



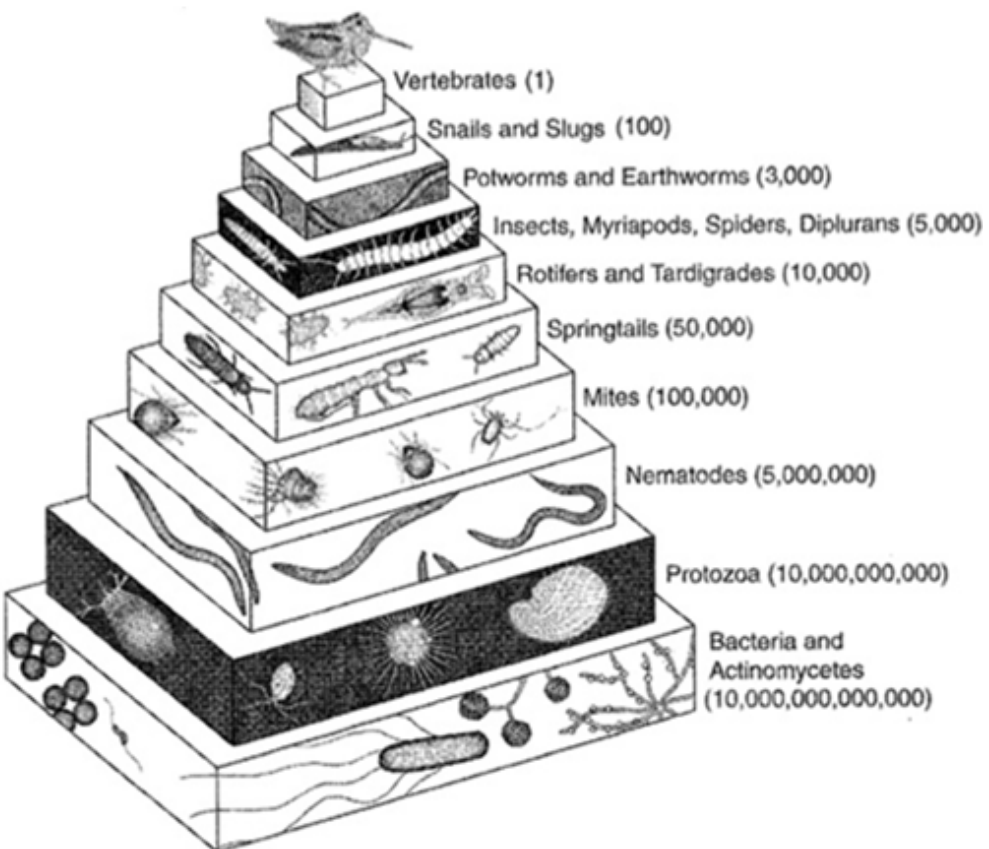
Bodemonderzoek in een waterinstituut

Prof.dr.ir. Cees J.N. Buisman
29 November 2023

Complexiteit van waterschaarste



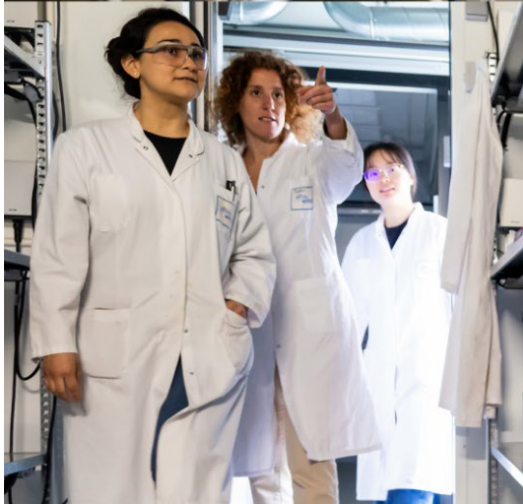
Gezonde bodem (voedingspyramide in 1 m² bodem)



Mix – Macroaggregate



Foto: Vania Chavez Rico



Circular resources and water

Source separation



WON



Spoordokgebied Leeuwarden



Soil Theme – Research Team

4 nieuwe PhD projecten :



Marija
Gadzimuradova



Lourens van
Langeveld



Mithat Can
Kuşcu



Eline Keuning

3 afgeronde PhD projecten:



Vania Chavez
Rico



Chris Schott



Yujia Luo

Soil Theme – Research Team

4 PhD projects ongoing:



Eline Keuning



Marija
Gadzimuradova



Lourens van
Langeveld



Mithat Can
Kuşcu



Yujia Luo
Post Doc

Chris Schott
Contact
landbouw



Renata van der
Weijden (WUR)



Annemiek ter
Heijne (WUR)



Martijn
Bezemer (LU)



Miriam van
Eekert (WUR)



Nora
Sutton (WUR)

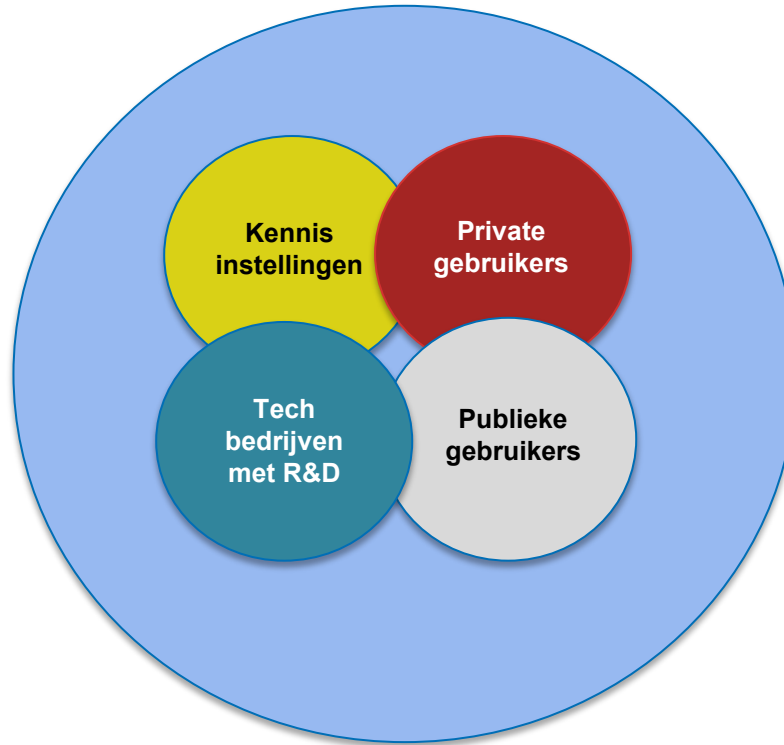


Paul Bodelier
(NIOO)

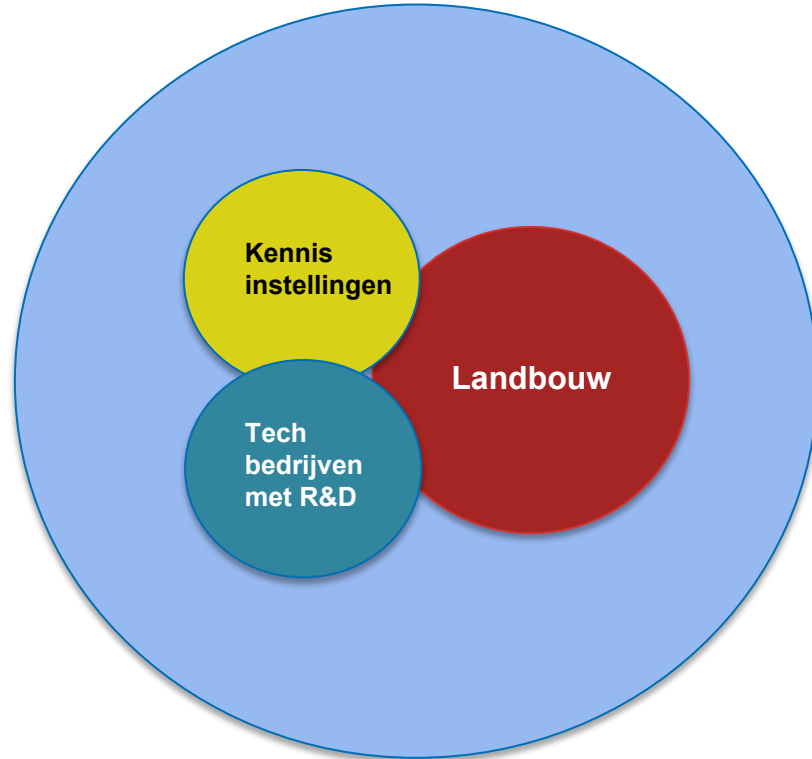


Peter van der
Maas (VHL)

Wetsus community



Innovation community



Bedrijven in het bodem thema



WON



FB Oranjewoud



Aangesloten partij

Federatie Agricycling

Kollektiven Beried
Fryslân

Agricycling



KOLLEKTIVENBERIED FRYSLÂN

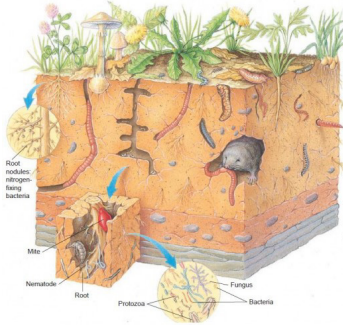
Visie op innovatie

Coherent

Gezonde levensstijl



Bodemorganisme



Rioolwaterzuivering



Bron:lv-groep.nl

Niet
coherent

Medicijnen



Pesticide



PFAS



Guiding principles

Renewable



Circular



Toxic-free



Novel entities



Pharmaceuticals



Pesticides

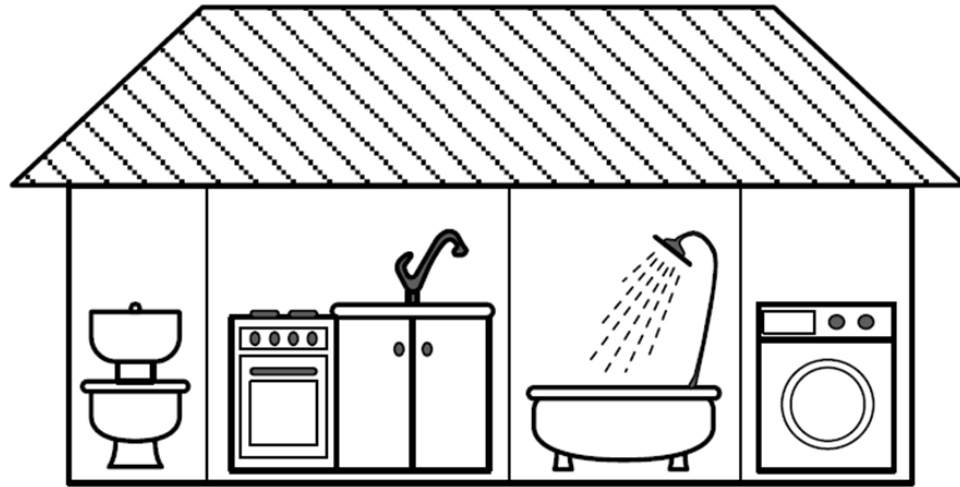


PFAS



Nano & Micro plastics

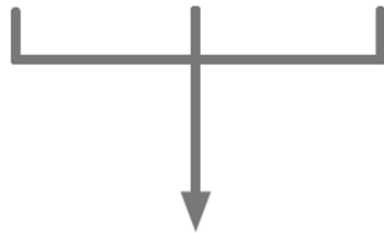
Source separated sanitation



BLACK WATER
(URINE + FECES)

**SOLID
KITCHEN
WASTE**

GREY WATER



Noordelijk convenant medicijnresten verminderen



Na uw CT-scan plast u 1 keer in het ziekenhuis en daarna thuis drie keer in een plaszak.

In dit pakket zitten drie plaszakken. De plaszakken gebruikt u alleen thuis of ergens anders waar u naar het toilet gaat. Dus niet in het ziekenhuis.



1e keer
plassen in
ziekenhuis



Daarna
3x thuis
plassen

Let op:

De eerste keer na uw CT-scan plast u in het ziekenhuis, gewoon in de toiletpot. Dus niet in een plaszak.

Geef uw mening en maak kans op duurzame cadeaus!

Heeft u de plaszak gebruikt? Hoe ging dat? En bent u tevreden of ontevreden over de uitleg van de plaszak? Dat willen we graag weten. Want met uw antwoorden kunnen we het gebruik van de plaszak nog makkelijker maken. Vul de online vragenlijst in en maak kans op een pakket met duurzame cadeaus!



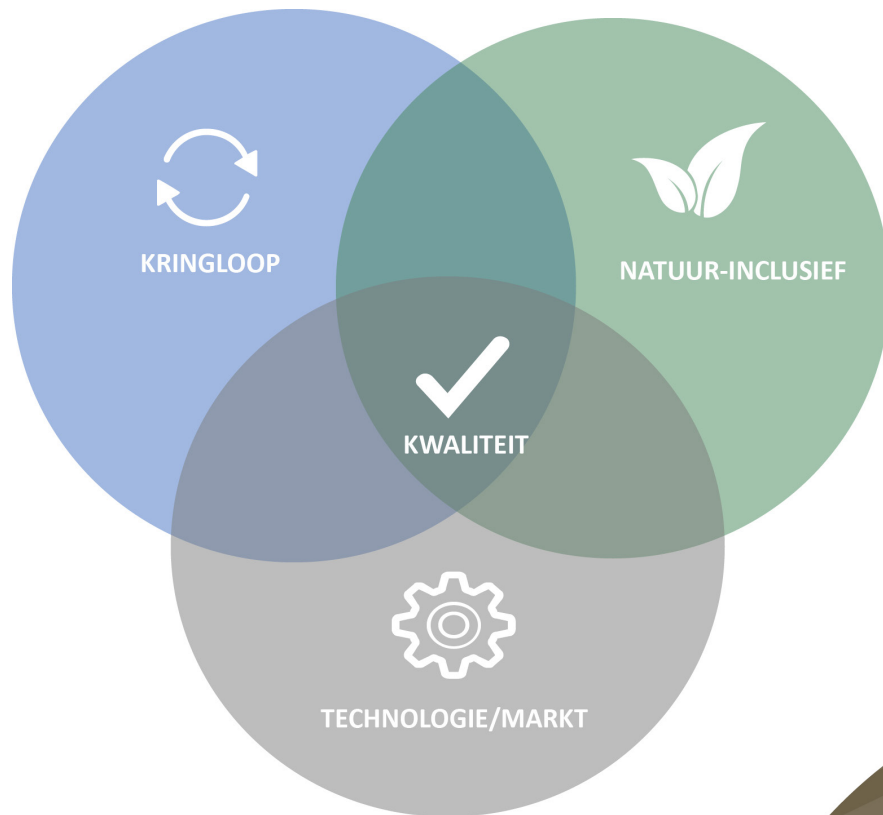
Ga naar www.plaszakziekenhuis.nl voor meer informatie en de vragenlijst.

Of scan de QR-code:

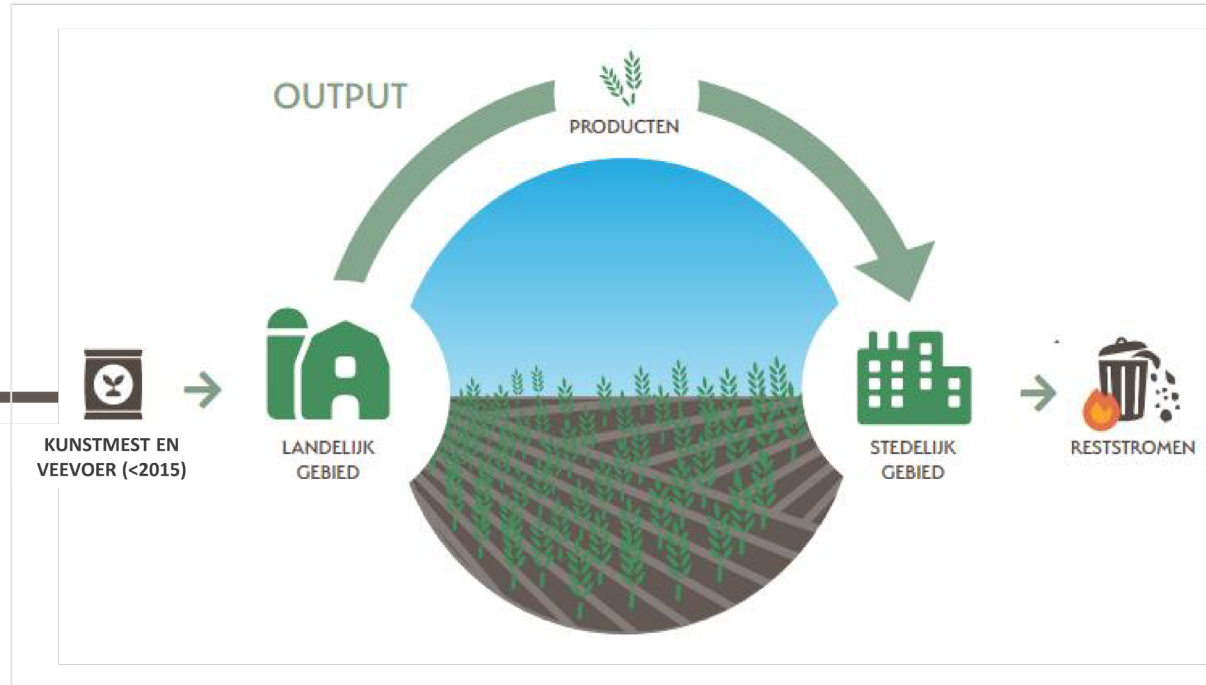


Plaszakken
gebruikt u niet
meer!
Meer info op
www.plaszak.nl

Kunnen we met kringloop transitie de kwaliteit verbeteren?



Oneerlijk lineair systeem



Hoewel er positieve ontwikkelingen gaande zijn kennen wij de voedselproductie en -consumptie vooral als **lineair systeem**

Eerlijk circulair systeem

OUTPUT



De landbouw beschikt als
enige over de BODEM



INPUT

Wat is landbouw?

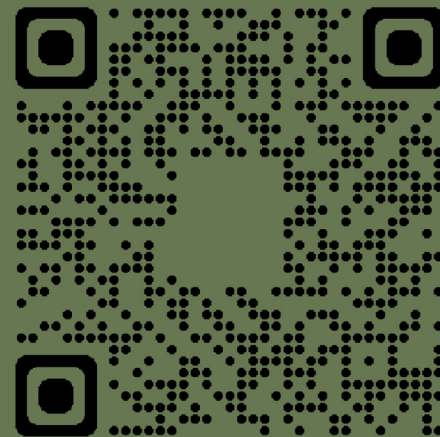
“De bodem is de enige plek
waar we echt kunnen
recyclen”

De landbouw is het
recyclend vermogen van de
samenleving

Vorzichtige conclusies van mensenmest

- Scheiden van het riool is noodzakelijk
- Schonere dan dierlijke mest met krachtvoer
- Eerlijker ten opzichte van de rest van de wereld

June 3-5, 2024
Leeuwarden



www.wetsus.nl/ecgic-2024

ECONOMY
FOR THE COMMON GOOD
International & The Netherlands

 **Hanze Hogeschool
Groningen**
University of Applied Sciences

 **NHL
STENDEN**
university of
applied sciences

 **wetsus**



ECGIC 2024

III ECONOMY FOR THE COMMON GOOD
INTERNATIONAL CONFERENCE

Converging Future-Fit Economic Models: Advancing Just and Sustainable Regions

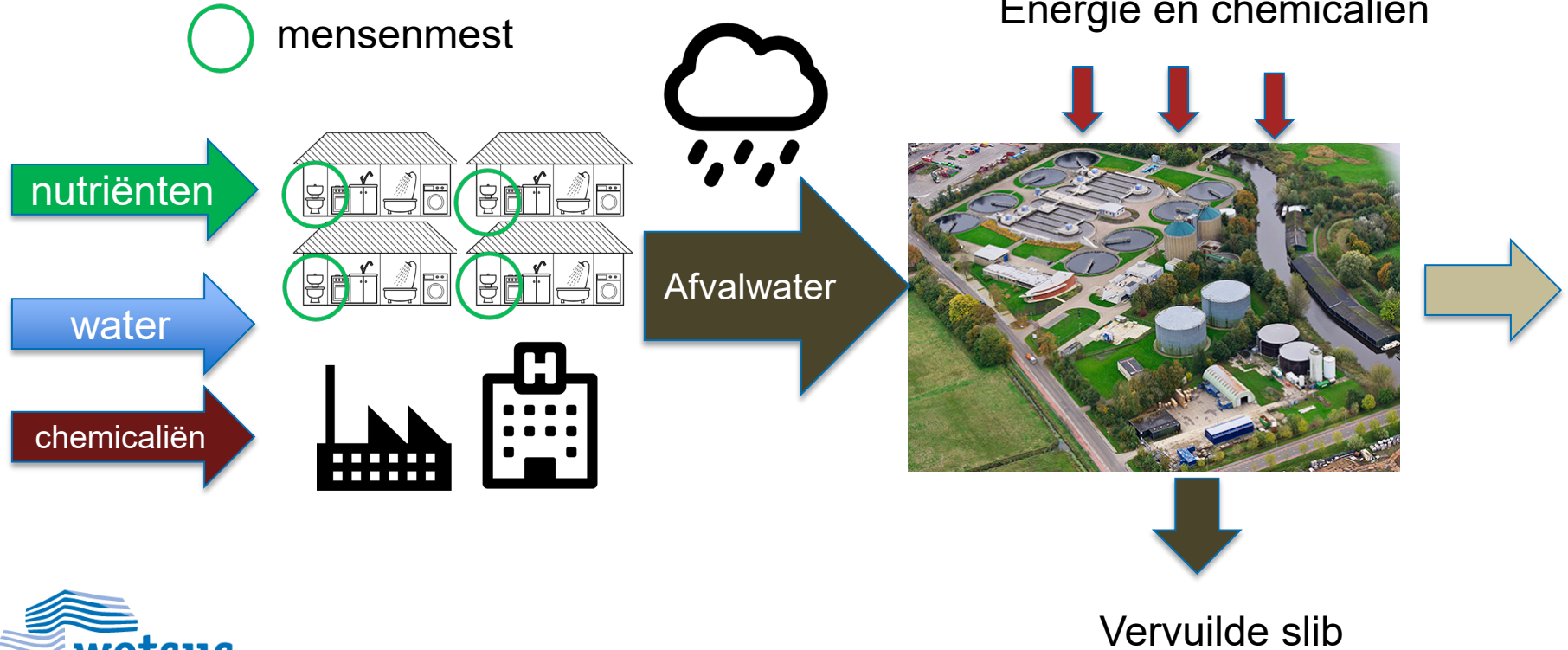


Hoe wordt mensenmest nu verwerkt en wat betekent dat voor de landbouw?

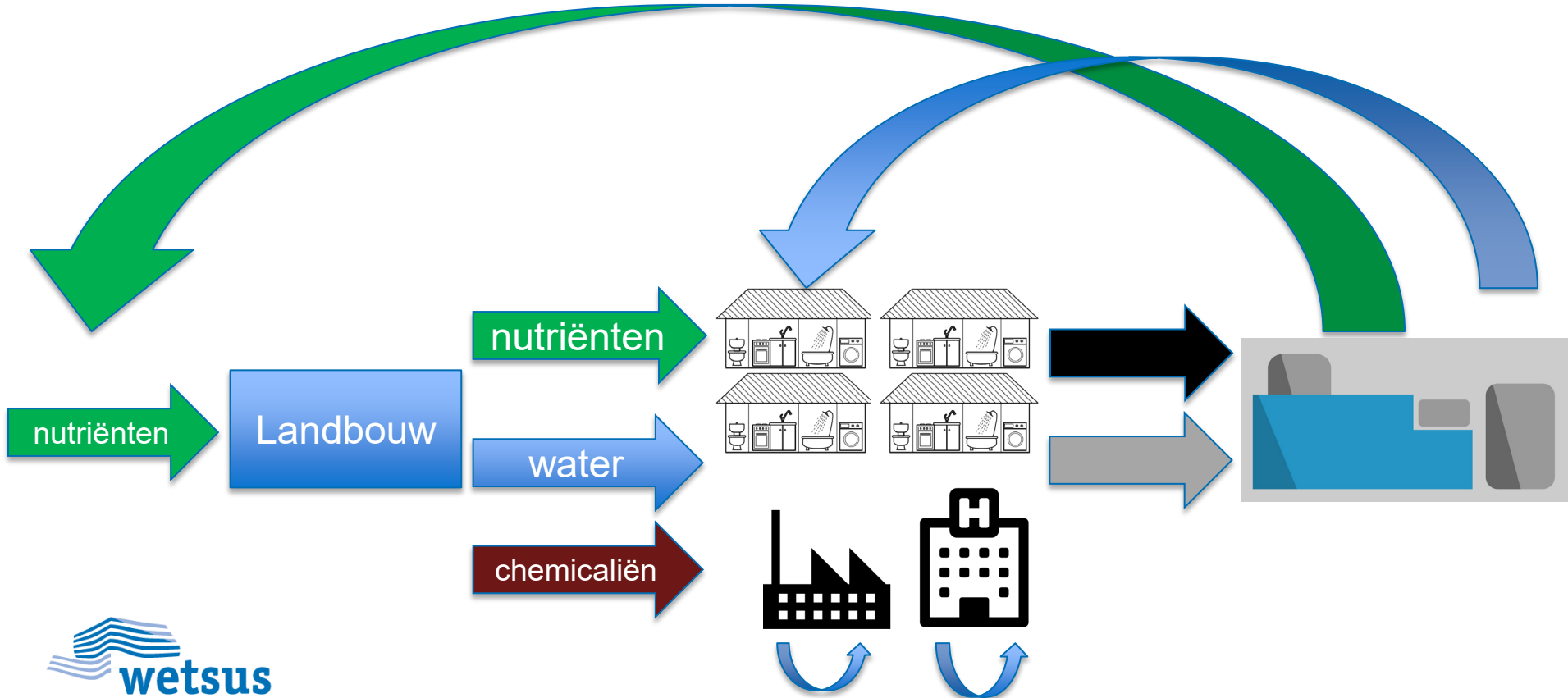
Lucía Hernández Leal

29 November 2023

Huidige verwerking mensenmest

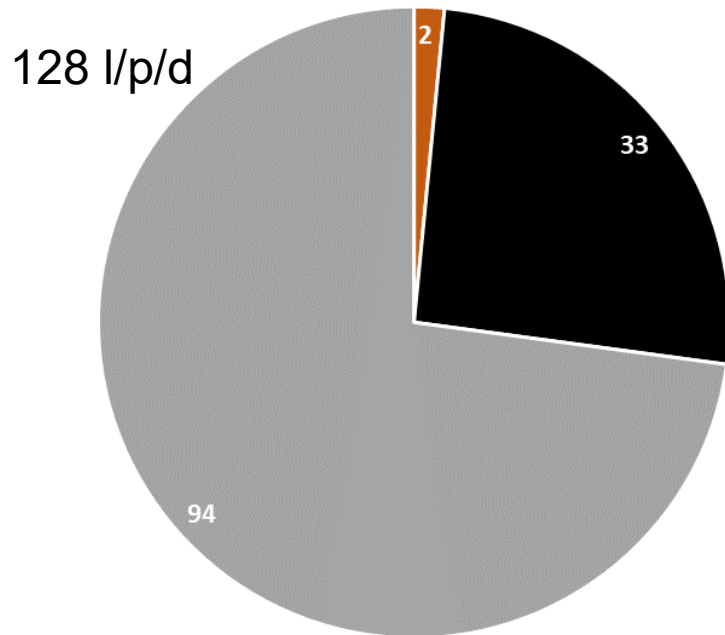


We moeten richting circulariteit



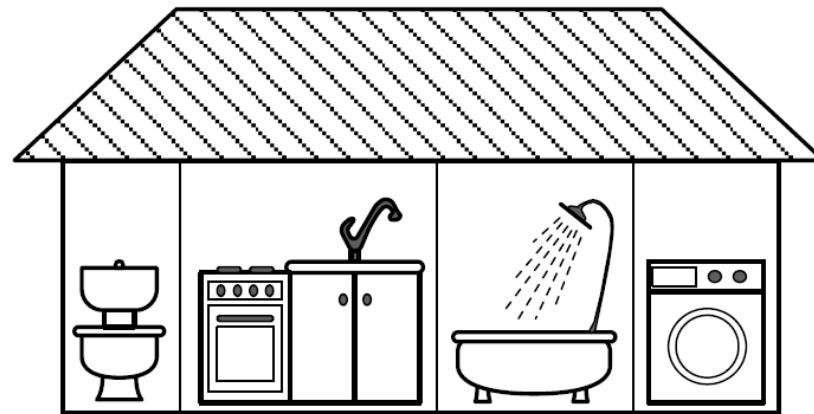
Volumes huishoudelijke afvalwater

Volume



■ mensenmest ■ toiletwater

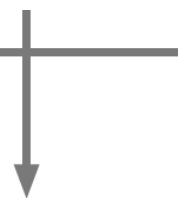
■ grijswater



Mensenmest

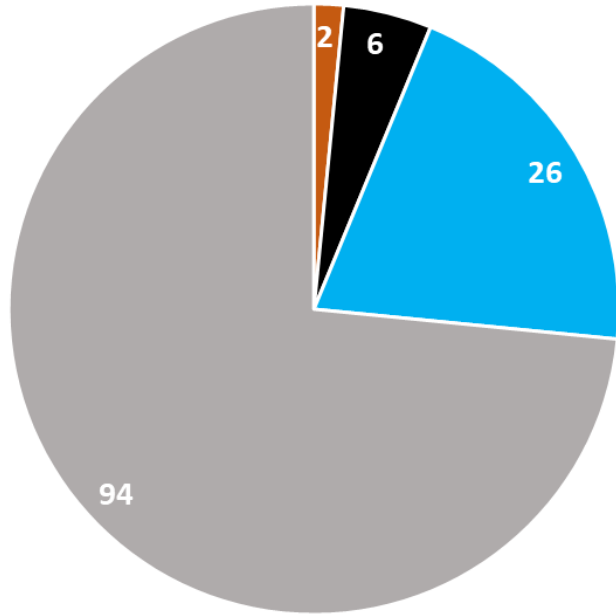
keuken
afval

grijswater



Drinkwater besparing door vacuum verzameling van mensenmest

Volume

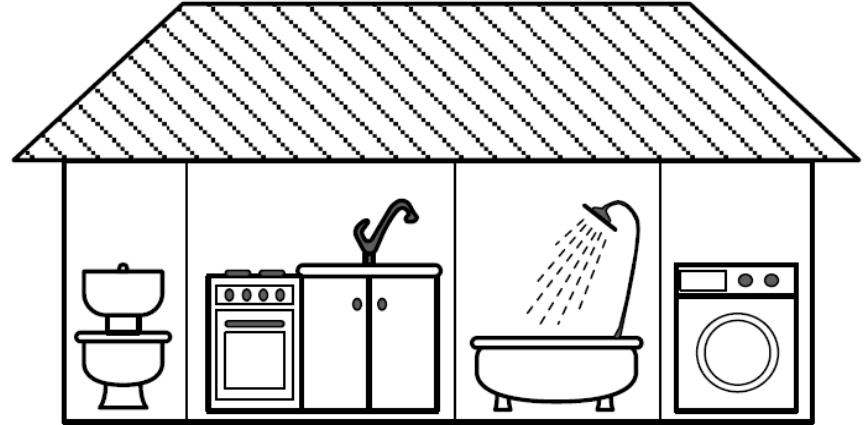


■ mensenmest

■ vacuumtoilet

■ bespaard

■ grijswater



Mensenmest

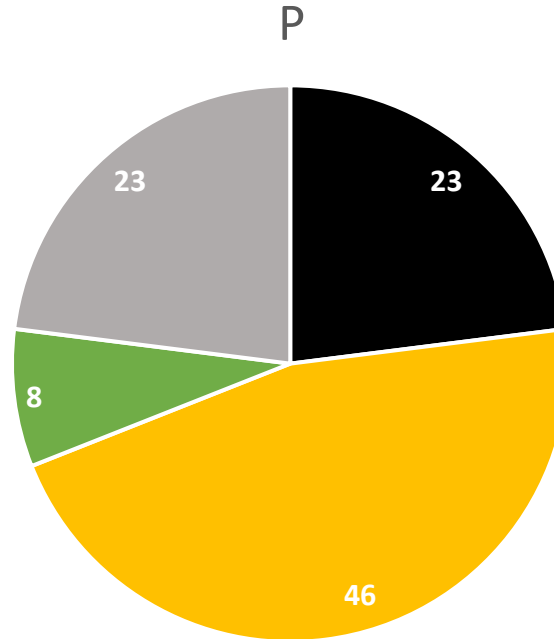
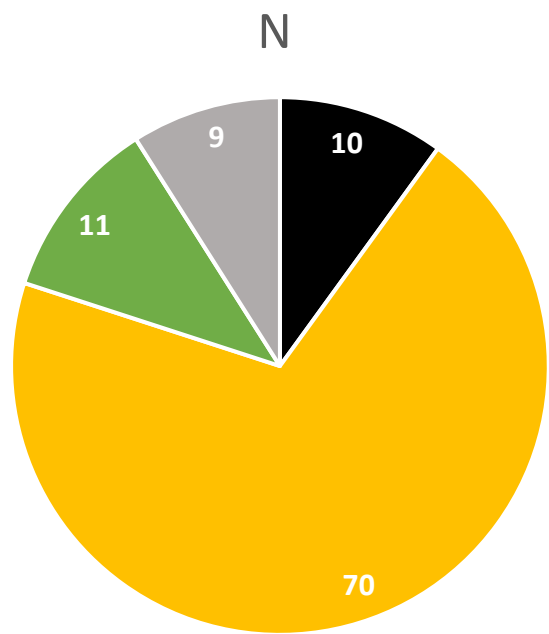
keuken
afval

grijswater



WAGENINGEN UNIVERSITY
Environmental Technology

Groot deel nutriënten in mensenmest + keuken afval



- feces
- urine
- keuken afval
- grijswater

Vacuum toiletten en riool



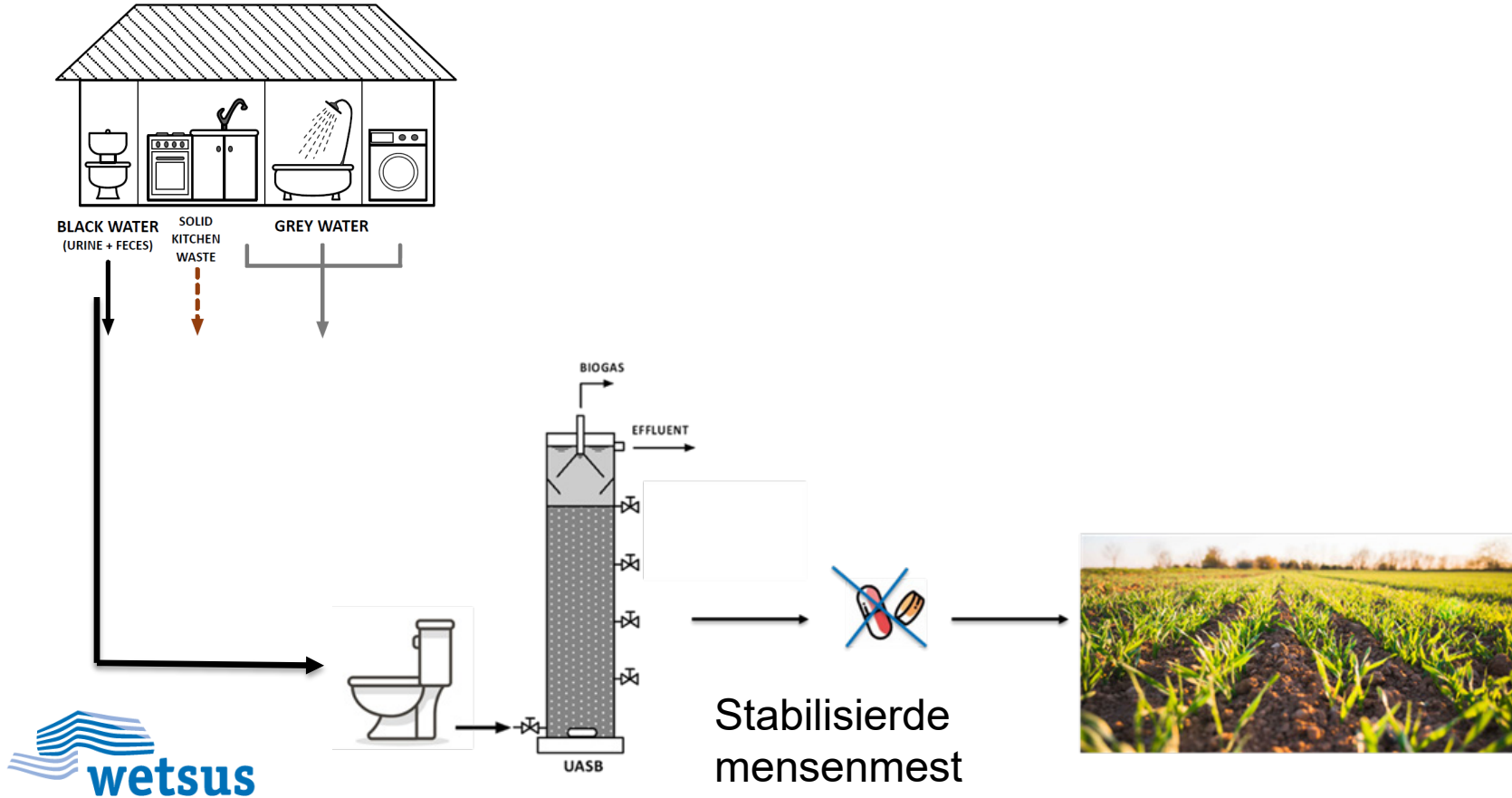
7 L/(p d)
geconcentreerde
zwartwater

26 l/p/d drinkwater
besparing

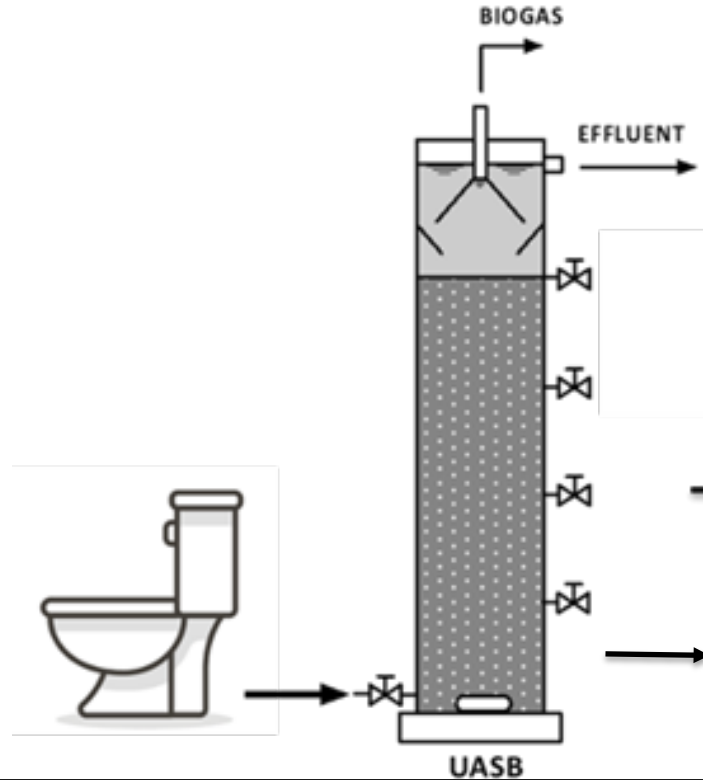
Vacuum vs conventioneel riool



Vorbereitung voor landbouw



100 dagen @ 55°C maakt het veilig



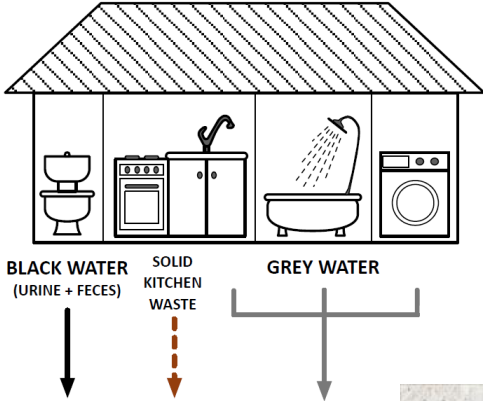
Veilige
mensenmest

<https://run4life-project.eu/>

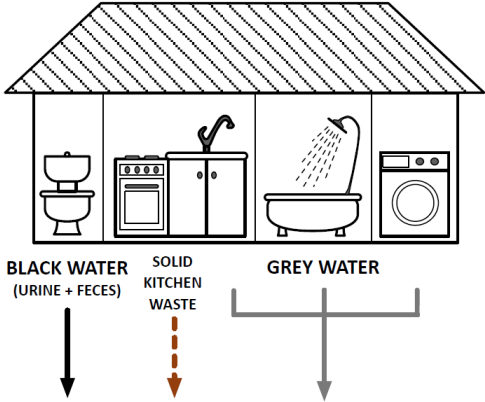
Antibiotica resistente bacterie in mensenmest verwijderd boven de 55°C



Microverontreinigingen in grijswater



In zwartwater alleen medicijnenresten

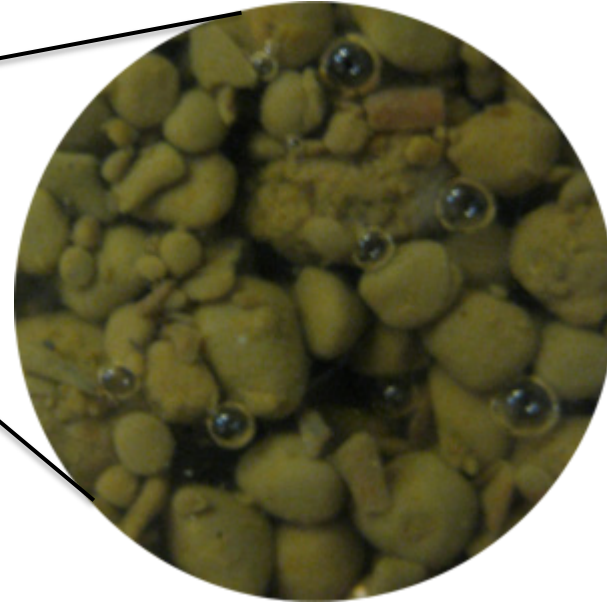
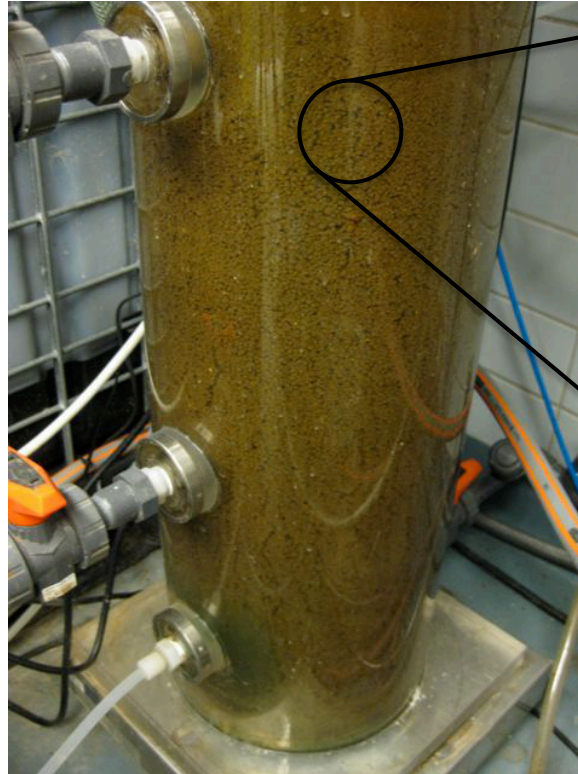


Composteren van mensenmest

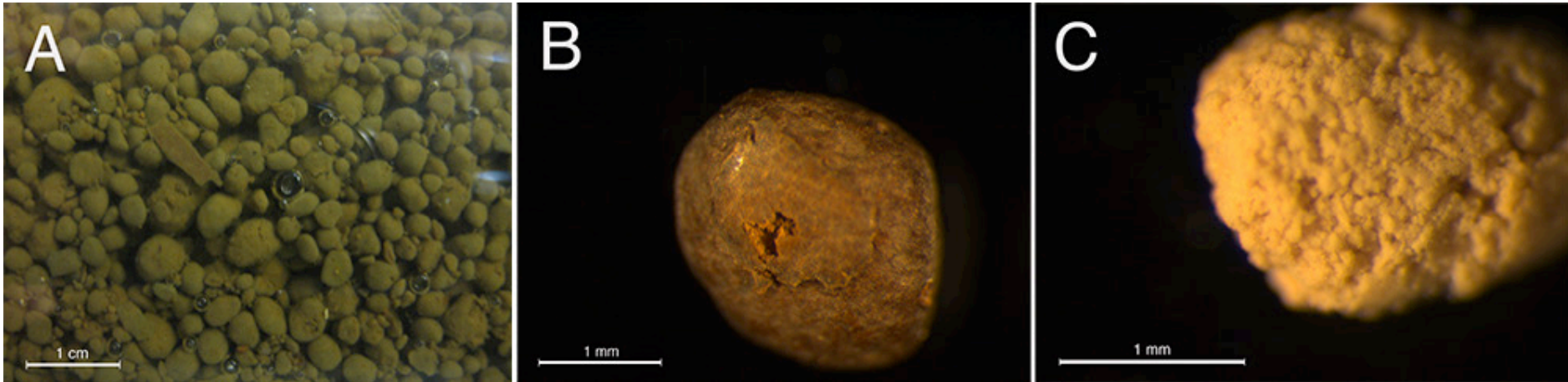


Compound	Micropollutants reduction by weight, %
Estrone	99.9
Diclofenac	99.9
Ibuprofen	99.8
Carbamazepine	88.1
Metoprolol	95.1
Galaxolide	97.8
Triclosan	96.6

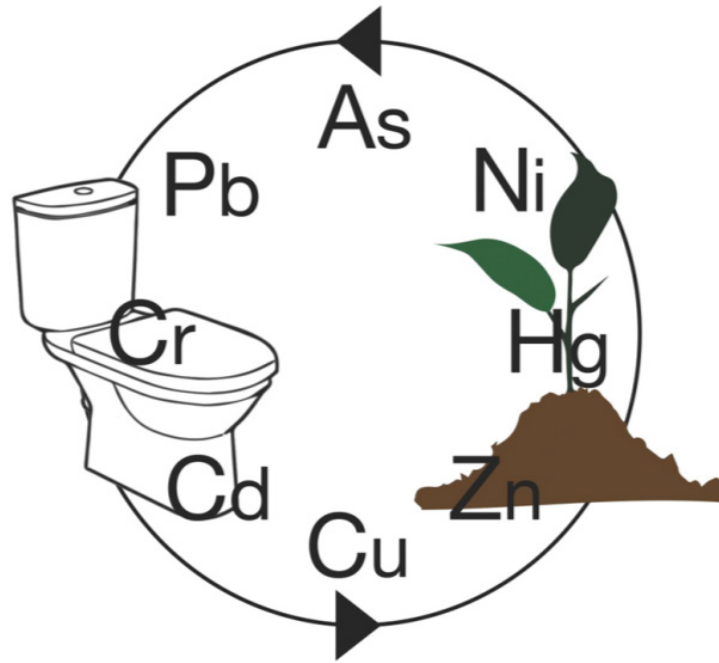
We kunnen mensenmest maken met weinig P & N



Calcium fosfaat korrels



Studie mensenmest en zware metalen



Mensenmest veel schoner dan rioolslib (mg/Kg P)

Element	Mensenmest	Rioolslib
Zn	13919	31166
Ni	466	1025
Cu	3720	12701
Cr	731	1268
Hg	0,12	23
Cd	13	39
Pb	69	3519
As	12	300

Zware metalen en micronutriënten mensenmest vs koemest (mg/Kg P)

Element	Mensenmest	Koemest ¹
Zn	13919	25947
Ni	466	1472
Cu	3720	14397
Cr	731	1145
Hg	0,12	nd
Cd	13	33
Pb	69	695
As	12	nd

(1) van Dooren *et al.*, (2005), nd = not detected

Mensenmest schoner dan P kunstmest (mg/kg P)

Element	Mensenmest ¹	P kunstmest ²
Cr	731	1245
Hg	0.12	0.7
Cd	13	91
Pb	69	154
As	12	33

(1) van Dooren *et al.*, (2005)

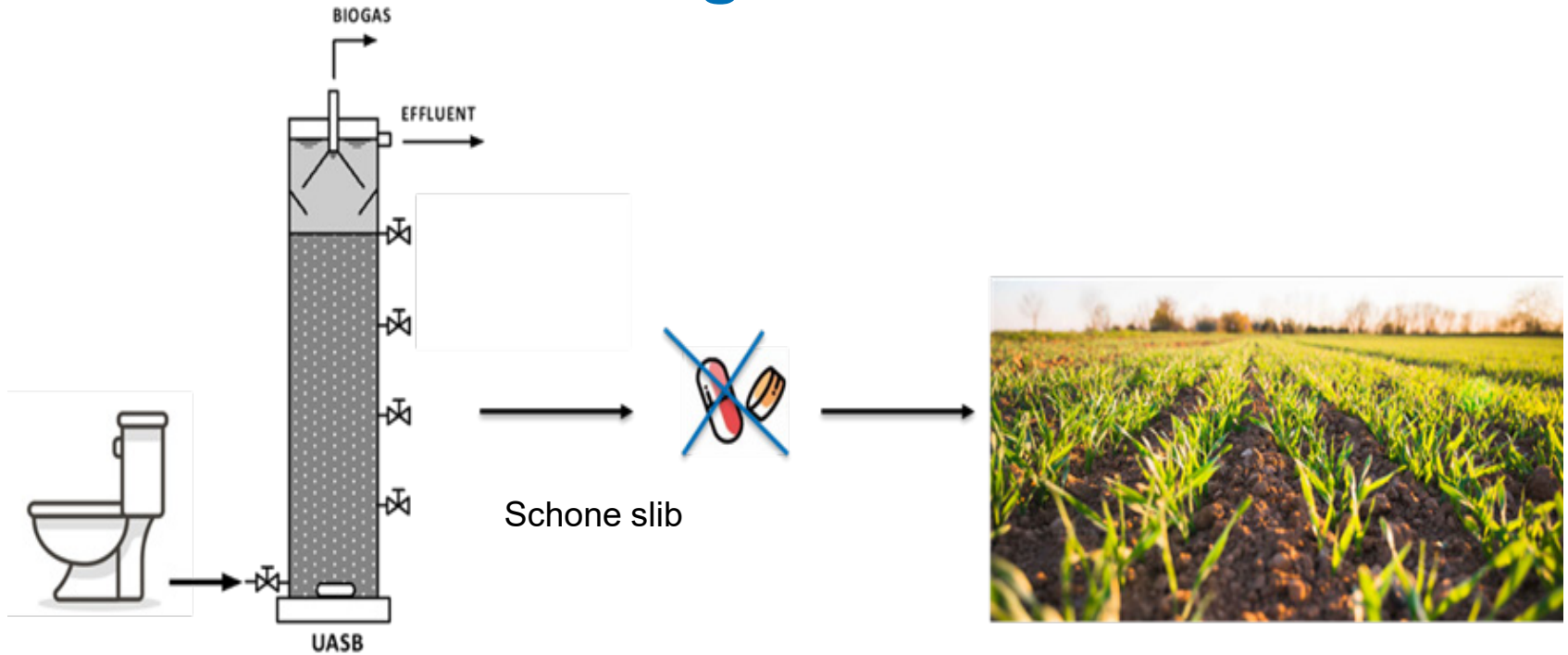
(2) Remy and Ruhland (2006)

CaP korrels zijn of hoge kwaliteit

		CaP granules	Sewage sludge	Phosphate rock
P	wt%	15	9	13
Cd		0,23	2	23
As		0,25	11	14
Pb		1,65	123	4
Sr		not detected	not available	1057
U		not detected	not available	141

Cuhna, Schott et al. 2020 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104791>

Mensenmest kan bijdragen aan een hogere kwaliteit



Eerste pilot 32 huizen| Sneek, NL



207 woningen| Sneek, NL



2000 woningen | Helsingborg, SE



Veld testen in Helsingborg (2020 – 2023)

- **Dewatered food waste sludge** from anaerobic digester (certified as biofertilizer using national certification system)
- **Struvite** (EU Fertilizer directive)
- **Ammonium sulphate** (EU Fertilizer directive)



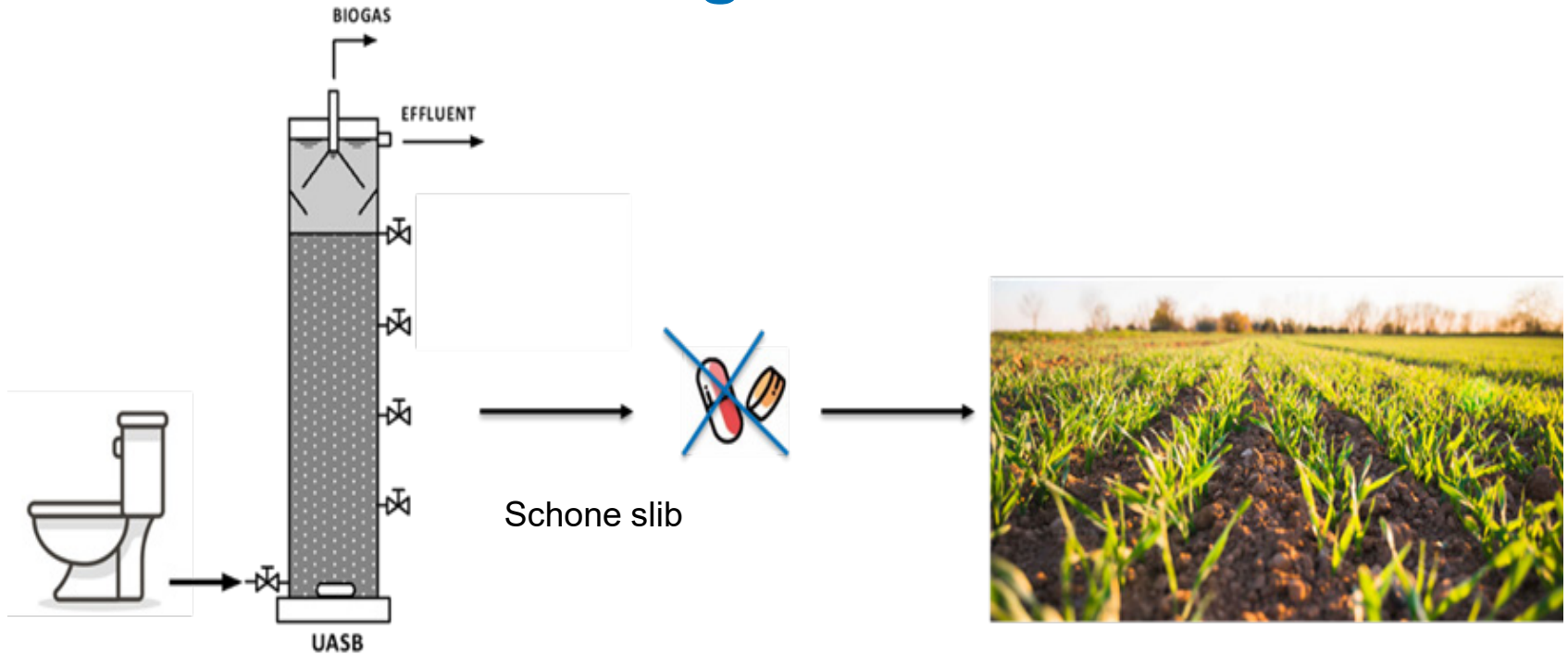
Recolab



Spoordok: mensenmest bron



Mensenmest kan bijdragen aan een hogere kwaliteit





Kringloop sluiten met mensenmest: Essentieel voor gezond voedsel

Dr. ir. Chris Schott

Thema avond bodem Wetsus - 29 November 2023

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						

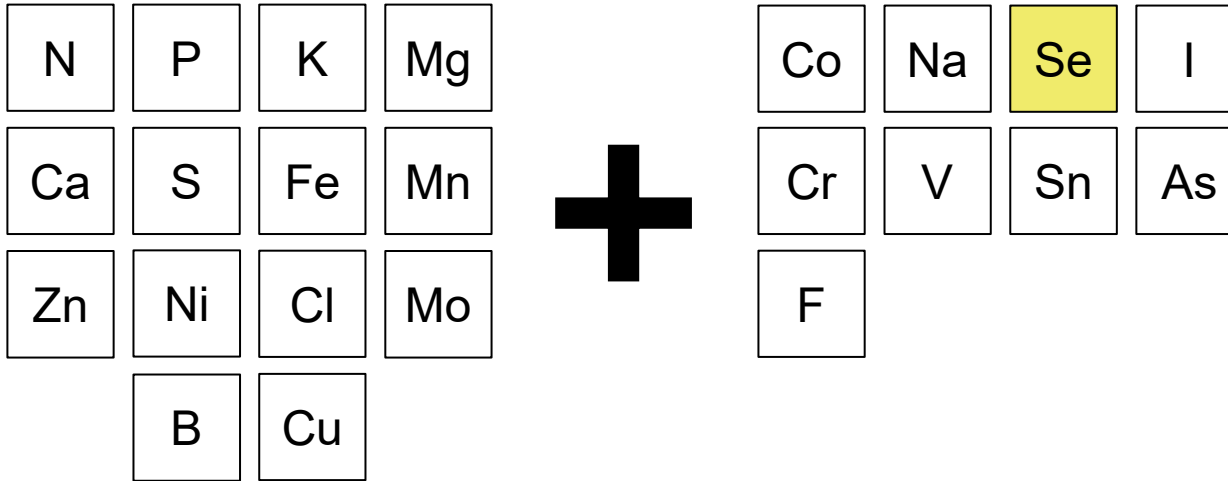
14



23₍₁₄₊₉₎



23 Belangrijke voedingsstoffen voor een gezonde bevolking



14

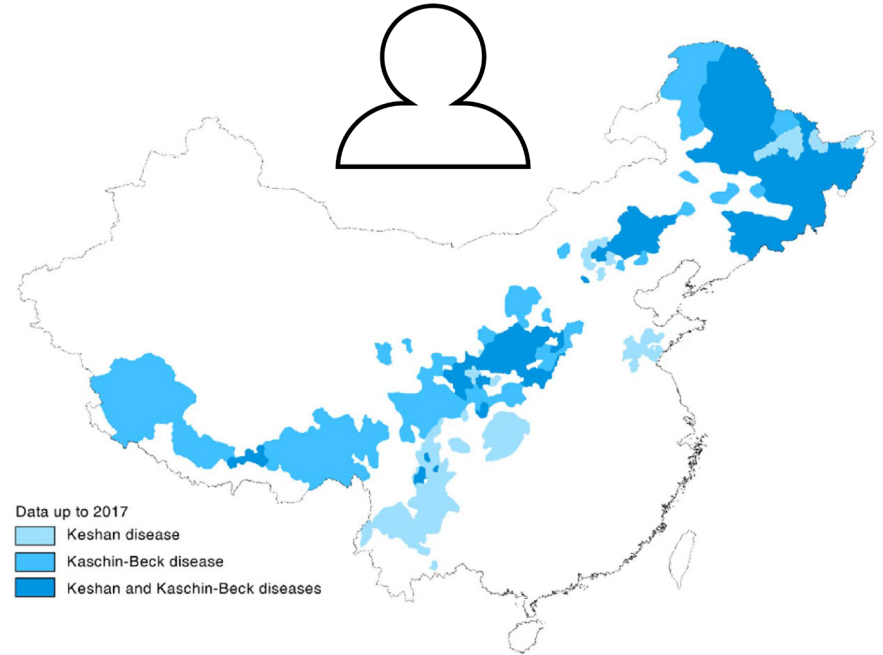
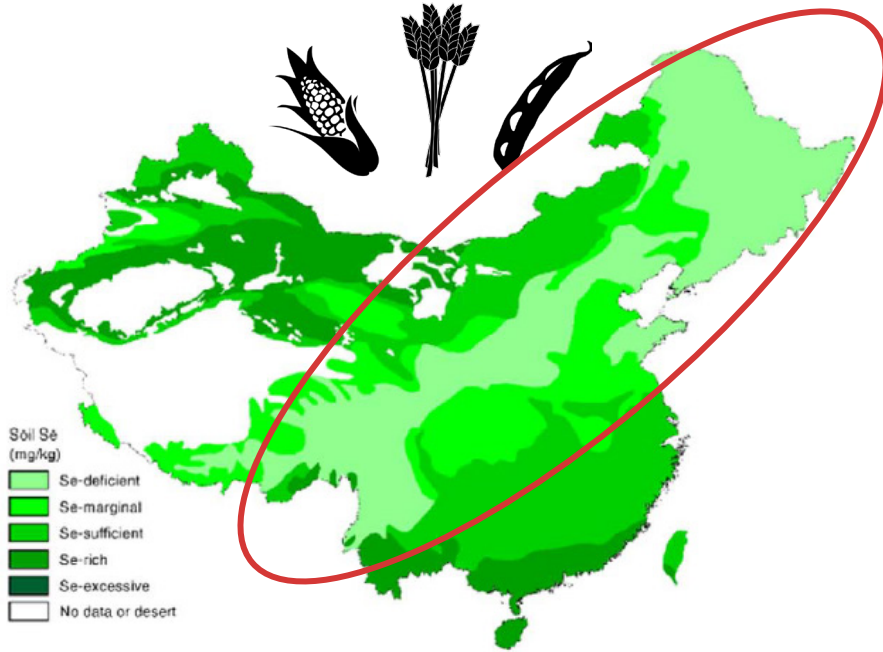


23₍₁₄₊₉₎



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						

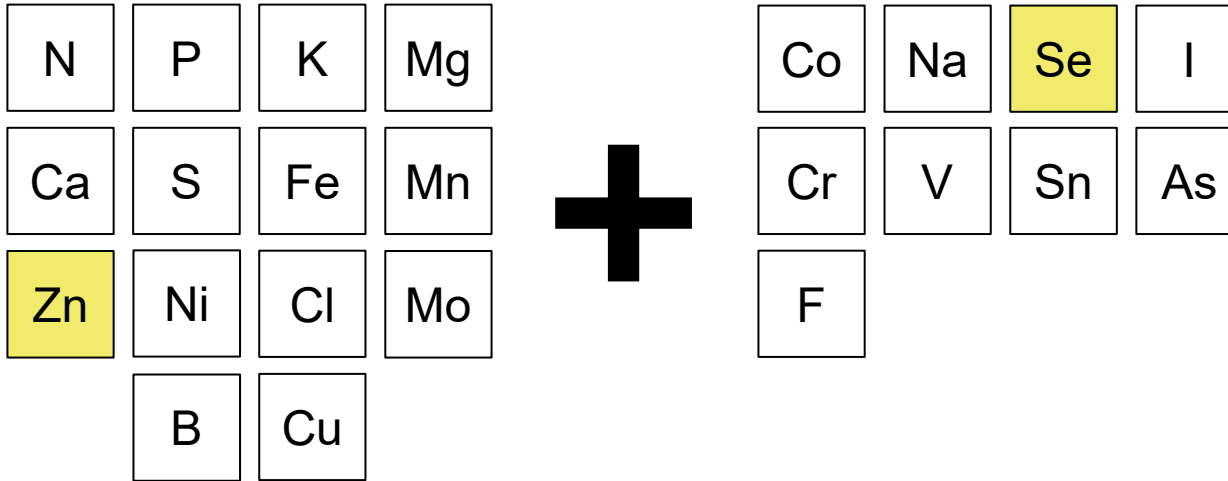
14



23₍₁₄₊₉₎



23 Belangrijke voedingsstoffen voor een gezonde bevolking



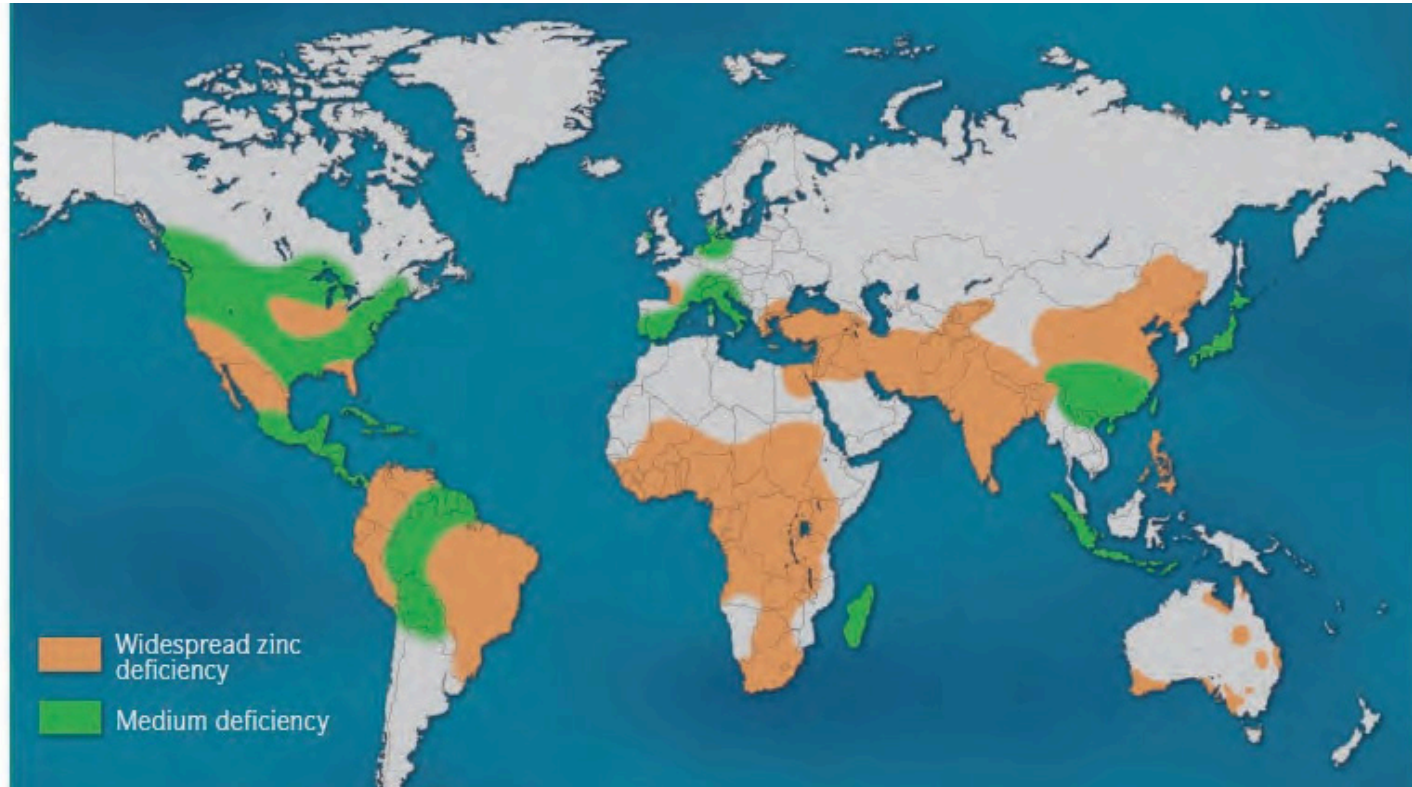
14



23₍₁₄₊₉₎

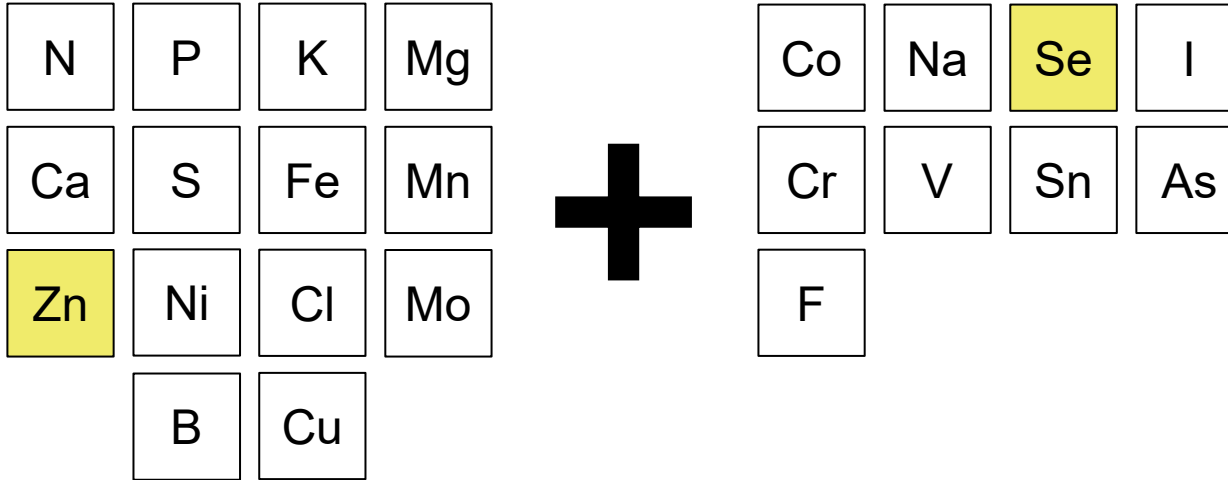


Zinktekorten



Source: Alloway 2004

23 Belangrijke voedingsstoffen voor een gezonde bevolking



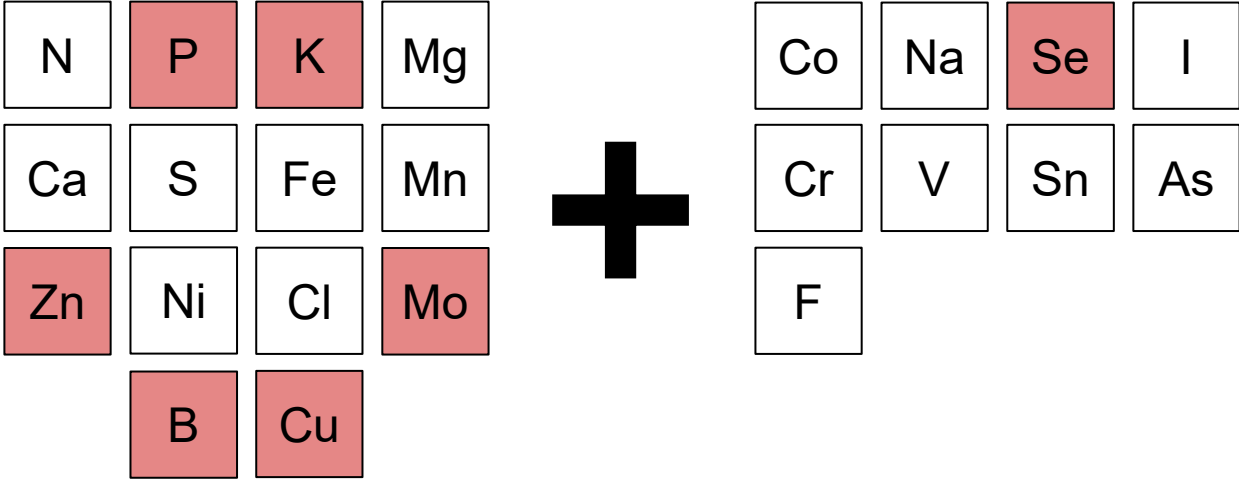
14



23₍₁₄₊₉₎



Schaarse elementen



14



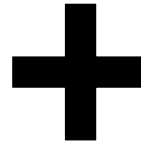
23₍₁₄₊₉₎



Schaarse elementen

Reserves in jaren

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



Co	Na	49 Se	I
Cr	V	Sn	As
F			

14



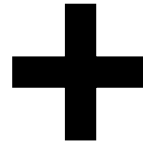
23₍₁₄₊₉₎



Schaarse elementen

Reserves in jaren

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



Co	Na	49 Se	I
Cr	V	Sn	As
F			

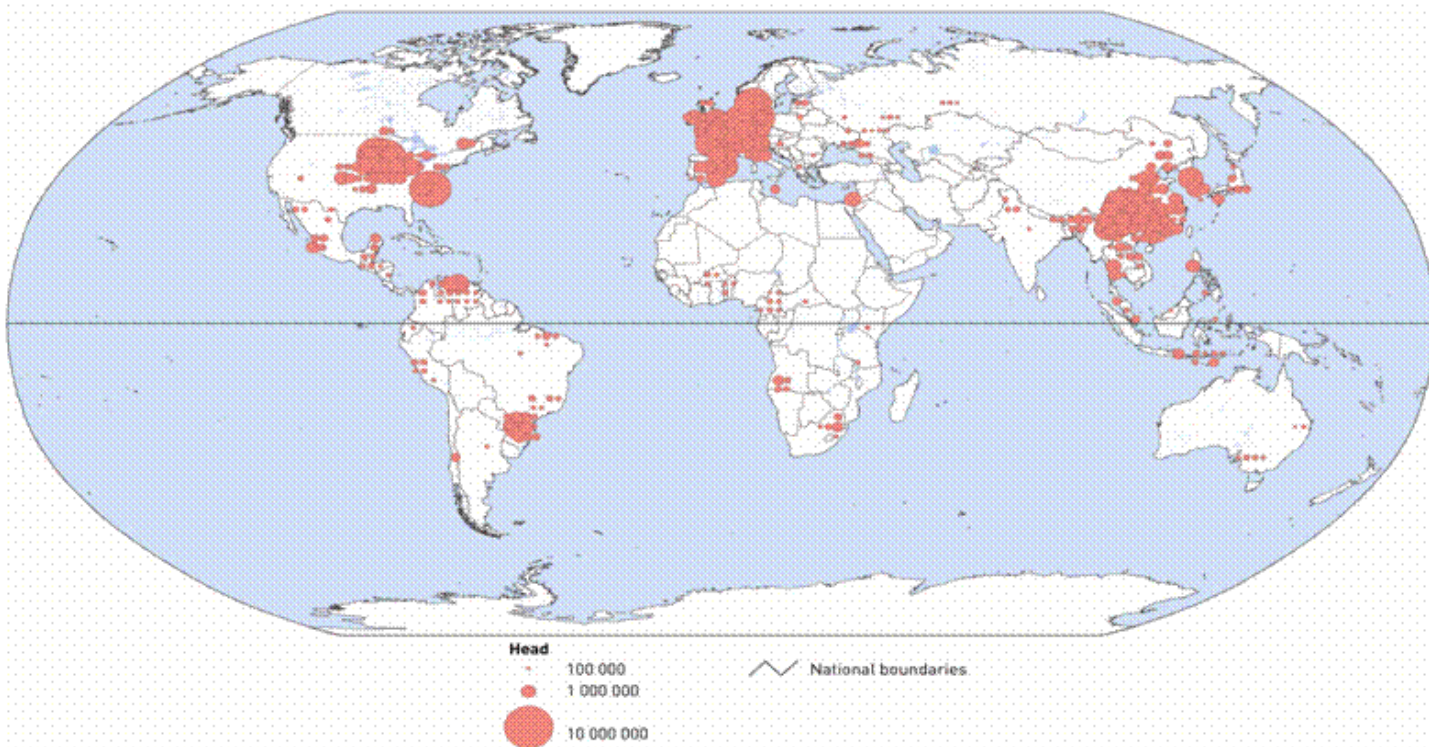
14



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

Leidende principes

Renewable



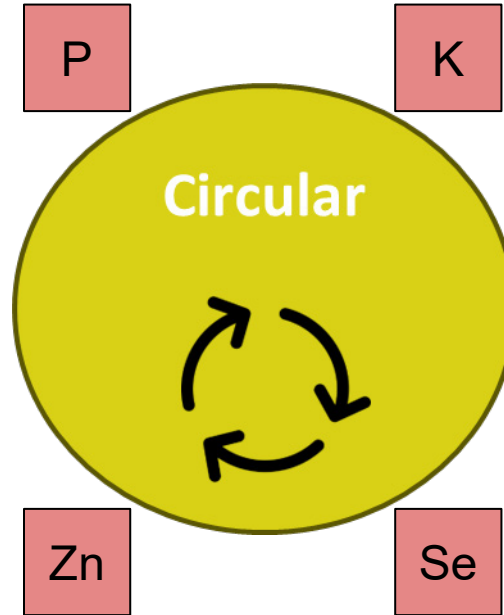
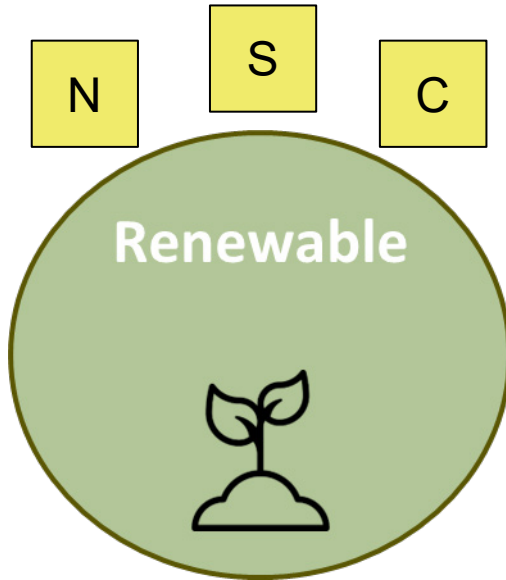
Circular



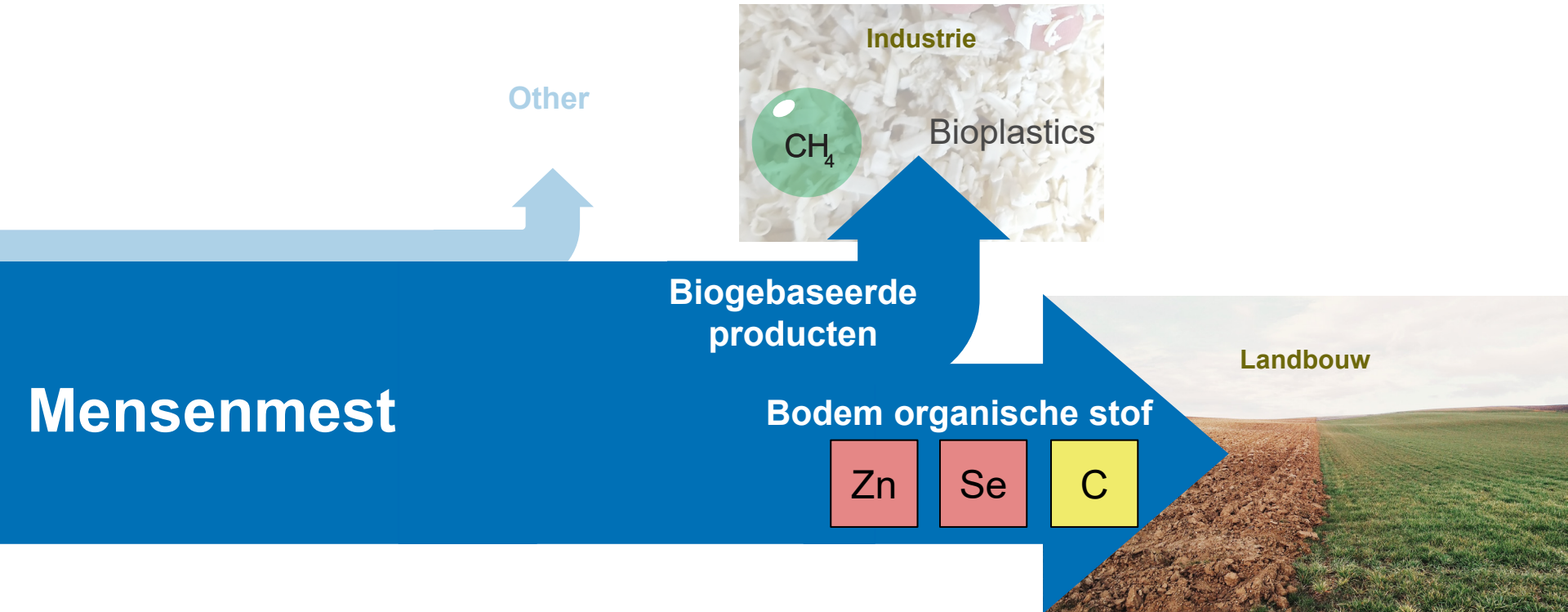
Toxic-free



Leidende principes



Biogebaseerde producten of landbouw?



Meer koolstof in bodem met ferment en digestaat

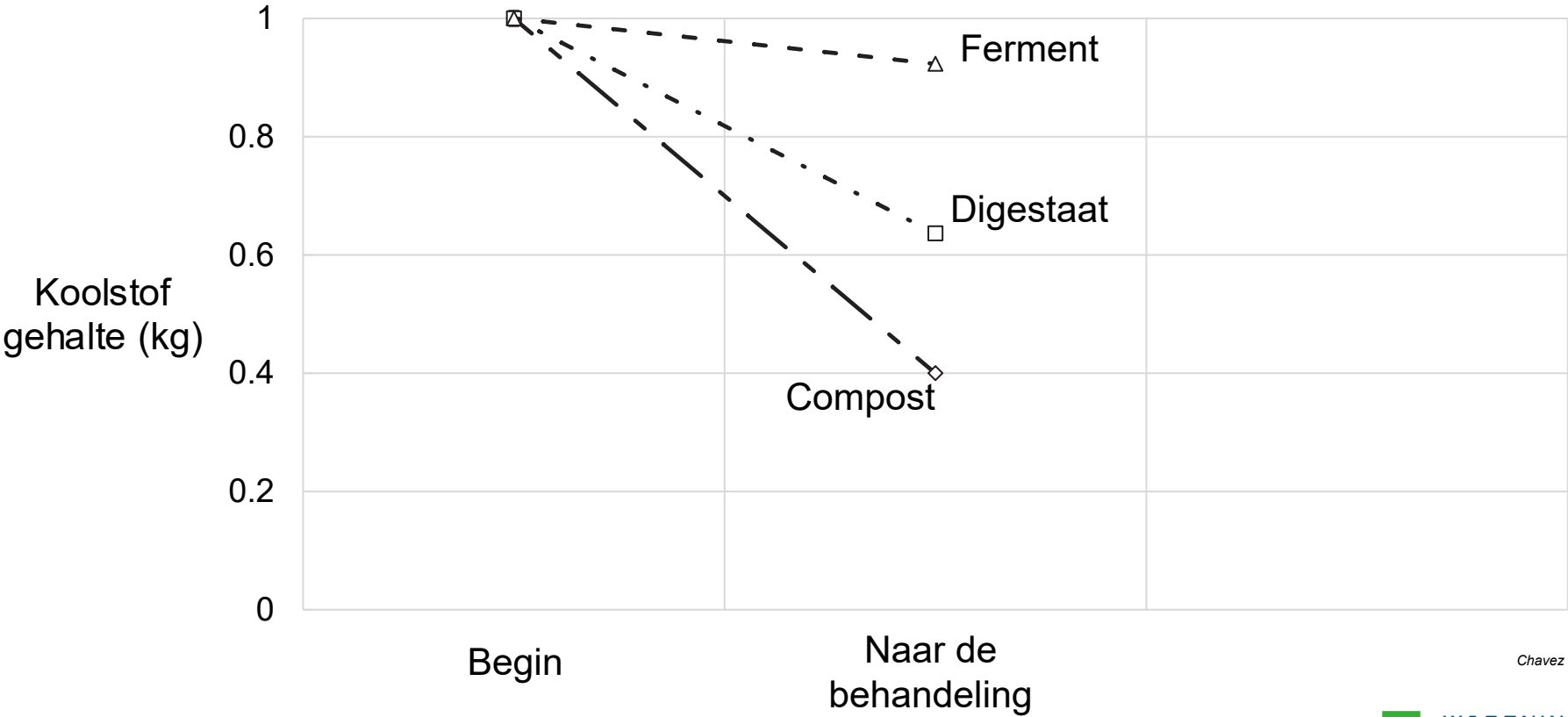
C



Chavez et al. (2022)

Meer koolstof in bodem met ferment en digestaat

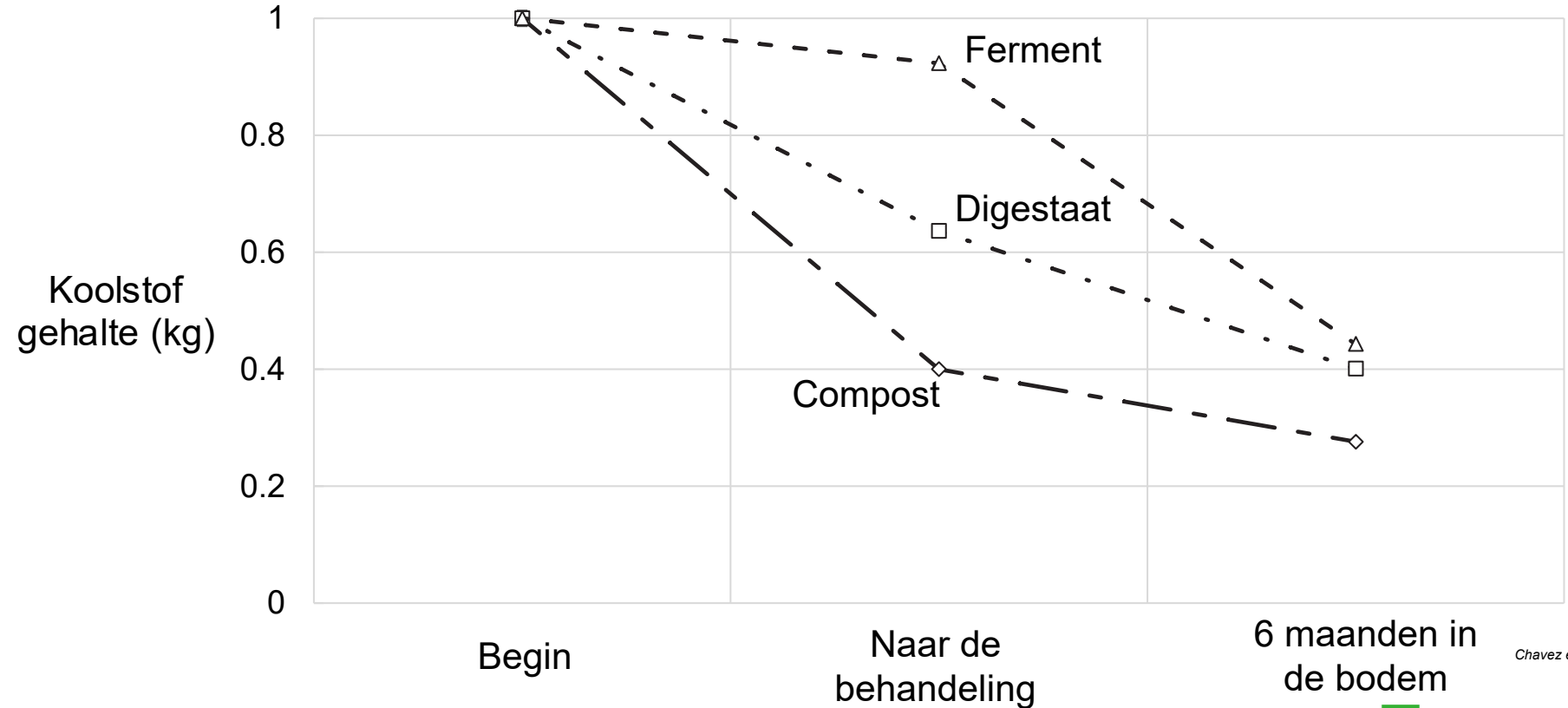
C



Chavez et al. (2022)

Meer koolstof in bodem met ferment en digestaat

C

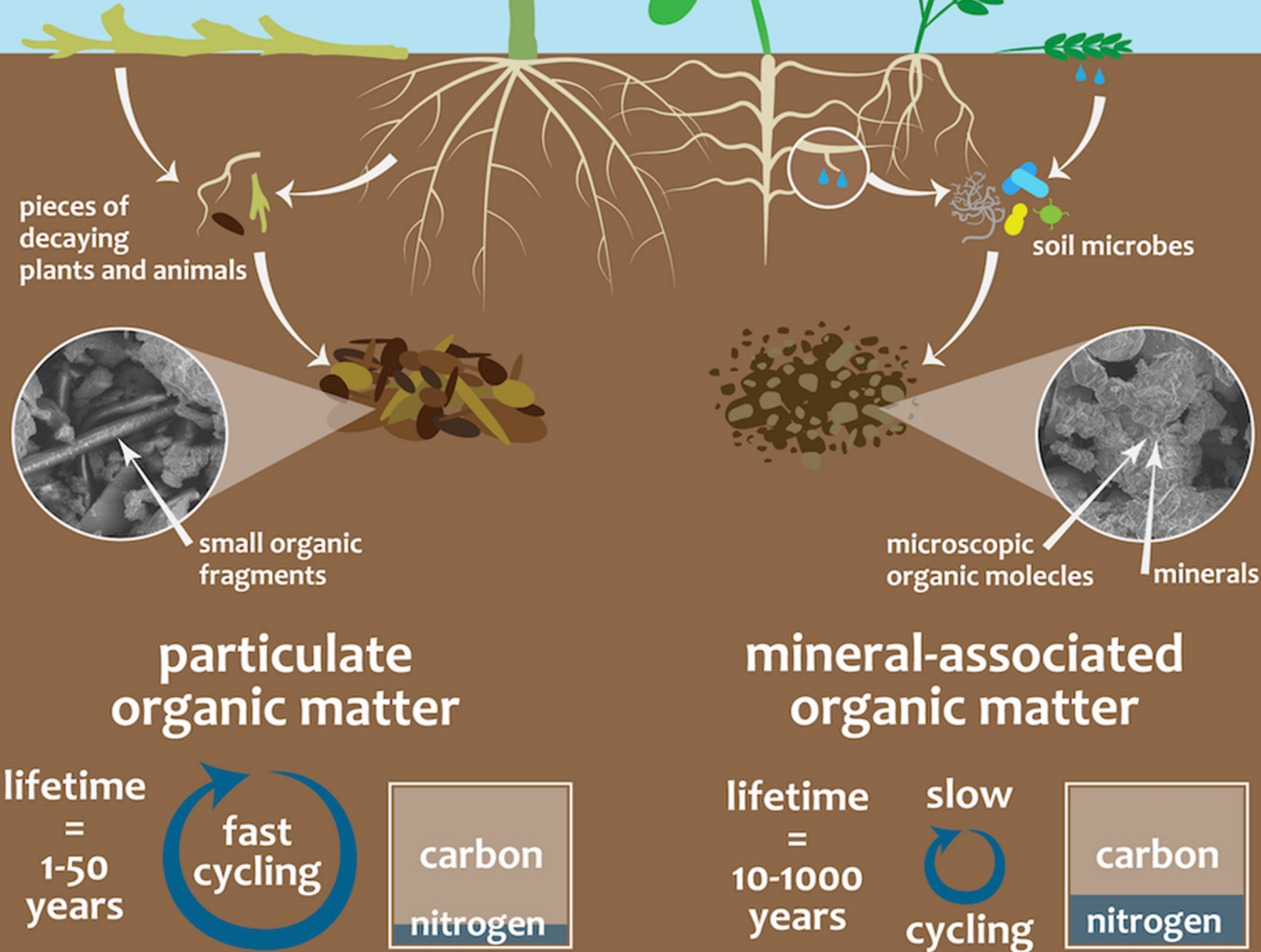



Chavez et al. (2022)

Digestaat leidt tot organische stof van hogere kwaliteit in de bodem

C

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



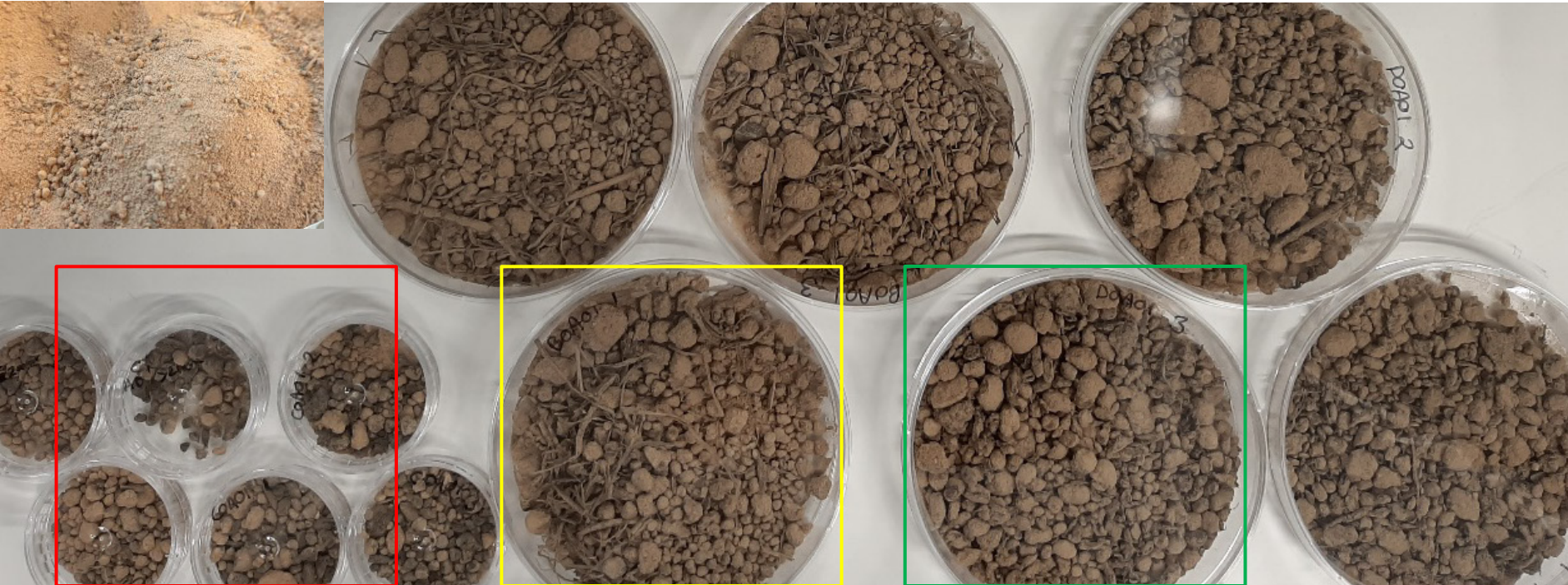


Mix – Macroaggregate

Taken by Vania Chavez

Verschillend per behandeling

C



Compost

Ferment

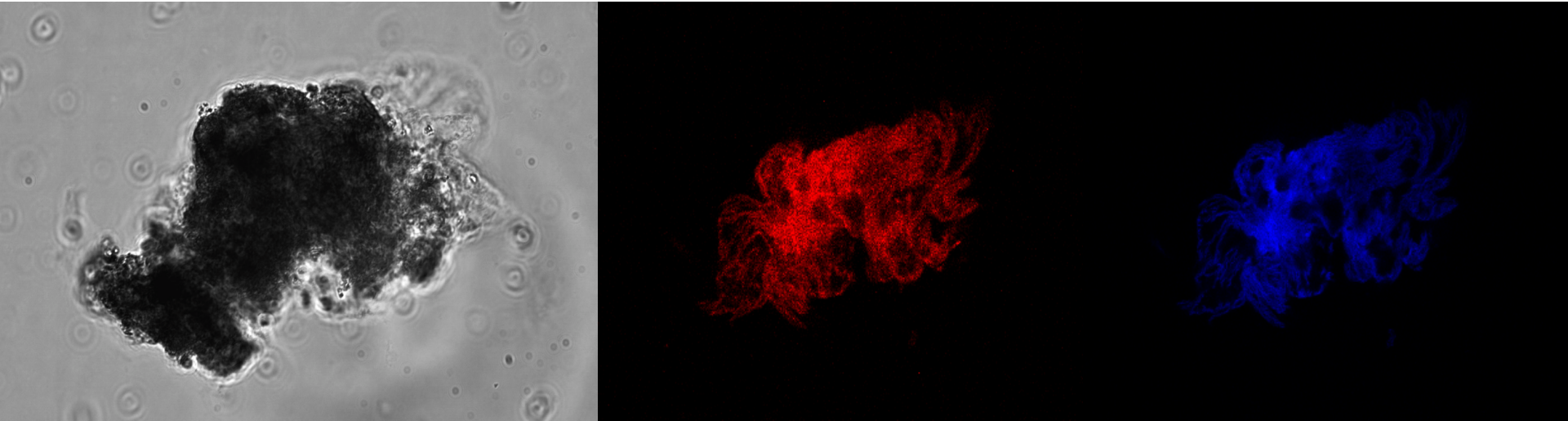
Digestaat

Chavez et al. (2022)

Microorganismen produceren EPS

Lijm van de bodem

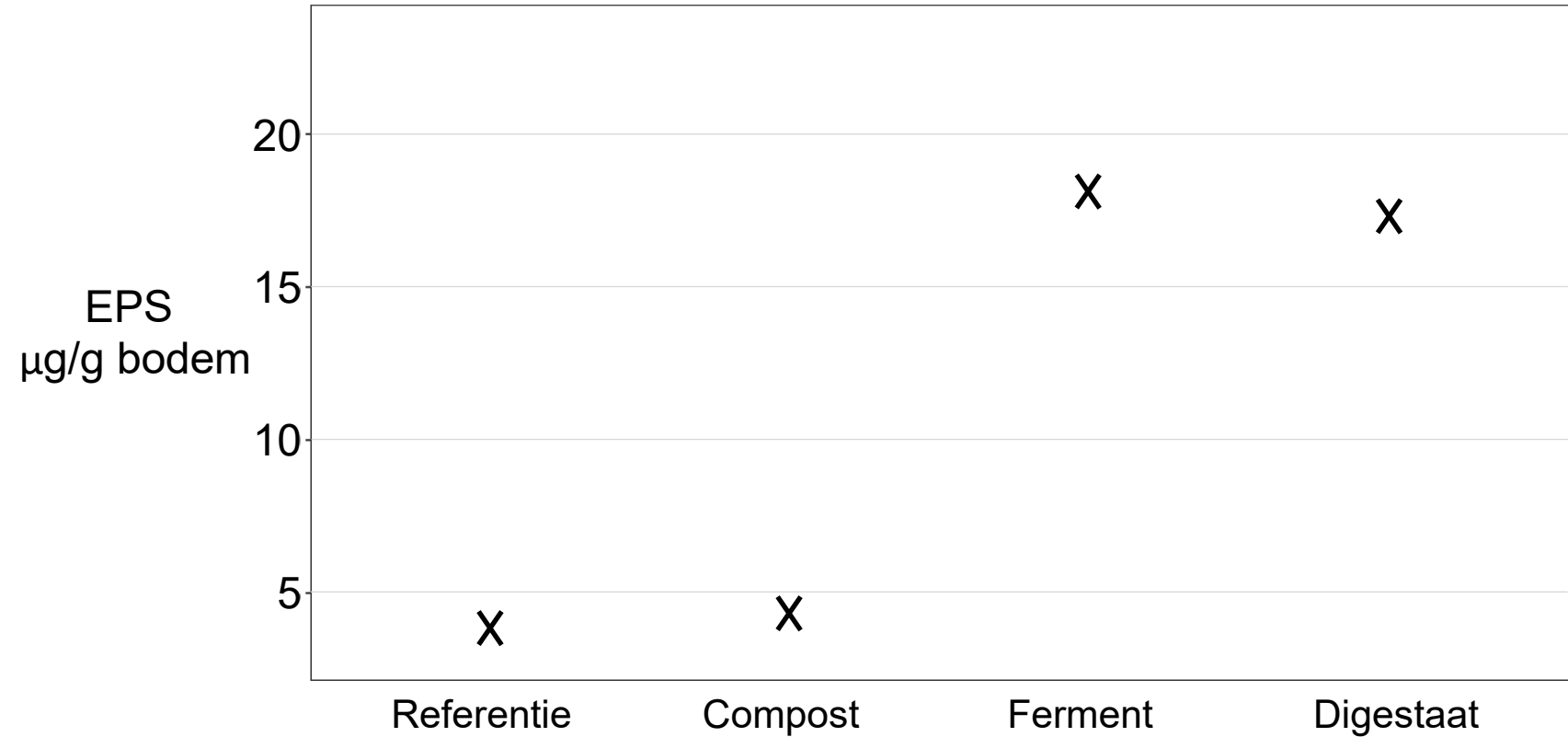
C



Luo et al. (2022)

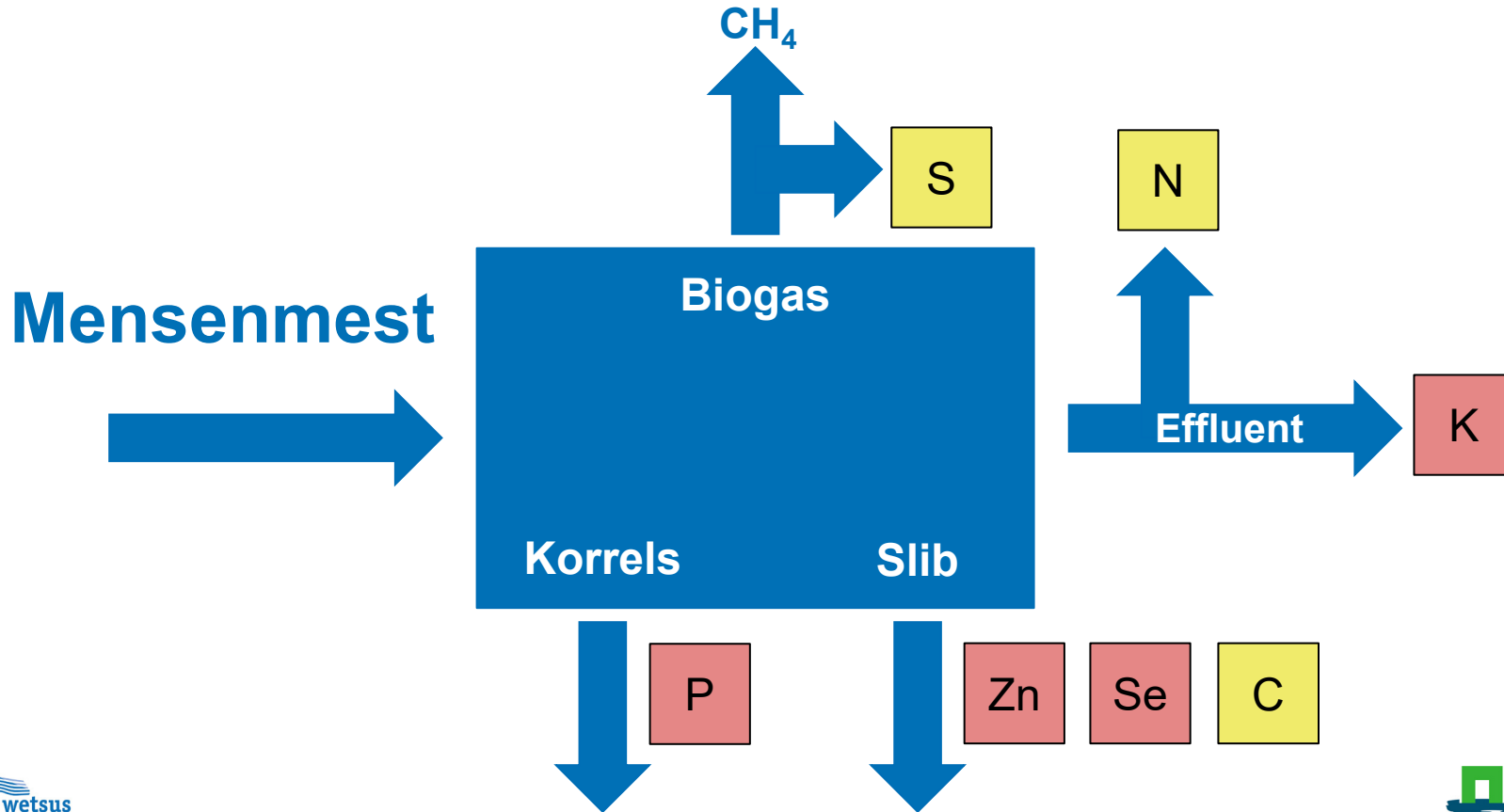
Meer EPS van fermentatie en vergisting

C

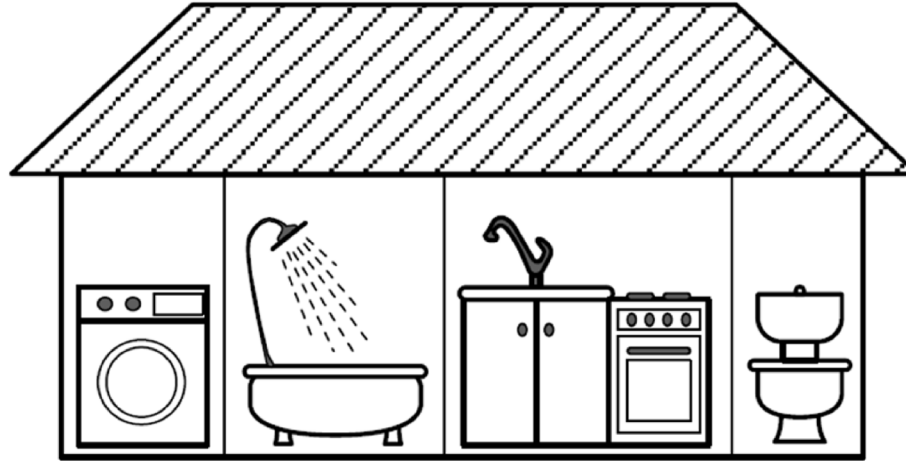


Source: Luo et al. 2022

Anaëroobe vergisting als hergebruikmotor



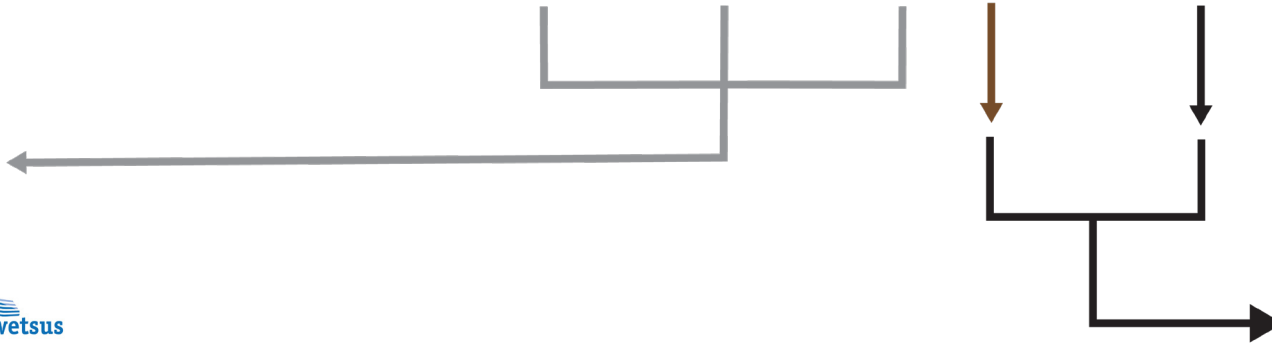
Bron gescheiden sanitatie



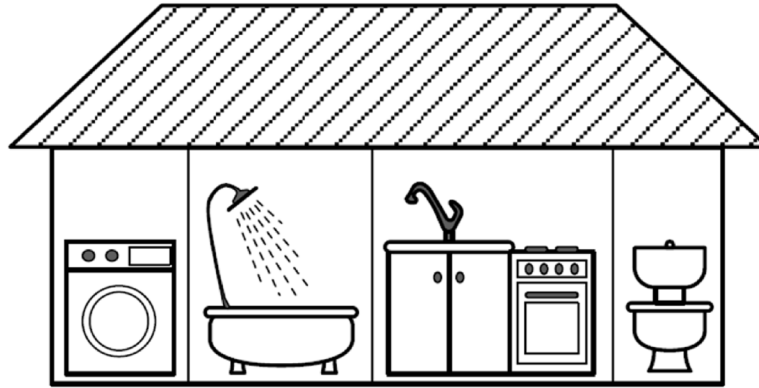
Grijswater

Groenafval
GFT

Zwart water
Urine + Feces



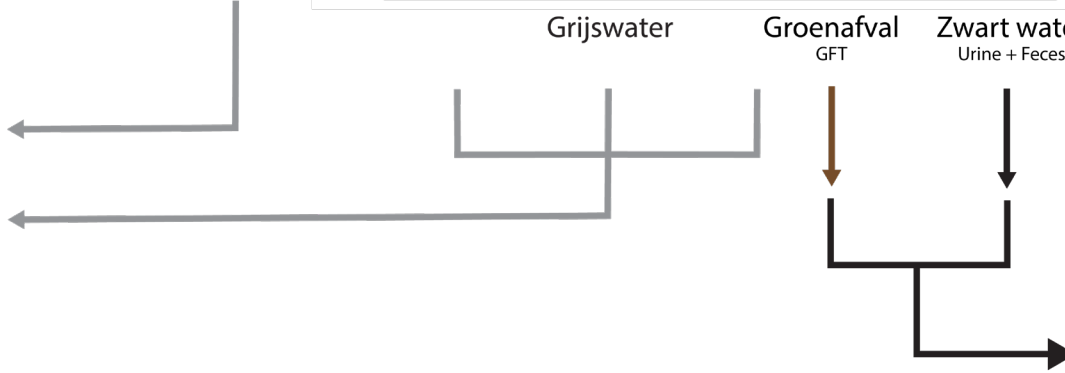
Bron gescheiden sanitatie



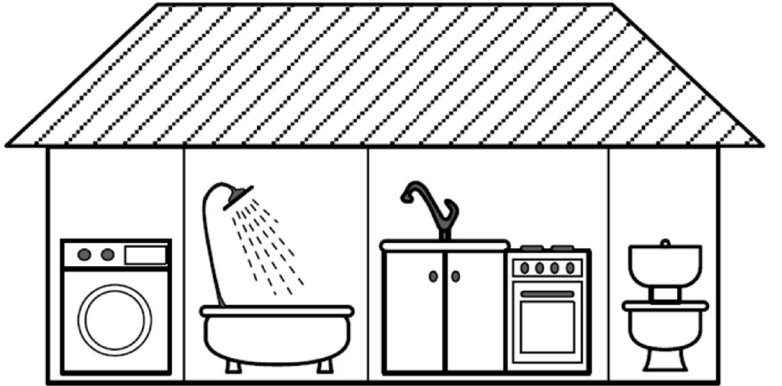
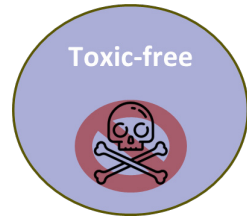
Grijswater

Groenafval
GFT

Zwart water
Urine + Feces



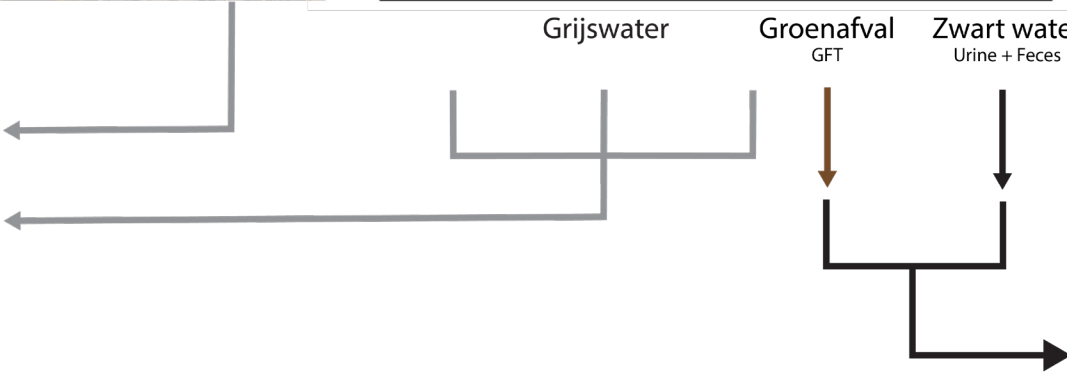
Bron gescheiden sanities



Grijswater

Groenafval
GFT

Zwart water
Urine + Feces



Biogas

Stikstof & Kalium

N K

Zn Se C



P

Schoon slib met sporenelementen

Black water sludge

	Conc. mg/kg TS	NL guideline	EU guideline
Zn	780	300	1500
Ni	24	30	50
Cu	214	75	600
Cr	59	75	(Cr VI) 2
Hg	0,01	0,75	1
Cd	0,71	1,3	3
Pb	4,75	100	120
As	0.63	15	40

Source: Cunha et al. 2020

Teruggewonnen P is gezonder

Kunstmest P

Recovered P

Cd 23 0.18

Sr 1057 n.d.

U 141 n.d.

Cr 148 39

mg kg⁻¹_{TS}

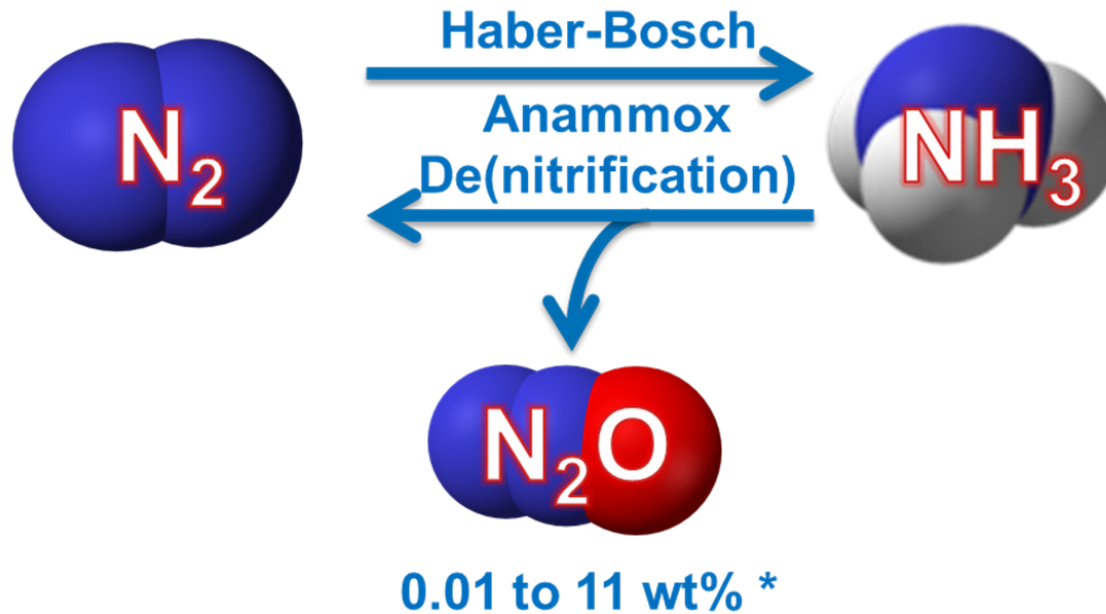
Source: Cunha et al. 2020

6KV

X3,000

5µm

Stikstof, een energie- en klimaatuitdaging



Teruggewonnen stikstof is zuiniger en schoner

N

Kunstmest N

Recovered N

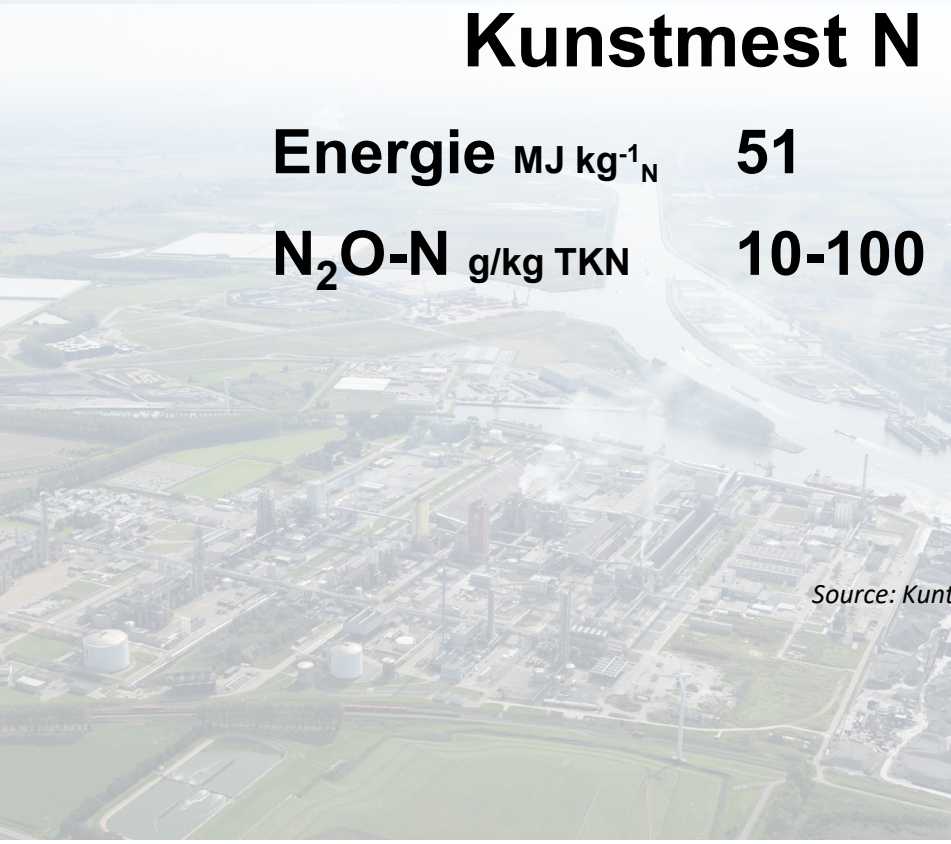
Energie MJ kg⁻¹_N **51**

13

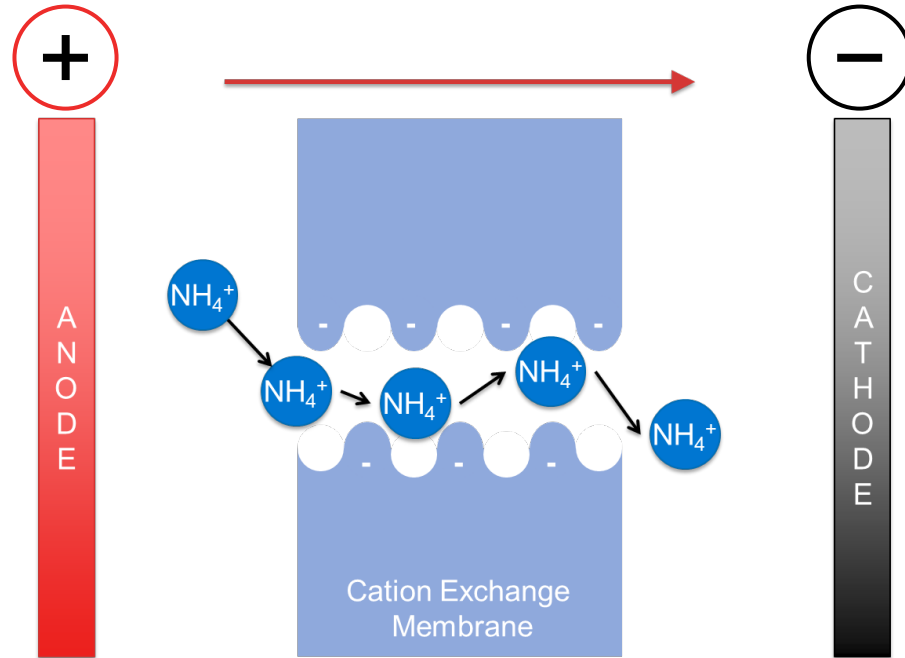
N₂O-N g/kg TKN **10-100**

0

Source: Kuntke et al. 2017

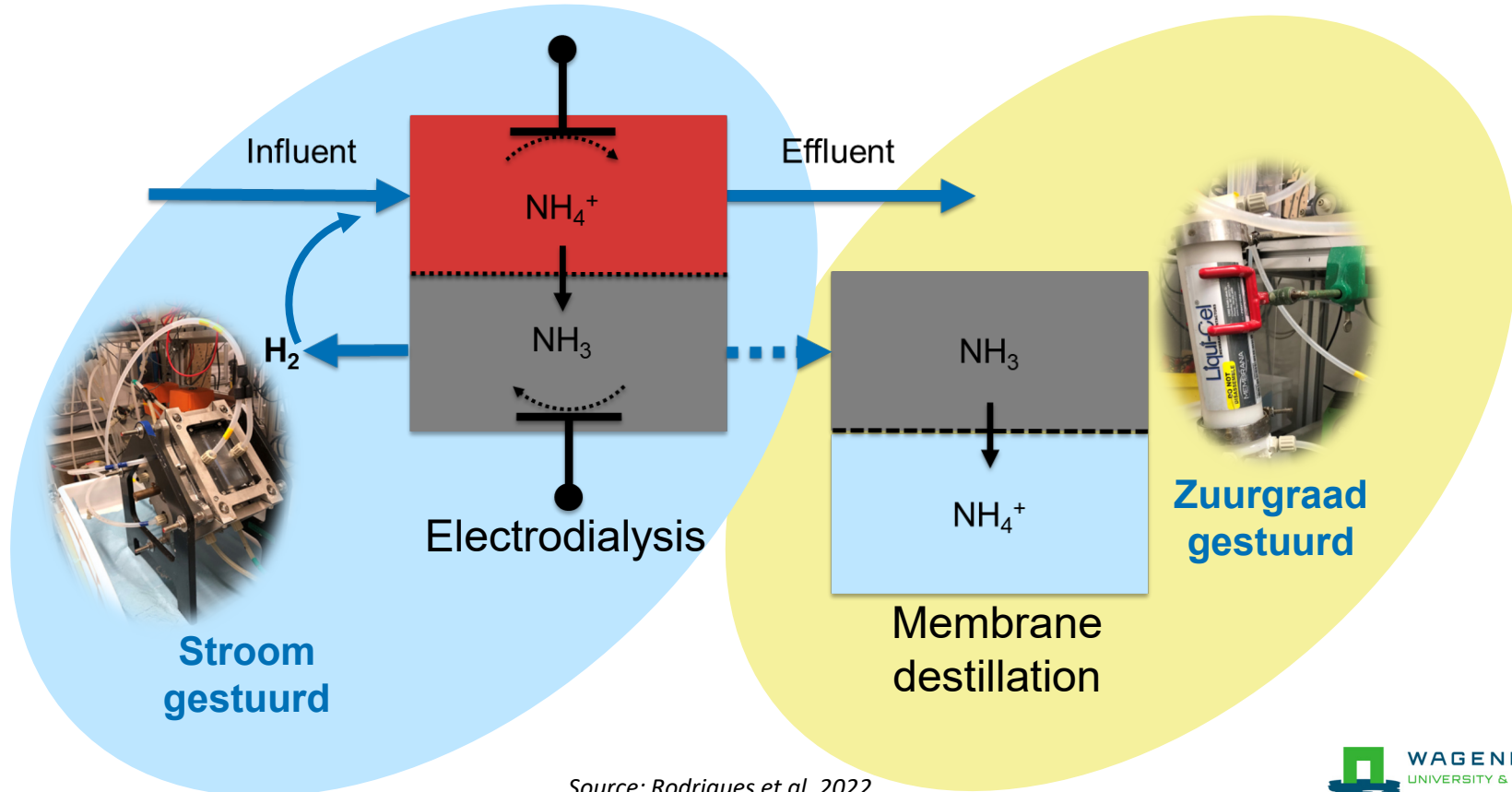


Ammoniakextractie aangedreven door stroom



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

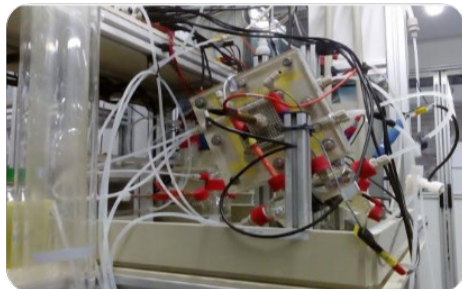
Ammoniak terugwinning, een tweestapsproces



Source: Rodrigues et al. 2022

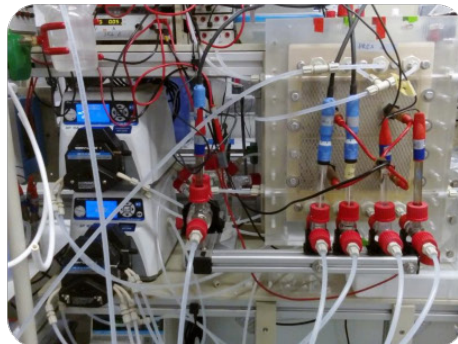
Van idee tot proces

100 cm²



2017
1 L/d
>5 g_N/d

400 cm²



2018
10 L/d
>50 g_N/d

~ 30000 cm²



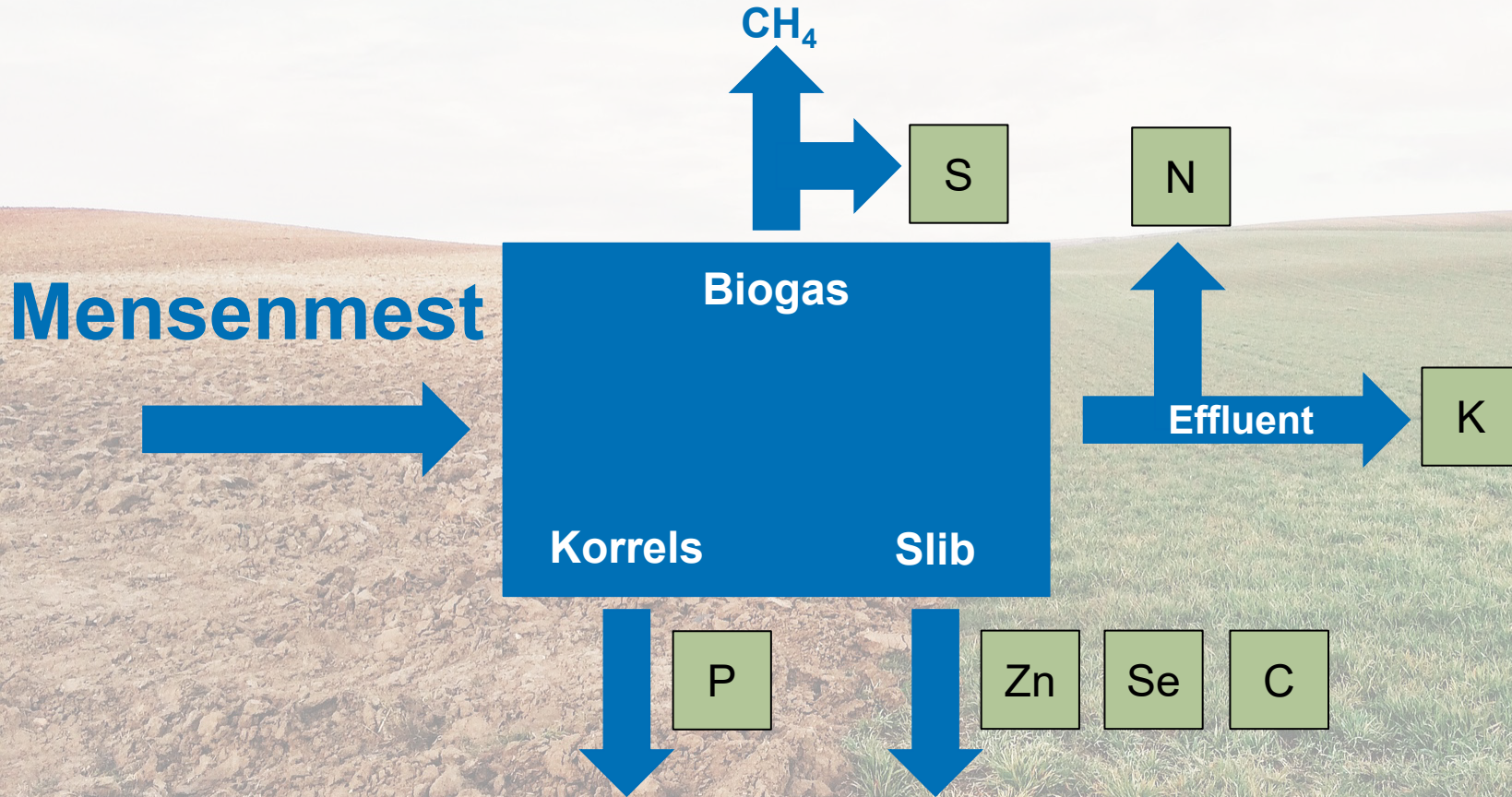
2019
1000 L/d
>1000 g_N/d

Grote units beschikbaar voor mensenmest

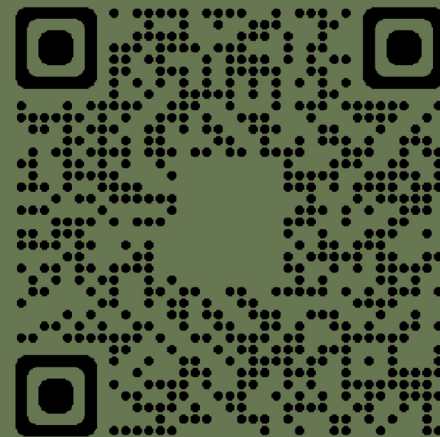
N



Anaëroobe vergisting als hergebruikmotor



June 3-5, 2024
Leeuwarden



www.wetsus.nl/ecgic-2024

ECONOMY
FOR THE COMMON GOOD
International & The Netherlands

 **Hanze Hogeschool
Groningen**
University of Applied Sciences

 **NHL
STENDEN**
university of
applied sciences

 **wetsus**



ECGIC 2024

III ECONOMY FOR THE COMMON GOOD
INTERNATIONAL CONFERENCE

Converging Future-Fit Economic Models: Advancing Just and Sustainable Regions