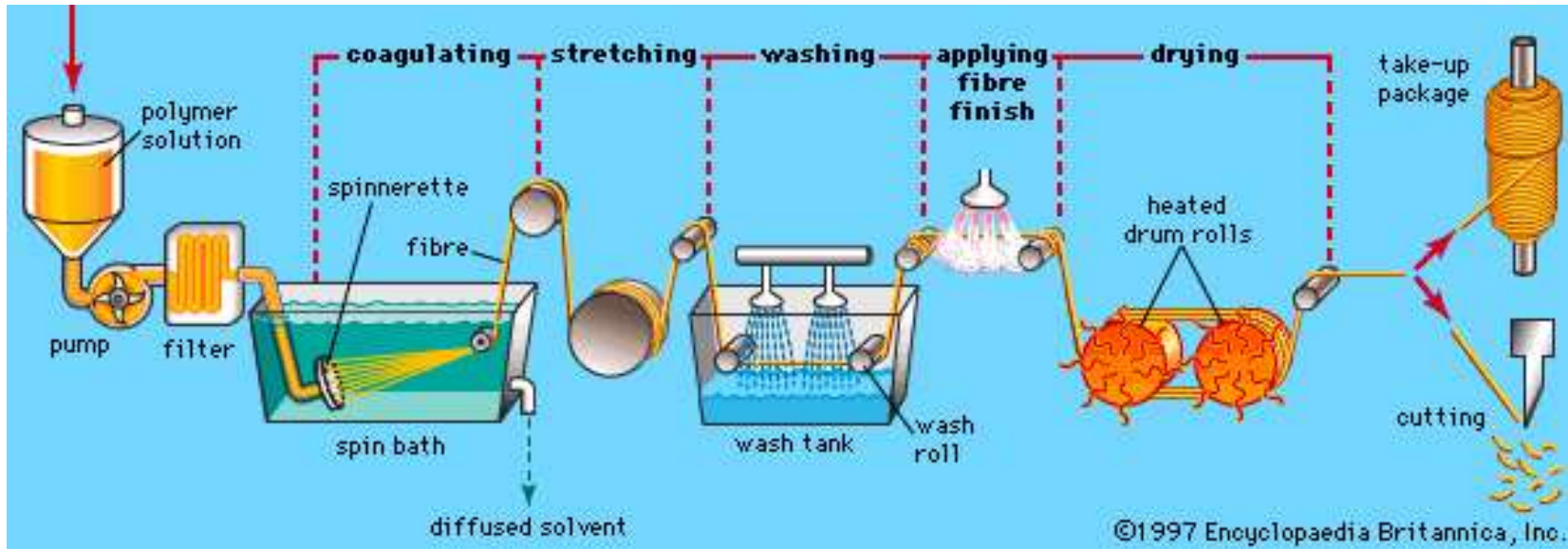
Koolstofvezelversterkte composietmaterialen



- Automotive
- Wind Turbines
- Molding & Compounding
- Pressure Vessels
- Aerospace & Defense
- Sport Equipment
- Construction
- Others

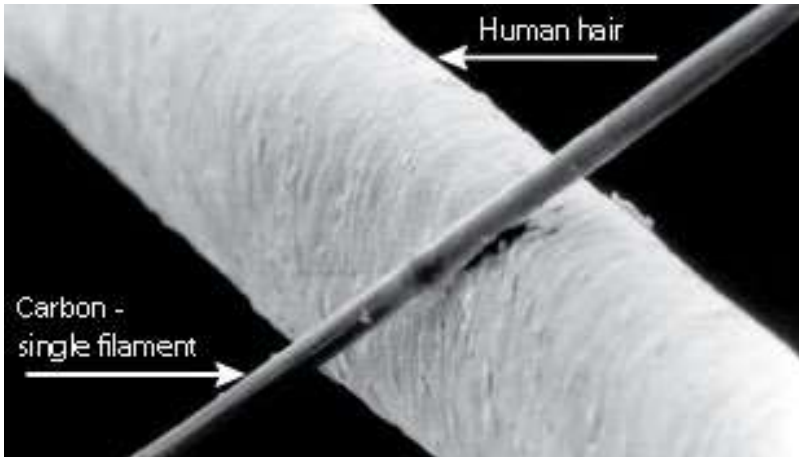
Koolstofvezelversterkte composietmaterialen

- Worden gemaakt uit poly(acrylnitril) (PAN) dat bereid wordt uit een zeer toxisch monomeer en gesponnen moet worden uit een oplossing

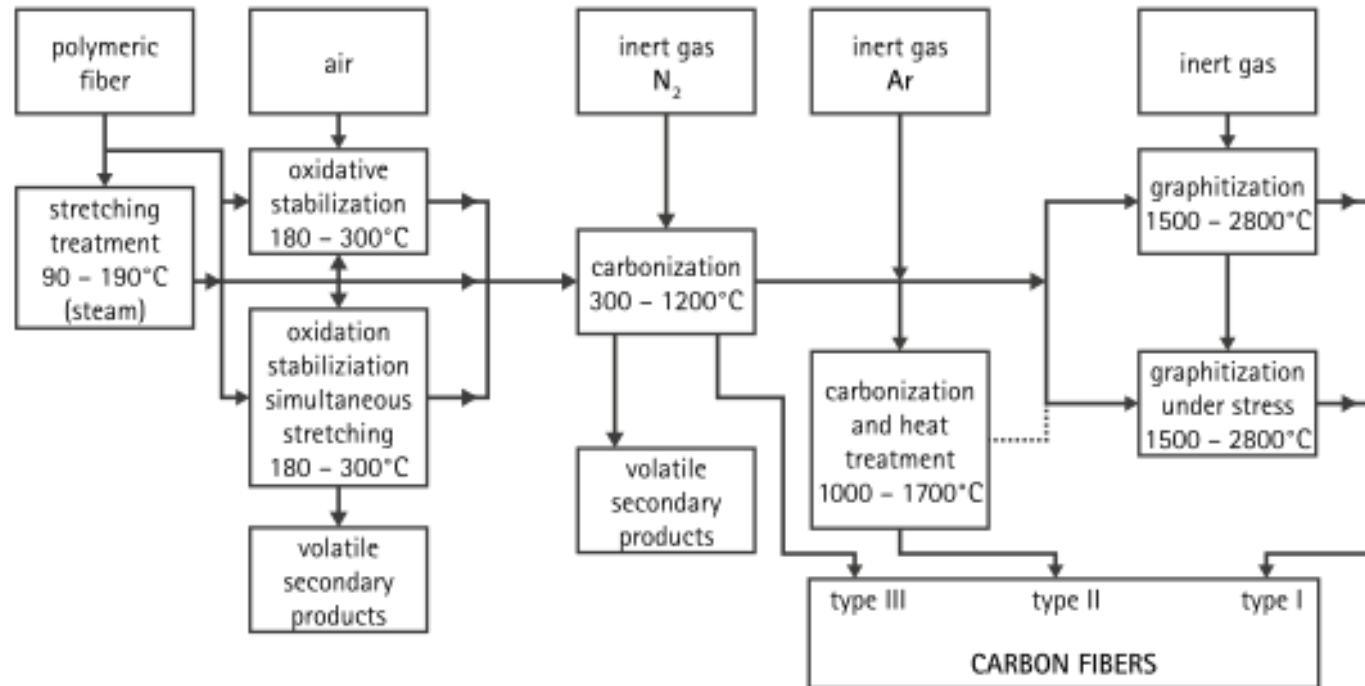


Koolstofvezelversterkte composietmaterialen

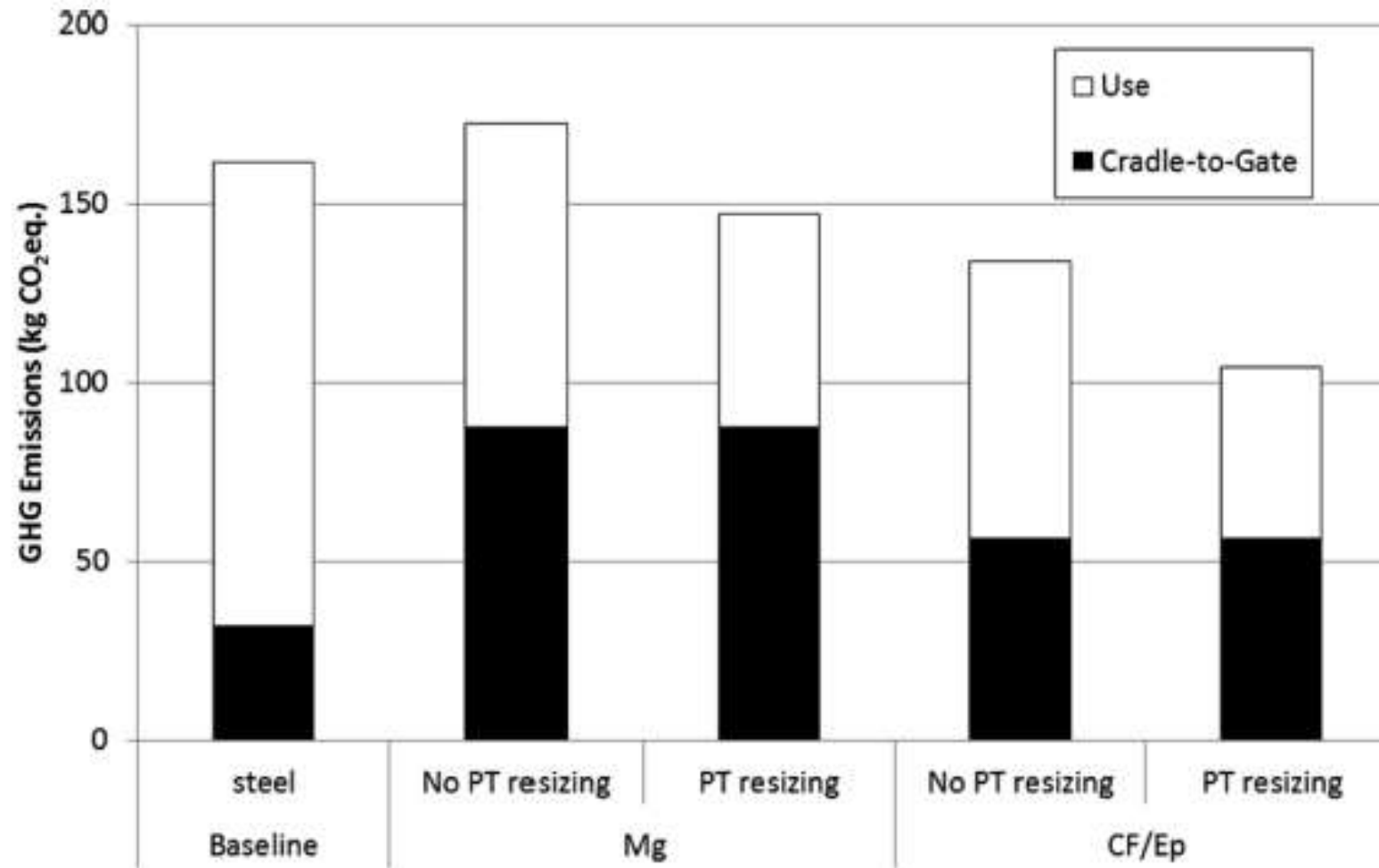
- Omzetting van polymeervezel naar koolstofvezel is zeer energie-intensief: gebeurt door trage opwarming tot 2000 à 3000°C



First stage	Second stage	Third stage
pretreatment stabilization up to 300°C	carbonization up to 1700°C	graphitization up to 2800°C

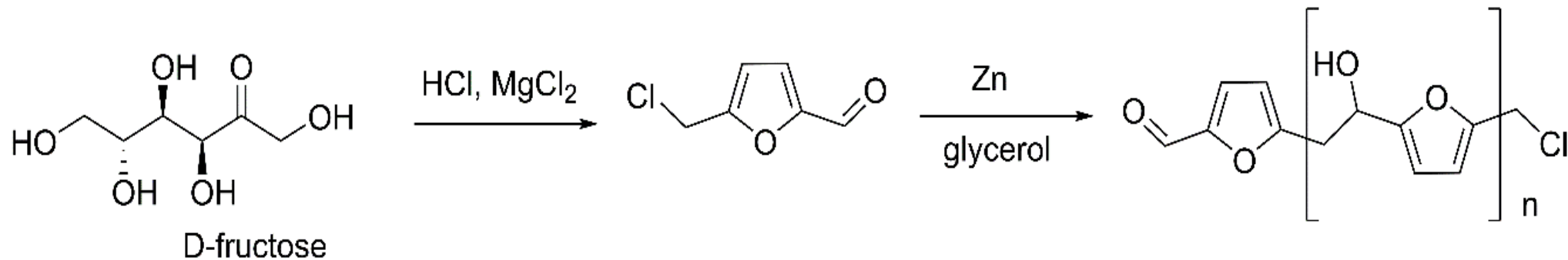


Ondanks hoge ecologische voetafdruk voor productie positieve eindbalans



Werk aan de winkel

- Zoeken naar alternatieve koolstofvezelprecursoren met kleine ecologische voetafdruk:
 - prepolymeer dat uit de smelt kan worden gesponnen
 - biogebaseerde precursorpolymeren (lignine, cellulose, furaangebaserde bouwstenen)



Recyclage van plastics

- Thermoplasten kunnen in principe worden hersmolten, maar dikwijls treedt ketenbreuk op zodat de kwaliteit afneemt
- Thermoharders kunnen niet worden hersmolten, eventueel wel
 - mechanisch versnipperen en opnieuw verlijmen
 - chemisch depolymeriseren en hergebruik fragmenten
- Composieten zijn in het algemeen nog moeilijker te recyclen want
 - mechanisch sterker
 - bestaande uit zeer verschillende materialen: zelfs verbranding kan problemen opleveren



Inschatten van duurzaamheid: een (on)mogelijke opdracht?

- Levenscyclusanalyse (LCA) is zeer ingewikkeld: zijn glazen flessen beter dan plastic flessen?
- Veronderstelt zowel input vanuit wetenschap als vanuit ethiek
 - soms exact
 - soms (ruwe) schatting: klimaatmodellen, impact van beleid
 - morele dilemma's: hoe sterk nemen we het belang van volgende generaties mee? hoe zwaar weegt voor ons het behoud van de biodiversiteit?
- Rol van wetenschapper is belangrijk, maar enige bescheidenheid blijft geboden
- Wetenschapper/leraar mag opvoedende rol niet uit het oog verliezen

- Bedankt !
- Meer info over deze presentatie: mario.smet@kuleuven.be
- Meer info over de vernieuwde masteropleiding chemie: <https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/opleidingen/n/>