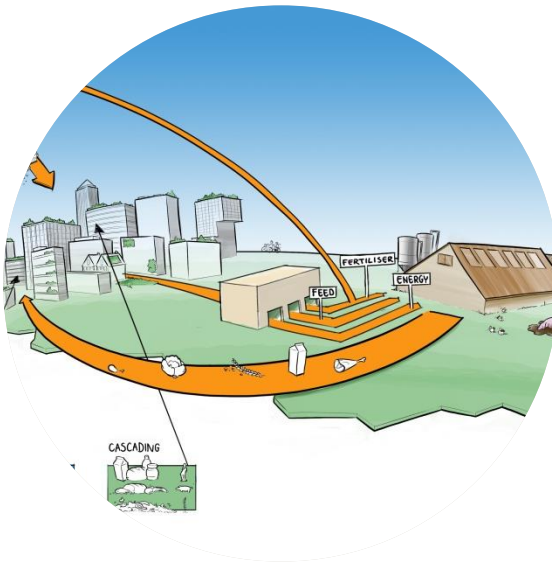


# Onderzoek aan circulaire nutriënten voor plant en dier: waar liggen de uitdagingen in ons voedselsysteem?

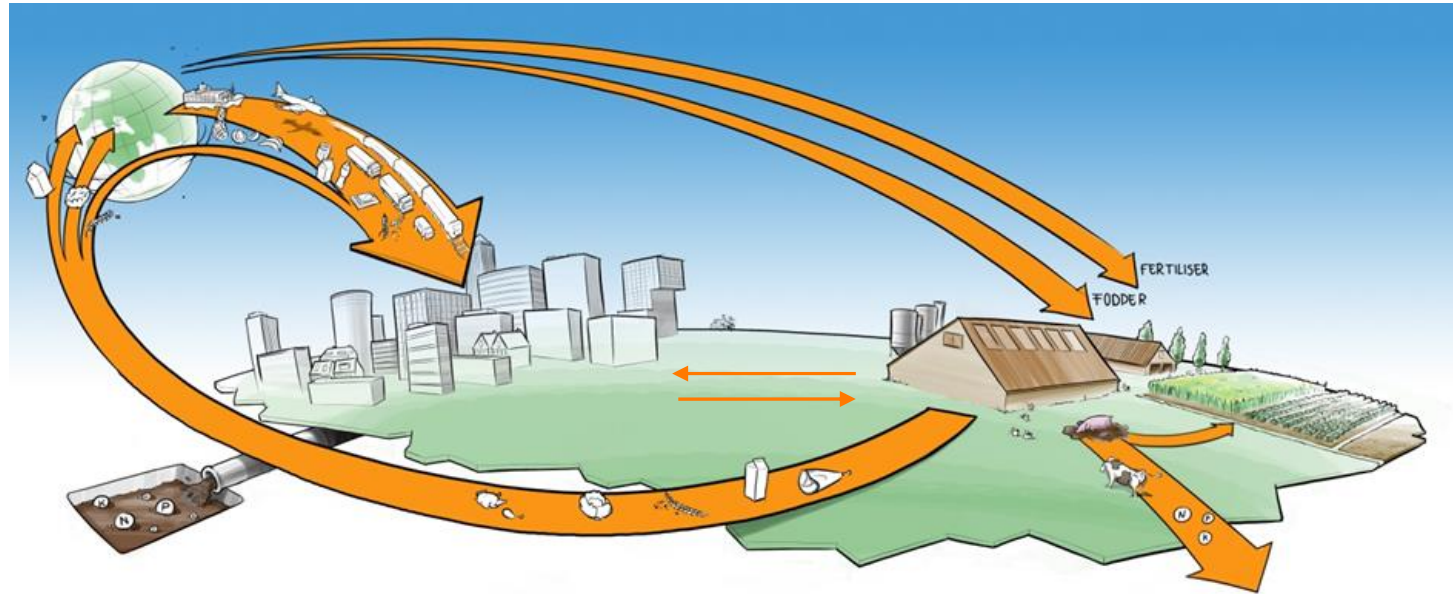
Wim van Dijk & Rommie van der Weide  
*Wageningen University & Research*



# Inhoud

- Hoe zit het met de circulariteit van nutriënten in NL?
- Hoe kunnen we deze verbeteren?
- Aan welke oplossingsrichtingen wordt nu onderzoek gedaan?
- Welke uitdagingen nu en verder?

# Nutrienten stromen voedselsysteem, **NL** huidig



## Kenmerken:

- Producten via wereldmarkt
- Import kunstmest
- Import veevoer
- Export mest
- Te hoge NP-emissies
- Verbranding zuiveringsslib

**Lineair systeem**

# Mineralen Nederland 2017

|                          | N<br>(* 10 <sup>6</sup> kg) | P<br>(* 10 <sup>6</sup> kg) | K<br>(* 10 <sup>6</sup> kg) |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Dierlijke mest productie | 453                         | 73                          | 375                         |
| NPK-gebruik              |                             |                             |                             |
| Dierlijke mest           | 372                         | 53                          | 305                         |
| Kunstmest                | 238                         | 5                           | 24                          |
| Overig                   | 17                          | 3                           | 11                          |
| RWZI                     | 93                          | 13                          | 25                          |

The diagram illustrates the nitrogen (N) cycle. It shows that the total nitrogen available from animal manure production (453) and NPK use (81) is 534. This total is then distributed into animal manure (372) and other sources (93). The animal manure (372) is further divided into animal manure (372) and artificial fertilizer (238). The artificial fertilizer (238) is then recovered in the RWZI (93).

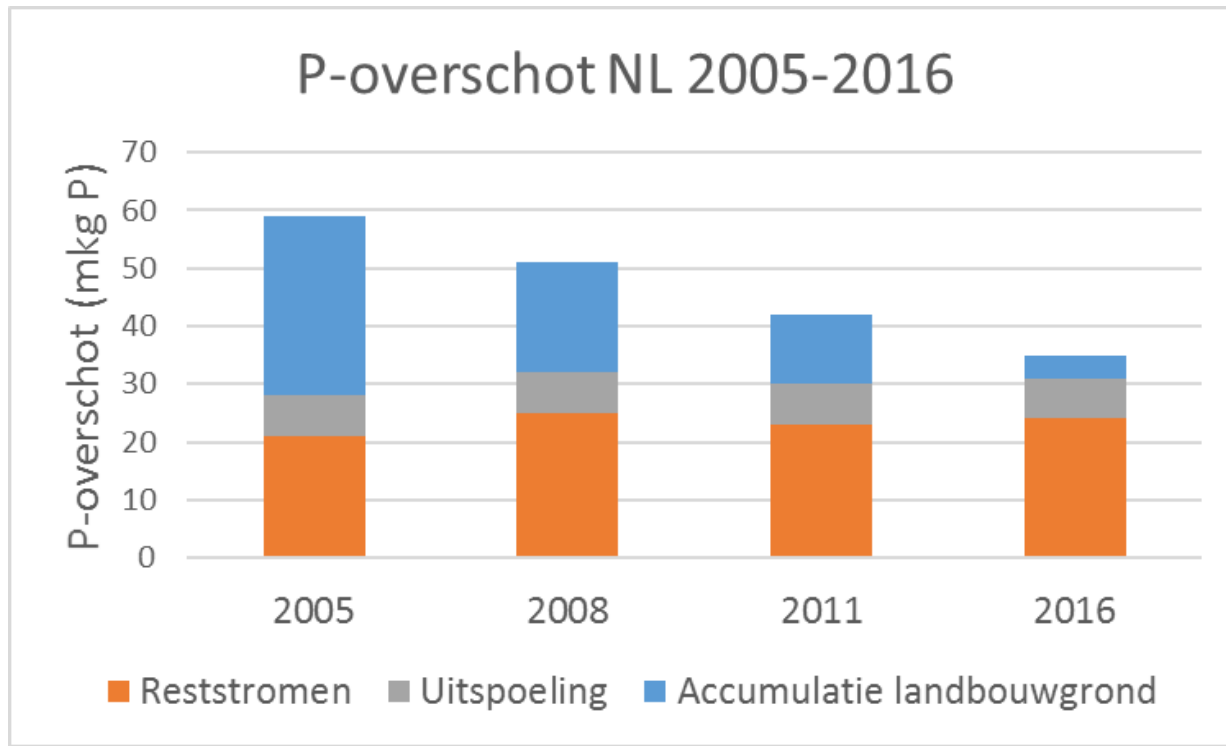
# P balans Nederland 2016

$10^6$  kg P

|                                                                        | In | Uit |
|------------------------------------------------------------------------|----|-----|
| Kunstmest                                                              | 4  |     |
| Veevoer                                                                | 54 |     |
| Voedsel                                                                | 33 | 41  |
| Non-food                                                               | 3  | 4   |
| Mest                                                                   |    | 18  |
| Afval                                                                  |    | 2   |
|                                                                        |    |     |
| <i>Totaal</i>                                                          | 94 | 63  |
| <b>Overschot</b><br><i>(milieu, reststromen, accum. landbouwgrond)</i> |    | 31  |

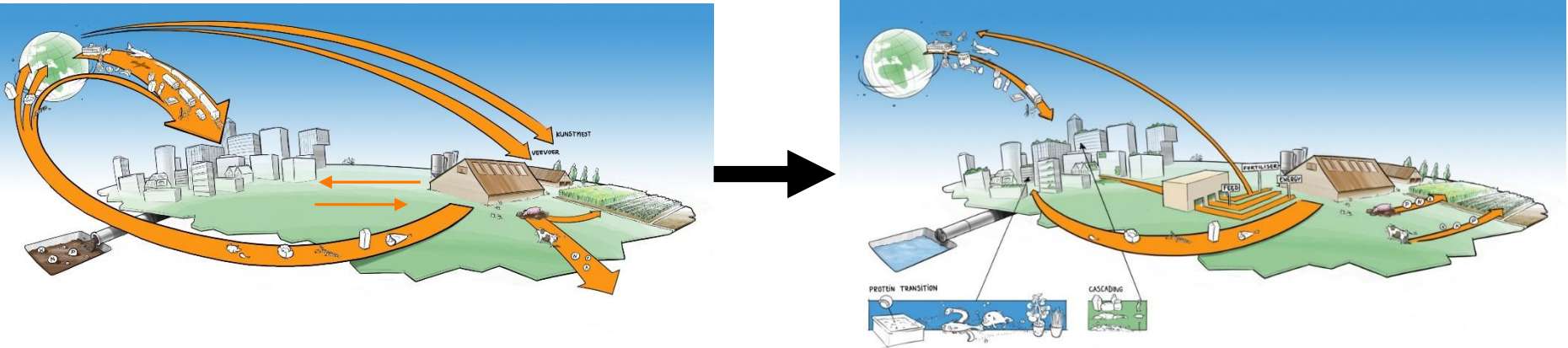
*Van Middelkoop et al., 2019 (in voorbereiding)*

# Verloop P-overschot NL



- Sterke daling accumulatie landbouwgrond
- Nog grote stappen te zetten bij benutting reststromen

# Transitie nodig



## Huidig systeem niet volhoudbaar:

- Voorraden zijn eindig (o.a. P)
- Productie kost veel energie (N)

## Lineair → Circulair

- Vermindering verliezen → hogere efficiency nutriënten
- Recycling van nutriënten (reststromen)
- Lokale voedselproductie

# Case studie Almere

| Scenario        | Lokale voedselproductie         | P recycling                         |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Current         | Limited, 5%                     | Limited (compost of kitchen waste)  |
| Self-sufficient | Max, except for exotic products | Limited and Max (90% of P in waste) |

- Behoeftte landbouwgrond
- P-stromen

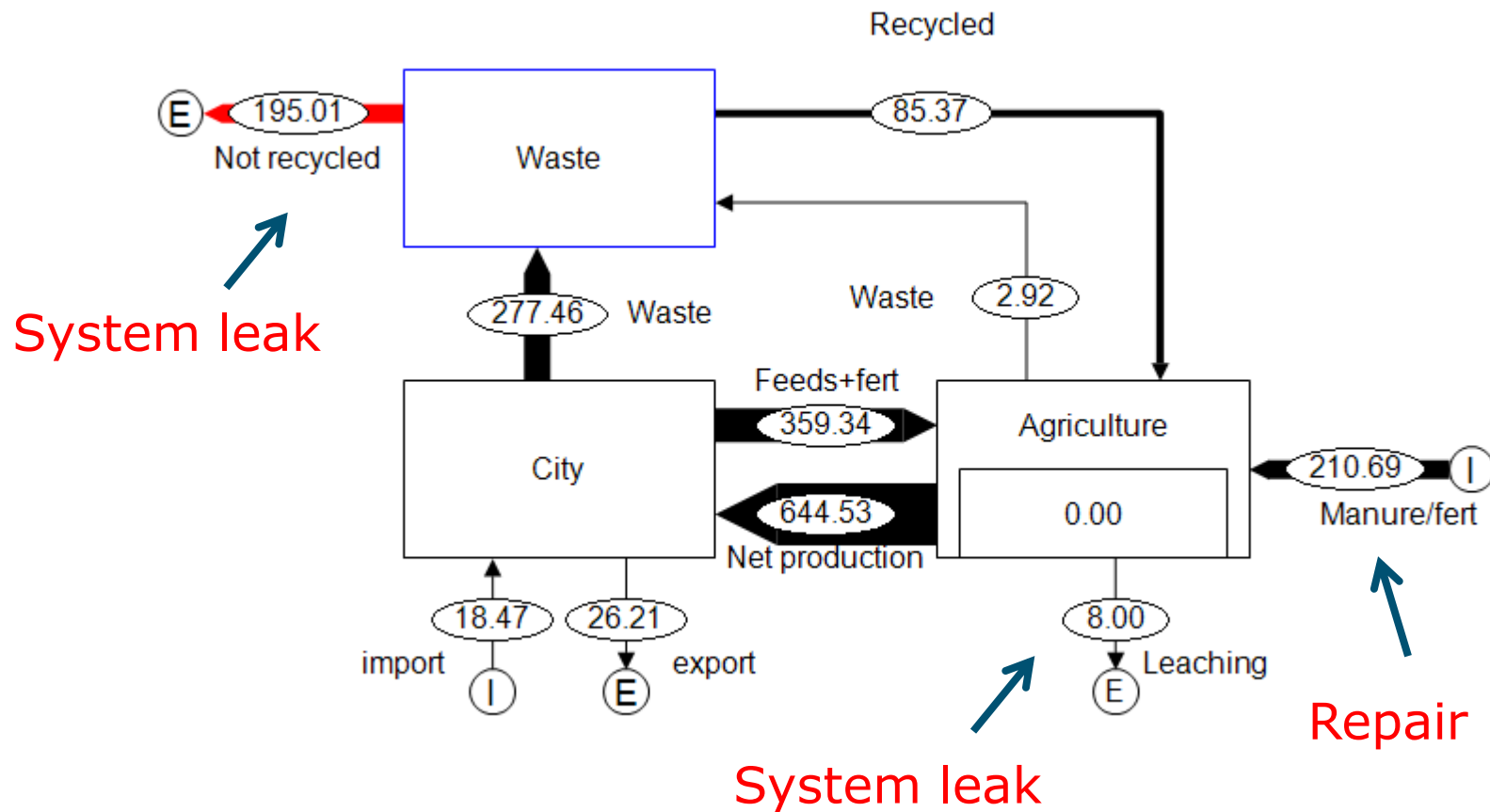


# Behoefte landbouwgrond, **Zelfvoorziening**

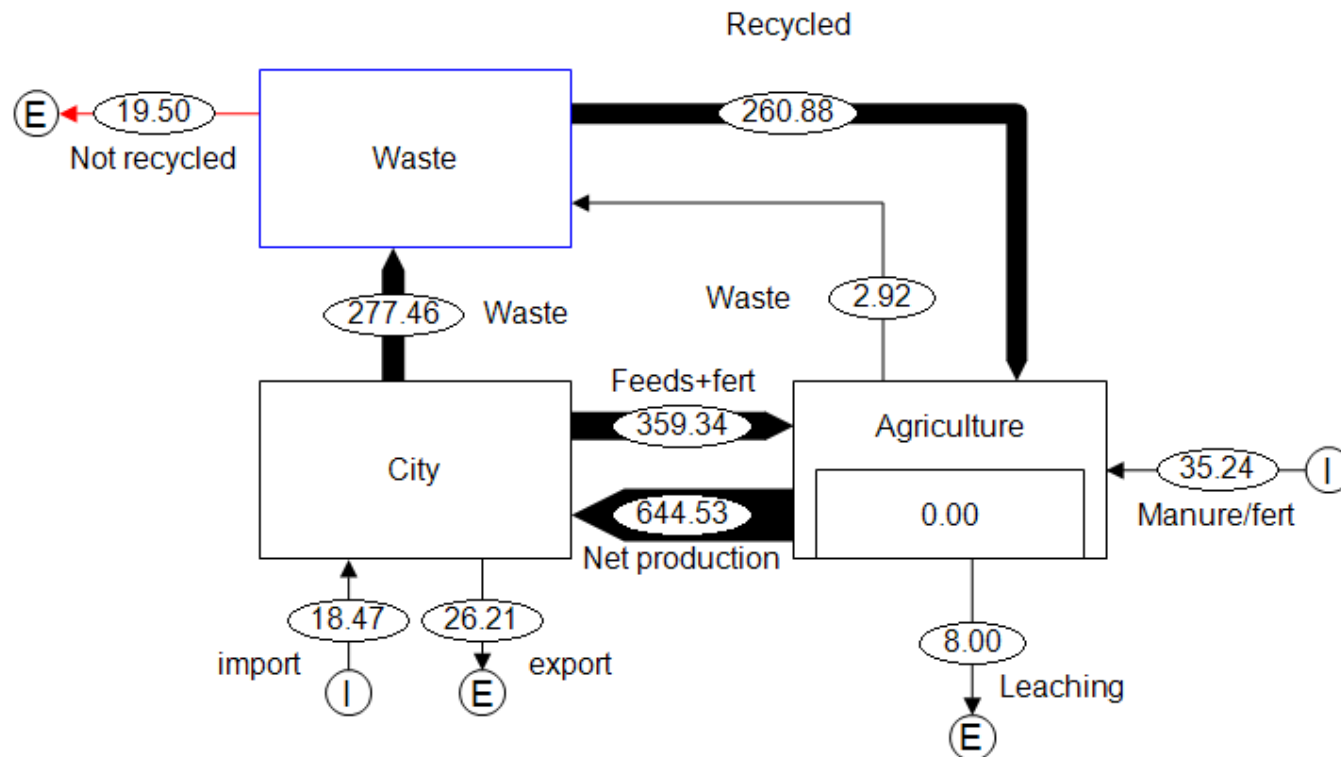
| Product                              | Oppervlak (ha) | Aandeel (%) |
|--------------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Plantaardige producten</b>        | 3045           |             |
| Granen                               |                | 7%          |
| Fruit, groenten, aardappels          |                | 2%          |
| Suiker                               |                | 2%          |
|                                      |                |             |
| <b>Dierlijke producten</b>           | 24230          |             |
| Melk                                 |                | 52%         |
| Vlees                                |                | 32%         |
| Eieren                               |                | 4%          |
|                                      |                |             |
| <b>Totaal, ha</b>                    | <b>27275</b>   |             |
| <b>Totaal, m<sup>2</sup>/inwoner</b> | <b>1400</b>    |             |

# Scenario Self-sufficient, **limited** recycling waste P

(P-flows in ton P)



# Scenario Self-sufficiency, **max** recycling waste P (P flows in ton P)



# Current destination of waste P Almere

*Ton P*

|                    | Agriculture | Incinerated | Environment | <i><b>Total</b></i> |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| <b>Waste water</b> |             | 101         | 18          | <b>119</b>          |
|                    |             |             |             |                     |
| <b>Solid waste</b> |             |             |             |                     |
| Household, retail  | 31          |             |             | <b>31</b>           |
| Feed/food industry | 54          |             |             | <b>54</b>           |
| Slaughter waste    |             | 54          | 19          | <b>73</b>           |
| Dead animals       |             | 3           |             | <b>3</b>            |
|                    |             |             |             |                     |
| <b>Total</b>       | <b>85</b>   | <b>158</b>  | <b>37</b>   | <b>280</b>          |

# Sluiten nutriëntenkringlopen

- Voor P gemakkelijker dan voor N
  - N is mobiel en kan vervluchtigen
  - Huidige methode waterzuivering gebaseerd op verwijdering van N via gasvormige omzettingen
- Gerecyclede P moet vanwege mestoverschot worden geëxporteerd
- Risico's van contaminatie door hergebruik reststromen
- Energieverbruik bij recycling/terugwinning

# Welke oplossingsrichtingen in onderzoek

- Verbetering van de kringlopen binnen de landbouw  
div projecten (samenwerking akkerbouw en veehouderij,  
ruwvoer en bodem, mest vol verwaarden, ...)
- Synergie met broeikasgas/energie vraagstuk ->  
PPS kleinschalige bioraffinage, PPS biobased opwerken  
mest en digestaat
- Gebruik van reststromen uit de humane sector ->  
Ontwerp boerderij van de toekomst - kringloop

# Landbouw is toch circulair?





# Verbetering circulariteit binnen landbouw systemen

- Meer lokale productie van veevoer
- Meer gebruik van circulaire meststoffen
- Andere samenwerkingen en verdienmodellen tussen de sectoren en met de handel

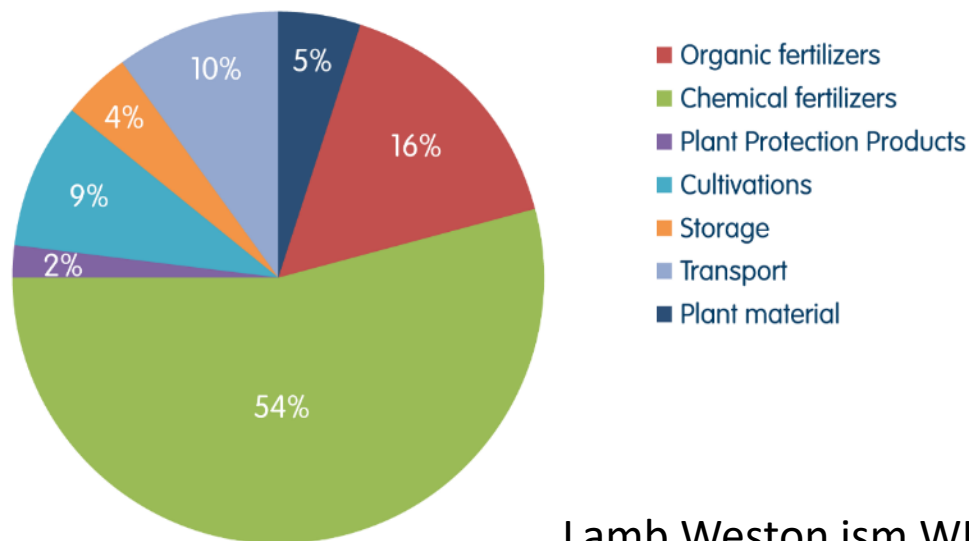




# Handel sturen op footprint

- Friesland Campina: o.a. mestvergisting
- Suikerunie: suikerbietvergisting en groen gas productie
- Lamb Weston: o.a. bijsturen foot print van de teelt

Breakdown 2016 Potato Carbon Footprint



Lamb Weston ism WUR



# PPS Kleinschalige bioraffinage (afgerond)

Groene grondstoffen: decentrale bioraffinage

Dicht bij de ontstaansbron van biomassa de eerste raffinagestappen.

Grote schaal waar het moet en kleine schaal waar het kan.



# Waarom PPS biobased opwerken mest en digestaat?



## Huidige situatie

- Mest en digestaat gebruikt voor bemesting velden
- Overschot bewerkt en geexporteerd (kosten/energie)

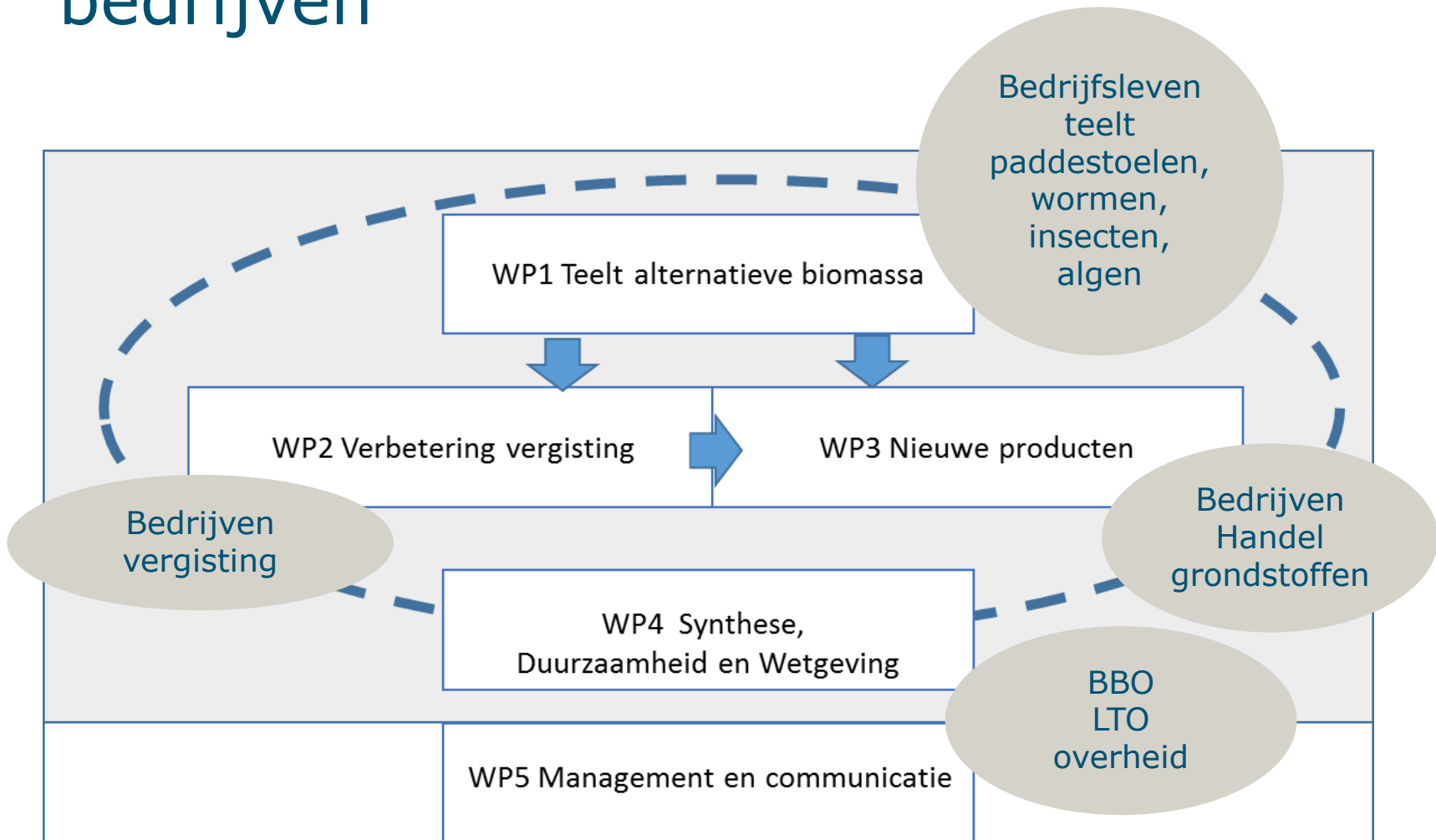
## Kunnen we gebruiksmogelijkheden en waarde verhogen?

- Hogere waarde biomassa productie buiten open teelten (productie voer/eiwit, planten stimulanten, biobased materialen)
- Verbeterde mogelijkheden vergisting en bewerking

## ■ Kunnen we bijdragen aan gezonde voedselsystemen?

- sluiten mineralen cirkels en verminderen GHG emissie

# PPS: Werkpakketten Wageningen UR met bedrijven



# WP 1 teelt van alternatieve biomassa

- Bewerking van reststromen (mest, digestaat, andere reststromen/inputstromen voor vergisting) m.b.v. organismen waardoor hoeveelheid verminderd en/of een hoogwaardiger nieuw restproduct ontstaat
- Productie van groene grondstoffen

# Waarom alternatieve (aquatische) biomassa?

- Mogelijkheid benutting reststromen
- Productie waardevolle massa naast landbouw
- Mogelijkheid terugwinning nutriënten en zuivering water
- Hoge opbrengst/ha eiwit e.a.:
  - ☐ Algen (micro en wieren)
  - ☐ Water planten
  - ☐ Insecten en wormen





# Eiwitproductie waterplanten

- Productie op verdunde digestaat
- Raffinage van eiwit (ook uit groene biomassa)

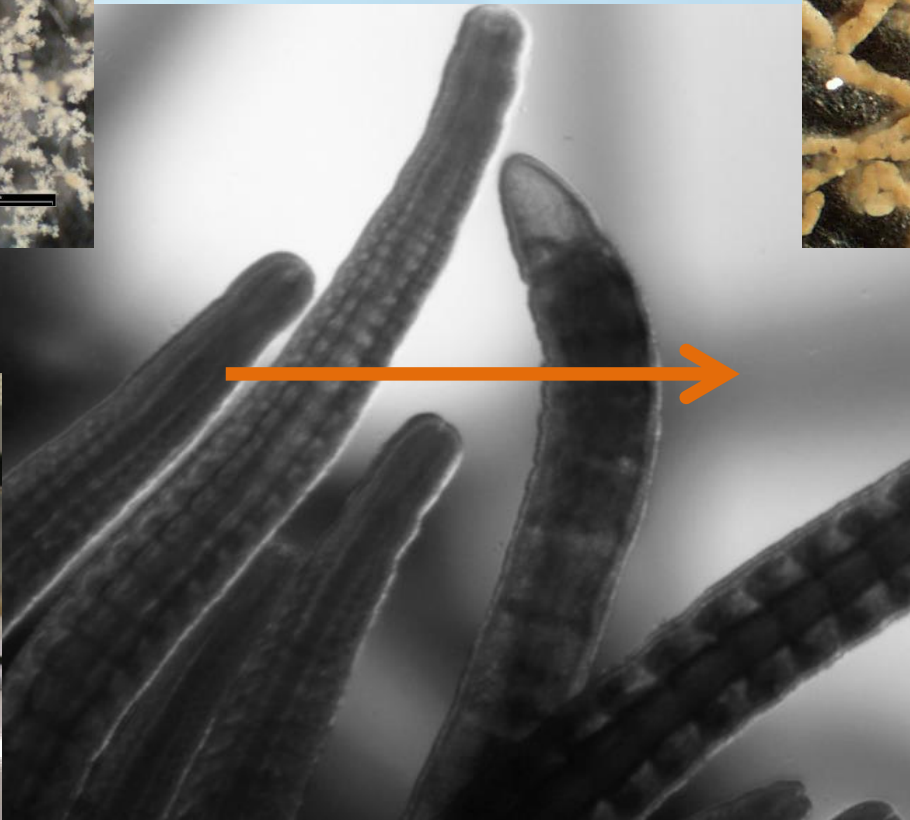
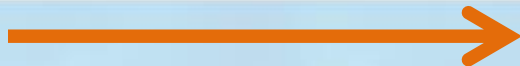
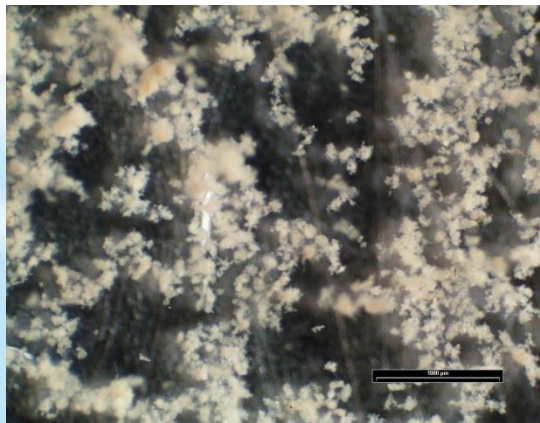


| soort        | Ton<br>DS/ha/jaar | DS<br>Eiwit/ha/jaar |
|--------------|-------------------|---------------------|
| microalg     | 8-15              | 4-8                 |
| eendekroos   | 12-16             | 2-7                 |
| waterhyacint | 24-32             | 3-8                 |
| hoornblad    | 10                | 2                   |
| lisdodde     | 32                | 3-5                 |





# Sludge reduction/effluent polishing by blackworms



|            |           |
|------------|-----------|
| OM         | ↓ 20-50 % |
| SVI        | ↓ 50 %    |
| Worm yield | 7-30 %    |



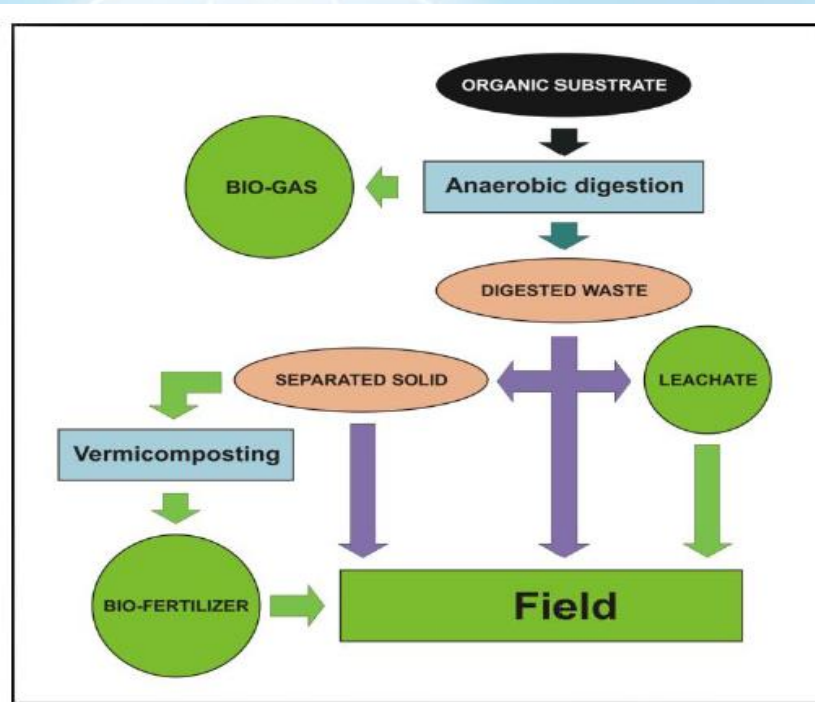


# Compostwormen

Compost worms (*E. fetida*) process solid fractions of manure/digestate

Products

1. **Protein-rich worm biomass**
2. **Vermicompost**



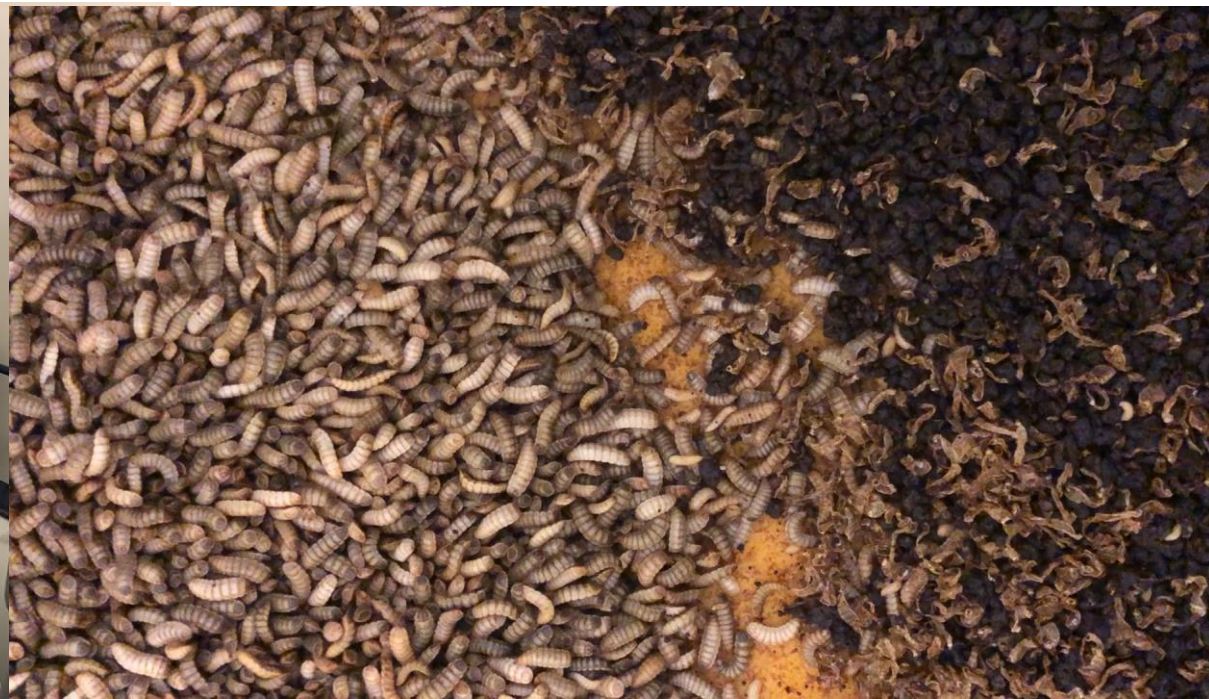
## Vermicompost

1. Humic acids ↑
2. pH, C org, C:P and C:N ratio ↓
3. N tot, P available and K exchangeable ↑
4. Pathogens ↓
5. Plant growth regulators ↑
6. Soil structure ↑





## Insecten als voer en voor de omzetting van reststromen





## WP 2 verbetering vergisting

- Voorbehandelen input voor de vergister zodat het meer biogas opbrengt (doorgroeien met schimmels ,..)
- Gebruik restmateriaal teelt insecten, wormen en paddestoelen om vergisting aan te jagen

# Pleurotus ostreatus

Substraat A



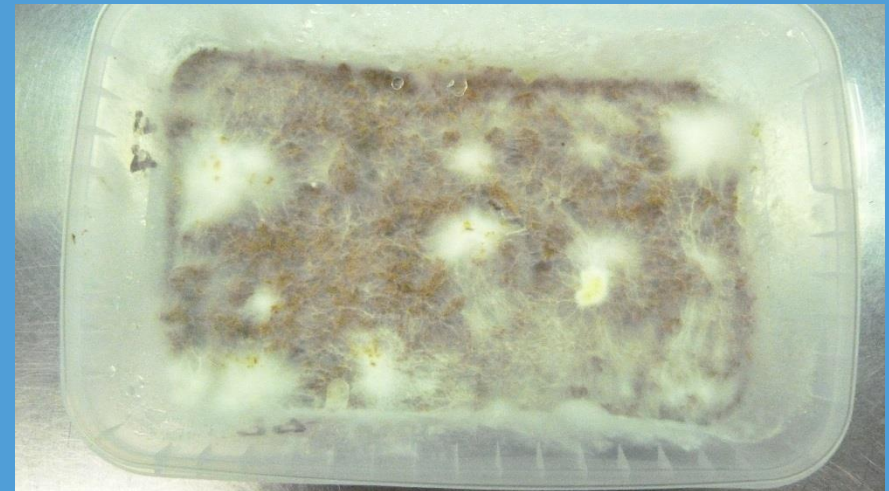
Substraat B



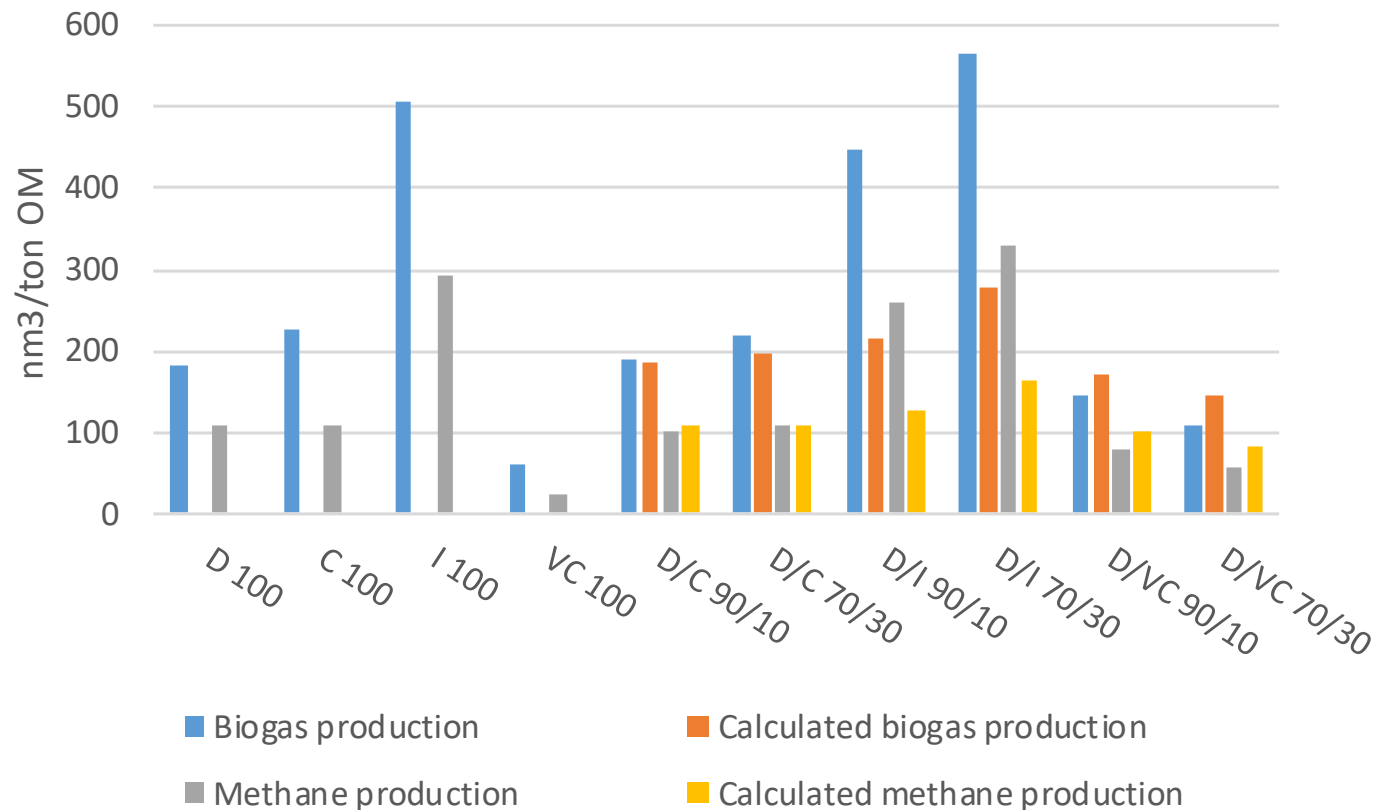
Substraat C



Substraat D



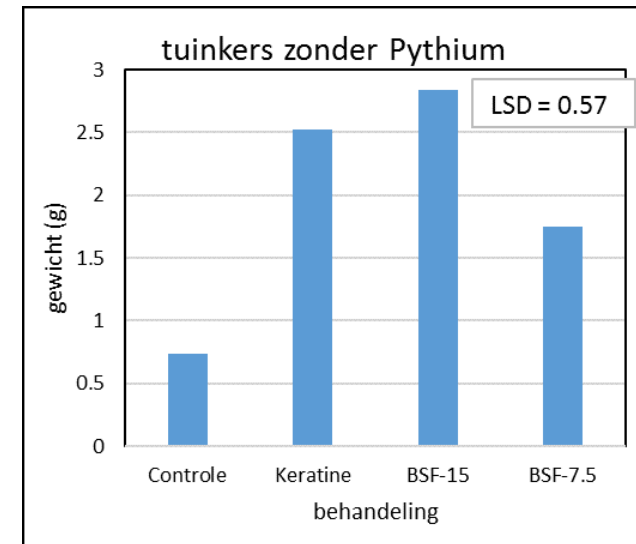
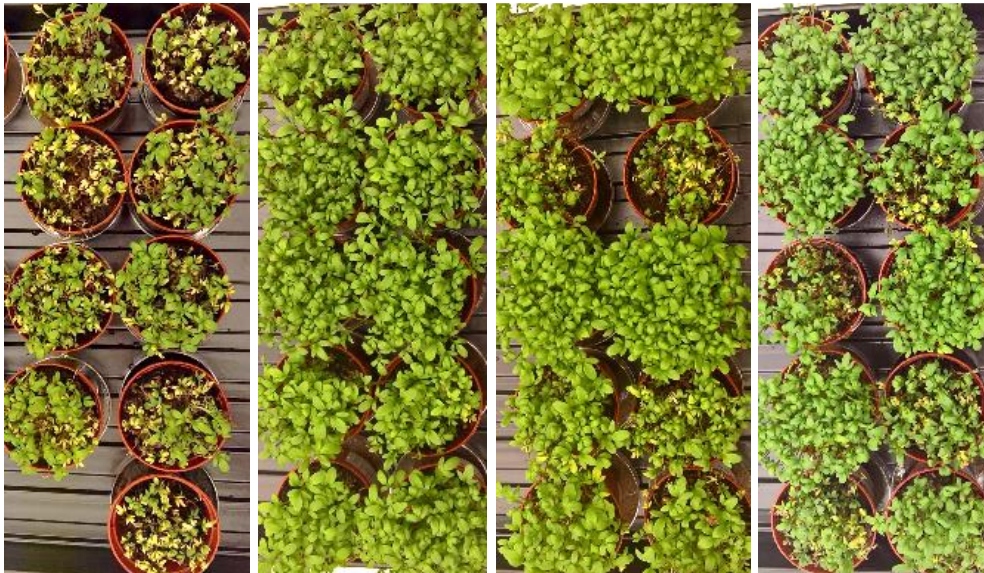
# Biogas productie reststromen alternatieve teelten en stimulering vergisting





# WP3 Nieuwe producten – Potproef plantweerbaarheid BSF mest

- *Rhizoctonia solani* in suikerbiet, *Pythium ultimum* in tuinkers
- Goede kieming van de zaden en bij tuinkers natuurlijke infectie in de grond bestreden: minder zieke planten
- Hoogste concentratie sterk bemestend effect: meer gewasgroei van tuinkers

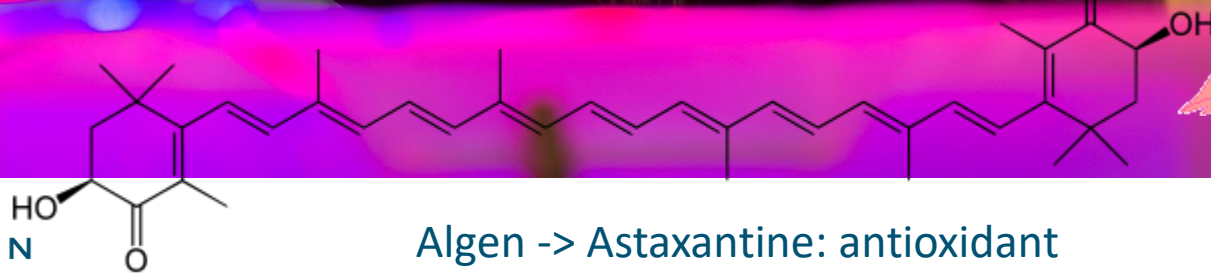


# Rapport: Kansen voor algen als grondstof in diervoeders

**Marinus van Krimpen, Rommie van der Weide en Joanneke Spruijt**  
**Wageningen UR, ACRRES**







Algen -> Astaxanthine: antioxidant

# Groene grondstoffen: algen voor (dier)gezondheid

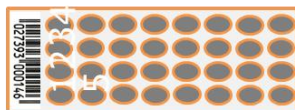
- Samenwerking met LR/CVI
- Test met ACRRRES algen op in vitro darmcel culturen met en zonder E.Coli
- Veel gen respons -> doorontwikkeling?



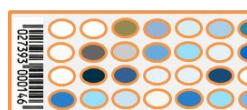
| Dominant processes                           | important genes                                                                                       | Sp2 | C2 | H2 | Sp6 | C6 | H6 | A6 |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|-----|----|----|----|
| translation                                  | EEF1A1, HSP90B1, DDIT3                                                                                | x   | x  |    | x   |    |    | x  |
| apoptosis                                    | SPTLC1, <b>ITGB3</b> , <b>THBS1</b> , DDIT4, YWHAH                                                    | x   |    | x  | x   |    |    |    |
| <b>Tumour necrosis factor (inflammation)</b> | JAG1, MAPK14, <b>CSF2</b> , <b>CXCL2</b> , <b>TNFAIP3</b> , BIRC3, CASP10, <b>CCL20</b> , <b>CCL2</b> | x   |    |    | x   | x  | x  | x  |
| Cell motility                                | <b>ITGB3</b> , <b>ANXA1</b> , <b>ITGA6</b> , <b>ITGAV</b> , TPM1, TPM4                                | x   | x  |    |     |    |    | x  |

Transcriptional response of cultured porcine intestinal epithelial cells to micro algae extracts in the presence and absence of enterotoxigenic Escherichia coli.

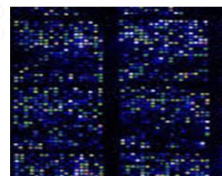
Hulst, Marcel; Weide, Rommie Van der; Hoekman, Arjan; Krimpen, Marinus Van  
 Genes & Nutrition 14 (2019)1. - ISSN 1555-8932



+ mRNA

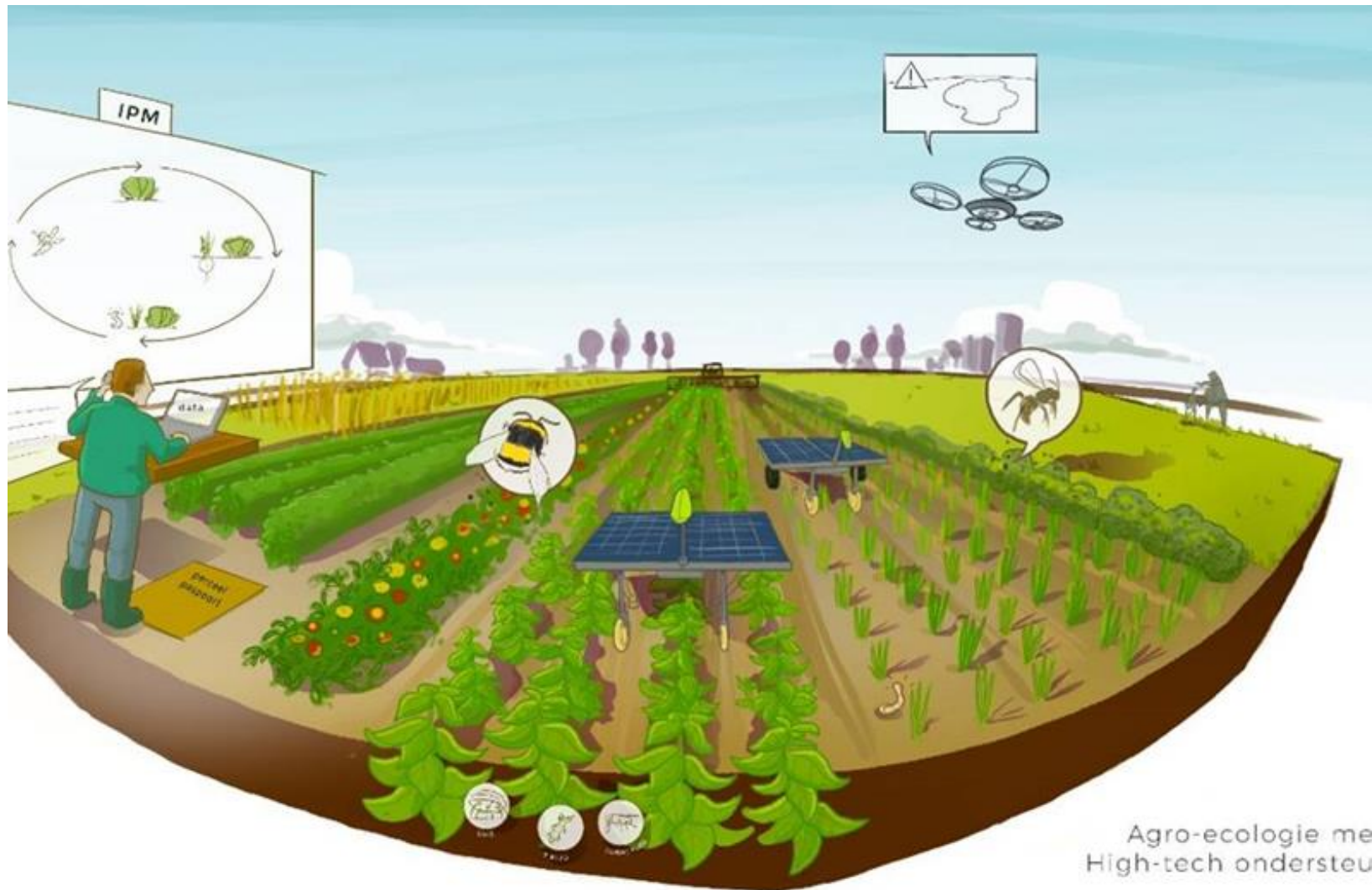


mRNA expression profile provide insight in biological processes induced in cells/tissue  
 "Which proteins are active and which are silenced"



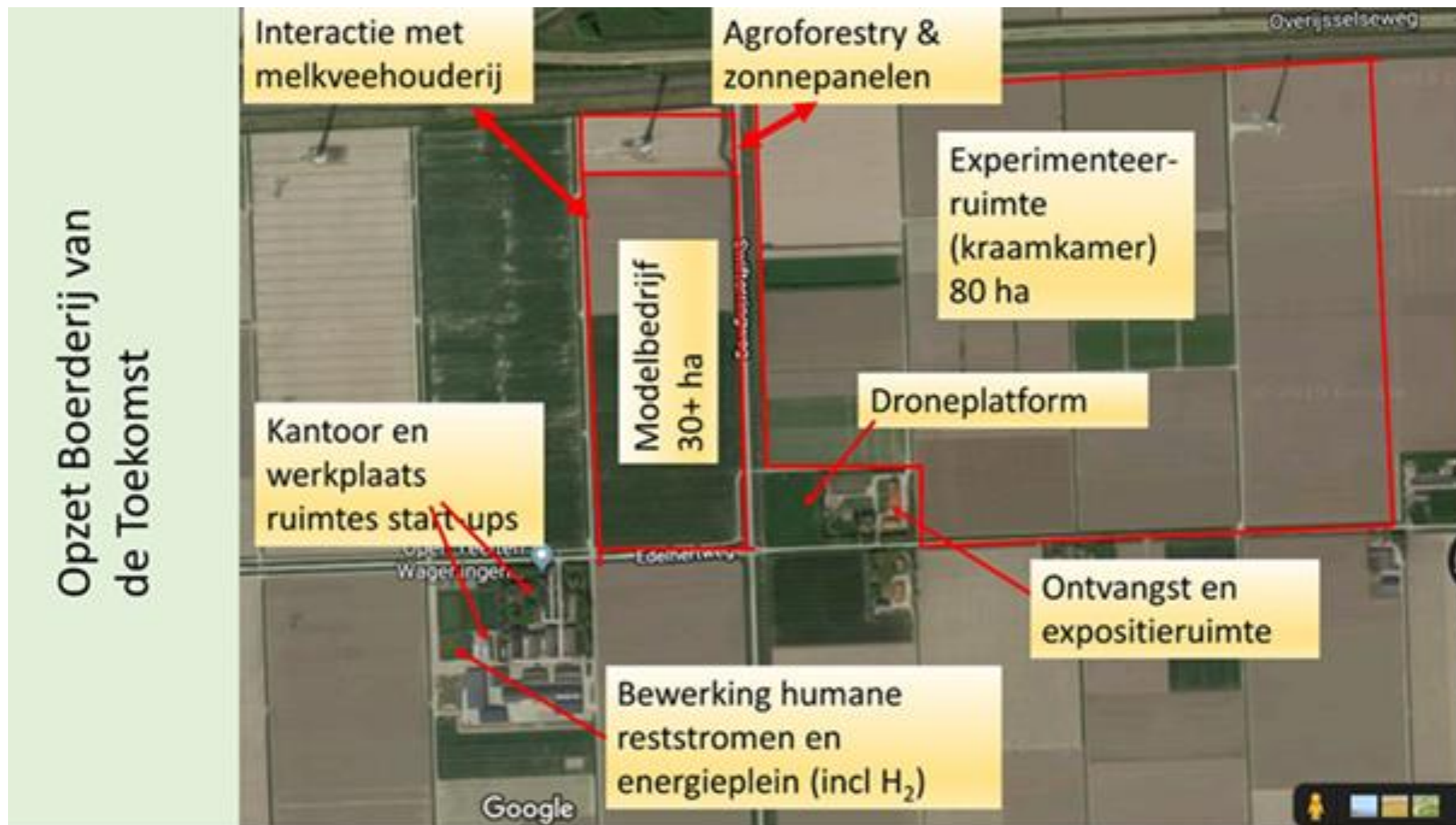


# Boerderij van de toekomst





# In ontwerp



# Uitdagingen

- Wetgeving en risico's  
Circulaire economie en 'End of waste discussie'  
Risico op proces of product en 'Level playing field'
- Kostprijs verlagen
- Meerwaarde vaststellen en verkopen
- Innovatie, opschaling en communicatie
- Samen?!!



# Conclusies

- Huidig nutriëntengebruik in voedselsysteem: lineair
- Voor circulariteit van nutriënten is het vooral belangrijk te kijken naar hergebruik van humane afvalstromen
  - P gemakkelijker dan N
- Diverse organische reststromen kunnen benut worden voor alternatieve teelten waarbij naast lokaal voer ook een beter inzetbare organische reststof ontstaat
- Verbetering van circulariteit kan ook aanpassing van wetgeving vragen

# Dank voor uw aandacht!!

