

Redeneren van molecuul tot maatschappij!

Duurzaamheidsvraagstukken in de scheikunde les met
behulp van systemdenken bespreekbaar maken.



Joost van Vijfeijken



**Universiteit
Utrecht**

Inleiding

4

Denkwijzen

4.1	Patronen	Leerlingen leren patronen waar te nemen, te herkennen en te onderscheiden in hun eigen omgeving en deze patronen te ordenen en classificeren.	Leerlingen leren patronen zichtbaar te maken, te analyseren, en voorspellingen te doen door voort te bouwen op waargenomen patronen.
4.2	Systemen	Leerlingen leren over een verscheidenheid aan systemen en de mogelijke interacties tussen (delen van) systemen.	Leerlingen leren om systemen op verschillende manieren te analyseren en interacties vanuit energie-, materie- en informatiestromen te beschrijven.
4.3	Schaal, verhouding en hoeveelheid	Leerlingen leren over het meten van grootheden in eenheden en de verhouding tussen eenheden op verschillende schaalniveaus.	Leerlingen leren over vakspecifieke grootheden en eenheden en de verbanden tussen verschillende grootheden.
4.4	Relaties en verbanden	Leerlingen leren over relaties en verbanden in hun eigen omgeving door gebeurtenissen en objecten te beschrijven.	Leerlingen leren complexe situaties te overzien en gebeurtenissen en objecten te analyseren aan de hand van verschillende relaties en verbanden.

Subdomein A13: Redeneren over systemen, verandering en energie

Eindterm

De kandidaat kan chemische processen beschrijven in termen van systemen met kennis van stoffen, deeltjes, reactiviteit en energie.

Specificatie²

De kandidaat kan:

1. Door middel van systeemdenken concepten uit de sferen materie, reacties en rekenen & analyse verbinden met complexe vraagstukken en contexten binnen de sferen chemie van het leven en technologie & duurzaamheid:
 - Een systeem en haar grenzen herkennen en daarbinnen de onderdelen en onderlinge interacties benoemen;
 - De hiërarchie van het systeem herkennen aan de hand van de schaal en ordegraad;
 - De verandering van het systeem, de onderdelen en de interacties over tijd en ruimte beschrijven;
 - De invoer, uitstroom en circulariteit van energie- en materiestromen van een systeem benoemen en gebruiken in redeneringen.

Subsfeer T6: Duurzaamheid

Eindterm

De kandidaat kan in maatschappelijke, beroeps- en wetenschapscontexten aspecten van duurzaamheid aangeven en beschrijven, daarmee samenhangende problemen analyseren en voorstellen formuleren voor een mogelijke oplossing daarvan.

Specificaties

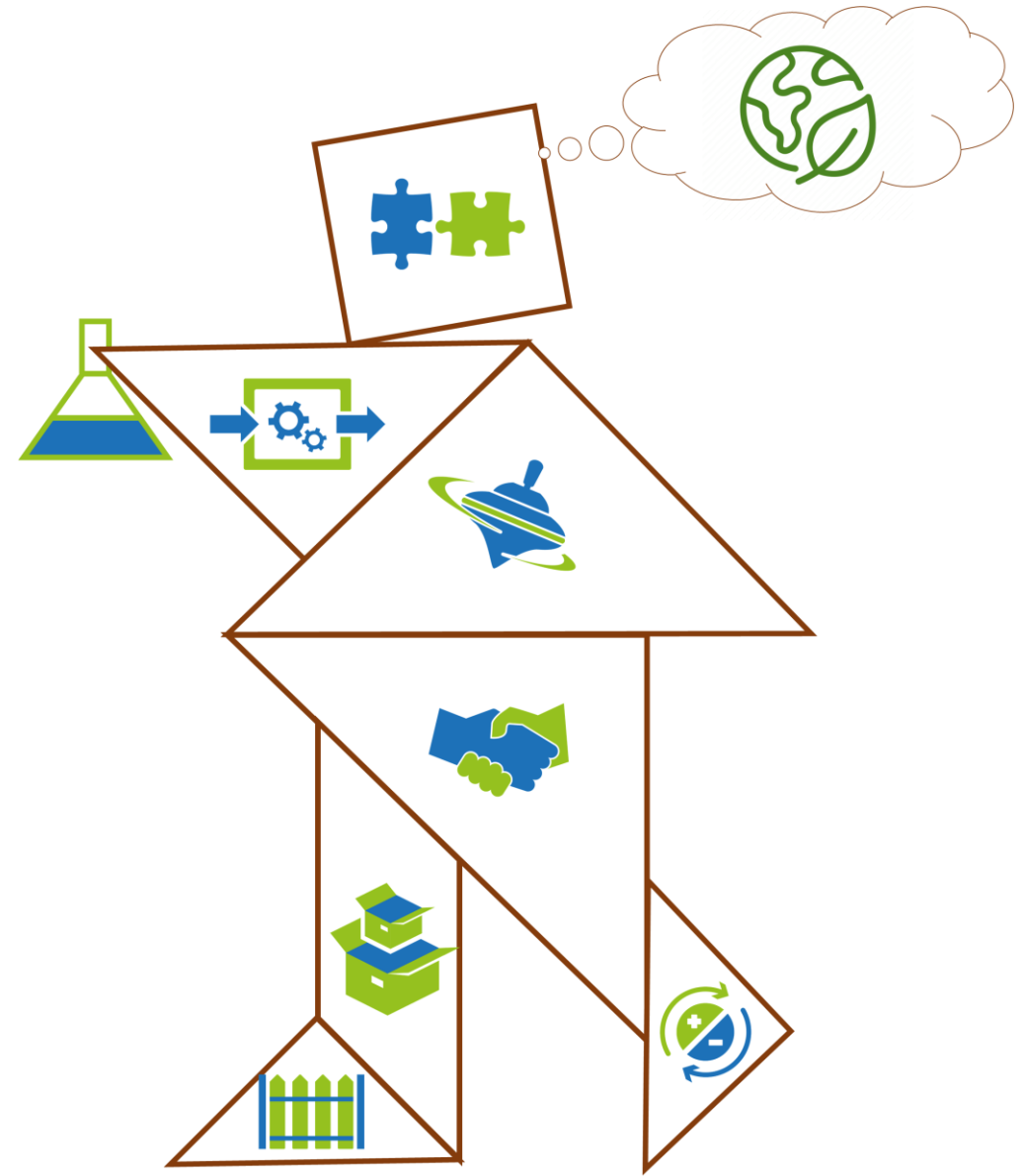
- 1 De kandidaat kan de rol van levenscycli van stoffen, materialen en producten aangeven in termen van duurzaamheid;
- 2 De kandidaat kan met behulp van kennis over levenscycli van stoffen, materialen en producten voorstellen formuleren voor een keuze tussen alternatieven bij gebruik van stoffen, materialen in industriële processen;
- 3 De kandidaat kan in de context van duurzaamheid de maatschappelijke betekenis van de chemie benoemen;

They [chemists] have also played a significant role in creating the material basis of our society and economy.

Inhoud

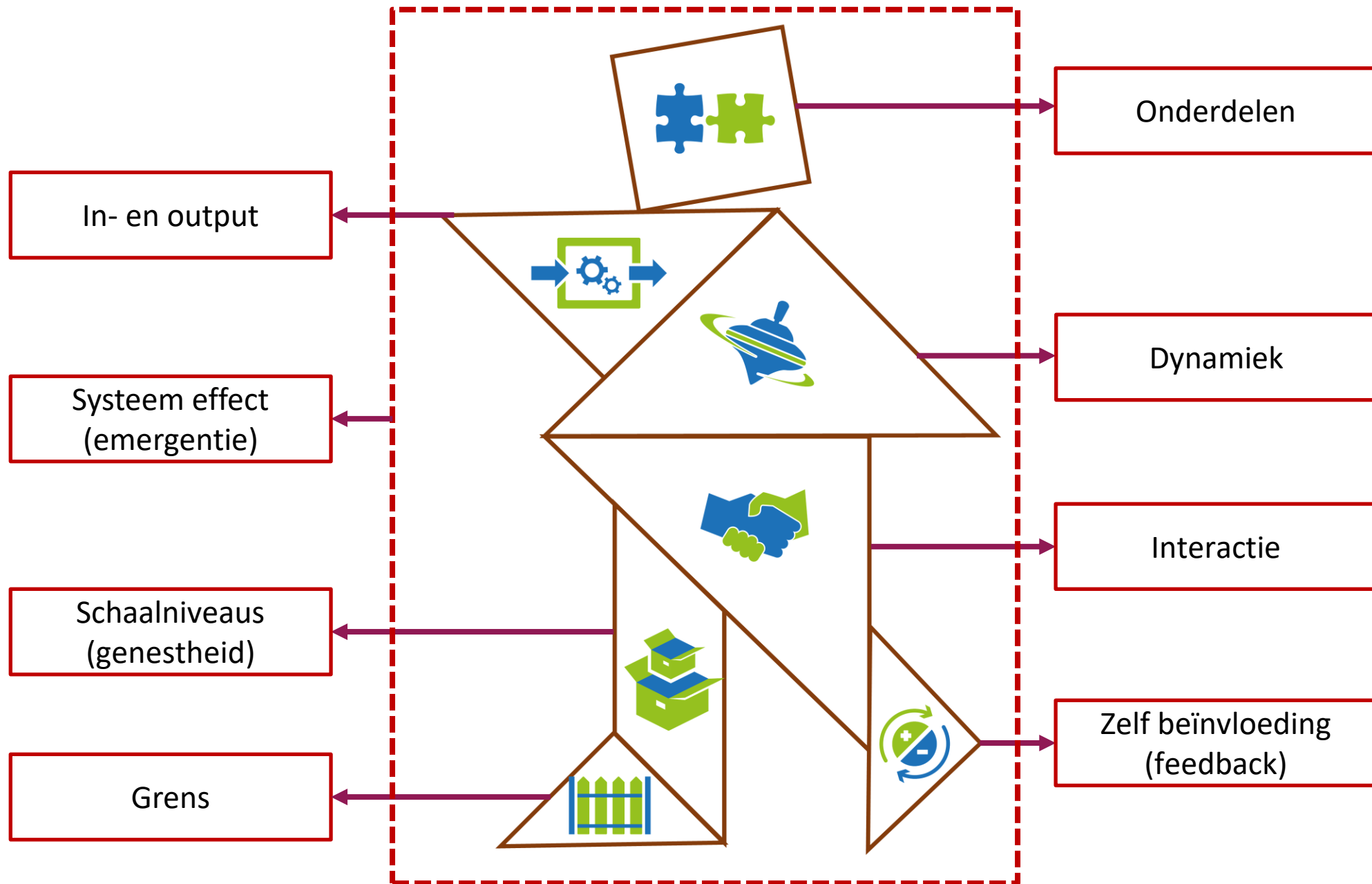
1. Wat is systeemdenken?
2. Risico's en doel
3. Een lesvoorbeeld gebaseerd op heuristieken.
4. Zelf een systeem bedenken!

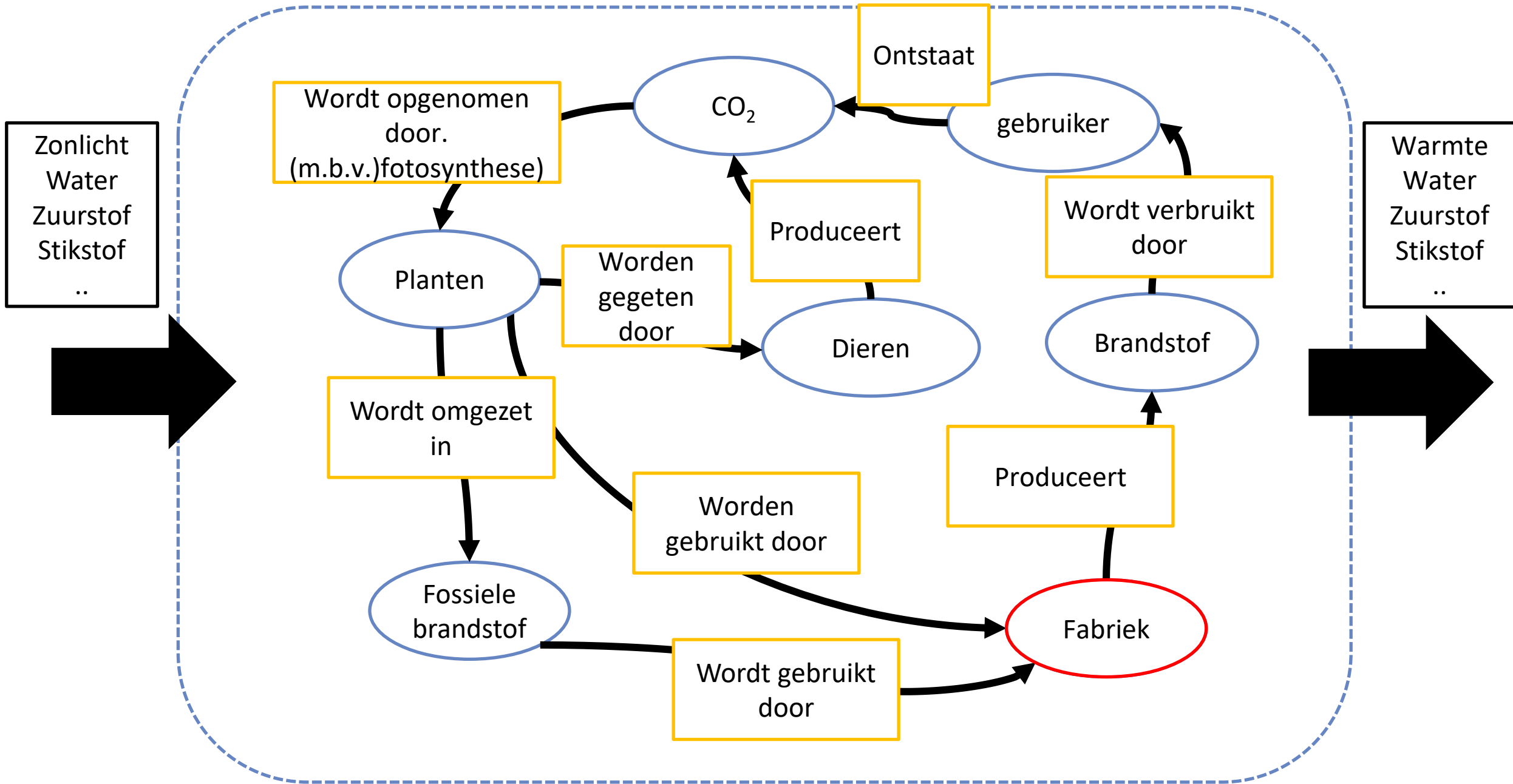
Systemdenken

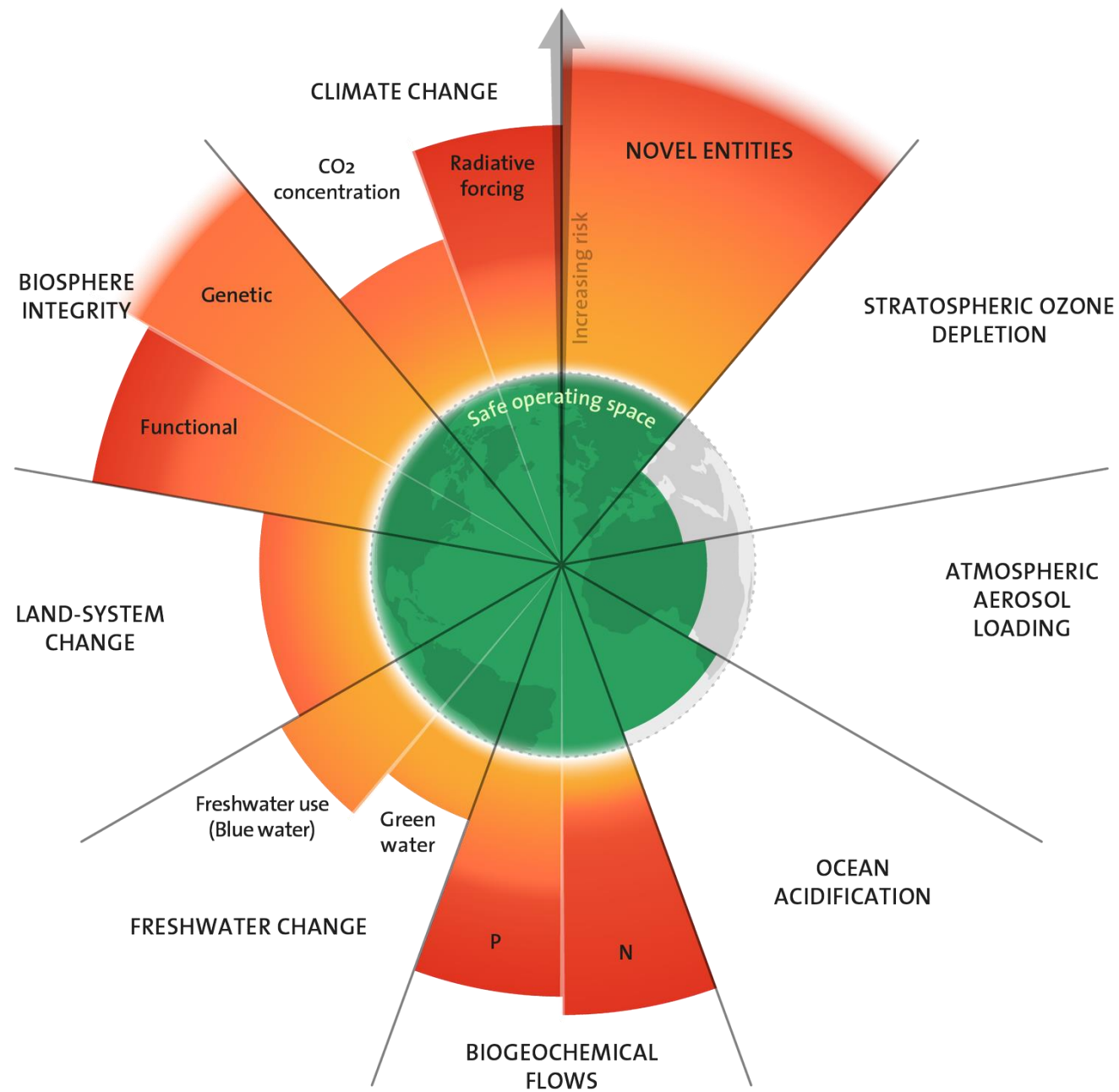




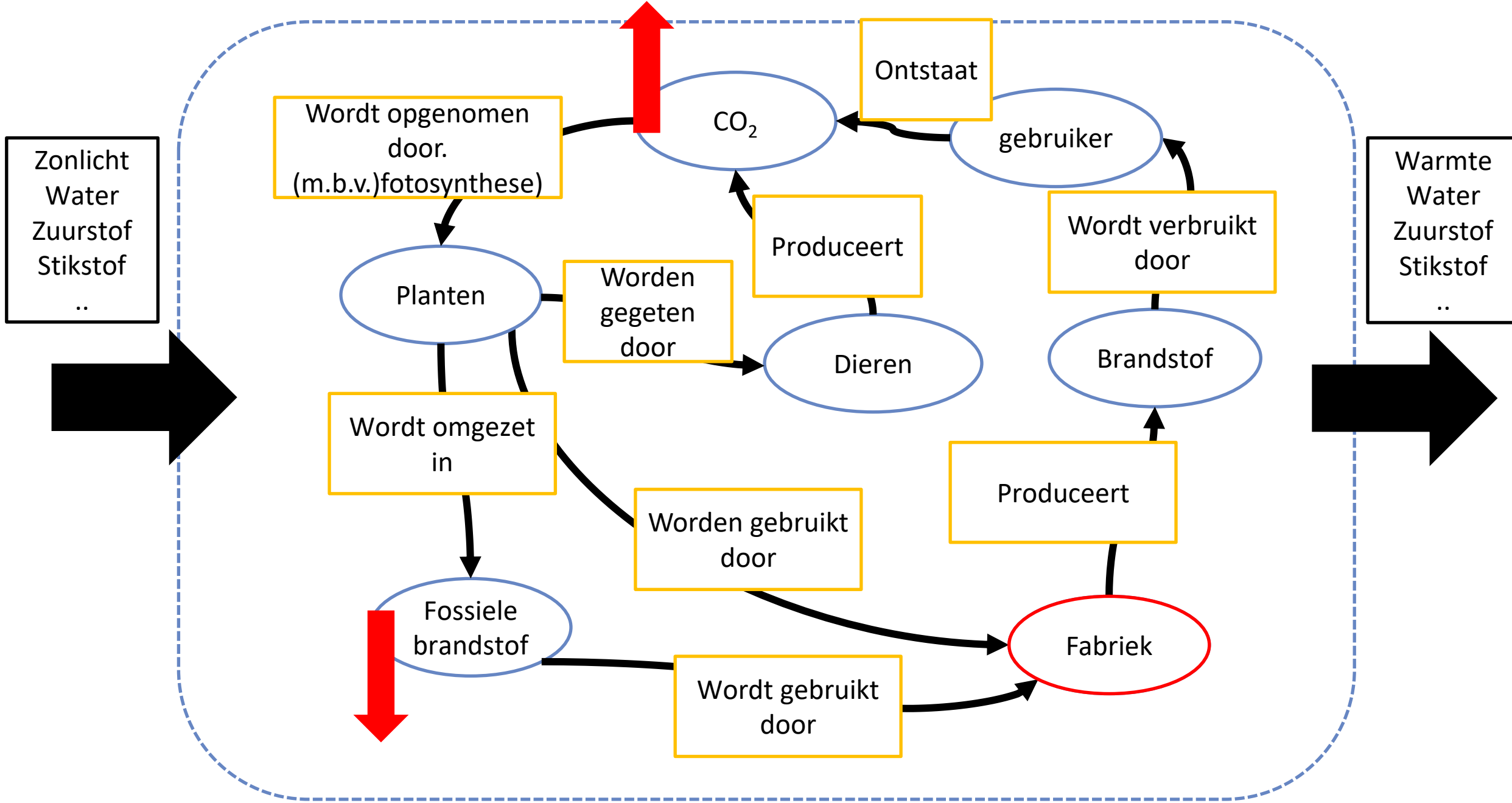
*Systemdenken is een denkwijzen die leerlingen, met behulp van de systeemkarakteristieken, helpt om een systeem te **begrijpen** en te **interpreteren**.*

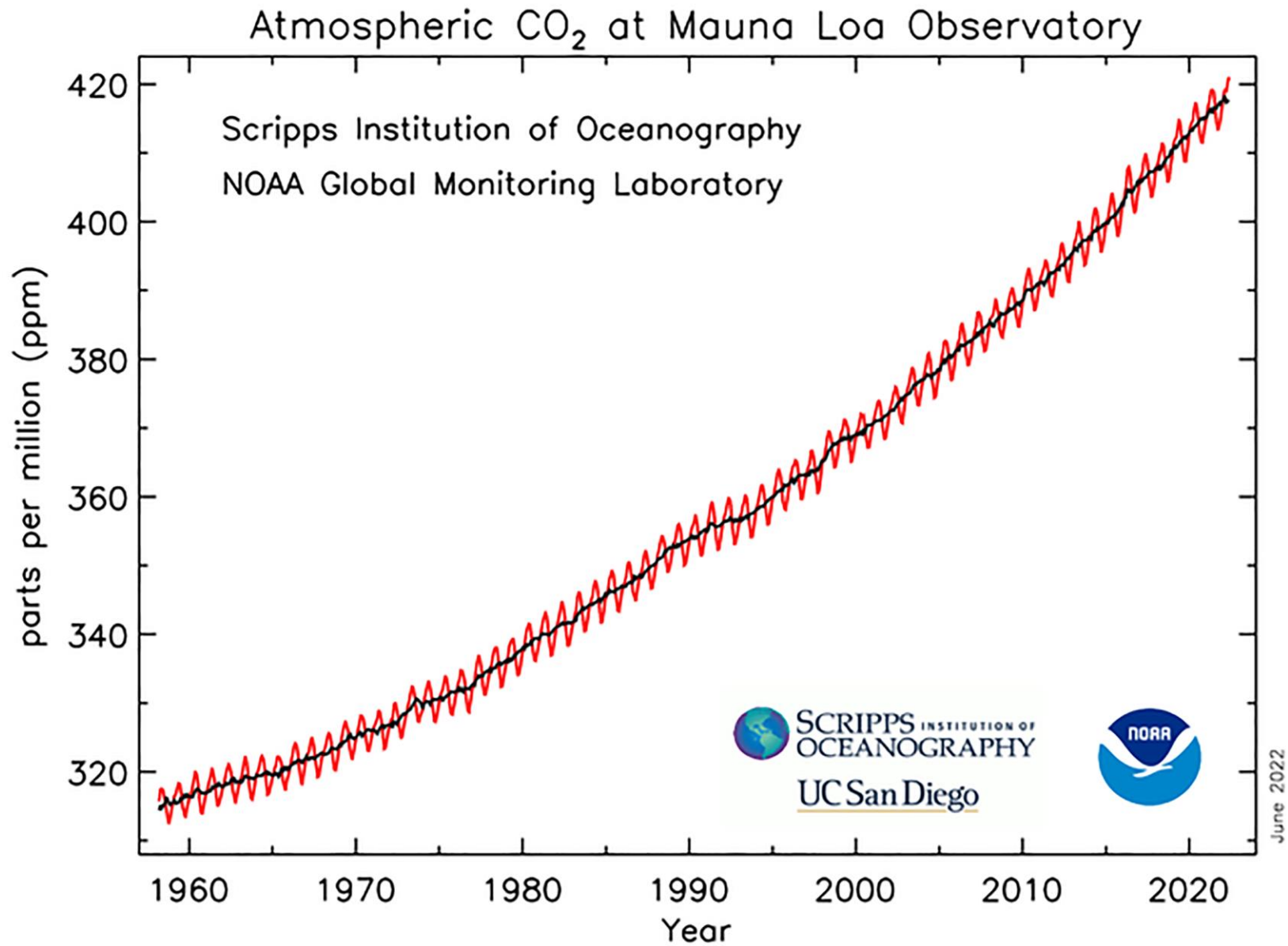




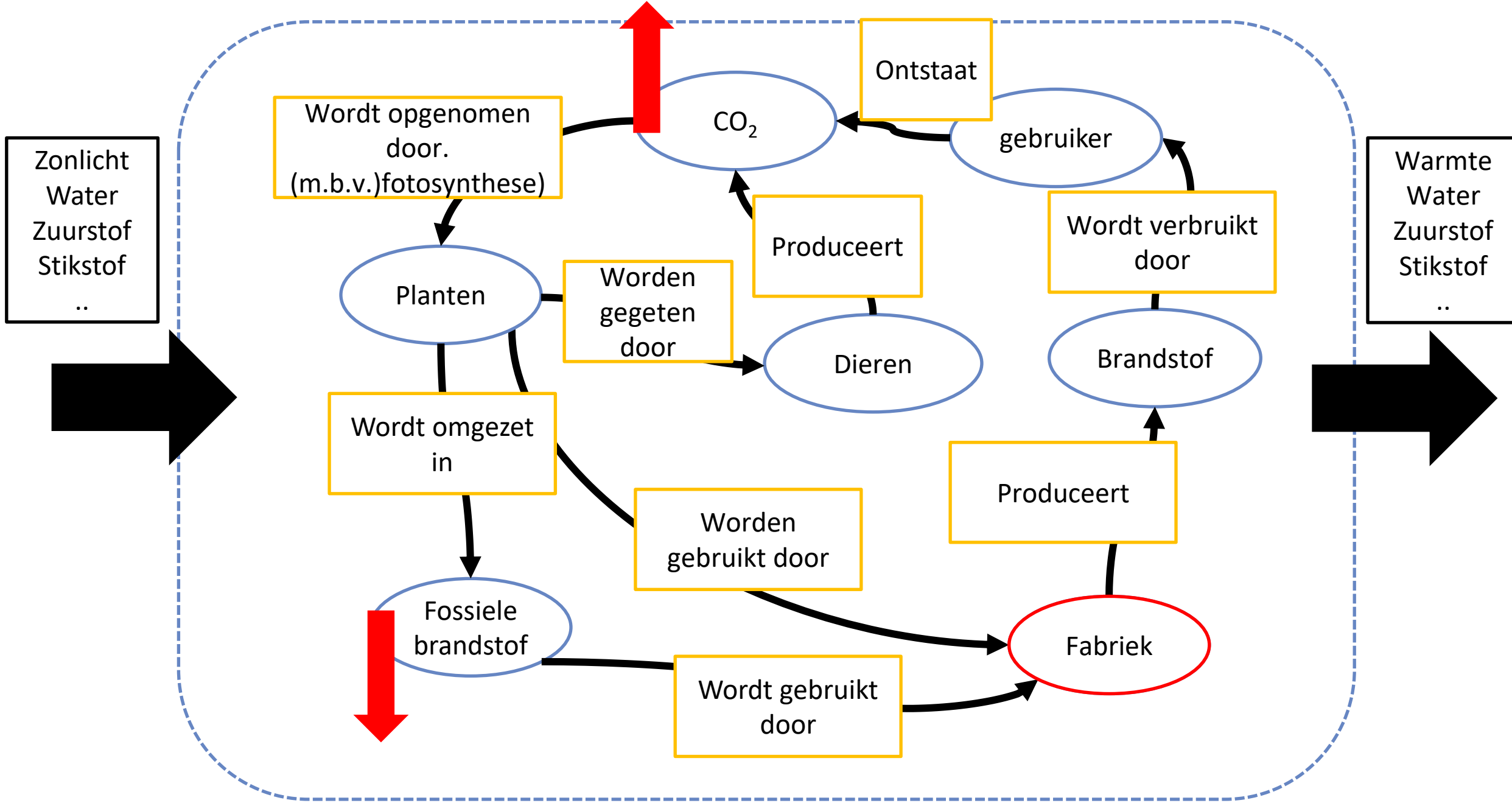


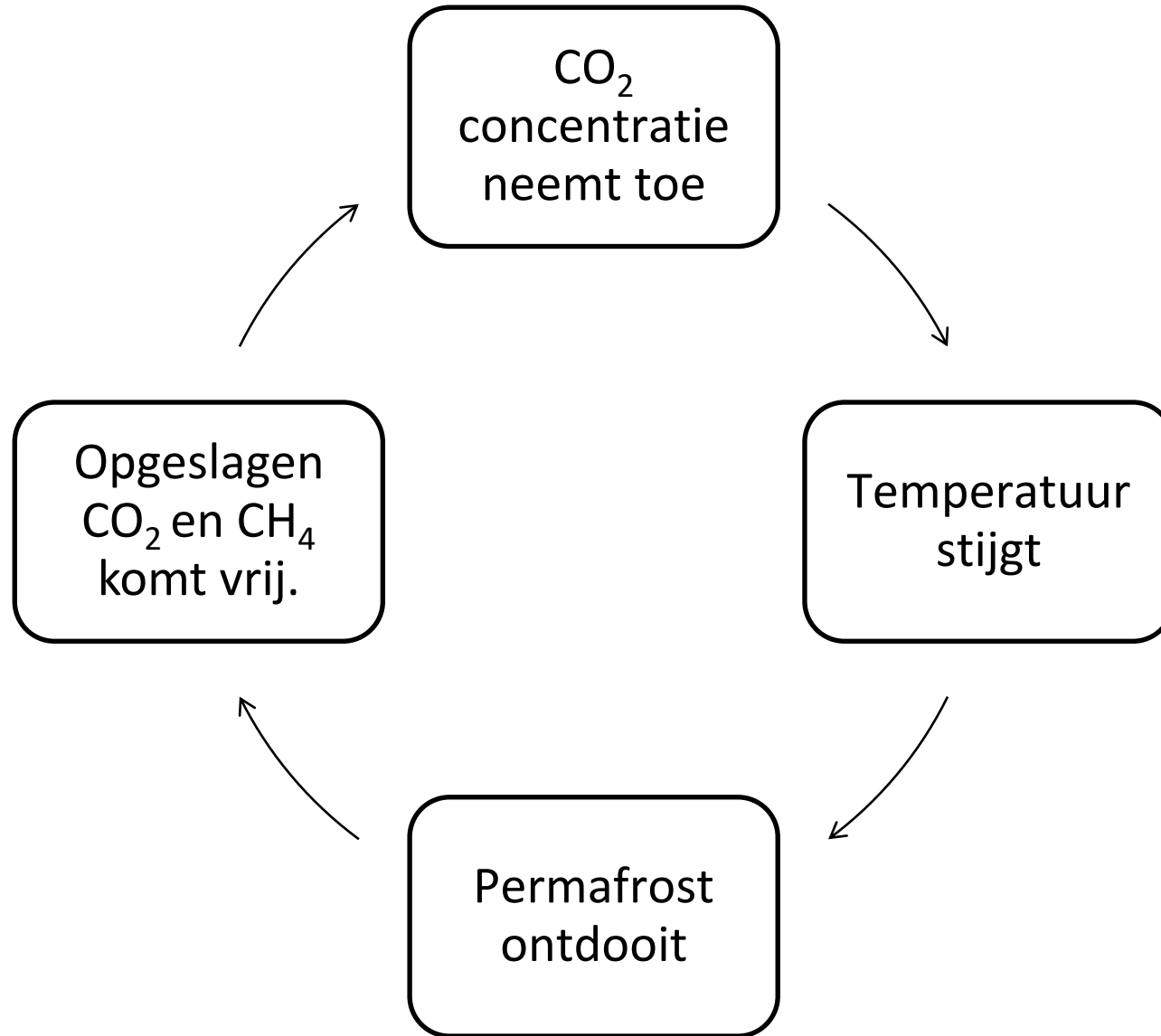
Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., ... & Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science advances*, 9(37), eadh2458.





Stein, T. (2022a, June 3). *Carbon dioxide now more than 50% higher than pre-industrial levels*. National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>





Risico's en doelen

Ben bewust van sommige risico's:

9

1. Cognitive overload
2. Doelgerichte leerling
3. Tijd en curriculum overladenheid
4. Sommige karakteristieken zijn moeilijker

6

“I felt was more like geography than chemistry to be 100% honest, ‘cause it was more about the increasing jobs and environmental impact. It’s not how I picture chemistry.”

“Some of these students are frustrated by STELLA [computerprogramma] and complain that simple problems are made overly complicated by modeling.”

1 : Pazicni, S., & Flynn, A. B. (2019). Systems thinking in chemistry education: Theoretical challenges and opportunities. *Journal of chemical education*, 96(12), 2752-2763.

2 + citaat 1: Schultz, M., Chan, D., Eaton, A. C., Ferguson, J. P., Houghton, R., Ramdzan, A., Taylor, O., Vu, H. H. and Delaney, S. (2022) Using Systems Maps to Visualize Chemistry Processes: Practitioner and Student Insights, *Education Sciences*, vol. 12, no. 9, pp. 596, doi: 10.3390/educsci12090596

3: Delaney, S., Ferguson, J. P., & Schultz, M. (2021). Exploring opportunities to incorporate systems thinking into secondary and tertiary chemistry education through practitioner perspectives. *International Journal of Science Education*, 43(16), 2618-2639.

Citaat 2: Mandinach, E. B., & Cline, H. F. (1993). Systems, science, and schools. *System Dynamics Review*, 9(2), 195-206

Welk doel heb je?

8

1. Dat leerlingen diep en betekenis vol leren.
2. Dat leerlingen de relevantie van scheikunde inzien.
3. Dat leerlingen complexe problemen kunnen oplossen.
4. Dat leerlingen duurzamere beslissingen maken.

1 & 2: Bruce, K., Reyes, K. M., & Shetranjiwalla, S. (2023). Connecting the periodic table to the planet with systems, life cycle and circularity thinking. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 32, 101018.

2 & 4: Talanquer, V. (2019). Some insights into assessing chemical systems thinking. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2918-2925.

1 t/m 3: Constable, D. J., Jiménez-González, C., & Matlin, S. A. (2019). Navigating complexity using systems thinking in chemistry, with implications for chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2689-2699.



Een lessenserie

*Leerlingen de relevantie van scheikunde
binnen duurzaamheidsvraagstukken laten
zien.*

*Hoe duurzaam is de waardeketen van PLA
voor het milieu?*

Les 0

- Introductie systeemkarakteristieken
- Systeemkarakteristieken toepassen op bekend systeem.

Les 1

- Duurzaamheidsvraagstuk introduceren
- Systeemen denken en model maken

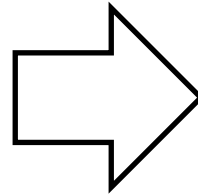
Les 2

- Totaal systeem maken
- Discussie

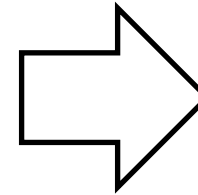
Les 0



Voorbeelden van systemen



Systeemdenken toegepast op bekend systeem



Systeemdenken toepassen op een scheikundig systeem



Voor

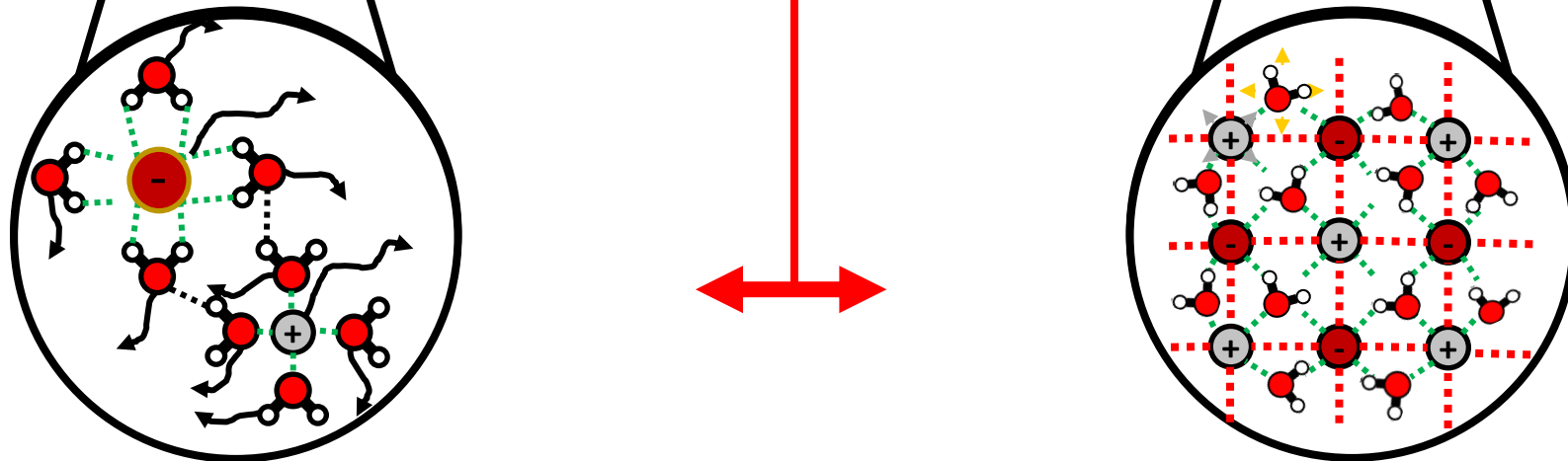
Na

Niveau 1:
Macro



Het verschil tussen situatie 1 en situatie 2 geeft dus deze warmte af. Oftewel het breken en vormen van bindingen met verschillende bindingsenergieën geeft deze warmte.

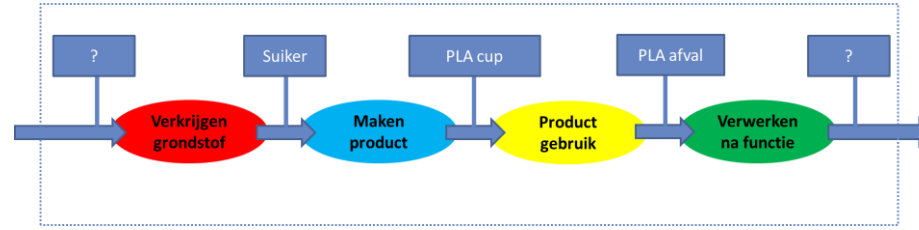
Niveau 2:
Micro



3

4

Les 1



Introductie
duurzaamheids-
vraagstuk

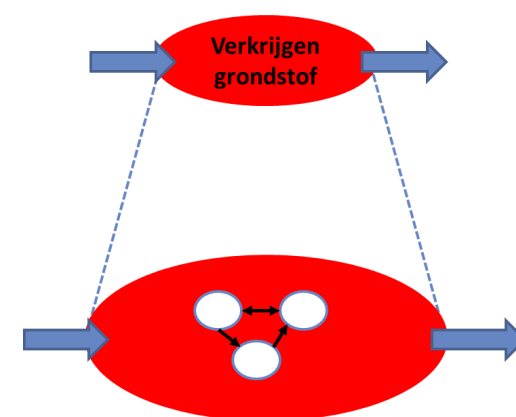
Systeemen-
denken
toepassen op
onderdeel LC

Deelsysteem
modelleren

RTLnieuws

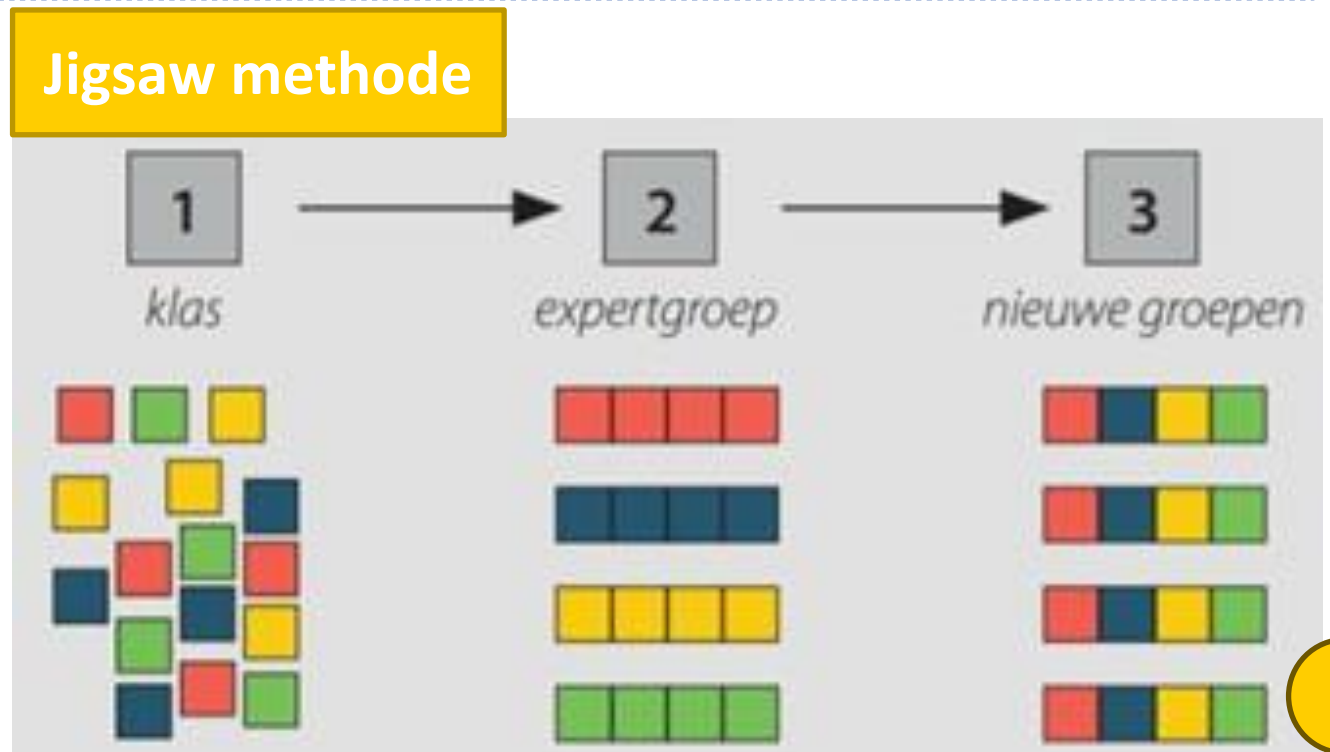
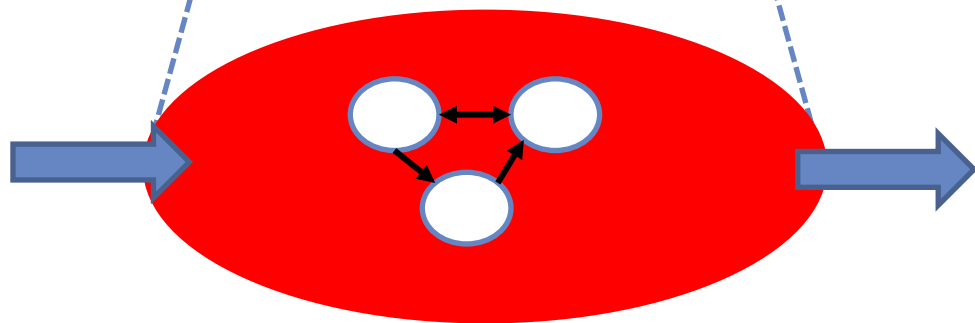
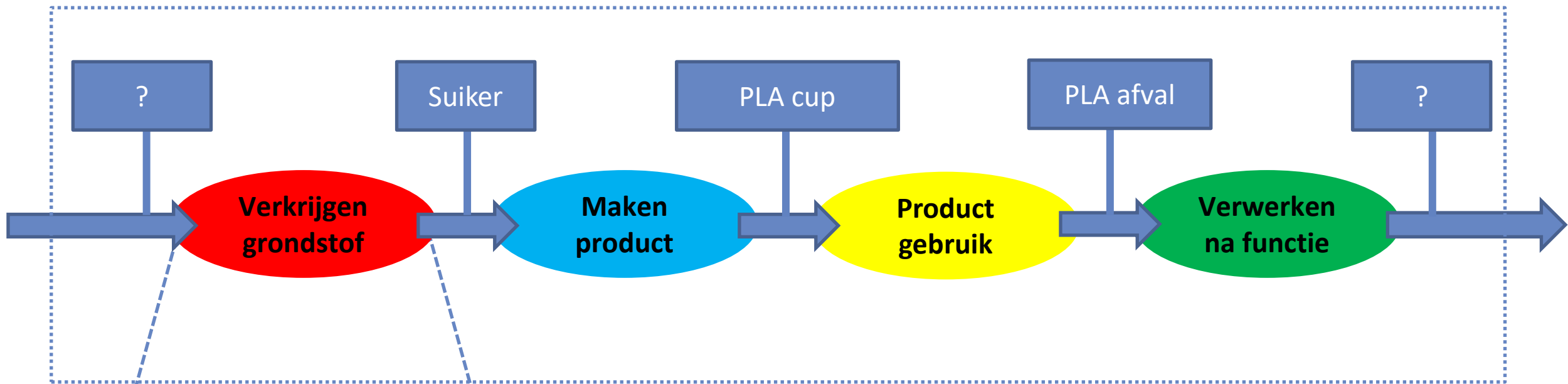
Waarom bio-afbreekbaar plastic vaak niet composteert: 'Het is een valse claim'

27 augustus 2023 09:51

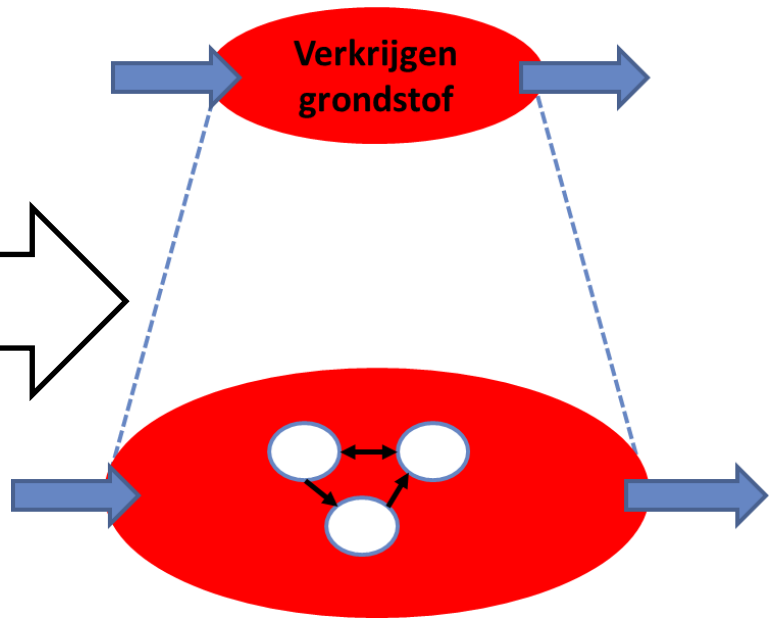
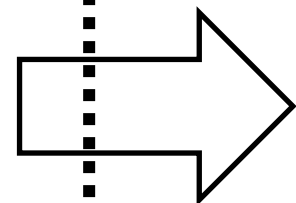
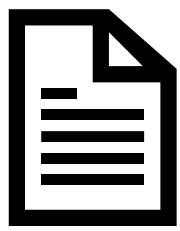
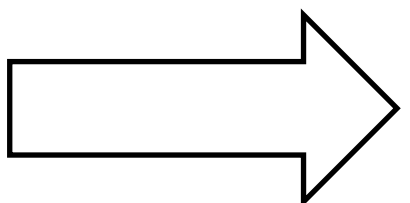
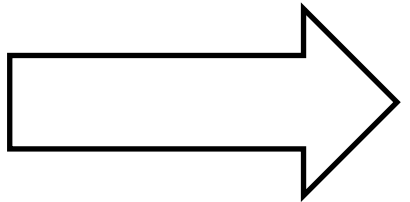
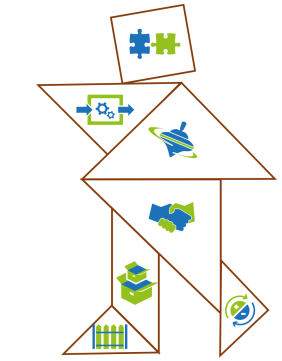
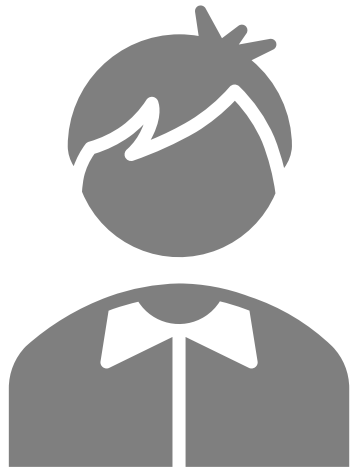


3

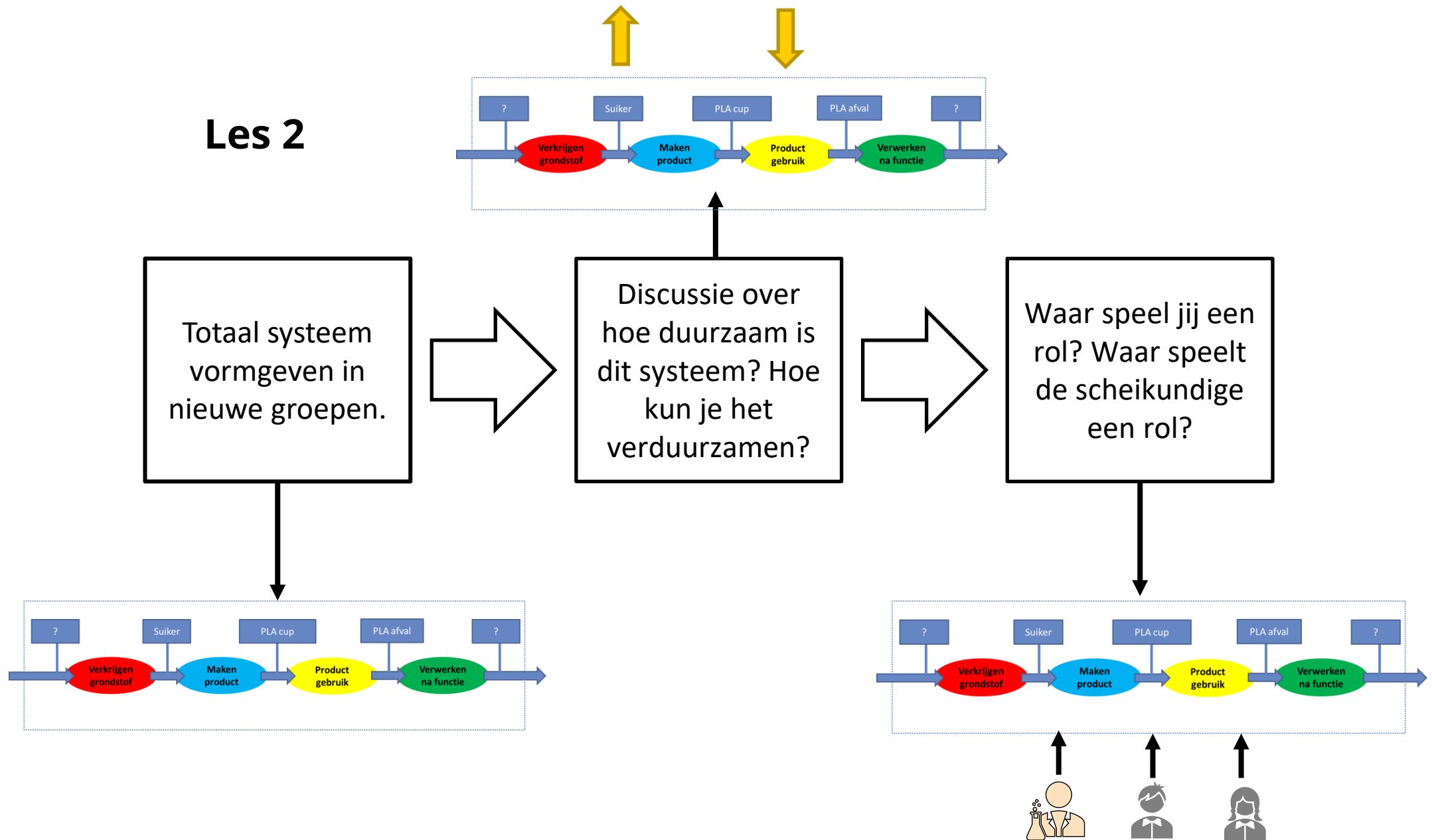
4



Groep 1



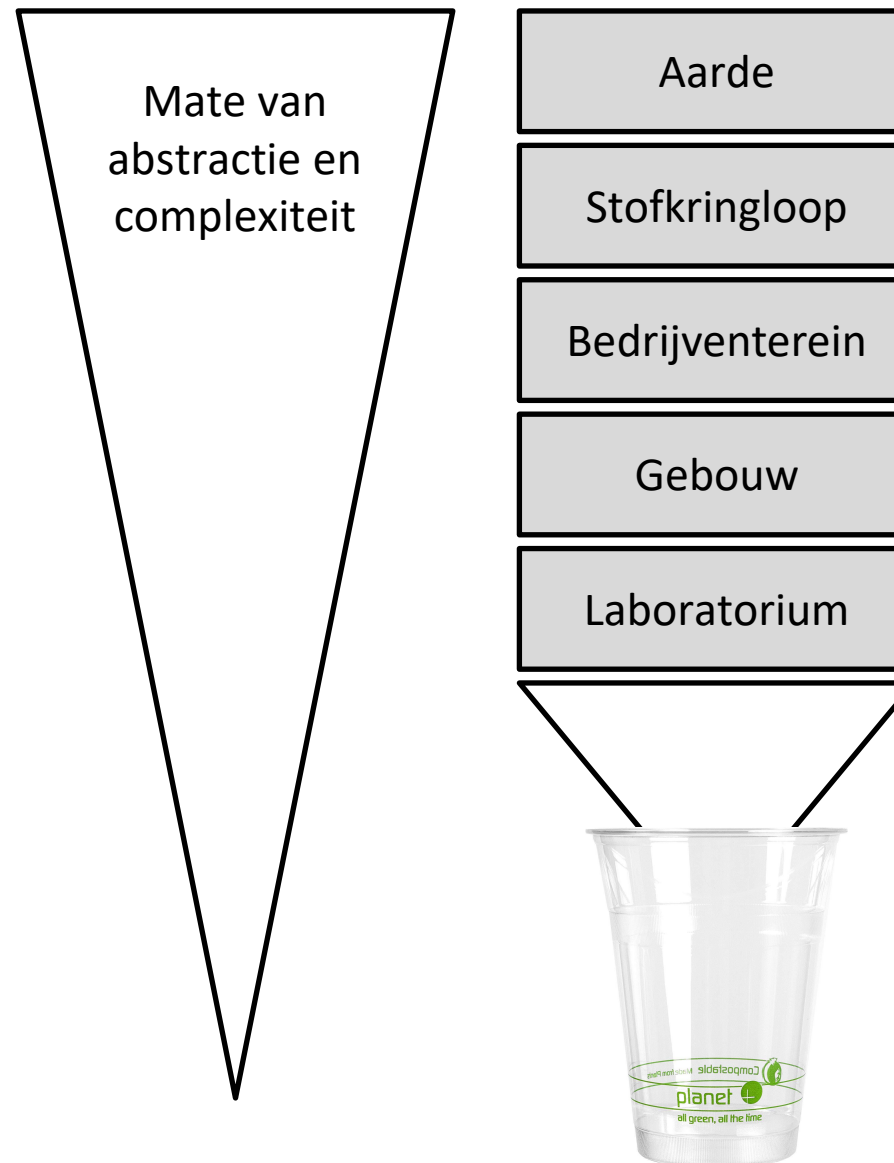
Les 2



Zelf een systeem bedenken

Welk schaalniveau?

Op welke schaalniveaus
laat je de leerlingen redeneren?



Gebaseerd op: Constable, D. J., Jiménez-González, C., & Matlin, S. A. (2019). Navigating complexity using systems thinking in chemistry, with implications for chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2689-2699.

Tümay, H. (2023). Systems Thinking in Chemistry and Chemical Education: A Framework for Meaningful Conceptual Learning and Competence in Chemistry. *Journal of Chemical Education*.

Welk systeem, met welk vraagstuk kies je en waarom?

Waar komt PFAS terecht?



Stelsel 1

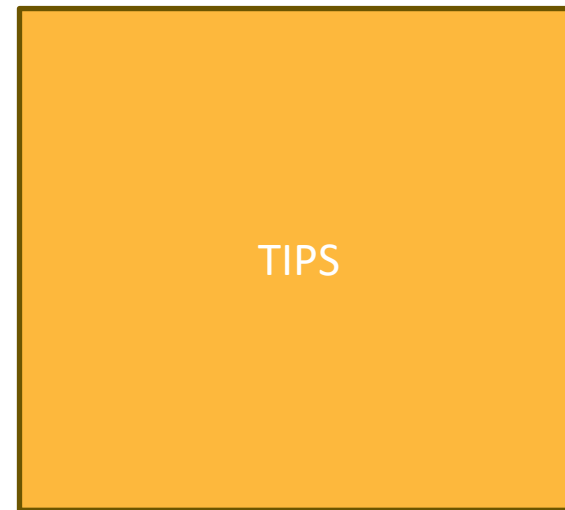
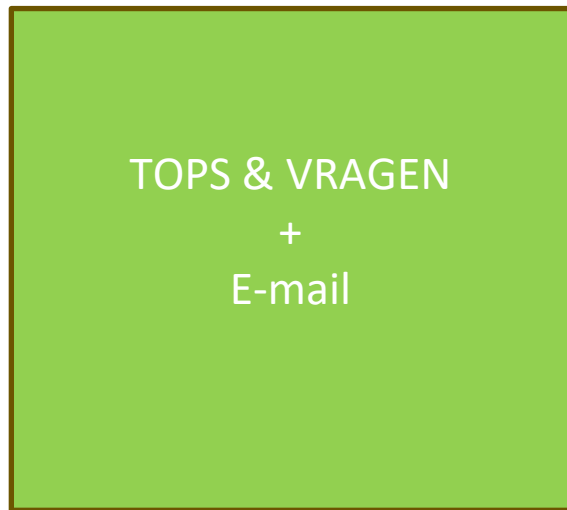
Welk systeem en welke vraag?

Waarom (met welk doel)?

(Hoe zouden jullie dit in de les aanpakken?

Wat zijn de belangrijkste "heuristieken"
volgens jullie?)

Vragen? Tip en een Top!
Wil je op de hoogte blijven... schrijf je e-mail
adres op.





**Universiteit
Utrecht**

Sharing science,
shaping tomorrow