



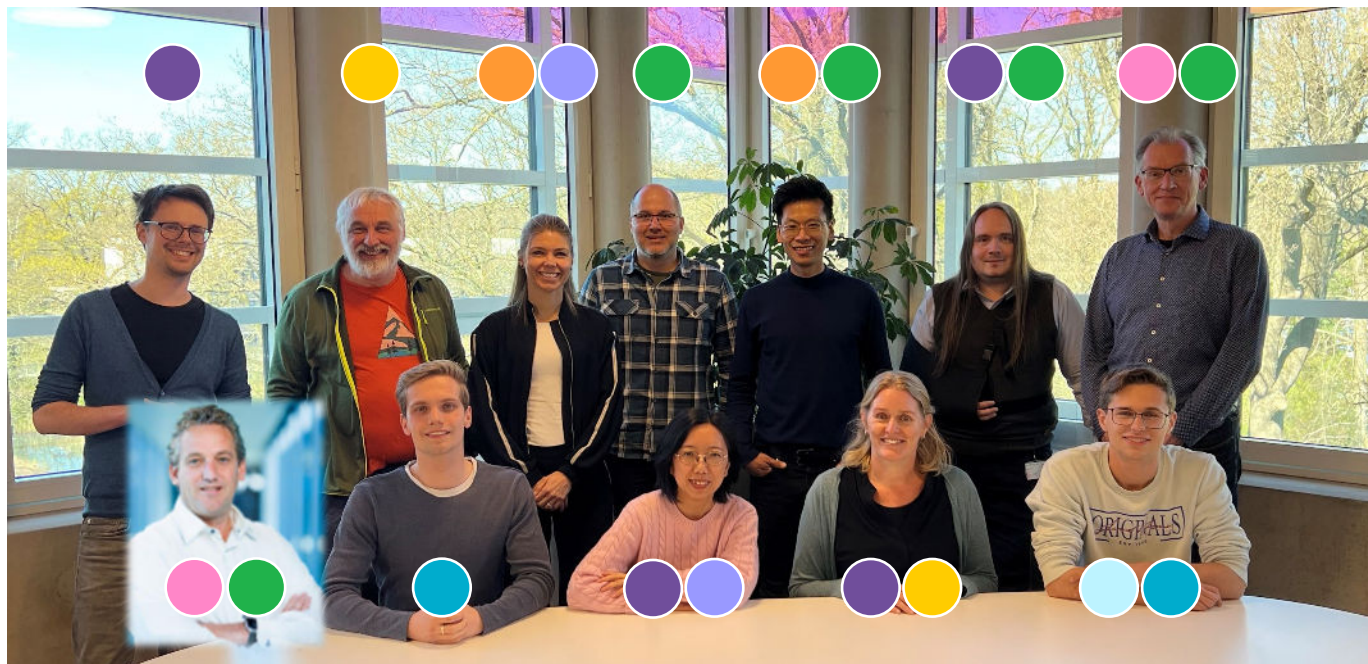
# STEEMDENKEN EN NOBELE CHEMIE: CHEMIEONDERWIJS VOOR EEN BETERE WERELD

Masterclass CLEAR: Chemistry Learning for Environmental Action & Responsibility

Leonie Krab (opleidingsdirecteur Scheikundige Technologie/CSE)

Met Ramon Kroes, Jéré van Lente en Talitha Visser

# HET CLEAR TEAM



*Arnoud Onnink,  
Herbert Wormeester,  
**Talitha Visser**,  
Arturo Susarrey Arce,  
Albert Wong,  
**Jéré van Lente**,  
André ten Elshof;  
Nieck Benes,  
**Ramon Kroes**,  
Linlin Pei,  
**Leonie Krab**,  
Jip Hoogland  
**Vet: vandaag aanwezig***

● Student

● Opleidingsdirecteur

● Learning Assistant

● Vaardighedendocent

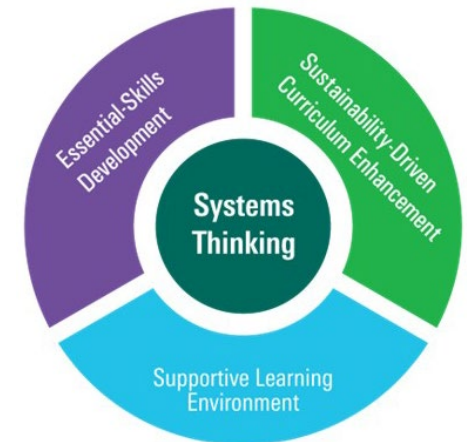
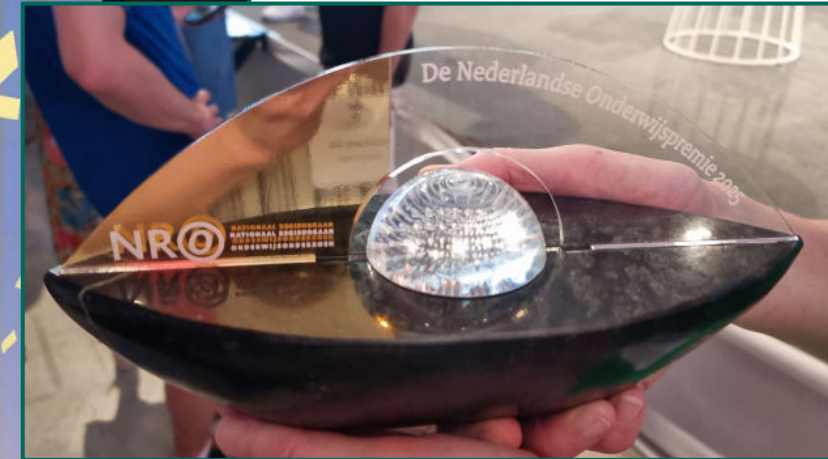
● Outreach VO

● Onderwijskundige /  
lerarenopleider

● Docent systeemdenken  
en duurzame chemie

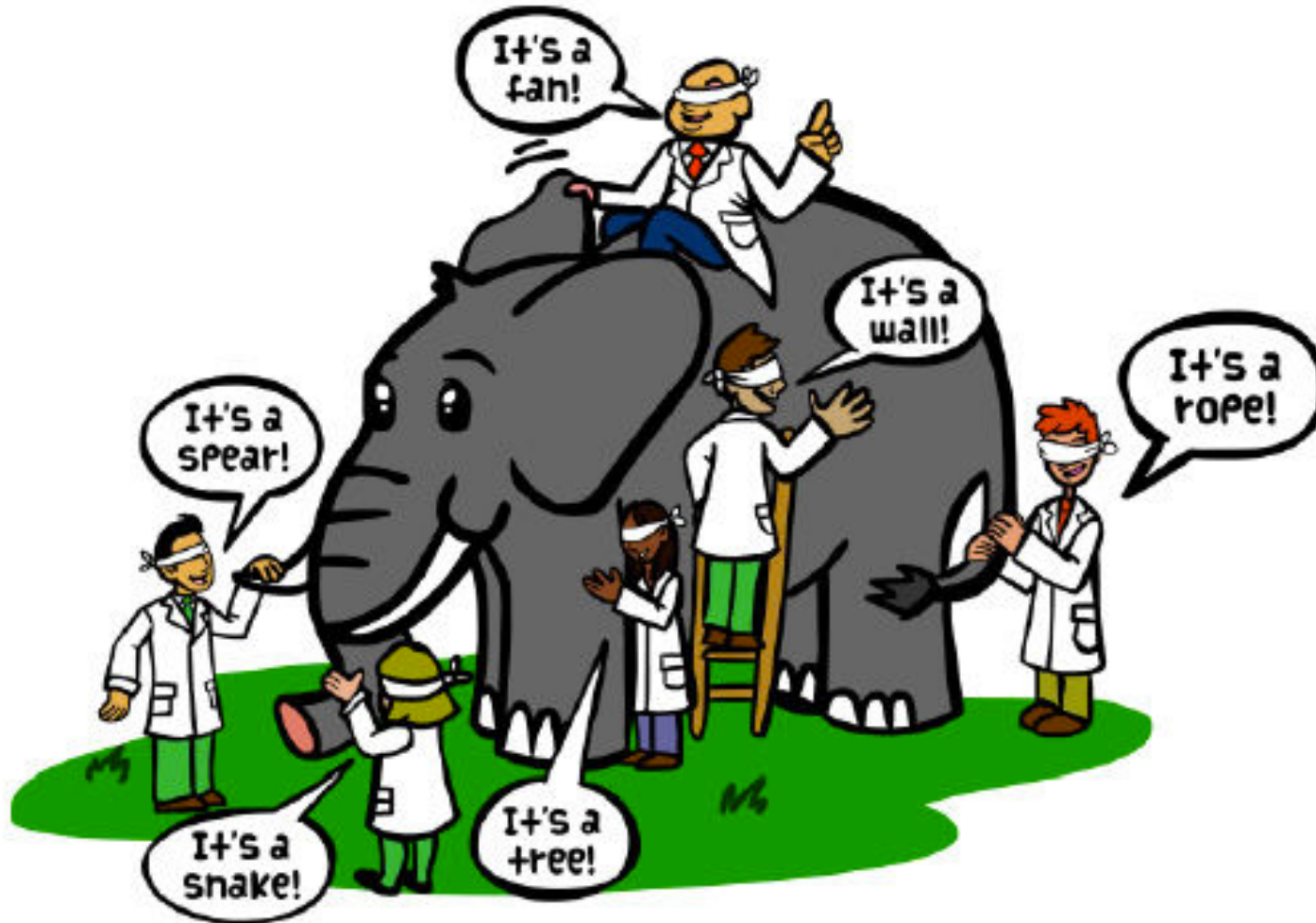
● Hoogleraar en (vm.)  
vice-decaan Onderwijs

# WINNAAR NEDERLANDSE ONDERWIJSPREMIE 2025



UNIVERSITY  
OF TWENTE.

# WAT IS CLEAR? WAT IS SYSTEEMDENKEN?



**CLEAR** project:  
Chemistry  
Learning for  
Environmental  
Action and  
Responsibility



UNIVERSITY  
OF TWENTE.

# HOE DOEN WE DIT?



Systems  
Thinking

**Systeemdenken:**  
de competentie om  
complexe systemen te  
interpreteren

# UW **CLEAR** ERVARING VANDAAG



We willen je laten ervaren hoe je met **systemdenken** tot betere oplossingen komt.

- In deze korte workshop kun je CLEAR “proeven”
- **Hergebruik van voedselresten** als voorbeeld.



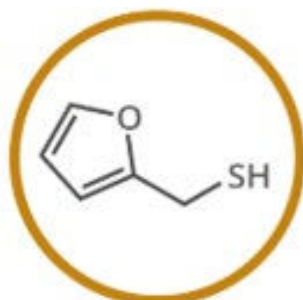
# LATEN WE HET HEBBEN OVER KOFFIE



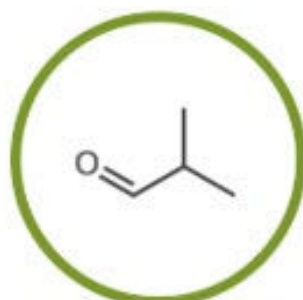
Heb je enig idee hoeveel koffiedrab we in NL weggooien per jaar?

- a. 2.500 ton/ jaar ( $\text{CO}_2$ -equivalent: 850 passagiers AMS-JFK)
- b. 25.000 ton/ jaar ( $\text{CO}_2$ -equivalent: 8.500 passagiers AMS-JFK)
- c. 250.000 ton/ jaar ( $\text{CO}_2$ -equivalent: 85.000 passagiers AMS-JFK)

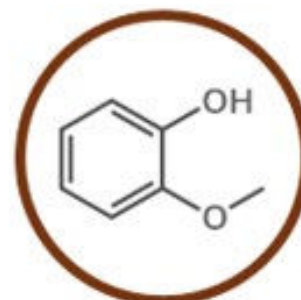
# FEITENFEEST



**2-FURFURYLTHIOL**  
roasted (coffee)



**METHYLPROPANAL**  
floral, spicy

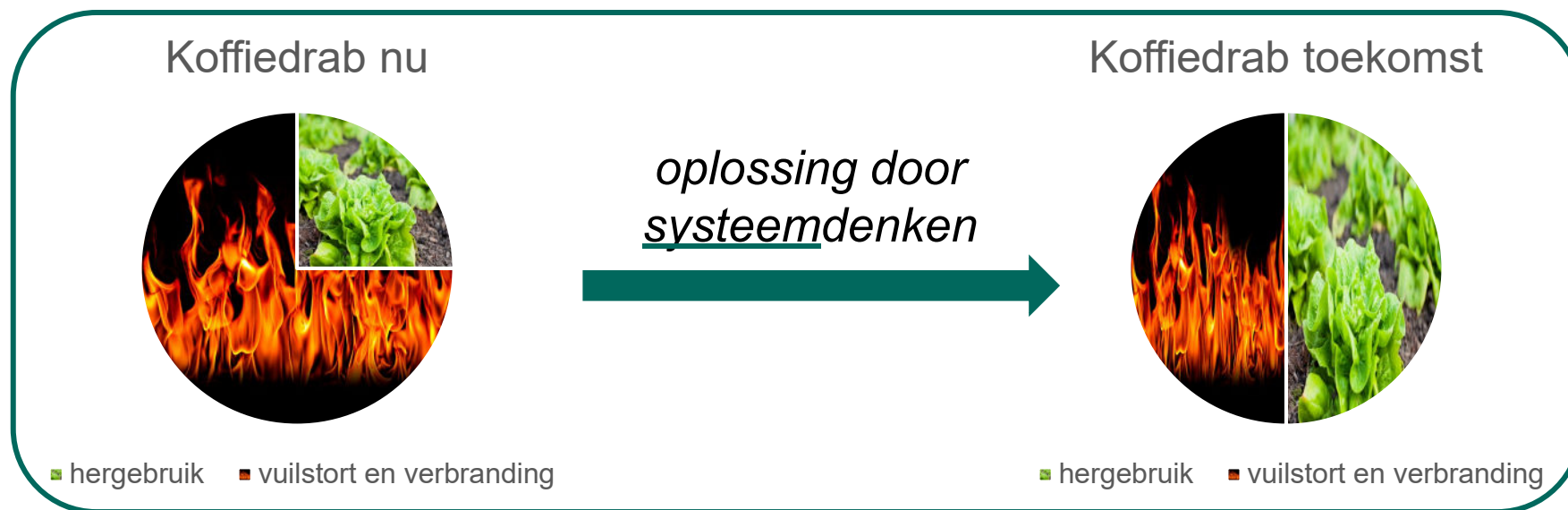


**GUAIACOL**  
smoky, spicy



Koffie bestaat uit honderden chemische componenten die het zijn karakteristieke geur en smaak geven (“aroma”)

# KANSEN MET KOFFIEDRAB



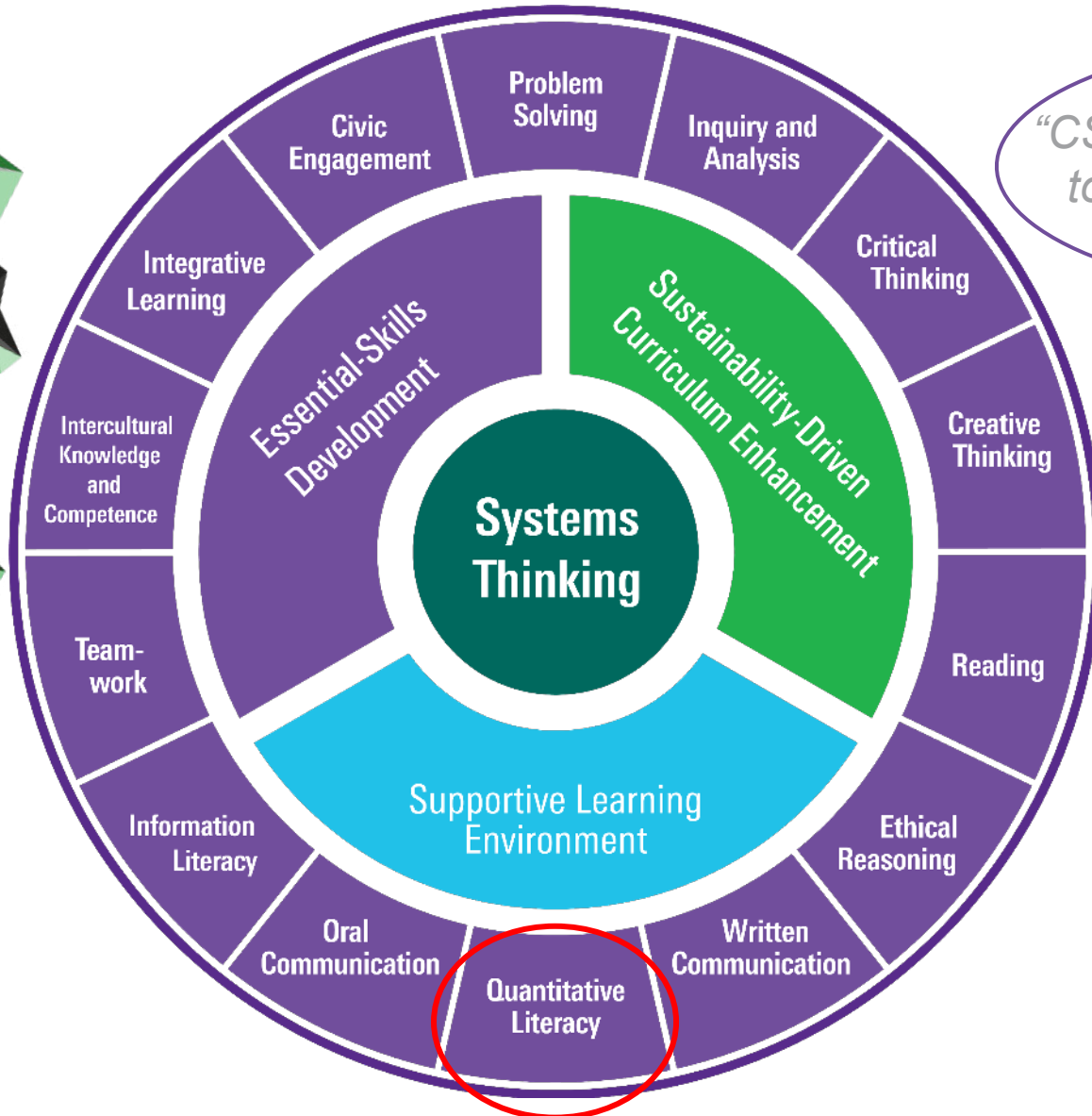
Laten we een doel stellen:  
Binnen drie jaar percentage koffiedrab dat wordt  
hergebruikt verdubbelen

# LATEN WE GAAN **SYSTEEMDENKEN!**

- Zie individuele instructies



# ESSENTIËLE VAARDIGHEDEN VOOR SYSTEEMDENKEN

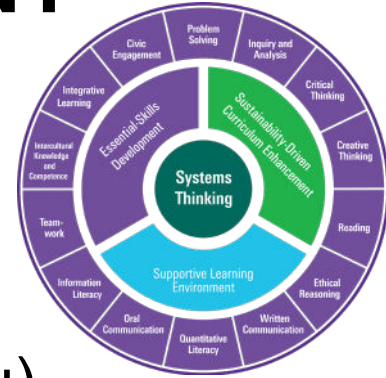


*"CSE should definitely continue to offer **skills development** to new students"*



# ESSENTIËLE VAARDIGHEDEN VOOR SYSTEEMDENKEN: HOE VERTALEN WE ERVARINGEN NAAR LEREN?

- Gebruik van *rubrics*, per vaardigheid
- Zelfbeoordeling, met een reflectie
- Feedback van docent
- Voorbeeld: Kwantitatieve vaardigheden (~ vertaald naar VWO-niveau)



| <u>Kwantitatieve vdh</u>  | Beginner/ 3VWO<br>1 | Ontw./Eind 4VWO<br>2 | Ontw./Eind 5VWO<br>3 | Expert/Eind 6VWO<br>4 |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Interpretatie</i>      |                     |                      |                      |                       |
| <i>Representatie</i>      |                     |                      |                      |                       |
| <i>Berekenen</i>          |                     |                      |                      |                       |
| <i>Toepassing/analyse</i> |                     |                      |                      |                       |
| <b>Aannames</b>           |                     |                      |                      |                       |
| <i>Communicatie</i>       |                     |                      |                      |                       |

Ik ben niet bewust  
 bezig met mijn  
 aannames.

☐

Ik probeer mijn  
 aannames op te  
 schrijven.

☒

Ik beschrijf mijn  
 aannames  
 expliciet en  
 concreet.

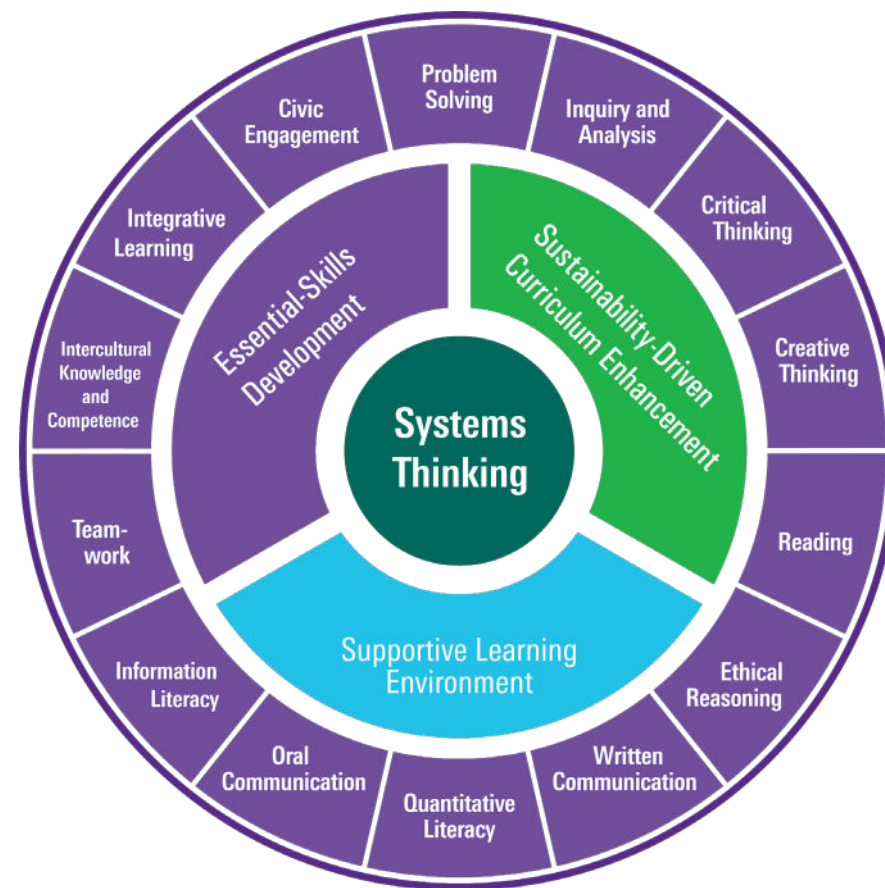
☐

Ik beschrijf mijn aannames  
 expliciet en concreet, en ik  
 verantwoord deze aannames.

☐

# SYSTEEMDENKEN EN AANPAK

- Uitdaging: complexe problemen
- Systeemdenken nodig, maar hoe?
- Aanpak met drie pilaren werkt
- Leidt tot attitudeverandering → betere oplossingen
- Relevant!
- Dit kan ook in jullie schoolvak!



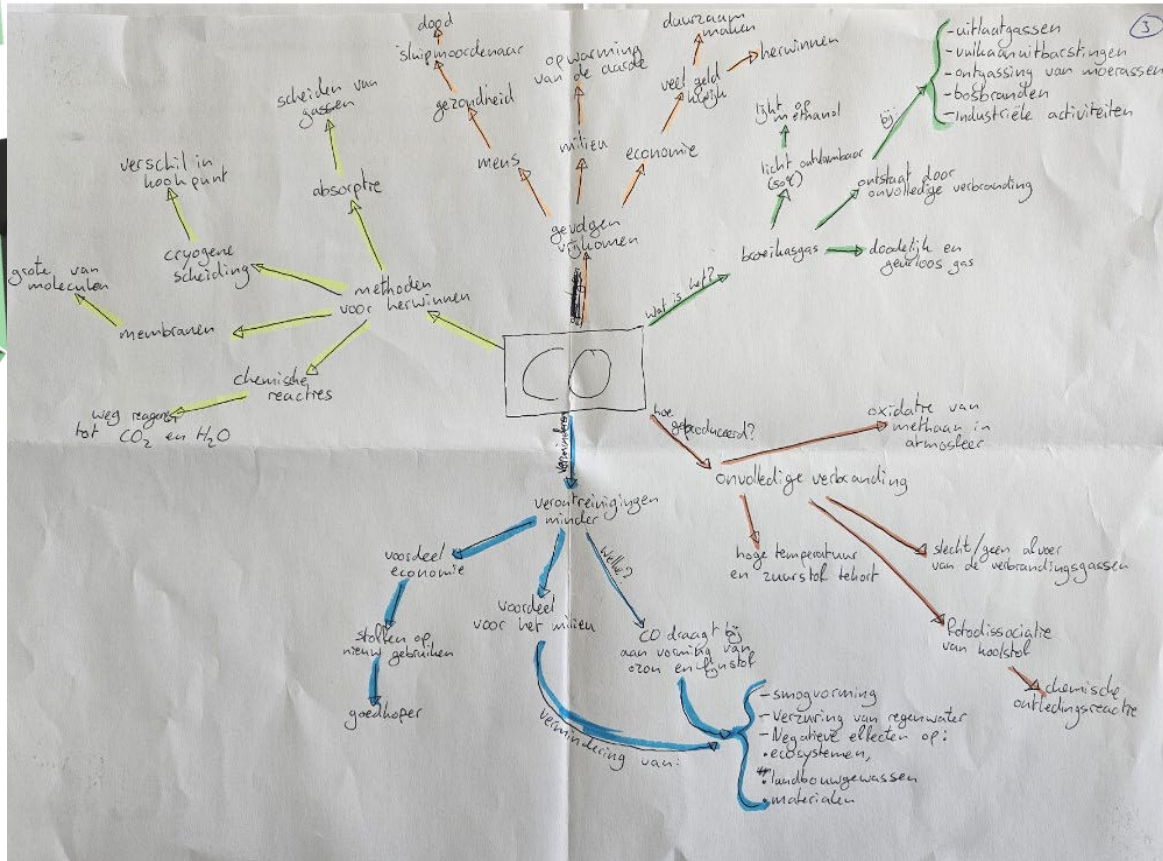
# Lieke Pieters

## Module: Conceptueel modelleren voor circulariteit

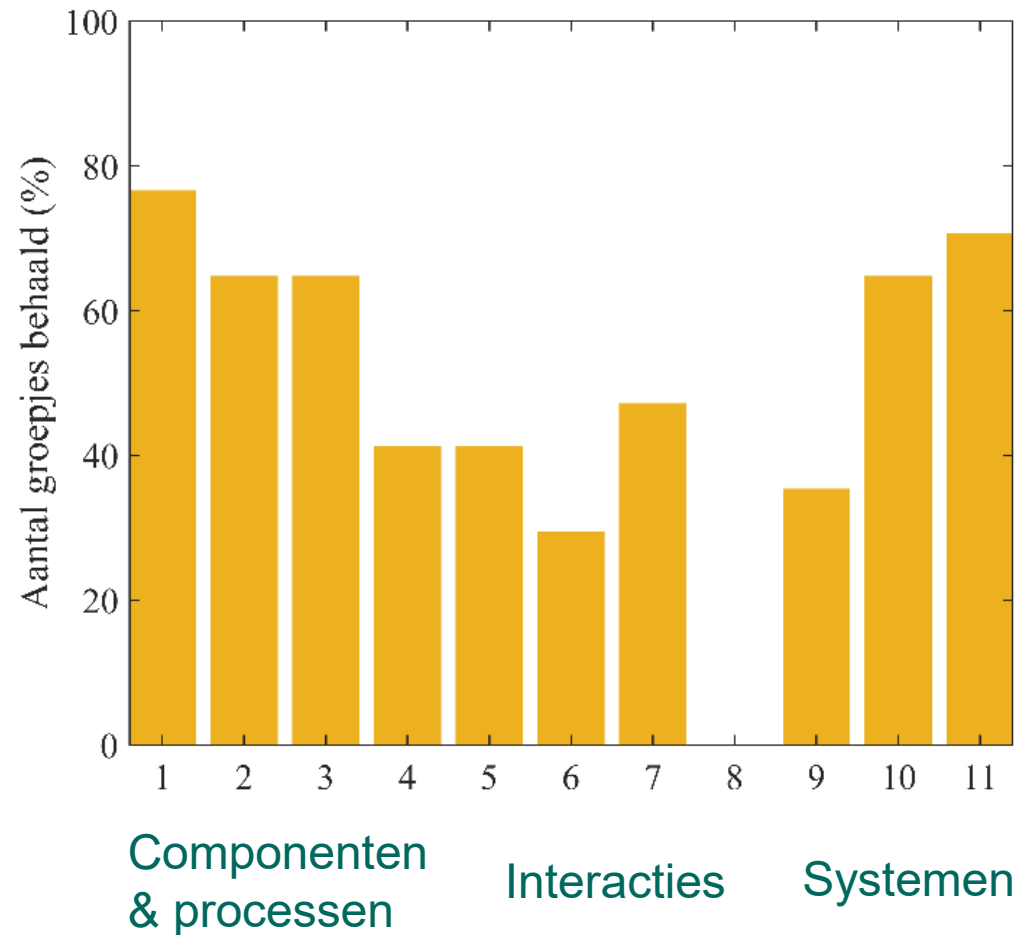
| Les | Systemen                                   | Doel                                                                                                                                                                                     |
|-----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | -                                          | ReCoVR project leren kennen en circulariteit omschrijven.<br><i>geen duidelijke verbanden<br/>↓<br/>oplossing hier niet op baseren</i>                                                   |
| 2   | Methaanuitstoot door afvalbelten           | Conceptueel model opstellen d.m.v. systeemonderdelen te visualiseren en verbinden<br><br>Inzicht krijgen in de oorzaak achter methaanuitstoot door afvalbelten en oplossingen aandragen. |
| 3   | CO <sub>2</sub> , eiwitten of schoon water | Conceptueel model opstellen d.m.v. systeemonderdelen te visualiseren en verbinden<br><br>Inzicht krijgen in de oorzaak achter de niet circulaire stofstroom van de onderzochte stof.     |



# SYSTEEMDENKEN MET JE LEERLINGEN



# RESULTATEN – SYSTEEMDENKVAARDIGHEDEN OP ZES VWO-SCHOLEN



1. Identificeer componenten
2. Organiseer componenten
3. Herken organisatieniveaus
4. Denk heen en weer tussen niveaus

5. Herken verbindingen

6. Herken gedragsveranderingen over tijd
7. Leg uit en voorspel systeemgedrag over tijd
8. Voorspel hoe variabelen elkaar beïnvloeden

9. Herken emergentie

10. Herken menselijke invloeden op het systeem
11. Bijdrage systeem aan groter systeem



# STEEMDENKEN EN NOBELE CHEMIE: CHEMIEONDERWIJS VOOR EEN BETERE WERELD

Masterclass CLEAR: Chemistry Learning for Environmental Action & Responsibility

Leonie Krab (opleidingsdirecteur Scheikundige Technologie/CSE)  
[leonie.krab@utwente.nl](mailto:leonie.krab@utwente.nl); [t.c.visser@utwente.nl](mailto:t.c.visser@utwente.nl)

Met Ramon Kroes, Jéré van Lente en Talitha Visser