



Webinar

Berekeningen met Waterwijzer Landbouw en onzekerheden

Martin Mulder en Joris Stuurop

16 Juni 2025

Introductie

Onzekerheid van WWL-resultaten:

*Wat is de bandbreedte aan modelresultaten
bij onzekerheidsmarges van invoervariabelen?*

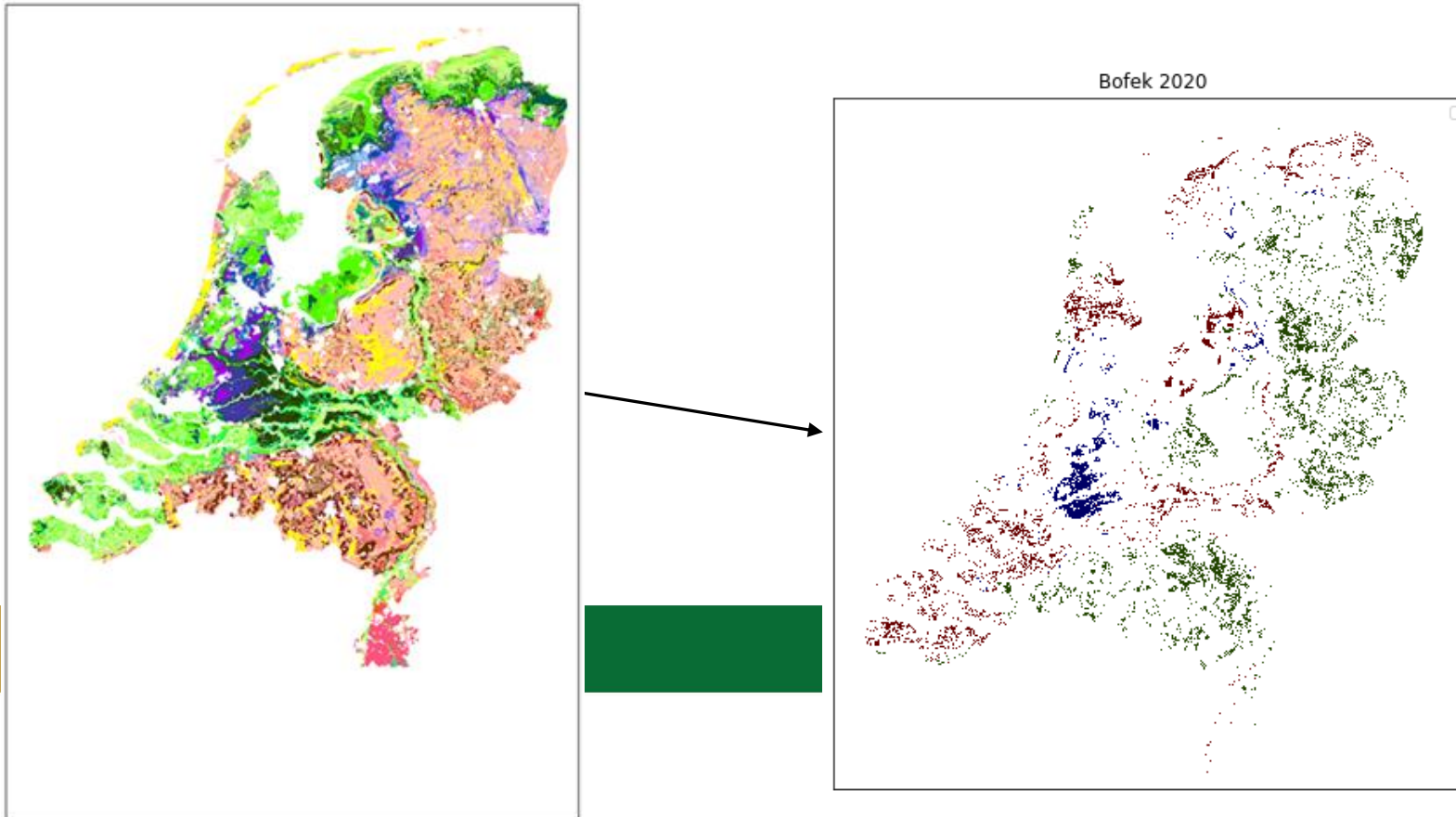
Introductie

Meegenomen variabelen in de onzekerheidsanalyse

<u>Analyse</u>	<u>Variabele</u>
Hydrologie	Grondwaterstand
Meteorologie	KNMI-station
Klimaat	CO ₂ assimilatie parameters
Gewaskalender	Start en einde groeiseizoen
Gewas	Gewasvariëteiten (aardappelrassen)
Dikte wortelzone	Bewortelbare zone

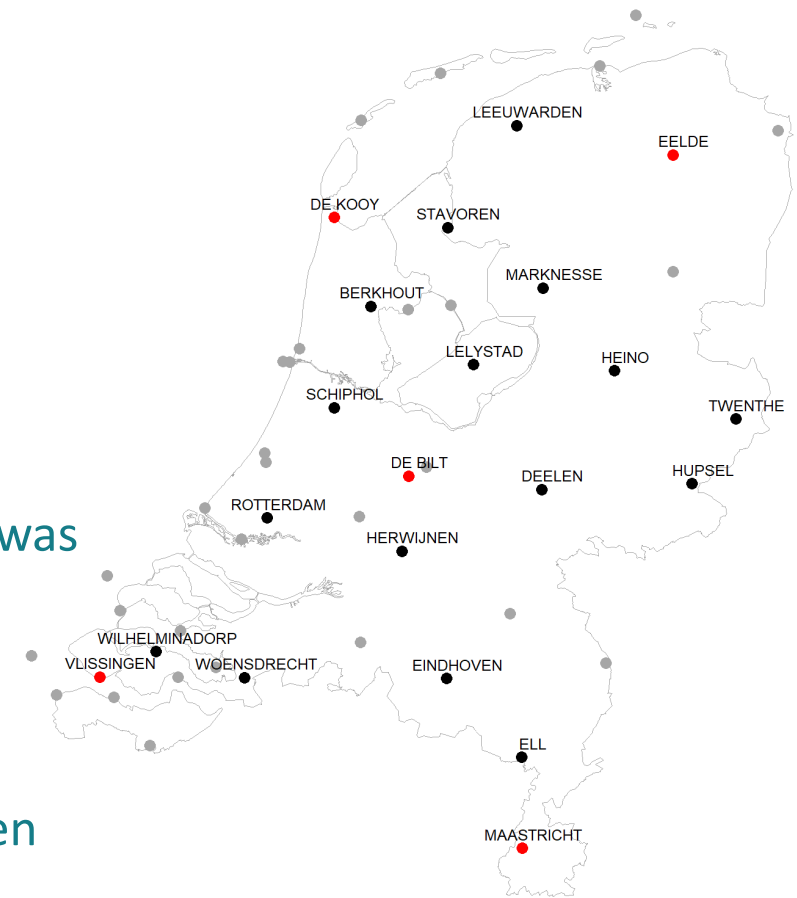
Opzet

- Selectie dominante BOFEK-2020 bodem profielen per hoofdtype (klei-, zand-, en veengrond): 4018, 3015, 1018



Opzet

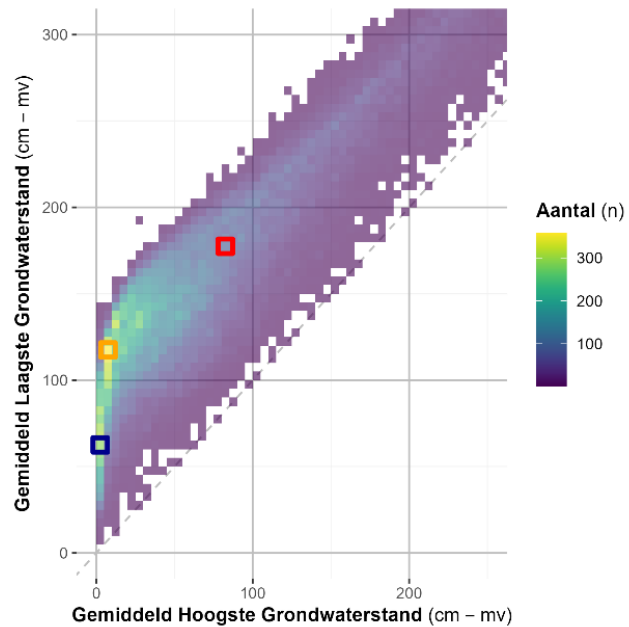
- 30-km straal met KNMI station als middelpunt:
alle grondwaterdata uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM v 4.3.0)
- Een nat, gemiddeld en droog grondwater verloop per bodemtype en gewas
- Dataperiode: 1991-2020
- Geteste gewassen: gras en mais (aardappel voor de gewaseigenschappen variatie)
- KNMI-station De Bilt genomen als standaard



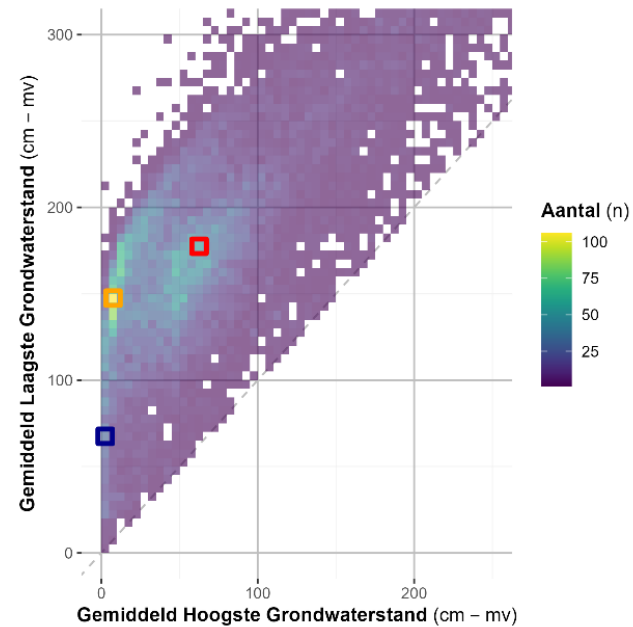
Rood: hoofdstation
Zwart: alternatief station

Opzet

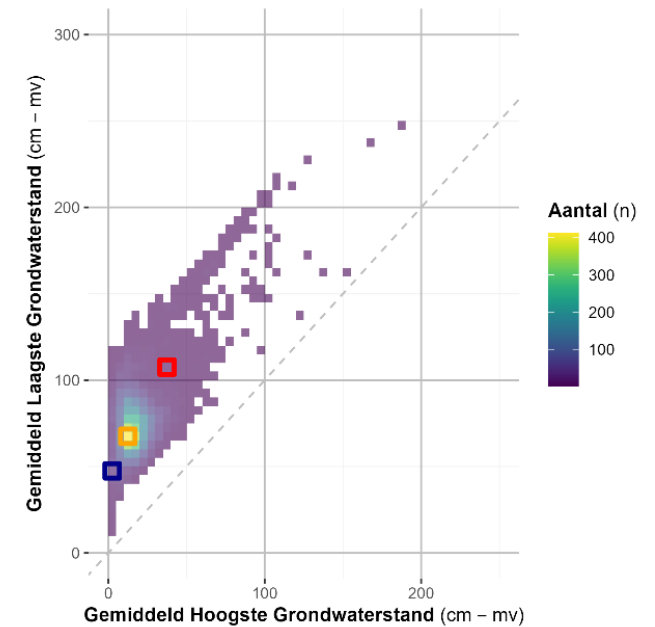
- Een nat, gemiddeld en droog grondwater verloop per bodemtype; voorbeeld voor grasland:



Zand (BOFEK 3015)



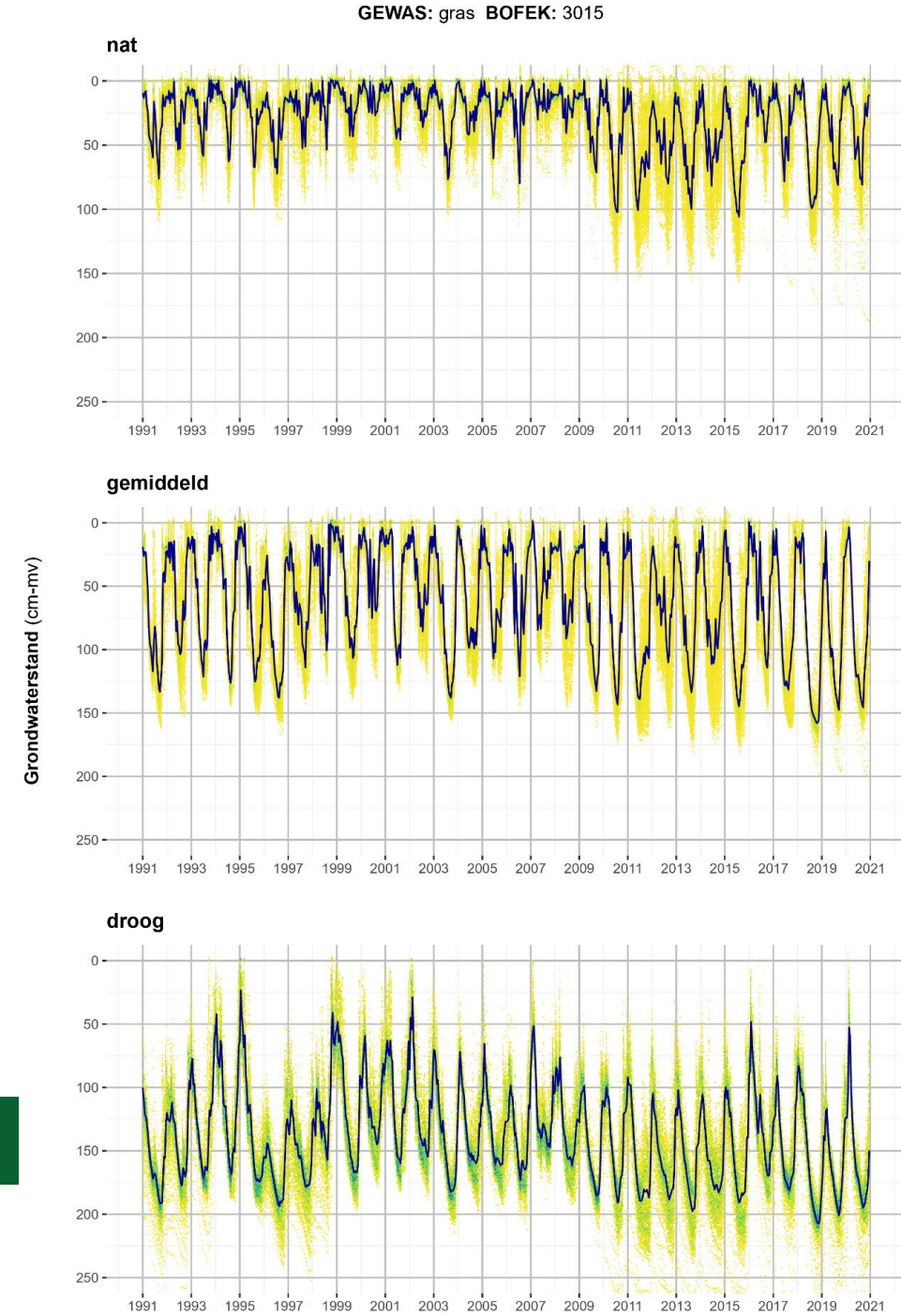
Klei (BOFEK 1018)



Veen (BOFEK 1018)

Opzet

- Voorbeeld:
nat, gemiddeld en droog grondwaterverloop voor zandgrond
(BOFEK 3015) en gras



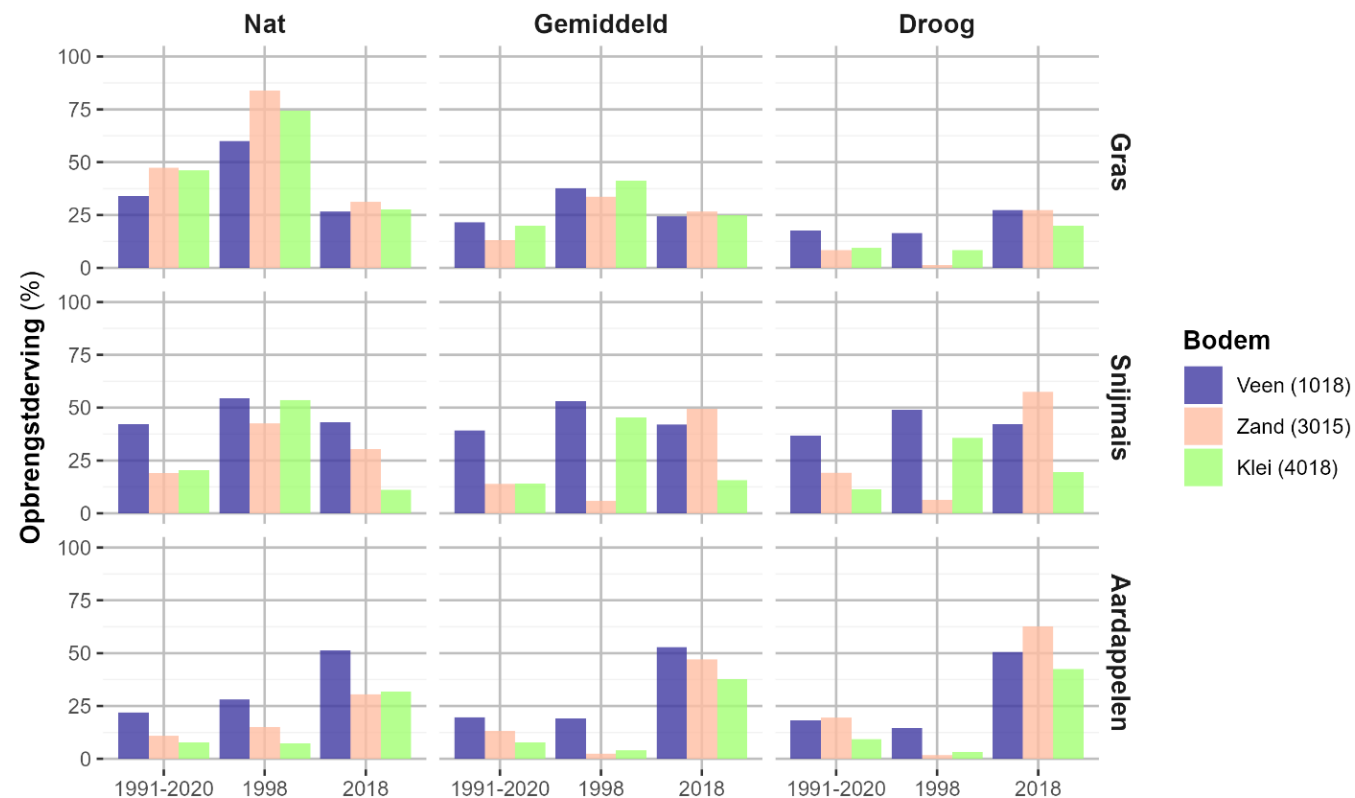
Opzet

- De potentiële gewasopbrengst bij de referentie
- Dit is de 0-waarde ten opzichte van de onzekerheidsscenario's
- Potentiële gewasopbrengst: zonder bodemwater-limiterende factoren (droogte, natheid)



Opzet

- Referentie gewasopbrengstderving
- Dit is de 0-waarde ten opzichte van de onzekerheidsscenario's
- Opbrengstderving = afname ten opzichte van de potentiële gewasopbrengst
- Oorzaak derving: te natte of te droge bodemcondities



Grondwaterstand

Grondwaterstand (LHM)

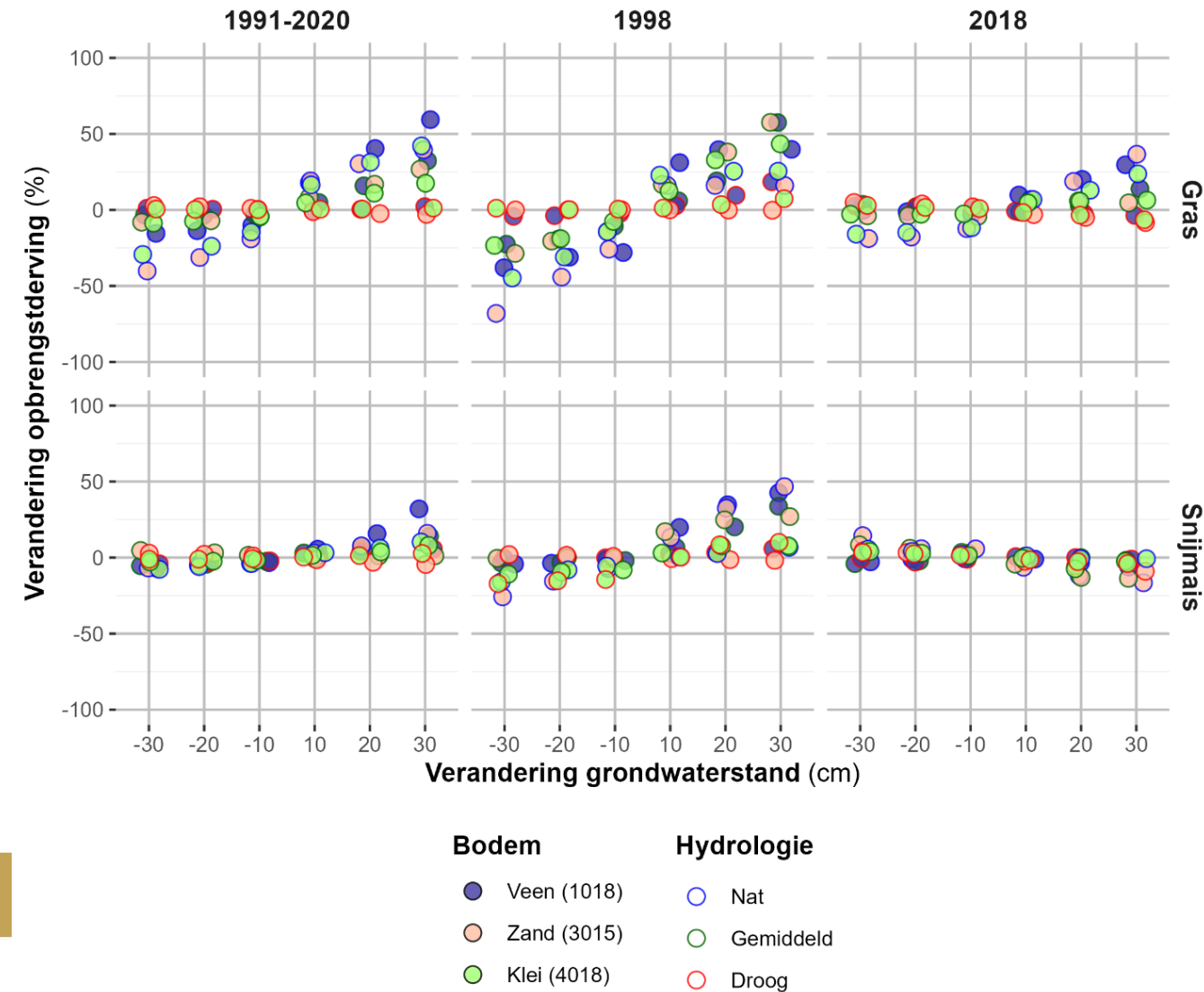
- Grondwaterstand onzekerheid:

+/- 30 cm toegepast op de grondwatertijdreeks uit het LHM
(met 10 cm interval)

Voor zowel de natte, gemiddelde, en droge grondwater
tijdreeks

Alleen station De Bilt meegenomen

Grondwaterstand (LHM)



- Onzekerheid tussen +55 en -48% (gras, langjarige periode)
- Bij snijmais tussen +40 en -10% (langjarige periode)
- Soms grotere onzekerheid specifieke jaren (met name een nat jaar, 1998)
- Kleigrond minder gevoelig dan zand en veen
- Grondwaterstand substantiële bron van onzekerheid

WWL weerstation

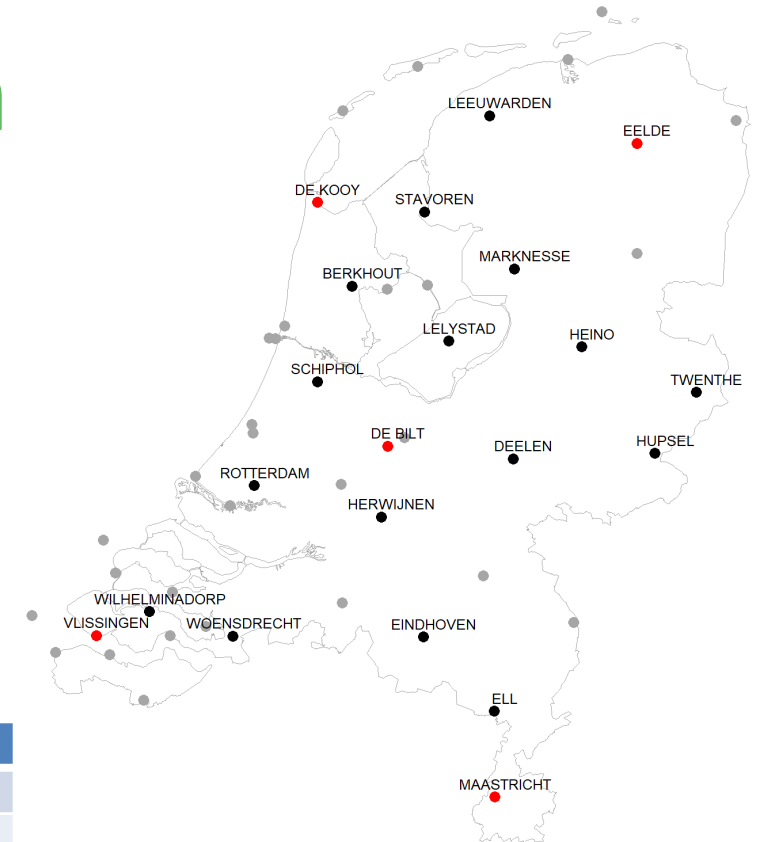
WWL weerstation

Voor WWL hoofdstations De Bilt, Vlissingen, Eelde en de Kooy

→ selectie alternatieve weerstations:

- Lucht temperatuur
- Zonnestraling
- Windsnelheid
- Regenval
- Relatieve luchtvochtigheid

BOFEK eenheid	Hoofdstation	Alternatief station
Kleigrond (4018)	De Bilt	Herwijnen; Lelystad
	Vlissingen	Wilhelminadorp; Woensdrecht
	Eelde	Marknesse; Leeuwarden
	De Kooy	Stavoren; Berkhout
Zandgrond (3015)	De Bilt	Eindhoven; Deelen; Twenthe; Hupsel; Heino
Veengrond (1018)	De Bilt	Schiphol; Rotterdam



Rood: hoofdstation

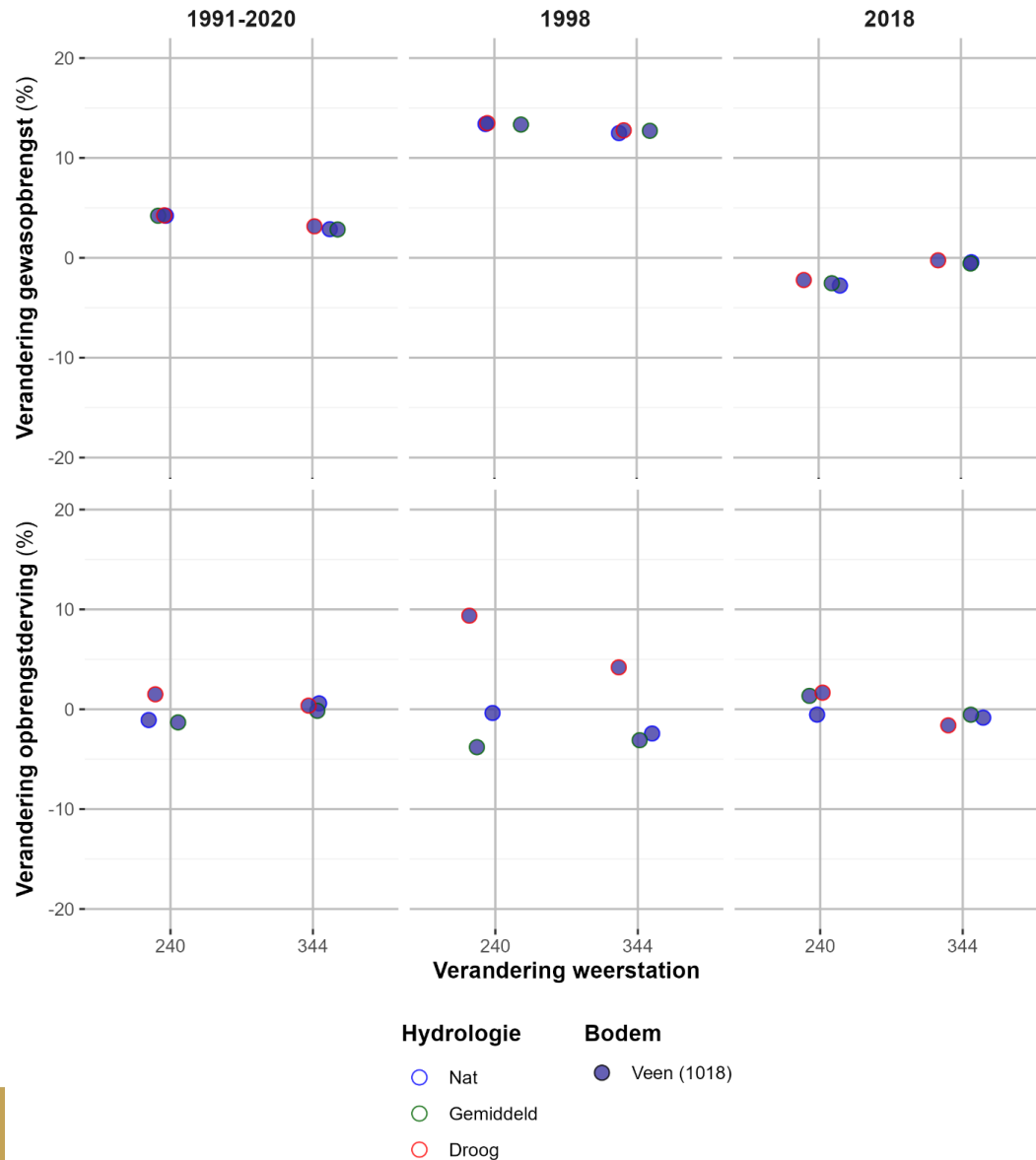
Zwart: alternatief station

WWL weerstation

Hoofdstation: De Bilt

Alternatieve stations: Schiphol (240) en Rotterdam (344)

Gras

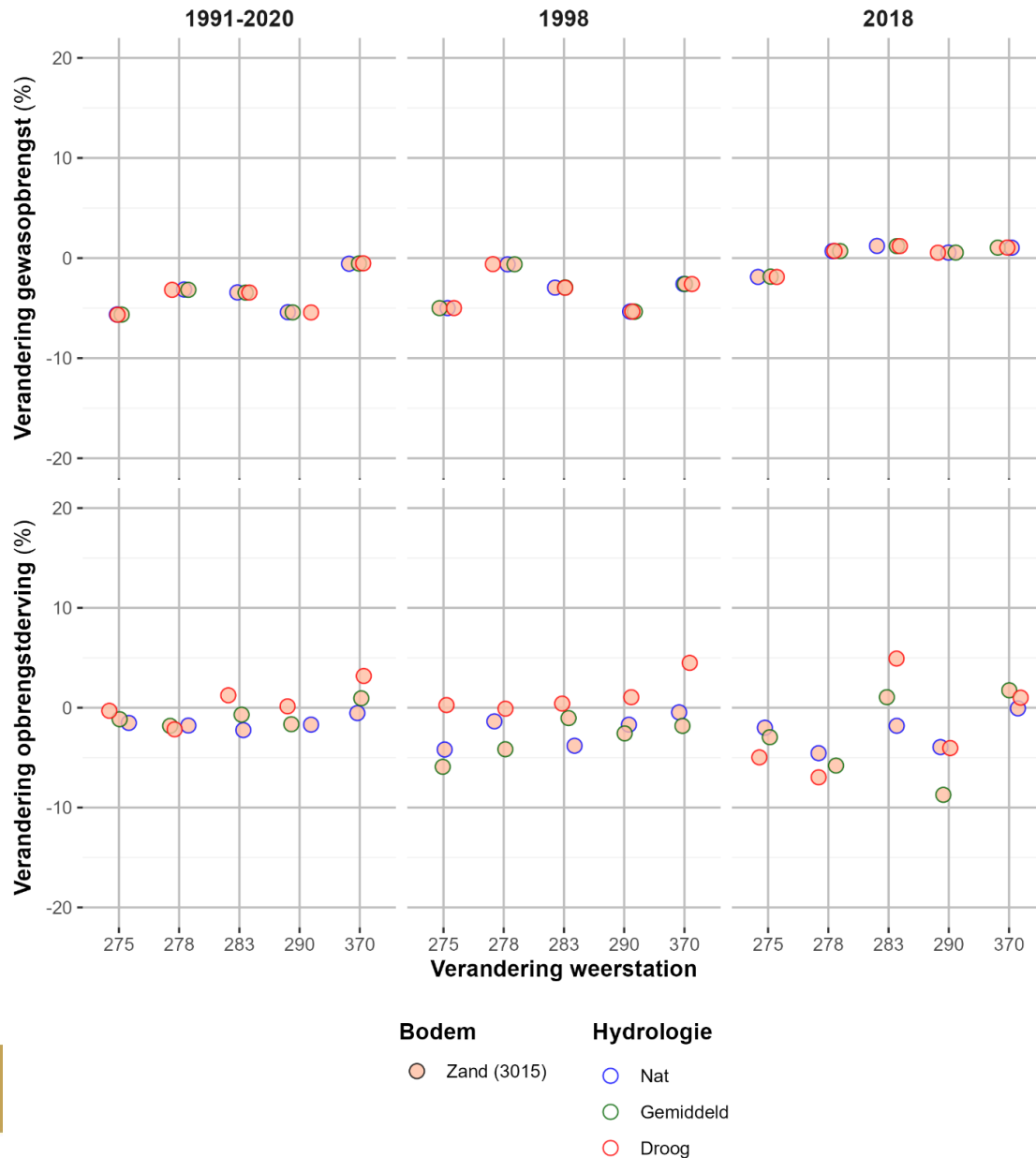


WWL weerstation

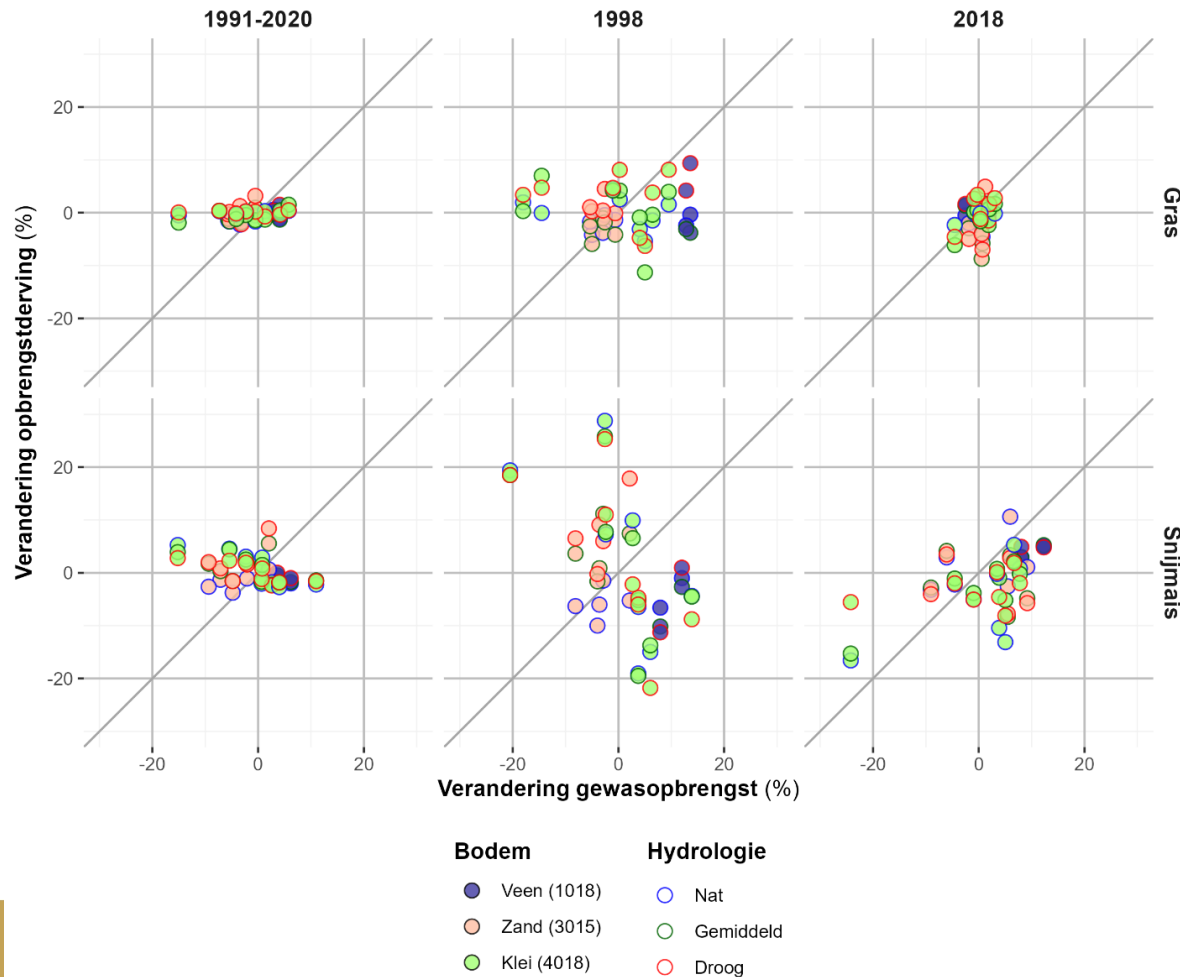
Hoofdstation: De Bilt

Alternatieve stations: Deelen (275), Heino (278),
Hupsel (283), Twenthe (290), Eindhoven (370)

Gras



WWL weerstation



- Onzekerheid tussen ca. +10 en -18% (langjarige periode)
- Soms structureel hoge onzekerheid, of bij specifieke jaren (droog of nat jaar)
- Uitbreiding van weerstations in WWL kan de onzekerheid verminderen
- Behelst verandering van potentiële gewasopbrengst en gewasopbrengstderving

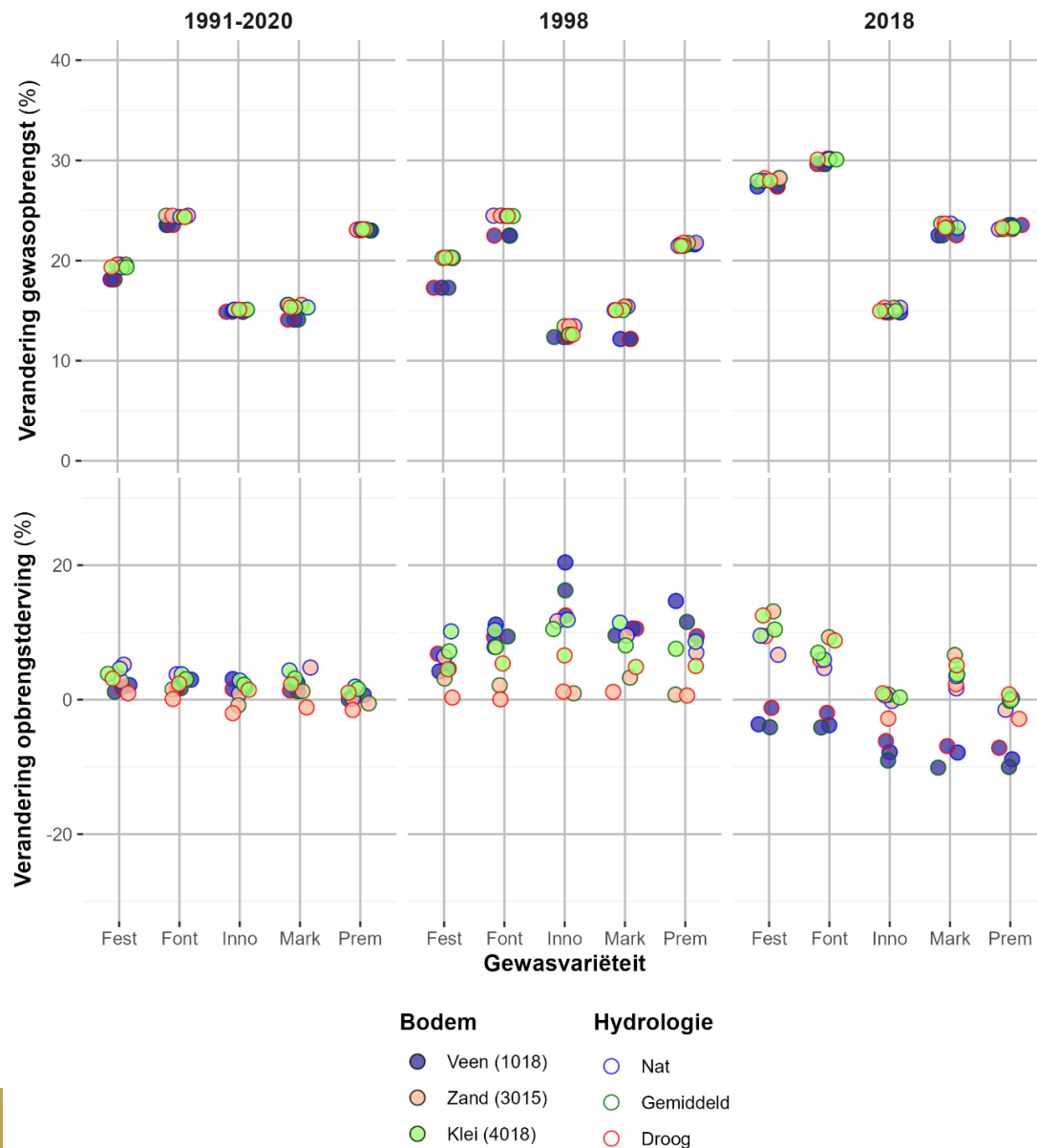
Gewaseigenschappen

Gewaseigenschappen

- De standaard aardappel uit WWL vergeleken met moderne aardappel variëteiten:

Festien, Fontane, Innovator, Markies en Premiere

- Parameters die de gewasgroei bepalen



Gewaseigenschappen

- Forse toename in potentiële gewasopbrengst (tot 30%)
- Opbrengstderving kleiner verschil (langjarige gemiddelde)
- Maar wel:
specifieke jaren met hoge derving (te natte of droge omstandigheden)
- Niet geringe bron van onzekerheid (+12 tot +25%, langjarig gemiddelde)

Dikte wortelzone

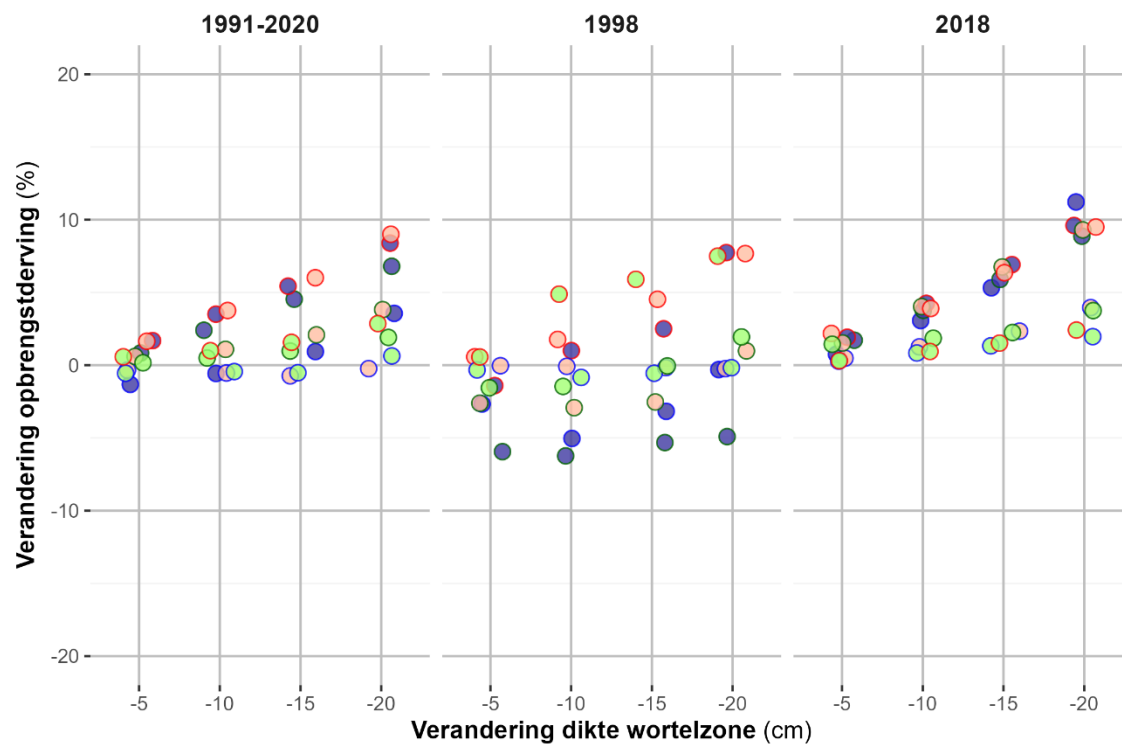
Dikte wortelzone

Onzekerheid dikte wortelzone

Gras, t.o.v. de referentie: -5, -10, -15 en -20 cm

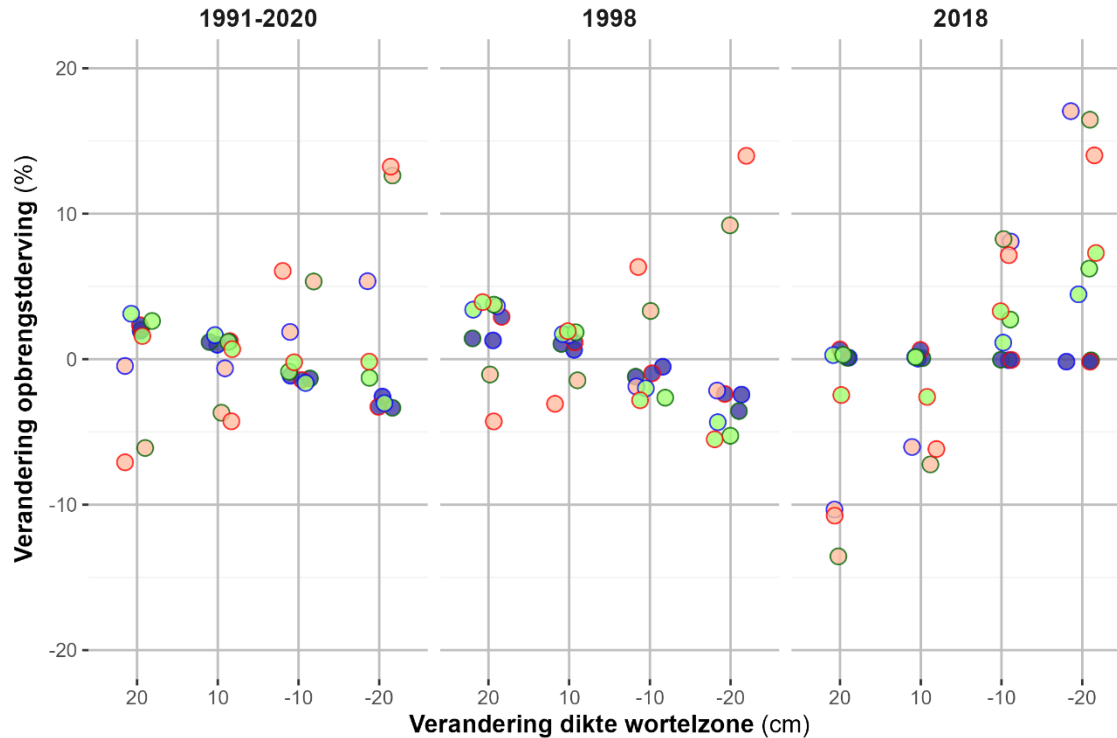
Snijmais, t.o.v. de referentie: -20, -10, +10 en +20 cm

Dikte wortelzone



Gras

Dikte wortelzone



Snijmais

Bodem

● Veen (1018)

● Zand (3015)

● Klei (4018)

Hydrologie

○ Nat

○ Gemiddeld

○ Droog

- Onzekerheid ca. tussen +15 en -8% (langjarige periode)
- Ondiepere wortels = meer derving, vooral bij droge condities
- Minder derving bij ondiepere wortels gras en veen
- Diepere wortels snijmais: minder derving zand, iets meer derving klei en veen

groeiseizoen

Gewaskalender

Waterwijzer Landbouw

- Gebaseerd op expertkennis

Veeteelt Gras Snijmais

Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec

Akkerbouw

Wintertarwe
Zomergerst
Consumptie-
Zetmeelaardappelen
Pootaardappelen
Suikerbieten
Zaai-uien

Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec

Groenteteelt

Prei
Sla
Bloemkool
Spruitkool
Winterpeen
Sperziebonen

Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec

Bollen

Tulp
Lelie

Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec

Boomteelt

Appelbomen
Laanbomen

Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec

Legenda:
Voorbereidende
werkzaamheden
Groei
Oogstperiode



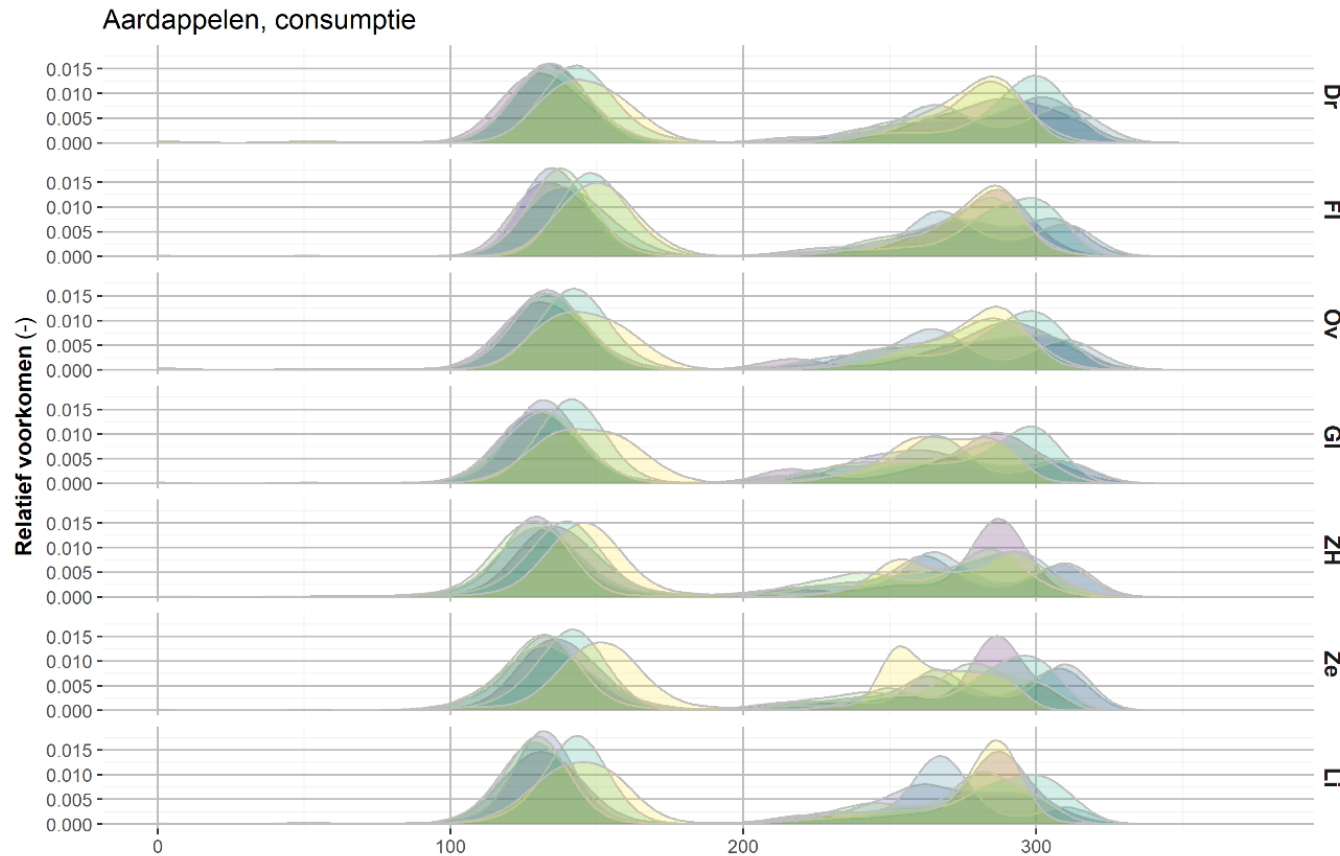
Groenmonitor

NDVI groenindex

- Groenindex
 - Kale grond: ~ 0.2
 - Gesloten gewas: ~ 0.6
 - Meerdere bladlagen: ~ 0.9
- Beelden vanaf 2016
 - Voornamelijk Sentinel-2A&B (en Landsat-8)
 - 25m resolutie
- Alleen actueel beeld van groenindex gewas
 - Groenindex dient vertaald te worden



Gewaskalender

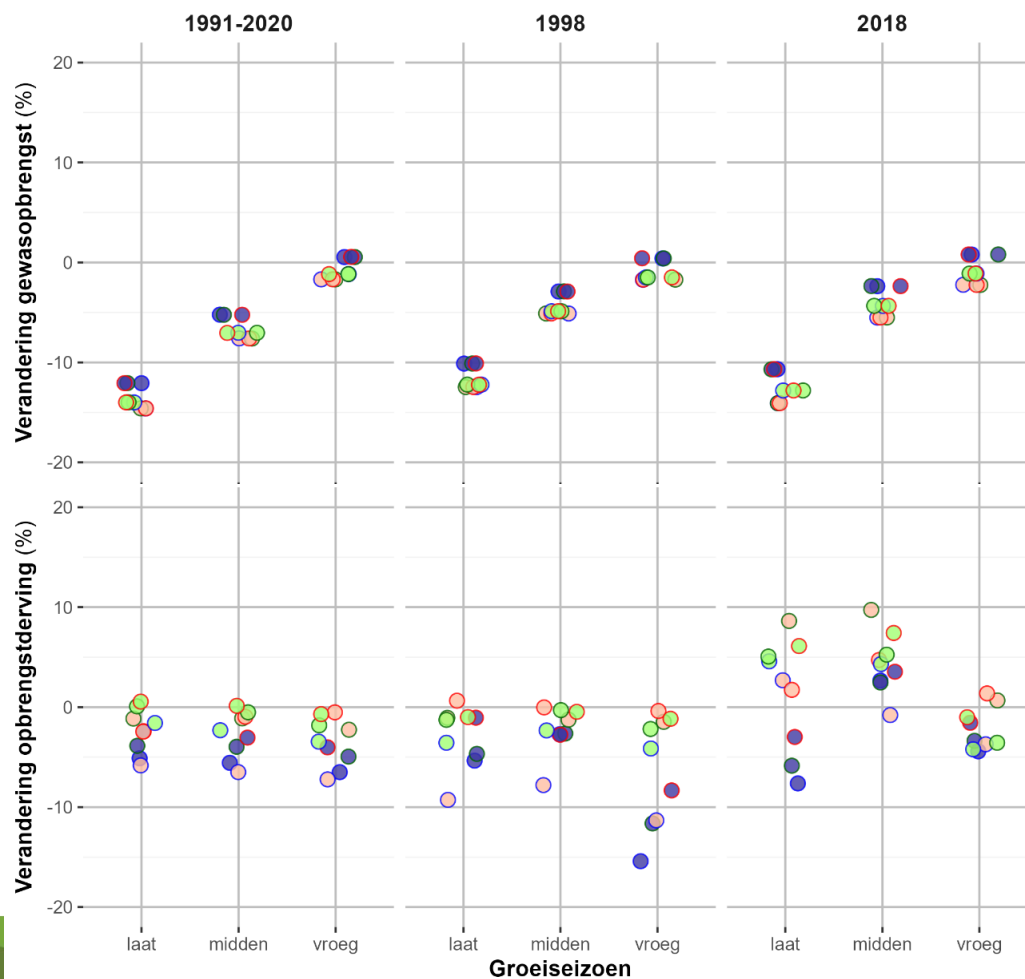


Groenmonitor:

- Gewasopkomst
- Oogstmoment

Groeiseizoen	Start	Einde	Indirecte effecten
Referentie	16 maart	30 september	Ja
Vroeg	28 april	23 september	Nee
Midden	15 mei	13 oktober	Nee
Laat	3 Juni	14 oktober	Nee

Gewaskalender



Groei seizoen	Start	Einde	Indirecte effecten
Referentie	16 maart	30 september	Ja
Vroeg	28 april	23 september	Nee
Midden	15 mei	13 oktober	Nee
Laat	3 Juni	14 oktober	Nee

Klimaatverandering

KNMI klimaatscenario's 2024

Scenario's:

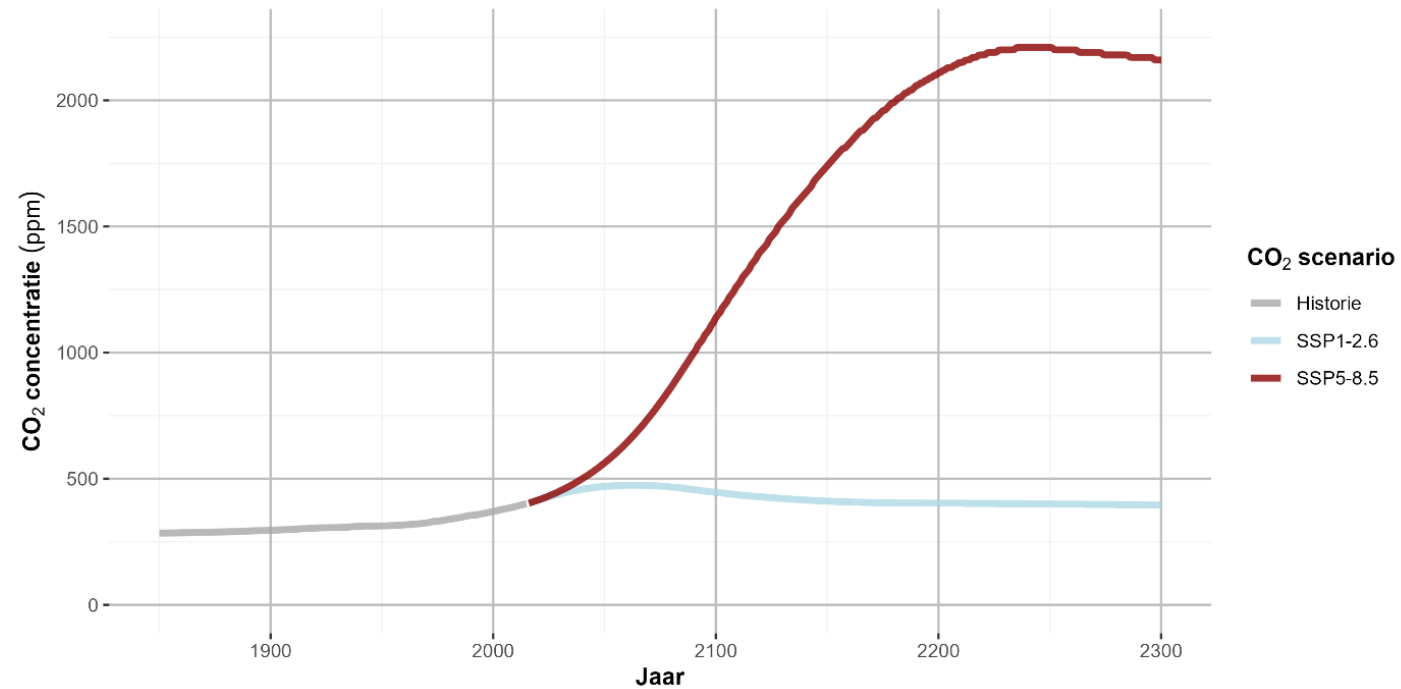
- Lage en hoge uitstootscenario's
- Verdrogend en vernattend klimaat
- Periode 1991-2020
- Projecties voor 2050, 2100 en 2150



KNMI klimaatscenario's 2024

Socio-economic Shared Pathways

- Lage uitstoot: SSP1-2.6
- Hoge uitstoot: SSP5-8.5



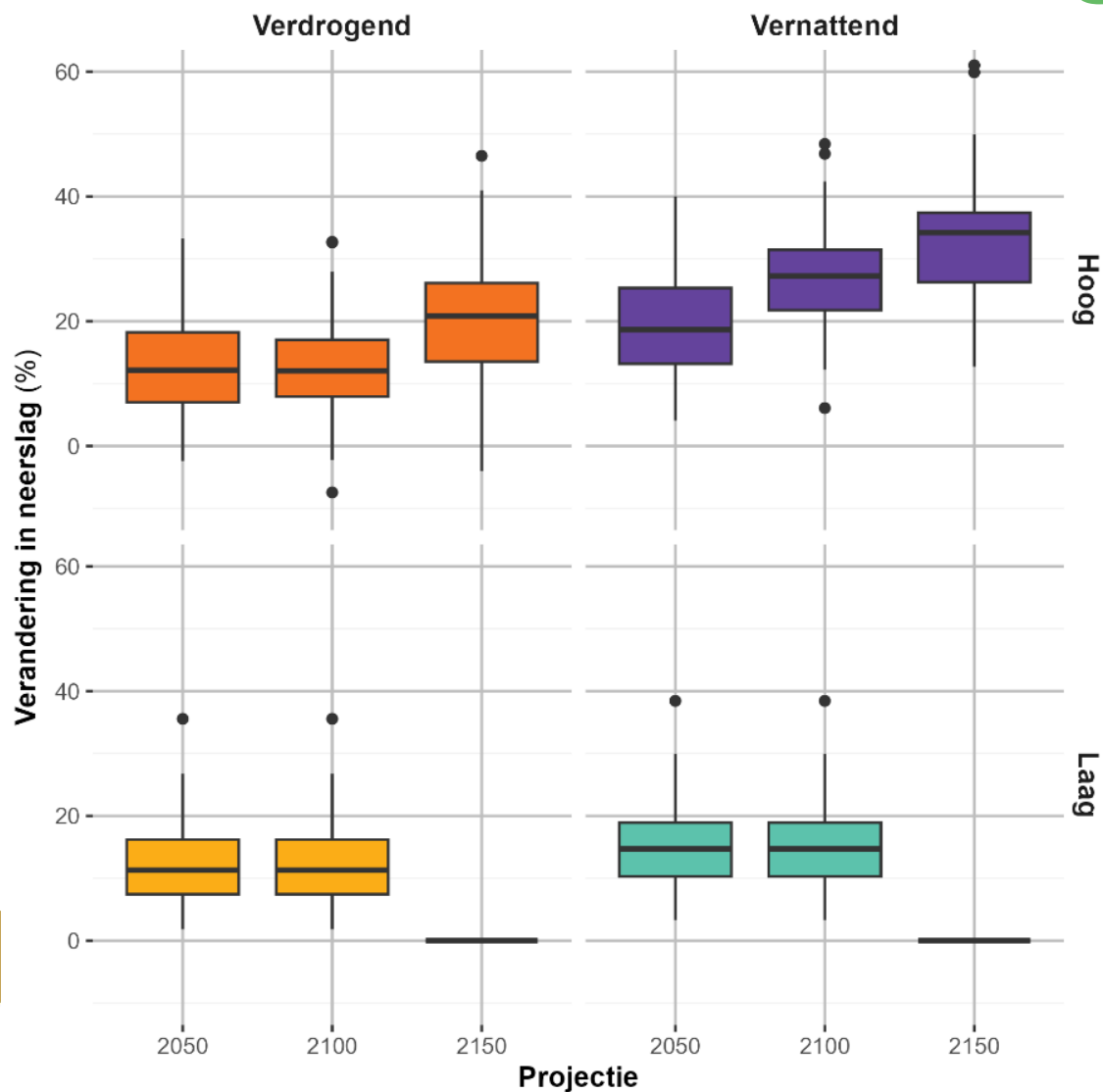
Climate Change 2021: The Physical Science Basis. IPCC 2021.

Analyses

Effect klimaatverandering op verandering van:

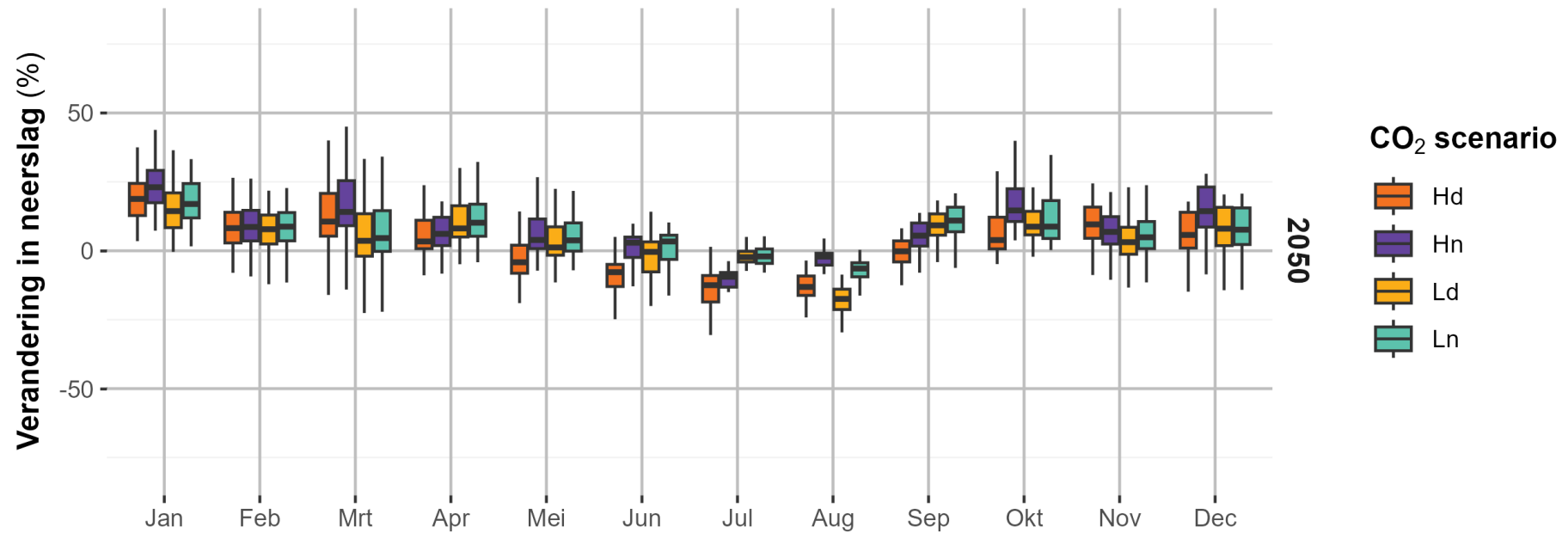
- Neerslaghoeveelheid in het groeiseizoen
- Potentiële gewasopbrengst
- Watervraag (behorend bij de potentiële gewasontwikkeling)
- Geen analyse naar effect op verandering van bodemhydrologische condities

Neerslaghoeveelheid



Toename in wateraanbod?

Neerslaghoeveelheid

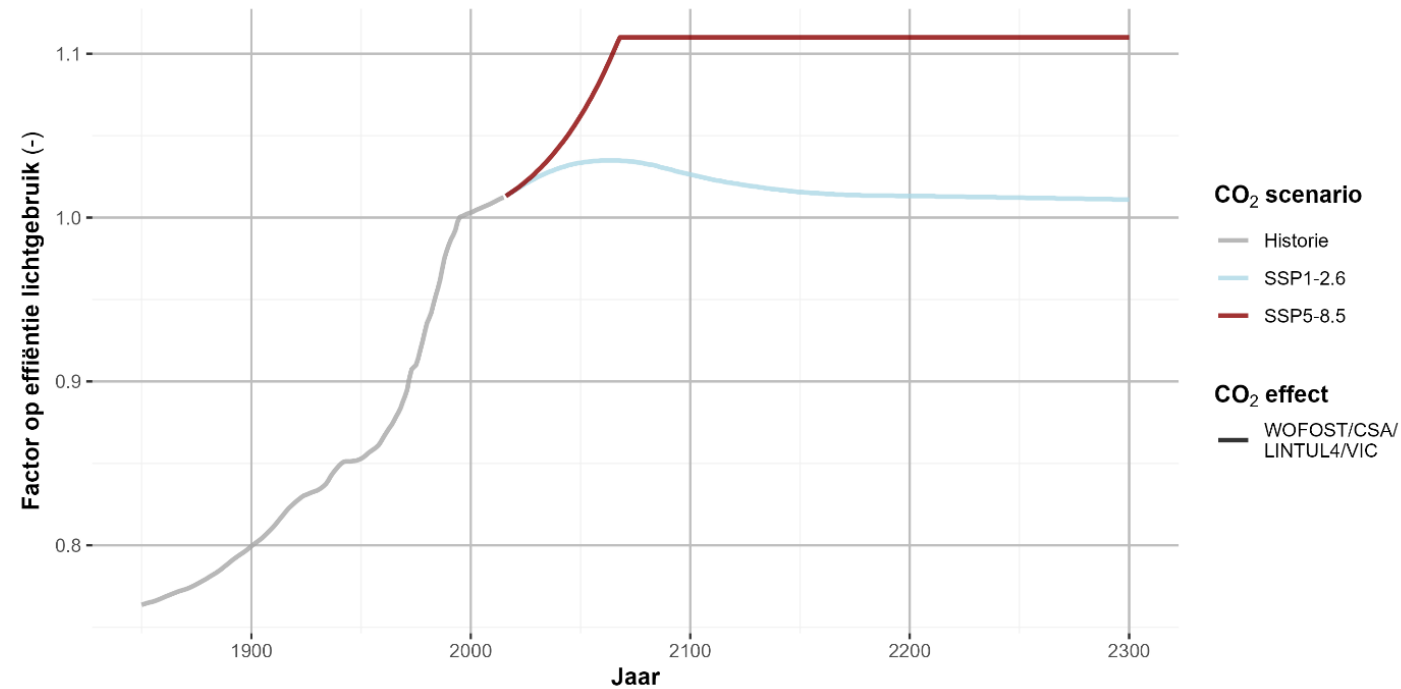


Potentiële gewasopbrengst

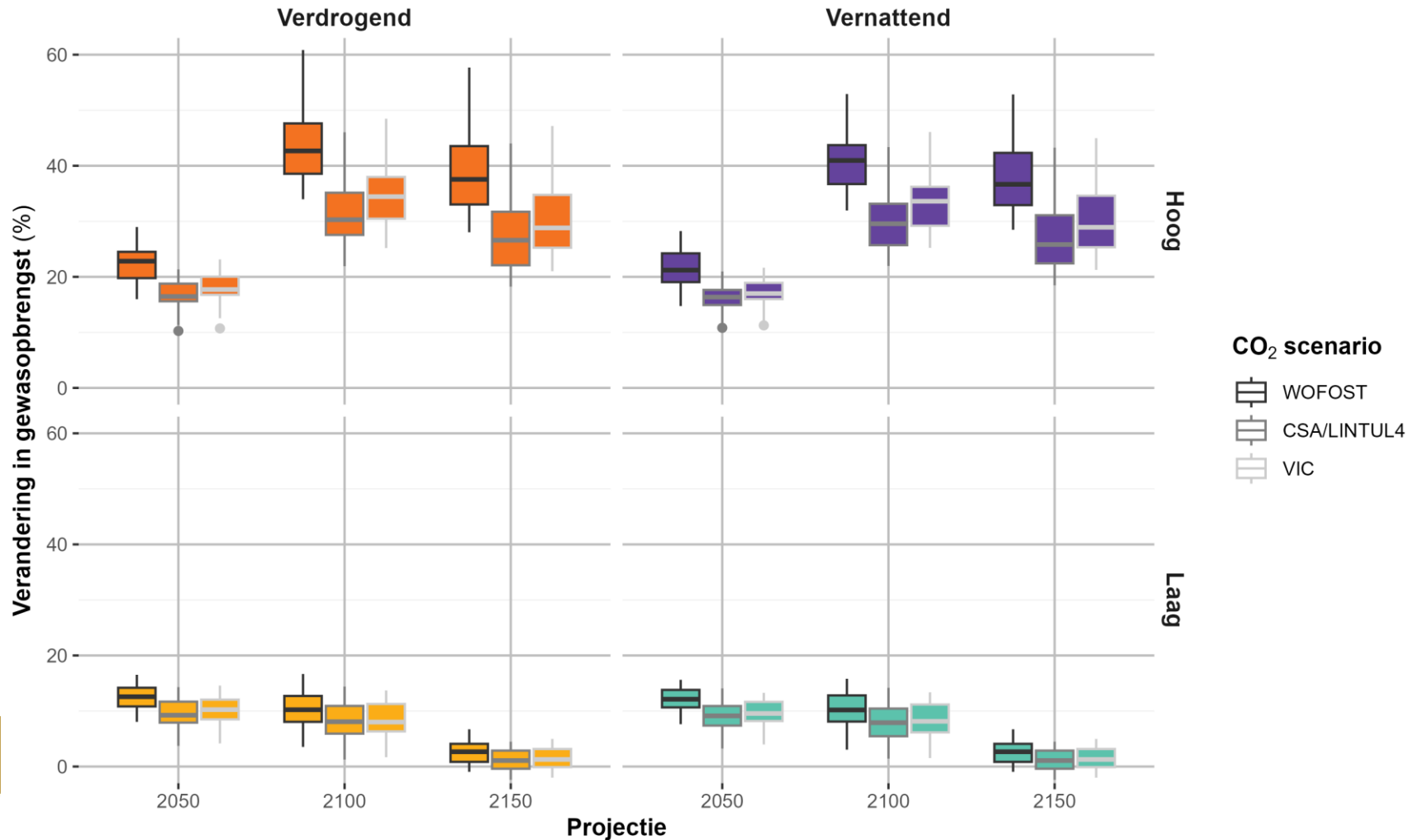
Effect CO₂ concentratie:

- Assimilatiesnelheid*
 - WOFOST
 - CSA
 - LINTUL4
 - VIC-WOFOST
- Efficiëntie lichtgebruik*

**Alleen voor C3-gewastypen*



Potentiële gewasopbrengst



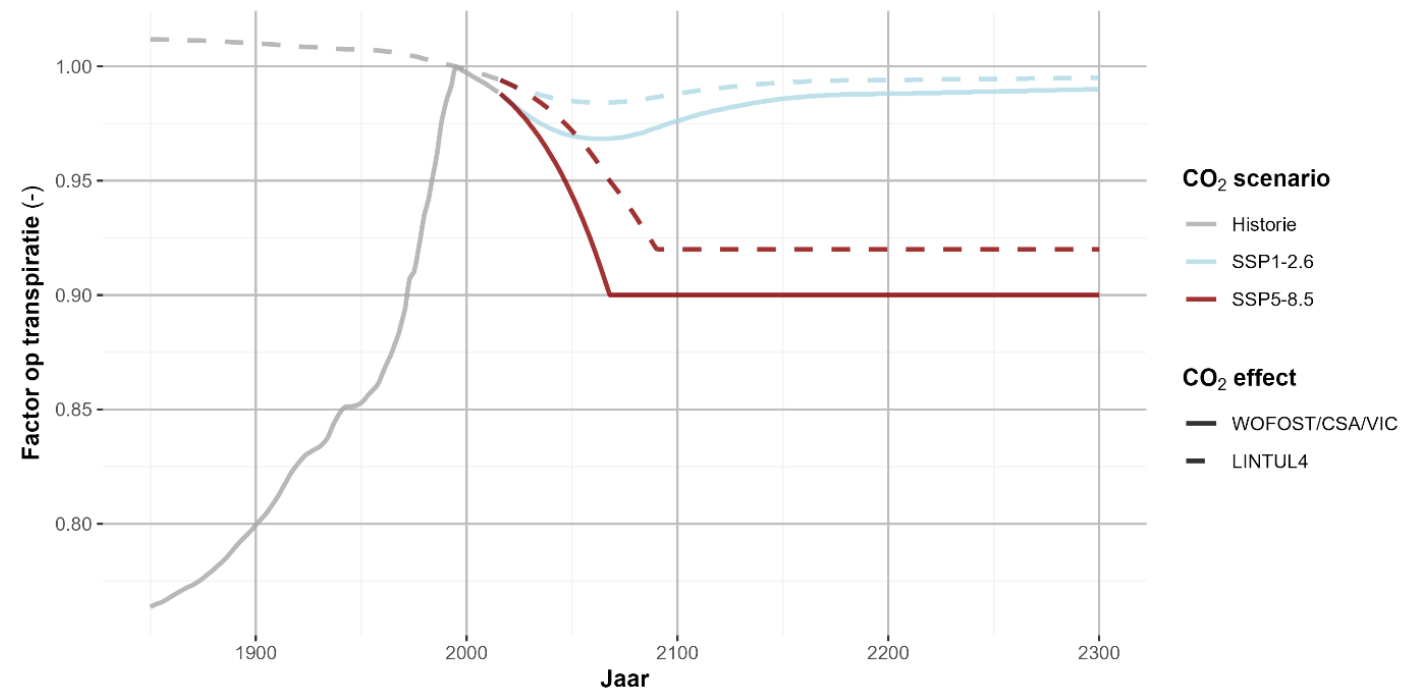
Toename in potentiële gewasopbrengst

Onzekerheid neemt toe bij hoge CO₂ concentraties

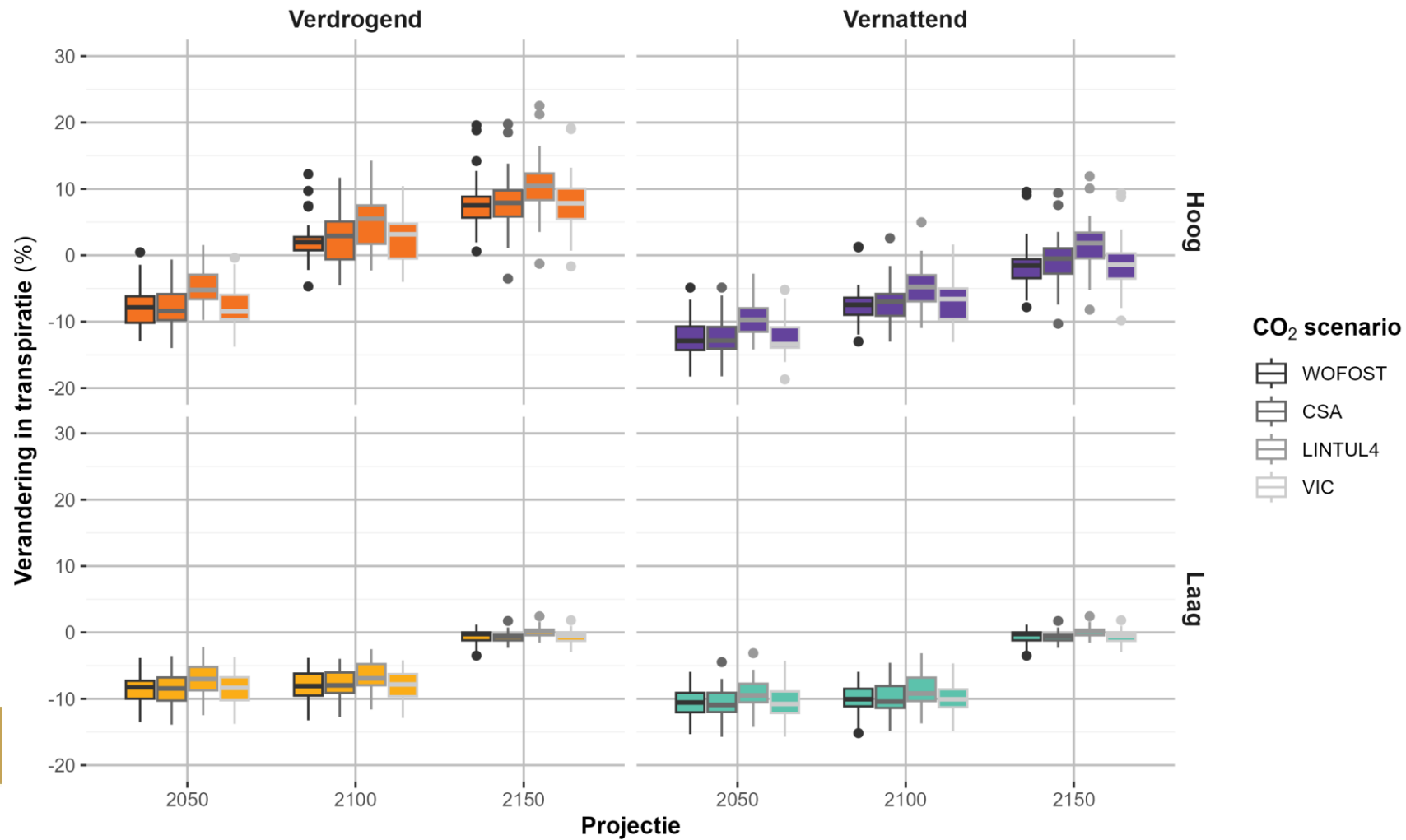
Waternvraag

Effect CO₂ concentratie:

- Potentiële transpiratie:
 - WOFOST
 - CSA
 - LINTUL4
 - VIC-WOFOST



Watervraag



Afname in watervraag?

Watervraag

Meteorologische condities

Historische periode:

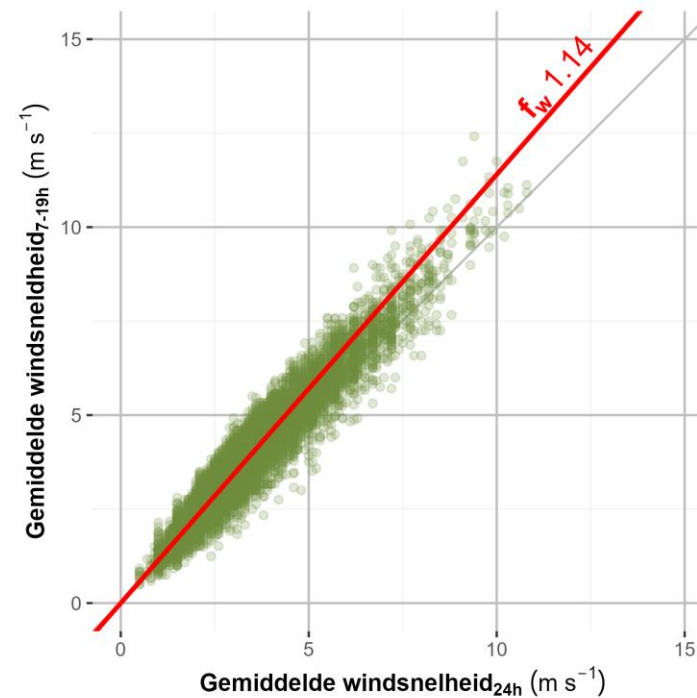
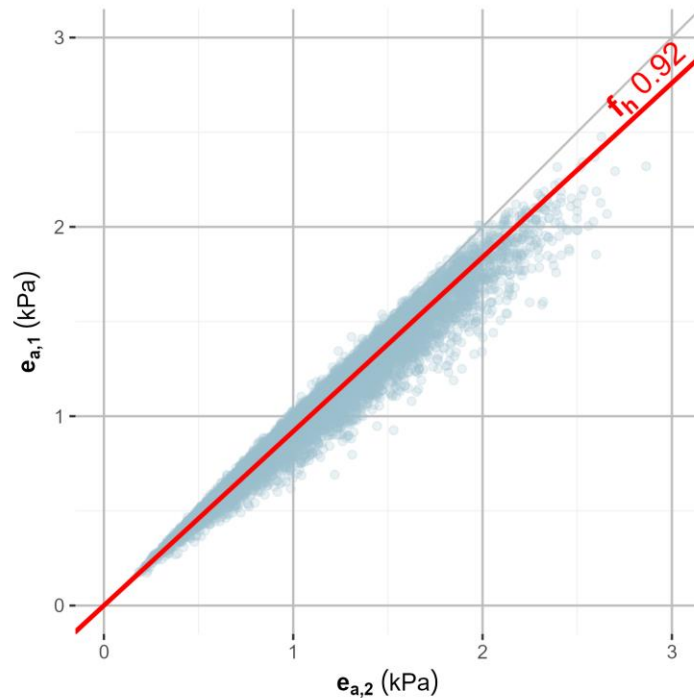
- Actuele vochtspanning:
 - Luchttemperatuur: $T_{\min}$ en $T_{\max}$
 - Relatieve vochtigheid: $H_{\min}$ en $H_{\max}$
- Windsnelheid
 - Daggemiddelde windsnelheid: w_{7-19u}

Toekomstscenario's:

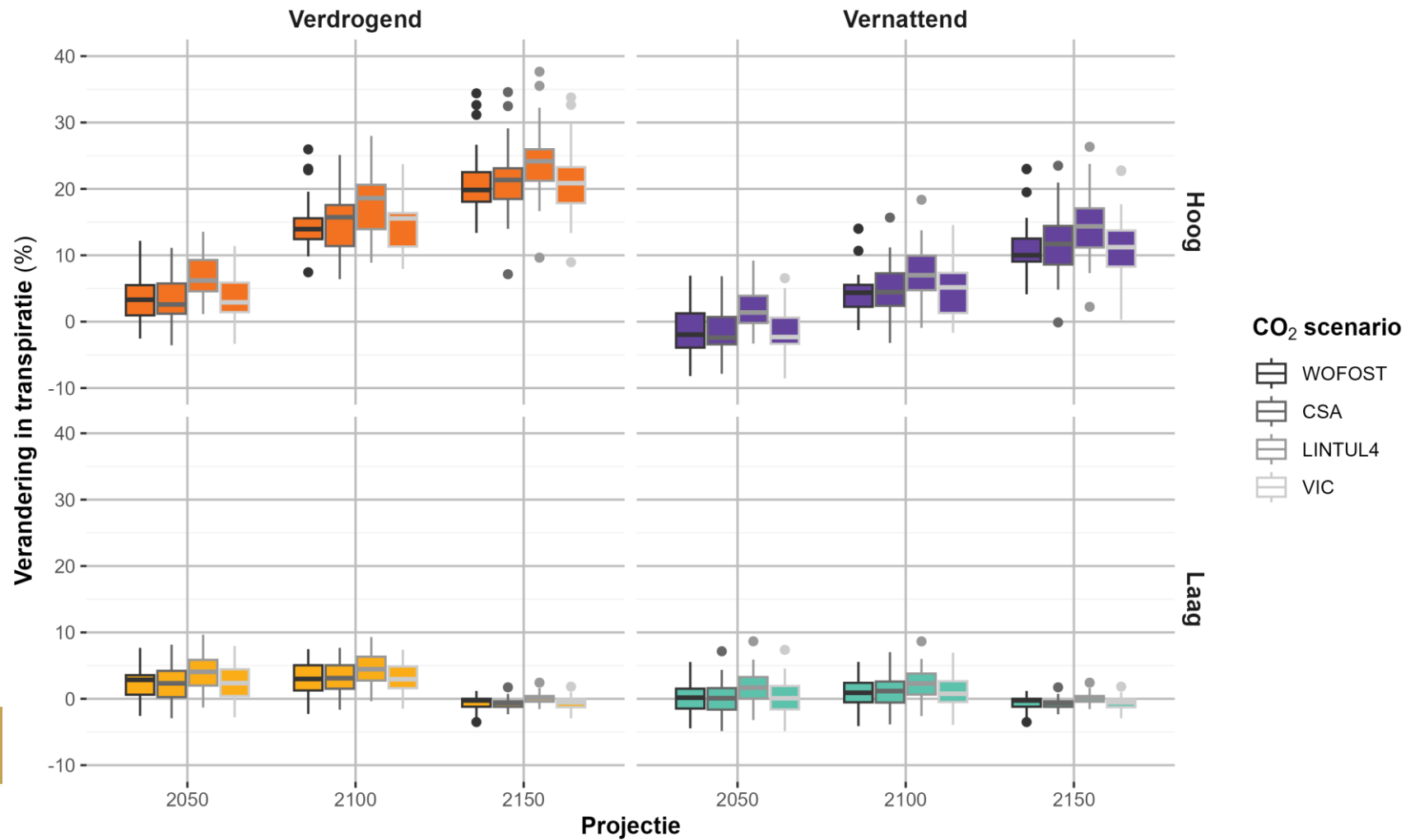
- Actuele vochtspanning:
 - Luchttemperatuur: $T_{\min}$ en $T_{\max}$
 - Relatieve vochtigheid: H_{gem}
- Windsnelheid
 - Gemiddelde windsnelheid: w_{24u}

Watervraag

Correcties op basis van historische periode

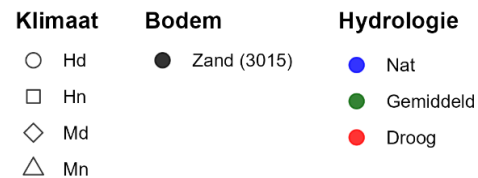
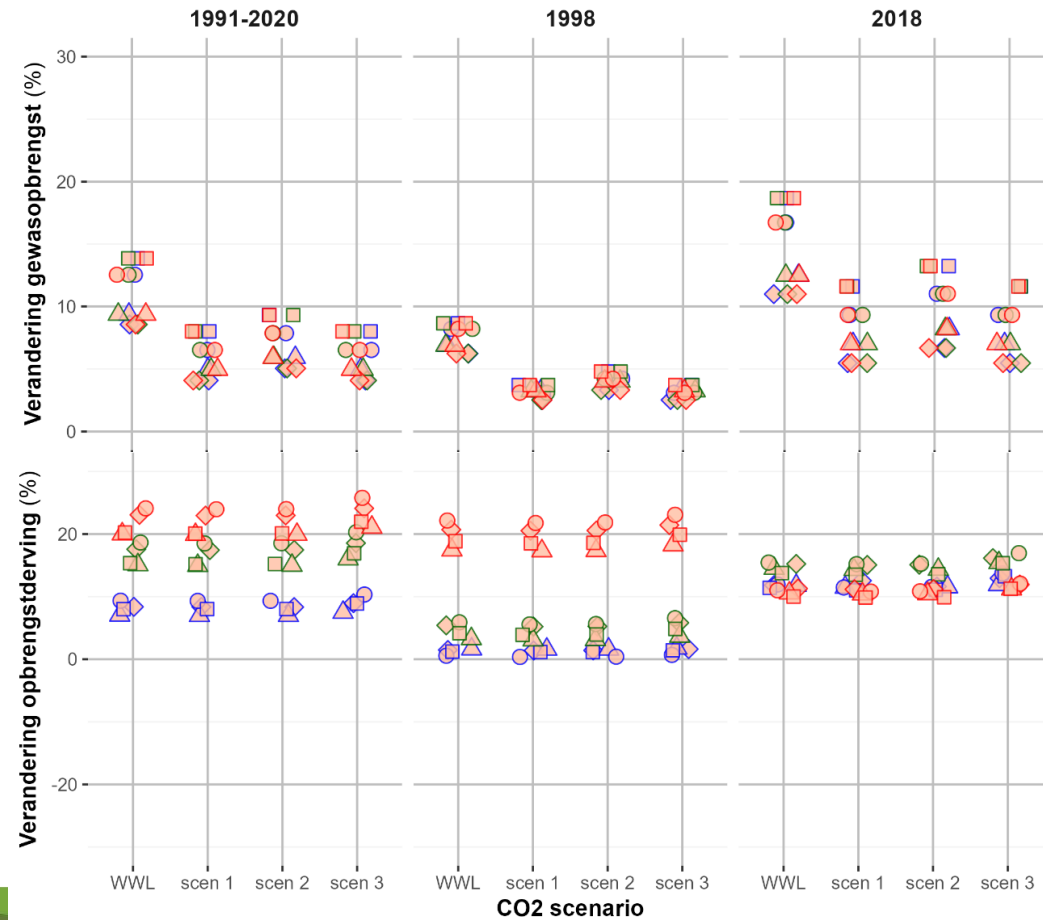


Waternvraag



Toename in waternvraag

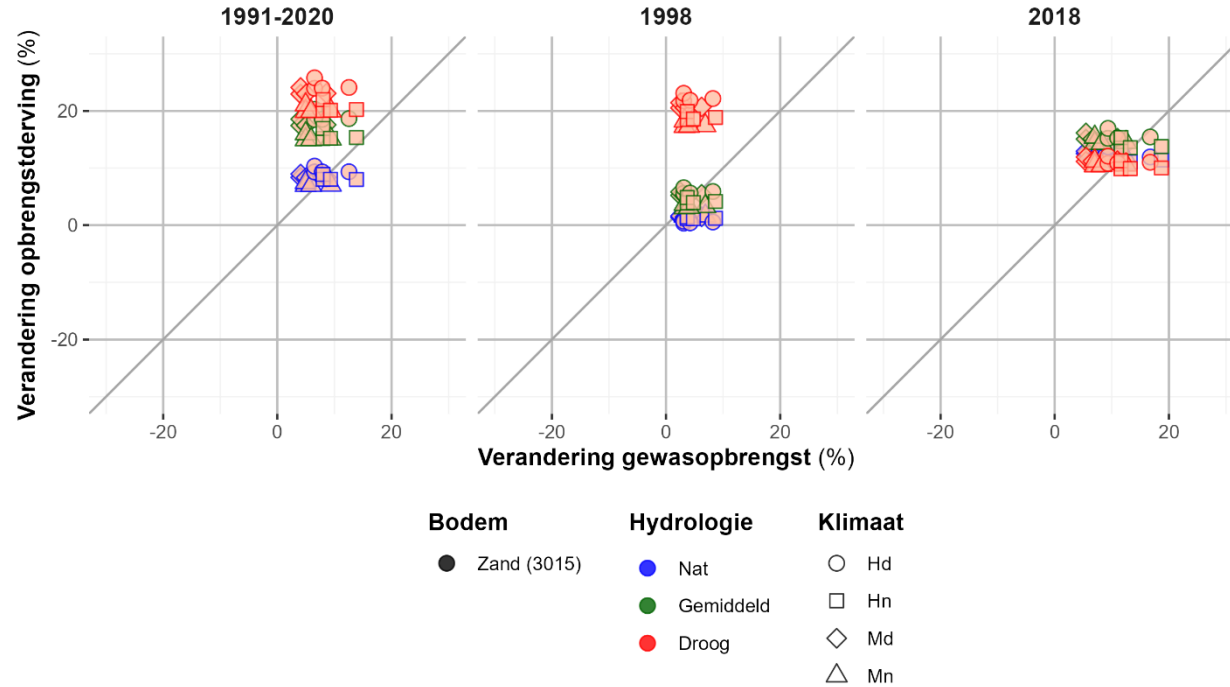
Gewasopbrengst en opbrengstderving



Toepassing:

- Klimaatscenario:
 - 2050Md/Mn en 2050Hd/Hn
- Bodem: zandgrond
- Gewas: aardappel

Gewasopbrengst en opbrengstderving



Toepassing:

- Klimaatscenario:
 - 2050Md/Mn en 2050Hd/Hn
- Bodem: zandgrond
- Gewas: aardappel

Conclusies

Maximale spreiding in verandering potentiële gewasopbrengst ten opzichte van de uitgangssituatie bij bestudeerde analyses.

Analyse	Gehele periode(1990-2020)	Extreme jaren (1998 en 2018)
Hydrologie		
Meteorologie	-15 tot +11 %	-24 tot +14 %
Klimaat	+4 tot +14 %	+3 tot +19 %
Gewaskalender ¹	-14 tot +1 %	-14 tot 1 %
Gewasvariëteiten	+14 tot +24 %	+12 tot +30 %
Dikte wortelzone		

¹ Indirecte effecten zijn niet meegenomen in de scenarioberekeningen

Conclusies

Maximale spreiding in verandering opbrengstderving ten opzichte van de uitgangssituatie bij bestudeerde analyses.

Analyse	Gehele periode(1990-2020)	Extreme jaren (1998 en 2018)
Hydrologie	-40 tot +59 %	-68 tot +58 %
Meteorologie	-4 tot +8 %	- 22 tot +29 %
Klimaat ²	+7 tot +26 %	0 tot +23 %
Gewaskalender ¹	-7 tot +1%	-15 tot +10 %
Gewasvariëteiten	-2 tot +5 %	-10 tot +20 %
Dikte wortelzone	-7 tot +13 %	-14 tot +17 %

¹ Indirecte effecten zijn niet meegenomen in de scenarioberekeningen.

² Zonder doorvoering van correcties op actuele vochtspanning en windsnelheid

Dank voor de aandacht

