



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Primaire productie meten voor draagkracht van het voedselweb

Rijkswaterstaat Traineeship

Javier Dinten Fernandez
02-07-2026

Pas zelf het vertrouwelijkheidsniveau aan.
Zie voor uitleg de pagina [Toepassen van vertrouwelijkheidsniveaus](#).



Wat is Primaire Productie?

Primaire productie is de omzetting van CO_2 en nutriënten (P en N) in biomassa door **fotosynthese**, waarbij de energie van het zonlicht wordt gebruikt om CO_2 vast te leggen.





Waarom meten we Primaire Productie?

Primaire productie staat aan de basis van de voedselketen en is een belangrijke maat voor de draagkracht van een ecosysteem.
Voor de Markerwadden willen we graag een inzicht krijgen in het effect van de Markerwadden op de rest van het Markermeer.





Locatie 4

↓ 0.5 m

Locatie 8

↓ 1.0 m

Locatie 0

↓ 3.0 m

Locatie 3

↓ 0.8 m

Locatie 1

↓ 2.5 m

Locatie 2

↓ 0.8 m

Locatie Markermeer
Midden + Trintelzand
Meetpaal

8

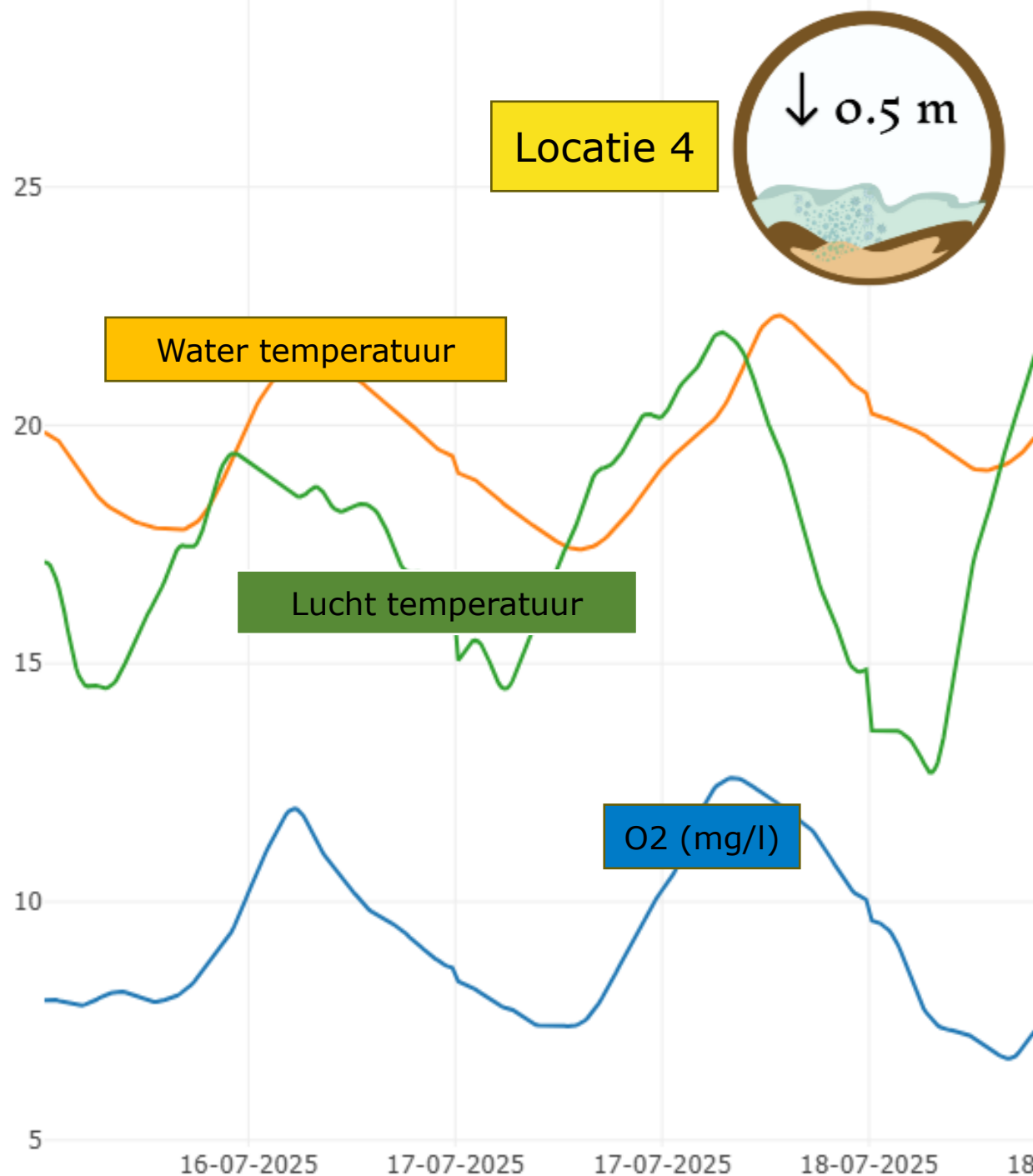
3

4

1

0

2



Hoe meten we Primaire productie?

- We gebruiken FRRF (Fast Repetition Rate Fluorometry) om de Primaire productie van Fytoplankton te meten.
- We gebruiken zuurstof metingen om een schatting te maken van de Primaire productie van het hele waterlichaam.



YSI EXO sensor

- **Metingen iedere 10 min**
- **Batterij voor +-1 maand**
- **Anti aangroei**
- **Parameters:**
 - Zuurstof concentratie
 - Zuurstof Saturatie
 - Temperatuur
 - Chlorofyl
 - Turbiditeit
 - PH



Veldmetingen

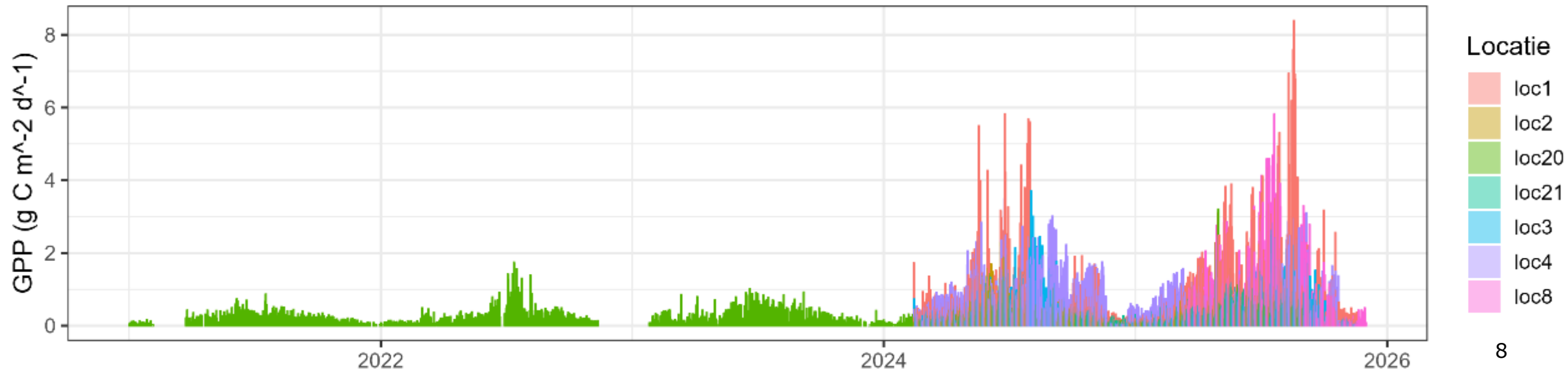
- Fytoplankton
 - tellingen/soorten
- **Zooplankton**
 - tellingen/soorten
- FrrF, Flowcytometer
- **Primaire productie**



Databeschikbaarheid

- Markermeer midden
 - 2020-Nu
- Trintelzand meetpaal
 - 2024-Nu
- Markerwadden locaties
 - 2024-Nu
- Trintelzand locaties
 - Zomer 2024

GPP door de tijd (LakeMetabolizer daily)





Primaire productie berekeningen (in R)

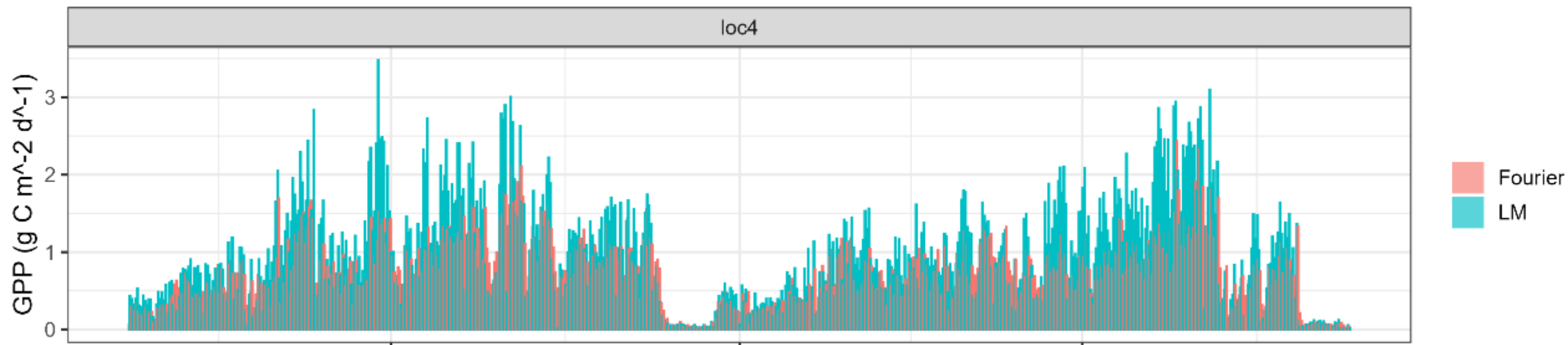
Fourier Methode

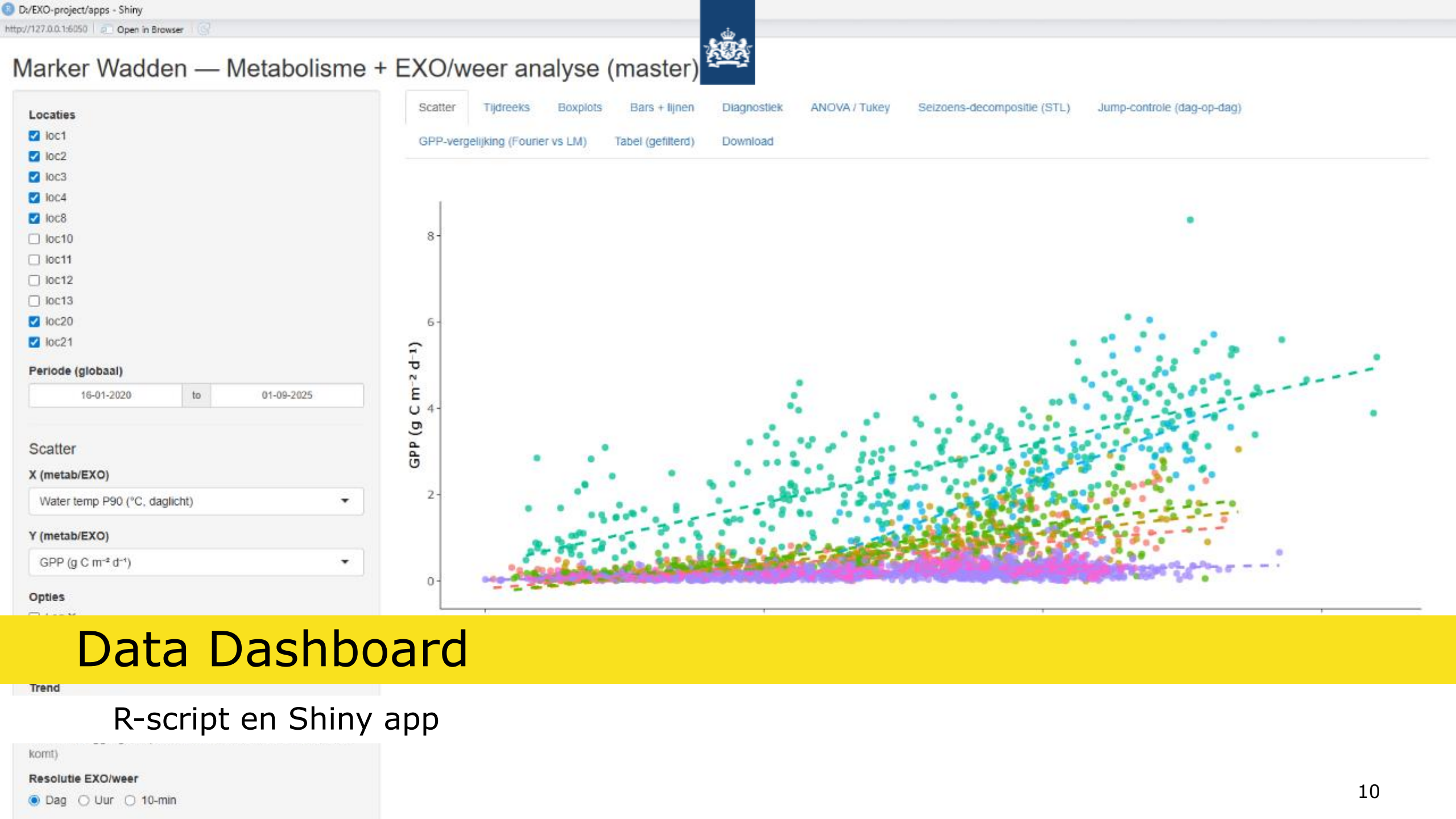
- Dag-Nacht ritme O₂

LakeMetaboliser

- Dag-Nacht ritme O₂
- Gasuitwisseling met de lucht

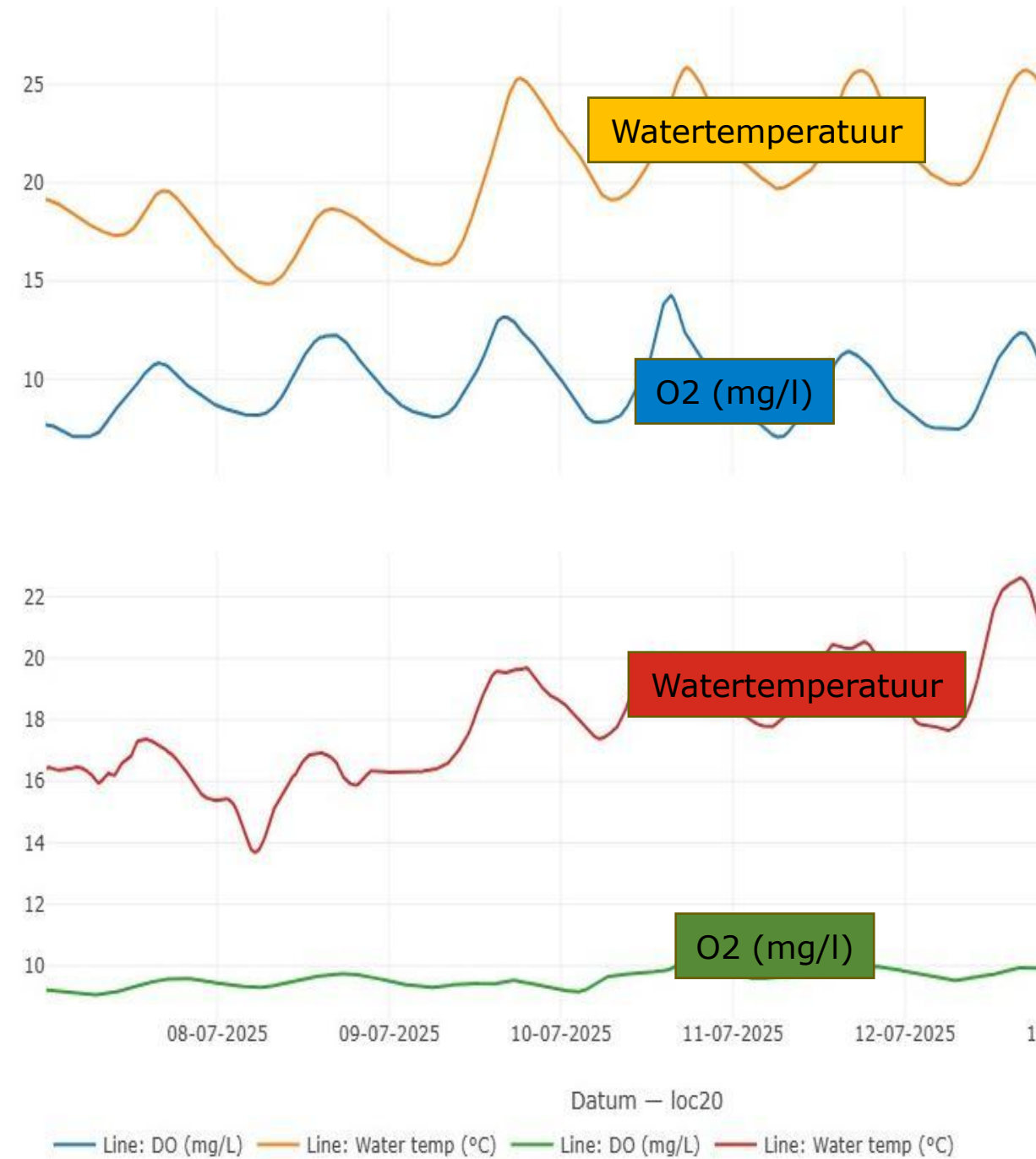
Fourier vs LakeMetab — punt/line/bar





Data Dashboard

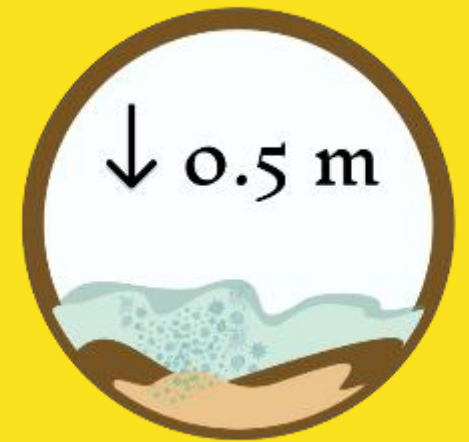
R-script en Shiny app



Dag nacht ritme

O2 en Watertemperatuur

- Locatie 4:
Duikeend

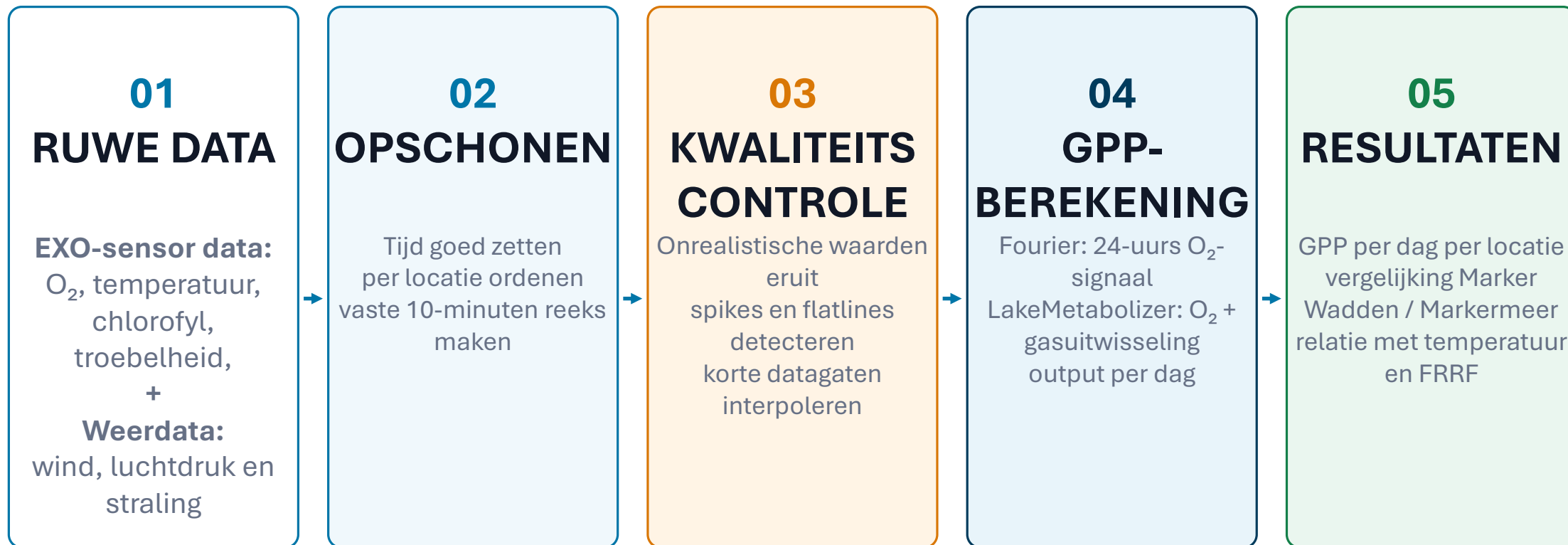


- Locatie 20:
Markermeer midden





Van EXO sensorwaardes naar GPP





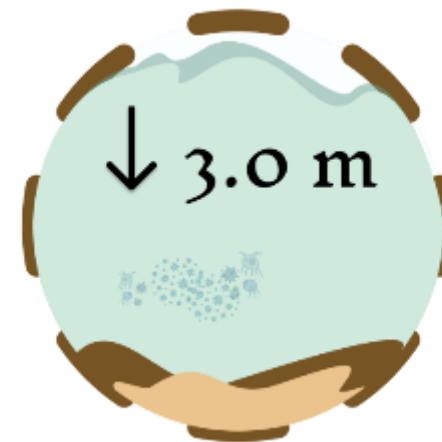
Resultaten GPP

Voorlopig

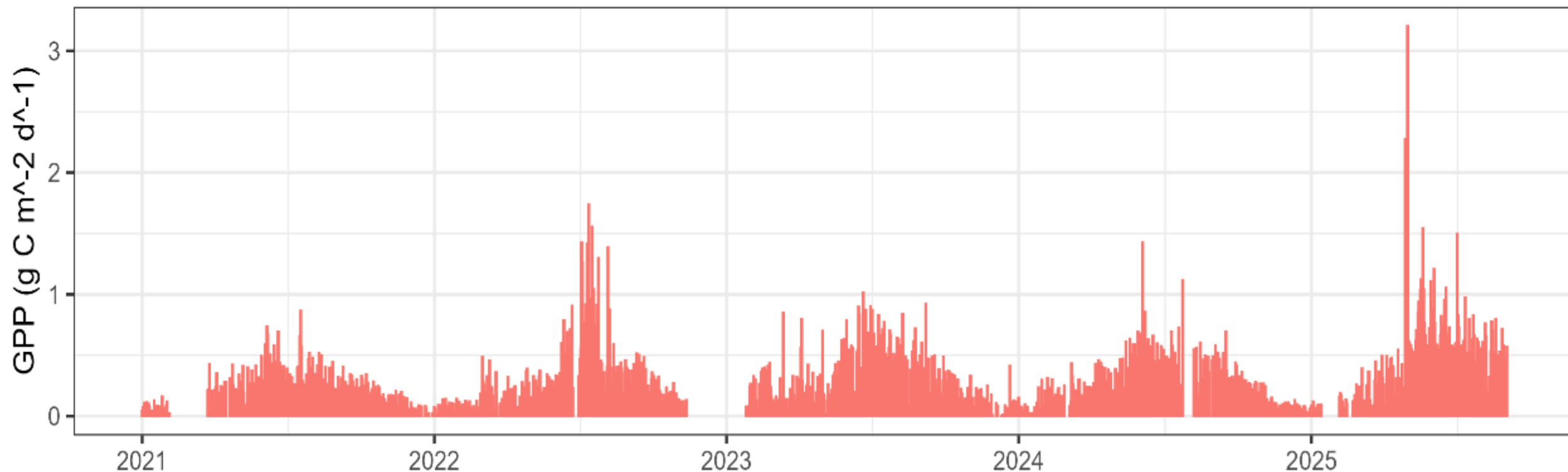


Primaire Productie 2021-2025

Markermeer Midden meetpaal

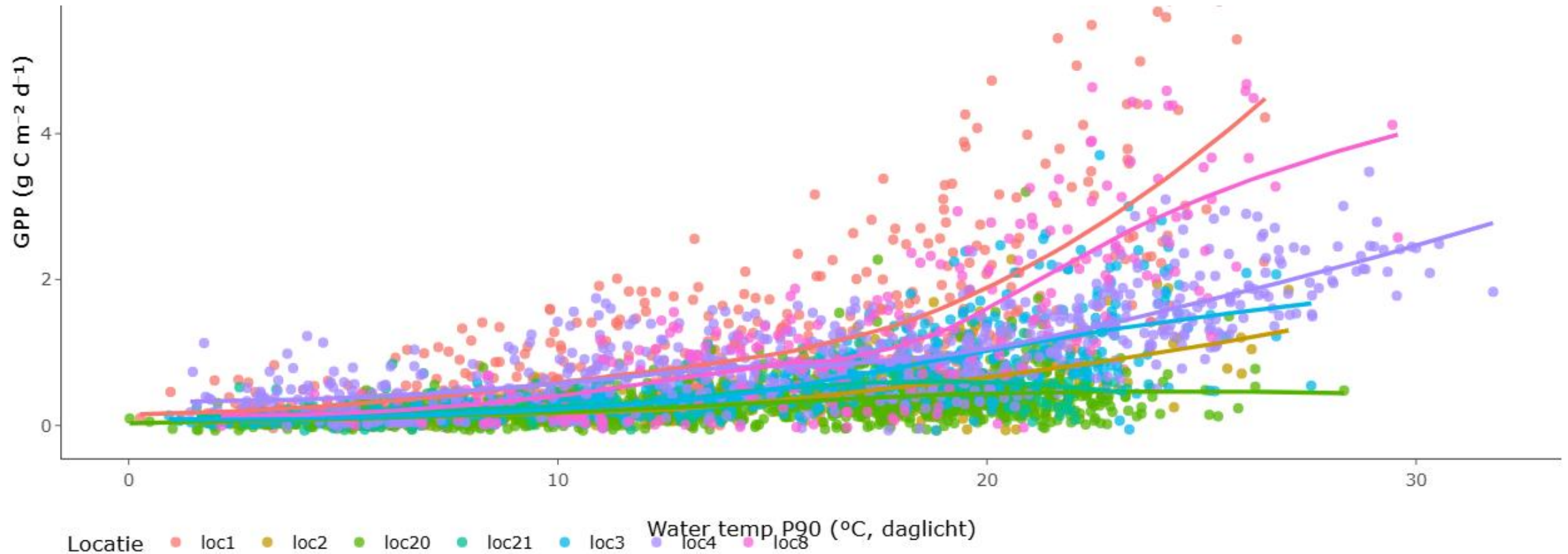


GPP door de tijd (LakeMetabolizer daily)

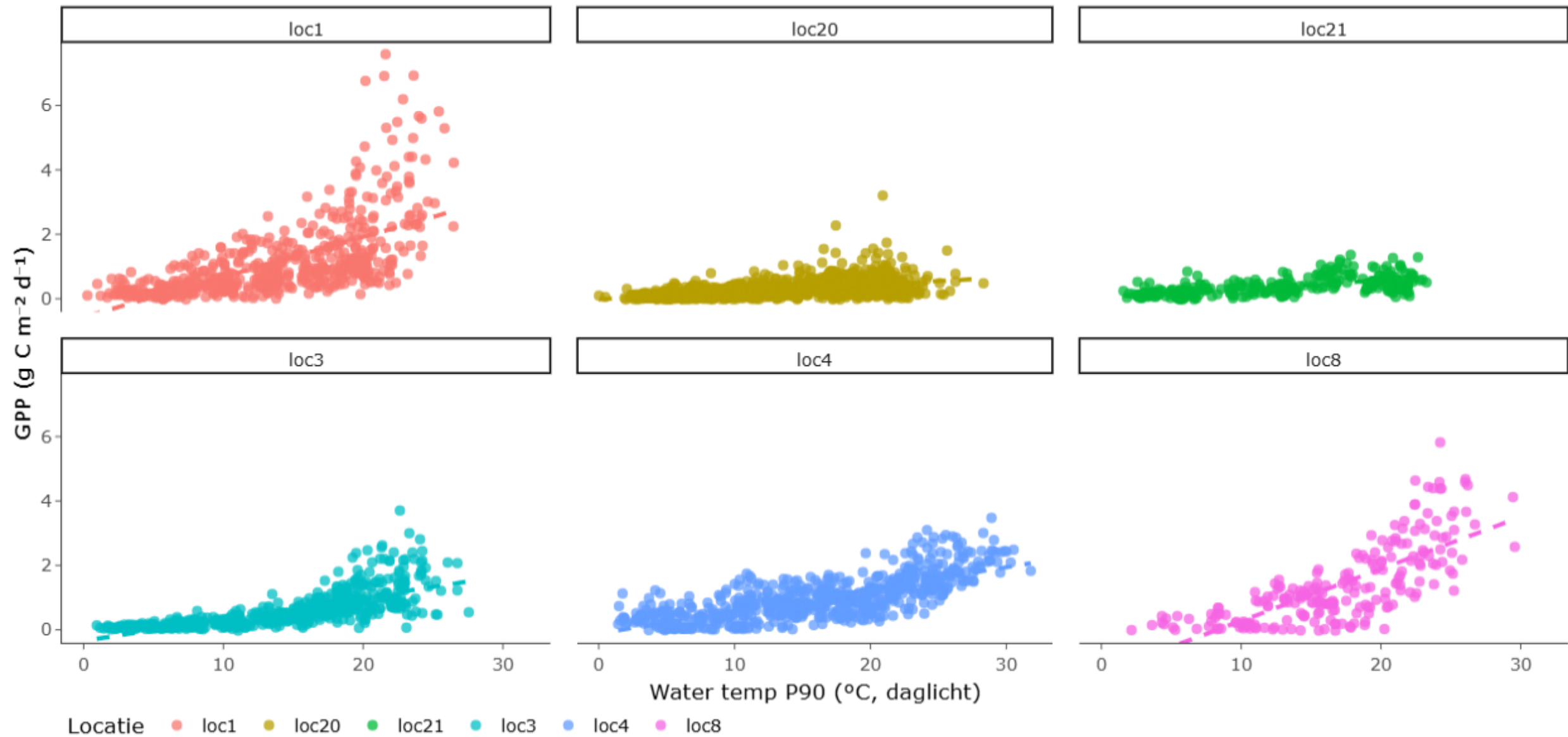




GPP x Watertemperatuur

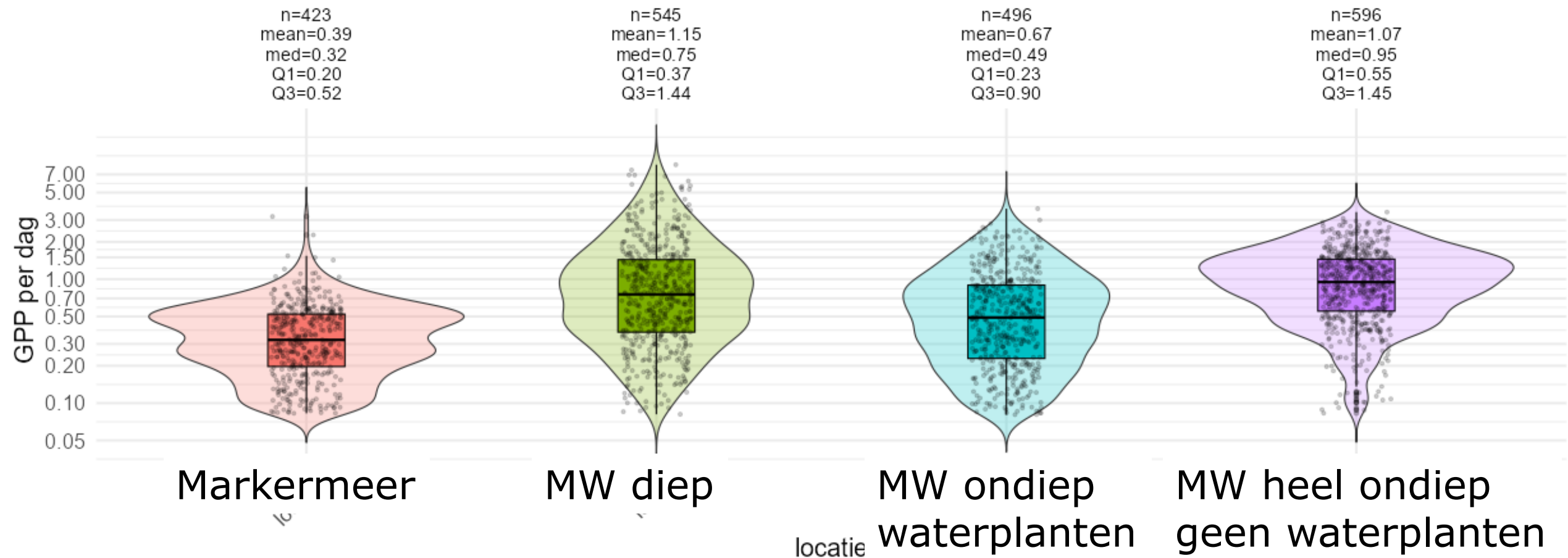


GPP x Watertemperatuur





Totale primaire productie is ca. 2x zo hoog op Marker Wadden





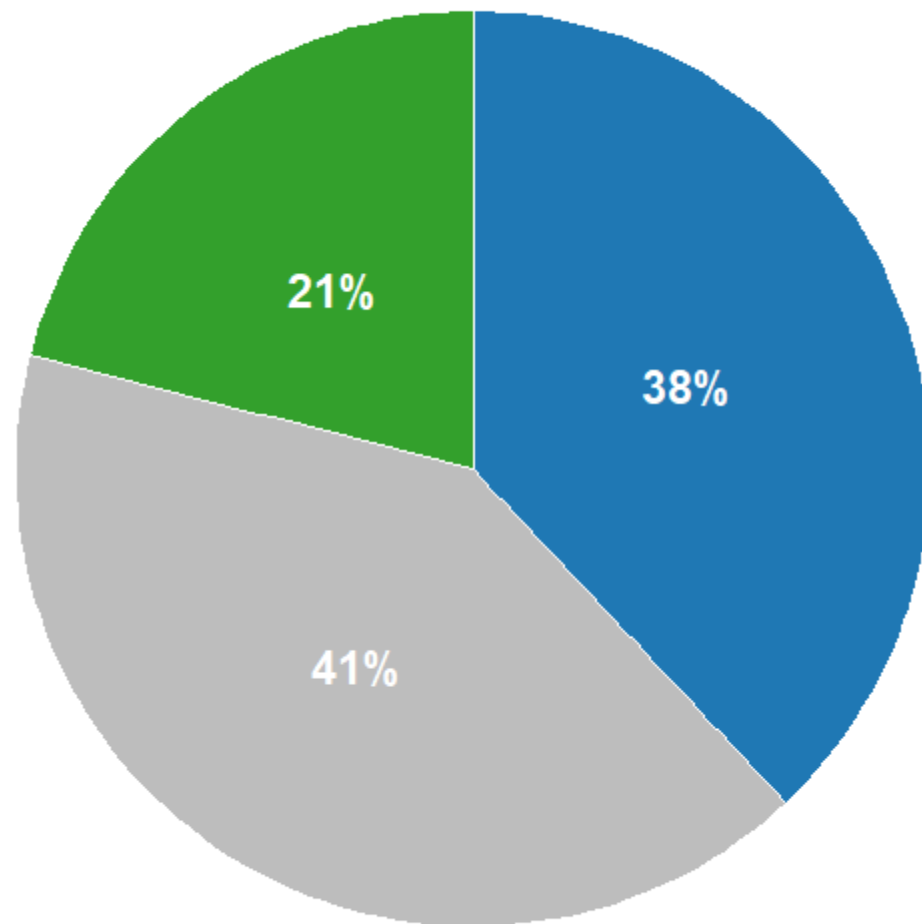
Statistisch model, Anova

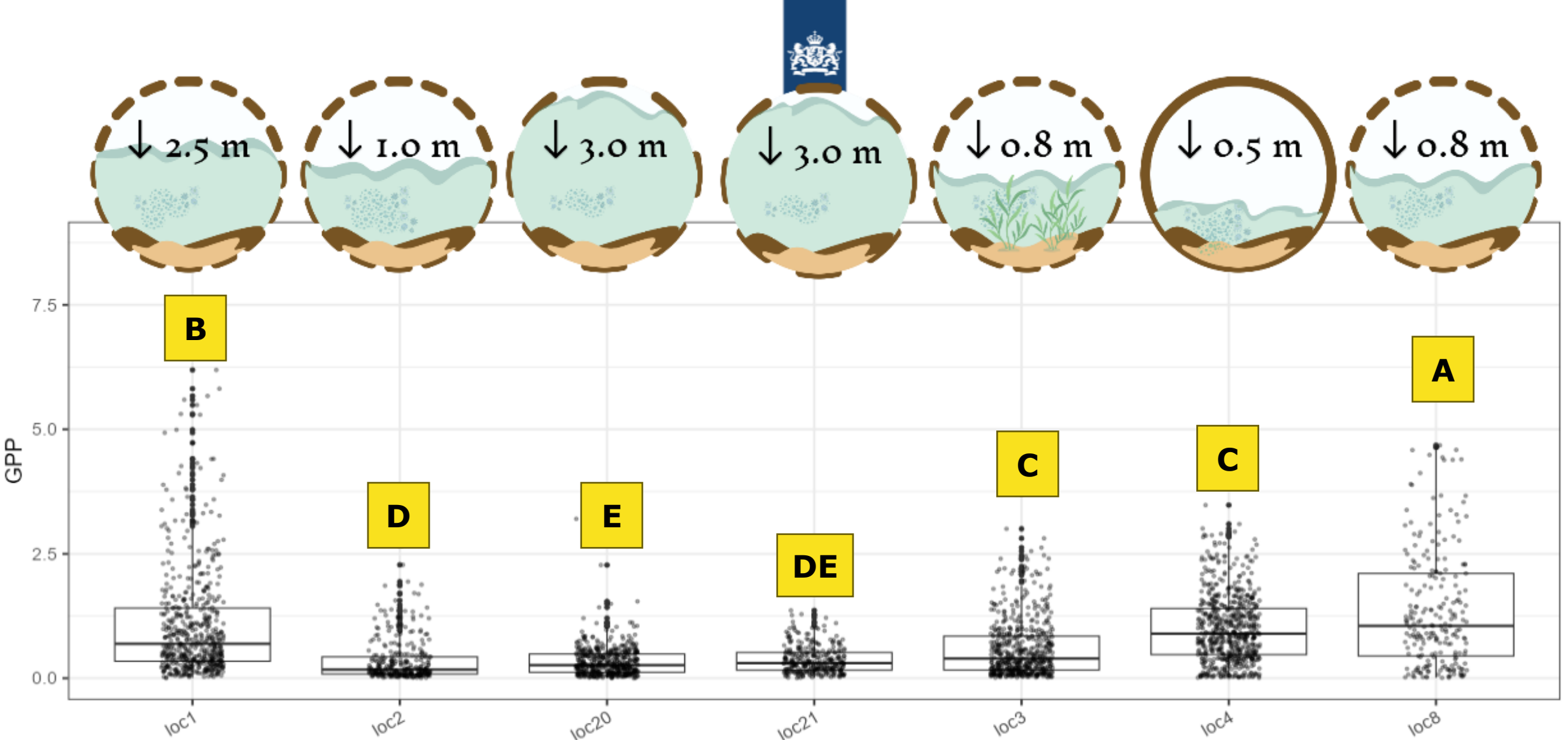
Hoeveel procent van de GPP wordt verklaard door de Temperatuur en de Locatie?

Model verklaart 59% van de variatie in GPP

Het temperatuur-effect is de grootste voorspel knop. 38%

Maar locatie blijft ook belangrijk. 21 %





Verskil in toename GPP bij toename temperatuur

**Nog seizoensafhankelijke data voor loc 8*



Waarom is de GPP $\sim 2x$ zo hoog?

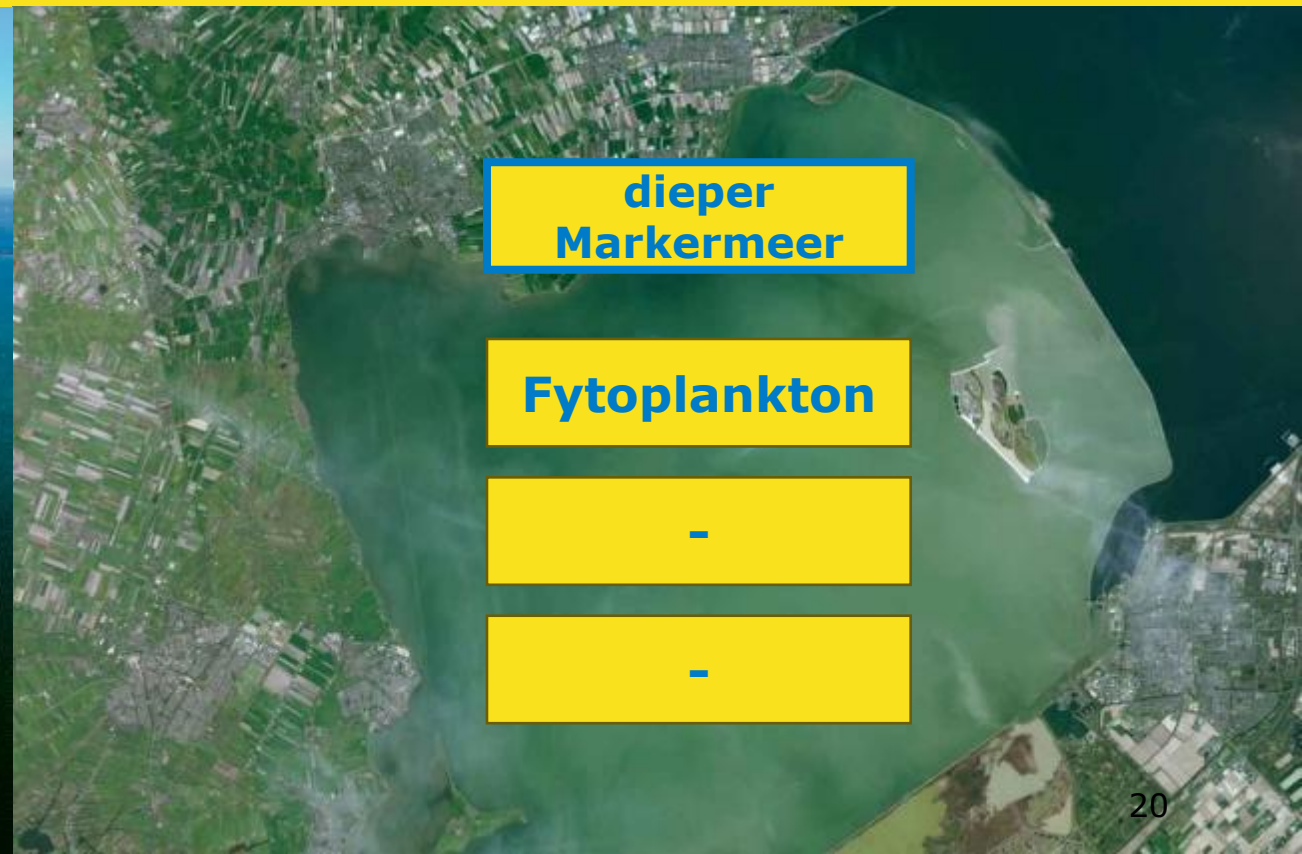


**ondiepe
Markerwadden**

Fytoplankton

Waterplanten

Fytobenthos



**dieper
Markermeer**

Fytoplankton

-

-



LM GPP – FRRF PP

Bruto PP – Fytoplankton PP = Overige PP?

Overige
PP

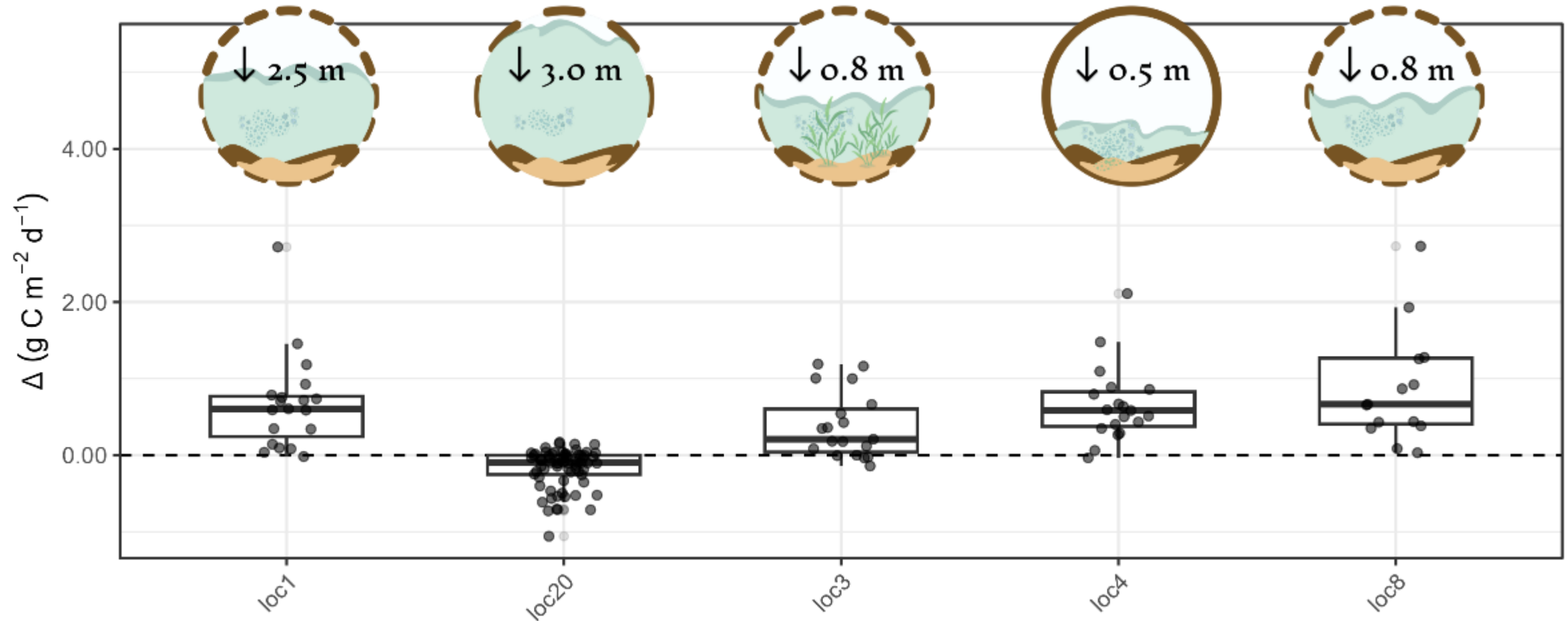
0.6

-0.1

0.2

0.6

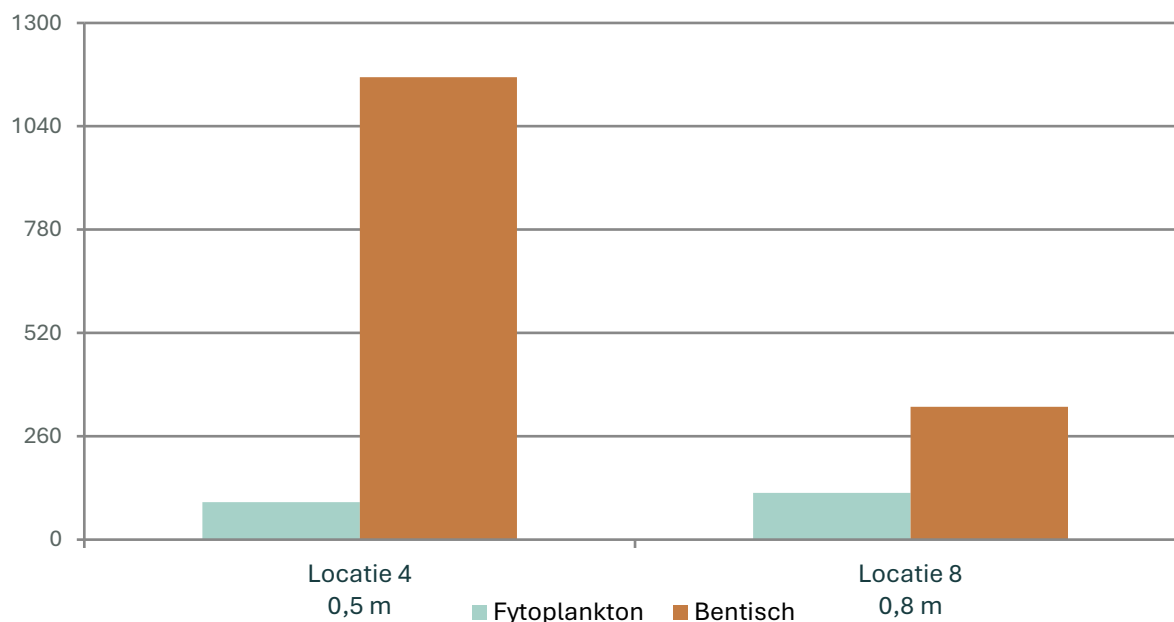
0.6





Benthische productie: in ondiepe delen zit veel productie óp het sediment

Gemiddelde productie per locatie in $\text{mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$



Gemiddelden over alle replicaten; loc. 4: 94 vs 1.164. loc. 8: 118 vs 334 $\text{mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

Kernboodschap

Benthische productie is niet klein: vooral in de ondiepe, beschutte locatie 4 ligt de productie ruim boven de fytoplanktonproductie.

Locatie 4: ~12× hoger dan fyto

Locatie 8: ~3× hoger dan fyto

Bemonstering

50 mL buis in sediment → bovenlaag opwervelen → overpipetteren naar buis → 2× herhalen → aanvullen en opnieuw verdunnen.

Let op: 1e poging op 31-10-2025 was te geconcentreerd / te veel modder; meting doorgemeten op 03-11-2025.

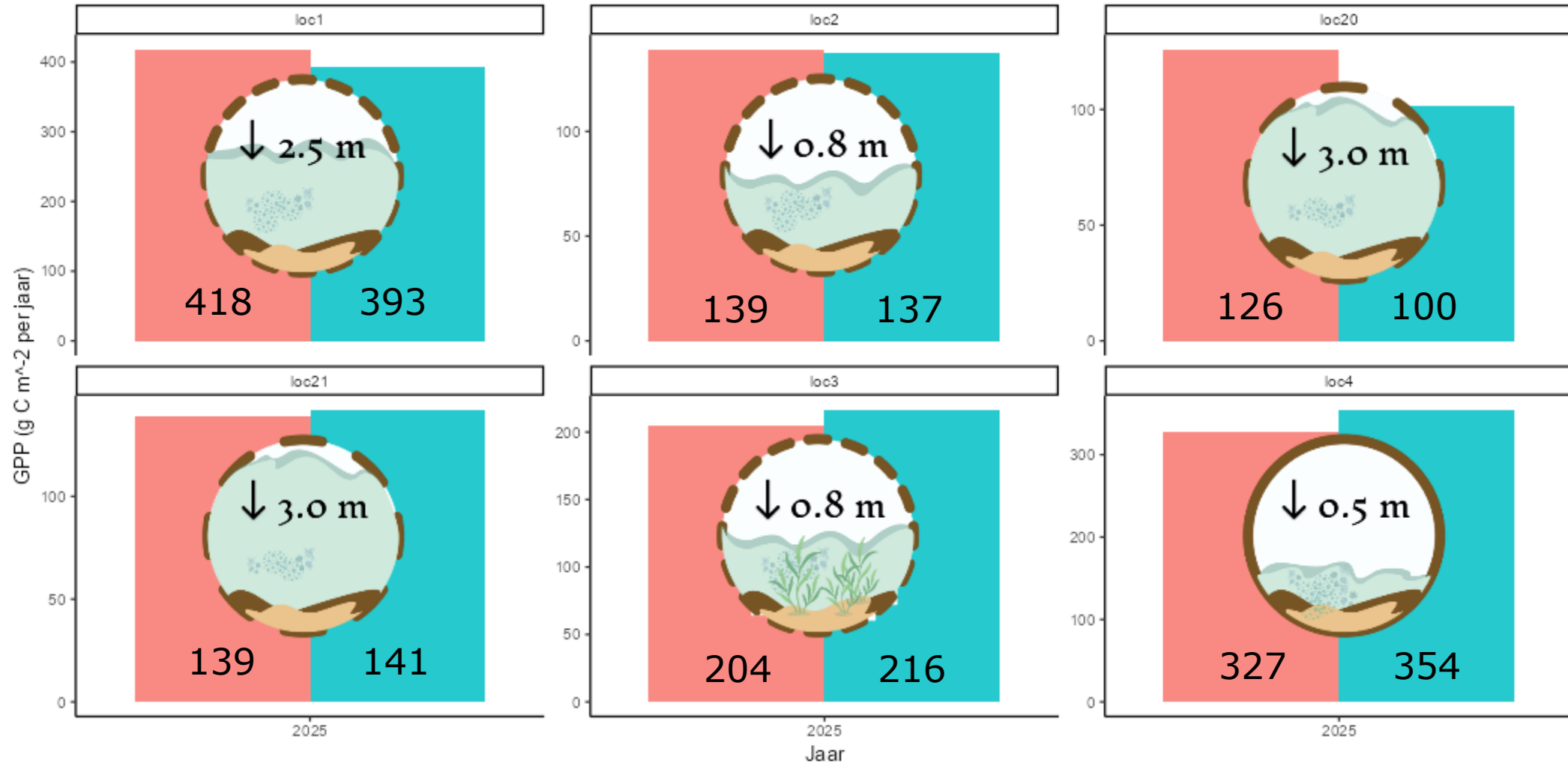
Waarom dit relevant is?

Als monitoring alleen op fytoplankton stuur, mist zij mogelijk een deel van de lokale draagkracht.

GPP 2025



Som van dagelijkse waarden binnen kalenderjaar (Feb 29 verwijderd).



GPP is duidelijk hoger op de Markerwadden dan in het Markermeer. Is de draagkracht dan ook hoger?



Conclusie

GPP laat zien waar de basis voor draagkracht ontstaat

Met zuurstofmetingen kunnen we primaire productie volgen: de eerste stap in de voedselbasis van het Markermeer.

1

Marker Wadden zijn lokaal productiever

Ondiep, warmer en helderder water zorgt voor meer productie door fytoplankton, fyto bentos en waterplanten.

2

Locatie bepaalt welke productie mogelijk is

In het open Markermeer komt productie vooral uit fytoplankton. Bij de Marker Wadden dragen ook bodemalgen en waterplanten bij.

3

GPP is nog geen gerealiseerde draagkracht

De vervolgvraag is hoeveel productie doorstroomt naar plankton, macrofauna, vis en vogels.

Kernboodschap

GPP is een systeemindicator die waterkwaliteit, maatregelen en Natura 2000-doelen met elkaar verbindt.