



Planten als indicatoren voor pH en GVG II

Een vergelijking van het ITERATIO- en Wamelink-indicatorsysteem voor pH en GVG vanuit ecologisch perspectief

N.M. van Rooijen, S.M. Hennekens, M.E. Sanders, J. Holtland, G.W.W. Wamelink & W.A. Ozinga

| WOT-technical report 263



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Planten als indicatoren voor pH en GVG II

Dit WOT-technical report is gemaakt conform het Kwaliteitsmanagementsysteem (KMS) van de unit Wettelijke Onderzoekstaken (WOT) Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research.

WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) te ondersteunen. WOT Natuur & Milieu zorgt voor rapportages en data voor (inter)nationale verplichtingen op het gebied van agromilieu, biodiversiteit en bodeminformatie, en werkt mee aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving zoals de Balans van de Leefomgeving.

Disclaimer WOT-publicaties

De reeks 'WOT-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor WOT Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Het PBL is een inhoudelijk onafhankelijk onderzoeksinstituut op het gebied van milieu, natuur en ruimte, zoals gewaarborgd in de Aanwijzingen voor de Planbureaus, Staatscourant 3200, 21 februari 2012.

Dit onderzoeksrapport draagt bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals Natuurverkenning, Balans van de Leefomgeving en andere thematische verkenningen.

Het onderzoek is gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN).

Planten als indicatoren voor pH en GVG II

Een vergelijking van het ITERATIO- en Wamelink-indicatorsysteem voor pH en GVG vanuit ecologisch perspectief

Nils van Rooijen¹, Stephan Hennekens¹, Marlies Sanders¹, Jan Holtland², Wieger Wamelink¹ & Wim Ozinga¹

1 Wageningen Environmental Research

2 Holtland Eco Advies

BAPS-projectnummer WOT-04-010-033.20

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, september 2024

WOT-technical report 263

ISSN 2352-2739

DOI [10.18174/670299](https://doi.org/10.18174/670299)

Referaat

Rooijen, N.M. van, S.M. Hennekens, M.E. Sanders, J. Holtland, G.W.W. Wamelink & W.A. Ozinga (2024). *Planten als indicatoren pH en GVG II; Een vergelijking van het ITERATIO- en Wamelink-indicatorsysteem voor pH en GVG vanuit ecologisch perspectief*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-technical report 263.

PBL, WOT/WENR, CBS en provincies gebruiken indicatoren om milieuveranderingen te monitoren, zoals de zuurgraad (pH) en gemiddelde grondwaterstanden in het voorjaar (GVG). In 2022 voerde WENR een vergelijkende studie uit van indicatorsystemen, waarbij methodologische verschillen tussen de indicatorsystemen aan bod kwamen. Deze studie richt zich op ecologische interpretaties van verschillen en het terug traceren van de verschillen naar onderliggende gegevens. Cruciaal voor betrouwbaar gebruik van beide systemen is de kwaliteit van de vegetatiedata. Inconsistenties in LMF-datasets, waaronder locatievariatiën en verschillen in het opnemen van mossen en de wijze waarop tijdseries in de tijd worden geanalyseerd, hebben een grote invloed op de resulterende trends. Ongeveer de helft van de beschikbare PQ-reeksen is momenteel onbetrouwbaar voor beoogde analyses. Met strengere criteria voor de datakwaliteit kunnen betrouwbaardere en onderling beter overeenkomende trends worden berekend.

Trefwoorden: pH, zuurgraad, GVG, Ecologische indicatie systemen, Wamelink-indicaties, ITERATIO, Ellenberg, LMF

Abstract

Plants as indicators for pH and spring groundwater levels: A comparison between the ITERATIO and Wamelink indicator systems from an ecological perspective.

The Netherlands Environmental Assessment Agency, Wageningen Environmental Research (WENR)/Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment, Statistics Netherlands and the provinces use indicators to monitor environmental changes in pH and average spring groundwater levels (GVG). In 2022, WENR conducted a comparative study of indicator systems to assess the methodological disparities in the trends over time resulting from the data. The study focused on ecological interpretations of differences and tracing the irregularities back to the underlying data. Reliable use of both systems is critically dependent on high-quality vegetation data. Inconsistencies in National Flora Monitoring Network (LMF) datasets, including variations in locations and moss recording, even within time series, heavily impact trend analyses. Around half of the permanent quadrant series is presently unreliable for the intended analyses, emphasising the need for stringent data quality criteria to elucidate trends in the future.

Foto omslag: Jolanda van Silfhout-Eimers

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/670299> of op www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.

WOT Natuur & Milieu verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2024 **Wageningen Environmental Research**

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 0481 054; e-mail: niels.vanrooijen@wur.nl

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (unit binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research),

Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 54 71, info.wnm@wur.nl, www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.



Dit werk is gelicentieerd onder de Creative Commons CC-BY-NC licentie. Zie voor de licentievoorwaarden: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.nl>

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

WOT Natuur & Milieu aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Woord vooraf

Er wordt door PBL, WOT/WENR, CBS en provincies gebruikgemaakt van indicatoren om veranderingen in milieucondities te signaleren. Het gaat om de toestand en trend van milieucondities, zoals de zuurgraad (pH) en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG).

Verkennde analyses met gebruikmaking van de Wamelink-indicatiewaarden en de indicatiewaarden berekend met ITERATIO laten min of meer systematische verschillen zien tussen beide systemen, in het bijzonder pH-H₂O en de Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand. Beide systemen zijn de enige indicatorsystemen in Nederland waarbij gebruik wordt gemaakt van gemeten waarden gecombineerd met vegetatiegegevens.

Deze studie is een vervolg op een eerder uitgevoerde studie naar de methodologie van de twee ecologische indicatorsystemen voor het indiceren van de pH en GVG van de bodem (Hennekens et al., 2022, WOT technical report 140). Hierin werden de twee systemen op verschillende manieren met elkaar vergeleken om na te gaan waar deze verschillen op zijn gebaseerd. Echter rees tijdens het uitvoeren van het onderzoek de vraag of de geïndiceerde trends ook daadwerkelijk ecologisch te verklaren waren en/of dat de waargenomen effecten ook hun weerslag hadden in de samenstelling in de geanalyseerde opnamen.

In de voorliggende studie gaan we verder in op deze vraag en proberen we de achterliggende data ecologisch te duiden door in te zoomen op de individuele soortensamenstellingen en de ontwikkelingen per meetreeks. Daarbij brengen we de gevolgen voor de indicatie en het indicatorsysteem in kaart.

Op deze plaats willen de auteurs iedereen danken die een bijdrage heeft geleverd aan de levendige discussies met betrekking tot een toch wel lastig onderwerp. In het bijzonder Arjen van Hinsberg (PBL), Anne Schmidt (WENR), Arco van Strien (CBS) en Peter van der Molen (BIJ12). Arjen en Anne hebben bovendien in hun rol als extern respectievelijk intern contactpersoon een belangrijke bijdrage geleverd aan het Plan van Aanpak.

De auteurs

Inhoud

Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Belangrijkste conclusies voorgaand onderzoek	14
1.3 Doelstelling en onderzoeksvragen	15
1.4 Aanpak en leeswijzer	15
2 Expertbeoordeling afwijkende opnamereeksen	17
2.1 Evaluatie GVG	17
2.1.1 DR0846: vochtige heide op de hogere zandgronden	17
2.1.2 DR1086: vochtige heide op de hogere zandgronden	17
2.1.3 GL1431: vochtig loofbos in rivierengebied	18
2.1.4 OV4872: vochtig loofbos op de hogere zandgronden: Elzenbroek	18
2.1.5 Bevindingen GVG	18
2.2 Evaluatie pH	18
2.2.1 FL0037: Esdoornbos op kalkhoudende klei	18
2.2.2 GL1431: Populierenbos in de Betuwe	19
2.2.3 GL2760: vochtig grasland in de uiterwaarden	19
2.2.4 GL4003: droge heide	19
2.2.5 Bevindingen pH	19
3 Expertbeoordeling indicatiewaarden plantengemeenschappen	20
3.1 Inleiding	20
3.2 Zuurgraad	21
3.2.1 Klasse r05 - Potametea	21
3.2.2 Klasse r09 - Parvocaricetea	22
3.2.3 Klasse r10 - Scheuchzerietea	23
3.2.4 Klasse r11 - Oxycocco-Sphagnetea	24
3.2.5 Klasse r12 - Plantaginetea majoris	25
3.2.6 Klasse r14 - Koelerio-Corynephoretea	26
3.2.7 Klasse r15 - Festuco-Brometea	27
3.2.8 Klasse r16 - Molinio-Arrhenatheretea	28
3.2.9 Klasse r19 - Nardetea	29
3.2.10 Klasse r20 - Calluno-Ulicetea	30
3.2.11 Klasse r42 - Alnetea glutinosae	31
3.2.12 Klasse r43 - Vaccinio-Betuletea pubescentis	32
3.2.13 Klasse r44 - Vaccinio-Piceetea	33
3.2.14 Klasse r45 - Quercetea robori-petraeae	34
3.2.15 Klasse r46 - Querco-Fagetea	35
3.3 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand	36
3.3.1 Klasse r09 - Parvocaricetea	36
3.3.2 Klasse r10 - Scheuchzerietea	37
3.3.3 Klasse r11 - Oxycocco-Sphagnetea	38
3.3.4 Klasse r12 - Plantaginetea majoris	39
3.3.5 Klasse r14 - Koelerio-Corynephoretea	40
3.3.6 Klasse r15 - Festuco-Brometea	41

3.3.7	Klasse r16 - Molinio-Arrhenatheretea	42
3.3.8	Klasse r19 - Nardetea	43
3.3.9	Klasse r20 - Calluno-Ulicetea	44
3.3.10	Klasse r42 - Alnetea glutinosae	45
3.3.11	Klasse r43 - Vaccinio-Betuletea pubescentis	46
3.3.12	Klasse r44 - Vaccinio-Piceetea	47
3.3.13	Klasse r45 - Quercetea robori-petraeae	48
3.3.14	Klasse r46 - Querco-Fagetea	49
3.4	Conclusies	50
4	Selectie LMF-opnamen ten behoeve van trendanalyse sub-begroeiingstypen	51
4.1	Aanpak PQ-reeksen in de berekende milieucondities	51
4.2	Trendanalyses met LMF-selectie	52
5	Algemene bevindingen, discussiepunten en vragen	57
5.1	Discussie betrouwbaarheid data afkomstig uit LMF-tijdsreeksen	57
5.2	Trendberekeningen	59
5.3	Doorwerking verschillen berekeningen IT en WW in indicatie	60
6	Conclusies en aanbevelingen	63
	Literatuur	65
	Verantwoording	66
	Bijlage 1 Invloed van soortenrijkdom en regio's op de pH-indicatie	67

Samenvatting

Er wordt door PBL, WOT/WENR, CBS en provincies gebruikgemaakt van indicatoren om veranderingen in milieucondities te signaleren. Het gaat om de toestand en trend van milieucondities, zoals de zuurgraad (pH) en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG).

In 2022 is door WENR, in samenwerking met Jan Holtland (Holtland Advies), een vergelijkende studie van indicatorsystemen uitgevoerd, waarbij de aandacht naar methodologische verschillen ging. Aanleiding was de bevinding van Arco van Strien van het CBS, die bij de analyse van de data van het Landelijke Meetnet Flora (LMF) verschillen constateerde tussen pH-indicatiewaarden die uitgerekend zijn met ITERATIO en door WENR-onderzoeker Wieger Wamelink opgestelde indicaties, het zogenaamde WW-indicatiesysteem.

In de huidige studie hebben we ons gericht op de ecologische duiding van de verschillen en hoe afwijkende waarden zijn terug te leiden tot de achterliggende data. Hiervoor hebben we speciaal geselecteerde PQ-reeksen bekeken waarvoor de trend tussen ITERATIO en WW tegengesteld was. Daarnaast hebben de vegetatiekundigen Joop Schaminée en Eddy Weeda de ecologische diagrammen van een aantal plantengemeenschappen (op associatieniveau) onafhankelijk van elkaar beoordeeld en is bepaald welke van de twee indicatorsystemen, ITERATIO en het WW-indicatiesysteem, de GVG en pH het plausibelst weergeeft.

Over het algemeen lijkt ITERATIO voor de doeleinden zoals ze binnen deze rapportage zijn beschouwd een fractie beter te presteren in vergelijking met WW-indicaties. Vanuit twee verschillende experts gezien wordt in de meerderheid van de bekeken plantengemeenschappen een voorkeur voor ITERATIO uitgesproken, omdat hier de indicaties beter overeenkomen met hun kennis van het voorkomen van de typen bij hun karakteristieke milieucondities. Dit geldt met name voor de pH-indicatie. Hier draagt regionalisatie bij aan die nauwkeurigheid. Voor GVG is dit in ITERATIO niet geïmplementeerd.

Als het echter gaat om de trendanalyses van de LMF-data, dan zijn meetruis, clustering en onregelmatigheden in de beschikbare data een groter punt van aandacht, omdat dit de ecologische interpretatie van trendveranderingen sterk beïnvloedt. Cruciaal voor een betrouwbare inzet van de twee indicatiesystemen is een goede kwaliteit van de vegetatiedata. Hoewel de vegetatieopnamen van het LMF doorgaans zorgvuldig worden uitgevoerd, zijn er toch veel inconsistenties binnen de tijdsreeksen van een opname, zoals locatieveranderingen, variatie in opname van mossen, beïnvloeding door beheermaatregelen en afwijkende opnametijden. Onnauwkeurigheden binnen deze data hebben aanzienlijke invloed op trendanalyses en de bron van de afwijkingen is moeilijk te achterhalen, nadat de analyses zijn uitgevoerd. Ongeveer de helft van de PQ-reeksen in de LMF-dataset zal kritisch moeten worden benaderd, en is op dit moment onbetrouwbaar voor trendanalyses voor het doel waarvoor ze nu worden uitgevoerd. Ook draagt de methode van het clusteren van opnamen in opnameronden of perioden van een aantal jaar bij aan verschillen in trendrichting. Als naast een goede selectie van correcte PQ-reeksen ook de daadwerkelijke datum van de opname wordt meegenomen, verdwijnen de verschillen tussen IT en WW grotendeels in berekende trends voor pH en grotendeels voor GVG.

Het tonen van onzekerheden in trendberekeningen is essentieel. Momenteel zijn de meeste berekende trends dusdanig klein dat ze vaak kleiner zijn dan de indicatiezekerheid. Voor het tonen van de trend en de vergelijking van trends tussen indicatiesystemen zou die onzekerheid inzichtelijk gemaakt dienen te worden. De onzekerheden worden enigszins verkleind door specifieke begroeiingen op een gedetailleerd niveau samen te voegen, waarbij echter een clustering op associatieniveau en zelfs verbonds niveau (hoge nauwkeurigheid) maar op een beperkt deel van de dataset mogelijk is.

Het is niet mogelijk om één indicatiesysteem boven het andere te verkiezen voor trendberekeningen, omdat de keuze sterk afhankelijk is van de achterliggende datakwaliteit. Ecologische trends worden sterk beïnvloed door toevalligheden in individuele reeksen waar problemen in optreden. Een opgeschoonde dataset zou meer helderheid verschaffen, maar dit vereist duidelijke voorwaarden voor datakwaliteit.

Summary

The Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), Wageningen Environmental Research (WENR)/Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT), Statistics Netherlands and the provinces use indicators to detect changes in environmental conditions, focusing on the state and trend of environmental conditions such as pH and the average spring groundwater level (GVG).

In 2022, WENR and Jan Holtland of Holtland Advies conducted a comparative study of indicator systems, focusing on methodological differences. The study was in response to discrepancies in pH indicator values derived from ITERATIO and 'WW' indicators developed by WENR researcher Wieger Wamelink which Arco van Strien of Statistics Netherlands had noticed while analysing data from the National Flora Monitoring Network (LMF).

The present study focuses on ecological interpretation of these differences and tracing deviating values back to the underlying data. A critical factor for reliable use of the two indicator systems is the quality of vegetation data. Despite the generally precise collection of vegetation data in the LMF, many time series display inconsistencies, such as location disparities, variations in the recording of mosses, influences of management interventions and deviations in recording times.

Inaccuracies in these data significantly impact trend analyses. Pinpointing the sources of deviations post-analysis is challenging. Roughly half of the permanent quadrant (PQ) series in the LMF dataset require critical assessment and are presently unreliable for the intended trend analyses. Additionally, the clustering of recordings in survey rounds or periods of several years contributes to differences in trend directions.

When a careful selection of correct PQ series is made and the actual recording dates are taken into account, the discrepancies between IT and WW largely disappear in calculated trends for pH and GVG. ITERATIO appears to outperform WW, particularly for pH indications, and benefits from regionalisation, but lacks this advantage for GVG. Displaying uncertainties in trend calculations is crucial. Currently, most calculated trends are so small that they often lie within the indication certainty range. When communicating trends, it is advisable to make this uncertainty transparent. Merging specific vegetations at a detailed level reduces uncertainties to some extent, but clustering at the association and even alliance levels (higher accuracy) is only feasible for a limited part of the dataset.

Choosing one indicator system over another for trend calculations is currently not possible because such a choice relies heavily on the quality of the underlying data. Ecological trends are still heavily influenced by anomalies in individual series where problems arise. A refined dataset would offer more clarity, but this necessitates clear criteria for data quality.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Kennis over de relatie tussen milieucondities en het voorkomen van plantensoorten speelt een essentiële rol in de biodiversiteitsindicatoren en -modellen van het PBL, die worden toegepast op nationaal en provinciaal schaalniveau. Deze kennis wordt gebruikt in de rekenmodellen waarmee de effecten op de biodiversiteit worden doorgerekend van nog te nemen beleidsmaatregelen (bijv. Model for Nature Policy MNP (Van Hinsberg et al., 2023) en QuickScan intensivering natuurbeleid 2020-2030 (Van Hinsberg et al., 2020)). Ook wordt deze kennis gebruikt in indicatoren ten behoeve van beleidsevaluaties zoals de Lerende Evaluatie Natuurpact (PBL & WUR, 2017, 2020 en 2023), Balans van de Leefomgeving (PBL, 2023). PBL, WOT/WENR, CBS en provincies leiden veranderingen in milieucondities af uit veranderingen in vegetatie. Het gaat daarbij om trendindicatoren voor bodem-pH en grondwaterstand zoals gepubliceerd op het Compendium voor de leefomgeving (CLO-indicator 1593 en 1594; CBS et al 2020a en 2020b). Dezelfde informatie wordt ook ruimtelijk vertaald naar kaarten van milieudrukfactoren in natuurgebieden om inzicht te geven in de omvang van knelpunten in verzuring, vermistering en verdroging (areaal). Deze indicatoren zijn ontwikkeld, omdat voldoende directe abiotische metingen ontbreken en maar zeer beperkt beschikbaar zijn.

Plantensoorten als indicatie voor milieucondities

Omdat elke plantensoort vaak maar in een specifieke range aan milieuomstandigheden kan voorkomen, zegt de aanwezigheid van een plantensoort op een plek iets over de aldaar heersende milieucondities. Zo kan vegetatiemonitoring (met veel gegevens beschikbaar) de meting aan milieucondities (met beperkt gegevens beschikbaar) deels vervangen. De indicatoren voor de trend in milieucondities worden daarom afgeleid uit verandering van indicatiewaarden van planten voor de zuurgraad van de bodem (bodem-pH) en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG).

Er zijn afgelopen jaren verschillende indicatiesystemen ontwikkeld voor het geven van een indicatiewaarde voor milieucondities op basis van het voorkomen van een plantensoort. In de huidige berekening van nationale en provinciale indicatoren gebruiken PBL en WOT een ander indicatiesysteem (WW-getallen; Wamelink et al., 2005) dan de provincies in gebiedsstudies (ITERATIO; Holtland et al., 2010). Verkennende analyses suggereren dat beide indicatiesystemen niet altijd eenzelfde boodschap afgeven over omvang en richting van veranderingen van milieucondities. De belangrijkste verschillen tussen beide indicatiesystemen staan in tabel 1.1. Voor meer achtergrondinformatie over deze indicatiesystemen zie ook Hennekes et al. (2020 en 2022).

Tabel 1.1 Overzicht van de belangrijkste verschillen tussen ITERATIO en WW op basis van de basisparameters en variatie in uitkomsten.

	ITERATIO	WW
pH-indicatoren	Regionale lijsten	Landelijke lijst
GVG-indicatoren	Landelijke lijst	Landelijke lijst
Soorten met een vaste waarde	15%	100%
Weging soorten	0.33 – 3	1 - 9
Berekening indicaties opname	altijd in samenhang met een referentietabel	berekening per opname
Bomen en struiken met een vaste waarde	15%	100%
Variatie pH-waarden	3.8 - 8.5	2.8 - 8.6
Variatie GVG-waarden	-90 - 100 cm onder maaiveld	-42 - 116 cm onder maaiveld

Beide indicatiesystemen (ITERATIO en WW) zijn erg verschillend, niet alleen wat betreft de indicatiegetallen zelf en de totstandkoming van deze getallen, maar vooral ook de manier waarop ermee gerekend wordt. Bij ITERATIO heeft slechts zo'n 10 tot 20% van de soorten een vaste waarde, terwijl bij WW alle soorten een vaste waarde hebben. Verder is laagste pH-waarde voor een soort bij ITERATIO 3.8, terwijl dat bij WW 3.0 is. Dit verschil in laagste pH-indicatie kan bijvoorbeeld een van de verklaringen zijn voor het systematische onderscheid tussen de twee indicatiesystemen zoals CBS dat aantrof bij trendberekeningen. Daarnaast hanteren de twee systemen verschillende indicatiewaarden op soortniveau. Deze indicatieverschillen treden met name op aan de extremen van de milieugradiënten, maar ook de levensvorm van de soort doet er toe. Bomen en struiken lijken daarin het afwijkendst te zijn tussen de twee systemen; hierbij indiceren bomen en struiken binnen WW een aanmerkelijk lagere pH en een hogere GVG (droger) dan ITERATIO. Het wel of niet meenemen van bomen en struiken binnen het WW-systeem kan een relatief groot effect hebben op de indicatie. Bij ITERATIO gaan bomen en struiken per definitie mee met de ondergroei, dus is het effect nihil indien ze geen weegwaarde meekrijgen (Hennekens et al., 2022).

De conclusies over de mate van verdroging, verzuring en vermesting lijkt afhankelijk van de keuze voor de toepassing van een indicatiesysteem (ITERATIO versus WW-getallen). De uitkomsten kunnen consequenties hebben voor uitspraken over trends in milieucondities en de mate waarin beleidsdoelen bereikt worden. Daarom is het belangrijk om inzicht te krijgen in welke verschillen er zijn in de analyseresultaten, door welke stappen in het berekeningsproces deze veroorzaakt worden en in hoeverre dit leidt tot verschillende trends in milieucondities en hoe deze verschillen ecologisch te duiden zijn. In 2021-2022 is een eerste onderzoek gedaan naar de verschillen tussen ITERATIO en de WW-getallen (Hennekes et al., 2022). De belangrijkste conclusies daaruit staan in paragraaf 1.2. In de voorgaande studie is vooral gekeken naar verschillen in de methode waarop de indicatiewaarden worden bepaald. In deze studie is aanvullend daarop getracht de berekende trends ook ecologisch te duiden. Welke veranderingen verwachten we bij verzuring of bij verdroging van bepaalde natuurypten en in hoeverre brengen de indicatiewaarden van de tijdsreeksen deze veranderingen op een realistische manier in beeld?

1.2 Belangrijkste conclusies voorgaand onderzoek

In 2020 en 2021 zijn er verschillende verkenningen uitgevoerd waarbij met name is gekeken naar de rekenmethodes achter ITERATIO en de WW-getallen (Hennekes et al., 2020; 2022). Hieruit bleek dat ITERATIO over het algemeen een hogere correlatie had met pH-referentiemetingen dan WW, hoewel WW in het zure bereik juist iets beter presteerde. Echter de verschillen zijn klein en met name statistisch van aard en moeilijk ecologisch te duiden wanneer er naar de achterliggende data (soortensamenstellingen) wordt gekeken. De belangrijkste conclusies uit Hennekes et al. (2022):

- Ten aanzien van pH zijn er systematische verschillen tussen ITERATIO, WW en gemeten waarden die niet door één factor kunnen worden verklaard. Echter de verschillen variëren in uiteenlopende milieus.
- Over het hele spectrum lijkt ITERATIO de nauwkeurigste indicatie te geven op basis van expert judgement.
- De verschillen tussen WW-pH en ITERATIO-pH zijn groter in de extremen van de milieugradiënt.
- WW lijkt in de zuurdere milieus beter te indiceren, maar dit komt mogelijk (deels) doordat de gebruikte dataset met metingen niet onafhankelijk is. Er is geen onafhankelijke validatieset beschikbaar.
- Mogelijk hebben andere (te indiceren) milieufactoren dan pH hier een meer doorslaggevende rol en zorgt dit voor een minder nauwkeurige pH-indicatie.
- Op basis van de vergelijking met Ellenberg-vocht lijkt ITERATIO voor GVG een betere indicator te zijn dan WW, met name aan de uiteinden van de gradiënt.
- Soortenarme vegetatieopnamen verdienen extra aandacht, omdat ze in theorie minder nauwkeurig de milieucondities indiceren dan soortenrijke opnamen (dit geldt met name voor opnamen waarin maar weinig soorten met een vaste waarde voorkomen).
- Bomen en struiken hebben een groter effect op de indicatiewaarden bij WW dan bij ITERATIO. Bomen en struiken niet meenemen bij de berekening van indicatiewaarden van opnamen zorgt voor een iets afnemende nauwkeurigheid van ITERATIO en juist tot een verbetering van WW. Binnen WW hebben – in tegenstelling tot ITERATIO – alle bomen en struiken een indicatiewaarde, terwijl de indicatieve kracht van bomen voor de toplaag van bodem beperkt is.

- Regionalisatie – de afkadering van de dataset binnen een bepaalde regio, bijvoorbeeld een fysisch-geografische regio, zorgt voor een grotere nauwkeurigheid, mits de regio's wat betreft de condities zo homogeen mogelijk zijn (bijv. niet veel zure locaties in een kalkrijke regio).
- Significante trends in de tijdsreeksen van het LMF zijn over het algemeen erg zwak en vallen mogelijk binnen de meetfout. De verschillen zijn daardoor moeilijk ecologisch te duiden.
- Er zijn meer onafhankelijke referentiedata met systematisch gemeten milieucondities nodig voor validatie.

De resultaten van deze studie leidden niet direct tot een advies over welk indicatiesysteem het best functioneert. Elk systeem heeft voor- en nadelen in het gebruik en deze verhouden zich verschillend met betrekking tot verschillende begroeiingstypen en milieucondities. Hoe dit effect heeft op de uitkomsten van de grootschalige analyses van bijvoorbeeld het LMF (De Knecht et al., 2003) en de ecologische duiding daarvan, dient verder onderzocht te worden.

1.3 Doelstelling en onderzoeksvragen

Deze studie heeft als doel te komen tot een beter begrip hoe verschillen in uitkomsten tussen WW-getallen en ITERATIO doorwerken in de indicatoren en de consequenties voor de conclusies die daaruit worden getrokken.

In de verkenning van 2023 ligt de nadruk op een ecologische interpretatie van de verschillen in trends in pH en GVG tussen beide rekenmethodes. Inzicht in de factoren die bijdragen aan verschillen tussen beide methoden kan bijdragen aan een betere interpretatie van resultaten en een afweging voor het gebruik van ITERATIO en/of WW mogelijk maken. Hierbij wordt tevens gekeken naar de zeggingskracht van de achterliggende data (vegetatieopnamen van het Landelijk Meetnet Flora (LMF) en van De Vegetatie van Nederland (DVN) en of deze afdoende is om tot relevante conclusies te komen betreffende het gebruik van ITERATIO dan wel WW. Er wordt onder andere gekeken naar veranderingen die volgens ecologische experts verwacht mogen worden en gekeken naar welke soorten achter de afwijking zitten op plotniveau.

Hierbij worden de volgende vragen gesteld:

- Welke factoren bepalen mogelijk de verschillen in een selectie van LMF-trends die afwijkend zijn tussen ITERATIO en WW voor pH en GVG op plot- en soortniveau? Denk daarbij aan de indicatiewaarden van soorten, bedekkingen, wegingen of veranderingen in soortensamenstelling binnen de tijdsreeks. Hoe zijn deze verschillen ecologisch te duiden?
- Hoe zijn de verschillen tussen de trends in pH en GVG ecologisch te duiden? Welke consequenties heeft een keuze voor een of beide systemen op de indicatoren van het compendium?
- Is de huidige wijze van clustering op begroeiingstype afdoende om tot ecologisch relevante conclusies te komen?

1.4 Aanpak en leeswijzer

In de volgende hoofdstukken worden de resultaten van de verschillende onderdelen beschreven.

Hoofdstuk 2 Expertbeoordeling afwijkende opnamereeksen

In dit hoofdstuk bespreken we de veranderingen in Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en pH van een selectie van LMF-opname-reeksen (PQ-reeksen), waarvan Arco van Strien van het CBS heeft geconstateerd dat de trend significant verschilt tussen de WW-getallen en ITERATIO. We hebben de reeksen bekeken en besproken in het projectteam waarbij experts van beide indicatiesystemen aanwezig waren om een verklaring voor dit verschil te vinden.

Dit hoofdstuk onderzoekt variaties in Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en pH van LMF-opnamereeksen waar een significant verschil in de trends geconstateerd is. Elke PQ-reeks is geanalyseerd op mogelijk verklarende factoren, zoals veranderingen in soortensamenstellingen en de ecologische interpretatie daarvan, bedekkingen, weegwaarden en indicatiewaarden, evenals mogelijke methodologische kwesties in LMF-data die verschillen verklaren en – indien aanwezig – trends minder betrouwbaar maken.

Hoofdstuk 3 Expertbeoordeling indicatiewaarden plantengemeenschappen

Door de vegetatie-experts Joop Schaminée en Eddy Weeda zijn de ecologische diagrammen van een aantal plantengemeenschappen (associaties) onafhankelijk van elkaar beoordeeld en is bepaald welke van twee indicatorsystemen, ITERATIO (verder aangeduid als IT) of Wieger Wamelink (verder aangeduid als WW), de GVG en pH het plausibelst weergeven.

Hoofdstuk 4 Nieuwe selectie LMF-opnamen

Van alle door het CBS beschikbaar gestelde opnamen (62.044) zijn opnieuw de pH en GVG berekend met behulp van de WW-getallen en ITERATIO op basis van aangescherpte kwaliteitscriteria. Hiermee zijn trends berekend en vergeleken.

Hoofdstuk 5 Algemene bevindingen en discussiepunten

In dit hoofdstuk worden enkele bevindingen die zijn gedaan tijdens de ecologische duiding van berekende trends benoemd en bediscussieerd.

Hoofdstuk 6 Conclusies en aanbevelingen

Hier worden de algemene conclusies en aanbevelingen beschreven.

2 Expertbeoordeling afwijkende opnamereeksen

In dit hoofdstuk bespreken we de veranderingen in Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en pH van een selectie van LMF-opname-reeksen (PQ-reeksen) waarvan Arco van Strien van het CBS heeft geconstateerd dat de trend significant verschilt tussen de WW-getallen en ITERATIO. Het projectteam waarbij experts van zowel het ITERATIO als het Wamelink-indicatiesysteem aanwezig waren, heeft de reeksen bekeken en besproken om een verklaring voor dit verschil te vinden. Tijdens de sessies zijn de opnamen van de geselecteerde LMF PQ's afzonderlijk bekeken. De trends en de soortensamenstellingen, de bedekkingen, de weegwaarden en indicatiewaarden van soorten zijn allemaal afzonderlijk beoordeeld door het projectteam. Door in te zoomen op individuele PQ's met opvallende verschillen in trendrichting tussen IT en WW is het beter mogelijk om te duiden met welke factoren deze verschillen kunnen samenhangen, bijvoorbeeld een toe- of afname van specifieke soorten met afwijkingen in indicatiewaarde (IT versus WW) of methodische zaken ten aanzien van de LMF-data, waardoor trends minder betrouwbaar zijn.

Geselecteerde LMF-PQ's:

GVG	pH
DR0846	FL0037
DR1086	GL2760
GL1431	GL1431
OV4872	GL4003

De uitkomsten van de sessies staan hieronder beschreven. Bij de werksessies waren aanwezig: Stephan Hennekens, Wiegier Wamelink, Jan Holtland, Marlies Sanders, Wim Ozinga en Nils van Rooijen. Van ieder PQ is een vegetatietabel gemaakt, waaraan toegevoegd de ecologische indicatiewaarden van de soorten en de gemiddelde indicaties per opname. De tabellen zijn als bijlagen [hier](#) binnen te halen.

2.1 Evaluatie GVG

2.1.1 DR0846: vochtige heide op de hogere zandgronden

Ecologisch gezien lijkt er nauwelijks iets veranderd tussen de opnamen van de PQ-reeks. Volgens WW is er geen verandering in GVG, volgens IT 20 cm verdroging vanwege verandering in het voorkomen van één soort (*Deschampsia flexuosa* met een bedekking van 2%).

Bevinding: Opnamen met vier à vijf soorten bevatten te weinig soorten voor een goede indicatiebepaling. De aan- of afwezigheid van één soort kan al een behoorlijk verschil in GVG-indicatie geven.

2.1.2 DR1086: vochtige heide op de hogere zandgronden

- *Erica* gedomineerde vegetatie verandert in een *Calluna* gedomineerde vegetatie. Er lijkt sprake van een lichte verdroging.
- Volgens WW (zonder bedekking) treedt er geen verdroging op, IT en WW met bedekking indiceren beide lichte verdroging. GVG volgens IT is 20-30 cm dieper dan WW.
- *Calluna* heeft bij WW een GVG-indicatie van 37, bij IT is dat 75, maar met een laag gewicht. Dat verschil in indicatiewaarde is erg groot. *Calluna* kan zowel in stuifzand als in hoogveen voorkomen. Op de zandgronden staan echter nauwelijks peilbuizen omdat het grondwater te diep zit.

Bevinding: In dit geval, met een vrij klein aantal soorten, is het belangrijk bedekking mee te nemen in de berekening van de WW-indicatie om de grote verschillen in indicatiewaarden te dempen. Bovendien is de context waarin een indicatieve soort zoals *Calluna vulgaris*, die in een breed spectrum van landschappen voorkomt, in deze opname belangrijk.

2.1.3 GL1431: vochtig loofbos in rivierengebied

- Hoge bedekking populier en brandnetel.
- Het laatste jaar voornamelijk nog maar enkele maar grassen – is het populierenbos mogelijk gekapt?
- Grote verschillen in GVG-indicatie: IT ca. 30 cm en WW ca. 85 cm. De trend van IT en WW is ongeveer gelijk, behalve het laatste jaar (grote verandering?).

Bevinding: Populierenbossen op klei kunnen zeer nat zijn, maar ook droger. Ecologisch is op grond van de soortensamenstelling niet een bepaalde GVG te verwachten. Klei heeft bovendien een capillaire werking (nalevering vocht), waardoor de GVG-indicatie hier minder relevant is.

2.1.4 OV4872: vochtig loofbos op de hogere zandgronden: Elzenbroek

- Een enkel jaar met een lage bedekking van *Callitriche* soorten (4%) heeft een zeer groot effect op de IT-indicatiewaarde door een zware weegwaarde van 300.
- Veel nul-waarden in WW – de vraag is hier of de indicatiewaarden correct zijn.

Bevinding: Elzenbroekbossen zijn zeer heterogeen wat betreft milieuomstandigheden. Er zijn grote hoogteverschillen in de vegetatie, met daarbij grote verschillen in de GVG. Een GVG-indicatie zegt dus weinig over de abiotische conditie. Een klein plasje *Callitriche* soorten kan van grote invloed zijn op de GVG-indicatiewaarde van de reeks, waarbij niet de hele opname 10 cm onder water heeft gestaan.

2.1.5 Bevindingen GVG

Met vrijwel alle bekeken tijdsreeksen is iets aan de hand en worden daarom gediskwalificeerd als geschikte reeksen voor de trendberekening. Verschuivingen in soortensamenstelling zijn soms zo abrupt dat de tijdsreeks als ongeschikt wordt beoordeeld. Verklaringen daarvoor kunnen zijn:

- De opname is niet precies op dezelfde plek genomen.
- Herstelmaatregelen zoals plagen of kap van bomen heeft plaatsgevonden, waardoor de vegetatie in aanzienlijke mate is veranderd. Dit geldt onder meer voor PQ's GL1431 en GL2760.

Verschillen tussen WW en IT in de droge en natte heide zijn te verklaren door een groot verschil in de indicatiewaarde van de dominante soorten *Calluna vulgaris* en *Erica tetralix*. Bovendien zijn de opnamen dermate soortenarm, dat de indicatiewaarden van deze soorten zwaar doorwerken, ondanks hun lage weegwaarden. Een groot deel van de LMF-opnamen bevat een relatief laag aantal soorten en dit verschilt aanzienlijk per sub-begroeiingstype. Een verbetering zou zijn door in elk geval de bedekking in deze opnamen consequent mee te nemen in berekeningen. Daarnaast is het zeker voor soortenarme begroeiingen belangrijk om de mossen consequent mee te nemen in de opname, omdat deze een belangrijke indicatieve kracht hebben. Het probleem ligt dus vooral bij de reeksen en slechts beperkt bij de indicatiewaarden.

Wel is de vraag wat de invloed van deze 'afwijkende PQ-reeksen' is op de trendberekening over de reeks opnamen die tot een begroeiingstype behoren. Om de invloed van deze PQ-reeksen uit te sluiten, zou voorafgaand aan de trendberekening een controlestep uitgevoerd moeten worden om deze reeksen te identificeren en vervolgens buiten de trendanalyse te houden.

2.2 Evaluatie pH

2.2.1 FL0037: Esdoornbos op kalkhoudende klei

- De pH berekend met IT is bijna 7 en met WW is die ruim 5. Dat is een groot verschil. WW laat een lagere pH zien dan IT vanwege het feit dat hier een landelijke indicatiewaardenlijst wordt gebruikt. Landelijk hebben soorten gemiddeld een lagere indicatiewaarde voor pH dan de indicatiewaarden die dezelfde soorten op kalkhoudende klei laten zijn.

-
- Dat soorten ook in het zure bereik kunnen voorkomen, is in kalkrijke situaties niet relevant. Fysisch Geografische Regio's vormen een te grove indeling voor het onderscheid in kalk- en niet-kalkrijke omstandigheden. Ook in Flevoland komen lage pH-waarden voor.

Bevinding: Door het landelijke karakter van de WW-indicaties kan in kalkrijke omstandigheden de pH-indicatie te laag uitkomen. IT ondervangt dit door per soort (die in een breed milieuspectrum voorkomt) verschillende indicatiewaarden te hanteren voor de verschillende regio's.

2.2.2 GL1431: Populierenbos in de Betuwe

- WW en IT laten een afnemende trend in pH zien, maar het pH-verschil tussen het eerste en laatste jaar is minder dan 0.1 eenheid. De laatste opname is buiten beschouwing geladen, omdat het bos in 2012 gekapt blijkt te zijn.
- Het verschil tussen WW en IT is ongeveer 0.5. pH-eenheid.

Bevinding: Dit is een PQ die voor de trendberekeningen geschikt is als de laatste opname uit de dataset wordt gehaald.

2.2.3 GL2760: vochtig grasland in de uiterwaarden

- IT laat een licht positieve trend zien en WW geeft geen trend aan.
- Wederom is met deze reeks iets opvallendst aan de hand. In het eerste jaar bestaat de opname enkel uit één soort, namelijk *Phalaris arundinacea*.

Bevinding: Probleem ligt wederom bij de data. Het verschil tussen WW en IT (ongeveer 0.5 pH-eenheid) is niet relevant voor de trend.

2.2.4 GL4003: droge heide

- IT geeft nagenoeg geen trend aan, terwijl WW een licht toenemende trend laat zien. In de loop van de tijd komen er wat meer zuurminnende soorten bij, zoals *Rumex acetosella* en *Vaccinium myrtillus*, maar dit heeft geen effect op de trend.
- Grote verschillen in aantallen en daarmee mogelijk een verschuiving van locatie.

Bevinding: Over het algemeen vallen de pH-indicatiewaarden van de soorten van WW iets lager uit dan die van IT, waardoor de gemiddelde waarden van de opnamen bij WW daardoor ook iets lager uitvallen, maar niet meer dan een halve pH-waarde.

2.2.5 Bevindingen pH

Lage pH-waarden zijn lastig te indiceren, met name bij IT (zie ook Hennekens et al., 2022). De laagst berekende indicatie met IT is 3.8, terwijl dat bij WW 3.04 is. IT kan dus nooit een pH lager dan 3.8 voorspellen. Heel lage gemeten pH-waarden komen in LMF-locaties waar abiotische metingen zijn verricht echter niet of nauwelijks voor. In die LMF-dataset met veldmetingen is de laagst gemeten pH-waarde 3.4. Omdat WW lagere pH-waarden kan indiceren dan IT, lijkt WW meer realistische waarden in het zure bereik te geven. Dit staat echter in contrast met de expertbevindingen van plantengemeenschappen, waarbij zij vinden dat IT de indicatiewaarden relatief beter indiceert (zie o.a. 3.2.3 - *Scheuchzerietea*). Afgezien van de systematische verschillen in indicaties tussen WW en IT, en het feit dat WW-indicaties een lagere pH kunnen indiceren, zijn de trends van dien aard dat ze ecologisch niet of nauwelijks relevant te noemen zijn bij de interpretatie van een trend op een enkele locatie. Het gaat vaak om een verschil van 0.1 pH-eenheid tussen het eerste jaar en laatste jaar van opname van een PQ en dat zijn veranderingen die een schijnnaauwkeurigheid tonen. Dusdanig kleine veranderingen in de pH leiden op één locatie niet tot een verandering in soortensamenstelling, omdat de amplitudo van een soort groter is dan een tiende pH-punt en ook de grenzen zijn vaak niet zo scherp. Daarbij varieert de soortensamenstelling (zowel binnen de jaren als tussen de jaren) en de inschatting hiervan dusdanig dat de foutmarge in de praktijk groter is dan 0,1 pH.

3 Expertbeoordeling indicatiewaarden plantengemeenschappen

3.1 Inleiding

Door de vegetatie-experts Joop Schaminée en Eddy Weeda zijn de ecologische (boxplot-)diagrammen van een aantal plantengemeenschappen (associaties) onafhankelijk van elkaar beoordeeld en is bepaald welke van twee indicatorsystemen, ITERATIO (verder aangeduid als IT) of Wieger Wamelink (verder aangeduid als WW), de GVG en pH het plausibelst weergeven. Hun bevindingen zijn onder ieder diagram van een vegetatieklasse geplaatst.

Met behulp van het programma EXPERT (syntaxonomisch classificatiesysteem in ontwikkeling en geïntegreerd in Turboveg3) zijn de opnamen van de meer dan 200.000 opnamen van de LVD geïdentificeerd tot associaties. Daarnaast zijn ook alle opnamen geïdentificeerd met ASSOCIA. Vervolgens zijn er 86.300 opnamen geselecteerd waarbij de uitkomst van EXPERT én ASSOCIA op associatieniveau identiek was. Wanneer er binnen de tijdsreeksen verschuivingen optreden tussen associaties is dat een reden om aan te nemen dat er verstoringen hebben plaatsgevonden. Op basis van deze selectie zijn van een groot aantal associaties van uiteenlopende vegetatieklassen (wateren, graslanden, venen, heiden en bossen) *boxplot-diagrammen* gemaakt van de indicatiewaarden. De indicatiewaarden achter ieder boxplot van een associatie zijn gebaseerd op gemiddelde indicatiewaarden (weegwaarden meegenomen) van de vegetatieopnamen die tot de betreffende gemeenschap gerekend worden.

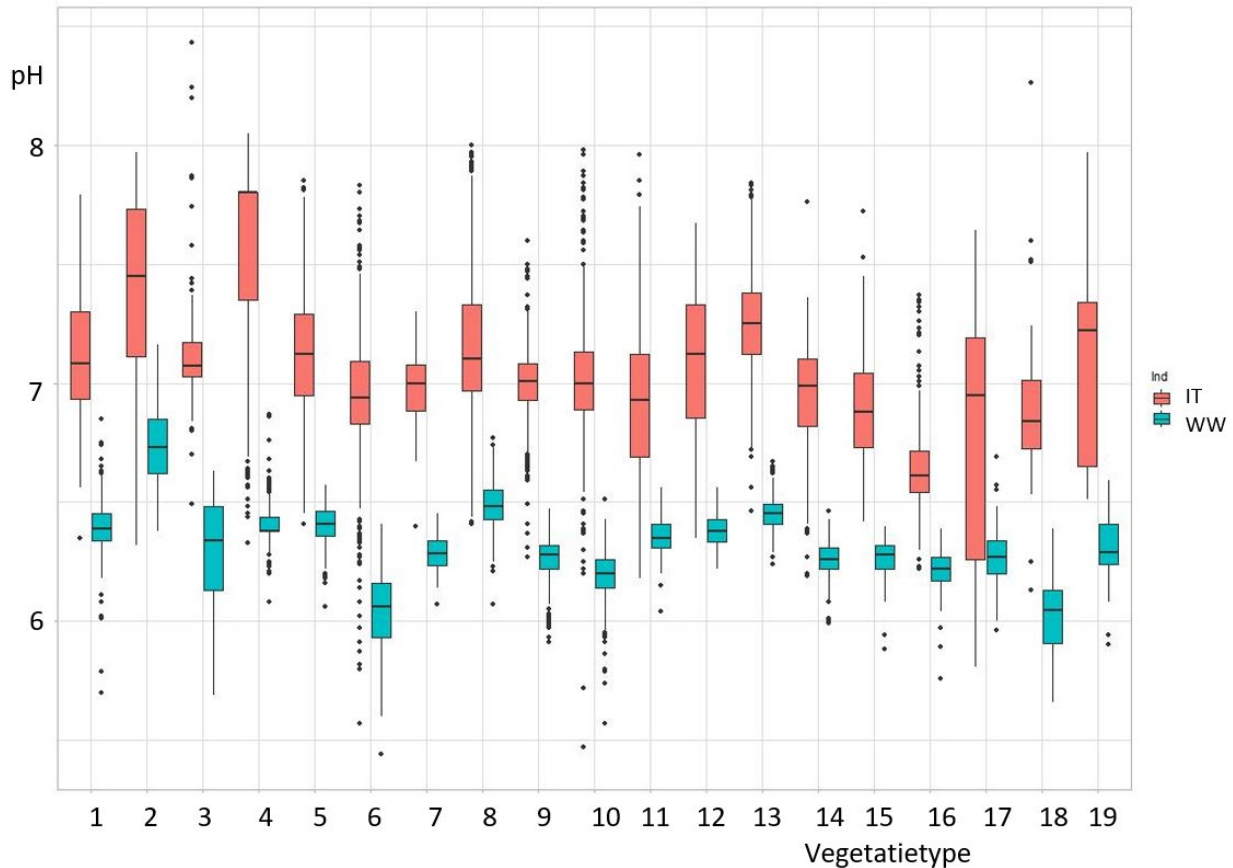
Klasse 05 (*Potametea*) is wat betreft de GVG buiten beschouwing gelaten, omdat het allemaal aquatische plantengemeenschappen betreft die hooguit in de zomer kunnen droogvallen, maar zeker niet in het voorjaar. GVG speelt hier dus geen rol.

In de diagrammen betekent een negatieve GVG-waarde het aantal centimeters boven maaiveld (natte omstandigheden) en een positieve waarde het aantal centimeters onder maaiveld (droge omstandigheden).

Alle analyses zijn uitgevoerd in het statistische softwarepakket *R* (v. 4.1.0) met behulp van de packages *vegan*, *lme4* en *ggplot2* (Oksanen et al., 2015; Bates et al., 2007; Wickham et al., 2016).

3.2 Zuurgraad

3.2.1 Klasse r05 - Potametea



Weeda

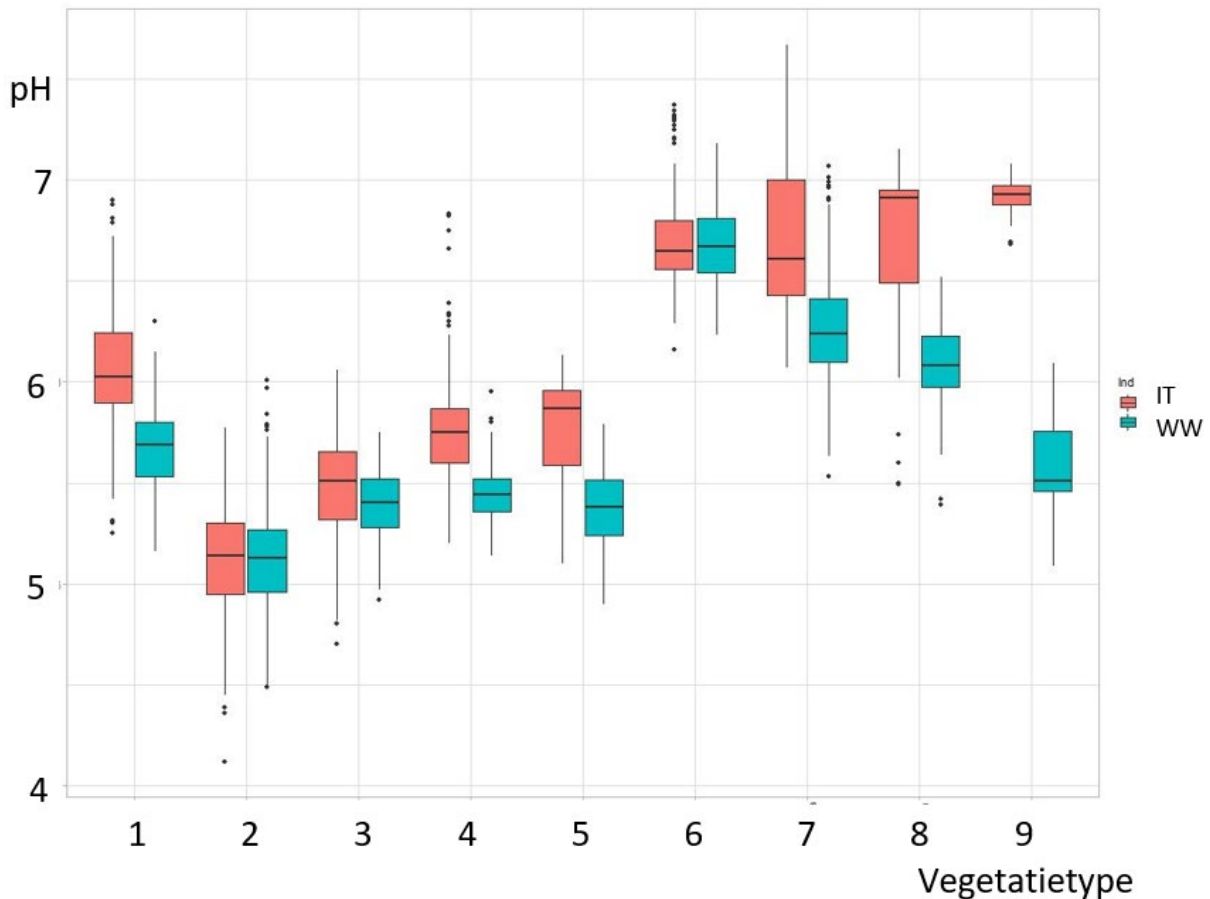
IT geeft voor alle associaties een reëler beeld in vergelijking met WW en laten pH-waarden rond de 7 zien. De pH's die WW geeft, liggen systematisch lager. Beoordeling per vegetatietype:

- 1 r05AA01 - Ceratophylletum submersi: brakke omstandigheden, dus pH rond de 7.
- 2 r05AA02 - Ranunculetum baudotii: brakke omstandigheden, dus pH rond de 7.
- 3 r05AA03 - Najadetum marinae: brakke omstandigheden, dus pH rond de 7.
- 4 r05BA01 - Ranunculo fluitantis-Potametum perfoliati: IT toont een tweetoppig beeld, lagere pH's waarschijnlijk Maassysteem, hogere pH's Rijnsysteem.
- 5 r05BA02 - Potametum lucentis
- 6 r05BA03 - Nymphaeo albae-Nupharetum luteae
- 7 r05BA04 - Nymphaeetum candidae
- 8 r05BA05 - Potameto-Nymphoidetum
- 9 r 05BB01 - Stratiotetum
- 10 r05BB02 - Utricularietum vulgaris
- 11 r05BC01 - Potametum berchtoldii
- 12 r05BC02 - Groenlandietum: komt voor in hard water, dus pH rond de 7.
- 13 r05BC03 - Ranunculetum circinati
- 14 r05BC04 - Potametum obtusifolii
- 15 r05BC05 - Myriophyllo verticillati-Hottonietum
- 16 r05CA01 - Callitricho-Hottonietum
- 17 r05CA02 - Ranunculetum hederacei
- 18 r05CA03 - Callitricho-Myriophylletum alterniflori
- 19 r05CA04 - Callitricho hamulatae-Ranunculetum fluitantis

Schaminée

De ITERATIO-waarden zijn realistischer dan de WW-waarden. Daarbij moet opgemerkt worden dat WW-getallen zijn niet voor watervegetatie zijn ontwikkeld. Die laatste liggen te veel in het zure bereik. De wateren schommelen veelal rond pH 7, waarbij de iets bredere bandbreedten bij IT ook wel realistischer zijn. 4 r05BA01 - *Ranunculo fluitantis-Potametum perfoliati* is wat vreemd hoog.

3.2.2 Klasse r09 - Parvocaricetea



Weeda

Over het algemeen geeft IT een beter beeld van de pH dan WW. Beoordeling per vegetatietype:

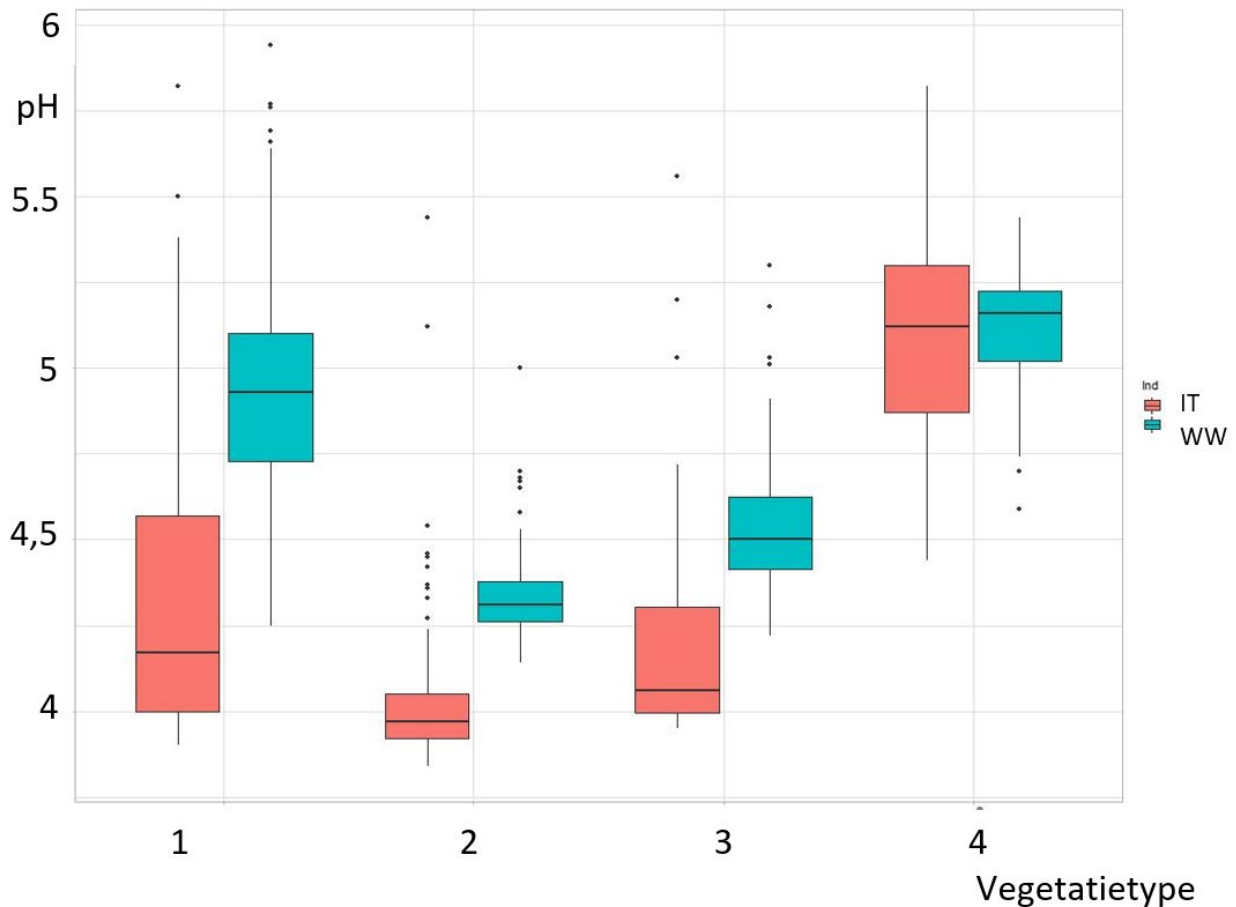
- 1 r09AA01 - *Caricetum trinervi-nigrae*: IT beter dan WW.
- 2 r09AA02 - *Pallavicinio-Sphagnetum*: geen verschil tussen IT en WW. Gemeenschap kan zuurder voorkomen dan is aangegeven.
- 3 r09AA03 - *Carici curtae-Agrostietum caninae*: geen verschil tussen IT en WW. Gemeenschap kan zuurder voorkomen dan is aangegeven.
- 4 r09BA01 - *Scorpidio-Caricetum diandrae*: basenrijk, maar niet kalkrijk. IT beter dan WW.
- 5 r09BA02 - *Campylio-Caricetum dioicae*: basenrijk, maar niet kalkrijk. IT beter dan WW.
- 6 r09BA03 - *Parnassio-Juncetum atricapilli*: kalkminnend, IT en WW beide correct.
- 7 r09BA04 - *Junco baltici-Schoenetum nigricantis*: kalkminnend, IT geeft beter beeld dan WW.
- 8 r09BA05 - *Equiseto variegati-Salicetum repentis*: kalkminnend, IT geeft beter beeld dan WW.
- 9 r09BA06 - *Carici flavae-Cratoneuretum filicini*: kalkminnend, IT geeft beter beeld dan WW.

Schaminée

De wat hogere waarden van IT zijn iets geloofwaardiger dan de WW-waarden.

De lagere WW-waarde voor 9 r09BA06 – *Carici flavae-Cratoneuretum filicini* is zeker niet correct, het betreft namelijk kalkmoeras.

3.2.3 Klasse r10 – Scheuchzerietea



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

1 *r10AA01 - Sphagnetum cuspidato-obesi*: IT heeft een betere indicatie, maar pH kan waarschijnlijk nog lager uitvallen.

2 *r10AA02 - Sphagno-Rhynchosporium*: zuurgraad kent een ruimere verspreiding dan is aangegeven door beide indicatorsystemen.

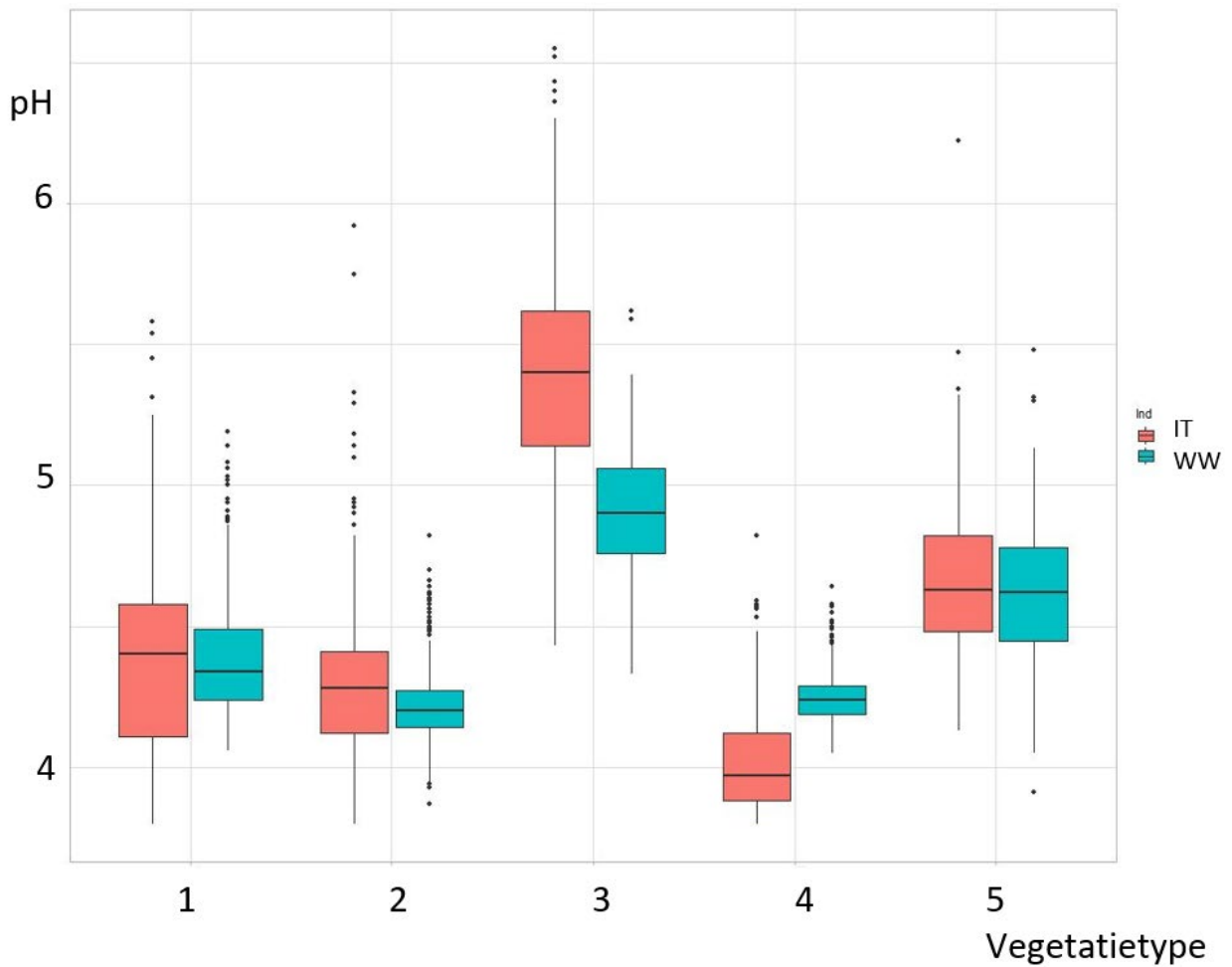
3 *r10AA03 - Caricetum limosae*: pH ligt vermoedelijk hoger dan door IT en WW is aangegeven.

4 *r10AB01 - Eriophoro-Caricetum lasiocarpae*: IT en WW beide correct.

Schaminée

De patronen van beide indicatiesystemen zijn in orde, het verschil zit vooral in de absolute waarden. De wat lagere waarden van IT spreken wat meer aan dan die van WW (zie ook paragraaf 2.2.4).

3.2.4 Klasse r11 - Oxycocco-Sphagnetea



Weeda

Over het algemeen geeft zowel IT als WW een realistisch beeld van de pH. Beoordeling per vegetatietype:

1 *r11AA01 - Lycopodio-Rhynchosporium*: IT en WW beide correct.

2 *r11AA02 - Ericetum tetralicis*: IT en WW beide correct.

3 *r11AA03 - Empetro-Ericetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

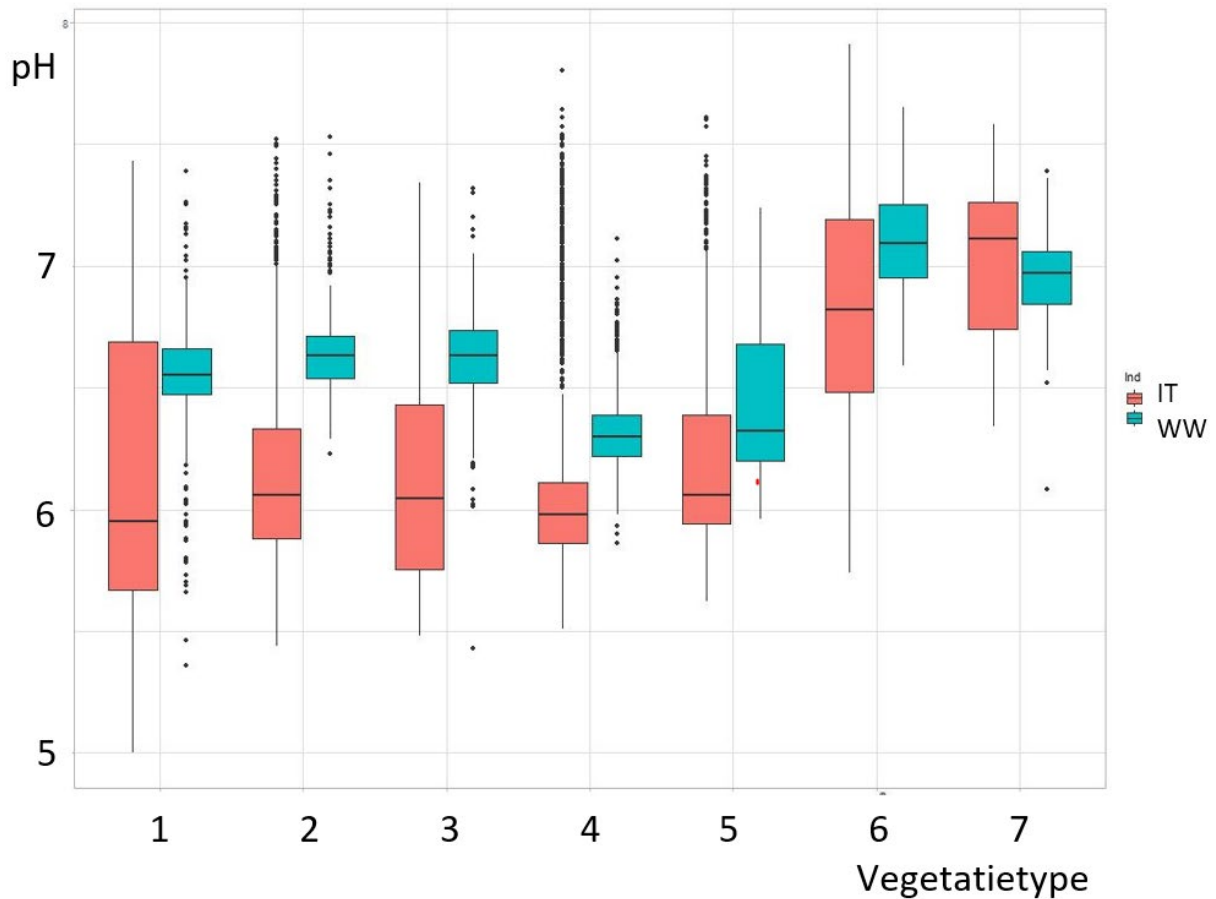
4 *r11BA01 - Erico-Sphagnetum magellanici*: lastig om uitspraak te doen omdat niet bekend is waar op de veenbult gemeten is.

5 *r11BA02 - Sphagno palustris-Ericetum*: IT en WW beide correct.

Schaminée

Beide systemen geven een goede weergave van de pH.

3.2.5 Klasse r12 - Plantagineeta majoris



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

1 *r12AA01* - *Plantagini-Lolietum perennis*: pH indifferent.

2 *r12AA02* - *Coronopodo-Matricarietum*: grote spreiding in pH. Mogelijk terug te voeren op de verschillen tussen subassociaties.

3 *r12AA03* - *Bryo-Saginetum procumbentis*: IT en WW beide correct.

4 *r12BA01* - *Ranunculo-Alopecuretum geniculati*: grote spreiding in pH, mogelijk afhankelijk van het riviersysteem.

5 *r12BA02* - *riglochino-Agrostietum stoloniferae*: IT beter dan WW. Tweetoppigheid heeft waarschijnlijk te maken met de verschillen tussen subassociaties (brakke milieus).

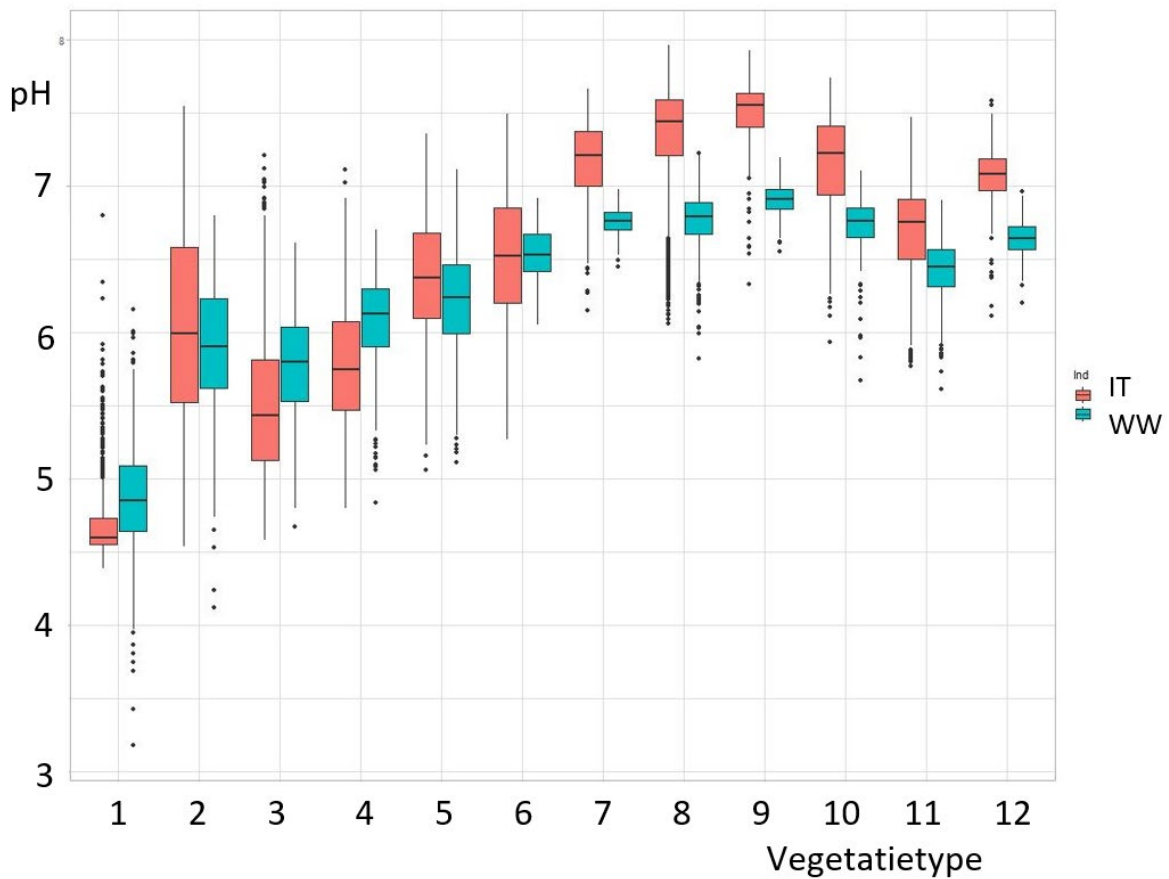
6 *r12BA03* - *Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae*: IT en WW beide correct.

7 *r12BA04* - *Ononido-Caricetum distantis*: IT en WW beide correct.

Schaminée

De bandbreedte van IT lijkt wat groot, daarin is WW realistischer. De patronen kloppen bij beide systemen.

3.2.6 Klasse r14 - Koelerio-Corynephoretea



Vegetatietypen:

- 1 *r14AA01 - Spergulo-Corynephoretum*
- 2 *r14AA02 - Viola-Corynephoretum*
- 3 *r14BA01 - Ornithopodo-Corynephoretum*
- 4 *r14BB01 - Festuco-Thymetum serpylli*
- 5 *r14BB02 - Festuco-Galietum veri*
- 6 *r14BC01 - Sedo-Thymetum pulegioidis*
- 7 *r14BC02 - Medicagini-Avenetum pubescentis*
- 8 *r14CA01 - Phleo-Tortuletum ruraliformis*
- 9 *r14CA02 - Sileno-Tortuletum ruraliformis*
- 10 *r14CA03 - Tortello-Bryoerythrophyllletum*
- 11 *r14CB01 - Taraxaco-Galietum veri*
- 12 *r14CB02 - Anthyllido-Silenetum*

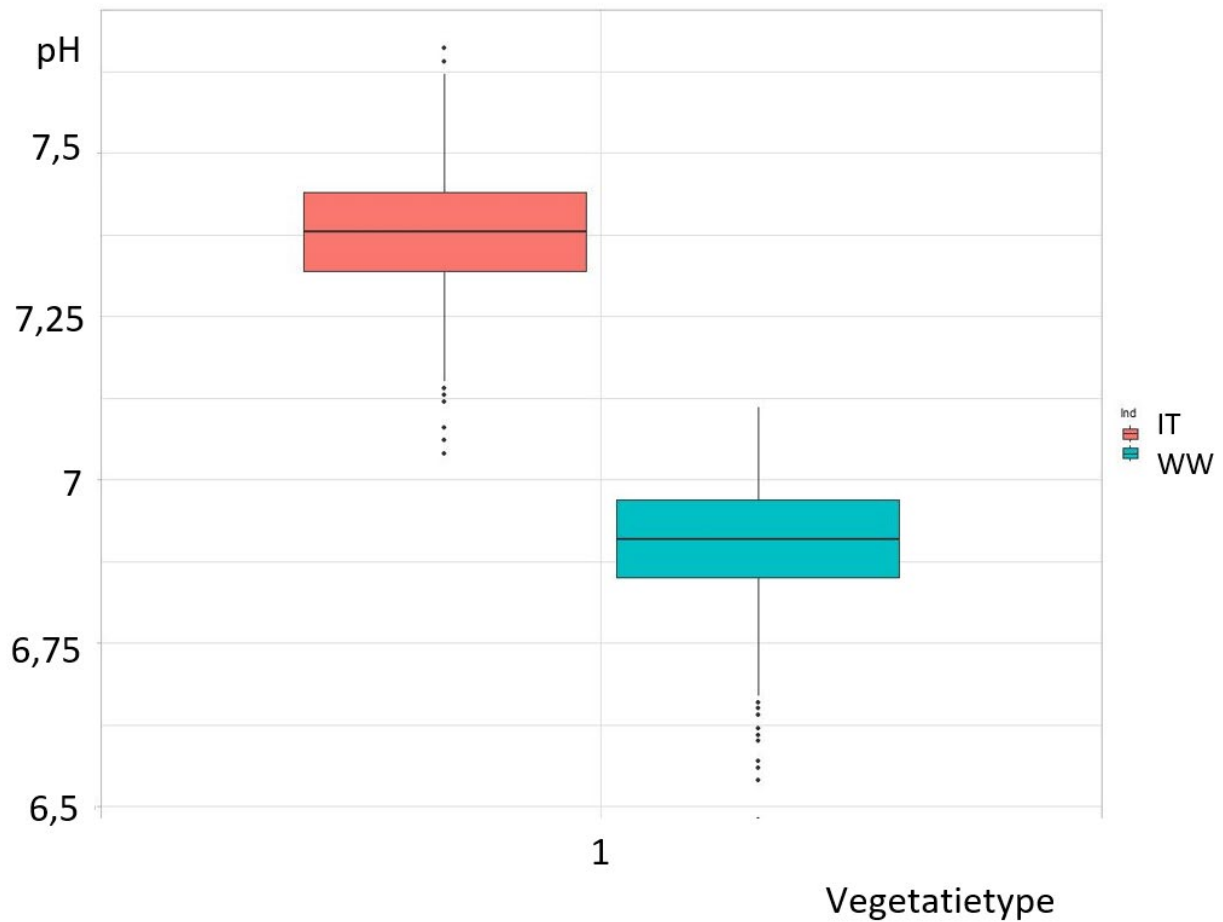
Weeda

Over het algemeen geven beide systemen de pH goed weer, echter vanaf 7 *r14BC02 - Medicagini-Avenetum pubescentis* geeft IT een iets reëler beeld dan WW.

Schaminée

Beide systemen laten een realistisch beeld zien, maar IT scoort wat beter bij (kalkhoudende) rivierduinen en de (kalkhoudende) pioniergraslanden.

3.2.7 Klasse r15 - Festuco-Brometea



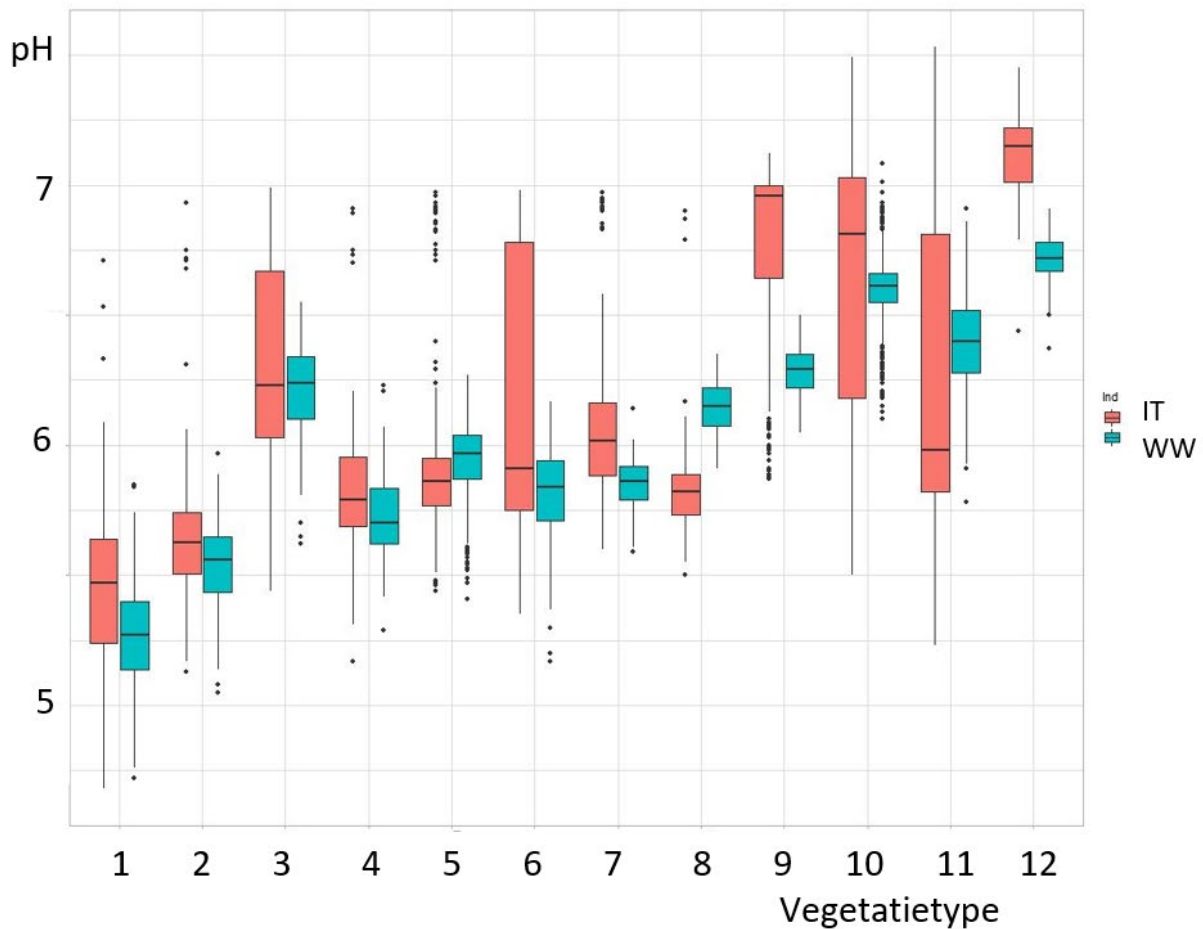
Weeda

IT geeft reëler beeld dan WW. Beoordeling per vegetatietype:
1 r15AA01 - *Gentiano-Koelerietum*

Schaminée

IT beter, kalkgraslanden zitten toch echt bij een pH > 7.

3.2.8 Klasse r16 - Molinio-Arrhenatheretea



Weeda

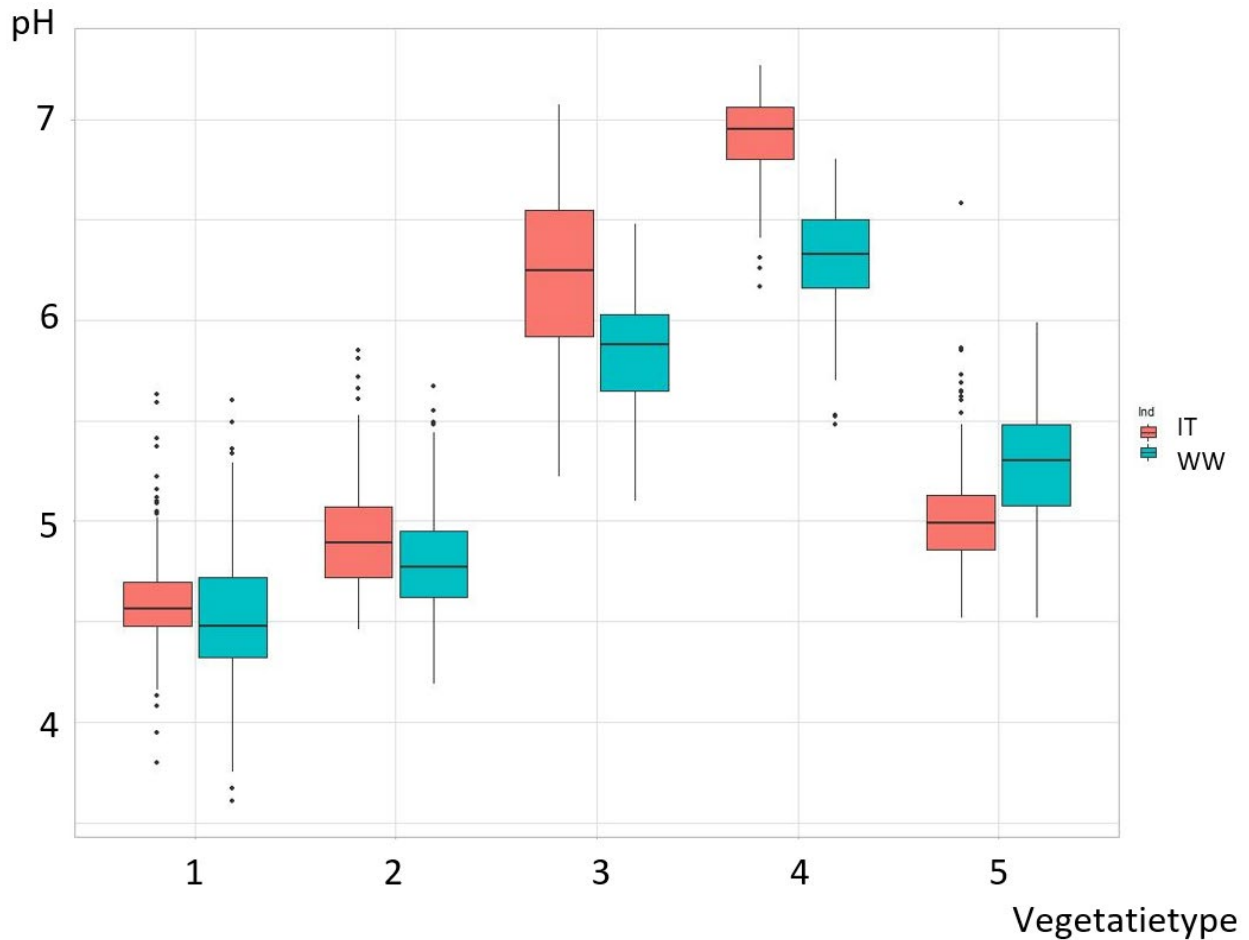
Beoordeling per vegetatietype:

- 1 r16AA01 - *Cirsio dissecti-Molinietum*: IT beter dan WW. Uitlopers zijn waarschijnlijk afkomstig van de subassociatie parnassietosum die aan kalkrijke omstandigheden is gebonden.
- 2 r16AA02 - *Crepido-Juncetum acutiflori*: Voorkeur voor IT, omdat hier uitlopers zijn tot in het neutrale bereik.
- 3 r16AB01 - *Rhinantho-Orchidetum morionis*: IT en WW beide correct.
- 4 r16AB02 - *Lychnido-Hypericetum tetrapteri*: IT en WW beide correct.
- 5 r16AB03 - *Ranunculo-Senecionetum aquatici*: IT en WW beide correct.
- 6 r16AB04 - *Scirpetum sylvatici*: IT en WW beide correct, hoewel IT een behoorlijke spreiding laat zien.
- 7 r16AB05 - *Angelico-Cirsietum oleracei*: Voorkeur voor IT vanwege de uitlopers in het neutrale pH-bereik.
- 8 r16BA01 - *Fritillario-Alopecuretum pratensis*: -
- 9 r16BA02 - *Sanguisorbo-Silaetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.
- 10 r16BB01 - *Arrhenatheretum elatioris*: IT geeft reëler beeld dan WW.
- 11 r16BC01 - *Lolio-Cynosuretum*: IT geeft reëler beeld dan WW.
- 12 r16BC02 - *Galio-Trifolietum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

Schaminée

Beide patronen zijn goed, maar de gemiddeld wat hogere pH-waarden van IT lijken toch een beter beeld te geven (zoals 12 r16BC02 - *Galio-Trifolietum*, dit zit toch echt boven de 7). Wel wat grotere bandbreedte bij IT. 6 r16AB04 - *Scirpetum sylvatici*: te lage waarde bij WW.

3.2.9 Klasse r19 - Nardetea



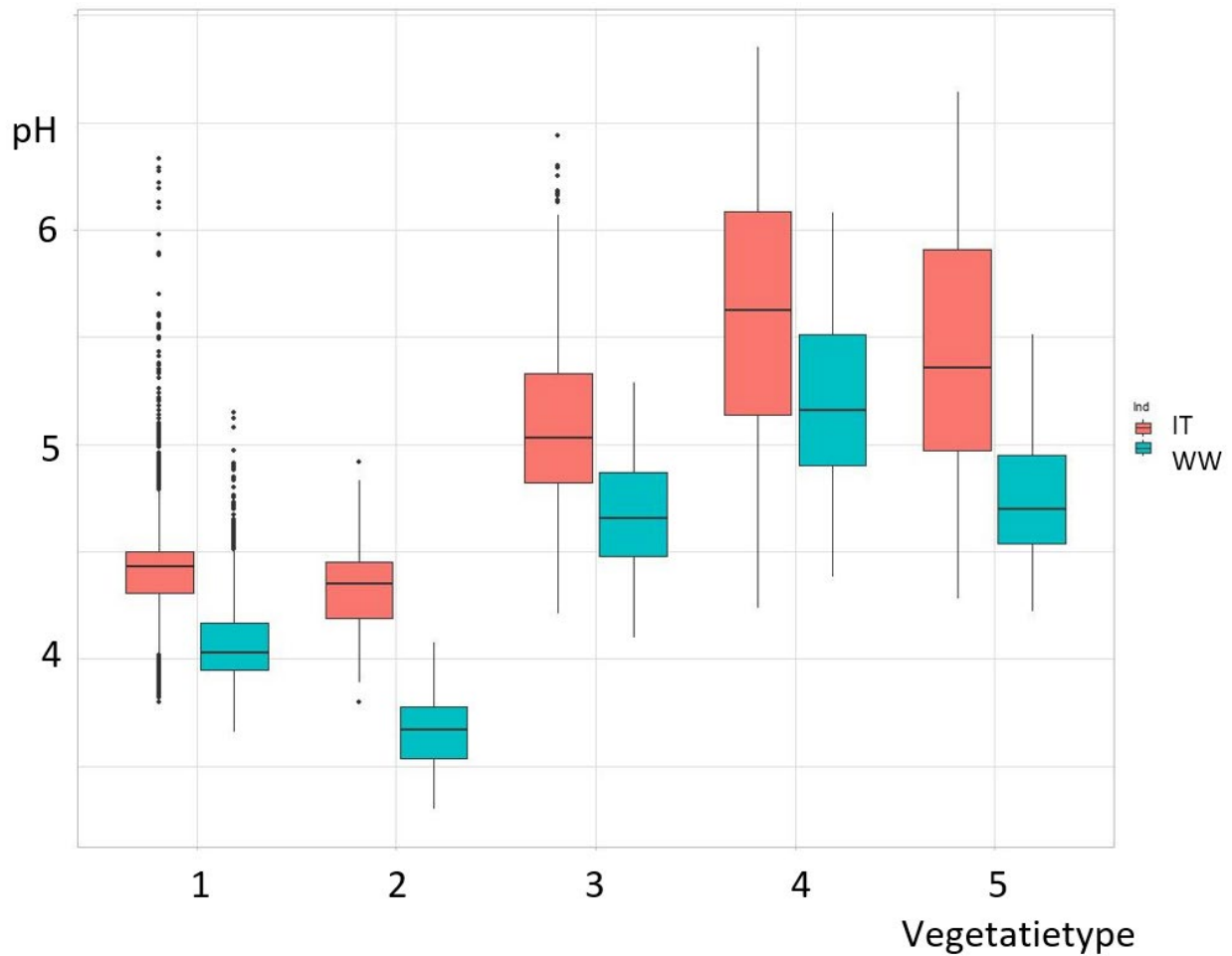
Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

- 1 *r19AA01 - Galio hercynici-Festucetum ovinae*: IT en WW beide correct.
- 2 *r19AA02 - Gentiano pneumonanthes-Nardetum*: IT en WW beide correct.
- 3 *r19AA03 - Botrychio-Polygaletum*: IT geeft iets reëler beeld dan WW.
- 4 *r19AA04 - Betonico-Brachypodietum*: IT geeft reëler beeld dan WW.
- 5 *r19AA05 - Polygalo vulgaris-Nardetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

Schaminée

Beiden systemen goed. De twee waarden van IT die wat hoger liggen, stroken met de verwachting. Het betreft 3 *r19AA03 - Botrychio-Polygaletum* en 4 *r19AA04 - Betonico-Brachypodietum*, heischraal grasland in respectievelijk de duinen en Zuid-Limburg.



Weeda

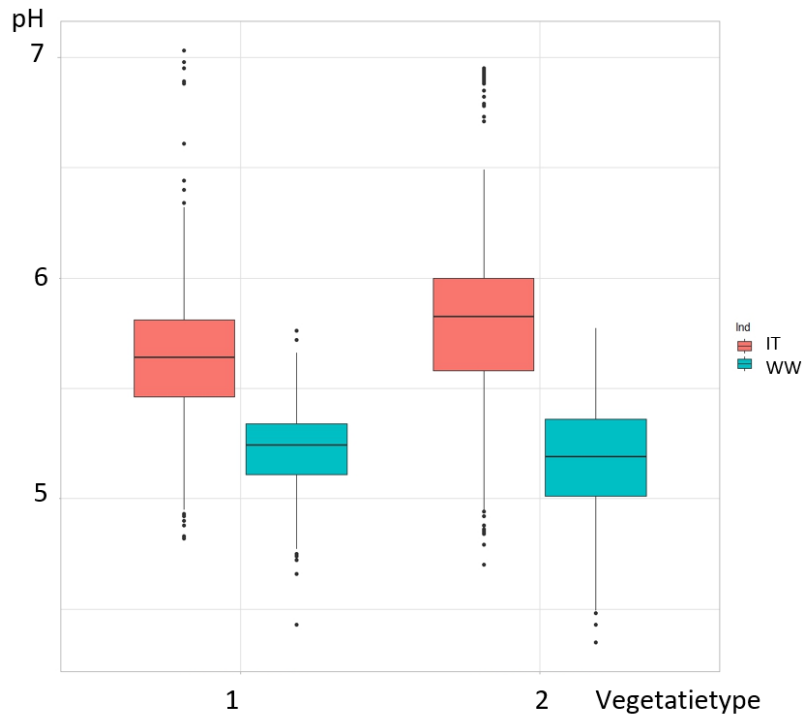
Beoordeling per vegetatietype:

- 1 *r20AA01 - Genisto pilosae-Callunetum*: IT geeft reëler beeld dan WW, met name door uitlopers richting neutraal pH-bereik. WW geeft indicatie voor VVV-heide.
- 2 *r20AA02 - Vaccinio-Callunetum*: WW geeft reëler beeld dan IT.
- 3 *r20AB01 - Carici arenariae-Empetretum*: IT geeft iets reëler beeld dan WW.
- 4 *r20AB02 - Polypodio-Empetretum*: WW geeft iets reëler beeld dan IT.
- 5 *r20AB03 - Salici repentis-Empetretum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

Schaminée

Beide systemen goed, maar IT terecht gemiddeld wat hoger. Zo extreem zuur (< 4 bij *r20AA02 - Vaccinio-Callunetum*) zijn onze heiden niet.

3.2.11 Klasse r42 - Alnetea glutinosae



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

1 *r42AA01* - *Thelypterido-Alnetum*:

2 *r42AA02* - *Carici elongatae-Alnetum*:

Beide associaties die binnen de Alnetea worden onderscheiden zijn niet alleen floristisch, maar ook m.b.t. de pH nogal heterogeen. Bij het *Thelypterido-Alnetum*, dat zich op kraggen ontwikkelt, komt daar dan nog de gelaagde hydrologie bij. Onder (in) de kragge zit baserijk water dat eventueel zwak brak is (subassociatie *caricetosum ripariae*). Naar boven toe neemt de invloed van zuur regenwater toe. Deze gradiënt wordt in de vegetatie gespiegeld: de bovenste lagen (elzen, riet e.a. forse moerasplanten) passen bij baserijk water, de moslaag bij zuur(der) water, zeker in de subassociatie *sphagnetosum* (veenmos!). In het broekbossenboek van Stortelder et al. (1998)¹ vind ik op p. 127 resp. p. 79 de volgende pH-waarden voor het **water**:

r42Aa1a Thel-Aln typicum = groeiplaats VIII: 5,0-6,5

r42Aa1b Thel-Aln sphag = groeiplaats XI: 3,5-6,5 (verzurend)

r42Aa1c Thel-Aln car rip = groeiplaats IX: 6,0-6,5 (zwak brak)

r42Aa2a Car el-Aln typicum = groeiplaats V: 5,5-7,0

r42Aa2b Car el-Aln card am = groeiplaats I: 6,0-7,0 (bronmilieu!)

r42Aa2c Car el-Aln rib nig = groeiplaats IV: 5,5-7,0

r42Aa2d Car el-Aln rub id = groeiplaats II: 5,5-7,0

r42Aa2e Car el-Aln car cur = groeiplaats VI: 4,5-6,0 (verzurend)

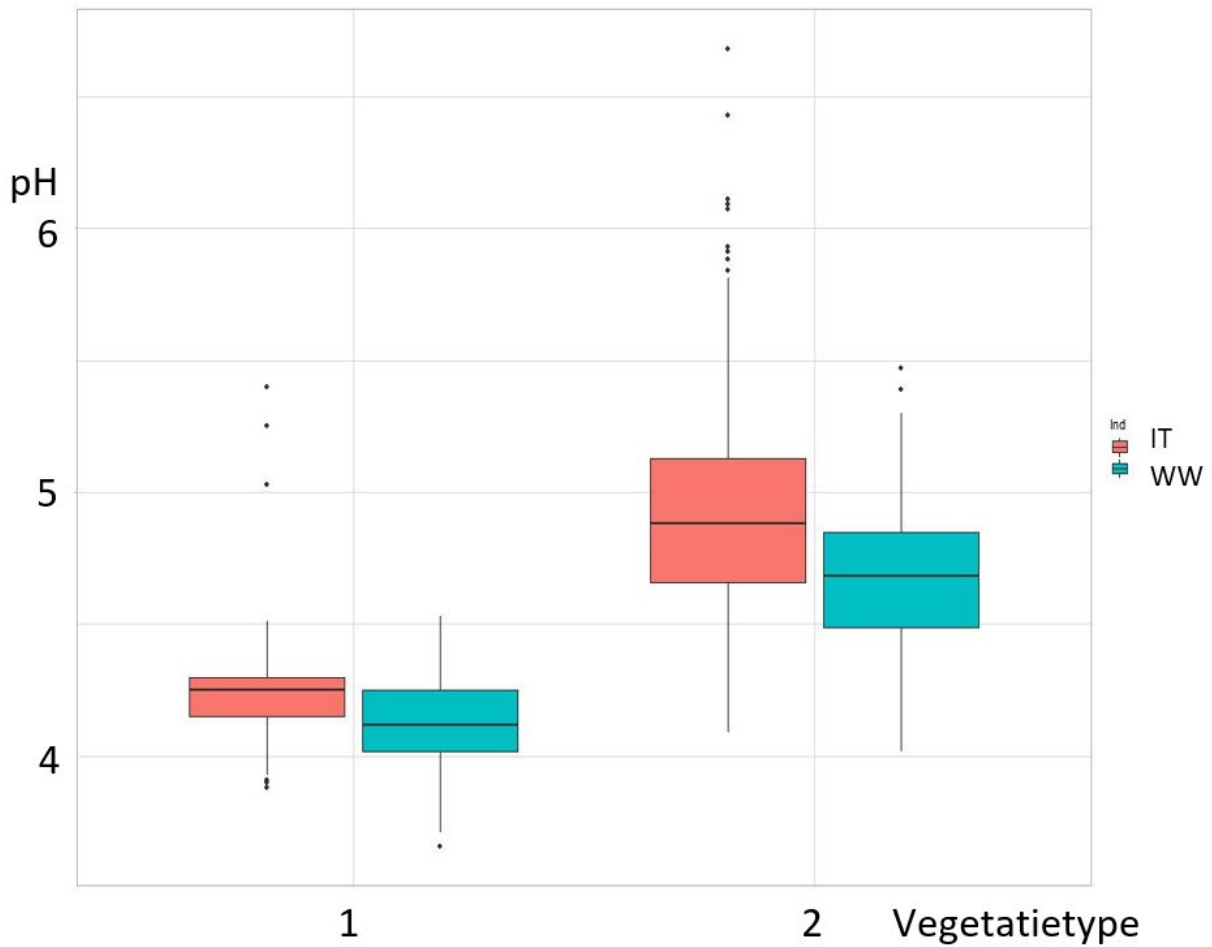
De IT-waarden komen hier dichterbij dan de WW-waarden. Ook wat de spreiding (uitschieters) betreft, is IT te verkiezen. Maar het kan zijn dat bij WW-waarden niet het 'vrije' water, maar het bodemvocht in de toplaag is gemeten.

Schaminée

Beide systemen goed. De pH voor het Alnion ligt in ieder geval boven de 5, dat is het breekpunt met het *Betulion* (*r43AA*). Lichte voorkeur voor de iets hogere pH-waarden van IT voor het beide associaties van het Alnion.

¹ Stortelder, A.H.F., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal (red.) 1998. Broekbossen. Bosesystemen van Nederland 1. KNNV, Utrecht, 216 pp.

3.2.12 Klasse r43 - Vaccinio-Betuletea pubescentis



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

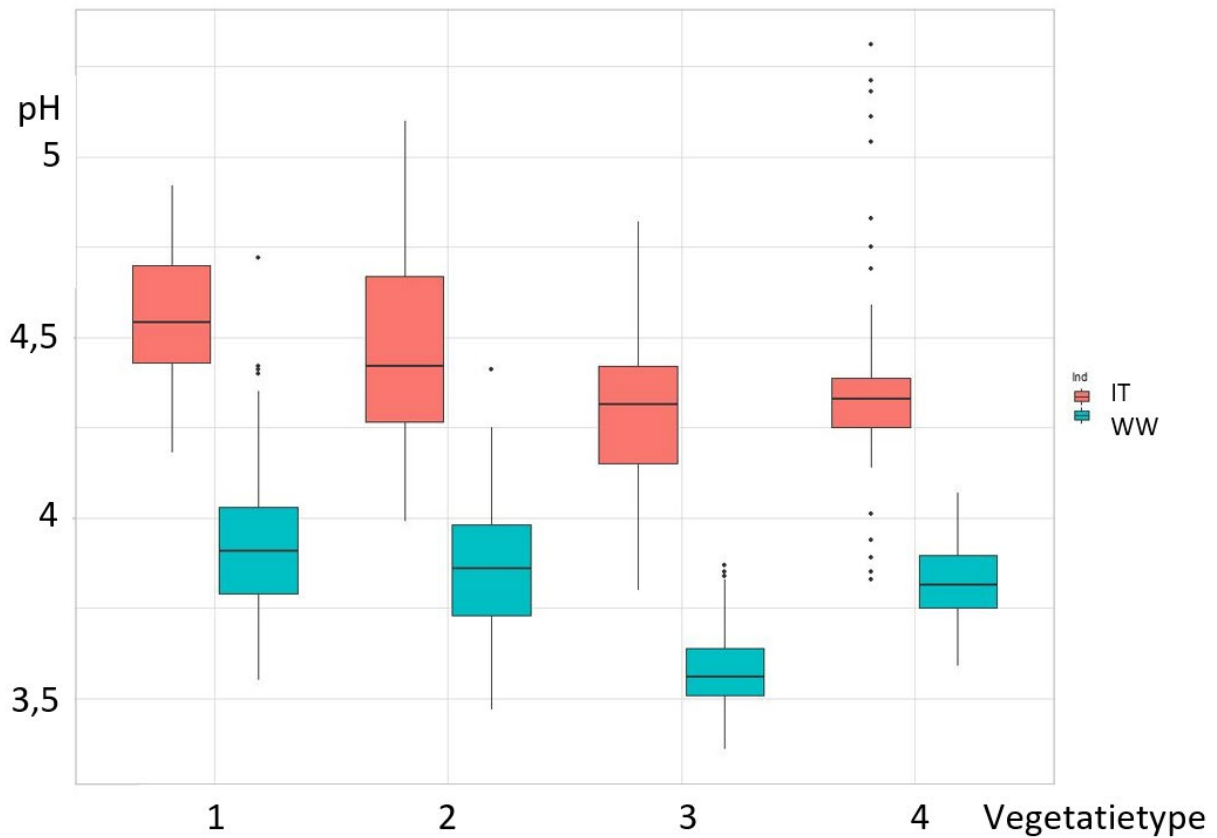
1 *r43AA01 - Erico-Betuletum pubescentis*: IT en WW beide correct (met een voorkeur voor WW).

2 *r43AA02 - Carici curtae-Betuletum pubescentis*: IT en WW beide correct (met een voorkeur voor WW).

Schaminée

Beide systemen geven een realistisch beeld.

3.2.13 Klasse r44 - Vaccinio-Piceetea



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

1 r44AA01 - *Dicrano-Juniperetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

2 r44AA02 - *Cladonio-Pinetum sylvestris*: IT geeft reëler beeld dan WW.

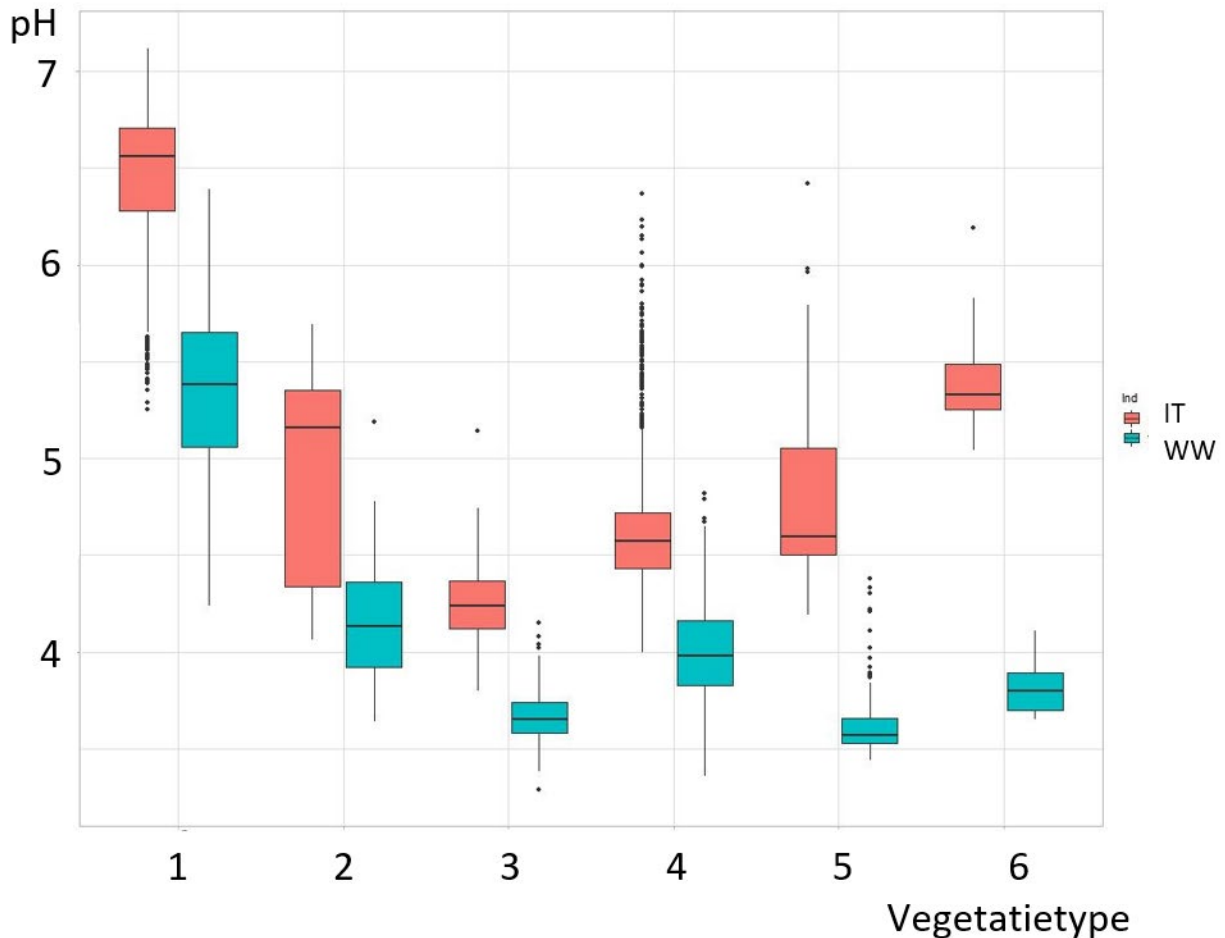
3 r44AA03 - *Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*: WW geeft reëler beeld dan IT.

4 r44AA04 - *Empetro-Pinetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

Schaminée

Hoe zuur zijn onze dennenbossen? Beide systemen realistisch, maar de WW-waarden zijn misschien toch wat aan de te zure kant ($\text{pH} < 4$).

3.2.14 Klasse r45 - Quercetea robori-petraeae



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

1 *r45AA01 - Cynoglosso-Quercetum roboris*: IT geeft reëler beeld dan WW.

2 *r45AA02 - Dicrano-Quercetum roboris*: WW geeft reëler beeld dan IT.

3 *r45AA03 - Betulo-Quercetum roboris*: WW geeft reëler beeld dan IT.

4 *r45AA04 - Fago-Quercetum*: IT geeft reëler beeld dan WW, met name door uitlopers richting neutraal pH-bereik.

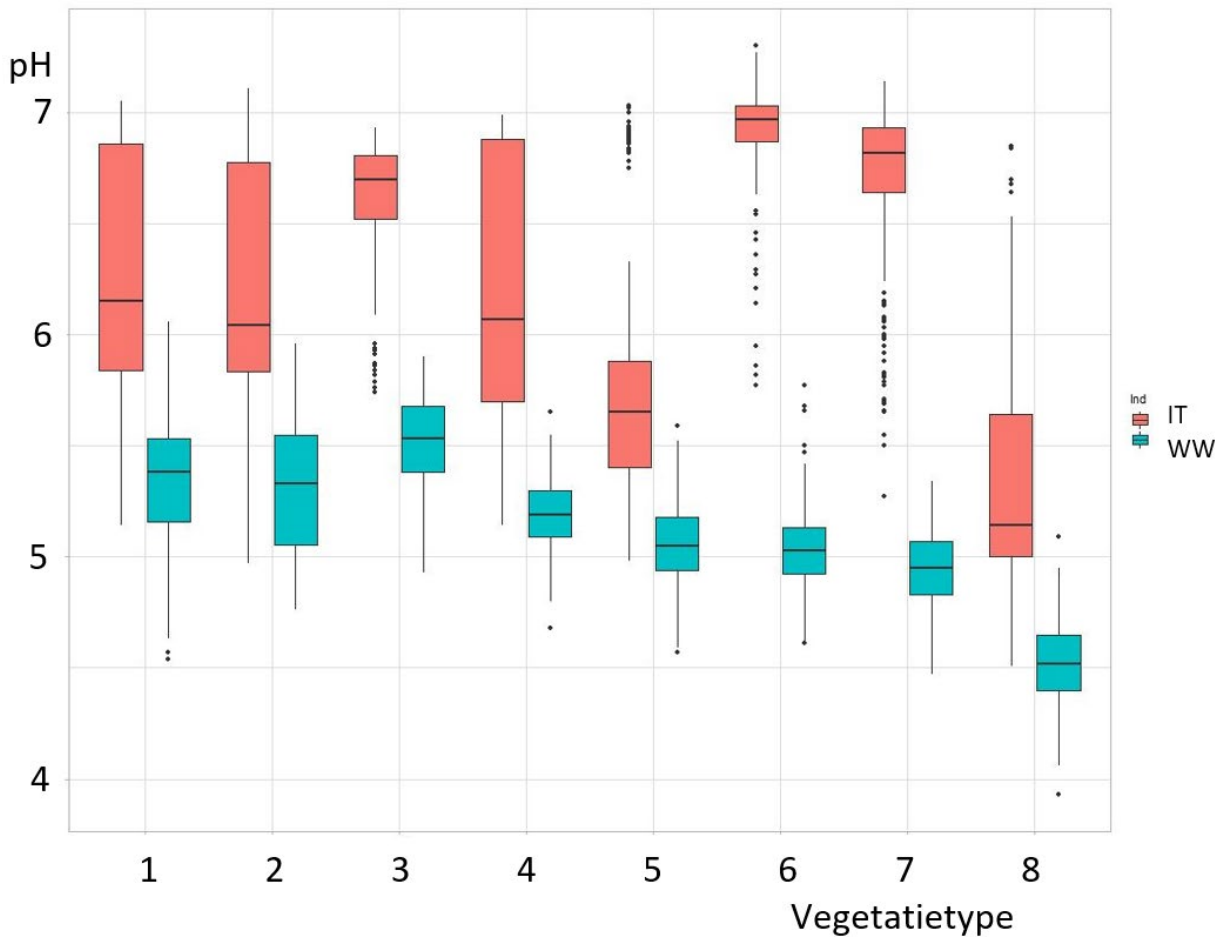
5 *r45AA05 - Deschampsio-Fagetum*: WW geeft reëler beeld dan IT.

6 *r45AB01 - Luzulo luzuloidis-Fagetum*: WW geeft reëler beeld dan IT. Volgens opgaven komt dit bostype op zeer zure bodems voor met een pH 3,0 of lager.

Schaminée

Beide systemen geven een realistisch beeld, met de juiste verschillen tussen de associaties. Gemiddeld genomen zijn de IT-waarden reëler, al zijn de lage WW-waarden van *r45AA05 - Deschampsio-Fagetum* en *r45AB01 - Luzulo luzuloidis-Fagetum* wel correct, die zouden bij IT lager mogen liggen, lager dan bijvoorbeeld *r45AA04 - Fago-Quercetum*.

3.2.15 Klasse r46 - Querco-Fagetea



Weeda

Voor alle associaties geldt dat IT een reëler beeld geeft dan WW.

Beoordeling per vegetatietype:

1 *r46AA01 - Viola odoratae-Ulmetum*: Betreft hardhoutooibos. IT geeft reëler beeld dan WW.

2 *r46AA02 - Fraxino-Ulmetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

3 *r46AA03 - Crataego-Betuletum pubescentis*: IT geeft reëler beeld dan WW.

4 *r46AA04 - Carici remotae-Fraxinetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

5 *r46AA05 - Pruno-Fraxinetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

6 *r46AB01 - Orchido-Carpinetum*: Afreatofytische gemeenschap. IT geeft reëler beeld dan WW.

7 *r46AB02 - Primulo elatioris-Carpinetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.

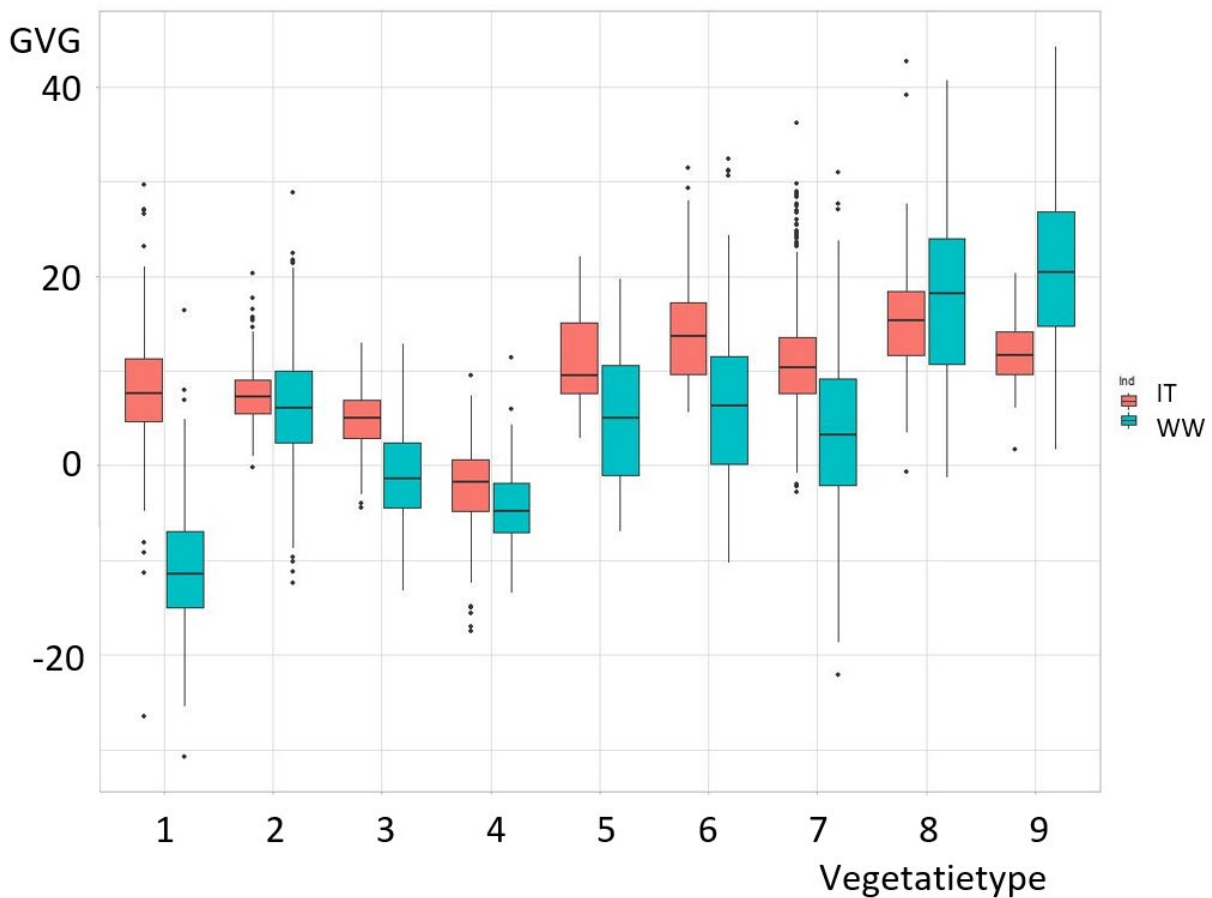
8 *r46AB03 - Stellario-Carpinetum*: Afreatofytische gemeenschap. IT geeft reëler beeld dan WW.

Schaminée

IT geeft een realistischer beeld dan WW, zoals bij het kalkrijke Eiken-Haagbeukenbos (*r46AB01 - Orchido-Carpinetum*); pH-waarden van rond de 5 bij WW zijn echt te laag.

3.3 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand

3.3.1 Klasse r09 - Parvocaricetea



Weeda

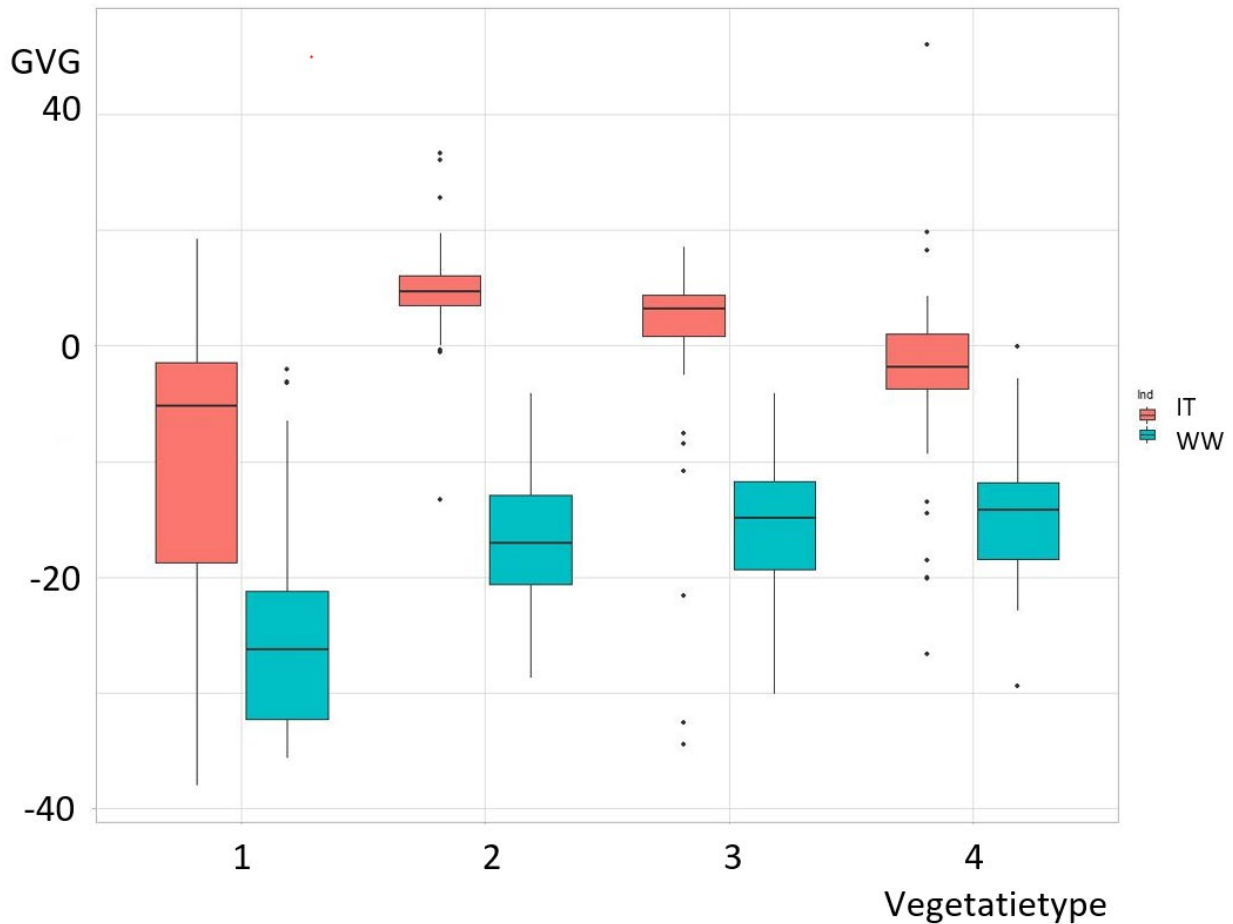
Beoordeling per vegetatietype:

- 1 r09AA01 - *Caricetum trinervi-nigrae*: inundatie is een wezenlijke factor. WW correct, IT niet.
- 2 r09AA02 - *Pallavicinio-Sphagnetum*: IT en WW beide correct.
- 3 r09AA03 - *Carici curtae-Agrostietum caninae*: WW geeft de beter ontwikkelde vormen met Puntmos beter weer.
- 4 r09BA01 - *Scorpidio-Caricetum diandrae*: het betreft kraggen met water aan maaiveld. IT iets beter dan WW.
- 5 r09BA02 - *Campylio-Caricetum dioicae*: optimum water zo dicht mogelijk aan maaiveld. WW geeft dit beter weer.
- 6r09BA03 - *Parnassio-Juncetum atricapilli*: IT geeft het beter weer.
- 7 r09BA04 - *Junco baltici-Schoenetum nigricantis*: IT beter. *Liparis* en *Parnassia* verdragen geen inundatie.
- 8 r09BA05 - *Equiseto variegati-Salicetum repentis*: niet geïnundeerd. IT en WW beide correct.
- 9 r09BA06 - *Carici flavae-Cratoneuretum filicini*: IT beter dan WW, maar nog aan de hoge kant.

Schaminée

Dit betreft kleine zeggengemeenschappen die zeker in het voorjaar vochtig tot nat zijn. De WW-indicaties geven de vochttoestand in het voorjaar beter weer, met uitzondering van r09BA06 (*Carici flavae-Cratoneuretum filicini*).

3.3.2 Klasse r10 – Scheuchzerietea



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

1 *r10AA01* - *Sphagnetum cuspidato-obesi*: zwevend veenmos, er is dus geen sprake van maaiveld.

2 *r10AA02* - *Sphagno-Rhynchosporium*: WW beter dan IT.

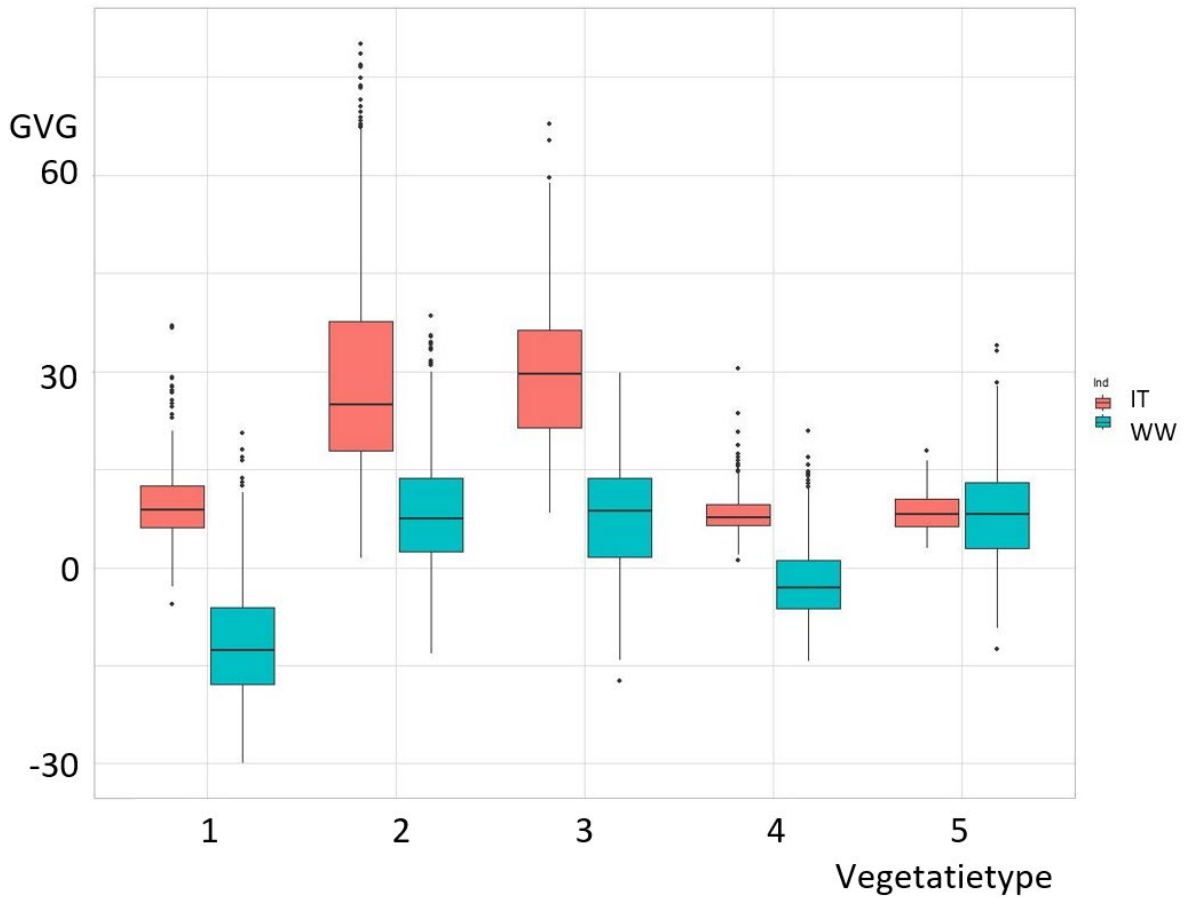
3 *r10AA03* - *Caricetum limosae*: WW beter dan IT. Bestendig in slenken. In Nederland alleen nog post-optimaal bij Ommen en Vierhouten.

4 *r10AB01* - *Eriophoro-Caricetum lasiocarpae*: WW beter dan IT. Slenkengemeenschap, kan in de zomer droogvallen.

Schaminée

Dit betreft allemaal natte veensystemen die door WW aanzienlijk beter worden voorgesteld dan IT.

3.3.3 Klasse r11 – Oxycocco-Sphagneteta



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

1 *r11AA01 - Lycopodio-Rhynchosporium*: WW geeft de optimale situatie weer, hoewel situaties boven maaiveld, zoals IT weergeeft, ook wel voorkomen.

2 *r11AA02 - Ericetum tetralicis*: WW beter, hoewel IT beter het optimum van *Trichophorum germanicum* weergeeft.

3 *r11AA03 - Empetro-Ericetum*: WW geeft optimum goed weer

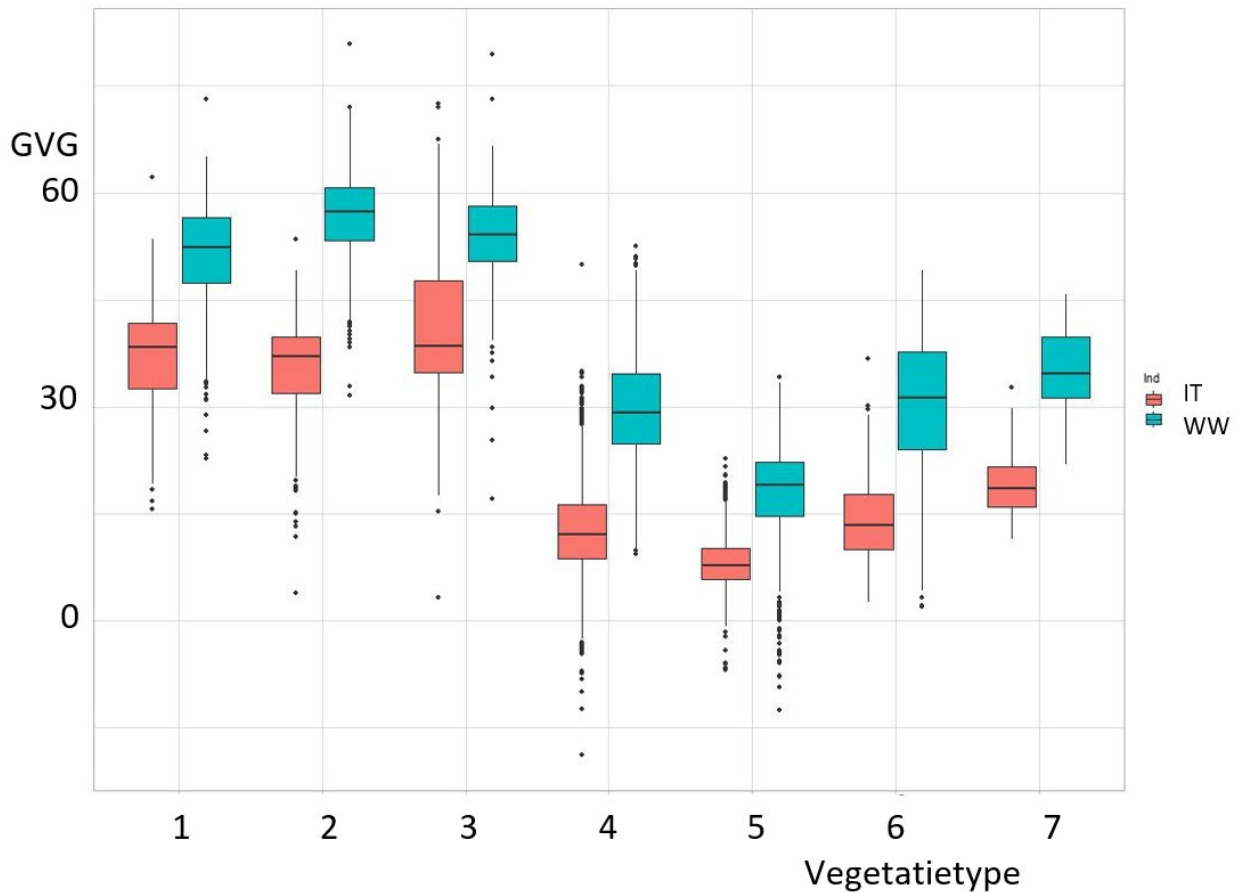
4 *r11BA01 - Erico-Sphagnetum magellanicum*: IT correct. In Spaghnumbulten is het water nooit boven maaiveld.

5 *r11BA02 - Sphagno palustris-Ericetum*: IT en WW beide correct.

Schaminée

Dit betreft natte heiden die in het voorjaar het grondwater dicht bij maaiveld hebben. De WW-indicaties geven dit beter weer dan IT.

3.3.4 Klasse r12 – Plantaginea majoris



Weeda

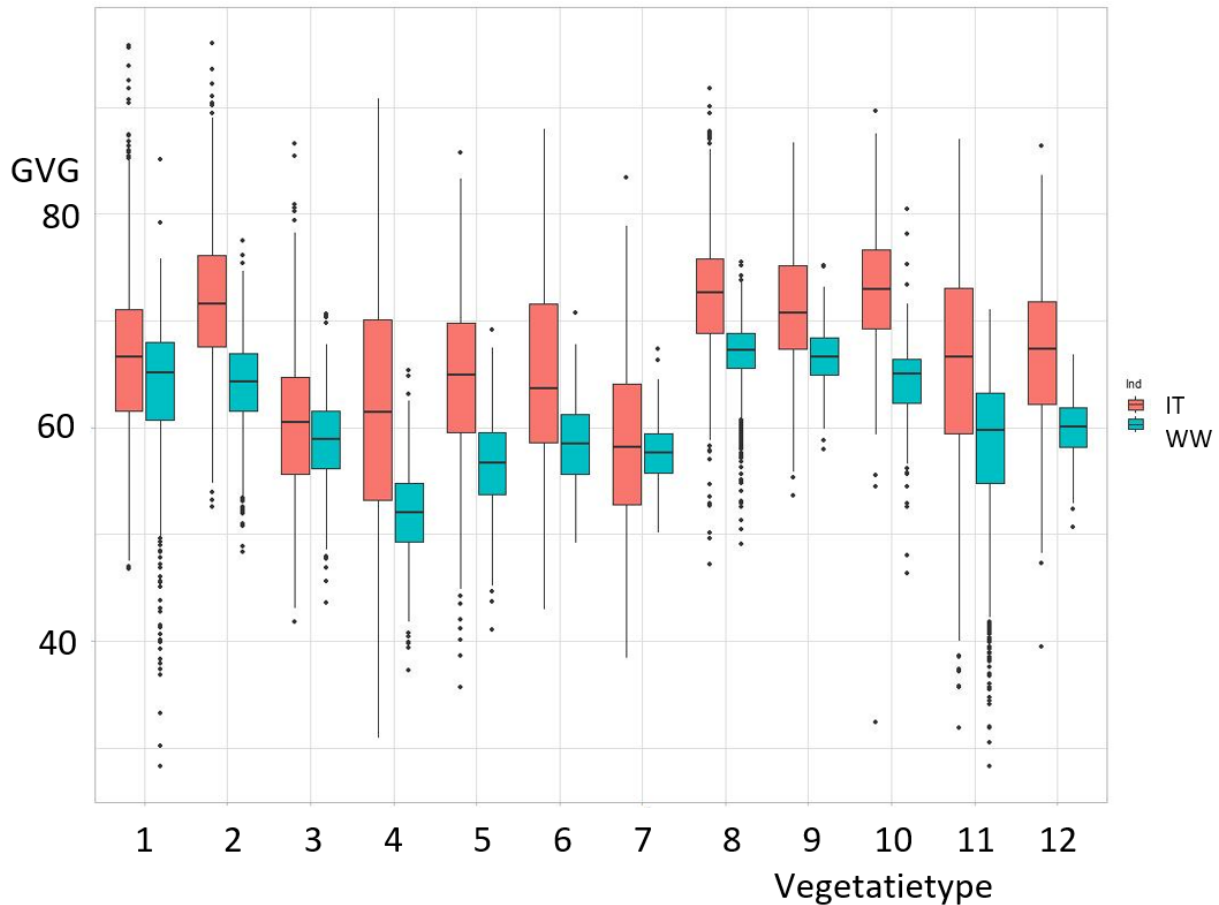
Beoordeling per vegetatietype:

- 1 *r12AA01 - Plantagini-Lolietum perennis*: afreatofytische gemeenschap; IT en WW beide correct.
- 2 *r12AA02 - Coronopodo-Matricarietum*: afreatofytische gemeenschap; IT en WW beide correct.
- 3 *r12AA03 - Bryo-Saginetum procumbentis*: afreatofytische gemeenschap; IT en WW beide correct.
- 4 *r12BA01 - Ranunculo-Alopecuretum geniculati*: IT correct. 's Winters geïnundeerd, wisselvalig in het voorjaar.
- 5 *r12BA02 - Triglochino-Agrostietum stoloniferae*: IT correct.
- 6 *r12BA03 - Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae*: IT correct. Invloed van getij. Wisselend ritmisch binnen etmaal.
- 7 *r12BA04 - Ononido-Caricetum distantis*: IT correct. Invloed van getij. Wisselend ritmisch binnen etmaal.

Schaminée

De eerste drie gemeenschappen betreft tredgemeenschappen; betreding speelt hier een belangrijkere rol dan GVG. De andere vier gemeenschappen betreft associaties van het verbond Lolio-Potentillion; deze gemeenschappen kennen meestal natte omstandigheden in het voorjaar. IT lijkt dit beter weer te geven in de diagrammen.

3.3.5 Klasse r14 – Koelerio-Corynephoretea



Vegetatietypen:

- 1 r14AA01 - *Spergulo-Corynephoretum*
- 2 r14AA02 - *Violo-Corynephoretum*
- 3 r14BA01 - *Ornithopodo-Corynephoretum*
- 4 r14BB01 - *Festuco-Thymetum serpylli*
- 5 r14BB02 - *Festuco-Galietum veri*
- 6 r14BC01 - *Sedo-Thymetum pulegioidis*
- 7 r14BC02 - *Medicagini-Avenetum pubescentis*
- 8 r14CA01 - *Phleo-Tortuletum ruraliformis*
- 9 r14CA02 - *Sileno-Tortuletum ruraliformis*
- 10 r14CA03 - *Tortello-Bryoerythrophyllletum*
- 11 r14CB01 - *Taraxaco-Galietum veri*
- 12 r14CB02 - *Anthyllido-Silenetum*

Weeda

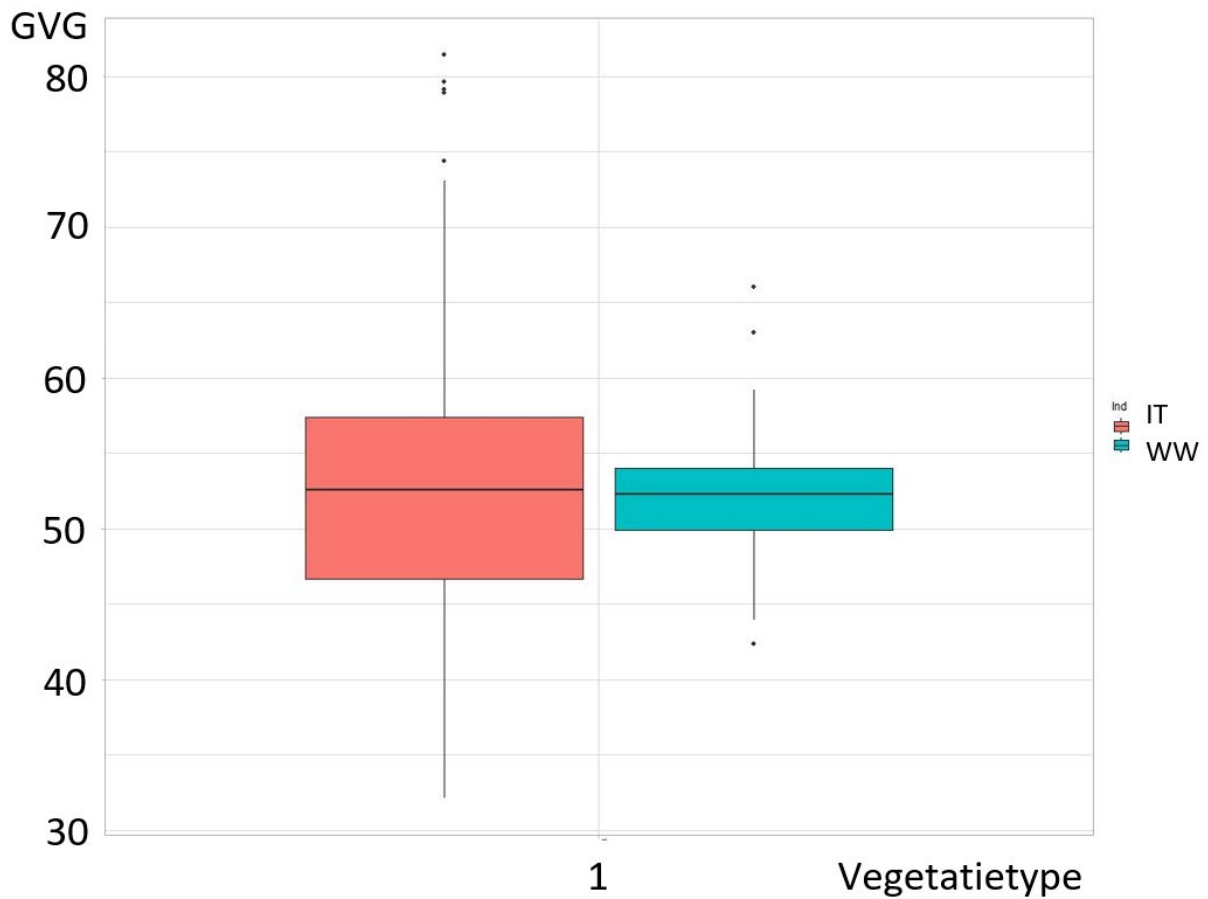
Betreft allemaal afreatofytische gemeenschappen, hoewel r14AA01 - *Spergulo-Corynephoretum*, r14BC01 - *Sedo-Thymetum pulegioidis* en r14BC02 - *Medicagini-Avenetum pubescentis* 's winters kortstondig water in of boven maaiveld kunnen hebben.

IT en WW beide correct.

Schaminée

Dit betreft allemaal droge graslanden. IT lijkt een iets betere voorstelling van de GVG te geven, omdat het over het algemeen wat diepere grondwaterstanden aangeeft.

3.3.6 Klasse r15 - Festuco-Brometea



Vegetatietype:

1 r15AA01 - *Gentiano-Koelerietum*

Weeda

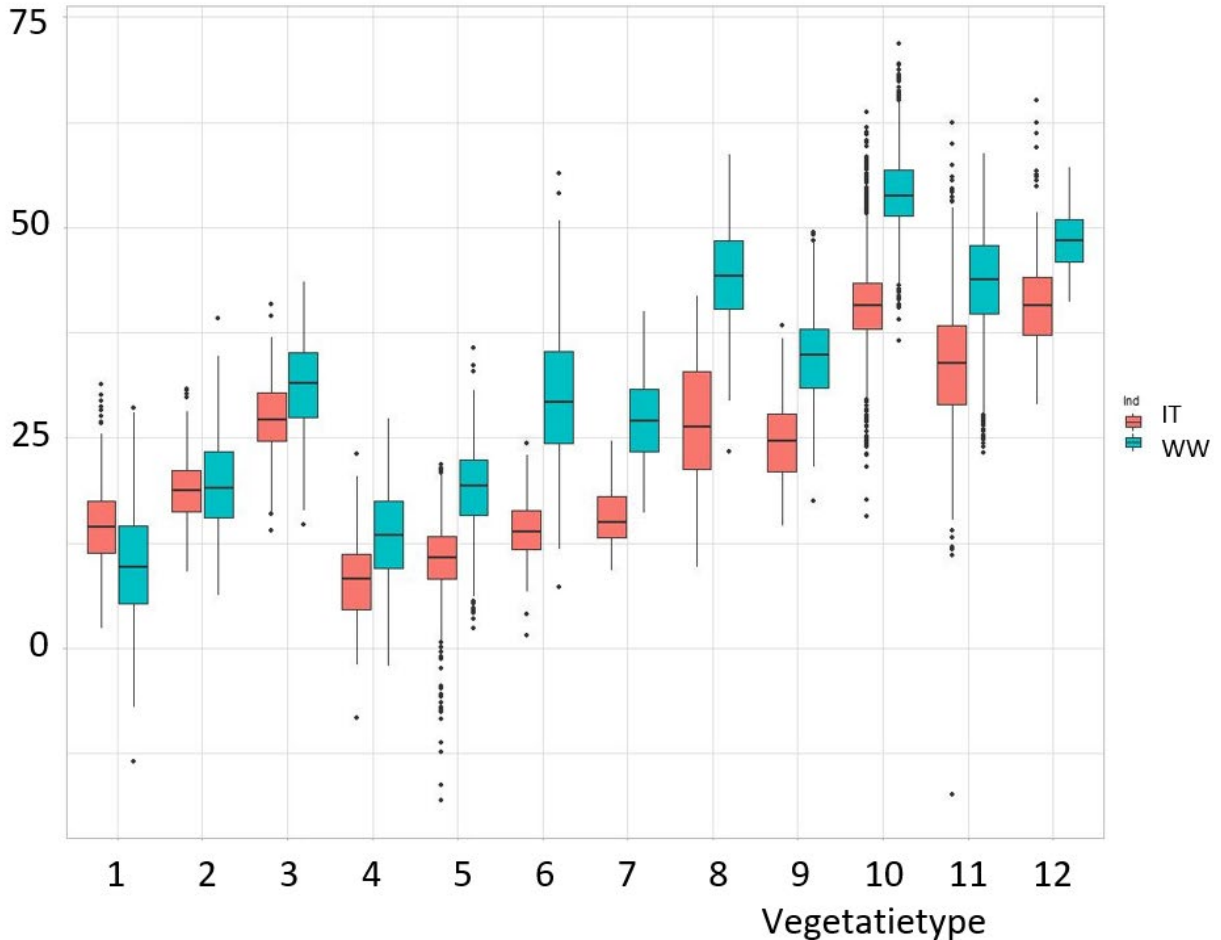
Betreft een afreatofytische gemeenschap (gemeenschap is niet grondwaterafhankelijk).

Schaminée

Kalkgrasland is grondwater onafhankelijk.

3.3.7 Klasse r16 - Molinio-Arrhenatheretea

GVG



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

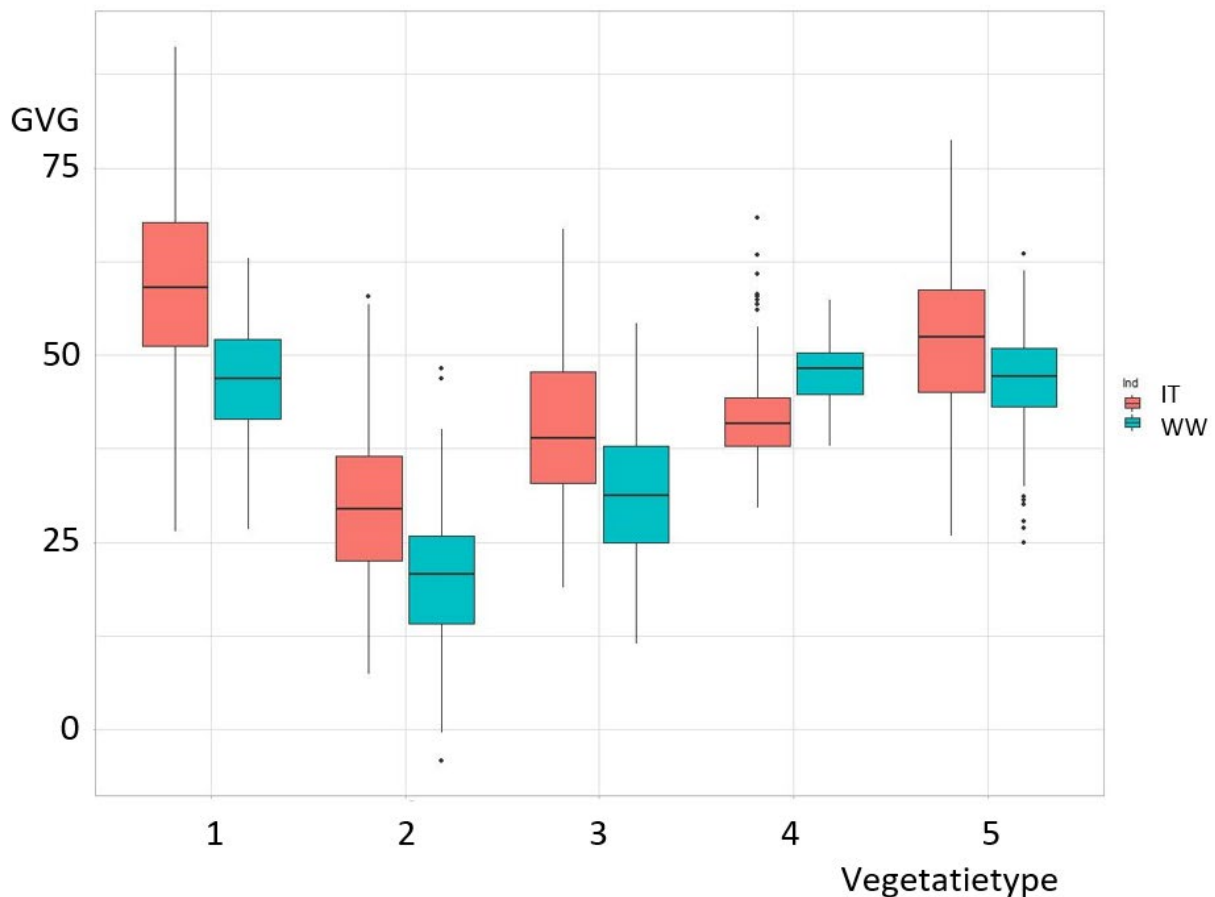
- 1 r16AA01 - *Cirsio dissecti-Molinietum*: WW iets beter dan IT.
- 2 r16AA02 - *Crepido-Juncetum acutiflori*: IT en WW beide correct.
- 3 r16AB01 - *Rhinantho-Orchidetum morionis*: IT iets beter dan WW.
- 4 r16AB02 - *Lychnido-Hypericetum tetrapteri*: IT en WW beide correct.
- 5 r16AB03 - *Ranunculo-Senecionetum aquatici*: IT iets beter.
- 6 r16AB04 - *Scirpetum sylvatici*: IT beter.
- 7 r16AB05 - *Angelico-Cirsietum oleracei*: IT beter.
- 8 r16BA01 - *Fritillario-Alopecuretum pratensis*: IT beter.
- 9 r16BA02 - *Sanguisorbo-Silaetum*: IT beter.
- 10 r16BB01 - *Arrhenatheretum elatioris*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.
- 11 r16BC01 - *Lolio-Cynosuretum*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.
- 12 r16BC02 - *Galio-Trifolietum*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.

Schaminée

De GVG's van de gemeenschappen van klasse 16 worden in principe goed weergegeven met juiste verschillen tussen de gemeenschappen.

Met uitzondering van 16AA01 (*Cirsio dissecti-Molinietum*) geeft IT voor alle gemeenschappen lagere GVG-waarden dan WW, hetgeen een iets realistischere voorstelling geeft.

3.3.8 Klasse r19 – Nardetea



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

1 *r19AA01 - Galio hercynici-Festucetum ovinae*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.

2 *r19AA02 - Gentiano pneumonanthes-Nardetum*: Freatofitische gemeenschap, maar niet geïnundeerd. WW iets beter dan IT.

3 *r19AA03 - Botrychio-Polygaletum*: Komt voor op scharnier zero/hygroserie aan de kust. Water dicht bij maaiveld, 's winters geïnundeerd. WW iets beter dan IT.

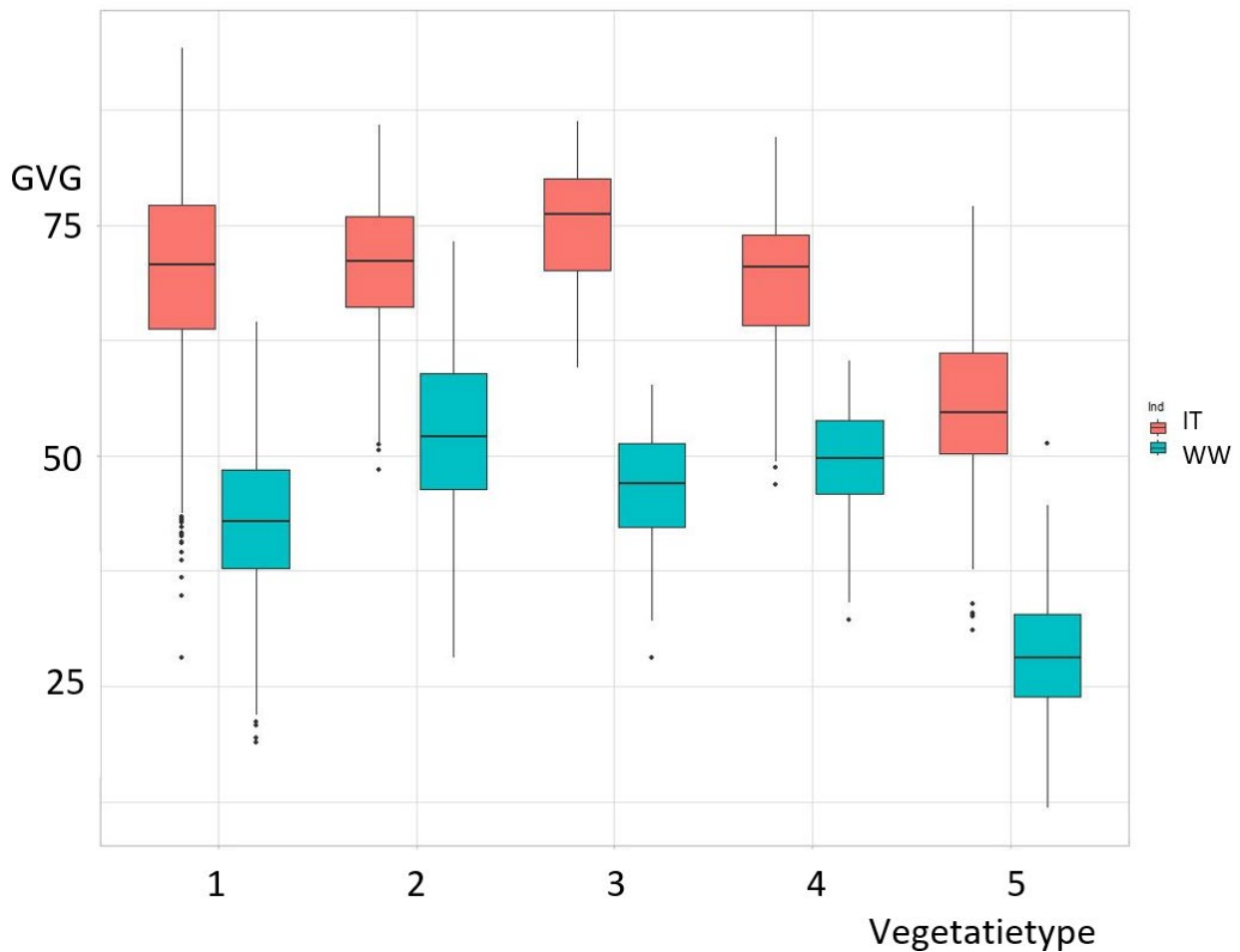
4 *r19AA04 - Betonico-Brachypodietum*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.

5 *r19AA05 - Polygalo vulgaris-Nardetum*: Incidenteel 's winters net geïnundeerd. WW iets beter dan IT.

Schaminée

De lagere GVG's die WW aangeven, zijn realistischer dan wat IT aangeeft. Een uitzondering is *r19AA04 (Polygalo vulgaris-Nardetum agrostietosum vinealis)*, dat juist grondwateronafhankelijk is. Hier geeft WW een wat hogere GVG-waarde aan.

3.3.9 Klasse r20 – Calluno-Ulicetea



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

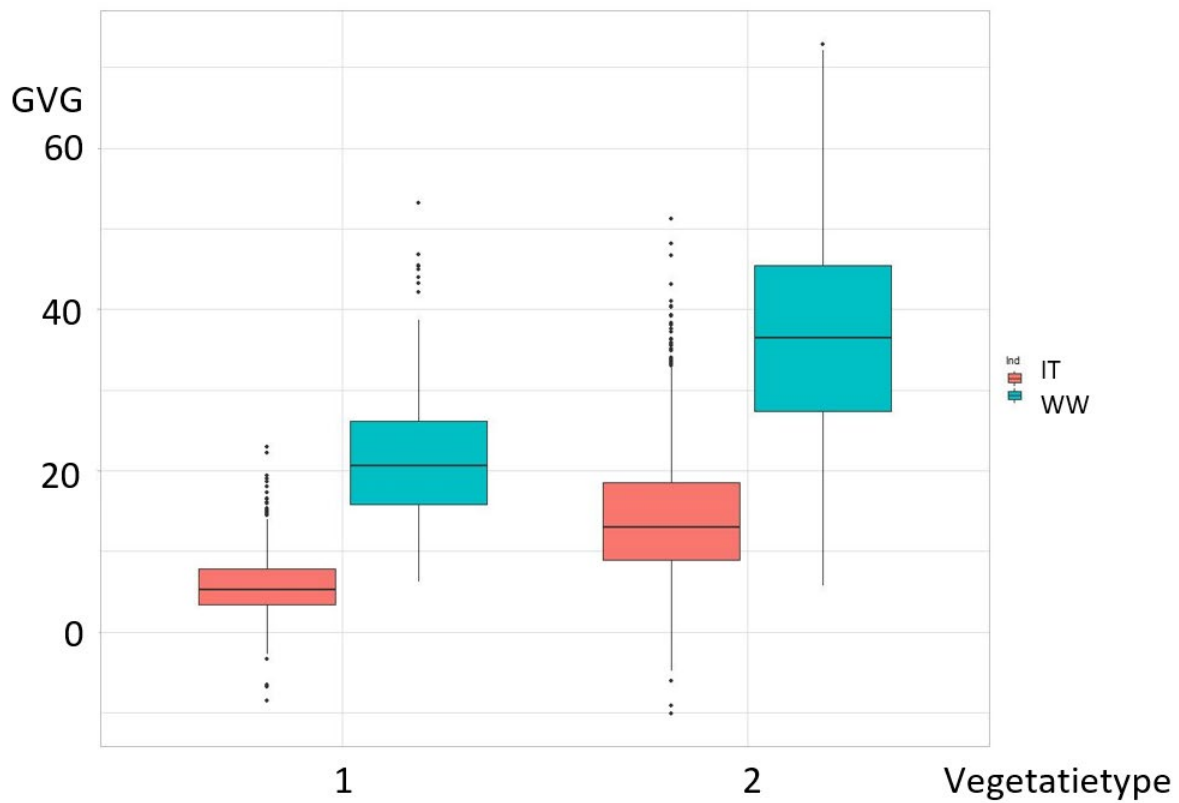
- 1 *r20AA01 - Genisto pilosae-Callunetum*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.
- 2 *r20AA02 - Vaccinio-Callunetum*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.
- 3 *r20AB01 - Carici arenariae-Empetretum*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.
- 4 *r20AB02 - Polypodio-Empetretum*: Afreatofitische gemeenschap. IT en WW beide correct.
- 5 *r20AB03 - Salici repentis-Empetretum*: WW geeft reëler beeld dan IT.

Schaminée

De eerste vier associaties betreft droge heide waarbij IT diepere grondwaterstanden aangeeft dan WW. Mogelijk is IT meer conform wat in het veld kan worden aangetroffen.

De vijfde associatie, *r20AB03 (Salici repentis-Empetretum)*, komt voor in vochtige duinvalleien. Hier geeft WW een duidelijker beeld.

3.3.10 Klasse r42 – Alnetea glutinosae



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

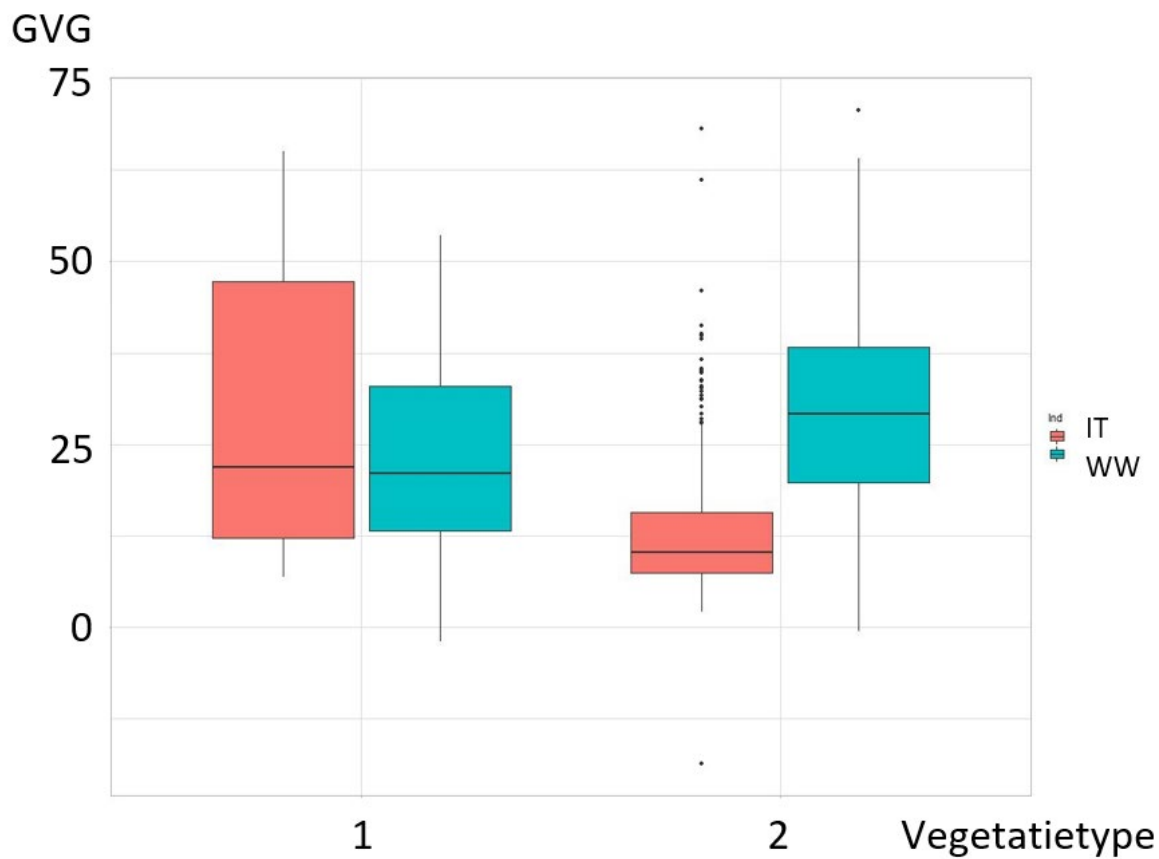
1 *r42AA01* - *Thelypterido-Alnetum*: IT beter dan WW.

2 *r42AA02* - *Carici elongatae-Alnetum*: Deze gemeenschap kent een heterogeen maaiveld. Wordt door IT beter weergegeven.

Schaminée

Elzenbroekbos is doorgaans in het voorjaar nat. IT geeft hier een beter beeld dan WW.

3.3.11 Klasse r43 – Vaccinio-Betuletea pubescentis



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

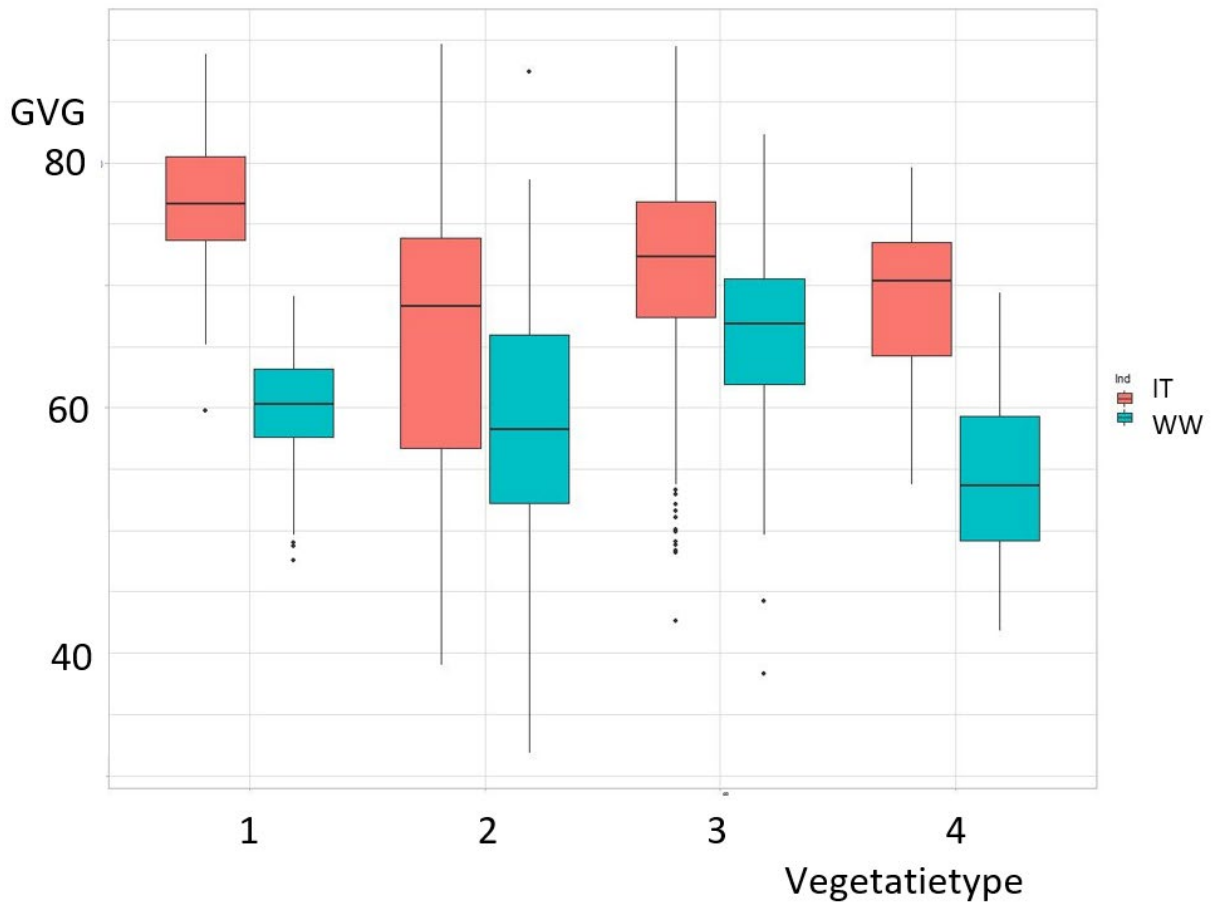
1 r43AA01 - *Erico-Betuletum pubescentis*: IT en WW beide correct.

2 r43AA02 - *Carici curtae-Betuletum pubescentis*: IT beter dan WW.

Schaminée

Berkenbroekbos komt voor op natte, venige standplaatsen. Wat betreft associatie r44AA03 (*Carici curtae-Betuletum pubescentis*) geeft de IT-indicatie een iets reëler beeld.

3.3.12 Klasse r44 – Vaccinio-Piceetea



Vegetatietypen:

- 1 *r44AA01* - *Dicrano-Juniperetum*.
- 2 *r44AA02* - *Cladonio-Pinetum sylvestris*.
- 3 *r44AA03* - *Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*.
- 4 *r44AA04* - *Empetro-Pinetum*.

Weeda

Alle vier de associaties betreffen afreatofytische gemeenschappen. IT en WW beide correct.

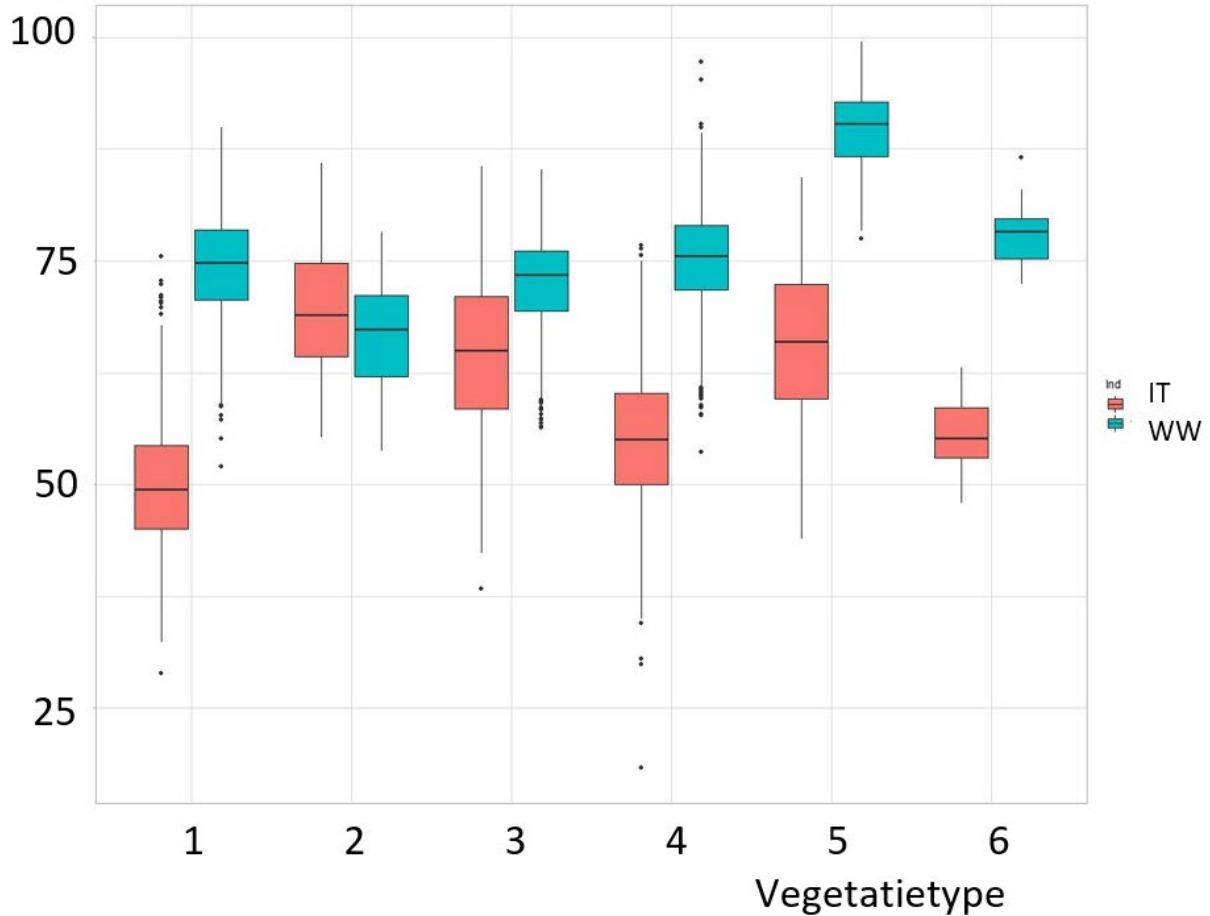
Schaminée

Dit betreft zeer droge bossen met diepe grondwaterstanden. IT lijkt een reëler beeld te geven.

Ten aanzien van *r44AA04* (*Empetro-Pinetum*) wellicht enige vertekening door score *Empetrum* die zowel in natte als droge gemeenschappen groeit.

3.3.13 Klasse r45 – Quercetea robori-petraeae

GVG



Vegetatietypen:

1 *r45AA01* - *Cynoglosso-Quercetum roboris*.

2 *r45AA02* - *Dicrano-Quercetum roboris*.

3 *r45AA03* - *Betulo-Quercetum roboris*.

4 *r45AA04* - *Fago-Quercetum*.

5 *r45AA05* - *Deschampsio-Fagetum*.

6 *r45AB01* - *Luzulo luzuloidis-Fagetum*.

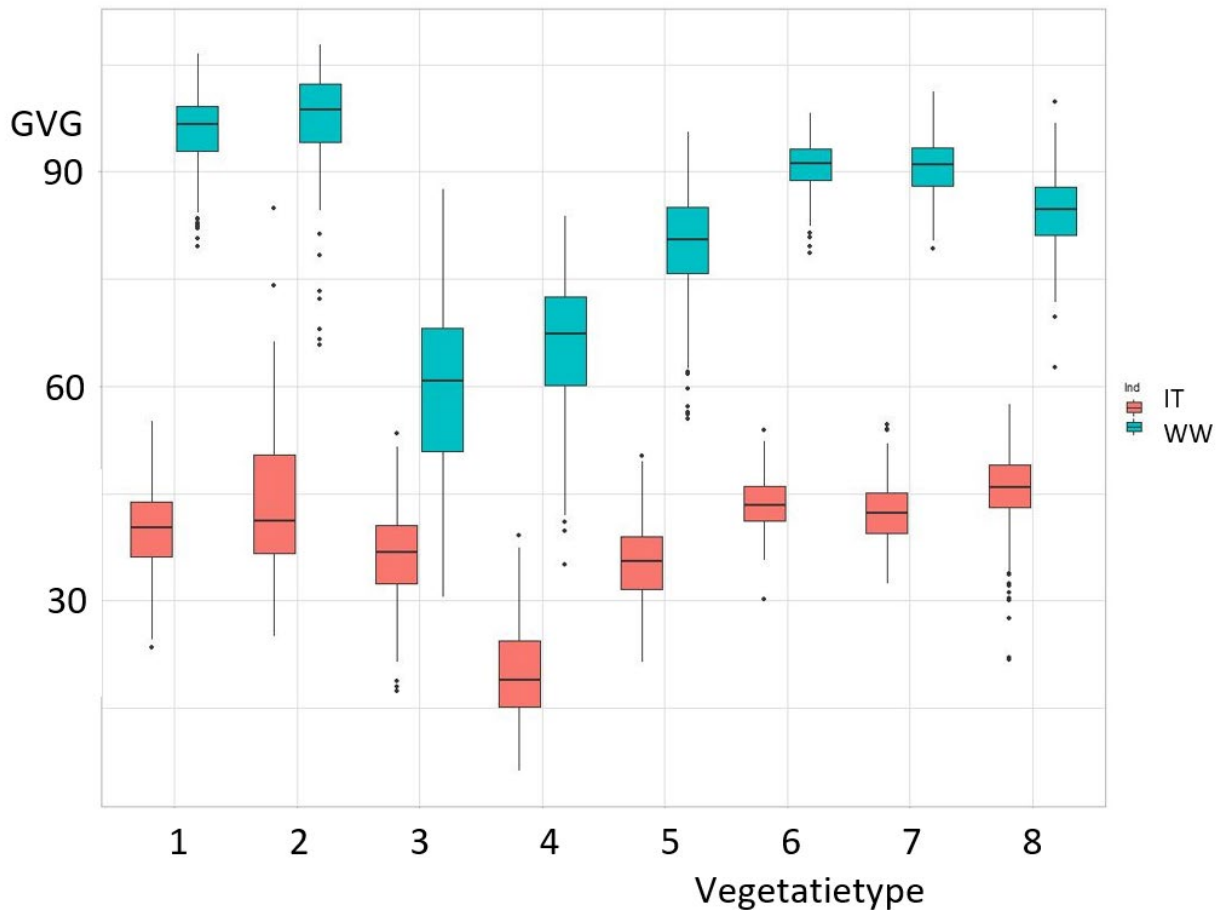
Weeda

Alle zes de associaties betreft afreatofytische gemeenschappen. IT en WW beide correct.

Schaminée

Betreft bossen op droge, zure gronden. De WW-indicaties lijken reëler doordat ze diepere grondwaterstanden aangeven dan IT.

3.3.14 Klasse r46 - Querco-Fagetea



Weeda

Beoordeling per vegetatietype:

- 1 *r46AA01 - Viola odoratae-Ulmetum*: Betreft hardhoutoobos dat in de winter geïnundeerd is. IT geeft reëler beeld dan WW.
- 2 *r46AA02 - Fraxino-Ulmetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.
- 3 *r46AA03 - Crataego-Betuletum pubescentis*: IT geeft reëler beeld dan WW.
- 4 *r46AA04 - Carici remotae-Fraxinetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.
- 5 *r46AA05 - Pruno-Fraxinetum*: IT geeft reëler beeld dan WW.
- 6 *r46AB01 - Orchido-Carpinetum*: Afreatofytische gemeenschap. Komt voor op hellingen en boven grondwater. WW geeft reëler beeld dan IT.
- 7 *r46AB02 - Primulo elatioris-Carpinetum*: Komt soms voor op bodems met schijngrondwaterstand. WW geeft beter beeld dan IT.
- 8 *r46AB03 - Stellario-Carpinetum*: Afreatofytische gemeenschap. WW geeft beter beeld dan IT.

Schaminée

Dit betreft rijke bossen op gronden met een goede vochtvoorziening. Zeer zeker geldt dat voor het bronbos, associatie *r46AA04 (Carici remotae-Fraxinetum)*. IT geeft een reëler beeld van de GVG's dan WW.

3.4 Conclusies

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de overheersende voorkeur voor een indicatorsysteem per klasse. Onderliggende associaties kunnen een andere voorkeur hebben dan de overheersende voorkeur van de betreffende klasse.

Tabel 3.1 Samenvattende beoordeling per klasse van de indicatiesystemen ITERATIO (IT) en WW-getallen.

		pH		GVG		
		Schaminée	Weeda	Schaminée	Weeda	
r05	Potametea - Fonteinkruiddklasse	IT	IT	-	-	Voorkeur voor IT
r09	Parvocaricetea – Klasse van Kleine zeggen	IT	IT	WW	IT/WW	Voorkeur voor WW
r10	Scheuchzerietea – Klasse van Hoogveenbulten	IT	IT/WW	WW	WW	Beide correct
r11	Oxycocco-Sphagnetea – Klasse van Hoogveenbulten en natte heiden	IT/WW	IT/WW	WW	WW	
r12	Plantaginetea majoris – Weegbree klasse	IT/WW	IT/WW	IT	IT/WW	
r14	Koelerio-Corynephoretea – Klasse van Droge graslanden	IT	IT	IT	IT/WW	
r15	Festuco-Brometea – Klasse van de Kalkgraslanden	IT	IT	n.v.t.	n.v.t.	
r16	Molinio-Arrhenatheretea – Klasse van matig voedselrijke graslanden	IT	IT	IT	IT	
r19	Nardetea – Klasse van Heischrale graslanden	IT/WW	IT	WW	WW	
r20	Calluno-Ulicetea – Klasse van Droge heiden	IT	IT	IT/WW	IT/WW	
r42	Alnetea glutinosae – Klasse van Elzenbroekbossen	IT	IT	IT	IT	
r43	Vaccinio-Betuletea pubescentis – Klasse van Berkenbroekbossen	IT/WW	WW	IT	IT	
r44	Vaccinio-Piceetea – Klasse van Naaldbossen	IT	IT	IT	IT/WW	
r45	Quercetea robori-petraeae – Klasse van Eiken- en Beukenbossen op voedselarme grond	IT/WW	IT/WW	WW	IT/WW	
r46	Quercro-Fagetea- Klasse van Eiken- en Beukenbossen op voedselrijke grond	IT	IT	IT	IT	

Zuurgraad

Wat betreft de zuurgraad hebben beide experts in twaalf van de vijftien klassen eenzelfde opvatting. Hun conclusie is dat in de meeste gevallen IT plausibeler waarden geeft dan WW.

Het opvallendste verschil tussen beide systemen is volgens de expert dat de pH-waarden van WW vaak te laag uitvallen, met name in het neutrale tot basische bereik. Weeda veronderstelt dat een brede bandbreedte van de boxplots bij een deel van de associaties te herleiden zijn tot ecologische verschillen tussen subassociaties.

Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand

De experts zijn minder eensgezind bij de beoordeling van de GVG; voor acht van de dertien klassen hebben zij eenzelfde opvatting. Zo worden de WW-indicaties voor de grondwaterafhankelijke gemeenschappen van de klassen r09 (*Parvocaricetea*), r10 (*Scheuchzerietea*) en r11 (*Oxycocco-Sphagnetea*) als realistischer beschouwd dan die van IT.

Wat betreft de graslanden van klasse r16 wordt alleen het Blauwgrasland (*r16AA01 - Cirsio dissecti-Molinietum*) realistischer door WW weergegeven, terwijl de overige grondwaterafhankelijke gemeenschappen van deze klasse beter door IT worden voorgesteld volgens de experts.

Bij de bossen lijkt het omgekeerde het geval. Hier vinden beide experts in de meeste gevallen dat wat betreft de grondwaterafhankelijke gemeenschappen IT een reëler beeld geeft van de GVG.

Bij de afreatofytische (grondwateronafhankelijke) gemeenschappen hebben beide experts niet altijd eenzelfde oordeel. Hier komen soms grote verschillen voor tussen beide systemen, terwijl de vraag is of een grondwaterstand beneden de 50 cm of beneden de 70 cm onder maaiveld ecologisch verschil maakt voor de soortensamenstelling.

4 Selectie LMF-opnamen ten behoeve van trendanalyse sub-begroeiingstypen

4.1 Aanpak PQ-reeksen in de berekende milieuocondities

Van alle door het CBS beschikbaar gestelde LMF-opnamen (62.044) zijn opnieuw de pH en GVG berekend met behulp van de WW-getallen en ITERATIO, waarbij boomsoorten buiten de analyse zijn gehouden. Om de berekeningen zo vergelijkbaar mogelijk te maken, zijn de bedekking (wortel uit de procentuele bedekking) en de weegwaarden van de soorten meegenomen bij de analyse met WW-getallen. Zoals uit eerdere analyses is gebleken, is het meenemen van boomsoorten² medebepalend voor de verschillen tussen berekeningen met WW en ITERATIO (Hennekes et al., 2022). Bij ITERATIO hebben bomen veelal geen vaste waarde, terwijl dat bij WW wel het geval is. Bovendien kan worden gesteld dat boomsoorten (althans als volwassen exemplaar) minder snel beïnvloed zullen zijn door processen die zich in de bovenste 10 à 20 cm van de bodem afspelen. Bij de berekening met ITERATIO is rekening gehouden met de FGR waarin de opnamen zijn gelokaliseerd en of de bodem al dan niet kalkrijk is. Zie hiervoor de reportage van Hennekes et al., 2022.

Uit de voorbeelden die in de werksessies zijn onderzocht, bleek dat er grote onregelmatigheden in de beschikbare LMF-data voorkomen. Daarom is er een nieuwe selectie gemaakt uit de beschikbare LMF-data door opnamen waarmee wat 'aan de hand was' uit te sluiten van de trendanalyses. Dat betreft allereerst de opnamen waarbij in het veld 'lastige opname' een code vermeld staat. Het gaat hierbij om 2.153 opnamen die door Arco van Strien³ met een van de volgende codes zijn gelabeld: x1 (net gemaaid), x2 (net geschoond), x3 (net begraasd), x4 (lastige koeien/ stier of boer), x5 (ondoordringbare locatie, niet te betreden) en x6 (pq onder water en vegetatie niet goed te zien).

Op de tweede plaatst zijn PQ-reeksen uitgesloten waarbij opnamen voorkwamen die wat betreft soortensamenstelling erg afweken van voorgaande opnamen in die PQ. Daarvoor is voor telkens voor twee opeenvolgende opnamen een similariteitsindex berekend.⁴ Deze index is een maat voor de floristische overeenkomst tussen twee opnamen. De formule voor de berekening is gebaseerd op de Jacquard-index:

$$i = \frac{\sum C_c}{(\sum C_A + \sum C_B - \sum C_c)}, \text{ waarbij}$$

- c het aantal gemeenschappelijke soorten is,
- A het aantal soorten uniek voor de ene opname is,
- B het aantal soorten uniek voor de andere opname is,
- C de \log_{10} van de bedekking van een soort in de opname (%) is.

Als $i = 0$, dan is er geen floristische overeenkomst en bij de waarde 1 zijn de opnamen floristisch identiek. De Jacquard-index is uitgebreid op een zodanige manier dat ook de bedekkingswaarden worden meegenomen in de berekening.⁵

Vervolgens zijn de PQ's uitgesloten waarbij opnameparen voorkwamen met een similariteit van 0,5 of lager. Deze grens is enigszins arbitrair, maar is wel verkend door naar opnameparen te kijken die scores hadden boven en onder de 0,5-grens. We gaan ervan uit dat als er een similariteit van 0,5 of lager is opgetreden binnen de termijn tussen twee opnamen, de verandering in soortensamenstelling niet door natuurlijke processen kan zijn veroorzaakt en dat de locatie niet meer onder hetzelfde begroeiingstype gerekend kan worden. Uiteindelijk zijn alleen PQ-reeksen met vijf opeenvolgende observaties (opnamen) meegenomen in de analyses.

Door deze strenge selecties is meer dan de helft van het totaal aantal opnamen buiten beschouwing gelaten. Van de 62.044 opnamen voldeden 23.922 opnamen aan de selectiecriteria.

² <https://www.synbiosys.alterra.nl/indicatoren/Boomsoorten.xlsx>

³ https://www.synbiosys.alterra.nl/indicatoren/Toelichting_LMF_Van_Strien.docx

⁴ https://www.synbiosys.alterra.nl/indicatoren/LMF_indicaties.xlsx

⁵ https://www.synbiosys.alterra.nl/turboveg3/help/en/hunt_duplicates.htm

4.2 Trendanalyses met LMF-selectie

Na de hiervoor beschreven selectieprocedure zijn wederom trends berekend met de resterende data. Hiervoor zijn volledige PQ-reeksen genomen waarin vijf ronden opnamen beschikbaar zijn. Aan elke PQ-reeks is een sub-begroeiingstype toegekend op basis van het waargenomen type in de eerste ronde. Hieronder zijn de sub-begroeiingen getoond met het aantal PQ-reeksen dat onder dit sub-begroeiingstype valt:

- vochtig grasland, n=329;
- naaldbos, n=323;
- droog loofbos, n=429;
- droog grasland, n= 109;
- droge heide, n=174;
- vochtige heide, n=185;
- vochtig loofbos, n=340;
- vochtig duin, n=66;
- droog duin, n=142;
- vochtig duinstruweel, n= 2;
- droog duinstruweel, n=11;
- kwelder; n=24
- open moeras, n=203.

En landschapselementen:

- berm, n=151;
- droge landschapselementen, n=12;
- natte landschapselementen, n= 124;
- houtwallen en windsingels, n= 36;
- rijkswegberm, n= 81;
- dijk, n=29.

Voor elk sub-begroeiingstype is een trend voor de pH-indicatie en de GVG-indicatie met zowel ITERATIO als met WW-getallen berekend. Om de trendrichting vervolgens te kunnen duiden, is een lineaire regressie uitgevoerd waarvan de correlatiecoëfficiënt is berekend tussen de indicatorwaarde en de tijd ($Ind \sim t$). De richting (positief of negatief) en de hellingsgraad zouden bij gelijke trends hetzelfde moeten zijn.

De tijd van opname (t) is op drie manieren meegenomen in de trendberekeningen. Op de eerste manier (1) zijn de waarnemingen ingedeeld naar waarnemingsronde (1-6), die gebaseerd is op de jaren van opname. Deze ronde bestaan grofweg uit perioden van vier jaar. Echter worden de opnamen niet altijd binnen die periode van vier jaar gemaakt, maar kunnen in realiteit één à twee jaar voor of na de toegewezen ronde gemaakt zijn.

Op de tweede manier (2) is gekeken naar de daadwerkelijke datum van opname. Alle data zijn gerangschikt en hernummerd op aantal dagen sinds de vroegste opname van de totale dataset.

Met de derde manier (3) zijn de opnamen ingedeeld in perioden op basis van de datum zoals ze in de opname staan: (1994-1998; 1999-2002; 2003-2006; 2007-2010; 2011-2014; 2015-2017; 2018-2020).

De correlatiecoëfficiënten per sub-begroeiingstypen staan afgebeeld in tabel 4.1 en 4.2.

Tabel 4.1 Correlatiecoëfficiënten per sub-begroeiingstype per indicator op drie tijdschalen; per ronde, per dag van opname en per opnameperiode. Wanneer correlatiecoëfficiënten bij de beide indicatorsystemen dezelfde richting geven, zijn deze groen gearceerd; wanneer er tegengestelde richtingen worden geïndiceerd, krijgen deze waarden een rode arcering. De lineaire regressies zijn geplot in figuur 4.2 (pH) en figuur 4.3 (GVG).

Sub-begroeiings-type	RONDE				DAGEN				PERIODE			
	pH_IT	pH_WW	GVG_IT	GVG_WW	pH_IT	pH_WW	GVG_IT	GVG_WW	pH_IT	pH_WW	GVG_IT	GVG_WW
Vochtig grasland	-0.02	0.02	-0.07	-0.05	0.04	0.01	-0.04	-0.04	0.04	-0.01	-0.03	-0.05
Naaldbos	0.05	-0.02	0.03	0.03	0.06	0.02	0.06	0.08	0.05	0.00	0.05	0.07
Droog loofbos	0.03	-0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.02	0.10	0.03	0.00	0.03	0.08
Droog grasland	-0.01	-0.09	0.02	-0.06	0.08	0.08	-0.10	-0.03	0.09	0.07	-0.06	-0.01
Droge heide	0.01	-0.08	-0.03	-0.11	0.07	0.10	-0.04	0.06	0.11	0.08	-0.04	-0.07
Vochtige heide	0.06	-0.17	0.14	0.16	0.15	0.13	-0.07	-0.08	0.17	0.13	-0.08	-0.10
Vochtig loofbos	0.03	-0.03	0.02	0.06	0.02	-0.03	0.02	0.04	0.02	-0.05	0.02	0.03
Open moeras	-0.04	-0.05	0.05	0.06	-0.05	-0.02	0.08	0.07	-0.04	-0.02	0.08	0.06
Vochtig duin	-0.03	0.00	0.14	0.16	-0.04	-0.07	-0.07	-0.12	-0.03	-0.07	-0.07	-0.11
Droog duin	-0.02	0.05	0.01	0.06	-0.08	-0.10	-0.02	-0.09	-0.09	-0.11	-0.02	-0.09
Vochtig duinstruweel	0.01	-0.14	0.23	0.03	-0.08	-0.15	0.01	0.02	-0.07	-0.16	0.09	0.09
Droog duinstruweel	-0.06	-0.13	-0.12	0.05	-0.15	-0.12	0.02	0.02	-0.19	-0.17	0.05	0.02
Kwelder	-0.09	0.25	-0.15	-0.09	-0.06	-0.38	0.14	-0.09	-0.07	-0.38	0.15	-0.08

Tabel 4.2 Correlatiecoëfficiënten per landschapselement per indicator op drie tijdschalen: per ronde, per dag van opname en per opnameperiode.

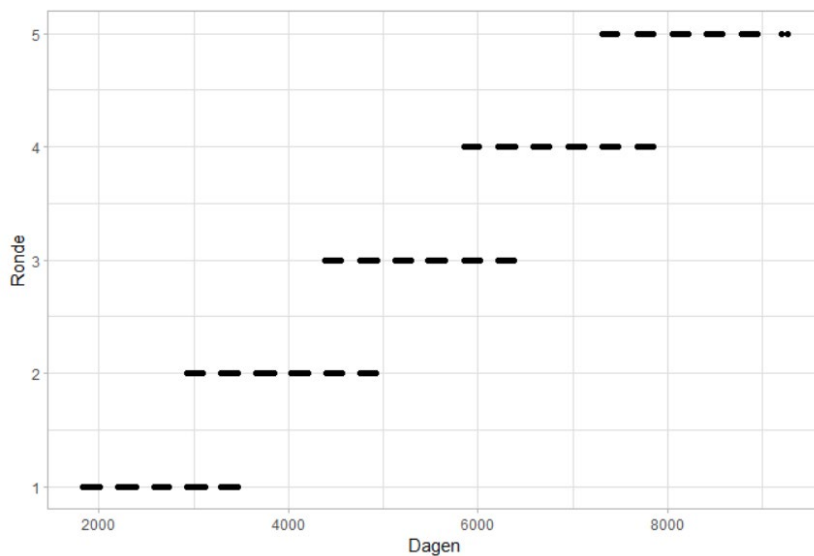
Sub-begroeiings-type	RONDE				DAGEN				PERIODE			
	pH_IT	pH_WW	GVG_IT	GVG_WW	pH_IT	pH_WW	GVG_IT	GVG_WW	pH_IT	pH_WW	GVG_IT	GVG_WW
Berm	-0.01	-0.13	0.01	-0.02	0.07	0.03	0.00	-0.02	0.08	0.04	0.02	-0.03
Droge landschaps-elementen	-0.01	0.02	-0.08	-0.01	-0.03	-0.05	-0.14	-0.05	-0.06	-0.09	-0.05	-0.06
Natte landschaps-elementen	0.00	-0.03	0.07	0.11	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01	0.01	-0.03	0.01
Houtwallen en windsingels	0.00	-0.04	-0.01	0.02	-0.05	-0.04	0.02	0.12	-0.05	-0.05	0.04	0.11
Rijkswegberm	0.00	-0.02	-0.05	-0.06	-0.02	-0.01	-0.05	-0.02	-0.01	0.00	-0.06	-0.03
Dijk	0.00	-0.04	-0.01	0.05	-0.01	0.00	-0.04	0.03	-0.01	0.00	-0.04	-0.02

De mate waarin de trendrichting en trends verschillen tussen de twee indicatorsystemen wordt medebepaald door de manier hoe de tijd-as is opgezet. Wanneer er op ronde wordt gerangschikt, zijn er de meeste afwijkingen tussen de twee indicatiesystemen. Met name wat betreft de pH-indicatie zijn er grote afwijkingen. Wanneer de reeksen worden afgezet tegen een periode-as, waarbij de datum belangrijker wordt, zijn er minder afwijkingen te zien. Wanneer de x-as bestaat uit de datums (de dagenmethode) van de opnamen, blijft er bij de pH-indicatie nog maar één afwijkend sub-begroeiingstype over (vochtig loofbos), tegenover twaalf afwijkende typen bij 'ronde'-methode en vier bij 'periode'-methode. Bij de GVG-indicatie zijn er drie typen afwijkend (droge heide, dijken en kwelder) tegenover resp. vijf en vier afwijkende sub-begroeiingstypen.

Met deze analyse, waarbij een opgeschoonde dataset is gebruikt, lijkt het erop dat trendrichtingsverschillen ook sterk bepaald worden door de manier waarop de x-as wordt opgebouwd. De meeste afwijkingen tussen de indicatorsystemen zijn bij de eerste ('ronde') methode waar te nemen. Dit is hoe de LMF is opgezet en per ronde moet er in principe één opname per reeks beschikbaar zijn. In de praktijk blijkt echter dat de rondes zich niet aan de vierjaarlijkse perioden houden, maar dat rondes tot twee jaar met elkaar overlappen (figuur 4.1). Hierdoor kunnen binnen trendanalyses opnamen met elkaar vergeleken worden die in de praktijk veertien jaar uit elkaar liggen. Dit is niet de methode die het CBS (Arco van Strien) heeft gebruikt voor het compendium, dat is de periode-methode, maar vergelijking op basis van rondes is wel in eerdere rapportages (Hennekens et al., 2022) toegepast.

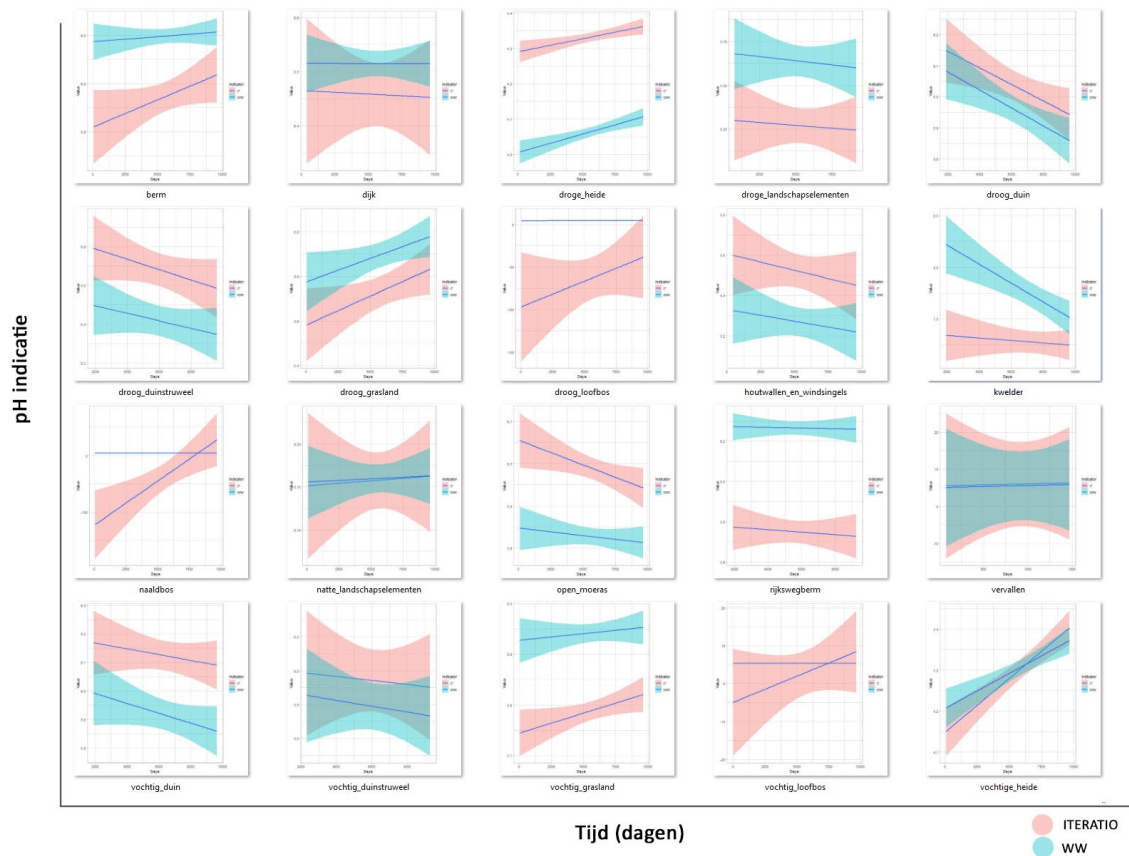
Continuïteit in de vegetatieontwikkeling komt het best naar voren wanneer er een zo klein mogelijke tijdseenheid wordt gehanteerd. In dit geval is dat dagen. Daaruit blijken de minste verschillen in de trendrichtingen tussen de indicatorsystemen naar voren te komen. Methode 3, de 'periode'-methode, houdt nog steeds rekening met het moment van opnamen. Echter wordt er in de projectie geen onderscheid gemaakt of een opname in een reeks vroeg in de periode of laat in de periode is gemaakt. Veranderingen die in vier jaar optreden, worden op deze manier samengenomen in één theoretisch moment. Dit heeft een effect op de trend en dit tot uiting kan komen in grotere verschillen in de trendrichtingen tussen de indicatorsystemen. Zeker wanneer regionalisatie wordt toegepast.

Arco van Strien heeft aangegeven dat hij de periode-methode toepast, omdat de opnamen op een dagschaal zich ruimtelijk niet gelijkmatig over Nederland verdelen. Er is dus op elk moment op de tijd-as een representatief beeld voor Nederland. Soms vallen er in de berekening opnamen buiten de periode waarin ze gemaakt zijn. Bijvoorbeeld wanneer er door de provincie twee opnamen binnen dezelfde PQ-reeks binnen dezelfde periode zijn doorgegeven. Arco van Strien kent dan de daaropvolgende periode toe aan de tweede opname. In onze analyse is hier geen rekening mee gehouden.



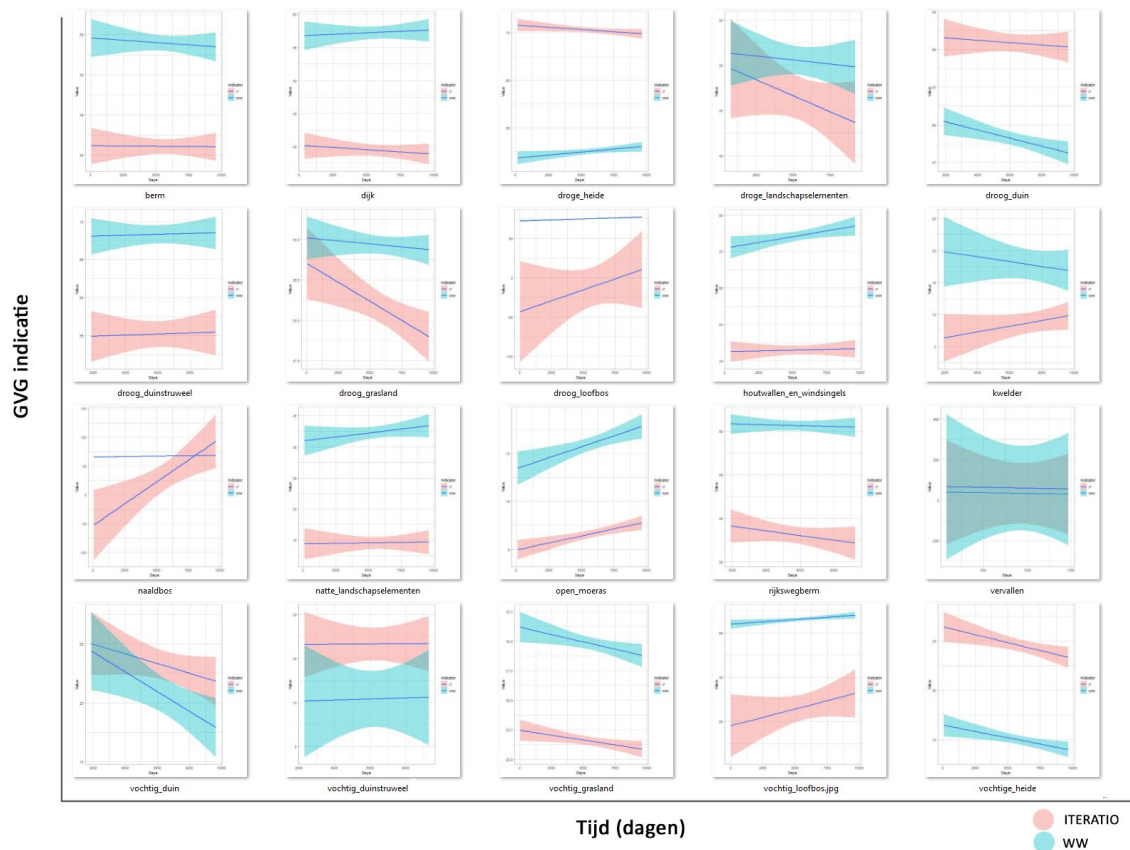
Figuur 4.1 Opnamen met toegekende ronde (1 t/m 5) afgezet tegen de datum van opnamen (als het aantal dagen sinds de 1^e opname). Er is behoorlijke overlap in de ronden te zien. Elke ronde wordt als één punt in de tijd gecompriemd in een trendberekening (ronde-methode).

Hieronder (figuur 4.2 en figuur 4.3) wordt een visueel overzicht gegeven van de berekende lineaire trends per sub-begroeiingstype, afgezet tegen de dagen vanaf de oudste opnamen. Zoals o.a. in het expertoordeel is aangetoond, zijn er structurele en consistente verschillen tussen de indicatiewaarden gegeven door de twee indicatorsystemen (ITERATIO: rood; WW: blauw). Er is dus sowieso een verschil in positionering ten opzichte van de y-as (indicatiewaarde). Voor het tonen van veranderingen zijn echter de richting en helling belangrijk. Hoewel de verschillen tussen de twee meetsystemen structureel zijn, vallen de aangetoonde verschillen binnen de foutmarge die inherent is aan een veldopname.⁶



Figuur 4.2 Trends over tijd (dagen op de x-as) van de pH (indicatiewaarden op de y-as) per sub-begroeiingstype. Van links naar rechts:
rij 1: Berm, Dijk, Droge heide; Droge landschapselementen, Droog duin,
rij 2: Droog duinstruweel, Droog grasland, Droog loofbos, Houtwallen en windsingels, Kwelder,
rij 3: Naaldbos, Natte landschapselementen, Open moeras, Rijkswegberm, Overig/vervallen opnamen,
rij 4: Vochtig duin, Vochtig duinstruweel, Vochtig grasland, Vochtig loofbos, Vochtige heide.

⁶ Bij een veldopname worden schattingen gemaakt van de bedekking volgens de 9-delige Braun-Blanquetschaal. In de praktijk kan er twijfel zijn over juiste categorie van de bedekking. Een 2b (12,5-25%) of een 3 (25-50%) wanneer een soort ca. 20-30% bedekt. In achtereenvolgende jaren is het mogelijk dat er een andere keuze wordt gemaakt in de bedekkingsklasse, hoewel in de praktijk geen verandering is opgetreden. In de analyse wordt de schaal omgezet naar rekenwaarden (in dit geval 18% (2b) of 38% (3)). Een andere keuze kan dus op papier leiden tot een schijnbare toename of afname van 20%, wat meegenomen wordt in de indicatie. Hierom moet rekening worden gehouden met een relatief grote foutmarge in beide indicatorsystemen. Deze foutmarge zal in de praktijk groter zijn dan de verschillen op de y-as tussen ITERATIO en WW.



Figuur 4.3 Trends over tijd (dagen op de x-as) van de GVG (indicatiewaarden op de y-as) per sub-begroeiingstype. Van links naar rechts:
rij 1: Berm, Dijk, Droge heide; Droge landschapselementen, Droog duin,
rij 2: Droog duinstruweel, Droog grasland, Droog loofbos, Houtwallen en windsingels, Kwelder,
rij 3: Naaldbos, Natte landschapselementen, Open moeras, Rijkswegberm, Overig/vervallen opnamen,
rij 4: Vochtig duin, Vochtig duinstruweel, Vochtig grasland, Vochtig loofbos, Vochtige heide.

5 Algemene bevindingen, discussiepunten en vragen

Hier volgen enkele bevindingen die zijn gedaan tijdens de ecologische duiding van berekende trends. We stellen daarbij vragen die verder onderzocht dienen te worden en doen waar het kan aanbevelingen.

5.1 Discussie betrouwbaarheid data afkomstig uit LMF-tijdsreeksen

Te weinig soorten

De opnamereeksen met een afwijkende trend lijken veelal weinig soorten te omvatten. Niet alleen zijn hierdoor de indicatiewaarden minder nauwkeurig, maar ook kunnen kleine veranderingen in soortensamenstelling, bijvoorbeeld het verdwijnen en verschijnen van een enkele soort, een relatief grote verandering in de indicatiewaarde veroorzaken. Jan Holtland laat in zijn beschouwing *Invloed van soortenrijkdom en regio's op de pH-indicatie* zien dat het effect van te weinig soorten op de nauwkeurigheid van de indicatie kleiner is in kalkarme gebieden dan in kalkrijke gebieden. Zie hiervoor bijlage 1. De indicatiewaarden van deze soortenarme opnamen zijn gevoeliger voor veranderingen, maar ook gevoeliger voor (meet)fouten. De betrouwbaarheid van de milieutrends kan worden vergroot door alleen opnamen mee te nemen met een minimaal aantal plantensoorten erin. Op dit moment bevatten zo'n 1000 van de 47000 opnamen vijf of minder soorten. Deze opnamen zouden buiten de analyse gehouden kunnen worden. Daarbij moet wel gekeken worden of andere opnamen binnen dezelfde tijdsreeks (zelfde PQ) dan ook geschrapt moeten worden. Een alternatief is de opnamen met een laag soortenaantal te duiden met een grotere foutmarge of onnauwkeurigheid welke in de trendberekeningen meegenomen kan worden. Een probleem is dat er begroeiingstypen zijn, zoals droge heide, die van nature soortenarm zijn en waarbij bijvoorbeeld vijf soorten een goede representatie van de vegetatie is.

Verschuivingen in soortensamenstelling mogelijk verklaard door verschuiving in locatie PQ

In enkele tijdsreeksen verandert de soortensamenstelling dusdanig dat er niet meer gesproken kan worden over eenzelfde vegetatie-eenheid, hoewel deze nog wel tot het oorspronkelijke begroeiingstype gerekend wordt. Mogelijk kan een verschuiving van de locatie van de opname hieraan ten grondslag liggen (onnauwkeurigheid gps-locatie?) of soms is de vegetatie dusdanig beïnvloed door een beheermaatregel (bijvoorbeeld kappen) dat het begroeiingstype veranderd is. Wanneer de locatie van het plot niet altijd op precies dezelfde plek ligt, heeft dit invloed op de gedocumenteerde soortensamenstelling. Wanneer er reguliere gps-apparatuur gebruikt wordt om de locatie te bereiken, blijft een verschuiving vaak beperkt tot 1 à 2 meter. Een d-gps heeft een potentiële nauwkeurigheid van 1 cm, maar de omgeving kan een groot effect hebben in deze nauwkeurigheid, in het bijzonder in hoge begroeiingen en reliëfrijk terrein. Een afwijking van 1 meter leidt direct tot een minimaal verschuiving van een kwart van de opname (indien de opname 4x4 m behelst). Echter, het kan ook zijn dat een opnamelocatie überhaupt niet bereikt kan worden of dat de locatie niet bepaald kan worden (bijvoorbeeld door het bereik van het gps-apparaat), en dat er toch een opname gemaakt wordt. Deze opnamen zijn onbetrouwbaar en dienen niet te worden meegenomen in de analyse. Daarom is het belangrijk om alleen opnamen met coördinaten mee te nemen en deze coördinaten elke meetronde weer opnieuw vast te laten leggen. Er kan dan met een bepaalde afstandsmarge bepaald worden welke opnamen er meegenomen kunnen worden in de analyse en welke niet. Welke marge er genomen moet worden, is niet direct te bepalen. Begroeiingen kunnen over grote oppervlakten vrij homogeen zijn, maar ook op de vierkantemeterschaal sterk verschillen.

Verschuivingen in soortensamenstelling mogelijk verklaard door beheermaatregel

In andere tijdsreeksen verandert de soortensamenstelling dusdanig dat er niet meer gesproken kan worden over eenzelfde vegetatie-eenheid, doordat er een beheermaatregel heeft plaatsgevonden binnen de tijdsreeks. Het kappen van bos en het plaggen van heide zijn zeer invasieve maatregelen die de situatie van een plot compleet veranderen. Wanneer deze veranderingen niet worden meegenomen in de analyse omdat een locatie nu eenmaal tot een bepaald cluster behoort, kan dit grote gevolgen hebben voor de trendanalyse. Voor correcte analyses dienen alle opnamereeksen goed geëvalueerd te worden. Is een bosopname twaalf jaar later nog steeds een bos? Wanneer dit niet het geval is, dient de reeks niet meegenomen te worden in de trendanalyse. Daarnaast kunnen ook minder opvallende beheermaatregelen invloed hebben op de ontwikkeling van een vegetatie. Idealiter moet men van elke locatie dus op de hoogte zijn van het uitgevoerde beheer.

Geen homogene opname

Veel locaties liggen niet in een homogene vegetatie. Dit kan liggen aan de locatie van het plot, maar kan ook te maken hebben met de natuurlijke structuur van de vegetatie. Elzenbroekbossen kunnen binnen de vegetatie, en dus binnen de opname, zowel droge als natte plekken omvatten. Hierdoor is de indicatie moeilijk te interpreteren. Indicaties binnen dit soort vegetatietypen hebben dus een grotere onzekerheidsmarge.

Meetruis en opvallende fluctuaties in bedekkingen

De schaal waarin de bedekking van een soort wordt uitgedrukt in de opnamen (Braun-Blanquet gemodificeerd), wordt omgezet in rekenwaarden voor de berekening. Inschattingen van bedekkingspercentages van verschillende waarnemers kunnen flink van elkaar afwijken, zeker bij hogere bedekkingen kan dit een effect hebben op de indicatiewaarden van een reeks. Idealiter worden alle vegetatieopnamen door een en dezelfde persoon uitgevoerd. Een geoefende vegetatiekundige zal vaak eenzelfde inschatting van de bedekking maken, waardoor metingen beter te vergelijken zijn. Twee geoefende vegetatiekundigen zullen inschattingen altijd anders maken. Normaliter wordt dit opgevangen door het gebruik van een opnameschaal als de Braun-Blanquetschaal, die bij hoge bedekkingen een grotere klassering biedt (tabel 5.1). Deze ranges vallen echter weg wanneer de opnameschaal voor analyses wordt omgezet in een rekenwaarde om de indicatiewaarden te wegen. De hogere bedekkingsklassen schelen daarbij zo'n 20% van elkaar, terwijl de daadwerkelijke verschillen in bedekking kleiner of juist groter kunnen zijn en wegvallen, waardoor de onzekerheid bij een hoge bedekking van plantensoorten groter is. Daar komt bovendien een omrekening van Braun-Blanquetschaal naar een statistische rekenwaarde overheen. Zo wordt 49% of 51% bedekking (vallen in klasse 3 en 4 van Braun-Blanquetschaal) omgezet naar 38% (gemiddelde van klasse 3) of 68% (gemiddeld van klasse 4) bedekking, terwijl hetzelfde geldt bij 26% of 74% bedekking die naar dezelfde waarden worden omgezet. Immers, in de opnameschaal is een 3 een bedekking tussen de 25% en de 50% en een 4 een bedekking tussen de 50% en de 75%. Het is daarbij moeilijk te achterhalen of het gaat om een meetfout, een inschattingsfout of een daadwerkelijke verandering in bedekking. De foutmarges worden dus verborgen in de analyse, maar moeten in de conclusies wel worden meegenomen. Bij kleine afwijkingen in de resultaten moet hier zeker rekening mee gehouden worden.

Tabel 5.1 Notities en rekenwaarden Braun-Blanquet opnameschaal.

BB-code	Beschrijving	Bedekkingsklasse Braun Blanquet-schaal	Statistische rekenwaarde: gemiddelde van klasse voor weging bedekking
r	Zeer weinig exemplaren	1 exemplaar, <5% bedekking	1%
+	Weinig exemplaren	2-5 exemplaar, <5%	2%
1	Talrijk	6-50 exemplaar, <5%	3%
2	Zeer talrijk of willekeurig	5-25% bedekking	13%
3	Willekeurig	25-50%	38%
4	Willekeurig	50-75%	68%
5	Willekeurig	75-100%	88%

Seizoenseffecten

Wat is het effect van het moment van de opname in het seizoen? Opnamen binnen een reeks worden niet altijd op hetzelfde moment in het jaar uitgevoerd. Dit kan gevolgen hebben voor de relatieve bedekking van de soorten binnen een opname en dus in de opname. Sommige soorten zijn vroeg in het jaar aanwezig of dominant, maar verdwijnen in de zomer. Ook hier dient rekening mee gehouden te worden, wanneer er naar de resultaten gekeken wordt. Hetzelfde geldt ook in de perioden tussen de opnamen van een tijdsreeks. Een trend is het beste te berekenen wanneer de periodiciteit tussen de opnamen binnen de reeks gelijk is. In acht jaar kan immers meer gebeuren dan in een enkel jaar. Wanneer PQ-opnamen voor de berekeningen geclusterd worden binnen een bepaalde periode, moet men er zeker van zijn dat er tussen de PQ-opnamen binnen een tijdsreeks evenveel tijd verstreken is. Verschillende periodiciteiten binnen een reeks kunnen de trend sterk beïnvloeden en zijn veelvoorkomend in de dataset.

Een strakkere regie op de kwaliteit van de voor de trendanalyses gebruikte data is aan te bevelen, waarbij met strengere controle en criteria gewerkt kan worden. Daarbij is het aan te bevelen een duidelijke referentieset aan te houden, waarbij de abiotische standplaatsfactoren daadwerkelijk, en het liefst herhaaldelijk, gemeten zijn. In hoofdstuk 4 is erop basis van een correctiebestand een nieuwe selectie gemaakt. De selectieprocedure, waarbij zorgvuldiger wordt gekeken naar mogelijke verstoringen in tijdsreeksen, kan de analyse nauwkeuriger maken. Echter wordt hierdoor een relatief groot deel van de beschikbare data geselecteerd dat niet geschikt bevonden wordt voor trendanalyses. Dit betekent niet dat de overige tijdsreeksen geen nut hebben voor onderzoek. De reeksen bevatten ook waardevolle informatie over lokale processen in de vegetatie of effecten van beheermaatregelen. Echter kunnen ze in trendberekeningen van milieu-indicatiewaarden, die in bulk worden uitgevoerd, de resultaten sterk beïnvloeden. Deze effecten van anomalieën in de data overstijgen daarbij doorgaans de effecten van de verschillende rekenmethoden (WW of IT).

5.2 Trendberekeningen

Trends worden berekend met een lineaire regressie

Er wordt voor het CLO per PQ-reeks een trend berekend. Het Bayesiaanse regressiemodel dat is gebruikt, schat de gemiddelde indicatiewaarde per periode en houdt rekening met willekeurige, maar plot-specifieke effecten. De trend is gebaseerd op de lineaire regressie door deze schattingen van gemiddelde indicatiewaarde. De trendrichting is echter sterk onderhevig aan de effecten en variatie binnen een periode. Deze clustering 'versterkt' mogelijk het systematische verschil tussen de twee indicatorsystemen. We zien dan ook grote periode-effecten, die mogelijk voorkomen kunnen worden door niet per periode (of ronde) te rekenen, maar dagen aan te houden als tijdschaal. Hierdoor blijven de verschillen tussen de trends, berekend met de twee gebruikte indicatiesystemen, kleiner en zien we in de berekeningen minder afwijkingen tussen de berekende trends. Wederom blijft het belangrijk om dan ook de variatie, significantie en onzekerheid inzichtelijk te maken.

Clustering van het vegetatietype lijkt effect te hebben

Een belangrijke vraag is of de clustering van de opnamen past bij de ecologische interpretatie van de resultaten. Binnen het CLO worden opnamen samengevoegd op basis van een sub-begroeiingstype. Echter zijn deze clusters zeer verschillend van karakter en de vegetatietypen die daaronder vallen, zijn onderling moeilijk te vergelijken. In elk cluster zijn andere omgevingsfactoren van belang. Zo zijn de 'natte graslanden' een erg breed begrip waar een grote variatie aan vegetatietypen in is opgenomen. Terwijl dit bij het type kwelder veel smaller is. Met andere woorden, de abiotische range van het type natgrasland is veel breder dan bijvoorbeeld die van het type kwelder. Wanneer ernaar vochtige en droge heide wordt gekeken, komt daarbij dat deze begroeiingstypen vaak in mozaïek samenvallen en dat hierdoor de kans op overlap tussen de twee typen binnen de clusters groot is. Hoewel het statistisch en ook communicatief ingewikkelder is, zou het voor de analyse en de trendvergelijkingen beter zijn om duidelijker afgebakende begroeiingstypen te hanteren. Op het niveau van associatie (volgens het syntaxonomische overzicht van de Vegetatie van Nederland) kunnen de meest nauwkeurige analyses worden uitgevoerd, omdat een opname met een relatief grote zekerheid tot deze typen wordt gerekend. Echter zal de meerderheid van de opnamen niet te classificeren zijn tot op associatieniveau. Vanwege de (deels terecht) willekeurige plaatsing van de PQ's kunnen veel opnamen als rompgemeenschap worden aangeduid, waar juist minder duidelijk indicatieve

soorten in voorkomen. Wel is het voorkomen van rompgemeenschappen *an sich* indicatief voor de status van een bepaalde begroeiing, maar gaat dit hand in hand met een verminderde nauwkeurigheid van de milieu-indicator. Wellicht dat de aanwezigheid van rompgemeenschappen zelf als milieu-indicator gezien kan worden, maar dan moet er een heldere referentieset of 0-meting beschikbaar zijn. Bovendien is het lastig om rompgemeenschappen onderling kwalitatief te onderscheiden. Mogelijk kan er ook naar verbonden gekeken worden, echter zien we hier dat onder meer de graslandverbonden weer een relatief grote variatie aan associaties herbergen en daarmee de onzekerheidsmarge in de abiotische trend flink vergroot wordt. Er is dus geen optimale clustering aan te wijzen die over de gehele vegetatie toepasbaar is. Wel kan er gekeken worden naar het versmallen van zeer brede begroeiingstypes, zoals graslanden, waar onderscheid gemaakt kan worden tussen kalkgraslanden, hooilanden op zand, duingraslanden etc.

Van de 62.000 LMF-opnamen kan er maar 35% tot een associatie worden toebedeeld, gebruikmakend van EXPERT 2.0.7. Bij een toebedeling tot een verbond zal 58% van de opnamen afvallen. Wanneer ook de strengere selectiecriteria worden toegepast, zal bij deze clustering maar 17% van de LMF-dataset geschikt zijn voor analyse. En omdat er alleen met volledige reeksen gewerkt kan worden, is dit een overschatting van de te gebruiken set. In een uitwerking van die resultaten dient ook die onzekerheid van de berekening, mits met goede onderbouwing, inzichtelijk te worden gemaakt. Denk hierbij aan het tonen van een verklarende tabel of een zogenaamde onzekerheidspluim, lijnen rondom de grafieklijnen.

5.3 Doorwerking verschillen berekeningen IT en WW in indicatie

Te veel soorten met een brede range

De indicatiewaarden voor soorten die voorkomen in een brede abiotische range (WW met indicatiewaarde, en bij IT veelal soorten zonder vaste indicatiewaarde) zijn gebaseerd op een breed voorkomen van die soorten, ook buiten de begroeiingstypen waarvoor de indicatiewaarde berekend wordt. Zo komt *Calluna* voor in droge heide en in hoogveen. Deze soorten zeggen relatief weinig over de milieucondities van sterk milieu-specifieke begroeiingen.

Wanneer weegwaarden en bedekkingen (WW) van deze breed voorkomende soorten niet meegenomen worden in de berekeningen bij WW of geen effect hebben op het resultaat, geeft dit een grotere onnauwkeurigheid in de indicatiewaarden, in het bijzonder bij de specialistischere begroeiingen. Alleen zeldzame soorten (meestal soorten die voorkomen in een smalle milieurange) hebben een grotere nauwkeurigheid.

Voor een goede werking van ITERATIO geldt dat ca. 30% van de soorten in een set van opnamen een gefixeerde en van tevoren vastgestelde indicatiewaarde heeft. Dat zijn met name de soorten met een smalle range (amplitude) voor de betreffende milieufactor (pH, GVG, trofie). De indicatiewaarde wordt bepaald door het optimum van de soort, waarbij de mate van voorkomen en de grootste bedekking van de soort in de opnamen een rol spelen, dus de positie op de milieugradiënt waar de soort zijn grootste concurrentiekracht heeft (Hennekens et al., 2022).

Algemeen wordt ingezien dat soorten met een smalle range op een bepaalde milieu-as de scherpste indicatiewaarde van een vegetatieopname opleveren. Echter, dergelijke soorten komen in de praktijk in lang niet alle opnamen voor. Voor ITERATIO is daarom een statistiek ontwikkeld waarbij het 'werk' gedaan wordt door de smalle soorten en waarbij de bredere soorten via een iteratief proces gefit worden op de milieugradiënt die in hoge mate door de smalle soorten gedefinieerd wordt. De bredere soorten die geen gefixeerde indicatiewaarde hebben, krijgen zo een waarde die bepaald wordt door de smalle soorten bij wie ze in de opnamen voorkomen. Zo wordt bereikt dat de smalle soorten de milieugradiënt bepalen en waarbij toch ook vegetatieopnamen zonder deze smalle soorten een indicatiewaarde krijgen (Holtland et al., 2010).

ITERATIO lost het probleem van de onnauwkeurigheid die soorten met een brede milieurange veroorzaken op door hun indicatiewaarde afhankelijk te maken van het voorkomen van soorten met een relatief smalle milieurange. WW lost het probleem van de onnauwkeurigheid die soorten met een brede milieurange veroorzaken gedeeltelijk op door deze soorten een lagere weegwaarde te geven.

De rol van mossen en korstmossen in de milieu-indicatie

In veel gevallen worden mossen niet meegenomen in het maken van een opname. Het blijkt dat dit per monitoringsopdracht verschilt. Dit is begrijpelijk, aangezien de mossensoorten kennis niet altijd hetzelfde niveau heeft als de vaatplantensoorten kennis bij ecologen. Echter worden mossen net als vaatplanten gekoppeld aan een indicatiewaarde en zijn derhalve even indicatief voor de milieucondities. Wanneer mossen niet meegenomen worden, wordt er per definitie een niet of minder nauwkeurige indicatie berekend. Zeker in mosrijke begroeiingen (hoog- en laagvenen in het bijzonder) kan dit een zeer groot effect hebben. Maar ook in bossen en (duingraslanden) zijn mossen belangrijke indicatoren voor veranderingen in milieucondities. Hierbij gaat het uitsluitend om de epigeïsche mossen, omdat mossen op ander substraat niets over de bodemgesteldheid zeggen. Daarnaast is het niet rechtmatig om opnamen met mossen op eenzelfde manier te vergelijken met opnamen zonder mossen. In de huidige clusterings wordt hier nu geen onderscheid in gemaakt en dit kan tot moeilijk interpreteerbare resultaten leiden.

Toebedeling Fysisch-Geografische Regio

ITERATIO is gemaakt voor het berekenen van de indicatiewaarden op gebiedsniveau. Dit omdat de soorten zonder een vaste indicatiewaarde, deze waarde moeten verkrijgen van smalle soorten die wel ongeveer in dezelfde milieucondities voorkomen. Omdat we voor het CLO landelijke trends berekenen, is ITERATIO gedraaid met een FGR-regio-indeling. Deze regio is wel veel grootschaliger dan per gebied.

In sommige gevallen is de positie van de PQ verkeerd toebedeeld aan een regio, waardoor de verkeerde set aan voorwaarden, weegwaarden per soort per FGR, is toegepast. Door het schaalniveau van de FGR-kaarten worden sommige PQ-reeksen aan de verkeerde FGR toebedeeld. Dit kan handmatig ondervangen worden door in de grensgebieden de locatie van de opnamen te beoordelen. Praktischer zou zijn om een buffer te hanteren langs de regiogrenzen en hiermee moeilijk te bepalen locaties uit de selectie te halen of in het veld – aan de hand van FGR-gebonden criteria – de fysisch-geografische regio aan te duiden. Ook voor WW-indicaties is het mogelijk de berekeningen per regio uit te voeren in plaats van de nu landelijke toepassing. Hiermee zal met subsets van achterliggende data per regio gewerkt moeten worden. De toepassing van een FGR heeft enig effect op de indicatiewaarden van ITERATIO en daardoor op de verschillen tussen ITERATIO en WW. Toch is FGR vaak niet het geschiktst als indeling voor ITERATIO. Zo geeft WW in de kalkrijke gebieden een iets nauwkeuriger beeld van juist de zuurdere situatie vergeleken met ITERATIO (zie bijlage 1).

Niet vaste indicatiewaarden en landelijke berekeningen

Binnen ITERATIO liggen niet alle indicatiewaarden vast, maar zijn afhankelijk van het voorkomen van enkele vastgelegde soorten (soorten die voorkomen in een smalle milieurange). In de huidige analyse levert dit op PQ-niveau preciezere indicatiewaarden op. Wanneer er na vier jaar een nieuwe ronde LMF is opgenomen en de berekeningen worden herhaald, is het (zeer goed) mogelijk dat de niet-vaste indicatiewaarden andere indicatiewaarden hebben gekregen dan bij de eerste berekeningen. Het zal dan moeilijk te achterhalen zijn door welke veranderingen in de vegetatie de verandering in indicatiewaarde is opgetreden, waardoor de vergelijkbaarheid bemoeilijkt wordt. Dus ook trendberekeningen in het verleden zijn, ten behoeve van de zorgvuldigheid en inzichtelijkheid, met terugwerkende kracht niet meer geldig. Het is dus nodig om de oude data opnieuw mee te nemen in de trendberekening, met als gevolg dat reeds gepubliceerde gegevens geüpdatet dienen te worden en niet vergelijkbaar zijn met berekeningen uit het verleden.

Het toevoegen van een nieuwe reeks van LMF-data zou – door de iteratieve analyse van de data – kleine veranderingen van eerdere reeksen kunnen opleveren, waardoor de indexwaarde van de indicator in het verleden verandert. Dat is uiteraard niet gewenst. Om dit te voorkomen, zijn door Stephan Hennekens zeer grote referentiesets geselecteerd uit de Landelijke Vegetatie Databank (zie paragraaf 3.1.1), die toegedeeld zijn aan de fysisch-geografische regio's zoals die voor ITERATIO zijn onderscheiden. De referentiesets draaien mee met een te analyseren set van opnamen, voor de te berekenen milieu-indicatoren veelal de LMF-dataset.

In feite komen hierdoor de niet-gefixeerde soorten, bij toevoegingen aan de opnamesets, steeds weer op dezelfde waarde uit, of anders met verwaarloosbaar kleine afwijkingen voor de indicatie van een vegetatieopname. Eigenlijk worden hierdoor dus alle soorten gefixeerd. Uit dit onderzoek blijkt dat er risico's zijn voor het verkeerd toedelen van opnamen aan een regio, zie bijvoorbeeld paragraaf 3.8.2 (groep b).

Toekennen van gewichten

Alle soorten hebben voor gebruik van ITERATIO een gewicht gekregen (Holtland et al., 2010). Soorten met een gemiddelde amplitude voor de betreffende milieufactor krijgen een gewicht van 1. Zeer smalle soorten krijgen een gewicht van 3 en de soorten die daartussenin vallen een gewicht van 2. Soorten die voorkomen over (vrijwel) de gehele range van de milieufactor krijgen een gewicht van 0,05 indien ze over die range ook nog hoge bedekkingen in de opnamen kunnen bereiken. Soorten die net zo breed zijn, maar over een deel van hun amplitude een voorkomen met lagere bedekkingen in de opnamen, krijgen een gewicht van 0,1. Soorten die qua breedte tussen zeer breed en gemiddeld scoren, krijgen een gewicht van 0,2 of 0,3, afhankelijk van hun amplitude. Soorten die onvoldoende voorkwamen in de opnamesets hebben voorlopig een gewicht van 0,33 gekregen.

Voor soorten die vaak met zeer hoge bedekkingen voorkomen in de opnamen (dat zijn ook bijna altijd soortenarme opnamen) is het gewicht extra verlaagd, bijvoorbeeld van 0,3 naar 0,2 of van 0,05 naar 0,01. Andersom hebben soorten die vrijwel altijd een zeer lage bedekking hebben een wat hoger gewicht gekregen.

Bij de WW-berekeningen door het CBS worden momenteel bedekkingen niet meegenomen. Het wel meenemen van bedekkingen kan mogelijk de indicatie nauwkeuriger maken, hoewel eerder onderzoek uitwees dat het meenemen van de bedekking weinig invloed had (Hennekens et al., 2022). Bomen worden altijd meegenomen, echter is de zeggingskracht van bomen, in tegenstelling tot kiemplanten van bomen, op de recente milieuocondities beperkt en bovendien worden er veel bomen aangeplant. Het zou aan te bevelen zijn bomen in de toekomst niet (meer) mee te nemen in de berekening.

6 Conclusies en aanbevelingen

Verschillen in berekende trends van pH en GVG in PQ-reeksen kunnen samenhangen met methodische issues van de LMF-data zelf en met methodische verschillen tussen IT en WW. Om het indicatiesysteem zo betrouwbaar mogelijk in te zetten voor de berekening van milieu-indicaties uit PQ-reeksen, is in de eerste plaats een goede kwaliteit van de achterliggende vegetatiedata essentieel. Doorgaans wordt er goed bijgehouden of opnamen binnen een PQ-reeks nauwkeurig worden opgenomen. Echter zien we dat er veel inconsistentie binnen de reeksen is. Locatieverschuivingen, het wel of niet opnemen van mossen, tussentijdse beheeringrepen of afwijkende momenten van opname komen in een groot deel van de LMF-dataset voor. Deze onnauwkeurigheden en ingrepen hebben effect op de uitkomst van trendanalyses en zijn, nadat de analyses zijn uitgevoerd, moeilijk te achterhalen. Uit een snelle inventarisatie blijkt dat in ongeveer de helft van de PQ-reeksen binnen de LMF een onnauwkeurigheid voorkomt, waarmee de reeks onbetrouwbaar is in het gebruik van een trendanalyse. Een probleem daarbij is dat hoe langer een PQ-reeks bestaat, hoe groter de kans is dat er onnauwkeurigheden optreden. Vooral als er op veel locaties herstelmaatregelen worden genomen.

Wanneer de opnamen met onnauwkeurigheden en ingrepen uit de dataset worden gefilterd, lijken ook de verschillen tussen de twee indicatorsystemen in berekende trends in pH en GVG grotendeels verdwenen. Nog steeds indiceren ITERATIO en WW iets andere absolute waarden, maar verschillen in trendrichtingen (en veelal ook de sterkte van de trends) komen veel minder vaak voor. Dit geldt in het bijzonder voor de pH-indicatiewaarden. Voor GVG zijn de verschillen groter. Echter is ITERATIO nog niet op eenzelfde niveau ontwikkeld voor de indicatie van GVG zoals deze voor pH is ontwikkeld. De regionalisatie ontbreekt hier nog.

Over het algemeen lijkt ITERATIO het voor de doeleinden zoals ze binnen deze rapportage zijn beschouwd een fractie beter te presteren vergeleken met WW-indicaties. Vanuit twee verschillende experts gezien wordt in de meerderheid van de bekeken plantengemeenschappen een voorkeur voor ITERATIO uitgesproken, omdat hier de indicaties beter overeenkomen met hun kennis van het voorkomen van de typen bij hun karakteristieke milieucondities. Dit geldt met name voor de pH-indicatie. Voor de GVG is dit beeld minder eenduidig en wordt ook WW enkele malen genoemd als betere indicator. Echter als het gaat om de trendanalyses van de LMF-data, dan zijn meetruis, clustering en onregelmatigheden in de beschikbare data een groter punt van aandacht, omdat dit de ecologische interpretatie van trendveranderingen sterk beïnvloedt. De verschillen die door de diverse indicatiesystemen worden veroorzaakt, vallen daarbij binnen de onzekerheidsmarge die door de data wordt gegenereerd. De doorwerking van de meetruis verschilt echter iets per indicatorsysteem.

We bevelen aan om in eerste instantie goed de kwaliteit van de achterliggende data, de PQ-reeksen, te evalueren en te controleren. Een deel van de data is mogelijk voor deze trendanalyses niet geschikt en dient hier dan ook niet voor te worden gebruikt. Dit betekent nadrukkelijk niet dat de overige LMF-data niet bruikbaar zijn voor andere analyses, zoals een analyse van het effect in de tijd door veelvoorkomende herstel- of beheermaatregelen. We willen benadrukken dat de vegetatiegegevens en tevens de methode achter het LMF en de NEM een zeer belangrijke databron verschaffen voor ecologische analyses, mits de data op een juiste manier worden verzameld en geanalyseerd. Daarnaast moet er goed gekeken worden naar de manier waarop begroeiingstypen worden geclusterd. Typen met een breed spectrum aan soorten en begroeiingen laten een grotere meetruis en onzekerheid zien in de uitkomsten. We bevelen aan de onzekerheid die optreedt bij de trendberekeningen ook duidelijk te tonen in de presentatie van de trends. De onzekerheid kan worden verkleind door specifiekere vegetatietypen, op een zo klein mogelijk syntaxonomisch niveau, bij elkaar te zetten en te clusteren. Dit vergroot de zeggingskracht, maar we realiseren ons dat het mogelijk de communicatieve drempel richting het publiek verhoogt. Bovendien dienen de statistische toetsing en de representatie van het cluster voor de begroeiing in Nederlands altijd te worden meegenomen in de keuze voor clustering. Deze trade-off dient goed bediscussieerd te worden.

We kunnen niet concluderen dat het ene indicatiesysteem per definitie boven het andere indicatiesysteem te verkiezen is voor trendberekeningen. Hoewel deskundigen op basis van de huidige LMF-selectie een voorkeur hebben voor IT voor pH-indicaties en twijfelen tussen de indicatoren voor GVG, zijn de achterliggende data essentieel. Als we naar de ecologische relevantie kijken van de trends worden deze nog sterk bepaald door toevalligheden in individuele reeksen, waar 'iets mee aan de hand is'. Een verder opgeschoonde dataset zou een helder beeld geven, maar daarvoor moeten eerst duidelijke voorwaarden opgesteld worden voor de datakwaliteit. Het daadwerkelijk en herhaaldelijk meten van de abiotische condities, gekoppeld aan een vegetatieopname, heeft altijd de voorkeur boven de toepassing van een indicatiesysteem.

Literatuur

- Bates, D., D. Sarkar, M.D. Bates & L. Matrix (2007). The lme4 package. R package version, 2(1), 74.
- CBS, PBL, RIVM, WUR (2020a). Geschiktheid zuurgraad bodem verzuringsgevoelige landnatuur, 2018 (indicator 1593, versie 03, 22 juni 2020) www.clo.nl.
- CBS, PBL, RIVM, WUR (2020b). Geschiktheid grondwaterstand verdrogingsgevoelige landnatuur, 2018 (indicator 1594, versie 03, 23 juni 2020) www.clo.nl.
- Hennekens, S., J. Holtland, N. van Rooijen, W. Wamelink & W. Ozinga (2020). Indicatiewaarden voor voedselrijkdom van de bodem; Een vergelijking tussen drie indicatiesystemen. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 191.
- Hennekens, S.M., J. Holtland, N.M. van Rooijen, G.W.W. Wamelink & W.A. Ozinga (2022). Planten als indicatoren pH en GVG; Een vergelijking van ITERATIO- en Wamelink-indicatorssystemen voor pH en GVG. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 140.
- Hinsberg, A. van, P. van Egmond, D.J. van der Hoek, M. Hellegers, H. Bredenoord (2020). Quick scan intensivering Natuurmaatregelen. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Hinsberg, A. van et al. (2023). Review van de MetaNatuurPlanner. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Holtland W.J., C.J.F ter Braak & M.G.C. Schouten (2010). Iteratio: calculating environmental indicator values for species and relevés. Applied Vegetation Science 13, 369-37, doi:10.1111/j.1654-109X.2009.01069.x. ITERATIO 2. <https://www.synbiosys.alterra.nl/iteratio>.
- Knegt, B. de, M.P. van Veen, & M.L.P. van Esbroek (2003). Waarde van het Landelijk Meetnet Flora-Milieu-en Natuurkwaliteit voor de bepaling van de Natuurwaarde van de Flora. RIVM Rapport 718101002/2003. <https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/718101002.pdf>.
- Oksanen, J., F.G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P.R. Minchin, R. O'Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M. Henry, H. Stevens, E., Szoecs & H. Wagner (2015). Vegan community ecology package: ordination methods, diversity analysis and other functions for community and vegetation ecologists. R package ver, 2-3.
- PBL (2023). Balans van de Leefomgeving 2023. Toekomstbestendig kiezen, rechtvaardig verdelen. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- PBL & WUR (2017). Lerende evaluatie van het Natuurpact. Naar nieuwe verbindingen tussen natuur, beleid en samenleving, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- PBL & WUR (2020). Lerende evaluatie van het Natuurpact 2020. Gezamenlijk de puzzel leggen voor natuur, economie en maatschappij. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL & WUR (2023). Lessen uit 10 jaar Natuurpact- Derde Lerende evaluatie van het Natuurpact. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Wamelink, G.W.W, P.W. Goedhart, H.F. Van Dobben & F. Berendse (2005). Plant species as predictors of soil pH: replacing expert judgement by measurements. Journal of vegetation science 16: 461-470.
- Wickham, H., W. Chang & M.H. Wickham (2016). Package 'ggplot2'. Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics. Version, 2(1), 1-189.

Verantwoording

WOT-technical report: 263

BAPS-projectnummer: WOT-04-010-033.20

In opdracht van het PBL zijn het onderzoek en de rapportage uitgevoerd door WENR, in samenwerking met Holtland-Advies. De resultaten van het onderzoek moeten het PBL helpen om tot een verantwoorde keuze te komen voor een of meerdere indicatorsystemen van planten, dat ingezet moet worden voor de trendanalyse van LMF-PQ's.

Voor de begeleiding van het onderzoek was een commissie ingesteld, bestaande uit de volgende personen: Arjen van Hinsberg en Anne Schmidt (WENR). Daarnaast zijn Arco van Strien (CBS) en Peter van de Molen (BIJ12) voor advies betrokken geweest bij de totstandkoming van deze rapportage. Dank aan al deze personen voor hun constructieve bijdragen.

De auteurs bedanken allen voor hun bijdrage aan het tot stand komen van deze rapportage.

Akkoord Extern contactpersoon

functie: Senior wetenschappelijk onderzoeker PBL

naam: Arjen van Hinsberg

datum: 23-7-2024

Akkoord Intern contactpersoon

naam: Anne Schmidt

datum: 4-6-2024

Bijlage 1 Invloed van soortenrijkdom en regio's op de pH-indicatie

Invloed van soortenrijkdom op de indicatiewaarden van vegetatieopnamen

In de Nederlandse natuur komen over grote oppervlakten soortenarme vegetaties voor. Ook in de LMF-plots is dit voor een deel aan de orde. In paragraaf 5.1 wordt gesteld dat soortenarme opnamen een minder nauwkeurige indicatiewaarde opleveren. Om deze stelling te onderzoeken, is een snelle verkenning uitgevoerd op basis van de LMF-metingenset die het projectteam steeds gebruikt heeft voor de onderhavige rapportage. Deze set bevat ruim 1000 pH-metingen van LMF-plots. Er is gebruikgemaakt van de berekeningen van de indicaties via WW en ITERATIO zoals die door het projectteam beschikbaar zijn gesteld. De eerste vraag bij de verkenning was: zijn de afwijkingen van de indicaties van WW en ITERATIO ten opzichte van de metingen groter bij soortenarme vegetatieopnamen dan bij soortenrijkere vegetatieopnamen? De tweede vraag was: presteren de indicatiesystemen verschillend. Allereerst zijn de afwijkingen tussen de berekende indicaties en de meting bepaald. Dat levert per meting dus twee waarden op (WW en ITERATIO), die positief of negatief kunnen zijn of nul. Vervolgens zijn alle negatieve waarden positief gemaakt om te kunnen middelen. In onderstaande tabel zijn de uitkomsten samengevat. Het gaat dus om de gewogen gemiddelde afwijkingen van de metingen van respectievelijk WW- en ITERATIO-indicaties, zie uitleg bij de tabellen na de samenvattingstabel. De eenheid van de afwijkingen is pH-H₂O.

Tabel B1.1 Samenvatting gewogen gemiddelde afwijkingen.

	WW	IT
Aantal soorten per opname: 1 of 2	1,7	0,7
Aantal soorten per opname: 3 of 4	1,8	0,9
Aantal soorten per opname: 5, 6 of 7	1,6	0,8
Aantal soorten per opname: 8 t/m 12	1,0	0,8

Bij de onderstaande tabellen zijn de gegevens verder opgesplitst naar pH-klasse en regio. Dat is gedaan om beter te kunnen analyseren onder welke omstandigheden er afwijkingen optreden tussen de indicaties en de metingen. De grens van pH 4,2 is genomen omdat onder die waarde aluminium, dat toxisch is voor een groot aantal plantensoorten, in oplossing gaat.

Tabel B1.2 pH-classificatie.

pH-klasse	Ondergrens	Bovengrens
1	3.4	4.2
2	4.2	4.5
3	4.5	5
4	5	5.5
5	5.5	6
6	6	6.5
7	6.5	7
8	7	7.5
9	7.5	8
10	8	9.5

Opsplitsing naar pH-klasse en regio

Onderaan de tabellen wordt de gewogen gemiddelde afwijking berekend. Dat is nodig, omdat het aantal metingen sterk kan verschillen per combinatie van pH-klasse en Regio. Een hoog aantal moet een evenredig sterke invloed op de uitkomst hebben, dus een eenvoudige middeling komt daar niet aan tegemoet.

Op de Hogere Zandgronden zijn de afwijkingen en de verschillen klein. De grote afwijkingen en verschillen in de Kalkrijke Klei komen voort uit al dan niet geregionaliseerde indicatielijsten. Overigens is het lage aantal soorten per opname atypisch voor dit normaal gesproken soortenrijke milieu.

Tabel B1.3 Aantal soorten per opname: 1 of 2.

pH-klasse	Regio	Gem_afwijking_WW_pos	Gem_afwijking_IT_pos	Aantal metingen
1	HZ	0,7	0,6	2
4	HZ	0,3	0,4	1
8	Klei_KR	3,3	0,0	1
9	Klei_KR	2,0	1,0	1
10	Klei_KR	3,5	1,4	1
		1,7	0,7	gewogen gemiddelde afwijking

Tabel B1.4 Aantal soorten per opname: 3 of 4.

pH_klasse	Regio	Gem_WW_pos	Gem_It_pos	Aantal metingen
1	HZ	0,5	0,4	8
2	HZ	0,3	0,4	3
4	HZ	0,3	0,4	1
7	Klei_KR	1,3	0,2	1
8	Klei_KR	3,3	0,0	1
9	Klei_KR	2,0	1,0	1
10	Klei_KR	2,9	1,5	13
		1,8	0,9	gewogen gemiddelde afwijking

Hier geldt hetzelfde als bij bovenstaande tabel.

Tabel B1.5 Aantal soorten per opname: 5, 6 of 7.

pH_klasse	Regio	Gem_WW_pos	Gem_It_pos	Aantal metingen
1	HZ	0,4	0,4	21
2	HZ	0,4	0,3	9
3	HZ	0,6	0,6	4
4	HZ	0,8	0,5	3
4	LV	0,2	0,0	1
5	Klei_KR	1,2	1,8	1
7	Klei_KR	1,3	0,2	1
8	Klei_KR	3,3	0,0	1
9	Klei_KA	1,3	1,4	1
9	Klei_KR	2,1	0,9	8
10	DU-Kr	2,1	1,4	1
10	Klei_KR	2,9	1,4	30
		1,6	0,8	gewogen gemiddelde afwijking

Opnieuw een vergelijkbaar beeld

Tabel B1.6 Aantal soorten per opname: 8 tot 12.

pH_klasse	Regio	Gem_WW_pos	Gem_It_pos	Aantal metingen
1	HL	0,3	1,5	5
1	HZ	0,3	0,4	35
1	Klei_KA	0,8	1,3	2
1	Klei_KR	0,6	2,6	1
2	HL	0,7	0,3	1
2	HZ	0,4	0,2	10
2	Klei_KR	0,3	1,3	2
3	DU-Kr	0,4	1,4	1
3	HZ	0,7	0,4	7
3	Klei_KR	0,4	1,2	1
4	HZ	0,7	0,3	10
4	Klei_KR	0,2	1,6	2
4	LV	0,7	0,4	2
5	HZ	0,7	0,1	3
5	Klei_KA	0,4	0,1	3
6	Klei_KR	0,6	0,8	3
7	Klei_KA	1,5	0,9	1
7	Klei_KR	0,4	0,6	1
8	HL	2,2	0,3	1
8	Klei_KA	1,6	1,6	3
8	Klei_KR	1,8	0,6	4
9	Klei_KA	1,5	1,2	1
9	Klei_KR	1,9	1,0	4
10	Klei_KA	1,9	2,0	1
10	Klei_KR	2,4	1,2	30
		1,0	0,8	gewogen gemiddelde afwijking

In de kalkarme regio's zijn de afwijkingen ten opzichte van de metingen opnieuw klein. Ook de verschillen tussen WW en ITERATIO zijn hier niet groot. De kalkrijke regio's vertonen nogal een gevarieerd beeld, zowel voor de afwijkingen als voor de verschillen tussen indicatiesystemen.

Conclusies en aanbevelingen

In de LMF-metingenset indiceren de soortenarme opnamen in de kalkarme regio's opvallend goed, zowel berekend met WW als met ITERATIO. Bij de minder soortenarme opnamen worden de afwijkingen van de indicaties ten opzichte van de metingen niet kleiner.

In de kalkrijke regio's zijn de afwijkingen van de indicaties ten opzichte van de metingen gemiddeld duidelijk groter. De verschillen tussen de indicatiesystemen geven hier een nogal wisselend beeld. Vermoedelijk speelt het gebruik van al dan niet geregionaliseerde indicatielijsten en het voorkomen van atypische opnamen een rol. Zo zal een 'zure' opname in een kalkrijke regio met WW een betere indicatie gegeven dan IT, omdat bij IT de pH-indicatiewaarden voor die regio hoger uitvallen.

Deze analyse geeft geen reden om soortenarme opnamen bij trendanalyses buiten beschouwing te laten. Uiteraard zijn de aantallen vaak erg klein en kan toeval een rol spelen. Het verdient daarom aanbeveling om soortgelijke analyses uit te voeren met andere metingensets.

Recent verschenen WOT-technical reports

237	Houtkamp, J.M. (2023). <i>Visualisatietechnieken voor kennisintegratie; Het gebruik van verschillende soorten kennis in de context van beleidsvraagstukken.</i>	248	Delft, S.P.J. van, G.J. Maas (2023). <i>Landschappelijke Bodemkartering (LBK); Achtergronden, toepassingen en technische documentatie.</i>
238	Arets, E.J.M.M., S.A. van Baren, C.M.J. Hendriks, H. Kramer, J.P. Lesschen & M.J. Schelhaas (2023). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2023.</i>	249	Grashof-Bokdam, C.J., J.M. Houtkamp, B. de Knecht (2023). <i>Concept-denkmodel Basiskwaliteit Natuur; Discussiestuk Wageningen Environmental Research & Planbureau voor de Leefomgeving.</i>
239	Schalkwijk, L. van, E.T. Schotanus, M.J.L. Kik, A. Gröne & L.L. IJsseldijk (2023). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2022; Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>	250	Houtkamp, J.M., J. Sitters, J.B. Visser, A.M. Schmidt, N.A.C. Smits, R. Pouwels, S.W.M. Poppeliers (2023). <i>Toelichting op de monitoring- en beoordelingssystematiek van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn; Ten behoeve van de evaluatie van het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering.</i>
240	Langers, F. (2023). <i>Recreatie in groenblauwe gebieden; Actualisatie van CLO-indicator 1258 op basis van data van het Continu Vrijetijdsonderzoek uit 2018.</i>	251	Los, S., C. van Haren, A. Cormont (2023). <i>Rapportage Modelinventarisatie voor klimaat effecten en adaptatie.</i>
241	Schmidt, A.M., P.J.H. Mathijssen, R.H. Jongbloed, J.E. Tamis, A.B. Goutbeek, R. Reinartz, R. Vogel, M.E. Sanders, J.T. van der Wal en I. Woltjer (2023). <i>Advies over de Nederlandse pledges voor de Europese Biodiversiteitsstrategie 2030; Toelichting op het advies van Wageningen Research en Sovon Vogelonderzoek aan het ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit.</i>	252	Roebeling, P.C., R. Michels, N.B.P. Polman, H. Chouchane (2023). <i>Derde lerende evaluatie natuurpact: Reflectie en projectie voortgang ontwikkelingsopgaven natuur; Lessen voor de Derde Lerende Evaluatie Natuurpact (LEN3).</i>
242	Bruggen, C. van, A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, H.J.C. van Dooren, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, L.A. Lagerwerf, K. Oltmer, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, L. Schulte-Uebbing, G.L. Velthof en T.C. van der Zee (2023). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2021.</i>	253	Pouwels R., I. Woltjer, B. de Knecht, H.D. Roelofsen & L. Biersteker (2023). <i>Achtergrondrapportage modelanalyses biodiversiteit en ecosysteemdiensten ten behoeve van de Ruimtelijke Verkenning.</i>
243	Lerink, B.J.W., M.J. Schelhaas, F. Dolstra, J. Oldenburger, S. Teeuwen & A.P.P.M. Clerkx (2023). <i>Veldinstructie Achtste Nederlandse Bosinventarisatie (2022-2026); Versie 1.0.</i>	254	Groot, G.A. de, W. van 't Westende, D.R. Lammertsma, F. Warmer, H.A.H. Jansman & M. Laar (2023). <i>Status van de Nederlandse otterpopulatie in 2022: nieuwe inzichten in genetische uitwisseling, mortaliteit en verkeerssterfte.</i>
244	Kruijne, R. en D.W.G. van Kraalingen (2023). <i>Overdracht van meetresultaten van provincies naar de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen, versie 2022.</i>	255	Baren, S.A. van, E.J.M.M. Arets, C.M.J. Hendriks, H. Kramer, J.P. Lesschen & M.J. Schelhaas (2024). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands; Methodological background, update 2024.</i>
245	Riel, M.C. van, R.C.M. Verdonschot, P.F.M. Verdonschot (2023). <i>Natuurherstel en klimaatbuffers in beekdalen; Een verkenning van de mogelijkheden tot integratie van wateropgaven in beekdalen.</i>	256	Mathijssen P.J.H. en R.H. Jongbloed (2024). <i>Standaardlijsten drukfactoren en maatregelen; Voorstel voor een Nederlandse standaardlijst van drukfactoren en herstelmaatregelen en vertalingen naar de Europese codelijsten.</i>
246	Sanders, M.E., H.J. Agricola, J.H. Faber, D.A. Kamphorst, F.H. Kistenkas, F. Langers, T. Selnes, M.J.M. Smits, G.B. Woltjer (2023). <i>De bijdrage en potentiële bijdrage van verschillende partijen aan de veranderingen in het natuur-, landbouw- en voedselsysteem; Achtergrondinformatie voor de Balans van de Leefomgeving 2023.</i>	257	Geelhoed, S.C.V., M.J. van den Heuvel-Greve, C.J.A.F. Kwadijk & M.J.J. Kotterman (2024). <i>Contaminantenonderzoek en vliegtuigtellingen van bruinvissen (Phocoena phocoena) in Nederland, 2023.</i>
247	Bouwma, I.M. & J. Frissel. (2023). <i>Analyse eerste tranche provinciale programma's Uitvoeringsprogramma Natuur.</i>	258	Roo, N. de, S. Kristiaan, S.E.H. van Liere, B.C. Breman (2024). <i>Transitie of optimaliseren van het bestaande? Beleidsanalyse NPLG en WBS vanuit transitieperspectieven.</i>
		259	Schalkwijk, L. van, A. Gröne & L.L. IJsseldijk (2024). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2023; Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>

260	Henkens, R.J.H.G., Cormont, A., Van Swaay, C.A.M., Wamelink, G.W.W. en F.G.W.A. Ottburg (2024). <i>Risico's en kansen van klimaatverandering voor de Nederlandse natuur; Invloed van temperatuurstijging, extreme droogte of natheid, zeespiegelstijging en verzilting op de doelen voor VHR, KRW, ecosysteemdiensten en algemene biodiversiteit.</i>
261	Glorius, S.T. & A. Meijboom (2024). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; Periode 1995 tot en met 2022.</i>

262	Escaravage, V.L., M.J. Baptist, S. Wijnhoven (2024). <i>Indicatoren en maatlatten voor de beoordeling van structuur en functie van mariene habitattypen voor Natura 2000.</i>
263	Rooijen, N.M. van, S.M. Hennekens, M.E. Sanders, J. Holtland, G.W.W. Wamelink & W.A. Ozinga (2024). <i>Planten als indicatoren pH en GVG II; Een vergelijking van het ITERATIO- en Wamelink-indicatorsysteem voor pH en GVG vanuit ecologisch perspectief.</i>



Thema Periodieke Evaluatie Natuurbeleid

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 54 71
E info.wnm@wur.nl
wur.nl/wotnatuurenmilieu

ISSN 2352-2739



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
