



HOLY SHIT

VOOR BOEREN EN BOUWERS

beleidsmakers, projectontwikkelaars, burgers en studenten

SYMPOSIUM OVER DE MOEDER ALLER KRINGLOPEN
(NAAST DE KOOLSTOFKRINGLOOP):

DE NUTRIËNTEN KRINGLOOP



biosintrum

DOEKE VAN WIEREN



CHRIS SCHOTT





Kringloop sluiten met mensenmest: Essentieel voor gezond voedsel

Dr. ir. Chris Schott

Holy Shit - 07 Mei 2025

Planten hebben meer nodig dan CO₂ en H₂O

N	P	K	Mg
Ca	S	Fe	Mn
Zn	Ni	Cl	Mo
	B	Cu	

14



23 Belangrijke voedingsstoffen voor een gezonde bevolking

N	P	K	Mg	+	Co	Na	Se	I
Ca	S	Fe	Mn		Cr	V	Sn	As
Zn	Ni	Cl	Mo		F			
	B	Cu						

14



23₍₁₄₊₉₎



23 Belangrijke voedingsstoffen voor een gezonde bevolking

N	P	K	Mg	+	Co	Na	Se	I
Ca	S	Fe	Mn		Cr	V	Sn	As
Zn	Ni	Cl	Mo		F			
	B	Cu						

14

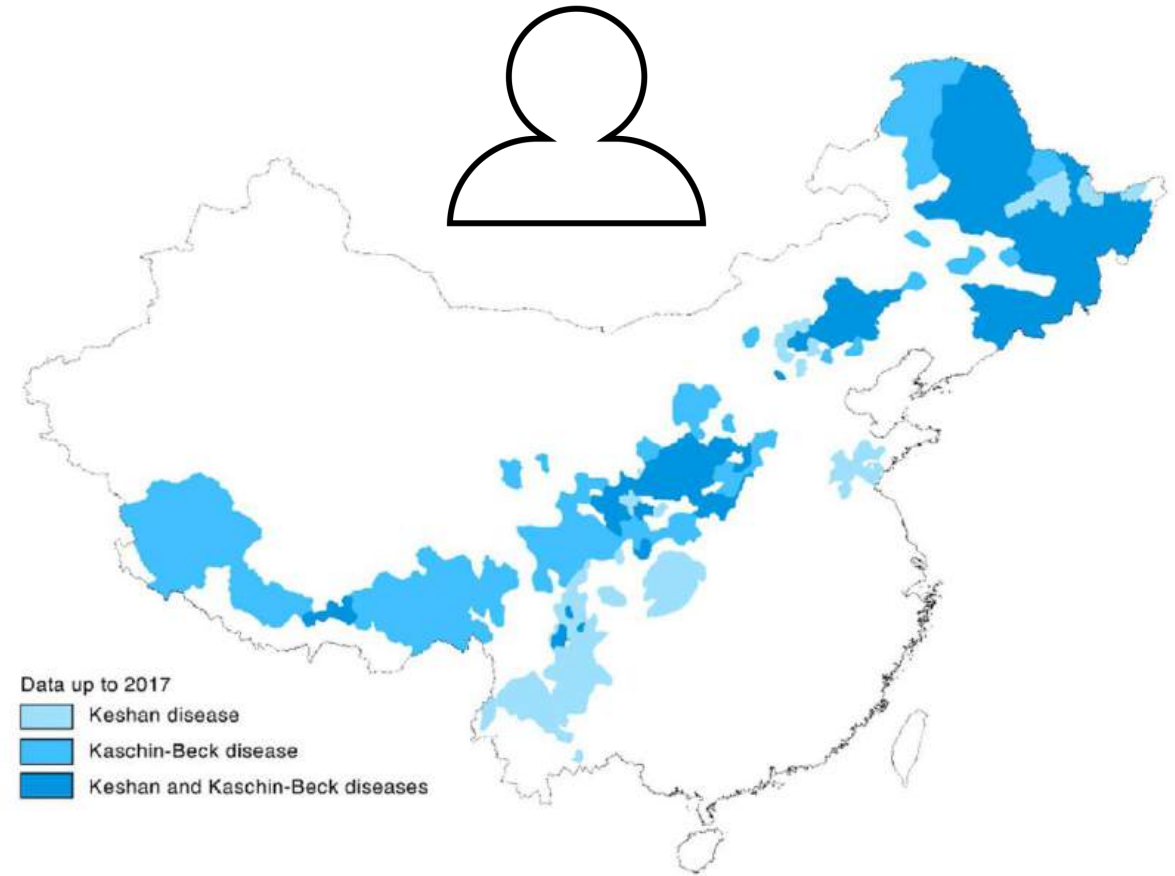
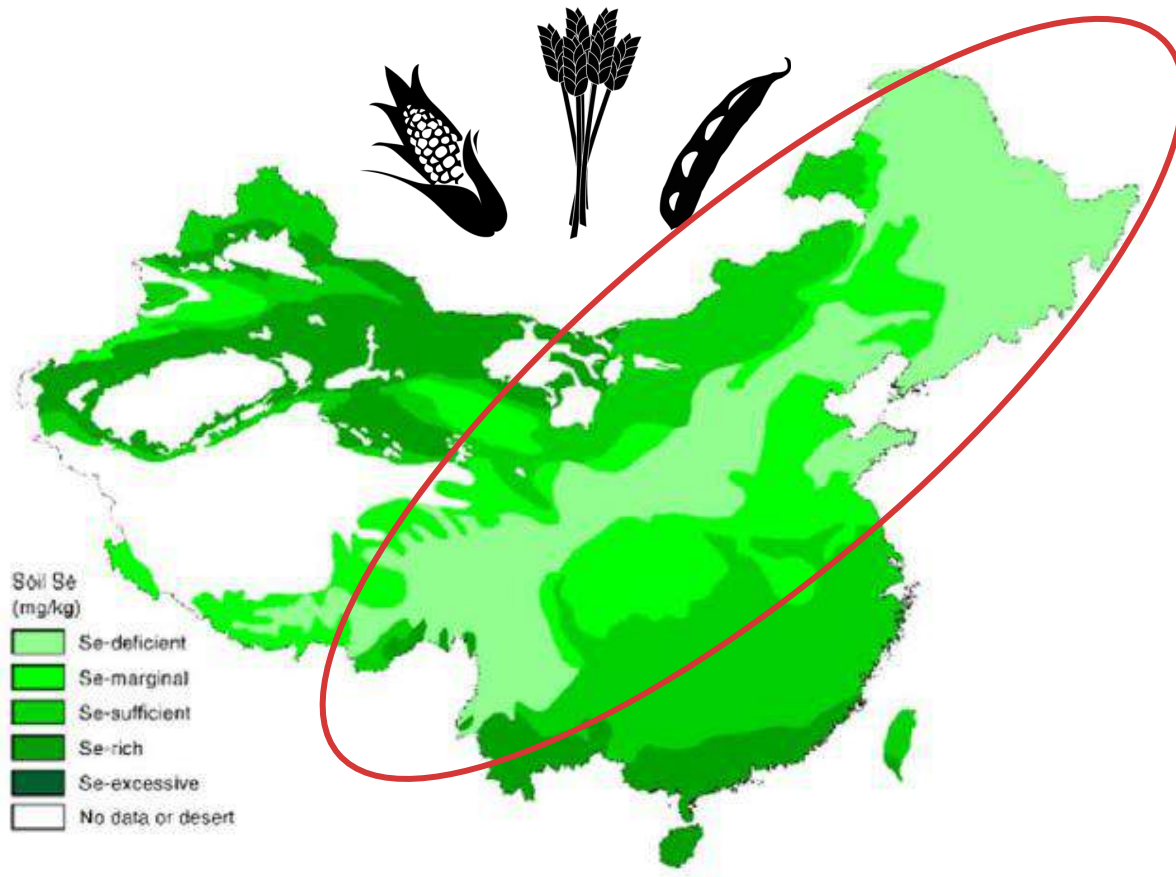


23₍₁₄₊₉₎



Verband tussen Se-tekort in bodems en Se-gerelateerde ziekten in China

Se



Source: Dinh et al. 2018

23 Belangrijke voedingsstoffen voor een gezonde bevolking

N	P	K	Mg	+	Co	Na	Se	I
Ca	S	Fe	Mn		Cr	V	Sn	As
Zn	Ni	Cl	Mo		F			
	B	Cu						

14



23₍₁₄₊₉₎



23 Belangrijke voedingsstoffen voor een gezonde bevolking

N	P	K	Mg	+	Co	Na	Se	I
Ca	S	Fe	Mn		Cr	V	Sn	As
Zn	Ni	Cl	Mo		F			
	B	Cu						

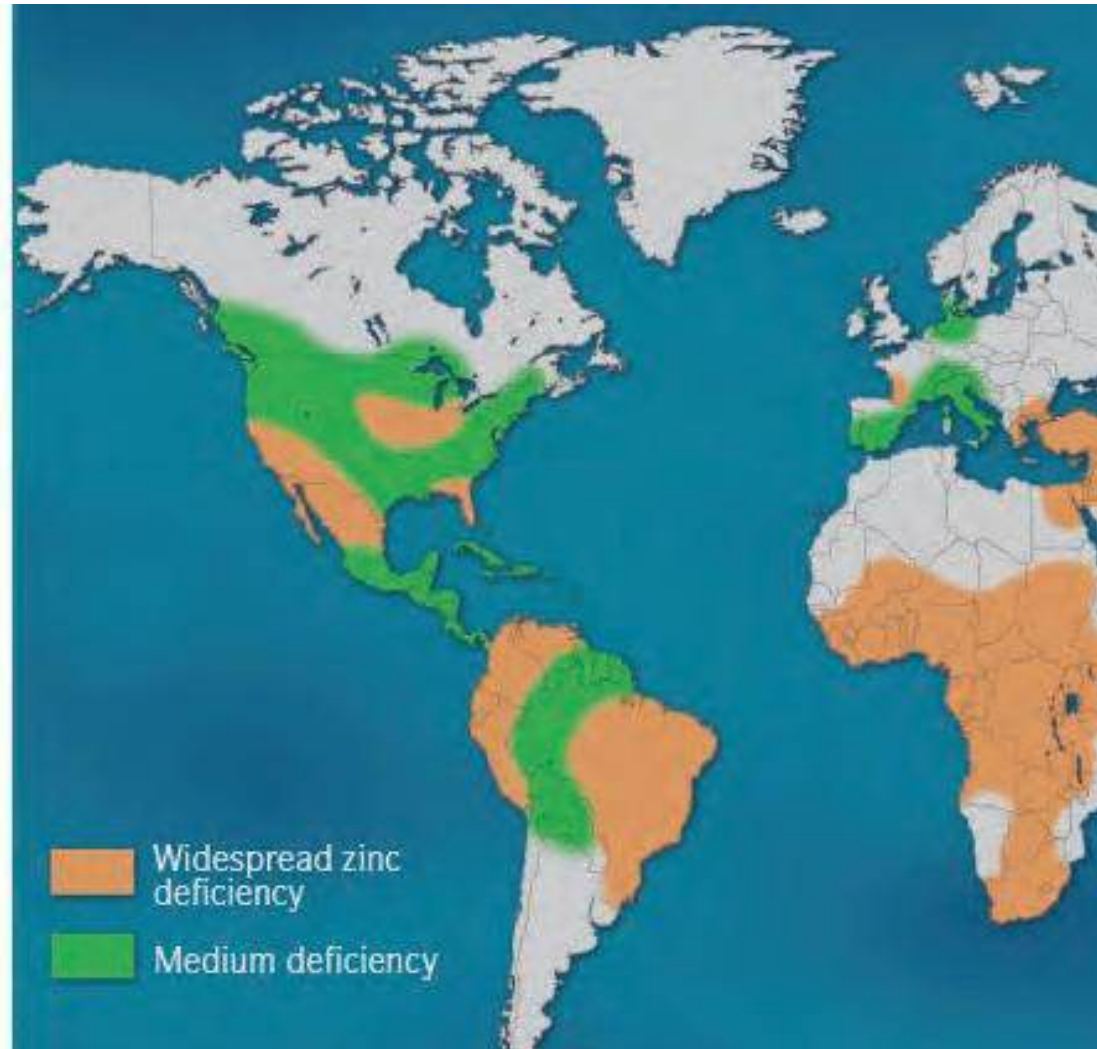
14



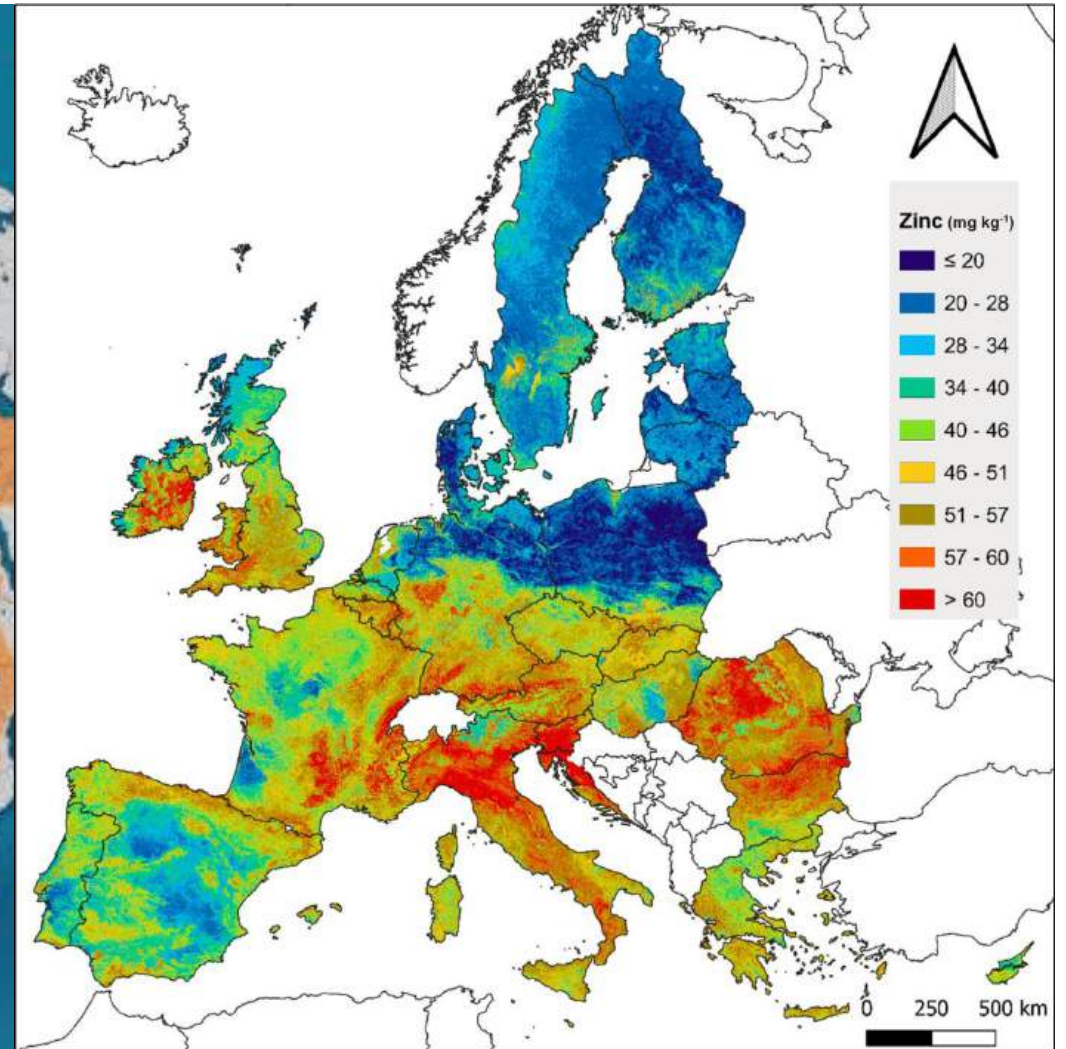
23₍₁₄₊₉₎



Zinktekorten



Source: Alloway 2004



Source: Van Eynde 2023

23 Belangrijke voedingsstoffen voor een gezonde bevolking

N	P	K	Mg	+	Co	Na	Se	I
Ca	S	Fe	Mn		Cr	V	Sn	As
Zn	Ni	Cl	Mo		F			
	B	Cu						

14



23₍₁₄₊₉₎



Schaarse elementen

N	P	K	Mg		Co	Na	Se	I
Ca	S	Fe	Mn		Cr	V	Sn	As
Zn	Ni	Cl	Mo		F			
	B	Cu						

14



23₍₁₄₊₉₎



Schaarse elementen

Reserves in jaren

	370	288	
N	P	K	Mg
Ca	S	Fe	Mn
Zn	Ni	Cl	Mo
19	B	Cu	44
	46	60	

+

		49	
Co	Na	Se	I
Cr	V	Sn	As
F			

14



23₍₁₄₊₉₎



Schaarse elementen

Reserves in jaren

	370	288	
N	P	K	Mg
Ca	S	Fe	Mn
Zn	Ni	Cl	Mo
19	B	Cu	44
	46	60	

+

		49	
Co	Na	Se	I
Cr	V	Sn	As
F			

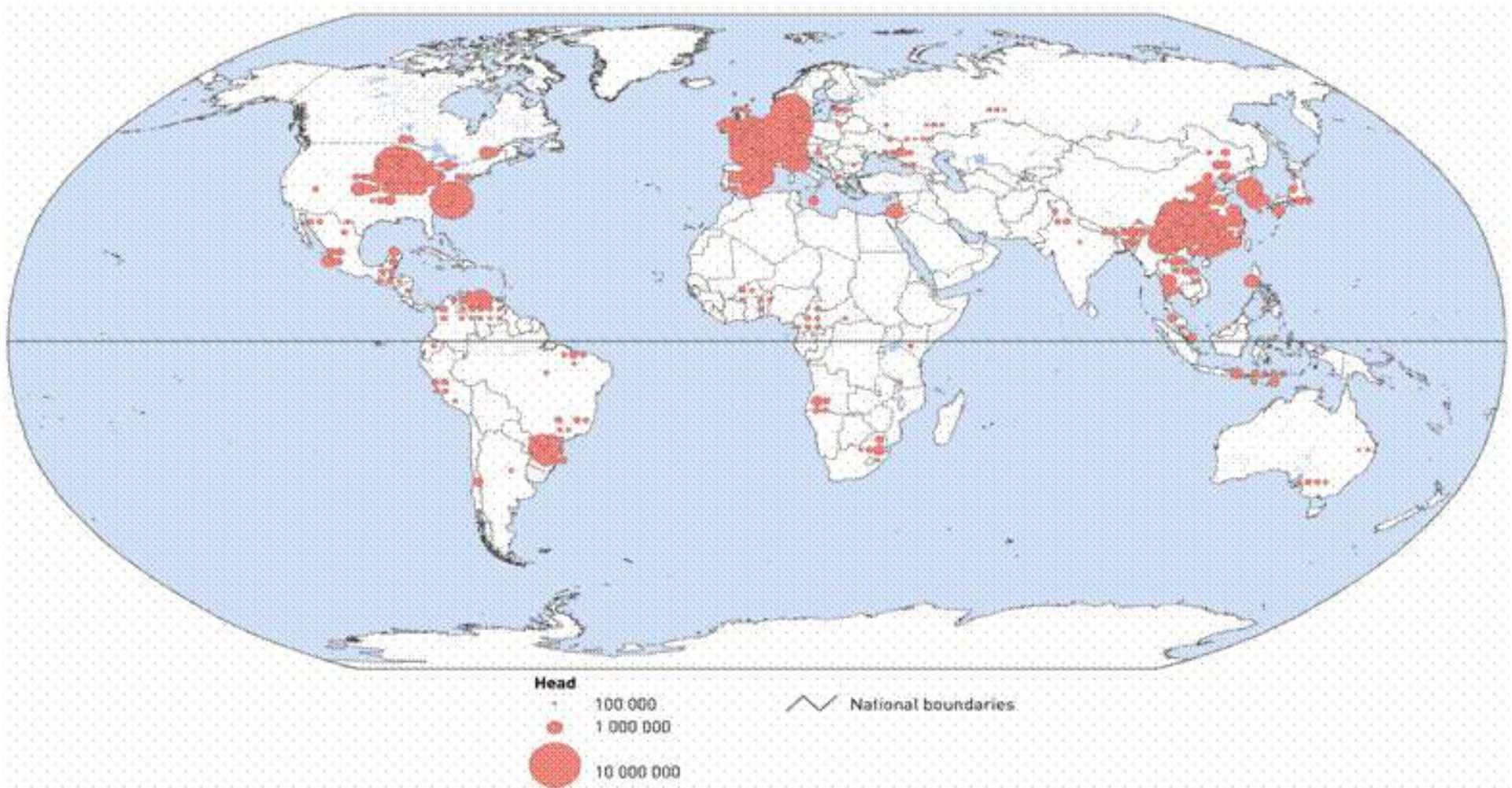
14



23₍₁₄₊₉₎

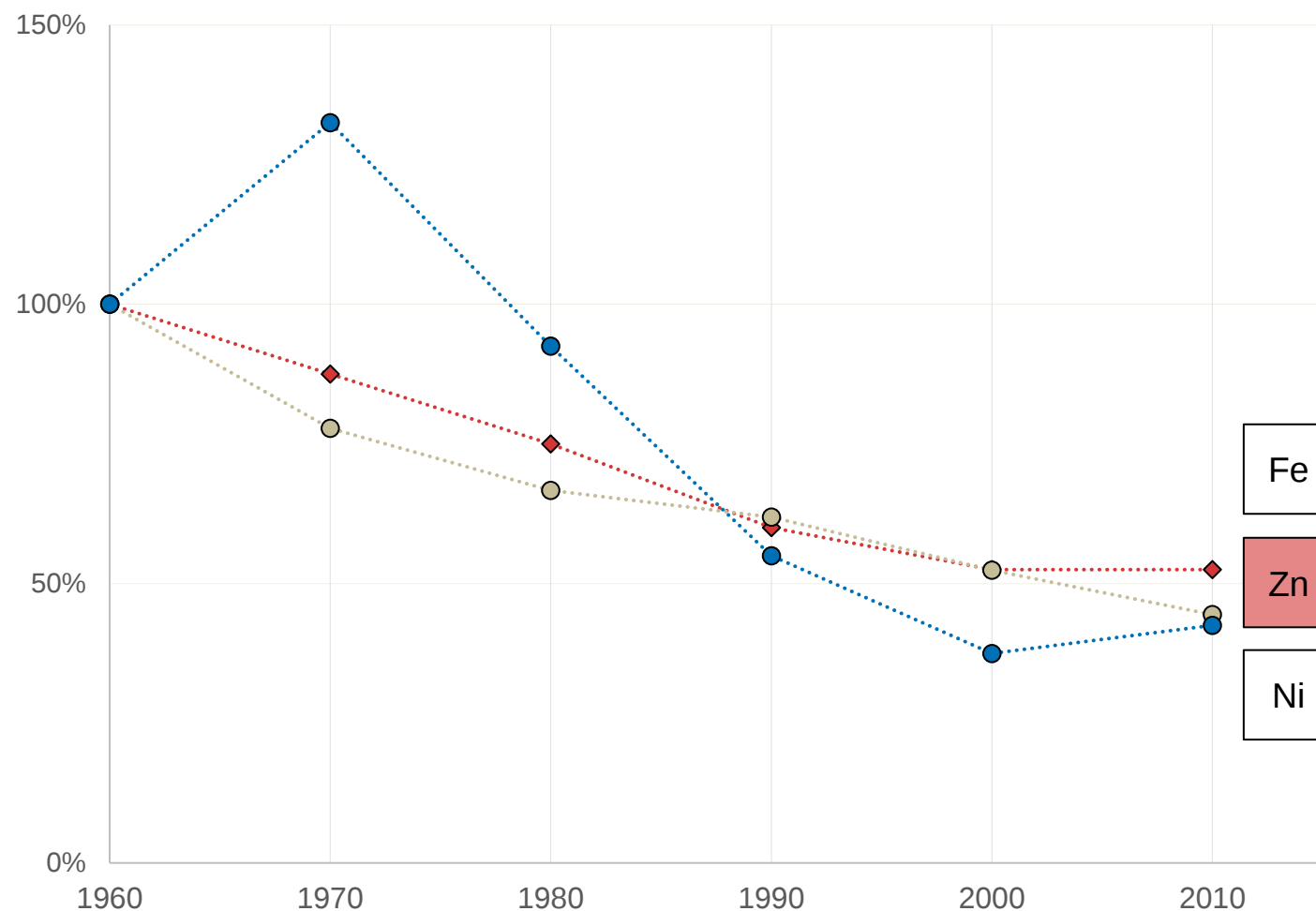


Hotspots van bevolking en vee



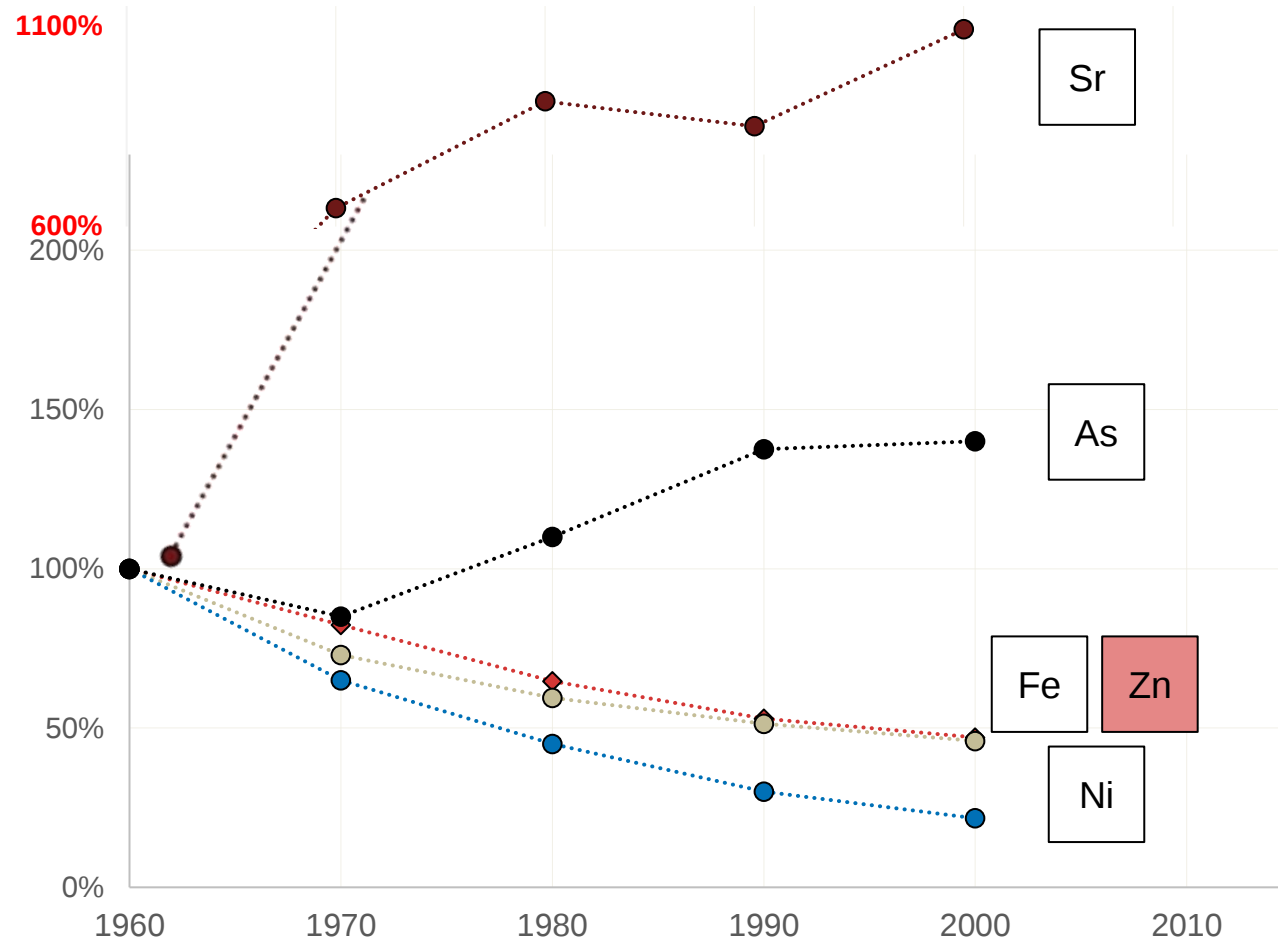
Figuur 2.3 Aantallen pluimvee en varkens per locatie (bron Steinfeld et al., 2006) Source: Mest en metropolen concept 20181224

Minder belangrijke sporenelementen in granen



Debnath et al. 2023; <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48488-5>

Minder belangrijke sporenelementen, meer giftige metalen in rijst



Debnath et al. 2023; <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48488-5>

Leidende principes

Renewable



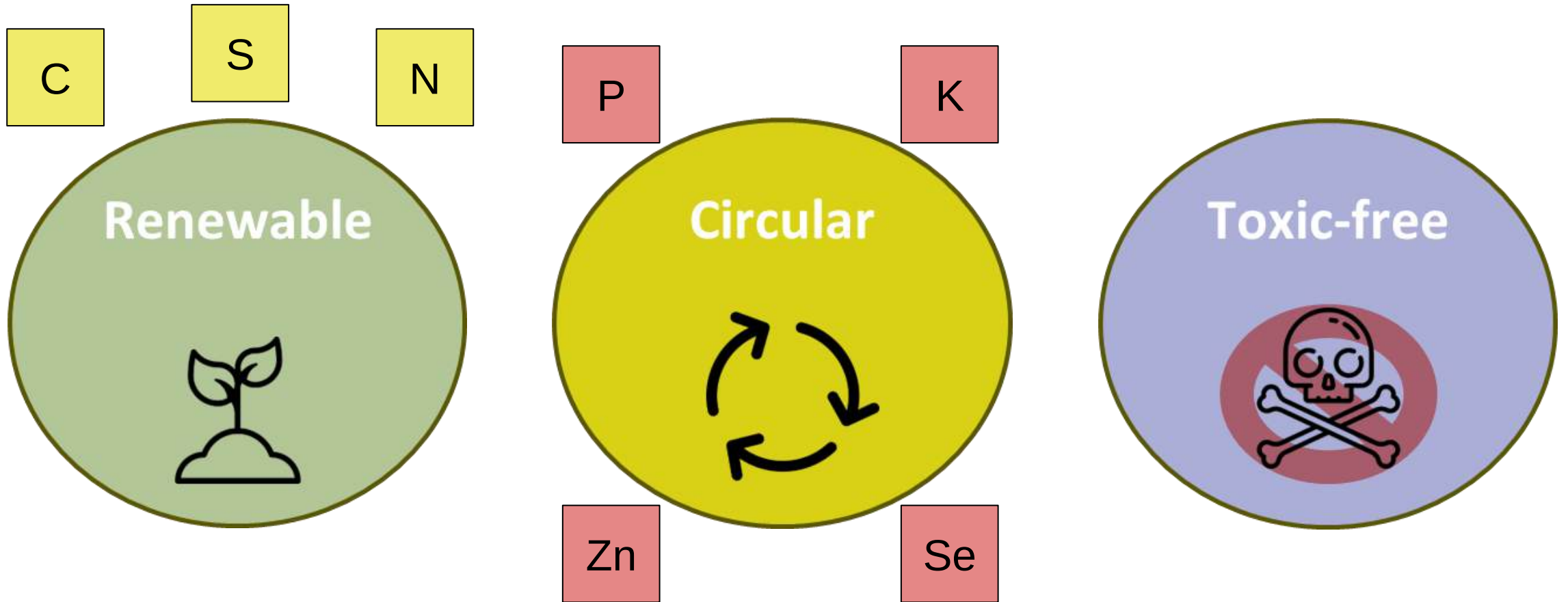
Circular



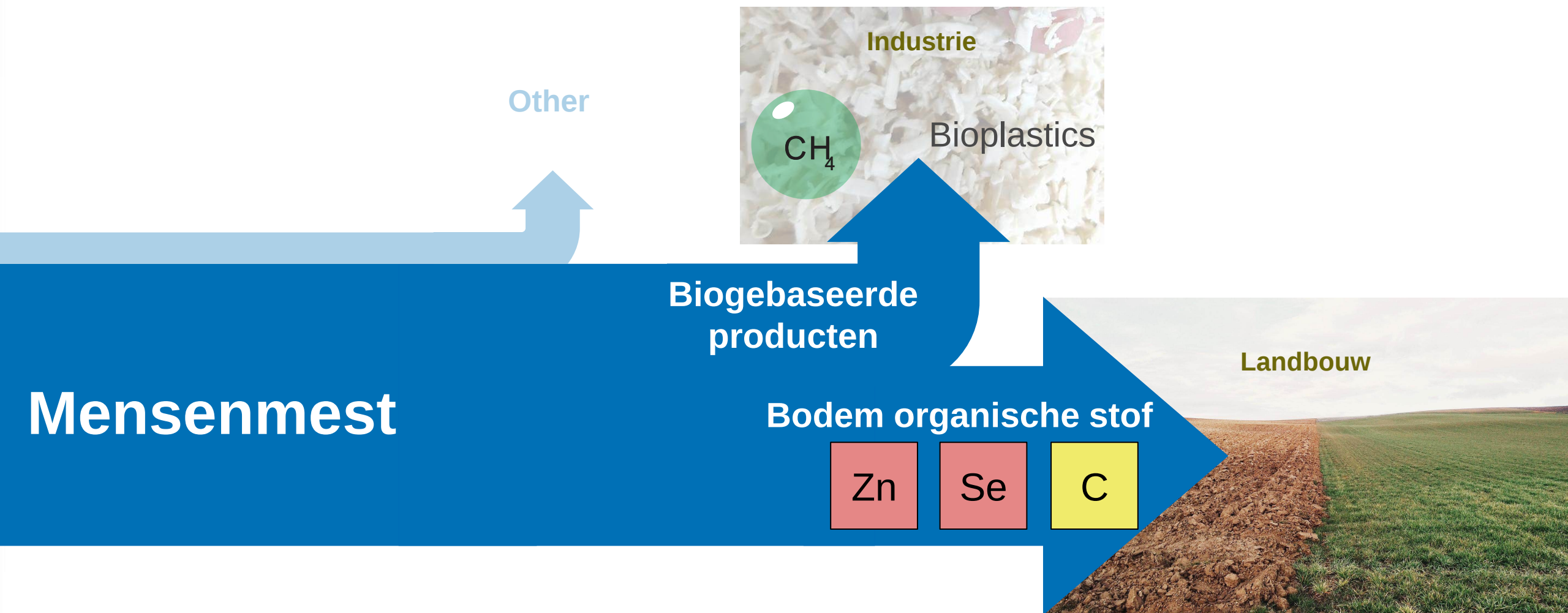
Toxic-free



Leidende principes

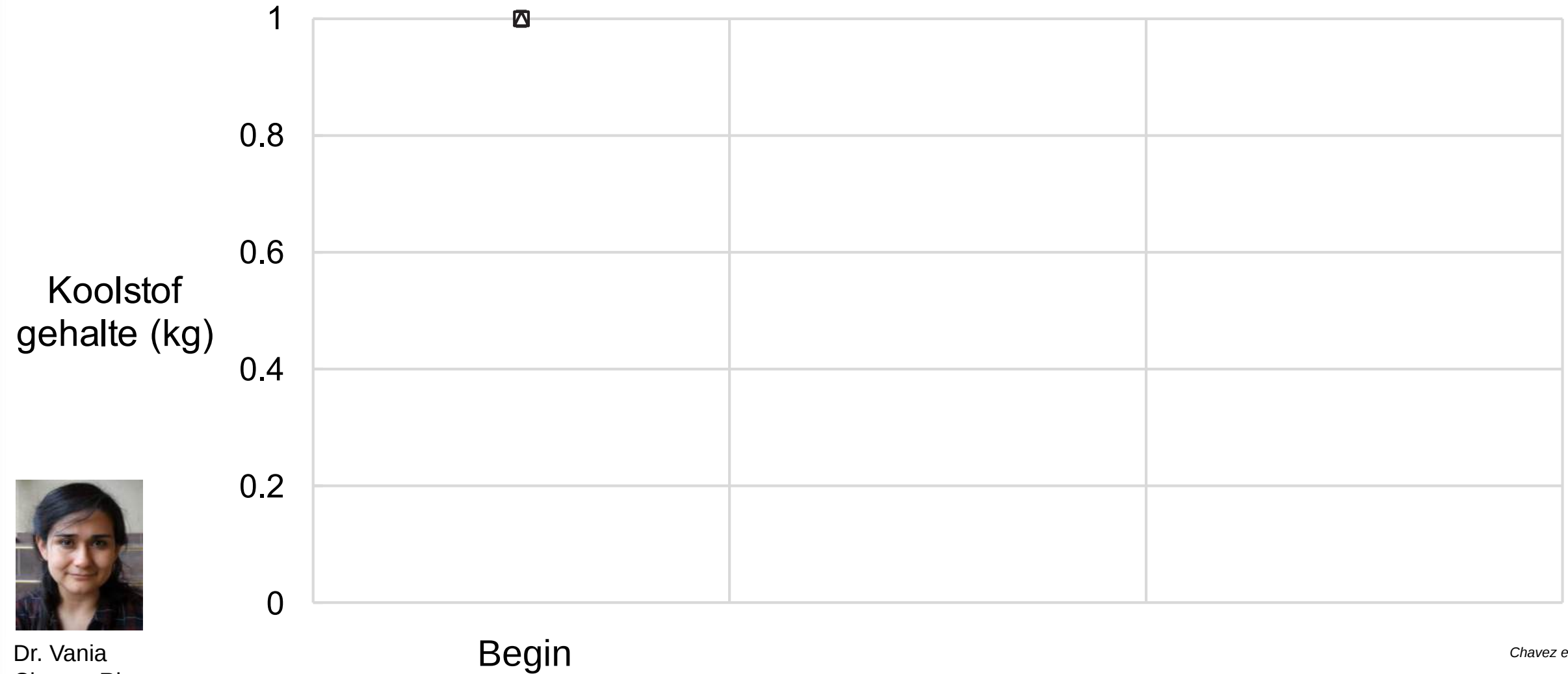


Biogebaseerde producten of landbouw?



Meer koolstof in bodem met ferment en digestaat

C



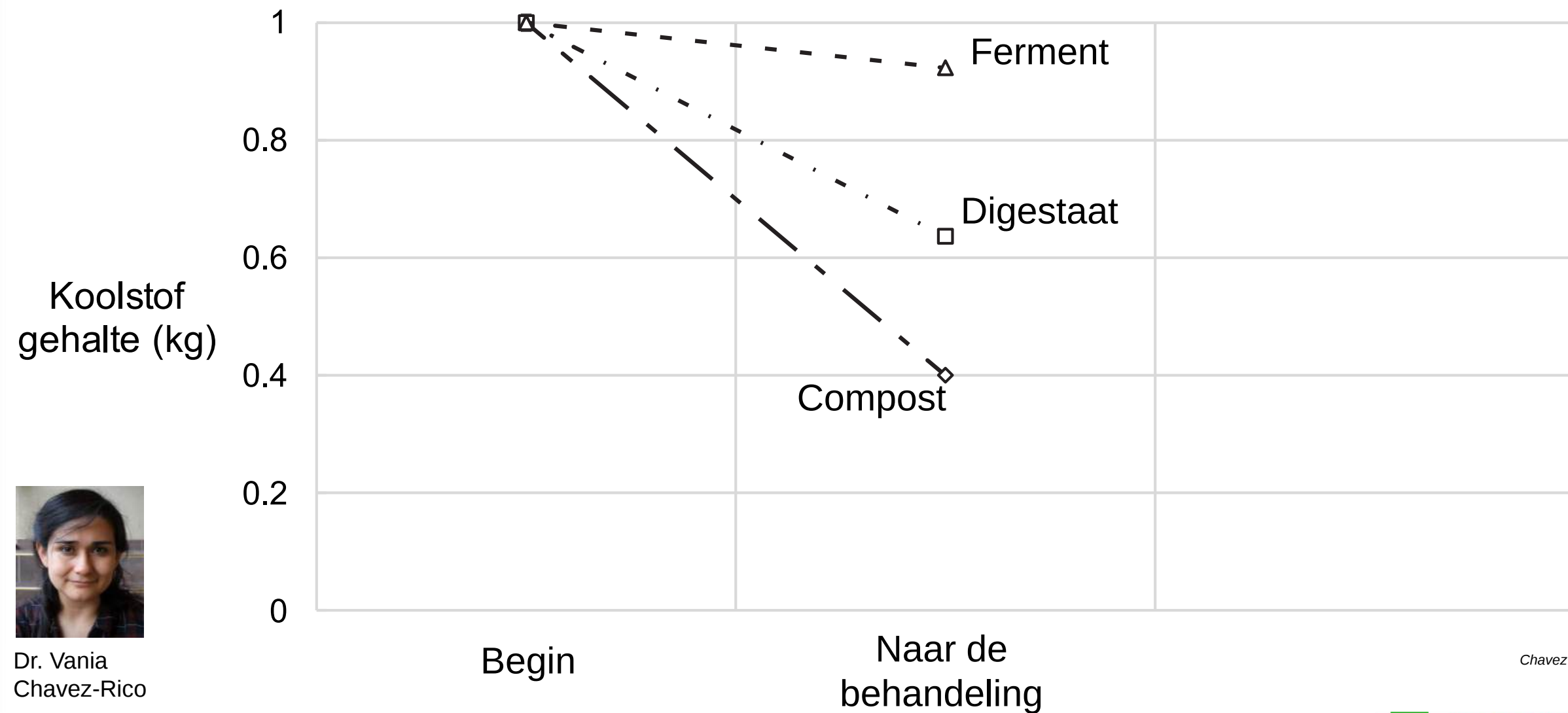
Chavez et al. (2022)



Dr. Vania
Chavez-Rico

Meer koolstof in bodem met ferment en digestaat

C



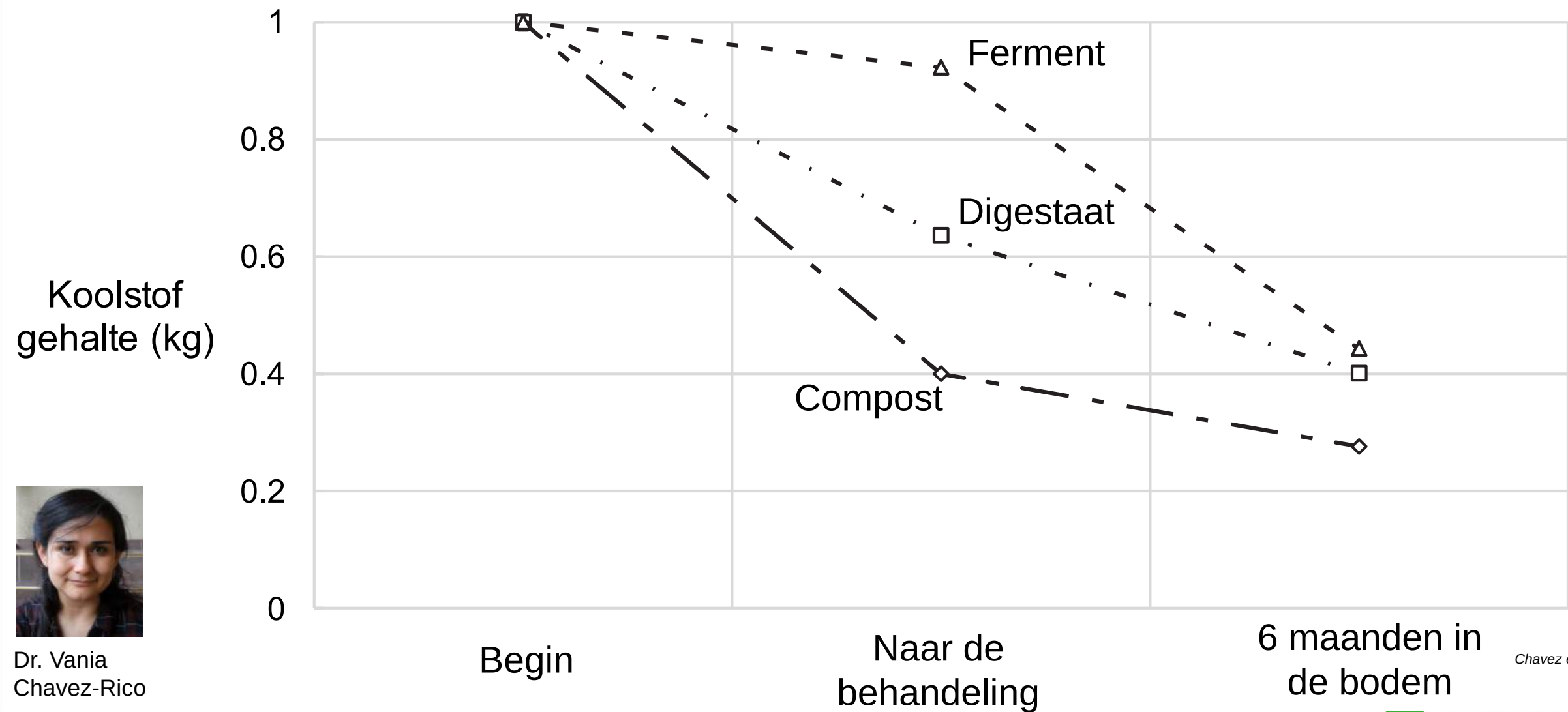
Chavez et al. (2022)



Dr. Vania
Chavez-Rico

Meer koolstof in bodem met ferment en digestaat

C

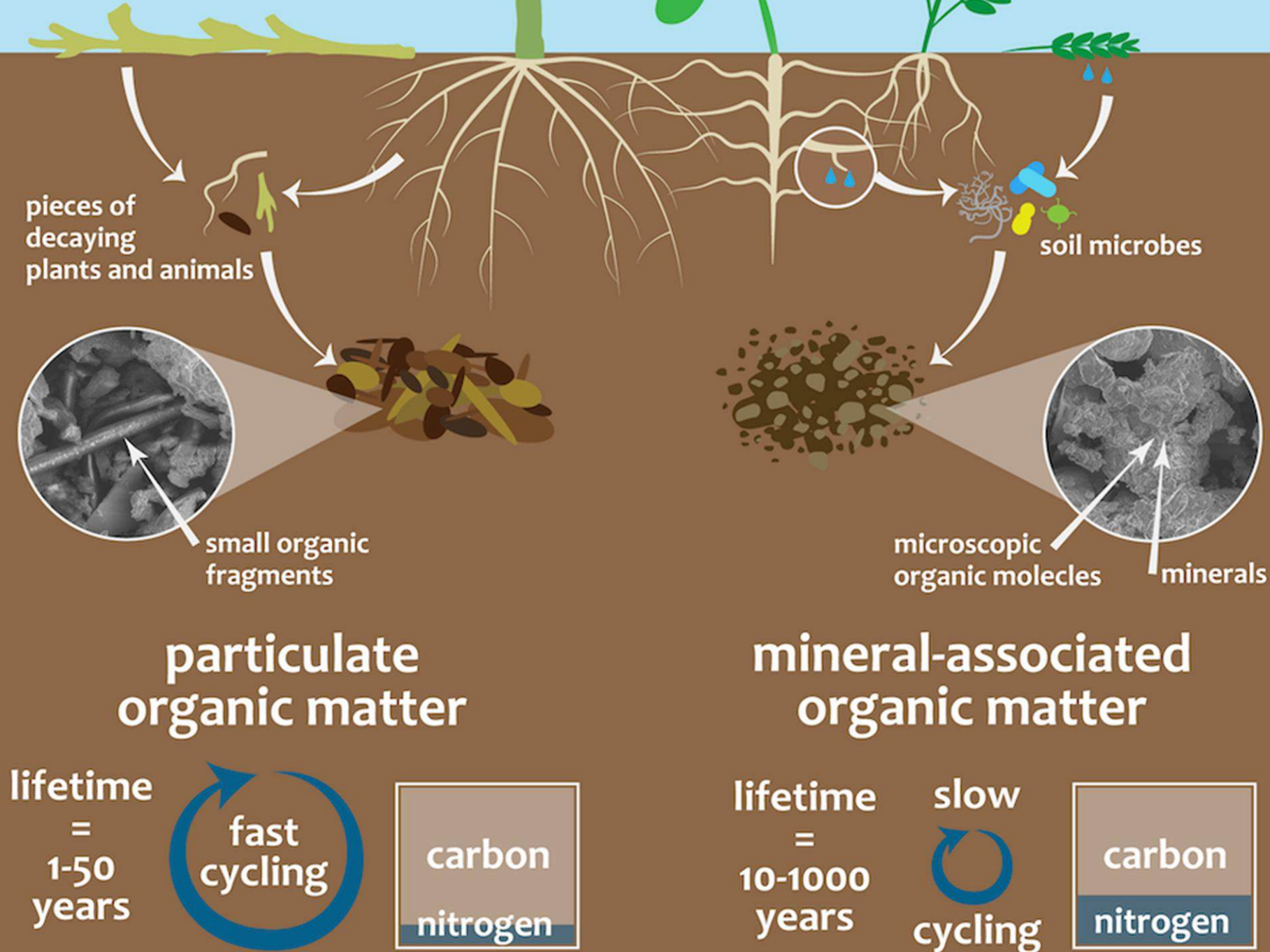


Dr. Vania
Chavez-Rico

Digestaat leidt tot organische stof van hogere kwaliteit in de bodem

C

- **Compost** → Particulate organic matter (**POM**)
- **Digestate** → Mineral associated organic matter (**MAOM**)



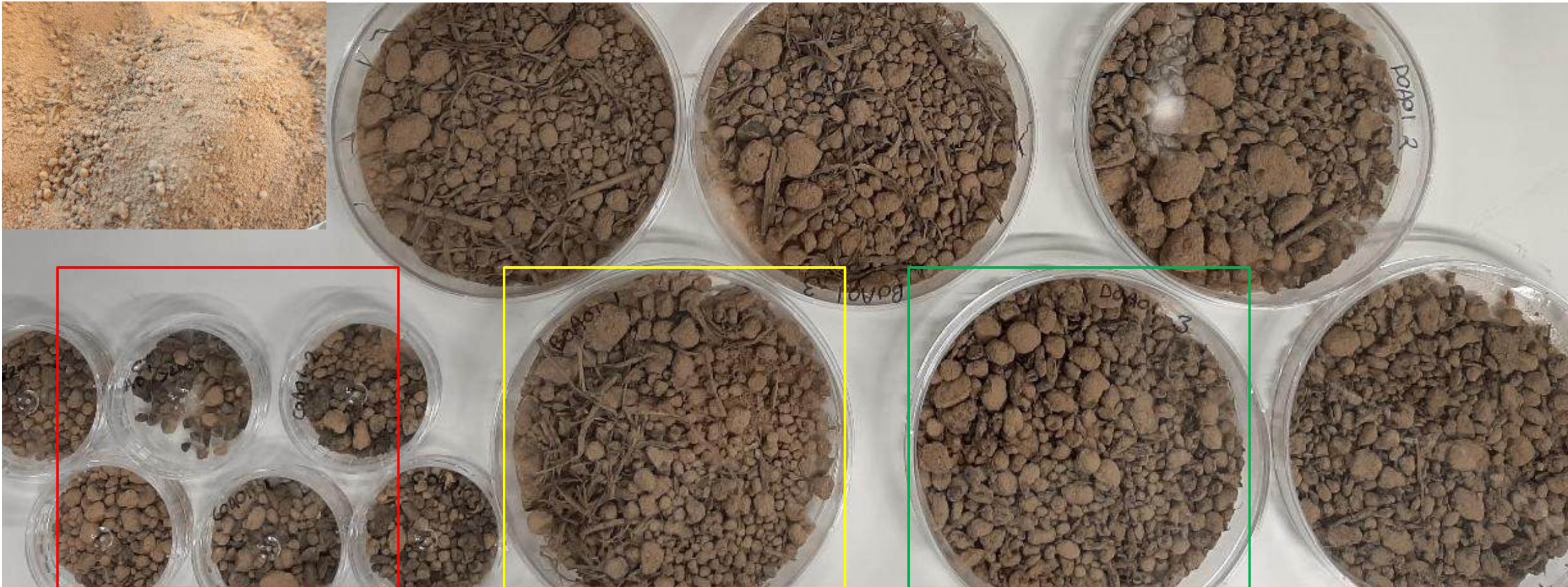


Mix – Macroaggregate

Taken by Vania Chavez

Verschillend per behandeling

C



Chavez et al. (2022)

Compost

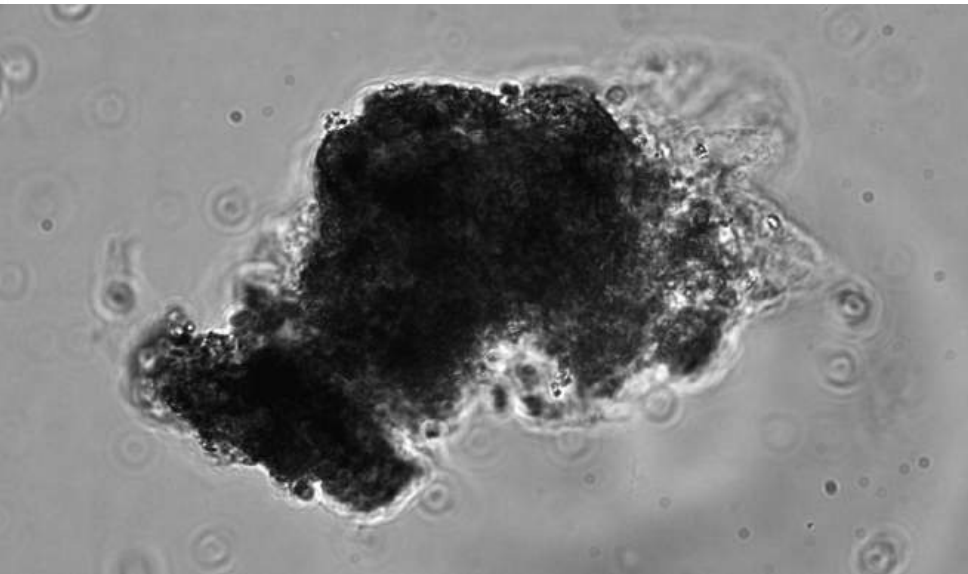
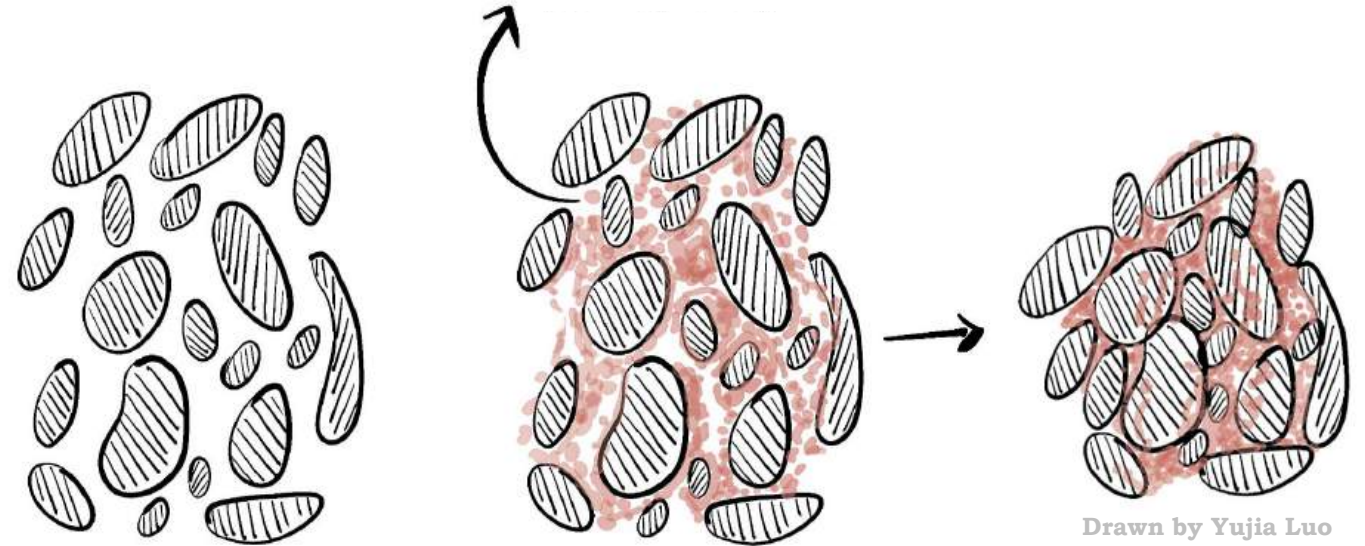
Ferment

Digestaat

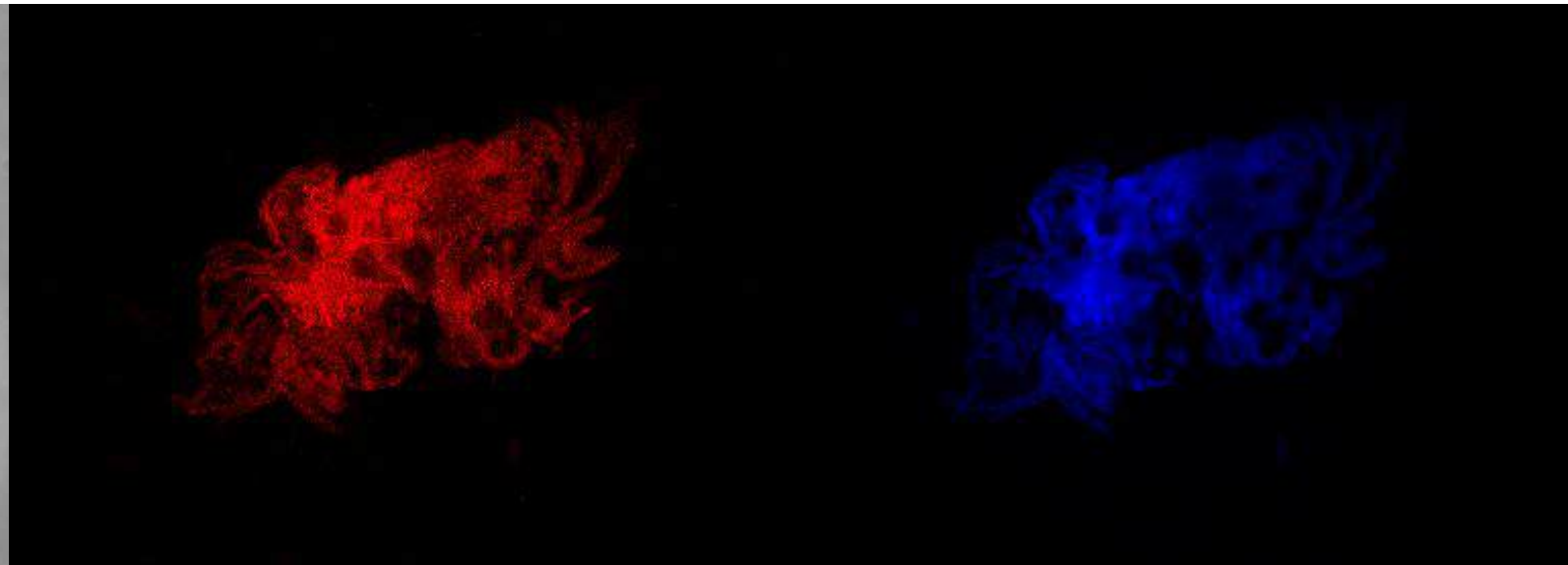
Microorganismen produceren EPS Lijm van de bodem



Dr. Yujia Luo



Soil Particle

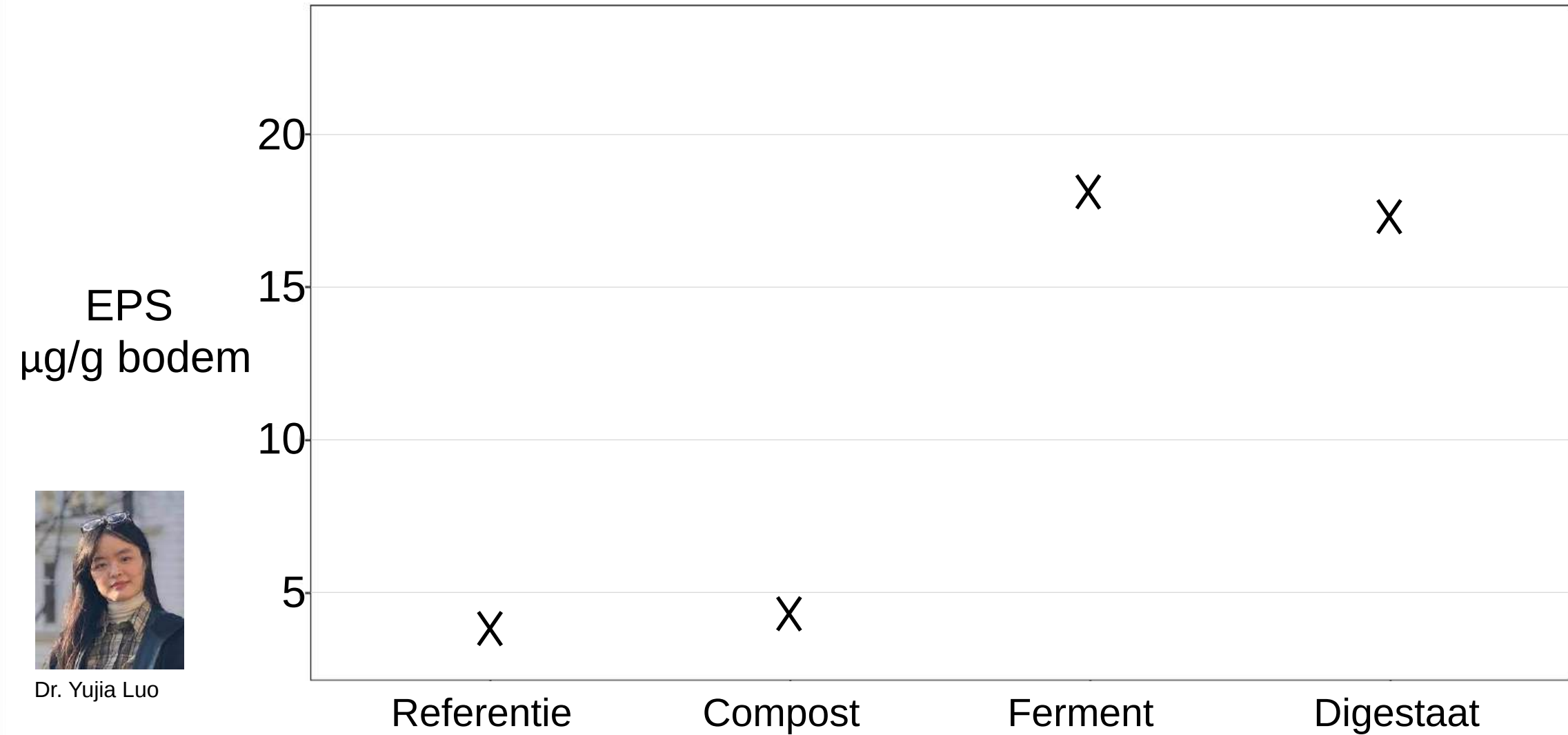


DNA from living cells

EPS

Meer EPS van fermentatie en vergisting

C

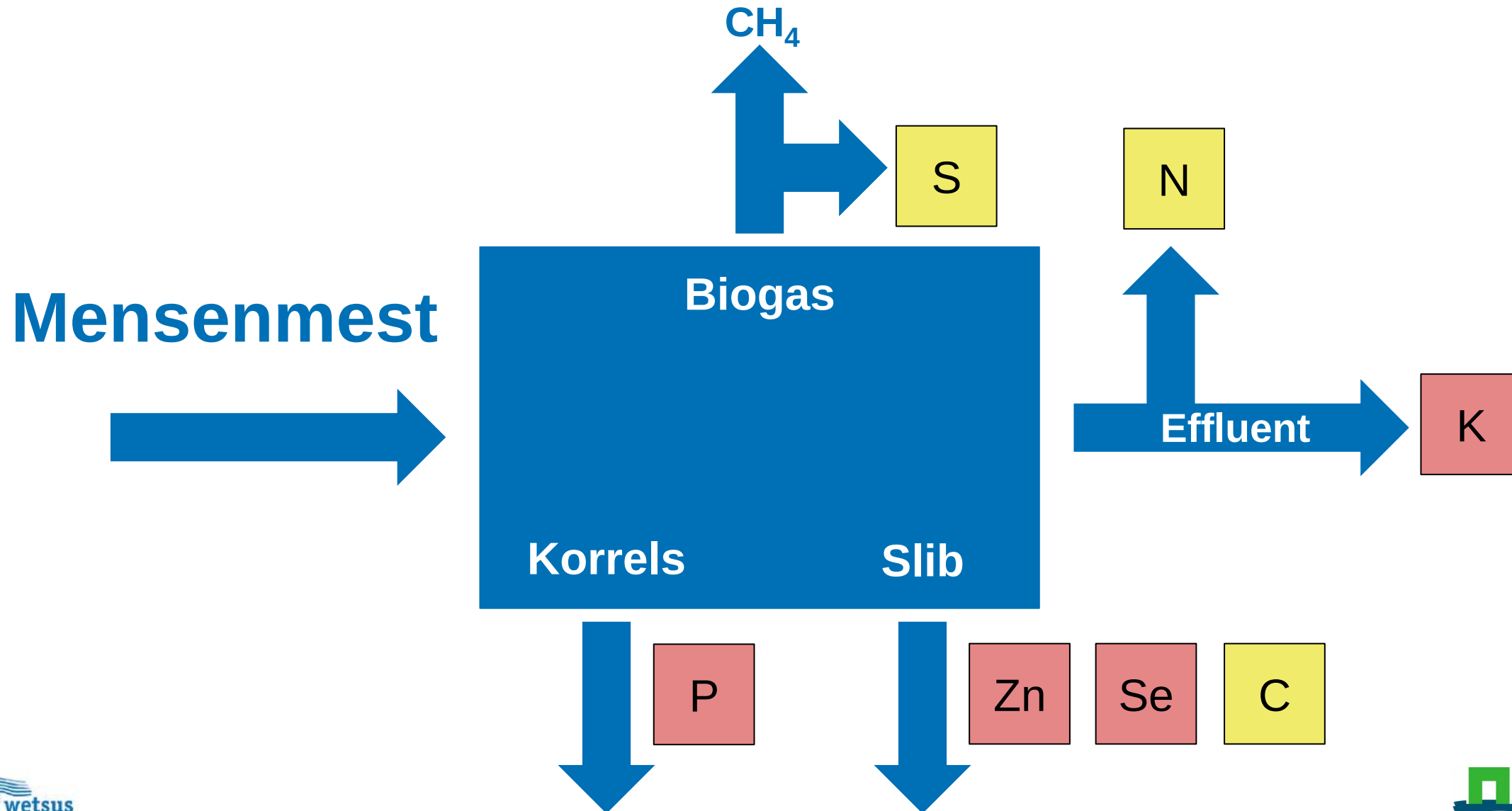
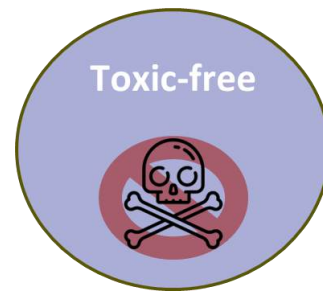


Dr. Yujia Luo

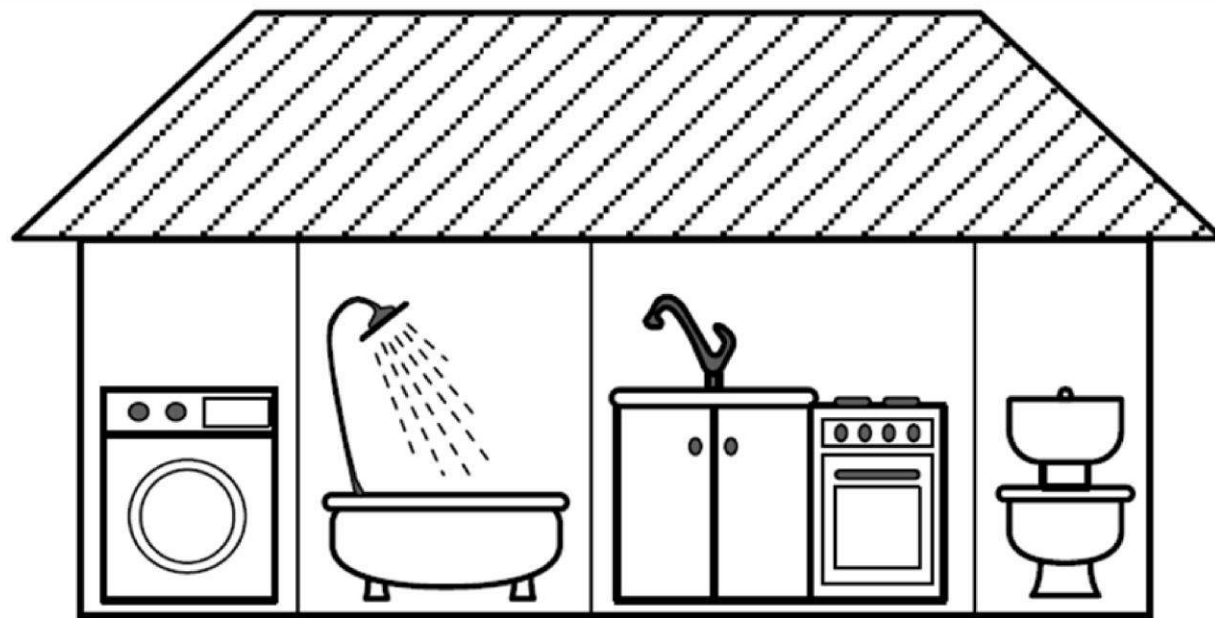
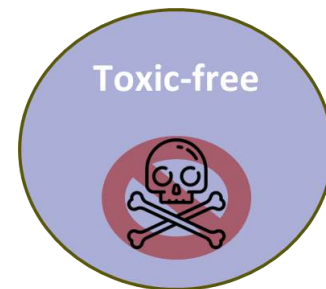
Source: Luo et al. 2022



Anaërobe vergisting als hergebruikmotor



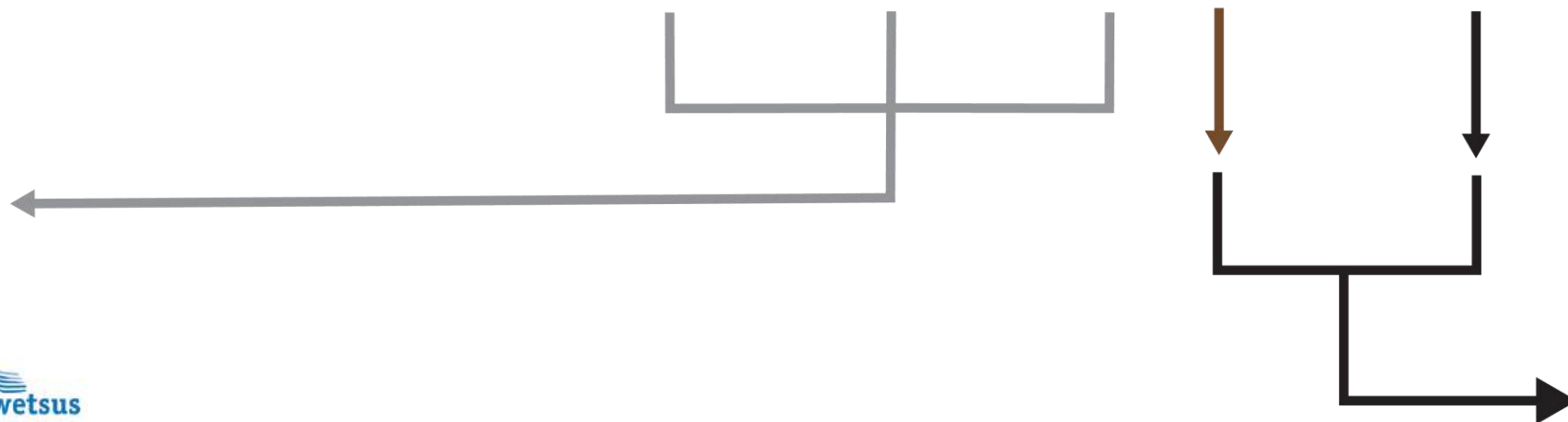
Bron gescheiden sanitatie



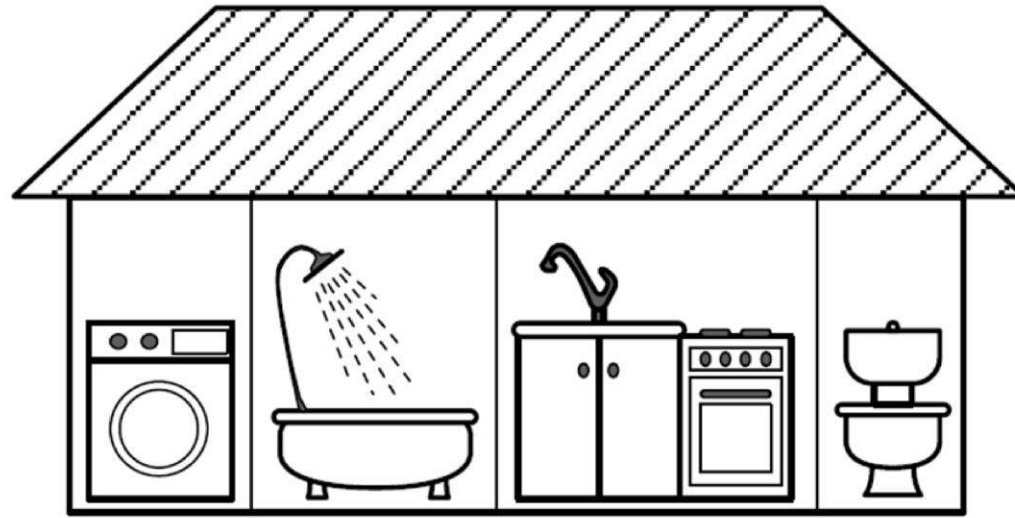
Grijswater

Groenafval
GFT

Zwart water
Urine + Feces



Toxic-free

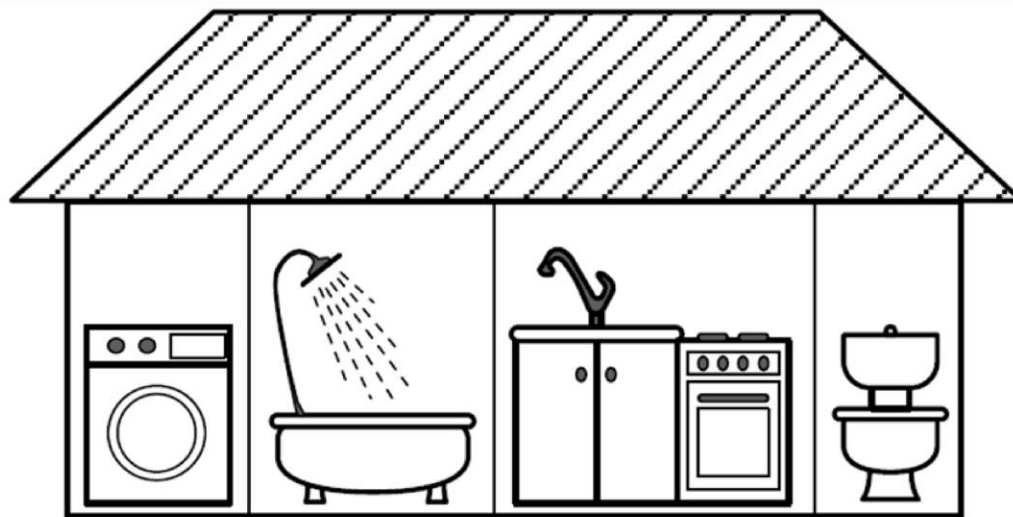


Zwart water
Urine + Feces



Bron gescheiden sanitatie

Toxic-free



Grijswater

Groenafval
GFT

Zwart water
Urine + Feces

Biogas

Stikstof & Kalium

Landbouw



Eerste pilot 32 huizen| Sneek, NL



207 woningen| Sneek, NL



2000 woningen | Helsingborg, SE



2000 woningen | Leeuwarden, NL



Schoon slib met sporenelementen

Black water sludge

	Conc. mg/mg TS	NL guideline
Zn	284	300
Ni	13	30
Cu	47	75
Cr	39	75
Hg	0,01	0,75
Cd	0,71	1,3
Pb	1,4	100
As	0.31	15

Source: Cunha et al. 2020

Teruggewonnen P is gezonder

Kunstmest P

Cd 23

Sr 1057

U 141

Cr 148

mg kg⁻¹_{TS}

Recovered P

0.18

n.d.

n.d.

39

Source: Cunha et al. 2020

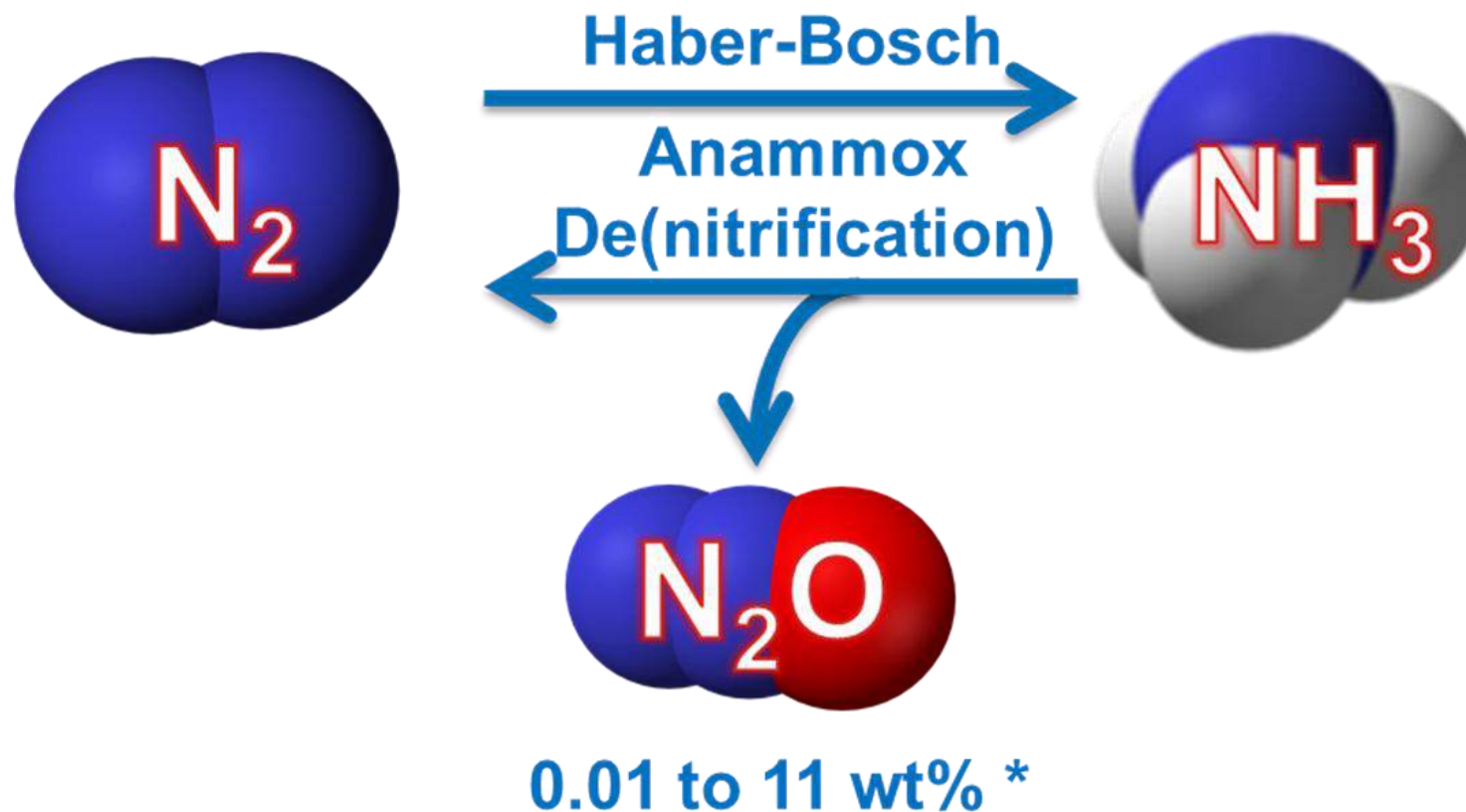
6KV

X3,000

5µm

Stikstof, een energie- en klimaatuitdaging

N



Teruggewonnen stikstof is zuiniger en schoner

N

Kunstmest N

Energie MJ kg⁻¹_N 51

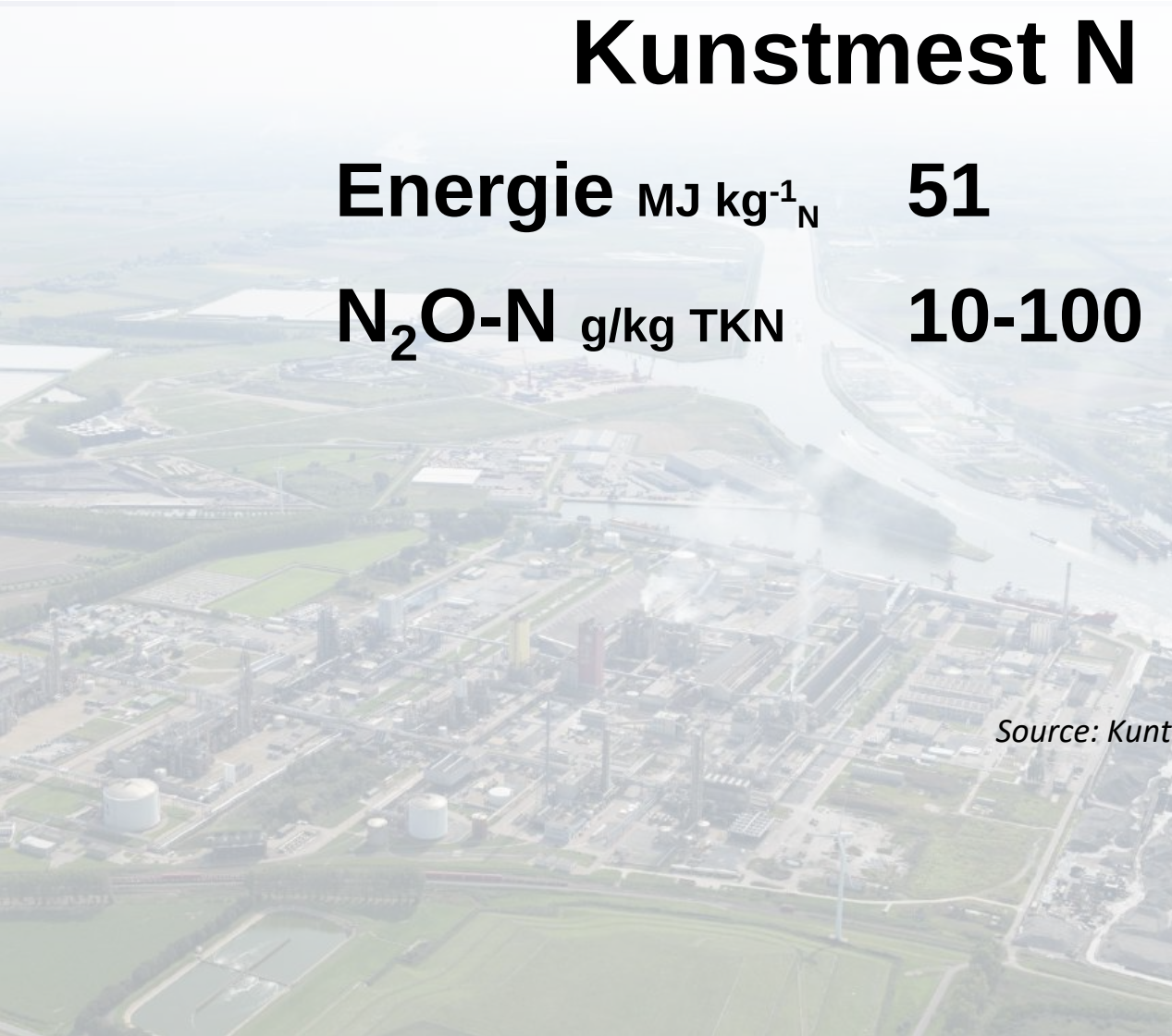
N₂O-N g/kg TKN 10-100

Recovered N

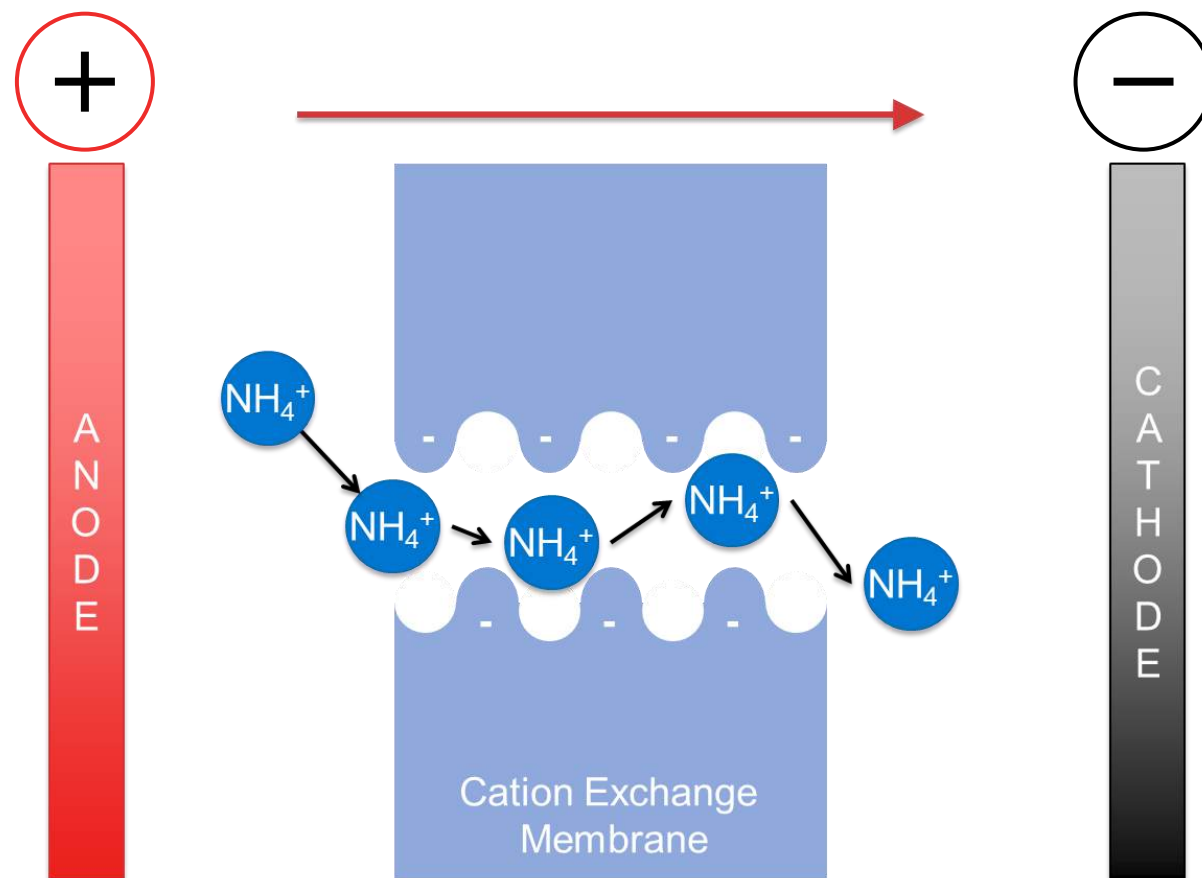
13

0

Source: Kuntke et al. 2017

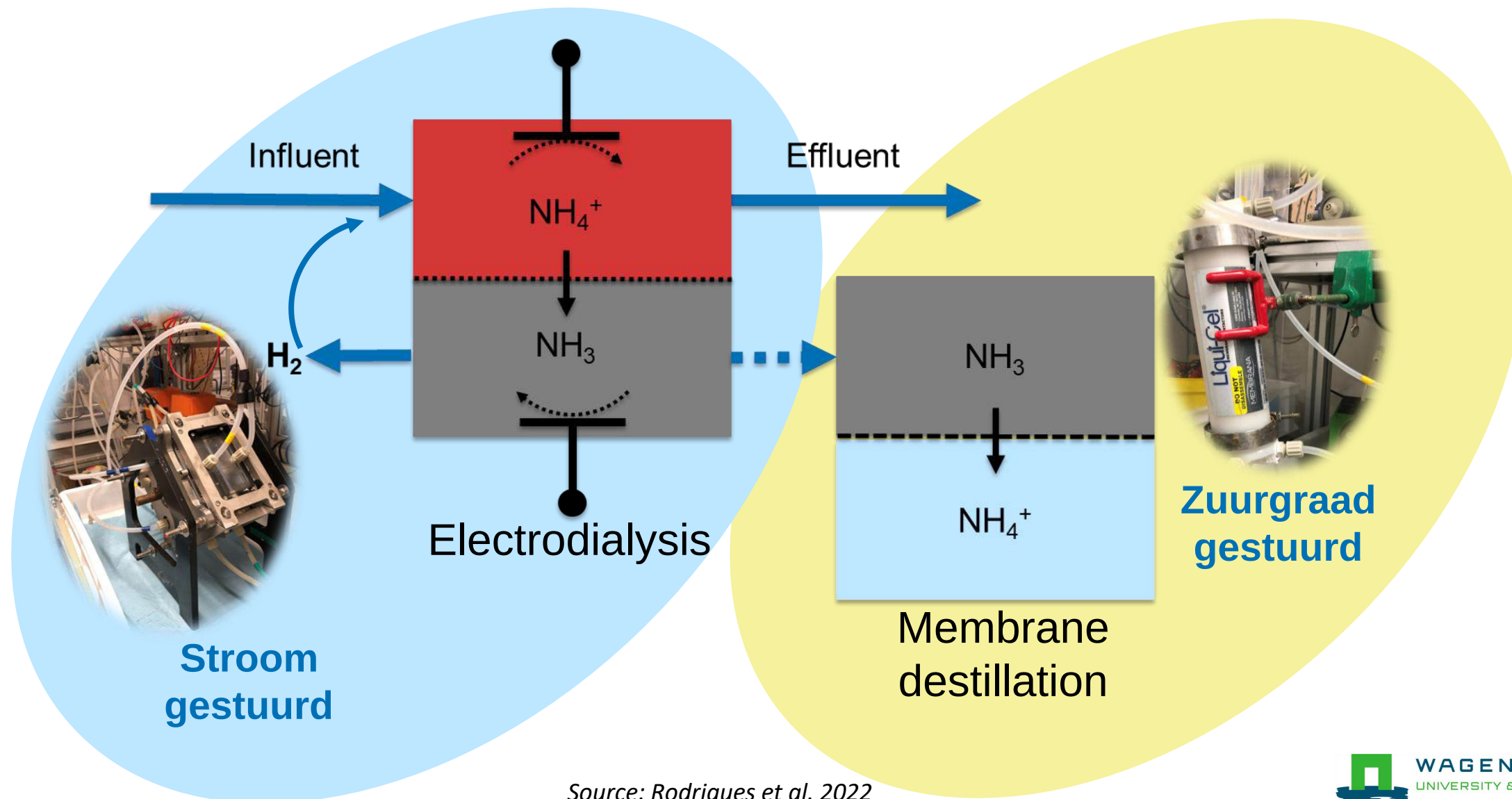


Ammoniakextractie aangedreven door stroom



Nafion (N117),
Fumasep (FKS),
Ralex (CMH)

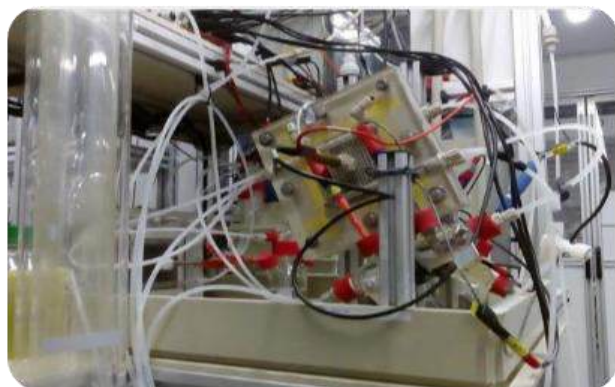
Ammoniak terugwinning, een tweestapsproces



Source: Rodrigues et al. 2022

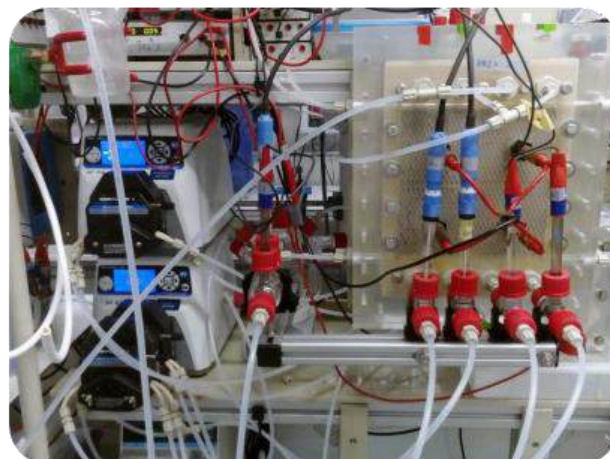
Van idee tot proces

100 cm²



2017
1 L/d
>5 g_N/d

400 cm²



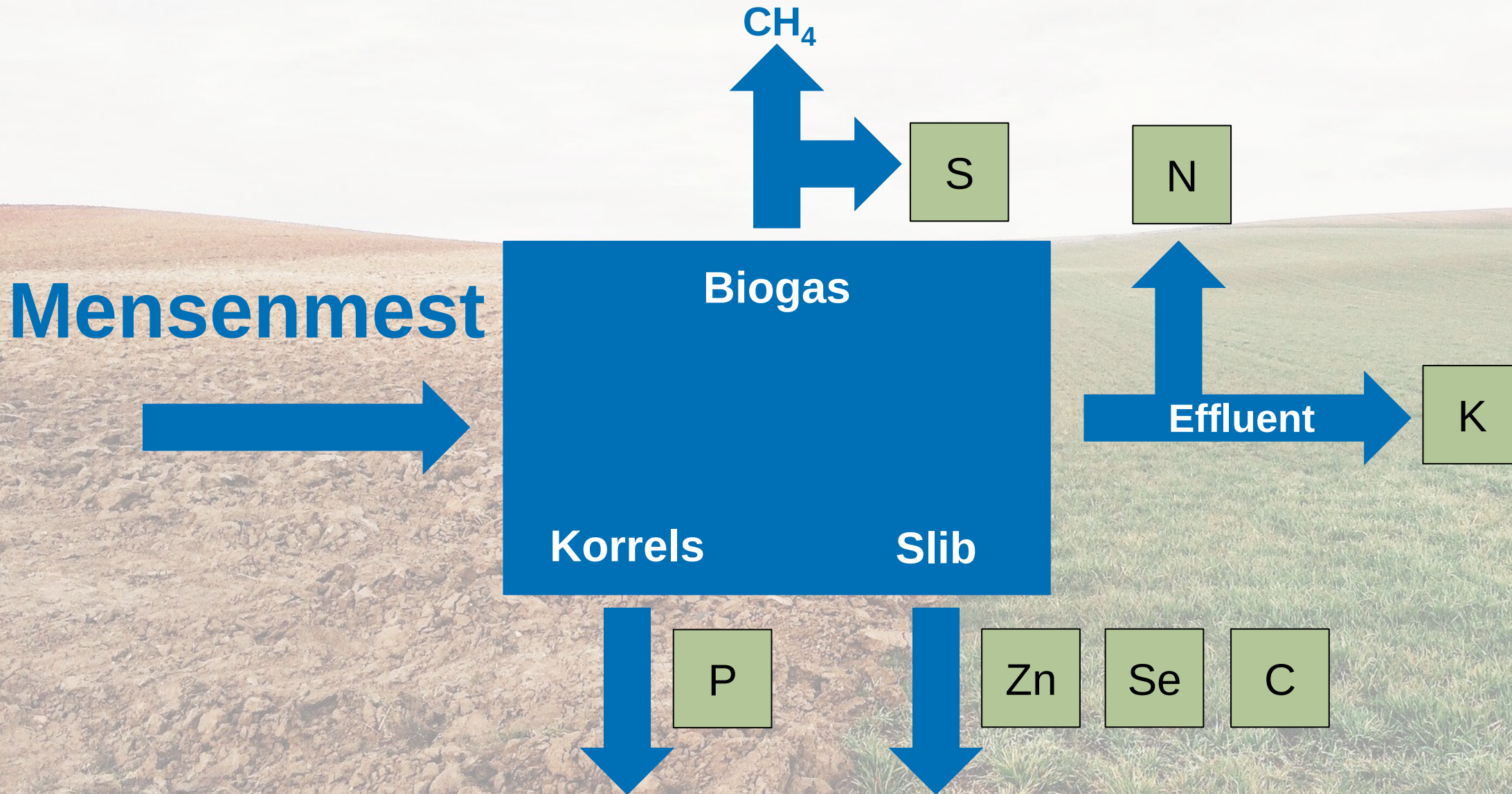
2018
10 L/d
>50 g_N/d

~ 30000 cm²



2019
1000 L/d
>1000 g_N/d

Anaërobe vergisting als hergebruikmotor



Thema-avond bodem, dinsdag, 18 november 2025



[https://www.wetsus.nl/
events/themaavond-bodem-
2025/](https://www.wetsus.nl/events/themaavond-bodem-2025/)



PIETER VAN DER VALK



Holy 🍌 ?

Wat is de waarde van jou poep?



Delfse historie van de holy ... 🍌

1871
1920
1947
1974

Foto: 1915

De landbouw van toen...

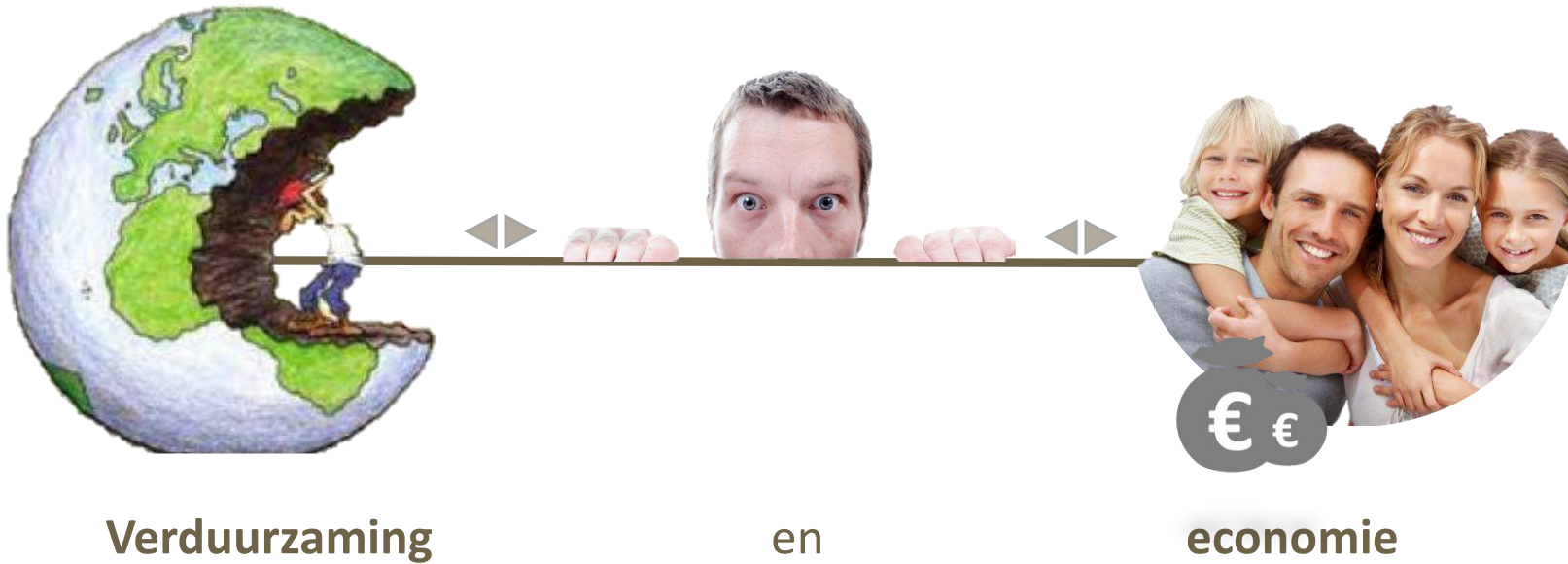


Resultaat is een 100% productie gedreven voedselsysteem
(output gedreven systeem)



Agricycling
benut de bodem

En waar staan we nu anno 2025?



Stel dat jou 

...het verschil kan maken

The background of the right side of the image is a photograph of a grassy field at sunrise or sunset. Two cows are grazing in the field. The sky is filled with clouds, and the sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. Overlaid on this image is the 'Agricycling' logo, which features a stylized leaf with a circular arrow around it. Below the logo, the text 'benut de bodem' is written in a smaller font.
Agricycling
benut de bodem



OUTPUT

PRODUCTIE
VAN GEZOND
VOEDSEL

CONSUMPTIE
DOOR DE
SAMENLEVING



LANDELIJK
GEBIED

Bodem is de enigen plek waar
we echt kunnen recyclen



STEDELIJK
GEBIED



BODEMOPNAME
EN VERBEETERING
BODEMLEVEN

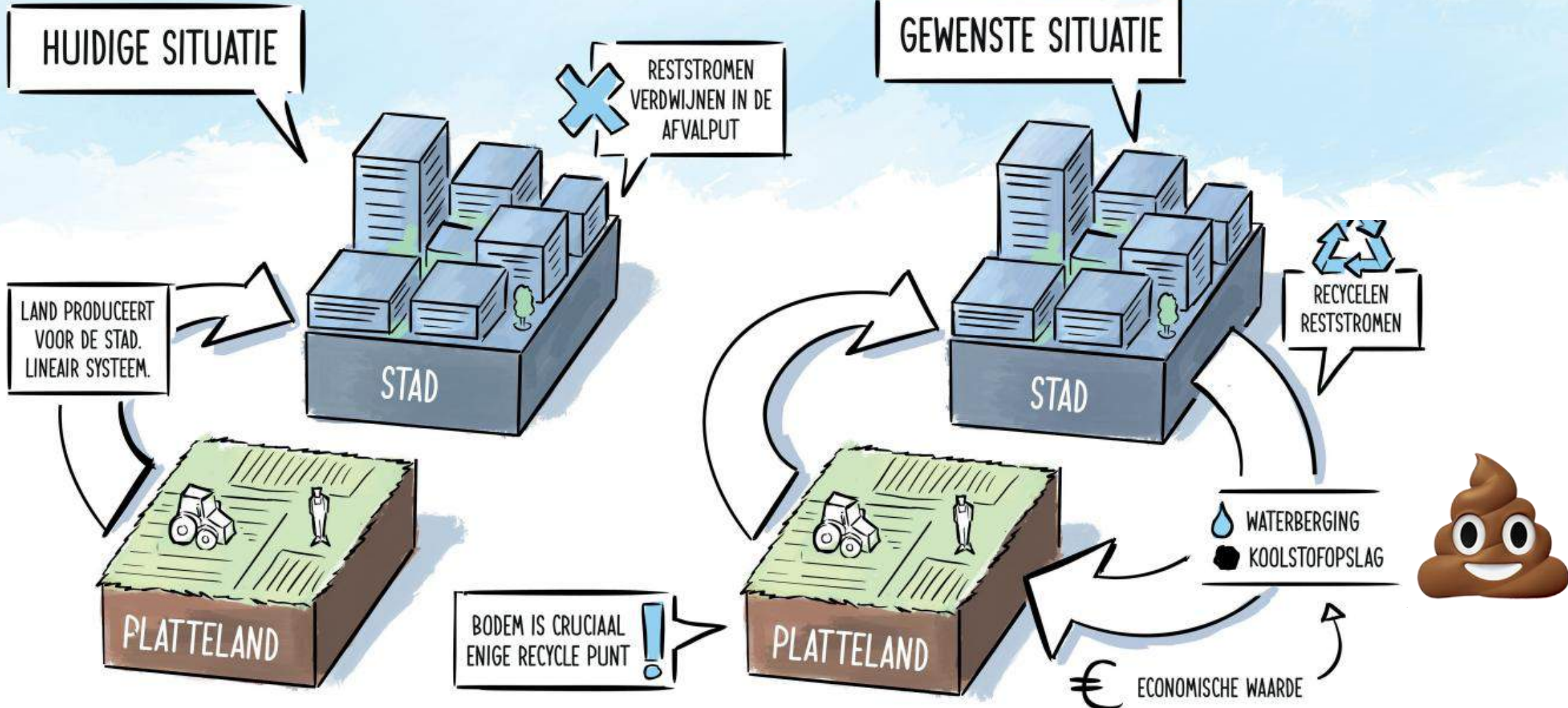


MEST/FESTSTROMEN
VANUIT SAMENLEVING

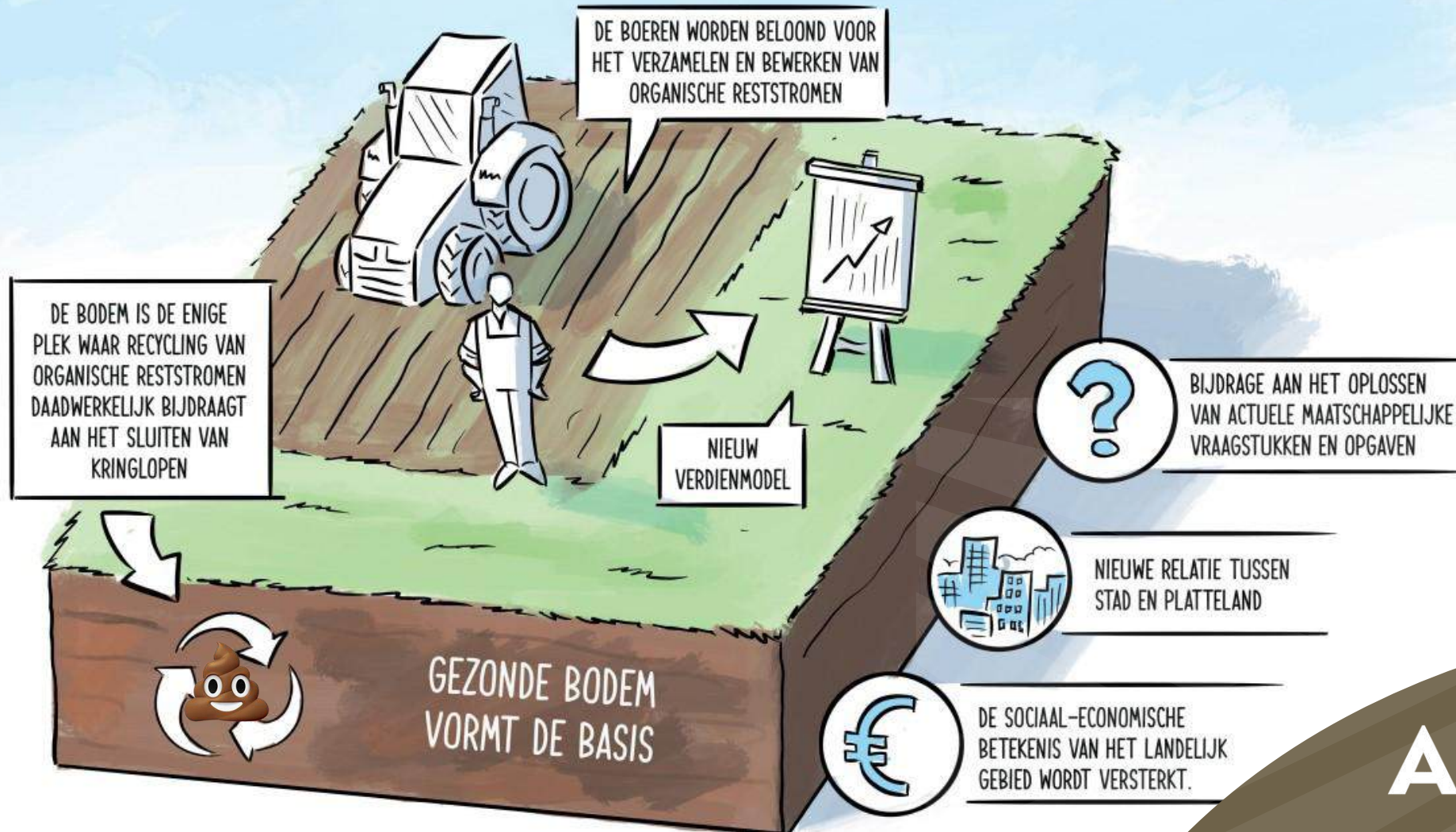
INPUT

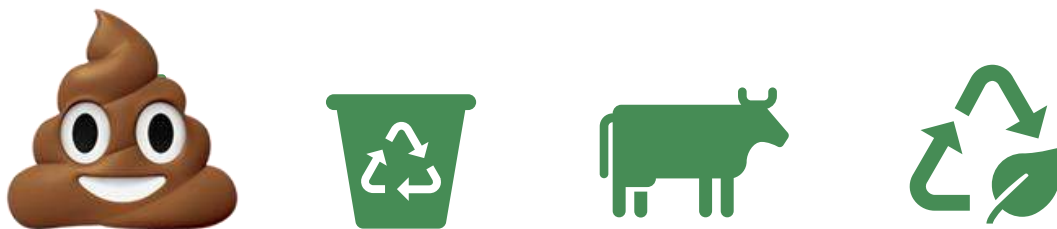
WEDERKERIGHEID TUSSEN STAD EN PLATTELAND

VAN PRODUCTIE MAXIMALISATIE NAAR OPTIMALISATIE



BOEREN COLLECTIEF





Agricycling

benut de bodem

Data analyse reststromen

- Minerale samenstelling
- Organische stof



Data analyse bodem

- Gebruik
- Soort
- Biologie



Akkerbouwer
kleigrond
Pootgoed/uien/bieten/graan
2,5% organische stof

Melkveehouder
Kleigrond
Grasland
10% organische stof

Akkerbouwer
zandgrond
aardappelen/uien/bieten/graan
1,2% organische stof

Melkveehouder
Veengrond
Grasland
35% organische stof

Stel dat.....

.....we niet denken in efficiëntie,
maar in effectiviteit...

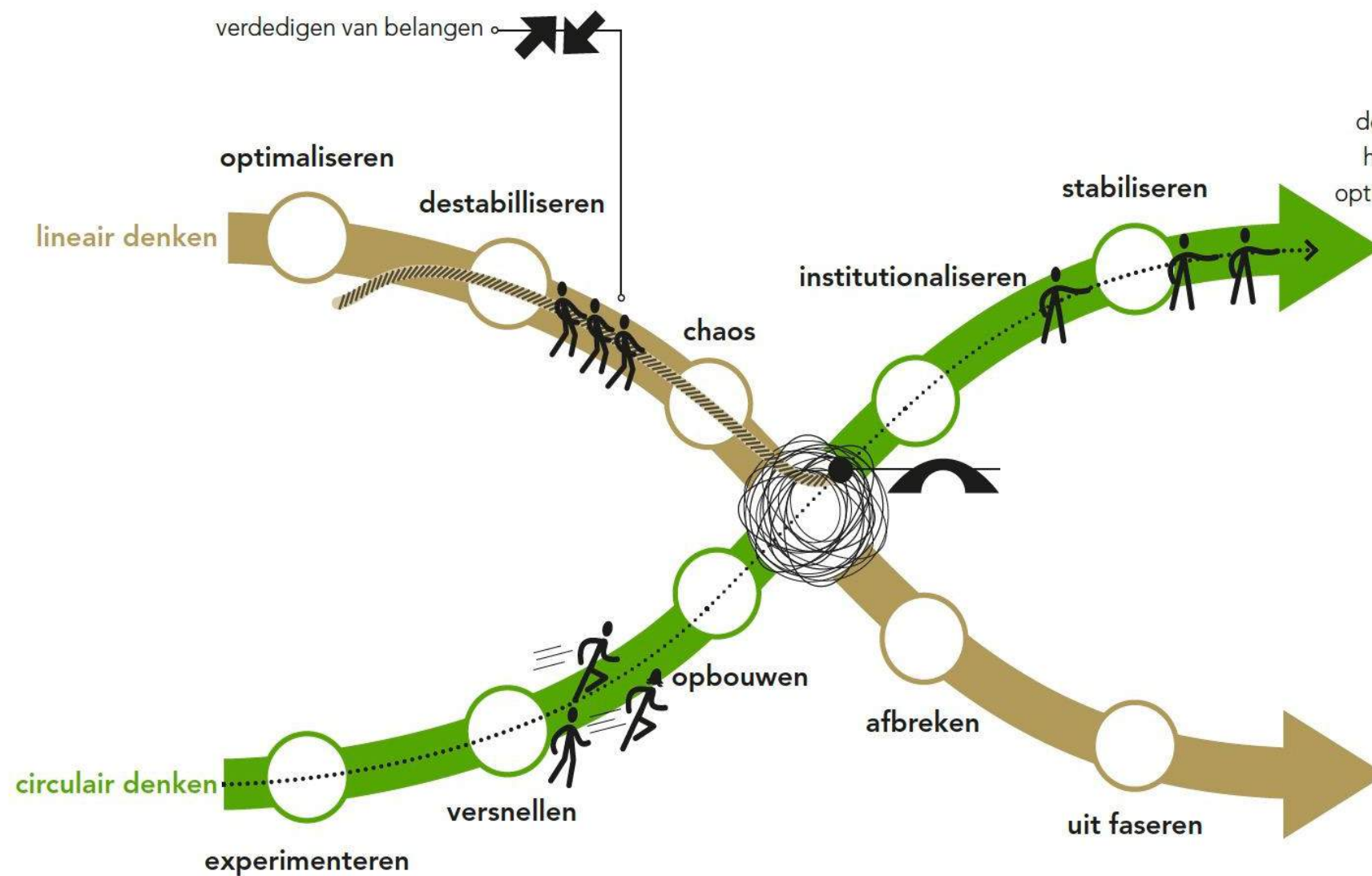
..... Nederland daar gidsland voor
wordt...

Stel dat, dan is jou  de holy grail



Agricycling

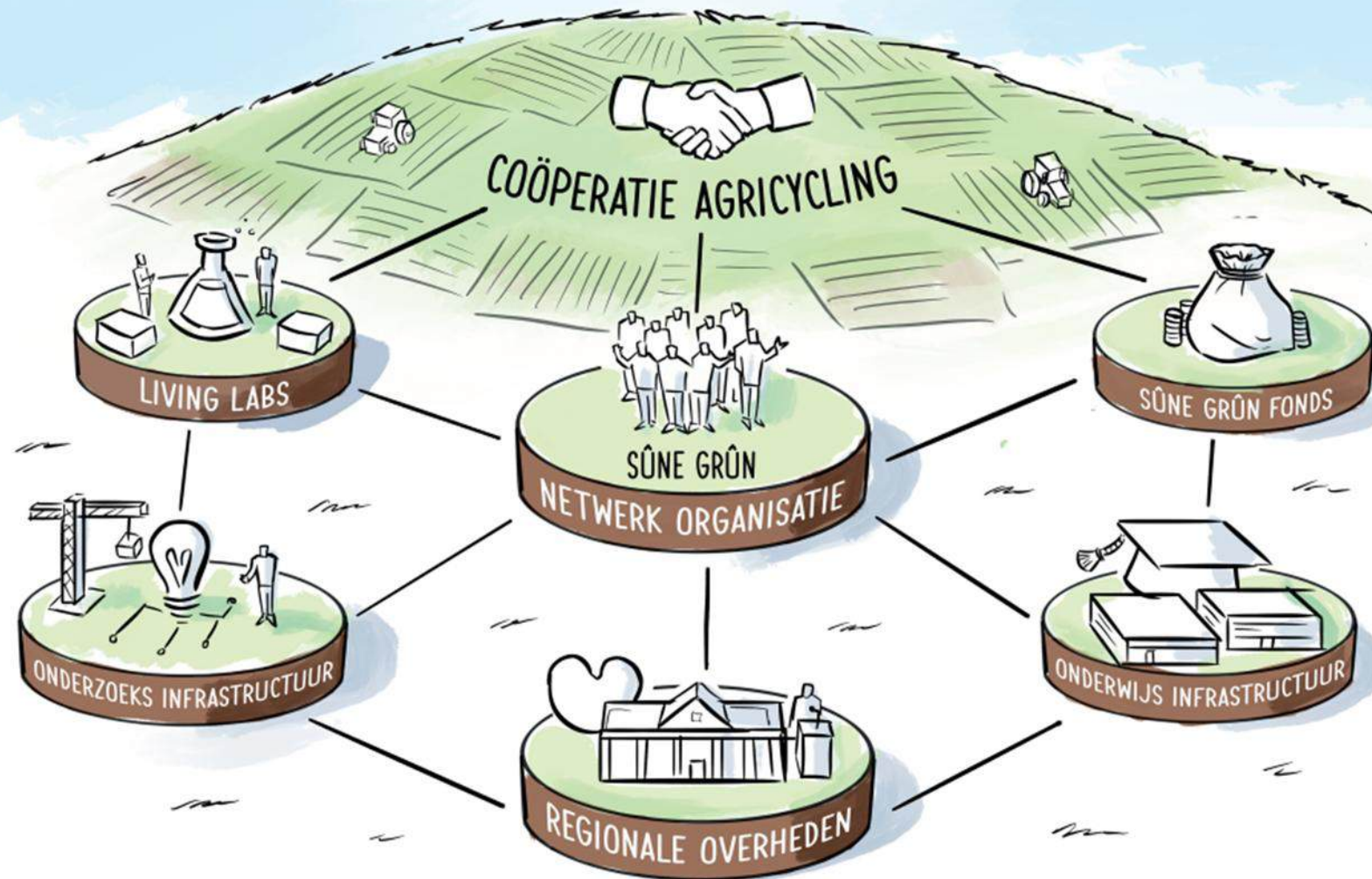
benut de bodem



Hoe zorgen we voor de verandering?

1. We moeten eigenaarschap beleggen en organiseren. Geef verandering een **gezicht en eigenaarschap**
(Platform voor verbreed verdienmodel voor de boer gericht op meerdere inkomensstromen (Input ipv output))
2. Autonomie is een vereiste;
(losbreken uit bestaande wegen eigenstandige ketenpositie)
3. Alleen ga je sneller, samen kom je verder
(Collectief geeft een handelspositie)
4. Waarde creëren door een propositie te vertalen naar een (brede) waarde...
(Problemen oplossen is geld waard)

SÛNE GRÛN NETWERK



We bouwen aan een
coalition of the willing

Laten we samen bouwen aan een systeem
waar de 🍌 weer holy wordt.

A photograph of a grassy field with two cows grazing at sunrise. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow and long shadows. The sky is filled with soft, white clouds. The overall mood is peaceful and natural.

Agricycling
benut de bodem

YTSEN STRIKWERDA





Duurzaam Voortschrijdend Inzicht

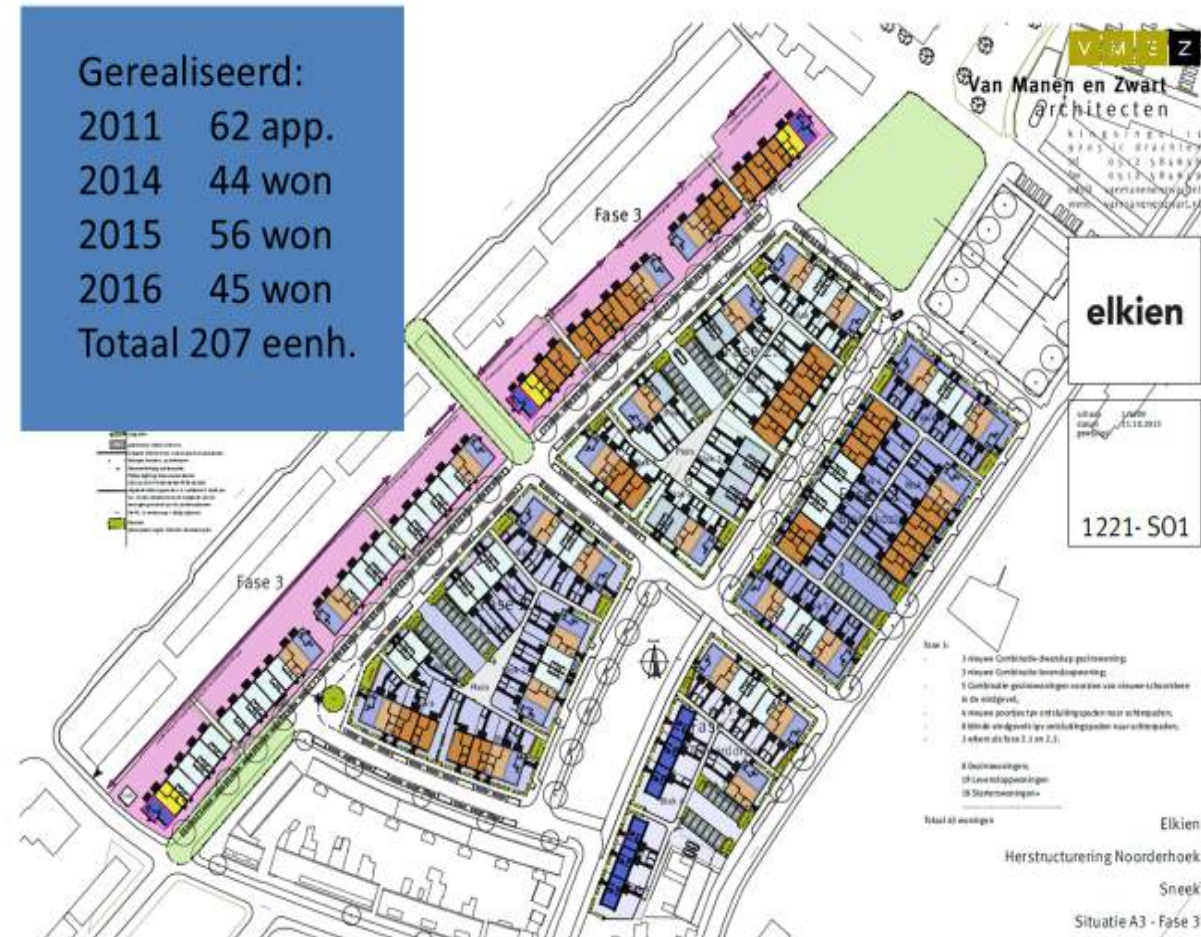
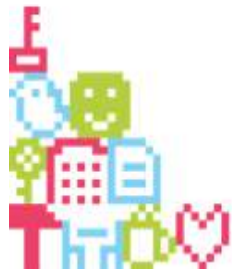


Waterschoon Noorderhoek Sneek

Duurzaam voortschrijdend inzicht

Vogelvlucht :

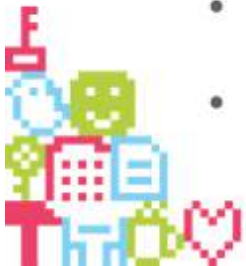
- Ontstaansgeschiedenis
- Project filmpje
- Begin-pauze-eind
- Resultaten:





Evaluatie decentrale sanitatie Waterschoon 2

- 207 nieuwe woningen met 327 bewoners
- Betrouwbaarder beeld, representatiever beeld; duidelijker perspectief
- Evaluatie op volgende 6 onderwerpen: prestaties zuivering; beheer & onderhoud; bewonerstevredenheid; energiesysteem; duurzaamheid; financieel-economisch.
- Vergeleken met 2 referentie zuiveringen: klassieke RWZI (100.000 ie) en nieuwe NEREDA (30.000 ie)
- Capaciteit Waterschoon: 1530 inwoners aansluitbaar (nu 327)
- Opschalingsfactor in 2014: $1200/79 = 15$; in 2018: $1530/327 = 5 \rightarrow$ meer betrouwbare conclusies
- Verwijdering CZV, N en P: 97, 96 en 85% $\rightarrow$ beter dan referenties
- Waterbesparing 21 ltr/inw/dag



Evaluatie decentrale sanitatie Waterschoon 2

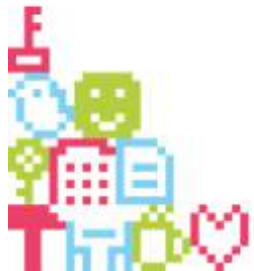
- 207 nieuwe woningen met 327 bewoners
- Niet storingsvrij (woningen, transport en zuivering)
- Bewoners: tevreden en trots, uitleg en informatie kan beter, lawaai
- Energieprestatie: (na optimalisatie) beter dan referenties
- Duurzaamheid: + op waterverbruik; + op gebruik fossiel brandstoffen; verder vergelijkbaar.
- Kosten bij 1.530 bewoners: 30 euro/inw/jr duurder
- Kosten bij 3.000 bewoners: competitief



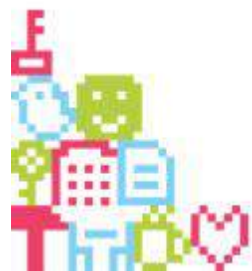
Duurzaam voortschrijdend inzicht

Lessons Learned:

- A. Als je gaat trouwen moet je nadenken over scheiden
- B. Vooral op techniek ingestoken
- C. What's in it for me?!
- D. Storingen
- E. Organisatie / Eigenaarschap
- F. Scaling / Ontwerp / Beheer en onderhoud



Duurzaam voortschrijdend inzicht



Volgend mini-symposium:
WOENSDAG 25 JUNI: BODEMSCHIMMELS

